La plastica

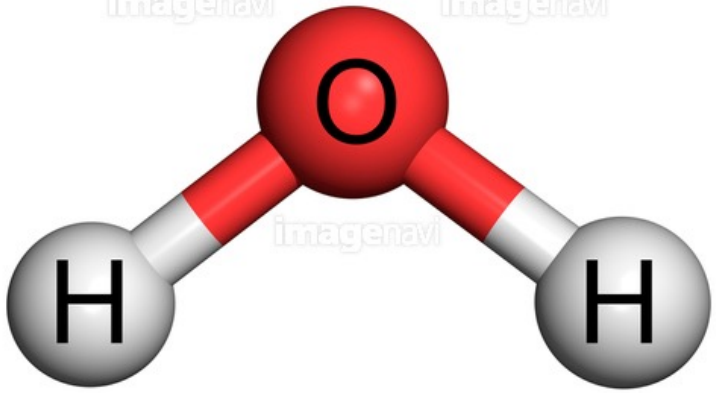
Gustavo Avitabile - Dipartimento di Chimica
Università di Napoli Federico II

gustavo.avitabile@unina.it

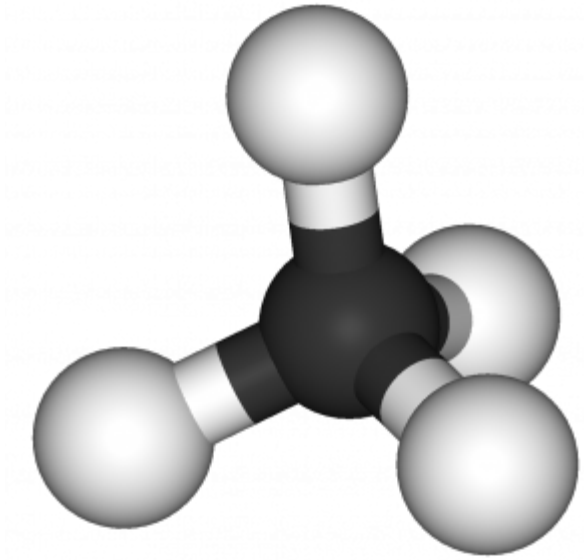
La plastica è costituita da molecole che hanno la proprietà unica di essere lunghe e flessibili come un filo

Le molecole

acqua 2 atomi di idrogeno
1 atomo di ossigeno

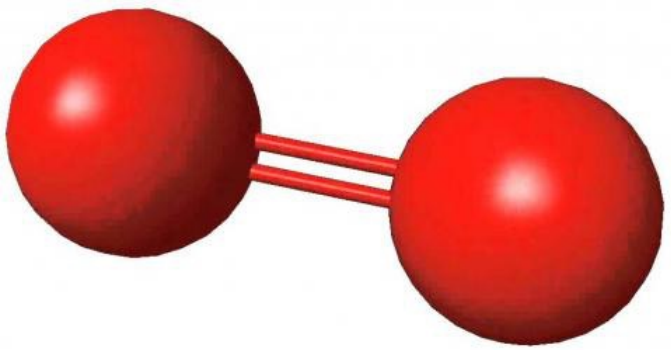


metano 1 atomo di carbonio
4 atomi di idrogeno

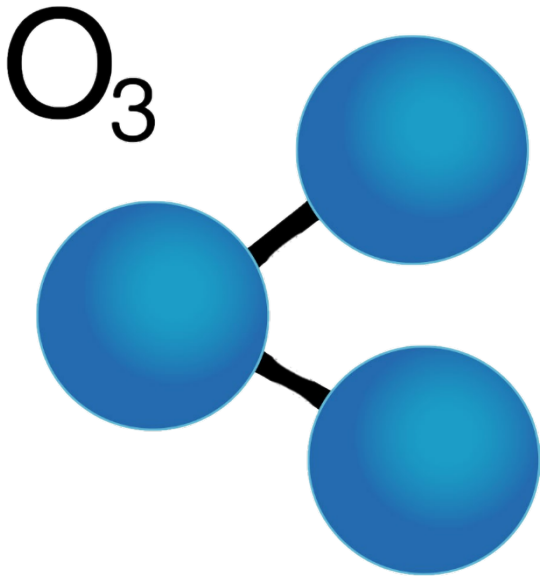


Gli atomi si legano e formano le molecole

ossigeno 2 atomi di ossigeno



ozono 3 atomi di ossigeno



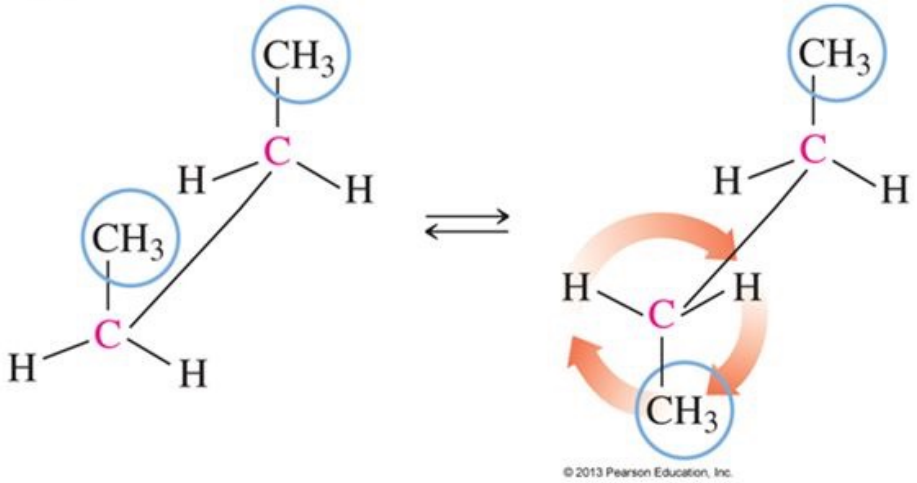
Le molecole prendono forme diverse

di solito per rotazione intorno a legami singoli

Rotation Around a C— C Single Bond

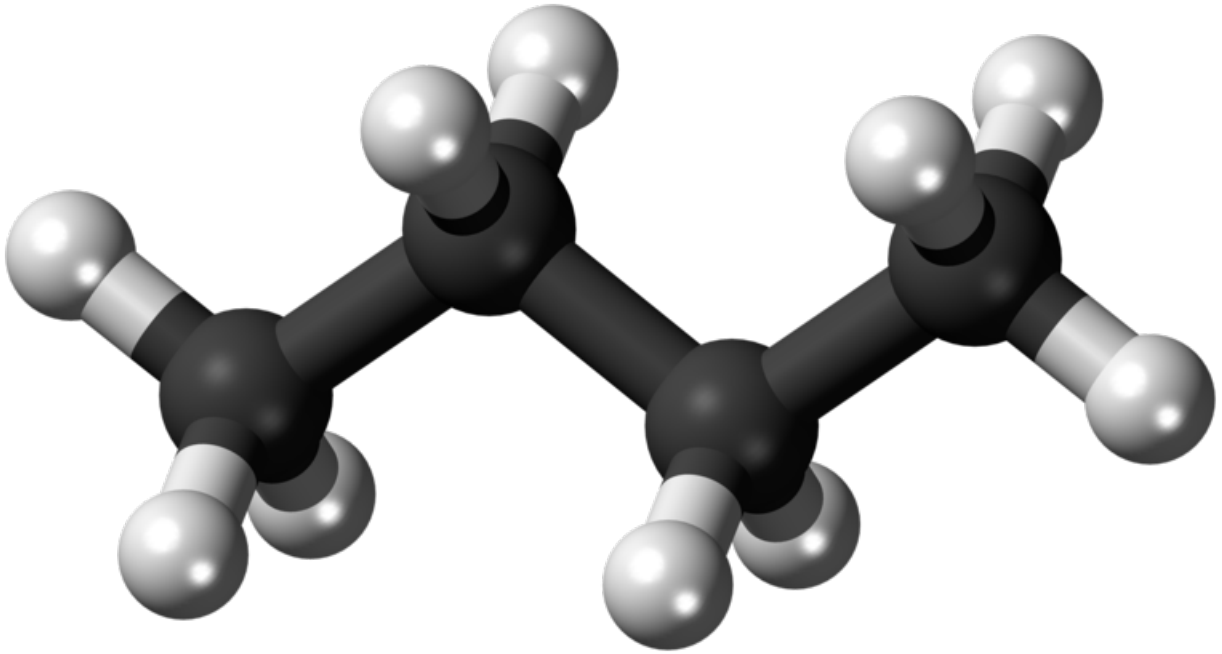
The groups attached to a C—C single bond

- rotate around the bond freely to give different relative structural arrangements called **conformations**.
- sometimes the $-CH_3$ groups line up, sometimes they are opposite each other.

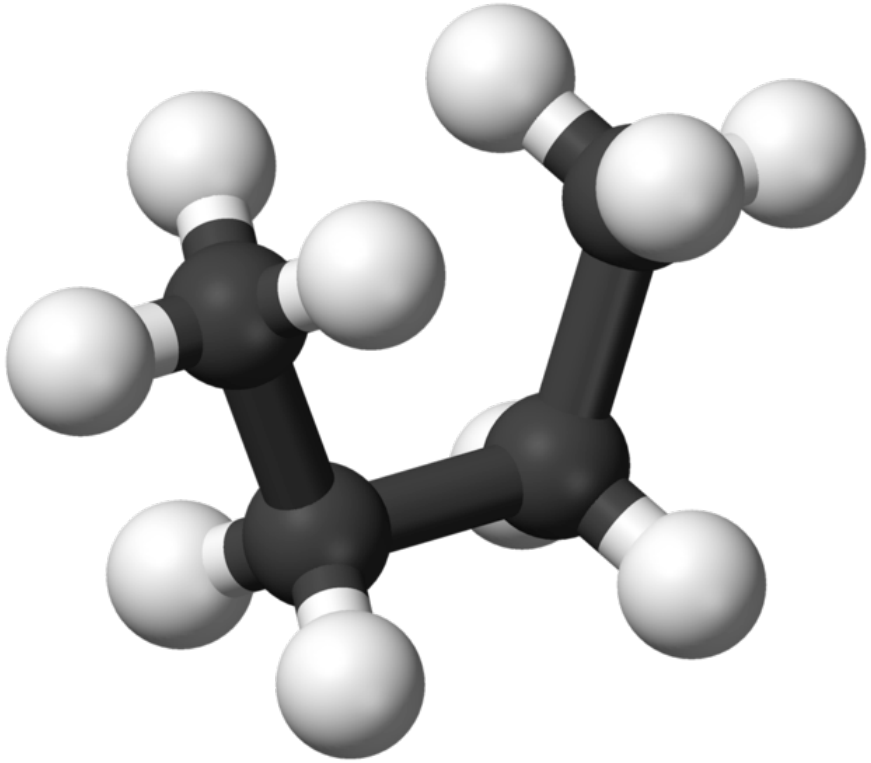


Rotazione intorno a un legame singolo

CH_3-CH_2-CH_2-CH_3



trans (o *anti*)



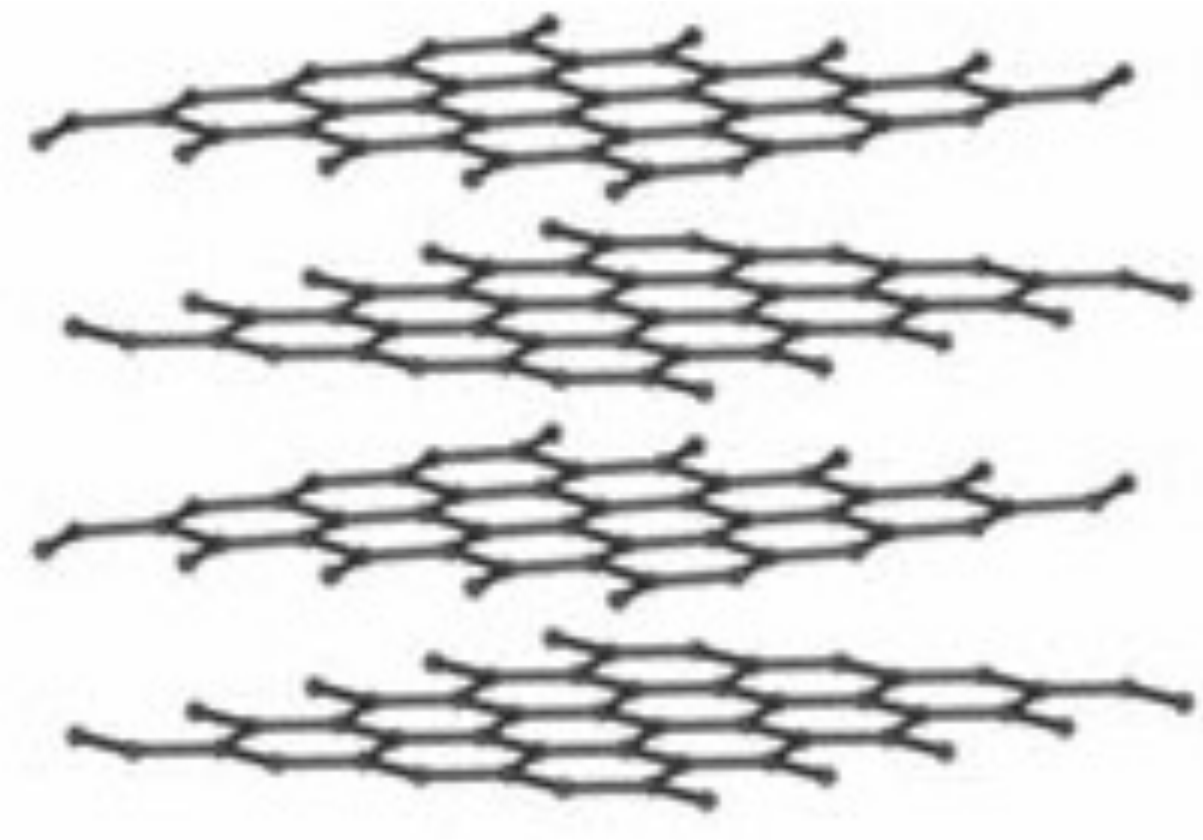
gauche (+ o -)

Gli atomi si legano e formano le molecole

o anche strutture infinite

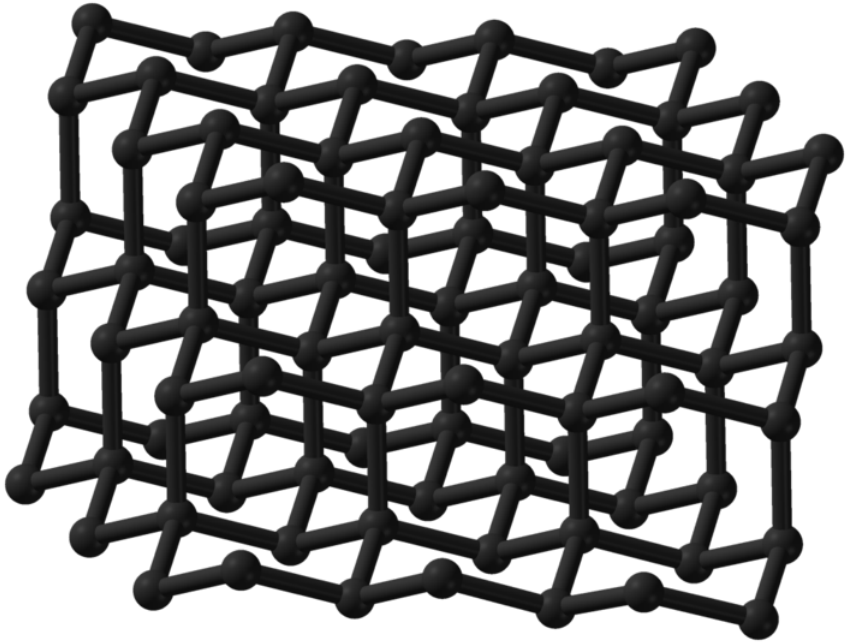
grafite

2 dimensioni



diamante

3 dimensioni

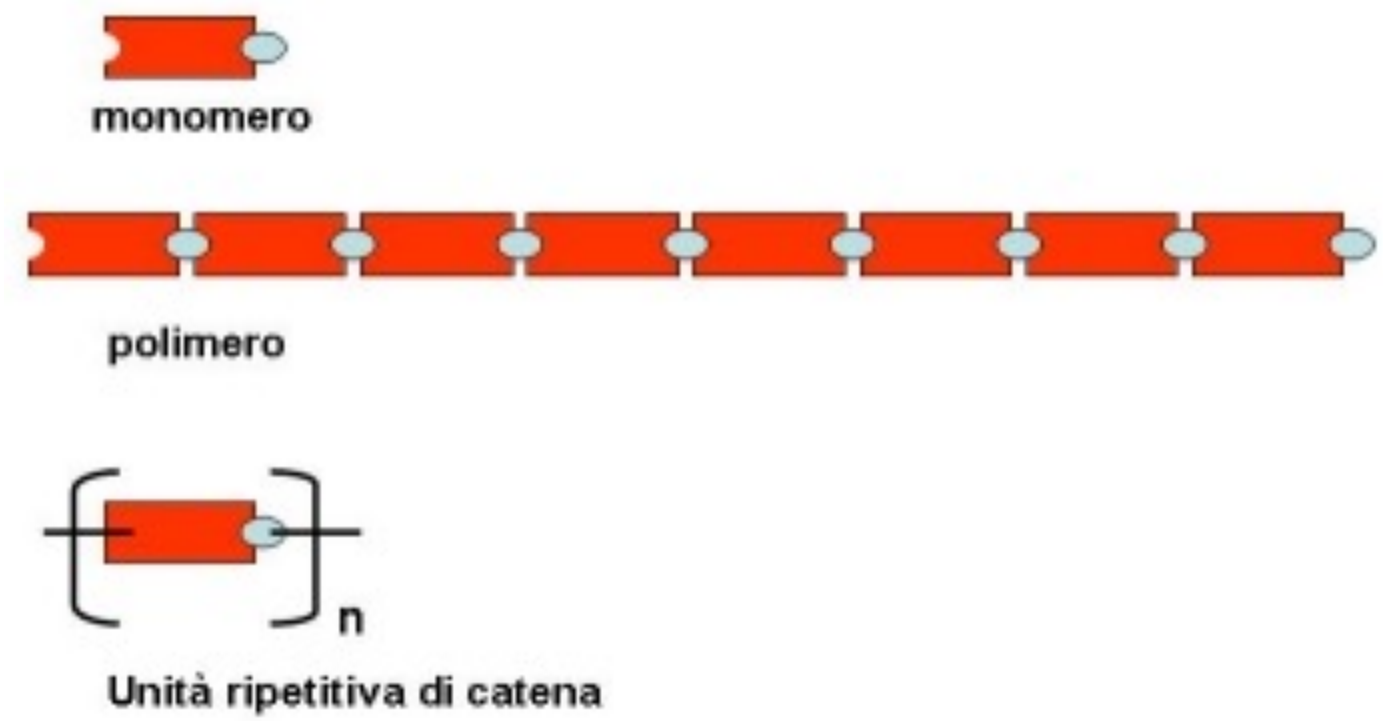


Una struttura infinita in 1 dimensione?

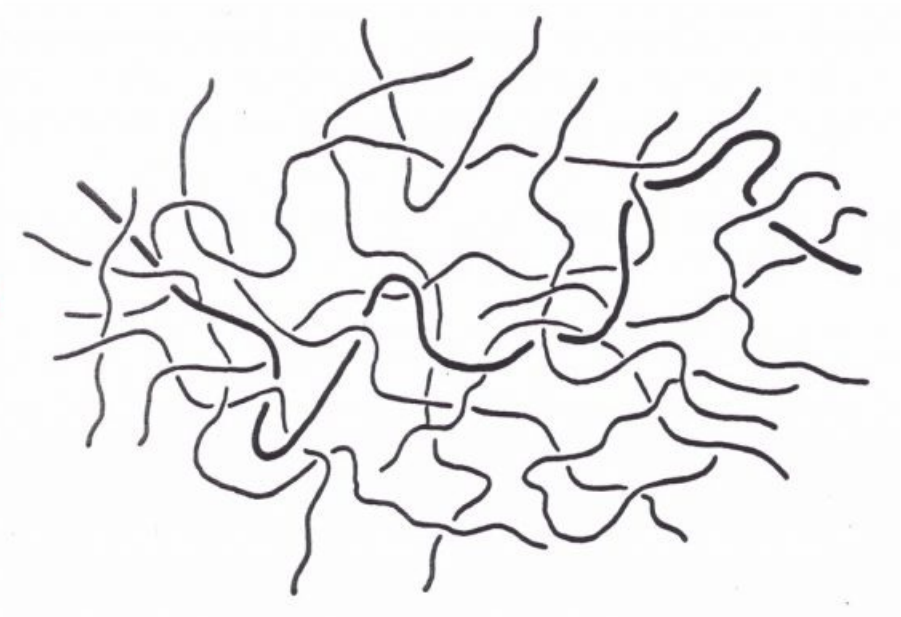
Il filo

Una molecola può essere a forma di filo ?

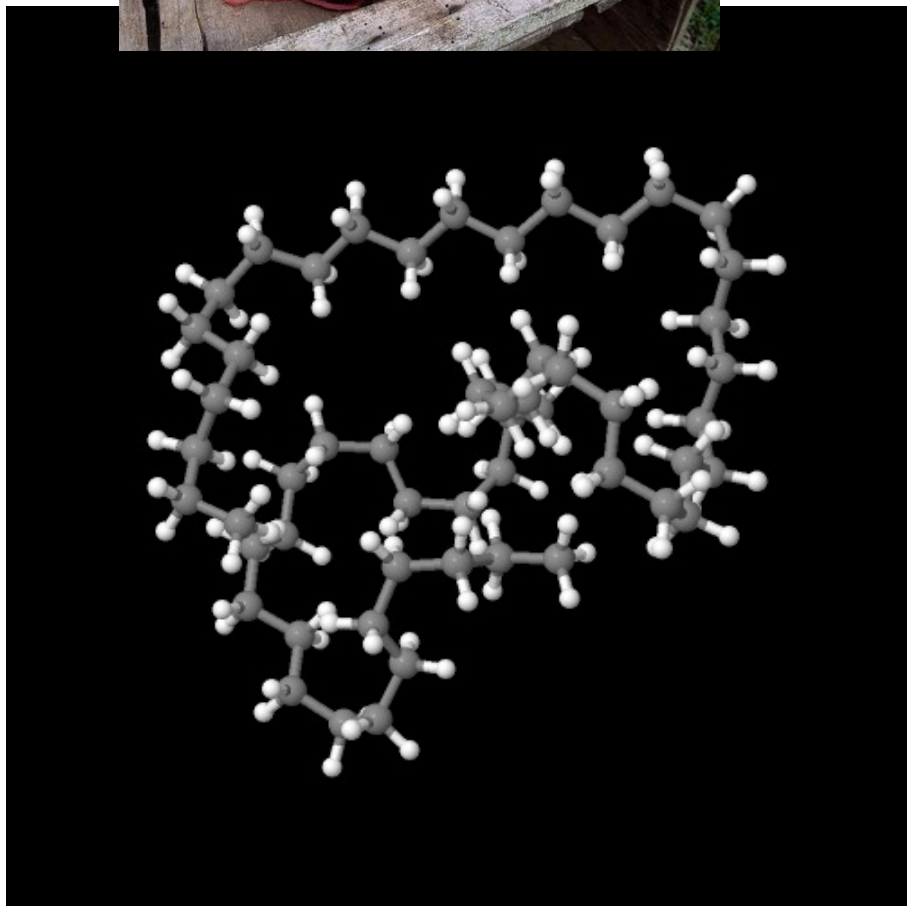
I **polimeri** sono molecole giganti *(macromolecole)*, ottenute legando chimicamente fra di loro un gran numero di molecole piccole, dette *monomeri*. In una macromolecola centinaia, migliaia o un numero ancora maggiore di molecole si legano fra di loro attraverso reazioni chimiche dette di polimerizzazione.



Linear Amorphous

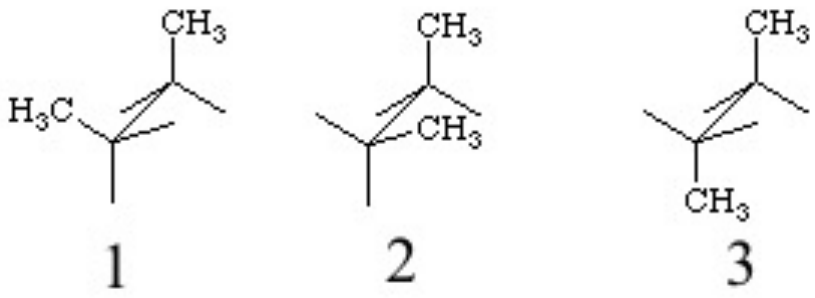


Think of this like a bowl full of spaghetti, but on the atomic scale!

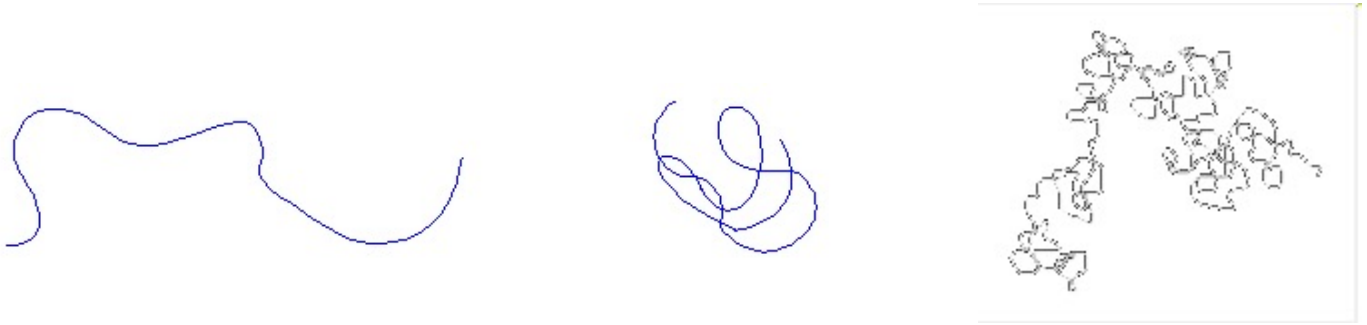


Polietilene $-CH_2-CH_2-$

La catena flessibile



Una molecola di *n*-butano ha 3 conformazioni possibili

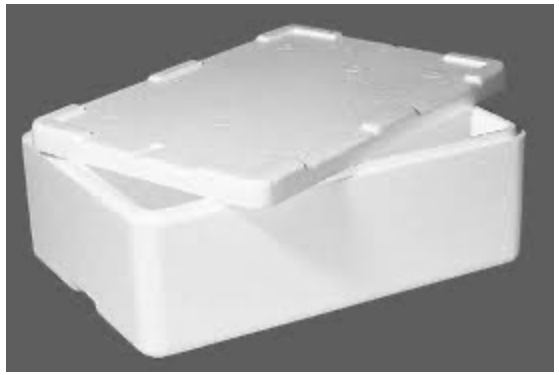


Una catena di polimero ha infinite conformazioni possibili

Un fascio di fili diversi
fa un'unica matassa

Il filo si ingarbuglia e
prende le forme più varie

Oggetti di plastica



Le materie plastiche

- sono tenere
- non formano spigoli taglienti
- sono tenaci

La catena a gomitolo si deforma facilmente

Punte e angoli vivi scompaiono

... ma le catene non si separano perché sono annodate fra di loro e l'oggetto non si spezza

Al contrario, il vetro è duro, fragile e tagliente

- Il vetro è tenuto insieme da legami fortemente ionici
- Gli ioni non si spostano perché sarebbero respinti da altri ioni
- Punte e angoli taglienti si mantengono
- Il vetro non assorbe energia per deformazione: tenta di resistere indeformato, ma così si rompe

vetro

plastica

Materie plastiche

- Una plastica è un materiale a cui si può far assumere una forma qualsiasi, anche complessa
- Tradizionalmente questo si fa coi metalli, per fusione e stampaggio

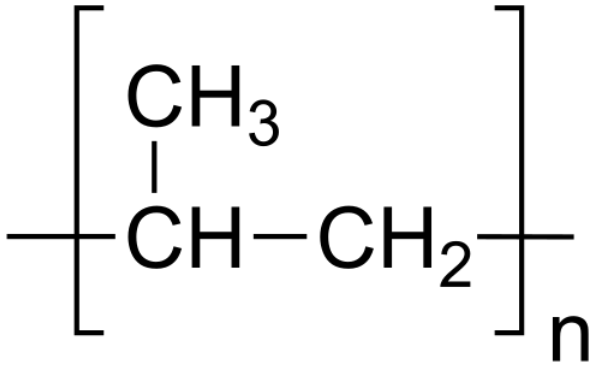
- Anche le pietre possono assumere forme complesse, ma la lavorazione è difficile

