



208

Una nuova classe di polimeri di α -olefine, aventi eccezionale regolarità di struttura (*)

Memoria (**) del Socio GIULIO NATTA

RIASSUNTO. — Vengono descritte le proprietà eccezionali di una nuova classe di idrocarburi macromolecolari a struttura lineare ottenuti per polimerizzazione di α -olefine.

L'alta temperatura di fusione, l'elevata cristallinità, la scarsa solubilità, le speciali proprietà meccaniche di tali polimeri, vengono attribuite ad una particolare regolarità di struttura dovuta all'esistenza, in ogni singola macromolecola, di lunghe ed ordinate sequenze di atomi di carbonio asimmetrici aventi la stessa configurazione sterica.

A tale particolare tipo di ordinamento di atomi di carbonio asimmetrici tra macromolecole lineari viene proposto il nome di « isotattico ».

I polimeri vinilici, derivanti dalla polimerizzazione testa-coda di monomeri del tipo $\text{CH}_2=\text{CHR}$, sono caratterizzati dal possedere catene principali in cui atomi di carbonio asimmetrici si alternano a gruppi metilenici.

La generalmente riconosciuta incapacità a cristallizzare dei polimeri contenenti successioni di gruppi $-\text{CH}_2-\text{CHR}-$, qualora il gruppo R ha dimensioni molto maggiori dell'idrogeno legato al carbonio, era stata appunto attribuita alla diversa configurazione degli atomi di carbonio asimmetrici, per cui non si ha nella catena di tali polimeri una ripetizione regolare di elementi costitutivi spazialmente identici, ma una successione, per lo più statisticamente disordinata, di due diverse unità strutturali, che differiscono fra loro soltanto per la configurazione sterica dei relativi atomi di carbonio asimmetrici.

Tutti i polimeri, descritti nella letteratura scientifica, derivanti da olefine del tipo sopraindicato, in cui R è un gruppo alchilico, sono infatti liquidi o solidi amorfi.

(*) La presente Memoria, di carattere introduttivo, sull'identificazione e su alcune proprietà generali di una interessantissima nuova categoria di polimeri di α -olefine, da noi preparati, aventi una singolare regolarità di struttura, un'alta cristallinità e proprietà fisiche e meccaniche eccezionali, non rappresenta che una parte di un complesso di lavori svolti nel 1954 con la collaborazione della *Società Montecatini* e di numerosi ricercatori, presso l'*Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Milano* e precisamente con la collaborazione di PIERO PINO per la organizzazione delle ricerche di chimica organica e discussione dei risultati, GIORGIO MAZZANTI, ETTORE GIACHETTI e in un primo tempo PAOLO CHINI per le parti preparative sulla produzione e purificazione dei nuovi polimeri, PAOLO CORRADINI per le ricerche coi raggi X, FERDINANDO DANUSSO e GIOVANNI MORAGLIO per le misure di viscosità intrinseca e dilatometriche, ENRICO MANTICA, MARIO PERALDO e LUISA BICELLI per la spettrografia I. R., GIUSEPPE LUTZU per le prove meccaniche.

Alle spese della stampa della presente Memoria ha generosamente concorso il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

(**) Presentata nella seduta dell'11 dicembre 1954.

La presenza di gruppi metilici laterali (aventi un effettivo raggio di Van der Waals di circa 2 \AA) o di altri gruppi di dimensioni ancora maggiori in tale tipo di polimeri veniva inoltre considerata come un sicuro impedimento alla formazione di catene completamente estese aventi la struttura zig-zag delle paraffine e giacenti in un piano.

Secondo Flory⁽¹⁾ una più favorevole situazione, per l'ottenimento di una catena a struttura regolare piana, si avrebbe nel caso in cui alternativamente si succedessero, lungo la catena, gli atomi di carbonio asimmetrici con opposta configurazione sterica. Una simile struttura era stata proposta per dei polimeri cristallini del vinilsobutilettere, ottenuti da C. E. Schildknecht, S. T. Gross, H. R. Davidson, I. M. Lambert, A. O. Zoss⁽²⁾ a bassissima temperatura con estremamente lenta velocità di polimerizzazione.

Gli impedimenti sterici si attenuano solo se i gruppi R presentano (come il F, OH) un raggio di azione inferiore a $1,4 \text{ \AA}$, ossia dimensioni non molto maggiori di quelle dell'idrogeno legato al carbonio, ed in tale caso è ancora possibile la formazione della rigida catena zig-zag planare, tipica della struttura rombica delle paraffine.

