

Regolamento didattico del Corso di Studi in Scienza e Ingegneria dei Materiali nella Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università degli Studi di Napoli Federico II

Classe delle Lauree in Ingegneria Industriale, Classe N. L-9

Art.1. Definizioni

Ai sensi del presente regolamento si intendono:

- a) per Scuola, la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
- b) per Dipartimento, il Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMAPI) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
- c) per Regolamento sull'Autonomia didattica, di seguito denominato RAD, il Regolamento recante norme concernenti l'Autonomia Didattica degli Atenei di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n. 509 come modificato e sostituito dal D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270;
- d) per Regolamento Didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento approvato dall'Università degli Studi di Napoli Federico II ai sensi dell'Art.11 del D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270, emanato con D.R. 2014/2332 del 02/07/2014;
- e) per Decreti ministeriali, di seguito denominati DCL, i Decreti M.U.R. 16 marzo 2007 di determinazione delle classi delle lauree universitarie e delle classi delle lauree magistrali;
- f) per Corso di Studi in Scienza e Ingegneria dei Materiali, di seguito denominato CdS, il Corso di Studi come individuato dall'Art.2 del presente regolamento;
- g) per SUA-CdS (Scheda Unica Annuale riferita al singolo Corso di Studio) la documentazione prevista dal DM 47 del 30 gennaio 2013 per l'istituzione dei Corsi di Laurea e di Laurea magistrale e successive modificazioni;
- h) per Commissione di Coordinamento Didattico (CCD), l'organismo di governo del CdS, come individuato dall'Art. 3 del presente regolamento;
- i) per titolo di studio, la Laurea in Scienza e Ingegneria dei Materiali, come definita dall'Art.2 del presente regolamento;
- j) per RAR il Rapporto Annuale di Riesame;

nonché tutte le altre definizioni di cui all'Art.1 del RDA.

Art. 2. Titolo e finalità del CdS

Il presente regolamento disciplina il CdS in Scienza e Ingegneria dei Materiali, appartenente alla Classe delle lauree in Ingegneria Industriale, Classe n. L-9, di cui alla tabella allegata al DCL e al relativo Ordinamento didattico riportato nella SUA-CdS, afferente alla Scuola e incardinato nel Dipartimento.

Ai sensi dell'Art. 10 comma 2 del RDA, per essere ammessi al CdS occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo dalle strutture didattiche competenti; occorre inoltre rispondere ad ulteriori requisiti formativi e culturali, il cui possesso è valutato mediante un test di orientamento preliminare alle iscrizioni (vedi Art. 4). Ai sensi dell'Art. 7 del RDA, in caso di valutazione negativa l'iscrizione è consentita con debiti formativi, che possono essere recuperati mediante attività formative organizzate dalla Scuola.

Il CdS si propone di formare una figura professionale in grado di operare nel settore dei materiali, e rappresenta il primo livello di un percorso formativo che ha il suo proseguimento naturale nella Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali. A coloro che conseguono la laurea nel CdS compete la qualifica di Dottore in Scienza e Ingegneria dei Materiali.

Durante il corso, che si articola in tre anni, lo studente acquisisce una solida cultura di base nell'ambito della matematica, della fisica e della chimica dei materiali, nonché della fisica dello stato solido. Su tali conoscenze si innestano competenze caratterizzanti proprie dell'ingegneria industriale (elettrotecnica,

meccanica applicata) e, più specificamente, dell'ingegneria dei materiali (termodinamica dei materiali, proprietà e tecnologie di trasformazione delle varie tipologie di materiali). La preparazione è completata da attività affini e integrative (fenomeni di trasporto, chimica organica, chimica fisica molecolare), che permettono la comprensione del comportamento dei materiali su scala molecolare.

Gli obiettivi delle attività programmate nel CdS sono di fornire ai laureati gli strumenti per identificare, affrontare e risolvere problematiche semplici tipiche dell'ingegneria industriale, gestire i processi produttivi di diverse tipologie di materiali, sovrintendere ad attività di laboratorio mirate alla misura delle proprietà di base e al controllo di qualità di metalli, ceramici, polimeri e compositi. Gli obiettivi più squisitamente tecnici si inseriscono in una cornice più ampia, tendente a sviluppare nello studente capacità decisionali e di giudizio autonome, abilità comunicative nei confronti di interlocutori sia specialisti che non specialisti, capacità di apprendimento che ne favoriscano il proseguimento della formazione e l'aggiornamento continuo.

Il CdS si propone di dotare l'Ingegnere dei Materiali delle conoscenze che gli permettano di inserirsi con successo nei diversi comparti dell'Industria di trasformazione di materiali metallici, polimerici, ceramici, semiconduttori, vetrosi, compositi, per applicazioni in campo chimico, meccanico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, agro-alimentare, biomedicale, ambientale e dei beni culturali. Altri importanti sbocchi sono costituiti dai laboratori e dai centri di ricerca e sviluppo di aziende ed enti di natura pubblica e privata, così come dalle aziende erogatrici di beni e servizi.

Art. 3. Organizzazione del CdS

Il CdS è retto dalla CCD che, ai sensi dell'Art. 4 del RDA, condivide con il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali, culturalmente affine. Fanno parte della CCD tutti i professori, inclusi i professori a contratto e i ricercatori responsabili di un insegnamento nel corso di studio, oltre che i rappresentanti degli studenti del CdS eletti nel Consiglio di Dipartimento.

La CCD:

- a) coordina l'attività didattica;
- b) esamina e approva i piani di studio presentati dagli studenti;
- c) esamina ed approva le pratiche didattiche relative a riconoscimenti di crediti, stage e/o tirocini formativi e l'internazionalizzazione all'interno dei programmi europei attivi;
- d) valuta l'idoneità di Lauree non europee ai fini dell'ammissione ai Corsi di Studio;
- e) istituisce al proprio interno il gruppo del riesame che elabora il RAR; il RAR è esaminato ed approvato dalla CCD e poi trasmesso alla Commissione paritetica docenti-studenti;
- f) sperimenta nuove modalità didattiche;
- g) espleta tutte le funzioni istruttorie;
- h) formula proposte e pareri in merito all'Ordinamento didattico, al Regolamento didattico e al Manifesto degli Studi del CdS, che il coordinatore trasmette per l'approvazione al Consiglio di Dipartimento;
- i) intrattiene i rapporti con la Segreteria Studenti in ordine alle carriere degli studenti;
- j) esamina e approva le proposte di cultori della materia;
- k) propone la composizione delle commissioni di esami di profitto e degli esami finali per il conseguimento del titolo di studio;
- l) svolge tutte le altre funzioni a essa delegate dal Consiglio del Dipartimento;
- m) può istituire una o più sottocommissioni con specifici compiti istruttori. Il Consiglio del Dipartimento può eventualmente attribuire alle sottocommissioni poteri deliberanti limitatamente ai punti b), c) e d).

La CCD è presieduta dal Coordinatore, che viene eletto dal Consiglio del DICMaPI tra i professori di ruolo a tempo pieno responsabili di un insegnamento nel CdS.

Il Coordinatore:

- a) convoca e presiede la CCD;
- b) promuove e coordina l'attività didattica del CdS e riferisce al Consiglio del DICMaPI e della Scuola;
- c) sottopone al Consiglio del DICMaPI e della Scuola le proposte della CCD e cura l'esecuzione delle delibere del CCD in materia didattica;

- d) collabora con il Direttore del DICMaPI e il Presidente della Scuola per i rapporti con il Nucleo di Valutazione e per la valutazione dei requisiti dell'offerta formativa.

Art.4. Conoscenze richieste per l'accesso e offerta didattica integrativa

All'inizio di ogni anno accademico e prima dell'inizio delle attività formative si svolge una prova di autovalutazione obbligatoria rivolta agli immatricolandi, che ha lo scopo di fornire indicazioni generali sulle attitudini a intraprendere gli studi prescelti e sulla conoscenza delle nozioni possedute in specifici ambiti disciplinari. I risultati della prova potranno evidenziare l'esistenza di debiti formativi da recuperare, entro il I anno di corso, attraverso lo svolgimento di attività didattiche integrative (OFA - Obblighi Formativi Aggiuntivi). La CCD delega il Consiglio di Scuola a stabilire, per ogni anno accademico e prima dello svolgimento della prova di valutazione:

- a) i criteri per l'attribuzione di OFA sulla base degli esiti della prova di valutazione;
- b) la natura e le modalità di svolgimento delle attività formative integrative per il recupero dei debiti formativi da parte degli studenti cui siano stati attribuiti OFA;
- c) le modalità di svolgimento delle prove di verifica dell'estinzione dei debiti formativi;
- d) le attività formative per le quali gli OFA rivestono carattere di propedeuticità.

Per la proficua frequenza del CdS è richiesta la conoscenza delle seguenti nozioni di Matematica:

Aritmetica e algebra. Proprietà e operazioni sui numeri (interi, razionali, reali). Valore assoluto. Potenze e radici. Logaritmi ed esponenziali. Calcolo letterale. Polinomi (operazioni, decomposizione in fattori). Equazioni e disequazioni algebriche di primo e secondo grado. Semplici sistemi di equazioni.

Geometria. Segmenti e angoli; loro misura e proprietà. Rette e piani. Luoghi geometrici notevoli. Proprietà delle principali figure geometriche piane (triangoli, circonferenze, cerchi, poligoni regolari, ecc.) e relative lunghezze e aree. Proprietà delle principali figure geometriche solide (sfere, coni, cilindri, prismi, parallelepipedi, piramidi, ecc.) e relativi volumi e aree della superficie.

Geometria analitica. Coordinate cartesiane. Equazioni di retta, circonferenza, ellisse, parabola, iperbole.

Funzioni. Funzioni elementari e loro proprietà.

Trigonometria. Proprietà delle funzioni trigonometriche. Principali formule trigonometriche. Relazioni fra elementi di un triangolo.

Art.5. Articolazione degli studi

5.1. Attività formative e relative tipologie

Per conseguire la laurea è necessario acquisire 180 Crediti Formativi Universitari (CFU) mediante il superamento degli esami, in numero non superiore a 20, e lo svolgimento delle altre attività formative previste, conformemente a quanto riportato nel presente regolamento. Le attività formative sono stabilite dal piano dell'Offerta Didattica Programmata della SUA-CdS. Esse sono suddivise in attività di base, caratterizzanti, affini o integrative, a scelta autonoma dallo studente, secondo lo schema della Tabella I nell'Allegato I. In tale Allegato sono riportati, per ognuna delle attività formative previste, l'eventuale articolazione in moduli, i CFU assegnati, l'indicazione del settore scientifico-disciplinare di riferimento, le eventuali propedeuticità. Per le attività formative a scelta autonoma lo studente ha libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, purché coerenti con il progetto formativo. Ai fini del conteggio degli esami, gli esami o valutazioni di profitto relativi a queste attività saranno considerati corrispondenti a un singolo esame; restano invece escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'art. 10 comma 5 lettere c), d) ed e) del RAD. L'Allegato II al presente regolamento specifica, per ciascuna attività formativa e per ogni modulo da cui essa è eventualmente costituita:

- a) i Crediti Formativi Universitari (CFU);
- b) il settore scientifico-disciplinare di riferimento;

- c) le ore di lezione frontale dedicate alle lezioni e alle esercitazioni;
- d) gli obiettivi formativi specifici;
- e) i contenuti.

