

ZANICHELLI

Giuseppe Valitutti

Marco Falasca

Patrizia Amadio

Lineamenti di chimica

ZANICHELLI

Capitolo 18

Il mondo del carbonio

ZANICHELLI

Sommario

1. I composti organici
2. Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani
3. L'isomeria
4. Le proprietà fisiche degli idrocarburi saturi
5. Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini
6. Gli idrocarburi aromatici
7. I gruppi funzionali

I composti organici

Per **chimica organica** non si intende la chimica dei composti degli organismi viventi, ma dei **composti del carbonio**.

Esistono pochissime eccezioni di composti del carbonio non considerati organici, come CO , CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- .

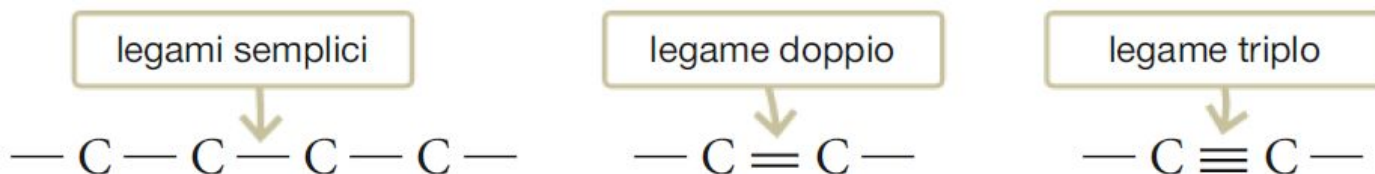
Tutte le molecole organiche contengono, oltre al carbonio, un numero molto limitato di elementi, tra cui idrogeno, ossigeno e azoto, zolfo, fosforo e pochi altri ancora.



I composti organici

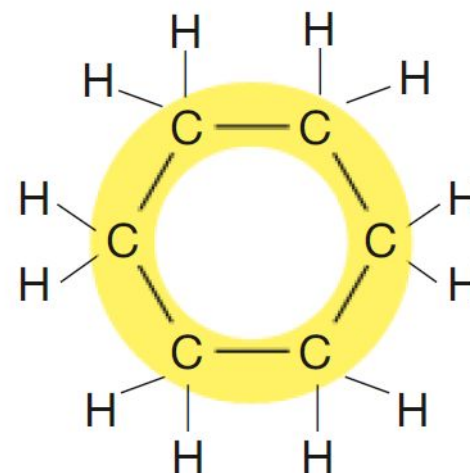
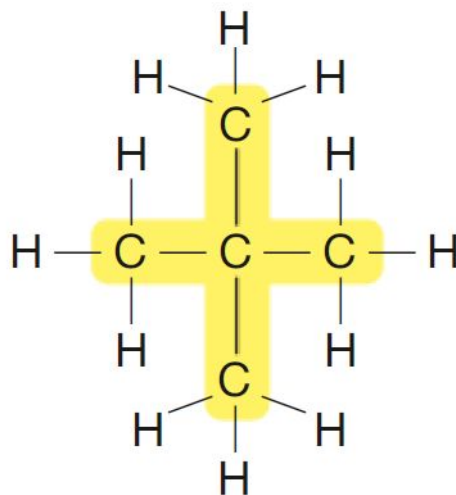
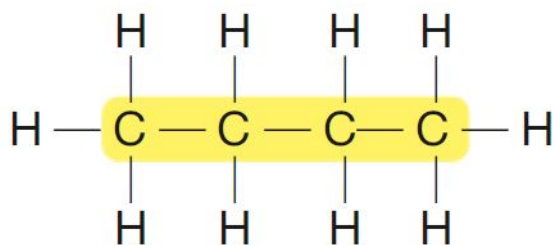
Esistono almeno 20 milioni di composti organici.
Questa grande varietà di composti dipende da:

- il suo *valore di elettronegatività* (2,5) è tale per cui può legarsi covalentemente a tutti i non metalli e a quasi tutti i metalli
- la *presenza di quattro elettroni nello strato di valenza* permette di formare catene di atomi di carbonio uniti da legami semplici, doppi o tripli.



I composti organici

Nelle molecole dei composti organici, gli atomi di carbonio possono formare catene lineari, ramificate o chiuse ad anello.

