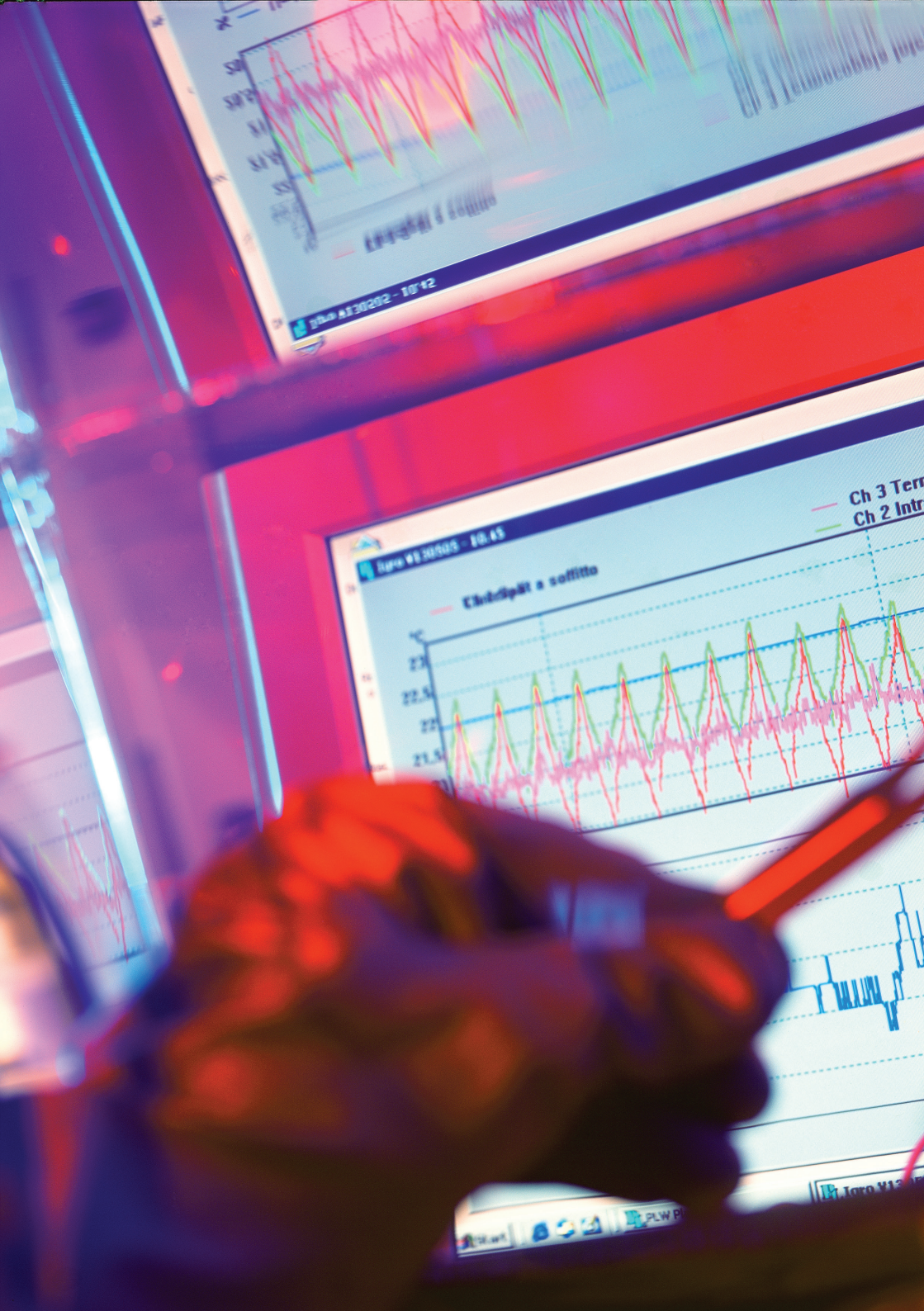
Studiare Fisica all'Università di Cagliari

UNICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI




Ch 3 Terr
Ch 2 Intr
Ch4/Split a soffitto

Studiare Fisica all'Università di Cagliari

Orientamento sulle ricerche
e sui Corsi di Studi in Fisica



A cura di: Corso di Laurea in Fisica e Dipartimento di Fisica

Indice

Prefazione
Perchè Studiare la Fisica
Le Ricerche in Fisica
La Storia della Fisica a Cagliari
I corsi di Studi Universitari
Le Strutture Didattiche

Prefazione

Il libretto che avete in mano è stato scritto col proposito di invitarvi allo studio della Fisica. Partendo dal fondo, esso fornisce tante informazioni pratiche sull'organizzazione del Corso di Laurea in Fisica dell'Università di Cagliari: modalità didattiche, il percorso formativo, informazioni sugli sbocchi occupazionali e molto altro.

Non c'è dubbio che una buona organizzazione è alla base del successo di un percorso di studi. Tuttavia, credo che, a monte dell'organizzazione, un intento fondamentale di un Corso di Laurea, e nel caso specifico del nostro in Fisica, sia quello di alimentare prima di tutto i sogni e le passioni di chi vuole intraprendere questo percorso. Senza questo, anche una solida organizzazione resta un edificio vuoto.
Questo non è un punto di secondaria importanza perché in realtà ha risvolti molto concreti. Negli anni 60 dello scorso secolo, in piena corsa allo spazio, persone visionarie e apparentemente molto diverse fra loro, fra cui addirittura Walt Disney, riuscirono a instillare nella società americana il sogno di metter piede sulla Luna. L'effetto fu che, per via di questo sogno, decine di migliaia di ragazzi si iscrissero in Facoltà scientifiche – fra cui anche Fisica naturalmente. Furono relativamente pochi quelli che infine parteciparono al programma spaziale. Ma la ricaduta in termini di aumento del livello di istruzione a livello universitario in settori chiave anche per l'economia, avanzamento tecnologico e ricadute sulla società resta incalcolabile.
Quindi i sogni sono un potentissimo motore da cui scaturiscono progressi che determinano profondi avanzamenti della società. Purtroppo un male della nostra società è che, apparentemente, sta smettendo di sognare e anche l'Università sembra essere stata contagiata, almeno in parte, da questo male. Tuttavia è necessario continuare a sognare imprese oggi al limite delle nostre capacità o addirittura oltre.
È per questo motivo che la prima parte del libretto è dedicato alle ricerche che è possibile svolgere nel nostro Dipartimento: lo scopo è

destare interesse in chi ha sogni e passioni. Non possiamo garantire che tutti coloro che conseguiranno la laurea potranno continuare poi un percorso in una di queste tematiche di ricerca. Ma possiamo garantire, in ogni caso, che le discipline e i metodi che saranno appresi nello studio della Fisica si riveleranno incredibilmente utili per fornire la più ampia flessibilità nella ricerca di una professione appagante.

Nel romanzo Siddharta, lo scrittore Herman Hesse fa dire al protagonista: "la maggior parte degli uomini sono come una foglia secca, che si libra e si rigira nell'aria e scende ondeggiando al suolo. Ma altri, pochi, sono come stelle fisse, che vanno per un loro corso preciso, e non c'è vento che li tocchi, hanno in loro stessi la loro legge ed il loro cammino." Non c'è dubbio che una Missione fondamentale dell'Università dovrebbe essere proprio quella di insegnare ai giovani ad essere come "stelle fisse", vale a dire capaci di pensare in modo indipendente e di camminare in modo retto attraverso qualunque via che intersecherà la loro vita.

La Fisica da secoli persegue l'idea di unità nella continua ricerca di leggi che permettano di spiegare fenomeni naturali apparentemente molto diversi fra loro. L'idea di unità, nelle sue multiple sfaccettature, è quindi intrinseca in questa disciplina, caratterizzandola a un livello molto profondo.

È un'idea che più in generale permea il significato del termine Università, che deriva dal latino Universitas - complesso di tutte le cose - che, a sua volta, deriva dall'aggettivo Universus - tutto intero. Nel senso più ampio Universitas deve significare in primis formazione e crescita di una persona nel suo complesso in modo che possa essere un Cittadino del Mondo capace di confrontarsi con realtà diverse nel rispetto di tutti.

Il Corso di Laurea in Fisica crede fermamente in questi principi ponendosi come obiettivi fondamentali lo sviluppo dello spirito critico, la capacità di applicare la riflessione utilizzando in particolare il metodo scientifico, il confronto delle proprie idee con idee diverse favorendo in modo deciso la collaborazione di gruppo in attività di equipe come avviene nei gruppi di ricerca.

Concludo augurandovi buona lettura e spero di trovarvi presto nelle nostre aule e laboratori.

Gianluca Usai
Coordinatore del Corso di Laurea in Fisica
Cagliari, Febbraio 2017

Perché studiare la Fisica

Molti settori della ricerca fisica in Italia sono attualmente autentiche eccellenze a livello mondiale. In particolare, diverse ricerche portate avanti nel Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari si collocano al livello del più avanzato stato dell'arte internazionale

Da quasi tre secoli la fisica cerca di comprendere la natura dei costituenti fondamentali dell'Universo. Gli esperimenti hanno via via penetrato sempre più in profondità la materia ridefinendo più volte, come in un gioco di scatole cinesi, il concetto di costituente elementare, passando dall'atomo (il costituente indivisibile della filosofia greca) fino ad arrivare al giorno d'oggi ai quark che si trovano all'interno dei protoni e dei neutroni. In questo percorso, lo studio dell'infinitamente piccolo oggi spesso si fonde con quello dell'infinitamente grande, lo studio dell'Universo nel suo insieme su scale cosmologiche.

D'altra parte, nell'ultimo secolo la fisica non ha limitato la propria indagine ai soli costituenti elementari dell'universo fisico, ma ha altresì intrapreso lo studio sistematico del modo in cui essi interagiscono, aggregandosi in sistemi di crescente complessità ripercorrendo le scatole cinesi in senso inverso: dai nuclei, agli atomi, alle molecole e a tutte le forme condensate di materia. In un "condensato", come conseguenza della complessità della sua fisica, sopravvengono eccitazioni collettive, quasi-particelle e nuovi fenomeni emergenti. Queste nuove entità fisiche sono descritte da leggi diverse, ma altrettanto fondamentali, di quelle valide a livello dei costituenti elementari.

Una caratteristica basilare è che ogni formulazione della nostra comprensione deve reggere su solide basi sperimentali: l'esperimento è il giudice ultimo per avvalorare un modello o una teoria. Le verifiche sperimentali sono possibili perchè le teorie e le leggi fisiche sono espresse

nel linguaggio quantitativo e universale della matematica. Fondamentale è tuttavia il "senso" o "intuito" fisico che permette di visualizzare gli aspetti qualitativi di un fenomeno e di astrarne le caratteristiche essenziali. È da questa visualizzazione che scaturisce poi la corretta formulazione matematica.

Anche il World-Wide-Web è stato inventato da fisici presso il CERN per favorire la comunicazione fra laboratori in diverse parti del mondo

Negli ultimi anni la fisica ha realizzato alcune spettacolari scoperte, anche di grandissimo impatto mediatico, quali: la prima rivelazione sperimentale del bosone di Higgs, e delle onde gravitazionali, la sintesi del grafene, la realizzazione in laboratorio di condensati di atomi freddi. Molte altre potrebbero essere citate e diverse hanno catturato l'immaginario collettivo.

Molti settori della ricerca fisica in Italia sono attualmente autentiche eccellenze a livello mondiale. In particolare, diverse ricerche portate avanti nel Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari si collocano al livello del più avanzato stato dell'arte internazionale.

Le rivoluzioni di pensiero che hanno attraversato la fisica, dallo sviluppo della meccanica classica nel diacessettesimo secolo, alla termodinamica e l'elettromagnetismo nel diciannovesimo secolo e la meccanica quantistica nel ventesimo secolo, sono alla base dello sviluppo tecnologico della nostra società, rivelando quanto sia profondo l'impatto di questa disciplina nella vita di tutti i giorni.

Basti pensare alle tecnologie su cui si fonda la moderna società delle comunicazioni e dell'informazione, riconducibili all'invenzione del transistor e dei dispositivi opto-elettronici, e che non esisterebbero senza i contributi dei fisici nel campo della fisica della materia condensata. Oppure lo sviluppo delle apparecchiature medico-diagnostiche come la radiografia, l'ecografia, la TAC, la PET, ecc., pure risultato del lavoro dei fisici in campi come la fisica nucleare o delle particelle. Anche il World-Wide-Web è stato inventato da fisici presso al CERN per favorire la comunicazione fra laboratori in diverse parti del mondo.

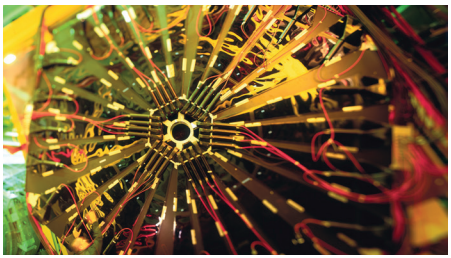
Una delle caratteristiche maggiormente apprezzate di un fisico anche in settori produttivi e industriali, non strettamente legati alla ricerca pura, è la capacità di elaborare strategie per la risoluzione di problemi complessi

La fisica ha inoltre un eccezionale carattere interdisciplinare con la chimica, la biologia, l'ingegneria, la matematica, l'informatica e molte altre discipline. Grandi personaggi, fisici di estrazione, hanno dato straordinari contributi in altri campi. Un esempio molto famoso è Francis Crick, laureato in fisica, scopritore assieme al biologo James Watson della struttura a doppia elica del DNA.

Studiare fisica all'Università non significa semplicemente imparare un mestiere, significa piuttosto imparare a pensare in modo profondo e razionale.

Lo studente di fisica impara un complesso di capacità abilitanti, quali: interrogarsi sul perchè di un fenomeno osservato; analizzare criticamente lo stesso fenomeno; costruire un modello interpretativo e razionalizzarlo in termini di formalismo matematico; applicare la conoscenza cosí acquisita alla realiazzione di una qualche utilità applicativa.
Non è quindi un caso che una delle caratteristiche maggiormente apprezzate di un fisico anche in settori produttivi e industriali, non strettamente legati alla ricerca pura, sia la capacità di elaborare strategie per la risoluzione di problemi complessi. Non di secondaria importanza è anche la capacità di lavoro di gruppo, caratteristica che viene pure acquisita in modo naturale nel percorso di studio della fisica.

Le ricerche in Fisica



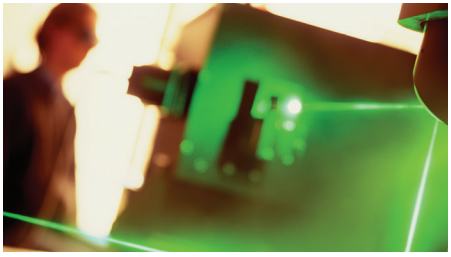
La Fisica delle Alte Energie: alla Scoperta delle Interazioni Fondamentali



L'Astrofisica



La Fisica Medica



La Fisica che Cambia il Mondo

Gli Attori della Ricerca: il Dipartimento di Fisica e gli Enti di Ricerca

Il Dipartimento di Fisica

Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari rappresenta l'unico presidio di ricerca accademica e di alta formazione nell'area delle scienze fisiche presente in Sardegna. Stante questa unicità nel panorama regionale, le ricerche svolte sono ad ampio spettro, tali da assicurare presenza e competitività del sistema regionale in tutti i principali settori della fisica, con particolare attenzione alle possibili ricadute per le realtà territoriali.

Il Dipartimento interpreta questa sua propria specificità impegnandosi in una missione culturale e di promozione del territorio basata su ricerche di punta (sia di base che applicate) di carattere sperimentale, teorico e computazionale nei settori della fisica delle interazioni fondamentali, della fisica applicata, dell'astrofisica e della fisica della materia condensata.

Fanno parte del Dipartimento di Fisica una quarantina di docenti ed una decina di unità di personale tecnico ed amministrativo. Inoltre fanno parte della struttura anche una dozzina di Assegnisti di Ricerca, una trentina di Dottorandi ed una decina di Specializzandi della Scuola di Specializzazione in Fisica Medica.

Il Dipartimento si impegna in una missione culturale e di promozione del territorio basata su ricerche di punta di carattere sperimentale, teorico e computazionale nei settori della fisica delle interazioni fondamentali, della fisica applicata, dell'astrofisica e della fisica della materia condensata

La rete delle collaborazioni con Enti Pubblici di Ricerca

Presso la struttura del Dipartimento sono ospitate una Sezione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e due Unità Operative del Consiglio Nazionale delle Ricerche, rispettivamente afferenti all'Istituto Officina dei Materiali (IOM-CNR) e all'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR).
Il Dipartimento collabora strettamente allo svolgimento di ricerche di comune interesse con il personale ricercatore e tecnico di questi Enti, così come con quello afferente all'Osservatorio Astromico di Cagliari (OAC-INAF) ed al Sardinia Radio Telescope (SRT-INAF) dell'Istituto Nazionale di Astrofisica. Infine, il Dipartimento partecipa al Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM).

In questa figura è mostrato un sofisticato banco ottico per misure di fisica della materia.

Le risorse strumentali

Le ricerche sperimentali e computazionali si avvalgono di strumentazione disponibile presso i laboratori del Dipartimento, i centri di servizio di Ateneo ed i grandi laboratori internazionali. Il patrimonio strumentale dipartimentale è gestito dai singoli gruppi di ricerca. Nel caso specifico dell'attività sperimentale in fisica delle interazioni fondamentali esiste una stretta collaborazione e interdipendenza tra i laboratori dipartimentali e quelli della locale sezione INFN.
Il Dipartimento dispone di una Officina Meccanica al servizio dell'attività di ricerca e didattica. In aggiunta ai laboratori dipartimentali, i ricercatori del Dipartimento possono beneficiare, in un'ottica di facility ad accesso condiviso, dell'uso della strumentazione disponibile presso il Centro Grandi Strumenti (CGS) e del neo-costituito Centro Servizi di Ateneo per la Ricerca (CeSAR). Il CeSAR, che dispone di proprio personale e proprie attrezzature ha, tra l'altro, il compito di fornire attrezzatura scientifica ad alta tecnologia, servizi e consulenze per lo svolgimento delle attività istituzionali di ricerca del personale universitario. Per quanto riguarda le infrastrutture di calcolo, il Dipartimento, attraverso la gestione di un Centro Elaborazioni Dati (CED) dipartimentale, fornisce accesso ai servizi di rete, di storage, di comunicazione e di calcolo numerico intensivo.

Le ricerche sperimentali sono condotte in laboratori altamente specializzati presso il Dipartimento e in collaborazione con gli Enti di ricerca

NEW FOCUS 9801

La Fisica delle Alte Energie: alla Scoperta delle Interazioni Fondamentali

La fisica delle alte energie si occupa di studiare le proprietà dei costituenti fondamentali dell'universo.
Per fare questo i fisici sperimentali conducono due tipi principali di esperimenti: attivi e passivi. I primi analizzano le collisioni di fasci di particelle, come al Large Hadron Collider (LHC) del CERN dove due fasci di protoni o di nuclei atomici pesanti vengono accelerati a velocità prossime a quella della luce.
Tanto più grande è l'energia a cui hanno luogo le interazioni, tanto più piccole sono le distanze a cui si possono sondare le proprietà delle particelle elementari e dello spaziotempo stesso.
I secondi, spesso installati sotto terra come nei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, raccolgono informazioni analizzando le interazioni di particelle provenienti dallo spazio.