Non più del 50% dell'impegno orario complessivo associato ai CFU assegnati a ogni singola attività formativa può essere utilizzato per la didattica frontale; il resto deve essere riservato allo studio personale e ad altre attività formative di tipo individuale.

5.2. Obsolescenza dei Crediti formativi universitari

I crediti acquisiti non sono di norma soggetti a obsolescenza, fatta salva la disciplina che regola le condizioni di decadenza dagli studi. L'obsolescenza di crediti formativi relativi a specifiche attività formative può essere deliberata dal Consiglio di Dipartimento su proposta motivata della CCD. La delibera di obsolescenza riporterà l'indicazione delle modalità per la convalida dei crediti obsoleti, stabilendo le eventuali prove integrative che lo studente dovrà sostenere.

Art.6. Organizzazione didattica

6.1. Tipo di organizzazione

La durata normale del CdS è di 3 anni. Le attività formative programmate per ogni singolo anno sono somministrate in due periodi didattici, e si svolgono in tempi differenti da quelli dedicati agli esami, con l'eccezione degli appelli di esame dedicati a particolari categorie di studenti, secondo quanto specificato all'Art. 9. In Allegato II viene indicato, per ogni attività formativa, l'anno di corso in cui essa è programmata.

6.2. SUA-CdS

Ogni anno il CCD deve provvedere, secondo il calendario temporale specificato dal MIUR e dall'Ateneo, alla programmazione delle attività formative attraverso la stesura della SUA-CdS. La SUA-CdS viene successivamente discussa e ratificata dagli organi di Ateneo e di Dipartimento competenti in materia, secondo i tempi e le modalità previste dalla legge. La SUA-CdS in particolare specifica:

- a) il calendario e le modalità di svolgimento delle attività formative integrative per il recupero degli OFA di cui all'Art.4 del presente regolamento;
- b) la collocazione delle attività formative nei periodi didattici previsti dal precedente comma 1;
- c) il calendario delle attività formative, definite in accordo con la programmazione didattica annuale della Scuola;
- d) il calendario delle sessioni di esame, in accordo alle regole specificate all'Art.9.

6.3. Piani di studio

Ogni anno gli studenti possono presentare il Piano di studio per il successivo Anno Accademico. La presentazione ha luogo, di norma, entro il 31 Ottobre. Il Piano di studio può essere presentato anche prima dell'iscrizione all'anno accademico successivo e prima del versamento del bollettino di iscrizione. L'approvazione sarà comunque subordinata all'avvenuta iscrizione entro i termini previsti e alla conformità dei dati di iscrizione con quelli di presentazione del Piano di studio.

I Piani di studio sono esaminati dalla CCD entro 30 giorni a partire dalla data di trasmissione alla CCD da parte della Segreteria Studenti. In mancanza di delibera entro quel termine, essi sono considerati approvati, purché osservino la normativa del DCL relativo alla Classe n. L-9 (Classe delle Lauree in Ingegneria Industriale) e le modalità previste dal presente regolamento. Qualora lo studente non perfezioni, nelle forme e nei tempi previsti per questo adempimento, l'iscrizione all'anno accademico cui il Piano di studio si riferisce, esso non avrà efficacia.

Sono esentati dalla presentazione del Piano di Studio i soli studenti che intendono inserire come esami "a scelta autonoma dello studente" (vedi Tab. I in Allegato I) due tra gli insegnamenti riportati nella Tabella II dell'Allegato I. In ogni altro caso, allo studente che non presenti il Piano di studio entro i termini di scadenza ne verrà assegnato d'ufficio uno comprendente i soli insegnamenti obbligatori per l'anno di corso a cui si

iscrive. Esclusivamente allo studente che intenda presentare domanda di passaggio o di opzione è consentito di presentare contestualmente il Piano di studio in deroga alle scadenze previste.

6.4. Frequenza

In considerazione del tipo di organizzazione didattica prevista nel presente regolamento e, in particolare, di quanto regola l'accertamento del profitto, di norma è prevista la frequenza obbligatoria a tutte le attività formative. In particolare, per gli insegnamenti che comprendono attività di Laboratorio, la frequenza ad almeno il 70% di esse è prerequisite per poter accedere alla valutazione.

Per gli insegnamenti nei quali la verifica del profitto include gli accertamenti in itinere, con prove da svolgersi durante lo svolgimento del corso, il prerequisite per accedere alla valutazione è l'aver svolto almeno il 70% delle prove.

6.5. Insegnamento a distanza (teledidattica)

Per talune attività formative il Dipartimento, su proposta della CCD, potrà stabilire l'attivazione di modalità di insegnamento a distanza (teledidattica). Lo studente che intenda avvalersi degli strumenti di insegnamento a distanza ne presenterà istanza, la quale sarà valutata dalla CCD. Lo studente la cui istanza di avvalersi di strumenti di insegnamento a distanza sia stata accolta favorevolmente è esonerato dagli obblighi di frequenza di cui al comma precedente.

Art.7. Orientamento e tutorato

Nell'ambito della programmazione didattica, la CCD organizza le attività di orientamento e tutorato secondo quanto indicato nell'apposito Regolamento previsto dall'Art. 8 del RDA.

Art.8. Passaggi e trasferimenti

Le domande di trasferimento presso il CdS di studenti provenienti da altro Ateneo o da altri Corsi di Studi dello stesso Ateneo fridericiano sono sottoposte all'approvazione della CCD, che ne delibera il riconoscimento dei crediti acquisiti. A questo fine, essa può istituire un'apposita commissione istruttoria che, sentiti i docenti del settore scientifico-disciplinare cui l'attività formativa afferisce, formuli proposte per la CCD.

In ottemperanza all'Art. 16 del RDA, nel caso in cui il trasferimento dello studente sia effettuato da un Corso di Studi appartenente alla medesima classe del CdS, la quota di CFU relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente non sarà inferiore al 50% di quelli già conseguiti.

I crediti acquisiti in settori scientifico-disciplinari che non compaiono nei curricula del CdS potranno essere riconosciuti a condizione che le attività formative a cui fanno riferimento siano inserite in un Piano di studio approvato. Il mancato riconoscimento di CFU deve essere adeguatamente motivato.

In base ai CFU riconosciuti, la CCD delibera l'anno di corso a cui iscrivere lo studente proveniente da altro corso di studio o da altro Ateneo.

Art.9. Esami e altre verifiche del profitto

L'esame di profitto ha luogo per ogni insegnamento. Esso può tener conto dei risultati conseguiti in eventuali prove di verifica sostenute durante lo svolgimento del corso (prove in itinere). Il superamento dell'esame determina l'acquisizione dei corrispondenti CFU. Gli studenti in corso possono sostenere prove di esame esclusivamente durante i tre periodi di esame programmati nei mesi di gennaio/febbraio, giugno/luglio e settembre. Fanno eccezione gli studenti iscritti all'ultimo anno del percorso normale di studi, che possono sostenere prove di esame a partire dalla conclusione dei corsi del primo semestre, anche al di fuori dei periodi di esame sopra specificati, secondo la programmazione delle sedute di esame stabilita dai singoli docenti. Gli studenti che si trovano in questa condizione possono pertanto sostenere:

a) nei mesi da gennaio a maggio, gli esami in debito degli anni precedenti, nonché quelli del primo semestre dell'ultimo anno;

b) a partire dal mese di giugno, tutti gli esami.

Gli studenti iscritti fuori corso possono sostenere prove di esame durante tutto l'anno, secondo la programmazione delle sedute di esame stabilite dai singoli docenti. Le prove di verifica effettuate in itinere sono inserite nell'orario delle attività formative; le loro modalità sono stabilite dal docente e comunicate agli allievi all'inizio del corso. L'esame e/o le prove effettuate in itinere possono consistere in:

- a) verifica mediante questionario/esercizio numerico;
- b) relazione scritta;
- c) relazione sulle attività svolte in laboratorio;
- d) colloqui programmati;
- e) verifiche di tipo automatico in aula informatica.

In caso di valutazione negativa, lo studente avrà l'accesso a ulteriori prove di esame nei successivi periodi previsti.

Art.10. Tempi

10.1. Percorso normale

La durata normale del CdS è di 3 anni.

10.2. Studenti a contratto

Ai sensi dell'Art.21 del RDA, lo studente può chiedere prima dell'inizio di ogni anno accademico di compiere il CdS in tempi più lunghi di quello normale. A questo scopo, fra lo studente e l'Università viene stipulato un contratto, nel quale sono definiti i tempi entro i quali lo studente intende compiere i suoi studi, la ripartizione delle attività formative fra i periodi didattici previsti dalla SUA-CdS, le modalità di frequenza. La qualità di studente a contratto è annotata nella carriera personale dello studente. La durata del contratto del CdS non può superare i 6 anni. Prima dell'inizio di ciascun anno accademico, lo studente può rinunciare al contratto da lui stipulato sottoscrivendo un contratto diverso, oppure chiedendo per iscritto di seguire il percorso normale.

10.3. Iscrizione all'anno successivo

Lo studente decide autonomamente se iscriversi all'anno di corso successivo oppure se iscriversi, su richiesta scritta da presentare alla Segreteria Studenti entro i termini previsti per l'iscrizione, come ripetente allo stesso anno di corso cui era iscritto nel precedente anno accademico o, ancora, se chiedere di passare a una forma di contratto secondo quanto previsto dal precedente comma 2. Resta ferma la necessità che lo studente sia iscritto almeno una volta a ciascun anno di corso. Lo studente che si iscrive come ripetente ha accesso alle stesse sessioni di esame previste per gli studenti fuori corso di cui al punto 4 del presente articolo.

10.4. Studenti fuori corso

Si considera fuori corso lo studente che, in rapporto alla durata normale o contrattuale degli studi, non abbia superato tutti gli esami di profitto previsti dal proprio piano di studio o comunque dal regolamento didattico del corso di studio per il curriculum da lui prescelto e quindi non abbia acquisito, entro la durata normale o contrattuale del Corso medesimo, il numero di CFU necessario al conseguimento del titolo di studio. Lo studente fuori corso non ha obblighi di frequenza e al maturare del numero dei CFU previsti per il conseguimento del titolo di studio può sostenere la prova finale indipendentemente dal numero di anni di iscrizione all'Università.

Art.11. Esame di laurea

L'esame di laurea si riferisce alla prova finale prescritta per il conseguimento del relativo titolo accademico. Per essere ammesso all'esame di laurea, lo studente deve avere acquisito tutti i crediti formativi previsti dal suo Piano di studio, tranne quelli relativi all'esame finale. Inoltre, è necessario che lo studente abbia adempiuto ai relativi obblighi amministrativi. La laurea in Scienza e Ingegneria dei Materiali si consegue

dopo aver superato una prova finale pubblica, consistente nella discussione di una relazione scritta (elaborata in lingua italiana ovvero in lingua straniera) che verte su attività di elaborazione o a carattere progettuale svolte nell'ambito di uno o più insegnamenti ovvero di attività di tirocinio. La relazione sarà predisposta dallo studente sotto la guida di un relatore. La commissione perverrà alla formulazione del voto di laurea tenendo conto: a) della qualità dell'elaborato presentato alla discussione e della sua esposizione; b) della media dei voti ottenuti negli insegnamenti inclusi nel curriculum dello studente, pesati per il numero di CFU attribuiti a ciascun insegnamento; c) delle eventuali attività integrative svolte dallo studente, quali tirocini, periodi di studio in Università e centri di ricerca italiani e stranieri.