È stata perciò per noi una notevole sorpresa quando ai primi di marzo del 1954, nel frazionamento di alti polimeri solidi del propilene ad alto peso molecolare, da noi preparati con procedimenti⁽³⁾ ed in condizioni che consentono di ottenere polimeri con catene sostanzialmente lineari (ossia senza ramificazioni più lunghe di quanto corrisponde al gruppo R), siamo riusciti a separare una notevole proporzione di polimeri che risultavano, all'esame coi raggi X, nettamente cristallini.

Successivamente abbiamo preparato dei polimeri cristallini di altre α -olefine appartenenti alla serie alifatica e dello stirolo, ed abbiamo approfondito lo studio della loro struttura per renderci conto della costituzione di tali nuovi prodotti.

Riferiremo in altra sede sui metodi, di carattere generale, che ci hanno consentito di ottenere, con facilità, quantità rilevanti di tali polimeri cristallini o, a piacere, amorfi non cristallizzabili, poiché tale argomento è tuttora oggetto di studio sistematico da parte nostra. Ci limitiamo a riferire sui metodi da noi usati per la separazione dei polimeri cristallini, sulle proprietà veramente singolari di essi e sulle relazioni tra tali proprietà e la struttura delle catene.

SEPARAZIONE DEI POLIMERI CRISTALLINI DAGLI AMORFI E LORO PROPRIETÀ.

Il frazionamento, per estrazione con solventi, di certi polimeri greggi del propilene ci aveva fornito, già nel marzo 1954, una serie di frazioni, le cui proprietà non apparivano una funzione regolare del peso molecolare. Ad esempio, delle frazioni a peso molecolare di poco superiore a 40.000, insolubili in

(1) P. J. FLORY, *Principles of Polymer Chemistry*, Cornell University Press - New York (1953).

(2) « Ind. Eng. Chem. », 40, 2104 (1948).

(3) Di tali procedimenti è in corso la brevettazione.

etere, risultavano altamente cristalline sino a temperature di almeno 130°, mentre frazioni insolubili in acetone e solubili in etere, a peso molecolare di poco inferiore a 35.000 risultavano completamente amorfe, anche a bassa temperatura. Frazioni intermedie non apparivano costituite da un polimero di proprietà intermedie, ma da una miscela eterogenea di due parti, una cristallina ed una amorfa.

Tale osservazione ci ha indotto ad uno studio delle cause di tali anomalie, che non si osservano ad esempio quando si frazionano dei polimeri ottenuti nelle condizioni di polimerizzazione di uso più comune.

Abbiamo perciò effettuato prove di estrazione successiva dei polimeri grezzi con serie di solventi scelti tra i seguenti, che denotano proprietà solventi, alla temperatura di ebollizione, crescenti nell'ordine: acetone, acetato di etile, etere, n-eptano, benzolo, toluolo.

Per il polipropilene il prodotto estratto con etere è completamente amorfo, quello insolubile in n-eptano bollente è praticamente tutto cristallino. Per il poli α -butilene una separazione dei due tipi di prodotti può essere effettuata con etere bollente. Il polistirolo cristallino è facilmente separabile da quello amorfo per la sua insolubilità in n-eptano bollente.

In tabella I sono confrontate alcune proprietà caratteristiche comuni ai polipropileni, polibutileni, polistiroli, per i due tipi di polimeri, da noi così separati.

TABELLA I.

POLIMERI	Amorfi non cristallizzabili	Cristallini
Aspetto	Gommoso a temp. sup. alla temp. transiz. II ordine, vetroso a temp. inf.	Stampabili a temp. vicine alla temp. transiz. I ordine in lamine tenaci e flessibili.
Esame röntgenografico	Bande tipiche dei polimeri amorfi prevalentemente lineari.	Cristallinità sino a temp. di almeno 120°
Spettri I. R. a luce polarizzata	Assenza di dicroismo	Spiccato dicroismo
Analisi termica	Fusione o rammollimento a temp. minori di 100°	Temp. di transizione di I ordine > 120°
Densità	Più bassa	Più alta
Comportamento alle deformazioni meccaniche	Viscoso-elastico a temp. sup. a quella di transizione II ord.	Orientamento dei cristalli e corrispondenti anisotropie
Resistenza a trazione	Bassa	Elevatissima per i polimeri orientati

Sebbene misure di viscosità intrinseca, effettuate su di un centinaio di campioni, avessero fornito valori generalmente maggiori per i prodotti cristallini che per quelli amorfi, separati da uno stesso prodotto greggio, cionondimeno non si deve attribuire ad un diverso peso molecolare la causa delle diverse proprietà dei due tipi di prodotti.

Abbiamo potuto infatti separare delle frazioni, le une cristalline, le altre amorfe, aventi in soluzione la stessa viscosità intrinseca e quindi verosimilmente pesi molecolari non molto diversi (trattandosi, come vedremo in seguito, di polimeri sostanzialmente lineari in entrambi i casi).