Gli esperimenti di fisica delle particelle richiedono grandi apparati di misura realizzati da grandi collaborazioni di istituti di ricerca a livello internazionale. La realizzazione dei complessi apparati porta spesso allo sviluppo di tecnologie impiegate in diversi campi quali la diagnostica medica o l'industria dei semiconduttori.

I fisici teorici cercano di identificare le strutture matematiche che permettono di dare nel modo più semplice e diretto possibile una descrizione quantitativa, predittiva e coerente di tutti i fenomeni che avvengono in natura. Contribuiscono in questo modo a completare il quadro delle leggi e dei costituenti fondamentali dell'universo, un quadro che viene sviluppato con pazienza e continuità fin dagli inizi della fisica.

La fisica delle alte energie si occupa di studiare le proprietà dei costituenti fondamentali dell'universo. Tanto più grande è l'energia a cui hanno luogo le interazioni, tanto più piccole sono le distanze a cui si possono sondare le proprietà delle particelle elementari e dello spaziotempo stesso

Esperimenti in fisica delle particelle

ALICE e il plasma di quark e gluoni

Nessun quark è mai stato osservato isolatamente: i quark, così come i gluoni, le particelle "mediatrici" delle interazioni forti, sembrano essere permanentemente legati fra loro e confinati dentro particelle composite, come i protoni e i neutroni. Questo fenomeno, noto come confinamento, è ancora oggi capito solo parzialmente.

L'odierna teoria delle interazioni forti tuttavia predice che a temperature e densità molto alte, quark e gluoni dovrebbero esistere liberi in un nuovo stato della materia detto plasma di quark e gluoni. Tale transizione si dovrebbe verificare quando la temperatura supera un valore critico stimato attorno a 2000 miliardi di gradi, circa 100000 volte più alta di quella all'interno del Sole! Per riscontrare temperature simili in natura bisogna risalire fino alla nascita dell'universo.

Si crede infatti che per qualche milionesimo di secondo dopo il Big Bang la temperatura sia stata al di sopra del valore critico, per cui l'intero universo si trovava nello stato di plasma di quark e gluoni.

ALICE al CERN LHC è un grande esperimento, al quale partecipano anche fisici di Cagliari, progettato per studiare in laboratorio questo plasma, che può essere prodotto in piccolissime quantità nelle collisioni di nuclei atomici pesanti come il piombo. Le migliaia di nuove particelle emergenti dal raffreddamento del plasma si muovono verso il complesso sistema di rivelazione dell'esperimento permettendo di ottenere informazioni sul plasma inizialmente prodotto.

LHCb e l'asimmetria fra la materia e l'anti-materia

Quando materia e antimateria entrano in contatto, il risultato è drammatico. Nello spazio di un istante svaniscono entrambe, distruggendosi a vicenda e lasciandosi dietro un lampo di energia.

Questa relazione esplosiva solleva alcune domande intriganti. Per esempio, se la materia e l'antimateria sono state create in quantità uguali durante il Big Bang, perché ci troviamo a vivere in un univer-

so fatto solo di materia?
Forse è intervenuto un qualche meccanismo ancora sconosciuto che ha impedito alla materia di annichilarsi completamente con l'antimateria?
LHCb al CERN LHC è un grande esperimento, al quale partecipano anche fisici di Cagliari, progettato per studiare le minuscole differenze tra materia e antimateria usando particelle conosciute come quark "beauty" (bellezza, in inglese). Anche se questi quark non sono presenti nel nostro universo oggi, lo erano pochi istanti dopo il Big Bang. Le collisioni fra fasci di protoni che avvengono all'interno di LHCb ne producono vari miliardi, insieme ai corrispondenti anti-quark.
Studiando con precisione mai raggiunta finora la piccola differenza nel decadimento del quark beauty e del suo anti quark, LHCb contribuisce a far luce su uno dei misteri più fondamentali dell'universo.

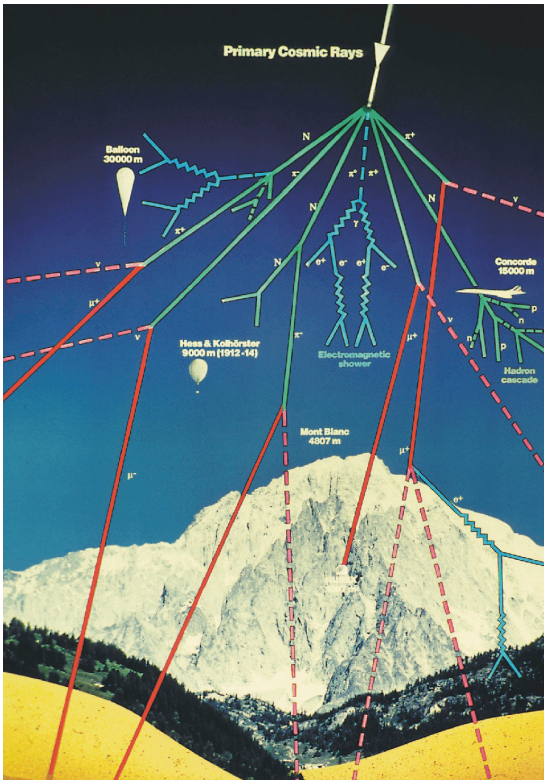


Vista del magnete del complesso apparato sperimentale di LHCb.

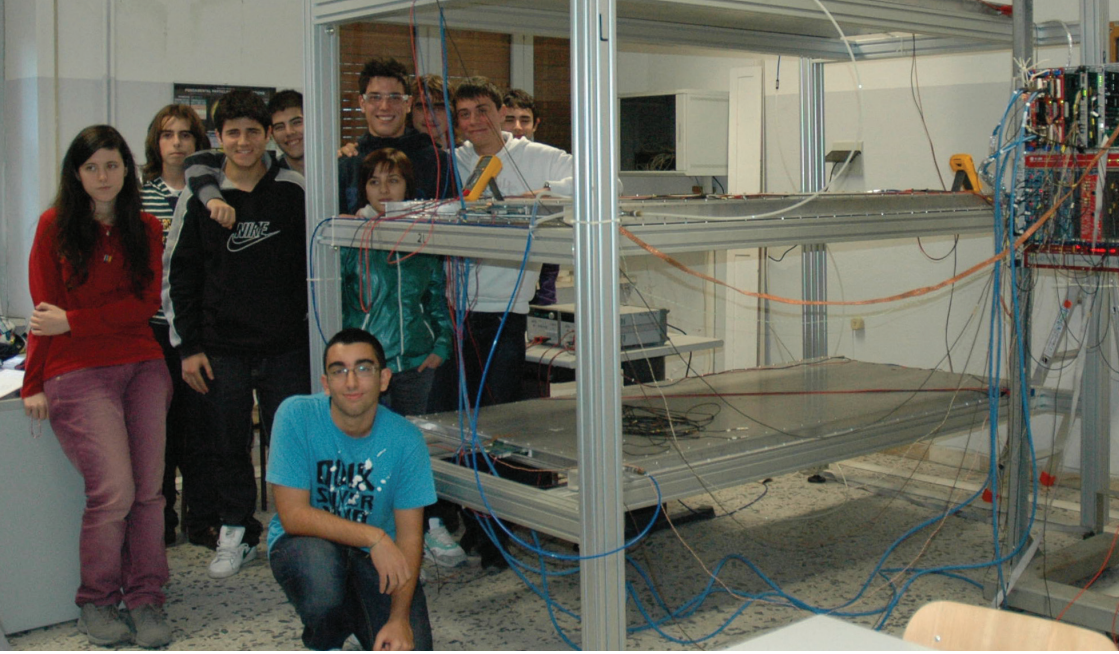
DarkSide e la materia oscura

Le stelle visibili in tutte le galassie sono immerse in una nube molto più grande di "materia oscura", la cui natura è ancora del tutto sconosciuta. Essa potrebbe essere costituita da particelle che interagiscono "debolmente", dette WIMP (Weakly Interacting Massive Particles), che si sarebbero formate nell'universo primordiale e successivamente addensate, per mezzo della forza gravitazionale, insieme con la materia "ordinaria".

Le WIMP potrebbero essere scoperte con rivelatori posti in siti sotterranei così da schermare l'effetto dei raggi cosmici che potrebbero non consentire di rivelarle. L'esperimento DarkSide è collocato presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, con 1400 metri di roccia a separarlo dalla volta celeste. Il cuore dell'esperimento è costituito da un cilindro di argon liquido con un basso contenuto di radioattività naturale che fa si che si possa discriminare il possibile segnale che potrebbe venire dalla materia oscura. In futuro l'argon, proveniente da pozzi di gas wSulcis per un'ulteriore purificazione e riduzione del contenuto dell'isotopo radioattivo argon 39: un progetto unico a livello mondiale – chiamato ARIA – sostenuto dall'INFN e dalla Regione Autonoma Sardegna. Inoltre, il processo di purificazione permetterà di ottenere isotopi di diversi elementi che hanno un elevato interesse in campo industriale e medico.



Cascate di particelle
sopra il Monte Bianco



Tre piani rivelatori formanti un "telescopio" per lo studio dei raggi cosmici installati presso il Liceo Scientifico Pacinotti.

EEE e i raggi cosmici

Il progetto EEE (Extreme Energy Events), nato da un'idea del prof. Zichichi, consiste in una rete di rivelatori di particelle installati presso numerose scuole superiori italiane e dedicati allo studio dei raggi cosmici di alta energia.
I raggi cosmici, particelle di alta energia provenienti dallo spazio, bombardano continuamente l'atmosfera e nell'urto con gli atomi producono "cascate" di nuove particelle, alcune delle quali arrivano al suolo. La loro rivelazione fornisce importanti informazioni sulla natura e origine dei raggi cosmici e in ultima analisi sulla storia dell'universo.

Lo scopo del progetto è quindi duplice: studiare un tema di fisica fondamentale coinvolgendo le scuole superiori in un vero e proprio esperimento.

A Cagliari sono stati installati tre rivelatori presso i licei scientifici Pacinotti, Michelangelo e Alberti. L'Istituto Tecnico Levi di Quartu S.E. è recentemente entrato a far parte del progetto.
L'assemblaggio dei rivelatori è svolto da gruppi di alunni presso il CERN, assistiti dai tecnici e ricercatori del CERN e dell'INFN. Durante questa attività gli studenti hanno quindi modo di imparare le tecniche di costruzione dei dispositivi e di visitare gli esperimenti del laboratorio di ricerca.

Fisica teorica alla "lavagna": varchi spazio-temporali previsti dalla teoria della relativita generale.

Fisica teorica delle alte energie

Particelle elementari, relatività e corde vibranti

La teoria quantistica dei campi e la relatività generale sono le due teorie sulle quali oggi si basa la nostra interpretazione dei fenomeni alle scale più piccole e più grandi.
La prima nasce dall'unione dei principi della meccanica quantistica e della relatività speciale. Accanto a numerose altre applicazioni, ha permesso ai fisici di sviluppare un modello che rende conto con estrema precisione del comportamento delle particelle elementari osservato sperimentalmente: il modello standard.
La seconda è una teoria classica che descrive la dinamica dello spaziotempo stesso, permettendo di studiare fenomeni che vanno dagli oggetti astrofisici compatti, come le stelle di neutroni e i buchi neri, alle onde gravitazionali e all'evoluzione dell'intero univer-



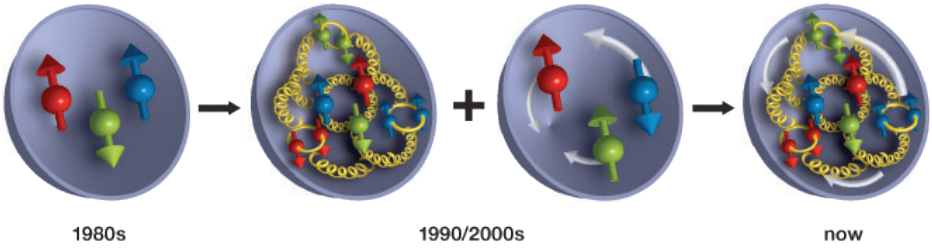
so. Un'idea fondamentale di questa teoria è che la massa, o più in generale l'energia, altera la geometria dello spaziotempo.
La semplice idea di assumere che i costituenti fondamentali della natura non siano delle particelle puntiformi ma delle corde vibranti microscopiche permette di elaborare una teoria che unifica in una struttura ancora più profonda e complessa la teoria quantistica dei campi e la relatività generale: la teoria delle stringhe.
Questa è una delle frontiere a cui alcuni fisici lavorano attualmente.
La ricchezza di questa teoria, come l'ambito delle sue applicazioni, sembra inesauribile e nel corso degli anni ha portato ad introdurre nuove idee e metodi che hanno profondamente influenzato anche altre aree di ricerca: risultati non perturbativi in teoria dei campi, nuove tecniche per il calcolo delle probabilità di interazione delle particelle, il calcolo microscopico dell'entropia di alcune classi di buchi neri, la scoperta di una sorprendente relazione tra teorie di campo e teorie di gravità.
La teoria delle stringhe è tuttavia una teoria ancora in pieno sviluppo e in cerca di una formulazione definitiva.
Per comprendere meglio le sue proprietà ed analizzare alcuni dei problemi fisici più interessanti, come la dinamica in presenza di un orizzonte degli eventi o di una singolarità cosmologica, una delle linee di ricerca più promettenti e perseguita anche da fisici teorici del nostro Dipartimento è lo studio delle stringhe in uno spaziotempo curvo o nel limite di alte energie. Proprio in questo limite la natura estesa delle stringhe gioca un ruolo cruciale e si ipotizza che questo permetta di superare le difficoltà che si incontrano nelle teorie di campo.

La struttura 3-D dei nucleoni

Come già visto, i costituenti dei nuclei atomici (protoni e neutroni, detti anche nucleoni), sono in realtà essi stessi particelle composite, formate da quark e gluoni (detti anche partoni).

Uno studio accurato della struttura interna dei nucleoni può quindi rappresentare una via per cercare di comprendere la teoria che descrive le interazioni forti e, in ultima analisi, il confinamento.
Con questo obiettivo in questi anni si è sviluppata l'idea di ottenere un'immagine multidimensionale del nucleone, andando oltre l'usuale, e consolidata rappresentazione dinamica monodimensionale, codificata in particolari funzioni che danno la probabilità di trovare un partone (quark o gluone) con una certa frazione di quantità di moto all'interno di un nucleone di alta energia nella stessa

direzione di moto del nucleone stesso.
Benché estremamente importanti e utili per lo studio di processi di interazione fra le particelle, incluse le collisioni protone-protone alle più alte energie mai raggiunte di LHC, dal punto vista della struttura del nucleone risultano comunque limitate. Non permettono, per esempio, di comprendere a fondo il momento angolare intrinseco (spin) del nucleone in termini dei suoi costituenti, né di descrivere alcuni effetti sorprendenti osservati sperimentalmente in collisioni in cui sono coinvolti gli spin delle particelle.
Per questo motivo sono state introdotte nuove e più complesse funzioni di distribuzione dei partoni che forniscono informazioni sullo stato di moto dei partoni e sulla loro distribuzione spaziale su un piano trasverso alla direzione di moto del nucleone.Quando si prendono in considerazione anche gli spin dei partoni e del nucleone (i cosidetti momenti angolari intrinseci) la ricchezza delle informazioni che possono essere estratte diventa formidabile.
Per comprenderne le potenzialità, si potrebbe dire che per mezzo di queste rappresentazioni sta diventando possibile ottenere una sorta di tomografia, una immagine tridimensionale, del nucleone.



L'evoluzione della comprensione dei nucleoni: complesse interazioni fra quark e gluoni in cui i momenti angolari giocano un ruolo importante.

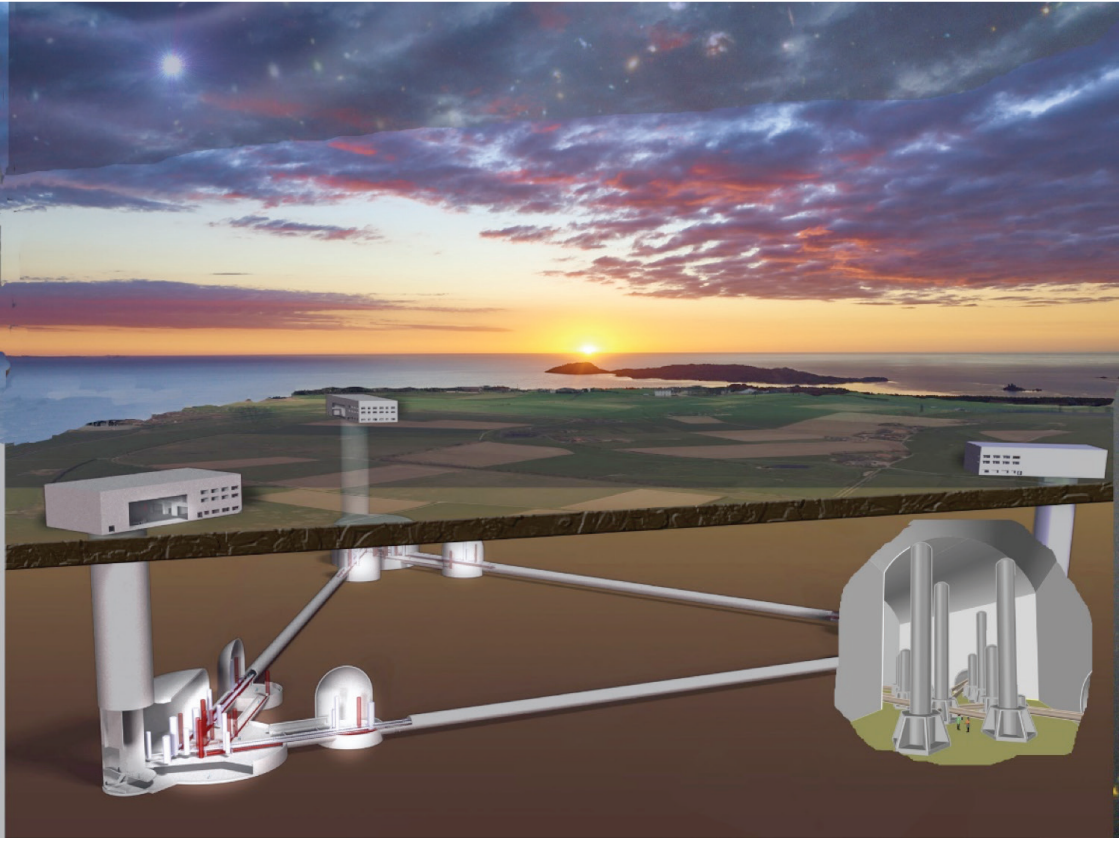
Onde gravitazionali ed il progetto Einstein Telescope

Le Onde Gravitazionali sono increspature del tessuto spazio-temporale generate da varie sorgenti astrofisiche, per esempio dalla coalescenza di buchi neri e stelle di neutroni. Queste onde, sebbene previste teoricamente cento anni fa da Einstein, sono state osservate sperimentalmente solo nel 2015 dall'interferometro americano LIGO e poi anche da quello italiano VIRGO, scoperta per cui è stato assegnato il Nobel per la fisica nel 2017.

Con il nome di Einstein Telescope (ET) si intende un gigantesco interferometro sotterraneo che funzionerà da telescopio che servirà ad osservare le Onde Gravitazionali.