Art. 12. Opzioni dai preesistenti Ordinamenti all'Ordinamento ex D.M. 270/04

Gli studenti iscritti al CdS degli ordinamenti preesistenti possono optare per l'iscrizione al CdS dell'ordinamento ex D.M. 270/04. Il riconoscimento degli studi compiuti sarà deliberato dal Consiglio del CdS, previa la valutazione in crediti degli insegnamenti dell'ordinamento di provenienza e la definizione delle corrispondenze fra gli insegnamenti/moduli dell'ordinamento ex D.M. 270/04 e di quello di provenienza, e in ottemperanza all'Art. 16 del RDA. L'Allegato III al presente regolamento riporta le modalità di opzione. Allo studente possono essere riconosciuti anche CFU relativi ad insegnamenti/moduli collocati in anni successivi a quello a cui è stato iscritto. Art.13. Interruzione degli studi Lo studente che non abbia superato esami per cinque anni accademici consecutivi a partire dall'ultimo esame superato decade dal suo status, a meno che il suo contratto non stabilisca condizioni diverse. La decadenza va comunicata allo studente a mezzo posta elettronica certificata o altro idoneo mezzo che ne attesti la ricezione. Lo studente ha facoltà in qualsiasi momento di rinunciare al proseguimento degli studi intrapresi. La dichiarazione di formale rinuncia comporta la perdita di ogni diritto sulle tasse, sui contributi versati e sugli esami superati fermo restando il diritto a ricevere attestazione degli studi compiuti e la restituzione di documenti eventualmente depositati all'atto dell'immatricolazione con l'annotazione dell'intervenuta rinuncia. Tale rinuncia non preclude il riconoscimento degli esami superati in una successiva eventuale immatricolazione.

ALLEGATO I

Tabella I

Attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia ^(*)	Propedeuticità
I Anno - 1° Semestre					
Analisi matematica I		9	MAT/05	1	
Geometria e algebra		6	MAT/03	1	
Elementi di informatica		6	ING-INF/05	1	
Lingua inglese		3		5	
I Anno – 2° Semestre					
Analisi matematica II		9	MAT/05	1	Analisi matematica I
Chimica I		9	CHIM/07	1	
Fisica generale I		6	FIS/01	1	
Disegno tecnico industriale		6	ING-IND/15	2	
II Anno – 1° Semestre					
Fisica generale II		6	FIS/01	1	Fisica generale I
Chimica II	Chimica organica	5	CHIM/06	4	Chimica I
	Laboratorio di chimica	6	CHIM/03	4	
Fisica Matematica		6	MAT/07	1	Analisi matematica I; Geometria e algebra
Termodinamica dei materiali	Termodinamica macroscopica	6	ING-IND/22	2	
II Anno – 2° Semestre					
Termodinamica dei materiali	Chimica fisica molecolare	6	CHIM/02	4	
Elettrotecnica		6	ING-IND/31	2	Analisi matematica II; Fisica generale II
Scienza delle costruzioni		9	ICAR/08	2	
Scienza e tecnologia dei materiali	Fondamenti di scienza e tecnologia dei materiali	8	ING-IND/22	2	Chimica I
	Laboratorio di tecnologia dei materiali	6	ING-IND/22	2	
III Anno – 1° Semestre					
Istituzioni di fisica della materia		9	FIS/03	1	Fisica generale II

Fenomeni di trasporto nelle tecnologie dei materiali	Fondamenti di trasporto di quantità di moto, calore e materia	6	ING-IND/24	4	
	Principi di trasformazione dei materiali	6	ING-IND/22	2	
Ulteriori attività: Abilità informatiche e telematiche		1		6	
III Anno – 2° Semestre					
Chimica dei materiali		7	CHIM/03	1	Chimica I
Fisica dei materiali		9	FIS/03	1	Istituzioni di fisica della materia
Comportamento meccanico dei materiali		9	ING-IND/14	2	
A scelta autonoma dello studente (**)		12		3	
Collocazione: I o II semestre Prova finale		3		5	

Note

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

(**) Lo Lo studente deve scegliere esami per un totale di 12 CFU liberamente distribuiti tra I e II anno. Nella scelta, lo studente potrà attingere alle attività formative indicate in Tabella B.

Tabella B – Insegnamenti suggeriti per la scelta autonoma (*)**

Attività formativa	CFU	SSD
III Anno - 1° Semestre		

Chimica Fisica dei materiali e delle superfici	6	CHIM/02
Metodi numerici nella scienza e tecnologia dei materiali	6	ING-IND/22
Scienza e tecnologia di superfici e interfacce	6	ING-IND/22
III Anno - 2° Semestre		
Meccanica applicata alle macchine	6	ING-IND/13
Reologia	6	ING-IND/24
Materiali e Tecniche per la Tutela dei Beni Culturali	6	ING-IND/22

(***) La scelta tra esami compresi nella Tabella B garantisce l'automatica approvazione del piano di studi.

ALLEGATO II

Insegnamento: Analisi Matematica I	
CFU: 9	SSD: MAT/05
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: I	Semestre: I
Obiettivi formativi: Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo infinitesimale, differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale; fare acquisire adeguate capacità di formalizzazione logica e abilità operativa consapevole.	
Contenuti: Numeri reali. Numeri complessi. Funzioni elementari nel campo reale. Equazioni e disequazioni. Limiti delle funzioni reali di una variabile reale: proprietà dei limiti, operazioni con i limiti e forme indeterminate, infinitesimi, infiniti, calcolo di limiti. Funzioni continue: proprietà e principali teoremi. Calcolo differenziale per funzioni reali di una variabile reale: funzioni derivabili e significato geometrico della derivata, il differenziale, principali teoremi del calcolo differenziale, estremi relativi e assoluti, criteri di monotonia, funzioni convesse e concave, studio del grafico, formula di Taylor. Integrazione indefinita: primitive e regole di integrazione indefinita. Calcolo integrale per le funzioni continue in un intervallo compatto: proprietà e principali teoremi, area del rettangoloide, teorema fondamentale del calcolo integrale, calcolo di integrali definiti. Successioni e serie numeriche, serie geometrica, serie armonica.	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Tracce delle prove di esame risolte e non	
Modalità di esame: Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio	

Insegnamento: Geometria e algebra	
CFU: 6	SSD: MAT/03
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: I	Semestre: I
Obiettivi formativi: In questo insegnamento si dovranno acquisire gli strumenti di base dell'algebra lineare e della geometria. L'obiettivo di questo insegnamento è, da un lato, quello di abituare lo studente ad affrontare problemi formali, utilizzando strumenti adeguati ed un linguaggio corretto, e dall'altro di risolvere problemi specifici di tipo algebrico e geometrico, con gli strumenti classici dell'algebra lineare.	
Contenuti: Cenni sulle strutture geometriche (affini ed euclidee) ed algebriche (gruppi, campi, spazi vettoriali). Vettori geometrici applicati. Relazioni d'equivalenza e vettori liberi. Operazioni sui vettori. Spazi vettoriali numerici e prodotto scalare standard. Dipendenza lineare, generatori, basi e dimensione. Sottospazi di uno spazio vettoriale. Operazioni sui sottospazi: sottospazi congiungenti, somme dirette e Teorema di Grassmann. Matrici. Lo spazio vettoriale delle matrici su un campo. Matrice trasposta. Matrici quadrate di vari tipi: triangolari, diagonali, simmetriche. Rango di una matrice. Prodotto righe per colonne. Il determinante di una matrice quadrata: definizione e principali proprietà. Metodi di calcolo. Teoremi di Laplace, di Binet e degli Orlati. Operazioni elementari sulle righe (o colonne) di una matrice. Metodi di triangolazione. Questioni di invertibilità. Sistemi di equazioni lineari. Compatibilità, sistemi equivalenti. Teoremi di Rouché-Capelli e di Cramer. Metodi di calcolo delle soluzioni di un sistema compatibile. Sistemi parametrici. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine; l'equazione dimensionale. Monomorfismi, epimorfismi ed isomorfismi. L'isomorfismo coordinato. Matrice associata ad una applicazione lineare. Endomorfismi, autovalori, autovettori ed autospazi. Il polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore. Diagonalizzazione di un endomorfismo e di una matrice. Il Teorema Spettrale. Geometria del piano. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta. Fasci di rette. Cenni su questioni affini nel piano: parallelismo e incidenza tra rette. Cenni su questioni euclidee nel piano. Circonferenza, ellisse, iperbole e parabola. Cenni sulle coniche: ampliamento proiettivo, classificazione affine delle coniche, polarità. Geometria dello spazio. Rappresentazione parametrica e cartesiana della retta e del piano. Vettore direzionale della retta e vettore normale del piano. Fasci di piani. Cenni su questioni affini nello spazio: parallelismo e incidenza tra rette, tra piani, e tra una retta ed un piano. Cenni su questioni euclidee nello spazio. Il problema della comune perpendicolare. Sfere, coni, cilindri. Cenni sulle quadriche.	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Modalità di esame: prova scritta e colloquio orale	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: L. A. Lomonaco, Geometria e algebra: vettori, equazioni e curve elementari; appunti delle lezioni	

Insegnamento: Elementi di informatica	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 26	Ore di esercitazione: 22
Anno di corso: I	Semestre: I
Obiettivi formativi: Conoscenza delle nozioni di base relative alla struttura ed al modello funzionale di un elaboratore. Conoscenza delle fondamentali strutture di dati e degli strumenti e metodi per lo sviluppo di programmi, su piccola o media scala, per applicazioni di tipo tecnico-scientifico. Capacità di progettare e codificare algoritmi in linguaggio C++, secondo le tecniche di programmazione strutturata e modulare, per la risoluzione di problemi di calcolo numerico di limitata complessità e di gestione di insiemi di dati, anche pluridimensionali.	
Contenuti: Nozioni di carattere introduttivo sui sistemi di calcolo: Cenni storici. Il modello di von Neumann. I registri di memoria. Caratteristiche delle unità di I/O, della Memoria Centrale, della Unità Centrale di Elaborazione. L'hardware e il software. Software di base e software applicativo. Funzioni dei Sistemi Operativi. Tipi e strutture di dati. Definizione di un tipo: valori e operazioni consentite. Tipi ordinati. Tipi atomici e tipi strutturati. Tipi primitivi e tipi d'utente. I tipi di dati fondamentali del C++: tipi <i>int</i>, <i>float</i>, <i>double</i>, <i>bool</i>, <i>char</i>, <i>void</i>. Elementi di algebra booleana. Rappresentazione dei dati nei registri di memoria: virgola fissa, virgola mobile, complementi alla base. Codice ASCII per la rappresentazione dei caratteri. Modificatori di tipo. Tipi definiti per enumerazione. <i>Typedef</i>. <i>Array</i> e stringhe di caratteri. Strutture. Strumenti e metodi per la progettazione dei programmi: Algoritmo e programma. Le fasi di analisi, progettazione e codifica. Sequenza statica e dinamica delle istruzioni. Stato di un insieme di informazioni nel corso dell'esecuzione di un programma. Metodi di progetto dei programmi. La programmazione strutturata. L'approccio top-down per raffinamenti successivi. Componenti di un programma: documentazione, dichiarazioni, istruzioni eseguibili. Le istruzioni di controllo del linguaggio C++. Costrutti seriali, selettivi e ciclici: sintassi, semantica, esempi d'uso. <i>Nesting</i> di strutture. Modularità dei programmi. Sottoprogrammi: le funzioni. Modalità di scambio fra parametri formali ed effettivi; effetti collaterali. Visibilità delle variabili. Algoritmi fondamentali di elaborazione: Metodi iterativi per il calcolo numerico. Gestione di <i>array</i>: ricerca, eliminazione, inserimento, ordinamento (algoritmi <i>select sort</i> e <i>bubble sort</i>). Cenni sulla complessità computazionale di un algoritmo. Gestione di tabelle. Esempi di calcolo matriciale. Esercitazioni: impiego di un ambiente di sviluppo dei programmi (Dev C++) con esempi di algoritmi fondamentali e di tipo numerico.	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: L'insegnamento comprende lezioni frontali ed esercitazioni sullo sviluppo di programmi in linguaggio C/C++. Le esercitazioni vengono svolte in aula ed in laboratorio in ambiente di sviluppo integrato DevC++.	
Materiale didattico: E. Burattini, A. Chianese, A. Picariello, V. Moscato, C. Sansone. "Che C serve? Per iniziare a programmare", Apogeo Education; A. Chianese, V. Moscato, A. Picariello. "Alla scoperta dei fondamenti dell'informatica: un viaggio nel mondo dei bit". Liguori editore; sito www.docenti.unina.it: materiale didattico offerto a supporto delle lezioni ed esercitazioni.	
Modalità di esame: L'esame è costituito da due prove: una prova pratica preliminare, al calcolatore, che accerta la capacità di progettare e codificare un programma in C/C++ ed una prova (orale/scritta) tendente ad accertare la conoscenza degli argomenti teorici.	

