

Università degli studi di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Regolamento didattico del Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali

[parte del regolamento didattico di Ateneo].

Approvato dal Consiglio del Corso di Laurea in Scienza dei Materiali in data 8 Maggio 2003

1. Denominazione

Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali.

2. Classe

Il Corso di laurea specialistica in Scienza dei Materiali appartiene alla classe **61/S – Scienza ed Ingegneria dei Materiali**.

3. Posizione Accademica

La struttura didattica responsabile del Corso di laurea specialistica in Scienze dei Materiali è il **Consiglio della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali** e, per le materie ad esso delegate, il **Consiglio del Corso di Studio di Scienza dei Materiali**. Il Consiglio di Corso di Studio di Scienza dei Materiali sarà aggregato in alternanza, per un periodo di quattro anni, a quello del Corso di Studio di Fisica Applicata e quello del Corso di Studio di Scienze e Tecnologie Chimiche per l'industria e l'ambiente, ed in prima applicazione di questa alternanza, per un periodo di tre anni, a quello di Scienze e Tecnologie Chimiche per l'industria e l'ambiente.

4. Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali si articola in 5 anni con un totale di 300 crediti formativi universitari.

Gli obiettivi formativi del corso di laurea specialistica in Scienza dei Materiali sono quelli della Classe "Scienza ed Ingegneria dei Materiali" (classe 61/S). Questo corso di studio si propone di formare laureati che:

- conoscano approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici sia della matematica, sia della fisica e della chimica degli stati condensati, ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere problemi che richiedono un approccio interdisciplinare;
- abbiano ottima padronanza del metodo scientifico di indagine e delle strumentazioni di laboratorio;
- conoscano alcuni aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, in particolare relativamente all'ingegneria dei materiali;
- possiedano conoscenze e competenze utili alla progettazione delle proprietà dei materiali partendo dalle strutture atomiche e molecolari che li compongono;
- siano capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- siano capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- siano dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- abbiano conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale;
- siano in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Tali laureati sono specificamente preparati:

- per progettazione di nuovi materiali per migliorare le proprietà di materiali esistenti;
- per lo sviluppo di nuovi materiali per applicazioni in campi diversi con elevato valore aggiunto;
- per la preparazione e produzione di materiali a proprietà determinate;
- per l'interazione con gli ingegneri di progetto e di sistema in laboratori industriali;
- per sviluppare metodologie per la certificazione dei materiali.

5. Requisiti d'ammissione alla Laurea Specialistica

Coloro che siano in possesso del titolo di studio acquisito con la Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali dell'Università di Pisa, con la Laurea in Scienze Fisiche - Curriculum Materiali dell'Università di Pisa, con la Laurea in Ingegneria Chimica - Curriculum Materiali sono automaticamente ammessi al Corso di Laurea specialistica con il riconoscimento di almeno 180 crediti.

Coloro che siano in possesso del titolo di studio acquisito con la Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Prodotti e Processi dell'Università di Pisa, appartenente alla classe 21 - Scienze e Tecnologie Chimiche, saranno ammessi al Corso di Laurea specialistica con 8 debiti formativi di matematica da recuperare attraverso l'esame di Istituzioni di Matematiche II del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali. Tali

studenti hanno già acquisito un totale di 12 CFU con Processi e Impianti Industriali Chimici (6 CFU) e corsi di integrativi di formazione interdisciplinare e culture di contesto (6 CFU), e pertanto dovranno sostituire tali esami con quelli di Istituzioni di Fisica Teorica e Fisica dei Materiali del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali.

Coloro che siano in possesso del titolo di studio acquisito con la Laurea in Chimica dell'Università di Pisa, appartenente alla classe 21 - Scienze e Tecnologie Chimiche, saranno ammessi al Corso di Laurea specialistica con un totale di 20 debiti, (5 debiti di Matematica, di 3 debiti di Chimica (CHIM/05) e 12 debiti di Fisica). Il recupero di questi crediti sarà specificato dal Consiglio di Corso di Laurea.

Coloro che siano in possesso del titolo di studio acquisito con la Laurea in Fisica – Curriculum Fisica Generale e Curriculum Tecnologie Fisiche dell'Università di Pisa, appartenente alla classe 25 - Scienze e Tecnologie Fisiche, saranno ammessi al Corso di Laurea specialistica con 15 debiti formativi di chimica.

Tali studenti possono acquisire i crediti mancanti attraverso l'esame di Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica del Corso di Laurea in Fisica (6 CFU), l'esame di Chimica Macromolecolare del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Prodotti e Processi (3CFU) e gli esami di Introduzione alla Chimica Analitica (3 CFU) ed Introduzione alla Chimica Organica (3 CFU) del Corso di Laurea in Chimica. E' facoltà dello studente di utilizzare 12 CFU di SSD FIS accumulati nel triennio, ed in esubero delle discipline scientifiche caratterizzanti della laurea specialistica, al posto dei due corsi a scelta (3 CFU ciascuno per un totale di 6 CFU) e per i due corsi caratterizzanti di FIS e FIS/03 (6 CFU).

Per coloro che siano in possesso del titolo di studio conseguito con una diversa laurea ovvero ad un'altra classe conseguita sia presso l'Università di Pisa che in altre sedi universitarie italiane, l'ammissione al Corso di Laurea specialistica è subordinata all'approvazione del Consiglio del Corso di Studio, previa valutazione e riconoscimento dei crediti pregressi da parte di un'apposita commissione paritetica, e con il vincolo che i debiti formativi non superino il limite di 50 crediti. Ad analoga procedura dovrà sottostare chi è in possesso di un titolo universitario conseguito all'estero.

6. Quadro generale delle attività formative e crediti ad esse assegnati.

Le attività formative previste saranno espletate di norma sotto forma di corsi cattedratici, corsi di laboratorio, tirocini, seminari.

- per i corsi cattedratici ogni credito corrisponde di norma ad 8 ore di didattica frontale, di cui circa 1/3 deve essere dedicato ad esercitazioni ed a studio guidato;

- per i corsi di laboratorio ogni credito corrisponde di norma a 15 ore di didattica frontale, di cui circa 2/3 devono consistere in esperimenti e misure in laboratorio.

Le attività formative sono organizzate in semestri.

7. Accreditalmento dei CFU

Per i corsi cattedratici la verifica dell'apprendimento, l'accreditamento dei CFU e la definizione del voto avviene di norma con un esame, eventualmente integrato da prove in itinere. Per corsi articolati in più moduli l'esame può svolgersi, a richiesta dello studente, alla fine d'ogni modulo o alla fine dell'ultimo modulo.

Per i corsi di laboratorio, per i quali la frequenza è obbligatoria, la verifica dell'apprendimento, l'accreditamento dei CFU e la definizione del voto possono avvenire seguendo modalità di verifica differenti dall'esame quali relazioni individuali presentate dopo esperienze in laboratorio od una prova finale in laboratorio con relativa relazione.

L'accreditamento dei CFU e la definizione del voto di moduli didatticamente correlati potrà essere effettuata anche a seguito del superamento di una singola prova finale disciplinata dalla Programmazione Didattica. La redazione delle relazioni di laboratorio è di norma condizione necessaria per l'accreditamento dei CFU.

Gli esami e le prove per l'accreditamento dei CFU, nel numero e nei periodi fissati dal Regolamento Didattico d'Ateneo, si terranno in date fissate anno per anno nella programmazione didattica.

L'esibizione di un Certificato Internazionale di conoscenza della lingua inglese del livello PET o superiore è sufficiente per l'accreditamento dei 6 CFU dedicati all'apprendimento dell'inglese.

8. Prova finale per il conseguimento del titolo

L'esame di laurea consiste nella discussione davanti ad una commissione ufficiale di una tesi preparata sotto la guida di un relatore che risponda ai requisiti definiti nel "Regolamento dell'Esame di Laurea". La tesi riporta un lavoro individuale ed originale, svolto all'interno dei Dipartimenti di Chimica e Chimica Industriale o del Dipartimento di Fisica o presso aziende, strutture e laboratori tanto universitari quanto pubblici o privati, in Italia e all'estero. La discussione è rivolta a valutare il contributo originale dello studente al lavoro presentato.

