

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 23 Settembre 2004

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**.

4. Obiettivi formativi

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

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 della tecnologia 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

I crediti formativi acquisiti per conseguire i titoli relativi alla Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali dell'Università di Pisa, alla Laurea in Scienze Fisiche – Curriculum Fisica dei Materiali dell'Università di Pisa sono integralmente riconosciuti.

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 un totale di 20 debiti formativi, di cui 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, e 12 debiti formativi di Fisica da recuperare attraverso gli esami di Istituzioni di Fisica Teorica (6 CFU) e Fisica dei Materiali (6 CFU) del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali. Comunque tali studenti recuperano, in quanto già acquisiti nel triennio, un totale di 12 CFU di cui 6 CFU per il corso di Processi e Impianti Industriali Chimici (6 CFU) e 6 CFU nell'ambito dei corsi integrativi di formazione interdisciplinare e culture di contesto. Pertanto il totale effettivo dei debiti formativi è di 8 CFU.

Coloro che siano in possesso del titolo di studio acquisito con la Laurea in Chimica – Curriculum Molecolare dell'Università di Pisa, appartenente alla classe 21 - Scienze e Tecnologie Chimiche, saranno ammessi al Corso di Laurea specialistica con un totale di 23 debiti formativi, (5 CFU di Matematica, 6 CFU di Chimica delle macromolecole (CHIM/05) del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali, 6 CFU di Istituzioni di Fisica Teorica e 6 CFU di Fisica della Materia). Comunque tali studenti recuperano, in quanto già acquisiti nel triennio, 6 CFU nell'ambito dei corsi a scelta e 12 CFU nell'ambito formazione interdisciplinare e culture di contesto in quanto già acquisiti nel triennio. Pertanto il totale effettivo dei debiti formativi è di 5 CFU.

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 18 debiti formativi di chimica. Tali studenti potranno 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 delle Macromolecole del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente - Curriculum Materiali (6 CFU) e gli esami di Introduzione alla Chimica Analitica (3 CFU) ed Introduzione alla Chimica Organica (3 CFU) del Corso di Laurea in Chimica. Comunque tali studenti possono recuperare, in quanto già acquisiti nel triennio, i 12 CFU di SSD FIS accumulati nel triennio, ed in esubero delle discipline scientifiche caratterizzanti della laurea specialistica, al posto del corso a scelta di 6 CFU e per i due corsi caratterizzanti di FIS e FIS/03 (6 CFU). In questa ipotesi il totale effettivo dei debiti formativi è di 6 CFU.

Coloro che siano in possesso del titolo di studio acquisito con la Laurea in Ingegneria Chimica – Curriculum Materiali dell'Università di Pisa, saranno ammessi al Corso di Laurea Specialistica con un totale di 50 debiti da ripartire fra le aree di Chimica e Fisica. Il recupero di questi crediti e la ripartizione fra le aree di Chimica e di Fisica sarà specificato dal Consiglio di Corso di Laurea.

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. Accredimento dei CFU

L'accREDITAMENTO dei CFU e la definizione del voto avviene attraverso prove in itinere (scritte o colloqui orali) oppure con una prova finale (scritta e/o orale). 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 una buona conoscenza dei fondamenti della chimica nei suoi vari aspetti, della chimica industriale e della scienza e tecnologia dei materiali oltre ad alcune conoscenze di ingegneria a livello impiantistico, di processo e di materiali;
- attività di laboratorio per fornire la pratica sperimentale di misurare, raccogliere ed analizzare dati;
- attività per fornire conoscenze specialistiche di fisica, di chimica 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.

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.

Il quadro delle attività formative per il biennio (IV e V anno) è riassunto nelle seguenti tabelle, anche se, su proposta della Commissione Didattica e/o delibera del Consiglio del Corso di Studio di Scienza dei Materiali, è possibile cambiarne la distribuzione temporale, in termini sia di semestre che di anno, ivi compresi i modi di valutazione, se si ritiene che tale modifica possa migliorare l'organizzazione didattica.

Norme Transitorie.

Nei primi tre anni di attivazione l'elenco dei corsi allegato non è vincolante e nuovi titoli potranno essere inseriti per rispondere alle esigenze della Programmazione didattica.

Il Consiglio di Corso di Laurea (od una Commissione all'uopo delegata) riconoscerà integralmente i CFU già acquisiti nel corso di laurea in Scienza dei Materiali vecchio Ordinamento, valutando la preparazione della tesi di laurea quinquennale come equivalente a 44 CFU ed assegnando alla nuova discussione della tesi il valore convenzionale di 1 CFU. Il Consiglio integrerà queste disposizioni con Norme specifiche per tutti i casi non previsti che potranno presentarsi.

Insegnamenti di Scienza dei Materiali per studenti con Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie Chimiche per l'Industria e l'Ambiente, curriculum Materiali

IV anno

I semestre					
Insegnamento	Ore frontali	Ore totali	CFU	Valutazione	N. Esami
Fisica dei Materiali II	48	150	6	Esame	1
Laboratorio di Chimica dei Materiali II	45	75	3	Prove Laboratorio	-
Spettroscopia dei materiali I e II con Laboratorio	48+45	225	6+3	Esame	1
Processi ed Impianti Industriali Chimici	48	150	6	Esame	1
Materiali per uso agroindustriale	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Corso caratterizzante da scegliere fra quelli degli SSD FIS/01, FIS/03, CHIM ^{(2),(3)}	24	75	3	Esame o Giudizio idoneità	1 (0)
Totale parziale CFU/Esami			30		4(3)
II semestre					
Cristallografia	48	150	6	Esame	1
Laboratorio di Fisica dei Materiali II	45	75	3	Prove Laboratorio	
Corso caratterizzante discipline Ingegneria ⁽⁴⁾	48	150	6	Esame	1
Metodi Matematici per la Fisica	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Polimeri di Interesse Industriale	48	150	6	Esame	1
Polimeri per uso biomedico e farmaceutico	24	75	3		
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽⁵⁾	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Totale parziale CFU/Esami			30		3
Totale generale CFU/esami IV anno			60		7 (6)

V anno

I semestre					
Insegnamento	Ore frontali	Ore totali	CFU	Valutazione	N. Esami
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽⁵⁾	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽⁵⁾	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Corso del SSD FIS/03 ⁽²⁾	24	75	3	Esame	1
Corso del SSD CHIM/05 ⁽³⁾	24	75	6		1
Corso a scelta studente ⁽⁶⁾	24	75	6	Esame	1 (0)
Tesi		200	9		
Totale parziale CFU/esami			30		3 (2)
II semestre					
Tesi		750	30		
Totale parziale CFU/esami			30		
Totale CFU/esami V anno			30		3
Totale esami					10 (8)

⁽¹⁾Giudizio di idoneità da conseguire attraverso prove in itinere, colloquio o seminario.

⁽²⁾Da scegliere fra: Fisica delle nanotecnologie, Reologia, Fisica dei Cristalli liquidi, Fisica dei Polimeri, ed altri indicati annualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

⁽³⁾ Da scegliere fra Biopolimeri, Materiali polimerici biodegradabili, Polimeri per usi speciali, Polimeri per protezione ambientale, Chimica e Tecnologia dei materiali polimerici, ed altri indicati annualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

⁽⁴⁾Da scegliere fra quelli dei SSD CHIM/07, ICAR-08, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/27.

⁽⁵⁾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. Gli studenti che nella Laurea Triennale avessero già

conseguito crediti in questi SSD come corsi a scelta, venendo tali crediti riconosciuti nell'ambito della formazione disciplinare e culture di contesto, devono acquisire un numero equivalente di crediti come corsi a scelta della Laurea Specialistica.

⁽⁶⁾ Lo studente può utilizzare i crediti del corso a scelta (in tutto o in parte) per lo svolgimento di una tesi che comporti un numero di crediti maggiore di quello indicato nella Tabella.

Insegnamenti di Laurea Specialistica in Scienza dei Materiali
Per studenti con Laurea Triennale in Fisica, curriculum Fisica dei Materiali

IV anno

I semestre					
Insegnamento	Ore frontali	Ore totali	CFU	Valutazione	N. Esami
Fisica dei Materiali II	48	150	6	Esame	1
Laboratorio di Chimica dei Materiali II	45	75	3	Prove Laboratorio	-
Spettroscopia dei materiali I e II con Laboratorio	48+45	225	6+3	Esame	1
Processi ed Impianti Chimici Industriali	48	150	6	Esame	1
Materiali per uso agroindustriale	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Corso caratterizzante da scegliere fra quelli degli SSD FIS/01, FIS/03, CHIM ^{(2),(3)}	24	75	3	Esame o Giudizio idoneità ⁽¹⁾	1 (0)
Totale parziale CFU/Esami			30		4 (3)
II semestre					
Cristallografia	48	150	6	Esame	1
Laboratorio di Fisica dei Materiali II	45	75	3	Prove Laboratorio	-
Corso caratterizzante discipline Ingegneria ⁽⁴⁾	48	150	6	Esame	1
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽⁵⁾	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	-
Polimeri di Interesse Industriale	48	150	6	Esame	1
Polimeri per uso biomedico e farmaceutico	24	75	3		
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽⁵⁾	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	
Totale parziale CFU/ esami			30		3
Totale generale CFU/esami IV anno			60		7 (6)

