

TIRE A PART de l'ACHEMA-JAHRBUCH 1971/1973
Tome I: Recherche et enseignement européens en génie chimique
(pages 762-764)

1203
↓
G11

GNO

Institut de Chimie Industrielle
de l'Ecole Polytechnique de Milan

Par
Giulio Natta, Professeur Dr.Ing.
Giuseppe Biardi, Dr.Ing.

Institut de Chimie Industrielle de l'Ecole Polytechnique de Milan

Par
Giulio Natta, Professeur Dr.Ing.
Giuseppe Biardi, Dr.Ing.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über die Unterrichts- und Forschungstätigkeit des Instituts auf dem Gebiet der Technischen Chemie berichtet. Insbesondere wird näher eingegangen auf die Vorlesungen der verschiedenen Jahrgänge für Studenten des Chemischen Ingenieurwesens an der Technischen Hochschule in Mailand, das Forschungsprogramm und

die Veröffentlichungen der folgenden im Institut tätigen Studien-
gruppen: Chemisches Ingenieurwesen, Katalyse und industrielle
Verfahren, Makromolekulare Chemie, Werkstoffe und Angewandte
Chemie, Chemische Instrumentierung und Verschmutzung.

SUMMARY

Report on the teaching and research activity performed at the Institute in the fields of Industrial Chemistry and Chemical Engineering. In particular, this report covers the courses for students in Chemical Engineering of the different years at the Poly-

technic, as well as the research programmes and publications in the following fields: Chemical Engineering, Catalysis, Industrial Processes, Macromolecular Chemistry, Applied Chemistry and Materials, Chemical Instrumentation, Pollution.

GENERALITES

Depuis 1938, l'Institut est dirigé par le Prof. Dr. Ing. Giulio Natta (Prix Nobel de Chimie en 1963). Depuis cette époque, des changements importants ont eu lieu, tant en ce qui concerne les domaines de recherche que l'équipement scientifique et l'enseignement; la situation est aujourd'hui la suivante:

L'Institut occupe environ 65 personnes, dont 24 ont une formation scientifique et des responsabilités de recherche et d'enseignement à différents niveaux.

Les activités scientifiques les plus importantes exercées à l'Institut concernent les domaines suivants:

1. Génie chimique de base; 2. Catalyse et procédés industriels; 3. Chimie macromoléculaire, chimie appliquée et matériaux; 4. Analyse instrumentale; 5. Pollution.

Equipement scientifique (grands appareils):

6 Spectrophotomètres I. R. Perkin Elmer à prismes et à réseaux

1 Spectromètre de R.M.N. Varian HA 100

1 Spectromètre pour visible et U. V. Cary Mod. 15

1 Diffractomètre automatique à Rayons X G. E. mod. XRD6

1 Diffractomètre Philips PW 1130 avec colonne circuit panel PW 1370

1 Ultracentrifugeuse analytique Spinco Mod. E

1 Rhéogoniomètre Weissenberg Sangamo Ltd. Mod. D R 18

1 Dynamomètre Instron Mod. TT

1 Vibromètre Istituto Naz. Ultraacustica

1 Microdensitomètre à deux rayons Joyce Mod. M K III B

ENSEIGNEMENT

La plupart de cours annuels pour les étudiants en Génie Chimique sont donnés par des professeurs de l'Institut; il faut cependant noter que, dans l'Ecole, la tâche d'organiser l'activité didactique est confiée à la Faculté et non aux Instituts. Les cours donnés dans l'Institut sont les suivants: 1. Chimie appliquée. 2. Chimie Industrielle I, Chimie Industrielle II, Compléments de Chimie Industrielle. 3. Installations Chimiques I, Installations Chimiques II, Installations pétrolières. 4. Principes de Génie Chimique, Programmation de l'Expérimentation Industrielle, Théorie et Développement des processus chimiques, Analyses des systèmes du Génie Chimique. 5. Chimie Macromoléculaire, Structure des matériaux macromoléculaires, Technologie chimique des matières plastiques et des vernis. 6. Chimie III, Instrumentation Chimique.

En ce qui concerne le nombre d'étudiants fréquentant les cours ci-dessus, il convient de mentionner que, à l'exception des Cours de Chimie Appliquée qui sont donnés pour les étudiants en Génie de toutes les spécialisations, c'est à dire pour environ 1800 étudiants, les autres cours ne concernent que les élèves de Génie Chimique qui sont environ 150-200 par an. La durée des études est de 5 ans. Pour les élèves de Génie Chimique, les cours mentionnés ci-dessus sont offerts pendant les trois dernières années d'études. Les cours de Chimie Appliquée pour les élèves des Génies autres que le Génie Chimique sont donnés en deuxième année.

Les locaux réservés à l'activité d'enseignement comprennent: deux amphithéâtres pour 600 places au total; deux salles de conférence pour les travaux d'équipe; un laboratoire de chimie analytique et organique et un laboratoire pour les installations de Génie Chimi-

que, chaque laboratoire ayant une surface d'environ 350 mètres carrés.

Enfin un nombre relativement important d'étudiants des deux dernières années prépare une thèse en travaillant dans les laboratoires de recherche de l'Institut.

La bibliothèque de l'Institut est également à la disposition des étudiants et des chercheurs avec ses 4000 volumes et 90 périodiques.

RECHERCHE

L'activité scientifique de l'Institut a été orientée pendant plusieurs années surtout sur la chimie des hauts polymères et sur l'étude de processus catalytiques d'importance industrielle. En particulier les études de chimie macromoléculaire ont été développées dans plusieurs directions: préparation de monomères, étude des systèmes catalytiques pour la polymérisation (en particulier systèmes stéréospécifiques) étude chimique, physico-chimique et technologique des réactions et des produits polymériques obtenus. Cette activité de l'Institut, effectuée sous la direction du Professeur Giulio Natta, a suscité le vif intérêt des milieux scientifiques internationaux et a mené à l'obtention du Prix Nobel de Chimie en 1963 (partagé avec le Professeur Ziegler) pour la polymérisation stéréospécifique.

Outre ces domaines, l'Institut a développé, pendant ces dernières années, d'autres thèmes de recherche qui peuvent être ainsi résumés:

1. Génie Chimique

1.1 Génie des Réacteurs Chimiques (Recherches théoriques et appliquées aux réacteurs industriels).

1.2 Modèles mathématiques des phénomènes physico-chimiques et de l'appareillage chimique industriel.

1.3 Mathématique appliquée, en termes de «software» de base pour l'optimisation et l'analyse de régression.

1.4 Analyse des systèmes (critères de décomposition des grands systèmes).

1.5 Réacteurs de laboratoire pour l'obtention de données cinétiques.

1.6 Opérations unitaires de génie chimique (colonnes d'absorption à remplissage, colonnes de distillation sous vide, lits fluidisés).

1) G. Buzzi Ferraris, G. Antolini, G. Donati, Ottimazione di una colonna di distillazione discontinua. *Ing. Chim. Ital.* 5 (1969) 1

2) A. Cappelli, M. Dente: Modelli di regolazione, di ottimazione e di controllo adattivo per l'applicazione di un calcolatore di processo su un impianto di ammoniaca, *Proceeding of the X International Automation Conference, Milano 20-26 Novembre 1968*

3) G. Buzzi Ferraris: Ottimazione di sistemi divisibili in stadi. *Ing. Chim. Ital.* 5 (1969) 27

4) M. Dente, G. Biardi, E. Ranzi: Un nuovo metodo per il calcolo dei profili di concentrazione e del fattore di utilizzazione per reazioni complesse evolventisi in granuli catalitici non isoterme. *Ing. Chim. Ital.* 5 (1969) 65 et 5 (1969) 122

5) M. Dente, G. Biardi: Use of Laboratory Kinetic Data for the Design and Optimization of Industrial Reactors. *Chimica e Industria* 51 (1969) 1073

6) M. Dente, G. Biardi, A. Cotrone: Calcolo di reattori per reazioni endotermiche eterogenee catalitiche in tubi riscaldati per irraggiamento in modo non uniforme. *Ing. Chim. Ital.* 11 (1969) 151

7) G. Buzzi Ferraris, G. Donati: Osservazioni sulla cinetica della reazione di sintesi dell'ammoniaca. *Ing. Chim. Ital.* 6 (1970) 1

8) G. Buzzi Ferraris, A. Poli, G. Donati, G. Biardi: Studio di un modello matematico atto a descrivere il processo di reforming catalitico. *Nota I, Ing. Chim. Ital.* 6 (1970), 61; *Nota II, 6 (1970) 67*

