UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Low Environmental Impact Materials and Processes

2627-1-FSM02Q012

Obiettivi

Il corso fornisce le conoscenze e le basi metodologiche per conoscere e comprendere i principi che definiscono la chimica sostenibile e/o 'verde' in tutti gli aspetti legati a questo argomento. Il corso presenta i concetti di base, ovvero i 12 principi della chimica verde, e le loro manifestazioni nel mondo reale, sotto forma di processi e pratiche moderne nella ricerca e sviluppo, nonché nella produzione all'interno delle aree che si basano su o comprendono trasformazioni chimiche. L'impatto della sostenibilità sui processi chimici e sulla produzione viene discusso introducendo e applicando parametri di sostenibilità come l'economia atomica o l'impronta di carbonio.

Conoscenza e capacità
Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una buona conoscenza:
• I principali parametri da valutare per definire un processo a basso impatto ambientale.
• Le corrette definizioni di chimica 'verde', *i.e.*, green chemistry.
• Le connessioni tra processi sostenibili e/o green e l'economia circolare.
• Le sfide scientifiche connesse al passaggio da un'economia basata sul petrolio a una bioeconomia.
• La differenza tra processi sostenibili, processi green e processi che sono sia sostenibili che green.
• I fondamenti dell'analisi del ciclo di vita, compresi gli aspetti di sostenibilità.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
• applicare i concetti di chimica 'green' appresi nel corso che costituiscono la base dello sviluppo sostenibile.
• giudicare se un processo si qualifica come 'green' e/o sostenibile.
• descrivere i mezzi di lavorazione sostenibile.
• comprendere l'impatto di concetti come lab-on-a-chip e organismi modello per la sostenibilità.
• calcolare alcuni dei principali indicatori di sostenibilità nella chimica.

Autonomia di giudizio
Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
• applicare le conoscenze acquisite in vari contesti.
• trasferire i concetti e gli approcci introdotti in un determinato contesto in ambiti connessi.

• elaborare i concetti di lavorazione sostenibile e green discussi nel corso.
• analizzare le fasi della vita di un prodotto o di un processo.
• valutare criticamente i risultati ottenuti dall'applicazione dei modelli.
• individuare possibili interventi per ridurre gli impatti.

Abilità comunicative
Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:
• analizzare un problema di chimica in modo chiaro e conciso.
• spiegare oralmente con un linguaggio adeguato gli obiettivi, le modalità e i risultati delle elaborazioni effettuate.

Capacità di apprendere
Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di applicare le conoscenze acquisite a contesti differenti da quelli presentati durante il corso, e di comprendere come gli argomenti inerenti alla sostenibilità sono trattati nella letteratura scientifica e affrontati nel mondo produttivo.

Contenuti sintetici

• I concetti di chimica verde e chimica sostenibile, i loro punti in comune e le loro differenze.
• Il concetto di bioraffineria per la produzione di materie prime sostenibili.
• Uso responsabile e sostenibile di risorse non rinnovabili come i metalli, aspetti del riciclo nell'ambito di un'economia circolare.
• La reattività dei composti chimici nell'ambiente.
• Processi sostenibili per la produzione di materiali standard, prodotti chimici per piattaforme e materiali performanti.
• Processi sostenibili nel campo della chimica per la produzione di prodotti chimici.
• Sostenibilità nel campo dei nanomateriali.
• Aspetti sull'energia sostenibile e batterie, compreso il loro riciclo.

Programma esteso

• Evoluzione della sostenibilità nelle sintesi industriali sulla base di esempi selezionati.
• Evoluzione dei concetti di chimica 'verde' e chimica sostenibile.
• Punti comuni e differenze tra chimica 'verde' e chimica sostenibile.
• Descrizione delle principali risorse rinnovabili idonee a sostituire il petrolio come principale fonte di materia prima per l'industria chimica con particolare riferimento alla struttura dei materiali lignocellulosici.
• Il concetto di bioraffineria con esempi e applicazioni in Italia e in Europa, anche alla luce della economia circolare.
• Sintesi di prodotti chimici da fonti rinnovabili con processi sostenibili.
• Concetti sostenibili e/o ‘verdi’ per l'esecuzione di reazioni chimiche, ad esempio la chimica a flusso.
• Processi sostenibili nei campi correlati alla chimica: dispositivi point-of-care, organ-on-a-chip, organismi modello.
• Sintesi e vantaggi di nanomateriali sostenibili e aspetti normativi associati.
• Sintesi di nuovi materiali biodegradabili e non biodegradabili a partire da fonti rinnovabili con processi sostenibili.
• Riciclo, downcycling e upcycling come strumenti per l'economia circolare.
• L'integrazione dei processi sostenibili all'interno dell'economia circolare e la loro costruzione.
• Descrizione delle sfide legate al riciclo e al riutilizzo di vari materiali, anche metalli preziosi; concetto di urban mining.
• Attività minerarie sostenibili.
• Distribuzione di elementi in vari ambienti utilizzando cicli (antro)biogeochimici.
• Casi studio.

Prerequisiti

• Conoscenze di base di chimica organica ed inorganica.
• Nozioni di base di termodinamica.

Modalità didattica

• 6 CFU di lezioni teoriche in aula (48 ore):
-> 20 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa;
-> 4 lezioni da 2 ore in presenza, lettura di articoli scientifici e discussione in aula, Didattica Interattiva / Mista / Seminar.
• Casi di studio, da preparare durante le lezioni dagli studenti in gruppi secondo vari schemi, con discussioni finali insieme.

Materiale didattico

• M. Aresta, A. Dibenedetto, F. Dumeignil
Biorefineries – An introduction
De Gruyter
• P.T. Anastas
Green Chemistry - Theory and Practice
Oxfod University Press
• copia delle slide
• appunti mostrati durante le lezioni e materiale aggiuntivo su argomenti selezionati, ovvero articoli scientifici, resi disponibili sul sito e-learning del corso.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

II semestre (marzo - giugno)

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame finale consiste in una prova orale alla fine del corso, con votazione tra 18-30/30 e lode, che consiste nella discussione di vari argomenti discussi durante le lezioni, collegando i concetti ad un processo industriale o ad un nuovo processo di bioraffineria o green chemistry presentato in una revista scientifica, per arrivare ad una critica valutazione del processo presentato dal punto di vista della sostenibilita' complessiva.
La discussione dell'esame si base su una breve presentazione powerpoint di durata 10 minuti che deve essere preparata dallo studente per l'esame; l'articolo e/o la documentazione del processo da valutare sara' inviato allo studente una settimana prima dell'esame.

Il punteggio finale sarà compreso tra 18/30 e 30/30 e lode, sulla base della valutazione complessiva, tenendo conto dei seguenti criteri:
conoscenza concettuale e capacità di comprensione
capacità di applicare conoscenza e comprensione
capacità comunicative e argomentative
capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Votazione < 18
Conoscenza e Comprensione: Lo studente identifica solo parzialmente le caratteristiche dei concetti. Le connessioni tra i concetti risultano frammentarie e scarsamente supportate da conoscenze teoriche.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente individua solo alcuni elementi rilevanti in un fenomeno, senza riuscire a integrarli in un'analisi organica.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione essenziale, priva di articolazione logica e caratterizzata da numerose imprecisioni espositive.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente riesce a ricostruire solo alcuni aspetti del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale.

Votazione 18-22
Conoscenza e Comprensione: Lo studente riconosce e restituisce la maggior parte delle caratteristiche concettuali e riesce a fornirne una spiegazione relativamente coerente, sebbene con qualche imprecisione. I riferimenti teorici sono presenti ma non sempre in modo rigoroso.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente è in grado di riconoscere un numero significativo di elementi e di fornire una spiegazione parziale, pur evidenziando alcune lacune nell'analisi.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente costruisce un'argomentazione di base, dotata di una struttura minima ma con alcune imprecisioni.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente dimostra una consapevolezza di base del proprio percorso di apprendimento, riuscendo a tracciare collegamenti essenziali tra le esperienze formative, sebbene con alcune imprecisioni.

Votazione 23-27
Conoscenza e Comprensione: Lo studente dimostra una comprensione approfondita delle caratteristiche concettuali. Nella prova orale le spiegazioni risultano ben articolate e supportate da un uso adeguato dei riferimenti teorici.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente individua con precisione gli elementi essenziali di un fenomeno. L'applicazione delle conoscenze avviene con un rigore metodologico non sempre solido.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente sviluppa un'argomentazione coerente e ben organizzata, dimostrando una buona padronanza del linguaggio e una struttura logico-argomentativa solida. La comunicazione risulta chiara ed efficace.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente analizza il proprio percorso di apprendimento in modo chiaro e strutturato, mettendo in evidenza relazioni significative tra le diverse tappe evolutive e dimostrando una buona capacità di riflessione critica.

Votazione 28-30
Conoscenza e Comprensione: Lo studente evidenzia una padronanza completa dei concetti, articolando connessioni complesse e fornendo spiegazioni esaustive. I riferimenti teorici sono utilizzati con pertinenza e rigore.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente evidenzia una capacità avanzata di analisi di un fenomeno, individuando e interpretando in modo esaustivo tutti gli elementi salienti. L'applicazione delle conoscenze avviene con rigore metodologico, supportato da un'argomentazione solida e articolata.
Capacità comunicative e argomentative: Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione solida e articolata, con un impianto logico rigoroso e un elevato livello di coerenza testuale. Il discorso è fluido e ben strutturato.
Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione: Lo studente evidenzia una capacità avanzata di autoriflessione, elaborando un'analisi articolata e approfondita del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale. Le connessioni tra esperienze formative e concetti teorici risultano chiare, coerenti e rigorose.

Orario di ricevimento

Sempre, preferibilmente previo appuntamento per telefono o e-mail.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI