

MATERIALI POLIMERICI

MATERIALI POLIMERICI

Vasto gruppo di sostanze chimiche importanti dal punto di vista sia commerciale che industriale perché costituiscono le materie plastiche, le fibre tessili artificiali e sintetiche, le gomme elastiche e, inoltre, le vernici sintetiche, gli adesivi e gli scambiatori di ioni.

Questa classificazione è in base alle proprietà e all'uso a cui sono destinate.

MATERIALI POLIMERICI

I polimeri sintetici trovano largo impiego motivato principalmente da:

- Basso costo, disponibilità dei monomeri, facilità di sintesi
- Facilità di lavorazione, plasticità ed elasticità (proprietà meccaniche)
- Filmabilità
- Bassa densità
- Inerzia chimica
- Alta resistenza elettrica

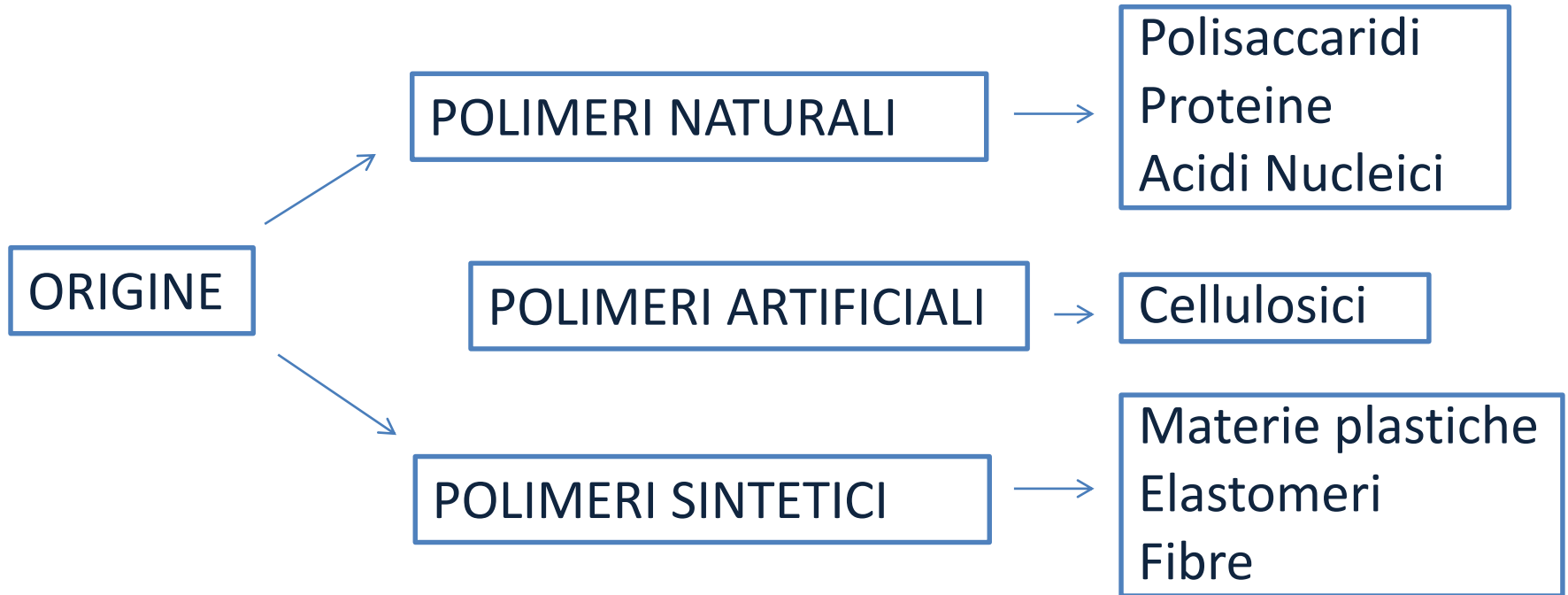
FATTORI CHE INFLUENZANO LE PROPRIETA' DEI MATERIALI POLIMERICI

1. Struttura
2. Meccanismi di polimerizzazione
3. Polidispersività
4. Configurazione
5. Cristallinità

DEFINIZIONE DI POLIMERI

Sostanze organiche formate da molecole di grandi dimensioni ad alto peso molecolare, dette macromolecole, la cui struttura deriva dall'unione, mediante legami chimici covalenti, di un gran numero di unità ripetitive dette monomeri.

