



UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

DIPARTIMENTO DI
FISICA

**Corso di Studio Magistrale in
Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali**

Manifesto degli Studi

Anno Accademico 2019-2020

Approvato dal Consiglio di Dipartimento di Fisica in data 24/07/2019

Denominazione del Corso di Studio Magistrale	Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali
Denominazione in inglese del Corso di Studio Magistrale	Science and engineering of innovative and functional materials
Anno Accademico	2019/2020
Classe di Corso di Studio	LM-53 Ingegneria dei Materiali
Dipartimento	Fisica
Coordinatore/referente del Corso di Studio	Prof.ssa Gabriella Cipparrone
Sito web	http://www.fis.unical.it/scienzaeingegneria deimateriali.php

Obiettivi formativi

Obiettivo del Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali è completare la formazione scientifica di un giovane che abbia spiccati interessi nella Scienza e Tecnologia dei Materiali e che punti a fare di questa disciplina la sua professione. Tra le caratteristiche peculiari del corso c'è l'efficacia nel formare laureati che non solo sappiano inserirsi nel mondo della ricerca, ma che sappiano anche utilizzare le tecniche imparate in una molteplicità di applicazioni. Per questo motivo il corso è stato pensato in modo da fornire ai laureati sia la formazione necessaria per affrontare i corsi di formazione superiore (dottorato e/o scuole di specializzazione), sia la formazione in grado di metterli in condizione di ottenere un immediato inserimento nel mondo professionale utilizzando le tecniche apprese e le competenze acquisite. Il Corso è stato recentemente completamente riorganizzato aprendosi ad una nuova offerta formativa che coinvolge alcuni corsi di ingegneria ritenuti fondamentali per la formazione nel campo dei materiali. La figura professionale dell'ingegnere dei materiali si sta infatti sempre più affermando negli ultimi anni. Essa è fondata sullo sviluppo di conoscenze interdisciplinari provenienti dall'ingegneria industriale, in particolare meccanica e chimica, e dalle scienze di base fisica e chimica. Le applicazioni della progettazione dei materiali (Product Design) spaziano oramai in tutti i settori sia della ricerca sia della produzione. La funzionalizzazione

ottenuta sia disegnando particolari molecole sia inserendo dei composti opportuni sono ormai tecniche usuali in settori come quello dei polimeri e dei compositi, dei materiali destinati all'edilizia sostenibile e per le ricoperture stradali, dei tessuti organici, degli alimenti salutistici ecc. È quindi sempre più attuale la richiesta da parte delle aziende di nuove professionalità con notevoli expertise sui materiali, sia in termini microscopici sia macroscopici e il Corso si pone l'obiettivo di rispondere a questa domanda crescente.

Le necessarie competenze specialistiche sono fornite da docenti dei Dipartimenti di Fisica, di Chimica e Tecnologie Chimiche, di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica e di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica che afferiscono anche al Centro di Eccellenza del MIUR attivo presso l'Università della Calabria, per i Materiali Innovativi Funzionali (CEMIF.CAL), e a Laboratori CNR con sede presso l'Università della Calabria. La formazione acquisita consentirà ai laureati di operare nel campo dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi e della qualificazione e diagnostica dei materiali, con particolare riferimento ai Materiali Innovativi e Funzionali.

In coerenza con gli obiettivi formativi qualificanti della Classe LM-53, i laureati in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali avranno:

- conoscenza approfondita dei diversi settori della chimica, della fisica, della spettroscopia, della cristallografia strutturale, dell'ottica e dell'elettro-ottica, finalizzata alla comprensione degli stati condensati della materia, con particolare riferimento alla "soft matter", ovvero:
 - materiali ad alta resistenza chimica e meccanica;
 - materiali per optoelettronica (fluorescenti, chemio-luminescenti, fosforescenti);
 - materiali elettro-ottici (cristalli liquidi monomerici e polimerici, materiali compositi liquido cristallini);
 - materiali elettro-cromici (coloranti elettro-sensibili, sistemi compositi solidi e gelificati); materiali foto-cromatici (molecole foto-cromatiche e materiali compositi solidi e gelificati);
 - materiali conduttori, semiconduttori e dielettrici e magnetici sia di natura organica che inorganica;
 - materiali polimerici e compositi, ma anche dei materiali destinati all'edilizia sostenibile, alle ricoperture stradali, ai tessuti organici, agli alimenti salutistici, ecc.
- conoscenze e competenze utili alla progettazione delle proprietà chimiche e fisiche di tali materiali partendo dalle strutture atomiche e molecolari che li compongono;
- capacità di operare come ingegnere dei materiali con conoscenze interdisciplinari provenienti dall'ingegneria industriale, in particolare meccanica e chimica, e dalle scienze di base fisiche e chimiche;
- competenze di laboratorio, con padronanza di metodologie di indagine anche sofisticate e capacità di utilizzarle ed implementarle sia per la ricerca di base che applicata;

- capacità di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità acquisita anche attraverso lo svolgimento di una importante attività di progettazione o di ricerca conclusa con un elaborato;
- padronanza delle tecniche per la realizzazione di dimostratori e prototipi di laboratorio che stanno alla base di nuove applicazioni;
- capacità di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- capacità di utilizzare strumenti matematici ed informatici per la modellizzazione di tali sistemi o processi;
- buone competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- capacità di operare professionalmente in ambiti quali il supporto scientifico alle attività industriali ed a quelle concernenti l'ambiente ed il risparmio energetico;
- conoscenze di contesto e capacità di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro seguendo l'evoluzione scientifica, tecnologica, industriale ed economica del settore;
- conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale anche in relazione al lavoro di gruppo ed alle condizioni di sicurezza;
- capacità di utilizzare fluentemente ed efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Ammissione al corso di Laurea Magistrale e verifica dell'adeguata preparazione iniziale

L'offerta formativa, per la sua insita interdisciplinarietà, è indirizzata ai laureati triennali di scienza ed ingegneria dei materiali, di fisica, di chimica e di ingegneria industriale ed in particolare di ingegneria meccanica e ingegneria chimica. Per iscriversi alla Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali i candidati devono essere in possesso di un'adeguata preparazione iniziale. In particolare, essi devono avere:

- conoscenze di base della geometria e del calcolo differenziale e integrale;
- conoscenze fondamentali della fisica classica e aspetti della fisica moderna, relativi alla struttura della materia;
- conoscenze dei principi della chimica generale ed inorganica, organica, analitica e della chimica fisica.

Per l'Iscrizione è pertanto necessario superare un Concorso di Ammissione, che si svolgerà subito dopo la data di scadenza per le domande di partecipazione. Per partecipare al Concorso di Ammissione è necessario essere in possesso di uno dei seguenti requisiti curriculari:

a) Una laurea di primo livello, conseguita presso una qualunque Università italiana, ed afferente ad una delle seguenti Classi di cui al DM 270:

L-09 - Ingegneria industriale

L-27 - Scienze e tecnologie chimiche

L-30 - Scienze e tecnologie fisiche

b) Una laurea di primo livello, conseguita presso una qualunque Università italiana, ed afferente ad una delle seguenti Classi di cui al DM 509:

- 10 - Ingegneria industriale
- 21 - Scienze e tecnologie chimiche
- 25 - Scienze e tecnologie fisiche

c) Una Laurea Triennale, conseguita presso una qualunque Università italiana secondo gli ordinamenti del DM 509 o DM 270, che preveda almeno 35 CFU nei settori MAT, INF, FIS e CHIM.

d) Una laurea in Fisica, Chimica o Ingegneria conseguita, presso una qualunque Università Italiana secondo gli ordinamenti pre-vigenti al DM 509.

e) Un titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo.

L'immatricolazione alla Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali è comunque subordinata alla valutazione della preparazione iniziale dello studente da parte di una Commissione nominata dal Dipartimento di Fisica. La verifica consiste in un test i cui contenuti, la data, le modalità di svolgimento e i criteri di valutazione dei candidati sono definiti annualmente nel bando di ammissione.

La Commissione provvederà a stilare due graduatorie: la prima relativa ai candidati in possesso dei requisiti necessari all'immatricolazione entro i termini indicati nel bando; la seconda composta dagli studenti i quali prevedono di conseguire il titolo di studio entro l'anno solare 2019.

Qualora il numero di iscritti risultasse inferiore al numero programmato, i candidati che si troveranno in posizione utile nella seconda graduatoria potranno immatricolarsi non appena abbiano conseguito il titolo di studio richiesto e comunque non oltre il 31 gennaio 2020.

Programmazione e organizzazione didattica

Organizzazione temporale

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali è organizzato in semestri. Le date di inizio e fine di ciascun semestre e i periodi di esami verranno pubblicizzati sul sito istituzionale del Dipartimento di Fisica (www.fis.unical.it).

Il percorso formativo è organizzato come segue. Il primo anno contempla discipline di ingegneria dei materiali, di reologia e di fondamenti chimici delle tecnologie, un approfondimento degli aspetti teorici della scienza dei materiali, un approfondimento della fisica e della chimica dei materiali innovativi e funzionali, della loro diagnostica ed delle loro applicazioni. Il secondo anno include un approfondimento della chimica, dell'ingegneria e della fisica dei materiali innovativi e funzionali, con approfondimento delle tecniche ottiche e spettroscopiche, e la prova finale, per la cui preparazione è previsto un periodo di circa 16 settimane lavorative, corrispondenti a 24 crediti formativi.

