

**ZANICHELLI**

James E. Brady  
Neil D. Jespersen  
Alison Hyslop  
Maria Cristina Pignocchino

# Chimica.blu

seconda edizione

**ZANICHELLI**

Capitolo 11

# La varietà dei legami

**ZANICHELLI**

# Sommario

1. Il legame metallico
2. I legami intermolecolari
3. I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

# Il legame metallico

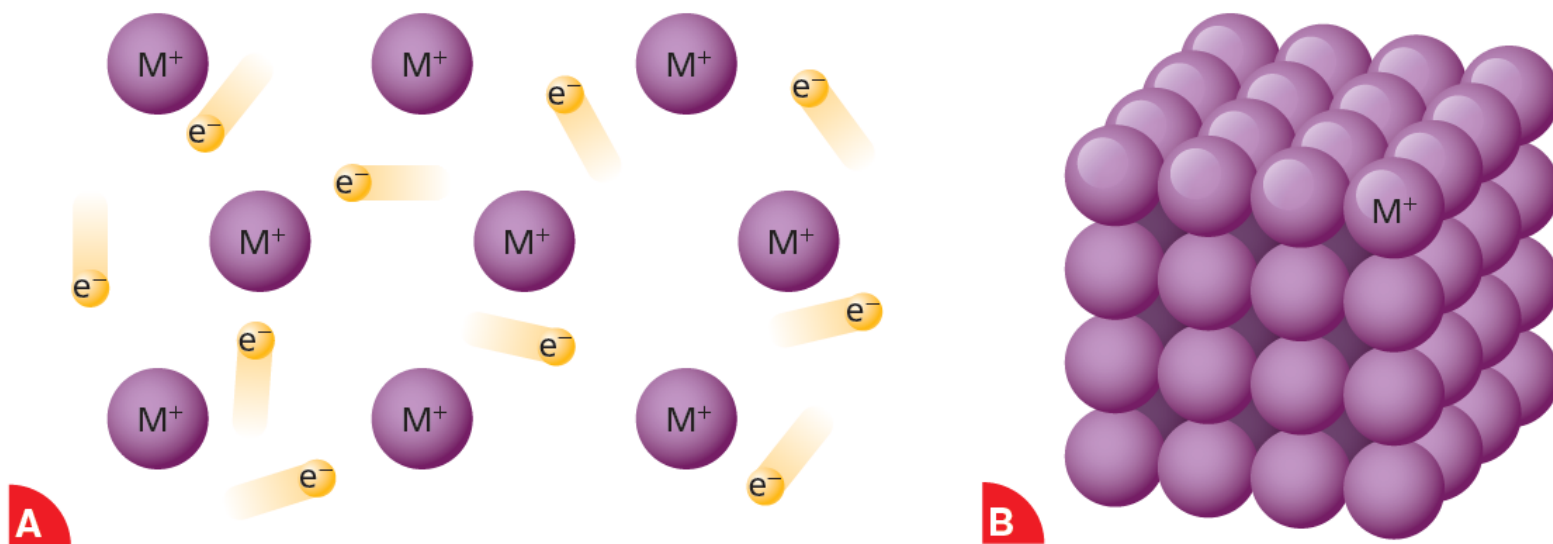
I metalli hanno proprietà comuni:

- sono **solidi** a temperatura ambiente;
- hanno **elevata densità**;
- sono **duttili** (si deformano senza rompersi) e **malleabili** (si possono ridurre in lamine sottili);
- sono buoni **conduttori** di corrente elettrica e di calore;
- sono **lucenti**;
- sono **cristallini**.



