

Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Regolamento Didattico – Parte Generale -

Corso di Laurea Magistrale

Scienza e Tecnologia dei Materiali -11430
(coorte 2024/2025)

Descrizione del funzionamento del corso di Laurea

INDICE

Art. 1 Premessa e ambito di competenza

Art. 2 Requisiti di ammissione e modalità di verifica della preparazione individuale

Art. 3 Attività formative

Art. 4 Iscrizione a singole attività formative

Art. 5 Curriculum

Art. 6 Impegno orario complessivo

Art. 7 Piano di studio e propedeuticità

Art. 8 Frequenza e modalità di svolgimento delle attività didattiche

Art. 9 Esami e altre verifiche del profitto

Art. 10 Riconoscimento di crediti- obsolescenza di crediti

Art. 11 Mobilità, studi compiuti all'estero, scambi internazionali

Art. 12 Modalità della prova finale

Art. 13 Orientamento e tutorato

Art. 14 Attività di coordinamento - Verifica periodica dei crediti

Art. 15 Manifesto degli Studi

Art. 16 Organi del Ccs

Art. 17 Autovalutazione

Art. 18 *Apprendistato e alta formazione*

Art. 19 Attività miranti al miglioramento della didattica ed alla risoluzione di eventuali criticità

Art. 20 Reclami

Art. 1 Premessa e ambito di competenza

Il presente Regolamento, in conformità allo Statuto e al Regolamento Didattico di Ateneo, disciplina gli aspetti organizzativi dell'attività didattica del Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia dei Materiali, nonché ogni diversa materia ad esso devoluta da altre fonti legislative e regolamentari.

Il Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia dei Materiali, ai sensi dell'art. 25, comma 1, del Regolamento Didattico di Ateneo, è deliberato, a maggioranza dei componenti, dalla competente struttura didattica (attualmente CCS in Scienza dei Materiali) e sottoposto all'approvazione dei Dipartimenti interessati, sentita la Scuola di Scienze MFN, in conformità con l'ordinamento didattico vigente.

Art. 2 Requisiti di ammissione e modalità di verifica della preparazione individuale

Per iscriversi alla Laurea Magistrale è necessario avere conseguito una laurea in Italia (laurea triennale ex DM 509 o 270; laurea specialistica o magistrale a ciclo unico ex DM 509 o 270; laurea di 4, 5 o 6 anni del vecchio ordinamento) o un titolo estero considerato idoneo.

Per essere ammessi, sarà inoltre necessario dimostrare il possesso simultaneo dei seguenti requisiti curriculari:

1) almeno 70 CFU nei seguenti settori:

FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/07, CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/04, CHIM/06, CHIM/07, CHIM/12, ICAR/08, ING-IND/06, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/11, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/16, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/27, ING-IND/31, ING-INF/01, ING-INF/02, ING-INF/06, ING-INF/07, MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08;

- 2) Tra i 70 CFU di cui sopra:
- almeno 12 in settori MAT e
 - almeno 12 in settori FIS e
 - almeno 6 in settori CHIM.

Per accedere lo studente deve possedere una conoscenza della lingua inglese almeno al livello B1 del quadro europeo di riferimento.

Per essere ammessi, sarà inoltre necessario possedere una adeguata preparazione individuale, come richiesto dalla legge (Art. 6, comma 2 del DM 270/04).

Coloro che intendono richiedere l'ammissione devono inviare la documentazione richiesta nelle forme, nei tempi e nei modi stabiliti dalla Scuola di Scienze MFN e resi noti con il Manifesto degli Studi al fine di permettere la valutazione dei requisiti curriculari e la verifica dell'adeguata preparazione.

Le modalità di ammissione sono diversificate per il curriculum ordinario e per quello internazionale.

- CURRICULUM ORDINARIO

Per informazioni di carattere generale si rimanda al sito del Corso di Studio.

DOMANDA DI AMMISSIONE

Coloro che intendono richiedere l'ammissione devono

1) presentare una domanda di pre-immatricolazione secondo la procedura informatica Unige.

2) presentare una domanda di ammissione on line entro una data specificata dal Manifesto (di norma nel mese di ottobre) nella quale autocertificano il possesso dei requisiti di ammissione.

E' possibile per i laureandi l'iscrizione con riserva, purché la laurea venga comunque conseguita in tempo utile (28 febbraio ovvero nei termini indicati dall'Ateneo) e purché, entro 15 giorni dall'inizio delle lezioni, lo studente abbia già acquisito tutti i CFU previsti dal suo Piano di Studio (con esclusione degli eventuali crediti extra-curriculari) tranne al più 18 CFU di insegnamenti. La prova finale ed il Tirocinio, e tutte le attività classificate come "altre" sono escluse ai fini del calcolo dei 18 cfu. E' necessario tuttavia che l'attività di tirocinio, qualora non sia ancora completata, non precluda la frequenza degli insegnamenti.

Gli studenti con titolo di studio conseguito all'estero devono obbligatoriamente sostenere la prova di verifica della conoscenza della lingua italiana organizzata dall'Ateneo. Il suo mancato superamento comporta l'attribuzione di attività formative integrative proposte dall'Ateneo

REQUISITI CURRICOLARI

Nel caso di lauree italiane ottenute con ordinamenti che non prevedono crediti, o di titoli di studio ottenuti all'estero, il CCS attribuirà a ciascuna attività formativa acquisita un settore scientifico-disciplinare ed un valore in CFU.

I crediti possono essere stati ottenuti anche attraverso la frequenza di più Corsi di Studio o mediante iscrizione a singoli insegnamenti.

I suddetti requisiti curriculari sono automaticamente soddisfatti dalle lauree conseguite presso l'Università di Genova nelle seguenti classi: • Scienza dei Materiali, classe 25 - Scienze e Tecnologie Fisiche (ex DM 509/99); • Scienza dei Materiali, classe L-30 - Scienze e Tecnologie Fisiche (ex DM 270/04); L-27 Scienze e tecnologie chimiche, L-9 Ingegneria industriale.

I laureati in Italia nella classe Scienza dei Materiali istituita col DM 146 del 9/2/21 soddisfano automaticamente i requisiti curriculari. I laureati nelle classi delle lauree in Scienze e Tecnologie Fisiche, Scienze e Tecnologie Chimiche, Ingegneria Industriale hanno curricula che di norma soddisfano i requisiti minimi, ma la verifica sarà effettuata caso per caso.

Qualora il candidato non sia in possesso degli specifici requisiti curriculari potrà iscriversi a singole attività formative finalizzate all'ammissione al Corso di Laurea Magistrale.

I candidati che si trovino in tale condizione verranno contattati dalla Commissione per l'Ammissione alla LM.

VERIFICA DELLA PREPARAZIONE INDIVIDUALE

Tutte le domande che soddisfano i suddetti requisiti curriculari saranno esaminate per la verifica della preparazione individuale. L'adeguatezza della preparazione individuale è automaticamente verificata per i laureati in Italia nelle classi delle lauree in Scienza dei Materiali (ex DM 146 del 9/2/2021), Scienze e Tecnologie Fisiche, Scienze e Tecnologie Chimiche, Ingegneria Industriale con una votazione finale di almeno 99 centodecimi.

Negli altri casi l'accertamento dell'adeguatezza della preparazione individuale verrà effettuato da una Commissione appositamente nominata, che terrà conto di: - curriculum vitae e studiorum pregresso; - votazioni conseguite negli esami delle discipline di interesse (vedi requisiti curriculari); - eventuale prova orale che verterà sulle conoscenze di base nelle discipline matematiche, fisiche, chimiche e tecnologiche che possono essere tipicamente acquisite con una laurea di primo livello di tipo scientifico-tecnologico.

L'esito della verifica potrà essere uno dei seguenti: - ammesso alla LM (si può iscrivere una volta conseguito il titolo di laurea); - non ammesso (con l'indicazione di carenze specifiche che devono essere colmate prima di ottenere l'ammissione). La verifica verrà effettuata in date concordate con i candidati mediante scambio di e-mail con il Coordinatore. Qualora non superata, potrà essere nuovamente sostenuta una sola volta a distanza di almeno 30 giorni dalla prima verifica.

Tutti gli studenti con titolo di studio conseguito all'estero saranno sottoposti ad una specifica prova di conoscenza di lingua italiana. Il mancato superamento comporta l'attribuzione di attività formative integrative.

- **CURRICULUM INTERNAZIONALE** (Serp+: <https://www.master-serp.eu/apply/admission-criteria>)

AMMISSIONE

L'ammissione all'indirizzo internazionale SERP+ è regolamentata da apposite norme oggetto di un Consortium Agreement ratificato dai Rettori delle quattro Sedi coinvolte. Valgono per il presente Corso di Studio tutte le norme previste nel Consortium Agreement relativo al Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei

Materiali.

Il Master è aperto a eccellenti studenti europei ed extra-europei. Il criterio principale per l'ammissione è di avere una laurea in chimica, fisica con elementi di chimica o Scienza o Ingegneria dei Materiali, che corrisponde a 180 CFU. Inoltre, il candidato dovrà dimostrare una buona conoscenza della lingua inglese scritta e parlata almeno a livello B2 (dimostrata mediante il possesso di certificazioni TOEFL o IELTS o, Cambridge certificates). La selezione delle domande verrà svolta da una apposita commissione internazionale.

Al fine di incoraggiare l'apprendimento permanente, verranno considerate anche le domande di ammissione a seguire tutto il programma da parte di candidati con esperienza professionale.

La selezione di tutti i candidati avverrà con i criteri ed i pesi sotto menzionati:

- 50%: risultati conseguiti negli esami accademici (e professionali se del caso) con valutazione dei carichi di lavoro (CFU), adeguatezza del curriculum, voti conseguiti)
- 20%: lettera di referenza
- 10%: Inglese
- 10%: lettera di motivazione
- 10%: il coinvolgimento in associazioni, reti o altre attività extra-curricolari che mostrano attitudine alla leadership e carattere dinamico.

Le informazioni riguardanti la procedura di candidatura e selezione saranno comunicate ai candidati attraverso il sito web di SERP + (www.master-serp.eu). Un indirizzo email (master.serp@u-psud.fr) sarà disponibile anche per i candidati che volessero porre domande riguardanti la procedura di ammissione.

Quest'ultima avverrà attraverso applicazione online con la possibilità per i candidati di caricare i propri documenti e di seguire lo stato della loro domanda. I futuri studenti dovranno presentare i seguenti documenti:

- copia del passaporto
- Curriculum Vitae
- dichiarazione di motivazione personale
- copia del più alto titolo di studio conseguito
- copia del Certificato di Laurea con la trascrizione delle registrazioni degli esami sostenuti e relativo voto conseguito con allegata una spiegazione del sistema di classificazione vigente presso l'università di origine
- la prova del livello di conoscenza della lingua inglese
- lettera di referenza e informazioni di contatto di un referee.

ACCERTAMENTO DEL POSSESSO DEI REQUISITI DI AMMISSIONE

Il possesso dei requisiti di ammissione degli studenti verrà verificato congiuntamente dalla Commissione giudicatrice internazionale composta da almeno un docente di ciascun istituto partner. I commissari avranno accesso on line ai file dei candidati e potranno dare la loro valutazione sempre online utilizzando la apposita piattaforma comune predisposta a tale scopo. Ogni domanda sarà esaminata da almeno due commissari di diverse istituzioni partner. I risultati saranno registrati sulla piattaforma e discussi in una riunione in cui verrà presa la decisione finale. La commissione redige un elenco degli studenti selezionati e un elenco di riserva. La commissione giudicatrice farà in modo che l'equilibrio di genere sia rispettato e che nessun gruppo di cittadini dell'Unione europea o di cittadini di paesi terzi sia escluso o

svantaggiato. I risultati della procedura saranno tempestivamente segnalati ai candidati via e-mail.

Gli studenti ammessi devono registrarsi presso le Università ove frequenteranno i diversi semestri (dal primo al terzo, il quarto essendo dedicato alla tesi di laurea). Solo queste Istituzioni rilasceranno loro il diploma. Gli studenti dovranno obbligatoriamente frequentare semestri in almeno due università del consorzio. I documenti necessari per l'iscrizione sono elencati sul sito web di SERP + e saranno inviati via mail agli studenti prima dell'inizio del semestre. Il pagamento delle tasse di iscrizione deve essere effettuato prima della registrazione

Art. 3 – Attività formative.

Il Corso di Laurea Magistrale ha la durata di due anni durante i quali lo studente deve acquisire 120 crediti formativi (CFU). Oltre ai requisiti della classe LM-Sci Mat. il Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia dei Materiali ha gli obiettivi formativi specifici elencati nell'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale.

In allegato 1 viene riportato il quadro generale delle attività formative (rif. Ordinamento Corso di Laurea Magistrale) e il quadro delle attività previste da questo Regolamento; nella tabella excel allegata vengono elencate le attività formative del I e II anno, con gli obiettivi formativi specifici, i crediti formativi, le ore di didattica assistita e le ore di studio individuale.

1. La tipologia delle attività didattiche che producono l'acquisizione di crediti è la seguente:

- insegnamenti, eventualmente articolati in moduli, che possono prevedere, a seconda dei casi:

- lezioni frontali in aula, esercitazioni in aula, esercitazioni e attività pratiche in laboratori didattici e in laboratori di ricerca, seminari specialistici, visite guidate presso aziende; (76 cfu complessivi di insegnamenti, di cui 12 CFU a scelta libera per il curriculum ordinario e 9 per il curriculum internazionale);

- 6 CFU per lo studio di una lingua dell'unione europea diversa dalla madrelingua.

- ulteriori altre attività (8 cfu complessivi) che possono prevedere attività utili all'inserimento nel mondo del lavoro quali stage presso aziende o laboratori (di strutture esterne oppure interne all'università) finalizzate all'acquisizione di metodiche sperimentali e di abilità professionali; attività di elaborazione dati ed uso di tecnologie avanzate;

- attività relative alla Tesi e alla preparazione della prova finale (30 CFU).

Gli insegnamenti offerti dalle varie sedi nel curriculum internazionale sono tutti in lingua inglese; in particolare sono previsti insegnamenti in inglese a Genova al II semestre del I anno e al I semestre del II anno. Per gli studenti stranieri è prevista la frequenza di un corso di lingua e cultura italiana.

Alcuni insegnamenti in lingua inglese del percorso internazionale sono offerti anche nel curriculum ordinario come insegnamenti non obbligatori.

Gli insegnamenti del Curriculum Internazionale SERP+ saranno attivati solo in caso di attivazione di tale curriculum.

2. Ad ogni credito formativo corrispondono 25 ore di lavoro totale dello studente per l'acquisizione delle relative competenze.

A seconda della tipologia di attività si ha un differente rapporto fra ore di attività didattica assistita e studio personale dello studente.

In particolare, 1 CFU di norma corrisponde a:

- 8 ore di lezione frontale + 17 ore di studio personale (frazione riservata allo studio individuale 68%);
- 10 ore di esercitazione in aula + 15 ore di studio personale (frazione riservata allo studio individuale 60%);
- 12-13 ore di attività pratica di laboratorio + 13-12 ore di studio personale (frazione riservata allo studio individuale 52%);
- l'attività di Tesi comporta una attività dello studente fino a 25 ore per un credito, svolta sotto la supervisione di un relatore;
- le altre attività comportano un impegno dello studente che può essere ricondotta ai casi precedenti a seconda della tipologia.

La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale non potrà mai essere inferiore al 50%, salvo per le attività a forte contenuto pratico.

Per gli insegnamenti del curriculum internazionale erogati all'estero il numero di ore di lezione, esercitazione, laboratorio sono determinati dalle rispettive Sedi in accordo alle norme ivi vigenti.

Art. 4 – Iscrizione a singole attività formative.

In conformità con l'articolo 5 del Regolamento di Ateneo per gli studenti, per iscriversi a singole attività formative occorre possedere un titolo di studio che permetta l'accesso all'Università. Considerate le caratteristiche dell'organizzazione didattica teorico-pratica, le istanze di iscrizione a singole attività formative afferenti al CdS possono essere accettate solo dopo valutazione del CCS necessaria al corretto svolgimento dei corsi stessi.

Art. 5 – Curriculum

Per il Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia dei Materiali sono previsti due curricula:

il curriculum ordinario e il curriculum internazionale con mobilità internazionale strutturata detto SERP+.

Gli studenti del curriculum internazionale sono assoggettati a condizioni di ammissione e di permanenza particolari, regolamentate dal Consortium Agreement (e dai relativi allegati) sottoscritto dai Rettori delle Sedi coinvolte.

Il CdS prevede due profili professionali:

Scienziato dei Materiali: specialista nella Ricerca che prevede l'acquisizione di conoscenze e competenze utili alla comprensione della correlazione tra le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei materiali e la loro struttura su scala molecolare e micrometrica, con particolare riferimento alle loro applicazioni avanzate (quali ad esempio materiali per l'energia rinnovabile, materiali per la chimica sostenibile, materiali bidimensionali e nanostrutturati).

Conoscenze e competenze nelle tecniche di simulazione, nei metodi e nella strumentazione per la sintesi e la caratterizzazione delle proprietà chimiche, fisiche e tecnologiche dei materiali.

Competenze nella messa a punto di apparati di misura progettati ad hoc.

Scienziato dei Materiali: specialista nelle Tecnologie che prevede l'acquisizione di conoscenze e competenze utili alla comprensione della correlazione tra le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei materiali e la loro struttura, con particolare riferimento alle loro applicazioni industriali (quali, ad esempio, processi di produzione e metodi di controllo qualità di materiali, dispositivi per specifiche applicazioni).

Conoscenze degli aspetti applicativi dei materiali quali ad esempio materiali metallici, polimerici, superconduttori e materiali funzionali di varia natura.

Conoscenze e competenze nelle tecniche di simulazione, nei metodi e nella strumentazione per la sintesi e la caratterizzazione delle proprietà chimiche, fisiche e tecnologiche dei materiali.

Le schede insegnamento specificano per gli insegnamenti opzionali il profilo/ i profili per cui l'insegnamento è indicato.

Art. 6 – Impegno orario complessivo

La definizione della frazione oraria dedicata a lezioni o attività didattiche equivalenti è stabilita, per ogni insegnamento, dal CCS ad 1 CFU corrispondono 8 ore di lezione o 13 di attività didattica assistita (esercitazioni, laboratori). Il Direttore del Dipartimento DCCI e il Coordinatore del CCS sono incaricati di verificare il rispetto delle predette prescrizioni, anche ai fini della pubblicazione dei programmi degli insegnamenti

Art. 7 – Piani di studio e Propedeuticità

Tutti gli studenti sono tenuti a presentare annualmente un Piano di Studio con l'indicazione di tutte le attività formative dell'anno, entro i termini indicati dalla Scuola di riferimento e specificati nel Manifesto degli Studi.

Gli insegnamenti non obbligatori che non prevedano complessivamente almeno tre studenti non sono attivati. Ai fini di consentire una efficace programmazione delle attività formative gli studenti sono invitati a dichiarare preventivamente gli insegnamenti opzionali e a scelta libera che intendono inserire nel PdS entro i termini specificati nel Manifesto degli studi e comunque entro il mese di agosto. La modifica di tale indicazione è consentita in sede di presentazione del PdS, salvo nel caso in cui essa comporti la mancata attivazione di un insegnamento.

Lo studente che, nella formulazione del proprio piano di studio, segue il quadro previsto dal presente Regolamento nonché le indicazioni fornite dal Manifesto degli Studi, presenta un piano ad approvazione automatica, salvo per le scelte libere per cui il CCS valuterà la coerenza con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale.

Conformemente alle norme vigenti, lo studente può presentare un Piano di studi individuale, contenente attività formative diverse da quelle previste dal Regolamento didattico purché coerenti con l'ordinamento didattico del Corso di studi dell'anno di immatricolazione.