CLASSIFICAZIONE DEI POLIMERI



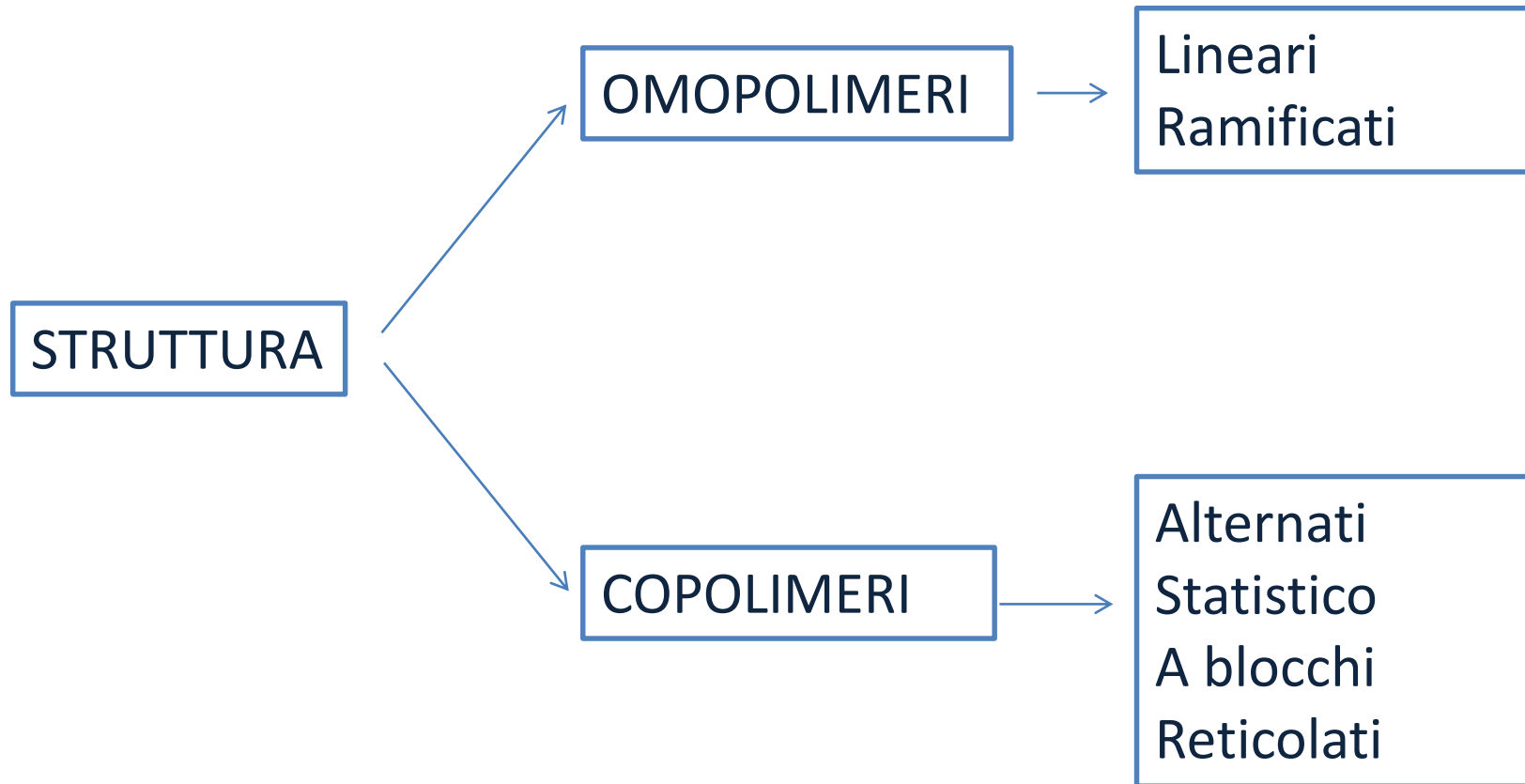
DEFINIZIONE DI MATERIALE POLIMERICO

Un materiale polimerico è costituito da una miscela di macromolecole di diversa lunghezza ottenute dalla ripetizione regolare di un motivo strutturale (unità ripetitiva) derivato da una o più molecole piccole (monomeri) che sono il materiale di partenza.

DEFINIZIONE DI MATERIALE POLIMERICO

Un materiale polimerico è costituito da una miscela di macromolecole di diversa lunghezza ottenute dalla ripetizione regolare di un motivo strutturale (unità ripetitiva) derivato da una o più molecole piccole (monomeri) che sono il materiale di partenza.

CLASSIFICAZIONE DEI POLIMERI



CLASSIFICAZIONE DEI POLIMERI

MECCANISMI DI
POLIMARIZZAZIONE

```
graph TD; A[MECCANISMI DI POLIMARIZZAZIONE] --> B[POLICONDENSAZIONE]; A --> C[POLIADDIZIONE];
```

POLICONDENSAZIONE

i monomeri
contengono un
gruppo funzionale
che può essere
perso

POLIADDIZIONE

il monomero
contiene almeno un
doppio legame

POLIMERIZZAZIONE

- Ogni catena reagendo si accresce in lunghezza in modo indipendente dalle altre e le masse molari non sono tutte uguali
- Le catene sono tenute insieme da forze di coesione di tipo Van der Waals o London
- Le proprietà del materiale dipendono sia dalla lunghezza media delle catene che dalla dispersione statistica delle masse molari cioè dal fatto che la lunghezza sia poco o molto variabile intorno a un valore medio
- Le proprietà meccaniche dipendono dal peso molecolare, migliorano all'aumentare del peso molecolare

POLIDISPERSIVITA'

Quando si sintetizza un polimero si ottengono catene di lunghezza diversa.

Il peso molecolare medio di un polimero sarà quindi una media di tutti i pesi delle diverse catene (può essere misurato sperimentalmente)

media numerica $M_n = \frac{\sum_i N_i M_i}{\sum_i N_i}$ dove M_i massa singola catena

media ponderale $M_w = \frac{\sum_i g_i M_i}{\sum_i g_i} = \frac{\sum_i N_i M_i^2}{\sum_i N_i M_i}$ dove g_i massa di tutte le catene N_i aventi massa M_i

Il rapporto M_n/M_w è l'indice di dispersione ovvero della larghezza della curva di distribuzione delle masse molari ed maggiore di 1.

CONFIGURAZIONE DELLE CATENE

Un polimero si dice stereoregolare quando le unità monomeriche si succedono lungo la catena con configurazioni steriche (o spaziali) ordinate secondo una regola detta tassia

- ATATTICA: il sostituente R in stereocentri successivi è distribuito in maniera casuale
- ISOTATTICA: tutti i sostituenti R sono situati dalla stessa parte del piano contenente la catena
- SINDIOTATTICA: i sostituenti R si alternano dalle due parti del piano contenente la catena

CRISTALLINITA' DEI POLIMERI

È una compattazione delle catene con una distribuzione atomica ordinata.

Le strutture cristalline sono descritte in termini di celle unitarie, spesso molto complesse.

A differenza delle sostanze con molecole piccole (acqua, metano,...) che di norma sono o cristalline o completamente amorfe, i polimeri, per le loro dimensioni e complessità, sono parzialmente cristallini detti semicristallini, con regioni cristalline disperse in una massa amorfa.

Il grado di cristallinità varia da zero (amorfo) a circa 95% (quasi completamente cristallino).

CRISTALLINITA' DEI POLIMERI

A parità di peso molecolare, la densità di un polimero cristallino è maggiore del corrispondente amorfo.

Pertanto il grado di cristallinità può essere determinato sperimentalmente mediante misure di densità.

Il grado di cristallinità dipende:

- dalla composizione chimica
- dalla configurazione delle catene
- dalla velocità di raffreddamento durante la solidificazione
- dal processo di lavorazione

I polimeri ad alta cristallinità hanno in genere proprietà meccaniche migliori.

I polimeri amorfi sono spesso trasparenti poiché sono omogenei e non assorbono le radiazioni di luce visibile

CRISTALLINITA' DEI POLIMERI

Polimeri che cristallizzano facilmente	Polimeri che cristallizzano difficilmente
Unità ripetitive chimicamente semplici (es. polietilene, politetrafluoroetilene)	Unità ripetitive chimicamente complesse (es. Poliisoprene)
Polimeri lineari	Polimeri ramificati, a legami incrociati, reticolati
Sindiotattici e isotattici	Atattici
Copolimeri alternati e a blocchi	Copolimeri casuali e ad innesto