L' ET rappresenta la terza generazione di interferometri per la rivelazione di onde gravitazionali che ci consentirà di fare un salto cruciale nelle nostre conoscenze scientifiche in tanti settori della fisica delle interazioni fondamentali e dell'astrofisica (buchi neri, stelle di neutroni, cosmologia, gravità quantistica, etc.). In particolare, l'uso congiunto di questo telescopio per onde gravitazionali con gli usuali telescopi, che rilevano la radiazione elettromagnetica, consentirà di sviluppare un nuovo settore dell'astrofisica che prende il nome di astrofisica "Multimessenger".

Una grossa limitazione per la precisione degli interferometri per la rivelazione di onde gravitazionali è il rumore, sia esso di origine sismica che antropica. Per poter ridurre ulteriormente questo rumore, rispetto agli attuali interferometri costruiti in superfice (LIGO e VIRGO in Italia), il progetto ET prevede la costruzione dell'interferometro in tunnel sotterranei in zone sismicamente tranquille e scarsamente popolate. Da questo punto di vista la miniera di "Sos Enattos" a Lula in Sardegna rappresenta un sito ideale ed è stato selezionato come uno dei tre candidati per la costruzione di ET.



Rendering grafico dell'interferometro per onde gravitazionali sotterraneo a "Sos Enattos" a Lula.

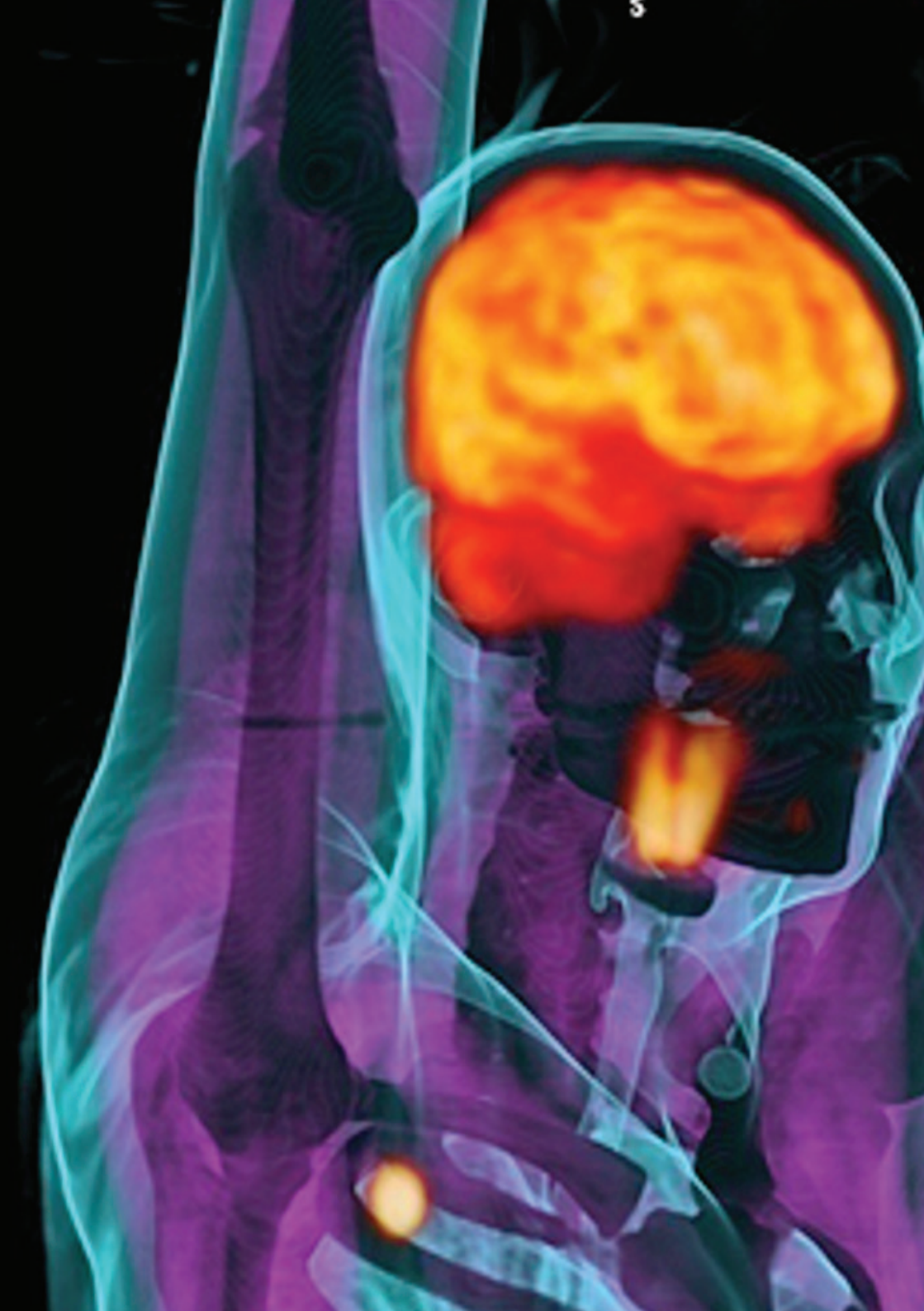
La Fisica Medica

Immagine derivante dalla fusione di immagini PET e TAC che mostra, nella regione ascellare, un'adenopatia di origine tumorale.

Nel 1895 il fisico tedesco Wilhelm Conrad Röntgen scoprì casualmente l'esistenza dei raggi X e intuì subito la possibilità di usarli per la diagnostica medica. Questa scoperta segnò l'inizio del ruolo fondamentale della fisica nello sviluppo delle tecniche di diagnostica e terapia medica.
Il secolo scorso ha assistito a una vera e propria rivoluzione in medicina, grazie allo sviluppo di numerose tecniche di diagnostica per immagini, tra cui la Tomografia Assiale Computerizzata (TAC), l'imaging a risonanza magnetica (MRI), la scintigrafia, la tomografia a emissione di positroni (PET).
Anche nell'ambito della terapia la fisica ha permesso di fare notevoli passi avanti; negli ultimi anni alla radioterapia convenzionale con fasci di fotoni ed elettroni, si sono affiancate nuove tecniche che utilizzano particelle cariche pesanti: protonterapia e adroterapia.
La fisica gioca un ruolo importante anche nell'ambito delle neuroscienze.
I fisici contribuiscono a quest'area di ricerca grazie alle loro competenze sui modelli di segnale neurale, sulla dinamica delle reti neurali e su tecniche sperimentali.

La fisica ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle tecniche di diagnostica e terapia medica quali la TAC, la risonza magnetica e la PET

Il gruppo di Fisica Medica del Dipartimento di Fisica di Cagliari è attivo in progetti di ricerca sia nell'ambito della diagnostica sia della terapia, spesso inquadrati nella ricerca interdisciplinare dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare). È molto attiva anche la collaborazione con i fisici ospedalieri specie per quanto riguarda le attività integrate nella Scuola di Specializzazione in Fisica Medica, attiva a Cagliari dal 2009.



Diagnostica per immagini

Nella radiologia convenzionale un fascio di raggi X, che attraversa il corpo del paziente, fornisce immagini bidimensionali nelle quali la struttura tridimensionale del corpo è proiettata su un piano; non si possono distinguere le strutture lungo il percorso della radiazione incidente che pertanto appaiono sovrapposte.
Per ottenere informazioni sulla struttura tridimensionale del corpo esaminato, isolare l'immagine di organi specifici o ridurre la dose di radiazione erogata al paziente, si possono utilizzare apparecchiature più sofisticate ed elaborazioni con procedimenti matematici a volte molto complessi.

La TAC utilizza radiografie acquisite ad angoli diversi per ottenere immagini tridimensionali della struttura interna del paziente.
La MRI, che si basa sul processo fisico della risonanza magnetica nucleare, permette di ottenere immagini tridimensionali e, rispetto alla TAC, è capace di discriminare meglio i tessuti molli e non utilizza radiazioni ionizzanti.

La PET è basata sulla somministrazione al paziente di sostanze radioattive legate a opportune molecole biologiche e fornisce importanti informazioni funzionali. Il radiofarmaco più utilizzato è basato su uno zucchero che si accumula nei tumori e permette di diagnosticare le lesioni in uno stadio molto precoce.

Il gruppo di Cagliari si dedica allo sviluppo di tecniche di ricostruzione ed elaborazione di immagini biomedicali ottenute con queste tecniche avanzate.

Neuroscienze

Il campo di ricerca delle neuroscienze è un ambito interdisciplinare, cui anche i fisici contribuiscono grazie alle loro competenze sulle reti neurali artificiali e sui modelli di segnale neurale da un lato, e sulle tecniche sperimentali (ad esempio la risonanza magnetica funzionale e le registrazioni elettrofisiologiche) dall'altro.

Una delle grandi sfide della ricerca nei prossimi decenni, su cui è impegnato anche il gruppo di Cagliari, sarà quella di cercare di capire come le funzioni cognitive di alto livello, come quelle associate al linguaggio e al ragionamento, sono legate alla trasmissione dei segnali tra i neuroni del nostro cervello.
Questa attività di ricerca è importante non solo perché ci aiuta a capire come funziona il nostro cervello, ma anche perché può aiutarci nello studio dei disturbi neurologici e nella ricerca di tecniche di diagnosi e terapia di questi disturbi.

L'Astrofisica

Lo scopo dell'Astrofisica è di applicare le conoscenze relative a tutti i settori della Fisica per interpretare e comprendere i fenomeni che accadono al di sopra dell'atmosfera della Terra.
Essa si dedica allo studio dei corpi e fenomeni celesti a tutte le scale: dal molto vicino, cioè la formazione dei pianeti e degli asteroidi del sistema solare, allo studio delle stelle della nostra galassia e la loro evoluzione, allo studio di altre galassie, fino all'immensamente grande dove è possibile interrogarsi riguardo l'origine e la struttura dell'intero universo.
L'Astrofisica basa la sua indagine sull'osservazione del cielo.
Queste osservazioni, un tempo limitate alla luce visibile, si sono estese negli ultimi 60 anni a tutte le bande dello spettro delle radiazioni elettromagnetiche, rivelando aspetti e fenomeni dell'universo impensati, ma soprattutto mostrando un universo che, tutt'altro che statico, mostra grande variabilità. Ma il cielo non si osserva solo nello spettro elettromagnetico.
Sono stati realizzati rivelatori in grado di osservare le particelle cariche che costituiscono i raggi cosmici, e per rivelare i neutrini che ci portano informazioni dall'interno del sole, dalle esplosioni di supernova in cui si formano oggetti estremamente esotici come le stelle di neutroni e persino buchi neri.

L'astrofisica studia i corpi celesti dalla formazione dei pianeti alle galassie fino all'immensamente grande

Di recente si è aperta una nuova finestra attraverso cui guardare l'Universo: le ultime generazioni di rivelatori di onde gravitazionali sono riusciti a raccogliere le prime evidenze sperimentali della loro esistenza. Ma lo sforzo osservativo non si è ancora ultimato:



si stanno progettando e costruendo rivelatori sempre più grandi e sensibili nella speranza di riuscire a rivelare le particelle costituenti la materia oscura e si sogna di poter osservare i debolissimi neutrini primordiali del fondo cosmico.

L'osservazione degli eventi astrofisici è fondamentale in quanto rappresentano dei "laboratori" unici attraverso cui esaminare il realizzarsi di condizioni fisiche estreme neanche lontanamente riproducibili per via sperimentale sulla Terra.
Talvolta, infatti, le teorie fisiche possono avere un diretto riscontro solo in fenomeni astronomici come i nuclei delle stelle dove avvengono i processi di fusione nucleare, le esplosioni di supernova che generano enormi quantità di neutrini e disseminano l'universo degli elementi chimici più pesanti, le stelle di neutroni e i buchi neri dove gli effetti della relatività generale sono predominanti.

Il Sardina Radio Telescope (SRT) installato presso San Basilio a 40 km da Cagliari.

Per scrutare il cielo servono le tecnologie più diverse: per l'intero spettro elettromagnetico si va dai radiotelescopi per l'osservazione nella banda radio, agli osservatori spaziali per la radiazione infrarossa, ultravioletta e visibile e per i raggi X e gamma, ai grandi telescopi ottici e vicino infrarosso a terra.
Per l'osservazione di emissione non elettromagnetica si usano telescopi Čerenkov per la rivelazione di raggi cosmici di altissima energia (molto maggiore di quella ottenibile nei grandi acceleratori di particelle) o enormi rivelatori di neutrini nelle viscere della Terra per rivelare queste piccolissime particelle senza essere accecati dal resto della radiazione.

Di recente grandi interferometri come LIGO e VIRGO stanno cominciando ad osservare la radiazione gravitazionale emessa dai drammatici collassi gravitazionali prevista dalla teoria della relatività generale.
Il Dipartimento di Fisica è soggetto attivo nella comunità scientifica internazionale per le ricerche di carattere astrofisico sia teorico che osservativo. Questa attività di ricerca è svolta in sinergica collaborazione con le sedi locali INAF-OAC e INFN. La sede locale dell'INAF gestisce il Sardinia Radio Telescope, tra i più importanti e moderni radiotelescopi europei.

Tra gli innumerevoli campi dell'indagine scientifica, le ricerche svolte presso il nostro Dipartimento e le sedi locali degli enti di ricerca hanno come scopo di rispondere a interrogativi fondamentali dell'astrofisica.

Astrofisica delle alte energie

La formazione di sistemi binari stretti dove una stella è un oggetto compatto (stella di neutroni o buco nero) e la compagna una stella di piccola massa pone non pochi problemi dal punto di vista teorico.
Questi sistemi, oltre ad essere le più brillanti sorgenti X galattiche, costituiscono, nel caso in cui contenga una stella di neutroni, i progenitori delle pulsar radio al millisecondo. Lo studio di questi sistemi può portare a capire di cosa sono fatte dentro le stelle di neutroni, del perché il suo campo magnetico evolva, e cosa succede alla materia in presenza di intensi campi magnetici e di effetti di relatività generale.

In questo ambito di ricerca il Dipartimento di Fisica e INAF-OAC sono molto attivi nello studio di questi sistemi sia dal punto di vista osservativo (principalmente nella Banda radio e X) sia dal punto di vista teorico.

Il mezzo interstellare

Il mezzo interstellare è costituito da tenui gas e polveri che permeano la nostra Galassia. La conoscenza del mezzo interstellare è di fondamentale importanza dal punto di vista osservativo perché media l'informazione che ci arriva dalle stelle.

Negli ultimi decenni si è scoperto che il mezzo interstellare contiene molecole complesse e persino molecole prebiotiche. INAF-OAC è molto attiva nella ricerca sul mezzo interstellare sia dal punto di vista teorico (proprietà strutturali, rotazionali, vibrazionali ed elettroniche di macromolecole e idrocarburi aromatici policiclici) sia dal punto di vista osservativo nello studio della composizione del mezzo interstellare attraverso osservazioni nelle bande ottiche e infrarosse.

Astrobiologia e sistemi planetari

Una branca dell'astrofisica che si è sviluppata in tempi recenti riguarda lo studio dei sistemi planetari extrasolari.
Nuove missioni hanno permesso di individuare pianeti attorno ad altre stelle, dimostrando che tali sistemi costituiscono la norma nella nostra galassia. Ciò ha dato inizio alla ricerca di pianeti atti ad ospitare la vita.

INAF-OAC è molto attiva nello studio teorico ed osservativo della composizione chimica delle atmosfere dei pianeti extrasolari e dei processi che vi avvengono.

La Fisica che Cambia il Mondo

La Fisica della Materia studia sia tramite teoria e simulazioni al calcolatore che tramite sofisticati esperimenti, i comportamenti, le proprietà e le applicazioni della materia, formata da costituenti semi-elementari

La nostra società è entrata nell'era dell'informazione e dell'automazione. Le connessioni ottiche ad alta velocità consentono istantaneamente a tutti noi di comunicare ed avere accesso alle informazioni necessarie; l'avvento della microelettronica ha prodotto processori ed intelligenze artificiali, molti dei quali stanno nel palmo della nostra mano o nelle nostre tasche, capaci di svolgere con grande efficienza compiti complessi fino ad ora riservati alla mente umana.

Queste tecnologie sono fondate sul progresso della Fisica della Materia che studia, sia tramite teoria e simulazioni al calcolatore che tramite sofisticati esperimenti, i comportamenti, le proprietà e le applicazioni della materia, formata da costituenti semi-elementari (generalmente atomi o molecole, di cui sono ben note le proprietà individuali). Lo specifico stato di aggregazione di questi componenti origina comportamenti nuovi e inediti, che in molti casi sono ancora da esplorare e da utilizzare.
Lo spettro di problemi tipici di quest'area della Fisica va da quelli di diretto interesse applicativo ad altri di carattere assolutamente fondamentale, come dimostrano i recenti premi Nobel per la fisica (11 negli ultimi vent'anni alla fisica della materia) e la chimica (5 nello stesso periodo), assegnati sia per contributi alla ricerca di base sia per applicazioni.

Anche l'attività di ricerca del Dipartimento di Fisica in quest'ambito affronta quest'ampio spettro di problematiche, portando il suo contributo. Vediamo un pò più in dettaglio cosa succede nei laboratori del Dipartimento, cominciando dal filone sperimentale.



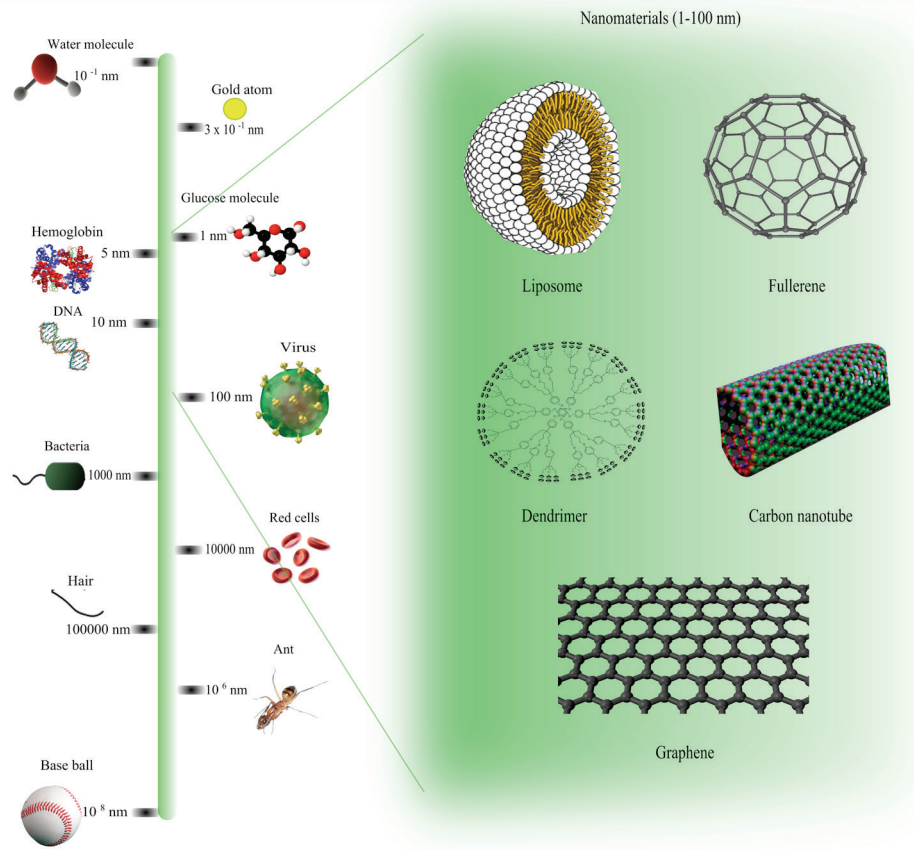
Fisica sperimentale della materia

Nanotecnologie

La miniaturizzazione dei dispositivi elettronici è il processo che ha permesso l'aumento esponenziale delle capacità dei microprocessori negli ultimi decenni, secondo la famosa legge di Moore. Grazie a sofisticatissime tecniche di litografia e camere pulite, l'attuale architettura dei processori Intel produce dispositivi con dimensioni di 14 nm, cioè 14 miliardesimi di metro.
E' chiaro quindi che la miniaturizzazione è arrivata al limite fisico per cui i dispositivi sono costituiti da pochi atomi e non da una solido cristallino.