I piani di studio sono approvati dal Consiglio di Corso di Studio. I piani di studio non aderenti ai curricula inseriti nella banca dati ministeriale dell'offerta formativa, ma conformi all'ordinamento didattico ovvero articolati su una durata più breve rispetto a quella normale dovranno essere approvati sia dal CCS sia dal Consiglio del Dipartimento di riferimento.

Gli studenti sono invitati a sostenere gli esami dei vari insegnamenti seguendo le eventuali indicazioni sui prerequisiti fornite insieme ai programmi di ciascun insegnamento nel Manifesto degli Studi.

Infine non si può iniziare l'attività di Tesi se non si sono già acquisiti almeno 54 crediti per attività formative relative ad insegnamenti.

Gli studenti iscritti al curriculum internazionale (SERP+) dovranno frequentare le lezioni del I, II, III semestre in almeno due paesi diversi di loro scelta. I percorsi loro proposti sono i seguenti:

Primo anno

- Semestre 1: svolto in Francia su "Fondamenti e metodi per la chimica e la chimica-fisica" (30 CFU)

- Semestre 2: potrà essere svolto in Italia, oppure in Polonia oppure in Portogallo (30 CFU):

 - in Italia "Chimica fisica dei materiali compositi e la catalisi";

 - in Polonia "Chimica fisica e fotochimica delle molecole e delle biomolecole",

 - in Portogallo "Chimica fisica dei sistemi di interfaccia, dei sistemi condensati e dei sistemi per l'energetica".

- Alla fine del primo anno è prevista una scuola estiva intensiva con l'obiettivo di sviluppare le capacità imprenditoriali degli studenti. La scuola si concentra su: comunicazione, project management, gestione dell'economia, NTIC (ICT), diritto europeo dei brevetti, capitale di rischio e finanziamenti, valorizzazione tecnologica, e infine sulla preparazione di un progetto professionale personale. La scuola estiva è accreditata con 5 CFU -

Secondo anno:

- Il semestre 3 si può svolgere in una qualsiasi delle istituzioni partner (30 CFU):
 - in Francia la specializzazione è: “Applicazioni Mediche e Industriali di Radiazioni e Nanoparticelle”,
 - in Polonia la specializzazione è: “Spettroscopia di Luminescenza e Reazioni Fotochimiche verdi”,
 - in Portogallo la specializzazione è: “Materiali Funzionali e Interfacce per la Sostenibilità”,
 - in Italia la specializzazione è: “Nanostrutturazione e Raccolta Energetica alle Superfici”.
- Semestre 4: dedicato a 6 mesi di stage/tesi (relativi alla preparazione della prova finale, 30 CFU).

Nel corso del terzo semestre, lo studente deve proporre 3 possibili argomenti di studio con i nomi dei potenziali supervisor e dei laboratori ove svolgere tali attività coerentemente con gli obiettivi del percorso formativo. Se lo studente propone di svolgere lo stage in un laboratorio universitario, deve essere ospitato da una delle istituzioni partner o da istituzioni di partner associati. Lo studente deve proporre un co-relatore, professore o industriale, residente nel suo paese natale, se possibile, attivo in un campo vicino al tema scelto per lo stage. Il co-relatore verrà invitato a prendere parte alla valutazione della relazione scritta.

Il Piano degli studi approvato congiuntamente dalle sedi (<https://www.master-serp.eu/>) è automaticamente riconosciuto dal CCS e approvato. Il PdS dipende dalle sedi che lo studente frequenterà nel suo percorso formativo.

La sostituzione di insegnamenti obbligatori del percorso ordinario con insegnamenti del curriculum internazionale non è consentita, fatto salvo il diritto di presentare piani di studio individuali che saranno poi esaminati caso per caso dagli organi competenti.

Art. 8 – Frequenza e modalità di svolgimento delle attività didattiche.

Le attività formative di ogni anno si svolgono in due periodi didattici (convenzionalmente chiamati semestri), con una congrua interruzione (almeno quattro settimane) al termine del primo periodo, per lo svolgimento degli esami e di altre prove di valutazione.

Le altre attività formative si svolgono in base alla specifica disponibilità temporale delle strutture interessate e alla carriera dello studente, di norma intorno alla fine del I semestre del secondo anno. L'attività relativa alla preparazione della prova finale si svolge di norma (obbligatoriamente per il curriculum internazionale) nel II semestre del II anno.

Il calendario delle attività proposte per ogni anno accademico è contenuto nel Manifesto degli Studi.

L'orario delle lezioni è annualmente reso pubblico prima dell'inizio dei corsi.

La frequenza di tutte le attività formative è fortemente consigliata agli studenti del curriculum ordinario ed obbligatoria per quelli del curriculum internazionale SERP+. La frequenza delle attività di laboratorio è obbligatoria anche per studenti lavoratori, disabili e con disturbi specifici dell'apprendimento (D.S.A.), tuttavia per tali studenti potranno essere previsti orari personalizzati, compatibilmente con la disponibilità di risorse di docenza e di strutture e strumentazione. Il CCS predisporrà per gli studenti disabili gli ausili loro necessari per acquisire una formazione pratica equivalente a quella di tutti gli altri studenti. Per le attività di stage è richiesto l'obbligo della frequenza che va certificata dal supervisore.

Art. 9 – Esami ed altre verifiche del profitto

1. Per ciascuna attività formativa indicata nell'allegato è previsto un accertamento conclusivo individuale, nei periodi previsti per gli appelli d'esame, in date stabilite dal Consiglio di Corso di Laurea su proposte avanzate dai docenti responsabili degli insegnamenti o concordate con essi ed in coerenza con il Regolamento Didattico di Ateneo.

Possono essere previsti appelli durante il periodo delle lezioni soltanto per gli studenti che, nell'anno accademico in corso, non abbiano inserito attività formative nel proprio piano di studio.

Nel caso di prove intermedie, con il superamento dell'accertamento conclusivo lo studente acquisisce i CFU attribuiti alla attività formativa in oggetto.

Per le attività di stage o per le altre attività è necessaria una relazione sull'attività svolta controfirmata dal tutore della struttura o dal docente responsabile.

2. Per le attività formative riconducibili ad insegnamenti l'accertamento finale di cui al comma 1, oltre all'acquisizione dei relativi CFU, comporta l'attribuzione di un voto espresso in trentesimi con eventuale lode. Supera l'esame chi consegue una valutazione di almeno 18 trentesimi. Per le altre attività, tranne quelle relative alla prova finale, la valutazione è espressa con un giudizio di idoneità. Per le attività di stage e per le altre attività non riconducibili ad insegnamenti il compito di accertare il superamento della prova è demandato dal CCS al Coordinatore (o suo delegato) sentiti i responsabili delle attività stesse. Agli studenti disabili e agli studenti con disturbi specifici dell'apprendimento (DSA), previa richiesta esplicita inoltrata attraverso i referenti della Scuola per gli studenti disabili e D.S.A., sono consentite prove equipollenti e tempi più lunghi per l'effettuazione delle prove scritte. Gli studenti disabili svolgono gli esami con l'uso degli ausili loro necessari e, se necessario, con la presenza di assistenti, verificati e approvati dall'Ateneo, per l'autonomia e/o la comunicazione in relazione al grado e alla tipologia della loro disabilità

Sul sito web del CCS verranno rese disponibili informazione sulle modalità di svolgimento delle altre attività.

3. Il numero degli esami o valutazioni finali del profitto necessari per il conseguimento del titolo non può essere superiore a 12 (fatto salvo il caso del curriculum internazionale). Al fine del computo vanno considerate le attività formative caratterizzanti, affini e integrative, a scelta (queste ultime conteggiate complessivamente come un solo esame).

4. Gli accertamenti finali possono consistere in: esame orale, compito scritto, relazione scritta o orale sull'attività svolta, test con domande a risposta aperta o a scelta multipla, prova pratica di laboratorio o al computer. Le modalità dell'accertamento finale, che possono comprendere anche più di una delle forme su indicate, sono indicate annualmente dal docente responsabile dell'attività formativa e approvati dal CCS prima dell'inizio delle attività didattiche. Devono essere previsti, durante ciascun anno accademico, almeno cinque appelli per gli insegnamenti che prevedono prove scritte o di laboratorio e almeno sette appelli per quelli che prevedono solo prove orali. L'intervallo tra due appelli successivi deve essere di almeno tredici giorni. Possono essere previsti appelli durante il periodo delle lezioni soltanto per gli studenti che abbiano soddisfatto tutti gli obblighi sulla frequenza previsti dal proprio piano di studio o che risultino iscritti a tempo parziale.

Per il curriculum internazionale gli appelli si svolgono con modalità compatibile con il cambiamento di sede, disciplinate dal consorzio:

5. Commissioni d'esame.

Le commissioni d'esame sono composte da almeno due membri uno dei quali è il docente responsabile dell'insegnamento. Possono essere membri della commissione cultori della materia individuati dal consiglio del corso di studio sulla base di criteri che assicurino il possesso di requisiti scientifici, didattici o professionali.

Qualora l'esame sia relativo ad una pluralità di insegnamenti, ovvero a un insegnamento articolato in due moduli, i docenti responsabili di tali insegnamenti o moduli fanno parte obbligatoriamente della commissione.

Gli studenti del curriculum internazionale sono tenuti a conseguire tutti i crediti previsti dal loro PdS annuale entro la sessione estiva. Gli studenti che non conseguissero tale obiettivo possono chiedere l'ammissione al curriculum ordinario. Il CCS delibererà in merito ai riconoscimenti e alle modifiche del PdS atti a consentire il +conseguimento del solo titolo italiano in tali casi.

Art. 10 – Riconoscimento di crediti – obsolescenza dei crediti

- *Riconoscimento di crediti*

Europe	E=Sufficient			D=Satisfactory			C=Good			B=Very Good			A=Excellent		
Italia	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30 e lode	
Austria	4			3			2			1					
Belgio	11			12			13	14		15	16	17	18	19-20	
Danimarca	02			4			7			10			12		
Finlandia	1						2			3		4		5	
Francia	10-10.49	10.50-10.74	10.75-10.99	11.00-11.49	11.50-11.74	11.75-11.99	12-12.9	13.00-13.49	13.50-13.99	14.00-14.99	15.00-15.49	15.50-15.99	16	17-20	
Germania	4.0		3.7		3.3		3.0		2.7		2.3	2.0	1.7	1.3	1
Grecia	5	6		7			8			9			9.5	10	
Irlanda	40	42	44	46	48	50	52	55	58	61	64	67	70	71-100	
Islanda	5			6			7			8		9-10			
Lituania/Lettonia	4			5			6			7		8		9-10	
Lussemburgo	30	31	32	33	34	35	36	37	38-39	40-49					
Norvegia	2						3			4		5		6	
Paesi Bassi	5.5	6		6.5		7		7.5		8		8.5	9	10	
Polonia	3			3+			4			4+			5		
Portogallo	10	11		12	13		14	15		16	17		18	19-20	
Regno Unito (centesimi)	40-50	51	52	53-55	56-58	59-61	62-63	64-65	66-69	70-73	74-76	77-80	80-90	90-100	
Spagna	5	5,1-5,2	5,3-5,6	5,7-6,0	6,1-6,3	6,4-6,6	6,7-7,0	7,1-7,3	7,4-7,6	7,7-8,0	8,1-8,3	8,4-8,6	8,7-9,0	9,1-10	
Svezia	G	G+		G++			Val G			Val G+			MVG		
Svizzera	4			4.5			5			5.5		6			

Il riconoscimento dei crediti conseguiti in altri corsi di studio viene effettuato a seguito di specifiche delibere del CCS: in caso di provenienza da Corsi di Studio della stessa classe, il CCS è tenuto a riconoscere tutti i CFU conseguiti dallo studente nel precedente percorso formativo, purché coerenti con l'ordinamento didattico; in caso di provenienza da corsi di classe diversa, il CCS valuterà la congruità dei settori disciplinari e i contenuti dei corsi in cui lo studente ha maturato i crediti. A valle del riconoscimento verrà fornita assistenza allo studente nella compilazione del piano di studio da parte della commissione didattica.

Esclusivamente nel caso in cui il trasferimento dello studente sia effettuato tra corsi di laurea magistrale appartenenti alla medesima classe, la quota di crediti relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente non può essere inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% è riconosciuta solo se il corso di provenienza risulta accreditato ai sensi del decreto legislativo 27 gennaio 2012, n. 19.

Per quanto riguarda il riconoscimento di conoscenze ed abilità professionali o di attività formative non corrispondenti a insegnamenti (DM 16/3/2007 Art 4), e per le quali non sia previsto il riferimento a un settore disciplinare, il CCS valuterà caso per caso il contenuto delle attività formative e delle conoscenze ed abilità professionali, e la loro coerenza con gli obiettivi del corso, comunque entro il limite massimo complessivo di 12 CFU. Le tipologie previste per queste attività sono: - fino ad un massimo di 8 cfu altre attività: attività professionali (lavorative presso aziende o enti), partecipazione attiva a seminari o a scuole su argomenti inerenti alla Scienza e Tecnologia dei Materiali; attestazioni di competenze informatiche a livello specialistico; fino ad un massimo di 6 CFU di competenze linguistiche certificate -fino ad un massimo di 12 cfu : attività riconducibili agli insegnamenti a scelta libera.

- *Obsolescenza di crediti*

I crediti acquisiti nell'ambito del Corso di Laurea hanno validità per dieci anni.

Trascorso il periodo indicato, i crediti acquisiti debbono essere convalidati con apposita delibera qualora il CCS riconosca la non obsolescenza dei relativi contenuti formativi.

Qualora il CCS riconosca l'obsolescenza anche di una sola parte dei relativi contenuti formativi, lo stesso CCS stabilisce le prove integrative che dovranno essere sostenute dallo studente, definendo gli argomenti delle stesse e le modalità di verifica.

Art. 11- Mobilità, studi compiuti all'estero, scambi internazionali

Gli studenti ammessi a svolgere un periodo temporaneo di studi in altro Ateneo, sulla base di programmi o progetti riconosciuti dall'Università, dovranno ottenere che il CCS si pronunci in via preventiva sulla riconoscibilità dei crediti che intendono acquisire in detto Ateneo. Al termine del periodo di permanenza fuori sede, sulla base della certificazione esibita, il CCS delibererà di riconoscere le attività formative svolte, i relativi crediti e le valutazioni di profitto riferendole ai settori scientifico disciplinari del Corso di Laurea Magistrale e convertendole, se necessario, nel sistema di crediti adottato. Nel caso non si verifichi la precisa corrispondenza con le singole attività formative previste, ma esista una reale congruità con l'ordinamento, potrà essere adottato un piano di studio individuale.

Lo studente che intenda utilizzare programmi di mobilità studentesca all'estero dovrà presentare un piano di studio con l'indicazione degli insegnamenti e delle attività formative che seguirà presso l'Università ospitante. Tale piano di studio, che verrà valutato analizzando la coerenza formativa dell'intero percorso didattico all'estero rispetto agli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale, dovrà essere approvato preventivamente dal CCS. Al termine del periodo di mobilità i crediti acquisiti conformi al piano di studio potranno essere registrati senza bisogno di ulteriori delibere del CCS.

Per i Paesi non inclusi la corrispondenza in trentesimi verrà indicata dal Coordinatore del CCS, sentiti i Referenti Erasmus di Scuola e di CCS.

Il CCS ha avviato azioni specifiche per migliorare i livelli di internazionalizzazione del percorso formativo, anche attraverso l'inserimento strutturato all'interno dei piani di studio dei percorsi di studio all'estero: la possibilità di svolgere la tesi all'estero, la presenza del curriculum internazionale SERP+, la possibilità di svolgere attività

formative in inglese nel curriculum ordinario, l'incentivo a svolgere semestri in programmi di mobilità (vedi all' art. 10 determinazione del voto di laurea) costituiscono un esempio di tali azioni.

Art. 12- Modalità della Prova finale

Per l'ammissione alla prova finale, lo studente deve aver conseguito tutti gli altri crediti formativi previsti dall'ordinamento didattico del Corso di Laurea magistrale.

L'attività di tesi, in preparazione della prova finale, consiste in un lavoro originale dello studente su un argomento di Scienza e Tecnologia dei Materiali effettuato sotto la guida e la responsabilità di un relatore; il lavoro di tesi è presentato in un elaborato scritto che ne riporta i risultati e che deve essere consegnato almeno 15 giorni prima dell'esame di Laurea. . La relazione può essere redatta in lingua italiana o in lingua inglese per il curriculum ordinario. E' redatta obbligatoriamente in lingua inglese per il curriculum internazionale.

La commissione di Laurea, presenti il relatore e il correlatore, interroga il candidato in un esame pre-laurea attribuendo un voto al lavoro di tesi e all'elaborato scritto. In caso di impossibilità ad essere presenti il relatore e/o il correlatore inviano relazione scritta al Presidente della commissione di Laurea.

Durante la seduta di laurea il candidato espone il suo lavoro in forma breve (15 min) e la commissione di laurea attribuisce il voto di laurea.

La prova finale è pubblica e consiste nella esposizione del tema dell'attività svolta e nella discussione dei risultati conseguiti davanti ad una commissione composta da almeno 5 membri, compreso il Presidente, secondo quanto stabilito dal regolamento didattico di Ateneo. La Commissione viene nominata dal Direttore del Dipartimento di riferimento. Specifiche modalità di svolgimento della prova finale, in applicazione di convenzioni per il rilascio di doppio titolo o titolo congiunto, sono disciplinate a parte.

Il voto di laurea è espresso in centodecimi e comprende una valutazione globale del curriculum del laureando, della Tesi e della sua presentazione e discussione in occasione della prova finale.

Il voto viene determinato come segue.

Viene effettuata la media pesata per il numero di crediti delle votazioni in trentesimi attribuite in sede di valutazione alle varie attività formative, incluso il lavoro di Tesi. Il voto relativo a tale lavoro viene attribuito dalla Commissione di Laurea per il curriculum ordinario e dalla commissione per l'esame finale SERP+ per il curriculum internazionale.

A tale media pesata, convertita in centodecimi, viene aggiunto un incremento fino ad un massimo di otto punti così determinati:

- Valutazione dell'esame di Laurea (decisa dalla commissione di laurea per il curriculum ordinario, dedotta dal voto della commissione di Parigi per il curriculum internazionale SERP+) fino a un massimo di 3 punti
- presenza di lodi nel curriculum studiorum dello studente fino ad un massimo di 1 punto

- numero di semestri passati dallo studente all'estero in Erasmus o in attività formative internazionali riconosciute: (da 0 a 1 punto per ogni semestre, in relazione ai cfu acquisiti) fino a un massimo di 3 punti
- tempo impiegato per conseguire il titolo fino a un massimo di 1 punto
- partecipazione a commissioni istituzionali (CCS, Dipartimento, Scuola, Ateneo) fino a 1 punto
- tirocinio esterno (6 cfu di altre attività, qualora non già valutata come attività collegata alla Tesi) fino a 0,5 punti.

L'incremento massimo è fissato comunque in 8 punti.

Agli studenti che superano il voto di centodieci può essere attribuita la lode con voto unanime della Commissione.

La valutazione della tesi e della prova finale tiene conto dei risultati di apprendimento in termini di: conoscenza e comprensione dell'argomento, capacità di applicare le conoscenze acquisite, capacità di formulare giudizi autonomi, capacità di comunicare in modo sintetico ed esauriente in forma scritta e orale, capacità di reperire autonomamente nuove fonti di informazione e di apprenderne direttamente i contenuti ponendoli in relazione al contesto delle proprie conoscenze, capacità di inserimento in un ambiente di lavoro (interno o esterno all'università).

Gli studenti del curriculum internazionale SERP+ devono superare la prova finale entro la sessione estiva. Tale prova viene sostenuta presso l'Università di Parigi Sud, sede capofila del Master, secondo le norme previste dall'accordo consortile sottoscritto dai Rettori delle sedi coinvolte.

Art. 13- Orientamento e tutorato.

Per favorire la continuità del percorso formativo e per l'inserimento nel mondo del lavoro, il CCS ha istituito una Commissione Orientamento e Tutorato, che collabora con la commissione orientamento della Scuola e con gli altri soggetti interessati.

La stessa Commissione predisporrà un servizio di tutorato finalizzato ad assistere gli studenti lungo il corso degli studi, al fine di prevenire la dispersione ed il ritardo negli studi e di promuovere una proficua partecipazione attiva alla vita universitaria in tutte le sue forme.

La Commissione Orientamento e Tutorato costituisce un punto di riferimento per tutti gli studenti del Corso relativamente a problemi di orientamento o di altra natura didattica. Tutti i Professori ed i Ricercatori sono comunque tenuti a collaborare alle attività di tutorato.

Art. 14 - Attività di coordinamento - Verifica periodica dei crediti

Come previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo, per il pieno raggiungimento degli obiettivi formativi del Corso di Laurea magistrale, il CCS, nel rispetto della libertà di insegnamento, coordina i programmi degli insegnamenti e delle altre attività formative, promuove il coordinamento dei docenti e valuta i risultati delle attività stesse in collaborazione con la Commissione Paritetica di Scuola. A tal fine è prevista almeno una riunione annuale del Consiglio dei Corsi di Studi in Scienza dei Materiali per la programmazione ed una per la valutazione.

Il CCS attua iniziative per la valutazione e il monitoraggio del carico di lavoro per gli studenti al fine di garantire una adeguata corrispondenza tra i CFU attribuiti alle diverse attività formative ed il carico di lavoro effettivo.

Ogni tre anni il CCS, previa opportuna valutazione, attiva una procedura di revisione del regolamento didattico, con particolare riguardo al numero dei crediti assegnati ad ogni attività formativa. La stessa procedura viene altresì attivata ogni volta in cui ne facciano richiesta al Coordinatore del CCS almeno un quarto dei componenti il Consiglio stesso.

Art. 15 – Manifesto degli Studi.

Il Manifesto degli studi, finalizzato alla massima trasparenza dell'Offerta didattica, elenca anno per anno la lista degli insegnamenti attivabili.

Fornisce ulteriori dettagli sulle domande di ammissione, incluse le condizioni di carriera dello studente che consentono la presentazione della domanda.

Indica i termini per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale e per la presentazione dei piani degli studi, i periodi di svolgimento delle prove di verifica, di cui all'Art.2 del presente Regolamento, delle attività formative, e i periodi, a questi non sovrapposti, di svolgimento degli esami di profitto, con l'osservanza di quanto previsto all'art. 26, comma 4 del Regolamento Didattico di Ateneo.

Art. 16 – Organi del CCS

Il corso di Laurea è governato dal Consiglio dei Corsi di Studio (CCS) in Scienza dei Materiali, lo stesso consiglio governa anche la LT in Scienza dei Materiali. Esso è presieduto da un coordinatore, il quale nomina un vice-coordinatore, che rimane in carica fino a decadenza o dimissioni del coordinatore che lo ha nominato. La Commissione AQ del CCS è formata da un numero di docenti compreso tra 4 e 6, dal coordinatore e dal vice-coordinatore, da un rappresentante degli studenti e da un rappresentante del personale tecnico-amministrativo del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale o del Dipartimento di Fisica e dai Referenti per la didattica del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale e del Dipartimento di Fisica.

Il CCS si avvale di commissioni come descritto nell'apposito quadro della SUA-CdS.

Art. 17 – Autovalutazione

La Commissione AQ si occupa delle procedure di autovalutazione e della stesura dei documenti relativi (SUA-CdS, Commento agli Indicatori, Rapporto Ciclico di Riesame). L'organizzazione e le responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio sono descritte in modo dettagliato nella sezione D2 della SUA-CdS. Ciascun docente accede alla valutazione dei propri insegnamenti.

Il Coordinatore del CCS accede ai risultati dei questionari compilati dagli studenti sulle attività formative seguite. Convoca privatamente i docenti a cui sono affidati insegnamenti o moduli che hanno ottenuto una valutazione inferiore ad una soglia stabilita dalla commissione AQ per concordare con gli stessi azioni concrete rivolte al miglioramento della qualità dell'attività didattica da loro svolta (o della sua percezione). Stila una relazione annuale che riporta i risultati aggregati in forma anonima.

Art. 18 – Apprendistato e alta formazione

In conformità con il protocollo di intesa tra l'Ateneo e la Regione Liguria in merito alla disciplina dell'apprendistato di alta formazione (D.lsg. 167 del 14/9/2011), qualora uno studente iscritto alla LM venga assunto da un'azienda tramite contratto di apprendistato ricadente sotto il citato protocollo di intesa, il CCS concorderà con lo studente e l'azienda un piano di studio personalizzato, purché coerente con l'ordinamento didattico. Tale percorso potrà prevedere sia la frequenza ad insegnamenti attivati presso l'Ateneo, sia attività formative ad hoc (formali, non formali o informali così come definite dall'art. 4 legge 92 del 28/6/2012) che tengano conto dei fabbisogni di professionalità delle aziende. Le attività non formali e informali non potranno comunque ammontare a più di 12 CFU. I destinatari di tali percorsi personalizzati sono studenti di età inferiore a 30 anni, che abbiano, di norma, già acquisito 50 CFU. La tesi sperimentale ed eventuali altre attività connesse verrà svolta in tali casi presso l'azienda. Per ogni studente assunto tramite contratto di apprendistato il CCS nominerà un tutor.

Art. 19. Attività miranti al miglioramento della didattica ed alla risoluzione di eventuali criticità.

Il CCS incoraggia la partecipazione dei propri docenti alle attività promosse dal GLIA. E' compito della Commissione Didattica operare per migliorare la qualità della didattica e razionalizzarne al meglio l'organizzazione. La Commissione didattica procedendo informalmente ed in tempi rapidi prende in esame eventuali criticità segnalate da studenti, membri del CCS o risultanti dal monitoraggio in itinere delle carriere degli studenti e sentiti gli interessati propone al Consiglio eventuali azioni ove necessario.

Art. 20 – Reclami

Gli studenti che desiderino effettuare un formale reclamo possono a loro discrezione procedere in uno dei seguenti modi.

- a) Informare verbalmente il Coordinatore che potrebbe risolvere autonomamente la questione.
- b) Informare per iscritto il Coordinatore che prenderà carico del reclamo e ne riferirà in CCS ed eventualmente al Direttore del Dipartimento responsabile del Corso di Laurea Magistrale.
- c) Informare il Direttore del Dipartimento.
- d) Rivolgersi al Garante di Ateneo.

Di tale possibilità viene fatta menzione nel sito web del CCS.

Allegato 1 Parte speciale del regolamento didattico

Quadro GENERALE delle attività Formative:

Ai sensi del vigente Ordinamento ex DM 270/2004 e successive modificazioni, le attività formative che dovranno essere acquisite dagli studenti sono distinte in Attività formative Caratterizzanti, Affini, A Scelta, Altre attività.

Tipo di Attività formativa (AF)	Ambito	Sottogruppi e relativi SSD	RAD		Curriculum ordinario	Curriculum internazionale
			Min	Max		
Caratterizzanti	Chimica e fisica della materia	Discipline della Fisica (FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/07)	16	24	18	16
		Discipline della chimica (CHIM/02, CHIM/03, CHIM/04, CHIM/06)	18	24	18	22
	TOTALE		35	42	36	38
	Ingegneria dei Materiali ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/27)		12	18	12	12
Attività affini e integrative			12	20	16	17
Altre attività formative	A scelta dello studente		8	12	12	9
	Prova finale		30	30	30	30
	Ulteriori attività formative	Ulteriori conoscenze linguistiche	6	6	6 0 5 0 5 0 5	6

		Abilità informatiche e telematiche	0	5	5	0
		Tirocini formativi e di orientamento	0	5	3	5
		Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	5	0	3
Totale CFU				120	120	120

Indirizzo	Anno	Cod. Ins	Nome Ins	CFU	SSD	Tipologia	Ambito	Lingua	Obiettivi formativi	Obiettivi formativi inglese	Ore riservate attività didattica assistita	Ore riservate allo studio personale	Propedeuticità
ORDINARIO	1	61738	BIOFISICA	6	FIS/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli elementi per la comprensione dei meccanismi che governano l'equilibrio fisico-chimico attraverso membrane modello, dei processi fondamentali del trasporto attraverso membrane biologiche, dei meccanismi elettrici alla base della trasmissione del segnale nervoso e delle interazioni che stabilizzano la struttura delle macromolecole e regolano i processi di riconoscimento molecolare.	The aim of the course is to provide the student with the elements for understanding the mechanisms that govern the physical-chemical equilibrium through model membranes, the fundamental processes of transport through biological membranes, the electrical mechanisms underlying the transmission of the nerve signal and the interactions that they stabilize the structure of macromolecules and regulate the processes of molecular recognition.	48	102	
ORDINARIO	1	61862	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento si propone di presentare e sperimentare i principali metodi di investigazione a livello nanoscopico delle proprietà morfologiche-cristallografiche e spettroscopiche della materia sia nel volume che alla superficie	The teaching aims to present and experiment with the main methods of investigating at the nanoscopic level the morphological-crystallographic and spectroscopic properties of matter both in volume and at the surface.	62	88	
ORDINARIO	1	61863	FISICA DELLA MATERIA SOFFICE	6	FIS/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento introduce allo studio della materia caratterizzata da deboli interazioni tra costituenti poliatomici e da importanti effetti delle fluttuazioni termiche. Obiettivo dell'apprendimento è la conoscenza delle caratteristiche dei materiali soffici e delle interazioni che li governano, e la comprensione dei modelli che ne descrivono il comportamento.	Teaching introduces the study of matter characterized by weak interactions between polyatomic constituents and important effects of thermal fluctuations. The learning objective is knowledge of the characteristics of soft materials and the interactions that govern them, and an understanding of the models that describe their behavior.	48	102	

ORDINARIO	1	61897	CHIMICA FISICA AMBIENTALE	6	CHIM/02	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti gli strumenti per la modellizzazione degli ecosistemi e la determinazione degli indicatori di sostenibilità ambientale attraverso una valutazione dei parametri energetici ed entropici che influenzano i processi di non equilibrio di origine antropica. Verranno sviluppate capacità di condurre esperimenti in gruppo in laboratorio e sul campo, di redigere rapporti di prova su attività di diagnostica in campo ambientale, di elaborare e presentare relazioni su argomenti assegnati e sui risultati ottenuti dagli esperimenti svolti in laboratorio.	The course aims to provide students with the tools for modeling ecosystems and determining indicators of environmental sustainability through an assessment of the energetic and entropic parameters that influence non-equilibrium processes of anthropic origin. They will develop the ability to conduct group experiments in the laboratory and in the field, to write test reports on diagnostic activities in the environmental field, and to prepare and present reports on assigned topics and on the results of experiments conducted in the laboratory.	58	92
ORDINARIO	1	61930	LABORATORIO DI MATERIALI POLIMERICI	6	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Acquisizione delle basi teoriche e della confidenza sperimentale con le principali tecniche strumentali per la caratterizzazione morfologico-strutturale e meccanica dei materiali polimerici	Acquisition of theoretical foundations and experimental practice with the main instrumental techniques for morphological-structural and mechanical characterization of polymeric materials	64	86
ORDINARIO	1	61933	FISICA E MATERIALI PER LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA SOLARE	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento si propone di illustrare le potenzialità della risorsa solare ed i meccanismi fisici alla base della conversione della radiazione solare in energia elettrica. Verranno introdotti gli elementi di fisica dei semiconduttori necessari a descrivere il funzionamento delle celle solari con particolare riferimento a quelle in Silicio. Si fornirà infine una panoramica sui nuovi concetti e materiali studiati per aumentare l'efficienza delle celle solari.	The course aims to illustrate the potential of solar resources and the physical mechanisms underlying the conversion of solar radiation into electrical energy. The elements of semiconductor physics necessary to describe the functioning of solar cells will be introduced with particular reference to those in silicon. Finally, an overview of the new concepts and materials studied to increase the efficiency of solar cells will be provided.	52	98

ORDINARIO	1	61936	SURFACE SCIENCE AND NANOSTRUCTURING AT SURFACE	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and	Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and	62	88	
ORDINARIO	1	62421	MATERIALI E DISPOSITIVI PER L'ELETTRONICA	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento si propone di indagare e comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento dei principali dispositivi utilizzati in elettronica e optoelettronica, partendo dalle proprietà dei materiali utilizzati per arrivare ai più recenti sviluppi tecnologici.	The teaching aims to investigate and understand the physical mechanisms underlying the operation of the main devices used in electronics and optoelectronics, starting from the properties of the materials used to the most recent technological developments.	48	102	

ORDINARIO	1	62739	LABORATORIO DI BIOFISICA	6	FIS/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento consente agli studenti di conoscere alcuni tra i principali metodi di indagine per lo studio delle proprietà fisiche dei sistemi biologici, sia dal punto di vista dei principi di funzionamento sia dal punto di vista dell'approccio sperimentale utilizzato in laboratorio.	The teaching enables students to become acquainted with some of the main methods of investigation for studying the physical properties of biological systems, both from the point of view of the principles of operation and the experimental approach used in the laboratory.	62	88	
ORDINARIO	1	62744	NANOSTRUTTURE (6 CFU)	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Conoscenza delle principali tecniche sperimentali specifiche del campo. Lettura ed approfondimento di un articolo scientifico. Introduzione ad un approccio sperimentale multidisciplinare	Knowledge of the main experimental techniques specific to the field. Reading and deepening of a scientific article. Introduction to a multidisciplinary experimental approach	48	102	
ORDINARIO	1	65191	CHIMICA INORGANICA DELLO STATO SOLIDO	6	CHIM/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Acquisizione di conoscenze nel campo della struttura cristallina dei solidi (riconoscimento di elementi di simmetria, individuazione del gruppo spaziale di una struttura, uso delle Tabelle Internazionali di Cristallografia, ecc.) e della correlazione tra struttura cristallina e tipologia di legame. Acquisizione di conoscenze nel campo della stabilità termodinamica dei solidi, anche in relazione alla loro struttura (modellizzazione termodinamica delle fasi in sistemi sia mono- che multi-componenti) e capacità di impiego di pacchetti software per il calcolo termodinamico di equilibri di fase e diagrammi di stato in materiali complessi.	Attainment of competences in the fields of crystal structure of solids (identification of symmetry elements, space group, etc. of a crystal structure; use of the International Tables of Crystallography, etc.) and correlation between crystal structure and bonding characteristics. Attainment of competences in the field of thermodynamic stability of solids, with reference to the crystal structure (thermodynamic modelling of the phases in mono- and multi-component systems), and use of software packages for the thermodynamic calculation of phase equilibria and phase diagrams of complex materials.	52	98	

ORDINARIO	1	65193	MATERIALI FUNZIONALI E STRUTTURALI INORGANICI	6	CHIM/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento proposto intende fornire allo studente una panoramica aggiornata nel campo dei materiali funzionali inorganici con particolare riferimento alle tecniche di sintesi e processo, alle tecniche per la modifica controllata di materiali ed alle loro applicazioni più attuali.	The course aims to provide the student with an updated overview in the field of inorganic functional materials with particular attention to synthesis techniques, techniques for a controlled modification of materials and their most current applications.	53	97	
ORDINARIO	1	65943	MATERIALI CERAMICI PER L'ENERGIA	6	ING-IND/22	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Strutture cristalline dei ceramici. Diagrammi di fase per i ceramisti. Sinterizzazione . Sintesi di materiali ceramici altamente dispersi . Materiali ceramici densi . Proprietà strutturali, elettroniche e termiche . Difetti e controllo termodinamico della concentrazione delle vacanze strutturali. Proprietà funzionali (elettriche, magnetiche ed ambientali). Processi ceramici e applicazioni industriali.	Crystal structures of ceramics. Phase diagrams for ceramists. Sintering . Synthesis of highly dispersed ceramic materials . Dense ceramic materials . Structural, electronic and thermal . Defects and thermodynamic control of concentration Of structural vacancies . Functional properties (electrical, magnetic and environmental). Ceramic processes and industrial applications.	48	102	
ORDINARIO	1	65969	CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI	6	CHIM/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	The teaching aims to describe the chemical-physical processes that regulate the interaction of metallic materials with the environment in order to provide students with the skills for a correct approach to the problem of corrosion. The course will study the theoretical aspects of corrosion	The teaching aims to describe the chemical-physical processes that regulate the interaction of metallic materials with the environment in order to provide students with the skills for a correct approach to the problem of corrosion. The course will study the theoretical aspects of corrosion	48	102	
ORDINARIO	1	66402	CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF CATALYSIS + LABORATORY	6	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	58	92	

ORDINARIO	1	80198	ECONOMY AND MANAGEMENT OF PRODUCTIVE PROCESSES	6	ING-IND/26	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	<p>Apprendere i concetti fondamentali dell'economia e dell'organizzazione aziendale e acquisire la capacità di applicare queste conoscenze al contesto del sistema produttivo industriale nazionale e internazionale. Tali concetti riguardano non solo la sostenibilità economica degli interventi e delle strategie industriali, ma anche la sostenibilità ambientale di tali azioni, da valutare con approcci basati sull'analisi del ciclo di vita.</p>	<p>Learning the fundamental concepts of economics and business organization, and acquiring the ability to apply this knowledge to the context of the national and international industrial production system. These concepts include not only the economic sustainability of industrial interventions and strategies, but also the environmental sustainability of such actions, to be assessed using life-cycle based approaches.</p>	53	97
ORDINARIO	1	80280	CHIMICA FISICA DEI MATERIALI MAGNETICI	6	CHIM/02	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	<p>L' insegnamento si prefigge lo scopo di portare lo studente alla conoscenza del comportamento di sistemi chimico-fisici sottoposti a campi magnetici. Sarà studiato l'effetto di un campo magnetico su un gas, su un liquido o soluzione, su un solido organico o inorganico. Saranno esaminati i principali materiali e composti che presentano attualmente una particolare rilevanza tecnologica e industriale: magneti permanenti, registrazione magnetica, acciai magnetici.</p>	<p>The teaching aims to bring the student to a knowledge of the behavior of chemical-physical systems subjected to magnetic fields. The effect of a magnetic field on a gas, on a liquid or solution, on an organic or inorganic solid will be studied. The main materials and compounds currently of particular technological and industrial importance will be examined: permanent magnets, magnetic recording, magnetic steels.</p>	53	97
ORDINARIO	1	94802	POLYMERS FOR ELECTRONICS AND ENERGY HARVESTING	6	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	<p>Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).</p>	<p>Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).</p>	53	97

