UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Low Environmental Impact Processes

2627-2-F7503Q019

Obiettivi

L'insegnamento è finalizzato a fornire le basi conoscitive e metodologiche per l'analisi e la definizione di processi a basso impatto ambientale, con particolare riferimento ai principi della chimica verde, della bioeconomia e dell'economia circolare. Il corso approfondisce inoltre alcuni processi chimici attualmente riconducibili a tali approcci sostenibili.

Conoscenza e capacità di comprensione
Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- descrivere i principali parametri necessari alla valutazione della sostenibilità ambientale di un processo chimico e industriale;
- comprendere e definire correttamente i concetti di green chemistry, economia circolare e bioeconomia;
- riconoscere le principali criticità scientifiche e tecnologiche legate alla transizione da un'economia basata sui combustibili fossili a un modello di green economy e bioeconomia sostenibile.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- applicare i principi della green chemistry all'analisi di processi produttivi esistenti;
- valutare la sostenibilità ambientale di processi chimici in relazione ai criteri dell'economia circolare e della bioeconomia;
- interpretare il contributo dei processi studiati agli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda ONU 2030.

Autonomia di giudizio
Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- valutare criticamente la compatibilità ambientale di un processo chimico o industriale;
- distinguere tra processi riconducibili all'economia lineare e processi coerenti con i principi dell'economia circolare;

- formulare giudizi autonomi sulla sostenibilità di soluzioni tecnologiche alternative nel contesto della bioeconomia.

Abilità comunicative
Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- utilizzare correttamente la terminologia scientifica relativa a green chemistry, bio-raffinerie, fonti rinnovabili, materiali biodegradabili e life cycle assessment;
- comunicare in modo chiaro e appropriato concetti e definizioni, anche attraverso esempi applicativi;
- descrivere processi chimici sostenibili utilizzando un linguaggio tecnico coerente e strutturato.

Capacità di apprendimento
Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- integrare conoscenze di chimica, sostenibilità e processi industriali per l'analisi di sistemi complessi;
- approfondire autonomamente tematiche relative alla bioeconomia e alla transizione ecologica attraverso fonti scientifiche e normative;
- sviluppare un approccio critico e interdisciplinare allo studio dei processi chimici a basso impatto ambientale.

Contenuti sintetici

Nel corso verranno trattati alcuni tra i più significativi esempi di processi ambientalmente compatibili per la produzione di materiali, fine chemicals, combustibili ed energia, finalizzati sia alla riduzione dell'impatto ambientale dei processi produttivi sia alla promozione del riciclo dei prodotti. In particolare, verrà introdotto il concetto di green chemistry, che a partire dalla fine degli anni Ottanta ha contribuito in modo significativo alla riduzione dell'impatto ambientale di numerosi processi industriali. Successivamente, verrà approfondito il concetto di biorefinery, attraverso il quale si prospetta la progressiva sostituzione del petrolio come fonte primaria di chemicals con materie prime rinnovabili. Nell'ambito del corso saranno inoltre affrontati gli aspetti biotecnologici ed energetici connessi ai processi di biorefinery.

Programma esteso

Principi e richiami di chimica organica.
Principi e richiami dei principali composti organici naturali: zuccheri e polisaccaridi, amminoacidi e proteine, lipidi.
Fondamenti di petrolchimica e di chimica dei polimeri. Problematiche legate al riciclo e al riuso dei materiali.
Evoluzione delle sintesi industriali a basso impatto ambientale dagli anni '50 ad oggi, con esempi significativi.
Le dodici regole della green chemistry e l'evoluzione del concetto di green chemistry. Concetto di carbon economy e carbon efficiency. Metriche della green chemistry e Life Cycle Assessment (LCA).
Principali fonti rinnovabili, con particolare riferimento alla struttura dei materiali lignocellulosici.
Il concetto di biorefinery, bioeconomia ed economia circolare, con approfondimento dei principali pretrattamenti delle biomasse lignocellulosiche ed esempi di applicazioni in Italia ed Europa.
Sintesi di chemicals e di nuovi materiali biodegradabili e non biodegradabili da fonti rinnovabili mediante processi a basso impatto ambientale.

Prerequisiti

Conoscenze di base di chimica e biologia.

Modalità didattica

24 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza.

Materiale didattico

Capitoli di libro presi da:

- Slides del corso
- Green Chemistry Theory and Practice PT Anastas 1998 Oxfod University Press,
- Introduzione alla Chimica Ambientale Bruno Rindone Città Studi Edizioni, 1996.
- Articoli Scientifici forniti dal docente

Periodo di erogazione dell'insegnamento

2 semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Solo esame orale (senza prove in itinere) con votazione tra 18-30/30 e lode. La prova orale è intesa a verificare l'apprendimento dei concetti erogati durante il corso, con partocolare riferimento allo sviluppo del concetto di green-chemistry, attraverso lo studio di processi industriali, con particolare attenzione alle bio-raffinerie.

La votazione finale sarà compresa tra 18/30 e 30/30 con lode, sulla base della valutazione complessiva, tenendo conto dei seguenti criteri di apprendimento:

- conoscenza e capacità di comprensione dei contenuti
- capacità di applicare conoscenza e comprensione
- autonomia di giudizio
- abilità comunicative
- capacità di apprendimento

Voto < 18
Conoscenza e capacità di comprensione:
Lo studente non riesce a descrivere in modo adeguato i principali parametri per la valutazione della sostenibilità ambientale di un processo chimico e industriale. La comprensione dei concetti di green chemistry, economia circolare e bioeconomia è frammentaria o errata. Le criticità della transizione verso modelli sostenibili non vengono riconosciute.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione:
Lo studente non è in grado di applicare i principi della green chemistry all'analisi di processi produttivi né di interpretare la sostenibilità di processi in relazione ai criteri dell'economia circolare e della bioeconomia.

Autonomia di giudizio:
Lo studente non è in grado di distinguere tra modelli di economia lineare e circolare né di formulare valutazioni sulla sostenibilità di processi o tecnologie.
Abilità comunicative:
Il linguaggio scientifico è inadeguato. La descrizione di concetti e processi è confusa e priva di struttura logica.
Capacità di apprendimento:
Lo studente mostra difficoltà nell'integrare le conoscenze e non evidenzia capacità di approfondimento autonomo.

Voto 18–22
Conoscenza e capacità di comprensione:
Lo studente descrive in modo essenziale i principali parametri di sostenibilità ambientale e comprende solo parzialmente i concetti di green chemistry, economia circolare e bioeconomia. Le criticità della transizione ecologica sono riconosciute in modo superficiale.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione:
Lo studente applica i principi della green chemistry in modo parziale e riesce a fornire valutazioni semplici sulla sostenibilità di processi produttivi.
Autonomia di giudizio:
Lo studente distingue solo in modo elementare tra economia lineare e circolare e formula giudizi non sempre coerenti sulla sostenibilità dei processi.
Abilità comunicative:
L'uso della terminologia scientifica è semplice e non sempre corretto. La descrizione dei processi è basilare e poco strutturata.
Capacità di apprendimento:
Lo studente dimostra una consapevolezza di base del proprio percorso formativo, con limitata capacità di connessione tra concetti.

Voto 23–27
Conoscenza e capacità di comprensione:
Lo studente descrive correttamente i principali parametri di sostenibilità ambientale e dimostra una buona comprensione dei concetti di green chemistry, economia circolare e bioeconomia. Riconosce le principali criticità della transizione verso modelli sostenibili.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione:
Lo studente applica in modo appropriato i principi della green chemistry all'analisi di processi produttivi e valuta la sostenibilità dei processi in relazione ai criteri dell'economia circolare e della bioeconomia.
Autonomia di giudizio:
Lo studente è in grado di distinguere tra economia lineare e circolare e di formulare giudizi generalmente coerenti sulla sostenibilità di processi e tecnologie.
Abilità comunicative:
Lo studente utilizza correttamente la terminologia scientifica e descrive i processi in modo chiaro e strutturato, anche attraverso esempi applicativi.
Capacità di apprendimento:
Lo studente integra le conoscenze e dimostra capacità di approfondimento autonomo, con un approccio generalmente critico ai contenuti.

Voto 28–30 con lode
Conoscenza e capacità di comprensione:
Lo studente dimostra una conoscenza completa e approfondita dei parametri per la valutazione della sostenibilità ambientale dei processi chimici e industriali. Comprende e definisce in modo rigoroso i concetti di green chemistry, economia circolare e bioeconomia, riconoscendo criticamente le sfide della transizione verso modelli sostenibili.
Capacità di applicare conoscenza e comprensione:
Lo studente applica in modo autonomo e rigoroso i principi della green chemistry all'analisi di processi complessi, valutando in modo completo la sostenibilità ambientale in relazione ai criteri dell'economia circolare e della bioeconomia, anche in riferimento agli obiettivi dell'Agenda ONU 2030.
Autonomia di giudizio:
Lo studente valuta criticamente la compatibilità ambientale dei processi, distingue con piena consapevolezza tra

economia lineare e circolare e formula giudizi autonomi, motivati e coerenti sulla sostenibilità di soluzioni tecnologiche alternative.
Abilità comunicative:
Lo studente utilizza con piena padronanza la terminologia scientifica relativa a green chemistry, biorefinery, risorse rinnovabili, materiali biodegradabili e Life Cycle Assessment. L'esposizione è chiara, rigorosa, strutturata e supportata da esempi pertinenti.
Capacità di apprendimento:
Lo studente dimostra un'elevata capacità di apprendimento autonomo e interdisciplinare, integrando conoscenze chimiche, ambientali e industriali e sviluppando un approccio critico avanzato allo studio dei processi sostenibili.

Orario di ricevimento

Ogni giorno previo appuntamento con il docente tramite E-mail

Sustainable Development Goals

LAVORO DIGNITOSO E CRESCITA ECONOMICA | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO