



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Bollettino Notiziario - A.A. 2021/2022

LAUREA MAGISTRALE IN CHIMICA INDUSTRIALE (ORD. 2015)

Curriculum: Corsi comuni

ANALYTICAL CHEMISTRY OF INDUSTRIAL PROCESSES

Titolare: Prof. MARCO FRASCONI

Periodo: 1 anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Conoscenze di chimica analitica strumentale: spettroscopia di assorbimento molecolare UV-Vis e infrarosso, metodi analitici elettrochimici (potenziometria e voltammetria), gas-cromatografia e cromatografia liquida ad alte prestazioni.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso intende avvicinare gli studenti ai principi e alle applicazioni della Chimica Analitica di Processo (PAC), illustrando le tecnologie analitiche impiegabili per ottenere informazioni qualitative e quantitative proprie dei processi chimici industriali, con finalità di controllo e di ottimizzazione delle prestazioni. Il contenuto del corso copre i metodi di analisi di processi industriali, inclusi i sistemi di campionamento, analizzatori in tempo reale e l'analisi dei dati con strategie di controllo di processo. Particolare attenzione è rivolta all'automazione di processi e sistemi analitici, basati su tecniche spettroscopiche, cromatografiche ed elettrochimiche, applicabili per la caratterizzazione in tempo reale del processo di produzione.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni d'aula, seminari, esemplificazione di alcuni dettagli strumentali, dimostrazioni del funzionamento di alcune strumentazioni.

Contenuti:

1) Introduzione alla Chimica Analitica Processo. Metodi di misura non invasivi; misure off-line, at-line, on-line e in-line. 2) Campionamento nell'analisi chimica. Strategie di campionamento e di trattamento del campione. Significato di campione rappresentativo e omogeneo: fonti di incertezza. Progettazione di sistemi di campionamento per l'analisi di processo. 3) Qualità nelle misure analitiche. Il rumore strumentale, tipi di rumore e strategie di riduzione. 4) Sensori chimici. Progettazione e sviluppo di sensori per analisi in-line. 5) Sensori elettrochimici. Potenzimetria ed elettrodi a membrana. Transistor ad effetto di campo ionoselettivi (ISFET). Sensori per gas a base di ossidi semiconduttori per il monitoraggio dell'ossigeno. Sensori e biosensori amperometrici. 6) Sensori ottici. Fibre ottiche. Sviluppo di sensori ottici selettivi. 7) Metodi automatizzati d'analisi. Principi dell'analisi in flusso ed esempi di applicazioni. 8) Progettazione e sviluppo di sensori per il monitoraggio e controllo di bioprocessi in continuo con esempi di applicazioni nel campo della produzione di biocombustibili e biofarmaci. 9) Tecniche cromatografiche on-line. Gas cromatografia (GC) e cromatografia liquida di processo. Cromatografia bidimensionale. Applicazioni della gas-cromatografia nell'analisi di processo nell'industria petrolchimica. Cromatografia liquida on-line per la caratterizzazione di proteine in un bioprocesso continuo. 10) Spettroscopia infrarossa e Raman per applicazioni analitiche di processo. Progettazione strumentale e interfacce di campionamento. Applicazioni della spettroscopia infrarossa e Raman nel settore farmaceutico.

Modalità di esame:

L'esame consiste in un breve saggio scritto, su un argomento scelto dallo studente in chimica analitica di processo, e un esame orale con presentazione e discussione del saggio seguito da due domande sui temi principali del corso. Il voto terrà conto degli esiti del saggio scritto e del colloquio.

Criteri di valutazione:

Livello di comprensione dei principi strumentali e dei dettagli sperimentali adottati nell'analisi di processo. Conoscenza della terminologia tecnico-scientifica propria della materia.

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

BREVETTAZIONE, REGOLAMENTI E SVILUPPO DI PRODOTTI

Titolare: Dott. STEFANO MARETTO

Mutuato da: Laurea magistrale in Chimica (Ord. 2018)

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: +30E; 3,00

CHIMICA ANALITICA E AMBIENTE

Titolare: Prof. ANDREA TAPPARO

Mutuato da: Laurea magistrale in Chimica (Ord. 2018)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Per la frequenza al corso, anche nella modalità a distanza (on-line) offerta nel 2021, nonché per la preparazione dell'esame, fondamentali risulteranno le conoscenze di Chimica Analitica 1 e Chimica Analitica 2. In pratica, l'intero contenuto dei corsi di Chimica Analitica offerto nella Laurea Triennale in Chimica o Chimica Industriale costituisce prerequisito.

Conoscenze e abilità da acquisire:

A partire dalle principali norme comunitarie e nazionali in materia ambientale, il corso introduce gli studenti alle principali tecniche e metodiche di campionamento ed analisi impiegate nello studio dei processi e delle matrici ambientali, con particolare attenzione alle problematiche legate all'inquinamento atmosferico. In particolare il corso prevede: - Introduzione alle problematiche e ai processi ambientali - Fenomeni ed effetti locali e/o globali - Elementi di legislazione EU e IT di pertinenza ambientale - Tecniche e Metodologie di analisi di matrici ambientali - Analisi di particelle - Elementi di valutazione del rischio

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni d'aula, esemplificazione di alcuni dettagli strumentali, dimostrazioni del funzionamento di alcune strumentazioni. Alcuni tipi di misurazioni ambientali verranno presentate con esempi reali e casi studio. Alcune strumentazioni portatili verranno portate ed utilizzate in aula.