ORDINARIO	1	94817	METALLURGIA 2 (6 CFU)	6	ING-IND/21	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento si propone di consolidare le conoscenze di base sugli acciai, fornire elementi sui metalli non ferrosi a base rame e a base alluminio. Verranno introdotte nozioni relative alla valutazione della colabilità di leghe di rame, alle tecniche di saldatura e all'impiego di acciai come interconnettori di pile a combustibile ad alta temperatura. Una parte del corso verrà riservata all'applicazione della scienza dei materiali metallici nel campo dei beni culturali. Fornire agli studenti la	The course aims to consolidate the knowledge of basis on steels, provide elements on non-ferrous metals copper-based and aluminum-based. They will be introduced notions relating to the evaluation of the castability of copper alloys, welding techniques and the use of steels as interconnectors of high temperature fuel cells. A part of the course will be devoted to the application of the science of metallic materials in the field of cultural heritage	53	97
ORDINARIO	1	95614	COMPOSITE MATERIALS FOR BIO-MEDICAL APPLICATION	6	ING-IND/22	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	capacità di gestire nuovi materiali sulla base di un punto di vista ingegneristico incentrato sulle esigenze e sui vincoli del dispositivo quando viene creato con materiali innovativi avanzati. I compositi a base di fibra di carbonio e ceramica e le tecnologie per produrli, trattarli e stabilizzarli saranno presentati e studiati nelle loro caratteristiche specifiche. Le metodologie di applicazione, con i loro principali vantaggi e i possibili problemi, saranno discusse con gli studenti. I quadri normativi, specificamente dedicati all'immissione sul mercato di un nuovo prodotto e alla presa in carico delle esigenze biomediche, saranno evidenziati da un corso breve di 8 ore. Verrà illustrato il confronto tra la normativa europea e quella statunitense. In aula verrà effettuata una continua analisi comparativa tra il punto di vista scientifico e quello industriale.	Provide to students the capability to manage new material items based upon an engineering point of view focused on the device need and constraints when created with advanced innovative materials. Carbon fiber as well as ceramic based composites and the technologies to produce, treat, stabilize them will be presented and studied in their specific features. Application methodologies with their main advantages and possible problems will be discussed with the students. Regulatory frameworks, specifically devoted to bring a new product on the market and to take care of the strict biomedical need, will be also highlighted by a specific 8 hrs short course. Comparison between European and Usa normative will be illustrated. Continuous comparative analysis between the scientific and industrial viewpoints will be performed in classroom.	48	102

ORDINARIO	1	98776	METALLURGIA DEI METALLI NON FERROSI	6	ING-IND/21	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento ha l'obiettivo di approfondire caratteristiche e applicazioni di metalli non ferrosi (Al, Mg, Ti, Cu, Au, ecc...) e loro leghe di maggior interesse per il mondo industriale e applicativo. Verranno approfondite le conoscenze acquisite nel corso Metallurgia 1, in particolare per quanto riguarda gli aspetti di metallurgia fisica applicati ai materiali in esame. Tali conoscenze, unite all'approfondimento di processi di lavorazione meccanica, trattamento termico e corrosione, permetteranno la scelta critica di una vasta gamma di materiali metallici per diverse applicazioni.	The course aims to deepen the characteristics and applications of non-ferrous metals (Al, Mg, Ti, Cu, Au, etc ...) and their alloys of greatest interest for the industrial and application world. The knowledge acquired in the Metallurgy 1 course will be deepened, in particular as regards the aspects of physical metallurgy applied to the materials under examination. This knowledge, combined with the in-depth knowledge of machining, heat treatment and corrosion processes, will allow the critical choice of a wide range of metallic materials for different applications.	53	97
ORDINARIO	1	104068	ELECTROCHEMICAL SYSTEM FOR ENERGY CONVERSION AND STORAGE	6	ING-IND/22	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	48	102

ORDINARIO	1	106785	TECNOLOGIE DEI MATERIALI POLIMERICI E COMPOSITI	6	ING-IND/16	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Obiettivo dell'insegnamento è quello di presentare all'allievo le diverse famiglie di materiali polimerici e compositi realizzati con matrice polimerica. Verranno analizzate le differenti caratteristiche dei rinforzi utilizzati in abbinamento con le matrici. Verranno studiate le tecnologie di lavorazione dei materiali polimerici e compositi a rinforzo particellare ed a fibra lunga. Saranno introdotte le modalità con cui devono essere eseguite le prove per caratterizzare dal punto di vista fisico e meccanico di tali materiali.	The objective of the teaching is to introduce the student to the different families of polymeric materials and composites made with polymer matrix. The different characteristics of reinforcements used in conjunction with matrices will be analyzed. The processing technologies of particle-reinforced and long-fiber polymeric and composite materials will be studied. The methods by which tests should be performed to characterize from a physical and mechanical point of view of such materials will be introduced.	54	96	
ORDINARIO	1	108098	ADVANCED CATALYTIC AND ADSORBENT MATERIALS FOR GREEN INDUSTRIAL PROCESSES	6	ING-IND/27	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti ai materiali necessari per lo sviluppo delle tematiche proprie della chimica industriale "verde", cioè basata su materie prime rinnovabili e/o di riciclo e applicata alla protezione ambientale, nello scenario della transizione energetica da attuarsi mediante lo sviluppo di processi sostenibili.	The course aims to introduce students to the materials and catalysts necessary for the development of the themes of "green" industrial chemistry, i.e. based on renewable and/or recycled raw materials and applied to environmental protection, in the scenario of the energy transition to be implemented through the development of sustainable processes	48	102	

ORDINARIO	1	108099	MODELLI MULTISCALA DI CELLE ELETTRICHE APPLICATE ALLA TRANSIZIONE ENERGETICA	6	ING-IND/23	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti alle tematiche proprie dell'attuale contesto di transizione energetica. In questo scenario l'attenzione sarà focalizzata sulle tecnologie elettrochimiche "power to gas" e "gas to power" studiate mediante modelli chimico-fisici applicati su diverse scale fenomenologiche, evidenziando la rilevanza delle proprietà microscopiche sulle prestazioni macroscopiche in un'ottica di scale-up industriale.	The course aims to introduce students to the issues of the current context of energy transition. In this scenario, attention will be focused on "power to gas" and "gas to power" electrochemical technologies studied through chemical-physical models applied on different phenomenological scales, highlighting the relevance of microscopic properties on macroscopic performance in a scale- industrial up.	48	102	
ORDINARIO	1	108102	MODELLIZZAZIONE E SIMULAZIONE NUMERICA DEL COMPORTAMENTO DEI MATERIALI DELL'INDUSTRIA DI PROCESSO	4	ING-IND/26	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento mira a: 1) sviluppare modelli matematici per problemi fluidodinamici 2) acquisire i principi teorici della simulazione numerica avanzata di problemi fluidodinamici 3) utilizzare un codice di calcolo per la risoluzione di tali modelli. Al termine del modulo lo studente avrà acquisito le competenze necessarie per impostare ed eseguire una simulazione numerica e analizzare i risultati di problemi che coinvolgono il trasporto di massa, quantità di moto e calore risolvendo le equazioni governative attraverso un software di fluidodinamica computazionale (CFD). Il software verrà applicato per risolvere diversi problemi di interesse dell'industria di processo e, in particolare, per l'ingegneria di prodotto.	The teaching aims to: 1) develop mathematical models for fluid dynamics problems 2) acquire the theoretical principles of advanced numerical simulation of fluid dynamics problems 3) use a computational code to solve these models. At the end of the module the student will have acquired the necessary skills to set up and run a numerical simulation and analyze the results of problems involving mass, momentum and heat transport by solving the governing equations through a computational fluid dynamics (CFD) software. The software will be applied to solve various problems of interest to the process industry and, in particular, to product engineering.	44	56	

ORDINARIO	1	108103	METODI DI SIMULAZIONE PER LA SCIENZA DEI MATERIALI	4	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	<p>Al termine dell'insegnamento lo studente avrà acquisito le conoscenze teoriche di base e le capacità di applicazione delle stesse necessarie per la modellizzazione e la simulazione di materiali e fenomeni fisici alla nanoscala.</p> <p>In particolare, lo studente sarà in grado di comprendere, utilizzare ed adattare codici di simulazione, basati su metodi di Monte Carlo e dinamica molecolare, per l'investigazione delle proprietà strutturali, termodinamiche e cinetiche di svariati materiali, sintetici e biologici, che includono sistemi polimerici, nanoparticelle metalliche e membrane lipidiche.</p>	<p>At the end of the course the student will have acquired the basic theoretical knowledge and the ability to apply them necessary for the modeling and simulation of materials and physical phenomena at the nanoscale. In particular, the student will be able to understand, use and adapt codes simulation, based on Monte Carlo methods and molecular dynamics, for the investigation of the structural, thermodynamic and kinetic properties of various synthetic and biological materials, which include polymer systems, metal nanoparticles and lipid membranes.</p>	32	68	
-----------	---	--------	---	---	--------	-------------------------	--	---	---	----	----	--

ORDINARIO	1	108104	MODELLIZZAZIONE DELLA RISPOSTA OTTICA DI FILM POLIMERICI E COATINGS INDUSTRIALI	4	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	<p>"L'insegnamento mira a fornire conoscenze tecnico-pratiche di base sulle proprietà, la caratterizzazione ed il calcolo della risposta ottica di film sottili e coatings industriali, soprattutto polimerici. Al termine del corso lo studente conoscerà le principali applicazioni di questi materiali, i principi che regolano le tecniche di caratterizzazione ottica e saranno in grado di produrre modelli ad hoc per calcolarne le diverse proprietà ottiche. Il corso è quindi focalizzato sulla modellizzazione matematica di fenomeni chimici e fisici finalizzata alla loro investigazione e trattazione teorica.</p> <p>Nello specifico lo studente comprenderà i diversi aspetti che regolano la risposta ottica dei materiali, le variabili che le influenzano e che influiscono sulle applicazioni degli stessi. Nelle esercitazioni pratiche, i</p>	<p>The course aims to provide basic technical-practical knowledge on the properties, the characterization and calculation of the optical response of thin films and industrial coatings, above all polymeric. At the end of the course the student will know the main applications of these materials, the principles governing optical characterization techniques and will be able to produce models ad hoc to calculate the different optical properties. The course is therefore focused on mathematical modeling of chemical and physical phenomena aimed at their investigation and theoretical treatment. Specifically, the student will understand the different aspects that regulate the optical response of materials, the variables that influence them and that influence their applications. In practical exercises, the concepts learned will be used to define and draw up models of appropriate calculation for the different applications</p>	42	58
-----------	---	--------	---	---	---------	----------------------	---	----------	--	---	----	----

ORDINARIO	1	108666	TECNOLOGIE SPECIALI	6	ING-IND/16	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative		<p>Scopo dell'insegnamento è fornire agli studenti conoscenze di base dei processi speciali di saldatura e incollaggio. Nella prima parte del corso verranno descritte dettagliatamente le difettologie riscontrabili, analizzate le principali tecnologie di saldatura dei materiali metallici sia tradizionali sia innovative. Nella seconda parte del corso verranno affrontati i concetti sull'incollaggio strutturale, introducendo le varie famiglie chimiche di adesivi di interesse industriale. Particolare attenzione verrà posta alle fasi di realizzazione di un giunto incollato privo di difetti.</p> <p>Al termine del corso gli studenti conosceranno i concetti di base sulla saldatura e incollaggio e saranno in grado di riconoscere i difetti riscontrabili. Grazie ad un'approfondita analisi delle principali tecniche di saldatura e incollaggio gli studenti avranno a disposizione i mezzi</p>	<p>The purpose of this course is to provide students with basic knowledge of special welding and bonding processes. In the first part of the course will be described in detail the defects found, analyzed the main welding technologies of metallic materials both traditional and innovative. In the second part of the course the concepts of structural bonding will be addressed, introducing the various chemical families of adhesives of industrial interest. Particular attention will be paid to the phases of realization of a glued joint without defects.</p> <p>At the end of the course, students will know the basic concepts on welding and bonding and will be able to recognize the defects that can be found. Thanks to an in-depth analysis of the main welding and bonding techniques, students will have the means to select, among conventional welding or bonding technologies, the one that is most suitable for the material and type of application</p>	48	102	
ORDINARIO	1	61865	SUPERCONDUTTI VITA'	6	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	<p>L'insegnamento presenta gli aspetti fenomenologici e teorici di base per comprendere le proprietà dei materiali superconduttori. Obiettivo principale è fornire gli elementi indispensabili per interpretare il comportamento dei superconduttori e delle loro applicazioni partendo dalle teorie fenomenologiche di Ginzburg e Landau e dalle microscopiche BCS.</p>	<p>The teaching presents the basic phenomenological and theoretical aspects for understanding the properties of superconducting materials. The main objective is to provide the indispensable elements for interpreting the behavior of superconductors and their applications starting from the phenomenological theories of Ginzburg and Landau and the BCS microscopic theories.</p>	48	102	

ORDINARIO	1	95287	LINGUA INGLESE B2	6		ALTRE ATTIVITA'	Ulteriori conoscenze linguistiche	Inglese	L'insegnamento prepara ad arrivare a un livello di conoscenza e comprensione della lingua inglese equivalente al livello B2.1 del quadro europeo.	Teaching prepares to reach a level of English language knowledge and understanding equivalent to level B2.1 of the European Framework.	72	78	
ORDINARIO	1	104069	INORGANIC FUNCTIONAL MATERIALS	3	CHIM/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	Introduction to the various processes for the preparation and modification of inorganic materials. Properties of the synthesized materials and applications.	Introduction to the various processes for the preparation and modification of inorganic materials. Properties of the synthesized materials and applications.	24	51	
ORDINARIO	1	104072	DATA SCIENCE AND APPLICATIONS TO CHEMISTRY	3	MAT/08	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	The general objective of the course is to provide students with a first overview of the main issues related to modern data science and its cultural background. The course has also two more specific objectives. The first one is to illustrate some computational tools representing the methodological basis for any artificial intelligence approach to data analysis problems. The second one is to describe three applications concerned with the use of data science methods in chemistry and biochemistry: the problem of the automatic recognition and classification of atomic species in Scanning Tunnelling Microscopy; the modelling of glucose metabolism by means of nuclear medicine data; the simulation of the chemical reaction network at the basis of a specific cellular transition in oncogenesis.	The general objective of the course is to provide students with a first overview of the main issues related to modern data science and its cultural background. The course has also two more specific objectives. The first one is to illustrate some computational tools representing the methodological basis for any artificial intelligence approach to data analysis problems. The second one is to describe three applications concerned with the use of data science methods in chemistry and biochemistry: the problem of the automatic recognition and classification of atomic species in Scanning Tunnelling Microscopy; the modelling of glucose metabolism by means of nuclear medicine data; the simulation of the chemical reaction network at the basis of a specific cellular transition in oncogenesis.	24	51	

ORDINARIO	1	104073	LABORATORY ON DEVICE BUILDING-NANOSTRUCTURED MAGNETIC MATERIALS: A TECHNOLOGICAL APPROACH	3	CHIM/02	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	This teaching will teach students how to design nanostructured magnetic materials (NMM) with tunable magnetic properties. Students will learn the main wet chemistry synthesis method of NMM focusing on magnetic nanoparticles. Then, by the correlation between crystalline structure, morphology and magnetic properties, the morpho-structural feature of the materials will be optimized for specific application (e.g. magnetic separation, drug delivery, magnetic hyperthermia, MRI).	This teaching will teach students how to design nanostructured magnetic materials (NMM) with tunable magnetic properties. Students will learn the main wet chemistry synthesis method of NMM focusing on magnetic nanoparticles. Then, by the correlation between crystalline structure, morphology and magnetic properties, the morpho-structural feature of the materials will be optimized for specific application (e.g. magnetic separation, drug delivery, magnetic hyperthermia, MRI).	40	35	
ORDINARIO	1	108102	MODELLIZZAZIONE E SIMULAZIONE NUMERICA DEL COMPORTAMENTO DEI MATERIALI DELL'INDUSTRIA DI PROCESSO	4	ING-IND/26	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	L'insegnamento mira a: 1) sviluppare modelli matematici per problemi fluidodinamici 2) acquisire i principi teorici della simulazione numerica avanzata di problemi fluidodinamici 3) utilizzare un codice di calcolo per la risoluzione di tali modelli. Al termine del modulo lo studente avrà acquisito le competenze necessarie per impostare ed eseguire una simulazione numerica e analizzare i risultati di problemi che coinvolgono il trasporto di massa, quantità di moto e calore risolvendo le equazioni governative attraverso un software di fluidodinamica computazionale (CFD). Il software verrà applicato per risolvere diversi problemi di interesse dell'industria di processo e, in particolare, per l'ingegneria di prodotto.	The teaching aims to: 1) develop mathematical models for fluid dynamics problems 2) acquire the theoretical principles of advanced numerical simulation of fluid dynamics problems 3) use a computational code to solve these models. At the end of the module the student will have acquired the necessary skills to set up and run a numerical simulation and analyze the results of problems involving mass, momentum and heat transport by solving the governing equations through a computational fluid dynamics (CFD) software. The software will be applied to solve various problems of interest to the process industry and, in particular, to product engineering.	44	56	

ORDINARIO	1	108103	METODI DI SIMULAZIONE PER LA SCIENZA DEI MATERIALI	4	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	<p>Al termine dell'insegnamento lo studente avrà acquisito le conoscenze teoriche di base e le capacità di applicazione delle stesse necessarie per la modellizzazione e la simulazione di materiali e fenomeni fisici alla nanoscala.</p> <p>In particolare, lo studente sarà in grado di comprendere, utilizzare ed adattare codici di simulazione, basati su metodi di Monte Carlo e dinamica molecolare, per l'investigazione delle proprietà strutturali, termodinamiche e cinetiche di svariati materiali, sintetici e biologici, che includono sistemi polimerici, nanoparticelle metalliche e membrane lipidiche.</p>	<p>At the end of the course the student will have acquired the basic theoretical knowledge and the ability to apply them necessary for the modeling and simulation of materials and physical phenomena at the nanoscale. In particular, the student will be able to understand, use and adapt codes simulation, based on Monte Carlo methods and molecular dynamics, for the investigation of the structural, thermodynamic and kinetic properties of various synthetic and biological materials, which include polymer systems, metal nanoparticles and lipid membranes.</p>	32	68	
-----------	---	--------	---	---	--------	-----------------	----------------------------	---	---	----	----	--

ORDINARIO	1	108104	MODELLIZZAZIONE DELLA RISPOSTA OTTICA DI FILM POLIMERICI E COATINGS INDUSTRIALI	4	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	"L'insegnamento mira a fornire conoscenze tecnico-pratiche di base sulle proprietà, la caratterizzazione ed il calcolo della risposta ottica di film sottili e coatings industriali, soprattutto polimerici. Al termine del corso lo studente conoscerà le principali applicazioni di questi materiali, i principi che regolano le tecniche di caratterizzazione ottica e saranno in grado di produrre modelli ad hoc per calcolarne le diverse proprietà ottiche. Il corso è quindi focalizzato sulla modellizzazione matematica di fenomeni chimici e fisici finalizzata alla loro investigazione e trattazione teorica. Nello specifico lo studente comprenderà i diversi aspetti che regolano la risposta ottica dei materiali, le variabili che le influenzano e che influiscono sulle applicazioni degli stessi. Nelle esercitazioni pratiche, i	The course aims to provide basic technical-practical knowledge on the properties, the characterization and calculation of the optical response of thin films and industrial coatings, above all polymeric. At the end of the course the student will know the main applications of these materials, the principles governing optical characterization techniques and will be able to produce models ad hoc to calculate the different optical properties. The course is therefore focused on mathematical modeling of chemical and physical phenomena aimed at their investigation and theoretical treatment. Specifically, the student will understand the different aspects that regulate the optical response of materials, the variables that influence them and that influence their applications. In practical exercises, the concepts learned will be used to define and draw up models of appropriate calculation for the different applications	42	58
ORDINARIO	1	111148	INTRODUZIONE ALLA PROGRAMMAZIONE	5		ALTRE ATTIVITA'	Abilità informatiche e telematiche	Italiano	Acquisire familiarità con i concetti fondamentali della programmazione utilizzando linguaggi imperativi procedurali e object-oriented e relative librerie, imparando a realizzare piccoli programmi o modificare codice già esistente.	Acquire skillness with the fundamental concepts of programming using imperative procedural and object-oriented languages and related libraries, learning to create small programs or modify existing code	50	75
ORDINARIO	1	111263	LABORATORY ON DEVICE BUILDING ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	3		ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente				0	0