Insegnamento: Analisi Matematica II	
CFU: 9	SSD: MAT/05
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: I	Semestre: II
Obiettivi formativi: Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi sia al calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di più variabili reali; fare acquisire abilità operativa consapevole.	
Contenuti: Successioni e serie di funzioni nel campo reale. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: limiti, continuità e principali teoremi. Calcolo differenziale per le funzioni reali di più variabili reali: differenziabilità, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, formula di Taylor. Estremi relativi e assoluti: condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Integrali doppi e tripli di funzioni continue su insiemi compatti, formule di riduzione e cambiamento di variabili. Curve e superfici regolari, retta e piano tangenti, lunghezza di una curva e area di una superficie. Integrali curvilinei e integrali superficiali. Forme differenziali a coefficienti continui e integrali curvilinei di forme differenziali. Campi vettoriali gradienti, campi vettoriali irrotazionali. Teoremi della divergenza e di Stokes nel piano e nello spazio. Funzioni implicite e teorema del Dini. Equazioni differenziali in forma normale e problema di Cauchy, teoremi di esistenza e unicità. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, equazioni differenziali lineari. Sistemi di equazioni differenziali lineari del primo ordine.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Esercizi e tracce delle prove d'esame risolte e non	
Modalità di esame: Prove applicative in itinere e/o prova scritta finale; colloquio	

Insegnamento: Chimica I	
CFU: 9	SSD: CHIM/07
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: I	Semestre: II
Obiettivi formativi: Fornire un'ampia panoramica sui principi della chimica per interpretare la natura molecolare della materia e delle sue trasformazioni. Utilizzo della tavola periodica come strumento di interpretazione delle proprietà e della reattività degli elementi e dei composti chimici.	
Contenuti: Leggi fondamentali della chimica. Elementi e composti. Masse atomiche relative. La mole nelle reazioni chimiche. Relazioni stechiometriche. Numeri di ossidazione e nomenclatura dei composti inorganici. La struttura elettronica degli atomi, Orbitali atomici. La tavola periodica. Il legame chimico. Legame covalente. Orbitali molecolari. Polarità dei legami ed elettronegatività. Geometria molecolare. Molecole polari. Il legame ionico. Le interazioni tra ioni. Legge dei gas ideali. Il modello cinetico. La distribuzione delle velocità molecolari. Gas reali. Equazione di Van der Waals. Forze di coesione nei solidi. L'energia reticolare dei cristalli. Legami metallici. Interazioni intermolecolari. Solidi molecolari. Solidi reticolari. I principi della termodinamica. Entropia ed irreversibilità: interpretazione statistica. Transizioni di stato. La liquefazione dei gas. Temperatura critica. Stato liquido. La tensione di vapore e l'equilibrio liquido-vapore. Il diagramma di fase di una sostanza pura. Le soluzioni. Solubilizzazione e saturazione. I parametri che influenzano la solubilità. Proprietà delle soluzioni. Velocità di reazione. Leggi cinetiche e meccanismi di reazione. Teoria delle collisioni. L'equilibrio chimico. La legge d'azione di massa. Equilibri eterogenei. Acidi e basi secondo Lowry-Bronsted. Equilibrio di dissociazione dell'acqua, il pH. Acidi e basi poliprotici. La neutralizzazione. Gli equilibri di solubilità. Prodotto di solubilità. Precipitazione. Reazioni di ossido-riduzione. Celle galvaniche. Potenziali elettrochimici. Pile ed accumulatori. Sistemi elettrochimici di interesse tecnologico: celle voltaiche primarie e secondarie, sensori elettrochimici, applicazioni commerciali delle celle elettrolitiche. Principali composti organici	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni numeriche	
Materiale didattico: Materiale didattico: presentazioni multimediali delle lezioni. Libri di testo: D.W. Oxtoby, H. P. Gillis, A. Campion, CHIMICA MODERNA, IV Ed. Edises (Napoli); M. S. Silberberg, CHIMICA, III Ed. McGraw-Hill; P. Atkins, L. Jones, PRINCIPI DI CHIMICA, III Ed. Zanichelli (Bologna); I. Bertini, C. Luchinat; F. Mani, STECHIOMETRIA V Ed. Ambrosiana (Milano); M. Giomini, E. Balestrieri, M. Giustini, FONDAMENTI DI STECHIOMETRIA, Edises (Napoli)	
Modalità di esame: prova scritta e colloquio orale	

Insegnamento: Fisica Generale I	
CFU: 6	SSD: FIS/01
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 14
Anno di corso: I	Semestre: II
Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà i concetti fondamentali dalle Meccanica Classica e i primi concetti della Termodinamica, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Inoltre acquisirà una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi numerici.	
Contenuti: Cinematica del punto materiale in una dimensione. Vettori. Cinematica del punto in due e tre dimensioni. La prima legge di Newton: il principio di inerzia. La seconda legge di Newton. La terza legge di Newton: il principio di azione e reazione. Il principio di relatività galileana. La forza peso, il moto dei proiettili. Forze di contatto: tensione, forza normale, forza di attrito. Il piano inclinato. La forza elastica, l'oscillatore armonico. Il pendolo semplice. Quantità di moto di una particella e impulso di una forza. Momento della quantità di moto di una particella e momento di una forza. Lavoro di una forza; il teorema dell'energia cinetica; campi di forza conservativi ed energia potenziale; il teorema di conservazione dell'energia meccanica. Le leggi di Keplero e la legge di Newton di gravitazione universale. Dinamica dei sistemi di punti materiali: equazioni cardinali; centro di massa; leggi di conservazione della quantità di moto e del momento angolare. Elementi di dinamica del corpo rigido. Elementi di statica dei fluidi. Temperatura e calore. Il gas perfetto. L'esperienza di Joule. Il primo principio della termodinamica.	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Libro di riferimento (indicato dal docente anno per anno), eventuali appunti integrativi, esercizi svolti.	
Modalità di esame: Prova scritta e orale	

Insegnamento: Disegno Tecnico Industriale	
CFU: 6	SSD: ING-IND/15
Ore di lezione: 24	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: I	Semestre: II
Obiettivi formativi: Interpretare disegni tecnici, valutando forma, funzione, lavorabilità, finitura superficiale e tolleranze dimensionali. Capacità di rappresentare disegni costruttivi di particolari e disegni d'assieme di montaggi semplici, nel rispetto della normativa internazionale. Conoscenze di base sulla documentazione tecnica di prodotto, dalla fase di progettazione concettuale alla fase di collaudo.	
Contenuti: Comunicazione tecnica nel ciclo di sviluppo prodotto. Standardizzazione e normazione. Metodi di proiezione. Sezioni: rappresentazione delle zone sezionate; disposizione delle sezioni. Esecuzione delle sezioni; sezioni di particolari elementi; sezione di oggetti simmetrici; sezioni in luogo; sezioni in vicinanza; sezioni interrotte. Quotatura. Disposizione delle quote. Quotatura funzionale, tecnologica e di collaudo. Tolleranze dimensionali. Dimensioni limite, scostamenti e tolleranze. Gradi di tolleranza normalizzati; scostamenti fondamentali; sistemi di accoppiamenti. Accoppiamenti raccomandati; tolleranze dimensionali generali. Controllo delle tolleranze dimensionali e calibri. Calcolo di tolleranze e di accoppiamenti. Errori microgeometrici. Rugosità superficiale. Criteri di unificazione. Sistemi di filettature e loro designazione. Rappresentazione degli elementi filettati. Rappresentazione dei collegamenti filettati. Rappresentazione di collegamenti con vite mordente, vite prigioniera e con bullone. Dispositivi anti-svitamento spontaneo. Classi di bulloneria. Collegamenti smontabili non filettati. Chiavette, linguette, spine e perni, accoppiamenti scanalati; chiavette trasversali, anelli di sicurezza e di arresto. Collegamenti fissi; rappresentazione di chiodature e rivettature; rappresentazione e designazione delle saldature. Riconoscimento di caratteristiche geometriche. Elaborazione di disegni costruttivi, di difficoltà crescente, di componenti, di dispositivi meccanici e di apparecchiature.	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: lezioni frontali, esercitazioni guidate, discussione e confronto di casi studio	
Materiale didattico: Libri di testo, norme UNI, ISO, EN. Temi di esercitazione e tutorial disponibili sul sito docente. Lanzotti. A., Disegno Tecnico Industriale, MOOC, www.federica.eu	
Modalità di esame: Valutazione degli elaborati grafici svolti durante le esercitazioni, prova grafica personalizzata e colloquio finale.	