Contenuti:

Il corso (48 ore di lezione, 6 CFU) si caratterizza per una serie di argomenti tutti inerenti la qualità dell'aria e la contaminazione atmosferica. Questa è trattata sia in ottica locale (è il caso del PM) che globale (effetto serra): - l'atmosfera, struttura e proprietà; - la chimica della stratosfera e la riduzione dello strato di ozono; - la chimica della troposfera e l'inquinamento atmosferico; - la rete di monitoraggio della qualità dell'aria; - gli analizzatori automatici per la misura dell'inquinamento atmosferico; - l'origine, le proprietà e le tecniche di misura del particolato atmosferico; - gli analizzatori automatici di particelle; - i cicli biogeochimici, con particolare riferimento al ciclo del carbonio; - le conseguenze ambientali della produzione di energia, con particolare riferimento all'effetto dei gas-serra sul cambiamento climatico in atto; - i protocolli internazionali (Kyoto e Montreal); - l'inquinamento in ambiente industriale e la tutela della salute dei lavoratori (TLV); - esempi di tecniche di monitoraggio ambientale.

Modalità di esame:

La prova d'esame avverrà in modalità orale. Tipicamente verranno formulate 3 domande sugli argomenti trattati nel corso, di cui almeno una riguardante gli aspetti analitico-strumentali. Lo studente, nei casi previsti (disabilità, difficoltà con la lingua italiana), potrà richiedere di sostenere l'esame in forma scritta o in inglese.

Criteri di valutazione:

Livello di comprensione dei principi chimico-fisici alla base dei fenomeni ambientali studiati. Conoscenza dei principi e dei dettagli strumentali delle strumentazioni illustrate nel corso. Conoscenza della terminologia tecnico-scientifica propria della materia. Capacità di utilizzo dei principi e concetti appresi nel corso alle situazioni di reale contaminazione ambientale.

Testi di riferimento:

A. Baird, M. Cann, Chimica ambientale, 3a Ed. italiana. : Zanichelli, 2013 S.E. Manahan, Chimica dell'ambiente. : Piccin, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Appunti di lezione. Materiale didattico fornito dal docente o disponibile presso il moodle del corso:
<https://elearning.unipd.it/chimica/course/view.php?id=929>

CHIMICA E TECNOLOGIA DEL VETRO E DEI MATERIALI CERAMICI

Titolare: da definire

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire:

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti:

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame:

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione:

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

CONTENUTO NON PRESENTE

CHIMICA FISICA INDUSTRIALE 2

Titolare: Prof. ABDIRISAK AHMED ISSE

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 36A+18L; 6,00

Prerequisiti:

Chimica fisica 1, Chimica fisica industriale e Laboratorio di chimica fisica.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Dopo aver fornito i concetti base di natura termodinamica e cinetica dell'elettrochimica, ed analizzati i principali fenomeni di trasporto di materia e le loro applicazioni in campo elettrochimico, l'insegnamento si propone di fornire un'adeguata conoscenza degli aspetti applicativi della stessa, con particolare riferimento alla conversione di energia elettrica in energia chimica, e viceversa, agli aspetti cinetici che caratterizzano i processi elettrochimici, ai fenomeni di corrosione, al loro controllo ed alla relativa prevenzione, nonché ad alcuni argomenti di interesse industriale, approfondendo alcuni aspetti della termodinamica e della cinetica dei processi elettrochimici mediante l'ausilio di esperienze di laboratorio.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali effettuate mediante proiezione di diapositive ed esperienze di laboratorio.

Contenuti:

Ricapitolazione dei concetti di termodinamica relativi a celle galvaniche e celle di elettrolisi, reazioni di cella ed elettrochimiche, lavoro elettrico e bilancio di energia, forza elettromotrice di una cella galvanica, equazione di Nernst, potenziale elettrochimico, serie elettrochimica. Pile, accumulatori e celle di elettrolisi: bilancio di lavoro e calore. Generatori elettrochimici primari e secondari. Curve di carica e scarica. Pile e accumulatori commerciali più comuni. Celle a combustibile. Interfaccia metallo-metallo e metallo-soluzione; doppio strato elettrico. Interfaccia soluzione-soluzione e potenziale interliquido. Cella galvanica e circuito equivalente. Sistemi elettrochimici non in equilibrio. Curve corrente-potenziale. Polarizzazione e sovratensione. Sovratensione di barriera; cinetica del trasferimento di carica all'elettrodo; coefficiente di trasferimento; corrente di scambio; equazione corrente-sovratensione; equazione di Butler-Volmer; casi particolari per basse e alte sovratensioni; equazione di Tafel. Meccanismi di trasporto di materia e leggi fondamentali che lo governano; diffusione, leggi di Fick e loro applicazioni in elettrochimica. Sovratensione di diffusione; caso stazionario e modello dello strato di diffusione di Nernst; curve corrente-potenziale; corrente limite di diffusione. Controllo misto trasferimento elettronico-diffusione. Tecniche elettrochimiche a potenziale controllato: cronoamperometria; voltammetria a scansione lineare e ciclica; sistemi reversibili, quasi-reversibili e irreversibili; cenni su effetto di reazioni chimiche; Elettrodo rotante; equazione di Levich. Cenni su cinetica elettrochimica per reazioni a più stadi. Processo di evoluzione di idrogeno; curva "a vulcano". Rame elettrolitico; processo cloro-soda; processo Hall-Herault. Generalità della corrosione. Tipi di corrosione. Natura elettrochimica dei fenomeni di corrosione. Diagrammi di stabilità di Pourbaix; curve di equilibrio e aree di prevalenza delle specie. Cinetica dei processi di corrosione. Curve caratteristiche anodiche e catodiche. Diagrammi di Evans. Passivazione; corrosione e comportamento attivo/passivo. Protezione catodica e anodica. Anodi sacrificali. Verranno inoltre condotte alcune esperienze di laboratorio sui seguenti argomenti: processi di scarica e ricarica di accumulatori; cinetica dei processi di trasferimento elettronico; trasporto di materia nei processi elettrochimici.

