

Paolo Corradini

## Ricordo di Giulio Natta nel Centenario della Nascita

### Recollection of Giulio Natta, Nobel Prize for Chemistry 1963, on the occasion of the Centenary of his birth

We celebrate this year the Centenary of the birth of Giulio Natta, professor of Industrial Chemistry at the Politecnico di Milano, Academician of the "Lincei" and Nobel Prize in Chemistry in 1963 (Porto Maurizio, now Imperia, February 26, 1903). The discoveries made by Giulio Natta have given a strong push to the progress of Science and made available to men a whole series of new materials, that we are using now for the benefit (welfare) of mankind. An example is isotactic polypropylene. The production of it, which started from zero in the Fifties, amounts nowadays, in the world, to 30 million tons per year, with an average consumption of the order of magnitude of five kilograms per year per inhabitant of the Earth!

Propylene may be obtained cheaply and in large quantities from oil. The possibility to obtain a crystalline polymer from propylene, the polymer that was called then *isotactic polypropylene*, was discovered by Giulio Natta and his collaborators in March 1954. The corresponding macromolecules are characterized by the presence of long sequences of monomeric units, which have the same configuration. In the solid state, such sequences give rise to a helicoidal molecular conformation.

The first two Memories on the subject were submitted for publication at the Accademia dei Lincei in December 1954. (of which one in collaboration with the author), followed by a letter to the editor

Ricorre quest'anno il centenario della nascita di Giulio Natta, professore di Chimica Industriale nel Politecnico di Milano, Accademico Linceo e Premio Nobel per la Chimica 1963 (Porto Maurizio, oggi Imperia, 26 febbraio 1903).

Le scoperte fatte da Giulio Natta hanno dato una grande spinta al progresso della Scienza e hanno messo a disposizione dell'uomo tutta una serie di nuovi materiali, di cui tutti noi usufruiamo per il nostro benessere. Basti pensare al polipropilene isotattico, la cui produzione, partita da zero negli anni Cinquanta, supera attualmente nel mondo 30 milioni di tonnellate all'anno, per un consumo medio di circa cinque chilogrammi all'anno per abitante della terra!

La possibilità di ottenere un polimero cristallino dal propilene (ricavabile in grandi quantità dal petrolio), polimero denominato poi *polipropilene isotattico*, fu scoperta da Giulio Natta e dai suoi collaboratori nel marzo 1954; le corrispondenti macromolecole sono caratterizzate dalla presenza di lunghe sequenze di unità monomeriche che hanno la stessa configurazione, dando luogo, allo stato solido, ad una conformazione elicoidale.

Al riguardo, le prime due Memorie pubblicate furono presentate all'Accademia dei Lincei nel dicembre 1954 (di cui una in collaborazione con lo scrivente), seguite poco dopo da una lettera all'editore del Journal of the American Chemical Society, a firma di Giulio Natta, P. Pino, P. Corradini, F. Danusso, E. Mantica, G. Mazzanti, G. Moraglio: "Crystalline High Polymers of alpha-Olefins".

La scoperta della polimerizzazione stereospecifica ha aperto un periodo nuovo nella chimica macromolecolare, il cui interesse non è solo scientifico, ma anche pratico; l'industria delle materie plastiche, degli elastomeri e delle fibre ne è stata infatti profondamente influenzata.

Nel 1963 il professor Ziegler e il professor Natta hanno ricevuto insieme il Premio Nobel per la Chimica.

Il professor Fredga, nel discorso di presentazione per il Premio Nobel, ha messo in evidenza come la nostra epoca stia assistendo al graduale rimpiazzo di materiali tradizionali (come vetro, porcellana, legno, metalli) con materiali sintetici, le materie plastiche, ottenibili per polimerizzazione (di molecole piccole).

Il professor Ziegler ha inventato un metodo interamente nuovo di polimerizzazione, in particolare dell'etilene, realizzando la crescita delle catene polimeriche (completamente lineari) per addizione su

of the Journal of the American Chemical Society, by Giulio Natta, P. Pino, P. Corradini, F. Danusso, E. Mantica, G. Mazzanti, G. Moraglio: "Crystalline High Polymers of alpha-Olefins".

The discovery of the stereospecific polymerisation has opened an entirely new field in Macromolecular Chemistry. Its interest is not only scientific, but also practical; the Industry of Plastics, of Elastomers and of Fibers has been strongly influenced.

In 1963 prof. Ziegler and prof. Natta have got together the Nobel Prize in Chemistry. Prof. Fredga, in the Presentation Speech for the Nobel Prize, has said that our Epoch is witnessing the gradual replacement of traditional materials (such as glass, porcelain, wood, metals, bones and horn) with synthetic materials, such as Plastics, which can be obtained by polymerisation (of small molecules). Prof. Ziegler has invented an entirely new method of polymerisation, in particular of ethylene, obtaining the growth of polymeric chains (completely linear) through the addition on metal-carbon bonds. This catalytic addition is much softer than the one known previously, which occurred on free radicals, and which gives rise to side chains and other anomalies. If instead of ethylene we polymerise propylene, propylene may originate chains with a lateral methyl group ( $-\text{CH}_3$ ) every two carbon atoms; this lateral group may be oriented on the right or on the left along the chain.

When their orientations are randomly distributed, the chain has a spatially irregular configuration. Prof. Natta has found that certain types of Ziegler catalysts lead to *stereoregular* macromolecules, i.e. macromolecules with a spatially uniform structure. In such chains, all the side groups point to the right or to the left, these chains being called *isotactic*. The molecular environment of the metal atom, at which new units are stuck on the chain as mentioned before, is so shaped that it permits only a definite orientation of the side groups.

These statements by Fredga, and analogous statements by prof. Natta in his Nobel Speech, may be considered prophetic in respect to scientific findings and certain conclusions, which have been obtained much more recently.

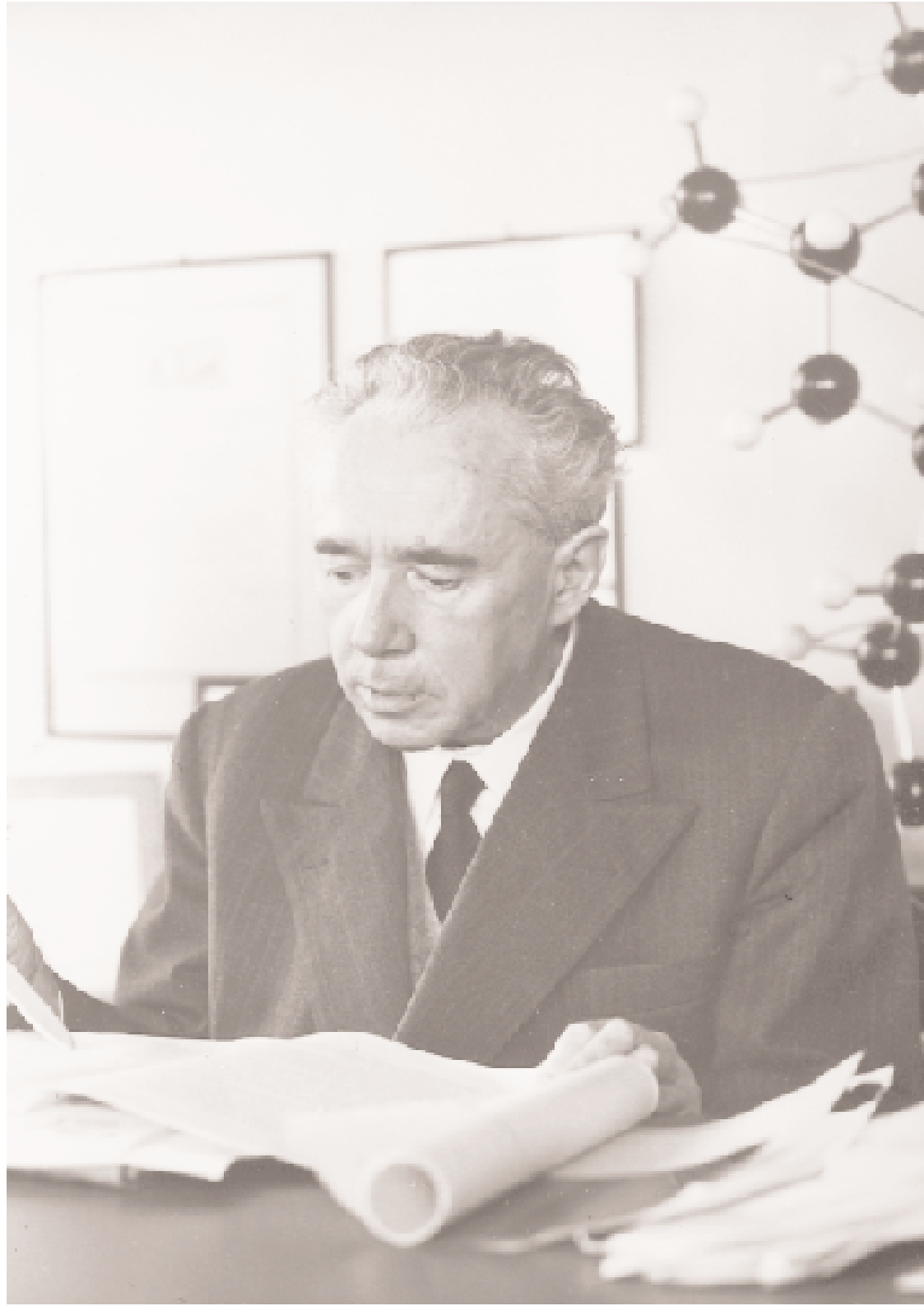
In the motivation by Fredga we read more: «Isotactic polymers show very interesting characteristics. Thus, while ordinary hydrocarbon chains are zigzag – shaped, isotactic chains form helices with the side groups pointing outwards. Such poly-

1.  
Nel suo studio (1963)  
In his study (1963)



legami metallo-carbonio. Questa addizione catalitica è molto più dolce di quella nota precedentemente su radicali liberi, che può dare invece catene con ramificazioni o altre anomalie.

Se invece dell'etilene si polimerizza il propilene, questo potrebbe dar luogo a catene, con un gruppo laterale metilico ( $-\text{CH}_3$ ) ogni due atomi di carbonio; questo gruppo laterale potrebbe essere orientato a destra oppure a sinistra lungo la catena. Quando questi orientamenti sono distribuiti a caso, la catena ha una configurazione spaziale irregolare. Il professor Natta ha trovato tuttavia che certi tipi di



2.  
Immagine di Giulio Natta,  
alla vigilia del premio Nobel  
Photo of Giulio Natta, on the  
eve of the Nobel Prize

mers give rise to novel synthetic products such as fabrics which are light and strong at the same time, and ropes which float on the water, to mention only two examples.

Nature synthesizes many *stereoregular* polymers, for example cellulose and rubber. This ability has so far been thought to be a monopoly of Nature operating with biocatalysts known as enzymes. But now prof. Natta has broken this monopoly.»

The discovery of stereoregular polymers has produced and is still producing important consequences in the field of Pure and Applied Science. During a Meeting for the “Celebrazione del centenario della nascita del prof. Natta”, held in the days 12 and 13 of March at the Accademia dei Lincei, we have had the opportunity to hear many well known Professors and Researchers, Italian and foreigners, which have been recent “primi attori” in the comprehension of the mechanisms of the stereoselective catalysis of polymerisation, in the discovery and exploitation of new catalytic processes and their technologies and in the study of the structure and use properties of polymers. In a Round Table of Recollection, some “moments” have been recalled, related to the discovery of isotactic polypropylene and numerous other stereoregular polymers by prof. Natta and his direct collaborators.

The impact of the researches which have been conducted also on other fields of Chemistry and, more generally, on Science, Technology and Teaching have been discussed in the Meeting.

(On the more recent researches see for instance the paper by Paolo Corradini: “Regio- e stereoselettività nelle polimerizzazioni con catalizzatori Ziegler-Natta” in Volume 25 “Giornata Lincea: Enzimi e Catalizzatori Chimici”, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 1998).

catalizzatori Ziegler portano a macromolecole *stereoregolari*, cioè a macromolecole con una struttura spazialmente uniforme. In queste catene tutti i gruppi laterali puntano a destra, oppure tutti a sinistra, e le catene si dicono isotattiche. L'intorno molecolare dell'atomo di metallo, sul quale si addizionano le unità monomeriche ha una forma tale, da permettere una sola orientazione definita per i gruppi laterali.

Queste dichiarazioni di Fredga, e dichiarazioni analoghe di Natta nel discorso d'investitura, si possono considerare profetiche rispetto a ritrovati scientifici e conclusioni certe ottenute molto più recentemente.

Nella motivazione di Fredga si legge ancora:

«I polimeri isotattici mostrano caratteristiche molto interessanti. Mentre le catene idrocarburiche ordinarie hanno una forma a zig-zag, le catene isotattiche formano eliche, da cui i gruppi laterali spuntano in fuori. Questi polimeri danno origine a nuovi prodotti sintetici, come tessuti che sono leggeri e forti nello stesso tempo e funi che galleggiano sull'acqua, per citare solo due esempi.

La Natura sintetizza molti polimeri *stereoregolari*, per esempio la cellulosa e la gomma. Si pensava finora che questo fosse un monopolio della Natura, che operava con biocatalizzatori noti come enzimi. Ma adesso il prof. Natta ha rotto questo monopolio.» La scoperta dei polimeri stereoregolari ha prodotto e sta ancora producendo importanti conseguenze nel campo della Scienza Pura e Applicata.

Durante un convegno relativo alla celebrazione del centenario della nascita del professor Natta, che si è tenuto nei giorni 12 e 13 marzo 2003 presso l'Accademia dei Lincei, hanno parlato illustri Professori e Ricercatori italiani e stranieri, che sono stati recenti primi attori nella comprensione dei meccanismi della catalisi stereoselettiva di polimerizzazione, nella messa a punto di nuovi processi catalitici e delle relative tecnologie e nello studio della struttura e delle proprietà d'uso dei polimeri. In una Tavola Rotonda sono stati ricordati alcuni momenti della scoperta del polipropilene isotattico e di numerosi altri polimeri stereoregolari da parte del prof. Natta e dei suoi diretti collaboratori, e più in generale l'impatto delle ricerche svolte anche in altri settori della Chimica e sulla Didattica.

(Sulle più recenti ricerche si veda ad esempio l'articolo di Paolo Corradini: “Regio- e stereoselettività nelle polimerizzazioni con catalizzatori Ziegler-Natta” nel Volume 25 “Giornata Lincea: Enzimi e Catalizzatori Chimici”, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 1998).