Insegnamento: Fisica generale II	
CFU: 6	SSD: FIS/01
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: II	Semestre: I
Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà i concetti fondamentali dell'Elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Acquisirà inoltre una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi numerici.	
Contenuti: Interazione elettrica. Il principio di conservazione della carica elettrica. Legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione. Campo elettrico. Potenziale elettrostatico. Potenziale di dipolo. Forza risultante e momento risultante su un dipolo posto in un campo esterno. Flusso di un campo vettoriale. Legge di Gauss. Il campo elettrico in presenza di conduttori. Condensatori. Densità di energia del campo elettrico. Cenni sull'elettrostatica nei dielettrici. Correnti continue. Legge di Ohm. Legge di Joule. Forza elettromotrice di un generatore. Leggi di Kirchhoff. Circuito RC. Interazione magnetica. Forza di Lorentz. Forza su un conduttore percorso da corrente. Momento meccanico su una spira. Moto di una carica in un campo magnetico uniforme. Il campo magnetico generato da correnti stazionarie. Il campo di una spira a grande distanza. Il momento magnetico di una spira. La legge di Gauss per il magnetismo. Il teorema della circuitazione di Ampere. Cenni sulla magnetostatica nei mezzi materiali. Legge di Faraday. Coefficienti di Auto e Mutua induzione. Circuito RL. Densità di energia del campo magnetico. Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell. Cenni sulle onde elettromagnetiche.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica Generale I	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Libro di testo (indicato dal docente anno per anno), eventuali appunti integrativi, esercizi svolti basati su esami degli anni precedenti	
Modalità di esame: prova scritta e orale	

Insegnamento: Chimica II	
Modulo: Chimica organica	
CFU: 5	SSD: CHIM/06
Ore di lezione: 34	Ore di esercitazione: 6
Anno di corso: II	Semestre: I
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire i concetti base della chimica organica al fine di rendere lo studente in grado di razionalizzare le principali caratteristiche strutturali e di reattività delle molecole organiche.	
Contenuti: Partendo dalla teoria degli orbitali, nella prima parte del corso vengono esaminate le caratteristiche geometriche ed elettroniche delle molecole organiche. I concetti così introdotti vengono di seguito applicati nello studio dei principali gruppi funzionali (alcani, alcheni, alcoli, eteri, derivati carbonilici, ammine, etc.). Tale studio è integrato dall'introduzione ad altre tematiche di base come la cinetica chimica e la stereochimica. In maggior dettaglio: Legame chimico: orbitali atomici, ibridazione del carbonio, orbitali molecolari. Alcani e cicloalcani: isomeria costituzionale, isomeria conformazionale. Isomeria cis-trans nei cicloalcani. Alcheni: isomeria geometrica. Reazioni di addizione elettrofila. Ossidazione. Alchini. Stereochimica: concetti generali. Isomeri strutturali e stereoisomeri. Chiralità: Diastereoisomeri ed Enantiomeri. Attività ottica. Alogenuri alchilici: reazioni di sostituzione nucleofila SN1 e SN2 e di eliminazione E1 ed E2. Alcoli: sostituzione nucleofila catalizzata dagli acidi, disidratazione, ossidazione. Epossidi. Formazione di eteri e di esteri. Composti Aromatici: Aromaticità. Struttura del benzene. Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica. Fenoli. Ammine: basicità, formazione di sali, alchilazione, sali ammonici quaternari. Aldeidi e chetoni: reazione di addizione nucleofila, enolizzazione, riduzione ed ossidazione. Acidi carbossilici: riduzione, esterificazione di Fischer, decarbossilazione. Derivati degli acidi carbossilici: reazioni di sostituzione nucleofila acilica. Anioni enolato: condensazione aldolica, condensazione di Claisen. Carboidrati: mono, disaccaridi, polisaccaridi. Amminoacidi. Legame peptidico. Polipeptidi. Proteine.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica I	
Metodo didattico: lezioni frontali ed esercitazioni in aula	
Materiale didattico: diapositive del corso e libri di testo (a scelta tra i vari consigliati: W. Brown, T. Poon, Introduzione alla Chimica Organica (III edizione), Edises; T. W. G. Solomons; Fondamenti di Chimica Organica, Zanichelli; J. G. Smith, Fondamenti di Chimica Organica, McGraw Hill	
Modalità di esame: colloquio orale	

Insegnamento: Chimica II	
Modulo: Laboratorio di Chimica	
CFU: 6	SSD: CHIM/03
Ore di lezione: 18	Ore di laboratorio: 30
Anno di corso: II	Semestre: I
Obiettivi formativi: Rafforzare e concretizzare con diretta esperienza i concetti di base acquisiti nei precedenti corsi di chimica; acquisire abilità operative di manipolazione e controllo quantitativo di sistemi e reazioni chimiche; purificazione, isolamento e caratterizzazioni di prodotti preventivamente sintetizzati mediante tecniche chimiche e chimico-fisiche.	
Contenuti: Esperienze che implicano: dosaggio di reattivi in una reazione chimica; dosaggio dei componenti in una soluzione; controllo quantitativo di una soluzione attraverso titolazioni acido-base o redox; separazioni di componenti per precipitazione; reazioni redox selettive; sintesi di sostanze su cui verranno effettuate le seguenti: i) analisi termogravimetrica della stabilità termica e termossidativa di una sostanza; ii) analisi calorimetrica mediante calorimetria differenziale delle proprietà di fase di una sostanza. Esperienze di acquisizione ed interpretazione di spettrogrammi IR, UV/Vis, NMR dei sistemi sintetizza.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica I	
Metodo didattico: Lezioni e attività di laboratorio	
Materiale didattico: Materiale fornito dal docente	
Modalità di esame: Discussione dei report sulle attività di laboratorio	

Insegnamento: Fisica matematica	
Modulo:	
CFU: 6	SSD: MAT/07
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: II	Semestre: I
Obiettivi formativi: Formalizzazione di fenomeni fisici in modelli matematici. Cinematica e statica di sistemi meccanici. Baricentri e Momenti d'inerzia di solidi e sezioni.	
Contenuti: Vettori applicati. Campi vettoriali. Equivalenza. Baricentri. Momenti d'inerzia. Descrizione lagrangiana dei moti rigidi, moti piani, assi e centri di rotazioni. Cinematica di sistemi meccanici. Vincoli. Grado di libertà. Coordinate lagrangiane. Matrice cinematica. Classificazione di sistemi meccanici (labili, isostatici, iperstatici). Equazioni della Statica. Reazioni. Metodi matriciali. Principio dei Lavori Virtuali.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I; Geometria e Algebra	
Metodo didattico: lezioni e esercitazioni	
Materiale didattico: [1] Levi Civita, Amaldi, Compendio di Meccanica Razionale, Zanichelli. [2] Tolotti, Lezioni di Meccanica Razionale, Liguori 1973. [3] S. Bressan, A. Grioli, Esercizi di Meccanica Razionale, Ed. Libreria Cortina, Padova. [4] Biscari, Ruggeri, Saccomandi, Vianello, Meccanica Razionale	
Modalità di esame: prova scritta ed orale	

Insegnamento: Termodinamica dei materiali	
Modulo: Termodinamica macroscopica	
CFU: 6	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	Semestre: I
Obiettivi formativi: Acquisizione dei concetti di bilancio di massa e di energia. Acquisizione del concetto di Entropia e del II principio della termodinamica. Fornire le conoscenze relative alle principali funzioni di stato ed al concetto di equilibrio termodinamico. Acquisizione dei concetti di reversibilità e irreversibilità. Acquisire la capacità di valutare le proprietà termodinamiche delle sostanze reali pure e di effettuare calcoli relativi ad equilibri di fase per sostanze reali pure, utilizzando modelli semplici.	
Contenuti: Classificazione dei sistemi e delle variabili termodinamiche. Il concetto di equilibrio. Pressione, temperatura ed equilibrio. Variabili estensive ed intensive. Il concetto di energia (potenziale, cinetica, interna), calore e lavoro. La I^a legge della termodinamica. Il concetto di entropia. La II^a legge della termodinamica e la reversibilità. Relazione tra calore ed entropia. Il ciclo di Carnot. Proprietà termodinamiche delle sostanze reali. Classificazione delle relazioni termodinamiche. I concetti di entalpia, energia di Helmholtz ed energia di Gibbs. Relazioni termodinamiche. Relazioni di Maxwell. Equazioni di stato volumetriche e loro forme generalizzate. Cambiamento delle proprietà termodinamiche in seguito ad un cambiamento di stato. Funzioni di scostamento. - Equilibri di fase in sistemi monocomponente. Criterio generale per l'equilibrio termodinamico. Condizioni di equilibrio per sistemi multifasici monocomponente. Instabilità, metastabilità e stabilità di uno stato di equilibrio. Diagrammi di fase. Il potenziale chimico e la fugacità. L'equazione di Clausius-Clapeyron e la sua integrazione. Punti tripli.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica Generale I; Chimica I	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni numeriche	
Materiale didattico: 'Chemical Biochemical and Engineering thermodynamics', Stanley I. Sandler, J. Wiley & Sons, New York, 2006, 4th edition.	
Modalità di esame: 2 prove intercorso (facoltative) utili per ammissione al colloquio orale; prova scritta (qualora non si fossero sostenute e superate le prove intercorso) utile per ammissione al colloquio orale; colloquio orale	

Insegnamento: Termodinamica dei materiali	
Modulo: Chimica fisica molecolare	
CFU: 6	SSD: CHIM/02
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: -
Anno di corso: II	Semestre: II
Obiettivi formativi: Fornire le conoscenze di base della chimica fisica microscopica, con l'obiettivo di mostrare la connessione tra le proprietà termodinamiche macroscopiche e le grandezze microscopiche.	
Contenuti: Introduzione alla cinetica chimica. Richiami di termodinamica chimica: il grado di avanzamento di una reazione. Velocità ed ordine di reazione. Stechiometria e meccanismo di reazione. Moleolarità del passo di reazione. Metodi sperimentali per lo studio delle velocità di reazione. Tempo di semi-reazione. Integrazione delle cinetiche del primo e secondo ordine. Esempi di cinetiche complesse. Teoria dello stato stazionario. Dipendenza della velocità di reazione dalla temperatura: legge empirica di Arrhenius. Cinetica chimica e catalisi. Introduzione alla termodinamica statistica. Ipotesi ergodica e principio di equiprobabilità a priori. Metodo dell'insieme di Gibbs. Derivazione della distribuzione di Boltzmann per insieme canonico. Funzione di ripartizione di sistema. Calcolo delle grandezze termodinamiche a partire dalla funzione di ripartizione. Funzione di ripartizione molecolare: gradi di libertà traslazionali, rotazionali, vibrazionali, elettronici. Calcolo della costante di equilibrio chimico a partire dalle funzioni di ripartizione molecolari. Teoria delle velocità assolute di reazione.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica Generale I; Chimica I	
Metodo didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Materiale didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Modalità di esame: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	

Insegnamento: Elettrotecnica	
CFU: 6	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 32	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: II	Semestre: II
Obiettivi formativi: Il corso illustra gli aspetti di base, anche propedeutici a corsi successivi, della teoria dei circuiti elettrici e delle principali applicazioni tecniche dell'elettromagnetismo, con particolare riferimento al trasformatore e agli impianti, anche per garantire una loro capacità d'impiego consapevole.	
Contenuti: Le grandezze elettriche fondamentali: l'intensità di corrente, la tensione; il modello circuitale. Bipoli. Leggi di Kirchhoff. Elementi di topologia delle reti; conservazione delle potenze elettriche; Bipoli equivalenti; circuiti resistivi lineari, sovrapposizione degli effetti; generatori equivalenti. Bipoli dinamici. Cenni introduttivi sullo studio dei circuiti dinamici: Circuiti elementari del primo ordine. Metodo simbolico. Potenze in regime sinusoidale. Risoluzione di reti in regime sinusoidale. Risonanza. Reti trifasi simmetriche ed equilibrate. Rifasamento dei carichi induttivi trifasi. Il trasformatore ideale ed i circuiti mutuamente accoppiati. Reti equivalenti. Prove sui trasformatori. Proprietà e caratteristiche del trasformatore. Studio di semplici impianti elettrici in bassa tensione, con particolare riguardo ai problemi di sicurezza elettrica. Protezione contro i contatti diretti e indiretti.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica II; Fisica Generale II	
Metodo didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Materiale didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Modalità di esame: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	

