



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## CATALISI E REATTIVITÀ DI SISTEMI INORGANICI

**LORENZO BIANCALANA**

Anno accademico 2021/22  
CdS CHIMICA  
Codice 352CC  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CATALISI E REATTIVITÀ SISTEMI INORGANICI	DICHIM/03, CHIM/03	LEZIONI	48	LORENZO BIANCALANA TIZIANA FUNAIOLI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

*Modulo "Catalisi" (3 CFU).* Il Modulo di Catalisi consente allo studente di approfondire i principi di base per la comprensione e lo studio del fenomeno della catalisi eterogenea ed omogenea. Sono discussi vari esempi di processi catalitici industriali, i problemi connessi e come questi sono stati risolti.

*Modulo "Reattività di Sistemi Inorganici" (3 CFU).* Dopo aver seguito il corso e studiato il programma relativo, lo studente avrà acquisito una approfondita conoscenza della chimica di coordinazione, con particolare riferimento ad aspetti strutturali/natura del legame e di reattività (cinetica e termodinamica) relativi a complessi di metalli di transizione d. Inoltre, lo studente avrà acquisito conoscenze su alcune metalloproteine ed il ruolo dei metalli nei sistemi biologici.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Esame finale (orale).

#### *Capacità*

Dopo aver seguito il corso e studiato il programma relativo, lo studente :

- conoscerà le principali classi di catalizzatori e sarà grado di mettere in relazione le proprietà del catalizzatore alle principali caratteristiche delle reazioni catalizzate
- dimostrerà una conoscenza approfondita di un certo numero di processi catalitici usati industrialmente, dei problemi connessi e di come questi siano stati risolti
- avrà acquisito strumenti per analizzare/prevedere aspetti strutturali (natura del legame) di un composto di coordinazione, in funzione dei leganti nella sfera di coordinazione e del centro metallico considerato.
- saprà indicare come specifiche proprietà di un centro metallico e/o di alcuni leganti possano determinare la reattività (stabilità) di un composto di coordinazione, in senso termodinamico e cinetico

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Esame finale (orale).

#### *Comportamenti*

Lo studente potrà sviluppare conoscenza approfondita delle proprietà chimiche fondamentali alla base delle varie applicazioni dei complessi di metalli di transizione; in particolare del loro utilizzo in catalisi e del loro ruolo biologico.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Discussione sugli argomenti trattati durante le lezioni

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Per una migliore comprensione degli argomenti trattati, è **necessario** avere una conoscenza di base riguardo alla chimica inorganica, in particolare la chimica di coordinazione e la chimica organometallica dei metalli di transizione d.



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Indicazioni metodologiche

- Il corso si svolgerà attraverso lezioni frontali con ausilio di slides; in aula oppure in modalità online, mediante piattaforma Microsoft Teams. *Le lezioni saranno tenute in italiano.*
- Sulla piattaforma Moodle / Elearning, saranno regolarmente caricate le slides delle lezioni ed altro materiale didattico, prevalentemente *in lingua inglese.*
- Su richiesta degli studenti, saranno fissati dei ricevimenti (anche online)
- Comunicazioni sul corso (data/ora/luogo, programma ed eventuali variazioni) e richieste di ricevimento saranno gestite mediante email e tramite la piattaforma Moodle / Elearning

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Modulo "Catalisi" (3 CFU).** Principi alla base del fenomeno della catalisi. Catalisi eterogenea. Struttura, preparazione e usi di catalizzatori solidi. Principali usi industriali della catalisi eterogenea. Catalizzatori eterogenei per idrogenazioni selettive. Idrogenazione di oli naturali. La sintesi industriale di ammoniaca. Reazioni catalitiche di ossidazione selettiva usate industrialmente. Produzione industriale di ossido di etilene per ossidazione selettiva di etilene catalizzata da argento. Produzione industriale di formaldeide per ossidazione del metanolo. Catalizzatori omogenei contenenti metalli di transizione. Reazioni di complessi organometallici importanti per la catalisi. Cicli catalitici. Il processo Wacker. Reazioni di idrogenazione. Il catalizzatore di Wilkinson. La reazione di idrogenazione enantioselettiva per la sintesi di L-DOPA. Reazioni di carbonilazione promosse da catalizzatori omogenei. Idroformilazione di olefine. Reazione di shift del gas d'acqua. Reazioni di Reppe. Carbonilazione del metanolo ad acido acetico. Complessi di palladio come catalizzatori omogenei per reazioni di carbonilazione. Processo Alpha. Sintesi di Ibuprofene e Naproxene.