9) M. Dente, E. Ranzi, G. Biardi: Sviluppo di un modello matematico per reattori chimici tubolari con importanti fenomeni diffusivi assiali e radiali. *Ing. Chim. Ital.* 6 (1970) 116

10) G. Buzzi Ferraris, G. Donati: Analysis of the Kinetic Models for the Reaction of Synthesis of Methanol. *Chimica e Industria* 7 (1971) 53

11) G. Biardi, G. Donati, A. Cotrone, G. Buzzi Ferraris: Développement d'un modèle mathématique pour l'optimisation en ligne d'un réacteur chimique autothermique, *Conférence Internationale des Arts Chimiques, Paris, Avril 1971*

12) G. Biardi, G. Antolini, F. Losco, M. Dente: Applicazione numerica di un metodo variazionale alla soluzione di problemi di moto puramente viscoso per fluidi non Newtoniani. *Rend. Acc. Naz. Lincei* (8) 47 (1969) 193

13) G. Buzzi Ferraris, G. Donati: Determinazione dei parametri di un modello cinetico tipo Hougen-Watson. *Ing. Chim. Ital.* 6 (1970) 139

14) M. Dente, E. Ranzi, G. Antolini, F. Losco: Study of a Theoretical Model for Simulating the Thermal Cracking of Hydrocarbon Mixtures. *European Symposium on "Use of Computers in Studies preceding the design of Chemical Plants", Florence 1970*

15) G. Buzzi Ferraris: An optimization method for multivariable functions. *European Symposium on "Use of Computers in studies preceding the design of Chemical Plants", Florence 1970.*

2. Catalyse et procédés industriels

2.1 Processus catalytiques pour l'oxydation et l'ammonoxydation des oléfines.

2.2 Processus d'époxydation des oléfines avec hydroperoxydes organiques.

2.3 Production de ω -lactames

2.4 Synthèse d'aminoalcools et d'aminoacides.

2.5 Etudes sur la cellulose et le papier.

2.6 Chimie des cétènes.

2.7 Recherche de chimie analytique industrielle.

2.8 Processus catalytiques pour l'hydroformilation du propylène sur catalyseurs hétérogènes.

2.9 Etude des catalyseurs à base de tamis moléculaires.

1) F. Trifirò, I. Pasquon, V. DeVecchi, S. Notarbartolo: Nature of the Active Component in a $Fe_2O_3-MoO_3$ Catalyst. *Note I, J. of Catalysis* 15 (1969) 8-16; *Note II, 22 (1971) 324*

2) G. Sioli, L. Giuffrè, E. Tempesti: Comportamento delle anidridi degli acidi monocarbossilici nel solvente solforico. *Chimica e Industria* 51 (1969) 693

3) L. Giuffrè, G. Sioli: Valutazione della composizione di soluzioni concentrate di acido cicloesancarbossilico ed oleum. *Chimica e Industria* 51 (1969) 787

4) L. Giuffrè, E. Santacesaria: Dosaggio dell'acido ϵ -amminocapronico e dell' ϵ -caprolattame negli oli di lattame. *Chimica e Industria* 51 (1969) 1341

5) F. Trifirò, I. Pasquon, P. Villa, C. Lambri: Study on the Oxidation Catalysts Based on Sn and Sb Oxides. *Note I, Chimica e Industria* 52 (1970) 228, *Note II, Ing. Chim. Ital.* 52 (1970) 857; *Note III, Chimica e Industria* 53 (1971) 339

6) F. Trifirò, L. Kubelkova, I. Pasquon: Adsorption of Propylene and Acrolein on a Bi-Mo-Si Oxide Catalyst. *J. Catalysis* 19 (1970) 121

7) I. Pasquon, F. Trifirò: Gas-chromatographic study of Ag Based Catalysts for Ethylene Epoxidation. *Travail présenté au Congrès International IUPAC - Processus Catalytiques d'Oxydation, Londres, Juillet 1970*

8) G. Sioli, R. Mattone, L. Giuffrè, R. Trotta, E. Tempesti: Studi sulle pirolisi dell'anidride e dell'acido cicloesancarbossilico. *Chimica e Industria* 53 (1971) 133 et 645

9) F. Trifirò, I. Pasquon: Some Properties of Molybdates as Oxidation Catalysts. *Chimica e Industria* 53 (1971) 577

10) L. Giuffrè, E. Tempesti, G. Sioli, M. Fornaroli, G. Airoidi: Pentamethyleneketene nitrosation with nitrosulphuric acid in aqueous sulphuric acid. *Chemistry and Industry*

- 11) F. Trifirò, H. Hoser, R. D. Scarle: Relationship between Structure and Activity of Mixed Oxides as Oxidation Catalysts. I. Preparation and Solid State Reactions of Bi-molybdates. *J. Catalysis*
- 12) Brevet Italien 16229, Procédimento per la preparazione di ω -lattami e loro precursori, L. Giuffrè, G. Sioli.

Suite des publications relatives à Catalyse et Procédés industriels:

- 13) F. Trifirò, A. Nucciotti, E. Mognaschi, G. Lanzi: Analisi degli spettri E.P.R. di catalizzatori di ossidazione, *Rend. Acc. Naz. Lincei* (8) **48** (1970) 62

3. Chimie Macromoléculaire, chimie appliquée et matériaux

3.1 Synthèse de polymères avec des groupes fonctionnels particuliers.

3.2 Catalyse métallo-organique de polymérisation stéréospécifique et structure de complexes métallorganiques modèles.

3.3 Synthèse de polymères polydimensionnels avec structure régulière.

3.4 Caractérisation de structure et conformation macromoléculaire et supermoléculaire.

3.5 Propriétés mécaniques, rhéologiques et viscoélastiques des matériaux organiques.

3.6 Applications biomédicales de polymères.

3.7 Modèles de matériaux viscoélastiques et propriétés thermodynamiques.

3.8 Synthèse de matériaux polymères biphasiques avec phases caractérisées par un faible temps de relaxation.

3.9 Phénomènes de transfert de l'eau et de solutions à travers des membranes semi-perméables. Préparation de membranes.

3.10 Réactions de synthèse de polymères greffés.

- 1) A. L. Segre, P. Ferruti, E. Toja, F. Danusso: NMR Data on Deuterated Polystyrenes, *Macromolecules* **2** (1969) 35
- 2) A. Crugnola, F. Zoppi, G. Moraglio: High-temperature Mechanical Behaviour of PVC: A Comparison of Suspension - and Emulsion - prepared Polymers. *J. Polymer Sci.* **13** (1969) 55
- 3) P. Ferrutti, D. Gill, M. P. Klein, M. Calvin: Correlation between Conformation and Pairwise Spin Exchange in Flexible Biradicals in Solutions: Control of Conformation by pH-dependent Ionic Forces. *J. Am. Chem. Soc.* **91** (1969) 77
- 4) L. Porri, G. Vitulli, M. Zocchi, G. Allegra: A But-2-ethyl-buta-1,3-diene Complex of Cobalt. *Chem. Communications* **276** (1969)
- 5) A. Crugnola, M. Pegoraro, F. Severini: Structure of Copolymers of Polyacrylic Acid Grafted on Ethylene Propylene Elastomers as Determined by Chemical/Physical Methods. *J. Polymer Sci. Part C* **16** (1969) 4547
- 6) G. Natta, G. Allegra, I. W. Bassi, C. Carlini, E. Chiellini, C. Montagnoli: Isomorphism Phenomena in Isotactic Poly(4-methyl-substituted-olefins). *Macromolecules* **2** (1969) 311
- 7) F. Danusso, P. Ferruti: Synthesis of Tertiary Amine Polymers. *Polymer* **11** (1970) 88.
- 8) F. Danusso, P. Ferruti, A. Feré: Copolymerization of Acrylonitrile with Enamines. *European Polymer J.* **6** (1970) 1261
- 9) M. A. Marchisio, C. Sbertoli, G. Faina, P. Ferruti: A New Antagonist of Heparin: Partially N-oxidized poly-Allyldiethylamine. *European J. Pharmacology* **12** (1970) 236
- 10) F. Danusso, G. Tieghi, V. Felderer: A Two-range Equation for Crystallization Kinetics of Polymers. *European Polymer J.* **6** (1970) 1521
- 11) L. Szilagyi, G. Locati: A New Method for Measuring the Complex Shear Modulus of a Viscoelastic Material Couples with an Elastic Material. *Rheol. Acta* **9** (1970) 535
- 12) G. Moraglio, G. Gianotti, F. Zoppi, U. Bonicelli: Polybutene-1. Unperturbed Molecular Dimensions at Different Temperatures of Isotactic and Atactic Stereoisomers. *European Polymer J.* **7** (1971) 303