Insegnamento: Scienza delle Costruzioni	
Modulo:	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Ore di lezione: 42	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	Semestre: II
Obiettivi formativi. Il corso si propone di illustrare i principali fondamenti teorici della Meccanica dei Solidi e alcuni degli aspetti applicativi della Meccanica delle Strutture. In particolare sono presentati i seguenti argomenti: la determinazione delle caratteristiche della sollecitazione per strutture monodimensionali piane; il calcolo delle proprietà d'inerzia delle figure piane; elementi di calcolo tensoriale; l'analisi della deformazione finita ed infinitesima, l'analisi della tensione; le forme esatte e linearizzate delle equazioni di equilibrio. <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> Acquisire le conoscenze di base e l'approccio metodologico propri della Meccanica dei Solidi mediante lezioni frontali, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Incentivare la padronanza nell'uso di una terminologia che verrà utilizzata in gran parte dei corsi successivi. <i>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</i> Dimostrare la effettiva capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di Termo-Meccanica dei Continui, che gli allievi affronteranno nel loro percorso di studi, e la comprensione delle relative metodologie di analisi e risoluzione. <i>Autonomia di giudizio:</i> Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla risoluzione dei problemi specifici del CdL e la qualità dei risultati ottenibili anche in riferimento ai dati della bibliografia internazionale <i>Abilità comunicative:</i> Imparare ad trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati ed i risultati conseguiti <i>Capacità di apprendimento:</i> Aggiornare le proprie conoscenze di Meccanica dei Solidi mediante consultazione di libri, appunti e pubblicazioni scientifiche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.	
Contenuti: Statica dei sistemi piani di travi: vincoli e reazioni. Diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni nelle travi ad asse rettilineo: sforzo normale; taglio e momento flettente. Richiami di algebra tensoriale: definizione di tensore e di matrice associata; composizione di tensori; prodotto tensoriale; inverso e trasposto; tensori simmetrici ed emisimmetrici; vettore assiale associato a tensori emisimmetrici; tensori ortogonali; formula di rappresentazione dei tensori di rotazione; invarianti di tensori: traccia e determinante; cofattore ed aggiunto; autovalori ed autovettori; rappresentazione spettrale di tensori. Parte sferica e deviatorica di un tensore. Calcolo delle caratteristiche di inerzia di figure piane. Analisi della deformazione di mezzi continui: misure di deformazione monodimensionali; fibra materiale e definizione di gradiente di deformazione; esempi di deformazioni elementari; teorema di decomposizione polare: tensori di stretch; misure di deformazione non lineari e linearizzazione del tensore di Green; deformazioni rigide finita ed infinitesima. Analisi della tensione. Postulato, lemma e teorema di Cauchy. Proprietà del tensore delle tensioni. Equazioni indefinite di	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I; Geometria e Algebra	
Metodo didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Materiale didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Modalità di esame: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	

Insegnamento: Scienza e tecnologie dei materiali	
Modulo: Fondamenti di scienza e tecnologia dei materiali	
CFU: 8	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: II	Semestre: II
Obiettivi formativi: Introdurre l'allievo alle relazioni che sussistono tra la struttura chimica e fisica dei materiali e le loro principali proprietà strutturali e funzionali. Acquisizione degli aspetti di base relativi all'effetto delle trasformazioni sulla struttura dei materiali. Acquisizione della capacità di distinguere e correlare tra loro le proprietà delle varie classi di materiali in modo da essere in grado di scegliere il materiale più adatto per un determinato tipo di applicazione, individuare le tecnologie necessarie per trasformare un materiale in prodotto, conoscere le principali tecniche di verifica del	
Contenuti: Struttura dei materiali allo stato solido: strutture dei reticoli cristallini, materiali amorfi. Metodi sperimentali per la determinazione delle strutture cristalline e della morfologia. Diffrazione di raggi X, microscopia a scansione elettronica, microscopia a trasmissione elettronica. Difetti reticolari: difetti puntuali, difetti lineari (dislocazioni) e difetti bidimensionali. Diagrammi di fase: regola delle fasi di Gibbs, ruolo dell'energia libera di Gibbs nel determinare i diagrammi di fase, varie tipologie di diagrammi di fase. Aspetti cinetici e termodinamici dello sviluppo di microstrutture: velocità di nucleazione e di crescita. Diagrammi TTT. Il diagramma Fe-C. Superfici e fenomeni interfacciali. Proprietà ottiche e termiche dei materiali. Aspetti fondamentali del comportamento meccanico delle varie tipologie di materiali: equazioni costitutive. Comportamento elastico, plastico, elasto-plastico, visco-elastico e viscoso. Teoria della frattura. Analisi delle principali proprietà fisiche dei materiali metallici, ceramici, dei vetri, polimerici e dei compositi. Processi produttivi e tecnologie di trasformazione delle differenti classi di materiali. Proprietà elettriche dei materiali: la conduzione elettrica, i materiali conduttori, i semiconduttori intrinseci ed estrinseci, i dielettrici. Proprietà magnetiche dei materiali. Proprietà ottiche dei materiali. Proprietà termiche dei materiali. Esempi di progettazione e scelta dei materiali in alcune applicazioni.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica I	
Metodo didattico: Lezioni e esercitazioni	
Materiale didattico: J.F. Shackelford, Scienza e Ingegneria dei Materiali, Pearson; W.D. Callister, Scienza e Ingegneria dei Materiali, una introduzione, EdISES	
Modalità di esame: 1. Compiti a casa (assegnati il martedì, da consegnare il giovedì), frequenza, $F_c > 70\%$. 2. Esercitazioni in aula (in itinere, in genere, il martedì), $F_e > 70\%$. 3. esame orale (100% del programma). Per chi non ottiene la sufficienza (50% del punteggio totale) in almeno il 70% delle esercitazioni in itinere, per chi ha F_c o $F_e < 70\%$ e per i fuoricorso, l'esame orale è integrato con una prova esercitativa.	

Insegnamento: Scienza e tecnologia dei materiali	
Modulo: Laboratorio di tecnologia dei materiali	
CFU: 6	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 12	Ore di laboratorio: 28
Anno di corso: II	Semestre: II
Obiettivi formativi: Conoscenza teorica e approccio sperimentale a tecniche di analisi strumentale per la determinazioni di proprietà rilevanti nelle applicazioni tecnologiche.	
Contenuti: Spettrometria per assorbimento atomico: principi chimico-fisici. Schema di funzionamento di uno spettrofotometro. Atomizzazione mediante fiamma o fornello di grafite. Analisi in assorbimento o emissione. Preparazione del campione. Riduzione delle interferenze. Spettrometria ottica di emissione al plasma (ICP-OES): principi fisico-chimici. Struttura e funzionamento di uno spettrometro ICP-OES. Preparazione del campione, analisi e interpretazione dei dati. Metodi per la riduzione delle interferenze. Analisi termica: principi fisici della dilatometria e della termogravimetria. Struttura di un apparecchio per l'analisi termica dei materiali. Preparazione del campione ed interpretazione dei risultati. Reometria stazionaria e in oscillatorio di soluzioni e fusi polimerici e di sospensioni. Caratterizzazione dinamico-meccanica dei materiali allo stato solido. Tecniche di misura della porosità di un solido: porosimetria ad intrusione di mercurio e microporosimetria a gas. Calcolo di: superficie specifica, diametro medio e distribuzione dimensionale dei pori. Attività sperimentale: esperienze di laboratorio basate su applicazioni delle tecniche apprese alla caratterizzazione e calcolo di proprietà fisico-chimiche dei materiali.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica I	
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni e attività di laboratorio	
Materiale didattico: Dispense a cura del docente	
Modalità di esame: presentazione di report relativi all'attività di laboratorio e colloquio orale	

Insegnamento: Istituzioni di fisica della materia	
CFU: 9	SSD: FIS/03
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione/laboratorio: 24
Anno di corso: III	Semestre: I
Obiettivi formativi: Acquisizione di nozioni fondamentali e abilità operative relative ai fenomeni oscillatori e ondulatori classici, nonché di elementi di teoria delle probabilità e di statistica applicati all'analisi dei dati sperimentali. Acquisizione dei concetti fondamentali e basilari abilità operative relativi alla descrizione quantistica ondulatoria della materia, e in particolare della singola particella in potenziale esterno, dell'atomo d'idrogeno, e dei sistemi di più particelle non interagenti, inclusi aspetti relativi all'interazione con la radiazione elettromagnetica.	
Contenuti: Elementi di teoria delle probabilità e di analisi statistica dei dati: definizioni, distribuzioni di probabilità; campione statistico, stimatori; il processo di misura, errori, analisi statistica dei dati. Oscillazioni: oscillatori armonici ideali, oscillatori non lineari, piccole oscillazioni attorno a un equilibrio; rappresentazione complessa delle oscillazioni; oscillazioni smorzate, forzate e risonanza; oscillatori accoppiati, modi normali. Onde: equazione delle onde; modi normali: onde armoniche, velocità di fase; soluzione generale, onde di forma qualsiasi; trasformata di Fourier, onde finite; durata dell'onda e larghezza di banda; energia trasportata; sorgente di onde; riflessione e onde stazionarie, risonatore, onde confinate; onde nella materia, onde elastiche, corda tesa, suono; onde elettromagnetiche; onde in tre dimensioni, onde armoniche piane, onde sferiche; interferenza. Crisi della fisica classica e nascita dei quanti: radiazione di corpo nero, la soluzione di Planck; Einstein e l'effetto fotoelettrico; righe spettrali e l'atomo di Bohr; l'idea di de Broglie, onde di elettroni, primi esperimenti; dualismo onda-corpuscolo. Meccanica quantistica ondulatoria: funzione d'onda; dinamica del pacchetto d'onde della particella libera; equazione di Schroedinger, operatore hamiltoniano; interpretazione statistica; principio di indeterminazione; stati stazionari; equazione di Schroedinger indipendente dal tempo, condizione di validità fisica delle soluzioni, misure di energia; problemi 1D con potenziale costante a tratti; dinamica quantistica, indeterminazione energia-tempo; gradino di potenziale, effetto tunnel; oscillatore armonico. Meccanica quantistica con più gradi di libertà: particella libera in 3D; buca di potenziale rettangolare tridimensionale; funzione d'onda di più particelle; stati stazionari di un sistema di particelle non interagenti; particelle identiche: postulato di simmetrizzazione, fermioni e bosoni, principio di esclusione di Pauli, configurazione elettronica ed energia totale; momento angolare orbitale e spin; atomo di idrogeno; cenni ai metodi del campo medio, struttura degli atomi a più elettroni, configurazione elettronica e tavola periodica degli elementi.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Fisica Generale II	
Metodo didattico: Lezioni e esercitazioni	
Materiale didattico: manoscritto fornito dal docente	
Modalità di esame: prova orale	

Insegnamento: Fenomeni di trasporto nelle tecnologie dei materiali	
Modulo: Fondamenti di trasporto di quantità di moto, calore e materia	
CFU: 6	SSD: ING-IND/24
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: III	Semestre: I
Obiettivi formativi: Acquisizione dei concetti di bilancio di quantità di moto, di energia e di materia e degli strumenti matematici basilari finalizzati alle applicazioni per la determinazione dei profili di velocità, temperatura e concentrazione di materia. Impiego dei coefficienti semiempirici per la descrizione del trasporto tra le fasi in sistemi macroscopici di rilevanza ingegneristica.	
Contenuti: La viscosità e il meccanismo del trasporto della quantità di moto. Legge di Newton della viscosità. Equazione di continuità, equazione del moto ed equazione dell'energia meccanica. Distribuzione delle velocità nel moto turbolento (cenni). Trasporto tra le fasi in sistemi isotermici. Analisi dimensionale delle equazioni di bilancio. Definizione dei coefficienti d'attrito per flussi intubati e moto intorno a oggetti sommersi. Bilanci macroscopici di materia, quantità di moto ed energia meccanica in sistemi isoterme e relativo impiego nella risoluzione dei problemi di moto in regime stazionario. La conducibilità termica e il meccanismo del trasporto di energia. Legge di Fourier sulla conduzione del calore. Convezione forzata. Convezione naturale. Equazione dell'energia. Distribuzione delle temperature nel moto turbolento (cenni). Trasporto tra le fasi in sistemi non isoterme. Definizione del coefficiente di trasmissione termica per convezione forzata entro tubi ed intorno a oggetti sommersi. Bilanci macroscopici di energia ed energia meccanica e relativo impiego per la risoluzione di problemi in regime stazionario. La diffusività e il meccanismo di trasporto di materia. Legge di Fick della diffusione. Equazioni di continuità per una miscela. Trasporto tra le fasi in sistemi a più componenti. Definizione dei coefficienti binari di trasporto di materia in una fase per convezione forzata entro tubi e intorno a oggetti sommersi. Bilanci macroscopici di materia, quantità di moto, energia ed energia meccanica in sistemi a più componenti.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica dei materiali	
Metodo didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Materiale didattico: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	
Modalità di esame: da definire con il docente titolare dell'insegnamento	