ORDINARIO	1	111264	I MODULE PROJECT BASED LABORATORY ON ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	1	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	<p>In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.</p>	<p>In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.</p>	13	12	
-----------	---	--------	---	---	---------	-----------------	----------------------------	---------	--	--	----	----	--

ORDINARIO	1	111265	II MODULE PROJECT BASED LABORATORY ON ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	2	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.	In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.	24	26	
ORDINARIO	1	114422	PRINCIPLES OF POLYMER SCIENCE	4	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	Aim of this course is to provide the advanced knowledge (both theoretical and experimental) necessary for the study of macromolecules in the liquid and solid state, both in the amorphous and crystalline phase. The physico-chemical properties of polymeric materials and the structure-property relationships of macromolecules are discussed through the characterization of the molecular dimensions, the microstructure of the chains, the properties of the material. Theoretical concepts will be deepened by lab activities on characterization methods of polymers in solution, in the melt and solid state.	Aim of this course is to provide the advanced knowledge (both theoretical and experimental) necessary for the study of macromolecules in the liquid and solid state, both in the amorphous and crystalline phase. The physico-chemical properties of polymeric materials and the structure-property relationships of macromolecules are discussed through the characterization of the molecular dimensions, the microstructure of the chains, the properties of the material. Theoretical concepts will be deepened by lab activities on characterization methods of polymers in solution, in the melt and solid state.	32	68	

ORDINARIO	1	61862	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L' insegnamento si propone di presentare e sperimentare i principali metodi di investigazione a livello nanoscopico delle proprietà morfologiche-cristallografiche e spettroscopiche della materia sia nel volume che alla superficie	The teaching aims to present and experiment with the main methods of investigating at the nanoscopic level the morphological-crystallographic and spectroscopic properties of matter both in volume and at the surface.	62	88	
ORDINARIO	1	61863	FISICA DELLA MATERIA SOFFICE	6	FIS/07	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento introduce allo studio della materia caratterizzata da deboli interazioni tra costituenti poliatomici e da importanti effetti delle fluttuazioni termiche. Obiettivo dell'apprendimento è la conoscenza delle caratteristiche dei materiali soffici e delle interazioni che li governano, e la comprensione dei modelli che ne descrivono il comportamento.	Teaching introduces the study of matter characterized by weak interactions between polyatomic constituents and important effects of thermal fluctuations. The learning objective is knowledge of the characteristics of soft materials and the interactions that govern them, and an understanding of the models that describe their behavior.	48	102	
ORDINARIO	1	61864	SPETTROSCOPIE E MATERIALI PER LA FOTONICA	6	FIS/01	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	Gli studenti matureranno competenze aggiornate sull'applicazione dei metodi spettroscopici allo studio delle proprietà ottiche di nano-materiali composti di interesse nel campo della fotonica. Attraverso l'attività di laboratorio, dimostrativa ed esperienziale, gli studenti acquisiranno competenze di base di spettroscopia ottica e di ellissometria spettroscopica.	Students will develop up-to-date skills on the application of spectroscopic methods to the study of the optical properties of composite nano-materials of interest in the field of photonics. Through laboratory, demonstration and experiential activities, students will acquire basic skills in optical spectroscopy and spectroscopic ellipsometry.	48	102	

ORDINARIO	1	61897	CHIMICA FISICA AMBIENTALE	6	CHIM/02	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti gli strumenti per la modellizzazione degli ecosistemi e la determinazione degli indicatori di sostenibilità ambientale attraverso una valutazione dei parametri energetici ed entropici che influenzano i processi di non equilibrio di origine antropica. Verranno sviluppate capacità di condurre esperimenti in gruppo in laboratorio e sul campo, di redigere rapporti di prova su attività di diagnostica in campo ambientale, di elaborare e presentare relazioni su argomenti assegnati e sui risultati ottenuti dagli esperimenti svolti in laboratorio.	The course aims to provide students with the tools for modeling ecosystems and determining indicators of environmental sustainability through an assessment of the energetic and entropic parameters that influence non-equilibrium processes of anthropic origin. They will develop the ability to conduct group experiments in the laboratory and in the field, to write test reports on diagnostic activities in the environmental field, and to prepare and present reports on assigned topics and on the results of experiments conducted in the laboratory.	58	92	
ORDINARIO	1	61930	LABORATORIO DI MATERIALI POLIMERICI	6	CHIM/04	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	Acquisizione delle basi teoriche e della confidenza sperimentale con le principali tecniche strumentali per la caratterizzazione morfologico-strutturale e meccanica dei materiali polimerici	Acquisition of theoretical foundations and experimental practice with the main instrumental techniques for morphological-structural and mechanical characterization of polymeric materials	64	86	

ORDINARIO	1	61932	CHIMICA FISICA	6	CHIM/02	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	<p>"La prima parte dell'insegnamento è dedicato alle tecniche di diffrazione: l'obiettivo è quello di consolidare le conoscenze sui principi teorici della diffrazione attraverso esperienze pratiche che prevedono l'uso di specifici software cristallografici. Alla fine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di applicare tali conoscenze per la caratterizzazione composizionale e strutturale dei materiali, eventualmente anche per la progettazione e la sintesi di nuovi composti.</p> <p>La seconda parte dell'insegnamento è dedicata alla chimica dei colloidi: l'obiettivo è quello di fornire i concetti chimico-fisici di base necessari alla comprensione dei fenomeni che regolano la formazione, alcune proprietà e la stabilità dei sistemi colloidali. Alla fine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di mettere in relazione il comportamento di tali sistemi con le loro caratteristiche chimico-fisiche.</p>	<p>The first part of the course is devoted to diffraction techniques: the aim is to consolidate the knowledge on the theoretical principles of diffraction through practical experiences involving the use of specific crystallographic software.</p> <p>The second part of the course is devoted to the chemistry of colloids: the aim is to provide the basic physico-chemical concepts needed to understand the phenomena regulating the formation, some properties and the stability of colloidal systems.</p>	55	95	
ORDINARIO	1	61933	FISICA E MATERIALI PER LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA SOLARE	6	FIS/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	<p>L' insegnamento si propone di illustrare le potenzialità della risorsa solare ed i meccanismi fisici alla base della conversione della radiazione solare in energia elettrica. Verranno introdotti gli elementi di fisica dei semiconduttori necessari a descrivere il funzionamento delle celle solari con particolare riferimento a quelle in Silicio. Si fornirà infine una panoramica sui nuovi concetti e materiali studiati per aumentare l'efficienza delle celle solari.</p>	<p>The course aims to illustrate the potential of solar resources and the physical mechanisms underlying the conversion of solar radiation into electrical energy. The elements of semiconductor physics necessary to describe the functioning of solar cells will be introduced with particular reference to those in silicon. Finally, an overview of the new concepts and materials studied to increase the efficiency of solar cells will be provided.</p>	52	98	

ORDINARIO	1	61936	SURFACE SCIENCE AND NANOSTRUCTURING AT SURFACE	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and chemisorption, dynamics of the interaction, adsorption.	Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and chemisorption, dynamics of the interaction, adsorption.	62	88	
ORDINARIO	1	62421	MATERIALI E DISPOSITIVI PER L'ELETTRONICA	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L' insegnamento si propone di indagare e comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento dei principali dispositivi utilizzati in elettronica e optoelettronica, partendo dalle proprietà dei materiali utilizzati per arrivare ai più recenti sviluppi tecnologici.	The teaching aims to investigate and understand the physical mechanisms underlying the operation of the main devices used in electronics and optoelectronics, starting from the properties of the materials used to the most recent technological developments.	48	102	

ORDINARIO	1	62739	LABORATORIO DI BIOFISICA	6	FIS/07	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento consente agli studenti di conoscere alcuni tra i principali metodi di indagine per lo studio delle proprietà fisiche dei sistemi biologici, sia dal punto di vista dei principi di funzionamento sia dal punto di vista dell'approccio sperimentale utilizzato in laboratorio.	The teaching enables students to become acquainted with some of the main methods of investigation for studying the physical properties of biological systems, both from the point of view of the principles of operation and the experimental approach used in the laboratory.	62	88	
ORDINARIO	1	62744	NANOSTRUTTURE (6 CFU)	6	FIS/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	Conoscenza delle principali tecniche sperimentali specifiche del campo. Lettura ed approfondimento di un articolo scientifico. Introduzione ad un approccio sperimentale multidisciplinare	Knowledge of the main experimental techniques specific to the field. Reading and deepening of a scientific article. Introduction to a multidisciplinary experimental approach	48	102	
ORDINARIO	1	65191	CHIMICA INORGANICA DELLO STATO SOLIDO	6	CHIM/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	Acquisizione di conoscenze nel campo della struttura cristallina dei solidi (riconoscimento di elementi di simmetria, individuazione del gruppo spaziale di una struttura, uso delle Tabelle Internazionali di Cristallografia, ecc.) e della correlazione tra struttura cristallina e tipologia di legame. Acquisizione di conoscenze nel campo della stabilità termodinamica dei solidi, anche in relazione alla loro struttura (modellizzazione termodinamica delle fasi in sistemi sia mono- che multi-componenti) e capacità di impiego di pacchetti software per il calcolo termodinamico di equilibri di fase e diagrammi di stato in materiali complessi.	Attainment of competences in the fields of crystal structure of solids (identification of symmetry elements, space group, etc. of a crystal structure; use of the International Tables of Crystallography, etc.) and correlation between crystal structure and bonding characteristics. Attainment of competences in the field of thermodynamic stability of solids, with reference to the crystal structure (thermodynamic modelling of the phases in mono- and multi-component systems), and use of software packages for the thermodynamic calculation of phase equilibria and phase diagrams of complex materials.	52	98	

ORDINARIO	1	65193	MATERIALI FUNZIONALI E STRUTTURALI INORGANICI	6	CHIM/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento proposto intende fornire allo studente una panoramica aggiornata nel campo dei materiali funzionali inorganici con particolare riferimento alle tecniche di sintesi e processo, alle tecniche per la modifica controllata di materiali ed alle loro applicazioni più attuali.	The course aims to provide the student with an updated overview in the field of inorganic functional materials with particular attention to synthesis techniques, techniques for a controlled modification of materials and their most current applications.	53	97	
ORDINARIO	1	65943	MATERIALI CERAMICI PER L'ENERGIA	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANT I	Ingegneria dei materiali	Italiano	Strutture cristalline dei ceramici. Diagrammi di fase per i ceramisti. Sinterizzazione . Sintesi di materiali ceramici altamente dispersi . Materiali ceramici densi . Proprietà strutturali, elettroniche e termiche . Difetti e controllo termodinamico della concentrazione delle vacanze strutturali. Proprietà funzionali (elettriche, magnetiche ed ambientali). Processi ceramici e applicazioni industriali.	Crystal structures of ceramics. Phase diagrams for ceramists. Sintering . Synthesis of highly dispersed ceramic materials . Dense ceramic materials . Structural, electronic and thermal . Defects and thermodynamic control of concentration Of structural vacancies . Functional properties (electrical, magnetic and environmental). Ceramic processes and industrial applications.	48	102	
ORDINARIO	1	66402	CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF CATALYSIS + LABORATORY	6	CHIM/04	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Inglese	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	58	92	

ORDINARIO	1	80274	PROPRIETA' DI POLIMERI E COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA	6	CHIM/04	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	Comprensione dell'origine molecolare delle proprietà strutturali e meccaniche delle matrici polimeriche; conoscenza dei concetti base sui materiali compositi e nano compositi a matrice polimerica; comprensione delle correlazioni strutturali proprietà dei polimeri e dei materiali compositi e nano compositi a matrice polimerica; correlazione delle nozioni teoriche sui materiali polimerici con i dati sperimentali per formulare criteri di massima per la loro processabilità, la loro caratterizzazione e il loro utilizzo.	Understanding of the molecular origin of the structural and mechanical properties of polymeric matrices; knowledge of the basic concepts on polymeric matrix composites and nanocomposites; understanding of the structure-property correlations of polymers and polymeric matrix composites and nanocomposites; correlation of theoretical notions on polymeric materials with experimental data to formulate general criteria	48	102	
ORDINARIO	1	80280	CHIMICA FISICA DEI MATERIALI MAGNETICI	6	CHIM/02	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L' insegnamento si prefigge lo scopo di portare lo studente alla conoscenza del comportamento di sistemi chimico-fisici sottoposti a campi magnetici. Sarà studiato l'effetto di un campo magnetico su un gas, su un liquido o soluzione, su un solido organico o inorganico. Saranno esaminati i principali materiali e composti che presentano attualmente una particolare rilevanza tecnologica e industriale: magneti permanenti, registrazione magnetica, acciai magnetici.	The teaching aims to bring the student to a knowledge of the behavior of chemical-physical systems subjected to magnetic fields. The effect of a magnetic field on a gas, on a liquid or solution, on an organic or inorganic solid will be studied. The main materials and compounds currently of particular technological and industrial importance will be examined: permanent magnets, magnetic recording, magnetic steels.	53	97	

ORDINARIO	1	90484	FISICA DELLO STATO SOLIDO AVANZATA	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	<p>L'insegnamento si propone di approfondire i concetti relativi alla descrizione dei solidi cristallini introdotti nel corso introduttivo, nonché di descrivere i principali metodi sia sperimentali (diffrazione, microscopie, spettroscopie) che teorici (pseudopotenziali, teoria del funzionale densità) utilizzati per la descrizione dei solidi. In particolare, il corso evidenzierà la relazione tra le proprietà dielettriche e magnetiche con la struttura a bande. Verranno introdotte le eccitazioni vibrazionali, elettroniche e magnetiche. La correlazione nel moto degli elettroni verrà discussa in riferimento al fenomeno della superconduttività. Verrà illustrato l'effetto dei difetti sulle proprietà fisiche. Verranno discusse le approssimazioni e le schematizzazioni usate per modellizzare e descrivere i solidi ed i loro limiti. Si introdurranno anche le principali metodologie di crescita, trattamento e sintesi di cristalli.</p>	<p>The course aims to deepen the concepts related to the description of crystalline solids introduced in the introductory course, as well as to describe the main experimental (diffraction, microscopies, spectroscopies) and theoretical (pseudopotentials, density functional theory) methods used for the description of solid. In particular, the course will highlight the relationship between the dielectric and magnetic properties with the band structure. Vibrational, electronic and magnetic excitations will be introduced. The correlation in the motion of electrons will be discussed with reference to the phenomenon of superconductivity. The effect of defects on physical properties will be illustrated. The approximations and schematizations used to model and describe solids and their limits will be discussed. The main methods of crystal growth, treatment and synthesis will also be introduced.</p>	48	102	
-----------	---	-------	------------------------------------	---	--------	-----------------	--------------------------------	----------	--	--	----	-----	--

ORDINARIO	1	94801	INTRODUCTION TO SOLID STATE	6	FIS/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Inglese	<p>Comprendere a fondo le proprietà dei solidi a livello microscopico. Gli studenti padroneggeranno i concetti di reticolo cristallino, dinamica del reticolo e struttura elettronica a bande. Verranno evidenziate le correlazioni del reticolo cristallino e della struttura a bande con a) la risposta dielettrica e le eccitazioni elettroniche e b) il comportamento di metalli, semiconduttori e isolanti. Gli effetti della correlazione elettronica saranno introdotti per spiegare le proprietà magnetiche e le eccitazioni, nonché l'origine della superconduttività metallica, dei semiconduttori e degli isolanti. Verranno discussi la dinamica del reticolo, il comportamento degli stati elettronici eccitati e le proprietà ottiche. Verranno introdotti i metodi di caratterizzazione sperimentale e teorica. Verranno discusse le principali tecniche di sintesi fisica e di funzionalizzazione.</p>	<p>Achieving a thorough understanding of the properties of solids at the microscopic level. Students will master the concepts of crystal lattice, lattice dynamics, and electronic band structure. The correlations of crystal lattice and bandstructure with a) , dielectric response and electronic excitations and, b) metallic, semiconductor and insulator behavior will be highlighted. The effects of electronic correlation will be introduced to explain the magnetic properties and excitations, as well as the origin of metallic, semiconductor and insulatorsuperconductivity. Lattice dynamics, excited electronic states behavior and optical properties will be discussed. Experimental as well as theoretical characterization methods will be introduced. The main physical synthesis and functionalization techniques will be discussed.</p>	60	90	
ORDINARIO	1	94802	POLYMERS FOR ELECTRONICS AND ENERGY HARVESTING	6	CHIM/04	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Inglese	<p>Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).</p>	<p>Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).</p>	53	97	

ORDINARIO	1	94817	METALLURGIA 2 (6 CFU)	6	ING-IND/21	CARATTERIZZANT I	Ingegneria dei materiali	Italiano	L'insegnamento si propone di consolidare le conoscenze di base sugli acciai, fornire elementi sui metalli non ferrosi a base rame e a base alluminio. Verranno introdotte nozioni relative alla valutazione della colabilità di leghe di rame, alle tecniche di saldatura e all'impiego di acciai come interconnettori di pile a combustibile ad alta temperatura. Una parte del corso verrà riservata all'applicazione della scienza dei materiali metallici nel campo dei beni culturali. Fornire agli studenti la	The course aims to consolidate the knowledge of basis on steels, provide elements on non-ferrous metals copper-based and aluminum-based. They will be introduced notions relating to the evaluation of the castability of copper alloys, welding techniques and the use of steels as interconnectors of high temperature fuel cells. A part of the course will be devoted to the application of the science of metallic materials in the field of cultural heritage	53	97
ORDINARIO	1	95614	COMPOSITE MATERIALS FOR BIO-MEDICAL APPLICATION	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANT I	Ingegneria dei materiali	Inglese	capacità di gestire nuovi materiali sulla base di un punto di vista ingegneristico incentrato sulle esigenze e sui vincoli del dispositivo quando viene creato con materiali innovativi avanzati. I compositi a base di fibra di carbonio e ceramica e le tecnologie per produrli, trattarli e stabilizzarli saranno presentati e studiati nelle loro caratteristiche specifiche. Le metodologie di applicazione, con i loro principali vantaggi e i possibili problemi, saranno discusse con gli studenti. I quadri normativi, specificamente dedicati all'immissione sul mercato di un nuovo prodotto e alla presa in carico delle esigenze biomediche, saranno evidenziati da un corso breve di 8 ore. Verrà illustrato il confronto tra la normativa europea e quella statunitense. In aula verrà effettuata una continua analisi comparativa tra il punto di vista scientifico e quello industriale.	Provide to students the capability to manage new material items based upon an engineering point of view focused on the device need and constraints when created with advanced innovative materials. Carbon fiber as well as ceramic based composites and the technologies to produce, treat, stabilize them will be presented and studied in their specific features. Application methodologies with their main advantages and possible problems will be discussed with the students. Regulatory frameworks, specifically devoted to bring a new product on the market and to take care of the strict biomedical need, will be also highlighted by a specific 8 hrs short course. Comparison between European and Usa normative will be illustrated. Continuous comparative analysis between the scientific and industrial viewpoints will be performed in classroom.	48	102

