

---

# Testi del Syllabus

---

Docente	<b>CURCIO EFREM</b>	Matricola: <b>010508</b>
---------	---------------------	--------------------------

---

Anno offerta:	<b>2014/2015</b>
---------------	------------------

Insegnamento:	<b>27000039 - FONDAMENTI CHIMICI DELLE OPERAZIONI A MEMBRANA</b>
---------------	--

Corso di studio:	<b>0702 - INGEGNERIA CHIMICA</b>
------------------	----------------------------------

Anno regolamento:	<b>2012</b>
-------------------	-------------

CFU:	<b>6</b>
------	----------

Settore:	<b>CHIM/07</b>
----------	----------------

Tipo attività:	<b>D - A scelta dello studente</b>
----------------	------------------------------------

Partizione studenti:	<b>-</b>
----------------------	----------

Anno corso:	<b>3</b>
-------------	----------

Periodo:	<b>Primo Semestre</b>
----------	-----------------------

Sede:	<b>UNIVERSITA' DELLA CALABRIA</b>
-------	-----------------------------------

---



## Tipo testo

## Testo

### Lingua insegnamento

Italiano

### Contenuti

Argomenti delle lezioni:  
Membrane ed operazioni a membrana: terminologia. Proprietà delle separazioni a membrana.  
Materiali e strutture delle membrane sintetiche: membrane simmetriche ed asimmetriche, membrane porose e dense, membrane composite, membrane a scambio ionico, membrane liquide supportate, membrane inorganiche.  
Tecniche di preparazione: sintering, stretching, track-etching, leaching, diffusion/temperature induced phase separation, tecniche sol-gel.  
Caratterizzazione di membrane. Moduli a membrana.  
Principi dell'equilibrio chimico ed elettrochimico delle operazioni a membrana. Trasporto in membrane: filtrazione in mezzi porosi, modello solubilità-diffusione, equazioni di trasporto fenomenologiche. Fenomeni di polarizzazione. Trasporto di materia ed energia in contattori a membrana. Trasporto di materia con reazione chimica in reattori a membrana.  
Applicazioni delle operazioni a membrana: trattamento delle acque, separazione di gas nell'industria chimica, sensoristica e diagnostica, operazioni di separazione e conversione nell'industria farmaceutica, biomedica e biotecnologia, celle a combustibile.  
Argomenti delle esercitazioni:  
Parametri di processo nelle operazioni a membrana: selettività, permeabilità, reiezione, fattore di recupero.  
Trasporto di materia in membrane porose: equazione di Carman-Kozeny, legge di Darcy, Dusty Gas Model.  
Trasporto di materia in membrane dense: equazione di Kedem-Katchalsky, modello di solubilità-diffusione.  
Trasporto in membrane cariche e principi di sensoristica chimica: potenziale di Donnan, esclusione di Donnan, potenziale di membrana ed equazione di Nernst-Plank.  
Bioreattoristica a membrana: cinetica di Michaels-Menten, fluidodinamica e reazioni chimiche: numero di Damkholer, Modulo di Thiele, efficienza.  
Argomenti delle attività di laboratorio: Preparazione di membrane polimeriche mediante il metodo di inversione di fase. Costruzione di un diagramma di fase polimero-solvente-non solvente  
Caratterizzazione di membrane micro- e nano-porose: pore size distribution, bubble point, permeabilità idraulica  
Operazioni a membrana in gradiente di pressione (nanofiltrazione, osmosi inversa): coefficiente di permeabilità, reiezione, fattore di recupero.  
Operazioni a membrana in gradiente termico: distillazione a membrana.  
Tecniche impedenziometriche per la caratterizzazione di membrane a scambio cationico/anionico/protonico. Applicazioni: elettrodialisi e celle a combustibile.  
Membrane liquide supportate e reattori fotocatalitici a membrana: overview e test sperimentali.