Il voto di laurea, che è espresso da un numero compreso tra 66/110 e 110/110 con eventuale lode, deve esprimere una valutazione del curriculum dello studente, e della preparazione e maturità scientifica da lui raggiunta.

Un apposito "Regolamento dell'Esame di Laurea", che fa parte integrante del Regolamento Didattico del Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali determina i requisiti per essere relatore di una tesi, le procedure di nomina della commissione ufficiale ed i criteri per la definizione del voto di laurea.

9. Commissione Didattica Paritetica

La Commissione Didattica Paritetica, prevista dallo Statuto d'Ateneo valuterà la funzionalità e l'efficacia delle attività formative e l'efficienza dei servizi didattici forniti e potrà formulare proposte d'interventi al Consiglio. La composizione, le procedure per l'elezione dei membri e le norme generali di funzionamento della Commissione sono precisate nel Regolamento del Consiglio.

10. Quadro generale delle attività formative.

Le attività formative complessive del Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali riguardano un totale di 300 CFU e comprendono:

- attività per fornire le indispensabili nozioni dell'algebra, della geometria, del calcolo differenziale e integrale, delle equazioni differenziali;
- attività per fornire una buona conoscenza, sia sperimentale sia teorica della fisica classica e della fisica quantistica e delle loro basi matematiche, nonché dei fondamenti della fisica della materia, e di altri aspetti della fisica moderna;
 - attività per fornire conoscenze di chimica;
 - attività di laboratorio per fornire la pratica sperimentale di misurare, raccogliere ed analizzare dati;
 - attività per fornire conoscenze specialistiche di fisica e di discipline collegate che caratterizzano il corso di studi;
 - eventuali attività esterne presso aziende, strutture e laboratori tanto universitari quanto pubblici o privati, in Italia e all'estero.

Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali

IV anno

I semestre				
Insegnamento	Ore frontali	Ore totali	CFU	Esame
Fisica degli Stati Condensati	48	150	6	1
Metodi Matematici per la Fisica od Introduzione alla Chimica Biologica ⁽¹⁾	24	75	3	1(0)
Laboratorio di Chimica dei Materiali	45	75	3	Colloquio
Polimeri di Interesse Industriale	48	150	6	1
Spettroscopia dei Materiali I con Laboratorio	24+15	100	3+1	Prova in itinere
Processi ed Impianti Chimici Industriali ⁽²⁾	48	150	6	1
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽³⁾	24	75	3	Colloquio
Totale parziale CFU/Esami			31	4
II semestre				
Cristallografia	48	150	6	1
Laboratorio di Fisica dei Materiali II	45	75	3	Colloquio
Corso caratterizzante discipline Ingegneria ⁽⁴⁾	48	150	6	1
Spettroscopia dei materiali II con Laboratorio	24+30	125	3+2	1
Materiali per uso agroindustriale	24	75	3	Colloquio
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽³⁾	24	75	3	Colloquio
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽³⁾	24	75	3	Colloquio
Totale parziale CFU/ esami			29	3
Totale generale CFU/esami IV anno			60	7(6)

V anno

I semestre				
Insegnamento	Ore frontali	Ore totali	CFU	Esame
Polimeri per uso biomedico e farmaceutico	24	75	3	Colloquio
Corso caratterizzante da scegliere fra quelli degli SSD FIS/01, FIS/03, CHIM ⁽³⁾	24	75	3	Colloquio
Corso del SSD FIS/03 ⁽⁵⁾	24	75	3	Colloquio
Corso del SSD CHIM/05 ⁽⁶⁾	24	75	3	1(0)
Corso a scelta studente ⁽⁷⁾	24	75	3	Colloquio
Corso a scelta studente ^(7,8)	24	75	3	Colloquio
Corso del SSD CHIM/05 per studenti dai curricula Materiali di STC ed Ingegneria	24	75	3/0	Colloquio
Tesi ⁽⁹⁾		200	9/12	
Totale parziale CFU/esami			30	1(0)
II semestre				
Tesi		750	30	
Totale parziale CFU/esami			30	
Totale CFU/esami V anno			30	1(0)
Totale esami				8(7)