Modalità di esame:

Analisi e discussione delle relazioni relative alle esperienze svolte in laboratorio ed esame orale sulla parte teorica.

Criteri di valutazione:

La valutazione si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti. Si terrà conto anche della relazione sull'attività di laboratorio.

Testi di riferimento:

A. J. Bard; L. R. Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications. New York: Wiley & Sons, 2001 C. H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich, Electrochemistry. Weinheim: Wiley-VCH, 1998 G. Bianchi; F. Mazza, Corrosione e protezione dei metalli. Milano: Masson, 1979

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Saranno messe a disposizione dispense e materiale didattico illustrativo relativo alle lezioni svolte in aula ed alle esperienze di laboratorio.

CHIMICA INDUSTRIALE MACROMOLECOLARE

Titolare: Prof.ssa CARLA MAREGA

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+36L; 9,00

Prerequisiti:

Preparazione di base di Chimica organica

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso vuole fornire allo studente le nozioni fondamentali sulla scienza dei polimeri e sullo studio delle loro proprietà. Saranno trattati in particolare i metodi utilizzati per la caratterizzazione dei materiali polimerici e le loro proprietà meccaniche e reologiche, venendo a contatto in laboratorio con gli aspetti metodologici relativi alle principali analisi di polimeri d'interesse industriale.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento si svolge mediante lezioni frontali in aula nelle quali viene fatto uso di slide che sono messe a disposizione dal docente. Sono previste esercitazioni di laboratorio per venire a contatto con gli aspetti metodologici relativi alle principali analisi di polimeri d'interesse industriale.

Contenuti:

Parte A (5 CFU) Introduzione alla Polymer Science. Generalità sulle soluzioni e frazionamento. Metodi di determinazione dei pesi molecolari medi: osmometria, light scattering, viscosimetria, GPC. Tecniche spettroscopiche UV-Visibile, IR, NMR. Polimeri amorfi. Polimeri e cristallinità. Elastomeri e fibre. Analisi termica (DSC, TGA, DTA) Diffrazione dei raggi X ad alto e basso angolo. Microscopia ottica ed elettronica. Elementi di viscoelasticità lineare. Reologia e reometria. Proprietà meccaniche e loro misura. Parte B (4 CFU) Polimerizzazioni Identificazione di polimeri Determinazione dell'indice di isotatticità del polipropilene Analisi termica: fusione e cristallizzazione, percentuale di cristallinità, transizione vetrosa. Spettroscopia IR: riconoscimento di alcuni polimeri di sintesi. Misura delle proprietà meccaniche di un polimero. Estrusione di un formulato polimerico. Stampa in 3D.

Modalità di esame:

Orale

Criteri di valutazione:

Gli studenti dovranno dimostrare di aver acquisito le conoscenze relative ai contenuti dell'insegnamento e la capacità di discutere gli argomenti proposti durante l'esame

Testi di riferimento:

D. Campbell, J. R. White, Polymer Characterization. : Chapman & Hall, 1991 L. H. Sperling, Introduction to physical polymer science". : Wiley Interscience, , Fondamenti di scienza dei polimeri. : AIM-Pacini editore, 1998

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Le slides usate a lezione verranno fornite dal docente

CHIMICA INORGANICA DEI MATERIALI

Titolare: Prof.ssa CHIARA MACCATO

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Concetti di base di termodinamica e cinetica chimica

Conoscenze e abilità da acquisire:

Concetti base sui solidi Cristallochimica descrittiva Termodinamica delle interfasi Colloidi Diffusione nei solidi Difettualità nei solidi Trasformazioni nei solidi Panoramica sui metodi di preparazione dei materiali

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni di aula con presentazioni Powerpoint

Contenuti:

- Introduzione sugli scopi della scienza dei materiali - Descrizione dei solidi ideali La struttura dei cristalli. Il reticolo di traslazione. La cella elementare. Elementi di simmetria. I reticoli di Bravais. I gruppi puntuali. I gruppi spaziali. Piani e direzioni nei cristalli. Indici di Miller. Reticolo reciproco. Relazioni tra reticolo reciproco e reticolo diretto. Cenni ai metodi diffrattometrici per la risoluzione strutturale. Equazione di Bragg. Visione di Laue. Sfera di Ewald. Metodi di studio delle polveri cristalline. Solidi amorfi. - Cristallochimica descrittiva Sviluppo delle relazioni tra la struttura elettronica degli elementi, caratteristiche dei legami e struttura cristallina. Strutture riconducibili ad aggregati compatti di sfere. Visione dei poliedri interconnessi. Classificazione dei solidi sulla base del tipo di legame chimico. Edifici ionici: energia reticolare, raggi ionici e rapporto interradianale, relazioni con il raggio ionico (suoi limiti). Ciclo di Born-Haber. Polarizzabilità degli ioni e regole di Fajans. Relazioni qualitative tra le proprietà meccaniche e la struttura. Edifici metallici: metalli e leghe. Elettroni liberi nei metalli. Legame nei solidi. Tight Binding. Conduttori, semiconduttori e isolanti. Drogaggio. Diodi e giunzioni p-n. Celle fotovoltaiche, LED. - Descrizione dei solidi reali Difetti puntuali. Difetti di Schottky e Frenkel. Centri di colore. Difetti estesi lineari e planari. Dislocazioni. Stacking-faults. Solidi non stechiometrici. Conduzione ionica. Celle a combustibile. Importanza delle superfici. Breve cronologia della Surface Science. Film sottili e loro importanza. Cenni sulla struttura delle superfici ideali. Ricostruzioni e rilassamenti. Difettualità di superficie e siti di chemisorbimento. - Trasformazioni e reattività nei solidi Cenni di termodinamica delle interfasi. Energia superficiale. Colloidi. Interfacce piane e sferiche. Equazione di Thomson Gibbs. Bagnabilità. Classificazione delle trasformazioni allo stato solido. Trasporto di massa nei processi allo stato solido. Definizione di forza termodinamica. Leggi di Fick. Esempi di applicazione della II legge di Fick. Diffusione intracristallina e di superficie. Transizioni di fase. Nucleazione omogenea. Nucleazione eterogenea. Cinetica di crescita. Diagrammi TTT. Sinterizzazione. Preparazione di solidi amorfi. Reazioni allo stato solido.