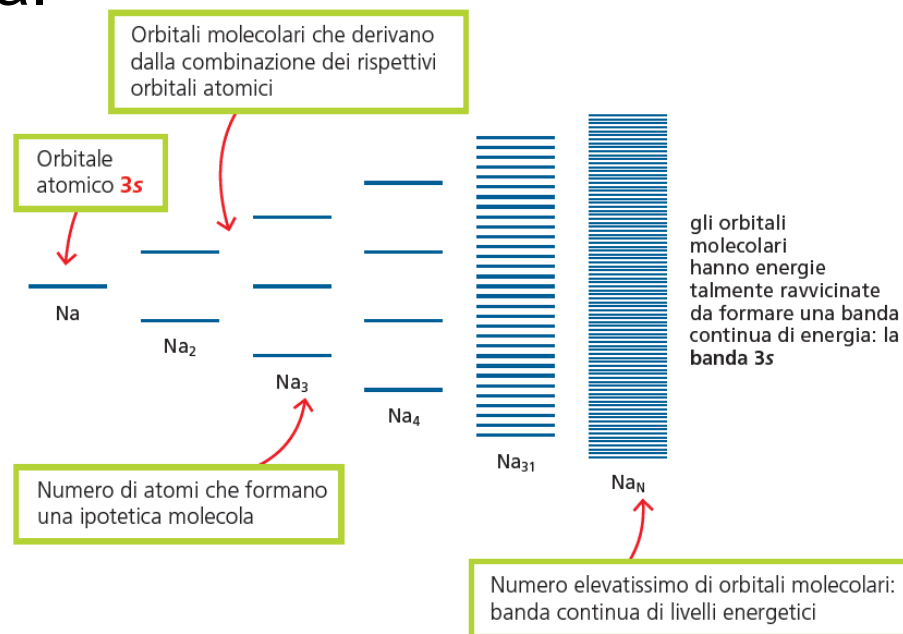
# Il legame metallico

In un **solido metallico** gli ioni positivi sono distribuiti con regolarità in un reticolo compatto e sono immersi in un'unica nube elettronica, condivisa da tutti gli atomi del reticolo (elettroni delocalizzati).



# Il legame metallico

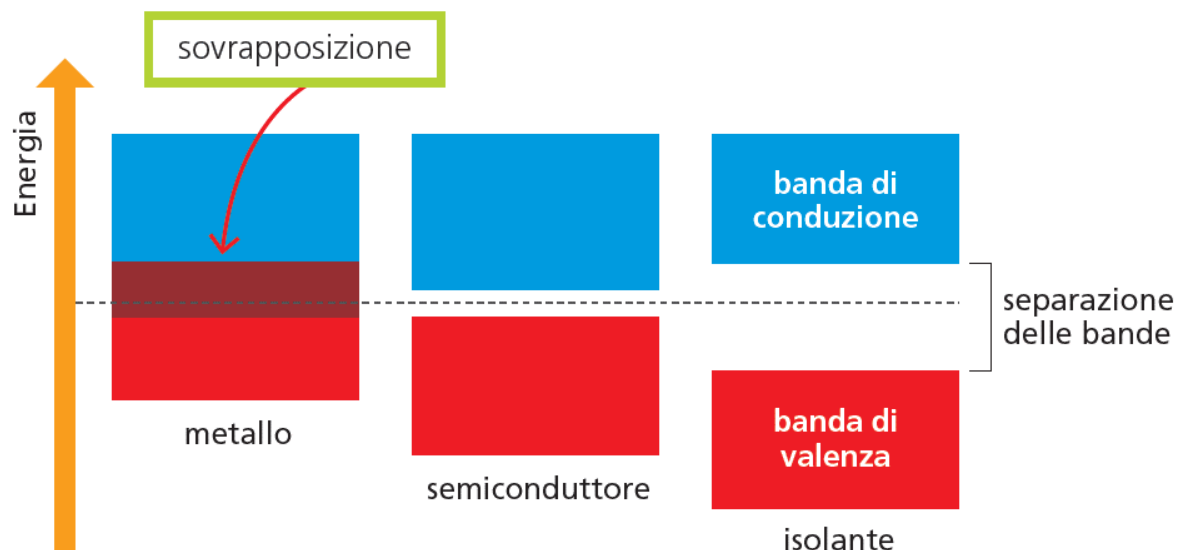
Il legame metallico si può immaginare come la combinazione degli orbitali di tutti gli atomi del cristallo. Il risultato è un insieme di orbitali molecolari con energie vicinissime fra loro, che formano complessivamente una **banda continua di energia**.



# Il legame metallico

**Banda di valenza** → combinazione degli orbitali degli elettroni di valenza di ciascun atomo.

**Banda di conduzione** → combinazione degli orbitali a energia più elevata rispetto a quelli di valenza, generalmente vuota.