Inoltre per depolimerizzazione termica di polipropilene altamente cristallino, a peso molecolare medio di circa 100.000, sono stati ottenuti prodotti ancora cristallini, pure nei casi in cui il peso molecolare era sceso a valori (3.000-5.000) molto minori di quelli di molti campioni di polipropilene completamente amorfi, che presentano pesi molecolari superiori a 20.000.

TABELLA II.

POLIMERO	Viscosità intrinseca $10^2 \text{ cm}^3/\text{g}$	Densità sperimentale	Temp. di transizione I ordine	Temp. di incipiente fusione	Solubilità in		
					etere	n-eptano	toluolo
Polipropilene crist. alto peso molecolare	2,40	0,92	158-160	—	i.	i.	s.
Polipropilene crist. basso peso molecolare	0,17	0,91	149	—	i.	s.	s.
Polipropilene amorfo	0,55	0,85	—	75	s.	s.	m.s.
Poli- α -butilene cristallino	1,02	0,91	126-128	—	i.	s.	m.s.
Poli- α -butilene amorfo	0,35	0,87	—	65	s.	m.s.	m.s.

Nella tabella II sono confrontate le proprietà di alcune frazioni di polipropilene e polibutileni dei due tipi. Le viscosità intrinseche sono state determinate usando come solvente la tetralina a 135°. La temperatura di transizione indicata rappresenta la temperatura alla quale scompaiono completamente le diffrazioni con i raggi X tipiche della fase cristallina. Le solubilità nei vari solventi alla temperatura di ebollizione sono indicate qualitativamente (i. = insolubile, s. = solubile, m. s. = molto solubile).

Ancora più marcate differenze si osservano tra il polistirolo cristallino e quello amorfo. Un polistirolo insolubile in acetone, etere, n-eptano, solubile in toluolo, avente viscosità intrinseca a 25°: $[\eta] = 3,8 \cdot 10^2 \text{ cm}^3/\text{g}$ (determinata

in soluzioni in benzolo) che si mantiene cristallino sino ad oltre 200°, e che presenta una temperatura di transizione di I ordine, determinata dilatometricamente, di 213°, viene qui sotto confrontato con i polistiroli amorfi commerciali:

	Densità	Temp. transizione
Polistirolo cristallino	1.08	213° (I ord.)
Polistiroli amorfi	1,04-1,065	70-100° (II ord.)

Le notevoli differenze nelle proprietà fisiche tra i due tipi di polimeri, devono attribuirsi ad una causa comune, che deve ricercarsi nella struttura delle catene principali delle macromolecole.

LINEARITÀ DELLA CATENA PRINCIPALE.

Dalla letteratura sulla chimica macromolecolare risulta che notevoli differenze nelle proprietà fisiche possono derivare dalla presenza o no di frequenti ramificazioni delle catene principali degli alti polimeri. Ad esempio il polimetilene, esente da ramificazioni, ottenuto per decomposizione con BF_3 del diazometano, è molto cristallino, mentre il polietilene, ottenuto per iniziazione di radicali liberi ad alta temperatura, risulta fortemente ramificato e contiene normalmente il 50 % circa di parte amorfa; completamente amorfo era risultato un polietilene del tipo precedente al quale avevamo aggraffato numerose ramificazioni etiliche (4).

L'alta cristallinità riscontrata in certi nostri polipropileni e polistiroli (vedi figura fuori testo) non può essere compatibile con la presenza di frequenti ramificazioni nella catena principale.

Anche il polipropilene amorfo (sottoprodotto della preparazione di quello cristallino), solubile in etere, da noi preparato non dovrebbe essere molto ramificato, perché per pesi molecolari superiori a 5.000 ha la consistenza di un solido, mentre dalla letteratura risulta che i polipropileni ramificati, ottenuti per polimerizzazione con AlBr_3 (5), sono dei liquidi vischiosi anche per pesi molecolari di molte decine di migliaia.

Lo spettro ai raggi X di un polipropilene amorfo, vulcanizzato dopo solfoclorurazione con introduzione di circa 1 % di zolfo, mantenuto sotto tensione, presenta la banda principale dell'amorfo corrispondente a 5,3 Å, sull'equatore dello spettro, e ciò dimostra l'orientamento parallelo di tratti di catene lineari, normalmente distanziate da gruppi di dimensioni non superiori a quelle del gruppo metilico.

La grande somiglianza tra gli spettri I. R. del polipropilene solubile e di quello insolubile in etere, esaminato allo stato fuso, dimostrano che il grado di ramificazione non può essere molto diverso nei due casi. Si deve

(4) G. NATTA, P. CORRADINI, Lavoro in corso di stampa sulla « Ricerca Scientifica » (presentato al Congresso di Chimica Macromolecolare. Milano-Torino, sett. ott. 1954).