ORDINARIO	1	98776	METALLURGIA DEI METALLI NON FERROSI	6	ING-IND/21	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Italiano	L' insegnamento ha l'obiettivo di approfondire caratteristiche e applicazioni di metalli non ferrosi (Al, Mg, Ti, Cu, Au, ecc...) e loro leghe di maggior interesse per il mondo industriale e applicativo. Verranno approfondite le conoscenze acquisite nel corso Metallurgia 1, in particolare per quanto riguarda gli aspetti di metallurgia fisica applicati ai materiali in esame. Tali conoscenze, unite all'approfondimento di processi di lavorazione meccanica, trattamento termico e corrosione, permetteranno la scelta critica di una vasta gamma di materiali metallici per diverse applicazioni.	The course aims to deepen the characteristics and applications of non-ferrous metals (Al, Mg, Ti, Cu, Au, etc ...) and their alloys of greatest interest for the industrial and application world. The knowledge acquired in the Metallurgy 1 course will be deepened, in particular as regards the aspects of physical metallurgy applied to the materials under examination. This knowledge, combined with the in-depth knowledge of machining, heat treatment and corrosion processes, will allow the critical choice of a wide range of metallic materials for different applications.	53	97
ORDINARIO	1	104068	ELECTROCHEMICAL SYSTEM FOR ENERGY CONVERSION AND STORAGE	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Inglese	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	48	102

ORDINARIO	1	108096	MATERIALI PER ADVANCED MANUFACTURING E LORO DEGRADO	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANT I	Ingegneria dei materiali	Inglese	<p>L'insegnamento si propone di:</p> <p>I) identificare le proprietà dei materiali e peculiarità degli stessi in base alle tecnologie utilizzate nei processi di produzione e trasformazione ed in special modo nelle applicazioni di advanced manufacturing,</p> <p>II) effettuare un'analisi delle applicazioni delle tecniche di advanced manufacturing nella supply chain di produzione e valutazione degli aspetti normativi,</p> <p>III) analizzare la reattività dei materiali utilizzati e prodotti attraverso tecnologie di advanced manufacturing con particolare attenzione ai processi elettrochimici di degrado delle proprietà chimiche e fisiche.</p> <p>IV) introdurre i metodi di indagine elettrochimici per lo studio predittivo del comportamento dei materiali.</p> <p>V) approfondire le tipologie di materiali e le relative strutture di tipo composite e cer-met per applicazioni elettrochimiche."</p>	<p>The course aims to:</p> <p>I) identify the properties of the materials and their peculiarities based on the technologies used in the production and transformation processes and especially in the advanced manufacturing applications,</p> <p>II) carry out an analysis of the applications of advanced manufacturing techniques in the production supply chain and evaluation of the regulatory aspects,</p> <p>III) analyze the reactivity of the materials used and produced through advanced manufacturing technologies with particular attention to the electrochemical processes of degradation of the chemical and physical properties.</p> <p>IV) introduce the electrochemical investigation methods for the predictive study of the behavior of materials.</p> <p>V) deepen the types of materials and the related composite and cer-met structures for electrochemical applications.</p>	48	102
ORDINARIO	1	108098	ADVANCED CATALYTIC AND ADSORBENT MATERIALS FOR GREEN INDUSTRIAL PROCESSES	6	ING-IND/27	CARATTERIZZANT I	Ingegneria dei materiali	Inglese	<p>L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti ai materiali necessari per lo sviluppo delle tematiche proprie della chimica industriale "verde", cioè basata su materie prime rinnovabili e/o di riciclo e applicata alla protezione ambientale, nello scenario della transizione energetica da attuarsi mediante lo sviluppo di processi sostenibili.</p>	<p>The course aims to introduce students to the materials and catalysts necessary for the development of the themes of "green" industrial chemistry, i.e. based on renewable and/or recycled raw materials and applied to environmental protection, in the scenario of the energy transition to be implemented through the development of sustainable processes</p>	48	102

ORDINARIO	1	108099	MODELLI MULTISCALA DI CELLE ELETTRICHE APPLICATE ALLA TRANSIZIONE ENERGETICA	6	ING-IND/23	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Italiano	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti alle tematiche proprie dell'attuale contesto di transizione energetica. In questo scenario l'attenzione sarà focalizzata sulle tecnologie elettrochimiche "power to gas" e "gas to power" studiate mediante modelli chimico-fisici applicati su diverse scale fenomenologiche, evidenziando la rilevanza delle proprietà microscopiche sulle prestazioni macroscopiche in un'ottica di scale-up industriale.	The course aims to introduce students to the issues of the current context of energy transition. In this scenario, attention will be focused on "power to gas" and "gas to power" electrochemical technologies studied through chemical-physical models applied on different phenomenological scales, highlighting the relevance of microscopic properties on macroscopic performance in a scale- industrial up.	48	102	
ORDINARIO	2	61738	BIOFISICA	6	FIS/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli elementi per la comprensione dei meccanismi che governano l'equilibrio fisico-chimico attraverso membrane modello, dei processi fondamentali del trasporto attraverso membrane biologiche, dei meccanismi elettrici alla base della trasmissione del segnale nervoso e delle interazioni che stabilizzano la struttura delle macromolecole e regolano i processi di riconoscimento molecolare.	The aim of the course is to provide the student with the elements for understanding the mechanisms that govern the physical-chemical equilibrium through model membranes, the fundamental processes of transport through biological membranes, the electrical mechanisms underlying the transmission of the nerve signal and the interactions that they stabilize the structure of macromolecules and regulate the processes of molecular recognition.	48	102	
ORDINARIO	2	61862	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento si propone di presentare e sperimentare i principali metodi di indagine a livello nanoscopico delle proprietà morfologiche-cristallografiche e spettroscopiche della materia sia nel volume che alla superficie	The teaching aims to present and experiment with the main methods of investigating at the nanoscopic level the morphological-crystallographic and spectroscopic properties of matter both in volume and at the surface.	62	88	

ORDINARIO	2	61863	FISICA DELLA MATERIA SOFFICE	6	FIS/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento introduce allo studio della materia caratterizzata da deboli interazioni tra costituenti poliatomici e da importanti effetti delle fluttuazioni termiche. Obiettivo dell'apprendimento è la conoscenza delle caratteristiche dei materiali soffici e delle interazioni che li governano, e la comprensione dei modelli che ne descrivono il comportamento.	Teaching introduces the study of matter characterized by weak interactions between polyatomic constituents and important effects of thermal fluctuations. The learning objective is knowledge of the characteristics of soft materials and the interactions that govern them, and an understanding of the models that describe their behavior.	48	102	
ORDINARIO	2	61897	CHIMICA FISICA AMBIENTALE	6	CHIM/02	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti gli strumenti per la modellizzazione degli ecosistemi e la determinazione degli indicatori di sostenibilità ambientale attraverso una valutazione dei parametri energetici ed entropici che influenzano i processi di non equilibrio di origine antropica. Verranno sviluppate capacità di condurre esperimenti in gruppo in laboratorio e sul campo, di redigere rapporti di prova su attività di diagnostica in campo ambientale, di elaborare e presentare relazioni su argomenti assegnati e sui risultati ottenuti dagli esperimenti svolti in laboratorio.	The course aims to provide students with the tools for modeling ecosystems and determining indicators of environmental sustainability through an assessment of the energetic and entropic parameters that influence non-equilibrium processes of anthropic origin. They will develop the ability to conduct group experiments in the laboratory and in the field, to write test reports on diagnostic activities in the environmental field, and to prepare and present reports on assigned topics and on the results of experiments conducted in the laboratory.	58	92	
ORDINARIO	2	61930	LABORATORIO DI MATERIALI POLIMERICI	6	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Acquisizione delle basi teoriche e della confidenza sperimentale con le principali tecniche strumentali per la caratterizzazione morfologico-strutturale e meccanica dei materiali polimerici	Acquisition of theoretical foundations and experimental practice with the main instrumental techniques for morphological-structural and mechanical characterization of polymeric materials	64	86	

ORDINARIO	2	61933	FISICA E MATERIALI PER LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA SOLARE	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	<p>L' insegnamento si propone di illustrare le potenzialità della risorsa solare ed i meccanismi fisici alla base della conversione della radiazione solare in energia elettrica. Verranno introdotti gli elementi di fisica dei semiconduttori necessari a descrivere il funzionamento delle celle solari con particolare riferimento a quelle in Silicio. Si fornirà infine una panoramica sui nuovi concetti e materiali studiati per aumentare l'efficienza delle celle solari.</p>	<p>The course aims to illustrate the potential of solar resources and the physical mechanisms underlying the conversion of solar radiation into electrical energy. The elements of semiconductor physics necessary to describe the functioning of solar cells will be introduced with particular reference to those in silicon. Finally, an overview of the new concepts and materials studied to increase the efficiency of solar cells will be provided.</p>	52	98	
ORDINARIO	2	61936	SURFACE SCIENCE AND NANOSTRUCTURING AT SURFACE	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	<p>Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and</p>	<p>Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and</p>	62	88	

ORDINARIO	2	62421	MATERIALI E DISPOSITIVI PER L'ELETTRONICA	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento si propone di indagare e comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento dei principali dispositivi utilizzati in elettronica e optoelettronica, partendo dalle proprietà dei materiali utilizzati per arrivare ai più recenti sviluppi tecnologici.	The teaching aims to investigate and understand the physical mechanisms underlying the operation of the main devices used in electronics and optoelectronics, starting from the properties of the materials used to the most recent technological developments.	48	102	
ORDINARIO	2	62739	LABORATORIO DI BIOFISICA	6	FIS/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento consente agli studenti di conoscere alcuni tra i principali metodi di indagine per lo studio delle proprietà fisiche dei sistemi biologici, sia dal punto di vista dei principi di funzionamento sia dal punto di vista dell'approccio sperimentale utilizzato in laboratorio.	The teaching enables students to become acquainted with some of the main methods of investigation for studying the physical properties of biological systems, both from the point of view of the principles of operation and the experimental approach used in the laboratory.	62	88	
ORDINARIO	2	62744	NANOSTRUTTURE (6 CFU)	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Conoscenza delle principali tecniche sperimentali specifiche del campo. Lettura ed approfondimento di un articolo scientifico. Introduzione ad un approccio sperimentale multidisciplinare	Knowledge of the main experimental techniques specific to the field. Reading and deepening of a scientific article. Introduction to a multidisciplinary experimental approach	48	102	

ORDINARIO	2	65191	CHIMICA INORGANICA DELLO STATO SOLIDO	6	CHIM/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Acquisizione di conoscenze nel campo della struttura cristallina dei solidi (riconoscimento di elementi di simmetria, individuazione del gruppo spaziale di una struttura, uso delle Tabelle Internazionali di Cristallografia, ecc.) e della correlazione tra struttura cristallina e tipologia di legame. Acquisizione di conoscenze nel campo della stabilità termodinamica dei solidi, anche in relazione alla loro struttura (modellizzazione termodinamica delle fasi in sistemi sia mono- che multi-componenti) e capacità di impiego di pacchetti software per il calcolo termodinamico di equilibri di fase e diagrammi di stato in materiali complessi.	Attainment of competences in the fields of crystal structure of solids (identification of symmetry elements, space group, etc. of a crystal structure; use of the International Tables of Crystallography, etc.) and correlation between crystal structure and bonding characteristics. Attainment of competences in the field of thermodynamic stability of solids, with reference to the crystal structure (thermodynamic modelling of the phases in mono- and multi-component systems), and use of software packages for the thermodynamic calculation of phase equilibria and phase diagrams of complex materials.	52	98	
ORDINARIO	2	65193	MATERIALI FUNZIONALI E STRUTTURALI INORGANICI	6	CHIM/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento proposto intende fornire allo studente una panoramica aggiornata nel campo dei materiali funzionali inorganici con particolare riferimento alle tecniche di sintesi e processo, alle tecniche per la modifica controllata di materiali ed alle loro applicazioni più attuali.	The course aims to provide the student with an updated overview in the field of inorganic functional materials with particular attention to synthesis techniques, techniques for a controlled modification of materials and their most current applications.	53	97	

ORDINARIO	2	65943	MATERIALI CERAMICI PER L'ENERGIA	6	ING-IND/22	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Strutture cristalline dei ceramici. Diagrammi di fase per i ceramisti. Sinterizzazione . Sintesi di materiali ceramici altamente dispersi . Materiali ceramici densi . Proprietà strutturali, elettroniche e termiche . Difetti e controllo termodinamico della concentrazione delle vacanze strutturali. Proprietà funzionali (elettriche, magnetiche ed ambientali). Processi ceramici e applicazioni industriali.	Crystal structures of ceramics. Phase diagrams for ceramists. Sintering . Synthesis of highly dispersed ceramic materials . Dense ceramic materials . Structural, electronic and thermal . Defects and thermodynamic control of concentration Of structural vacancies . Functional properties (electrical, magnetic and environmental). Ceramic processes and industrial applications.	48	102	
ORDINARIO	2	65969	CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI	6	CHIM/07	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	The teaching aims to describe the chemical-physical processes that regulate the interaction of metallic materials with the environment in order to provide students with the skills for a correct approach to the problem of corrosion. The course will study the theoretical aspects of corrosion	The teaching aims to describe the chemical-physical processes that regulate the interaction of metallic materials with the environment in order to provide students with the skills for a correct approach to the problem of corrosion. The course will study the theoretical aspects of corrosion	48	102	
ORDINARIO	2	66402	CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF CATALYSIS + LABORATORY	6	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	58	92	

ORDINARIO	2	80198	ECONOMY AND MANAGEMENT OF PRODUCTIVE PROCESSES	6	ING-IND/26	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	<p>Apprendere i concetti fondamentali dell'economia e dell'organizzazione aziendale e acquisire la capacità di applicare queste conoscenze al contesto del sistema produttivo industriale nazionale e internazionale. Tali concetti riguardano non solo la sostenibilità economica degli interventi e delle strategie industriali, ma anche la sostenibilità ambientale di tali azioni, da valutare con approcci basati sull'analisi del ciclo di vita.</p>	<p>Learning the fundamental concepts of economics and business organization, and acquiring the ability to apply this knowledge to the context of the national and international industrial production system. These concepts include not only the economic sustainability of industrial interventions and strategies, but also the environmental sustainability of such actions, to be assessed using life-cycle based approaches.</p>	53	97
ORDINARIO	2	80280	CHIMICA FISICA DEI MATERIALI MAGNETICI	6	CHIM/02	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	<p>L' insegnamento si prefigge lo scopo di portare lo studente alla conoscenza del comportamento di sistemi chimico-fisici sottoposti a campi magnetici. Sarà studiato l'effetto di un campo magnetico su un gas, su un liquido o soluzione, su un solido organico o inorganico. Saranno esaminati i principali materiali e composti che presentano attualmente una particolare rilevanza tecnologica e industriale: magneti permanenti, registrazione magnetica, acciai magnetici.</p>	<p>The teaching aims to bring the student to a knowledge of the behavior of chemical-physical systems subjected to magnetic fields. The effect of a magnetic field on a gas, on a liquid or solution, on an organic or inorganic solid will be studied. The main materials and compounds currently of particular technological and industrial importance will be examined: permanent magnets, magnetic recording, magnetic steels.</p>	53	97
ORDINARIO	2	94802	POLYMERS FOR ELECTRONICS AND ENERGY HARVESTING	6	CHIM/04	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	<p>Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).</p>	<p>Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).</p>	53	97

ORDINARIO	2	94817	METALLURGIA 2 (6 CFU)	6	ING-IND/21	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento si propone di consolidare le conoscenze di base sugli acciai, fornire elementi sui metalli non ferrosi a base rame e a base alluminio. Verranno introdotte nozioni relative alla valutazione della colabilità di leghe di rame, alle tecniche di saldatura e all'impiego di acciai come interconnettori di pile a combustibile ad alta temperatura. Una parte del corso verrà riservata all'applicazione della scienza dei materiali metallici nel campo dei beni culturali. Fornire agli studenti la	The course aims to consolidate the knowledge of basis on steels, provide elements on non-ferrous metals copper-based and aluminum-based. They will be introduced notions relating to the evaluation of the castability of copper alloys, welding techniques and the use of steels as interconnectors of high temperature fuel cells. A part of the course will be devoted to the application of the science of metallic materials in the field of cultural heritage	53	97
ORDINARIO	2	95614	COMPOSITE MATERIALS FOR BIO-MEDICAL APPLICATION	6	ING-IND/22	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	capacità di gestire nuovi materiali sulla base di un punto di vista ingegneristico incentrato sulle esigenze e sui vincoli del dispositivo quando viene creato con materiali innovativi avanzati. I compositi a base di fibra di carbonio e ceramica e le tecnologie per produrli, trattarli e stabilizzarli saranno presentati e studiati nelle loro caratteristiche specifiche. Le metodologie di applicazione, con i loro principali vantaggi e i possibili problemi, saranno discusse con gli studenti. I quadri normativi, specificamente dedicati all'immissione sul mercato di un nuovo prodotto e alla presa in carico delle esigenze biomediche, saranno evidenziati da un corso breve di 8 ore. Verrà illustrato il confronto tra la normativa europea e quella statunitense. In aula verrà effettuata una continua analisi comparativa tra il punto di vista scientifico e quello industriale.	Provide to students the capability to manage new material items based upon an engineering point of view focused on the device need and constraints when created with advanced innovative materials. Carbon fiber as well as ceramic based composites and the technologies to produce, treat, stabilize them will be presented and studied in their specific features. Application methodologies with their main advantages and possible problems will be discussed with the students. Regulatory frameworks, specifically devoted to bring a new product on the market and to take care of the strict biomedical need, will be also highlighted by a specific 8 hrs short course. Comparison between European and Usa normative will be illustrated. Continuous comparative analysis between the scientific and industrial viewpoints will be performed in classroom.	48	102

ORDINARIO	2	98776	METALLURGIA DEI METALLI NON FERROSI	6	ING-IND/21	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L' insegnamento ha l'obiettivo di approfondire caratteristiche e applicazioni di metalli non ferrosi (Al, Mg, Ti, Cu, Au, ecc...) e loro leghe di maggior interesse per il mondo industriale e applicativo. Verranno approfondite le conoscenze acquisite nel corso Metallurgia 1, in particolare per quanto riguarda gli aspetti di metallurgia fisica applicati ai materiali in esame. Tali conoscenze, unite all'approfondimento di processi di lavorazione meccanica, trattamento termico e corrosione, permetteranno la scelta critica di una vasta gamma di materiali metallici per diverse applicazioni.	The course aims to deepen the characteristics and applications of non-ferrous metals (Al, Mg, Ti, Cu, Au, etc ...) and their alloys of greatest interest for the industrial and application world. The knowledge acquired in the Metallurgy 1 course will be deepened, in particular as regards the aspects of physical metallurgy applied to the materials under examination. This knowledge, combined with the in-depth knowledge of machining, heat treatment and corrosion processes, will allow the critical choice of a wide range of metallic materials for different applications.	53	97
ORDINARIO	2	104068	ELECTROCHEMICAL SYSTEM FOR ENERGY CONVERSION AND STORAGE	6	ING-IND/22	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	48	102

ORDINARIO	2	106785	TECNOLOGIE DEI MATERIALI POLIMERICI E COMPOSITI	6	ING-IND/16	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	Obiettivo dell'insegnamento è quello di presentare all'allievo le diverse famiglie di materiali polimerici e compositi realizzati con matrice polimerica. Verranno analizzate le differenti caratteristiche dei rinforzi utilizzati in abbinamento con le matrici. Verranno studiate le tecnologie di lavorazione dei materiali polimerici e compositi a rinforzo particellare ed a fibra lunga. Saranno introdotte le modalità con cui devono essere eseguite le prove per caratterizzare dal punto di vista fisico e meccanico di tali materiali.	The objective of the teaching is to introduce the student to the different families of polymeric materials and composites made with polymer matrix. The different characteristics of reinforcements used in conjunction with matrices will be analyzed. The processing technologies of particle-reinforced and long-fiber polymeric and composite materials will be studied. The methods by which tests should be performed to characterize from a physical and mechanical point of view of such materials will be introduced.	54	96	
ORDINARIO	2	108098	ADVANCED CATALYTIC AND ADSORBENT MATERIALS FOR GREEN INDUSTRIAL PROCESSES	6	ING-IND/27	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti ai materiali necessari per lo sviluppo delle tematiche proprie della chimica industriale "verde", cioè basata su materie prime rinnovabili e/o di riciclo e applicata alla protezione ambientale, nello scenario della transizione energetica da attuarsi mediante lo sviluppo di processi sostenibili.	The course aims to introduce students to the materials and catalysts necessary for the development of the themes of "green" industrial chemistry, i.e. based on renewable and/or recycled raw materials and applied to environmental protection, in the scenario of the energy transition to be implemented through the development of sustainable processes	48	102	