L'idea della nanotecnologia è di trarre profitto dal fatto che i dispositivi hanno dimensioni molecolari e rovesciare il paradigma: invece che partire da un cristallo semiconduttore di dimensioni macroscopiche e 'scolpire' al suo interno i dispositivi con tecnologie sofisticate (tecnica top-down), si può assemblare atomi e molecole dal basso (bottom-up) e sintetizzare molecole o nanocristalli che assolvano alla funzione di dispositivi.

Studiamo a Cagliari le molecole organiche che funzionano come transistor e possono essere utilizzate per creare dei processori biocompatibili e a basso costo; nanocristalli che agiscono come lampadine e che possono essere inseriti individualmente nelle cellule o stampati in gran numero su fogli di plastica per realizzare schermi, pareti luminose o celle solari ultrasottili; molecole ed aggregati che consentono alle superfici di aderire tra di loro senza essere incollate; nanoparticelle magnetiche che possono essere scaldate a distanza con le microonde o trasportare medicinali nei vasi sanguigni; fogli di spessore di un singolo strato atomico, come il grafene, che conducono la corrente meglio di qualsiasi metallo; nanotubi dalla resistenza meccanica superiore a qualsiasi altro materiale.



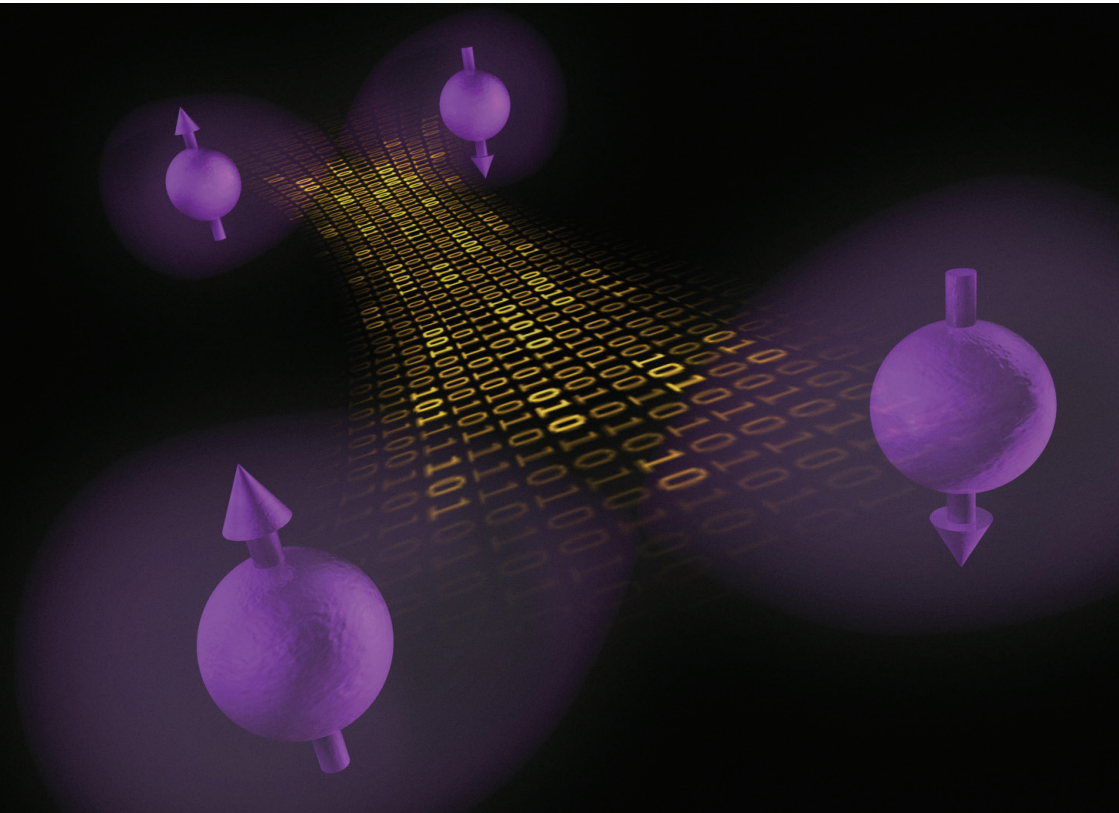
Scala delle grandezze in nanometri:
atomi e molecole hanno una dimensione lineare
un miliardo di volte più piccola rispetto ad una
palla da baseball.

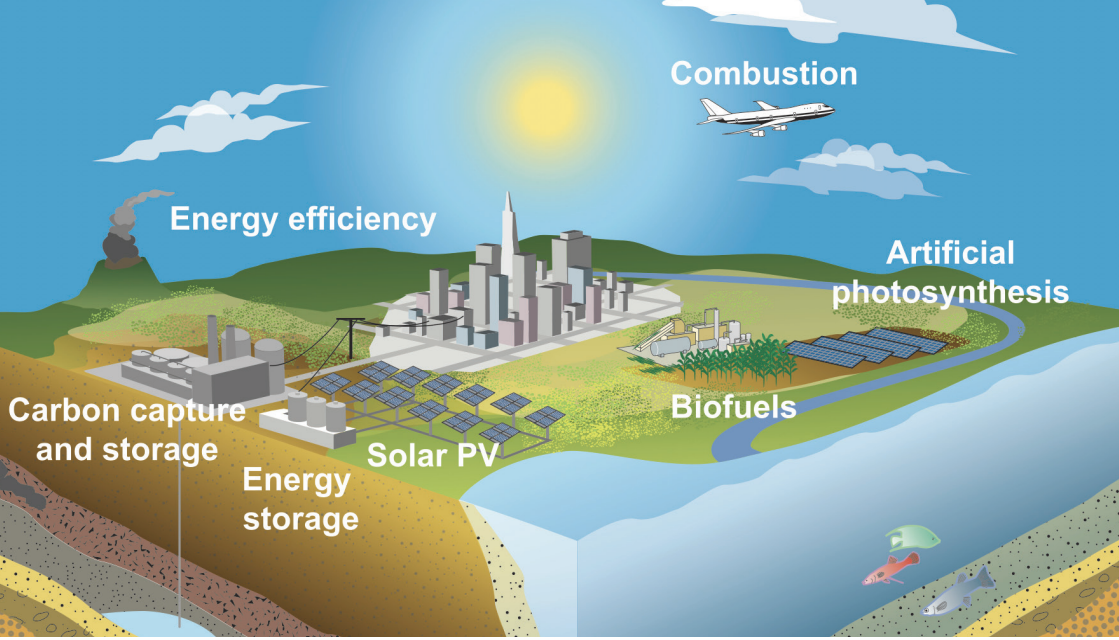
Fotonica

L'altra frontiera della tecnologia è l'utilizzo della luce, al posto della corrente elettrica, per trasmettere ed elaborare l'informazione. La sostituzione dei cavi in rame con le fibre ottiche ha moltiplicato la larghezza di banda per il trasferimento dell'informazione di quasi un milione di volte; se le prime fibre hanno connesso le più grandi città, ora una rete ottica capillare arriva fino ai singoli edifici e, con l'aumentare delle esigenze, arriverà presto ad ogni computer o anche all'interno dei computer per collegare i componenti tra loro. La fotonica studia come controllare la generazione e la propagazione della luce, fino al limite ultimo in cui ogni singolo quanto di luce, il fotone, può essere emesso, trasmesso e rivelato. Studiamo a Cagliari nanolaser, emettitori di luce ad alta efficienza e nuovi materiali per la fotonica.

La fotonica studia come controllare la generazione e la propagazione della luce, fino al limite ultimo in cui ogni sinagolo quanto di luce, il fotone, può essere emesso, trasmesso e rivelato

La fotonica utilizza la luce per mettere in comunicazione oggetti distanti tra loro.





Le nuove tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili consentono di alimentare il fabbisogno della nostra società in modo sostenibile.

Energia sostenibile

Dalla rivoluzione industriale ad oggi il progresso è stato alimentato da una disponibilità sempre crescente di energia. Una ulteriore crescita che coinvolga anche i paesi in via di sviluppo e migliori le condizioni di vita di tutti gli abitanti della terra non si può basare sui combustibili fossili, carbone, petrolio e gas naturale, usati fino ad oggi, per via dell'esaurimento delle risorse e delle gravi conseguenze ambientali e climatiche della combustione di idrocarburi su larga scala.

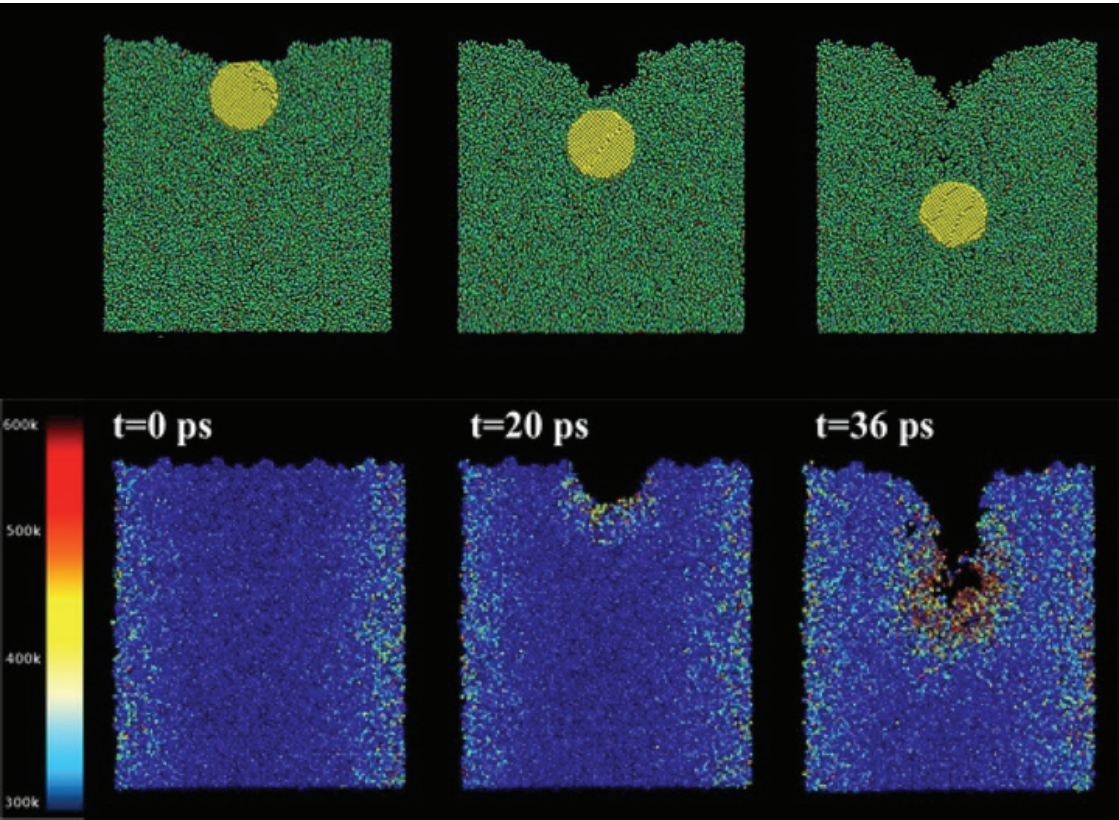
Nei laboratori a Cagliari si sperimentano le soluzioni tecnologiche ed i materiali per produrre, immagazzinare e gestire l'energia in modo sostenibile: celle solari sottili, flessibili e a basso costo per convertire l'energia del sole; batterie leggere, efficienti e durevoli per immagazzinare l'energia ed utilizzarla quando serve; celle fotoelettrochimiche per la fotosintesi artificiale che trasforma l'energia del sole in carburanti non inquinanti, come l'idrogeno, e celle a combustibile per trasformare l'idrogeno in energia elettrica; materiali termoelettrici per convertire il calore in energia elettrica.

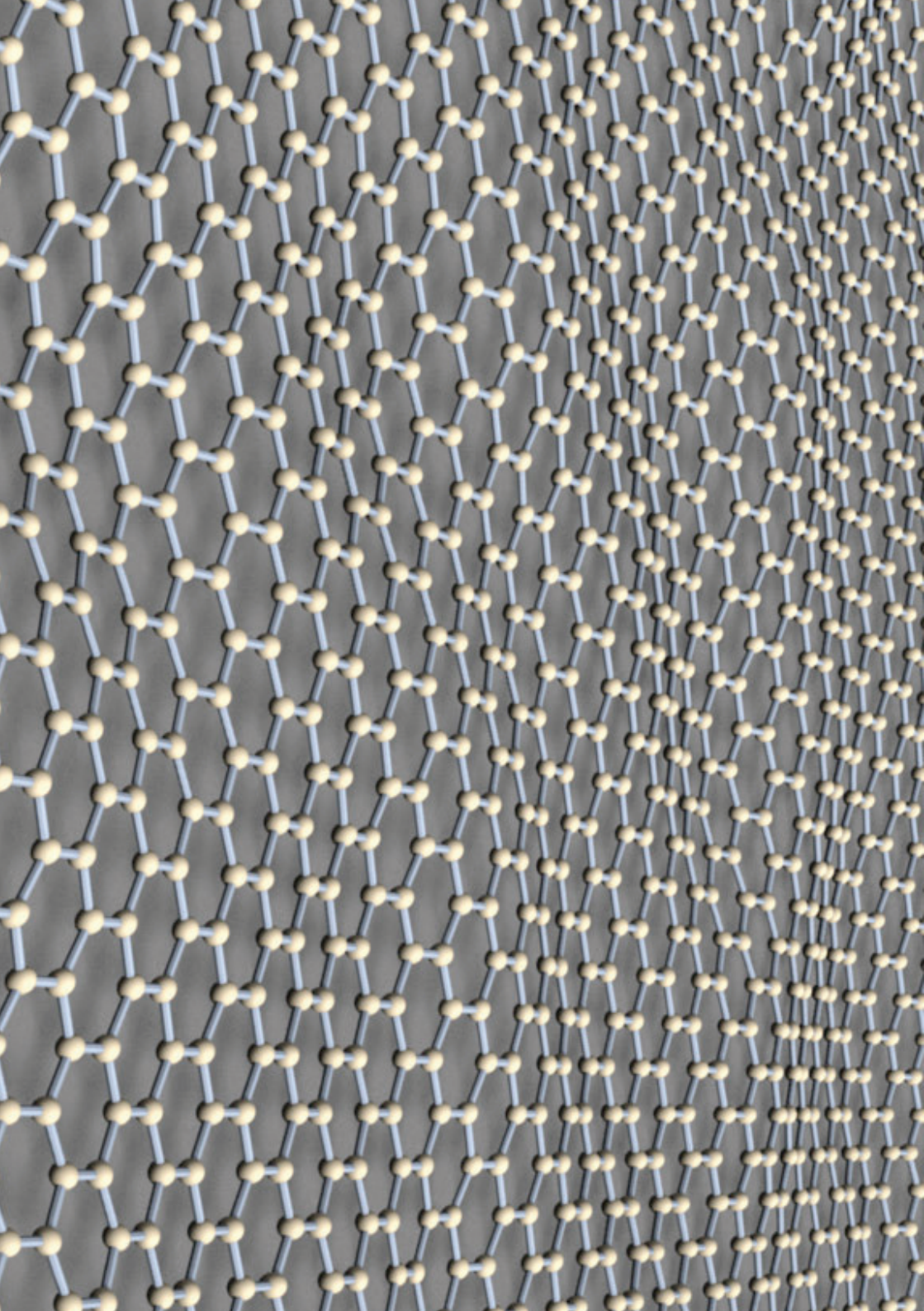
Beni culturali

I collegamenti storici tra popoli di diverse culture hanno da sempre suscitato notevole interesse nell'ambito archeologico. Le relazioni tra popoli spesso vengono ricostruite attraverso fonti storiche sicure (scritti, dipinti o manufatti) che determinano le influenze tra le culture e ne identificano quasi univocamente le interconnessioni. Laddove non esistono fonti storiche attendibili, una strada percorribile per la determinazione

di tali legami, può essere rappresentata dall'utilizzo di tecniche scientifiche sempre più all'avanguardia. Tali tecniche sono in grado di individuare i materiali caratteristici, le metodologie utilizzate e pertanto tutte le informazioni legate a questi aspetti.
Tuttavia il limite di alcune tecniche scientifiche riguarda la distruttività dei campioni da analizzare oppure la non applicabilità in situ dovuta alla grossa mole delle apparecchiature.
Lo scopo principale dell'analisi delle opere d'arte è quello di cercare di ottenere la massima quantità di informazioni su un manufatto mantenendo il rischio di danno il più basso possibile. Al Dipartimento di Fisica di Cagliari si sviluppano nuove tecniche di caratterizzazione non distruttive, con un approccio combinato costituito dall'affiancamento di tecniche fisiche, e quindi la caratterizzazione dei materiali e l'identificazione di pigmenti su dipinti, ceramiche, manoscritti, per trovare soluzioni ai problemi del restauro, la conservazione, la datazione e l'autenticazione delle opere d'arte.

La simulazione atomistica descrive (pagina di fronte) l'impianto di una nano-particella di oro in una matrice polimerica, fornendo i dettagli (sotto) di come l'energia di impatto viene dissipata durante la collisione.





Fisica teorica della materia

Per quanto riguarda l'aspetto teorico, la complessità inscritta nelle problematiche di Fisica della Materia rende di fatto impossibile sviluppare nuova conoscenza teorica mediante soli modelli sviluppati analiticamente. È necessario dunque tradurre le leggi della meccanica quantistica e statistica in forma comprensibile a un calcolatore e usare l'approccio numerico come paradigma d'indagine scientifica. Veri e propri esperimenti numerici possono così essere svolti, anche per situazioni difficilmente accessibili (se non del tutto proibite) in un laboratorio.
A Cagliari esistono due principali filoni: la fisica dei materiali e la biofisica. Da sottolineare che tutte le attività vengono svolte nell'ambito di progetti e collaborazioni nazionali e internazionali, con il frequente coinvolgimento di partner industriali.

Fisica dei materiali

Un materiale a stato solido rappresenta un affascinante universo di fenomeni fisici diversissimi (meccanici, termici, elettromagnetici, ottici) che si manifestano tramite comportamenti complessi, dispiegandosi su molteplici scale spazio-temporali: dalla nano-scala (dove domina la fisica dei costituenti elementari) alla macro-scala (quella propria dell'esperienza sensibile).
Comprendere la fisica dei materiali rappresenta una sfida tanto affascinante sotto il profilo della conoscenza fondamentale, quanto utile per sviluppare applicazioni avanzate, ad esempio, per l'ingegneria dell'informazione, dispositivi bio-medicali, produzione efficiente di energia da fonti rinnovabili.

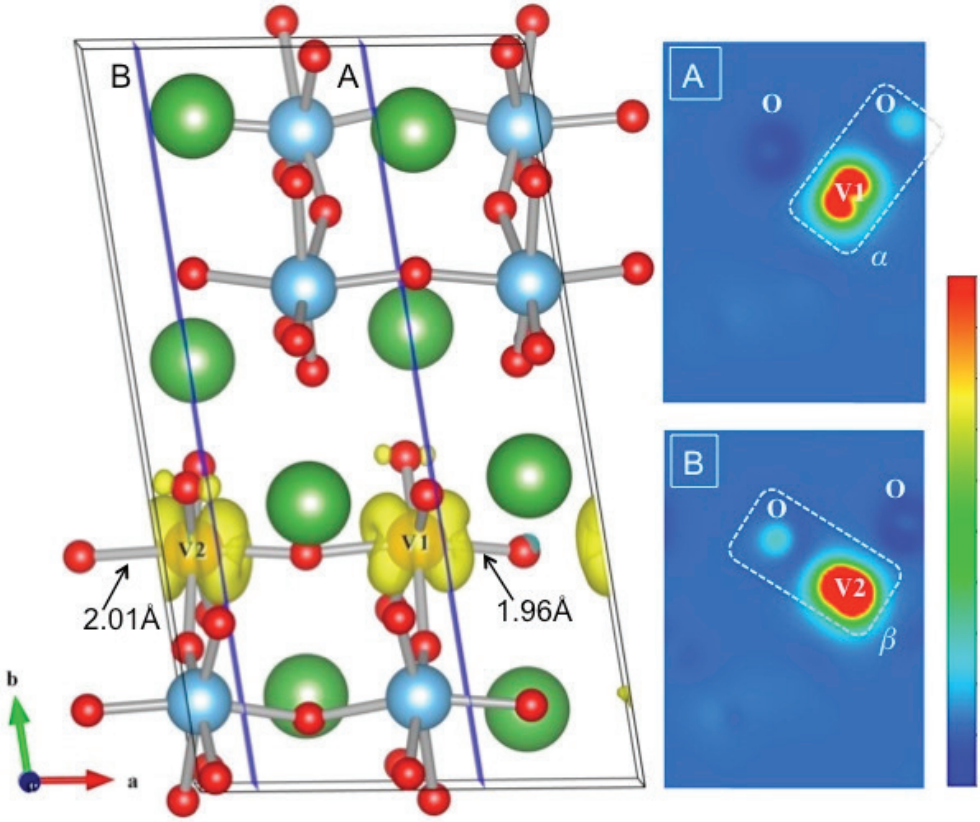
Presso il Dipartimento di Fisica ci sono essenzialmente due direzioni di ricerca complementari, ma con diversi punti di contatto. Una si occupa delle proprietà strutturali, meccaniche, di trasporto etc. di sistemi nanostrutturati sotto l'influenza di disordine strutturale e composizionale e della temperatura, oltre ad altre perturbazioni esterne. Ad esempio, si cerca di comprendere le proprietà termiche di sistemi ad alto disordine strutturale o come controllare la conversione termoelettrica in semiconduttori nano-strutturati. Un tale studio è indubbiamente una sfida per la ricerca di base, in quanto richiede lo sviluppo di metodologie e di modelli matematici sofisticati, ma può avere grandi ricadute applicative, ad esempio permettendo una riconversione più efficiente in energia elettrica del calore prodotto da altre applicazioni, calore che altrimenti andrebbe perduto.

Nell'altra linea si è concentrati sulle proprietà più strettamente quantistiche di sistemi ordinati come cristalli o supercristalli artificiali. Si studiano le proprietà di differenti stati del sistema, la loro competizione mutua, e le transizioni tra di essi.

Questa è la tipica situazione in cui possono apparire nuove proprietà collettive non direttamente inferibili a partire dalla natura dei costituenti. Esempi sono la comparsa (e, per converso, la scomparsa), di stati ordinati magnetici e dipolari (ferromagnetismo e ferroelettricità, e loro varianti) in funzione di perturbazioni esterne (temperatura, pressione, campi elettromagnetici). In quest'ambito si colloca anche la ricerca sui materiali superconduttori, in cui la corrente fluisce indefinitamente senza bisogno di un generatore di tensione quando si raggiunge una temperatura molto bassa, detta temperatura critica. A oggi, non è dato di sapere se esistano materiali che possano essere superconduttori a temperatura ambiente. Negli ultimi anni, però, sono stati scoperti nuovi materiali superconduttori con un innalzamento della temperatura critica, e l'attività di ricerca svolta a Cagliari contribuisce proprio a questo sforzo. Altro campo dove le applicazioni delle conoscenze teoriche possono portare a sviluppi applicativi forse inattesi è quello dell'interazione radiazione-materia. Capire come gli elettroni in un materiale reagiscano a una sonda elettromagnetica può portare alla scoperta di nuove funzionalità

Struttura locale e densità di carica nel multiferroico ferromagnetico $La_2Ti_2O_7$ drogato con V.

optoelettroniche, con ricadute applicative per la biologia, la medicina, e in settori di frontiera come l'astrochimica e i beni culturali. Tra le applicazioni più importanti per l'impatto tecnologico, socio-economico, ed ambientale vi sono quelle relative a sfruttamento e trasformazione di energia proveniente da fonti pulite e/o rinnovabili, come l'effetto fotovoltaico, mediante il quale la radiazione solare è convertita in energia elettrica. Affinché questo meccanismo sia efficiente, i materiali costituenti devono possedere proprietà fondamentali elettroniche e ottiche molto specifiche, e le simulazioni rappresentano un approccio importante e utile alla predizione di materiali con le migliori proprietà fotovoltaiche.



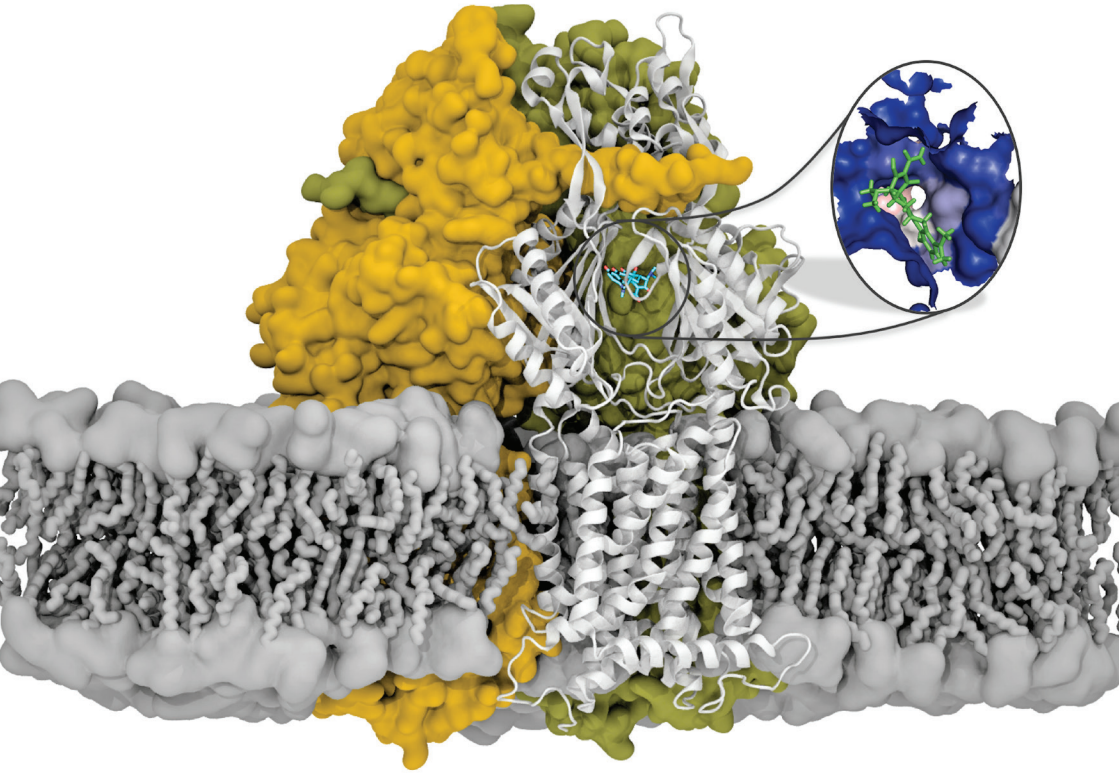
Biofisica

La biofisica si occupa di comprendere e interpretare sistemi e processi d'interesse biologico e biomedico tramite modelli derivanti generalmente dalla fisica della materia.
La principale linea di ricerca prsso il nostro Dipartimento si occupa di comprendere i meccanismi molecolari alla base della resistenza batterica agli antibiotici, un argomento sicuramente molto sentito: l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha previsto nel 2050 un numero di decessi dovuto alle infezioni batteriche superiore a quelli legati al cancro. In particolare, i cosiddetti superbatteri sembrano essere dotati di complessi meccanismi che limitano l'accumulo al loro interno di diversi, se non tutti, gli antibiotici esistenti, rendendoli dunque in grado di resistere a ogni terapia.
Il primo kit di sopravvivenza dei batteri, che permette loro di sviluppare ulteriori meccanismi di resistenza, è legato al mantenimento di una bassa concentrazione di antibiotici all'interno della cellula e questo può essere ottenuto tramite sia modifiche indotte in alcuni canali proteici (porine) che servono come porte d'ingresso per gli antibiotici, sia attivando dei cosiddetti sistemi di efflusso, veri e propri cannoni molecolari in grado di sequestrare le molecole nocive al batterio ed espellerle al di fuori di esso.

Il gruppo di biofisica computazionale di Cagliari da anni studia in maniera intensiva i possibili fattori microscopici alla base di questi due meccanismi.
Un'altra linea di ricerca importante riguarda lo studio dei meccanismi tramite i quali il virus Ebola (che nel 2015/2016 è venuto prepotentemente alla ribalta delle cronache per le epidemie in Africa) riesce a ingannare il sistema immunitario.
Gli studi molecolari descritti presuppongono la conoscenza della struttura e della dinamica di molecole, per lo più organiche, che esplicano la loro azione tramite interazione

Sistema di efflusso batterico inserito nella membrana cellulare.

diretta con le macromolecole cellulari.
Per questa ragione, dal 2015 è in rete un database di informazioni strutturali e dinamiche calcolate per vari composti.
Da allora il database viene costantemente aggiornato e rappresenta una preziosa fonte di informazioni non solo per il gruppo di Cagliari ma per la comunità scientifica operante in questo settore.
La multidisciplinarietà e l'approccio multiscala intrinseco dei problemi biologici rendono tali questioni particolarmente affascinanti e adatte all'acquisizione di competenze tecniche varie e di rilievo, spendibili anche in campo non prettamente accademico.





La Fisica a Cagliari: una lunga storia

La nascita del Gabinetto di Fisica

Mentre il corso di laurea in Fisica fu istituito a Cagliari negli anni venti del secolo scorso, un corso di Fisica Sperimentale era presente già nel curriculum della Regia Università di Cagliari inaugurata nel 1764 in seguito alla ristrutturazione e all'ampliamento operata da Carlo Emanuele III.
Inizialmente il corso compariva come materia fondamentale del Corso di Laurea in Filosofia e Arti e in quel periodo fu fondato un Gabinetto di fisica "tra gli stabilimenti scientifici in soccorso degli studi".
Il Gabinetto fu affidato al Padre Giovanni Antonio Cossu dei Servi di Maria e come dotazione iniziale ebbe otto casse di strumenti provenienti da Torino.
A livello nazionale, la Facoltà di Scienze, istituita con regio decreto nel 1860, era divisa in quattro classi: Matematica, Fisica, Chimica e Storia Naturale. Ma a Cagliari, sino all'istituzione del corso di laurea in Fisica nel 1924-25, esisteva solo un corso di Fisica Sperimentale per il primo biennio unico nella Facoltà di Scienze e un analogo corso per Medicina. Esistevano anche corsi di Fisica chimica e Mineralogia, ricoperti in maniera discontinua.

Antonio Pacinotti

Antonio Pacinotti venne nominato professore di Fisica Sperimentale e Direttore dell'associato Gabinetto di Fisica della Regia Università con decreto del 30 marzo 1873 e rimase Professore a Cagliari fino al 31 dicembre 1881. L'attività di Pacinotti a Cagliari è ampiamente documentata nei siti:
http://www.museodifisica.it
a cura del prof. Guido Pegna
http://www.percorsielettrici.it/pacinotti-a-cagliari
dove vengono presentate le ricostruzioni delle macchine di Pacinotti.
Nato a Pisa nel 1841, ammesso all'Università nel 1856, a soli 17 anni Pacinotti progettò nel 1858 una macchina magneto-elettri-

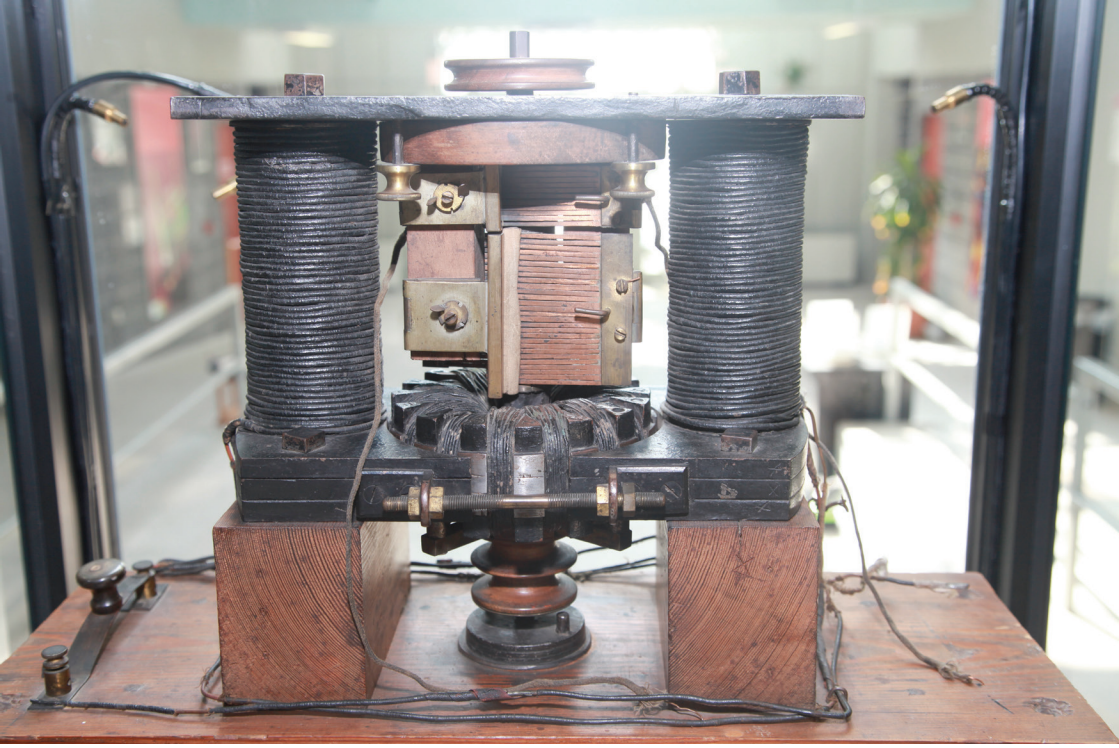
Fulmini generati dalla grande bobina di Tesla ospitata nel Museo di Fisica.

La dinamo costruita a Cagliari da Antonio Pacinotte è la macchina simbolo della seconda rivoluzione industriale

ca, cioè un dispositivo per produrre corrente elettrica, reversibile, che poteva quindi essere usato anche come motore.
Il geniale inventore trascurò tuttavia di brevettare il suo dispositivo, che fu copiato e brevettato in Francia. Motivo per cui la vita di Pacinotti trascorse tra reclami e rivendicazioni, anche se la sua priorità scientifica non fu mai messa in dubbio. Egli continuò ad occuparsi a varie riprese della sua invenzione.
Anche nel Gabinetto di Fisica di Cagliari, pur tra tante difficoltà, dovute ai mezzi limitati a sua disposizione, costruì un esemplare della sua macchinetta magneto-elettrica (attualmente esposto nel Museo di Fisica di Sardegna presso il Dipartimento di Fisica), grazie alla sua forza inventiva e all'aiuto del tecnico preparatore Giuseppe Dessì, lo stesso che affiancherà successivamente per tanti anni anche Giovanni Gugliemo, che fu direttore del Gabinetto di Fisica per 37 anni (1891-1928) sino all'arrivo di Rita Brunetti.
Il periodo cagliaritano fu inizialmente vissuto da Pacinotti come un esilio, come da lui stesso ammesso in una lettera al Rettore Patrizio Gennari ma col passare degli anni si adattò così bene che esitò a lungo quando nel 1881 gli si offerse la possibilità di rientrare a Pisa per succedere al padre come titolare della Cattedra di Fisica Tecnologica.
Nel far assumere a Pacinotti quell'atteggiamento influirono decisamente sia il fatto di poter ormai disporre a Cagliari di una officina attrezzata in maniera soddisfacente, sia l'aver conosciuto Maria Grazia Sequi-Salazar che sposò poi nel Duomo di Cagliari nel 1882.
A Cagliari realizzò anche dei progetti per la costruzione di un osservatorio meteorologico da installare sulla Torre dell'Elefante, condusse ricerche sull'elettrostatica sul fenomeno della vaporizzazione e sulla permanenza dell'acqua ed altri liquidi e costruì un fotometro di Bunsen per l'ispezione dell'intensità dei fanali della Pubblica Amministrazione.

Rita Brunetti e la nascita della Fisica Nucleare

Nel 1928 arriva a Cagliari Rita Brunetti. Figura di spicco nel panorama scientifico italiano dei primi decenni del Novecento, Rita Brunetti è stata la prima donna a ricoprire una cattedra di Fisica (a Ferrara) e a dirigere un istituto di Fisica in Italia: quello di Cagliari per l'appunto, di cui fu a capo dal 1928 al 1936.
Nativa di Milano, allieva esterna in matematica alla scuola Normale di Pisa, laureata in Fisica a Pisa nel 1913 con Occhialini, si trasferisce poi a Firenze sotto la guida di Garbasso ed entra in contatto con fisici della portata di Fermi, Carrara, Rasetti, Persico.
Dal 1926 al 1928 è professore straordinario a Ferrara, ma insegna e lavora a Bologna, dove ha come studente Bruno Rossi.
Dal 1928 al 1936 dirige l'Istituto di Fisica di Cagliari, dove tiene anche i corsi di Fisica sperimentale e Fisica superiore.
Nel 1936, portando con se la sua fedele collaboratrice Zaira Ollano e un suo brillante studente, Mario Ladu, la Brunetti partì a Pavia dove insegnò e diresse l'Istituto fino alla sua morte precoce nel 1942.
La Brunetti operò un'importante ristrutturazione dei laboratori di fisica fino a renderli idonei a ricerche nei settori allora di punta: la fisica delle radiazioni e la nascente fisica nucleare. In questo la studiosa trasformò "le modeste stanze in decorosi laboratori" idonei a "insegnamenti e ricerche in molti campi della Fisica, tra cui quello allora modernissimo della Fisica nucleare".
Nel periodo cagliaritano si occupò delle proprietà ottiche degli ioni di terre rare in soluzione (mancava ancora una classificazione spettroscopica precisa di questi elementi) e fece degli studi sul paramagnetismo degli ioni degli elementi dei gruppi di transizione della tavola periodica.
Importante per Cagliari fu il suo impatto an-



La dinamo di Pacinotti esposta nel Museo di Fisica della Sardegna presso il Dipartimento di Fisica.

che sulla didattica, che ne risultò profondamente rinnovata e aggiornata: le lezioni del corso di Fisica Superiore vennero raccolte in un libro che ebbe grande successo e diffusione: "L'atomo e le sue radiazioni" edito da Zanichelli nel 1932.

Esso è testimonianza dello sforzo didattico dell'autrice, e gli argomenti trattati nel corso coprivano lo stato di conoscenza dell'epoca per quanto riguarda la struttura dell'atomo e i processi di emissione e assorbimento che in esso hanno luogo. I principi utilizzati per l'interpretazione dei fenomeni descritti e dei dati sperimentali esposti sono propri delle modernissime fisica ondulatoria e fisica quantistica.

Grazie ai suoi insegnamenti ed agli strumenti da lei messi a disposizione (come lo spettrografo Raman e il contatore Geiger), gli studenti erano in grado di svolgere tesi di laurea su argomenti oggetto di ricerca della docente e di grande attualità.

Rita Brunetti fu la prima donna a ricoprire una cattedra di Fisica (a Ferrara) e a dirigere un istituto di Fisica in Italia: quello di Cagliari

Alcuni dei gruppi di ricerca tuttora operanti nel dipartimento di Fisica di Cagliari, come quello degli spettroscopisti sperimentali e quello di fisica nucleare, possono farsi risalire, in ultima analisi, alla scuola di Rita Brunetti.

Raffaele Raul Gatto e la Fisica Teorica

Agli fine degli anni '50 venne istituita a Cagliari una nuova Cattedra nel campo della Fisica: la Cattedra di Fisica Teorica.
Il concorso vide vincitore Raffaele Raoul Gatto (nato a Catania nel 1930) e diplomato della Scuola Normale di Pisa.
Negli anni trascorsi a Cagliari, Gatto formò un gruppo di giovani fisici teorici che lo seguirono poi a Firenze nel 1962.
Tra i suoi allievi più noti si devono ricordare Guido Altarelli e Gabriele Veneziano. Pochi anni dopo la Cattedra di Fisica Teorica venne vinta da Bernardino Bosco (proveniente dall'Università di Torino) che diede un forte impulso allo studio della Fisica Nucleare. Bosco rimase a Cagliari fino al 1970, per andare ad ricoprire quindi la cattedra di Fisica Teorica dell'Università di Firenze.
Tra i Cattedratici di Fisica Teorica degli anni successivi ricordiamo Pietro Menotti ed Enzo Marinari.

Il Museo di Fisica di Sardegna

Il Dipartimento di Fisica ospita nei grandi atrii al piano terreno un importante Museo (http://www.museodifisica.it/) che - come molti musei scientifici universitari - non è nato per essere un museo, bensí come dotazione di strumenti in uso a fini didattici e di ricerca scientifica. Col tempo poi molti di questi strumenti hanno perso la loro finalità iniziale e adesso ci testimoniano lo sviluppo delle conoscenze scientifiche nei secoli scorsi.
Ma i fenomeni fisici che questi strumenti permettono di indagare non sono anticaglie del passato, confinate nei libri di storia, ma sono proprio quei fenomeni fisici di cui è fatta la nostra vita di tutti i giorni.
Per di più spesso gli strumenti antichi permettono di comprendere meglio la natura dei fenomeni fisici e i principi del loro funzionamento di quanto non facciano sofisticati strumenti di oggi - basti pensare al confronto tra i vecchi manometri a colonnina di mercurio, contro gli attuali manometri digitali.
Molti sono gli strumenti antichi che devono essere conservati e preservati: sono ad esempio tuttora presenti alcuni strumenti inviati a Cagliari nel 1764 da Carlo Emanuele III. È presente la dinamo costruita proprio a Cagliari tra il 1873 e il 1881 da Antonio Pacinotti, che è la macchina simbolo della seconda rivoluzione industriale.
E via via ci sono strumenti che dimostrano come la ricerca anche a Cagliari si tenesse al passo coi tempi, fino ad arrivare alle valvole di potenza provenienti dalla stazione trasmittente a microonde usata da Marconi per stabilire un collegamento tra Capo Figari e Rocca di Papa, o al primo laser ad He-Ne arrivato in Dipartimento a metà degli anni 60 del secolo scorso per esperimenti di spettroscopia.
Questo patrimonio, recuperato ed in parte restaurato per opera meritoria del prof. Franco Erdas nella seconda metà del 900 e poi del prof. Guido Pegna è in fase avanzata di catalogazione (www.iccd.beniculturali.it).
Il Museo, sempre aperto e fruibile dagli studenti di Fisica che possono ritrovarvi una dimostrazione pratica delle leggi studiate nei loro corsi, organizza regolarmente visite guidate aperte alle scolaresche e anche visite fruibili al grande pubblico in eventi particolari quali la Notte Europea dei Ricercatori.

In queste visite gli studenti delle scuole, che arrivano numerosi, accompagnati dai loro docenti, e altri visitatori vengono guidati in una visita che consente di comprendere tanti fenomeni fisici, ivi compresi alcuni effetti spettacolari che consentono di vivacizzare il percorso.
Di molti strumenti sono state realizzate copie moderne, a partire da quella perfetta e quasi indistinguibile della dinamo di Pacinotti, che possono essere messe in funzione dai visitatori stessi durante le visite guidate. Insieme alle copie poi ci sono numerosi altri exhibit che consentono di osservare svariati fenomeni nei diversi campi della Fisica in modo interattivo.

Il Corso di Laurea in Fisica ha deciso di collaborare attivamente col Museo attivando uno specifico corso seminariale pe i propri studenti volto a insegnare come illustrare ai visitatori gli esperimenti dei vari exhibit.

La fontana di Erone è un dispositivo che, basato sulla compressione dell'aria e sull'incomprimibilità dell'acqua, realizza un sifone inverso (dal recipiente inferiore a quello superiore). Il suo principio di funzionamento venne applicato per prosciugare il fondo delle miniere.



I corsi di studio universitari

Laurea
3 anni

Laurea magistrale
2 anni

Dottorato di ricerca
3 anni

Scuola di specializzazione in fisica medica
3 anni

Orientamento e Informazioni

Orientamento per gli studenti delle scuole superiori e future matricole

Sono organizzate delle giornate di orientamento presso la Cittadella Universitaria di Monserrato e incontri presso le scuole stesse, nel corso del loro ultimo anno di studi superiori.

Referente di Ateneo:
Dott.ssa Stefania Danese (email: sdanese@amm.unica.it)

Piano Lauree Scientifiche:
Referente del Corso di Laurea: Prof. Carlo Maria Carbonaro

contatti e dettagli alla pagina:
http://divulgazione.dsf.unica.it/wp/pls/

Informazioni di carattere generale sui corsi di studio in fisica

http://corsi.unica.it/fisica/

Manager didattico:
Giuseppina Onnis, Presidenza di Facoltà, 3° piano Asse didattico 1, mail: gonnis@unica.it - tel. 070.675.4603

Coordinatore:
Mariano Cadoni – Dipartimento di Fisica
email: oordinatore.fisica@dsf.unica.it – tel. 070.675.4908.

Tutor d'Orientamento:
Ambra Usai, Presidenza di Facoltà, 3° piano Asse didattico 1, mail: ambra.usai@unica.it – tel. 070.675.4628

Informazioni di carattere amministrativo

Formalità di iscrizione, tasse, borse di studio

Blog della segreteria studenti
http://people.unica.it/segreteriastudentiscienzemmffnn/

Segreteria studenti Facoltà di Scienze
Cittadella Universitaria di Monserrato
email: segrstudscienzemfn@unica.it
tel. 070 6754675 - 4663 – 4664
Fax: 070 6754661

Informazioni sui servizi generali

Ristorazione e servizi a concorso (borse di studio, alloggi, corsi e progetti, ecc.)

E.R.S.U. Cagliari
http://www.ersucagliari.it/

Informazioni servizi per l'Inclusione e l'Apprendimento - Ufficio Disabilità

È un servizio di consulenza, intermediazione, integrazione per gli studenti con disabilità e D.S.A. (Disturbi Specifici di Apprendimento).

S.I.A. c/o Centro Servizi-Corte, Blocco G
Cittadella Universitaria di Monserrato S.S. 554 Bivio Sestu - 09042 Monserrato tel. 070.675.4625, email: tutor.sia@unica.it
martedì 14.30-18.00; venerdì 9.00-13.00

Sono inoltre presenti sedi decentrate nelle Facoltà dell'Ateneo Cagliaritano.

Dottorato in Fisica

http://dottorati.unica.it/fisica

Coordinatore:
Paolo Ruggerone, Dipartimento di Fisica,
tel. 070 6754922, email: dottorato.fisica@dsf.unica.it

Scuola di Specializzazione in Fisica Medica

http://people.unica.it/specializzazionefm/

Scuola di Specializzazione in Fisica Medica
https://www.unica.it/unica/it/crs_140_54.page

Coordinatore/direttore:
Bruno Golosio
Tel. 070/675-4851
email: golosio@unica.it

Coordinatore didattico:
Viviana Fanti
Tel. 070/675-4869
email: viviana.fanti@ca.infn.it

QR code corso di laurea in Fisica

QR code Progetto Lauree Scientifiche

QR code dottorato in Fisica

Organizzazione dello Studio, Consigli e Metodologie Didattiche

Sogni e passioni, per essere coltivati in modo adeguato, richiedono organizzazione.
In questa parte del libretto trovere molte informazioni utili sull'organizzazione dei nostri corsi di studi.
Tuttavia è importante sottolineare che, per quanto buona possa essere l'organizzazione di un corso di studio, per un positivo raggiungimento dell'agognata laurea resta fondamentale la motivazione, la determinazione e l'organizzazione nello studio dello studente stesso.
Esistono persone che nascono con una predisposizione naturale per una certa disciplina. Molti altri apparentemente sembra che debbano fare maggiori sforzi per raggiungere la medesima meta. Tuttavia, molti, anche fra coloro che non hanno molta fiducia nei propri mezzi, possono raggiungere questa meta: un metodo disciplinato, organizzato e applicato pedissequamente su base giornaliera è una delle chiavi del successo.

Consigli pratici

Se avete deciso di intraprendere questo percorso, seguite quindi questi consigli.

- Sebbene non ci sia un obbligo formale di frequenza delle lezioni (eccetto per le attività di laboratorio), la frequenza delle lezioni è un aspetto fondamentale. Il tasso di superamento degli esami è fortemente correlato con la frequenza regolare delle lezioni. Essere presenti "fisicamente" a lezione non è tuttavia sufficiente. Questo non è un punto di secondaria importanza: è fondamentale essere presenti "mentalmente" a lezione, in uno stato di profonda concentrazione. Non sprecate il tempo della lezione in distrazioni inutili. Pensieri ondeggianti possono aspettare il termine della lezione.

- Un altro aspetto della presenza mentale ha a che fare col cosidetto bagaglio di conoscenze "nascoste" che avete quando iniziate il corso di studi universitario. Le precendenti spesso contengono preconcetti, false nozioni che entrano in rotta di collisione con i concetti presentati a lezione, ostacolandone la corretta comprensione. Siate aperti e pronti a elaborare criticamente la vecchia e la nuova conoscenza.
- Lo studio deve essere distribuito in modo uniforme giorno per giorno, lezione per lezione. Non lasciate che si accumulino lezioni, capitoli di libro. Studiare passo passo vi permette di continuare a seguire le lezioni proficuamente con molti meno problemi. Non pensate che sia possibile studiare tutto il programma la famosa "notte prima dell'esame" per superarlo.
- Se vi iscrivete in una palestra pretendete sicuramente che l'istruttore vi segua in modo adeguato. Pretendete quindi anche dai docenti. Tuttavia, se è lecito pretendere da parte vostra, è lecito che gli insegnanti pretendano da voi partecipazione attiva e impegno. In palestra non andate da nessuna parte senza un reale impegno.
- Richiedete chiarimenti se necessario, non avendo paura di porre domande; chiedendo colloqui anche al di fuori della lezione nel caso. Il corso di studi organizza anche un sistema di docenti-tutor per discutere anche possibili problematiche riguardanti il percorso di studi.
- Non abbiate paura di confrontare le vostre idee con i vostri colleghi. Adottate uno spirito collaborativo. Abbandonate lo spirito di competizione.

Metodologie Didattiche Innovative

Il Corso di Laurea incoraggia i comportamenti illustrati sopra. Inoltre, alcuni insegnamenti, in particolare del primo anno della laurea triennale, adottano delle metodologie particolari che favoriscono ulteriormente quanto suggerito sopra.

Istruzione alla Pari (Peer Instruction)

Solo lezioni eccezionali sono in grado di tenere alta l'attenzione per tutta la durata della lezione.
Per affrontare queste problematiche sull'apprendimento, E. Mazur presso Harvard ha sviluppato un metodo (istruzione alla pari

- peer instruction) che coinvolge gli studenti nel processo di apprendimento durante la lezione facendoli concentrare sui concetti fondamentali.
Le lezioni sono intervallate con domande concettuali, dette test concettuali, concepiti permettere a nudo le difficoltà comuni nella comprensione del programma.
Questo processo forza gli studenti a riflettere sugli argomenti che vengono sviluppati e gli permette (oltre che all'istruttore) di valutare la propria comprensione dei concetti ancor prima di uscire dall'aula.
Questa strategia è stata implementata nei corsi di Fisica Generale 1 e Laboratorio di Fisica 1. Attraverso un progetto di potenziamento dei laboratori finanziato dalla Regione Sardegna è stato acquistato un sistema informatico per gestire le domande a risposta multipla con la generazione di statistiche in tempo reale.
Attualmente si stanno sperimentando altre soluzioni software che permettano di usare anche app su smartphone o tablet.

Just in Time Teaching

Just-in-time teaching è una strategia di insegnamento e apprendimento concepita per promuovere un apprendimento più attivo a lezione che è stato adottato dal corso di Laboratorio di Fisica 1. Sviluppato da G. Novak esso è basato su un feedback loop fra materiale di apprendimento su web e completamento di compiti online.
Questi compiti hanno spesso risposte complesse; il lavoro degli studenti al di fuori della classe serve come preparazione per il lavoro più complesso in classe. Le risposte degli studenti sono inviate all'istruttore fino a poche ore prima che la lezione inizi, permettendo di apportare modifiche se necessario. Cosa importante, questa strategia permette all'istruttore di creare un ambiente interattivo in classe che mette in risalto l'apprendimento attivo e il problem-solving di gruppo.

Problem Solving di Gruppo (Cooperative Problem-Solving)

Questo è un modello di insegnamento originariamente sviluppato dall'Università del Minnesota e adottato attualmente per il corso di Fisica Generale 1.
Il modello si concentra in particolare sulla struttura del tutoraggio, in cui gli studenti vengono messi al centro dell'azione. In una tipica

esercitazione gli studenti, organizzati in gruppi di 3-4, devono risolvere in modo cooperativo dei problemi proposti dall'istruttore.
All'interno del gruppo gli studenti svolgono ruoli precisi: il manager, proponente uno schema di soluzione, il critico, che deve contrastare o proporre percorsi alternativi, il segretario. I ruoli sono invertiti a ogni nuova esercitazione. Questo schema incoraggia la collaborazione (elemento fondamentale nel lavoro di un team di ricerca o nell'industria) e scoraggia la competizione.
Al contempo gli studenti, di diversi livelli, si devono confrontare l'uno con l'altro.
All'interno del programma sono presentati problemi dal "contesto ricco" che mettono a contatto gli studenti con problemi o situazioni della vita reale apprendendo procedure generali di soluzione di problemi complessi, utili in diverse situazioni, anche al di fuori dell'ambito fisico.

Corsi di studio universitari

Laurea

Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari offre un corso di laurea di durata triennale, denominato Fisica.
La laurea fornisce una preparazione di base che consente:

- il proseguimento degli studi nella Laurea Magistrale e nei master di I livello;
- l'inserimento nel mondo del lavoro (per es. nei campi riguardanti la fisica medica (radio-protezione), i beni culturali, applicazioni in campo energetico, attività industriali nel campo dell'elettronica, dell'informatica o ove siano presenti processi di misure, e la diffusione della cultura scientifica).

Laurea magistrale

Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari offre un corso di laurea magistrale di durata biennale: Fisica.
Esso consente il proseguimento degli Studi, l'accesso ai dottorati di ricerca, l'inserimento nella ricerca fondamentale o applicata, nella promozione e lo sviluppo tecnologico, nelle attività professionali e di progetto correlate alle discipline fisiche (Industria, Ambiente, Sanità, Beni culturali e Pubblica amministrazione), l'accesso ai TFA (tirocini formativi attivi per l'insegnamento nella scuola secondaria di primo e secondo grado).

Modalità didattiche

Le attività didattiche sono distribuite su base semestrale. Gli insegnamenti sono impartiti attraverso lezioni ed esercitazioni in aula o in laboratorio. L'orario delle attività è organizzato in modo da consentire allo studente un congruo tempo da dedicare allo studio personale.
La verifica dell'apprendimento si basa su prove scritte, che possono essere svolte in itinere e/o alla fine del corso, ed esami orali.

I corsi di laboratorio prevedono una parte introduttiva ex-cathedra ed una parte svolta in laboratorio dagli studenti, suddivisi in piccoli gruppi, sotto la guida dei docenti; in questi casi la verifica dell'apprendimento si basa su relazioni di laboratorio, di gruppo o individuali, ed esami orali.
La durata del corso di laurea triennale è di 6 semestri, pari a tre anni.
La durata dei corsi di laurea magistrale è di 4 semestri, pari a due anni.

Credito formativo universitario (CFU)

Il credito formativo universitario (CFU) misura la quantità di lavoro svolto da uno studente per raggiungere un obiettivo formativo.
I CFU sono acquisiti dallo studente con il superamento degli esami.
Il sistema di crediti adottato nelle università italiane ed europee fa corrispondere ad un CFU 25 ore di impegno da parte dello studente: lezioni, esercitazioni, attività di laboratorio, che corrispondono a 8 ore di lezione, oppure a 12 ore di laboratorio o esercitazione guidata; studio individuale, per la parte restante delle 25 ore.
Sul sito del Corso di Studi sono riportate per ciascun corso la ripartizione dei CFU e delle ore di insegnamento, i prerequisiti, gli obiettivi formativi ed un programma di massima.
Il carico di lavoro totale per la laurea triennale è di 180 CFU, corrispondenti a 4500 ore di impegno complessivo da parte dello studente, mentre per le lauree magistrali è di 120 CFU, pari a 3000 ore di impegno.

Percorso formativo

Il percorso formativo è l'elenco degli esami che lo studente intende sostenere (o ha già sostenuto), diviso per anni di corso e semestri.
Il Corso di Laurea Triennale è organizzato in un unico percorso formativo. Sono riservati 12 CFU per attività formative a scelta dello studente che possono essere scelti fra tutti i corsi per i quali il CCS esprime parere favorevole sulla coerenza con il percorso formativo. Sono infine riservati 4 CFU per la Prova finale.
Il Corso di Laurea Magistrale è organizzato in un unico percorso formativo molto flessibile che permette agli studenti di definire piani di studio personalizzati in grado di fornire approfondite conoscenze in settori fondamentali della fisica contemporanea. Sono riservati 12 CFU per attività formative a scelta dello studente che possono essere scelti fra tutti i corsi per i quali il CCS esprime parere favorevole sulla coerenza con il percorso formativo.
Sono infine riservati 37 CFU per la Prova finale.

