

I composti organici

La **chimica organica** si occupa di indagare la composizione e l'organizzazione della materia vivente. Tutti i composti contenenti carbonio sono, con poche eccezioni, da considerarsi composti organici.

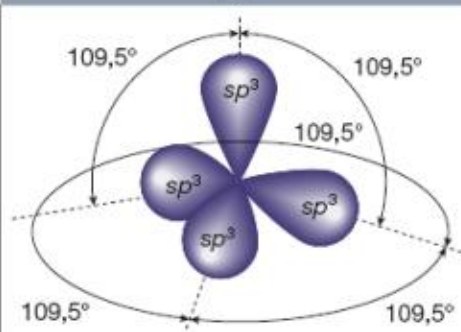
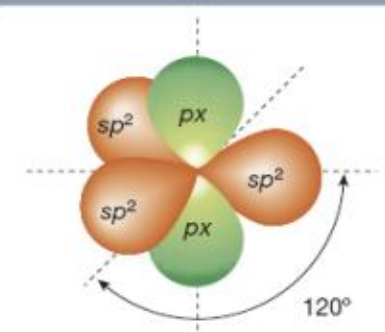
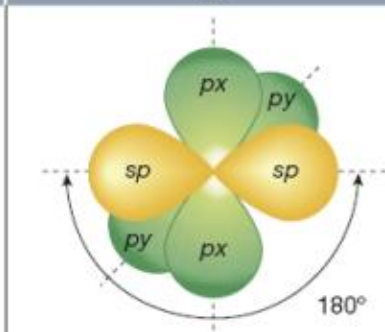
Tutte le molecole organiche contengono, oltre al carbonio, pochi altri elementi, tra cui idrogeno, ossigeno e azoto, seguiti poi da zolfo, fosforo e pochi altri ancora.

I composti organici

Il carbonio origina una grande varietà di composti organici:

- il valore intermedio di **elettronegatività** (2,5) permette all'atomo di formare legami covalenti forti e stabili
- il carbonio presenta diversi tipi di **ibridazione**

L'atomo con ibridazione sp^3 è detto *carbonio saturo*.

	sp^3	sp^2	sp
Ibridazioni del carbonio			
Presente in	alcani	alcheni	alchini
Legame C—C	1 σ	1 σ + 1 π	1 σ + 2 π
Geometria	tetraedrica	trigonale	lineare

I composti organici

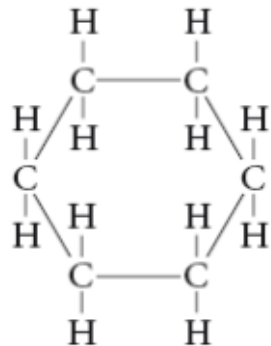
Il carbonio forma delle **concatenazioni** di atomi C. La struttura di una molecola organica è lo *scheletro carbonioso*.

Le catene che il carbonio tende per natura a costituire sono:

- lineare aperta; $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

- ramificata aperta; $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

- ciclica o chiusa.



L'isomeria

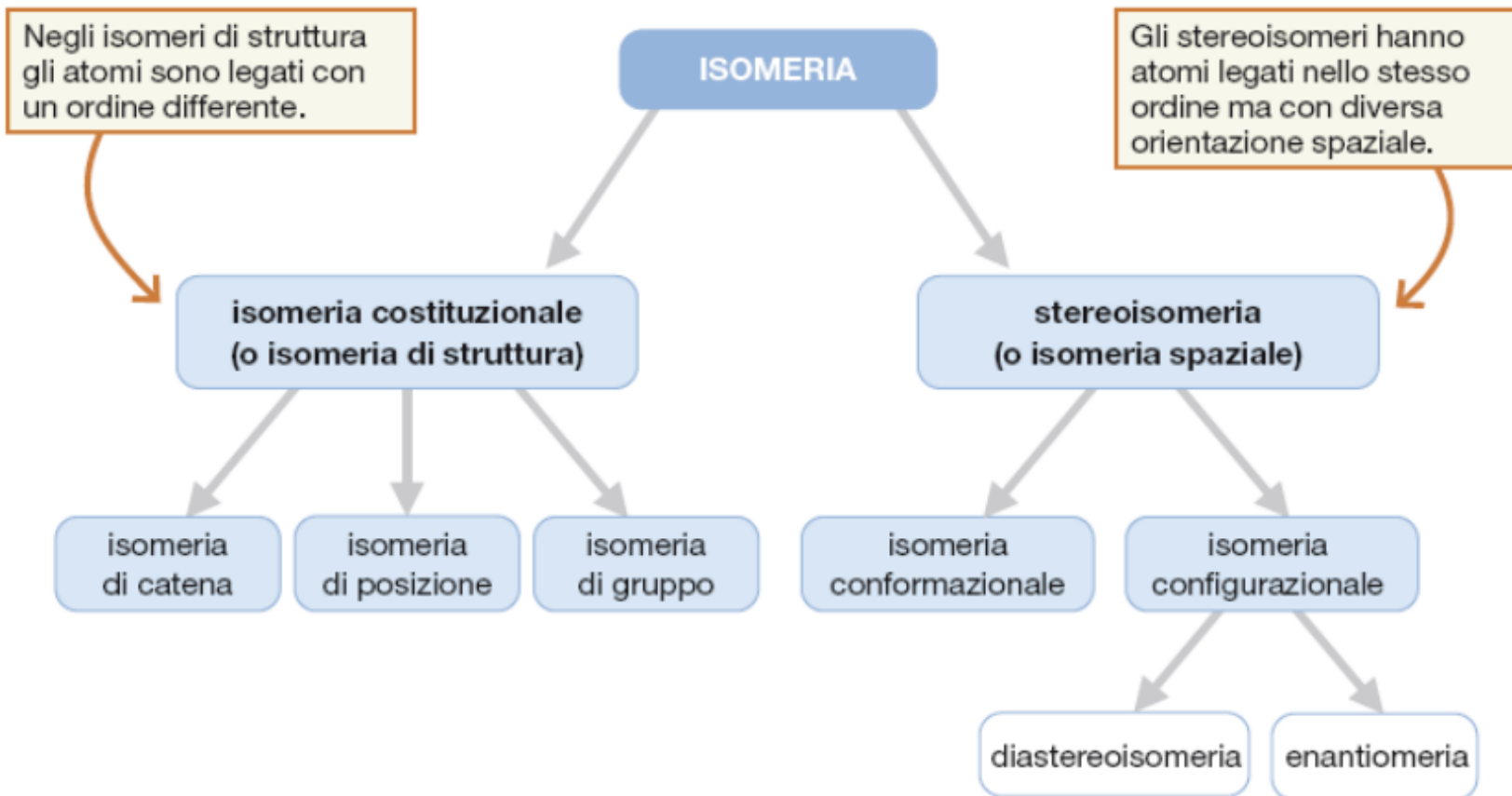
Gli **isomeri** sono composti che, pur presentando la stessa formula bruta, mostrano una formula di struttura diversa o una diversa disposizione degli atomi nello spazio; possiedono in genere specifiche proprietà chimico-fisiche.

Si possono individuare due tipi fondamentali di isomeria:

- l'**isomeria di struttura** (o isomeria costituzionale), in cui gli atomi si trovano concatenati in modo differente
- la **stereoisomeria** (o isomeria spaziale), in cui cambia l'organizzazione spaziale complessiva

L'isomeria

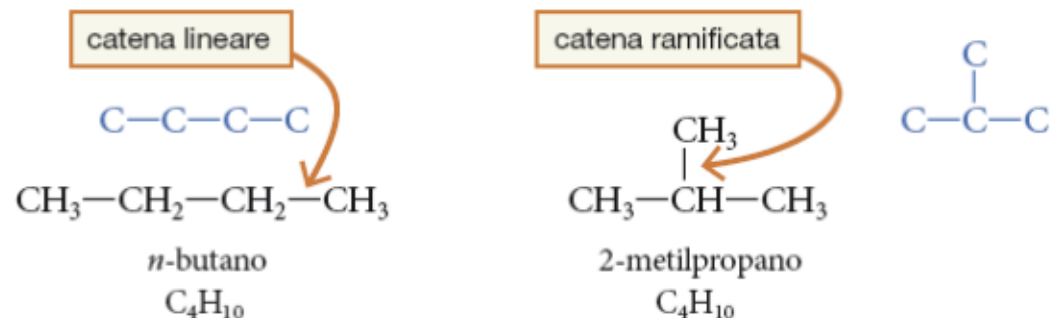
Schema complessivo delle principali forme di isomeria.



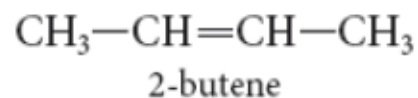
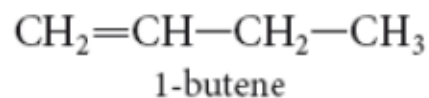
L'isomeria

L'isomeria di struttura si suddivide in:

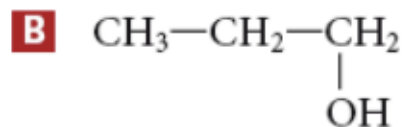
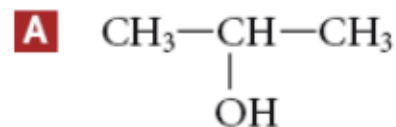
- **isomeria di catena**



- **isomeria di posizione**



Per il composto $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, si ha:



- **isomeria di gruppo funzionale** **C**

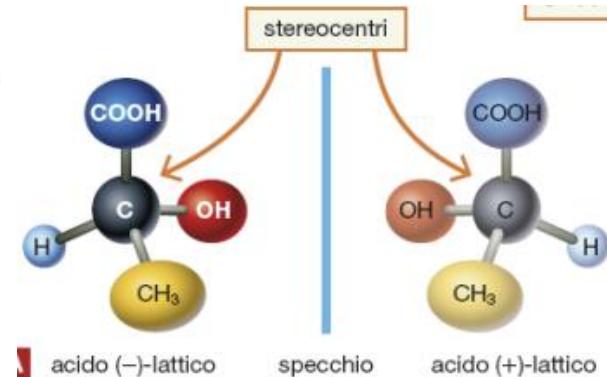
L'isomeria

La **stereoisomeria** si suddivide in:

- **isomeria conformazionale**, in cui gli isomeri sono interconvertibili per rotazione attorno a legami semplici
- **isomeria configurazionale**, in cui ciò non è possibile ed è necessario rompere legami

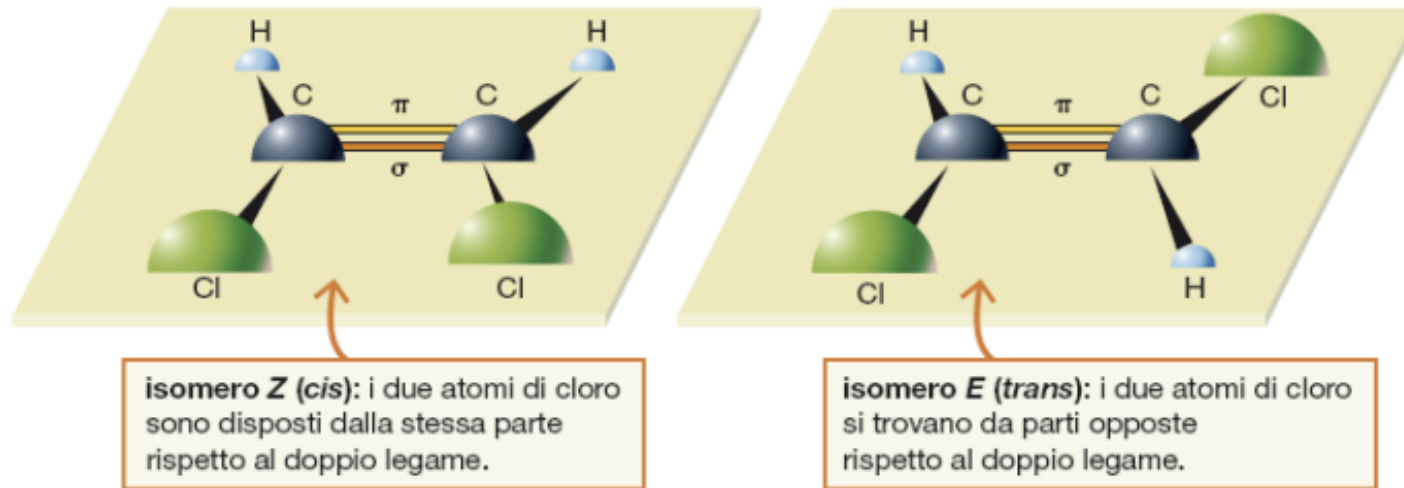
L'**isomeria configurazionale** si suddivide, a sua volta, in:

- **enantiomeria**, quando i due isomeri sono uno l'immagine speculare dell'altro
- **diastereoisomeria** quando invece non lo sono



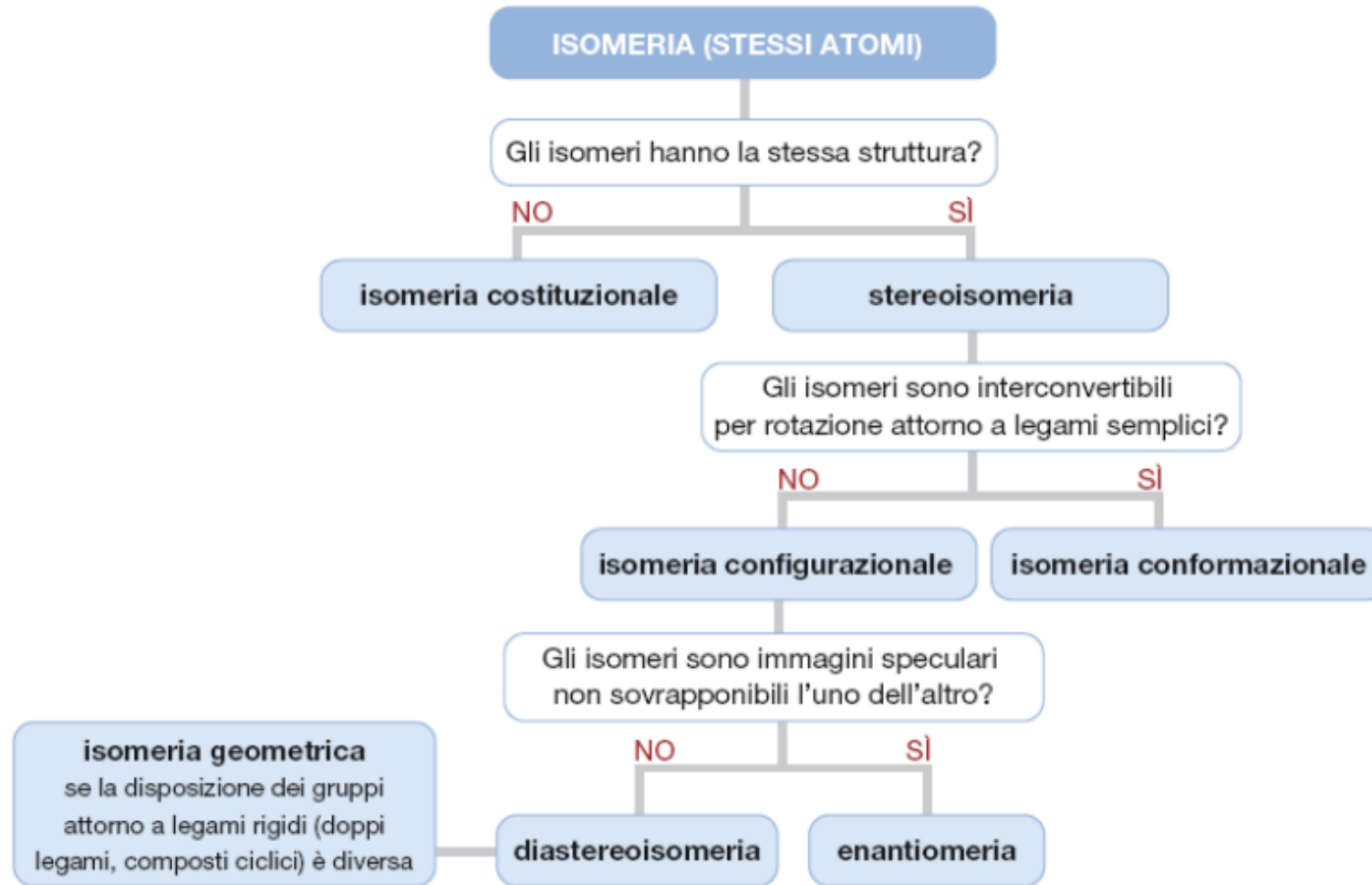
L'isomeria

L'**isomeria geometrica** (o «isomeria *Z-E*») è un particolare tipo di isomeria configurazionale in cui gli isomeri differiscono per la posizione di sostituenti rispetto a legami rigidi, come doppi legami o legami semplici all'interno di composti ciclici.



L'isomeria

Diagramma di flusso con le principali tipologie di isomeria.



Le proprietà fisiche dei composti organici

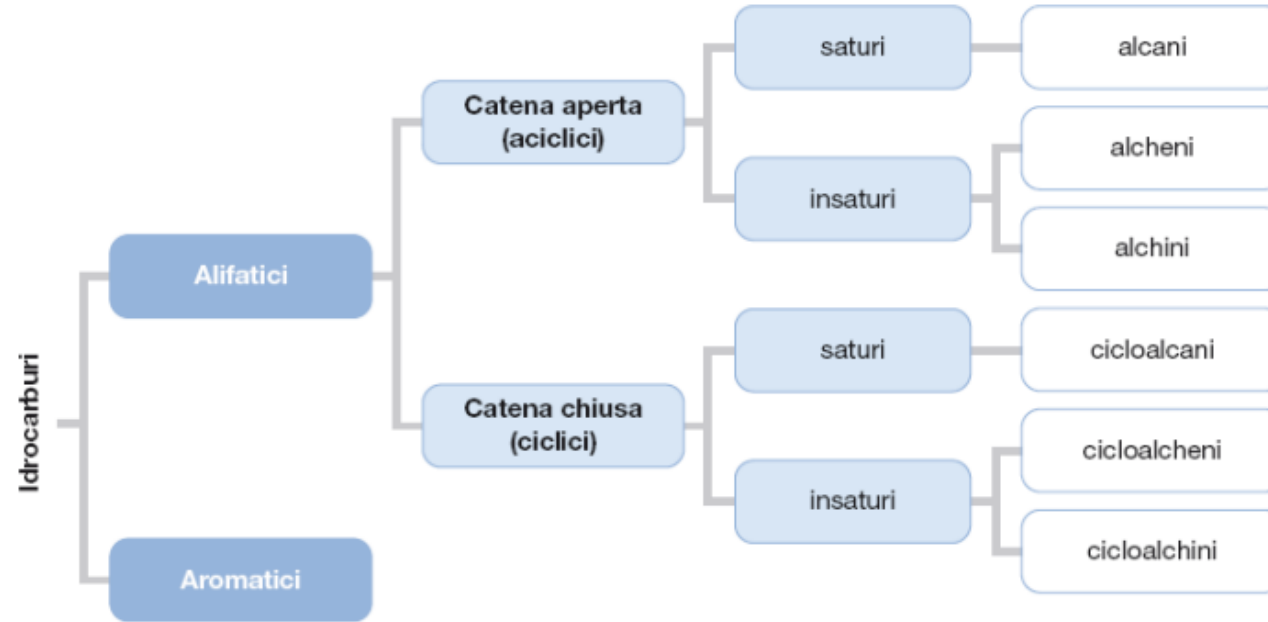
Nei composti organici i legami sono in genere debolmente polari: le **interazioni** tra molecole sono del tipo **dipolo-dipolo**.

I **punti di fusione** e di **ebollizione** dei composti organici sono generalmente bassi, aumentano con l'allungamento della catena carboniosa.

La **solubilità in acqua** delle molecole organiche è determinata dalla polarità della struttura e dalla presenza di gruppi **idrofil** o **idrofobici**.

Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Gli **idrocarburi** sono composti binari formati solo da carbonio e idrogeno.



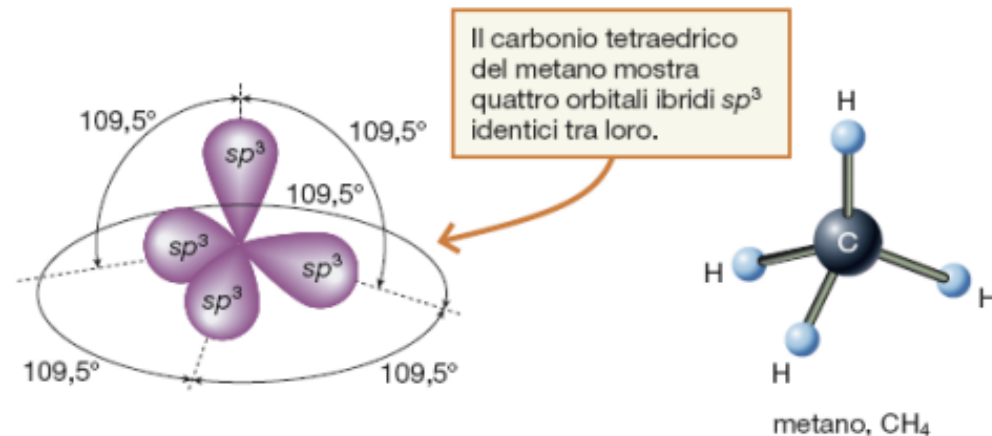
Gli idrocarburi **saturi** sono costituiti da catene di atomi di carbonio uniti soltanto da legami semplici; gli idrocarburi **insaturi** presentano catene di atomi di carbonio contenenti legami multipli.

Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Una **serie omologa** è una serie di composti in cui ciascun termine differisce dal precedente di una unità costante (CH_2).

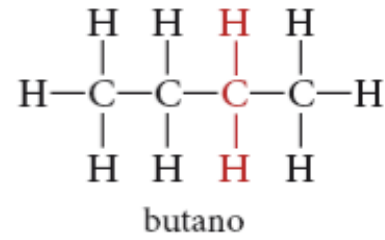
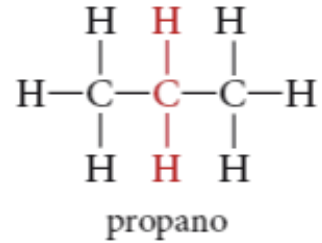
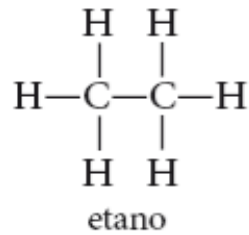
La formula generale della serie omologa degli **alcani** è $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, dove n rappresenta un numero intero.

Il più semplice degli alcani è il metano, CH_4 .



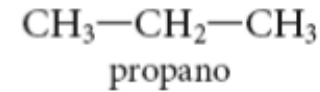
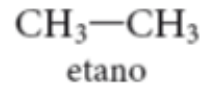
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Seguono etano, propano e butano.

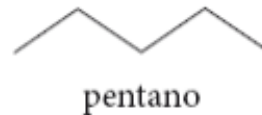
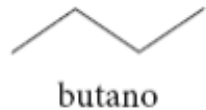


Una rappresentazione schematica degli idrocarburi si ha con

le **formule condensate**:



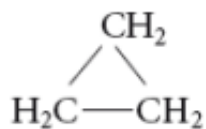
Le formule condensate possono essere ulteriormente semplificate con le **formule topologiche**:



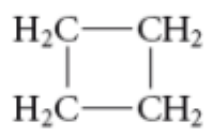
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

La formula generale dei **cicloalcani**

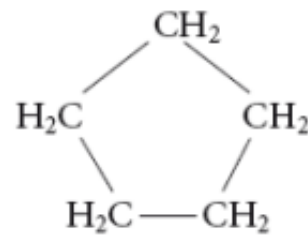
corrisponde a **C_nH_{2n}** .



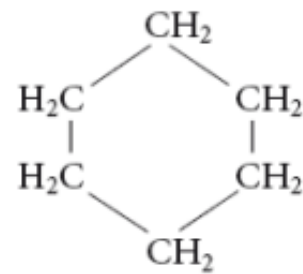
ciclopropano



ciclobutano



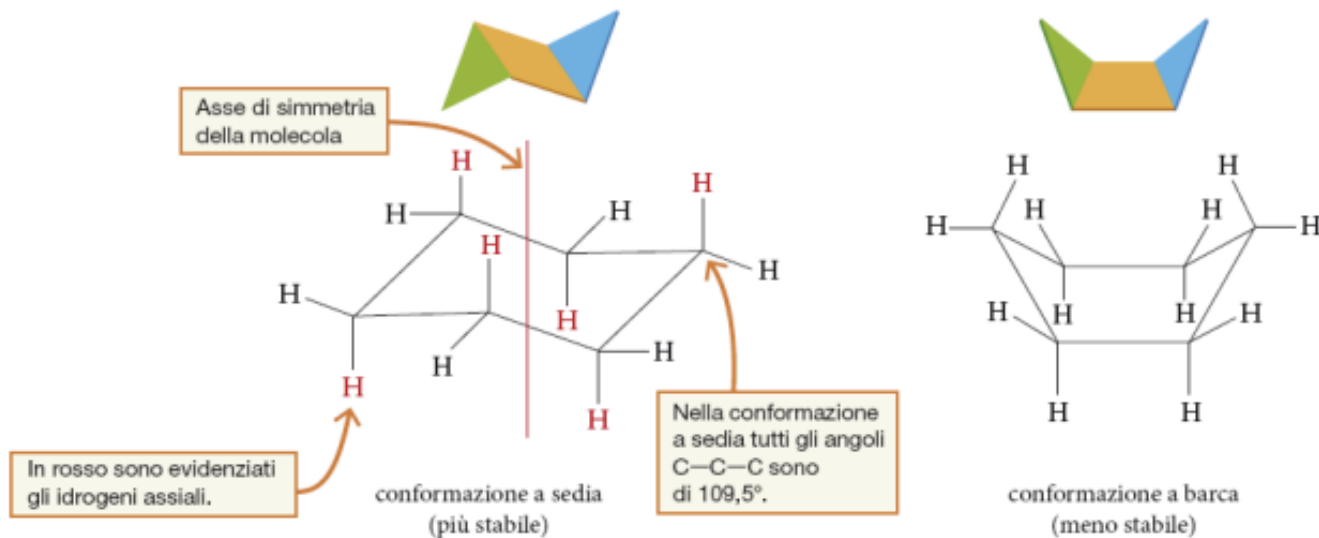
ciclopentano



cicloesano

A parte il ciclopropano, i cicloalcani non sono planari ma hanno conformazioni ripiegate.

Il cicloesano ha due importanti conformazioni, **a sedia e a barca**.



Proprietà fisiche e chimiche degli idrocarburi saturi

Il **punto di ebollizione** degli alcani a catena lineare cresce regolarmente all'aumentare della massa molecolare. I composti ramificati hanno punti di ebollizione inferiori a quelli dei corrispondenti isomeri lineari.

I **punti di fusione** degli isomeri ramificati risultano talvolta più elevati di quelli degli alcani lineari.

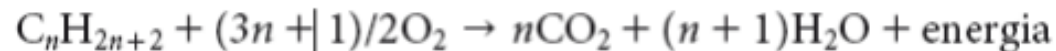
Alcani e cicloalcani sono composti apolari e sono quindi buoni **solventi** per sostanze apolari.

Proprietà fisiche e chimiche degli idrocarburi saturi

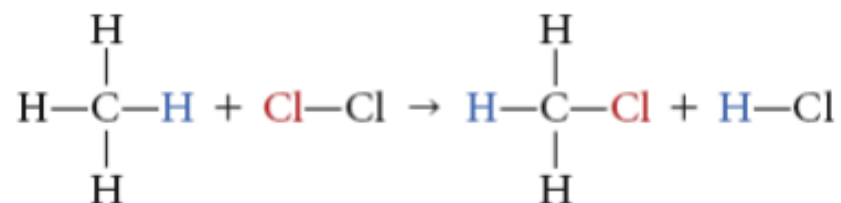
Gli **alcani** vengono anche chiamati **paraffine**, termine che descrive esattamente la loro scarsa reattività chimica.

Gli alcani danno reazioni di:

- **combustione**



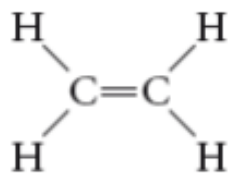
- reazioni di **sostituzione radicalica**, come l'alogenazione con cloro e bromo



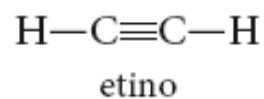
Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini

Negli **alcheni** la geometria del doppio legame è planare con ibridazione sp^2 . Negli **alchini** la geometria del triplo legame è lineare con ibridazione sp .

Il primo idrocarburo della serie omologa degli alcheni è l'etene o etilene, mentre il primo degli alchini è l'etino o acetilene.



etene



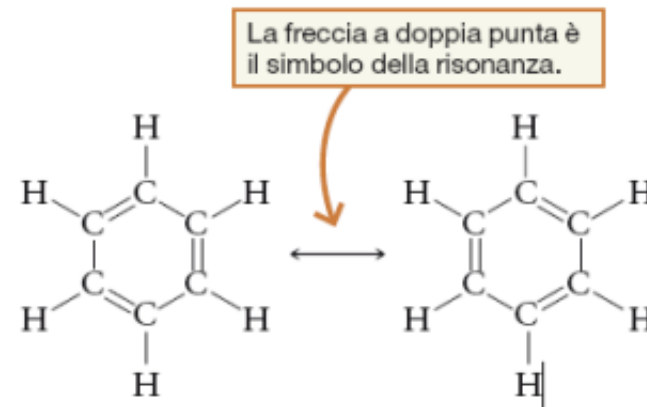
etino

Il legame doppio consta di un legame σ e di uno π , mentre quello triplo comprende un legame σ e due legami π .

Gli idrocarburi aromatici

Il principale esponente degli idrocarburi aromatici è il **benzene**, C_6H_6 , che è altamente insaturo, ma non reagisce come gli altri composti insaturi:

In base alla teoria della risonanza, è rappresentato come un **ibrido** tra due **forme limite**.



I gruppi funzionali

La particolare reattività di molecole come gli alcheni, per esempio, è dovuta alla presenza del doppio legame, che costituisce un **centro di reattività**, definito «gruppo funzionale».

Un **gruppo funzionale** è un atomo o un gruppo di atomi che conferisce una particolare reattività alla molecola di cui fa parte.

Le molecole che contengono uno stesso gruppo funzionale costituiscono una **classe di composti**.

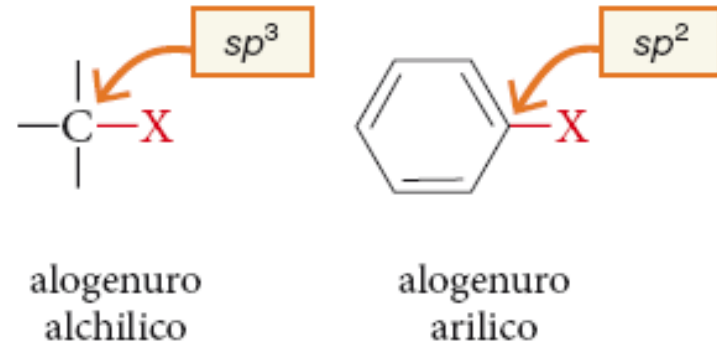
I gruppi funzionali

Classe	Formula generale	Gruppo funzionale	Esempio	Nome (la parte caratteristica del nome è in rosso)
alcheni	$C=C$	Legame doppio	$CH_3-CH=CH-CH_3$	butene
alchini	$C\equiv C$	Legame triplo	$CH_3-C\equiv C-CH_3$	butino
alogenuri	$R-X$	alogenuro ($-X$)	CH_3-Cl	clorometano
alcoli	$R-OH$	ossidrile ($-OH$)	CH_3-OH	metanolo
eteri	$R-O-R'$	etere ($-O-$)	CH_3-O-CH_3	dimetiletere
aldeidi	$R-CHO$	carbonile $\left(\begin{array}{c} \text{C} \\ // \\ \text{O} \end{array} \right)$	$CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$	etanale (acetaldeide)
chetoni	$R-CO-R'$	carbonile $\left(\begin{array}{c} \text{C} \\ // \\ \text{O} \end{array} \right)$	$CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-CH_3$	propanone (acetone)
acidi carbossilici	$R-COOH$	carbossile $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array} \right)$	$CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$	acido etanoico (acido acetico)
esteri	$R-COOR'$	estere $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{O}- \end{array} \right)$	$CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-O-CH_3$	etanoato di metile (acetato di metile)
ammidi	$R-CO-NH_2$	ammidico $\left(\begin{array}{c} \text{C}-\text{N} \\ // \quad \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array} \right)$	$CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-NH_2$	etanammide (acetammide)
ammine primarie	$R-NH_2$	amminico ($-NH_2$)	CH_3-NH_2	metilammina
tioli	$R-SH$	sulfidrilico ($-SH$)	CH_3-SH	metantiolo (metilmercaptano)

Gli alogenoderivati

Gli **alogenoderivati**, o alogenuri organici, si ottengono per sostituzione di uno o più atomi di idrogeno di un idrocarburo con altrettanti atomi di un alogeno (F, Cl, Br, ecc.).

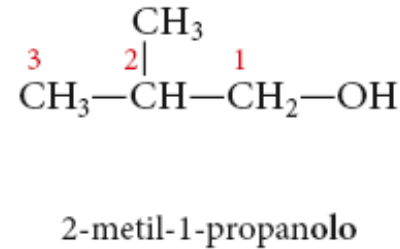
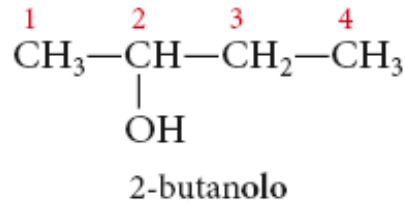
Si distinguono in **alogenuri alchilici** e **arilici**.



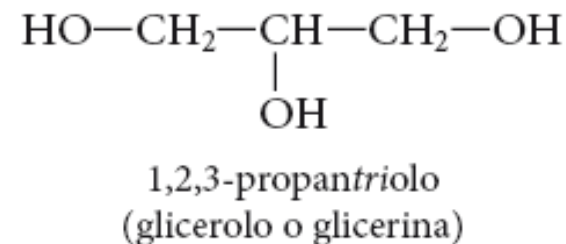
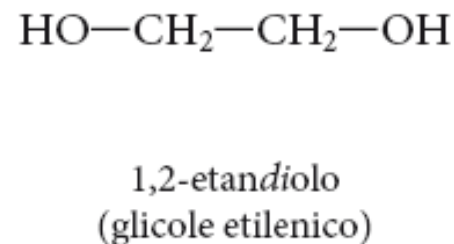
Sono definiti **primari**, **secondari** o **terziari**, in base a quanti gruppi R sono presenti sul carbonio che lega l'alogeno.

Alcoli e fenoli

Sostituendo uno degli atomi di idrogeno di un idrocarburo con il gruppo ossidrilico —OH, si ottengono gli **alcoli**. Il nome si ricava da quello del corrispondente idrocarburo sostituendo l'ultima vocale con il suffisso **-olo**.

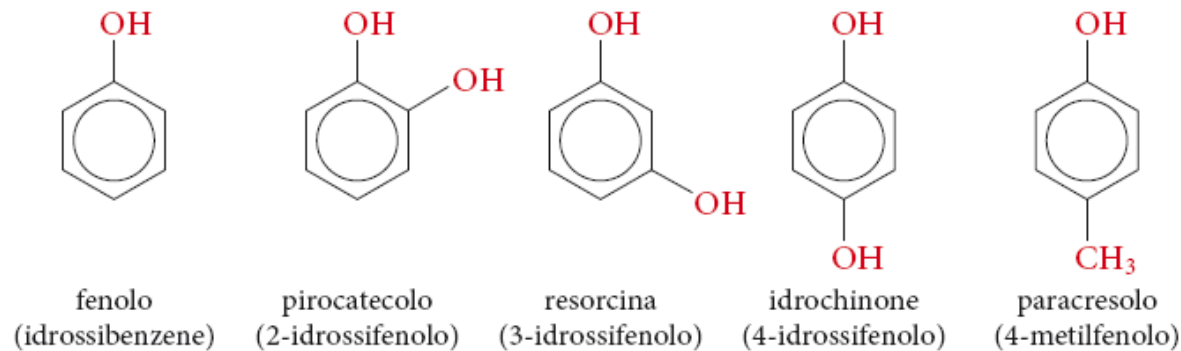


Se su uno stesso scheletro molecolare sono inseriti due, tre o più gruppi alcolici, il suffisso diventa **-diolo**, **-triolo** ecc.



Alcoli e fenoli

I **fenoli** hanno l'ossidrile legato direttamente al carbonio dell'anello aromatico. Nella nomenclatura IUPAC vengono denominati in base alle regole dei composti aromatici, ma come radice è impiegato il termine **-fenolo**; il gruppo —OH , considerato come sostituente, è chiamato **-idrossi**. Si usano in genere i nomi comuni.



Alcoli e fenoli

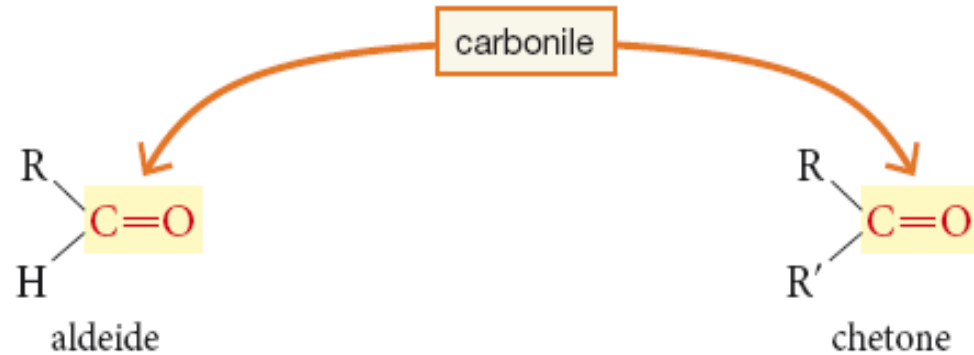
A parità di massa molecolare, gli alcoli e i fenoli hanno **punti di ebollizione** più elevati sia degli idrocarburi sia degli eteri.

I primi tre termini della serie sono **solubili** in acqua, poi la solubilità diminuisce perché prevale il carattere idrofobico della catena idrocarburica.

Come l'acqua, gli alcoli sono **acidi** molto deboli con valori di K_a compresi tra 10^{-16} e 10^{-19} . I fenoli, invece, sono circa un milione di volte più acidi degli alcoli.

Aldeidi e chetoni

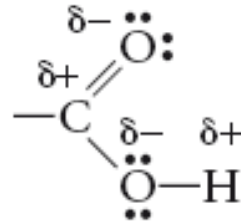
Il gruppo funzionale caratteristico delle **aldeidi** e dei **chetoni** è il carbonile. Nelle aldeidi lega un atomo di idrogeno e un residuo R (o Ar), mentre nei chetoni lega due residui R (o Ar).



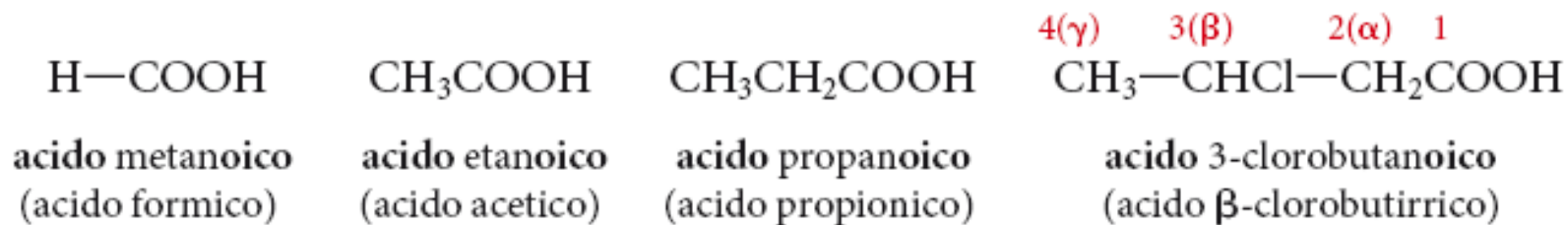
I **punti di ebollizione** sono più alti di quelli degli idrocarburi di massa molecolare equivalente. Aldeidi e chetoni a basso peso molecolare sono molto **solubili** in acqua.

Gli acidi carbossilici

Il gruppo carbossilico caratteristico degli **acidi carbossilici** proviene idealmente dalla «fusione» del gruppo carbonile e del gruppo ossidrile.



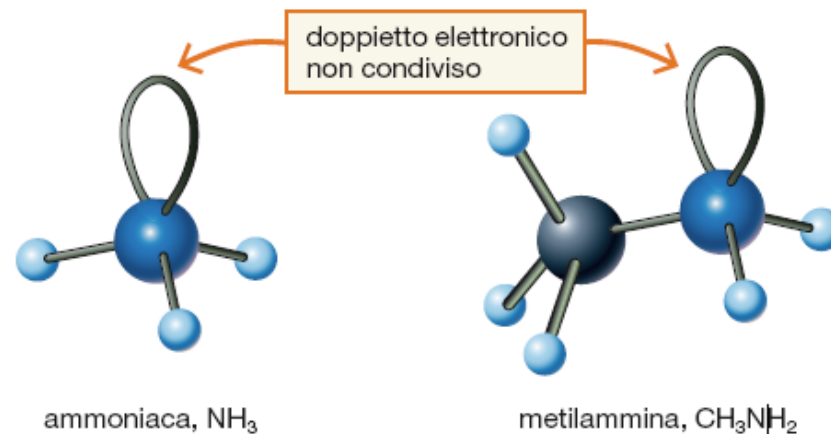
I nomi IUPAC derivano da quello dell'alcano corrispondente in cui si sostituisce alla -o finale il suffisso **-oico**; si premette poi il termine acido. Nei nomi correnti si usano le lettere greche α , β , γ .



Le ammine

Le **ammine** derivano dall'ammoniaca, NH_3 , per sostituzione dei suoi atomi di idrogeno con uno, due o tre gruppi R (o Ar).

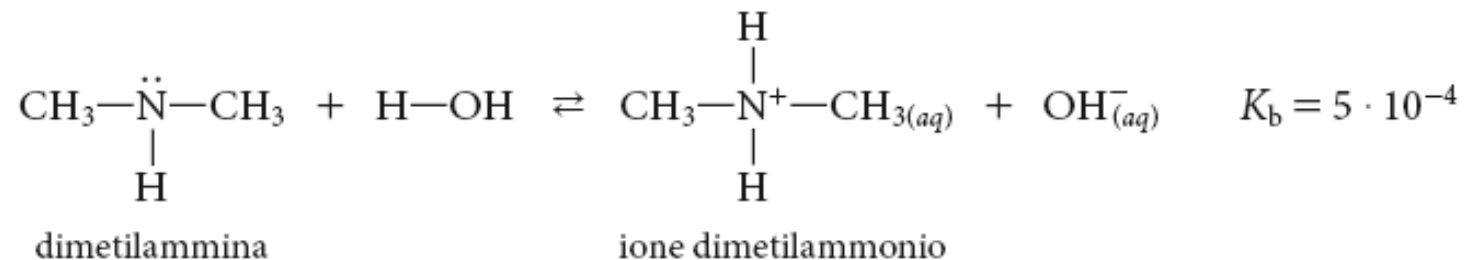
La loro geometria di struttura è di tipo piramidale; gli orbitali dell'azoto sono ibridati sp^3 ed è presente un doppietto elettronico non condiviso. Il gruppo caratteristico delle ammine si chiama gruppo amminico.



Le ammine

Le ammine primarie e secondarie hanno **punti di ebollizione** più alti di quelli degli alcani di corrispondente massa molecolare e le ammine con pochi atomi di carbonio sono **solubili** in acqua.

La caratteristica chimica più saliente delle ammine è la loro **basicità**. Le ammine sono più basiche dell'acqua, ma sono in genere basi deboli.



I polimeri di sintesi

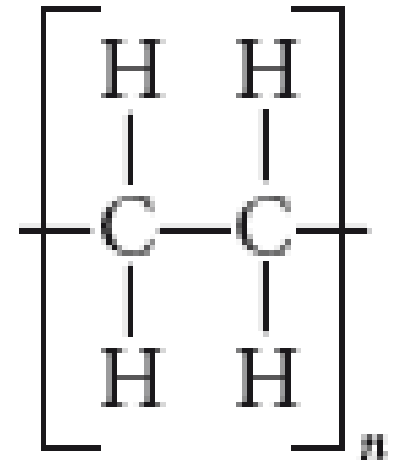
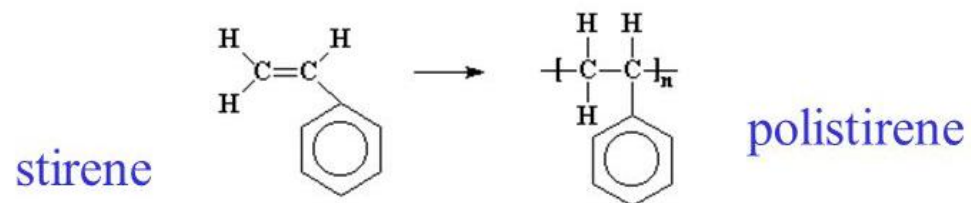
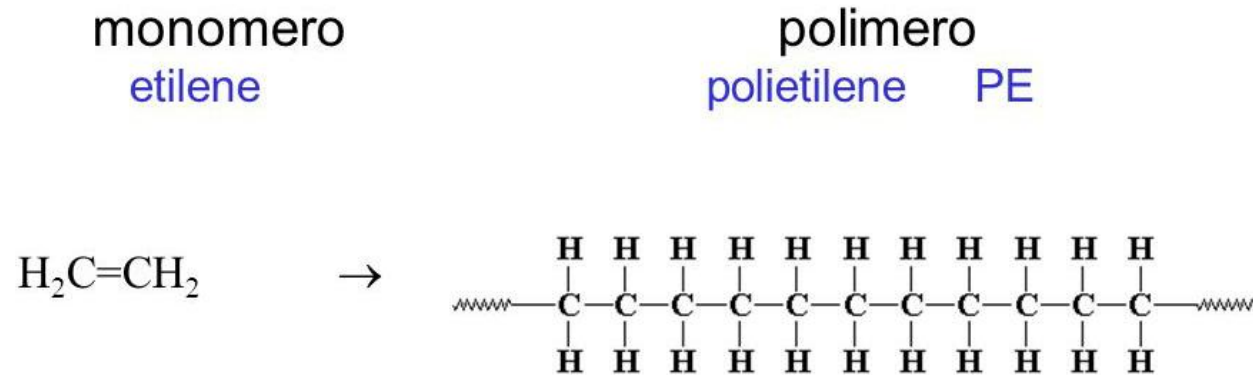
Il termine **polimero** indica una molecola di massa molecolare elevata costituita da una unità strutturali, uguali o diverse, che si ripetono concatenandosi.

Le macromolecole si ottengono da molecole a basso peso molecolare, i **monomeri**, che hanno uno o più doppi legami oppure due o più gruppi funzionali in grado di reagire tra loro.

La **gomma** o caucciù è un polimero naturale che si ricava dalle piante di *Hevea brasiliensis*. Il monomero è l'isoprene.

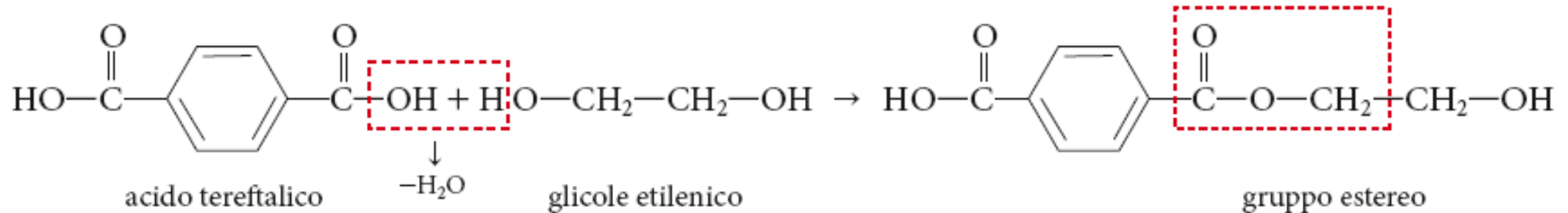
I polimeri di sintesi

In presenza di opportuni catalizzatori, le molecole di molti alcheni sono in grado di congiungersi l'una all'altra tramite una reazione di addizione al doppio legame. L'esempio più semplice di **polimero di addizione** è il **polietilene**.



I polimeri di sintesi

I **polimeri di condensazione** si formano dalla reazione tra due diversi gruppi funzionali che, combinandosi tra loro, eliminano una molecola di piccole dimensioni, come H_2O , H_2 o HCl . Un tipico esempio è il **PET**, o **polietilentereftalato**, un poliesteri che si ottiene facendo reagire un acido organico bifunzionale, l'acido tereftalico, con il glicole etilenico.



Le catene dei poliesteri possono formare **fibre polimeriche**.

I polimeri di sintesi

Una **fibra polimerica** è un polimero le cui catene sono quasi completamente allungate e allineate una vicino all'altra, sullo stesso asse.

Un'altra fibra polimerica ottenuta per condensazione è il **nylon**, una poliammide che si produce facendo reagire un acido organico bifunzionale con un'ammina, anch'essa bifunzionale.

Le fibre in arancio, lisce e molto più regolari, sono di poliestere, mentre quelle in verde con le superfici scabre sono di cotone.