ORDINARIO	2	108099	MODELLI MULTISCALA DI CELLE ELETTRICHE APPLICATE ALLA TRANSIZIONE ENERGETICA	6	ING-IND/23	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Italiano	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti alle tematiche proprie dell'attuale contesto di transizione energetica. In questo scenario l'attenzione sarà focalizzata sulle tecnologie elettrochimiche "power to gas" e "gas to power" studiate mediante modelli chimico-fisici applicati su diverse scale fenomenologiche, evidenziando la rilevanza delle proprietà microscopiche sulle prestazioni macroscopiche in un'ottica di scale-up industriale.	The course aims to introduce students to the issues of the current context of energy transition. In this scenario, attention will be focused on "power to gas" and "gas to power" electrochemical technologies studied through chemical-physical models applied on different phenomenological scales, highlighting the relevance of microscopic properties on macroscopic performance in a scale- industrial up.	48	102	
ORDINARIO	2	61865	SUPERCONDUTTIVITA'	6	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	L'insegnamento presenta gli aspetti fenomenologici e teorici di base per comprendere le proprietà dei materiali superconduttori. Obiettivo principale è fornire gli elementi indispensabili per interpretare il comportamento dei superconduttori e delle loro applicazioni partendo dalle teorie fenomenologiche di Ginzburg e Landau e dalle quelle microscopiche BCS.	The teaching presents the basic phenomenological and theoretical aspects for understanding the properties of superconducting materials. The main objective is to provide the indispensable elements for interpreting the behavior of superconductors and their applications starting from the phenomenological theories of Ginzburg and Landau and the BCS microscopic theories.	48	102	
ORDINARIO	2	104069	INORGANIC FUNCTIONAL MATERIALS	3	CHIM/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	Introduction to the various processes for the preparation and modification of inorganic materials. Properties of the synthesized materials and applications.	Introduction to the various processes for the preparation and modification of inorganic materials. Properties of the synthesized materials and applications.	24	51	

ORDINARIO	2	104072	DATA SCIENCE AND APPLICATIONS TO CHEMISTRY	3	MAT/08	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	<p>The general objective of the course is to provide students with a first overview of the main issues related to modern data science and its cultural background. The course has also two more specific objectives. The first one is to illustrate some computational tools representing the methodological basis for any artificial intelligence approach to data analysis problems. The second one is to describe three applications concerned with the use of data science methods in chemistry and biochemistry: the problem of the automatic recognition and classification of atomic species in Scanning Tunnelling Microscopy; the modelling of glucose metabolism by means of nuclear medicine data; the simulation of the chemical reaction network at the basis of a specific cellular transition in oncogenesis.</p>	<p>The general objective of the course is to provide students with a first overview of the main issues related to modern data science and its cultural background. The course has also two more specific objectives. The first one is to illustrate some computational tools representing the methodological basis for any artificial intelligence approach to data analysis problems. The second one is to describe three applications concerned with the use of data science methods in chemistry and biochemistry: the problem of the automatic recognition and classification of atomic species in Scanning Tunnelling Microscopy; the modelling of glucose metabolism by means of nuclear medicine data; the simulation of the chemical reaction network at the basis of a specific cellular transition in oncogenesis.</p>	24	51
ORDINARIO	2	104073	LABORATORY ON DEVICE BUILDING-NANOSTRUCTURED MAGNETIC MATERIALS: A TECHNOLOGICAL APPROACH	3	CHIM/02	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	<p>This teaching will teach students how to design nanostructured magnetic materials (NMM) with tunable magnetic properties. Students will learn the main wet chemistry synthesis method of NMM focusing on magnetic nanoparticles. Then, by the correlation between crystalline structure, morphology and magnetic properties, the morpho-structural feature of the materials will be optimized for specific application (e.g. magnetic separation, drug delivery, magnetic hyperthermia, MRI).</p>	<p>This teaching will teach students how to design nanostructured magnetic materials (NMM) with tunable magnetic properties. Students will learn the main wet chemistry synthesis method of NMM focusing on magnetic nanoparticles. Then, by the correlation between crystalline structure, morphology and magnetic properties, the morpho-structural feature of the materials will be optimized for specific application (e.g. magnetic separation, drug delivery, magnetic hyperthermia, MRI).</p>	40	35

ORDINARIO	2	108102	MODELLIZZAZIONE E SIMULAZIONE NUMERICA DEL COMPORTAMENTO DEI MATERIALI DELL'INDUSTRIA DI PROCESSO	4	ING-IND/26	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	<p>L'insegnamento mira a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) sviluppare modelli matematici per problemi fluidodinamici 2) acquisire i principi teorici della simulazione numerica avanzata di problemi fluidodinamici 3) utilizzare un codice di calcolo per la risoluzione di tali modelli. <p>Al termine del modulo lo studente avrà acquisito le competenze necessarie per impostare ed eseguire una simulazione numerica e analizzare i risultati di problemi che coinvolgono il trasporto di massa, quantità di moto e calore risolvendo le equazioni governative attraverso un software di fluidodinamica computazionale (CFD). Il software verrà applicato per risolvere diversi problemi di interesse dell'industria di processo e, in particolare, per l'ingegneria di prodotto.</p>	<p>The teaching aims to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) develop mathematical models for fluid dynamics problems 2) acquire the theoretical principles of advanced numerical simulation of fluid dynamics problems 3) use a computational code to solve these models. <p>At the end of the module the student will have acquired the necessary skills to set up and run a numerical simulation and analyze the results of problems involving mass, momentum and heat transport by solving the governing equations through a computational fluid dynamics (CFD) software. The software will be applied to solve various problems of interest to the process industry and, in particular, to product engineering.</p>	44	56
-----------	---	--------	---	---	------------	-----------------	-------------------------	----------	---	--	----	----

ORDINARIO	2	108103	METODI DI SIMULAZIONE PER LA SCIENZA DEI MATERIALI	4	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	<p>Al termine dell'insegnamento lo studente avrà acquisito le conoscenze teoriche di base e le capacità di applicazione delle stesse necessarie per la modellizzazione e la simulazione di materiali e fenomeni fisici alla nanoscala.</p> <p>In particolare, lo studente sarà in grado di comprendere, utilizzare ed adattare codici di simulazione, basati su metodi di Monte Carlo e dinamica molecolare, per l'investigazione delle proprietà strutturali, termodinamiche e cinetiche di svariati materiali, sintetici e biologici, che includono sistemi polimerici, nanoparticelle metalliche e membrane lipidiche.</p>	<p>At the end of the course the student will have acquired the basic theoretical knowledge and the ability to apply them necessary for the modeling and simulation of materials and physical phenomena at the nanoscale. In particular, the student will be able to understand, use and adapt codes simulation, based on Monte Carlo methods and molecular dynamics, for the investigation of the structural, thermodynamic and kinetic properties of various synthetic and biological materials, which include polymer systems, metal nanoparticles and lipid membranes.</p>	32	68	
-----------	---	--------	---	---	--------	-----------------	----------------------------	---	---	----	----	--

ORDINARIO	2	108104	MODELLIZZAZIONE DELLA RISPOSTA OTTICA DI FILM POLIMERICI E COATINGS INDUSTRIALI	4	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	"L'insegnamento mira a fornire conoscenze tecnico-pratiche di base sulle proprietà, la caratterizzazione ed il calcolo della risposta ottica di film sottili e coatings industriali, soprattutto polimerici. Al termine del corso lo studente conoscerà le principali applicazioni di questi materiali, i principi che regolano le tecniche di caratterizzazione ottica e saranno in grado di produrre modelli ad hoc per calcolarne le diverse proprietà ottiche. Il corso è quindi focalizzato sulla modellizzazione matematica di fenomeni chimici e fisici finalizzata alla loro investigazione e trattazione teorica. Nello specifico lo studente comprenderà i diversi aspetti che regolano la risposta ottica dei materiali, le variabili che le influenzano e che influiscono sulle applicazioni degli stessi. Nelle esercitazioni pratiche, i	The course aims to provide basic technical-practical knowledge on the properties, the characterization and calculation of the optical response of thin films and industrial coatings, above all polymeric. At the end of the course the student will know the main applications of these materials, the principles governing optical characterization techniques and will be able to produce models ad hoc to calculate the different optical properties. The course is therefore focused on mathematical modeling of chemical and physical phenomena aimed at their investigation and theoretical treatment. Specifically, the student will understand the different aspects that regulate the optical response of materials, the variables that influence them and that influence their applications. In practical exercises, the concepts learned will be used to define and draw up models of appropriate calculation for the different applications	42	58	
ORDINARIO	2	111149	TIROCINIO FORMATIVO	3		ALTRE ATTIVITA'	Tirocini formativi e di orientamento				24	0	
ORDINARIO	2	111263	LABORATORY ON DEVICE BUILDING ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	3		ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente				0	0	

ORDINARIO	2	111264	I MODULE PROJECT BASED LABORATORY ON ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	1	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	<p>In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.</p>	<p>In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.</p>	13	12	
-----------	---	--------	---	---	---------	-----------------	----------------------------	---------	--	--	----	----	--

ORDINARIO	2	111265	II MODULE PROJECT BASED LABORATORY ON ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	2	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.	In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.	24	26	
ORDINARIO	2	114422	PRINCIPLES OF POLYMER SCIENCE	4	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	Aim of this course is to provide the advanced knowledge (both theoretical and experimental) necessary for the study of macromolecules in the liquid and solid state, both in the amorphous and crystalline phase. The physico-chemical properties of polymeric materials and the structure-property relationships of macromolecules are discussed through the characterization of the molecular dimensions, the microstructure of the chains, the properties of the material. Theoretical concepts will be deepened by lab activities on characterization methods of polymers in solution, in the melt and solid state.	Aim of this course is to provide the advanced knowledge (both theoretical and experimental) necessary for the study of macromolecules in the liquid and solid state, both in the amorphous and crystalline phase. The physico-chemical properties of polymeric materials and the structure-property relationships of macromolecules are discussed through the characterization of the molecular dimensions, the microstructure of the chains, the properties of the material. Theoretical concepts will be deepened by lab activities on characterization methods of polymers in solution, in the melt and solid state.	32	68	

ORDINARIO	2	114439	SYNTHESIS AND INDUSTRIAL PRODUCTION OF POLYMERS	5	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	La finalità dell' insegnamento è l'apprendimento dei metodi di sintesi e produzione industriale dei materiali polimerici a più largo consumo. In particolare, le abilità teoriche acquisite durante il corso saranno: i) la conoscenza delle metodologie per la sintesi di macromolecole di interesse industriale, ii) la selezione del metodo di sintesi in base alle proprietà chimico-fisiche dei monomeri usati e iii) la scelta dei metodi per il controllo dei pesi molecolari.	The aim of the teaching is to provide the general concepts of the synthesis of polymers, including those from renewable sources, necessary to approach their large-scale production. At the end of the course, by attending and participating the proposed educational activities and by the individual study, the students will be able to: i) know the methodologies for the synthesis of industrial interest macromolecules, ii) deduce, on the basis of the chemical-physical properties of the used monomers, the most suitable synthesis method and iii) The choice of methods for controlling molecular weights	40	85	
ORDINARIO	2	61862	LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA	6	FIS/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L' insegnamento si propone di presentare e sperimentare i principali metodi di investigazione a livello nanoscopico delle proprietà morfologiche-cristallografiche e spettroscopiche della materia sia nel volume che alla superficie	The teaching aims to present and experiment with the main methods of investigating at the nanoscopic level the morphological-crystallographic and spectroscopic properties of matter both in volume and at the surface.	62	88	
ORDINARIO	2	61863	FISICA DELLA MATERIA SOFFICE	6	FIS/07	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento introduce allo studio della materia caratterizzata da deboli interazioni tra costituenti poliatomici e da importanti effetti delle fluttuazioni termiche. Obiettivo dell'apprendimento è la conoscenza delle caratteristiche dei materiali soffici e delle interazioni che li governano, e la comprensione dei modelli che ne descrivono il comportamento.	Teaching introduces the study of matter characterized by weak interactions between polyatomic constituents and important effects of thermal fluctuations. The learning objective is knowledge of the characteristics of soft materials and the interactions that govern them, and an understanding of the models that describe their behavior.	48	102	

ORDINARIO	2	61864	SPETTROSCOPIE E MATERIALI PER LA FOTONICA	6	FIS/01	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	Gli studenti matureranno competenze aggiornate sull'applicazione dei metodi spettroscopici allo studio delle proprietà ottiche di nano- materiali composti di interesse nel campo della fotonica. Attraverso l'attività di laboratorio, dimostrativa ed esperienziale, gli studenti acquisiranno competenze di base di spettroscopia ottica e di ellissometria spettroscopica.	Students will develop up-to- date skills on the application of spectroscopic methods to the study of the optical properties of composite nano-materials of interest in the field of photonics. Through laboratory, demonstration and experiential activities, students will acquire basic skills in optical spectroscopy and spectroscopic ellipsometry.	48	102	
ORDINARIO	2	61897	CHIMICA FISICA AMBIENTALE	6	CHIM/02	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento si propone di fornire agli studenti gli strumenti per la modellizzazione degli ecosistemi e la determinazione degli indicatori di sostenibilità ambientale attraverso una valutazione dei parametri energetici ed entropici che influenzano i processi di non equilibrio di origine antropica. Verranno sviluppate capacità di condurre esperimenti in gruppo in laboratorio e sul campo, di redigere rapporti di prova su attività di diagnostica in campo ambientale, di elaborare e presentare relazioni su argomenti assegnati e sui risultati ottenuti dagli esperimenti svolti in laboratorio.	The course aims to provide students with the tools for modeling ecosystems and determining indicators of environmental sustainability through an assessment of the energetic and entropic parameters that influence non- equilibrium processes of anthropic origin. They will develop the ability to conduct group experiments in the laboratory and in the field, to write test reports on diagnostic activities in the environmental field, and to prepare and present reports on assigned topics and on the results of experiments conducted in the laboratory.	58	92	
ORDINARIO	2	61930	LABORATORIO DI MATERIALI POLIMERICI	6	CHIM/04	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	Acquisizione delle basi teoriche e della confidenza sperimentale con le principali tecniche strumentali per la caratterizzazione morfologico- strutturale e meccanica dei materiali polimerici	Acquisition of theoretical foundations and experimental practice with the main instrumental techniques for morphological-structural and mechanical characterization of polymeric materials	64	86	

ORDINARIO	2	61933	FISICA E MATERIALI PER LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA SOLARE	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	<p>L' insegnamento si propone di illustrare le potenzialità della risorsa solare ed i meccanismi fisici alla base della conversione della radiazione solare in energia elettrica. Verranno introdotti gli elementi di fisica dei semiconduttori necessari a descrivere il funzionamento delle celle solari con particolare riferimento a quelle in Silicio. Si fornirà infine una panoramica sui nuovi concetti e materiali studiati per aumentare l'efficienza delle celle solari.</p>	<p>The course aims to illustrate the potential of solar resources and the physical mechanisms underlying the conversion of solar radiation into electrical energy. The elements of semiconductor physics necessary to describe the functioning of solar cells will be introduced with particular reference to those in silicon. Finally, an overview of the new concepts and materials studied to increase the efficiency of solar cells will be provided.</p>	52	98
ORDINARIO	2	61936	SURFACE SCIENCE AND NANOSTRUCTURING AT SURFACE	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	<p>Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and</p>	<p>Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and</p>	62	88

ORDINARIO	2	62421	MATERIALI E DISPOSITIVI PER L'ELETTRONICA	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L' insegnamento si propone di indagare e comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento dei principali dispositivi utilizzati in elettronica e optoelettronica, partendo dalle proprietà dei materiali utilizzati per arrivare ai più recenti sviluppi tecnologici.	The teaching aims to investigate and understand the physical mechanisms underlying the operation of the main devices used in electronics and optoelectronics, starting from the properties of the materials used to the most recent technological developments.	48	102	
ORDINARIO	2	62739	LABORATORIO DI BIOFISICA	6	FIS/07	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento consente agli studenti di conoscere alcuni tra i principali metodi di indagine per lo studio delle proprietà fisiche dei sistemi biologici, sia dal punto di vista dei principi di funzionamento sia dal punto di vista dell'approccio sperimentale utilizzato in laboratorio.	The teaching enables students to become acquainted with some of the main methods of investigation for studying the physical properties of biological systems, both from the point of view of the principles of operation and the experimental approach used in the laboratory.	62	88	
ORDINARIO	2	62744	NANOSTRUTTURE (6 CFU)	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	Conoscenza delle principali tecniche sperimentali specifiche del campo. Lettura ed approfondimento di un articolo scientifico. Introduzione ad un approccio sperimentale multidisciplinare	Knowledge of the main experimental techniques specific to the field. Reading and deepening of a scientific article. Introduction to a multidisciplinary experimental approach	48	102	

ORDINARIO	2	65191	CHIMICA INORGANICA DELLO STATO SOLIDO	6	CHIM/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	Acquisizione di conoscenze nel campo della struttura cristallina dei solidi (riconoscimento di elementi di simmetria, individuazione del gruppo spaziale di una struttura, uso delle Tabelle Internazionali di Cristallografia, ecc.) e della correlazione tra struttura cristallina e tipologia di legame. Acquisizione di conoscenze nel campo della stabilità termodinamica dei solidi, anche in relazione alla loro struttura (modellizzazione termodinamica delle fasi in sistemi sia mono- che multi-componenti) e capacità di impiego di pacchetti software per il calcolo termodinamico di equilibri di fase e diagrammi di stato in materiali complessi.	Attainment of competences in the fields of crystal structure of solids (identification of symmetry elements, space group, etc. of a crystal structure; use of the International Tables of Crystallography, etc.) and correlation between crystal structure and bonding characteristics. Attainment of competences in the field of thermodynamic stability of solids, with reference to the crystal structure (thermodynamic modelling of the phases in mono- and multi-component systems), and use of software packages for the thermodynamic calculation of phase equilibria and phase diagrams of complex materials.	52	98	
ORDINARIO	2	65193	MATERIALI FUNZIONALI E STRUTTURALI INORGANICI	6	CHIM/03	CARATTERIZZANT I	Chimica e fisica della materia	Italiano	L'insegnamento proposto intende fornire allo studente una panoramica aggiornata nel campo dei materiali funzionali inorganici con particolare riferimento alle tecniche di sintesi e processo, alle tecniche per la modifica controllata di materiali ed alle loro applicazioni più attuali.	The course aims to provide the student with an updated overview in the field of inorganic functional materials with particular attention to synthesis techniques, techniques for a controlled modification of materials and their most current applications.	53	97	