Controllo topochimico. Classificazione delle reazioni a seconda dell'interfaccia. Reazioni di decomposizione. Equazione di Avrami-Erofeev. Reazioni all'interfaccia solido-solido: meccanismo di Wagner. Formazione dello spinello. Caso di più prodotti. Reazioni redox. Metodi di preparazione di cristalli da fuso (Czochralski, Bridgman, zone melting). Metodi di preparazione di materiali policristallini e polveri. Metodo ceramico. Metodi di preparazione da fase vapore. Metodi di preparazione da fase liquida. Metodo sol-gel. Precipitazione. Metodi di preparazione di film sottili: metodi fisici e chimici. CVD, VPE, MBE, MO-CVD, sputtering. Epitassia. Composti di intercalazione e lamellari: grafite, calcogenuri, silicati lamellari ed argille.

Modalità di esame:

Orale (3 domande per un totale di circa mezzora)

Criteri di valutazione:

Sarà valutata l'acquisizione delle conoscenze e delle abilità più sopra descritte.

Testi di riferimento:

Shriver and Atkins, Inorganic Chemistry. : Oxford University Press, 1999 G. Granozzi, Chimica dello Stato Solido e delle Superfici. : Cleup, 1999 L. Smart, E. Moore, Solid State Chemistry. An Introduction. : Chapman& Hall, 1995

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense e file delle presentazioni

CHIMICA ORGANICA APPLICATA 2

Titolare: Prof. PAOLO SCRIMIN

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Chimica organica 1-3, in particolare le reazioni ioniche di formazione del legame C-C, le reazioni di sostituzione elettrofila aromatica, le reazioni di riduzione ed ossidazione dei derivati carbonilici

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso si divide in due parti. Nella prima si propone di dare allo studente gli strumenti per applicare la chimica organica già studiata alla sintesi di molecole organiche anche di una certa complessità. Molte delle strategie sintetiche utilizzate si baseranno sulle reazioni dei carbanioni. Verranno poi introdotte nella seconda parte nuove metodiche principalmente basate sulle reazioni pericicliche e processi catalitici di formazione del legame C-C e di ossidazione dei doppi legami. Queste nuove metodologie verranno quindi applicate alla sintesi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Esercizi in aula e a cura dello studente. Tutto il materiale discusso in aula è a disposizione dello studente nella piattaforma Moodle dedicata

Contenuti:

1. Progettazione di una sintesi organica; analisi retrosintetica; trasformazione dei gruppi funzionali. Vie di disconnessione delle molecole organiche (disconnessione di uno e di due gruppi funzionali), equivalenti sintetici (sintoni), analisi retrosintetica in funzione del target molecolare, gruppi protettori. 2. Trasformazione mediante processi catalitici di gruppi funzionali. Formazione metallo catalizzata del legame carbonio-carbonio. Processi ossidativi catalitici. Processi catalitici stereoselettivi. Applicazioni alla sintesi organica avanzata (parte II).

Modalità di esame:

Due test scritti: nel primo viene chiesta sintesi e retrosintesi di tre molecole organiche mentre nel secondo saranno formulate domande teoriche come pure retrosintesi e sintesi legate alle metodiche studiate

Criteri di valutazione:

La media del punteggio acquisito nei test

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense ed appunti di lezione, poiché non esiste un unico testo che comprenda la varietà dei temi trattati. Testi di consultazione: I. March, "Advanced Organic Chemistry", McGraw-Hill.

CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE

Titolare: Prof. STEFANO MAMMI

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+36L; 9,00

Prerequisiti:

Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso intende descrivere l'utilizzo e la produzione di composti organici da parte di alcuni settori industriali; alcuni di questi composti saranno oggetto delle esercitazioni di laboratorio. Sono inoltre trattati aspetti di ricerca industriale.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni d'aula ed esercitazioni di laboratorio.

Contenuti:

Lezioni d'aula - Detergenti: Classificazione dei tensioattivi. Meccanismo della detersione. Storia dei saponi e dei detergenti. Produzione di sapone. Formulazione di vari tipi di sapone. Disinfettanti ed antisettici. - Coloranti: Coloranti naturali e sintetici. Storia. Classificazioni e definizioni. Il "Colour Index". Aspetti economici. Ambiente, ecologia e tossicologia. Produzione. Metodi di applicazione e solidità dei coloranti. Fibre naturali (animali e vegetali), semisintetiche e sintetiche. - Composti organici per l'agricoltura: Insetticidi (inorganici, naturali, clorurati, organofosforici, carbammati). Altri metodi di IPM. Erbicidi. Regolatori di crescita delle piante. - Produzione della carta: Metodi meccanici e chimici. Processo Kraft. Processi di sbianca. Disinchiostrazione e riciclo. - Lavorazione delle pelli: Descrizione dei processi usati per ottenere cuoio da pelli grezze. Attività di laboratorio: - Sintesi del biodiesel da olio esausto. - Riduzione enantioselettiva di un beta-chetoestere con lievito di birra. - Utilizzo di coloranti per tessuti. - Preparazione di sciroppi ad alto contenuto di fruttosio (HFCS) e di bioetanolo da amido di mais. - Flottazione di ioni.

