

Università degli Studi del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro
Laurea
in FISICA APPLICATA

D.M. 22/10/2004, n. 270

Regolamento didattico - anno accademico 2023/2024

ART. 1 Premessa

Denominazione del corso	FISICA APPLICATA
Denominazione del corso in inglese	APPLIED PHYSICS
Classe	L-30 Classe delle lauree in Scienze e tecnologie fisiche
Facoltà di riferimento	
Altre Facoltà	
Dipartimento di riferimento	Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica
Altri Dipartimenti	
Durata normale	3
Crediti	180
Titolo rilasciato	Laurea in FISICA APPLICATA
Titolo congiunto	No
Atenei convenzionati	
Doppio titolo	
Modalità didattica	Convenzionale
Il corso è	di nuova istituzione
Data di attivazione	
Data DM di approvazione	
Data DR di approvazione	
Data di approvazione del consiglio di facoltà	
Data di approvazione del senato accademico	14/02/2023
Data parere nucleo	
Data parere Comitato reg. Coordinamento	09/01/2023

Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	13/09/2022
Massimo numero di crediti riconoscibili	12
Corsi della medesima classe	No
Numero del gruppo di affinità	1
Sede amministrativa	VERCELLI (VC)
Sedi didattiche	VERCELLI (VC)
Indirizzo internet	
Ulteriori informazioni	

ART. 2 Il Corso di Studio in breve

Il Corso di Laurea triennale in “Fisica Applicata”, afferente alla Classe delle Lauree L-30 in Scienze e tecnologie fisiche si presenta come un percorso fortemente innovativo nel panorama italiano, offrendo una solida preparazione di base in Fisica unita ad aspetti applicativi/tecnologici declinati nei tre orientamenti seguenti (tra parentesi sono indicati i relativi temi presenti nel PNR 2021-27):

- Energia per l’Ambiente (5.5. Clima, Energia, Mobilità Sostenibile)
- Fisica della Salute (5.1.4 Tecnologie per la salute)
- Comunicazione della Fisica (2.2.3 Educazione, formazione e capitale umano e 6.2 Scienza aperta)

Il taglio del Corso è molto originale rispetto agli Atenei vicini (Nord-Ovest) e all’offerta nazionale. Le caratteristiche innovative principali del Corso di Laurea risiedono in alcuni insegnamenti particolari (1 CFU = 1 Credito Formativo Universitario):

- Fisica e matematica per il cittadino
- 6 CFU al primo anno
- Metodi e modelli matematici per le scienze applicate
- 6 CFU al secondo anno
- Temi della sostenibilità energetica
- 9 CFU al terzo anno
- Fisica dell’energia
- 6 CFU al terzo anno
- Fisica applicata all’ambiente e alla salute
- 6 CFU al terzo anno

e in altri di indirizzo (21 CFU complessivi) al terzo anno.

I laureati in Fisica Applicata potranno proseguire gli studi iscrivendosi ad un Corso di Laurea Magistrale o ad un master di I livello oppure potranno accedere direttamente al mondo del lavoro.

Obiettivo prioritario del Corso è quello di consentire l'acquisizione di specifiche conoscenze e competenze nel campo della fisica applicata, al fine di agevolare l'inserimento nel mondo del lavoro, venendo incontro sia alle esigenze del mercato sia alle inclinazioni personali di ogni laureato. In particolare, i Dottori in Fisica Applicata potranno trovare sbocchi professionali nell'ambito delle energie rinnovabili/sostenibili, della protezione dell'ambiente, delle applicazioni fisiche per la medicina di precisione, della comunicazione della fisica e della divulgazione scientifica.

ART. 3 Finalità e contenuti del Corso di Studio

1. Il presente Regolamento Didattico del Corso di Studio (Corso di Laurea) in Fisica applicata, di seguito CdS/CdL, ai sensi di quanto previsto dall'art. 12 del D.M. 270/2004, ne definisce i contenuti rispetto all'Ordinamento Didattico di riferimento e gli aspetti organizzativi di cui alla scheda SUA-CdS.
2. L'Ordinamento Didattico e l'organizzazione del Corso sono definiti nel rispetto della libertà di insegnamento e dei diritti e dei doveri dei Docenti e degli studenti.
3. Il Regolamento Didattico determina in particolare:
 - a) gli obiettivi formativi specifici, includendo un quadro delle conoscenze, delle competenze e abilità da acquisire e indicando i profili professionali di riferimento;
 - b) l'elenco degli insegnamenti con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di riferimento e l'eventuale articolazione in moduli, nonché delle altre attività formative;
 - c) i Crediti Formativi Universitari (di seguito CFU) assegnati per ogni insegnamento e le eventuali propedeuticità;
 - d) la tipologia delle forme didattiche adottate, anche a distanza e le modalità della verifica della preparazione;
 - e) le eventuali attività a scelta dello studente specificamente previste per il CdS e i relativi CFU;
 - f) le altre attività formative previste e i relativi CFU;
 - g) le modalità di verifica della conoscenza delle lingue straniere e i relativi CFU;
 - h) le modalità di verifica di altre competenze richieste e i relativi CFU;
 - i) le modalità di verifica dei risultati degli stages, dei tirocini e dei periodi di studio all'estero e i relativi CFU;
 - l) i CFU assegnati per la preparazione della prova finale, le caratteristiche della prova medesima e della relativa attività formativa personale;
 - m) gli eventuali curricula offerti agli studenti, e le regole di presentazione dei piani di studio individuali;
 - n) le altre disposizioni su eventuali obblighi degli studenti;
 - o) i requisiti per l'ammissione e le modalità di verifica;
 - p) le modalità per l'eventuale passaggio o trasferimento da altri Corsi di Studio;
 - q) i docenti del CdS, con specifica indicazione dei docenti di cui all'art. 1, comma 9, dei DD.MM. sulla determinazione delle Classi di Laurea, e dei loro requisiti specifici rispetto alle discipline insegnate;
 - r) le attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del CdS;
 - s) le forme di verifica dei crediti da acquisire e gli esami integrativi da sostenere su singoli insegnamenti qualora ne siano obsoleti i contenuti culturali e professionali.

Altre informazioni, relative ai risultati raggiunti in termini d'occupabilità, alla situazione del mercato del lavoro nel settore, al numero degli iscritti per ciascun anno e alle previsioni sull'utenza sostenibile, alle relazioni dei Nuclei di Valutazione e alle altre procedure di valutazione interna ed esterna, alle strutture e ai servizi a disposizione del Corso e degli studenti iscritti, ai supporti e servizi a disposizione degli studenti diversamente abili, all'organizzazione dell'attività didattica, ai servizi di orientamento e tutorato, ai programmi di ciascun insegnamento e agli orari delle attività, devono essere garantite agli studenti con modalità chiare e trasparenti.

4. Il Regolamento Didattico è approvato con le procedure previste dallo Statuto e dal Regolamento Didattico d'Ateneo.

ART. 4 Organizzazione del Corso di studio

Il Corso è gestito dal Consiglio del Corso di Studio (di seguito indicato CCS).

Il CCS:

- a) propone al Consiglio di Dipartimento modalità di impiego delle risorse finanziarie da destinare al Corso; b) programma l'impiego delle risorse didattiche;
- c) promuove la sperimentazione di nuove metodologie didattiche;
- d) propone al Consiglio di Dipartimento l'attribuzione di insegnamenti e di contratti di docenza;
- e) esamina, con il supporto della Commissione Didattica, e approva i piani di studio;
- f) propone al Consiglio di Dipartimento i criteri di accesso degli studenti al CdS, salvo quanto previsto dalla specifica normativa;
- g) propone al Consiglio di Dipartimento modifiche organizzative relative al Corso e modifiche del Regolamento Didattico;
- h) esercita tutte le altre attribuzioni che sono ad esso demandate dallo Statuto, dai Regolamenti di Ateneo, dalle norme di legge e dal Regolamento di Dipartimento.

Il CCS, in attuazione del principio di efficienza, per quanto concerne le attività inerenti la gestione delle carriere degli Studenti, è coadiuvato dalla Commissione Didattica alla quale è demandato il potere di esprimersi compiutamente nel merito. La Commissione Didattica è proposta dal presidente di CCS e approvata dal Consiglio, entra in carica con il Presidente e decade con la fine del suo mandato. In caso di sostituzioni, il Presidente del CCS avanza una proposta che deve essere approvata dal Consiglio.

Il CCS è composto, per ciascun anno accademico, da:

- a) tutti i docenti titolari di insegnamento attivati presso il CdS, in qualità di membri con diritto di voto;
- b) fino a tre rappresentanti degli studenti.

Il CCS è convocato dal Presidente almeno tre volte l'anno o su richiesta di almeno un quarto dei suoi membri.

Le sedute del Consiglio sono valide in presenza del numero legale, costituito dalla maggioranza assoluta degli aventi diritto di voto detratti gli assenti giustificati; il numero legale non può comunque essere inferiore ad un terzo degli aventi diritto di voto. In caso di mancanza o impedimento del Presidente il Consiglio è convocato dal membro di cui al punto a) che gode della maggiore anzianità di servizio.

Le deliberazioni sono assunte a maggioranza dei presenti. In caso di parità prevale il voto del Presidente. Il funzionamento del CCS è regolamentato, per quanto non espressamente previsto, dalle disposizioni del Regolamento di Dipartimento.

ART. 5 Obiettivi formativi specifici del Corso

Obiettivo prioritario del Corso è quello di consentire l'acquisizione di specifiche conoscenze e competenze nel campo della fisica con particolare attenzione alle applicazioni in campo energetico, sanitario e della comunicazione, al fine di: i) agevolare l'inserimento nel mondo del lavoro, venendo incontro sia alle esigenze del mercato del lavoro che alle inclinazioni personali di ogni studente; ii) consentire allo studente di accedere, con una preparazione completa, a corsi di studio magistrali nell'ambito della fisica e delle tecnologie fisiche.

Per realizzare al meglio questo percorso gli studenti saranno accompagnati attraverso lo studio delle diverse discipline e ambiti culturali. Nella costruzione del progetto formativo si è infatti prestata particolare attenzione a far sì che lo studente incontri, durante il corso di studi, le discipline, matematiche, fisiche, informatiche e chimiche. Ciò permetterà la formazione di una attitudine all'approccio transdisciplinare e al problem solving.

Questa laurea consente di preparare gli studenti ad operare in settori emergenti della fisica applicata in rapida evoluzione, di combinare la fisica, la matematica, l'informatica con lezioni volte a sviluppare competenze pratiche nel lavoro di squadra. L'approccio didattico del CdS si distingue per le seguenti caratteristiche:

Applicazioni. Oltre agli insegnamenti di base, sono previsti corsi con uno spiccato taglio applicativo e tecnologico. L'approccio sperimentale è rafforzato grazie alle attività nei laboratori e alle molte esercitazioni pratiche. Saranno effettuate visite guidate da docenti presso enti di ricerca, aziende e realtà del mondo produttivo, permettendo così di accrescere le soft skills.

Multi/transdisciplinarietà. Particolare attenzione è rivolta all'analisi di sistemi e processi complessi caratterizzati da interdipendenza tra fattori di varia natura, multidisciplinari, con un approccio diretto alla soluzione dei problemi, sfruttando in maniera integrata le competenze acquisite durante il percorso formativo. Questa metodologia consente di accrescere le capacità di affrontare le problematiche con una visione integrata.

Cittadinanza scientifica. I temi applicativi studiati nel CdS (energia, salute, comunicazione e divulgazione della fisica) sono caratterizzati da un forte impatto sulla società e da una notevole presenza nel dibattito pubblico. Le questioni inerenti il rapporto scienza-società e la comunicazione dei metodi e dei risultati della ricerca sono affrontate nei vari corsi, in relazione agli argomenti trattati. È previsto inoltre un insegnamento specifico dedicato ai temi della cittadinanza scientifica.

A tal fine si adotteranno forme di didattica sia tradizionale sia con l'uso di strumenti innovativi:

1. lezioni frontali in aula, con l'uso di strumenti audiovisivi multimediali e flipped classroom;
2. esercitazioni numeriche con software applicativo, in aula o in aula informatica;
3. sperimentazioni in laboratorio, singolarmente o in piccoli gruppi di studenti per aumentare la capacità di collaborazione;
4. corsi seminariali tenuti da esperti esterni e visite presso enti di ricerca e laboratori industriali.
5. tirocinio/stage presso strutture interne o esterne all'Università, o anche laboratori propedeutici alla prova finale, che forniscano competenze utili e spendibili nel mondo del lavoro; i crediti dedicati al tirocinio/stage (intervallo 5-9, valore centrale 7) concorrono significativamente a raggiungere gli obiettivi formativi indicati.

L'attività didattica di ciascun anno è ripartita in due periodi didattici in modo tale da distribuire nel modo più uniforme possibile i carichi di studio, rispettare le propedeuticità, qualora indicate nel regolamento didattico del Corso, e consentire l'inserimento di sessioni di

verifica intermedia e/o di esame. Alcuni insegnamenti innovativi permettono di introdurre elementi di transdisciplinarietà vedendo la partecipazione e, laddove possibile, la compresenza di docenti di varie discipline che insieme programmano e realizzano una didattica integrata sulle tematiche della fisica applicata affrontate nel CdS.

Ambiti formativi del CdS

Ambito Matematico, Informatico, Chimico, Fisico di base: gli argomenti includono i fondamenti della fisica classica (meccanica, termodinamica, elettromagnetismo), della chimica e della programmazione, l'analisi matematica, l'algebra lineare e la geometria, la statistica, la modellistica dei processi fisici, la struttura della materia e la meccanica quantistica; questo ambito raccoglie insegnamenti comuni a tutti gli orientamenti.

Ambito Energia per l'Ambiente: gli argomenti includono aspetti di matematica e fisica legati al tema dell'energia (produzione, trasformazione e trasporto) e dell'impatto sull'ambiente. Includono il tema della transizione energetica dall'utilizzo di fonti non rinnovabili a fonti rinnovabili; il tema dell'inquinamento ambientale e dell'interazione dell'ambiente con la salute. Questo ambito sarà sviluppato sia nella parte comune sia in un orientamento dedicato mediante attività affini e integrative.

Ambito Fisica della Salute: gli argomenti includono i principali metodi e la strumentazione fisica per la diagnostica e la terapia in ambito medico, lo studio della radioattività ambientale e i principi della radioprotezione. Questo ambito sarà sviluppato sia nella parte comune sia in un orientamento dedicato mediante attività affini e integrative.

Ambito Comunicazione della Fisica: gli argomenti includono la comunicazione della fisica nelle sue varie forme: dall'informazione alla divulgazione, dalla comunicazione istituzionale alla diffusione della cultura fisica; la storia della fisica, inclusi i recenti progressi nei vari campi come ad esempio la fisica delle particelle, la fisica della materia e l'astrofisica. Questo ambito sarà sviluppato sia nella parte comune sia in un orientamento dedicato mediante attività affini e integrative.

ART. 6 Sbocchi Professionali

Tecnico fisico esperto di Energia per l'Ambiente

6.1 Funzioni

- progettazione e sviluppo di sistemi di produzione e distribuzione di energie rinnovabili/sostenibili;
- controllo dell'ambiente e del territorio rispetto agli agenti fisici come le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti (radioattività naturale e di origine antropica, campi elettromagnetici);
- analisi e monitoraggio di sistemi e processi ambientali gestiti dagli esseri umani;
- gestione degli effetti dei cambiamenti climatici sull'ambiente;
- partecipazione alle attività di enti di ricerca pubblici e privati, in cui siano richieste capacità di analizzare e modellizzare fenomeni anche complessi con metodologia scientifica;
- sviluppo e gestione di applicazioni tecnologiche della fisica a livello industriale (per es. elettronica, ottica, meccanica, acustica);
- trasferimento delle conoscenze per le tecnologie innovative e trasferimento tecnologico.

ART. 6 Sbocchi Professionali**6.2 Competenze**

- mettere al servizio della comunità le competenze sull'interazione tra clima, ambiente e produzione/consumo di energia (acquisite mediante specifici corsi di indirizzo);
- utilizzare le competenze su controllo e gestione di apparecchiature tecnologicamente avanzate (acquisite mediante tutti i corsi di laboratorio);
- saper utilizzare applicazioni tecnologiche a livello industriale;
- saper partecipare ad attività di ricerca sperimentale di fisica applicata in centri pubblici o privati, a seguito dell'esperienza fatta durante il tirocinio;
- saper applicare le conoscenze e le competenze matematiche-informatiche all'analisi dei dati e alla modellizzazione dei fenomeni complessi;
- capacità di problem solving.

6.3 Sbocco

Strutture pubbliche e private preposte allo sviluppo di progetti per il risparmio energetico e l'uso di energie rinnovabili nonché al controllo ambientale nell'ambito della produzione di energia termica ed elettrica.

Enti di ricerca applicata ai problemi della produzione e distribuzione di energia e delle conseguenze sui cambiamenti climatici.

Attività di consulenza in ambito energetico con analisi delle conseguenze ambientali e sul clima.

Tecnico fisico esperto di Fisica della Salute**6.4 Funzioni**

- controllo dell'ambiente e del territorio rispetto agli agenti fisici come le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti (radioattività naturale e di origine antropica, campi elettromagnetici);
- gestione di radioterapia, diagnostica per immagini, radioprotezione dei pazienti e degli operatori sanitari;
- partecipazione alle attività di enti di ricerca pubblici e privati, in cui siano richieste capacità di analizzare e modellizzare fenomeni anche complessi con metodologia scientifica;
- sviluppo e gestione di applicazioni tecnologiche della fisica a livello industriale (per es. elettronica, ottica, meccanica, acustica);
- trasferimento delle conoscenze per le tecnologie innovative e trasferimento tecnologico.

6.5 Competenze

- saper applicare le tecnologie fisiche per la salute (diagnostica, terapia) nell'ambito della medicina di precisione (competenze acquisite mediante specifici corsi di indirizzo);
- conoscere e saper applicare i principi di radioprotezione umana e ambientale (acquisiti mediante specifici corsi di indirizzo);
- abilità di controllo e gestione di apparecchiature tecnologicamente avanzate (acquisite mediante tutti i corsi di laboratorio);
- saper utilizzare applicazioni tecnologiche della fisica a livello industriale;
- saper partecipare ad attività di ricerca sperimentale di fisica applicata in centri pubblici o privati a seguito dell'esperienza fatta durante il tirocinio;
- saper applicare le conoscenze e le competenze matematiche-informatiche all'analisi dei dati e alla modellizzazione dei fenomeni complessi;
- capacità di problem solving;

ART. 6 Sbocchi Professionali**6.6 Sbocco**

Strutture pubbliche e private che utilizzano apparati medicali per la terapia e la diagnostica, per esempio aziende ospedaliere.

Enti di ricerca preposti a sviluppare nuove tecniche diagnostiche e terapeutiche basate sulle radiazioni ionizzanti nell'ambito della medicina di precisione.

Attività di consulenza in ambito di protezione dagli agenti fisici (radiazioni ionizzanti, campi elettromagnetici, rumore, radiazione solare).

Inoltre, l'indirizzo Fisica della salute può essere il primo passo del percorso di studi verso la professione regolamentata di Fisico Sanitario

Esperto di Comunicazione della Fisica**6.7 Funzioni**

- consulente di fisica presso case editrici;
- comunicazione della fisica nell'ambito di testate giornalistiche, case editrici, musei, istituzioni, enti di ricerca, festival della scienza e manifestazioni pubbliche;
- attività di divulgazione per l'università ed enti di ricerca pubblici e privati;
- trasferimento delle conoscenze per le tecnologie innovative e trasferimento tecnologico.

6.8 Competenze

- abilità nell'uso delle tecniche di comunicazione della fisica;
- competenze specifiche per attività di diffusione della cultura scientifica;
- abilità di controllo e gestione di apparecchiature tecnologicamente avanzate (acquisite mediante tutti i corsi di laboratorio);
- saper applicare conoscenze matematiche-informatiche all'analisi dei dati e alla modellizzazione dei fenomeni complessi;
- capacità di problem solving.

6.9 Sbocco

Progettazione e collaborazione alla redazione di testi della fisica presso case editrici

Attività di comunicazione della fisica in ambito giornalistico ed editoriale

Attività di comunicazione della fisica in ambito industriale e produttivo.

Il corso prepara alle professioni

Classe		Categoria		Unità Professionale	
3.1.1	Tecnici delle scienze quantitative, fisiche e chimiche	3.1.1.1	Tecnici fisici e geologici	3.1.1.1.2	Tecnici fisici e nucleari
3.1.2	Tecnici informatici, telematici e delle telecomunicazioni	3.1.2.1	Tecnici programmatori	3.1.2.1.0	Tecnici programmatori
3.1.3	Tecnici in campo ingegneristico	3.1.3.6	Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili	3.1.3.6.0	Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili

ART. 6 Sbocchi Professionali

Classe		Categoria		Unità Professionale	
3.1.4	Tecnici della conduzione di impianti produttivi in continuo e dell'esercizio di reti idriche ed energetiche	3.1.4.2	Tecnici dell'esercizio di reti idriche ed energetiche	3.1.4.2.1	Tecnici della produzione di energia termica ed elettrica
3.1.5	Tecnici della gestione dei processi produttivi di beni e servizi	3.1.5.5	Tecnici della produzione di servizi	3.1.5.5.0	Tecnici della produzione di servizi
3.1.7	Tecnici di apparecchiature ottiche e audio-video	3.1.7.3	Tecnici di apparati medicali e per la diagnostica medica	3.1.7.3.0	Tecnici di apparati medicali e per la diagnostica medica
3.1.8	Tecnici della sicurezza e della protezione ambientale	3.1.8.3	Tecnici del controllo e della bonifica ambientale	3.1.8.3.1	Tecnici del controllo ambientale

ART. 7 Ambito occupazionale

A completamento di quanto indicato all'articolo relativo agli sbocchi professionali, i Laureati potranno inoltre proseguire la loro formazione nel settore della Fisica e delle sue applicazioni, mediante:

- perfezionamento presso Laboratori e Università di altri Paesi anche nell'ambito di progetti e accordi internazionali;
- accesso a corsi di Master e a Corsi di Studio Magistrali per Classi delle Lauree Magistrali in Fisica o affini.

ART. 8 Conoscenze richieste per l'accesso

Il CdS è una Laurea Triennale ad accesso libero. Per essere ammessi al corso è necessario essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo. L'accesso al CdS richiede competenze di base relative alla comprensione e all'uso del linguaggio scientifico, incluse le rappresentazioni e le notazioni della matematica, tenuto conto delle Indicazioni Nazionali per la scuola secondaria di secondo grado. È previsto un test di verifica delle competenze iniziali che non preclude l'iscrizione.

Il possesso dei requisiti di base per intraprendere il Corso di Laurea è valutato mediante una prova di valutazione delle conoscenze alla quale devono partecipare tutti gli studenti che si iscrivono al Corso di Laurea. Il superamento della prova non dà diritto a crediti formativi. L'esito negativo della stessa non preclude la possibilità di immatricolarsi: a tali studenti verranno attribuiti obblighi formativi aggiuntivi da assolvere entro il primo anno di corso.

Le modalità di verifica, i dettagli riguardanti il test di valutazione e la gestione dei relativi esiti verranno riportati nel Regolamento Didattico del corso di studio.

ART. 9 Programmazione degli accessi

Il Corso è ad accesso libero, cioè non prevede limitazioni al numero di immatricolati.

ART. 10 Modalità di ammissione

L'accesso al CdS richiede competenze di base relative alla comprensione e all'uso del linguaggio scientifico, incluse le rappresentazioni e le notazioni della matematica, tenuto conto delle Indicazioni Nazionali per la scuola secondaria di secondo grado.

La prova di verifica delle conoscenze iniziali si svolge presso il Dipartimento di riferimento (Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica, DiSIT) attraverso un test online previa verifica dell'identità del partecipante, sulla base di un calendario comunicato tempestivamente. È possibile svolgere la prova nel corso dell'ultimo anno della scuola secondaria di secondo grado, sotto il controllo del DiSIT e in accordo con le scuole. Il testo di tutte le edizioni della prova sarà preparato a cura del DiSIT. Il materiale per preparare gli studenti al test di verifica delle competenze iniziali è fruibile on-line tramite piattaforma DIR. Sono inoltre attivati corsi di recupero delle competenze di cui sopra che comprendono sia attività in presenza sia materiale e assistenza on-line.

Date e modalità di svolgimento della prova verranno pubblicate con apposito documento sul sito web del Dipartimento o comunicato tramite strumenti telematici. La prova consiste in 20 domande di comprensione e uso del linguaggio scientifico, incluse le rappresentazioni e le notazioni della matematica. Ad ogni risposta viene attribuito un punteggio da 0 a 0,50; per superare la prova è necessario ottenere almeno 5,01 punti su 10. L'esito della prova è conosciuto dallo studente immediatamente al termine della prova stessa.

La presentazione di un'autocertificazione o di una certificazione che attesti il superamento di una analoga prova di ammissione in altro Ateneo potrà essere valutata ai fini del superamento della prova stessa in loco.

L'accoglimento delle domande di ammissione potrà eventualmente subire limitazioni per motivi derivanti da aspetti organizzativi al fine di garantire un adeguato livello di qualità dei servizi erogati. Gli obblighi formativi sono eventualmente assegnati anche a coloro che, in possesso di un diploma di scuola superiore di durata quadriennale, a seguito di un colloquio per la verifica dell'adeguatezza della personale preparazione dinanzi alla Commissione Didattica del Corso, evidenzino minori conoscenze rispetto a quelle richieste, da assolvere entro il primo anno del Corso di Studio.

Inoltre, qualora sia prevista la verifica delle conoscenze iniziali nell'ambito della lingua inglese mediante una prova o un test, il mancato sostenimento degli stessi origina un obbligo formativo aggiuntivo che dev'essere colmato prima del sostenimento dell'esame di lingua inglese.

E' consentita la contemporanea iscrizione delle studentesse e degli studenti a due corsi di studio. Le studentesse e gli studenti che desiderino avvalersi di questa possibilità possono rivolgersi alla Segreteria Studenti di competenza per maggiori indicazioni in merito.

ART. 11 Crediti formativi

L'unità di misura dell'impegno per lo studente è il Credito Formativo Universitario (CFU). Di norma a ogni CFU corrispondono 25 ore di impegno complessivo.

Per i CFU corrispondenti a ciascun insegnamento le 25 ore d'impegno sono così divise: a) 8 ore di lezione o di laboratorio/esercitazioni;
b) 17 ore di studio autonomo.

I CFU corrispondenti a ciascun insegnamento sono acquisiti dallo studente con il superamento del relativo esame e/o giudizio di idoneità.

ART. 12 Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti tramite altre attività formative: in altri Corsi di Studio dell'Ateneo, in altri Atenei, italiani o stranieri, crediti derivanti da periodi di studio effettuati all'estero, conoscenze e abilità professionali.

Il numero massimo di CFU riconosciuti per attività professionale o extra universitaria eventualmente su convenzione è di 12, riconosciute nell'ambito delle ulteriori attività formative oppure delle attività formative a scelta dello studente.

ART. 13 Criteri per il recupero di eventuali obblighi formativi aggiuntivi (debiti formativi)

Qualora lo Studente debba assolvere agli obblighi formativi aggiuntivi derivanti a seguito delle verifiche meglio esplicitate all'articolo "Modalità di ammissione", il Dipartimento renderà disponibili percorsi di recupero. Le prove di verifica successive al corso di recupero si terranno secondo le stesse modalità delle prove di verifica iniziale di cui all'articolo sopra menzionato.

ART. 14 Piano degli studi

PERCORSO 000 - 000-GENERICO

1° Anno (61)

Attività Formativa	CFU	Settore	TAF/Ambito	TAF/Ambito Interclasse	Ore Att. Front.	Periodo	Tipo insegnamento	Tipo esame
MF0705 - CHIMICA	6	CHIM/03	Base / Discipline chimiche		LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0706 - FISICA GENERALE I	12	FIS/01	Base / Discipline fisiche		LEZ:96	Annuale	Obbligatoria	Orale
MF0710 - LABORATORIO DI FISICA I	12	FIS/01	Base / Discipline fisiche		LEZ:96	Annuale	Obbligatoria	Orale
MF0711 - LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE E ANALISI DATI	6	INF/01	Base / Discipline matematiche e informatiche		LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0712 - MATEMATICA I	9	MAT/05	Base / Discipline matematiche e informatiche		LEZ:72	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0713 - MATEMATICA II	10				LEZ:80	Secondo Semestre	Obbligatoria	Orale

FISICA APPLICATA

Attività Formativa	CFU	Settore	TAF/Ambito	TAF/Ambito Interclasse	Ore Att. Front.	Periodo	Tipo insegnamento	Tipo esame
Unità Didattiche								
MF0714 - MATEMATICA II: GEOMETRIA	5	MAT/03	Base / Discipline matematiche e informatiche		LEZ:40	Secondo Semestre	Obbligatoria	
MF0715 - MATEMATICA II: ANALISI II	5	MAT/05	Base / Discipline matematiche e informatiche		LEZ:40	Secondo Semestre	Obbligatoria	
MF0707 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO	6				LEZ:48	Secondo Semestre	Obbligatoria	Orale
Unità Didattiche								
MF0708 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO: FISICA PER IL CITTADINO	3	FIS/02	Affine/Integrati va / Attività formative affini o integrative		LEZ:24	Secondo Semestre	Obbligatoria	
MF0709 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO: MATEMATICA PER IL CITTADINO	3	MAT/04	Affine/Integrati va / Attività formative affini o integrative		LEZ:24	Secondo Semestre	Obbligatoria	

2° Anno (63)

Attività Formativa	CFU	Settore	TAF/Ambito	TAF/Ambito Interclasse	Ore Att. Front.	Periodo	Tipo insegnamento	Tipo esame
MF0716 - FISICA GENERALE II	9	FIS/01	Caratterizzante / Sperimentale e applicativo		LEZ:72	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0717 - LABORATORIO DI FISICA II	9	FIS/01	Caratterizzante / Sperimentale e applicativo		LEZ:72	Annuale	Obbligatoria	Orale
MF0722 - METODI E MODELLI MATEMATICI PER LE SCIENZE APPLICATE	6	FIS/02	Caratterizzante / Teorico e dei fondamenti della Fisica		LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0721 - MECCANICA QUANTISTICA	9	FIS/02	Caratterizzante / Teorico e dei fondamenti della Fisica		LEZ:72	Secondo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0723 - STRUTTURA DELLA MATERIA, MECCANICA STATISTICA E LABORATORIO	12	FIS/03	Caratterizzante / Microfisico e della struttura della materia		LEZ:96	Secondo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0718 - MATEMATICA III	6				LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
Unità Didattiche								
MF0719 - MATEMATICA III: PROBABILITÀ E STATISTICA	3	MAT/06	Affine/Integrati va / Attività formative affini o integrative		LEZ:24	Primo Semestre	Obbligatoria	
MF0720 - MATEMATICA III: METODI NUMERICI	3	MAT/08	Affine/Integrati va / Attività formative affini o integrative		LEZ:24	Primo Semestre	Obbligatoria	
MF0434 - INSEGNAMENTI A LIBERA SCELTA	6	NN	A scelta dello studente / A scelta dello studente		LEZ:48		Opzionale	Orale

FISICA APPLICATA

Attività Formativa	CFU	Settore	TAF/Ambito	TAF/Ambito Interclasse	Ore Att. Front.	Periodo	Tipo insegnamento	Tipo esame
MF0736 - INGLESE	6	NN	Lingua/Prova Finale / Per la conoscenza di almeno una lingua straniera		LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale

3° Anno (98)

Attività Formativa	CFU	Settore	TAF/Ambito	TAF/Ambito Interclasse	Ore Att. Front.	Periodo	Tipo insegnamento	Tipo esame
MF0724 - FISICA APPLICATA ALL'AMBIENTE E ALLA SALUTE	6	FIS/07	Caratterizzante / Sperimentale e applicativo		LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0725 - FISICA DELL'ENERGIA	6	FIS/01	Caratterizzante / Sperimentale e applicativo		LEZ:48	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0726 - TEMI DELLA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA	9	FIS/06	Caratterizzante / Astrofisico, geofisico e spaziale		LEZ:72	Primo Semestre	Obbligatoria	Orale
MF0730 - ENERGIE RINNOVABILI PER IL FUTURO	6	FIS/07	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:48	Primo Semestre	Opzionale	Orale
MF0727 - FONDAMENTI DI FISICA MODERNA	6	FIS/02	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:48	Primo Semestre	Opzionale	Orale
MF0733 - LABORATORIO DI FISICA DELLA SALUTE	9	FIS/07	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:72	Annuale	Opzionale	Orale
MF0731 - LABORATORIO DI FISICA DELLE ENERGIE RINNOVABILI	9	FIS/01	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:72	Annuale	Opzionale	Orale
MF0728 - MISURA DELLE COSTANTI FISICHE FONDAMENTALI	9	FIS/01	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:72	Annuale	Opzionale	Orale
MF0732 - PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E IMPATTO AMBIENTALE	6	FIS/07	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:48	Primo Semestre	Opzionale	Orale
MF0734 - RADIOATTIVITÀ E RADIOPROTEZIONE	6	FIS/04	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:48	Primo Semestre	Opzionale	Orale
MF0729 - STORIA E DIDATTICA DELLA FISICA	6	FIS/08	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:48	Primo Semestre	Opzionale	Orale
MF0735 - TECNICHE FISICHE PER DIAGNOSI E TERAPIA	6	FIS/07	Affine/Integrativa / Attività formative affini o integrative		LEZ:48	Primo Semestre	Opzionale	Orale
MF0434 - INSEGNAMENTI A LIBERA SCELTA	6	NN	A scelta dello studente / A scelta dello studente		LEZ:48		Opzionale	Orale
S0069 - PROVA FINALE	3	PROFIN_S	Lingua/Prova Finale / Per la prova finale		LEZ:30	Secondo Semestre	Obbligatoria	Orale
S0064 - STAGE	5	NN	Altro / Tirocini formativi e di orientamento		LEZ:50	Secondo Semestre	Obbligatoria	Orale

ART. 15 Regole per gli studenti lavoratori

Il CdS prevede modalità di iscrizione secondo un regime di studio convenzionale a tempo parziale cui corrispondono i piani di studio consigliati. Il piano di studi a tempo parziale consiste in una mera distribuzione degli insegnamenti presenti nel piano di studi standard a tempo pieno, al quale vanno riferite le frequenze, su un arco temporale maggiore. In caso di disattivazione del Corso o di mancata offerta di un identico insegnamento, l'avente diritto sarà messo in condizioni di sostenere il relativo esame rispetto alla didattica già erogata per gli iscritti a tempo pieno. Nel caso di piani di studio part-time su 4 anni o su 6 anni è raccomandata la segnalazione alla Commissione Didattica di quali insegnamenti si intenda effettivamente frequentare per gestire al meglio la definizione degli orari delle lezioni, eventualmente rimodulando la distribuzione degli insegnamenti negli anni di corso, fermo restando il rispetto delle propedeuticità.

ART. 16 Regole per la presentazione dei piani di studio

Alle carriere degli Studenti viene via via associato un piano di studi standard con varianti sugli esami affini e integrativi in funzione dei diversi orientamenti. La gestione del piano degli studi a livello di inserimento di esami opzionali avverrà online all'interno delle finestre temporali deliberate dal Consiglio di Dipartimento. Il piano di studi degli Studenti che abbiano optato per un regime di studio a tempo parziale verrà inserito automaticamente dalla Segreteria Studenti e sarà gestito come piano individuale e potrà essere variato di norma in un anno di iscrizione regolare al CdS.

Allo stesso modo sarà gestito come piano individuale il piano di studi che preveda la sostituzione di materie afferenti alle attività formative di base, caratterizzanti, affini e integrative e a scelta libera dello Studente presenti nei piani standard proposti e conformi al quadro degli insegnamenti e delle attività formative in armonia con l'Ordinamento Didattico di riferimento.

In ogni caso, le motivazioni di presentazione di un piano di studi individuale devono essere preventivamente esposte alla Commissione Didattica del CdS e, solo a seguito di accoglimento delle stesse, sarà possibile espletare le relative pratiche amministrative.

ART. 17 Informazioni relative ai tipi di attività didattica (lezioni frontali, esercitazioni, laboratori), e Organizzazione Didattica

L'attività didattica si svolge sotto forma di lezioni frontali, di esercitazioni in aula o in laboratorio individuali o di gruppo, di visite esterne guidate, di progetti individuali supportati da tutori. Per ampliare, rendere più flessibile e qualificare l'offerta didattica, gli insegnamenti potranno sfruttare le opportunità offerte dalle piattaforme per l'e-learning.

L'attività didattica di ogni anno accademico è suddivisa in due periodi o semestri: ottobre/gennaio e marzo/giugno. Per ogni prova di valutazione del profitto relativa alle attività formative di base, caratterizzanti, affini o integrative e a scelta, ove attivate dal Dipartimento, sono previste tre sessioni:

- estiva (giugno/luglio)
- autunnale (settembre/dicembre)
- anticipata/straordinaria (gennaio/aprile)

All'interno di ciascuna sessione è previsto un numero di appelli tale da ottemperare a quanto previsto in materia dal Regolamento Didattico di Ateneo. La definizione di ciascun appello, per quanto più possibile, non dovrà intralciare lo svolgimento delle lezioni.

ART. 18 Regole di Propedeuticità

Non sono previste propedeuticità.

Conformemente a quanto introdotto dal Decreto Ministeriale del 16 marzo 2007 di determinazione delle Classi delle Lauree universitarie, con particolare riguardo all'articolo 5, comma 1, è consentito agli Studenti di anticipare esami previsti dal proprio piano di studi nel rispetto però dell'attivazione del relativo insegnamento e soddisfatte le propedeuticità. La richiesta di anticipo degli esami dovrà essere formalizzata dallo Studente alla Commissione Didattica eventualmente anche per e-mail. L'esito della pronuncia dovrà essere comunicato alla Segreteria Studenti a cura della stessa Commissione Didattica.

ART. 19 Obblighi di frequenza previsti, eventualmente differenziandoli a seconda del tipo di attività didattica (lezione, esercitazione, ecc.)

Nel caso di insegnamenti per i quali siano previste esercitazioni di laboratorio, l'obbligo di frequenza sussiste limitatamente alle esercitazioni stesse, salvo dispensa da parte del docente responsabile per comprovati e giustificati motivi familiari o di salute. La percentuale di frequenza minima richiesta è comunque pari al 90%. Lo Studente dovrà apporre la propria firma su di un registro o foglio appositamente predisposto dal titolare del corso, il quale ne curerà la conservazione.

Nei casi in cui non sia stata almeno maturata la percentuale di frequenza minima richiesta, gli studenti dovranno concordare con il Docente la ripetizione del corso (in altro periodo didattico o in altro anno accademico) o eventuali altre modalità di recupero (su indicazione del Docente titolare del corso).

ART. 20 Articolazione del Corso e curricula

Il Corso comprende attività formative raggruppate nelle seguenti tipologie:

- a) Attività formative di base, per crediti compresi tra 47 e 68, stabiliti in 55;
- b) Attività formative caratterizzanti, per crediti compresi tra 63 e 99, stabiliti in 66;
- c) Attività formative affini o integrative, per crediti compresi tra 24 e 36, stabiliti in 33;
- d) Attività formative a scelta dello studente, per crediti compresi tra 12 e 18, stabiliti in 12;
- e) Attività formative relative alla preparazione della prova finale, per crediti compresi fra 3 e 6, stabiliti in 3;
- f) Attività formative relative alla conoscenza di almeno una lingua straniera, per crediti compresi tra 3 e 6, stabiliti in 6;
- g) Attività formative per ulteriori attività formative (ulteriori conoscenze linguistiche, abilità informatiche e telematiche, tirocini formativi e d'orientamento, altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro), per crediti compresi tra 5 e 9, stabiliti in 5.

Non sono previsti curricula ma vengono proposti tre orientamenti: "Comunicazione della Fisica", "Energia per l'Ambiente" e "Fisica della Salute" che lo studente ha l'onere di scegliere al più tardi all'inizio del terzo anno con la presentazione del piano di studi. Rimane ferma la possibilità di un piano di studi individuale.

ART. 21 Note riguardanti le attività formative a scelta dello studente

Le attività a scelta dello Studente sono ricomprese tra tutti gli insegnamenti attivati nell'Ateneo al fine di consentire agli Studenti l'acquisizione delle migliori competenze integranti il curriculum universitario, nel rispetto di quanto previsto ex D.M. del 26 luglio 2007 numero 386.

La Commissione Didattica può inoltre stabilire anno per anno un elenco di corsi che sono ritenuti automaticamente coerenti con il piano di studi, attivati dal Dipartimento come opzionali.

L'individuazione degli insegnamenti a scelta libera da parte dello Studente avverrà online all'interno delle finestre temporali deliberate dal Consiglio di Dipartimento. Le scelte fra gli opzionali offerti per il Corso di Studio saranno considerate pre-approvate.

Le attività a scelta proposte dallo studente e non rientranti fra quelle individuate per il Corso di Studio vengono inserite dallo Studente sul piano online anno per anno e vagliate dalla Commissione Didattica del Corso di Studio, la quale valuta l'adeguatezza delle motivazioni ed effettua il controllo di coerenza rispetto al progetto formativo e rispetto alle propedeuticità. In caso di riscontro negativo, l'insegnamento non verrà inserito nella carriera dello Studente.

ART. 22 Note riguardanti i crediti acquisiti sulla lingua

In considerazione delle particolari caratteristiche del CdS, si ritiene indispensabile la conoscenza dell'inglese: i crediti formativi previsti potranno essere maturati secondo le modalità di cui infra, oppure riconosciuti sulla base della sussistenza di un titolo che attesti competenze linguistiche di livello non inferiore al B2 e ritenuto idoneo dalla Commissione Didattica. Tale certificazione, considerandone il termine di scadenza della stessa, andrà prodotta alla Segreteria Studenti unitamente al modulo in bollo all'atto dell'immatricolazione.

ART. 23 Note riguardanti le abilità informatiche e relazionali

Sono possibili ulteriori attività formative (ulteriori conoscenze linguistiche, abilità informatiche e telematiche, tirocini formativi e d'orientamento, altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro), tra cui quelle organizzate dall'Ateneo in relazione alla sicurezza dei laboratori e delle altre strutture, per alcune delle quali (tirocini formativi e d'orientamento, altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro) è previsto il riconoscimento di crediti a seconda dei curricula.

ART. 24 Orientamento in ingresso

L'orientamento in ingresso è svolto dallo Staff del Rettore e Comunicazione (Ufficio Eventi, orientamento e public engagement) e comprende una parte schiettamente informativa e una parte dedicata al supporto delle studentesse e degli studenti nei loro percorsi di scelta e di progettazione individuale della loro carriera accademica, in prospettiva sia formativa, sia professionale.

Si rivolge a tutte/i coloro che desiderano intraprendere o riprendere una formazione universitaria e a coloro che intendano proseguire gli studi attraverso percorsi magistrali o di

alta formazione. In collaborazione con il settore Alta formazione e Internazionalizzazione attiverà a partire dal prossimo anno accademico percorsi speciali per le studentesse e gli studenti internazionali.

Le attività prevedono una forte sinergia tra l'Amministrazione centrale, i Dipartimenti, i Poli, i docenti referenti dei corsi di laurea. Ha valore strategico la collaborazione con l'Ente Regionale per il Diritto allo Studio Universitario (E.Di.S.U. Piemonte) e la divulgazione dei benefici da questo erogati.

In tema di "recruitment", le principali attività sono:

- la gestione della sezione "Orientamento" del sito di ateneo (www.uniupo.it/it/orientamento);
- la realizzazione annuale del "Catalogo dell'Orientamento";
- la realizzazione di "Open UPO", la giornata aperta alle/ai potenziali iscritte/i e alle loro famiglie;
- il coordinamento di iniziative dei dipartimenti e dei docenti, come gli Open Day e le "Lezioni per le scuole" (lezioni universitarie tenute da docenti in presenza o in remoto per classi delle scuole superiori);
- la realizzazione di "UpoxTe", il supplemento alla rivista "Ateneo & Città" inviato a tutte/i le/i maturande/i nel mese di luglio con l'offerta formativa;
- la realizzazione del "Benvenuto matricole", giornata di incontro con le studentesse e gli studenti appena immatricolati nei vari Dipartimenti;
- la manutenzione del data base dell'Orientamento "Edustar";
- la campagna promozionale estiva;
- la partecipazione a saloni dell'orientamento organizzati da scuole e da altri enti.

In tema di supporto ai percorsi di scelta e di progettazione, le principali attività sono:

- servizio informativo a qualunque stakeholder;
- colloqui di orientamento individuali o di gruppo;
- bilancio di orientamento, volto ad accrescere la consapevolezza di sé e dei propri obiettivi professionali e a progettare il percorso formativo più idoneo;
- bilancio delle competenze acquisite dalla/dal potenziale studentessa/studente e definizione di futuri piani d'azione;
- seminari tematici di orientamento per la scelta e la progettazione post-diploma;
- attività di orientamento tra pari;

Fanno parte dell'orientamento in ingresso anche i Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento (PCTO), strumento a disposizione delle studentesse e degli studenti delle scuole superiori, che offre loro la possibilità di svolgere esperienze pratiche, di indirizzo della scuola frequentata, e di contribuire a definire le scelte lavorative e professionali successive al diploma. UPO ha sottoscritto un Protocollo d'Intesa con l'Ufficio Scolastico Regionale del Piemonte e ANPAL Servizi; realizza il Catalogo delle attività di PCTO in collaborazione con le strutture e i Dipartimenti; stipula le Convenzioni con le Scuole e provvede a elaborare una guida gestionale con standard di lavoro e strumenti per il coordinamento dell'attività nelle sedi dell'Ateneo. Le strutture dell'Ateneo elaborano con le Scuole i progetti formativi, li realizzano e ne gestiscono la documentazione nell'ambito della propria struttura.

Tutte le informazioni si trovano nella sezione "Orientamento" del sito di Ateneo:

<https://www.uniupo.it/it/orientamento>

Per i PCTO, il link dedicato è: <https://www.uniupo.it/it/orientamento/progetti-le-scuole/percorsi-le-competenze-trasversali-e-lorientamento>

Le attività di orientamento specifiche del Dipartimento sono pianificate dalla Commissione Orientamento del Dipartimento che è composta da un referente per ogni area disciplinare e

che si riunisce periodicamente, coordinata dal suo Presidente. Il supporto delle attività viene assicurato dall'Ufficio Didattica e Servizi agli studenti. Sono inoltre coinvolti gli studenti universitari nella realizzazione delle iniziative. Gran parte di tali iniziative nascono da una stretta collaborazione con le Scuole superiori, con cui vengono stipulati specifici accordi. I principali eventi:

- a) Open day;
- b) cicli di lezioni e laboratori tematici rivolti in particolare a studenti del 4° e 5° anno delle scuole superiori;
- c) partecipazione a saloni di orientamento sul Territorio;
- d) progetti di Percorsi Competenze Trasversali di Orientamento (PCTO);
- e) progetti specifici in accordo con gli Istituti Superiori e con enti/aziende (ad esempio sperimentazione di percorsi di potenziamento per studenti delle scuole superiori relativamente alla logica e alla matematica);
- f) visite individuali o di gruppo previo contatto;
- g) seminari scientifici in Dipartimento e presso Istituti scolastici;
- h) attività di aggiornamento insegnanti scuole superiori correlati agli aspetti innovativi della ricerca in ambito scientifico;
- i) attività divulgative verso gli alunni delle scuole primarie e secondarie attraverso l'organizzazione di specifici eventi con particolare riferimento all'energia e alla sostenibilità.

In particolare, il Dipartimento sta collaborando con l'ufficio Scolastico Provinciale per il coordinamento di tutte le iniziative di orientamento, di inclusione e di divulgazione presso le scuole del Territorio. Sta inoltre supportando gli enti del Territorio stesso nella realizzazione di iniziative destinate a studenti delle scuole primarie e secondarie (attraverso modalità diverse che possano riflettere interesse da parte dei giovani e giovanissimi: Gara di Scienze, Conferenze, Collegamenti Video con Centri di Ricerca)

<https://disit.uniupo.it/servizi/iniziativae-scuole-e-famiglie> e catalogo offerte DISIT:

<https://orienta.dir.uniupo.it/course/view.php?id=94#section-1>

ART. 25 Orientamento e tutorato in itinere

SERVIZIO ORIENTAMENTO DI ATENEO IN ITINERE

Il Servizio Orientamento estende la sua azione agli studenti universitari rivolgendosi alla generalità degli iscritti all'UPO nell'arco temporale del loro percorso formativo. Le azioni erogate dall'Università prevedono una stretta sinergia tra gli uffici centrali e quelli dipartimentali, sia nel supporto decisionale alle scelte di percorso sia nelle azioni di supporto allo studio e di peer-tutoring. Il Servizio Orientamento di Ateneo fornisce infatti strumenti di supporto all'integrazione nel sistema universitario in ottica inclusiva e al successo negli studi, al fine di favorire il processo decisionale, le scelte, la progettazione individuale e di contrastare i fenomeni di inattività, dispersione e abbandono. Nelle attività intraprese in questo ambito il Servizio Orientamento favorisce la conoscenza e la divulgazione delle opportunità offerte attraverso i servizi di Ateneo e i benefici erogati dall'Ente Regionale per il Diritto allo Studio Universitario (E.Di.S.U. Piemonte).

ORIENTAMENTO IN ITINERE - Le principali attività sono:

Colloqui di orientamento: per affrontare eventuali problematiche sorte durante il percorso con il fine di offrire strumenti utili per prevenire situazioni di inattività e abbandono

Peer tutoring individuale: per il supporto a studenti con necessità specifiche (es. studenti stranieri e studenti lavoratori)

Gruppi di Studio sono ambienti di apprendimento cooperativo che hanno l'obiettivo di offrire occasioni di condivisione e confronto sulle materie di studio, favorire la frequenza dei

corsi, la socializzazione, l'apprendimento attivo. L'attività si rivolge soprattutto agli studenti del primo anno per supportarli nella gestione del cambiamento di metodo e di relazione che il passaggio dalla scuola all'università implica. Gli incontri sono utili anche per gli studenti stranieri per superare le difficoltà legate agli aspetti linguistici. Il gruppo agisce su impulso di un mentor (studente UPO in collaborazione con il Servizio Orientamento) che ha il compito di coinvolgere, stimolare e incoraggiare l'attività del gruppo di studio, ponendosi al tempo stesso come punto di riferimento per offrire al gruppo una modalità organizzativa e di pianificazione del materiale di studio in previsione dell'esame. L'attività di gruppo non sostituisce lo studio individuale, anzi ne segue lo svolgimento, proponendosi come strumento di confronto con gli altri, di pianificazione e organizzazione. E' un'iniziativa di peer mentoring e in quanto tale si basa sulla collaborazione e il supporto fra pari. Principali obiettivi dei Gruppi di studio:

- supportare gli studenti nella pianificazione dei tempi di studio
- individuare un metodo di studio efficace
- aiutare nell'organizzazione dei materiali
- fornire informazioni pratiche per orientarsi all'università e per gestire operazioni amministrative
- contribuire ad arricchire il percorso didattico dello studente attraverso una pratica attiva dello studio e del confronto di gruppo
- prevenire eventuali situazioni di difficoltà nello studio e in particolare nell'affrontare i primi esami

Sportelli Servizio Orientamento e Servizio Tutorato di Ateneo (S.O.S.T.A.) presenti in ciascun Dipartimento assicurano un ponte fra gli studenti e gli uffici dell'Ateneo e coinvolgono studenti universitari senior attraverso collaborazioni e assegni, al fine di far conoscere i principali servizi di Ateneo, le opportunità rivolte agli studenti, accogliere gli studenti in difficoltà emerse nel percorso universitario e supportarli nella risoluzione dei problemi. Gli sportelli sono coinvolti anche nelle attività di orientamento in ingresso con gli studenti delle Scuole Superiori e sono particolarmente utili nel supporto rivolto agli studenti internazionali così come nel supporto alle matricole.

Ciascun Corso di Studio seleziona ogni anno alcuni docenti che svolgeranno il ruolo di tutor. A questi docenti ci si può rivolgere sia nella fase di inserimento, durante il primo anno di Corso, sia negli anni successivi per ricevere indicazioni sul modo di affrontare il percorso universitario e superare eventuali difficoltà, o sulle scelte per il piano di studio. Per gli iscritti al primo anno di Corso inoltre sono attivate varie azioni di supporto didattico, anche in base a sondaggi organizzati per rilevare le principali difficoltà incontrate dagli studenti all'inizio del percorso.

Vi sono, in particolare, attività di tutoraggio a supporto di corsi di laboratorio e per le esercitazioni dei corsi teorici. Inoltre, il titolare di ogni corso è a disposizione su appuntamento per chiarimenti relativi alla propria materia.

ART. 26 Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'esterno (tirocini e stage)

La maggior parte dei Corsi di Studio prevede che durante il percorso venga svolto un periodo di formazione all'esterno dell'Ateneo: lo stage curriculare. Gli stage curricolari, consistono in un periodo di formazione svolto dallo studente in azienda privata o ente pubblico. Tale periodo costituisce un completamento del percorso universitario attraverso

cui realizzare momenti di alternanza tra studio e lavoro nell'ambito di processi formativi volti ad agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro. Durante lo stage vengono verificati e ampliati alcuni temi trattati in modo teorico nel percorso universitario.

Lo stage può essere effettuato:

- in Italia, attraverso apposite convenzioni tra l'Ateneo e la struttura ospitante;
- all'estero, attraverso appositi accordi tra l'Ateneo e la struttura ospitante.

Lo stage curriculare non costituisce rapporto di lavoro, di norma le attività svolte non sono retribuite e vengono rilasciati crediti formativi. L'esperienza può essere riportata, oltre che nel curriculum studentesco, in quello professionale dello studente.

Dal momento del conseguimento della laurea, ed entro 12 mesi, è possibile svolgere tirocini formativi e di orientamento. Gli stage post laurea - o formativi e di orientamento - hanno lo scopo di sviluppare competenze teoriche e pratiche orientate a favorire l'accesso al mondo lavorativo e a comprenderne i meccanismi di funzionamento e sono spesso il primo strumento utilizzato dalle aziende che vogliono inserire personale in organico. Nell'attivare gli stessi si segue la normativa regionale dove si trova la sede operativa in cui il tirocinante è inserito, sono retribuiti ed hanno una durata massima di 6 mesi.

Studenti e laureati possono cercare autonomamente uno stage curriculare o post laurea in un'azienda/ente di proprio interesse oppure consultare le proposte di tirocinio inserite dalle aziende sulla banca dati stage <https://www.studenti.uniupo.it/Home.do> a cui ci si può candidare on line.

Per maggiori informazioni ci si può rivolgere all'Ufficio Stage e Job Placement del Rettorato o all'Ufficio Stage di Dipartimento che si occuperà dell'attivazione del tirocinio.

ART. 27 Modalità per la verifica del profitto e tipologie degli esami previsti.

La verifica del profitto, per le discipline di base, caratterizzanti, affini o integrative e per le attività formative a scelta, consiste in un esame finale orale e/o scritto. In caso di insegnamenti integrati (costituiti da più moduli), la prova sarà coordinata fra i Docenti degli insegnamenti integrati stessi.

Per la verifica di conoscenza della lingua straniera (inglese), gli studenti che non abbiano superato un test riconosciuto internazionalmente di livello pari almeno a B2, C1, C2, dovranno maturare i relativi cfu o attraverso il sostenimento di un esame o secondo altra forma deliberata dagli Organi Accademici.

ART. 28 Regole per la composizione e il funzionamento delle commissioni di esame di profitto

La verifica del profitto al termine dei periodi di erogazione della didattica viene valutata da un'apposita commissione esaminatrice.

L'esame è superato se è conseguita la votazione minima di 18/30. Ove il punteggio sia pari a 30/30, potrà essere concessa la lode.

Nel caso della verifica della conoscenza della lingua straniera lo studente sarà giudicato con una idoneità. Per quanto riguarda lo stage o le attività a esso assimilate, viene espresso un giudizio da parte del tutor universitario responsabile del progetto formativo e, ove previsto, del tutor aziendale, congiuntamente. In tutti i casi in cui si debba procedere col riconoscimento di esami maturati al di fuori dell'UPO, è compito della Commissione Didattica procedere all'assegnazione del voto relativo agli esami stessi.

ART. 29 Convenzioni per la didattica

Sono previste Convenzioni con aziende ed enti privati o pubblici al fine dello svolgimento di stage o della preparazione della prova finale.

ART. 30 Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti

L'Università del Piemonte Orientale continua ad assistere gli studenti in uscita nell'ambito di una delle numerose tipologie di mobilità all'estero promosse dall'Ateneo (Bando Erasmus+ ai fini di studio e ai fini di Traineeship, Bando Free Mover, Free Mover per Progetti e percorsi di Laurea Binazionale). In particolare, l'Ufficio Erasmus e Studenti Stranieri si occupa dei rapporti tra studenti e Responsabili per l'internazionalizzazione presso le Università partner. Tale supporto trova elevato riscontro non solo nell'ambito del Bando Erasmus+ ai fini di studio, bensì si estende anche alle mobilità ai fini di tirocinio, in particolar modo attraverso il sostegno nella ricerca della sede lavorativa (a tal fine, sul sito web di Ateneo viene costantemente aggiornata una lista di tirocini predefiniti e di siti web utili per la ricerca di un ente ospitante).

Al fine di agevolare ulteriormente gli studenti in partenza, si cerca di mettere loro in contatto con studenti che abbiano già svolto un'esperienza di mobilità internazionale e/o con studenti stranieri in ingresso, in modo tale che possa esserci uno scambio di informazioni dal punto di vista pratico-organizzativo. È stato esteso a tutti i Dipartimenti l'Erasmus WIKI, una pagina web dove gli studenti possono trovare info utili per il loro soggiorno estero.

L'Ufficio Erasmus e Studenti Stranieri si occupa, inoltre, della distribuzione dei fondi comunitari e ministeriali, procedendo al calcolo delle borse di studio spettanti e alle relative rendicontazioni per tutte le tipologie di mobilità sopra riportate.

Per quanto concerne gli accordi per la mobilità internazionale, si segnala che al momento sono attivi 179 accordi inter-istituzionali, nell'ambito del Programma Erasmus+; oltre a questi, l'Ateneo ha siglato accordi quadro di cooperazione internazionale, 11 in ambito europeo e 11 con Università extra UE.

Nell'ambito degli studenti in entrata, l'Ufficio Erasmus e Studenti Stranieri offre supporto e assistenza agli studenti durante la fase di candidatura, trasmettendo loro i contatti degli Uffici Servizi agli Studenti, Orientamento e Job Placement al fine di ottenere delucidazioni circa gli alloggi disponibili nelle residenze universitarie e il calendario delle attività didattiche.

L'Ufficio Erasmus e Studenti Stranieri, inoltre, continua a collaborare anche con l'associazione ESN Piemonte Orientale nell'ambito dell'organizzazione di eventi destinati a promuovere la mobilità internazionale, quali il Tandem Linguistico, le giornate di benvenuto e gli Erasmus Days.

Il Dipartimento, attraverso l'Ufficio Didattica e Studenti - Sportello studenti fornisce supporto agli studenti interessati alla mobilità, fornendo informazioni specifiche di possibilità, contributi e servizi generali, affiancandoli nella compilazione delle domande di contributo per attività all'estero (seminari, preparazione tesi, stage). Inoltre, è a disposizione anche per gli studenti stranieri in ingresso.

ART. 31 Accompagnamento al lavoro

La fase dell'accompagnamento al lavoro è rivolta principalmente agli studenti degli ultimi anni e ai neo-laureati dell'Ateneo e si compie attraverso 2 tipologie di iniziative:

- Iniziative di matching, volte a facilitare l'incontro tra domanda e offerta di lavoro;
- Iniziative formative rivolte a studenti e laureati UPO, volte ad approfondire la conoscenza sul mondo del lavoro e a favorirne l'ingresso.

Tra le principali iniziative di matching, che favoriscono il contatto diretto tra aziende e laureandi/laureati, troviamo:

- il Career Day di Ateneo che si svolge in autunno e offre, in un solo giorno, a laureandi/laureati l'opportunità di dialogare personalmente con i Responsabili delle Risorse Umane di 60 aziende e di consegnare il proprio curriculum;
- il Job Agency Day, un career day a cui partecipano le agenzie per il lavoro che hanno sede sul territorio del Piemonte orientale. Si svolge in primavera e studenti e laureati possono consegnare il proprio cv e fare colloqui per posizioni aperte all'interno delle agenzie o presso le aziende clienti;
- le Visite aziendali che si svolgono presso l'azienda e permettono di approfondirne la conoscenza, l'organizzazione, il core business e i profili di possibile inserimento;
- Le presentazioni aziendali con Recruiting day che permettono, all'interno dell'Ateneo, ad aziende e laureati di effettuare colloqui conoscitivi, test psico-attitudinali, business game e di effettuare il primo step di selezione;
- Tirocini curriculari e post laurea di orientamento alle scelte professionali.

Tra le principali iniziative formative, che sono volte a favorire la conoscenza nel mondo del lavoro, troviamo:

- Seminari o corsi per la ricerca attiva del lavoro, ad indirizzo pratico, in cui vengono trattati temi quali la redazione del curriculum vitae, il colloquio di lavoro, l'assessment, le competenze trasversali e digitali, l'organizzazione aziendale, la contrattualistica. . . ;
- Laboratori e workshop dove sperimentarsi in tematiche quali il public speaking, la simulazione del lavoro in impresa ecc;
- Colloqui individuali di orientamento al lavoro volti a favorire l'orientamento professionale.

Le iniziative di matching e le iniziative formative di orientamento al lavoro possono essere svolte in presenza o on line.

Altri strumenti utilizzati per avvicinare studenti e laureati alle aziende sono:

- la Banca Dati con le offerte di lavoro a cui hanno direttamente accesso le aziende/enti e i laureandi/laureati;
- la consultazione on line dei CV degli studenti e laureati a cui hanno accesso le aziende/enti interessati a offrire proposte di lavoro;
- la newsletter Infojob di Ateneo, inviata periodicamente a laureandi/laureati dell'Ateneo con le iniziative di placement dell'Università e del territorio.

Il Dipartimento organizza, inoltre, visite didattiche e approfondimenti congiunti con Aziende ed Enti pubblici, incontri con responsabili del personale di Aziende ed Enti e con professionisti del settore.

ART. 32 Trasferimenti e passaggi da altri Corsi

In applicazione dell'Art. 3, commi 8 e 9, del D.M. di determinazione delle Classi di Laurea, in caso di passaggio degli studenti da un altro CdS, oppure di trasferimento da un altro ateneo, verrà riconosciuto il maggior numero possibile dei crediti già maturati dallo studente anche ricorrendo, eventualmente, a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute e motivando l'eventuale mancato riconoscimento di crediti. Esclusivamente nel

caso in cui il passaggio o il trasferimento dello studente sia effettuato tra corsi di laurea appartenenti alla medesima classe, la quota di crediti relativi al medesimo settore scientifico disciplinare direttamente riconosciuti allo studente non può essere inferiore al 50% di quelli già maturati.

Nel caso in cui il numero di crediti maturati sia inferiore a quelli del corso per il quale è richiesto il riconoscimento, la Commissione Didattica, tenendo conto del programma del corso frequentato nella sede di provenienza, concorderà col docente di riferimento un'opportuna integrazione.

ART. 33 Riconoscimento titoli di altri Atenei

L'eventuale riconoscimento è demandato di volta in volta al CCS per il tramite della Commissione Didattica.

ART. 34 Criteri per l'eventuale verifica periodica delle carriere degli studenti (obsolescenza dei crediti).

L'obsolescenza dei contenuti degli insegnamenti sarà definita caso per caso: la verifica della stessa può essere più o meno rapida anche in funzione dell'argomento. Nel caso in cui sia riconosciuta la non obsolescenza, una Commissione Didattica procederà alla verifica dei crediti acquisiti da trasmettere al CCS. In caso di obsolescenza o di evidenziazione di carenze contenutistiche parziali, al richiedente il riconoscimento si potrà indicare la possibilità di concordare un colloquio valutativo e/o integrativo col Docente di riferimento della materia.

ART. 35 Riconoscimento titoli stranieri

L'eventuale riconoscimento è demandato di volta in volta al CCS per il tramite della Commissione Didattica: nel caso in cui si tratti di procedere con un colloquio di approfondimento, verrà costituita una Commissione ad hoc che si pronuncerà nel merito.

ART. 36 Caratteristiche della prova finale

Obiettivo della prova finale è quello di verificare la capacità del laureando di esporre e discutere con chiarezza e padronanza un argomento pertinente la fisica applicata, eventualmente anche in lingua inglese in quanto lingua di riferimento nella produzione scientifica in questo settore. Il candidato produrrà un elaborato scritto avente come oggetto i risultati e le esperienze conseguite nell'attività di stage esterno, effettuato sotto la supervisione di un docente (Tutore universitario), presso industrie, aziende, laboratori, centri di ricerca. In alternativa, gli Studenti avranno svolto uno stage interno o un Laboratorio propedeutico alla prova finale, che avrà fornito competenze utili e spendibili nel mondo del lavoro. Eccezionalmente, l'elaborato può riguardare l'approfondimento personale di un argomento scelto dal candidato, con l'accordo del Tutore, tra quelli affrontati nel triennio.

I risultati conseguiti verranno illustrati in una relazione scritta, eventualmente anche in lingua inglese in quanto lingua di riferimento nella produzione scientifica in questo settore,

ed esposti dal candidato di fronte ad una apposita Commissione. A partire dal lavoro così effettuato, la Commissione valuterà le conoscenze acquisite dal laureando durante il Corso di Studio, nonché la capacità di collegare tra loro tecniche e metodologie diverse al fine di giungere alla soluzione di un problema teorico-pratico.

ART. 37 Modalità di svolgimento della prova finale

Il titolo di studio si consegue dopo aver acquisito 180 CFU comprensivi della prova finale.

La prova finale consiste in una verifica della capacità del candidato di esporre e discutere con chiarezza e padronanza di linguaggio i contenuti di un elaborato, alla presenza di una Commissione nominata con Decreto del Direttore su proposta del Consiglio di Corso di Studio. La discussione verterà preferibilmente sull'argomento trattato durante il periodo di maturazione dei crediti formativi dedicati allo stage.

Nell'elaborato esposte le tematiche e i risultati raggiunti nelle attività svolte sotto la guida del Docente tutore universitario che sarà anche Relatore.

Gli studenti, in base ai profili specifici dell'argomento, possono eventualmente redigere la tesi interamente in inglese rispettando obbligatoriamente e congiuntamente le seguenti condizioni:

1. l'elaborato dovrà contenere un riassunto in lingua italiana;
2. sarà necessaria l'acquisizione da parte dello studente del consenso del Relatore, il quale si fa garante della qualità anche linguistica dell'elaborato.

La relazione scritta dovrà evidenziare le metodologie utilizzate e un'analisi critica dei risultati ottenuti. I termini e le procedure amministrative volte alla discussione della prova finale e al conseguimento del titolo sono stabiliti dal Dipartimento in maniera tassativa. Per poter discutere la prova finale sulla base del completamento del percorso universitario e per consentire l'espletamento degli adempimenti amministrativi ad essa collegati, lo studente dovrà aver maturato tutti i crediti previsti per accedere alla stessa. La domanda di laurea va presentata tassativamente entro il mese antecedente rispetto alla data fissata dal Calendario Annuale delle Lauree approvato dal Consiglio del Dipartimento. I CFU per accedere alla prova finale devono essere maturati entro i 15 giorni antecedenti la data di laurea. La Commissione di Laurea, composta da 5 Docenti, è proposta dal CCS e nominata con Decreto del Direttore. Alla prova finale verrà assegnato un giudizio da parte della Commissione, giudizio che dovrà essere almeno 'sufficiente' per essere considerato positivo. In caso di superamento della prova finale, la Commissione attribuisce il voto di laurea secondo i criteri stabiliti dal CCS ovvero, di norma, aumentando fino a un massimo di 8 punti (comprensivi di eventuali bonus per gli studenti che si laureano nei tempi previsti per la conclusione del percorso formativo) il valore della media base, calcolata come media pesata dei voti degli esami di profitto, riportata in centodecimali, ivi incluso l'aumento di un massimo di 2 punti per gli esami con votazione 30/30 e lode (0,33 punti/esame) e di 0,33 punti (equivalente ad una lode di premialità) per aver ricoperto un ruolo elettivo di rappresentanza studentesca in uno dei vari Organi collegiali (di Ateneo, Dipartimento, Corso di Studio). Ai fini del calcolo della media ponderata, verranno considerati i soli crediti degli esami che porteranno a concludere il percorso formativo fino a 186 crediti formativi (laddove i 6 ulteriori crediti non siano scorponabili da un monte crediti maggiore assegnato all'esame altrimenti concorreranno al calcolo della media tutti i cfu corrispondenti al peso dell'insegnamento): le eventuali e ulteriori attività in sovrannumero maturate nel momento cronologicamente più vicino alla discussione della prova finale verranno tuttavia certificate ma non rientreranno nel calcolo della media volta all'assegnazione della votazione finale.

espressa in centodecimi.

Nel caso in cui il punteggio finale raggiunga almeno i 114/110 e in presenza di un esame con votazione 30/30 e lode, il tutore può proporre l'attribuzione della lode e, nel caso in cui il punteggio raggiunga 119/110, il tutore stesso può proporre la menzione. In entrambi i casi l'attribuzione deve essere deliberata con voto a maggioranza della Commissione. Seguirà la proclamazione con l'indicazione della votazione finale conseguita.

ART. 38 Calendario delle lezioni e degli esami

I calendari delle lezioni e degli esami vengono pubblicati sul sito web al seguente percorso:

<https://disit.uniupo.it/it/didattica/calendario>

ART. 39 Supporti e servizi per studenti in difficoltà

Il CCS prenderà in merito iniziative di volta in volta mirate, in armonia e in accordo rispetto a quanto già erogato dal Dipartimento e/o dall'Ateneo.

ART. 40 Diploma supplement

È prevista la realizzazione del Diploma Supplement in base alla normativa vigente in materia.

ART. 41 Attività di ricerca a supporto delle AF

Le attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del CdS sono svolte nelle strutture dei Dipartimenti dell'Ateneo cui afferiscono i docenti.

ART. 42 Entrata in vigore del regolamento

Il presente Regolamento è in vigore a partire dall'anno accademico 2023/2024 e costituisce normativa di riferimento per tutti gli anni delle carriere che apparterranno a questa coorte.

ART. 43 Struttura del corso di studio

PERCORSO 000 - Percorso 000-GENERICO

FISICA APPLICATA

Tipo Attività Formativa: Base	CFU	Range	Gruppo	SSD	Attività Formativa	CFU AF
Discipline matematiche e informatiche	25	18 - 26		INF/01	MF0711 - LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE E ANALISI DATI Anno Corso: 1	6
				MAT/03	MF0714 - MATEMATICA II: GEOMETRIA Integrato (Modulo di sola Frequenza dell'Attività formativa integrata MF0713 - MATEMATICA II) Anno Corso: 1	5
				MAT/05	MF0712 - MATEMATICA I Anno Corso: 1	9
					MF0715 - MATEMATICA II: ANALISI II Integrato (Modulo di sola Frequenza dell'Attività formativa integrata MF0713 - MATEMATICA II) Anno Corso: 1	5
Discipline chimiche	6	5 - 6		CHIM/03	MF0705 - CHIMICA Anno Corso: 1	6
Discipline fisiche	24	24 - 36		FIS/01	MF0706 - FISICA GENERALE I Anno Corso: 1	12
					MF0710 - LABORATORIO DI FISICA I Anno Corso: 1	12
Totale Base	55					55

Tipo Attività Formativa: Caratterizzante	CFU	Range	Gruppo	SSD	Attività Formativa	CFU AF
Sperimentale e applicativo	30	27 - 42		FIS/01	MF0725 - FISICA DELL'ENERGIA Anno Corso: 3	6
					MF0716 - FISICA GENERALE II Anno Corso: 2	9
					MF0717 - LABORATORIO DI FISICA II Anno Corso: 2	9
				FIS/07	MF0724 - FISICA APPLICATA ALL'AMBIENTE E ALLA SALUTE Anno Corso: 3	6
Teorico e dei fondamenti della Fisica	15	15 - 21		FIS/02	MF0721 - MECCANICA QUANTISTICA Anno Corso: 2	9
					MF0722 - METODI E MODELLI MATEMATICI PER LE SCIENZE APPLICATE Anno Corso: 2	6
Microfisico e della struttura della materia	12	12 - 21		FIS/03	MF0723 - STRUTTURA DELLA MATERIA, MECCANICA STATISTICA E LABORATORIO Anno Corso: 2	12
Astrofisico, geofisico e spaziale	9	9 - 15		FIS/06	MF0726 - TEMI DELLA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA Anno Corso: 3	9
Totale Caratterizzante	66					66

Tipo Attività Formativa: Affine/Integrativa	CFU	Range	Gruppo	SSD	Attività Formativa	CFU AF
Attività formative affini o integrative	33	24 - 36		FIS/01	MF0731 - LABORATORIO DI FISICA DELLE ENERGIE RINNOVABILI Anno Corso: 3	9
					MF0728 - MISURA DELLE COSTANTI FISICHE FONDAMENTALI Anno Corso: 3	9

FISICA APPLICATA

				FIS/02	MF0708 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO: FISICA PER IL CITTADINO Integrato (Modulo di sola Frequenza dell'Attività formativa integrata MF0707 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO) Anno Corso: 1	3
					MF0727 - FONDAMENTI DI FISICA MODERNA Anno Corso: 3	6
				FIS/04	MF0734 - RADIOATTIVITÀ E RADIOPROTEZIONE Anno Corso: 3	6
				FIS/07	MF0730 - ENERGIE RINNOVABILI PER IL FUTURO Anno Corso: 3	6
					MF0733 - LABORATORIO DI FISICA DELLA SALUTE Anno Corso: 3	9
					MF0732 - PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E IMPATTO AMBIENTALE Anno Corso: 3	6
					MF0735 - TECNICHE FISICHE PER DIAGNOSI E TERAPIA Anno Corso: 3	6
				FIS/08	MF0729 - STORIA E DIDATTICA DELLA FISICA Anno Corso: 3	6
				MAT/04	MF0709 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO: MATEMATICA PER IL CITTADINO Integrato (Modulo di sola Frequenza dell'Attività formativa integrata MF0707 - FISICA E MATEMATICA PER IL CITTADINO) Anno Corso: 1	3
				MAT/06	MF0719 - MATEMATICA III: PROBABILITÀ E STATISTICA Integrato (Modulo di sola Frequenza dell'Attività formativa integrata MF0718 - MATEMATICA III) Anno Corso: 2	3
				MAT/08	MF0720 - MATEMATICA III: METODI NUMERICI Integrato (Modulo di sola Frequenza dell'Attività formativa integrata MF0718 - MATEMATICA III) Anno Corso: 2	3
					I crediti vanno conseguiti scegliendo tra gli insegnamenti sopra indicati	
Totale Affine/Integrativa		33				75
Tipo Attività Formativa: A scelta dello studente	CFU	Range	Gruppo	SSD	Attività Formativa	CFU AF
A scelta dello studente	12	12 - 18			MF0434 - INSEGNAMENTI A LIBERA SCELTA Anno Corso: 3 SSD: NN	6
					MF0434 - INSEGNAMENTI A LIBERA SCELTA Anno Corso: 2 SSD: NN	6

Totale A scelta dello studente	12					12
Tipo Attività Formativa: Lingua/Prova Finale	CFU	Range	Gruppo	SSD	Attività Formativa	CFU AF
Per la prova finale	3	3 - 6			S0069 - PROVA FINALE Anno Corso: 3 SSD: PROFIN_S	3
Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	6	3 - 6			MF0736 - INGLESE Anno Corso: 2 SSD: NN	6
Totale Lingua/Prova Finale	9					9
Tipo Attività Formativa: Altro	CFU	Range	Gruppo	SSD	Attività Formativa	CFU AF
Tirocini formativi e di orientamento	5	5 - 9			S0064 - STAGE Anno Corso: 3 SSD: NN	5
Totale Altro	5					5
Totale CFU Minimi Percorso		180				
Totale CFU AF		222				

ART. 44 Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)

L'incontro per presentare alle parti sociali il nuovo Corso di Studio in Fisica Applicata dell'Università del Piemonte Orientale (UPO) è stato convocato tramite e-mail, e si è svolto in modalità telematica su google meet:

<http://meet.google.com/hcv-hyki-jet>
il giorno 15/02/2023 alle ore 16:30.

Per l'Università sono intervenuti il coordinatore della Sezione di Matematica e Fisica del DISIT e docenti di Fisica rappresentanti delle tre aree principali che caratterizzano il corso. Per le parti sociali sono intervenuti:

rappresentanti di alcune scuole secondarie superiori:

Liceo Sobrero di Casale Monferrato
Liceo Scientifico "Antonelli" di Novara

rappresentanti di enti ed istituzioni pubbliche

Ospedale di Alessandria

Ospedale di Novara

ARPA Piemonte

INRIM

Rappresentante dell'ordine dei Fisici

rappresentanti di aziende private

SOGIN

TIM

Il coordinatore della sezione ha illustrato il percorso che ha portato a poter aprire il corso di Fisica Applicata riproponendo le motivazioni generali:

il fabbisogno di laureati nell'ambito di Fisica-Matematica
aumento degli iscritti a Fisica negli ultimi anni.

Ha sottolineato che, tenendo conto delle caratteristiche del territorio, si è progettato un corso innovativo di tipo applicativo-tecnologico. Il Corso di Studio in Fisica Applicata quindi fornisce delle competenze generali ma ha anche degli importanti aspetti applicativi. Per differenziarsi dagli atenei del nord-ovest si sono immaginati tre indirizzi applicativi: energia per l'ambiente, Fisica per la salute e comunicazione della Fisica. Originariamente si era valutata la possibilità di tenere un orientamento rivolto alla computazione quantistica ma l'interlocuzione con gli organi di ateneo e CUN hanno fatto ritenere che fosse prematuro per una laurea triennale, e si è invece optato per un profilo rivolto alla comunicazione scientifica, fisica in particolare, tema che riveste un ruolo fondamentale nella società (come si è anche evidenziato negli anni di pandemia da COVID-19).

Il bacino di NO-VC-AL fornisce circa 60 matricole all'anno agli atenei del nord-ovest, e si ritiene di poter intercettare un buon numero di questi immatricolati e di fare quindi un servizio utile alla comunità. Le previsioni di andamento di occupati secondo UnionCamere per il periodo 2022-2026 indicano un importante fabbisogno di laureati (circa 250000) di cui 9000 nell'area delle discipline matematiche, fisiche, informatiche, a fronte di un'offerta di 5500.

Sempre in seguito alle interlocuzioni con il CUN e gli Organi di Ateneo, si è deciso di modificare il titolo del corso, che è ora più semplicemente Fisica Applicata.

Le finalità del corso sono rivolte all'inserimento nel mercato del lavoro e alla possibilità per i laureati triennali di accedere ai corsi di studio magistrali avendo acquisito tutte le competenze necessarie.

Sono quindi stati illustrati gli ambiti formativi dei corsi di base e di quelli di indirizzo e le caratteristiche innovative principali. L'approccio didattico si contraddistingue dal taglio applicativo e trans-disciplinare con un focus sulla capacità di risolvere i problemi (problem solving).

Sono poi stati presentati i vari corsi del triennio ed è stata evidenziata la scelta di anticipare i corsi di fisica al primo semestre del primo anno, per introdurre agli studenti i temi della fisica fin dal primo approccio con l'università. È stato poi evidenziato che il corso del secondo anno di Struttura della materia ha anche una parte di laboratorio.

Il progetto del corso si è finalizzato per gradi, e l'aspetto di comunicazione della fisica è stato pensato anche per quegli studenti che vorranno orientarsi verso l'insegnamento (che richiede comunque una laurea magistrale). È poi stata sottolineata l'importanza nei corsi di indirizzo di avere un interscambio con il mondo del lavoro.

Terminata la presentazione del corso inizia la discussione.

Un medico nucleare dell'ospedale di Alessandria sottolinea che ci sono molti aspetti di convergenza come la radioterapia.

Il coordinatore ribadisce l'intenzione e la necessità di interagire con i medici dell'ospedale di Alessandria.

Il rappresentante dell'ordine dei Fisici (ex direttore della Fisica Sanitaria dell'ospedale Molinette) sottolinea che è molto ben impressionato dal tema dell'energia che si sviluppa pochissimo in altri contesti. Spesso le analisi di questo tipo vengono svolte dagli ingegneri o dagli architetti. L'interdisciplinarietà è importantissima e in ambito lavorativo è fondamentale il lavoro in equipe. Ha inoltre consigliato di introdurre i modelli compartimentali, che rappresentano un tipo di modellistica molto usato. Ha anche sottolineato che i codici ISTAT non specificano quali sono le qualifiche per fare quel lavoro. Esistendo l'ordine bisogna vedere che cosa è concesso o dovuto ai fisici ma mancano ancora

i decreti. Sarebbe meglio basarsi sulla bozza dell'ordine dei fisici per il decreto.

Un docente dell'università risponde che i codici ISTAT sono richiesti dalla procedura di approvazione ministeriale. Si dovranno seguire gli sviluppi legislativi in modo da informare correttamente gli studenti.

Il rappresentante dell'ordine dei Fisici ha sottolineato che l'ordine non ha ancora avuto molto successo: i fisici non sono abituati all'idea dell'ordine, non serve solo per la libera professione, serve anche per i concorsi nella PA. La libera professione non è ancora ben definita. È una questione culturale, vi sono moltissime possibilità e col tempo la professionalità dei fisici sarà meglio definita.

Il medico nucleare sottolinea che i medici sono ben consapevoli del fatto che la professionalità di un fisico è indispensabile in medicina. Purtroppo dal punto di vista amministrativo non sono consapevoli di questo. Le istituzioni o l'assessorato non sono consapevoli: hanno più facilità ad assumere un OSS e non un fisico ed ha aggiunto che c'è confusione con il ruolo dell'ingegnere medico.

Un dirigente TIM-CSELT (un fisico) ha sottolineato che in TIM ci sono molti fisici in posizioni dirigenziali e questo deriva dalla flessibilità che contraddistingue la figura del fisico. Bisognerebbe anche fare conferenze alle medie per permettere ai ragazzi di proiettarsi nel futuro. Ha aggiunto che il tema energia è molto importante ed ha sottolineato che sarebbe importante introdurre la computazione quantistica. La gestione di un Quantum Computer è lontana dai linguaggi di programmazione, è ancora a livello di porte logiche e questo richiede una competenza specifica e che ci sono tantissimi finanziamenti europei.

Il coordinatore ha ricordato che inizialmente si era partiti con l'idea di introdurre un percorso di computazione quantistica, ma è sembrata ad alcuni una possibilità troppo avanzata per una laurea triennale. Si spera di poter introdurre qualcosa di questi aspetti nei prossimi anni, magari a livello di laurea magistrale.

Il dirigente TIM ha sottolineato che è importante non solo insegnare a programmare ma anche cercare di spiegare cosa sta sotto all'informatica, altrimenti si utilizzano dei tool senza capire che cosa c'è dietro. Avere una cultura più pratica rispetto all'informatica.

Il rappresentante dell'ordine dei Fisici ha appoggiato l'idea di inserire la comunicazione della Fisica ed ha consigliato di fare qualche ora anche di programmazione di basso livello.

Il dirigente TIM ha sottolineato il problema dell'organizzazione del tempo in un corso universitario. A livello italiano ci sono contesti dove gli esami sono ben cadenzati e altri contesti dove si accavallano. È importante cercare di aiutare gli studenti nel percorso ad avere del tempo per studiare.

Il coordinatore del corso ha assicurato che si presterà molta attenzione ad accompagnare gli studenti nell'organizzazione dello studio e degli esami.

Un docente della scuola secondaria ha evidenziato come il corso abbia degli ambiti di grande attualità e possa essere molto vincente, molti dei temi di educazione civica svolti nella scuola secondaria sono relativi alla cittadinanza energetica, sono ambiti molto attuali per la vita lavorativa e per la cultura personale. Bisogna spingere sulla specificità del fisico rispetto all'ingegnere. Aveva iniziato l'università a inizio anni 2000 in una regione del Sud e Fisica Applicata era all'epoca molto rivolta all'ambito elettronico-informatico, però poi è stata chiusa perché molti andavano verso ingegneria. Ha richiesto di mandare materiale informativo alle scuole ed ha richiesto più chiarimenti sull'insegnamento "Fisica dell'energia".

È stato risposto che il corso di Fisica per l'energia è rivolto a tutti gli indirizzi e costituisce una base comune degli aspetti di fisica dell'energia. Alcuni corsi sono ancora bozze che

dovranno essere specificate meglio nel momento in cui verranno scritti fatti i programmi definitivi, tenuto anche conto dei suggerimenti qui emersi.

Un dirigente ARPA ha sottolineato che il percorso è interessante e chiesto dei chiarimenti sugli aspetti ambiente e salute, in particolare che tipo di taglio si pensa di dare. Osservazione sulla professione del fisico: ci sono molti campi dove sono utili le competenze dei fisici per misure di sicurezza ambientale (acustici, elettromagnetici radioprotezione etc).

Sicuramente il tema della misura di radiazione sarà molto importante ma certamente sarà ampliato verso gli altri agenti fisici. Il tema dell'acustica è molto interessante e sarà tenuto in considerazione. Sarebbe interessante introdurre anche una parte sulle radiazioni elettromagnetiche, sull'inquinamento elettromagnetico e su quello acustico.

Il rappresentante dell'ordine dei Fisici ha poi evidenziato il tema del risk management

Risposta: il tema del risk management è più adatto per un altro corso presente nella stessa sede di Vercelli

Un fisico medico dell'ospedale di Novara ha sottolineato che il progetto è decisamente interessante e si è detto disponibile a future collaborazioni

Un dirigente ARPA ha sottolineato che lo studio dei metodi di rilevazione dei parametri fisici dell'ambiente è un tema interdisciplinare perché anche se un radiometro è diverso da un gamma detector ci sono dei concetti comuni come la calibrazione e le incertezze di misura.

Il rappresentante dell'ordine dei fisici ha appoggiato l'idea di un corso di base con un focus su tutti gli agenti fisici. Ha suggerito anche l'opportunità di introdurre le norme UNI: dobbiamo conoscerle sempre di più e applicarle.

Risposta: ci serve molto questo dibattito per poter creare corsi e contenuti utili per gli studenti.

Gli insegnanti di una scuola secondaria hanno chiesto informazioni sull'orientamento e sulla possibilità di organizzare seminari a cui mandare gli studenti e di avere una presentazione del nuovo corso al pomeriggio oppure al sabato mattina. Chiedono se le presentazioni per gli studenti vengano registrate per quelli che non potessero venire. Ci sono atenei che fanno open day anche online. Sembra che le scuole non sappiano che ci siano gli open day.

Risposta: per PCTO c'è un catalogo ufficiale. Si organizzerà una masterclass di radioterapia: i ragazzi sperimentano un piano di trattamento con un software originale. Le informazioni verranno mandate alle scuole interessate.

I dirigenti ARPA si sono detti disponibili a partecipare alle attività di presentazione del corso ad Ivrea.

Alle ore 18:00, al termine della presentazione e della successiva discussione, la riunione si è conclusa.

ART. 45 Eventuali altre iniziative

Dal 2006 l'Università degli Studi del Piemonte Orientale e il Comune di Vercelli (ente accreditato presso il Servizio Civile Universale) hanno iniziato una collaborazione che ha portato alla presentazione di progetti di Servizio Civile che vedono inseriti giovani volontari nelle strutture dell'Ateneo (Dipartimenti, Biblioteche e Amministrazione Centrale). Possono partecipare ai progetti di Servizio Civile ragazzi/e di età compresa tra i 18 e i 28 anni che faranno un'esperienza formativa di un anno con la possibilità di avere un primo approccio con il mondo del lavoro, arricchire il proprio curriculum e il bagaglio delle proprie conoscenze. Il Servizio civile in Ateneo è anche un'importante occasione di crescita

personale, un impegno civile e un prezioso strumento per lo sviluppo sociale.



UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E INNOVAZIONE TECNOLOGICA
SETTORE AMMINISTRAZIONE

Viale T. Michel, 11 – I 15121 Alessandria – (AL)

Università degli Studi del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro

Laurea Triennale in FISICA APPLICATA

D.M. 22/10/2004, n. 270

Regolamento didattico - anno accademico 2023/2024

Mini Syllabus (appendice al Regolamento Didattico)

Syllabus Attività Formativa

Insegnamento / Modulo	Matematica I (Analisi I)	Mathematics I
Obiettivi formativi	Fornire delle solide basi sulla teoria delle funzioni e del calcolo differenziale ed integrale. Lo studente dovrà essere in grado di dedurre le principali caratteristiche di una funzione reale di una variabile reale e dovrà essere in grado di affrontare un problema con il giusto rigore metodologico, sia nella presentazione di un enunciato e di una dimostrazione di un risultato teorico sia nella risoluzione degli esercizi.	Provide solid foundations on the theory of functions and differential and integral calculus. The student must be able to deduce the main characteristics of a real function of a real variable and must be able to face a problem with the right methodological rigour, both in the presentation of a statement and of a proof of a theoretical result and in the resolution of exercises.
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none">- <u>Conoscenza e comprensione</u>: acquisizione delle principali nozioni del calcolo differenziale ed integrale per le funzioni reali di una variabile reale.- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: saper dedurre le principali proprietà qualitative e quantitative per una funzione reale di una variabile reale.- <u>Capacità di apprendimento</u>: lo studente dovrà acquisire una certa padronanza nell'utilizzo del ragionamento logico e nell'applicazione del rigore metodologico necessari per affrontare problemi poggiati sulla modellazione matematica.	<ul style="list-style-type: none">- <u>Knowledge and understanding</u>: acquisition of the main notions of differential and integral calculus for real functions of a real variable.- <u>Applying knowledge and understanding</u>: be able to deduce the main qualitative and quantitative properties for a real function of a real variable.- <u>Learning skills</u>: the student will have to acquire a certain mastery in the use of logical reasoning and in the application of the methodological rigour necessary to face problems based on mathematical modelling.



Contenuti	Il corso si propone di fornire le nozioni basilari su insiemi e funzioni per poi concentrarsi sul calcolo differenziale ed integrale per le funzioni reali di una variabile reale. I principali argomenti che verranno trattati in questo corso sono i seguenti: calcolo dei limiti, continuità, calcolo differenziale e applicazioni, teoria dell'integrazione secondo Riemann, equazioni differenziali ordinarie.	The course aims to provide the basic notions on sets and functions and then to focus on the differential and integral calculus for real functions of a real variable. The main topics that will be covered in this course are the following: calculus of limits, continuity, differential calculus and applications, Riemann integration theory, ordinary differential equations.
------------------	---	---

Insegnamento / Modulo	Chimica	Chemistry
Obiettivi formativi	Presentare chiaramente i principi fondamentali della Chimica. Fornire solide basi per comprendere gli eventi chimici a livello molecolare. Introdurre gli studenti all'uso del concetto struttura-proprietà. Abilità: introdurre gli studenti all'uso del concetto struttura-proprietà ed all'interpretazione molecolare dei fenomeni chimici. Il corso ha anche lo scopo di sviluppare il senso critico che permette allo studente di trarre conclusioni su questioni attinenti agli argomenti trattati. Abilità comunicative: acquisire e saper utilizzare un lessico chimico appropriato in relazione agli equilibri chimici e alle tecniche affrontate nel corso.	Present in a clear way the basic principles of Chemistry. Provide a firm basis for the understanding of chemical events at the molecular level. Introduce students to the relationship between structure and properties. Skills: enable students to use the relationship between structure and properties and to interpret chemical phenomena at the molecular level. This course promotes critical thinking enabling the student to draw conclusions on questions regarding the topics developed. Communication skills: learn and be able to use the proper chemical terms related to chemical equilibrium and the techniques developed in this course.



<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: solide conoscenze teoriche dei concetti fondamentali della chimica (moli, reazioni, legami e struttura molecolare, equilibri, pH delle soluzioni, termodinamica, cinetica, elettrochimica); visualizzazione dei fenomeni chimici dal livello macroscopico a quello microscopico. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: capacità di applicare la teoria per il riconoscimento e l'assegnazione dei nomi dei composti chimici inorganici più comuni, per il bilanciamento di reazioni chimiche; capacità di correlare la struttura chimica alle proprietà fisiche e alla reattività dei composti; capacità di interpretare e razionalizzare le reazioni chimiche da un punto di vista critico e non mnemonico, utilizzando un approccio metodologico scientifico da applicare ai successivi studi. - <u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di interpretare e razionalizzare trasformazioni chimiche da un punto di vista critico, utilizzando un approccio metodologico scientifico; capacità di operare scelte ed esprimere giudizi. - <u>Abilità comunicative</u>: capacità di utilizzare un appropriato linguaggio scientifico nel rispondere alle domande d'esame; acquisizione di un vocabolario di termini chimici per saper esporre argomenti di natura tecnico-concettuale in maniera precisa, concisa e chiara; abilità di relazionare sul lavoro svolto (e più in generale su argomenti chimico-scientifici) in maniera precisa, concisa e chiara. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: firm theoretical knowledge of basic chemical concepts (moles, reactions, bonds and molecular structure, equilibrium, pH of solutions, thermodynamics, kinetics, electrochemistry); visualisation of chemical phenomena from macroscopic to microscopic level. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: being able to apply theory to recognize and assign names to common inorganic compounds, to balance chemical reactions; ability to correlate structure to physical properties and reactivity of compounds; ability to interpret and rationalise chemical reactions with a critical and not purely mnemonic viewpoint, using a scientific method to be applied also in further studies. - <u>Making judgements</u>: ability to interpret and rationalise chemical reactions with a critical and not purely mnemonic viewpoint, using a scientific method; being able to make choices and formulate judgments. - <u>Communication skills</u>: being able to use the appropriate scientific terminology in an examination; acquiring a set of chemical terms enabling an accurate, concise and clear exposition of technical and conceptual topics; being able to report on the work done (and more generally on chemical-scientific topics) in an accurate, concise and clear way.
<p>Contenuti</p>	<p>Il modulo fornisce i concetti di base della chimica generale ed inorganica: conoscenza delle proprietà, composizione e struttura della materia, degli equilibri chimici, termodinamica e cinetica chimica ed elettrochimica.</p>	<p>This course provides the basic concepts of general and inorganic chemistry: knowledge of properties, composition and structure of matter, of chemical equilibrium, of thermodynamics, chemical kinetics and electrochemistry.</p>

<p>Insegnamento / Modulo</p>	<p>Laboratorio di programmazione e analisi dati</p>	<p>Programming and data analysis laboratory</p>
-------------------------------------	--	--



Obiettivi formativi	<p>Lo studente deve essere in grado, dato un semplice problema di analisi dati relativo alla fisica classica, di individuare le tecniche appropriate di calcolo, implementarle in un programma in C, compilarlo, eseguirlo e verificarne la correttezza. Lo studente deve essere in grado di gestire dei sensori (ad esempio di velocità e temperatura) mediante Arduino e il relativo ambiente di sviluppo (IDE). Lo studente deve comprendere le basi della teoria delle incertezze sui dati sperimentali e le modalità di rappresentazione dei dati e delle relative incertezze.</p>	<p>The student must be able, given a simple problem of data analysis in the classical physics domain, to identify the proper computing techniques, implement them in a program written in the C language, compile it, run it and debug it. The student must be able to manage sensors (e.g. of velocity and temperature) via the Arduino Integrated Development Environment. The student must understand the basic facts concerning uncertainties on experimental data and the ways to represent data and their uncertainty.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: acquisizione delle tecniche di base della programmazione in C; acquisizione delle basi dell'analisi dei dati sperimentali comprendenti la statistica descrittiva, la rappresentazione delle relazioni tra osservabili sperimentali e la regressione lineare; introduzione alla gestione di sensori mediante Arduino. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: dato un problema di acquisizione e analisi di dati sperimentali lo studente deve essere in grado di identificare le tecniche utili per e di scrivere un programma in C corrispondente, di compilarlo ed eseguirlo. - <u>Capacità di apprendimento</u>: lo studente dovrà acquisire una sufficiente padronanza nella programmazione scientifica con il linguaggio C, nella gestione di sensori mediante Arduino e nell'analisi statistica dei dati, che sarà utile nei successivi corsi di laboratorio di Fisica. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: acquiring basic techniques of programming in the C language; acquiring basic techniques of experimental data analysis, consisting of descriptive statistics, representation of relationships between observables, linear regression; an introduction to managing sensors using Arduino. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: given a task of acquisition and data analysis, the student must be able to identify techniques useful to solve it, write a corresponding C program, compile it and execute it. - <u>Learning skills</u>: the student must acquire a sufficient mastery of scientific programming with the C language, of managing sensors with Arduino, of statistical data analysis, which will be useful in the subsequent physics laboratory courses.
Contenuti	<p>Il corso si propone di introdurre le basi della programmazione in C con semplici applicazioni all'analisi di dati sperimentali, nonché le basi dell'acquisizione dati da sensori mediante Arduino. I metodi sviluppati con esercitazioni al calcolatore sono finalizzati all'analisi di dati sperimentali nel contesto della fisica classica.</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) tecniche di base della programmazione in C (2) introduzione all'uso di Arduino (3) nozioni di base sulle incertezze di misura (4) statistica descrittiva con esercitazioni: media, varianza, deviazione standard, istogrammi 	<p>The course has the purpose of introducing the basic techniques of programming with the C language, with simple applications to experimental data analysis, as well as introducing the basic management of sensors with Arduino. The methods developed with practical computer sessions are oriented towards the analysis of experimental data in the classical physics setting.</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Basic techniques of programming with the C language (2) Introducing the use of Arduino (3) Basic concepts on measurement uncertainties



	(5) correlazione tra osservabili, metodo della regressione lineare (6) applicazioni della programmazione in C all'analisi dei dati sperimentali	(4) Descriptive statistics (with practical sessions): mean, variance, histograms (5) Correlations between observables, linear regression (6) Applying programming in C to experimental data analysis
--	--	--

Insegnamento / Modulo	Fisica generale I	Physics I
Obiettivi formativi	Padronanza dei concetti, delle leggi fisiche e dei metodi di indagine della fisica classica negli ambiti della meccanica classica, termodinamica e fluidodinamica	Mastery of concepts, physical laws and methods of classical physics for what concerns the fields of classical mechanics, thermodynamics and fluid dynamics
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: acquisizione di una preparazione di base nel campo della fisica classica - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: identificare le leggi fisiche rilevanti in un problema fisico, identificare le grandezze fisiche coinvolte, applicare i metodi dell'analisi matematica per risolvere il problema - <u>Abilità comunicative</u>: discutere problemi e concetti di fisica classica e loro implicazioni concettuali a livello specialistico con linguaggio scientifico - <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza dei principi della fisica classica, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: knowledge of concepts and classical physics in the fields that are covered by the course - <u>Applying knowledge and understanding</u>: identify the laws that are relevant in a practical problem, identify the physical quantities and apply calculus based techniques to solve the problems - <u>Communication skills</u>: discuss problems and concepts of classical physics at a specialist level with appropriate scientific language - <u>Learning skills</u>: reach a mastery of concepts and methods of classical physics that is deep enough to enable autonomous study of problems beyond what can be presented in the course.
Contenuti	Il metodo scientifico. Il sistema internazionale di unità di misura. Incertezza di misura e cifre significative. Cinematica, forze, statica e dinamica. Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. Lavoro ed energia. Leggi di conservazione. Fenomeni oscillatori, elasticità e onde meccaniche. Dinamica rotazionale. Idrostatica, idrodinamica per fluidi reali ed ideali, tensione superficiale. Propagazione del calore, leggi dei gas e teoria di Maxwell. Termodinamica. Diffusione e osmosi.	Introduction to the scientific method. The international system of units. Measurement uncertainty and significant figures. Kinematics, forces, statics and dynamics. Inertial and non inertial reference frames. Work and energy. Conservation laws. Oscillations, elasticity and waves. Hydrostatics, hydrodynamics for ideal and real fluids, surface tension. Heat propagation, gas laws and Maxwell theory. Thermodynamics. Diffusion and osmosis.

Insegnamento /	Laboratorio di Fisica I	Physics laboratory I
-----------------------	--------------------------------	-----------------------------



Modulo		
Obiettivi formativi	Introduzione al metodo sperimentale. Approfondimento della conoscenza delle leggi fisiche studiate nel corso di Fisica generale I attraverso esperienze di laboratorio, applicazione delle competenze informatiche, di rappresentazione ed analisi dati acquisite nel laboratorio di programmazione.	Introduction to the experimental method. Deepening of the understanding of physical laws studied in Physics I course thanks to laboratory experiments, practice of the programming, data representation and data analysis skills that are developed in the computation course.
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: sicurezza in laboratorio, uso della strumentazione di laboratorio, approfondimento della conoscenza dei principi base della fisica classica, metodi statistici per la valutazione dell'incertezza sperimentale. Rafforzamento delle competenze informatiche. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: capacità di effettuare misure in condizioni controllate, di valutare l'incertezza associata, identificare problematiche sperimentali che influiscono sulla precisione ed accuratezza di misura e proporre miglioramenti nelle tecniche sperimentali. Applicare le competenze computazionali all'analisi dati. Capacità di lavorare in gruppo. - <u>Abilità comunicative</u>: capacità di organizzare il lavoro di gruppo (anche in vista del futuro inserimento lavorativo), capacità di comunicare la procedura sperimentale e il risultato di un esperimento attraverso lo strumento della relazione di laboratorio, utilizzando testo, grafici e tabelle - <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza del metodo sperimentale per affrontare con successo gli altri esami e il futuro lavoro in laboratorio. Capacità di identificare problemi nelle procedure sperimentali ed identificare risultati problematici. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: laboratory safety, use of laboratory instrumentation, improvement in the understanding of the basic principles of classical physics and on the statistical methods for the evaluation of the experimental uncertainty. Improvement of programming competences. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: ability to perform measurements in controlled conditions, to evaluate the experimental uncertainty, identify the issues that have an impact on the experimental precision and accuracy and to propose improvements in the experimental techniques. Apply the computing techniques to data analysis. Ability to work in a team. - <u>Communication skills</u>: ability to organise team work (also as an introduction to the future work environment), ability to explain the experimental procedure and the results of an experiment in a lab report, using text, charts and tables. - <u>Learning skills</u>: obtain a good knowledge of the experimental method in view of future studies and work. Ability to spot problems in the experimental procedures and identify problematic data.
Contenuti	Il corso si propone di rivisitare gli argomenti trattati nel corso di Fisica generale I, verificando sperimentalmente alcune delle leggi fisiche trattate oppure sfruttando tali leggi per misurare grandezze fisiche. Seguendo tale percorso lo studente viene introdotto alle tecniche di misura, analisi dati, valutazione dell'incertezza sperimentale e stesura di una relazione di laboratorio che sono alla base dell'indagine sperimentale.	The course will observe experimentally and verify some of the laws that are the subject of Physics I course or, using these laws, allow the student to experimentally measure some physical quantities. The student is introduced to the techniques of measurement, data analysis, evaluation of experimental uncertainty and to writing a laboratory report, which are the basis of the



	<p><u>Argomenti</u>: statistica descrittiva: media, mediana, moda., varianza, deviazione standard. Stima dell'incertezza nelle misure dirette: incertezze di tipo A e B. Stima dell'incertezza nelle misure indirette. Grafici, covarianza, coefficiente di correlazione lineare, regressione lineare. Elementi di probabilità, istogrammi, distribuzioni continue, la distribuzione gaussiana, intervalli fiduciari, accordo tra le misure. La correzione di Student.</p>	<p>experimental work. <u>Program</u>: descriptive statistics: sample mean, median, mode, sample variance, standard deviation. Experimental uncertainties of type A and B. Uncertainty in indirect measurements. Plotting experimental data, covariance, correlation coefficient, linear regression. Elements of probability, histograms, continuous distributions, the gaussian distribution, confidence intervals, comparisons between measurements. Student's correction.</p>
--	--	---

Insegnamento / Modulo	Matematica II (Geometria + Analisi II)	Mathematics II
Obiettivi formativi	Fornire delle solide basi sull'algebra lineare e sulla teoria delle funzioni di più variabili reali e del calcolo differenziale ed integrale. Lo studente dovrà essere in grado di affrontare un problema con il giusto rigore metodologico, sia nel presentare enunciato e dimostrazione di un risultato teorico sia nella risoluzione degli esercizi.	Provide solid foundations on linear algebra and on the theory of functions of several real variables and of differential and integral calculus. The student must be able to face a problem with the right methodological rigour, both in presenting a statement and a proof of a theoretical result and in solving exercises.
Contenuti	Il corso si propone di fornire le nozioni basilari dell'algebra lineare e del calcolo differenziale ed integrale per funzioni di più variabili reali. I principali argomenti che verranno trattati in questo corso sono i seguenti: spazi vettoriali e basi, operazioni tra vettori, matrici e operazioni tra matrici, sistemi lineari, applicazioni lineari, autovalori e autovettori, diagonalizzazione di operatori simmetrici, derivazione parziale, integrazione multipla, integrali di linea e di superficie, forme differenziali e potenziali, formule di Gauss-Green, della divergenza e del rotore.	The course aims to provide the basic notions of linear algebra and differential and integral calculus for functions of several real variables. The main topics that will be covered in this course are the following: vector spaces and basis, operations between vectors, matrices and operations between matrices, linear systems, linear maps, eigenvalues and eigenvectors, diagonalization of symmetric operators, partial differentiation, multiple integration, line and surface integrals, differential and potential forms, Gauss-Green, divergence and curl formulas.

Insegnamento / Modulo	Fisica e matematica per il cittadino	Science for the citizen
Obiettivi formativi	Obiettivo del corso è sviluppare le soft skills necessarie per argomentare e divulgare le idee scientifiche in contesti diversi e attraverso differenti canali di comunicazione. Pertanto, obiettivo formativo è acquisire le conoscenze	The purpose of this course is to develop soft skills useful to argue and explain scientific ideas in different settings and through different communication channels. Therefore, the educational goal



	necessarie in ambito educativo e comunicativo sui temi della comunicazione scientifica	is to acquire the necessary knowledge in the education and communication sectors on the topic of scientific communication.
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: acquisizione dei concetti e dei costrutti teorici di base nell'ambito della comunicazione della scienza, delle problematiche legate alla divulgazione, sia in presenza che attraverso i media. Consapevolezza riguardo all'incertezza nei risultati scientifici (sperimentali e teorici), alla teoria della probabilità come logica dell'incerto e agli usi e abusi della statistica. Competenze di modellizzazione matematica dei fenomeni. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: saper produrre materiali divulgativi e formativi sui temi di attualità della matematica e della scienza - <u>Abilità comunicative</u>: capacità di esporre al pubblico non specialistico gli aspetti di base del metodo scientifico, della matematica e delle scienze con particolare riguardo alla fisica. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: acquiring basic theoretical concepts regarding science communication, problems related to popularisation, both in person and through media. Awareness of the uncertainty attached to scientific results (both experimental and theoretical), of probability theory as the logic of the unknown, of uses and abuses of statistics. Knowledge about mathematical models of phenomena. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: being able to produce popularisation and educational materials on contemporary topics of mathematics and science. - <u>Communication skills</u>: being able to present to a non specialised audience the basic aspects of the scientific method, of mathematics, of sciences with particular attention to physics.
Contenuti	Cenni alla comunicazione della scienza, problematiche legate alla divulgazione, sia in presenza che attraverso i media. L'incertezza nei risultati scientifici (sperimentali e teorici). La teoria della probabilità come logica dell'incerto. Usi e abusi della statistica. Modellizzare i fenomeni: pregi e difetti dei modelli. Esempi: modelli di crescita, modelli epidemici, ecc. La scienza come impresa pubblica. Valutazione dei lavori scientifici. Formazione del consenso. Open access: l'esempio di arXiv. Alcuni grandi temi scientifici e la loro comunicazione: energia, clima, ecc.	Outline of science communication, problems related to popularisation, both in presence and through media. The uncertainty on scientific results (both experimental and theoretical). Probability theory as the logic of the unknown. Uses and abuses of statistics. Modelling phenomena: virtues and shortcomings of models. Examples: models of growth, of epidemic, etc. Science as a public undertaking. Evaluating scientific papers. Consensus building. Open access: the example of arXiv. Some major scientific topics and their popularisation: energy, climate, etc.

Insegnamento / Modulo	Matematica III (Probabilità e Statistica + Metodi numerici)	Mathematics III
------------------------------	--	------------------------



<p>Obiettivi formativi</p>	<p>Fornire conoscenze sulle principali nozioni della statistica descrittiva, del calcolo delle probabilità e della statistica inferenziale, con particolare attenzione alla stima dei parametri.</p> <p>Fornire conoscenze riguardanti i metodi numerici di base e l'analisi delle loro principali proprietà; sviluppare la capacità dello studente all'utilizzo corretto e consapevole ed alla implementazione su calcolatore degli strumenti matematici introdotti.</p>	<p>Provide knowledge on the main notions of descriptive statistics, probability calculus and inferential statistics, with particular attention to parameters estimation.</p> <p>Provide knowledge about basic numerical methods and the analysis of their main properties; develop the student's ability to correctly and consciously use and implement on the computer the mathematical tools introduced.</p>
<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: studio delle basi teoriche (teoremi, definizioni) delle tecniche statistiche e numeriche e studio delle loro applicazioni. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: piena capacità di applicazione delle tecniche di calcolo e di analisi fornite dal corso. Sviluppo di software necessario, uso dei metodi automatico di calcolo già disponibili e implementazione di nuovi algoritmi. - <u>Abilità comunicative</u>: essere capaci di fornire in modo sia orale sia scritto i dettagli del calcolo e dei risultati dell'applicazione dei metodi al problema. Capacità di comunicare le procedure di calcolo tramite l'analisi dettagliata degli stadi di un calcolo sia manuale che automatico tramite l'implementazione di software. - <u>Capacità di apprendimento</u>: acquisizione di una buona padronanza dei metodi statistici e numerici, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: a study of the theoretical foundations (theorems, definitions) of statistical and numerical techniques and study of their applications. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: full ability to apply the calculation and analysis techniques provided by the course. Development of necessary software, use of already available automatic calculation methods, and implementation of new algorithms. - <u>Communication skills</u>: be able to provide both orally and in writing the details of the calculation and the results of applying the methods to the problem. Ability to communicate calculation procedures through the detailed analysis of the stages of both manual and automatic calculation through the implementation of software. - <u>Learning skills</u>: acquisition of a good mastery of statistical and numerical methods, in order to be able to expand one's knowledge in the continuation of the studies.
<p>Contenuti</p>	<p>Richiami di Statistica descrittiva sui principali indicatori statistici.</p> <p>Elementi di probabilità: proprietà assiomatiche della probabilità, probabilità condizionata e Teorema di Bayes, variabili aleatorie discrete e continue e loro principali modelli. Statistica inferenziale e stima dei parametri.</p> <p>Metodi Numerici: aritmetica finita ed analisi dell'errore, risoluzione numerica di sistemi lineari mediante metodi diretti, interpolazione polinomiale, integrazione numerica. Introduzione al Matlab.</p>	<p>Review of descriptive statistics on the main statistical indices.</p> <p>Elements of probability: axiomatic properties of probability, conditional probability and Bayes Theorem, discrete and continuous random variables and their main models. Inferential statistics and parameter estimation. Numerical Methods: finite arithmetic and error analysis, numerical resolution of linear systems by direct methods, polynomial interpolation, numerical integration. Introduction to Matlab.</p>



Insegnamento / Modulo	Fisica generale II	Physics II
Obiettivi formativi	Lo scopo del corso è permettere di comprendere i fenomeni elettromagnetici, la sintesi delle equazioni di Maxwell, la produzione e le caratteristiche delle onde elettromagnetiche, la relatività ristretta.	The aim of this course is to teach the electromagnetic processes, Maxwell's equations, the production of electromagnetic waves and their properties and introduce special relativity.
Risultati di apprendimento attesi	<p>- <u>Conoscenza e comprensione</u> - Comprensione delle leggi fondamentali dell'elettricità e del magnetismo, delle applicazioni ai circuiti, della generazione e propagazione delle onde elettromagnetiche. Conoscere gli ambiti dove si evidenzia la natura ondulatoria e corpuscolare della luce. Introduzione alla relatività ristretta.</p> <p>- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> - Analizzare problemi di media difficoltà che coinvolgono fenomeni elettromagnetici e di risolverli anche utilizzando le tecniche dell'analisi differenziale.</p> <p>- <u>Abilità comunicative</u> - Comprendere e saper discutere, anche in prospettiva storica, le leggi dell'elettromagnetismo e gli aspetti di unificazione e dualità collegati alla teoria dell'elettromagnetismo e il cambiamento della visione della realtà collegato alla teoria della relatività ristretta.</p> <p>- <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza dei contenuti fisici e del formalismo matematico dell'elettromagnetismo classico, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi.</p>	<p>- <u>Knowledge and understanding:</u> Understanding of fundamental laws of electricity and magnetism and their application to circuits and generation and propagation of electromagnetic waves. Discussion of the applicability of corpuscular and wave theory of light. Introduction to special relativity.</p> <p>- <u>Applying knowledge and understanding:</u> Analyze problems of average complexity involving electromagnetism and solve them also using calculus.</p> <p>- <u>Communication skills:</u> Understand and be able to discuss, also from a historical perspective, the laws of electromagnetism and discuss the unification and duality aspects of the theory. Be aware of and be able to discuss the cultural impact of the theory of special relativity.</p> <p>- <u>Learning skills:</u> Obtain a good understanding of electromagnetic laws and of their formalism to be able to identify and apply the same techniques in other courses.</p>
Contenuti	Elettrostatica. Circuiti in corrente continua e quasi stazionari. Magnetismo. Campi variabili e induzione elettromagnetica. Induttanza e correnti alternate. Equazioni di Maxwell e onde elettromagnetiche. Derivazione delle leggi di propagazione della luce e applicazioni. Introduzione alla relatività ristretta. Effetto fotoelettrico e natura corpuscolare della luce.	Electrostatics. DC circuits and quasi static circuits. Magnetism. Variable fields and electromagnetic induction. Inductance and AC circuits. Maxwell equations and electromagnetic waves. Light propagation and application. Introduction to special relativity. Photoelectric effect and corpuscular nature of light.

Insegnamento / Modulo	Laboratorio di Fisica II	Physics laboratory II
-----------------------	--------------------------	-----------------------



Obiettivi formativi	<p>Il corso completa la trattazione dei fenomeni elettromagnetici trattando l'ottica geometrica, interferenza, diffrazione, fenomeni di polarizzazione, i circuiti in corrente alternata, diodi, transistor e semplici circuiti.</p>	<p>The course complements the study of electromagnetism with geometrical optics, interference, diffraction, polarisation, AC circuits and other electronics devices like diodes, transistors, and simple electronic circuits.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u> - Approfondimento dei risvolti applicativi dell'elettromagnetismo relativi alla propagazione e trasmissione della luce, alla propagazione di corrente continua e alternata, all'utilizzo di resistenze, condensatori ed induttanze in semplici circuiti e all'utilizzo dei più semplici dispositivi a semiconduttore. Sicurezza elettrica. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> - Acquisire la capacità di predisporre un sistema sperimentale ed effettuare semplici misure di ottica. Utilizzo consapevole e corretto di strumenti elettronici come generatori, multimetri e oscilloscopi. Progettazione e realizzazione di semplici circuiti elettrici. - <u>Autonomia di giudizio</u>: Saper valutare la correttezza del metodo utilizzato e dei risultati ottenuti. Valutare la correttezza di una relazione di laboratorio attraverso il metodo della peer-review. - <u>Abilità comunicative</u> - Capacità di organizzare il lavoro di gruppo, capacità di comunicare le procedure sperimentali utilizzate attraverso lo strumento della relazione di laboratorio, capacità di utilizzare tabelle e grafici per comunicare le specifiche di funzionamento di un circuito o componente elettrico. - <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza dei metodi sperimentali dell'elettromagnetismo, dei circuiti elettrici e dell'ottica, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: application of electromagnetism to light propagation in physical optics and geometrical optics. DC and AC circuits with resistors, capacitors, inductances, diodes, and transistors. Electrical safety. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: the ability to set up an experimental apparatus to perform optical measurements. Use of electronic instruments like generators, multimeters, and oscilloscopes. - <u>Making judgments</u>: evaluate the correctness of the experimental method used and of the consistency of the obtained results. Evaluate the correctness of a laboratory report using the peer-review method. - <u>Communication skills</u>: ability to organise teamwork, ability to report the experimental procedures and the results in a written paper, using tables and charts to detail the specifications of a circuit or electrical component. - <u>Learning skills</u>: use of experimental methods of optics to investigate the behaviour of an optical system. Use the methods of electronics to evaluate or troubleshoot an electrical circuit.



Contenuti	<p>Ottica geometrica e complementi di ottica fisica. Misure spettroscopiche e di assorbimento luminoso. Complementi su circuiti in corrente continua ed alternata e misure elettriche. Filtri RC, LC, RLC. Dispositivi a semiconduttore: diodi, transistor e loro utilizzo circuitale. Uso di multimetri, alimentatori, generatori di segnale e dell'oscilloscopio. Sperimentazioni in laboratorio sui diversi argomenti.</p>	<p>Geometrical optics and complements of physical optics. Spectroscopic and absorbance measurements. Complement on DC and AC circuits and electrical measurements. RC, LC, RLC filters. Semiconductor devices: diodes and transistors and their application to electrical circuits. Use of multimeters, power supply, waveform generator, and oscilloscopes. Laboratory work on these subjects.</p>
------------------	---	---

Insegnamento / Modulo	Metodi e modelli matematici per le scienze applicate	Mathematical methods and models for applied sciences
Obiettivi formativi	<p>Fornire conoscenze riguardanti i metodi matematici fondamentali di base e l'analisi delle loro principali proprietà; sviluppare la capacità dello studente all'utilizzo corretto degli strumenti matematici in relazione al problema fisico da analizzare</p>	<p>Provide the knowledge on fundamental and basic mathematical methods and the analysis of the relevant properties; develop the student skills to a correct use of mathematical tools adequate to the physical problem to be analysed.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u> - Studio delle basi teoriche (teoremi, definizioni) delle matematiche necessarie per le scienze applicate. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> - Piena capacità di applicazione delle tecniche di calcolo e di analisi fornite dal corso. Sviluppo di software necessario, uso dei metodi automatico di calcolo già disponibili e implementazione di nuovi algoritmi. - <u>Abilità comunicative</u> - Essere capaci di fornire in modo sia orale sia scritto i dettagli del calcolo e dei risultati dell'applicazione dei metodi al problema. Capacità di comunicare le procedure di calcolo tramite l'analisi dettagliata degli stadi di un calcolo sia manuale che automatico tramite l'implementazione di software. - <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza dei metodi matematici avanzati per le scienze applicate, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: acquisition of the theoretical basis (theorems and definitions) of mathematical methods for applied sciences. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: Full ability to apply the computation techniques and analysis provided by the course. Developing needed software using already available automatic calculus and implementation of new algorithms. - <u>Communicative Skills</u>: Being able to provide either written or oral details of the computation and of the results for the problem. Communicative skill regarding the computation procedure by means of a detailed analysis of computations, either by manual techniques or with a computer. - <u>Learning skills</u>: the student will have to acquire a certain mastery in the use of advanced mathematical tools to expand their knowledge for advanced courses.



Contenuti	Equazioni differenziali alle derivate parziali, lineari, non lineari. Metodi di risoluzione e metodi numerici. Serie di potenze, serie di funzioni, serie di Fourier. Trasformata di Fourier e trasformata di Laplace. Calcolo di integrali con vari metodi. Integrali parametrici e integrali multipli. Basi semplici di geometria differenziale, concetto di metrica, curvatura e geodetiche e varie applicazioni. Cenni alle distribuzioni.	Partial differential equations, linear and non linear. Resolution methods and numerical methods. Power series, Series of functions and Fourier Series. Fourier and Laplace transform. Integration by several methods. Multiple integrals and parametric integrals. Fundamental basis of differential geometry, concepts as metric, curvature, geodesics and several applications. Some basic notions on distributions.
------------------	--	--

Insegnamento / Modulo	Meccanica quantistica	Quantum mechanics
Obiettivi formativi	Fornire conoscenze riguardanti i principi fondamentali di base della meccanica quantistica, i principali risultati, gli aspetti rilevanti per la fisica atomica e la fisica nucleare e subnucleare. Sia da un punto di vista storico, matematico fisico e applicativo.	Provide the fundamental principles of quantum mechanics, the most relevant results for atomic physics, nuclear and subnuclear physics. From historical, mathematical, physical, and from the point of view of several important applications.
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u> - Studio delle basi teoriche e matematiche della meccanica quantistica e le varie applicazioni e risultati. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> - Piena capacità di utilizzare le tecniche di calcolo della meccanica quantistica per formulare i problemi fisici dove il regime quantistico è essenziale (fisica delle particelle, computazione quantistica, radiodiagnostica). - <u>Abilità comunicative</u> - Essere capaci di fornire in modo sia orale sia scritto i dettagli del calcolo e dei risultati dell'applicazione dei metodi al problema. - <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza delle basi concettuali e formali della meccanica quantistica, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding:</u> acquisition of the theoretical basis of Quantum Mechanics and of its various applications and results. - <u>Applying knowledge and understanding:</u> Full ability to apply the computation techniques of quantum mechanics where the quantum regime is essential (particle physics, quantum computation, and radio medical screening NMR, PET, ...) - <u>Communicative Skills:</u> Being able to provide either written or oral details of the computation and of the results for the quantum problems. - <u>Learning skills:</u> the student will have to acquire a certain mastery in basic quantum mechanics. the use of advanced mathematical tools to expand their knowledge for advanced courses. Notice that quantum mechanics requires a complete change of thinking paradigm with respect to classical mechanics.



Contenuti	Basi critiche della meccanica quantistica. Definizione di stato quantistico, definizione degli operatori e delle osservabili. Formulazione dei sistemi quantistici elementari, risoluzione dei problemi. Evoluzione degli stati quantistici, metodi perturbativi. Applicazioni ai sistemi atomici e nucleari. Applicazioni moderne alla computazione quantistica.	Critical Basis of quantum mechanics. Definition of a quantum state, the definition of operators and observables. Formulation of elementary quantum systems. Evolution of quantum systems, perturbative methods. Application to atomic and nuclear systems. Application to quantum computations: both from the hardware point of view and theory point of view.
------------------	---	--

Insegnamento / Modulo	Struttura della materia, meccanica statistica e laboratorio	Structure of matter, statistical mechanics and laboratory
Obiettivi formativi	Fornire conoscenze riguardanti i principi fondamentali di base della meccanica statistica e della fisica della materia, i principali risultati, gli aspetti rilevanti per la fisica atomica e per la scienza dei materiali. Sia da un punto di vista storico, matematico fisico e applicativo.	Provide the fundamental principles of statistical mechanics and the physics of condensed matter, the most relevant results for atomic physics, and the science of materials. From historical, mathematical, physical, and from the point of view of several important applications.
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u> - Studio delle basi teoriche (teoremi, definizioni) delle tecniche statistiche e studio della applicazione alla struttura della materia. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> - Trasferimento dal contesto teorico a contesto pratico dell'applicazione delle tecniche apprese nell'ambito dei settori fisici interessati dalla presente laurea (energia per l'ambiente, fisica della salute, comunicazione della fisica). - <u>Abilità comunicative</u> - Essere capaci di fornire in modo sia orale sia scritto i dettagli del calcolo e dei risultati dell'applicazione dei metodi a problemi di meccanica statistica. - <u>Capacità di apprendimento</u> - Acquisizione di una buona padronanza dei metodi della meccanica statistica, in modo da poter espandere le proprie conoscenze nel proseguimento degli studi. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding:</u> acquisition of the theoretical basis of Statistical Mechanics and of Condensed Matter and its various applications to study different states of matter. - <u>Applying knowledge and understanding:</u> Full ability to apply the computation techniques of statistical mechanics in the physical questions involved in the present degree courses (physics of energy, health and medicine physics, communication of physics). - <u>Communicative Skills:</u> Being able to provide either written or oral details of the computation and of the results for the statistical mechanics' problems. - <u>Learning skills:</u> the student will have to acquire a certain mastery in basic statistical mechanics, the use of advanced mathematical tools to expand their knowledge for advanced courses. Statistical mechanics has a deep root in several modern applications of probability theory and multi-agent models.



Contenuti	<p>Basi della struttura della materia e della meccanica statistica. Applicazione alla fisica dello stato solido e meccanismi quantistici della descrizione della materia. Basi della meccanica statistica. Applicazioni e risultati fondamentali connessi con la termodinamica e con relazione all'informazione.</p> <p>Esperienze di laboratorio: determinazione di concentrazione di cariche, della mobilità dei portatori e del gap di materiali semiconduttori (effetto Hall, fotoconducibilità); diffrazione di raggi X su cristalli.</p>	<p>Basis of condensed matter systems and statistical mechanics. Applications to the physics to solid state physics, or quantum description of condensed matter systems. Applications in connection with thermodynamics and information theory.</p> <p>Laboratory experiments: determining charge concentration, carrier mobility and gap of semiconductor materials (Hall effect, photoconductivity); X-ray diffraction on crystals.</p>
------------------	--	--

Insegnamento / Modulo	Fisica dell'energia	Physics of energy
Obiettivi formativi	<p>Fornire le basi fisiche e gli strumenti teorici per l'analisi dei processi energetici. Lo studente dovrà essere in grado di studiare un processo fisico dal punto di vista energetico, individuando le forme di energie coinvolte e i meccanismi di trasformazione. Dovrà essere in grado di valutare comparativamente le varie fonti di energia e di analizzare i sistemi energetici nazionali e internazionali.</p>	<p>Provide the physical basis and theoretical tools for the analysis of energy processes. The student should be able to study a physical process from an energy point of view, identifying the forms of energy involved and the mechanisms of transformation. He/she should be able to comparatively evaluate various energy sources and analyse national and international energy systems.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione delle leggi e delle metodologie fisiche che permettono di analizzare i processi di produzione, trasformazione e uso dell'energia. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Saper applicare le nozioni e le tecniche apprese all'analisi dei sistemi energetici e alla valutazione comparativa delle varie fonti di energia. - <u>Autonomia di giudizio</u>: Saper analizzare in modo critico la letteratura recente in campo energetico. - <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione della capacità di approfondire alcuni temi sulla letteratura specialistica e di aggiornare le proprie conoscenze alla luce dei progressi delle ricerche in campo energetico. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: Acquisition of the laws and physical methodologies that enable the analysis of energy production, transformation and use processes. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: To be able to apply the concepts and techniques learned to the analysis of energy systems and the comparative evaluation of various energy sources. - <u>Making judgements</u>: Know how to critically analyse recent literature in the energy field. - <u>Learning skills</u>: Acquire the ability to explore some topics on the specialised literature and update their knowledge in light of advances in the research in the energy field.



Contenuti	Il corso affronta da un punto di vista fisico le principali questioni relative all'energia: le forme di energia (dai sistemi più semplici ai sistemi complessi), le trasformazioni dell'energia e le leggi che le governano, le fonti energetiche, gli usi dell'energia, la relazione tra energia e informazione.	The course addresses from a physical perspective the main issues related to energy: forms of energy (from the simplest to complex systems), energy transformations and the laws governing them, energy sources, uses of energy, and the relationship between energy and information.
------------------	---	--

Insegnamento / Modulo	Fisica applicata all'ambiente e alla salute	Applied physics for environment and health
Obiettivi formativi	<p>Fornire delle solide basi sui principi di funzionamento di dispositivi basati su tecnologie fisiche, tra cui: rivelatori di radiazione, laser, microscopi ottici ed elettronici, LED, celle fotovoltaiche. Lo studente dovrà essere in grado di comprendere il ruolo di questi dispositivi per diverse applicazioni in campo ambientale e medico, anche mediante casi di studio. Lo studente dovrà essere in grado di fare il collegamento tra i principi di fisica fondamentale e le applicazioni. Dovrà essere in grado di comprendere a fondo la letteratura specializzata e di tenersi al passo con gli sviluppi tecnologici.</p>	<p>Provide a solid foundation on the principles of operation of devices based on physical technologies, including: radiation detectors, lasers, optical and electron microscopes, LEDs, photovoltaic cells. The student should be able to understand the role of these devices for various environmental and medical applications, including through case studies. The student should be able to make the connection between fundamental physics principles and applications. He/she should be able to thoroughly understand the specialized literature and keep in touch with technological developments.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione dei metodi e dei principi di funzionamento di dispositivi largamente usati per applicazioni della fisica all'ambiente e alla salute. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Saper individuare i metodi e i dispositivi adeguati per affrontare problemi ambientali e medici che possono giovare di tecnologie fisiche. - <u>Autonomia di giudizio</u>: Saper analizzare in modo critico la letteratura recente sulle applicazioni della fisica ai temi dell'ambiente e della salute. - <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione di una certa padronanza della letteratura sulle applicazioni studiate, in modo da poter espandere le proprie conoscenze a seguito dei progressi tecnologici futuri. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: Acquisition of methods and operating principles of devices widely used for applications of physics to the environment and health. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: Knowing how to identify the appropriate methods and devices to address environmental and medical problems that can benefit from physical technologies. - <u>Making judgements</u>: To be able to critically analyse the recent literature on the applications of physics to environmental and health issues. - <u>Learning skills</u>: Acquisition of some mastery of the literature on the applications studied, so that one can expand his/her knowledge



		following future technological advances.
Contenuti	<p>Introduzione al corso: dalla fisica di base alle applicazioni. Interazione radiazione-materia, in particolare per radiazioni ionizzanti. Rivelatori di radiazione e prime applicazioni alla fisica dell'ambiente e della salute. Principi di funzionamento e applicazioni del laser. Principi di funzionamento della microscopia ottica ed elettronica con alcune applicazioni. Principio di funzionamento del diodo a semiconduttore e applicazioni: LED, cella fotovoltaica. Caso di studio: studio del bilancio energetico di una abitazione a basso impatto ambientale con valutazione degli scambi termici con l'ambiente e uso di un impianto fotovoltaico. Caso di studio: valutazione della qualità di immagini medicali, ad esempio: angiografia con mezzo di contrasto.</p>	<p>Introduction to the course: from basic physics to applications. Radiation-matter interaction, in particular for ionising radiation. Radiation detectors and first applications to environmental and health physics. Operating principles and applications of the laser. Operating principles of optical and electron microscopy with some applications. Working principle of semiconductor diode and applications: LED, photovoltaic cell. Case study: study of the energy balance of a low environmental impact house with assessment of heat exchanges with the environment and use of a photovoltaic system. Case study: Evaluation of the quality of medical images, for example: contrast angiography.</p>
Insegnamento / Modulo	Temi della sostenibilità energetica	Topics of energetic sustainability
Obiettivi formativi	<p>Fornire la capacità di analisi integrata delle diverse discipline sulle grandi sfide della sostenibilità, come ad esempio i cambiamenti climatici, la biodiversità, la logistica e la pianificazione territoriale, etc. Stimolare la ricerca mirata all'analisi dell'impatto dei diversi fattori che influenzano la sostenibilità, al fine di elaborare un modello complesso e multidisciplinare di analisi.</p>	<p>Provide the ability to perform an integrated analysis based on different disciplines of the great challenges of sustainability, like e.g. climatic change, biodiversity, logistics and regional development planning, and so on. Stimulate research aimed at analysing the impact of different factors on sustainability, in order to elaborate a complex and multidisciplinary model.</p>



<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u> dei temi della sostenibilità e delle loro interconnessioni in un ambito transdisciplinare. - <u>Capacità di applicare</u>, con un approccio multidisciplinare, la visione della sostenibilità ai vari ambiti, scientifico, economico, sociale e della salute. - <u>Autonomia di giudizio</u>: Saper analizzare in modo critico la letteratura recente sulla sostenibilità energetica. - <u>Abilità nella comunicazione</u>: Capacità di comunicare efficacemente gli obiettivi di sostenibilità energetica e le relative motivazioni scientifiche. - <u>Capacità di apprendimento</u> in maniera autonoma concetti base nelle diverse discipline e loro integrazione in un modello della sostenibilità. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: knowing and understanding the sustainability topics and their interconnections in a transdisciplinary setting. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: being able to apply, with a multidisciplinary approach, the sustainability vision to scientific, economic, social and health scopes. - <u>Making judgements</u>: Being able to analyse in a critical way recent publications on energetic sustainability. - <u>Communication skills</u>: Ability to effectively communicate the goals of energetic sustainability and the related scientific reasons. - <u>Learning skills</u>: being able to autonomously learn the basic concepts of the various disciplines and their integration in a model for sustainability.
<p>Contenuti</p>	<p>L'agenda 2030 dell'ONU. I 17 obiettivi (goals) dell'agenda verranno introdotti e descritti da esperti dei vari campi. In particolare, il corso si focalizzerà sui goals che riguardano i temi clima ambiente e sostenibilità energetica:</p> <p>Goal 6: Acqua pulita e servizi igienico-sanitari; Goal 7: Energia pulita e accessibile; Goal 11: Città e comunità sostenibili; Goal 12: Consumo e produzione responsabili; Goal 13: Lotta contro il cambiamento climatico; Goal 14: Vita sott'acqua; Goal 15: Vita sulla Terra. Inoltre verranno dati cenni sulla sostenibilità nei sistemi socio-economici.</p>	<p>The U.N. 2030 agenda for Sustainable Development. The 17 goals (SDG) of the 2030 agenda will be presented by experts in the various fields. In particular this course will focus on goals related to energetic sustainability, climate and environment:</p> <p>SDG 6: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all; SDG 7: Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all; SDG 11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable; SDG 12: Ensure sustainable consumption and production patterns; SDG 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts; SDG 14: Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development; SDG 15: Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss.</p> <p>In addition a mention will be made of sustainability in socio-economic systems.</p>



Insegnamento / Modulo	Fondamenti di fisica moderna	Foundations of modern physics
Obiettivi formativi	Fornire un panorama degli sviluppi della fisica moderna nei campi della fisica nucleare, della fisica delle particelle, della fisica dello stato solido, dell'astrofisica e della cosmologia. Gli aspetti di didattica anche in laboratorio vengono approfonditi in altri insegnamenti.	Provide an overview on recent developments of modern physics in the fields as nuclear physics, particle physics, solid state physics, astrophysics, and cosmology. Pedagogical aspects (teaching of advanced physics argument) will be discussed in other courses and the labs.
Risultati di apprendimento attesi	<p>- <u>Conoscenza e comprensione</u>: il corso si propone di fornire alcune basi della fisica moderna sia per la didattica della fisica negli ultimi anni delle scuole secondarie, per comprendere le notizie scientifiche che vengono divulgate e per aprire la strada all'interesse della fisica verso una laurea magistrale.</p> <p>- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: il corso propone delle metodologie di indagine basate sullo studio della letteratura adeguata e quindi di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito didattico, di divulgazione e di consulenza scientifica ad altri enti.</p> <p>- <u>Abilità comunicative</u> - Essere capaci di fornire in modo sia orale sia scritto i dettagli delle nozioni apprese nel corso. Preparazione di un articolo scientifico.</p> <p>- <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione di una certa padronanza della letteratura sui temi studiati, in modo da poter espandere le proprie conoscenze a seguito dei progressi scientifici futuri.</p>	<p>- <u>Knowledge and understanding</u>: The course is intended to provide some of the basis of modern physics to be taught in the last years of secondary schools. It provides the tools to understand the scientific notions underlying the news on physics and to open the interest toward an advanced course in physics (Laurea Magistrale)</p> <p>- <u>Applying knowledge and understanding</u>: The course will provide tools and techniques based on the study of existing literature and to apply acquired knowledge for pedagogical interests, and for outreach. It also serves as a basis for consulting private and public companies.</p> <p>- <u>Communicative Skills</u>: Being able to provide either written or oral details of the notions acquired in the course. Preparation of a scientific article.</p> <p>- <u>Learning skills</u>: the student will have to acquire a certain mastery in the literature studied in the course to expand his own knowledge toward future studies in physics.</p>
Contenuti	<p>1. Fisica nucleare: dimensioni dei nuclei, stabilità e instabilità dei nuclei, decadimenti radioattivi, reazioni nucleari, fissione e fusione nucleare; 2. Fisica delle particelle: elementi di base, le forze mediate da particelle, le basi del modello standard delle particelle, nomenclatura e numeri quantici. I calcoli di precisione e i successi della Elettrodinamica Quantistica;</p> <p>3. Fisica dello stato solido: struttura dei</p>	<p>1. Nuclear physics: the dimension of the nuclei, stability, and instability of nuclei, radioactive decay, nuclear reactions, fission, and nuclear fusion.</p> <p>2. Particle Physics: fundamentals, forces by means of a particle, basis of the standard model of particles, and their quantum numbers. Precision computations and the success of QED.</p> <p>3. State Solid physics: state of</p>



	<p>solidi, dei liquidi e dei gas, applicazioni di meccanica statistica e transizioni di fase, elettrodinamica nei sistemi materiali e onde e.m. Concetti di base della teoria quantistica dei ferromagneti e rottura della simmetria; 4. Astrofisica: le basi della fisica delle stelle e delle altre strutture dell'universo: galassie, nebulose, buchi neri, radiazione cosmologica di fondo, materia oscura e energia oscura; 5. Cosmologia: le basi della relatività ristretta e generale e la teoria dell'evoluzione dell'universo. Big Bang, Inflazione, formazione delle stelle e delle galassie e gli esperimenti moderni: dalla costante di Hubble al telescopio J. Webb. Le onde gravitazionali e l'astronomia del futuro.</p>	<p>matter, fluids, and gases. Applications of statistical mechanics, phase transitions, QED in condensed matter. The basic concept of quantum mechanics of ferromagnet and symmetry breaking 4. Astrophysics: the basis of star physics and of other universe structures: galaxies, black holes, microwave background radiation, dark matter, and dark energy. 5. Cosmology: basis of general relativity and evolution of the universe: Big Bang, inflation, star and galaxies formation, new experiments: from Hubble constant to J.Webb telescope and gravitational waves.</p>
--	--	--

Insegnamento / Modulo	Storia e didattica della fisica	History and teaching of physics
Obiettivi formativi	<p>Fornire elementi di storia della fisica mediante esempi dei più significativi sviluppi teorici e sperimentali. Collegare gli aspetti storico-epistemologici allo sviluppo di percorsi didattici in fisica relativamente ad argomenti previsti dalle Indicazioni Nazionali per i licei e dalla Linee Guida per gli istituti tecnici e professionali.</p>	<p>Provide elements of history of physics through examples of the most important theoretical and experimental developments. Connect the historic and epistemological aspects with the development of teaching programs in physics on topics listed in the National Recommendations for high schools and in the Guidelines for technical and professional institutes.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: Conoscenza di alcuni dei principali sviluppi teorici e sperimentali della fisica da Galileo all'epoca attuale. Acquisire consapevolezza del valore culturale della disciplina e della sua evoluzione storica ed epistemologica. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Saper individuare aspetti significativi e scegliere metodologie efficaci per esporre adeguatamente i progressi teorici e sperimentali della fisica in un contesto didattico. - <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione di una certa padronanza della letteratura sulla storia e sulla didattica della fisica, in modo da poter espandere le proprie conoscenze a seguito degli sviluppi futuri. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: Knowledge of the most important theoretical and experimental developments in physics from Galileo to the present time. Becoming aware of the cultural value of the discipline and of its historical and epistemological evolution. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: Being able to identify significant aspects and to choose effective methods to adequately explain the theoretical and experimental advances of physics in a didactic setting. - <u>Learning skills</u>: Acquiring a certain mastery of the publications on history and didactics of physics, being able to expand one's knowledge in order to include recent developments.



Contenuti	1) Sviluppo della meccanica da Galileo a Newton a Einstein. 2) Lo studio dell'efficienza delle macchine termiche e lo sviluppo della termodinamica. 3) L'effetto fotoelettrico e l'ipotesi del fotone. 4) Rutherford e Bohr: la scoperta del nucleo e il primo modello atomico. 5) Le famiglie di particelle subnucleari e il modello a quark. 6) L'espansione dell'Universo e il modello del Big Bang 7) La scoperta delle onde gravitazionali.	1) Developments of mechanics from Galileo to Newton to Einstein. 2) The investigation on the efficiency of heat engines and the development of thermodynamics. 3) The photoelectric effect and the photon hypothesis. 4) Rutherford and Bohr: discovery of the nucleus and the first model of the atom. 5) Families of subnuclear particles and the quark model. 6) The expanding Universe and the Big Bang model. 7) Discovery of gravitational waves.
------------------	--	---

Insegnamento / Modulo	Misura delle costanti fisiche fondamentali	Measuring fundamental physical constants
Obiettivi formativi	<p>Fornire una esperienza diretta di misura delle principali costanti fisiche fondamentali con metodi moderni. Lo studente dovrà essere in grado di comprendere il ruolo della misura delle costanti fondamentali nel Sistema Internazionale di unità e nelle applicazioni tecnologiche.</p>	<p>To provide a direct experience of measurement of the main fundamental physical constants with modern methods. The student must be able to understand the role of the measurement of fundamental constants in the International System of Units and in technological applications.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione di alcuni semplici metodi sperimentali per la misura di costanti fondamentali della fisica. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Saper individuare i metodi e i dispositivi adeguati alla misura in ambito didattico di alcune costanti fondamentali della fisica. - <u>Autonomia di giudizio</u>: Saper analizzare in modo critico la letteratura recente sui metodi sperimentali applicabili in un contesto didattico. - <u>Abilità nella comunicazione</u>: Capacità di organizzare il lavoro di gruppo (anche in vista del futuro inserimento lavorativo), capacità di comunicare la procedura sperimentale e il risultato di un esperimento attraverso lo strumento della relazione di laboratorio, utilizzando testo, grafici, tabelle. - <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione di una certa padronanza 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: Acquisition of some simple experimental methods for the measurement of fundamental constants of physics. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: To be able to identify the methods and devices suitable for the measurement of some fundamental constants of physics in the educational field. - <u>Making judgements</u>: Ability to critically analyse recent publications on experimental methods applicable in a didactic setting. - <u>Communication skills</u>: Ability to organise team work (also in view of future job placement), ability to communicate the experimental procedure and the result of an experiment through the laboratory logbook, using text,



	della letteratura sulle misure sperimentali studiate, in modo da poter espandere le proprie conoscenze a seguito dei progressi tecnologici futuri.	graphs, tables. - <u>Learning skills</u> : Acquisition of a certain mastery of the literature on the experimental measurements studied, in order to be able to expand one's knowledge following future technological advances.
Contenuti	<ol style="list-style-type: none"> 1) Misura della velocità della luce mediante diodo laser e oscilloscopio; 2) Misura della carica dell'elettrone; 3) Misura della costante di Boltzmann; 4) Misura della costante di Planck con diversi LED; 5) Misura del numero di Avogadro; 6) Misura della costante di gravitazione universale. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Measurement of the speed of light by laser diode and oscilloscope; 2) Measurement of the charge of the electron; 3) Measurement of the Boltzmann constant; 4) Measurement of Planck's constant with different LEDs; 5) Measurement of Avogadro's number; 6) Measurement of the universal gravitational constant.

Insegnamento / Modulo	Energie rinnovabili per il futuro	Renewable energies for the future
Obiettivi formativi	Fornire delle solide basi sui principi fisici delle varie forme di energia, in particolare rinnovabili e/o sostenibili a lungo termine. Lo studente dovrà essere in grado di comprendere il ruolo delle diverse forme di produzione di energia anche dal punto di vista socio-economico, in collegamento con altri insegnamenti quali "Temi della sostenibilità energetica" e "Fisica dell'energia". Dovrà essere in grado di comprendere a fondo la letteratura specializzata e di tenersi al passo con gli sviluppi tecnologici.	Providing solid foundations on the physical principles of different energy sources, particularly of the renewables and/or sustainable ones. The student must understand the role of different energy production methods also from the socio-economic viewpoint, in connection with the courses on "Topics of energetic sustainability" and "Physics of energy". The student must be able to understand the relevant specialised publications and to keep up to date on the technological developments.



Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione dei principi della produzione di energia in modo rinnovabile e/o sostenibile. - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Saper valutare i meriti relativi delle varie forme di energia rinnovabili e/o sostenibili in diversi scenari e per utilizzi domestici, industriali e per i trasporti. - <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione di una certa padronanza della letteratura sulle energie rinnovabili e sostenibili, in modo da poter espandere le proprie conoscenze a seguito dei progressi tecnologici futuri. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: Acquisition of the principles of renewable and/or sustainable energy production methods. - <u>Applying knowledge and understanding</u>: Being able to compare the relative merits of different renewable and/or sustainable energy sources in various settings for homes, industries and transportation. - <u>Learning skills</u>: Achieving a certain mastery of publications on renewable and sustainable energies, being able to expand one's knowledge to incorporate technological developments in the future.
Contenuti	<p>La risorsa Sole. Collettori solari e centrali solari a concentrazione. Solare fotovoltaico. Solare termico. Energia eolica. Previsione meteorologica della disponibilità di energia da fonti intermittenti. Energia geotermica. Energia da biomasse e biogas. Cenni sull'energia idroelettrica.</p> <p>Altre fonti energetiche sostenibili: Fusione nucleare. Centrali nucleari a fissione di ultima generazione.</p>	<p>Our Sun as a resource. Solar collectors and solar power stations. Photovoltaic systems. Solar thermal power. Wind energy. Weather forecast of the availability of energy from intermittent sources. Energy from biomass and biogas. Mention of hydropower. Other sustainable energy sources: prospects for nuclear fusion, last generation fission power plants.</p>

Insegnamento / Modulo	Produzione e distribuzione dell'energia e impatto ambientale	Energy production, distribution and its impact on the environment
Obiettivi formativi	<p>L'obiettivo finale è quello di insegnare agli studenti: le nozioni di base che regolano la produzione e la distribuzione di energia e il relativo impatto ambientale; come interpretare correttamente i dati statistici sui consumi di energia a livello nazionale e internazionale.</p>	<p>The final goal is for students to learn: basic concepts governing production and distribution of energy and their environmental impact; how to correctly interpret statistical data on energy consumption at the national and international level.</p>



<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p>- <u>Conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione di conoscenze teoriche e operative relative ai processi di produzione e distribuzione di energia e al relativo impatto ambientale.</p> <p>- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione della capacità di applicare le conoscenze teoriche precedenti alla interpretazione dei dati statistici sul consumo di energia nelle sue varie forme.</p> <p>- <u>Capacità di apprendimento</u>: Acquisizione di capacità autonome di apprendimento e di autovalutazione della propria preparazione, atte ad intraprendere gli studi successivi con un alto grado di autonomia.</p>	<p>- <u>Knowledge and understanding</u>: Acquisition of theoretical and practical knowledge on the processes of energy production and distribution and on the connected environmental impact.</p> <p>- <u>Applying knowledge and understanding</u>: Being able to apply the quoted theoretical knowledge to the interpretation of statistical data on energy consumption from different sources.</p> <p>- <u>Learning skills</u>: Being able to learn autonomously and to assess one's knowledge, in order to proceed to further studies with a high degree of autonomy.</p>
<p>Contenuti</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Trasmissione dell'energia elettrica, equazioni e circuiti elettrici equivalenti delle linee elettriche, espressioni della potenza di transito, relazione tra tensione di un nodo della rete e la potenza scambiata nel nodo, calcolo della ripartizione dei flussi di potenza; 2) Dispacciamento economico, le curve di costo delle centrali termoelettriche, gli effetti dei limiti tecnici delle centrali e delle linee di trasporto, coordinamento delle centrali idroelettriche e termoelettriche; 3) Impianti eolici, relazione tra la velocità del vento e la potenza convertita, le regolazioni e le regioni di funzionamento, le configurazioni di turbine a velocità variabile; 4) Impianti fotovoltaici, principio di funzionamento e circuito elettrico equivalente delle celle fotovoltaiche, caratteristica corrente-tensione ed effetto dell'irraggiamento, della temperatura e delle perdite, caratteristica potenza-tensione ed inseguimento del punto di massima potenza; 5) Impatto ambientale della produzione e della distribuzione di energia: inquinamento dell'aria e dell'acqua, 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Electrical energy transmission, equations and equivalent circuits for transmission lines, expressions for transiting power, relation between voltage and power exchanged in a node, calculation of the distribution of power; 2) Optimal power allocation, cost curves for thermoelectric power stations, effects of technical limitations of power stations and power lines, coordinating hydropower and thermoelectric plants; 3) Wind power plants, relationship between wind speed and obtained power, regulation and operating regimes, configuring variable speed turbines; 4) Photovoltaic plants, working principle and equivalent circuit of photovoltaic cells, current-voltage characteristic curve and the effects of irradiance, temperature, losses; power-voltage characteristic curve and maximum power point tracking; 5) Environmental impact of energy production and distribution: pollution of air and water, climate-changing gaseous emissions.



emissioni di gas clima-alteranti.

Insegnamento / Modulo	Laboratorio di Fisica delle energie rinnovabili	Laboratory on the physics of renewable energies
Obiettivi formativi	Rendere lo studente in grado di gestire esperimenti in modo autonomo, affrontando e risolvendo le problematiche sperimentali. Capacità di elaborare dati con i più comuni software statistici. Lo studente dovrà essere in grado di comunicare i risultati delle misure.	Enabling students to conduct experiments autonomously, facing and solving experimental problems. Acquiring the ability to elaborate data with easily available statistical packages. Students must be able to communicate effectively the results of experiments.
Risultati di apprendimento attesi	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Conoscenza e comprensione</u>: conoscere i principi di base della termodinamica, della fluidodinamica e dell'elettronica applicati alle energie rinnovabili (solare termico, solare fotovoltaico ed eolico). - <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: saper realizzare esperimenti e misure in laboratorio e in campo. - <u>Autonomia di giudizio</u>: Saper analizzare in modo critico la letteratura recente sulla sperimentazione nell'ambito delle energie rinnovabili. - <u>Abilità nella comunicazione</u>: Capacità di organizzare il lavoro di gruppo (anche in vista del futuro inserimento lavorativo), capacità di comunicare la procedura sperimentale e il risultato di un esperimento attraverso lo strumento della relazione di laboratorio, utilizzando testo, grafici, tabelle. - <u>Capacità di apprendimento</u>: saper analizzare i problemi relativi alle energie rinnovabili e correlare i dati misurati alle teorie. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Knowledge and understanding</u>: knowing the basic principles of thermodynamics, fluid dynamics and electronics as applied to renewable energies (thermal solar power, photovoltaic power, wind power). - <u>Applying knowledge and understanding</u>: being able to conduct experiments and measurements both in the laboratory and on the field. - <u>Making judgements</u>: Being able to critically evaluate recent publications on experimentation about renewable energies. - <u>Communication skills</u>: Being able to organise team work (also in view of future job placement), to communicate the experimental procedure and experimental results by means of a laboratory report using text, plots and tables. - <u>Learning skills</u>: being able to analyse problems related to renewable energies and to correlate measured data with theory.
Contenuti	Concetti base di termodinamica, di fluidodinamica per i moti turbolenti, teoria della similarità, esperienze di laboratorio in vasca idrodinamica, esperienze di laboratorio sull'efficienza di pannelli solari, misure in campo di vento e radiazione solare. Analisi dati tramite software di tipo statistico e grafico. Redazione di una relazione con i contenuti e i risultati degli esperimenti.	Basic concepts of thermodynamics, of fluid dynamics for turbulent flow, similarity theory, laboratory experiments with the hydrodynamic tank, laboratory evaluation of solar panel efficiency, field measurements of wind and solar radiation. Data analysis using statistical and graphical software. Preparation of a report with experimental data and interpretation of results.



Insegnamento / Modulo	Radioattività e radioprotezione	Radioactivity and radioprotection
Obiettivi formativi	Fornire delle solide basi sulla fisica nucleare, sui decadimenti radioattivi e sulle reazioni di fusione e fissione. Fornire una adeguata conoscenza dei principi e delle norme di radioprotezione. Lo studente dovrà essere in grado di valutare i rischi collegato all'utilizzo di sorgenti di radiazione e di aggiornarsi seguendo la letteratura specializzata.	Foundation of nuclear physics, nuclear decays, fission and fusion reaction. Provide a good understanding of radioprotection principles and regulations. The students will be able to evaluate risks related to the use of radioactive sources and be able to improve their understanding through specific literature.
Risultati di apprendimento attesi	<p>- <u>Conoscenza e comprensione</u>: Acquisizione delle principali nozioni di fisica del nucleo, dei decadimenti radioattivi e delle reazioni di fusione e fissione. Acquisizione dei principi della radioprotezione per il pubblico generale e per i lavoratori esposti.</p> <p>- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: Saper cercare informazioni puntuali su energie e vite medie dei decadimenti radioattivi dalla letteratura e dalle basi di dati. Saper valutare i rischi collegati alla presenza di sorgenti di radiazione e saper applicare le norme di legge in materia di radioprotezione.</p> <p>- <u>Capacità di apprendimento</u>: lo studente dovrà acquisire una certa padronanza dei concetti di base in modo da poter approfondire la materia consultando la letteratura specialistica.</p>	<p>- <u>Knowledge and understanding</u>: main concepts of nuclear physics, nuclear decays, fusion and fission reactions. Principles of radioprotection for the general population and for professionally exposed workers.</p> <p>- <u>Applying knowledge and understanding</u>: be able to find and use documentation about radioactive emissions and mean lives of radioactive decays from literature and databases. Evaluate risks connected with use of radioactive sources and be able to apply the regulations on radioprotection.</p> <p>- <u>Learning skills</u>: mastery of base concepts in order to enable knowledge expansion through the study of literature.</p>
Contenuti	Il corso si propone di introdurre i concetti di base della fisica dei nuclei e i più semplici modelli nucleari per poter arrivare ad una descrizione qualitativa delle reazioni di fusione e fissione e dei decadimenti radioattivi. Successivamente, richiamando i concetti di interazione radiazione-materia (dal corso "Fisica applicata all'ambiente e alla salute"), si introducono gli elementi base di dosimetria e radioprotezione.	Fundamental concepts in nuclear physics, nuclear models, qualitative description of fusion and fission reactions and nuclear decays. Review of the concepts of radiation interaction with matter. Base concepts in dosimetry and radioprotection.

Insegnamento / Modulo	Tecniche fisiche per diagnosi e terapia	Physical techniques for diagnosis and therapy
-----------------------	---	---



Obiettivi formativi	Fornire delle solide basi sui principi di base delle principali tecniche di diagnostica per immagini e radioterapia. Saper confrontare e selezionare le tecniche più opportune sia in campo diagnostico che terapeutico che di verifica dei trattamenti.	To provide a solid foundation on the basic principles of the main diagnostic imaging and radiotherapy techniques. Knowing how to compare and select the most appropriate techniques both in the diagnostic and therapeutic fields and in the verification of treatments.
Risultati di apprendimento attesi	<p>- <u>Conoscenza e comprensione:</u> Conoscenza dei principi fisici di base dell'imaging in campo medico, con uso di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti. Conoscenze generali sugli strumenti utilizzati, loro caratteristiche e campo di impiego. Conoscenza delle grandezze fisiche rilevanti e principi di base e metodiche utilizzate per l'ottimizzazione dello studio delle bioimmagini.</p> <p>- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> Applicazione degli strumenti dell'imaging sia in campo diagnostico che nei piani di terapia, trattamento e verifica in radioterapia</p> <p>- <u>Capacità di apprendimento:</u> lo studente dovrà acquisire una certa padronanza dei concetti di base in modo da poter approfondire la materia.</p>	<p>- <u>Knowledge and understanding:</u> Knowledge of the basic physical principles of imaging in the medical field, with the use of ionising and non-ionising radiations. General knowledge of the tools used, their characteristics and field of use. Knowledge of the relevant physical quantities and basic principles and methods used to optimise the study of bioimages.</p> <p>- <u>Applying knowledge and understanding:</u> Application of imaging tools both in the diagnostic field and in therapy, treatment and verification plans in radiotherapy.</p> <p>- <u>Learning skills:</u> The student will have to acquire a certain mastery of the basic concepts in order to be able to go deeper in the subject.</p>
Contenuti	I fenomeni fisici e grandezze fisiche utilizzati per diagnostica medica. L'Imaging medico: principi e caratteristiche. Diagnostica basata su raggi X. La tomografia computerizzata (CT). Tecniche di analisi e ricostruzione delle immagini. La medicina nucleare: radionuclidi e tecniche di rivelazione. Rivelatori di radiazione. Risonanza magnetica: principi e caratteristiche. La radioterapia convenzionale e l'adroterapia: tecniche e piani terapeutici.	Physical phenomena and physical quantities used for medical diagnostics. Medical imaging: principles and characteristics. Diagnostics based on X-rays. Computed tomography (CT). Image analysis and reconstruction techniques. Nuclear medicine: radionuclides and detection techniques. Radiation detectors. Magnetic resonance: principles and characteristics. Conventional radiotherapy and hadrontherapy: techniques and therapeutic plans.

Insegnamento / Modulo	Laboratorio di fisica della salute	Laboratory of health physics
------------------------------	---	-------------------------------------



Obiettivi formativi	<p>Fornire delle solide basi sperimentali e computazionali sulle principali tecniche di diagnostica per immagini e radioterapia.</p> <p>Lo studente dovrà essere in grado di comprendere a fondo i principi illustrati nei corsi di indirizzo, di applicare il metodo Monte Carlo in situazioni semplici come il calcolo delle schermature e di comprendere come può essere formulato un piano di trattamento con diverse tecniche radioterapiche. Lo studente dovrà inoltre essere in grado di valutare la qualità delle immagini diagnostiche.</p>	<p>Provide solid experimental and computational foundations on the main diagnostic imaging and radiotherapy techniques.</p> <p>The student must be able to fully understand the principles illustrated in the specialisation courses, to apply the Monte Carlo method in simple situations such as the calculation of shielding and to understand how a treatment plan can be formulated with different radiotherapy techniques. The student must also be able to evaluate the quality of diagnostic images.</p>
----------------------------	--	--



<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p>- <u>Conoscenza e comprensione:</u> Acquisizione di conoscenze sull'assorbimento della radiazione. Conoscenza dei metodi di simulazione Monte Carlo usati in Fisica della Salute. Acquisizione di esperienza pratica sulla determinazione della qualità delle immagini diagnostiche. Comprensione dei principi di funzionamento della PET.</p> <p>- <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> Saper applicare le nozioni acquisite sulla valutazione di qualità delle immagini diagnostiche con raggi X. Saper utilizzare il metodo Monte Carlo per calcolare schermature e per impostare piani di trattamento.</p> <p>- <u>Autonomia di giudizio:</u> Saper valutare la correttezza del metodo e dei risultati esposti in una relazione di laboratorio e in un articolo scientifico.</p> <p>- <u>Abilità nella comunicazione:</u> Capacità di organizzare il lavoro di gruppo (anche in vista del futuro inserimento lavorativo), capacità di comunicare la procedura sperimentale e il risultato di un esperimento attraverso lo strumento della relazione di laboratorio, utilizzando testo, grafici, tabelle.</p> <p>- <u>Capacità di apprendimento:</u> Lo studente dovrà acquisire una certa padronanza delle tecniche sperimentali citate in modo da poter espandere le sue conoscenze in materia.</p>	<p>- <u>Knowledge and understanding:</u> Acquisition of knowledge on radiation absorption. Knowledge of Monte Carlo simulation methods used in Health Physics. Acquire practical experience on determining the quality of diagnostic images. Understanding of the operating principles of PET.</p> <p>- <u>Applying knowledge and understanding:</u> To be able to apply the notions acquired on the evaluation of quality of X-ray diagnostic images. To be able to use the Monte Carlo method to calculate shielding and to set up treatment plans.</p> <p>- <u>Making judgements:</u> Knowing how to evaluate the correctness of the method and of the results presented in a laboratory report and in a scientific article.</p> <p>- <u>Communication skills:</u> Ability to organise team work (also in view of future job placement), ability to communicate the experimental procedure and the result of an experiment through the laboratory logbook, using text, graphs, tables.</p> <p>- <u>Learning skills:</u> The student will have to acquire a certain mastery of the experimental techniques mentioned in order to be able to expand his knowledge on the subject.</p>
---	--	--



Contenuti	<p>Il corso si propone di approfondire le conoscenze apprese nei corsi di indirizzo “Radioattività e Radioprotezione” e “Tecniche fisiche per diagnosi e terapia” mediante un approccio sperimentale e computazionale. Gli argomenti che verranno trattati in questo corso sotto forma di esercitazioni di laboratorio sono i seguenti: Assorbimento della radiazione X e gamma. Metodi di simulazione Monte Carlo, applicazione al calcolo di schermature e alla formulazione dei piani di trattamento in radioterapia. Determinazione della qualità delle immagini con raggi X mediante il software ImageJ. Sperimentazione del principio di funzionamento della PET mediante un setup semplificato.</p>	<p>The course aims to deepen the knowledge learned in the "Radioactivity and Radioprotection" and "Physical techniques for diagnosis and therapy" courses through an experimental and computational approach. The topics that will be covered in this course in the form of laboratory exercises are the following: Absorption of X and gamma radiation. Monte Carlo simulation methods, application to the calculation of shielding and the formulation of treatment plans in radiotherapy. Determination of X-ray image quality using ImageJ software. Experimentation of the operating principle of PET through a simplified setup.</p>
------------------	--	--