⁽¹⁾Sulla base del curriculum della laurea di primo livello lo studente segue un insegnamento di Metodi Matematici della Fisica oppure un corso opzionale della formazione disciplinare e culture di contesto fra quelli del ⁽²⁾.

⁽²⁾Gli studenti che provengono dal curriculum di Ingegneria dei Materiali sostituiranno questo insegnamento con quello di Istituzioni di Fisica Teorica.

⁽³⁾Da scegliere fra i corsi della formazione disciplinare e culture di contesto dei SSD: AGR/02, AGR/06, BIO/04, BIO/10, BIO/11, BIO/13, IUS/01, IUS/02, IUS/03, IUS/04, IUS/07, IUS/14, SEC-P/07, SECS-P/08, SECS-P/10, SECS-P/13.

⁽⁴⁾Da scegliere fra quelli dei SSD CHIM/07, ICAR/08, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/27. Gli studenti che provengono dal curriculum di Ingegneria dei Materiali sostituiranno questo insegnamento con quello di Fisica dei Materiali.

⁽⁵⁾Da scegliere fra: Fisica delle nanotecnologie, Reologia, Fisica dei Cristalli liquidi, Fisica dei Polimeri, ed altri indicati annualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

⁽⁶⁾Da scegliere fra: Biopolimeri, Materiali polimerici biodegradabili, Materiali polimerici per usi speciali, Polimeri per protezione ambientale, Scienza e Tecnologia dei materiali polimerici....., ed altri indicati annualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

⁽⁷⁾Poiché la tesi comporta un numero di crediti maggiore del minimo tabellare, per i crediti in eccesso lo studente può utilizzare a questo fine quelli a sua libera scelta (in tutto o in parte).

⁽⁸⁾Poiché la tesi comporta un numero di crediti maggiore del minimo tabellare, per i crediti in eccesso lo studente può utilizzare a questo fine quelli a sua libera scelta (in tutto o in parte). Per gli studenti che provengono dal curriculum in Ingegneria dei Materiali, per cui è ammesso un solo corso a scelta, deve essere scelto un insegnamento fra quelli di CHIM/05.

⁽⁹⁾ 9 CFU per gli studenti che provengono dal curriculum di Materiali, Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche, e dal curriculum Materiali, Laurea in Ingegneria Chimica, e 12 CFU per gli studenti che provengono dal curriculum di Materiali Laurea in Fisica.

Il Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali offre ai suoi studenti la possibilità di frequentare i corsi delle Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali e della Facoltà di Ingegneria ed, in generale, i corsi dell'Ateneo di Pisa ed in particolare i corsi dell'Allegato 1, il cui contenuto concettuale è brevemente descritto nell'Allegato 2.

Norme Transitorie.

Università degli studi di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Regolamento didattico del Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali

Allegato 1 Elenco dei Corsi

Titolo	CFU	SSD
Materiali per uso agro-industriale	3	AGR/04
Introduzione alla Chimica Biologica	3	BIO/10
Chimica Analitica	6	CHIM/01
Chimica Analitica Spettroscopica	3	CHIM/01
Chimica dello Stato Solido	6	CHIM/02
Chimica Fisica	6	CHIM/02
Chimica Fisica dei Fluidi	6	CHIM/02
Chimica Fisica dei Materiali	6	CHIM/02
Chimica Fisica Organica	6	CHIM/02
Chimica dei Composti Metallorganici	6	CHIM/03
Chimica Fisica dello Stato Solido	6	CHIM/03
Chimica dei Materiali	6	CHIM/03-05
Sviluppo di processi industriali I	3	CHIM/04
Biopolimeri	6	CHIM/05
Materiali polimerici biodegradabili	6	CHIM/05
Materiali polimerici per usi speciali	6	CHIM/05
Polimeri di interesse industriale	6	CHIM/05
Scienza e Tecnologia dei materiali polimerici	6	CHIM/05
Fondamenti chimici delle tecnologie	6	CHIM/07
Tecniche di Imaging	6	FIS/01
Meccanica Statistica I	6	FIS/02
Meccanica Statistica II	6	FIS/02
Metodi Matematici della Fisica II	6	FIS/02
Elettronica Quantistica	6	FIS/03
Fisica degli stati condensati	6	FIS/03
Fisica dei cristalli liquidi	3	FIS/03
Fisica dei dispositivi elettronici e fotonici	6	FIS/03
Fisica dei dispositivi per la fotonica	6	FIS/03
Fisica dei Materiali II	6	FIS/03
Fisica dei polimeri	6	FIS/03
Fisica delle Nanotecnologie	3	FIS/03
Fisica dello Stato Solido I	6	FIS/03
Fisica dello Stato Solido II	6	FIS/03
Laboratorio Fisica dei Materiali II	3	FIS/03
Ottica avanzata e nonlineare Laboratorio	6	FIS/03
Ottica nonlineare	6	FIS/03
Ottica Quantistica I	6	FIS/03
Ottica Quantistica II	6	FIS/03
Reologia	3	FIS/03
Teoria quantistica dei solidi	6	FIS/03
Cristallografia	6	GEO/06
Processi ed Impianti Industriali Chimici	6	ING-IND/25
Processi ed Impianti Industriali Chimici II	6	ING-IND/25
Sviluppo di processi industriali II	3	ING-IND/26
Materiali per l'elettronica e la fotonica	6	ING-INF/01
Brevettazione e Sicurezza	3	IUS/07
Certificazione Controllo e Qualità	3	SECS-P/07

Organizzazione aziendale	6	SECS-P/13
--------------------------	---	-----------

Università degli studi di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Regolamento didattico del Corso di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali

Allegato 2 Syllabus dei Corsi

Titolo	CFU	Syllabus
Biopolimeri	6	Obiettivo Modulo 1: Struttura e conformazione di macromolecole biologiche: polipeptidi, proteine, polisaccaridi, acidi nucleici. Fattori responsabili della struttura ordinata di proteine ed acidi nucleici. Obiettivo Modulo 2: Metodi spettroscopici per la determinazione della struttura di macromolecole biologiche. Applicazioni industriali di polimeri naturali nel settore della catalisi, dei materiali e biomateriali.
Brevetazione e Sicurezza	3	Nozioni sulla gestione e prevenzione del rischio nell'industria e laboratori chimici. Normative, compilazione e ricerca sui brevetti.
Certificazione e Controllo Qualità	3	Corso professionalizzante che fornisce le conoscenze di base per il controllo qualità e la certificazione nell'industria chimica. Si forniscono anche cenni sugli aspetti economici e dei costi nell'industria chimica.
Chimica Analitica	6	Conoscenze di base degli aspetti teorici ed applicativi dei metodi chimici di analisi mediante titolazione, spettrofotometria ed elettrochimica.
Chimica Analitica Spettroscopica	3	CHIM/01
Chimica dei Composti Metallorganici	6	CHIM/03
Chimica dei Materiali	6	CHIM/03
Chimica dello Stato Solido	6	CHIM/02
Chimica Fisica	6	CHIM/02
Chimica Fisica dei Fluidi	6	CHIM/02
Chimica Fisica dei Materiali	6	Elementi di struttura della materia ed interazione materia-radiazione. Equilibri fisici e transizioni di fase. Fenomeni di trasporto. Elementi di spettroscopia. Metodi spettroscopici per lo studio dei materiali
Chimica Fisica dello Stato Solido	6	CHIM/03
Chimica Fisica Organica	6	CHIM/02
Cristallografia	6	Classi cristalline, reticoli bravaisiani, gruppi spaziali. Cristallografia a raggi X (polveri, cristallo singolo). Determinazione della struttura, metodo di Patterson, metodi diretti. Raffinamento della struttura e parametri geometrici. Raffinamento Rietveld. Microscopio elettronico, diffrazione di elettroni/neutroni, immagini HRTEM. Luce di sincrotrone
Elettronica quantistica	6	
Fisica degli stati condensati	6	Proprietà ottiche dei solidi. Transizioni di fase. Proprietà di trasporto. Materiali amorfi.
Fisica dei cristalli liquidi	3	FIS/03
Fisica dei dispositivi elettronici e fotoelettronici	6	Fisica dei semiconduttori. Dispositivi a giunzione, ad effetto di campo. Eterostrutture. Dispositivi optoelettronici.
Fisica dei dispositivi per la fotonica	6	Fisica e tecnologia dei materiali per la fotonica. Guide d'onda. Sorgenti. Rivelatori. Amplificatori.
Fisica dei polimeri	6	Generalità sui materiali polimeri. Descrizione delle conformazioni polimeriche. Soluzioni polimeriche. Soluzioni semiconcentrate e concentrate. Lo stato vetroso amorfo. Fenomeni di rilassamento
Fisica delle Nanotecnologie	3	Proprietà fisiche: trasporto elettrico, proprietà ottiche lineari e non lineari in sistemi a confinamento quantico. Fabbricazione di nanostrutture: tecniche di deposizione di film sottili e di nanolitografia.