Insegnamento: Fenomeni di trasporto nelle tecnologie dei materiali	
Modulo: Principi di trasformazione dei materiali	
CFU: 6	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: III	Semestre: I
Obiettivi formativi: Scopo del corso è l'applicazione dei fenomeni di trasporto di quantità di moto, energia e materia alle tecnologie dei materiali. Le equazioni di bilancio sono applicate nell'ambito di processi di trasformazione di interesse ingegneristico caratterizzati dall'accoppiamento delle varie tipologie di trasporto.	
Contenuti: 1) Richiami sulle equazioni di variazione e loro impiego per la risoluzione di problemi in geometrie semplici (1 CFU): impiego delle equazioni del moto e dell'energia meccanica per la risoluzione di problemi in condizioni isoterme; effetti combinati di trascinamento e pressione; applicazioni delle equazioni dell'energia per la risoluzione di problemi in condizioni non isoterme. 2) Assunzioni semplificative comuni nelle tecnologie dei materiali (1 CFU): condizioni stazionarie e pseudo-stazionarie; lubrication approximation ed equazione di Reynolds per fluidi incomprimibili; moto fra piatti non paralleli; equazioni costitutive di fluidi non newtoniani ed implicazioni del comportamento non newtoniano nelle tecnologie di trasformazione. 3) Trasporto di particolato solido (1 CFU): leggi dell'attrito; agglomerazione e distribuzione delle pressioni nei contenitori e nelle tramogge; compattazione e trasporto di particolato solido. 4) Meccanismi di trasporto di calore e fusione nelle tecnologie di trasformazione dei materiali (1,5 CFU): conduzione di calore in solido semi-infinito con proprietà termo-fisiche costanti e non costanti; sorgenti di calore mobili; trasporto di calore conduttivo con e senza rimozione forzata del fuso; trasporto di calore per attrito e deformazione plastica. 5) Meccanismi di miscelazione, pressurizzazione e pompaggio ed applicazione delle equazioni di trasporto alle principali tecnologie di trasformazione dei materiali (1,5 CFU).	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica dei materiali	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni in aula	
Materiale didattico: 1) Z. Tadmor, C. G. Gogos – Principles of Polymer Processing, Wiley Ed.; 2) R. B. Bird, W. E. Stewart – E. N. Lightfoot – Fenomeni di Trasporto, Wiley Ed.	
Modalità di esame: Scritto (esercizi numerici; durata 1,5-2 ore) + colloquio orale	

Insegnamento: Chimica dei materiali	
CFU: 7	SSD: CHIM/03
Ore di lezione: 56	Ore di esercitazione: --
Anno di corso: III	Semestre: II
Obiettivi formativi: L'obiettivo formativo è quello condurre alla comprensione delle correlazioni tra struttura chimica e proprietà chimico- fisiche e meccaniche di alcune classi di materiali. Di essi viene altresì descritta nei dettagli la preparazione chimica con lo scopo di fornire una panoramica dei processi di preparazione più importanti nella chimica dei materiali.	
Contenuti: Elettrochimica. I silicati. Materiali ceramici. Ceramiche a base di silicati. Ceramiche a base di ossidi. Impacchettamenti atomici e strutture. Ceramiche per usi speciali: superconduttori, materiali magnetici. <i>Parte III</i> Materiali polimerici. Cenni storici, concetti generali. Stereochimica. Cenni di analisi conformazionale. Sintesi delle macromolecole, polimerizzazione a stadi e polimeri ottenibili, cinetica e distribuzione delle masse molecolari. Polimerizzazione a stadi in sistemi aventi gruppi funzionali di non uguale reattività. Polimerizzazione in massa. Polimerizzazione in soluzione. Polimerizzazione interfacciale. Polimerizzazioni radicaliche, chimica e meccanismo. Polimerizzazione cationica e anionica. Polimerizzazione con catalizzatori di Ziegler Natta. Copolimeri. Reazioni dei polimeri, copolimeri a blocco ed a innesto. Traformazioni chimiche e degradazione dei polimeri. Polimeri di interesse industriale, elastomeri, policondensati per fibre sintetiche, reticolati, materiali espansi. Caratterizzazione termica dei polimeri. Masse molecolari. Struttura. Polimeri per usi speciali: per alte prestazioni e cristalli liquidi. Cellulosa e derivati. Carta.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Chimica I	
Metodo didattico: Lezioni e esercitazioni	
Materiale didattico: Kotz, Chimica; Macromolecole, Scienza e Tecnologia, AIM Pacini Editore, Pisa; Sersale Materiali Ceramici	
Modalità di esame: colloquio orale	

Insegnamento: Fisica dei materiali	
CFU: 9	SSD: FIS/03
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: III	Semestre: II
Obiettivi formativi: La finalità principale del corso è quella di fornire gli strumenti culturali di base di fisica dei materiali, con una attenzione particolare ai metalli ed ai semiconduttori. L'azione formativa si esplica attraverso la costruzione di opportuni modelli ed approssimazioni capaci di estrarre dalla complessità intrinseca dei materiali le principali proprietà fisiche.	
Contenuti: Reticoli di Bravais. Struttura cristallina del diamante e della zincoblenda. Legge di Bragg. Reticolo reciproco. Cristalli ionici e molecolari. Vibrazioni reticolari, fononi e calore specifico. Metalli: modello di Sommerfeld, conducibilità elettrica e funzione dielettrica. Bande di energia: modello a elettroni liberi e modello del legame forte. Massa efficace e lacune. Cristalli semiconduttori: struttura a bande di energia, legge dell'azione di massa, drogaggio e conducibilità elettrica. La giunzione P-N e le strutture MOSFET. Cenni sulle nanostrutture a semiconduttore e sulle loro applicazioni.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Istituzioni di Fisica della Materia	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni in aula	
Materiale didattico: materiale fornito dal docente	
Modalità di esame: colloquio orale	

Insegnamento: Comportamento meccanico dei materiali	
CFU: 9	SSD: ING-IND/14
Ore di lezione: 56	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: III	Semestre: II
Obiettivi formativi: Fornire le conoscenze di base del comportamento meccanico dei materiali (fatica, meccanica della frattura e scorrimento viscoso alle alte temperature). Analizzare il comportamento a tensione e deformazione di elementi strutturali. Effettuare calcoli di verifica e proporzionamento di alcuni componenti meccanici.	
Contenuti: Prove statiche sui materiali: trazione, compressione, flessione, torsione. Comportamento dei materiali in regime elastico lineare, richiami di teoria della trave. Legame elasto-plastico; modelli di incrudimento. Richiami sull'instabilità dell'equilibrio elastico. Recipienti in parete sottile: definizioni, regime di membrana, equazioni di equilibrio. Recipienti cilindrici in parete spessa: equazione d'equilibrio, formule fondamentali. Fatica: terminologia, curve di Woehler, criterio del ciclo di isteresi, curve P-S-N. Effetto del precarico: diagrammi di Haigh-Soderberg, diagrammi di Goodman, diagramma di Smith. Effetto d'intaglio: fattori di concentrazione delle tensioni e delle deformazioni, formula di Neuber, intagli in serie, intagli in parallelo, intagli di scarico. Fattori di riduzione della resistenza a fatica, sensibilità all'intaglio. Elementi di micromeccanica del danno da fatica. Meccanismi di nucleazione, lunghezza di transizione micro-macrocricca. Morfologia delle superfici di frattura per fatica. Effetto del grado di finitura superficiale e dei trattamenti termici. Pallinatura, rullatura. Procedure di dimensionamento a fatica dei componenti intagliati: fatica elastica, shakedown, fatica plastica. Effetto sequenza, legge di danno di Palmgren e Miner, Metodi di conteggio. Meccanismo di Formazione delle Striature, curve sperimentali di propagazione. Modelli di Propagazione, effetto ritardo. Introduzione alla meccanica della frattura. Approccio energetico di Griffith. Criterio di Irwin, SIF, Tenacità alla frattura. Integrare J, CTOD. Prove di Tenacità a Frattura. Fracture Control: safe-life, fail-safe, proof testing. Transizione duttile-fragile nei materiali metallici: effetto della temperatura, della velocità di deformazione, della geometria e delle lavorazioni meccaniche. Dimensionamento statico e dinamico di componenti strutturali. Comportamento dei materiali ad alta temperatura. Creep, rilassamento, modelli reologici. Cenni sul metodo degli elementi finiti.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Elementi di Meccanica dei Solidi	
Metodo didattico: Lezioni frontali e esercitazioni in classe e in laboratorio	
Materiale didattico: Shigley, J. E., Budynas, R. G., Nisbett, J. K., & Amodio, D.. Progetto e costruzione di macchine. Milano: McGraw-Hill. Dispense fornite dal docente	
Modalità di esame: prova scritta e colloquio orale	

Attività formative a scelta autonoma

Insegnamento: Chimica fisica dei materiali e delle superfici	
CFU: 6	SSD: CHIM/02
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: III	Semestre: I
Obiettivi formativi: Fornire gli strumenti per applicare allo studio dei materiali cristallini e delle loro superfici, i concetti appresi dalla fisica, dalla termodinamica dei materiali e dalla chimica generale.	
Contenuti: materiali cristallini nella scienza dei materiali: richiami di cristallografia fisica, e di teoria dei gruppi. La descrizione del legame chimico: rapporti tra l'ambito molecolare e l'ambito cristallino. La traduzione dei concetti di orbitale molecolare e di legame di valenza nella teoria delle bande. Materiali cristallini e materiali amorfi: quantificazione del disordine strutturale e funzioni di correlazione di coppia atomica. Classi di solidi e loro proprietà elettroniche; Materiali molecolari e materiali polimerici; Solidi covalenti e solidi ionico-covalenti, silicati e semiconduttori; Solidi ionici; Solidi metallici: teoria di Pauling del legame delocalizzato nei metalli. Spettroscopia vibrazionale dello stato solido: informazione sulla struttura locale e sui moti di larga ampiezza. I difetti puntuali nei solidi e le spettroscopie ottiche e magnetiche. Indicizzazione delle superfici e reticolo reciproco. Criteri di stabilità delle superfici. Il legame chimico alla superficie dei solidi: la chimica e la fisica del rilassamento e della ricostruzione alla superficie. Tecniche spettroscopiche e microscopiche nella scienza delle superfici: le microscopie ottiche, elettroniche, ed a scansione di punta (SPM), la diffrazione superficiale di ioni ed elettroni lenti.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Termodinamica macroscopica	
Metodo didattico: lezioni in aula con l'ausilio di grafica molecolare	
Materiale didattico: appunti del corso e capitoli di: C. Kittel, Introduzione alla Fisica dello Stato Solido	
Modalità di esame: interrogazione scritta e breve attività seminariale	

