Dai polimeri naturali ai nuovi materiali sintetici

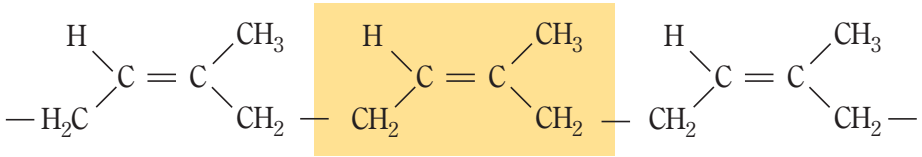
I polimeri

Lo studio e le ricerche sui materiali di origine naturale portano a comprendere il rapporto tra la loro struttura particellare e le proprietà chimico-fisiche; su questa base è possibile progettare e realizzare (in laboratorio prima e a livello industriale poi) materiali nuovi.

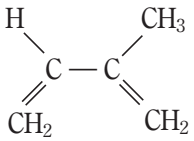
Per esempio, gli scienziati hanno scoperto che le proprietà della gomma naturale che si ricava dal lattice di alcune piante derivano da una struttura chimica macromolecolare costituita da lunghe catene alchiliche (figura 1).

In generale si chiamano **polimeri** le macromolecole formate da un elevato numero di molecole più semplici legate tra loro, chiamate **monomeri**.

Le macromolecole che formano la gomma naturale sono chimicamente uguali ma di diversa lunghezza, dato che sono costituite da un numero diverso di monomeri, in media circa 15 000. La formula che segue rappresenta in forma condensata la struttura di una macromolecola della gomma in cui è evidenziato il monomero:



Dalla presenza di doppi legami nella macromolecola si capisce che la gomma naturale è un polimero insaturo; i chimici sono riusciti a realizzare artificialmente la stessa struttura facendo reagire tra loro le molecole del 2-metil-1,3-butadiene, un diene chiamato anche *isoprene*:



La reazione che avviene tra le molecole insature di isoprene corrisponde ad una serie successiva di reazioni di addizione e viene perciò chiamata reazione di *poliaddizione*.

Le materie plastiche sintetiche

Gli studi sulla struttura della gomma naturale hanno aperto la strada alla preparazione di molti altri tipi di materiali plastici che, dato che si ottengono attraverso reazioni di sintesi, sono anche chiamati materiali sintetici.

Possiamo perciò dire che le cosiddette **materie plastiche** sono caratterizzate da una struttura polimerica ottenuta per mezzo di un particolare tipo di reazione chiamata *reazione di polimerizzazione* attraverso la quale molte molecole uguali o diverse, i **monomeri**, si uniscono insieme per formare i **polimeri**.

Quando un polimero è formato da due o più monomeri diversi si usa il termine *copolimero*. Per esempio, il copolimero polietilentereftalato (PET) è formato da due tipi di monomero (glicole etilenico e acido tereftalico). La reazione che avviene tra i due monomeri è una reazione di condensazione con formazione di acqua. Dato che entrambi i monomeri presentano due gruppi funzionali si ha l'unione di più molecole di monomeri e quindi si parla in generale di *reazione di policondensazione*.

▲ **Figura 1** Incidendo il tronco delle piante della famiglia delle euforbiacee si ottiene un liquido lattiginoso che è una sospensione di grassi e resine in acqua. Da questo liquido, riscaldato e sottoposto ad altri trattamenti, si ottiene la *gomma naturale*.

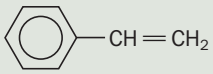
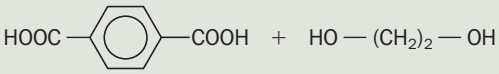
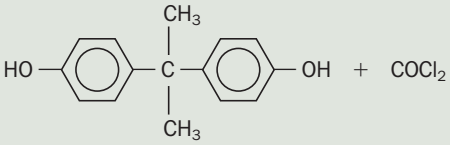
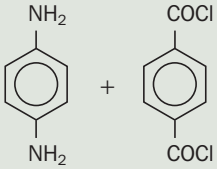
Polimero	Monomero/i	Usi
politene (PE)	$CH_2{=}CH_2$	fogli e pellicole, recipienti a perdere, giocattoli, stoviglie
polipropilene (PP)	$CH_3{-}CH{=}CH_2$	fibre, parti di automobili, imballaggi, rivestimenti ignifughi
polivinilcloruro (PVC)	$CH_2{=}CHCl$	tubi, rivestimenti, confezioni per alimenti
polistirene (PS)		giocattoli, contenitori, confezioni per alimenti; come polistirolo espanso per imballaggi e isolanti
polivinilacetato (PVA)	$CH_2{=}CH{-}COOCH_3$	vernici, adesivi, tubi, gomma da masticare
politetrafluoroetilene (PTFE)	$CF_2{=}CF_2$	rivestimenti per padelle, isolanti elettrici, tubi anticorrosione, tessuti in gore-tex
poliuretano (PU)	$OCN{-}R{-}NCO + HO{-}R{-}OH$	prodotti espansi e rigidi, vernici
polietilentereftalato (PET)		fibre tessili, bottiglie, pellicole fotografiche
policarbonato (PC)		materiale di stampaggio in sostituzione di metalli e leghe (cuscinetti, bronzine, ingranaggi, caschi di protezione)
poliaramidi (kevlar)		giubbotti antiproiettile, elmetti, scafi di canoe, tubi per impianti idraulici

Tabella 1 Nome e uso delle principali materie plastiche.

Nella tabella 1 abbiamo riportato il nome di alcuni dei più noti polimeri, la sigla con cui sono indicati e i principali campi di impiego dei polimeri stessi; inoltre abbiamo riportato la formula del monomero o dei monomeri necessari per la preparazione.

Le materie plastiche che contengono il gruppo funzionale ammidico sono chiamate in generale *poliammidi* e la più famosa è senza dubbio il nylon 6,6, che fu preparato per la prima volta nel 1928 negli Stati Uniti. Il nome di questo materiale sintetico che ha svariati impieghi deriva dai reagenti che si usano per prepararla: 1,6-diamminoesano e acido 1,6-esandioico (o acido adipico).

$$\underset{\text{1,6-diamminoesano (esametilendiammina)}}{NH_2{-}(CH_2)_6{-}NH_2} + \underset{\text{acido 1,6-esandioico (acido adipico)}}{HO{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}{-}(CH_2)_4{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}{-}OH} + \ldots$$

$$\underset{\text{nylon 6,6}}{{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}{-}\left[NH{-}(CH_2)_6{-}NH{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}{-}(CH_2)_4{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\right]_n{-}} + n\,H_2O$$

L'enorme diffusione delle materie plastiche sintetiche ha creato anche alcuni gravi problemi, primo fra tutti quello del loro smaltimento. Infatti molti polimeri sintetici non sono biodegradabili, cioè, una volta abbandonati nel terreno, non vengono trasformati dai microrganismi in sostanze compatibili con i cicli naturali e inoltre talvolta contengono metalli pesanti molto tossici.

Proprio per questo sta diventando ecologicamente necessaria la raccolta e la riutilizzazione delle materie plastiche; già dal 1988 esistono in Italia leggi che disciplinano lo smaltimento dei rifiuti e che istituiscono un consorzio obbligatorio per la loro raccolta e il loro riciclo (figura 2).

◄ **Figura 2** Uno dei grandi problemi delle società moderne è la crescente produzione di rifiuti solidi urbani e di conseguenza la necessità del loro corretto smaltimento. È indispensabile a tal fine organizzare in modo efficace la *raccolta differenziata* e il recupero dei materiali (carta, vetro, metalli, plastiche eccetera) che possono essere direttamente o indirettamente riutilizzati.

Le materie plastiche che non vengono separate attraverso la raccolta differenziata possono finire assieme ad altri rifiuti negli impianti di incenerimento. È stato dimostrato che nella combustione dei materiali plastici contenenti cloro (come il PVC) si forma acido cloridrico, una sostanza che non deve essere liberata nell'atmosfera. Per questo motivo i fumi devono essere trattati in modo da neutralizzare l'acido presente. Inoltre, nei moderni impianti di termovalorizzazione la temperatura della combustione è controllata in modo che non si formi diossina, una sostanza velenosissima anche a basse concentrazioni. Anche per questo l'UE ha disposto che dal 2011 non siano più prodotti e commercializzati sacchetti e buste di plastica.