(5) C. FONTANA, R. I. HEROLD E. I. KINNEYAND e R. C. MILLER. « Ind. Eng. Chem. », 44 (1952) 2955.

perciò concludere che anche il polimero solido solubile in etere non può essere molto ramificato. I suoi spettri I. R. differiscono infatti da quelli di propileni molto ramificati, ottenuti con AlBr_3 .

TABELLA III.

Spettro infrarosso del polipropilene tra 7,5 e 15 μ .

POLIPROPILENE CRISTALLIZZABILE				Polipropilene amorfo non cristallizzabile
Prodotto cristallino	Prodotto cristallino stirato Direzione di stiramento \longleftrightarrow		Prodotto fuso	
	Vettore elettrico \longleftrightarrow	Vettore elettrico \updownarrow		
7,53 <i>d</i>	—	7,53 <i>d</i>	—	—
7,67 <i>m</i>	7,67 <i>m</i>	—	—	7,67 <i>d</i>
7,71 <i>fl</i>	—	7,72 <i>d</i>	—	—
7,97 <i>m</i>	7,96 <i>m</i>	—	7,97 <i>d</i>	7,97 <i>m</i>
8,20 <i>d</i>	—	8,20 <i>d</i>	—	8,13 <i>m</i>
8,57 <i>f</i>	8,56 <i>f</i>	<i>fl</i>	—	—
8,66 <i>fl</i>	<i>fl</i>	8,67 <i>m</i>	8,70 <i>f, l</i>	8,66 <i>f</i>
9,06 <i>d</i>	9,06 <i>d</i>	9,06 <i>d</i>	9,06 <i>d</i>	9,06 <i>fl</i>
9,57 <i>d</i>	9,57 <i>d</i>	—	—	—
9,65 <i>fl</i>	—	—	—	—
10,02 <i>f</i>	10,02 <i>f</i>	10,02 <i>d</i>	10,02 <i>d-m</i>	10,02 <i>d-m</i>
10,28 <i>f</i>	10,28 <i>f</i>	10,28 <i>m</i>	10,28 <i>f</i>	10,28 <i>f</i>
10,64	—	10,63 <i>d</i>	—	—
11,12 <i>m</i>	11,12 <i>dd</i>	11,12 <i>m</i>	larga zona di assorbimento tra 11 e 12,7 μ con minimi a 12,3 e 11,2 μ	larga zona di assorbimento tra 11 e 12,7 μ con minimi a 11,12 e 12,33 e flesso a 11,90 μ
11,89 <i>f</i>	11,89 <i>f</i>	11,89 <i>d</i>		
12,36 <i>m</i>	12,36 <i>dd</i>	12,36 <i>m</i>		

Notevoli differenze si osservano invece negli spettri I. R. del prodotto cristallino, che, allo stato orientato, presenta un elevato dicroismo (tabella III).

È noto che gli spettri I. R. dei composti otticamente attivi per la presenza di atomi di carbonio asimmetrico differiscono da quelli racemici solo nel caso che si esaminino tali composti allo stato solido, mentre non differiscono se si esaminano allo stato disciolto o fuso. Dall'esame degli spettri I. R. appare logico attribuire la differenza di struttura tra i due tipi di prodotti alla diversa distribuzione lungo la catena di atomi di carbonio asimmetrici, aventi diversa configurazione. Nel caso dei polimeri amorfi tale distribuzione dovrebbe essere statistica, nel caso di quelli cristallini dovrebbe essere ordinata.

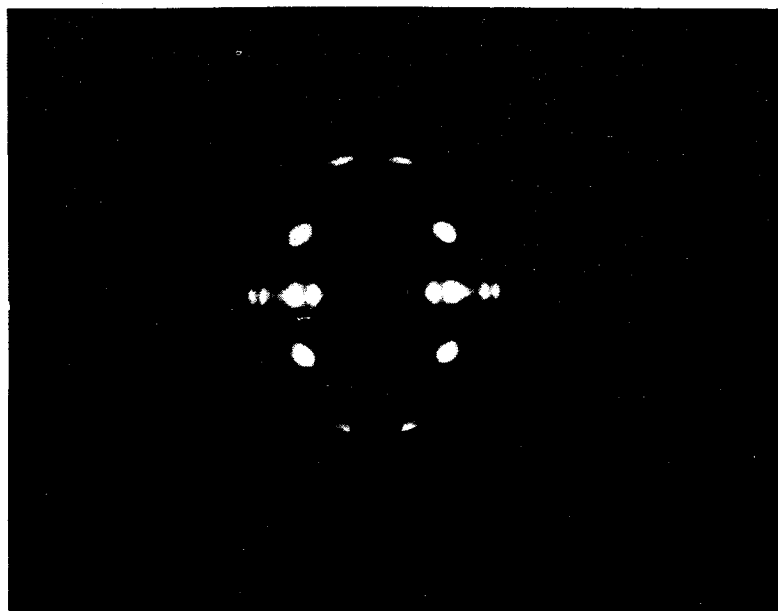


Fig. 1. - Spettro di fibra di un polipropilene cristallino.