ORDINARIO	2	65943	MATERIALI CERAMICI PER L'ENERGIA	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Italiano	Strutture cristalline dei ceramici. Diagrammi di fase per i ceramisti. Sinterizzazione . Sintesi di materiali ceramici altamente dispersi . Materiali ceramici densi . Proprietà strutturali, elettroniche e termiche . Difetti e controllo termodinamico della concentrazione delle vacanze strutturali. Proprietà funzionali (elettriche, magnetiche ed ambientali). Processi ceramici e applicazioni industriali.	Crystal structures of ceramics. Phase diagrams for ceramists. Sintering . Synthesis of highly dispersed ceramic materials . Dense ceramic materials . Structural, electronic and thermal . Defects and thermodynamic control of concentration Of structural vacancies . Functional properties (electrical, magnetic and environmental). Ceramic processes and industrial applications.	48	102	
ORDINARIO	2	66402	CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF CATALYSIS + LABORATORY	6	CHIM/04	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	58	92	
ORDINARIO	2	80280	CHIMICA FISICA DEI MATERIALI MAGNETICI	6	CHIM/02	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Italiano	L' insegnamento si prefigge lo scopo di portare lo studente alla conoscenza del comportamento di sistemi chimico-fisici sottoposti a campi magnetici. Sarà studiato l'effetto di un campo magnetico su un gas, su un liquido o soluzione, su un solido organico o inorganico. Saranno esaminati i principali materiali e composti che presentano attualmente una particolare rilevanza tecnologica e industriale: magneti permanenti, registrazione magnetica, acciai magnetici.	The teaching aims to bring the student to a knowledge of the behavior of chemical-physical systems subjected to magnetic fields. The effect of a magnetic field on a gas, on a liquid or solution, on an organic or inorganic solid will be studied. The main materials and compounds currently of particular technological and industrial importance will be examined: permanent magnets, magnetic recording, magnetic steels.	53	97	

ORDINARIO	2	94802	POLYMERS FOR ELECTRONICS AND ENERGY HARVESTING	6	CHIM/04	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).	Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).	53	97	
ORDINARIO	2	94817	METALLURGIA 2 (6 CFU)	6	ING-IND/21	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Italiano	L'insegnamento si propone di consolidare le conoscenze di base sugli acciai, fornire elementi sui metalli non ferrosi a base rame e a base alluminio. Verranno introdotte nozioni relative alla valutazione della colabilità di leghe di rame, alle tecniche di saldatura e all'impiego di acciai come interconnettori di pile a combustibile ad alta temperatura. Una parte del corso verrà riservata all'applicazione della scienza dei materiali metallici nel campo dei beni culturali.	The course aims to consolidate the knowledge of basis on steels, provide elements on non-ferrous metals copper-based and aluminum-based. They will be introduced notions relating to the evaluation of the castability of copper alloys, welding techniques and the use of steels as interconnectors of high temperature fuel cells. A part of the course will be devoted to the application of the science of metallic materials in the field of cultural heritage	53	97	

ORDINARIO	2	95614	COMPOSITE MATERIALS FOR BIO-MEDICAL APPLICATION	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Inglese	<p>Fornire agli studenti la capacità di gestire nuovi materiali sulla base di un punto di vista ingegneristico incentrato sulle esigenze e sui vincoli del dispositivo quando viene creato con materiali innovativi avanzati. I compositi a base di fibra di carbonio e ceramica e le tecnologie per produrli, trattarli e stabilizzarli saranno presentati e studiati nelle loro caratteristiche specifiche. Le metodologie di applicazione, con i loro principali vantaggi e i possibili problemi, saranno discusse con gli studenti. I quadri normativi, specificamente dedicati all'immissione sul mercato di un nuovo prodotto e alla presa in carico delle esigenze biomediche, saranno evidenziati da un corso breve di 8 ore. Verrà illustrato il confronto tra la normativa europea e quella statunitense. In aula verrà effettuata una continua analisi comparativa tra il punto di vista scientifico e quello industriale.</p>	<p>Provide to students the capability to manage new material items based upon an engineering point of view focused on the device need and constraints when created with advanced innovative materials. Carbon fiber as well as ceramic based composites and the technologies to produce, treat, stabilize them will be presented and studied in their specific features. Application methodologies with their main advantages and possible problems will be discussed with the students. Regulatory frameworks, specifically devoted to bring a new product on the market and to take care of the strict biomedical need, will be also highlighted by a specific 8 hrs short course. Comparison between European and Usa normative will be illustrated. Continuous comparative analysis between the scientific and industrial viewpoints will be performed in classroom.</p>	48	102	
-----------	---	-------	---	---	------------	-----------------	--------------------------	---------	---	--	----	-----	--

ORDINARIO	2	98776	METALLURGIA DEI METALLI NON FERROSI	6	ING-IND/21	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Italiano	L' insegnamento ha l'obiettivo di approfondire caratteristiche e applicazioni di metalli non ferrosi (Al, Mg, Ti, Cu, Au, ecc...) e loro leghe di maggior interesse per il mondo industriale e applicativo. Verranno approfondite le conoscenze acquisite nel corso Metallurgia 1, in particolare per quanto riguarda gli aspetti di metallurgia fisica applicati ai materiali in esame. Tali conoscenze, unite all'approfondimento di processi di lavorazione meccanica, trattamento termico e corrosione, permetteranno la scelta critica di una vasta gamma di materiali metallici per diverse applicazioni.	The course aims to deepen the characteristics and applications of non-ferrous metals (Al, Mg, Ti, Cu, Au, etc ...) and their alloys of greatest interest for the industrial and application world. The knowledge acquired in the Metallurgy 1 course will be deepened, in particular as regards the aspects of physical metallurgy applied to the materials under examination. This knowledge, combined with the in-depth knowledge of machining, heat treatment and corrosion processes, will allow the critical choice of a wide range of metallic materials for different applications.	53	97
ORDINARIO	2	104068	ELECTROCHEMICAL SYSTEM FOR ENERGY CONVERSION AND STORAGE	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Inglese	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolysers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).	48	102

ORDINARIO	2	108098	ADVANCED CATALYTIC AND ADSORBENT MATERIALS FOR GREEN INDUSTRIAL PROCESSES	6	ING-IND/27	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Inglese	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti ai materiali necessari per lo sviluppo delle tematiche proprie della chimica industriale "verde", cioè basata su materie prime rinnovabili e/o di riciclo e applicata alla protezione ambientale, nello scenario della transizione energetica da attuarsi mediante lo sviluppo di processi sostenibili.	The course aims to introduce students to the materials and catalysts necessary for the development of the themes of "green" industrial chemistry, i.e. based on renewable and/or recycled raw materials and applied to environmental protection, in the scenario of the energy transition to be implemented through the development of sustainable processes	48	102	
ORDINARIO	2	108099	MODELLI MULTISCALA DI CELLE ELETTROCHIMICHE APPLICATE ALLA TRANSIZIONE ENERGETICA	6	ING-IND/23	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Italiano	L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti alle tematiche proprie dell'attuale contesto di transizione energetica. In questo scenario l'attenzione sarà focalizzata sulle tecnologie elettrochimiche "power to gas" e "gas to power" studiate mediante modelli chimico-fisici applicati su diverse scale fenomenologiche, evidenziando la rilevanza delle proprietà microscopiche sulle prestazioni macroscopiche in un'ottica di scale-up industriale.	The course aims to introduce students to the issues of the current context of energy transition. In this scenario, attention will be focused on "power to gas" and "gas to power" electrochemical technologies studied through chemical-physical models applied on different phenomenological scales, highlighting the relevance of microscopic properties on macroscopic performance in a scale- industrial up.	48	102	
ORDINARIO	2	62737	TESI DI LAUREA MAGISTRALE	30		PROVA FINALE	Per la prova finale				0	750	
INTERNAZIONALE	1	104069	INORGANIC FUNCTIONAL MATERIALS	3	CHIM/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	Introduction to the various processes for the preparation and modification of inorganic materials. Properties of the synthesized materials and applications.	Introduction to the various processes for the preparation and modification of inorganic materials. Properties of the synthesized materials and applications.	24	51	

INTERNAZIONALE	1	95028	SUMMER SCHOOL: ENTREPRENEURSHIP	3		ALTRE ATTIVITA'	Tirocini formativi e di orientamento	Inglese	Deals with the necessity to fill the gap between the scientific and technical knowledge acquired by the students at the University and the requests they will have to face in their work career either in academic institutions or industry: in other words with the necessity to develop entrepreneurship.	Deals with the necessity to fill the gap between the scientific and technical knowledge acquired by the students at the University and the requests they will have to face in their work career either in academic institutions or industry: in other words with the necessity to develop entrepreneurship.	24	51	
INTERNAZIONALE	1	100274	ITALIAN LANGUAGE FOR FOREIGN STUDENTS (1 LEVEL)	3		ALTRE ATTIVITA'	Ulteriori conoscenze linguistiche	Italiano	Lo studente acquisirà le conoscenze di base della lingua nazionale e uno sguardo alla cultura e al patrimonio nazionale del paese ospitante.	The student will acquire the basic knowledge in the national language and a glimpse at national culture and heritage of the hosting country	24	51	
INTERNAZIONALE	1	104070	ORGANIC PHOTOCHEMISTRY	3	CHIM/06	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	Al termine di questo insegnamento gli studenti comprenderanno come la luce può interagire con le molecole organiche e quali sono i possibili risultati. Gli studenti saranno in grado di: - distinguere tra una reazione fotoindotta e un processo fotocatalizzato - comprendere i pro e i contro dell'uso di varie sorgenti luminose - progettare un processo fotochimico sia in batch che in condizioni di flusso - analizzare criticamente un rapporto scientifico.	At the end of this course the students will understand how light can interact with organic molecules and what the possible outcomes are. The students will be able to: • distinguish between a photoinduced reaction and a photocatalyzed process • understand pros and cons of the use of various light sources • design a photochemical process both in batch and under flow conditions • critically analyze a scientific report	24	51	
INTERNAZIONALE	1	66402	CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF CATALYSIS + LABORATORY	6	CHIM/04	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	Aim of the teaching is to provide the basic knowledge on the preparation, characterization, and application of heterogeneous catalysts, also through practical laboratory experiences, introducing the student to the definition of sustainable processes.	58	92	

INTERNAZIONALE	1	94801	INTRODUCTION TO SOLID STATE	6	FIS/03	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	<p>Comprendere a fondo le proprietà dei solidi a livello microscopico. Gli studenti padroneggeranno i concetti di reticolo cristallino, dinamica del reticolo e struttura elettronica a bande. Verranno evidenziate le correlazioni del reticolo cristallino e della struttura a bande con a) la risposta dielettrica e le eccitazioni elettroniche e b) il comportamento di metalli, semiconduttori e isolanti. Gli effetti della correlazione elettronica saranno introdotti per spiegare le proprietà magnetiche e le eccitazioni, nonché l'origine della superconduttività metallica, dei semiconduttori e degli isolanti. Verranno discussi la dinamica del reticolo, il comportamento degli stati elettronici eccitati e le proprietà ottiche. Verranno introdotti i metodi di caratterizzazione sperimentale e teorica. Verranno discusse le principali tecniche di sintesi fisica e di funzionalizzazione.</p>	<p>Achieving a thorough understanding of the properties of solids at the microscopic level. Students will master the concepts of crystal lattice, lattice dynamics, and electronic band structure. The correlations of crystal lattice and bandstructure with a) , dielectric response and electronic excitations and, b) metallic, semiconductor and insulator behavior will be highlighted. The effects of electronic correlation will be introduced to explain the magnetic properties and excitations, as well as the origin of metallic, semiconductor and insulatorsuperconductivity. Lattice dynamics, excited electronic states behavior and optical properties will be discussed. Experimental as well as theoretical characterization methods will be introduced. The main physical synthesis and functionalization techniques will be discussed.</p>	60	90
INTERNAZIONALE	1	104068	ELECTROCHEMICAL SYSTEM FOR ENERGY CONVERSION AND STORAGE	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANTI	Ingegneria dei materiali	Inglese	<p>"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolyzers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).</p>	<p>"The purpose of the course is to provide the concepts of electrochemistry and the aspects of materials science constituting the basis of the most promising electrochemical systems for energy. At the end of the course the student will have acquired the theoretical knowledge on the structure and operating principle of each device, whether it be for conversion (spontaneous current flows - galvanic cells, photoelectrochemical cells - and forced - electrolyzers) or for storage (secondary batteries, supercapacitors).</p>	48	102

INTERNAZIONALE	2	61936	SURFACE SCIENCE AND NANOSTRUCTURING AT SURFACE	6	FIS/03	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	<p>Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and</p>	<p>Relevance of surfaces and interfaces in Nanoscience and Nanotechnology. The course will introduce: a) the surface excess quantities and thermodynamical properties of surfaces; b) the surface crystallographic structure with relaxation and reconstruction phenomena; c) the surface electronic ground state properties and the surface states; d) the surface magnetic properties. Specific cases for semiconductor, oxide and insulator surfaces, graphene and other ultrathin films will be discussed with respect to dimensionality with extension towards one and zero dimensions, i.e atomic wires, surface steps and clusters. Excited states at surfaces will be treated: surface phonon spectra, surface electronic and magnetic excitations. Connections to plasmonics, Energy harvesting in solar cells and photoinduced chemistry will be stressed. Gas-Surface interaction, physisorption and</p>	62	88	
----------------	---	-------	--	---	--------	----------------------	---	---------	---	---	----	----	--

INTERNAZIONALE	2	104072	DATA SCIENCE AND APPLICATIONS TO CHEMISTRY	3	MAT/08	AFFINI O INTEGRATIVE	Attività formative affini o integrative	Inglese	The general objective of the course is to provide students with a first overview of the main issues related to modern data science and its cultural background. The course has also two more specific objectives. The first one is to illustrate some computational tools representing the methodological basis for any artificial intelligence approach to data analysis problems. The second one is to describe three applications concerned with the use of data science methods in chemistry and biochemistry: the problem of the automatic recognition and classification of atomic species in Scanning Tunnelling Microscopy; the modelling of glucose metabolism by means of nuclear medicine data; the simulation of the chemical reaction network at the basis of a specific cellular transition in oncogenesis.	The general objective of the course is to provide students with a first overview of the main issues related to modern data science and its cultural background. The course has also two more specific objectives. The first one is to illustrate some computational tools representing the methodological basis for any artificial intelligence approach to data analysis problems. The second one is to describe three applications concerned with the use of data science methods in chemistry and biochemistry: the problem of the automatic recognition and classification of atomic species in Scanning Tunnelling Microscopy; the modelling of glucose metabolism by means of nuclear medicine data; the simulation of the chemical reaction network at the basis of a specific cellular transition in oncogenesis.	24	51	
INTERNAZIONALE	2	100274	ITALIAN LANGUAGE FOR FOREIGN STUDENTS (1 LEVEL)	3		ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	Lo studente acquisirà le conoscenze di base della lingua nazionale e uno sguardo alla cultura e al patrimonio nazionale del paese ospitante.	The student will acquire the basic knowledge in the national language and a glimpse at national culture and heritage of the hosting country	24	51	
INTERNAZIONALE	2	100276	ITALIAN LANGUAGE FOR FOREIGN STUDENTS (2 LEVEL)	3		ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Italiano	Raggiungere una conoscenza avanzata della lingua italiana e della civiltà e del patrimonio culturale italiano.	Reaching an advanced knowledge in the Italian language and in Italian civilization and cultural heritage	24	51	
INTERNAZIONALE	2	104071	SCIENTIFIC WRITING, INDUSTRIAL SEMINARS	3		ALTRE ATTIVITA'	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	Inglese	The students will also acquire knowledge on scientific writing and bibliometry. Visits to industrial sites and seminars given by industrials will make the students acquainted to the problematics of industrial	The students will also acquire knowledge on scientific writing and bibliometry. Visits to industrial sites and seminars given by industrials will make the students acquainted to the problematics of industrial	24	51	

INTERNAZIONALE	2	104073	LABORATORY ON DEVICE BUILDING-NANOSTRUCTURED MAGNETIC MATERIALS: A TECHNOLOGICAL APPROACH	3	CHIM/02	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	This teaching will teach students how to design nanostructured magnetic materials (NMM) with tunable magnetic properties. Students will learn the main wet chemistry synthesis method of NMM focusing on magnetic nanoparticles. Then, by the correlation between crystalline structure, morphology and magnetic properties, the morpho-structural feature of the materials will be optimized for specific application (e.g. magnetic separation, drug delivery, magnetic hyperthermia, MRI).	This teaching will teach students how to design nanostructured magnetic materials (NMM) with tunable magnetic properties. Students will learn the main wet chemistry synthesis method of NMM focusing on magnetic nanoparticles. Then, by the correlation between crystalline structure, morphology and magnetic properties, the morpho-structural feature of the materials will be optimized for specific application (e.g. magnetic separation, drug delivery, magnetic hyperthermia, MRI).	40	35	
INTERNAZIONALE	2	111263	LABORATORY ON DEVICE BUILDING ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	3		ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente				0	0	

INTERNAZIONALE	2	111264	I MODULE PROJECT BASED LABORATORY ON ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	1	CHIM/04	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	<p>In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.</p>	<p>In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.</p>	13	12	
----------------	---	--------	---	---	---------	-----------------	----------------------------	---------	--	--	----	----	--

INTERNAZIONALE	2	111265	II MODULE PROJECT BASED LABORATORY ON ORGANIC PHOTOVOLTAIC (OPV) CELL	2	FIS/03	ALTRE ATTIVITA'	A scelta dello studente	Inglese	In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.	In this project based laboratory course students will be guided through the basic experimental procedures for the fabrication and characterization of an organic photovoltaic (OPV) cells. Each step of the OPV cell fabrication will be done by the students independently and actively, but under continuous guidance and supervision of a tutor. Students will be then guided through the most appropriate experimental techniques and procedures. Once the device fabricated and characterized, student will be engaged in a critical analysis of the results exploiting basic concepts learnt in other courses. To achieve this goal, students will avail themselves of a laboratory entirely dedicated to this activity, aiming to a "learn by making" instruction level.	24	26	
INTERNAZIONALE	2	94802	POLYMERS FOR ELECTRONICS AND ENERGY HARVESTING	6	CHIM/04	CARATTERIZZANTI	Chimica e fisica della materia	Inglese	Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).	Basic knowledge of chemical and physical properties of conjugated polymers and organic semiconductors. Use of such materials in flexible, wearable, and sustainable organic optoelectronics and photonic devices (sensors, transistor, led and photovoltaic cells).	53	97	

INTERNAZIONAL E	2	95614	COMPOSITE MATERIALS FOR BIO-MEDICAL APPLICATION	6	ING-IND/22	CARATTERIZZANT I	Ingegneria dei materiali	Inglese	<p>Fornire agli studenti la capacità di gestire nuovi materiali sulla base di un punto di vista ingegneristico incentrato sulle esigenze e sui vincoli del dispositivo quando viene creato con materiali innovativi avanzati. I compositi a base di fibra di carbonio e ceramica e le tecnologie per produrli, trattarli e stabilizzarli saranno presentati e studiati nelle loro caratteristiche specifiche. Le metodologie di applicazione, con i loro principali vantaggi e i possibili problemi, saranno discusse con gli studenti. I quadri normativi, specificamente dedicati all'immissione sul mercato di un nuovo prodotto e alla presa in carico delle esigenze biomediche, saranno evidenziati da un corso breve di 8 ore. Verrà illustrato il confronto tra la normativa europea e quella statunitense. In aula verrà effettuata una continua analisi comparativa tra il punto di vista scientifico e quello industriale.</p>	<p>Provide to students the capability to manage new material items based upon an engineering point of view focused on the device need and constraints when created with advanced innovative materials. Carbon fiber as well as ceramic based composites and the technologies to produce, treat, stabilize them will be presented and studied in their specific features. Application methodologies with their main advantages and possible problems will be discussed with the students. Regulatory frameworks, specifically devoted to bring a new product on the market and to take care of the strict biomedical need, will be also highlighted by a specific 8 hrs short course. Comparison between European and Usa normative will be illustrated. Continuous comparative analysis between the scientific and industrial viewpoints will be performed in classroom.</p>	48	102	
INTERNAZIONAL E	2	104818	MASTER THESIS	30		PROVA FINALE	Per la prova finale				0	750	