Insegnamenti

Gli insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali corrispondono ad argomenti chiaramente individuabili attraverso il titolo dell'insegnamento stesso. Gli insegnamenti che gli studenti devono seguire (piano degli studi) sono elencati nell'**allegato 1**. Alcuni insegnamenti del Corso di Studio, che sono seguiti anche da studenti stranieri, potranno essere erogati in lingua inglese.

Obblighi di frequenza, verifiche del profitto, esami

La frequenza ai corsi e le attività di laboratorio sono obbligatorie. Possono essere esentati solo studenti con seri e documentati problemi. Di norma, alla fine di ogni corso, tutti gli studenti in regola con l'iscrizione e le relative tasse, ne sostengono l'esame. La valutazione dell'esame è espressa in trentesimi e l'esame è superato se la votazione ottenuta è non inferiore a 18/30. La votazione di 30/30 può essere accompagnata dalla lode.

Impegno di studio

La misura dell'impegno, compreso lo studio individuale, richiesto ad uno studente in possesso di adeguata preparazione iniziale, per l'acquisizione di conoscenze ed abilità nelle attività formative è espressa in crediti. I crediti corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente con il superamento dell'esame o di altra forma di verifica del profitto. Il dipartimento di Fisica, su proposta del Consiglio di Corso di Laurea Magistrale o della Commissione Didattica, può riconoscere come crediti formativi universitari, secondo criteri predeterminati, le conoscenze e le abilità professionali certificate ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-laurea alla cui progettazione e realizzazione l'Università abbia concorso.

Un credito è equivalente a circa 25 ore complessive di lavoro dello studente. La quantità media di lavoro di apprendimento svolto in un anno da uno studente impegnato a tempo pieno negli studi universitari è convenzionalmente fissata in 60 crediti. Per conseguire la Laurea Magistrale lo studente deve aver acquisito 120 crediti.

Nella determinazione dell'impegno orario complessivo degli studenti del corso di Laurea Magistrale, il tempo destinato allo studio personale ed alle altre attività formative di tipo individuali è pari al doppio di quello destinato alle lezioni frontali ed è eguale a quello dedicato alle esercitazioni pratiche ed alle attività di laboratorio; di conseguenza un credito corrisponde a 8 ore di lezioni frontali ovvero a 12 ore di esercitazioni in aula o laboratorio.

Piani di studio

All'atto dell'immatricolazione allo studente verrà attribuito un piano di studi standard. Il piano di studi potrà essere modificato dallo studente entro il 31 ottobre di ogni anno accademico, secondo le modalità stabilite dal Regolamento Didattico di Ateneo. Il piano di studi proposto è sottoposto ad approvazione del Consiglio di Corso di Laurea o della Commissione Didattica del dipartimento di Fisica. Gli studenti devono indicare nel piano di studi uno o più insegnamenti a scelta, per un totale di 12 crediti. Gli insegnamenti suggeriti a tal fine per il Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali per l'A.A. 2019/2020 sono riportati nell'**allegato 2**.

Certificazione del curriculum

Nel certificato rilasciato ai laureati, oltre alle denominazioni della Laurea Magistrale conseguita e del curriculum prescelto, verranno indicati gli insegnamenti superati, specificando il nome dei moduli in cui essi eventualmente si articolano, i crediti associati e la votazione ottenuta. Verranno inoltre descritte in maniera succinta le altre attività formative, seguite dallo studente, con il loro valore in crediti e le votazioni riportate.

Iscrizione a singoli insegnamenti

Come prescritto dall'Art.40 del regolamento Didattico di Ateneo, è possibile iscriversi ad uno o più attività formative erogate dal Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali. L'accettazione è subordinata al parere favorevole del Consiglio di Corso di Laurea o della Commissione Didattica del dipartimento di Fisica. La contribuzione dovuta per l'iscrizione ai singoli insegnamenti è pari alla frazione della contribuzione dovuta dagli studenti ordinari corrispondente al rapporto tra la somma dei crediti dei singoli insegnamenti e i crediti di un intero anno (60 CFU).

Passaggi da altri corsi di laurea

Ferme restando le altre disposizioni in merito, le iscrizioni ad anni successivi al primo di studenti provenienti da altri corsi di studio sono ammesse fino alla copertura dei posti disponibili. Nel caso di domande in sovrannumero, viene stilata una graduatoria utilizzando criteri che tengono conto del numero dei crediti già acquisiti e della media dei voti riportati dai richiedenti.

Passaggi di ordinamento

Gli studenti iscritti a corsi di laurea specialistica in Scienza e Tecnologie dei Materiali di altri ordinamenti possono presentare richiesta di passaggio all'ordinamento DM 270/04 entro il 10 settembre 2019. Il Consiglio di Corso di Laurea o la Commissione Didattica del dipartimento di Fisica valuterà gli esami sostenuti e, dopo aver determinato quali e quanti crediti riconoscere, deciderà a quale anno di corso lo studente debba essere iscritto.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Coloro i quali conseguiranno la Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali potranno efficacemente inserirsi: nella ricerca universitaria relativa alla scienza dei materiali; in laboratori di enti di ricerca e sviluppo pubblici e privati; nelle aziende per la produzione, la trasformazione e lo sviluppo dei materiali metallici, semiconduttori, superconduttori, polimerici, organici, ceramici, vetrosi e compositi; nella sanità nell'ambito dell'utilizzo di materiali protesici particolari ad alta tecnologia; nella difesa del territorio nell'ambito del monitoraggio di materiali inquinanti; nell'energetica nell'ambito dello sviluppo di tecniche per la produzione ed accumulo di energia basate sull'utilizzo di materiali innovativi. I laureati potranno iscriversi all'ordine degli Ingegneri dopo il superamento dell'esame di Stato. I laureati potranno accedere, previa acquisizione dei 24 specifici crediti formativi previsti dalla normativa vigente (D.M. n. 616 del 10 agosto 2017), alle prove di ammissione ai corsi di formazione per l'insegnamento, FIT(Formazione Iniziale e Tirocinio), nelle classi A20, A34, e per essere tutor, istitutore ed insegnante nella formazione professionale.

ALLEGATO 1 – Didattica Programmata (Piano di studi coorte 2019/2020)

Anno	Sem	Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU	
I	I	Acquisizione, elaborazione e trasmissione di dati sperimentali	Altre attività formative	Abilità informatiche	FIS/07	4	-	2	6	
		Fisica della materia soffice	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/07	7	1	1	9	
		Ingegneria dei materiali polimerici e delle membrane	Caratterizzante	Discipline dell'Ingegneria	CHIM/07	5	-	1	6	
		Reologia	Affine o integrativa		ING-IND/24	4	-	2	6	
	II	Insegnamento a scelta dello studente		Altre attività formative	A scelta dello studente					6
			Materiali inorganici	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	CHIM/03	6	-	3	9
			Materiali compositi, ibridi e nanostrutturati	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	CHIM/03	6	-	-	6
			Meccanica dei fluidi newtoniani e non newtoniani	Affine o integrativa		ING-IND/24	5	1	-	6
			Proprietà di trasporto nei materiali	Affine o integrativa		ING-IND/24	5	1	-	6
II	I	Chimica fisica dei materiali	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	CHIM/02	7	2	-	9	
		Meccanica del continuo	Caratterizzante	Discipline dell'ingegneria	ICAR/08	5	1	-	6	
		Spettroscopie ottiche ed elettroniche	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/03	5	-	1	6	
		Tecniche di microscopia	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/07	5	-	1	6	
	II	Insegnamento a scelta dello studente		Altre attività formative	A scelta dello studente					6
				Altre attività formative						27
			Prova finale	Altre attività formative						
Totale crediti									120	

ALLEGATO 2 – Didattica Erogata

Insegnamenti attivati coorte 2019/2020 (1° anno)

Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
Acquisizione, elaborazione e trasmissioni di dati sperimentali	Altre attività formative	Abilità informatiche	FIS/07	4	-	2	6
Fisica della materia soffice	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/07	7	1	1	9
Ingegneria dei materiali polimerici e delle membrane	Caratterizzante	Discipline dell'Ingegneria	CHIM/07	5	-	1	6
Materiali compositi, ibridi e nanostrutturati	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	CHIM/03	6	-	-	6
Materiali inorganici	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	CHIM/03	6	-	3	9
Meccanica dei fluidi newtoniani e non newtoniani	Affine o integrativa		ING-IND/24	5	1	-	6
Modelli e metodi matematici	Affine o integrativa		MAT/07	5	1	-	6
Proprietà di trasporto nei materiali	Affine o integrativa		ING-IND/24	5	1	-	6
Reologia	Affine o integrativa		ING-IND/24	4	-	2	6

Insegnamenti attivati coorte 2018/2019 (2° anno)

Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
Chimica fisica dei materiali	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	CHIM/02	7	2	-	9
Luce di sincrotrone per materiali funzionali	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/01	5	-	1	6
Meccanica del continuo	Caratterizzante	Discipline dell'ingegneria	ICAR/08	5	1	-	6
Modellazione di processi di produzione e trasformazione di materiali complessi	Affine o integrativa		ING-IND/24	4	2	-	6
Spettroscopie ottiche ed elettroniche	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/03	5	-	1	6
Tecniche di microscopia	Caratterizzante	Discipline fisiche e chimiche	FIS/07	5	-	1	6

Corso di Studio Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali Innovativi e Funzionali

Declaratorie degli insegnamenti

Attività formativa	ACQUISIZIONE, ELABORAZIONE E TRASMISSIONI DI DATI SPERIMENTALI
SSD	FIS/07
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Acquisizione e Trattamento Dati intende descrivere tecniche avanzate di acquisizione e trattamento dei dati sperimentali, con particolare attenzione all'acquisizione in tempo reale e alla rappresentazione dei dati negli strumenti digitali. Si raffronta la rappresentazione sull'asse temporale con la rappresentazione di Fourier e s'introducono tutti gli elementi per l'analisi della trasformata discreta di Fourier, che viene analizzata in dettaglio sia dal punto di vista teorico che operativo.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: controllo del rumore, campionamento di un segnale, filtraggio, segnale nello spazio di Fourier</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione : saper programmare e utilizzare sistemi di acquisizione in processi di interesse fisico.</p> <p>Autonomia di giudizio: valutazione autonoma dei metodi sperimentali da utilizzare</p> <p>Abilità comunicative: saper rappresentare e discutere i dati ottenuti dall'analisi di segnali dovuti a processi fisici.</p> <p>Capacità di apprendimento: acquisizione e filtraggio dei dati</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	CHIMICA FISICA DEI MATERIALI
SSD	CHIM/02
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Chimica Fisica dei Materiali si propone di fornire allo studente i principali concetti ed applicazioni pratiche della termodinamica e della cinetica, qui intesa in senso ampio, per la scienza dei materiali. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere i fenomeni relativi alla scienza dei materiali applicando i principi della termodinamica e della cinetica.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: fenomenologia, modellizzazione e principi di base della termodinamica e della cinetica nelle loro applicazioni alla scienza dei materiali.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base della termodinamica e della cinetica per la modellizzazione di</p>

	<p>problematiche legate alla scienza dei materiali.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione degli approcci appropriati che consentono di affrontare problematiche legate alla scienza dei materiali.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia e la modellizzazione che sottende alla termodinamica ed alla cinetica dei materiali.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere la descrizione delle proprietà termodinamiche e cinetiche dei materiali disponibili in letteratura. Capacità di orientarsi nell'individuare, definire ed affrontare problemi pratici legati alla termodinamica ed alla cinetica dei materiali.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	FISICA DELLA MATERIA SOFFICE
SSD	FIS/07
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Fisica della Materia Soffice si propone di fornire allo studente una descrizione dettagliata delle proprietà fisiche della materia soffice, con particolare riferimento alle interazioni intermolecolari. Durante il corso vengono evidenziati alcuni esempi di materia soffice e ne sono descritte le proprietà con particolare riferimento alle applicazioni tecnologiche ed in campi transdisciplinari. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di descrivere le caratteristiche dei materiali soffici e delle interazioni che li governano e comprenderà i modelli che ne descrivono il comportamento, ii) di descrivere le principali tecniche sperimentali che vengono impiegate nello studio dei materiali soffici.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i) i meccanismi fisici alla base dell'interazione debole tra molecole in materiali soffici, ii) i meccanismi alla base delle interazioni tra corpi microscopici in aria ed in soluzioni elettrolitiche, iii) i meccanismi che regolano i fenomeni di bagnabilità delle superfici e iv) le proprietà fisiche di alcuni materiali soffici come polimeri, colloidi, gel, surfattanti e cristalli liquidi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la comprensione dei meccanismi di funzionamento della materia soffice e per la scelta delle metodologie sperimentali adeguate alla caratterizzazione delle sue proprietà fisiche.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche della materia soffice.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere le forze di interazione tra corpi microscopici in aria ed in soluzioni elettrolitiche, i fenomeni di bagnabilità delle superfici e le proprietà fisiche di alcuni materiali soffici.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare le proprietà di</p>