- La plastica moderna è fatta di polimeri

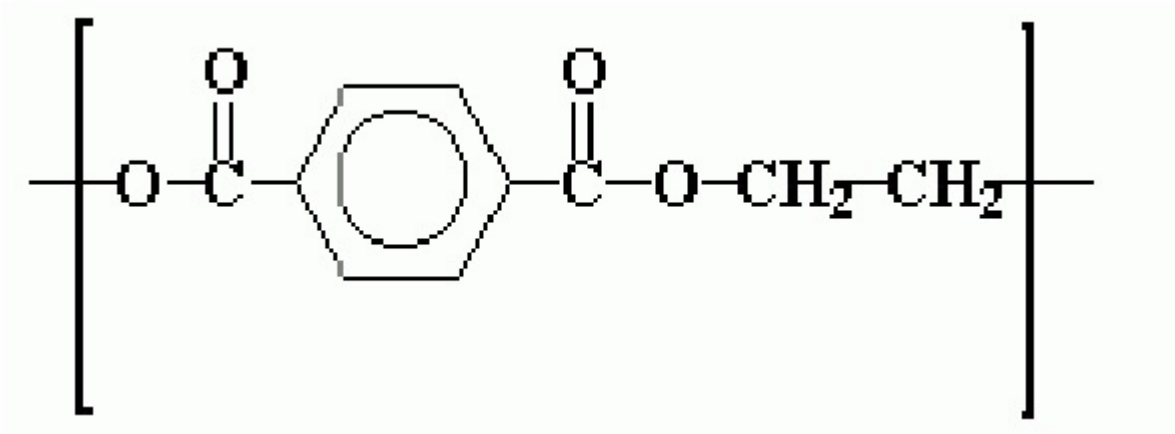
Esempi di plastiche

polietilene $-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$

polipropilene

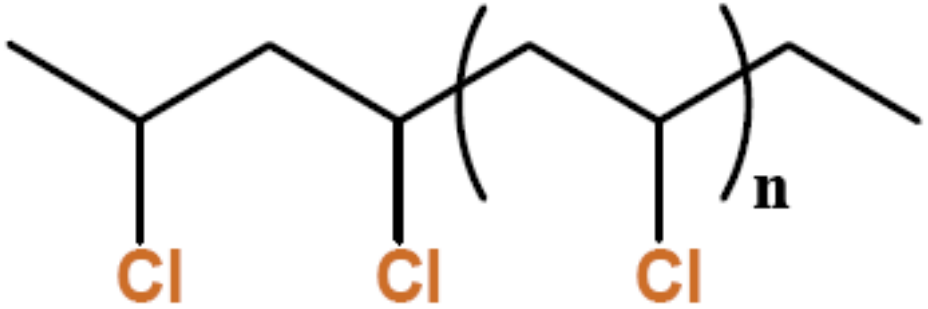


poliestere

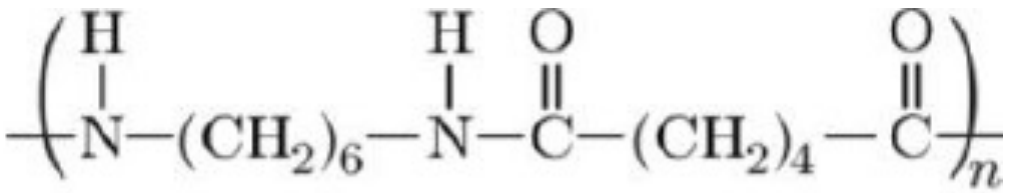


Esempi di plastiche

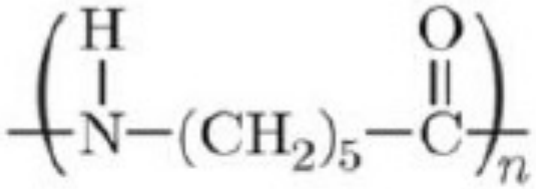
polivinilcloruro



nylon



Nylon 66



Nylon 6

La plastica è versatile

flessibile

rigida

morbida

dura

Vantaggi della plastica

- è leggera
- non ferisce
- si lavora a temperature basse
- è poco costosa
- non rilascia metalli
- si colora bene

Svantaggi della plastica

- difficilmente degradabile
- se dispersa affiora in superficie
- può rilasciare additivi dannosi
- molti limiti alla riciclabilità
- induce comportamenti usa e getta
- non ha basi culturali storiche

Il destino finale della plastica

produzione mondiale di plastica:

300 milioni di tonnellate/anno

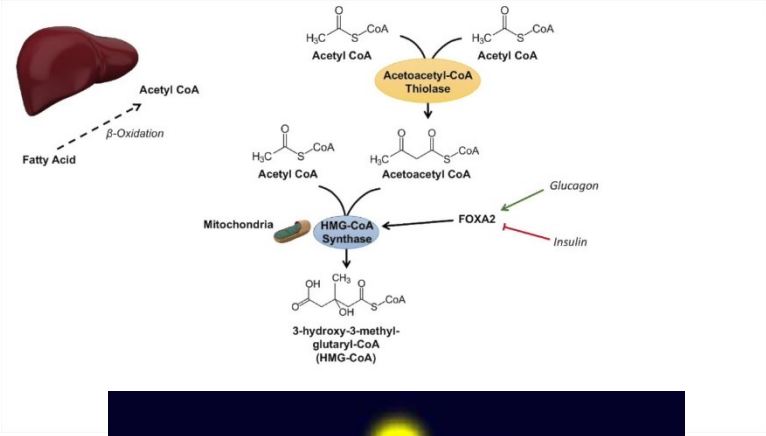
possibili destinazioni finali:

- uso permanente
- riciclo
- riutilizzo come materia prima
- incineratori
- discarica
- smaltimento incontrollato
    - nel terreno
    - combustione
    - in acqua

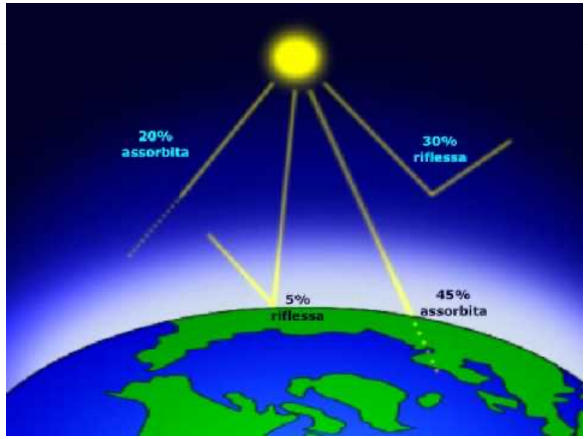
Perché la plastica non si degrada?