### Testi di riferimento

H. Strathmann, L. Giorno, E. Drioli, An introduction to membrane science and technology, Consiglio Nazionale delle Ricerche Ed. (Roma) 2006  
E. Drioli, A. Criscuoli, E. Curcio, Membrane Contactors: Fundamentals, applications and potentialities, ELSEVIER (Amsterdam) 2006

### Obiettivi formativi

Il corso intende fornire allo studente la conoscenza e la capacità di comprensione dei fondamenti chimici delle operazioni a membrana, sia attraverso la descrizione dei materiali e delle metodologie di fabbricazione delle membrane stesse, sia mediante l'approfondimento dei fenomeni di trasporto implicati nei processi di separazione e conversione a membrana. Il corso permette di acquisire specifiche competenze tecniche riguardo ad alcune tra le principali applicazioni

## ***Tipo testo***

## ***Testo***

pratiche nel campo della scienza e tecnologia delle membrane quali: la dissalazione, il trattamento di effluenti acquosi inquinanti, la separazione di gas, la sensoristica chimica, bioreattoristica a membrana per la produzione di farmaci, ingegneria tissutale e organi artificiali, celle a combustibile basate su membrane polimeriche a scambio protonico. Nell'ambito del percorso formativo proprio dell'ingegneria chimica, le nozioni acquisite consentono allo studente di valutare autonomamente le potenzialità d'impiego delle operazioni a membrana all'interno di uno schema di processo industriale.

### **Prerequisiti**

Nessuno

### **Metodi didattici**

Tradizionale

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Esame scritto e orale



# Testi in inglese

## Tipo testo

## Testo

### Lingua insegnamento

Italian

### Contenuti

Argomenti delle lezioni:  
 Membranes and membrane operations: terms and definitions. General properties of membrane separations.  
 Materials and structural characteristics of synthetic membrane: symmetric and asymmetric membranes, porous and dense membranes, composite membranes, ion-exchange membranes, supported liquid membranes, inorganic membranes.  
 Preparation methods: sintering, stretching, track-etching, leaching, diffusion/temperature induced phase separation, sol-gel techniques.  
 Membrane characterization. Membrane modules.  
 Membrane operations: principles of electro-chemical equilibrium and thermodynamics of irreversible processes. Transport phenomena in membranes: filtration through porous media, solubility-diffusion model, phenomenological transport equations. Concentration and temperature polarization phenomena. Energy and mass transfer in membrane contactors. Mass transfer and reaction in membrane reactors.  
 Membrane applications: water treatment, gas separation in petrochemical industry, chemical sensors, membrane separation and biocatalytic membrane reactors in pharmaceutical industry, biomedical and biotechnological applications, fuel cells.  
 Argomenti delle esercitazioni: Main process parameters in membrane separation: selectivity, permeability, rejection, recovery factor.  
 Mass transfer in porous membranes: Carman-Kozeny equation, Darcy's law, Dusty Gas Model.  
 Mass transfer in dense membranes: Kedem-Katchalsky equation, solubility-diffusion model.  
 Mass transfer in ion-exchange membranes and fundamentals of chemical sensors: Donnan potential, Donnan exclusion, membrane potential and Nernst-Planck equation.  
 Membrane bioreactors: Michaels-Menten kinetics, fluid-dynamics and chemical reactions: Damkohler dimensionless number, Thiele modulus, reaction efficiency.  
 Argomenti delle attività di laboratorio: Preparation of polymeric membranes by phase inversion method. Ternary phase diagram for polymer-solvent-non solvent system.  
 Characterization of micro- and nano-porous membranes: pore size distribution, bubble point, hydraulic permeability Pressure-driven membrane operations (nanofiltration, reverse osmosis): permeability coefficient, rejection, recovery factor.  
 Operazioni a membrana in gradiente termico: distillazione a membrana.  
 Electrochemical impedance spectroscopy for characterization of ionexchange membranes. Applications: electrodialysis and fuel cells.  
 Supported liquid membranes and photocatalytic membrane reactors: overview and experimental tests.

### Testi di riferimento

H. Strathmann, L. Giorno, E. Drioli, An introduction to membrane science and technology, Consiglio Nazionale delle Ricerche Ed. (Roma) 2006  
 E. Drioli, A. Criscuoli, E. Curcio, Membrane Contactors: Fundamentals, applications and potentialities, ELSEVIER (Amsterdam) 2006

### Obiettivi formativi

This course provides the basic knowledge and understanding of the chemical fundamentals of membrane technology, including the description of materials and methods of membrane preparation and characterization procedures, and the investigation of transport phenomena involved in membrane separation and conversion processes. This course allows students to acquire specific skills and expertise on the most common applications of membrane science and technology: desalination, water and wastewater treatment, gas separation, chemical

## ***Tipo testo***

## ***Testo***

sensors, membrane bioreactors in pharmaceutical applications, artificial organs and tissue engineering, fuel cells based on proton exchange polymer membranes. As part of the specific training in chemical engineering, the gained knowledge will allow students to properly evaluate the potential of membrane operations in industrial processes.

### **Prerequisiti**

None

### **Metodi didattici**

Traditional

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Written and oral examination