	materiali soffici complessi in termini delle interazioni intermolecolari che li governano.
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	INGEGNERIA DEI MATERIALI POLIMERICI E DELLE MEMBRANE
SSD	CHIM/07
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Ingegneria dei Materiali Polimerici e delle Membrane si propone di fornire allo studente i principali concetti dei polimeri, la loro struttura, le loro proprietà e le applicazioni pratiche, con enfasi sulle membrane polimeriche. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere i fenomeni relativi alla scienza e tecnologia delle membrane polimeriche, il ruolo del materiale nelle prestazioni separative, attraverso le principali proprietà dei polimeri ed il processo di formazione della membrana.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: proprietà chimiche, fisiche, meccaniche e termiche dei polimeri e delle soluzioni polimeriche in generale ed in relazione alle applicazioni dei polimeri come membrane polimeriche.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base dei polimeri nella formazione di membrane polimeriche e nello studio delle loro proprietà separative e delle proprietà termiche e meccaniche.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione degli approcci appropriati che consentono di affrontare problematiche legate alla scienza e tecnologia dei materiali polimerici e delle membrane polimeriche.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere, le principali proprietà dei polimeri, i metodi di preparazione di membrane polimeriche, la loro struttura e le prestazioni separative attraverso la conoscenza dei materiali impiegati.</p> <p>Capacità di apprendimento: Capacità di comprendere le proprietà tipiche dei materiali polimerici attraverso le caratteristiche strutturali.</p> <p>Capacità di correlare le proprietà e le prestazioni separative delle membrane alle tecniche di preparazione e ai materiali impiegati.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	LUCE DI SINCROTRONE PER MATERIALI FUNZIONALI
SSD	FIS/01
CFU	6
Obiettivi formativi	L'unità formativa di Luce di sincrotrone per materiali funzionali si propone di fornire allo studente conoscenze avanzate su sorgenti di luce di sincrotrone e sue caratteristiche, interazione raggi X – materia, principali tecniche sperimentali: diffrazione di raggi X, spettroscopia di

	<p>assorbimento di raggi X, fotoemissione. Al termine del corso lo studente dovrà possedere conoscenze a livello avanzato sui suddetti argomenti.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza delle sorgenti di luce di sincrotrone e sue caratteristiche, interazione raggi X – materia e delle principali tecniche sperimentali.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare le tecniche suddette per lo studio di materiali funzionali.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla base delle conoscenze teoriche e dei risultati di misure.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia di base, i dispositivi e i metodi in relazione alla loro applicazione per lo studio di materiali funzionali.</p> <p>Capacità di apprendimento: acquisire una conoscenza avanzata ed aggiornata delle sorgenti e delle principali tecniche sperimentali.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	MATERIALI COMPOSITI, IBRIDI E NANOSTRUTTURATI
SSD	CHIM/03
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Materiali Compositi, Ibridi e Nanostrutturati si propone di fornire allo studente una adeguata conoscenza di base relativa ad elementi, composti inorganici ed ibridi organici/inorganici in relazione al loro uso come materiali funzionali e strutturali e di fornire esempi di materiali avanzati nanostrutturati, delle loro possibili applicazioni e delle modifiche strutturali che, attraverso reazioni chimiche, possono "specializzare" i materiali dotandoli di specifiche proprietà.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi della chimica dei materiali avanzati.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi della chimica dei materiali funzionali per comprendere i fenomeni della trasformazione della materia rifacendosi ad atomi, molecole e reazioni chimiche complesse.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla comprensione di fenomeni e proprietà chimiche di materiali funzionali.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla chimica e alle reazioni chimiche di alcuni noti materiali funzionali.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di applicare le migliori soluzioni e ricerche al fine di ottenere informazioni chimiche qualitative e quantitative da un sistema chimico a seguito di reazioni inorganiche</p>

	complesse che caratterizzano un materiale funzionale.
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	MATERIALI INORGANICI
SSD	CHIM/03
CFU	9
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Materiali Inorganici si propone di fornire allo studente una adeguata conoscenza di base relativa composti inorganici in relazione al loro uso come materiali funzionali e strutturali e di fornire esempi di materiali avanzati, delle loro possibili applicazioni e delle modifiche strutturali che, attraverso reazioni chimiche, possono modulare i materiali dotandoli di specifiche proprietà utili in applicazioni in campo nanotecnologico.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi della chimica di alcuni materiali inorganici avanzati.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi della chimica dei materiali funzionali per comprendere le loro proprietà rifacendosi a fenomeni chimici di base.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla comprensione di fenomeni e proprietà chimiche di materiali funzionali.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla chimica inorganica e alle reazioni chimiche di alcuni noti materiali inorganici funzionali.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di applicare le migliori soluzioni e ricerche al fine di ottenere informazioni chimiche qualitative per l'eventuale progettazione e preparazione di un materiale inorganico funzionale.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	MECCANICA DEI FLUIDI NEWTONIANI E NON NEWTONIANI
SSD	ING-IND/24
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Meccanica dei Fluidi Newtoniani e non Newtoniani si propone di fornire allo studente i concetti essenziali per la descrizione, da un punto di vista microscopico, del comportamento fluidodinamico di liquidi Newtoniani e non Newtoniani. Al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi di moto viscoso in sistemi di geometria semplice ed acquisirà le tecniche e le metodologie di approssimazione per affrontare i problemi più complessi, spesso caratterizzati da più di una variabile indipendente o da un comportamento reologico non Newtoniano del fluido.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: acquisizione della conoscenza</p>

	<p>delle nozioni fondamentali per descrivere il moto viscoso di un fluido. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: essere in grado di utilizzare le equazioni generali del moto ed adeguarle per lo studio di uno specifico problema di moto. Autonomia di giudizio: capacità autonoma di individuare le strategie e le tecniche ottimali per la risoluzione di problemi di moto di fluidi. Abilità comunicative: capacità di descrivere in maniera chiara e con terminologia appropriata i meccanismi che regolano il moto viscoso dei fluidi. Capacità di apprendimento: essere in grado di comprendere ed assimilare consapevolmente i fondamenti della meccanica dei fluidi, in modo da poterne applicare i principi anche a situazioni non esaminate precedentemente.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	MECCANICA DEL CONTINUO
SSD	ICAR/08
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Meccanica del continuo si propone di fornire allo studente le nozioni base della meccanica del continuo con particolare riferimento al continuo di Cauchy ad continui mono/bi dimensionali in contesto elastico lineare e non lineare. Particolare attenzione è inoltre rivolta alle tecniche numeriche di soluzione dei problemi meccanici ed agli strumenti informatici correntemente utilizzati.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI Acquisizione delle nozioni base della meccanica del continuo. Modellazione meccanica di solidi deformabili in contesto elastico lineare e non lineare. Conoscenza delle principali tecniche numeriche e degli strumenti informatici per la soluzione di problemi relativi alla meccanica dei corpi deformabili.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	MODELLAZIONE DI PROCESSI DI PRODUZIONE E TRASFORMAZIONE DI MATERIALI COMPLESSI
SSD	ING-IND/24
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Modellazione di Processi di Produzione e Trasformazione di Materiali Complessi si propone di fornire allo studente le conoscenze sia teoriche sia pratiche relative allo studio dei processi che coinvolgono la produzione e/o la trasformazione di materiali complessi. L'allievo al termine del corso avrà le nozioni di base relative alle cinetiche ed al dimensionamento di unità per la produzione di alcuni materiali complessi (polimeri, gel, emulsioni) e per la loro trasformazione.</p>

	<p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: acquisizione della conoscenza delle nozioni di base della cinetica e della modellazione dei processi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: descrizione delle trasformazioni attraverso le opportune equazioni costitutive, dimensionamento di apparecchiature per condurre reazioni che coinvolgono materiali complessi.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità autonoma di descrizione dei fenomeni coinvolti nella trasformazione di materiali complessi e di identificazione delle principali condizioni operative da utilizzare.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di comprendere e descrivere i diversi processi di trasformazione e/o produzione dei materiali complessi.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere il funzionamento dei processi e modellarli in base ai principali fenomeni fisici e/o chimici coinvolti.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	MODELLI E METODI MATEMATICI
SSD	MAT/07
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Modelli e metodi matematici si propone di fornire allo studente le conoscenze dei principali modelli matematici di tipo differenziale di interesse per la scienza dei materiali. Al termine del corso lo studente conoscerà i principali tipi di modelli matematici e le principali tecniche di risoluzione analitica e numerica.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire familiarità con i principali modelli matematici di tipo differenziale di interesse per la scienza dei materiali.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: conoscenza delle tecniche di risoluzione analitica e numerica delle principali equazioni differenziali a derivate parziali.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione delle principali equazioni differenziali a derivate parziali.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere le principali proprietà e caratteristiche delle soluzioni di equazioni differenziali alle derivate parziali dei tipi considerati.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere le principali tecniche di risoluzione analitica e numerica delle equazioni differenziali a derivate parziali di interesse nella scienza dei materiali.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	PROPRIETA' DI TRASPORTO NEI MATERIALI
SSD	ING-IND/24
CFU	6
Obiettivi formativi	L'unità formativa di Proprietà di Trasporto nei Materiali si propone di fornire allo studente i fondamenti sui meccanismi e sulle proprietà di

	<p>trasporto nei materiali, con particolare riferimento al trasferimento di calore e di materia, in condizioni stazionarie ed in transitorio. Lo studente al termine del corso sarà in grado di impostare e risolvere bilanci microscopici di calore e materia, per la determinazione di profili di temperatura o di concentrazione nei materiali, in funzione delle loro specifiche proprietà di trasporto e delle condizioni esterne, anche in transitorio.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisizione della conoscenza sulle nozioni fondamentali sul trasporto di calore e materia nei materiali nei diversi stati di aggregazione. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: essere in grado di impostare e risolvere i bilanci di calore e materia. Autonomia di giudizio: essere in grado di operare in maniera autonoma le scelte ottimali per pervenire alla soluzione di problemi di trasporto di calore e materia. Abilità comunicative: essere consapevole delle metodologie applicate per la risoluzione di problemi ed essere in grado di esporle con chiarezza e terminologia appropriata. Capacità di apprendimento: capacità di assimilare i fondamentali dei fenomeni di trasporto di calore e materia, in relazione ai materiali studiati, in modo da essere in grado di applicare le proprie conoscenze e la competenza raggiunte anche a nuovi problemi.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	REOLOGIA
SSD	ING-IND/24
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Reologia si propone di fornire allo studente le conoscenze sia teoriche sia pratiche relative alla caratterizzazione reologica dei materiali complessi e alla loro modellazione. L'allievo al termine del corso sarà in grado di affrontare problemi pratici riguardo alla determinazione delle proprietà reologiche dei materiali e allo loro interpretazione in termini strutturali.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI Conoscenza e capacità di comprensione: acquisizione della conoscenza delle nozioni fondamentali di reologia e reometria, e della costruzione di modelli reologici. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: descrizione del comportamento reologico attraverso le equazioni costitutive individuando i modelli che più lo rappresentano e le misure necessarie per determinarli. Autonomia di giudizio: capacità autonoma di identificazione delle principali tecniche sperimentali utili per la modellazione reologica dei materiali e dell'interpretazione dei risultati.</p>

	<p>Abilità comunicative: capacità di comprendere e descrivere i diversi comportamenti reologici dei materiali.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere le teorie e le tecniche sperimentali decidendone l'uso alla luce del comportamento del materiale.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	SPETTROSCOPIE OTTICHE ED ELETTRONICHE
SSD	FIS/03
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Spettroscopie Ottiche ed Elettroniche si propone di fornire allo studente i principali concetti di interazione radiazione-materia focalizzando l'attenzione sulla simmetria molecolare, sui principi di base di meccanica quantistica, sulla spettroscopia Rotazionale, IR, Raman e UV/VIS. Sarà effettuato anche un cenno a tecniche di risonanza magnetica (NRM e EPR). Al termine del corso lo studente sarà in grado di ricavare, sulla base della teoria di gruppi, la simmetria dei modi normali IR e Raman attivi ed interpretare i fenomeni associati all'interazione radiazione-materia nell'intervallo dello spettro elettromagnetico dove cadono le transizioni rotazionali, vibrazionali ed elettroniche.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza dei principali concetti della teoria dei gruppi e di meccanica quantistica alla base delle principali tecniche spettroscopiche.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Applicazione dei principali concetti di simmetria e di meccanica quantistica per la comprensione degli spettri ottenuti dalle principali tecniche spettroscopiche (Rotazionale, IR, Raman, UV/VIS).</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione degli approcci appropriati che consentono di affrontare l'acquisizione e l'interpretazione di spettri Rotazionali, vibrazionali (IR e Raman) e UV/VIS.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia e la modellizzazione che sottende le spettroscopie Ottica ed Elettronica.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere la descrizione dei risultati spettrali e di correlarli con la proprietà fisico chimiche della materia oggetto dell'indagine.</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	TECNICHE DI MICROSCOPIA
SSD	FIS/07
CFU	6
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Tecniche di microscopia si propone di fornire allo studente le conoscenze ed applicazioni della microscopia ottica e della microscopia a scansione di sonda. In particolare si vuole che gli studenti</p>

	<p>imparino tali tecniche ed il loro utilizzo per lo studio dei materiali. Il corso si propone di fornire agli studenti una conoscenza sperimentale diretta di tali tecniche mediante attività di laboratorio. Al termine del corso lo studente sarà in grado di utilizzare tali tecniche per studi di materiali e sviluppo di nanotecnologie.</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza delle tecniche di microscopia ottica e di microscopia a scansione di sonda e delle possibilità di applicazione nel campo dei materiali e delle nanotecnologie.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare le tecniche per lo studio di materiali.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dai risultati delle misure.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere strumenti e metodi di misure, e i risultati delle indagini condotte su diversi materiali.</p> <p>Capacità di apprendimento: avere una efficace visione panoramica delle varie tecniche e del loro utilizzo per lo studio e l'ottimizzazione di materiali e dispositivi.</p>
Propedeuticità	Nessuna