V anno

I semestre					
Insegnamento	Ore frontali	Ore totali	CFU	Valutazione	N. Esami
Corso opzionale formazione disciplinare e cultura di contesto ⁽⁵⁾	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	
Elementi di Chimica Biologica	24	75	3	Giudizio idoneità ⁽¹⁾	
Corso del SSD FIS/03 ⁽⁴⁾	24	75	3	Esame	1
Corso del SSD CHIM/05 ⁽⁵⁾	24	75	3	Esame	1
Corso a scelta studente ⁽⁶⁾	24	75	6	Esame	1 (0)
Tesi		200	12		
Totale parziale CFU/esami			30		3 (2)
II semestre					
Tesi		750	30		
Totale parziale CFU/esami			30		
Totale CFU/esami V anno			30		3 (2)
Totale esami					10 (8)

⁽¹⁾Giudizio di idoneità da conseguire attraverso prove in itinere, colloquio o seminario.

⁽²⁾Da scegliere fra: Fisica delle nanotecnologie, Reologia, Fisica dei Cristalli liquidi, Fisica dei Polimeri, ed altri indicati annualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

⁽³⁾ Da scegliere fra Biopolimeri, Materiali polimerici biodegradabili, Polimeri per usi speciali, Polimeri per protezione ambientale, Chimica e Tecnologia dei materiali polimerici, ed altri indicati annualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

⁽⁴⁾Da scegliere fra quelli dei SSD CHIM/07, ICAR-08, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/27.

⁽⁵⁾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.

⁽⁶⁾ Lo studente può utilizzare i crediti del corso a scelta (in tutto o in parte) per lo svolgimento di una tesi che comporti un numero di crediti maggiore di quello indicato nella Tabella.

Allegato 1: Elenco dei Corsi

Titolo	CFU	SSD
Materiali per uso agro-industriale	3	AGR/02
Elementi di Chimica Biologica	3	BIO/10
Chimica Analitica	6	CHIM/01
Chimica Analitica Spettroscopica	3	CHIM/01
Chimica Fisica	6	CHIM/02
Chimica Fisica dei Fluidi	6	CHIM/02
Chimica Fisica dei Materiali	6	CHIM/02
Chimica Fisica dello Stato Solido e delle Superfici	6	CHIM/02
Chimica Fisica Organica	6	CHIM/02
Spettroscopia dei Materiali I con Laboratorio	6	CHIM/02
Chimica Metallorganica	6	CHIM/03
Chimica dei Materiali	6	CHIM/03-05
Biopolimeri	6	CHIM/05
Laboratorio di Chimica dei Materiali II	3	CHIM/03-05
Chimica e Tecnologia dei materiali polimerici	3	CHIM/05
Materiali polimerici biodegradabili	6	CHIM/05
Polimeri di interesse industriale	6	CHIM/05
Polimeri per usi speciali	6	CHIM/05
Polimeri per uso biomedico-farmaceutico	6	CHIM/05
Fondamenti Chimici delle Tecnologie II	6	CHIM/07
Industria ed ambiente	3	CHIM/12
Istituzioni di Fisica Teorica	6	FIS/02
Metodi Matematici della Fisica II	6	FIS/02
Transizioni di fase e fenomeni critici	6	FIS/02
Fisica dei cristalli liquidi	3	FIS/03
Fisica dei dispositivi elettronici e fotoelettronici	6	FIS/03
Fisica dei materiali II	6	FIS/03
Fisica dei materiali per la fotonica	3	FIS/03
Fisica dei polimeri	6	FIS/03
Fisica delle nanotecnologie	3	FIS/03
Fisica dello stato solido	6	FIS/03
Laboratorio Fisica dei Materiali II	3	FIS/03
Materiali per l'elettronica e la fotonica	6	FIS/03
Ottica nonlineare	6	FIS/03
Laboratorio di Ottica Quantistica	6	FIS/03
Reologia	3	FIS/03
Spettroscopia dei Materiali II con Laboratorio	6	FIS/03
Teoria quantistica dei solidi	6	FIS/03
Cristallografia	6	GEO/06
Corrosione e protezione dei materiali metallici	6	ING-IND/21
Ingegneria dei Materiali polimerici e Compositi	6	ING-IND/22
Scienza e tecnologia dei Materiali	6	ING-IND/22
Processi ed Impianti Industriali Chimici	6	ING-IND/25
Processi ed Impianti Industriali Chimici II	6	ING-IND/25
Sviluppo di processi industriali Mod I	3	ING-IND/26
Brevetazione e Sicurezza	3	IUS/07
Certificazione Controllo e Qualità	3	SECS-P/07