Modalità di esame:

L'esame comprenderà una prova orale che verterà sugli argomenti trattati sia in aula che in laboratorio. Andrà a comporre il voto finale anche la valutazione dell'attività svolta in laboratorio (risultati analitici e relazioni sugli esperimenti).

Criteri di valutazione:

Sarà valutata l'acquisizione delle conoscenze e delle abilità relative ai contenuti descritti oltre.

Testi di riferimento:

Ullman, Encyclopedia of Industrial Chemistry. : Wiley-VCH, 1998

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense ed appunti di lezione. Testi di consultazione: "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", 6th Edn., Wiley-VCH, 1998 - Electronic Release (Disponibile online al sito (<http://www.cab.unipd.it/> alla voce "banche dati"))

ENGLISH LANGUAGE B2 (PRODUCTIVE SKILLS)

Titolare: Prof. FERNANDO FORMAGGIO

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: ; 3,00

PHYSICAL METHODS IN ORGANIC CHEMISTRY

Titolare: Prof.ssa ESTER MAROTTA

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Buone conoscenze di chimica organica e concetti base di spettroscopia NMR e spettrometria di massa.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Procedure avanzate di NMR e spettrometria di massa e loro applicazioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali

Contenuti:

- Risonanza Magnetica Nucleare: Proprietà magnetiche dei nuclei. Principi operativi e strumentazione. Tecnica ad impulsi con trasformata di Fourier. Parametri di acquisizione. Rilassamento. Equivalenza chimica ed equivalenza magnetica. Spettri del primo ordine e di ordine superiore. Diastereotopismo. Spettroscopia ¹³C-NMR. Effetto Nucleare Overhauser. Tecniche di spettroscopia NMR di correlazione omo e eteronucleare con riferimento alle sequenze di impulsi. - Spettrometria di massa: Sommario dei principi di base. Ionizzazione chimica, ionizzazione a pressione atmosferica (ESI, APCI, APPI), ionizzazione con fasci laser (MALDI e AP-MALDI), spettrometria di massa ambiente (DESI-MS and DART-MS). Sommario degli analizzatori con esempi di applicazioni. Spettrometria di massa tandem (CID, UVPD, IRMPD, ECD, ETD). Applicazione delle tecniche di spettrometria di massa in proteomica, in metabolomica, nell'analisi di oligonucleotidi, oligosaccaridi e complessi non covalenti. Accoppiamento di tecniche di mobilità ionica con spettrometria di massa.

Modalità di esame:

Esame scritto

Criteri di valutazione:

La valutazione è basata sulla comprensione degli argomenti proposti, sull'abilità di applicarli all'identificazione di sostanze incognite e sull'abilità di selezionare la tecnica più adatta per la caratterizzazione di molecole e macromolecole organiche.

Testi di riferimento:

R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, D. L. Bryce, Identificazione Spettroscopica di Composti Organici. : , E. de Hoffmann and V. Stroobant, Mass Spectrometry. Principles and Applications. : John Wiley and Sons., H. Günther, NMR Spectroscopy. : , T. D. W. Claridge, High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry. : Elsevier,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI 1

Titolare: Dott. ANDREA CLAUDIO SANTOMASO

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire:

L'insegnamento intende fornire gli strumenti teorici e applicativi per la descrizione di operazioni fondamentali dell'industria chimica, e per la progettazione di massima e la gestione di alcune apparecchiature per la movimentazione di fluidi e solidi, di scambio di energia e di separazione.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

1. Lezioni frontali. 2. Esercizi numerici svolti in aula.

Contenuti:

Schematizzazione degli impianti: elementi di base per la comprensione e lettura di uno schema di impianto. Circuiti idraulici: Valvole, raccordi, tubazioni. Principi di funzionamento delle macchine a fluido. Trasporto di liquidi; pompe volumetriche e cinetiche. Trasporto di gas; compressori, ventilatori, soffianti. Scambio termico senza cambiamento di fase; scambiatori di calore a tubi concentrici, a fascio tubiero, a piastre. Separazione per evaporazione; evaporatori a semplice e a multiplo effetto. Movimentazione e stoccaggio di solidi (polveri e granuli).

Modalità di esame:

Scritto. L'esame sarà costituito da 4 quesiti: 2 problemi di calcolo e 2 domande aperte.

Criteri di valutazione:

Verifica delle capacità di i) comprendere adeguatamente le nozioni impartite a lezione ii) risolvere dei semplici problemi numerici riguardo gli argomenti trattati (separazione e scambio termico).

Testi di riferimento:

Coulson, John Metcalfe; Richardson, John Francis, Unit operations. London: Pergamon Press, 1956 Perry, Robert H.; Green, Don W.; Perry, Robert H., Perry's chemical engineers' handbook. New York: McGraw-Hill, 2008 McCabe, Warren L.; Smith, Julian Cleveland, Unit operations of chemical engineering. New York: McGraw-Hill, 1956

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Appunti presi in aula. Slides e video delle lezioni scaricabili della piattaforma Moodle.

PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI 2

Titolare: Prof. MASSIMILIANO BAROLO

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Equilibri di fase (liquido-vapore); bilanci macroscopici di materia e di energia; apparecchiature per il trasporto dei fluidi e per lo scambio termico; elementi di impiantistica di processo.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Gli studenti e le studentesse apprenderanno i principi di funzionamento delle principali operazioni di separazione in fase fluida, e le metodologie per la determinazione della dimensione di massima delle relative apparecchiature. Chi avrà superato l'esame sarà in grado di: • comprendere in che modo l'equilibrio liquido-vapore influenzi la capacità di separare tra loro le specie di una miscela; • comprendere i principi di funzionamento di camere di flash, colonne di distillazione, di assorbimento e di stripping; • comprendere le relazioni esistenti tra costi di impianto e costi di esercizio nelle operazioni di separazione; • dimensionare in modo approssimato serbatoi di flash, colonne di distillazione, di assorbimento e di stripping, a piatti e a corpi di riempimento; • valutare i consumi energetici negli impianti di separazione; • impiegare un simulatore di processo per lo studio di operazioni elementari di separazione di fase.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni d'aula (inclusive di brevi attività di gruppo), risoluzione di esercizi, discussione di case studies, sessioni di domanda-e-risposta, lezioni interattive con impiego di software, "flipped classrooms". Tutte le lezioni d'aula vengono registrate in audio e video e rese disponibili tramite piattaforma Moodle. Tra le attività di apprendimento è inclusa anche la valutazione tra pari di due homework.

Contenuti:

TECNICHE INDUSTRIALI PER LA SEPARAZIONE DI FASE. RICHIAMI SUGLI EQUILIBRI LIQUIDO-VAPORE. Diagrammi di fase; predizione dell'equilibrio: fugacità, attività e modelli per il loro calcolo. PROCESSI SEMPLICI DI VAPORIZZAZIONE E CONDENSAZIONE. Volatilità relativa; vaporizzazione parziale all'equilibrio (flash); gradi di libertà; stadio ideale di separazione; dimensionamento di una camera di flash; vaporizzazione differenziale (distillazione semplice); curve di distillazione; serie di vaporizzazioni e condensazioni parziali. SEPARAZIONI PER DISTILLAZIONE CONTINUA. Colonne a semplice arricchimento: riflusso totale, riflusso minimo, pinch point, costruzione di McCabe-Thiele, numero di stadi teorici; colonne a semplice esaurimento; colonne complete: traffico interno di materia, riflusso minimo e riflusso totale, punto di alimentazione ottimale, rapporto di riflusso ottimale, pressione ottimale di esercizio; gradi di libertà di una colonna di distillazione; problemi di dimensionamento e problemi di verifica. SEPARAZIONI PER DISTILLAZIONE DISCONTINUA. Esercizio di una colonna batch; operazioni a riflusso costante, a riflusso variabile, a riflusso totale; separazione di miscele a molti componenti. SEPARAZIONI IN CORRENTE DI VAPOR D'ACQUA. Distillazione con iniezione diretta di vapore. Purificazione di sostanze termosensibili da impurezze non volatili: previsione del consumo di vapore. Stripping con vapore: portate di inerte e rapporti molari; operazione

discontinua, continua monostadio e continua multistadio, consumo minimo di vapore. SEPARAZIONI PER ASSORBIMENTO. Equilibrio liquido-gas; determinazione del numero di stadi teorici e del consumo di liquido; assorbimento in condizioni diluite. DISPOSITIVI PER IL CONTATTAMENTO DELLE FASI LIQUIDA E VAPORE. Colonne a piatti: piatti forati, a valvole, a campanelle; efficienza totale e sua valutazione; limiti di operabilità di un piatto; calcolo del diametro. Colonne a corpi di riempimento: riempimenti random e strutturati; altezza equivalente a un piatto teorico e sua determinazione; limiti di operabilità di una colonna riempita; calcolo del diametro.

Modalità di esame:

L'esame prevede due attività obbligatorie e sequenziali: homework obbligatori durante l'erogazione dell'insegnamento e prova scritta finale. Due degli homework sono individuali, mentre il terzo è un lavoro di gruppo da completare in 24 ore. Gli homework contribuiscono al voto finale per circa il 15%, la prova scritta finale per il restante 85%. La prova scritta prevede tipicamente tre domande su argomenti dell'intero programma dell'insegnamento e dura circa un'ora; non è consentito l'uso di libri di testo, appunti o strumenti di calcolo.

Criteri di valutazione:

HOMEWORK • correttezza della soluzione finale • chiarezza e sintesi nella presentazione dei risultati • appropriatezza d'uso della terminologia tecnica
PROVA SCRITTA • conoscenza e comprensione dei contenuti dell'insegnamento • capacità di fornire informazioni quantitative (piuttosto che meramente qualitative) sui fenomeni legati alle operazioni industriali di separazione, e sulle relative apparecchiature • capacità di presentare gli argomenti in modo chiaro e sintetico, e con uso appropriato della terminologia tecnica Per valorizzare la regolarità negli studi, viene attribuito un incremento del punteggio finale a coloro che sostengono una sola volta l'esame, superandolo al termine del semestre di erogazione dell'insegnamento.

Testi di riferimento:

Guarise, G.B., Lezioni di Impianti chimici – Distillazione, assorbimento, estrazione liquido-liquido.. Padova: CLEUP, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Copia digitale delle diapositive presentate a lezione sarà resa disponibile sulla piattaforma Moodle. Il testo di riferimento (Guarise, 2000) è indicato nel box successivo. Anche la consultazione dei seguenti ulteriori testi può risultare utile. Barolo, M e G. B. Guarise (2006). Esercizi di Impianti chimici – Distillazione, assorbimento, estrazione liquido-liquido. CLEUP (Padova) Wankat, P. C. (2012). Separation process engineering (3rd ed.). Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ (U.S.A.)

PROVA FINALE

Titolare: da definire

Periodo: Il anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: ; 40,00

SINTESI E REATTIVITÀ ORGANICA

Titolare: Prof. LUCA DELL'AMICO

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Buone conoscenze di sintesi e chimica organica. Il superamento dell'esame di Chimica Organica Applicata II / Chimica Organica IV è fortemente consigliato.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso intende fornire allo studente i principali strumenti per la pianificazione di strategie sintetiche moderne efficaci per l'accesso a molecole organiche complesse.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali. Il corso sarà preferibilmente erogato in lingua inglese.