La plastica esiste da meno di un secolo

Gli organismi che degradano altri materiali (legno) non la conoscono



La plastica sarebbe un alimento, ma gli esseri viventi (dai batteri all'uomo) sanno degradare le catene corte, non quelle lunghissime

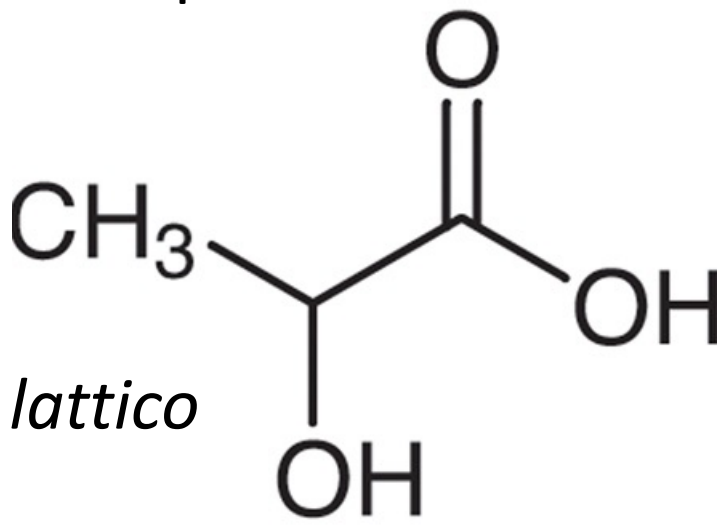


La luce del sole può spezzare le catene lunghe, ma il processo è lentissimo

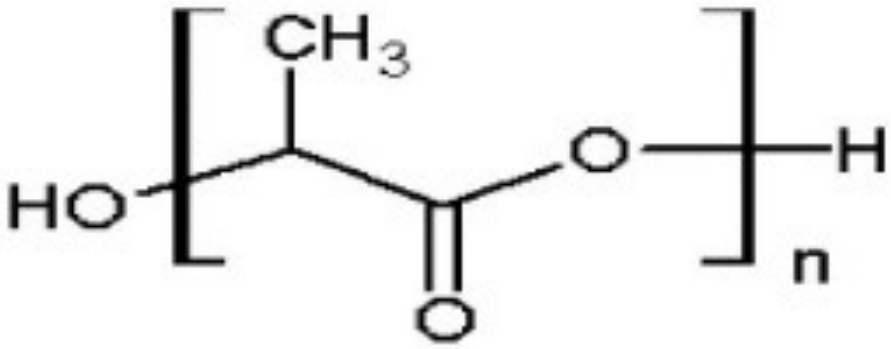
La plastica potrà persistere per secoli e millenni

Plastiche biodegradabili

Si possono fare plastiche degradabili. Ad es. l'acido lattico può essere polimerizzato:



acido lattico



poli (acido lattico) PLA

Il PLA ha buone proprietà meccaniche e può sostituire plastiche tradizionali per molti usi (sacchetti, bottiglie, ...)

Il PLA si idrolizza facilmente con gli agenti atmosferici e riforma acido lattico

L'acido lattico è un normale componente del metabolismo e viene ossidato producendo energia

Plastiche biodegradabili

Ma ci sono anche diversi inconvenienti:

- le plastiche biodegradabili sono di solito più costose delle plastiche dal petrolio

- Le proprietà sono spesso inferiori, specie rispetto a polimeri speciali ad alte prestazioni

- I tempi di degradazione sono incerti e la plastica si può degradare durante l'uso

Il riciclo della plastica

E' la soluzione ideale

Teoricamente, la plastica usata può essere fusa e usata per fare nuovi oggetti

La plastica fonde a basse temperature e mantiene inalterata la struttura chimica

In realtà, il riciclo presenta molti problemi

Gli oggetti di plastica riciclata sono di solito di qualità inferiore a quelli di plastica di sintesi. Vediamo perché:

La raccolta differenziata

Esistono tante materie plastiche diverse. Per riciclare, ad es., il polipropilene PP bisogna partire da PP puro.

E' impensabile che il normale cittadino diversifichi una plastica dall'altra. E' già difficile ottenere la raccolta della plastica separata dal resto.

Le plastiche spesso non sono usate da sole ma legate a plastiche diverse o ad altri materiali (metalli, carta, ...)

Separare i singoli componenti è una delle operazioni più difficili nel riciclo della plastica.

Perché il riciclo è difficile

- Una miscela di materie plastiche diverse è di solito peggiore di una plastica pura
- Alcune *(poche)* plastiche rilasciano prodotti dannosi *(es. PVC)*
- La qualità si degrada per reazioni a caldo durante fusione e stampaggio
- Eventuali additivi nel materiale di partenza si ritrovano nel prodotto finale

Idee per la raccolta differenziata

Eliminare etichette di carta

Incidere l'etichetta direttamente sulla plastica

Proibire sacchetti con pareti a strati

Oggetti di plastica riciclata

La plastica mista

E' certamente possibile prendere una miscela di plastiche, fonderla e solidificarla.

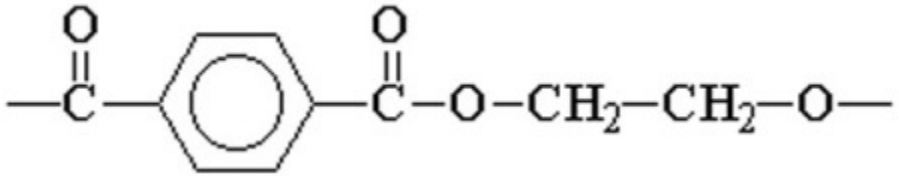
Il materiale ottenuto è di solito scadente, soprattutto perché l'adesione fra plastiche diverse è cattiva.

Questi materiali sono adatti per usi non impegnativi
es. sedili, riempitivi per murature, ...

La plastica mista conserva comunque molte qualità positive: durata, impermeabilità, isolamento termico e acustico, superfici lisce ...

Un esempio di riciclo di successo

Le bottiglie per bibite sono di PET e si raccolgono e puliscono facilmente.
Si possono fondere e riutilizzare, ma...
spesso questo spezza le catene e rende il peso molecolare troppo basso



PET (polietilentereftalato)

Ma col PET si fanno anche le felpe di Pile, che richiedono un peso molecolare più basso.
E allora con 50 bottiglie riciclate si fa un maglione nuovo !