Insegnamento: Metodi numerici nella scienza e tecnologia dei materiali	
CFU: 6	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 26	Ore di esercitazione: 22
Anno di corso: III	Semestre: I
Obiettivi formativi: Il corso di Metodi Numerici nella Scienza e Tecnologia dei Materiali fornisce allo studente gli strumenti di base per poter implementare in modo autonomo e critico codici di calcolo numerico in Matlab per la risoluzione di problemi ingegneristici classici definiti in domini geometrici semplici che incontrerà nel corso degli studi previsti dal corso di laurea. In particolare al termine del superamento dell'esame lo studente sarà in grado di: 1) impostare problemi di regressione non lineare di dati sperimentali attraverso l'utilizzo di modelli teorici. 2) Implementare in modo critico di codici per la risoluzione di sistemi di equazioni algebriche non lineari. 3) Implementare in modo critico codici per la risoluzione di sistemi di equazioni differenziali ordinarie non lineari. 4) Comprendere in modo critico le problematiche connesse alla risoluzione di sistemi di equazioni algebriche e di sistemi di equazioni differenziali ordinarie mediante le funzioni predefinite disponibili in ambiente Matlab.	
Contenuti: Introduzione all'ambiente Matlab. Metodi di soluzione di sistemi di equazioni algebriche lineari: metodo di pivotizzazione di Gauss-Jordan. Cenni sugli errori di round-off in aritmetica binaria. Metodi di soluzione di equazioni e sistemi di equazioni algebriche non lineari. Interpolazione polinomiale. Cenni sui problemi di ottimizzazione e loro implementazione a problemi di equilibrio termodinamico mediante modelli reticolari. Cenni sui metodi di integrazione numerica. Equazioni differenziali ordinarie e cenni ai problemi al contorno. Definizione del problema differenziale del primo ordine di Cauchy nel caso di una funzione di singola variabile: condizione di esistenza ed unicità del problema analitico, stabilità del problema analitico. Introduzione all'approccio discreto: consistenza e stabilità del problema numerico discretizzato. Metodo di Eulero esplicito (analisi di consistenza e stabilità). Metodo di Eulero implicito (analisi di consistenza e stabilità). Esempio di programmi che implementano i metodi di Eulero implicito ed esplicito con cenni al caso di sistemi di equazioni differenziali. Riduzione di equazioni differenziali di ordine maggiore di uno a sistemi di equazioni differenziali del primo ordine e sua implementazione in Matlab. Cenni ai metodi di Taylor, di Heun, dei Trapezi e di Runge-Kutta. Le principali funzioni in Matlab per la risoluzione di sistemi di equazioni differenziali ordinarie: esempi di programmi e cenni ai problemi stiff. Cenni ai problemi differenziali al contorno nel caso di una funzione scalare: definizione del problema, condizione di esistenza ed unicità, trattamento del problema lineare in termini di ODE, trattamento del problema con equazioni alle differenze: esempio di applicazione del metodo alle differenze nel caso lineare. Metodo delle linee per la risoluzione di equazioni paraboliche alle derivate parziali.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica II	
Metodo didattico: Lezioni frontali e esercitazioni	
Materiale didattico: appunti forniti dal docente	
Modalità di esame: colloqui orale e scrittura di un codice in matlab	

Insegnamento: Scienza e Tecnologia di Superfici e Interfacce	
CFU: 6	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 32	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: III	Semestre: I
Obiettivi formativi: Il corso è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze fondamentali dei principi fisico-chimici che governano i fenomeni superficiali ed interfacciali, delle tecniche di indagine, dei processi tecnologici e dei materiali utilizzati per l'ingegnerizzazione di superfici ed interfacce per specifiche applicazioni. Gli argomenti trattati durante il corso comprendono sia aspetti di chimica e fisica di superfici ed interfacce, sia lo studio approfondito dei fenomeni coinvolti. Saranno inoltre analizzate le tecnologie necessarie allo sviluppo di superfici ed interfacce funzionali e le relative tecniche di studio e caratterizzazione.	
Contenuti: Aspetti teorici (2.5 CFU): Introduzione alle superfici. Definizione di interfaccia, tipologie (solido/gas, solido/liquido, liquido/gas, liquido/liquido, solido/solido) e caratteristiche. Termodinamica di superfici ed interfacce. Forze di interazione in sistemi interfacciali e forze di superficie. Superfici liquide. Superfici solide. Angolo di contatto e bagnabilità. Adesione. Adsorbimento fisico e chimico. (2.5 CFU). Classi di materiali (1.75 CFU): Sistemi colloidali, flocculazione e coagulazione. Tensioattivi, micelle, emulsioni e schiume. monostrati auto-assemblati. Tecnologie e tecniche di caratterizzazione (1.75 CFU): Modifiche superficiali. Deposizione da soluzione, realizzazione di coating, proprietà e funzionalità. Tecniche di patterning superficiale. Tecniche di caratterizzazione superficiale e interfacciale. Tecniche per lo studio di fenomeni superficiali interfacciali.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Scienza e Tecnologia dei Materiali	
Metodo didattico: da definire con i docente titolare dell'insegnamento	
Materiale didattico: da definire con i docente titolare dell'insegnamento	
Modalità di esame: da definire con i docente titolare dell'insegnamento	

Insegnamento: Meccanica Applicata alle Macchine	
CFU: 6	SSD: ING-IND/13
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: III	Semestre: II
Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze di meccanica dei meccanismi e delle macchine con particolare riferimento ai fenomeni dinamici derivanti dal loro funzionamento. Acquisire nozioni fondamentali relative allo scambio di lavoro nelle macchine e alle loro caratteristiche operative. Gli allievi svolgono parte del lavoro in laboratorio prendendo confidenza con alcuni sistemi meccanici reali per acquisire una certa sensibilità numerica nelle misure.	
Contenuti: Richiami di principi generali di meccanica: le equazioni cardinali della dinamica, il principio di d'Alembert, equazione dell'energia cinetica, sistema ridotto di una macchina. Coppie cinematiche, catene cinematiche, sistemi articolati. Le resistenze passive: l'attrito radente e volvente; fenomeni di isteresi elastica. Rendimento meccanico. Il funzionamento delle macchine: caratteristica meccanica di una macchina; funzionamento a regime di una macchina e di un gruppo. La necessità della regolazione. Studio cinematico e dinamico del manovellismo di spinta rotativa. L'uniformità del momento motore nelle macchine alternative. Vibrazioni meccaniche: fenomeni vibratori elementari. Isolamento attivo e passivo delle vibrazioni. Problemi dinamici nelle macchine: le velocità critiche flessionali e torsionali. Trasmissioni meccaniche: trasmissioni con ruote ad attrito e con ruote dentate, rotismi. Trasmissioni con organi flessibili. La lubrificazione idrodinamica nelle macchine.	
Prerequisiti / Propedeuticità: Analisi Matematica I	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni in aula	
Materiale didattico: "Lezioni di meccanica applicata alle macchine" E. Funaioli A, Maggiore U. Meneghetti	
Modalità di esame: colloquio orale	

Insegnamento: Reologia	
CFU: 6	SSD: ING-IND/24
Ore di lezione: 32	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: III	Semestre: II
Obiettivi formativi: Analizzare il legame tra la microstruttura dei fluidi complessi e le loro proprietà macroscopiche, con particolare riferimento al comportamento in flusso e deformazione	
Contenuti: Cenni di reologia. Flusso, deformazione, forze. Viscosità e viscoelasticità. Sistemi micro-strutturati. Relazioni tra proprietà reologiche e microstruttura. Esempi: sistemi macromolecolari, emulsioni, sospensioni. Modellistica macromolecolare. Leggi di scala. Il modello del dumbbell elastico lineare. Il modello di Rouse-Zimm. Previsioni dei modelli per soluzioni diluite. Sistemi concentrati. Entanglements e dinamica dei sistemi concentrati. I concetti di tubo e reptation. Previsioni dei modelli per sistemi concentrati. Relazioni proprietà-struttura. Effetto del peso molecolare e della sua distribuzione. Effetto dell'architettura molecolare (polimeri lineari, ramificati, a stella). Sistemi acquosi e di interesse biologico (sangue, muco). Tensioattivi. Sistemi micellari. Sospensioni. Schiume.	
Prerequisiti:	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: 1) appunti delle lezioni; 2) R.G. Larson, "The structure and rheology of complex fluids", Oxford University Press, New York 1999; 3) C.W. Macosko, "Rheology", Wiley-VCH 1994	
Modalità di esame: Colloquio orale	

Insegnamento: Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali	
CFU: 6	SSD: ING-IND/22
Ore di lezione: 32	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: III	Semestre: II
Obiettivi formativi: <i>Conoscenza e capacità di comprensione</i> - Lo studente acquisirà consapevolezza dei materiali impiegati nel costruito storico, della loro evoluzione nel tempo e dei principali meccanismi che regolano il loro degrado chimico e fisico. <i>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</i> - Lo studente acquisirà la capacità di individuare le tipologie di materiali in uso nel costruito storico, le principali cause chimiche e fisiche di degrado e le metodologie diagnostiche di supporto. <i>Autonomia di giudizio</i> - Al termine del corso lo studente avrà sviluppato una specifica capacità critica nell'identificare le cause dei fenomeni di degrado di materiali naturali ed artificiali in uso negli edifici storici. Acquisirà inoltre coscienza dell'importanza dell'uso specifico della diagnostica distruttiva e non distruttiva nello studio dei materiali e dei loro prodotti di trasformazione e nella progettazione di un efficiente intervento di restauro <i>Abilità comunicative</i> - Nel corso delle lezioni frontali, delle esperienze in laboratorio e delle attività seminariali lo studente è sollecitato ad interagire con i relatori per sviluppare le sue capacità di confronto su tematiche di carattere generale e specifico. <i>Capacità di apprendere</i> - Durante il corso lo studente comprenderà come i fondamenti teorici e concettuali unitamente alla normativa vigente e alla recente letteratura scientifica possano essere utilizzati per la comprensione di problemi legati alla tutela dei beni culturali.	
Contenuti: Origine ed evoluzione dei principali materiali in uso nel patrimonio storico. Classificazione, proprietà ed impieghi dei materiali nei beni culturali. Inquinanti e meccanismi fisici e chimici del degrado dei materiali. Effetti dell'umidità e dei sali solubili, effetti dei gas e del particolato presente nell'aria, effetti dell'irradiazione termica e luminosa. Le tecniche diagnostiche per la caratterizzazione dei materiali antichi e dei loro prodotti di trasformazione nel tempo. Tecniche non distruttive. Valutazione dei risultati diagnostici ai fini del recupero e della conservazione dei materiali. Materiali e tecnologie per il recupero ed il consolidamento superficiale e strutturale. Valutazione della compatibilità fisica, chimica e biologica dei materiali con lo stato dei manufatti. Materiali protettivi e consolidanti. Criteri di valutazione ai fini dell'intervento di recupero. Manutenzione, pulitura delle superfici e principi della conservazione dei materiali.	
Prerequisiti / Propedeuticità:	
Metodo didattico: Lezioni, esperienze di laboratorio e seminari	
Materiale didattico: Appunti delle lezioni.	
Modalità di esame: Prova scritta finale e colloquio	