UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Low Environmental Processes

2526-1-F5402Q010

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 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 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.

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