UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Low Environmental Impact Materials and Processes

2324-1-FSM01Q012

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).
• Casi di studio, da preparare durante le lezioni dagli studenti in gruppi secondo vari schemi, con discussioni finali insieme.
• In caso di emergenza COVID-19, il corso si svolgerà tramite lezioni a distanza che saranno anche registrate e caricate sulla pagina web e-learning collegata al corso.

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, 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 valutazione si baserà sui seguenti criteri: (1) conoscenza e comprensione; (2) capacità di collegare concetti diversi; (3) autonomia di analisi e giudizio; (4) capacità di usare correttamente il linguaggio scientifico.

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.

In caso di emergenza pandemica, l'esame sarà sempre come sopra descritto, ma svolto su piattaforma Webex.

Orario di ricevimento

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

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