La presentazione di un piano di studi deve essere effettuata all'inizio di ogni anno accademico tramite la compilazione di un modulo editabile on-line.
Gli studenti iscritti a Corsi di laurea triennale non possono sostenere esami di profitto degli insegnamenti dei corsi di Laurea Magistrale. Viceversa, gli studenti dei Corsi di Laurea Magistrale possono inserire esami dei corsi di laurea triennale nel proprio percorso formativo.

Prove di esame

La verifica delle conoscenze avviene mediante prove di esame. La maggioranza degli esami si conclude con una prova orale, alla quale si accede superando una prova scritta o una prova individuale di laboratorio, oppure sostenendo con esito positivo le prove in itinere.
La valutazione del profitto viene espressa mediante l'attribuzione di un voto in trentesimi, oppure mediante un giudizio di idoneità. In caso di voto numerico, il punteggio minimo per il superamento dell'esame è 18/30.

Frequenza, propedeuticità, passaggio ad anni sucessivi

La frequenza assidua a tutti i corsi è una condizione essenziale per una proficua fruizione della didattica ed è pertanto vivamente consigliata. Per i corsi che prevedono esercitazioni di laboratorio la frequenza è obbligatoria.
Il Corso di Laurea Triennale prevede propedeuticità per quanto concerne gli esami, così da obbligare gli studenti ad acquisire le competenze nell'ordine più razionale ed evitare la dispersione su corsi per i quali non hanno basi sufficienti.
Il Corso di Laurea Magistrale non prevede propedeuticità formali. La collocazione degli insegnamenti nel percorso formativo è però una chiara indicazione dell'ordine ottimale con il quale seguire i corsi e sostenere gli esami. Nel caso in cui lo studente non superi un esame non avrà sbarramenti amministrativi al superamento degli esami successivi; egli dovrà programmare il recupero dell'esame non superato in modo da non produrre uno sfasamento tra corsi seguiti ed esami da preparare.

Regime a tempo parziale

Le modalità per la richiesta del regime a tempo parziale sono stabilite nel Manifesto di Ateneo e sono consultabili sul sito:

www.unica.it/unica/protected/124874/0/def/ref/GNC15658/

Calendario didattico

Le date di inizio e fine delle lezioni di ciascun semestre e di inizio e fine di ciascuna sessione d'esami sono pubblicate sul sito dei Corsi di laurea. Di norma la scansione temporale dei corsi è la seguente:

primo semestre: da fine settembre fino a metà gennaio
prima sessione d'esami: da metà gennaio/febbraio
secondo semestre: da marzo a metà giugno
seconda sessione d'esami: metà giugno/luglio
terza sessione d'esami: settembre

A titolo di esempio, l'orario settimanale del primo anno della laurea triennale in Fisica prevede tipicamente:
3 o 4 ore di lezione al giorno dal lunedì al venerdì
4 ore di laboratorio a settimana

I periodi dedicati alle lezioni e agli esami non possono sovrapporsi. In deroga a tale norma, per permettere agli studenti prossimi alla laurea e a quelli fuoricorso di completare gli esami mancanti, sono previsti degli appelli straordinari a loro riservati.

Percorsi di eccellenza

Il Consiglio di Corso di Studi bandisce ogni anno un Percorso di eccellenza per ognuno dei Corsi di Laurea, con bandi reperibili sul sito del Corso di Laurea (http://corsi.unica.it/fisica/percorsi-eccellenza/). Lo scopo dei percorsi di eccellenza è valorizzare la formazione degli studenti meritevoli e interessati ad attività di approfondimento e di integrazione culturale.

Tutorato

I Corsi di Laurea provvedono a fornire agli studenti docenti di riferimento (docenti-tutor), che sono a disposizione degli studenti per informazioni e consigli.
I loro nominativi e contatti sono disponibili sul sito del Corso di Laurea (http://corsi.unica.it/fisica/docenti-tutor/).
Inoltre, gli studenti sono assistiti, oltre che dai docenti, da tutor dedicati alle esercitazioni nei corsi teorici e nei corsi di laboratorio, e da un coordinatore didattico.

Erasmus

I Corsi di Studi prevedono anche la possibilità di usufruire di borse di studio per frequentare corsi o per trascorrere un periodo di tirocinio presso Università straniere con lo scopo di armonizzare la dimensione europea della formazione universitaria anche a livello della Laurea di primo livello (http://corsi.unica.it/fisica/erasmus/).

Dottorato e scuola di specializzaione in fisica medica

Rappresenta un completamento della formazione dopo la laurea magistrale. Il dottorato costituisce il titolo indispensabile per l'accesso ai concorsi di Ricercatore nelle Università e negli Enti di Ricerca.

Corso di Laurea Triennale in Fisica

Gli obiettivi formativi specifici del corso di laurea in Fisica (classe L-30, Scienze e Tecnologie Fisiche) sono volti a fornire una preparazione di base sia per la prosecuzione degli studi (Lauree Magistrali, Dottorati di Ricerca, corsi di Master) sia per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Dettagli generali:
http://corsi.unica.it/fisica/
Dettagli dell'offerta formativa:
http://corsi.unica.it/fisica/laurea-triennale/

Sbocchi occupazionali e professionali

La formazione metodologica, lo spettro di conoscenze e la flessibilità operativa acquisiti consentono al laureato in Fisica, qualora non intenda proseguire gli studi nel secondo livello, di svolgere ruoli di natura tecnica in vari ambiti lavorativi legati all'utilizzo o sviluppo di modelli fisico-matematici, ad attività di laboratorio ed attività nel campo dell'elettronica e dell'informatica. Sono possibili sbocchi professionali in vari ambiti dell'industria, dei servizi, della pubblica amministrazione riguardanti la fisica medica (radio-protezione), i beni culturali, le applicazioni in campo energetico, le attività industriali e tecnologiche nel campo dell'elettronica, dell'informatica, i processi di misura, di controllo e di certificazione e la diffusione della cultura scientifica. La laurea prevede inoltre un percorso professionalizzante che consente l'accesso, previo superamento di un esame di stato, all'albo dei periti industriali.

Il corso di studio

Il corso fornisce:

- familiarità col metodo di indagine scientifico nello sviluppo di strategie e modelli per la risoluzione di problemi complessi;
- solide conoscenze di base della fisica classica, della fisica quantistica e della relatività speciale;
- ampio spettro di conoscenze di base della fisica nucleare, della fisica delle particelle elementari, della fisica della materia e della astrofisica;
- conoscenze di base della fisica dell'ambiente e della fisica medica;
- una solida base di conoscenze matematiche: analisi matematica, geometria e meccanica razionale sia negli aspetti concettuali sia nell'applicazione ai problemi fisici;
- concetti e principi di base della chimica generale sia negli aspetti concettuali sia come ausilio in attività di laboratorio;
- buona esperienza sull'utilizzo di moderni strumenti di laboratorio e su tecniche di acquisizione ed elaborazione di dati;
- conoscenze di base di informatica, di elettronica e di metodi numerici per il calcolo scientifico.

Durante il secondo e terzo anno sono previste attività formative a scelta dello studente che permettono allo studente di estendere le conoscenze acquisite a discipline differenti - quali, ad esempio, la biofisica, la fisica medica, la conservazione dei beni culturali, la conservazione dell'ambiente, l'elettronica.
Il corso si conclude con una prova finale.

Immatricolazione, trasferimenti, riconoscimento esami

Il regolamento didattico prevede norme dettagliate sui seguenti aspetti (http://corsi.unica.it/fisica/regolamenti/) - ulteriori indicazioni sono disponibili anche presso la Segreteria studenti:

- requisiti necessari per l'immatricolazione
- modalità di verifica delle conoscenze in ingresso, mediante un test obbligatorio ma non selettivo (http://corsi.unica.it/fisica/ammissione/)
- passaggi e trasferimenti di studenti provenienti da corsi di laurea di altre Università, o da istituti militari d'istruzione superiore

- abbreviazioni di corso per iscritti, possessori di altro titolo di laurea triennale, specialistica, magistrale di un ordinamento previgente
- riconoscimento di CFU già acquisiti per effetto di uno dei casi precedenti

Verifica delle conoscenze linguistiche

Il percorso formativo della laurea in Fisica prevede l'acquisizione di 3 CFU per la lingua inglese. Gli studenti che abbiano superato l'esame di inglese organizzato dalla Facoltà di Scienze possono acquisire direttamente tali CFU.
Info su: http://corsi.unica.it/fisica/ammissione/

Corso di Laurea Magistrale in Fisica

Gli obiettivi formativi specifici del corso di laurea in Magistrale permettono di accedere ai corsi di dottorato in fisica o in altre aree scientifico-tecnologiche o a master di secondo livello, nonché al mondo del lavoro anche in attività di gestione e controllo di settori produttivi.

Nel biennio viene rafforzata e raffinata la preparazione di base di fisica, conseguita nella laurea triennale, fornendo anche elementi di fisica di frontiera. Nel Corso di Studio, come illustrato nella prima parte di questo libretto, si riflettono inoltre le attività di ricerca svolta nell'ambito del Dipartimento di Fisica sia dai docenti universitari sia dai ricercatori delle sezioni degli Enti di Ricerca d'interesse nazionale presenti localmente (INFN, INAF, CNR).
Il corso fornisce:

- approfondite conoscenze degli argomenti fondamentali della fisica contemporanea: relatività, meccanica analitica, meccanica quantistica, meccanica statistica, fisica atomica e molecolare, fisica dello stato solido, fisica nucleare e delle particelle elementari, astrofisica e radioastronomia
- solide conoscenze dei metodi matematici per la fisica e dei metodi numerici e computazionali
- l'apprendimento delle tecniche di laboratorio più avanzate e delle tecniche informatiche di calcolo
- un approfondimento di elementi di materie correlate: matematica, chimica, biologia, scienza dei materiali, elettronica, ecc.

Il corso di laurea è strutturato in modo molto flessibile permettendo di scegliere corsi caratterizzanti ed affini in modo tale da definire percorsi specifici in diversi campi delineati sopra.
Una rilevanza particolare è attribuita alla tesi di laurea che prevede una ricerca originale nell'ambito della fisica di base o anche in ambito applicativo. Nel corso del lavoro di tesi il laureando si inserisce in un gruppo di ricerca partecipando attivamente a ricerche di punta anche in collaborazione con Enti di ricerca italiani e internazionali.

Dettagli generali:
http://corsi.unica.it/fisica/
Dettagli dell'offerta formativa:
http://corsi.unica.it/fisica/laurea-magistrale/

Requisiti di ammissione

Per l'accesso alla Laurea Magistrale in Fisica è richiesto il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio equivalente conseguito all'estero.
È richiesta una buona conoscenza della fisica classica e moderna, delle basi della chimica, dei necessari strumenti matematici e informatici. Per ciascuna di queste discipline il regolamento didattico indica il numero di CFU che devono essere stati acquisiti nella laurea triennale per poter accedere alla laurea magistrale (http://corsi.unica.it/fisica/regolamenti/).
Gli studenti che non siano in possesso di tali requisiti curriculari possono iscriversi a corsi singoli, come previsto dal Manifesto degli studi di Ateneo, e sostenere i relativi esami prima dell'iscrizione alla Laurea Magistrale.
Possono presentare domanda per l'immatricolazione al Corso di Laurea Magistrale anche gli studenti provenienti da altri Atenei che non abbiano ancora conseguito la laurea, purché la conseguano entro le date indicate nel Manifesto degli Studi.
Il possesso delle conoscenze è verificato da una commissione, che approva il curriculum degli studenti che abbiano i requisiti richiesti e sottopone gli altri studenti a colloqui di verifica.

Internazionalizzazione

Nell'ambito del movimento verso l'internazionalizzazione comune a tutto l'Ateneo, alcuni insegnamenti sono erogati in lingua inglese.

Prova finale

La prova finale consiste nella verifica della capacità del laureando

di condurre in modo autonomo, anche nell'ambito di un lavoro di gruppo, una ricerca originale, di natura sperimentale, teorica o compilativa, su un tema specifico; il laureando dovrà essere capace di esporre e discutere i risultati ottenuti con chiarezza e padronanza, di fronte ad una commissione appositamente costituita. La dissertazione potrà essere scritta in lingua italiana o inglese.
La preparazione della Tesi si svolge sotto la direzione di un relatore e si svolge nel secondo anno del corso, occupandone circa la metà (sei mesi di lavoro a tempo pieno).
La votazione finale si basa sulla valutazione del curriculum degli studi, della Tesi e della presentazione e sulla capacità di soddisfare i tempi stabiliti dal regolamento didattico. La Commissione di Laurea esprime la votazione in centodecimi. Essa può inoltre concedere al candidato il massimo dei voti con lode.

Sbocchi occupazionali e professionali

La formazione metodologica, lo spettro di conoscenze e la flessibilità operativa acquisiti consentono al laureato magistrale in Fisica di proseguire gli studi attraverso il Dottorato di Ricerca, i master di secondo livello e varie scuole di specializzazione.
È anche possibile accedere ai corsi di tirocinio o di formazione per la preparazione di insegnanti per la scuola secondaria.

Il laureato in fisica ha un curriculum che consente di svolgere molteplici funzioni:

- ricercatore
- tecnico in vari ambiti lavorativi legati all'utilizzo o sviluppo di modelli fisico-matematici, ad attività di laboratorio, attività nel campo dell'elettronica e dell'informatica
- consulente scientifico, responsabile per il trasferimento tecnologico
- progettista e sviluppatore di strumenti avanzati o di software per applicazioni scientifiche
- responsabile nel settore della formazione/informazione
- docente

I laureati della laurea magistrale in fisica hanno una preparazione concettuale e sperimentale riconosciuta e apprezzata a livello nazionale ed internazionale in molti settori delle attività produttive. A parte la preparazione specifica sulle materie fisiche, infatti, essi hanno acquisito durante il corso di studi una notevole capacità nell'

applicare le metodiche teoriche e sperimentali imparate anche in settori diversi dalla fisica.
Questo permette l'inserimento con pieno successo nei seguenti settori:

- ricerca scientifica presso università ed enti di ricerca pubblici e privati a vari livelli, dopo il completamento della necessaria formazione di tipo dottorale
- insegnamento nella scuola, una volta completato il processo di abilitazione all'insegnamento e superati i concorsi previsti dalla normativa vigente
- divulgazione della cultura scientifica con diversi aspetti, teorici, sperimentali e applicativi, dalla fisica classica alle applicazioni della fisica e tecnologia moderna
- trasferimento del know-how tecnologico sviluppato nell'ambito della ricerca di base a sistemi produttivi di diverso tipo
- applicazione dei metodi di modellistica, appresi nell'ambito degli studi, a realtà complesse diverse da quelle scientifiche (industrie con produzioni di vario genere, mercati finanziari, società di consulenze, settori dell'econophysics)
- sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica in ambiti correlati con le discipline fisiche. In particolare nei settori dell'industria elettronica, delle telecomunicazioni, dell'informatica, della biomedica, dell'ambiente, delle nano-tecnologie ICT e per la produzione energetica, della sanità, dei beni culturali.

La formazione post laurea magistrale

Dottorato di Ricerca in Fisica

Dopo il conseguimento di una laurea di secondo livello è possibile proseguire gli studi universitari per ottenere il Dottorato di ricerca. Il Dottorato di Ricerca è il titolo universitario di grado più elevato e costituisce un passo fondamentale per la formazione e l'inserimento nella ricerca.
Il titolo è indispensabile per il proseguimento della carriera di ricercatore e l'accesso ai concorsi nelle Università ed Enti di Ricerca.
Accedendo al corso di Dottorato in Fisica dell'Università di Cagliari si potrà lavorare sulle tematiche che coinvolgono i ricercatori

del dipartimento di Fisica, che comprendono la fisica nucleare e subnucleare, la fisica della materia, l'astrofisica, la fisica applicata, la biofisica.
Il Dottorato di ricerca si articola su tre anni. L'accesso avviene tramite una prova di selezione, il cui bando esce annualmente ed è consultabile sul sito web dell'Università:
http://www.unica.it/pub/3/index.jsp?is=3&iso=47
Il Dottorato comprende una parte di formazione didattica e una parte dedicata alla ricerca.
La didattica è svolta principalmente nel primo anno e conclusa entro il secondo. L'attività di ricerca si svolge durante il triennio, diventando preponderante dopo il primo anno. Il peso relativo delle attività di didattica e di ricerca è quantificabile mediante il sistema dei crediti.
I crediti associati alle attività didattiche (30/180) sono maturati mediante attività che comprendono la frequentazione di lezioni specifiche per i dottorandi, corsi della Laurea Magistrale di Fisica o altri corsi di interesse, seminari tenuti in Dipartimento, scuole nazionali e internazionali, tutoraggio. Ove richiesto, i dottorandi dovranno sostenere i relativi esami.
I crediti rimanenti (150/180) vengono maturati attraverso lo svolgimento di un'attività scientifica certificata, che comprende la pubblicazione di articoli presso riviste internazionali con peer-review, la presentazione dei propri lavori a congressi nazionali e internazionali e la pubblicazione dei relativi atti. I crediti di ricerca devono essere maturati entro il terzo anno.
I dottorandi sono inoltre tenuti a svolgere periodi di formazione presso Università e istituti di ricerca stranieri.

All'inizio del primo anno, i dottorandi sottopongono un piano di attività didattiche al Collegio dei Docenti che lo approva o ne suggerisce modifiche. Il Collegio dei Docenti attribuisce inoltre un supervisore per l'attività di ricerca di ciascun dottorando.
Al termine di ogni anno, i dottorandi svolgono un seminario davanti ad una commissione d'ascolto, in cui illustrano i progressi della loro attività di ricerca.
L'attività di ricerca viene illustrata nella tesi di dottorato, che viene terminata entro la fine del terzo anno e sottoposta al giudizio di due revisori esterni, nominati dal Collegio di Dottorato.

Al termine di ogni anno, il Collegio dei Docenti delibera sull'ammissione all'anno successivo o, al termine del terzo anno, all'esame finale. L'ammissione è decisa sulla base dello svolgimento dell'attività didattica prevista, del giudizio della

commissione d'ascolto sul seminario di fine anno, del giudizio del supervisore e, per l'ammissione all'esame finale, del giudizio dei revisori esterni.
L'esame finale si tiene alla fine del terzo anno, con commissione specifica nominata dal Rettore.

Sito web:
http://dottorati.unica.it/fisica

Scuola di Specializzazione in Fisica Medica

La Scuola di Specializzazione in Fisica Medica è attiva a Cagliari dal 2009. Si può accedere alla scuola, che ha una durata triennale, dopo aver conseguito la laurea magistrale in Fisica e aver superato il relativo concorso.
La scuola prevede corsi in cui si apprendono le nozioni relative a: strumentazione, tecniche diagnostiche , medicina nucleare, radioterapia, dosimetria, radioprotezione e le basi di anatomia, fisiologia, elettronica e informatica medica.
L'impegno maggiore è dedicato ai tirocini che si svolgono nelle strutture ospedaliere e che preparano all'esercizio della professione di Esperto in Fisica Medica.
Parte della formazione è però dedicata anche alle attività di ricerca.

Sito web:
http://people.unica.it/specializzazionefm/

Le strutture didattiche

Aule

Il Dipartimento di Fisica dispone di 6 aule didattiche per un totale di circa 300 posti a sedere, che consentono a tutti gli studenti iscritti di seguire le lezioni in modo idoneo.
Prospetto dettagliato:
http://facolta.unica.it/scienze/aule-dipartimento-di-fisica/
Le lezioni del corso di Analisi Matematica 1 e Fisica Generale 1 sono frequentate assieme agli studenti immatricolati in matematica e si svolgono in un'aula della spina didattica generale della Cittadella Universitaria a poca distanza dal Dipartimento di Fisica.