Contenuti:

Reazioni avanzate dei carbanioni Reattività dei reagenti organometallici nella sintesi organica: selettività 1,2- vs 1,4, carbometallazione delle olefine. Formazione stereoselettiva e reattività degli enolati(reazioni aldoliche e correlate, aspetti stereoselettivi e stati di transizione, ausiliari chirali). Reattività degli enolati stabilizzati (Silyl enol ethers, Boron-enolati, Stagno-enolati). Altre reazioni carbanioniche (sulfonio e sulfosonio ilidi, reazione di Julia, reazione di Darzens e trasformazioni correlate). Cenni sul principio di vinologia nella sintesi organica. Approcci moderni all'interconversione dei gruppi funzionali Ossidazioni (reagenti di iodio ipervalente, ossidazione di Stahl, epossidazione di Shi, ossidazione di Oppenauer). Riduzioni (riduzione di Birch, riduzione di Corey-Shibata, riduzione di Meerwein). Aminazioni riduttive stereoselettive. Catalisi chimica I) Moderni cross-couplings in sintesi organica (catalisi Fu Nickel, cross-couplings riduttivi, cross-couplings Chan-Lam, catalisi MHAT) ii) Organocatalisi enantioselettiva (amminocatalisi, catalisi non covalente, catalisi NHC) iii) Cenni di fotochimica e fotocatalisi. Concetti principali dei processi di trasferimento di energia. Trasferimento di elettroni e catalisi fotoredox. Applicazione alla sintesi di scaffold molecolari complessi. Altre reazioni e frammentazione applicate alla sintesi di target organici complessi. Analisi retrosintetica. Per ognuna delle strategie sintetiche incontrate durante il corso verranno discussi esempi della loro applicazione alla sintesi di prodotti naturali.

Modalità di esame:

Esame orale. Potrà iniziare con l'esposizione di uno o più articoli concordati con i docenti. Proseguirà poi con una discussione degli argomenti trattati nel corso e/o attraverso l'analisi di una sintesi proposta dai docenti.

Criteri di valutazione:

La valutazione sarà basata sul grado di comprensione degli argomenti trattati e sulla capacità di pianificare e discutere strategie di sintetiche efficaci.

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Organic Chemistry Clayden, J.; Greeves, N.; Warren, S. Oxford, Second Edition Advanced Organic Chemistry - Part b Carey, F. A.; Sundberg, R. J. Springer

SPETTROSCOPIE APPLICATE**Titolare:** Prof. DANILO PEDRON**Periodo:** I anno, 1 semestre**Indirizzo formativo:** Corsi comuni**Tipologie didattiche:** 16A+20E+24L; 6,00**Prerequisiti:**

Conoscenze acquisite negli insegnamenti della Laurea, in particolare Chimica fisica 2 e Laboratorio di chimica fisica.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Competenze riguardanti le spettroscopie ottiche e magnetiche: assorbimento IR, diffusione Raman, assorbimento ed emissione UV - Visibile, spettroscopia NMR. Uso delle tecniche spettroscopiche per la caratterizzazione di materiali ed il monitoraggio di processi industriali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni d'aula ed in laboratorio. Attività di laboratorio svolte autonomamente dagli studenti.

Contenuti:

Proprietà di base della radiazione elettromagnetica e introduzione generale alla spettroscopia. Interazione radiazione elettromagnetica – materia, processi di assorbimento ed emissione, interazioni di dipolo elettrico e di dipolo magnetico. Teoria fenomenologica di Einstein dei processi di assorbimento ed emissione di sistemi atomici e molecolari. Polarizzazione elettrica e propagazione della radiazione elettromagnetica nei mezzi materiali. Indice di rifrazione e coefficiente di assorbimento, andamenti funzionali in corrispondenza della risonanza. Intensità a profili delle bande di assorbimento, larghezza di riga omogenea ed inhomogenea. Relazioni di Kramers – Krönig e loro uso in spettroscopia. Fattorizzazione della spettroscopia molecolare. Spettroscopia di assorbimento IR. Problema vibrazionale per molecole biatomiche, regole di selezione per transizioni fondamentali e di overtone, ruolo dell'anarmonicità del potenziale molecolare. Problema vibrazionale di molecole poliatomiche, modi normali vibrazionali. Spettri di assorbimento IR di molecole poliatomiche, regole di selezione per le transizioni vibrazionali fondamentali, di overtone e di combinazione. Localizzazione dei modi vibrazionali, concetto di frequenza di gruppo. Spettroscopia di assorbimento NIR, suo uso per il monitoraggio dei processi industriali. Tecniche spettroscopiche in riflettanza: riflettanza diffusa e riflettanza speculare, spettroscopia IR – ATR. Spettroscopia di assorbimento UV – Visibile: transizioni elettroniche e vibroniche, progressioni di Franck – Condon, interpretazione dello spettro di assorbimento UV – Vis di sistemi organici. Spettroscopia di emissione: fluorescenza e fosforescenza, emissione radiativa, tempi di vita e destino degli stati elettronici eccitati. Spettroscopia di diffusione Raman e sue applicazioni in chimica industriale e in scienza dei materiali. Spettroscopia NMR: principi di base, rilassamento magnetico e tecniche di trasformata di Fourier. Applicazione della spettroscopia NMR per la caratterizzazione conformazionale di sistemi polimerici e l'analisi di olii alimentari. Attività sperimentali in laboratorio: 1) Spettroscopia di assorbimento FT – IR, spettroscopia FT – IR – ATR, misure di riflettanza speculare. 2) Spettroscopia di diffusione Raman in configurazione macro e micro. 3) Spettroscopia FT – NMR.

Modalità di esame:

Valutazione relazioni di laboratorio e colloquio orale sugli argomenti trattati nelle attività d'aula e sulle esperienze di laboratorio.

Criteri di valutazione:

La votazione si baserà sulla valutazione delle relazioni di laboratorio e sul risultato del colloquio orale.

Testi di riferimento:

P.W. Atkins and J. De Paula, Atkins' Physical Chemistry. Oxford: Oxford University Press, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense di lezione e materiale specialistico consigliato dal Docente.

TECNOLOGIE ANALITICHE**Titolare:** Prof.ssa SARA BOGIALLI**Periodo:** I anno, 2 semestre**Indirizzo formativo:** Corsi comuni**Tipologie didattiche:** 40A+12L; 6,00**Prerequisiti:**

Non sono previste propedeuticità. Tuttavia, per la frequenza del presente insegnamento sono fondamentali le conoscenze acquisite nei corsi di Chimica Analitica II (strumentale) del Corso di Laurea Triennale. Sono altresì necessarie conoscenze di spettrometria di massa, spettroscopia di assorbimento molecolare UV-Vis, fluorescenza, metodi analitici elettrochimici (amperometria).

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso introduce gli studenti alla gestione di un protocollo analitico coerente con i diversi scopi per cui è progettato. Saranno chiariti gli aspetti fondamentali e le differenze relative alle analisi di screening e di conferma. Lo studente dovrà acquisire la capacità critica di scelta e supervisione dei vari protocolli analitici, e la padronanza pratica delle principali fasi dei metodi di analisi illustrati, nonché le basi della gestione del report analitico. Il corso ha lo scopo di fornire agli studenti una panoramica pratica delle attuali tecniche di analisi di screening, con enfasi sulle applicazioni bioanalitiche, e di conferma, con applicazioni in campo agroalimentare, clinico e forense. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di comprendere i fondamenti strumentali e chimici alla base di queste tecniche e di identificare il metodo di screening e di conferma più adeguato a risolvere un problema analitico. In particolare il corso verterà su: - tecniche di preparazione del campione - metodologie di analisi di screening e di conferma in matrici ambientali, alimentari e cliniche. - elementi

di validazione di metodi analitici - elementi di legislazione e norme internazionali su analisi di screening e conferma.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni d'aula, esempi di dettagli strumentali, video e simulazioni. Spiegazioni di casi studio significativi, approfondimenti individuali di letteratura scientifica. Esperienze di laboratorio: procedure per esperienze di gruppo con relazioni individuali.

Contenuti:

Il corso è diviso in due moduli -metodi di screening (2.5 CFU aula +0.5 CFU laboratorio) -metodi di conferma (2.5 CFU aula +0.5 CFU laboratorio) Per il modulo metodi di screening: - Introduzione ai metodi analitici di screening - Metodi enzimatici. Metodi di analisi basati su reazioni enzima-substrato. Tecniche di immobilizzazione di enzimi. Sviluppo di sensori enzimatici. - Metodi immunologici. Aspetti cinetici e termodinamici dell'interazione antigene-anticorpo. Tecniche immunoenzimatiche (ELISA): test competitivi e non-competitivi. Immunosensori ottici per analisi ambientali, alimentari e cliniche. - Ibridizzazione e sequenziamento del DNA. Tecniche di analisi delle mutazioni geniche. Rilevazione e quantificazione del DNA mediante la tecnologia dei microarrays. Struttura e proprietà degli aptameri. Esempi di diverse configurazioni di biosensori ottici ed elettrochimici basati sugli aptameri. - Sensori biomimetici. Progettazione e sviluppo di polimeri a stampo molecolare. - Nanomateriali per applicazioni analitiche. Sistemi ibridi nanoparticelle-proteine per la realizzazione di sensori ottici. Esperienze di laboratorio: - Sviluppo di un sensore ottico per la rilevazione di neurotrasmettitori. - Sviluppo di un saggio enzimatico per la determinazione del glucosio. Per il modulo metodi di conferma: -sistemi ifenati per le analisi di conferma -cromatografia accoppiata a spettrofotometria e spettrometria di massa -tecniche di preparazione del campione per solidi, liquidi e gas -tecniche off-line e on-line -linee guida per metodi di conferma -interpretazione dati -la presentazione di un report analitico Esperienze di laboratorio -preparazione di un campione con tecniche off-line e rivelazione con metodi di conferma -analisi comparata di campioni reali con metodi di screening e conferma

Modalità di esame:

Orale, in due moduli Per le attività di laboratorio, è richiesta la consegna delle relative relazioni almeno 10 giorni prima dell'esame e non oltre le tre settimane successive alla conclusione delle attività. Le esperienze di laboratorio sono invariabilmente argomento di esame. L'esame orale comprende domande sulle esperienze di laboratorio e sui temi principali del corso

Criteri di valutazione:

Livello di comprensione dei principi chimico-fisici alla base dei metodi analitici studiati. Conoscenza dei principi e dei dettagli strumentali delle strumentazioni illustrate nel corso. Conoscenza della terminologia tecnico-scientifica propria della materia. Capacità di razionalizzare le informazioni apprese per fare una sintesi critica sulle tecnologie analitiche più opportune per risolvere problemi specifici.

Testi di riferimento:

Mikkelsen, Corton, Bioanalytical Chemistry. : John Wiley and Sons, Inc, 2004 Robert K. Boyd, Trace Quantitative Analysis by Mass Spectrometry 1st Edition with Introduction to Mass Spectrometry Set. : John Wiley and Sons, Inc, 2012

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Libri di testo consigliati Appunti di lezione. Materiale didattico fornito dal docente o disponibile presso il sito web dei docenti e moodle.

TIROCINIO FORMATIVO

Titolare: Prof. FERNANDO FORMAGGIO

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: ; 5,00