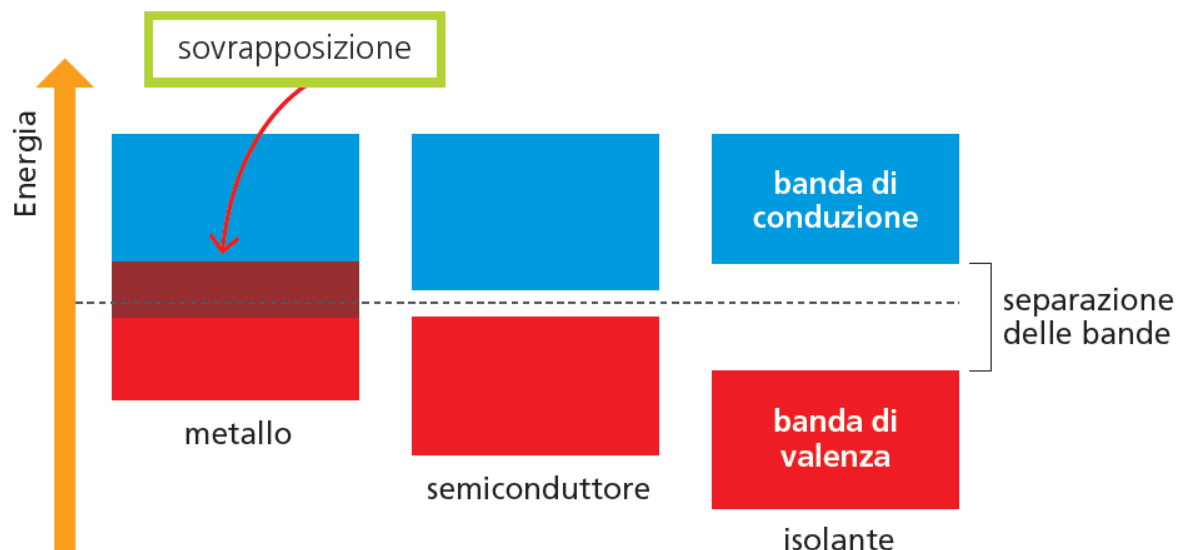




# Il legame metallico

**Banda di valenza** → combinazione degli orbitali degli elettroni di valenza di ciascun atomo.

**Banda di conduzione** → combinazione degli orbitali a energia più elevata rispetto a quelli di valenza, generalmente vuota.



# I legami intermolecolari

I **legami intermolecolari**, o **forze di van der Waals**, sono forze di natura elettrica che si instaurano, nei solidi e nei liquidi, tra più molecole oppure tra ioni e molecole.

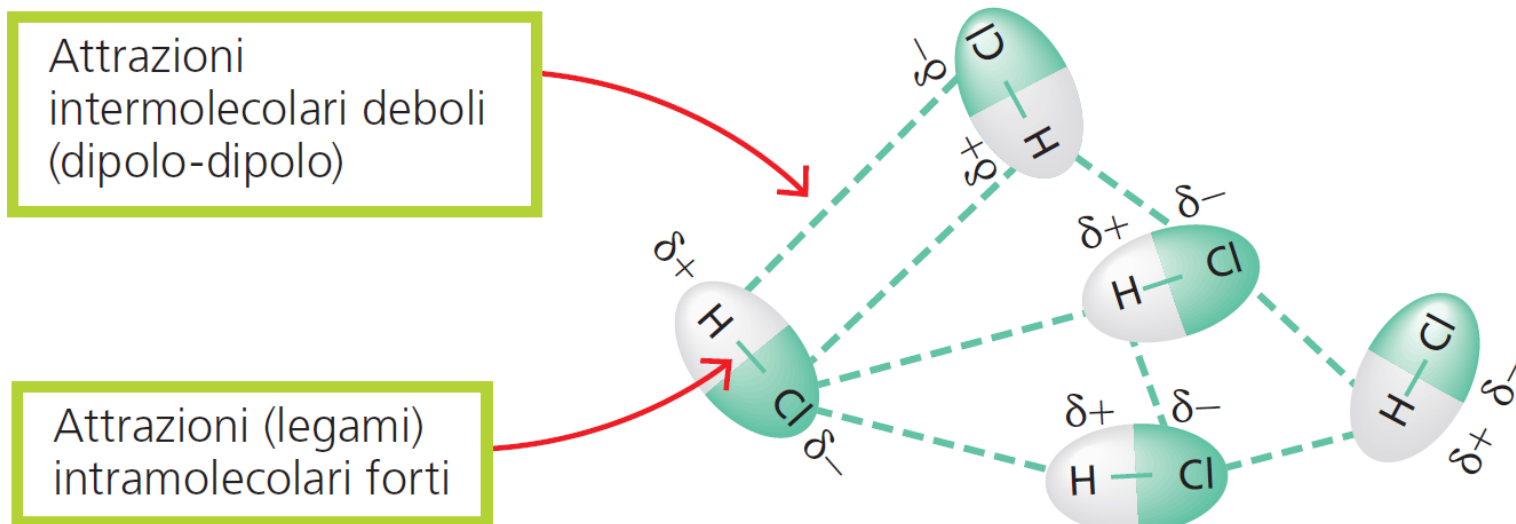
I legami intermolecolari influenzano molte proprietà fisiche dei solidi e dei liquidi.