- 13) M. Zocchi, G. Tieghi, A. Albinati: The Molecular Structure of di-acetatobis (2-methylallyl-3-norbornyl)-dipalladium(II). *J. Org. Chem.* **33** (1971) C 67
- 14) M. Pegoraro, A. Penati, G. Natta: Innesto in fase omogenea del polipropilene isotattico con acido acrilico. *Chimica e Industria* **51** (1971) 235
- 15) J. Bares, M. Pegoraro: Properties of Ethylene-Propylene-Vinylchloride Grafted Copolymers. I. *J. Polymer Sci. A-2*, **9** (1971) 1271
- 16) J. Barton, M. Pegoraro, L. Szilagyi, G. Pagani: Radical Reactions Initiated by Chelate Complexes of Transition Metals. *Makromol. Chemie* **144** (1971) 245
- 17) M. Pegoraro: Conférence Générale au Congrès I.U.P.A.C sur les modifications des polymères (Juin 1971) Bratislava

Suite des publications relatives à Chimie Macromoléculaire, Chimie appliquée et Matériaux:

- 18) G. Natta, M. Pegoraro, A. Penati: Analisi all'infrarosso di miscele fisiche o innestate di poliaccido acrilico e polipropilene. *Quaderni de "La Ricerca Sci."* **58** (1969) 344
- 19) G. Natta, L. Porri: Elastomers by Coordinated Anionic Mechanism. A. Diene Elastomers. *The Polymer Chemistry of Synthetic Elastomers*. Cap. 7. pag. 597. Ed. Kennedy and Tornqvist, John Wiley & Sons, N.Y.
- 20) G. Natta, A. Valvassori, G. Sartori: Elastomers by Coordinated Anionic Mechanism-B-Ethylene-Propylene Rubbers. *The Polymer Chemistry of Synthetic Elastomers*. Cap. 7, pag. 670. Ed. Kennedy and Tornqvist, John Wiley & Sons, N.Y.
- 21) J. Bares: Properties of Ethylene-Propylene-Vinylchloride Grafted Copolymers. I. *J. Polymer Science A-2* (1971) **9**, 1271
- 22) L. Porri, A. di Corato, G. Natta: Polymerization of 1,3-Pentadiene by Cobalt Catalysts; Synthesis of 1,2 and cis-1,4 Syndiotactic Polypentadienes. *European Polymer J.* **5** (1969) 1

4. Analyse instrumentale

4.1 Applications des techniques de l'analyse instrumentale (spectrophotométrie, IR, UV, RMN, spectrométrie de masse, chromatographie en phase gazeuse) à l'étude des réactions organiques.

4.2 Etude des réactions d'alcoylation, d'acylation, d'isomérisation des composés organiques en présence de catalyseurs de type Friedel-Crafts (SnCl₄, BF₃, etc.).

4.3 Etude des relations entre les paramètres de rétentions de chromatographie en phase gazeuse et la structure moléculaire surtout pour les isomères configurationnels.

5. Pollution

5.1 Elimination des métaux lourds dans les effluents liquides.

5.2 Elimination de l'anhydride sulfureux.

5.3 Utilisation de l'ozone dans les problèmes de pollution atmosphérique.

En conclusion, à la fin de ce bref exposé sur l'activité d'enseignement et de recherche de l'Institut, il convient de signaler quelles sont les tendances évolutives prévues pour les prochaines années. En ce qui concerne l'enseignement, il est presque impossible de faire des prévisions valables à cause de l'impasse dans laquelle se trouve l'Université italienne en ce moment. Ce qui pourra arriver aura même des conséquences sur l'activité scientifique de l'Institut; quoiqu'il en soit, il est vraisemblable que les lignes de recherche actuelles seront confirmées et qu'on développera surtout celles qui ont trait à la simulation mathématique des procédés avec ordinateur, à la catalyse appliquée et à la chimie fine, à la science des matériaux, au «bio-engineering» de même qu'aux problèmes chimiques et physicochimiques liés à la pollution. Cela se fera, comme d'ailleurs on l'a fait jusqu'à présent, en collaboration avec les organismes scientifiques de l'Etat aussi bien qu'avec l'industrie.