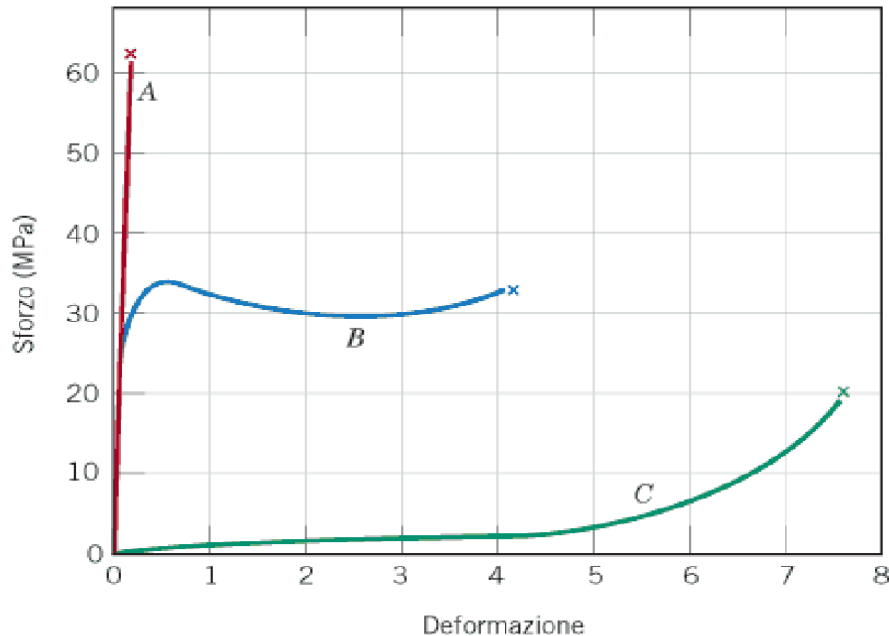
PROPRIETA' MECCANICHE

Quando una barra di un materiale è sottoposto all'azione di una forza progressivamente crescente tende a deformarsi.

La curva sforzo-deformazione serve per descrivere il comportamento meccanico di un materiale e possiamo ricavare informazioni sul carico di rottura, lo snervamento e il modulo di elasticità.

Nella maggior parte dei casi sono fortemente influenzate dalla velocità di deformazione, dalla temperatura e dalla natura chimica dell'ambiente circostante.

COMPORIAMENTO DEI POLIMERI



(A) polimero fragile: si rompe pur essendo ancora in campo elastico

(B) polimero plastico: inizialmente si ha deformazione elastica, seguita da snervamento e da una regione a comportamento plastico

(C) polimero elastico: si ha deformazione completamente elastica di tipo gommoso (elastomeri)

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE PROPRIETA' MECCANICHE

TERMOPLASTICHE

- Le catene di questi polimeri hanno una struttura lineare e ramificata ma non sono unite tra loro da legami trasversali
- Possono essere cristallini o amorfi
- Acquistano plasticità e modellabilità sotto l'azione del calore e della pressione; possono quindi essere forgiate e mantengono la forma se raffreddate (proprietà reversibile)

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE PROPRIETA' MECCANICHE

ELASTOMERI

- Materiali totalmente amorfi le cui catene sono lineari ma legate tra loro da alcuni legami ponte.
- Tali legami permettono lo scorrimento delle catene l'una sull'altra durante l'allungamento e ne permettono il ritorno alla situazione iniziale senza deformazioni permanenti (gomma vulcanizzata)

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE PROPRIETA' MECCANICHE

TERMOINDURENTI

- Materiali che per effetto del calore rammolliscono e successivamente induriscono in modo irreversibile
- Sono costituiti da catene lineari che, sotto l'azione del calore, reticolano conferendo alla struttura una certa rigidità e inderformabilità
- Solo a temperature molto elevate si possono spezzare i legami e distruggere il polimero.
- Sono in genere più duri e più resistenti dei termoplastici.

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE PROPRIETA' MECCANICHE

FIBRE

- Sono costituite da catene lineari, stereoregolari e cristalline che presentano un'elevata tenacità meccanica e resistenza alla trazione
- Le catene non possono scorrere l'una sull'altra a causa di forze di tipo Van der Waals o legami a idrogeno

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Polietilene PE (-CH₂-CH₂-)_n

- Il LDPE è un materiale termoplastico, ramificato, con una cristallinità compresa tra il 40 e il 55%
- HDPE è un materiale termoplastico con una cristallinità compresa tra il 60 e il 80%, può essere miscelato con il LDPE e può essere rinforzato con fibre di vetro.
- I vari tipi di PE non assorbono acqua, sono resistenti agli agenti chimici e sotto i 60 °C sono insolubili in tutti i solventi
- E' adatto per il contatto con generi alimentari