Sale Studio

Nel Dipartimento di Fisica è presente un'aula studio (aula 1C29) in grado di ospitare 24 studenti con scrivanie singole. Nella zona prossima all'ingresso del Dipartimento è presente un secondo spazio con numerose scrivanie dedicate agli studenti.
In tutti i locali del Dipartimento di Fisica è presente copertura wireless accessibile da parte degli studenti.

Laboratori

Ciascuno dei corsi di laboratorio (tre nella laurea triennale e tre nella laurea magistrale) dispone di una sala ad esso dedicato idonea per far eseguire agli studenti esercitazioni pratiche con cadenza settimanale. I laboratori della laurea magistrale si avvalgono di strumentazione e attrezzature messe a disposizione anche da specifici laboratori di ricerca presenti nel Dipartimento e della sezione INFN.

Laboratorio di Fisica di Ateneo

È un laboratorio didattico-sperimentale di fisica utilizzabile a livello di Ateneo per l'insegnamento in tutti corsi introduttivi di fisica delle lauree triennali e in corsi di laboratorio.
In particolare, attualmente è utilizzato, in affiancamento ai laboratori specifici menzionati sopra, dai 3 corsi di laboratorio della laurea triennale in fisica, un corso di laboratorio della laurea magistrale in fisica. Viene utilizzato anche da corsi di fisica di altri


AG Optical



corsi di laurea (matematica, lauree della Facoltà di Medicina e Farmacia).
È previsto l'utilizzo del laboratorio anche all'interno di specifici progetti formativi, anche con studenti e docenti delle scuole dell'obbligo (come ad esempio il progetto Lauree Scientifiche), nonchè in altri eventi di orientamento degli studenti delle scuole secondarie.
Questo laboratorio è stato attrezzato con un moderno parco strumenti - molti dei quali computer assisted - che coprono tematiche che spaziano dalla meccanica, onde, oscillazioni, termodinamica, all'elettromagnetismo e ottica, fino a diverse esperienze di meccanica quantistica.

Osservatorio astronomico

Sul tetto del Dipartimento di Fisica è installata una cupoletta astronomica che attualmente ospita il più grande telescopio ottico presente sul territorio regionale.
La strumentazione è completamente robotizzata e viene usata sia nel primo corso di laboratorio della laurea magistrale che per conferenze ed eventi rivolti al grande pubblico.
Questo ha offerto anche la possibilità di attivare collaborazioni con le scuole secondarie, quale quella attualmente in corso con un liceo tecnico-scientifico per lo sviluppo di un'interfaccia web per la gestione remota della strumentazione utilizzabile da studenti delle scuole secondarie.

Laboratorio di fisica computazionale

Questo laboratorio è utilizzato da corsi quali Fondamenti di Informatica, Fondamenti di Fisica computazionale, Tecniche di analisi dati e metodi statistici e il corso Laboratorio di fisica 2. Questo laboratorio dispone di 25 postazioni attrezzate con personal computer.

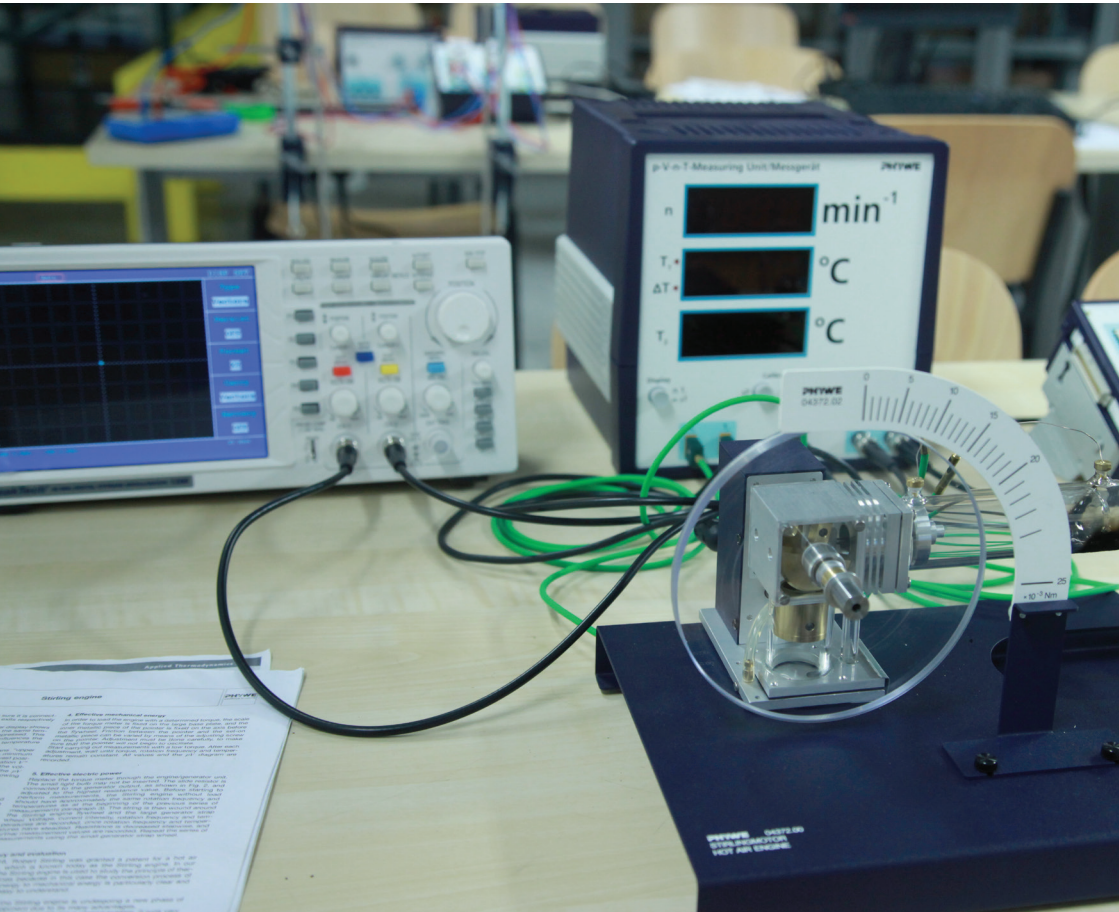
Biblioteca del Distretto Biomedico-Scientifico - Sezione Beniamino Orrù

È ospitata nell'edificio adiacente al Dipartimento di Fisica.
Essa ospita tutte le collezioni di libri e riviste facenti parte in passato della biblioteca del Dipartimento di Fisica.
Questa struttura offre i seguenti servizi:

- Orario di apertura: dal lunedì al venerdì 8.00-21.00 - sabato 8.00-18.00
- 230 postazioni nelle sale lettura

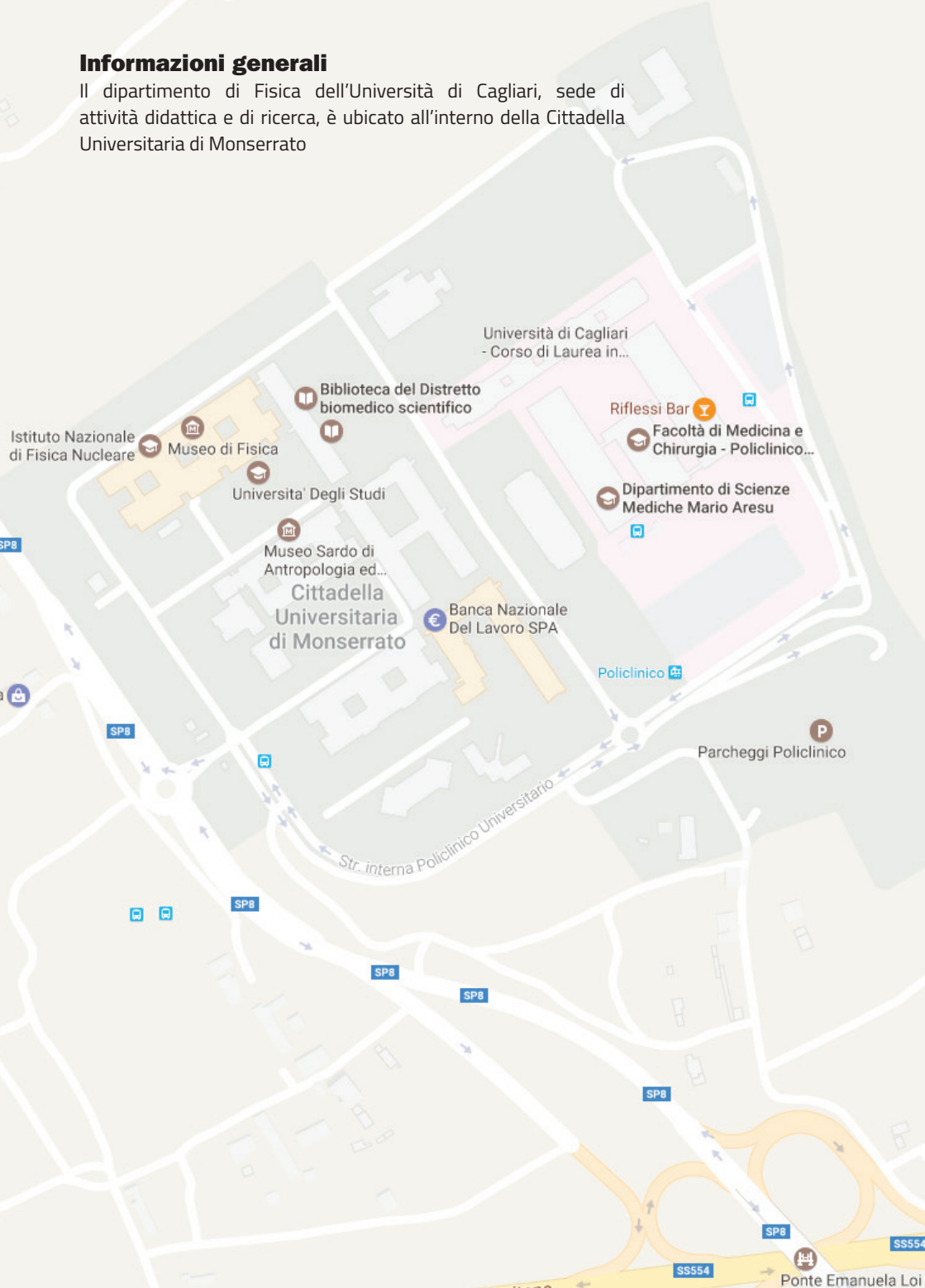
- 10 postazioni pc
- Copertura wireless della sala lettura
- Accesso ai cataloghi e alle risorse elettroniche
- Consultazione e prestito locale
- Prestito interbibliotecario e document delivery
- Servizi di orientamento agli utenti e assistenza bibliografica

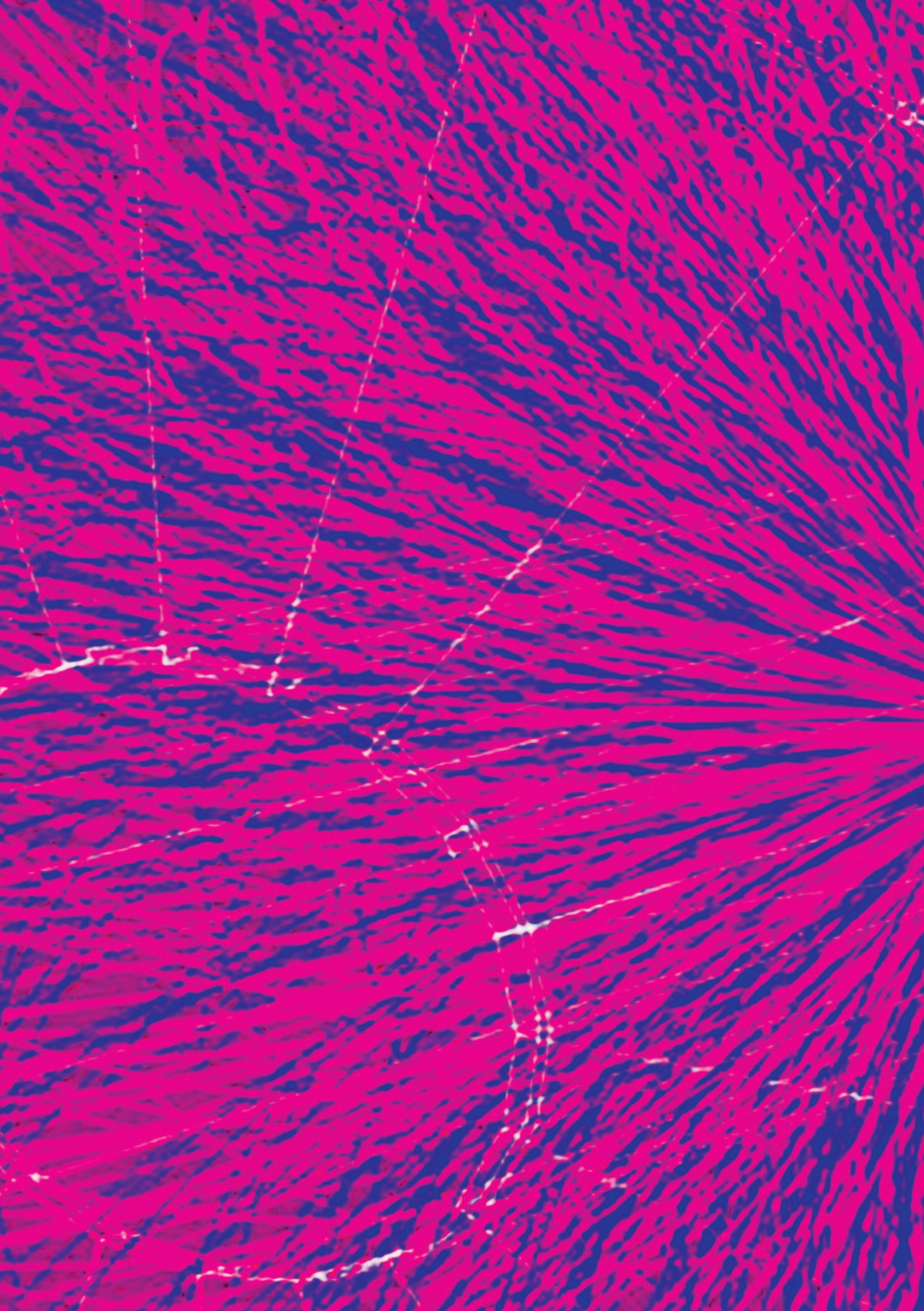
Email: biblio.bs@unica.it
Pagina:
http://sba.unica.it/biblioteche/Distretto-BS/sezioni/monserrato

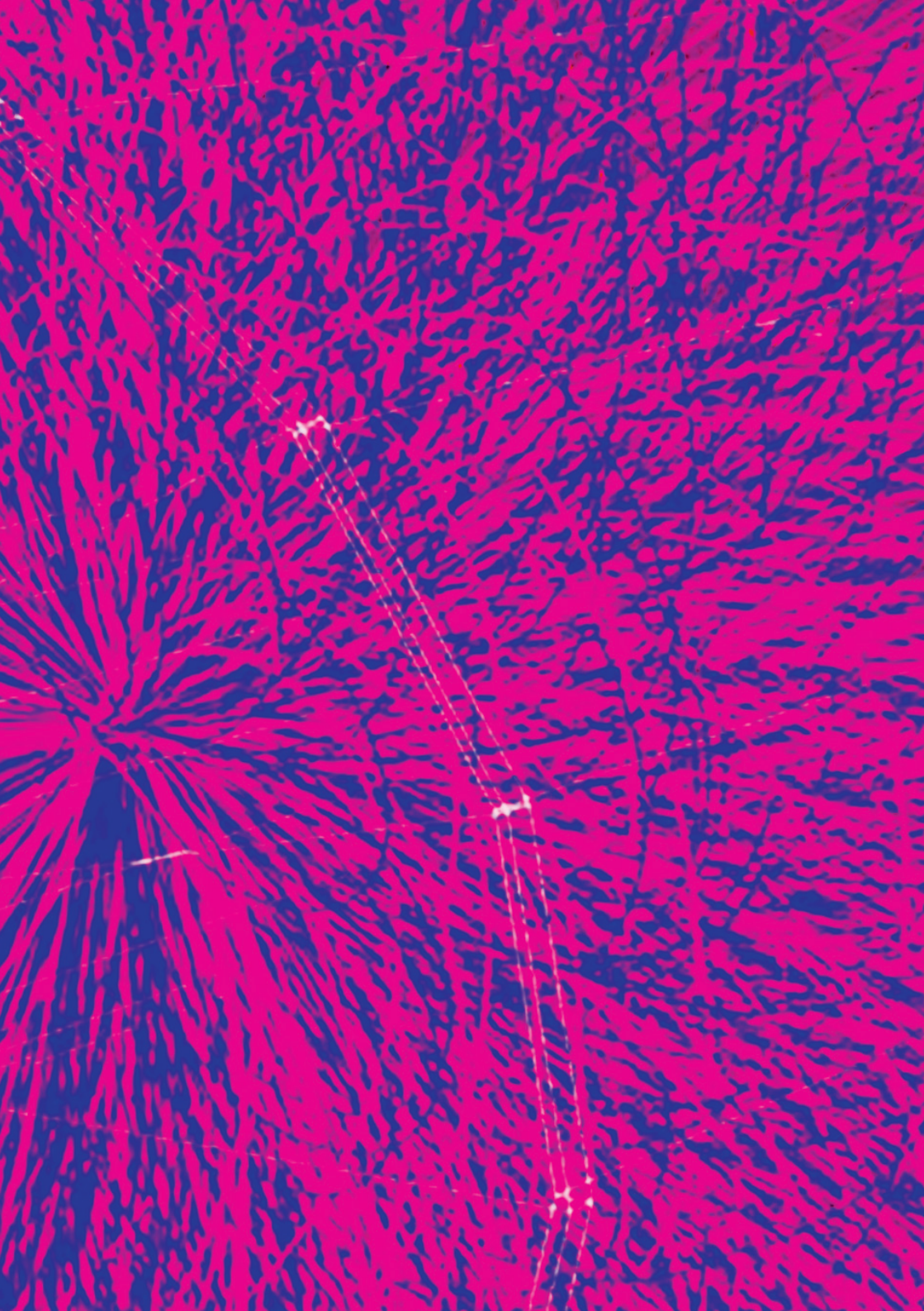


Informazioni generali

Il dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari, sede di attività didattica e di ricerca, è ubicato all'interno della Cittadella Universitaria di Monserrato







Nel romanzo Siddharta, lo scrittore Herman Hesse fa dire al protagonista: “la maggior parte degli uomini sono come una foglia secca, che si libra e si rigira nell’aria e scende ondeggiando al suolo. Ma altri, pochi, sono come stelle fisse, che vanno per un loro corso preciso, e non c’è vento che li tocchi, hanno in loro stessi la loro legge ed il loro cammino.”
Non c’è dubbio che una Missione fondamentale dell’Università dovrebbe essere proprio quella di insegnare ai giovani ad essere come “stelle fisse”, vale a dire capaci di pensare in modo indipendente e di camminare in modo retto attraverso qualunque via che intersecherà la loro vita.

La Fisica da secoli persegue l’idea di unità nella continua ricerca di leggi che permettano di spiegare fenomeni naturali apparentemente molto diversi fra loro. L’idea di unità, nelle sue multiple sfaccettature, è quindi intrinseca in questa disciplina, caratterizzandola a un livello molto profondo.