



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                              |                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DEPARTMENT                   | Ingegneria                                                                                                                                                                 |
| ACADEMIC YEAR                | 2018/2019                                                                                                                                                                  |
| MASTER'S DEGREE (MSC)        | CHEMICAL ENGINEERING                                                                                                                                                       |
| SUBJECT                      | INDUSTRIAL CHEMISTRY                                                                                                                                                       |
| TYPE OF EDUCATIONAL ACTIVITY | B                                                                                                                                                                          |
| AMBIT                        | 50352-Ingegneria chimica                                                                                                                                                   |
| CODE                         | 00478                                                                                                                                                                      |
| SCIENTIFIC SECTOR(S)         | ING-IND/27                                                                                                                                                                 |
| HEAD PROFESSOR(S)            | GALIA ALESSANDRO      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO                                                                                                           |
| OTHER PROFESSOR(S)           |                                                                                                                                                                            |
| CREDITS                      | 9                                                                                                                                                                          |
| INDIVIDUAL STUDY (Hrs)       | 144                                                                                                                                                                        |
| COURSE ACTIVITY (Hrs)        | 81                                                                                                                                                                         |
| PROPAEDEUTICAL SUBJECTS      |                                                                                                                                                                            |
| MUTUALIZATION                |                                                                                                                                                                            |
| YEAR                         | 1                                                                                                                                                                          |
| TERM (SEMESTER)              | 1° semester                                                                                                                                                                |
| ATTENDANCE                   | Not mandatory                                                                                                                                                              |
| EVALUATION                   | Out of 30                                                                                                                                                                  |
| TEACHER OFFICE HOURS         | <b>GALIA ALESSANDRO</b><br>Monday    15:00    16:00    Dipartimento Ingegneria -Ed. 6-I piano- Laboratorio di<br>Tecnologie Chimiche ed Elettrochimiche-Studio prof. Galia |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITES</b>          | Main concepts of General Chemistry and Organic Chemistry.<br>Fundamentals of Thermodynamics, Transport Phenomena, Unit Operations for Chemical Engineering, Plant design                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>LEARNING OUTCOMES</b>      | <p>Conoscenza e capacita' di comprensione (knowledge and understanding):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematiche connesse con le produzioni chimiche industriali finalizzate alla preparazione di composti chimici, intermedi, materiali macromolecolari e loro additivi, combustibili e fine chemicals.</li> <li>• Trattamenti di conversione fisica e chimica, aspetti tecnologici, economici ed ambientali connessi alla realizzazione dei processi di raffinaria.</li> <li>• Analisi critica di esempi selezionati di processi industriali organici impostata in modo da sottolineare la relazione che esiste tra le conoscenze fondamentali del processo (meccanismo di reazione, termodinamica del processo, approvvigionamento delle materie prime e procedure di isolamento dei prodotti) e la sua realizzazione industriale.</li> <li>• Familiarizzazione con una logica di filiera produttiva che partendo da un numero molto limitato di materie prime permette di accedere a migliaia di prodotti finiti di interesse commerciale.</li> </ul> <p>La verifica viene fatta con la prova orale</p> <p>Conoscenza e capacita' di comprensione applicate (applying knowledge and understanding):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestire in modo critico le problematiche insite nella realizzazione di processi chimici industriali nel rispetto dei criteri di sicurezza e di tutela ambientale.</li> <li>• Essere in grado di valutare comparativamente processi, o segmenti di processi produttivi in funzione dei criteri di sostenibilita' (ottimizzazione dei rendimenti energetici e di materia).</li> <li>• Individuare quantita' e portate di materia ed energia attinenti alle varie fasi di un processo chimico.</li> </ul> <p>La verifica viene fatta con la prova orale</p> <p>Autonomia di giudizio (making judgements)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viene stimolata riflettendo assieme agli studenti sulle modalita' con cui l'insieme delle conoscenze proprie della termodinamica e cinetica chimica, dei fenomeni di trasporto, della chimica generale ed organica e delle operazioni unitarie dell'ingegneria chimica cospirano per rendere possibile la realizzazione industriale di processi produttivi dell'industria chimica, della raffinaria e di produzione di macromolecole.</li> </ul> <p>La verifica viene fatta con la prova orale</p> <p>Abilita' comunicative (communication skills)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si cura la costruzione di una appropriata terminologia per la descrizione dei diversi processi sottolineando, ove possibile, le implicazioni delle differenze fra dizioni scientifiche e gergo industriale ed i limiti insiti nelle classificazioni scolastiche dei processi chimico-fisici.</li> </ul> <p>La verifica viene fatta con la prova orale</p> <p>Capacita' di apprendere (learning skills)</p> <p>L'approccio didattico utilizzato mira a sottolineare come l'apprendimento delle problematiche sia semplificato da una buona padronanza dei contenuti di base e caratterizzanti dell'ingegneria chimica. Si privilegia un approccio critico all'apprendimento caratterizzato dalla definizione del problema e dei vincoli da rispettare nella sua soluzione (scientifici, tecnologici, economici, normativi) e una costruzione meditata della migliore strategia di risoluzione.</p> <p>La verifica viene fatta con la prova orale</p> |
| <b>ASSESSMENT METHODS</b>     | <p>The exam is based on an oral talk between the student and the commission. The quotation mark depends on the level of criticism exhibited by the student in his/her discussion of the main features of the studied processes.</p> <p>The evaluation marks for the exam will be assigned according to the following criteria:</p> <p>27-30 to students that can describe critically the process architecture and operative conditions with no or just minor support of the teachers.</p> <p>23-26 to the students that can discuss critically the process only with the assistance of the teachers.</p> <p>18-22 to students that exhibit just an acritical knowledge of the process and that cannot explain at all the choices and the process structure even after inputs from the Teachers.</p> <p>In the absence of any of the aforementioned properties the student has failed the exam.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b> | To promote the increase of the awareness of the student in the instrumental utilization of his/her knowledges in the fields of thermodynamics, chemical kinetics, transport phenomena, unit operations of chemical engineering, to perform, to optimize and to manage industrial processes for the manufacture of low molecular weight products, macromolecules, and refinery products. The processes considered are selected in a wide range of industrial fields such as                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | petrochemistry, fine chemicals, macromolecules, refinery processes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>TEACHING METHODS</b>       | Lessons performed by the teacher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>SUGGESTED BIBLIOGRAPHY</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Weissermel K. e Arpe H. J. Industrial Organic Chemistry, VCH New York 4th Ed. 2003.</li> <li>•Moulijn J. A., Makkee M. e Van Diepen A. Chemical Process Technology, Wiley, terza ristampa con correzioni 2004.</li> <li>•Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 7th edition.</li> <li>•Dispense preparate dal docente.</li> </ul> |

## SYLLABUS

| Hrs | Frontal teaching                                                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4   | Introduction to industrial chemistry processes                                                                                 |
| 2   | Main features of techno-economical evaluation of a process and description of figure of merits for material efficiency         |
| 3   | Critical comparison between homogeneous and heterogeneous catalysis                                                            |
| 2   | Modeling of an heterogeneously catalyzed reaction                                                                              |
| 6   | Rate equations for selected rate determining steps                                                                             |
| 5   | Review of the most adopted industrial chemical reactors                                                                        |
| 5   | Industrial production of low molecular weigh olefins                                                                           |
| 6   | Organic industrial processes performed using heterogeneous catalysis: production od ethylene oxide and vinyl chloride monomer. |
| 10  | Homogeneously catalyzed industrial processes: the case of hydroformylation of olefins                                          |
| 6   | Industrial processes taht can be performed both with homogeneous and heterogeneous catalysis                                   |
| 10  | Introduction to macromolecules and polymerization processes                                                                    |
| 10  | Critical analysis of the main polymerization techniques for free radical processes                                             |
| 2   | Industrial production of PVC by suspension polymerization                                                                      |
| 3   | Classification of polyethylenes. Industrial synythesis of LDPE by polymerization in supercritical ethylene                     |
| 3   | General considerations on the energy market                                                                                    |
| 4   | Catalytic processes to enhance the octane number of gasoline pool: alkylation process and synthesis of MTBE                    |