USI: tubi, raccordi, film, buste, giocattoli, rivestimenti di cavi, parti per l'industria meccanica

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Polipropilene PP

- I polimeri isotattici sono termoplastici con cristallinità del 60 - 70%, non assorbono l'acqua, resistenti ad agenti chimici e ai solventi ma sensibili agli ossidanti
- I polimeri atattici sono amorfi e sono prodotti in modeste quantità.
- Il polipropilene viene variamente colorato, rinforzato con farina di legno, fibre di vetro.
- E' adatto per il contatto con generi alimentari

USI: isolanti elettrici, tubi, valigie, fibre, film, prati artificiali

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Polistirene (polistirolo)

- E' un materiale termoplastico amorfo, rigido, fragile a temperatura ambiente, abbastanza trasparente e basso assorbimento di acqua.
- E' solubile in molti solventi organici ma è infiammabile
- Raramente viene rinforzato.

USI: imballaggi e contenitori trasparenti, siringhe monouso, giocattoli, posate monouso, righelli

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Copolimeri di Polistirene

- Stirene-butadiene SB: materiale antiurto, per parti di mobili, corpi di elettrodomestici, radio e televisioni
- Acrilonitrile-butadiene-stirene o resine ASB: termoplastica amorfa, rigida ma tenace, rinforzabile con fibre e parti metalliche è usata per sedie, parti di elettrodomestici, caschi, scafi e valigie.

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Polivinilcloruro PVC

- I vari tipi di PVC sono polimeri termoplastici, amorfi, con caratteristiche meccaniche e di stabilità termica migliori nei prodotti ad alto grado di polimerizzazione

PVC non plastificato: è addizionato di stabilizzanti, è duro, rigido, resistente, scarsamente infiammabile.

USI: tubi in pressione, bottiglie, tapparelle, grondaie, dischi, CD

PVC plastificato: è flessibile ed elastico a seconda del tipo di plastificante e della percentuale.

USI: guarnizioni, film flessibili, finta pelle, palloni, prese elettriche

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Polimetilmetacrilato PMMA

- E' un materiale termoplastico amorfo, rigido a temperatura ambiente, assorbe l'acqua e deve essere essiccato prima delle lavorazioni
- E' resistente ai solventi non polari ma è infiammabile

USI: vetri, lenti per occhiali, penne, manici, tubi, pettini, giocattoli

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Poliammidi PA (Nylon)

- La poliammide 6 è il polimero del caprolattame mentre le altre PA sono prodotti di condensazione lineare di acidi bicarbossilici e diammine.
- Sono prodotti parzialmente cristallini (60%) con caratteristiche meccaniche che dipendono dalla composizione chimica
- Poco adatte per il contatto con alimenti acquosi
- Lo stiramento (fibre) aumenta notevolmente la durezza e la resistenza

USI: parti di macchine (ingranaggi, cuscinetti, guarnizioni), materiale isolante elettrico, maniglie, rubinetti, fibre, corde, setole per spazzole.

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Polietilentereftalato PET

- Prodotto di policondensazione, lineare, termoplastico, può essere amorfo o parzialmente cristallino.
- Il polimero amorfo è meno rigido e più difficilmente lavorabile
- Il polimero cristallino si lavora meglio e ha più alte caratteristiche meccaniche e buona tenacità

USI: parti di macchine, valvole, cerniere, maniglie, bottiglie, interruttori, fibre.

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Policarbonati PC

- Polimero termoplastico, amorfo, con ottime caratteristiche meccaniche e resistenza chimica.
- E' trasparente, con buon isolamento elettrico, basso assorbimento di acqua e può essere usato a contatto con gli alimenti

USI: vetri, stoviglie, elettrodomestici, elmi e caschi, penne a sfera, valvole, ventole, film

PRINCIPALI MATERIE PLASTICHE

Politetrafluoroetilene PTFE

- Polimero termoplastico, lineare, molto cristallino con caratteristiche meccaniche che dipendono dal grado di cristallinità e dagli additivi aggiunti
- E' molto resistente agli agenti chimici e ai solventi, non assorbe l'acqua, ha un buon potere isolante elettrico, buona resistenza alle alte temperature.
- Non è incollabile ed è difficile da saldare

USI: tubi rigidi e flessibili, guarnizioni, cuscinetti, padelle antiaderenti, materiali a contatto con sostanze aggressive