**Modulo "Reattività di Sistemi Inorganici" (3 CFU).** Struttura dei composti di coordinazione. Teorie del legame; aspetti elettronici, geometrici e sterici relativi ai leganti ed ai centri metallici ed alla loro interazione e influenza reciproca. Simmetria e isomeria nei composti di coordinazione. Stabilità degli stati di ossidazione. Andamenti generali (lungo il periodo e lungo il gruppo) delle proprietà per i metalli di transizione. Reazioni di sostituzione di leganti: aspetti termodinamici (stabilità dei complessi). Classificazione hard/soft e preferenze di legame. Leganti polidentati chelanti (e macrociclici). Aspetti cinetici/meccanicistici di reazioni di sostituzione su centri metallici quadrato planari e ottaedrici e per reazioni di trasferimento elettronico. Descrizione struttura e funzione di alcuni metalloenzimi, e confronto con la chimica di coordinazione del centro metallico.

### Bibliografia e materiale didattico

Materiale didattico: le slides delle lezioni ed altro materiale didattico sarà reso disponibile sulla piattaforma Moodle / Elearning. Testi di riferimento per gli argomenti trattati a lezione sono i seguenti :

**Modulo "Catalisi" (3 CFU).**

- G. P. Chiusoli and P. Maitlis, *Metal-Catalysis in Industrial Organic Processes*, RSC Publishing 2006. (Disponibile in Biblioteca) Capitoli 2, 3, 4, 7 e Appendici 1 e 2.
- R. Whyman, *Applied Organometallic Chemistry and Catalysis*, Oxford Chemistry Series, 2001. Capitoli 1, 2, 3.
- Istvan T. Horvath, *Encyclopedia of Catalysis*, Volume 2, Pag 387-397.
- G. C. Bond, *Heterogeneous Catalysis: Principles and Applications*, Oxford Chemistry Series, Seconda Edizione 1987. (Disponibile in Biblioteca) Capitoli 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 12.
- S. J. Thomson and G. Webb, *Heterogeneous Catalysis*, Oliver & Boyd 1968. (Disponibile in Biblioteca) Capitolo 1.
- C. Masters, *Homogeneous Transition-metal Catalysis*, A GENTLE ART, Chapman and Hall 1980. (Disponibile in Biblioteca) Capitolo 1
- G. W. Parshall and S. D. Ittel, *Homogeneous Catalysis*, John Wiley & Sons, Inc., Seconda Edizione 1992. (Disponibile in Biblioteca) Capitoli 5, 6.
- M. V. Twigg, *Catalyst Handbook*, Wolfe Publishing Ltd, second Edition. (Disponibile in Biblioteca) Cap. 8.

**Modulo "Reattività di Sistemi Inorganici" (3 CFU)**

- Chimica inorganica. J. E. Huheey, E. A. Keiter, R.L. Keiter, 4th. Ed. 1993, cap. 9, 11-14
- *Advanced Inorganic Chemistry*, F. A. Cotton, G. Wilkinson, 3rd Ed. 1972
- *Chemistry of the Elements*, N.N. Greenwood, A. Earnshaw, 2nd Ed. 1997, cap. 19-29
- *Mechanisms of Inorganic Reactions*, F. Basolo, R. G. Pearson, 2nd Ed. 1967
- E. Martell, R. D. Hancock, *Metal Complexes in Aqueous Solutions*, ed 1996, cap 2-4,6
- *Bioinorganic Chemistry*, W. Kaim, B. Schwederski, A. Klein, 2nd. Ed 2013, 2,5,6,11,12

### Modalità d'esame

- L'esame consiste in un colloquio che riguarda gli argomenti trattati dal corso.
- La prova orale è superata qualora lo studente dimostri una sufficiente conoscenza e capacità di ragionamento degli argomenti trattati, esprimendosi in modo chiaro ed usando la terminologia scientifica corretta.
- Alla fine dell'esame il docente assegnerà un voto (da 18/30 a 30/30 con lode) a seconda del grado di preparazione dello studente.
- Il colloquio non avrà esito positivo se lo studente non dimostrerà sufficienti conoscenze e non sarà in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia scientifica corretta.

L'esame verrà svolto in date selezionate presso il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale oppure online, attraverso la piattaforma Microsoft Teams.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Pagina web del corso

<https://teams.microsoft.com/team/19%3a28954ff43de7458ab1ae3e3068876a45%40thread.tacv2/conversations?groupId=101b171d-8a49-449a-bb20-cfa3d285eaef&tenantId=c7456b31-a220-47f5-be52-473828670aa1>

*Ultimo aggiornamento 24/07/2021 14:59*