Legami intermolecolari:

- attrazioni dipolo-dipolo;
- legame a idrogeno;
- forze di London.

# I legami intermolecolari

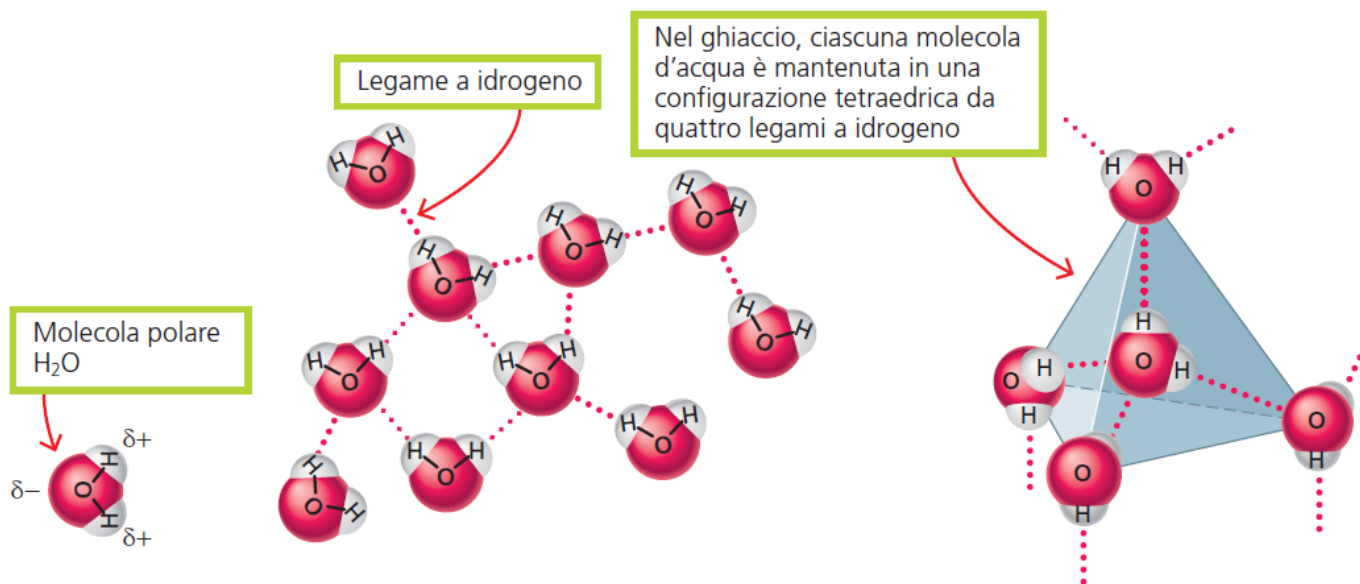
L'**attrazione dipolo-dipolo** è l'attrazione tra molecole polari e ha un'intensità pari a circa l'1% rispetto a quella di un legame covalente.



# I legami intermolecolari

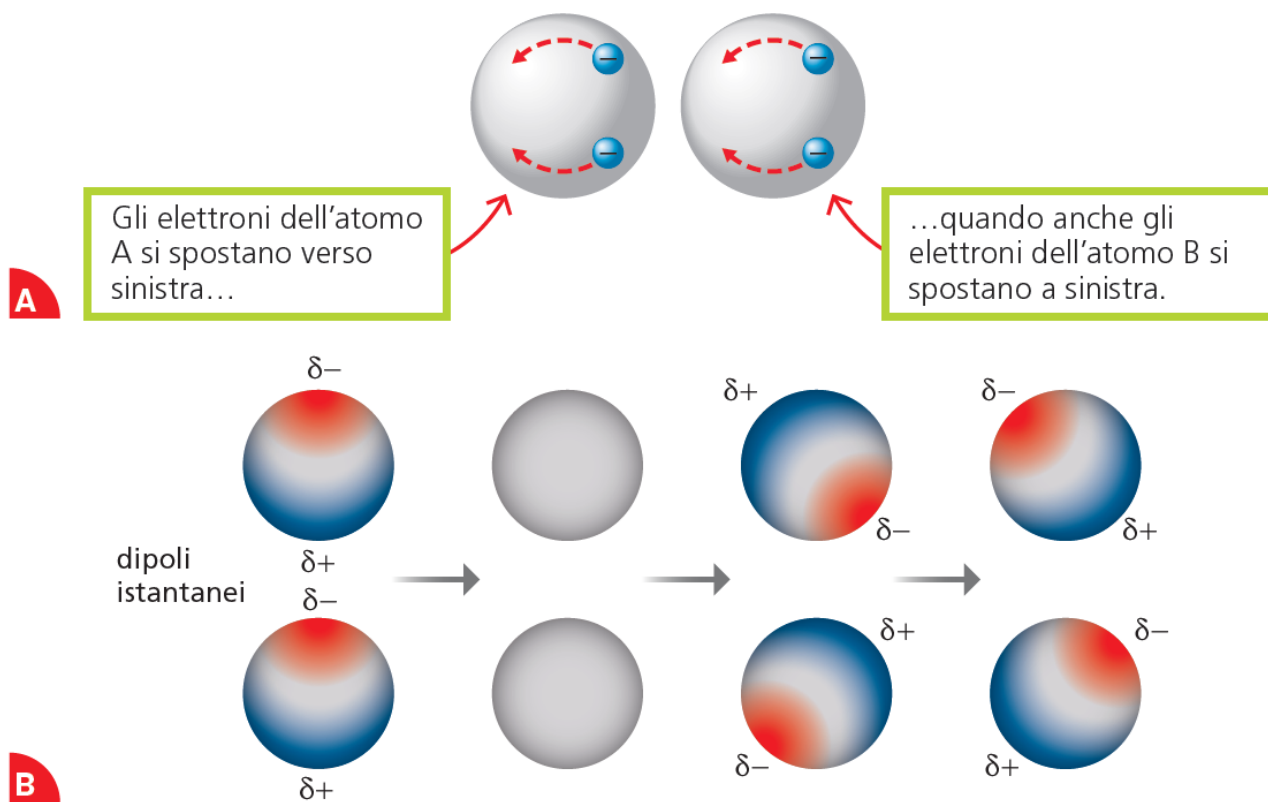
Il **legame a idrogeno** è l'attrazione dipolo-dipolo tra molecole che contengono legami N—H, O—H e F—H (molto polari). È circa cinque volte più forte delle altre attrazioni dipolo-dipolo.

Il legame a idrogeno si stabilisce tra le molecole d'acqua.



# I legami intermolecolari

Le **forze di London** sono attrazioni tra molecole apolari. In due atomi vicini, gli elettroni si influenzano reciprocamente formando un dipolo istantaneo e un dipolo indotto.



# I legami intermolecolari

L'intensità delle forze di London dipende da:

- **polarizzabilità** della nube elettronica di una particella (aumenta all'aumentare delle sue dimensioni);
- **numero di atomi** presenti in una molecola;
- **forma** delle molecole.

# I legami intermolecolari

Le principali forze di attrazione intermolecolari e le loro caratteristiche:

Attrazione intermolecolare	Tipi di sostanze che mostrano l'attrazione	Intensità percentuale (%) rispetto al legame covalente
Attrazioni dipolo-dipolo	Molecole che presentano dipoli permanenti, cioè molecole polari.	1%-5%
Legame a idrogeno	Molecole che contengono legami N—H, O—H e F—H.	5%-10%
Forze di London	Tutti gli atomi, le molecole e gli ioni mostrano questo tipo di attrazione, quindi esistono in tutte le sostanze.	Dipendono dalle dimensioni e dalla forma delle molecole. Per le molecole più grandi, l'effetto complessivo di molteplici attrazioni deboli determina un'attrazione netta intensa.

# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

**Macromolecola** → molecola formata anche da milioni di atomi.

**Polimero** → macromolecola la cui struttura è data dalla ripetizione di un gruppo molecolare (**unità ripetitiva**) per un numero altissimo di volte.

**Monomero** → molecola semplice contenente una sola unità ripetitiva.



# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

Classificazione dei polimeri in base ai monomeri:

- **omopolimero** → costituito da un solo monomero;
- **copolimero** → costituito da due o più monomeri diversi, in ordine regolare (*periodico*) o irregolare (*non periodico*).



esempio di omopolimero



esempio di copolimero periodico



esempio di copolimero non periodico

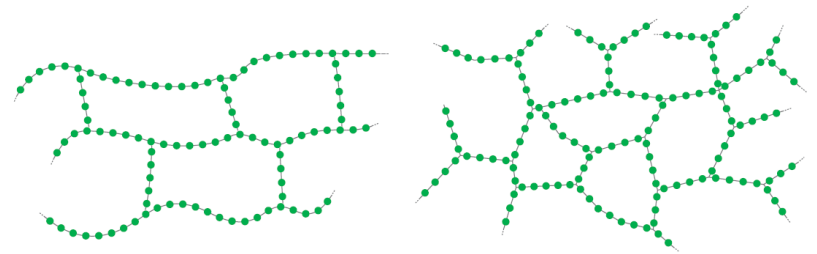
# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

Classificazione dei polimeri in base al tipo di catene:

- **lineare** → ogni monomero forma solo due legami;
- **ramificato** → i monomeri possono formare più legami;
- **reticolato** → i monomeri formano tre o più legami covalenti e danno origine a reti tridimensionali.



Polimero ramificato: l'amido



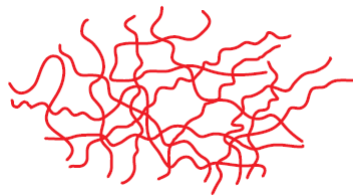
Polimeri reticolati

# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

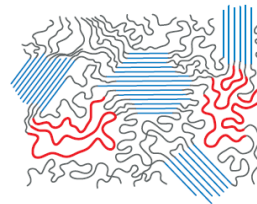
Classificazione dei polimeri in base al grado di cristallinità:

- **amorfo** → le catene si dispongono in modo disordinato;
- **semicristallino** → alcune catene si dispongono in modo regolare e altre in modo disordinato;
- **cristallino** → le catene si dispongono in modo regolare.

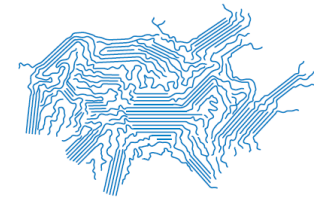
Il grado di cristallinità di un polimero dipende dalla sua *regolarità chimica* e dalla *velocità di raffreddamento*.



amorfo



semicristallino

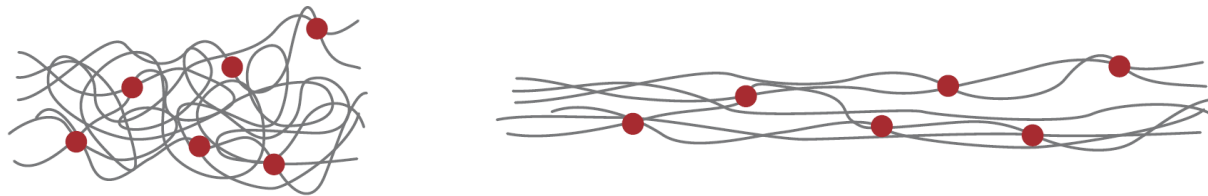


cristallino

# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

Classificazione dei polimeri in base al comportamento:

- **termoindurenti** → diventano duri durante il riscaldamento e non rammolliscono se vengono riscaldati;
- **termoplastici** → si deformano a caldo e il processo si può ripetere all'infinito, senza che il materiale perda le sue caratteristiche. Tra i più importanti polimeri termoplastici ci sono gli elastomeri e le fibre sintetiche.






Deformazione degli elastomeri

# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

Classificazione dei polimeri di sintesi in base alle tecniche di polimerizzazione:

- **per addizione** → i monomeri si legano alla catena uno alla volta;
- **per condensazione** → i monomeri si legano tra loro a formare degli oligomeri, che poi si legano tra loro e formano il polimero.

# I legami intermolecolari e la forma delle macromolecole

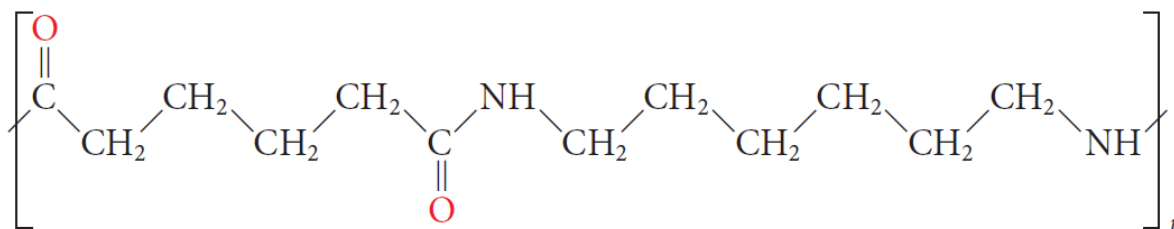
Nome e sigla	Monomero	Impieghi principali
Polietilene (PE) $\left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} & -\text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	Etilene $n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	È un polimero termoplastico, a lungo impiegato nella produzione di sacchetti, di recipienti per detersivi, di giocattoli, di pellicole e altri tipi di imballaggio. 
Polipropilene (PP) $\left[ \begin{array}{c} \text{CH}-\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Propilene $\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	È un polimero termoplastico usato moltissimo e in diversi ambiti, dai mobili da giardino alle moquette, ai flaconi per detersivi. 
Resina epossidica $\left[ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O} \right]_n$	Epossido $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} & & \text{CH}_2 \\ & \diagdown & / \\ & \text{O} \end{array}$	È un polimero termoindurente. Si usa nell'industria elettrica-elettronica in quanto è un materiale isolante; nel settore nautico o aereo-spaziale in combinazione con tessuti rinforzati (fibre di vetro, di kevlar o carbonio); nel settore alimentare e farmaceutico per le caratteristiche di resistenza chimico-meccanica e nel settore edile per numerosi interventi di consolidamento e ripristino. 

Alcuni esempi di polimeri.

# LA CHIMICA CON METODO

- ▶ **Come influiscono le interazioni intermolecolari sul grado di cristallizzazione di un polimero?**

Il nylon 6,6 è un omopolimero lineare sintetico, che è stato brevettato negli Stati Uniti d'America nel 1938. La sua formula chimica è:



dove  $n$  indica che il monomero si ripete per un numero elevato di volte. Sulla base delle tue conoscenze, credi che questo polimero possa cristallizzare? Credi che la capacità di cristallizzare sia influenzata dalla presenza di interazioni intermolecolari?

## La chimica in Agenda

Le microplastiche, cioè i frammenti di polimeri plastici di dimensioni minori di 5 mm, sono un inquinante onnipresente: si ritrovano nel suolo, nelle acque, in atmosfera e all'interno degli organismi viventi. I problemi causati dalle microplastiche sono particolarmente rilevanti nel caso degli ecosistemi acquatici. Una delle principali fonti di inquinamento da microplastiche è rappresentata dagli indumenti di fibre sintetiche.

Nel 2016, su 100 milioni di tonnellate di filati, circa il 65% era di origine sintetica. Durante il lavaggio, un numero cospicuo di fibre passano nell'acqua. Queste vengono poi scaricate nei fiumi e nei mari, perché sono di dimensioni minori rispetto ai filtri dei depuratori. Secondo alcune stime recenti, ogni kilogrammo di tessuti sintetici rilascia durante il lavaggio tra 124 milligrammi e 308 milligrammi di fibre.





## Chemistry in English

### About microplastics and how they harm marine life

«The release of plastic wastes is a key challenge for the preservation of biodiversity and associated resources. [...] Impacts from exposure to these plastics (e.g. entanglement, ingestion) have been observed on different marine species, including benthic organisms, which can suffer from plastics coverage of tissues, or direct physical abrasion.

[...] At the level of physiological functioning, microplastics (plastic fragments < 5 mm) have been shown to impair feeding in copepods and crabs, affect the larval development of oysters, reduce the energy storage of lugworms, possible bleaching and necrosis of shallow-water corals. [...] The use of high concentrations in ecotoxicological studies can be viewed as a proof-of-concept to assess the potential risk of emerging pollutants and determine adequate biomarkers.»

*(Adapted by: Scientific Reports, Nature, 2018)*