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	Radiazione elettromagnetica. Spettri rotazionali e vibrazionali di molecole. Interpretazione di spettri infrarossi di principali composti. Spettroscopia IR in trasformata di Fourier.
Chimica e Tecnologia dei materiali polimerici	3	Definizione delle proprietà applicative dei materiali polimerici e loro dipendenza dalla natura chimica dei componenti. Principali tecnologie impiegate nella trasformazione dei materiali polimerici.
Chimica Fisica	6	Elementi di teoria cinetica dei gas. Elementi di cinetica chimica in fase gassosa. Considerazioni quanto-meccaniche elementari per sistemi atomici e molecolari.
Chimica Fisica dei Fluidi	6	Richiami di meccanica quantistica. Metodi di simulazione numerica. Teorie delle funzioni di distribuzione. Teorie perturbative. Funzioni di correlazione dipendenti dal tempo. Idrodinamica. Esercitazioni numeriche.
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 e delle Superfici	6	Struttura cristallina. Classificazione dei solidi secondo i legami chimici. Dinamica reticolare. Struttura elettronica Proprietà di conduzione e magnetiche. Proprietà di superfici regolari ed irregolari.
Chimica Fisica Organica	6	CHIM/02
Chimica Metallorganica	6	Tipi di legami rilevanti in Chimica Metallorganica. Proprietà termodinamica di tali legami. Complessi organometallici in alto stato di ossidazione. Reattività di composti metalloorganici. Sintesi, caratterizzazione e reattività di complessi di metalli di transizione secondo la funzionalità.
Corrosione e protezione dei materiali metallici	6	Aspetti stechiometrici e termodinamici dei fenomeni di corrosione. Fattori, forme e valutazione di corrosione. Ambienti corrosivi naturali ed industriali. Metodi di prevenzione e protezione dalla corrosione.
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
Elementi di Chimica Biologica	3	Chimica dei processi biologici, biomolecole. Meccanismi enzimatici e metabolici.
Fisica dei cristalli liquidi	3	Generalità. Modelli teorici per la transizione di fase nematico-isotropo. Comportamento dielettrico e magnetico. Interazioni con superfici. Transizione e soglia di Freederickz. Transizione Colesterico-Nematico. La diffusione di luce da nematici. Cenni agli effetti elettro-idrodinamici. Proprietà ottiche.
Fisica dei dispositivi elettronici e fotoelettronici	6	Fisica dei semiconduttori. Dispositivi a giunzione, ad effetto di campo. Eterostrutture. Dispositivi optoelettronici.
Fisica dei materiali II	6	Fenomeni fisici che determinano nei materiali proprietà per applicazioni speciali, sia di tipo tradizionali che per tecnologie emergenti. Fenomeni che governano l'interazione della radiazione elettromagnetica con i materiali: questi aspetti sono rilevanti sia per la caratterizzazione che per il trattamento e la lavorazione dei materiali.
Fisica dei materiali per la fotonica	6	Strutture cristalline. Elettroni nei sistemi cristallini. Vibrazioni reticolari. Radiazione elettromagnetica in mezzi materiali. Impurezze e difetti in semiconduttori Eterostrutture di semiconduttori. Cristalli fotonici; principi generali; descrizione di alcune realizzazioni particolari.
Fisica dei polimeri	6	Generalità sui materiali polimerici. 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 sconfinamento quantico. Fabbricazione di nanostrutture: tecniche di deposizione di film sottili e di nanolitografia.
Fisica dello Stato Solido	6	Elettroni in un potenziale periodico unidimensionale. Descrizione geometrica dei cristalli: reticoli diretti e reciproci. Il gas di elettroni. Livelli di energia elettronici nei solidi. Proprietà elettroniche di cristalli molecolari, ionici, covalenti e metalli. Dinamica reticolare. Proprietà ottiche di semiconduttori e isolanti. Trasporto di carica in semiconduttori intrinseci e drogati.