Fisica dello Stato Solido I	6	FIS/03
Fisica dello Stato Solido II	6	FIS/03
Fondamenti chimici delle tecnologie	6	CHIM/07
Industria ed ambiente		Corso professionalizzante per le conoscenze di base richieste a valutare come un processo industriale può incidere sull'ambiente e come si può prevenire l'inquinamento modificando il processo.
Introduzione alla Chimica Biologica	3	Chimica dei processi biologici, biomolecole. Meccanismi enzimatici e metabolici.
Istituzioni di Fisica Teorica		Crisi della Fisica Classica. Introduzione alla Meccanica Quantistica. Equazione di Schrödinger indipendente e dipendente dal tempo. Momento angolare. Teoria delle perturbazioni. Spettri atomici.
Laboratorio Chimica dei Materiali	3	
Laboratorio Fisica dei Materiali II	3	Spettroscopie per le analisi di superficie. Microscopie a fascio ed a sonda: SEM, TEM, XPS, ESCA, SIMS, neutroni e luce di sincrotrone.
Materiali polimerici biodegradabili	3	Definizioni di materiale degradabile, biodegradabile e termo-fotoossidabile. Normativa nazionale ed internazionale. Materiali polimerici degradabili di origine naturale, semisintetica e sintetica. Meccanismi di biodegradazione e test di degradazione. Principali applicazioni di polimeri biodegradabili
Materiali per l'elettronica e la fotonica		
Materiali per usi agroindustriali	3	Produzioni vegetali non-food orientate alla successiva filiera dell'industria. Gli aspetti agro-ambientali delle produzioni non-food, le rese di biomassa, l'inquadramento energetico di queste produzioni ed il loro destino a livello dell'agro-industria.
Materiali polimerici per usi speciali	6	Obiettivo Modulo 1: Materiali polimerici con caratteristiche di fibre ad alte prestazioni, polimeri liquido cristallini, polimeri per elettronica, polimeri biodegradabili, polimeri per materiali biomedici, polimeri ad elevata termostabilità. Obiettivo Modulo 2: Miscele polimeriche: metodi di produzione per miscelazione e miscelazione reattiva, compatibilizzanti, metodi di caratterizzazione morfologica. Compositi particellari, rinforzati con fibre e cementi. Nanocompositi. Preparazione e proprietà.
Materiali polimerici per uso biomedico-farmaceutico	6	Principali impieghi di materiali polimerici in campo medico e farmaceutico. Sistemi protesici e sistemi terapeutici. Reazione del corpo estraneo e biocompatibilità. Farmaci polimerici, farmaci polimerizzati e trasportatori di farmaci. Sistemi a rilascio controllato e mirato. Protesi ed ingegneria tissutale. Tecniche litografiche per la modifica della morfologia superficiale.
Meccanica Statistica I	6	Insiemi statistici classici e quantistici. Applicazioni in sistemi di fermioni e bosoni. Sviluppo in cluster.
Meccanica Statistica II	6	Rottura spontanea di simmetria. Fenomeno di Higgs. Modelli statistici significativi.
Metodi Matematici della Fisica	3	Funzioni di variabile complessa. Serie e trasformate di Fourier.
Organizzazione aziendale	6	Nozioni base di organizzazione aziendale. Problemi e prospettive dell'industria chimica in Italia. Problematiche organizzative attività di ricerca. Problemi gestionali della produzione. Sicurezza ed impatto ambientale. Certificazione della qualità.
Ottica avanzata e nonlineare Laboratorio	6	Esperimenti sugli argomenti dei corsi di ottica avanzata.
Ottica e componenti ottici	6	Esperimenti sugli argomenti dei corsi di ottica di base
Ottica nonlineare	6	Effetti non lineari e comportamento ottico dei materiali.
Ottica Quantistica I	6	Richiami di ottica geometrica ed ottica fisica. Radiazione elettromagnetica e fisica quantistica. Sorgenti di radiazione termica e radiazione coerente.
Ottica Quantistica II	6	I principali laser. Tecniche avanzate di ottica ed applicazioni dell'ottica quantistica.0