La plastica nell'ambiente

La plastica è leggera e sul terreno resta sempre in superficie

E' brutta, ma i danni sono limitati

Può riempire le strade fino a impedire il passaggio

Plastica bruciata

Contro i mucchi di plastica, la soluzione peggiore è bruciarli

La terra dei fuochi

Insufficiente apporto di ossigeno

Combustione incompleta, prodotti cancerogeni catramosi, idrocarburi policiclici, diossine, fumi

Nessun controllo su prodotti secondari: composti di zolfo, cloro, azoto, ...

Contenuto di energia sprecato

La plastica nel mare

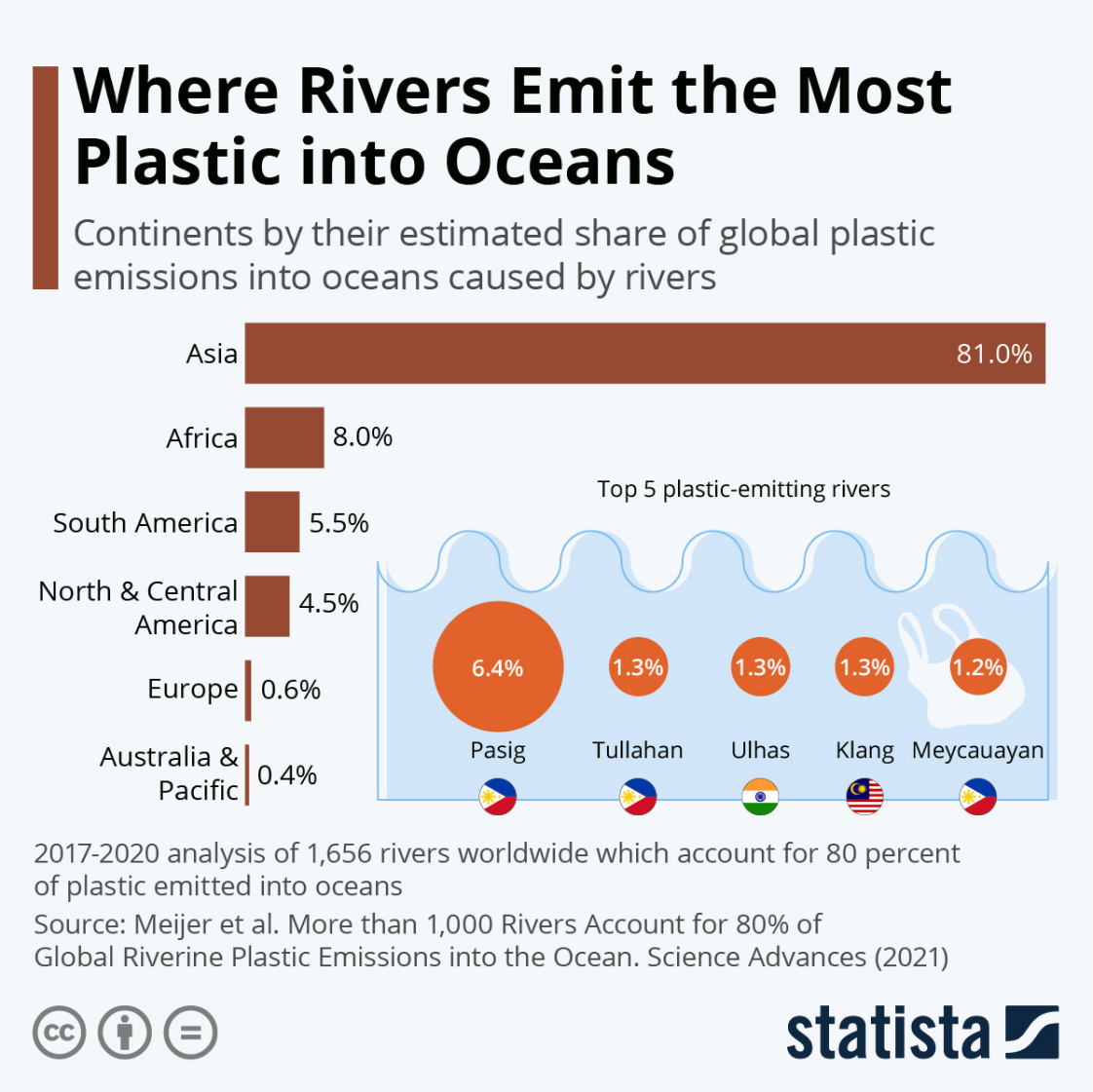
La plastica arriva nel mare da:

- scarichi da navi
- rifiuti e scarichi dalla costa
- **dai fiumi**

Dove finisce:

- sul fondo
- a galla
- sospesa a mezz'acqua

La densità del polietilene è praticamente uguale a quella dell'acqua



Rifiuti sul fondo del mare

Un relitto sul fondo: abitato da pesci, è un'attrazione turistica

La plastica sul fondo del mare è solo inquinamento

Isole di plastica

Mar dei sargassi

↓

Microplastiche

Per definizione, sono frammenti di plastica più piccoli di mezzo cm

Possono essere microscopiche, grandi quanto una cellula o un batterio

Il problema delle microplastiche è stato riconosciuto tardi

Anche se non tossiche, le microplastiche danno problemi meccanici

Sono ingerite dagli animali che si nutrono di **plankton**, dalle meduse alle balene. Non sono digeribili, e si accumulano nello stomaco.

Un copepode, tipico componente del plankton

Microplastiche: da dove vengono?

Frammentazione di oggetti grandi

Microfibre nei tessuti, specie per perdita in lavatrice

Componenti di cosmetici, creme, prodotti farmaceutici, ...

Scagliette per dare lucentezza

Pubblicità di gloss per capelli

Conclusioni

La plastica ha proprietà uniche e non se può fare a meno.

La plastica presenta svantaggi e pericoli.

L'uso delle materie plastiche deve essere regolamentato. I costi e le rinunce richiesti devono essere compresi e accettati.

I problemi non si risolvono a livello locale. Sono mondiali.

Gustavo Avitabile - Dipartimento di Chimica
Università di Napoli Federico II

gustavo.avitabile@unina.it