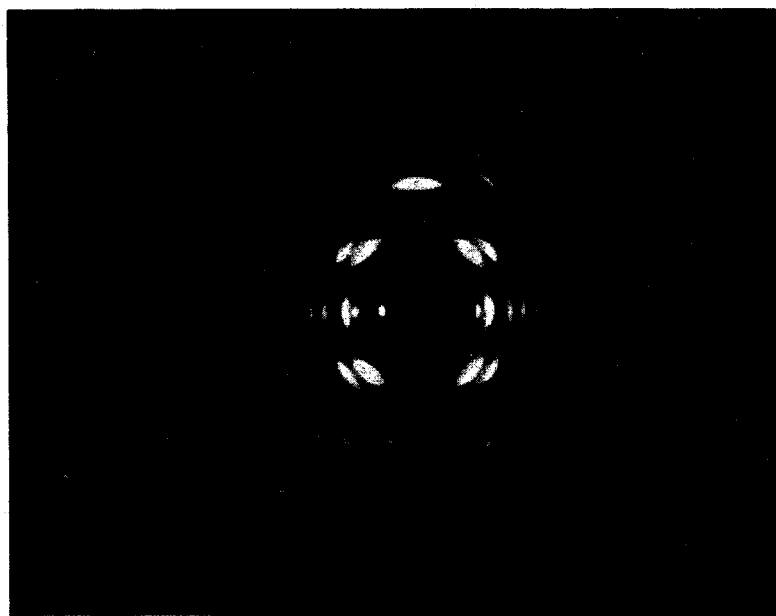


Fig. 2. - Spettro di fibra di un polistirolo cristallino.

EVIDENZA ROENTGENOGRAFICA DELLE ECCEZIONALI REGOLARITÀ
DI STRUTTURA DELLA CATENA DEI POLIMERI CRISTALLINI (figg. 1, 2, 3).

Riferiamo qui soltanto su alcuni dei risultati dell'esame röntgenografico, che hanno contribuito a risolvere il problema della struttura dei nostri polimeri.

Spettri di fibra sono stati ottenuti su prodotti trafilati a temperature leggermente superiori a quelle di transizione del I ordine e successivamente stirati a temperature più basse (vedi tavola I).

Riportiamo alcuni risultati dell'esame di tali fotogrammi e precisamente il periodo di identità lungo l'asse della fibra c e le proiezioni a' e b' su di un piano normale all'asse c delle minime costanti a e b della cella elementare che interpretano i riflessi hko osservati.

Polipropilene:

$$c = 6,50 \pm 0,05$$

$$a' = 6,56 \pm 0,05$$

$$b' = 5,46 \pm 0,05$$

$$\gamma' = 106^\circ 30'$$

$$d_{001} = 6,34 \text{ \AA}$$

$$\text{Volume della cella elementare: } 223,4 \text{ \AA}^3.$$

$$\text{Densità per una cella contenente 3 unità monomeriche: } 0,936.$$

$$\text{Densità sperimentale: } 0,922.$$

Polistirolo e poli- α -butilene:

	Polistirolo	Poli- α -butilene
$a' = b' =$	$12,64 \pm 0,05 \text{ \AA}$	$10,0 \pm 0,1 \text{ \AA}$
$c =$	$6,65 \pm 0,05 \text{ \AA}$	$6,7 \pm 0,1 \text{ \AA}$
γ'	120°	120°
volume cella elementare:	$921,5 \text{ \AA}^3$	$580,2 \text{ \AA}^3$
densità calcolata per una cella contenente 6 unità monomeriche:	1,124	0,96
densità sperimentale:	1,085	0,915

Sul dimorfismo del polibutilene (vedi figura 3), che per ricristallizzazione da soluzioni può fornire cristalli aventi diversa struttura, riferiremo in altra sede.

La grande chiarezza ed il notevole numero di riflessioni, appartenenti a strati diversi, dei fotogrammi da noi ottenuti coi raggi X sulla fibre orientate non sono compatibili che con una grande regolarità di struttura, e devono perciò essere attribuiti ad una sequenza, lungo l'asse delle fibre, coincidente con l'asse delle catene, di unità strutturali perfettamente identiche.

STRUTTURA DELLE CATENE DEI POLIMERI CRISTALLINI « ISOTATTICI ».

La causa della eccezionale regolarità di struttura dei polimeri cristallini qui esaminati potrebbe essere attribuita ad una delle seguenti ipotesi strutturali:

- 1° tutti gli atomi asimmetrici adiacenti presentano, almeno per lunghi tratti di una singola catena, la stessa configurazione sterica;
- 2° ogni catena contiene più atomi di carbonio asimmetrici di diversa configurazione, ma la successione degli atomi asimmetrici sia dell'una che dell'altra configurazione avviene con una determinata regolarità.

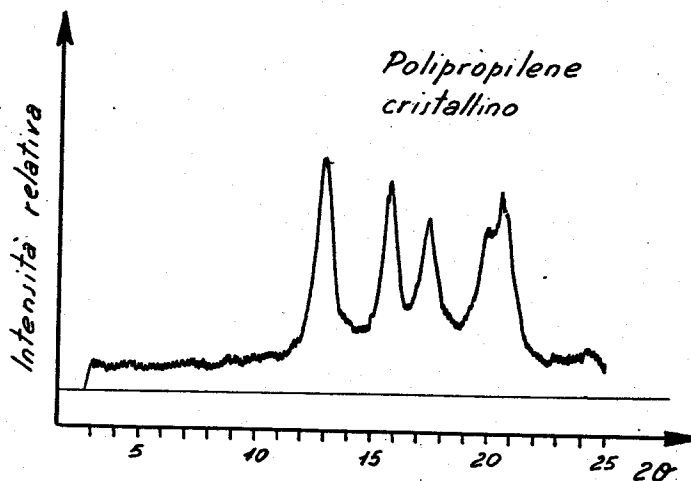


Fig. 1. - Registrazione con contatore Geiger dello spettro ai raggi X ($\text{CuK}\alpha$) di un polipropilene cristallino.

Tra queste due ipotesi crediamo di poter escludere la seconda, perché il periodo di identità trovato lungo l'asse della catena (circa $6,5 \text{ \AA}$) corrisponde, almeno nel caso del polipropilene, maggiormente studiato, a 3 unità monomeriche $-\text{CH}_2-\text{CHR}-$, disposte in modo probabilmente spiraliforme lungo

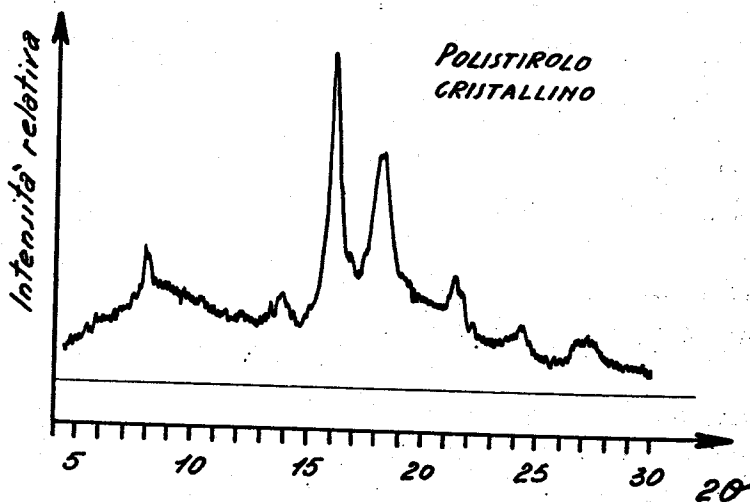


Fig. 2. - Registrazione con contatore Geiger dello spettro ai raggi X ($\text{CuK}\alpha$) di un polistirolo cristallino.

l'asse del cristallo, mentre una regolare successione di atomi di carbonio asimmetrici di diversa configurazione sterica e presenti in eguale numero richiederebbe un numero pari di tali unità nel periodo di identità. Il caso di una sequenza regolare di 2 unità di un tipo e di una unità dell'altro non è stata presa in considerazione perché appare estremamente improbabile.

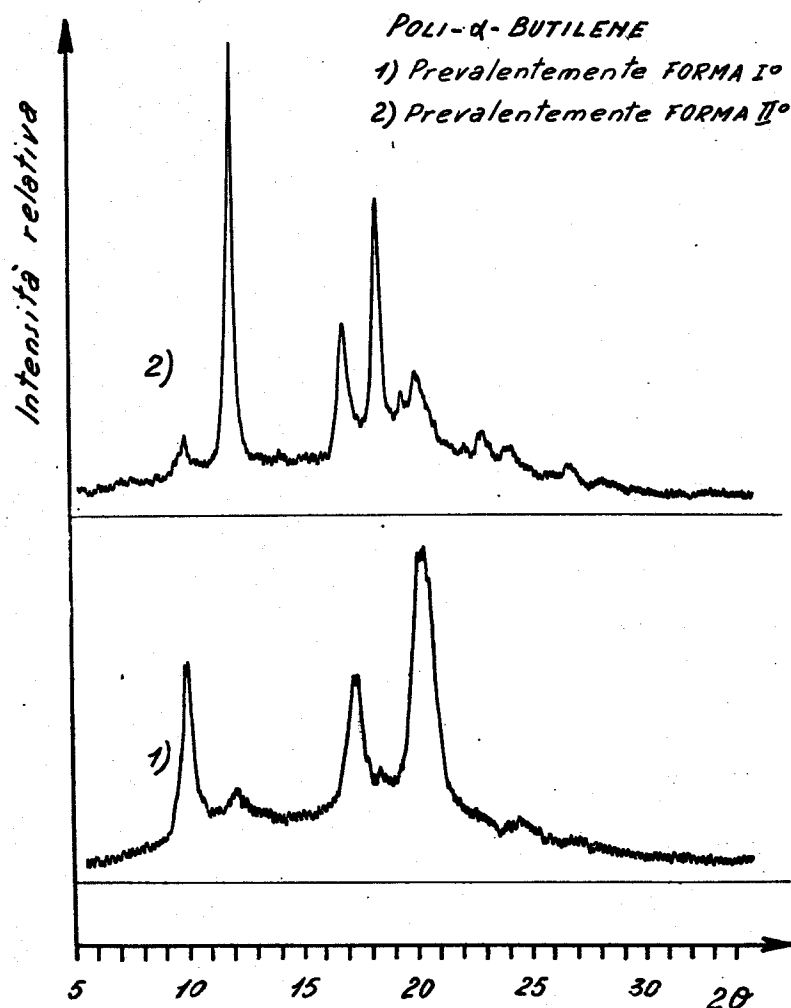
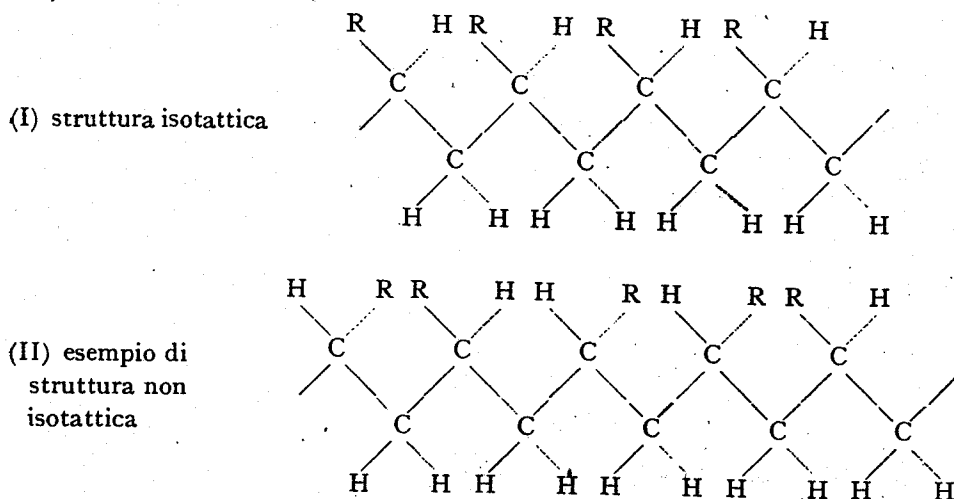


Fig. 3. - Registrazione con contatore Geiger dello spettro ai raggi X ($\text{CuK}\alpha$) di polibutilene cristallino nelle due modificazioni strutturali osservate.

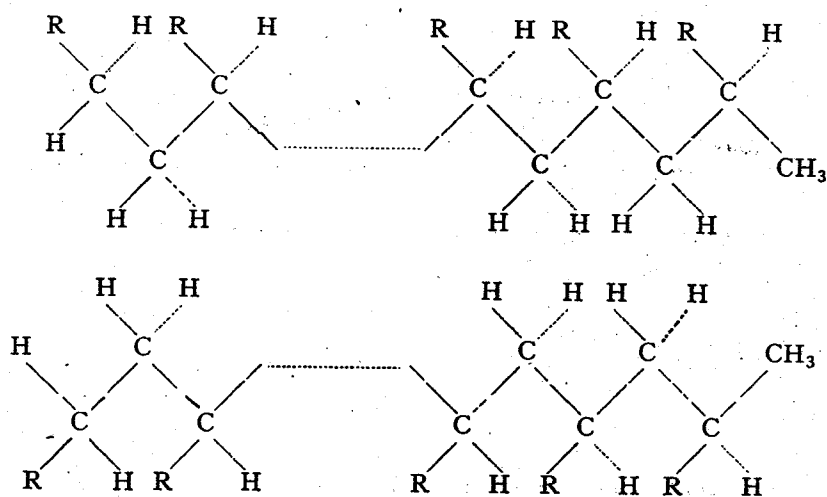
Poiché attribuiamo al fenomeno osservato una fondamentale importanza per la conoscenza di una vasta categoria di macromolecole sintetiche, di cui si è iniziata una produzione destinata a larghi sviluppi, abbiamo voluto, per facilitarne la descrizione, assegnare agli atomi di carbonio asimmetrici aventi eguale configurazione, appartenenti ad una catena, l'attributo « isotattici » di etimologia greca da ισος = eguale e ταρτω = disporre in ordine.

Inoltre chiameremo « isotattiche » le catene e le molecole che contengono atomi di carbonio isotattici, chiameremo « isotattici » i polimeri che contengono molecole isotattiche, ed « isotassia » il fenomeno qui descritto.

Per meglio rendere comprensibile la struttura delle catene « isotattiche » possiamo immaginare di disporre arbitrariamente in un piano, la catena principale paraffinica zig-zag del polimero. In tale caso i gruppi R possono essere (I) tutti sopra o tutti sotto il piano della catena (che nello schema sottoindicato corrisponde al piano del foglio) oppure avere una distribuzione statistica (II):



Evidentemente una molecola isotattica può presentare due configurazioni diverse come risulta dalla fig. 2, dove sono indicate a titolo di esempio due tipi di molecole isotattiche sature non sovrapponibili (enantiomorfe), una immagine speculare dell'altra:



Se si capovolgesse una delle due molecole (ponendo la testa al posto della coda) e la si facesse ruotare di 180° attorno al suo asse le due molecole apparirebbero sovrapponibili per quasi tutta la loro lunghezza con esclusione dei gruppi terminali.

Per quanto riguarda l'attività ottica, alla luce polarizzata, di ogni singola macromolecola disciolta, è prevedibile che si verifichino dei marcati fenomeni di compensazione interna tra gli atomi di carbonio asimmetrici equidistanti

dal centro di ogni singola catena isotattica, mentre in ogni catena non isotattica si ha una compensazione statistica. Inoltre la presenza di miscele statistiche di due categorie di molecole enantiomorfe è un'ulteriore causa di scomparsa di ogni attività ottica in tali polimeri sintetici disciolti.

I polimeri isotattici, come abbiamo visto, differiscono notevolmente da quelli anisotattici allo stato solido non solo nel comportamento alla luce polarizzata, ma anche in molte proprietà non vettoriali (temperatura di fusione, solubilità, densità, ecc.). Le differenze di proprietà da noi riscontrate appaiono molto maggiori di quelle che si osservano in generale tra composti a basso peso molecolare contenenti atomi di carbonio asimmetrici rispettivamente con configurazioni diverse. Ciò è dovuto, per i nostri composti macromolecolari, alla esistenza in ogni singola molecola di un grandissimo numero (spesso migliaia) di atomi asimmetrici, ed alla loro collaborazione nell'esaltare un effetto, che sarebbe piccolo se limitato ad un piccolissimo numero di atomi stericamente differenziati.

Le poli- α -olefine, da noi descritte in questa nota, rappresentano i primi esempi di poliidrocarburi, per i quali sia stata dimostrata la presenza di ordinamenti strutturali isotattici.

Riteniamo però che la presenza di catene isotattiche, probabilmente dello stesso tipo, sia la causa della cristallinità osservata eccezionalmente in alcuni polimeri sintetici, normalmente prodotti con strutture non isotattiche, ad esempio nel polivinilisobutiletere, che presenta un periodo di identità lungo l'asse della catena di 6,2 Å.

Il fenomeno della isotassia si verifica automaticamente qualora delle macromolecole vengono preparate per condensazione di molecole asimmetriche di eguale configurazione, contenenti legati all'atomo di carbonio asimmetrico due diversi gruppi reattivi, ad esempio nella condensazione di α -aminoacidi levogiri. Si devono perciò considerare isotattiche le catene di molte proteine fibrose cristallizzabili.

Riteniamo che il fenomeno possa presentarsi in altri polimeri sintetici e che offra la possibilità di costruire nuove specie di macromolecole, aventi proprietà particolari, molto diverse da quelle dei corrispondenti polimeri lineari non isotattici sinora noti.