Polimeri di interesse industriale	6	Obiettivo Modulo 1: Processi di produzione dei polimeri di maggiore diffusione. Tipo di strutture ottenibili in relazione alle condizioni adottate ed il tipo di reazione di polimerizzazione. Relazioni struttura/proprietà termomeccaniche. Obiettivo Modulo 2: Processi di trasformazione di materiali polimerici. Proprietà reologiche e meccaniche.
Polimeri per protezione industriale		
Polimeri per usi speciali	6	CHIM/05
Processi e Impianti Industriali Chimici	6	Principali operazioni unitarie nell'industria chimica
Processi e Impianti Industriali Chimici II	6	Obiettivo: presentare le problematiche e le tecniche relative alla progettazione degli impianti industriali chimici. Contenuti: nozioni di base riguardanti i fenomeni di trasferimento di calore e di quantità di moto; moto dei fluidi, pompe e compressori; tipi e criteri di dimensionamento degli scambiatori di calore; altre operazioni di separazioni fisica; strumentazione controllo e sicurezza degli impianti.
Reologia	3	Solido elastico. Liquidi viscosi. Viscoelasticità lineare e non lineare. Metodi sperimentali. La reologia come probe strutturale. Applicazioni a sistemi complessi.
Scienza e Tecnologia dei materiali polimerici	6	CHIM/05
Spettroscopia dei Materiali I con Laboratorio	4	
Spettroscopia dei Materiali II con Laboratorio	5	
Sviluppo di processi industriali I		Obiettivo del corso: illustrare le problematiche relative allo sviluppo di un processo chimico industriale e alla valutazione delle diverse alternative durante il progetto dell'impianto per la produzione di prodotti inorganici, organici, polimerici. Contenuti: Sviluppo di processi industriali nei loro aspetti termodinamici e chimici.
Sviluppo di processi industriali II		Obiettivo del corso: illustrare le problematiche relative allo sviluppo di un processo chimico industriale e alla valutazione delle diverse alternative durante il progetto dell'impianto per la produzione di prodotti inorganici, organici, polimerici. Sviluppo di processi industriali nei loro aspetti progettistici e impiantistici. Schemi di rappresentazione: a blocchi, di processo, funzionale.
Tecniche di Imaging	6	Proprietà dei sistemi di immagine. Immagini digitali. Analisi delle immagini.
Tecnologie e Materiali per l'Elettronica		ING-INF/01
Teoria quantistica dei solidi	6	FIS/03