Fondamenti Chimici delle Tecnologie II	6	Richiami sul legame chimico in derivati del carbonio. Idrocarburi alifatici e insaturi, nomenclatura, ottenimento e loro reattività chimica in reazioni di sostituzione, addizione ed ossidazione. Idrocarburi aromatici. Loro ottenimento e reattività chimica. La stereochimica in composti organici. Introduzione alle principali classi di composti organici funzionali con indicazioni sui processi di ottenimento e riferimento ai relativi meccanismi e loro impieghi industriali.
Industria ed ambiente	3	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.
Ingegneria dei Materiali polimerici e compositi	6	Definizione di materiale composito e composito particellare. Modulo elastico e carico di rottura. Tecniche di lavorazione e fabbricazione. Comportamento a fatica e di frattura dei materiali polimerici. Degradazione dei polimeri.
Istituzioni di Fisica Teorica	3	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 II	3	Preparazione e caratterizzazione di materiali polimerici organici od inorganici, vetri, materiali ceramici. Caratterizzazione per via calorimetrica e viscosimetrica. Determinazione della massa molecolare. Determinazione della porosità e dell'area superficiale
Laboratorio di Ottica Quantistica	6	Propagazione delle onde e.m. in mezzi omogenei. Legge di rifrazione e riflessione. Interferenza. Olografia Matrici in ottica. Propagazione gaussiana dei fasci e.m.. Cavità laser per mezzo del diagramma di stabilità. Fibre ottiche. Laser a diodo. Esperienze con Laser a diodo, Fabry-Perot, di Michelson
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 per uso agroindustriale	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 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
Metodi Matematici della Fisica II	3	Funzioni di variabile complessa. Serie e trasformate di Fourier.
Ottica nonlineare	6	Effetti non lineari e comportamento ottico dei materiali.
Ottica Quantistica	6	Richiami di ottica geometrica ed ottica fisica. Radiazione elettromagnetica e fisica quantistica. Sorgenti di radiazione termica e radiazione coerente. principali laser. Tecniche avanzate di ottica ed applicazioni dell'ottica quantistica.
Polimeri di interesse industriale	6	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. Processi di trasformazione di materiali polimerici. Proprietà reologiche e meccaniche.
Polimeri per usi speciali	6	Materiali polimerici con caratteristiche di fibre ad alte prestazioni, polimeri liquidi cristallini, polimeri per elettronica, polimeri biodegradabili, polimeri per materiali biomedici, polimeri ad elevata termostabilità. 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.
Polimeri 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.
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	6	Struttura atomica. Struttura e geometria dei cristalli. Solidificazione, difetti, diffusione nei solidi cristallini. Diagrammi di stato. Introduzione alla meccanica dei sistemi continui. Proprietà meccaniche. Caratterizzazione meccanica. Materiali metallici, polimerici, ceramici, compositi Meccanismi di degradazione dei materiali. Proprietà elettriche e dielettriche.
Spettroscopia dei Materiali I con Laboratorio	5	Radiazione elettromagnetica. Osservazioni sperimentali alle origini della meccanica quantistica. Elementi di Spettroscopia Molecolare.
Spettroscopia dei Materiali II con Laboratorio	4	Comportamento magnetico della materia. Il fenomeno della risonanza magnetica. Tempi di rilassamento. Spettrometri, NMR, ESR.
Sviluppo di processi industriali I	3	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.
Tecniche di Imaging	6	Proprietà dei sistemi di immagine. Immagini digitali. Analisi delle immagini.
Teoria quantistica dei solidi	6	Stati elettronici nei solidi: l'approssimazione ad un elettrone e il suo superamento. Stati elettronici nei solidi: metodi per il calcolo delle bande di energia. Eccitoni, plasmoni e schermo dielettrico nei cristalli. Sistemi di elettroni e nuclei in interazione. Superconduttività.
Transizioni di fase e fenomeni critici	6	Insiemi statistici classici e quantistici. Applicazioni in sistemi di fermioni e bosoni. Sviluppo in cluster.