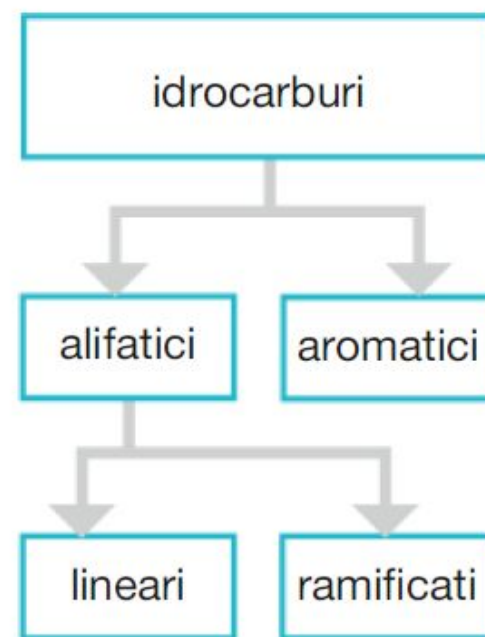


Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

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

Si distinguono in:

- **alifatici**, costituiti da catene di atomi di carbonio lineari o ramificate (aperte o chiuse), con legami semplici o multipli
- **aromatici**, con una struttura ciclica particolare che gli conferisce proprietà specifiche.

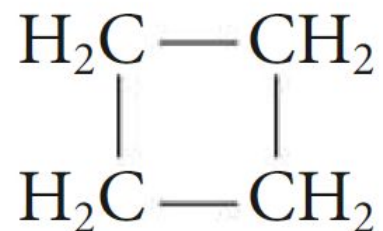
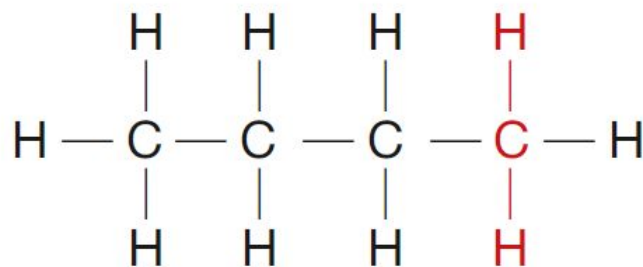


Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Gli **idrocarburi saturi** sono costituiti da catene di atomi di carbonio uniti soltanto da legami semplici.

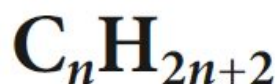
Sono idrocarburi alifatici saturi:

- gli **alcani**, a struttura aperta
- i **cicloalcani**, a struttura chiusa.



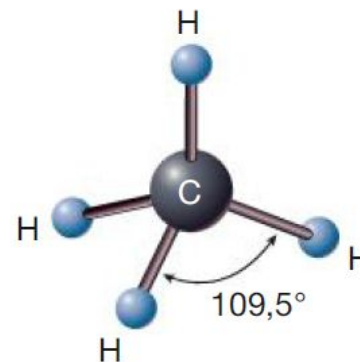
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

La formula generale degli **alcani** è:



Gli alcani costituiscono una **serie omologa**: una serie di composti in cui ciascun termine differisce dal successivo per una unità costante (CH_2).

Il più semplice degli alcani è il **metano**, CH_4 .
Il metano ha una struttura *tetraedrica*, con il carbonio al centro e gli angoli di legame di $109,5^\circ$.

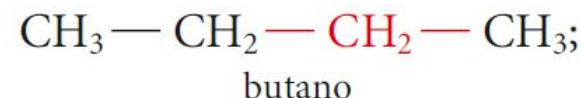
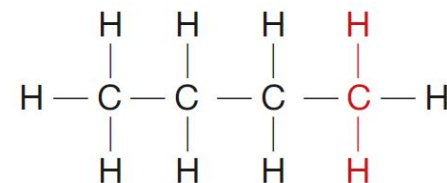
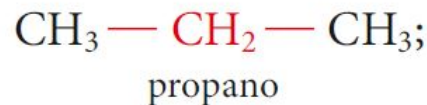
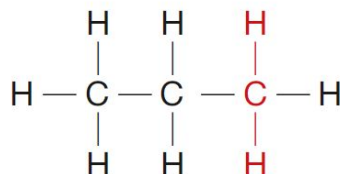
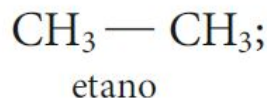
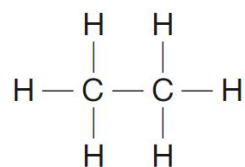


Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

I tre idrocarburi successivi al metano, aumentando il numero di atomi di carbonio, sono:

- etano, C_2H_6
- propano, C_3H_8
- butano, C_4H_{10}

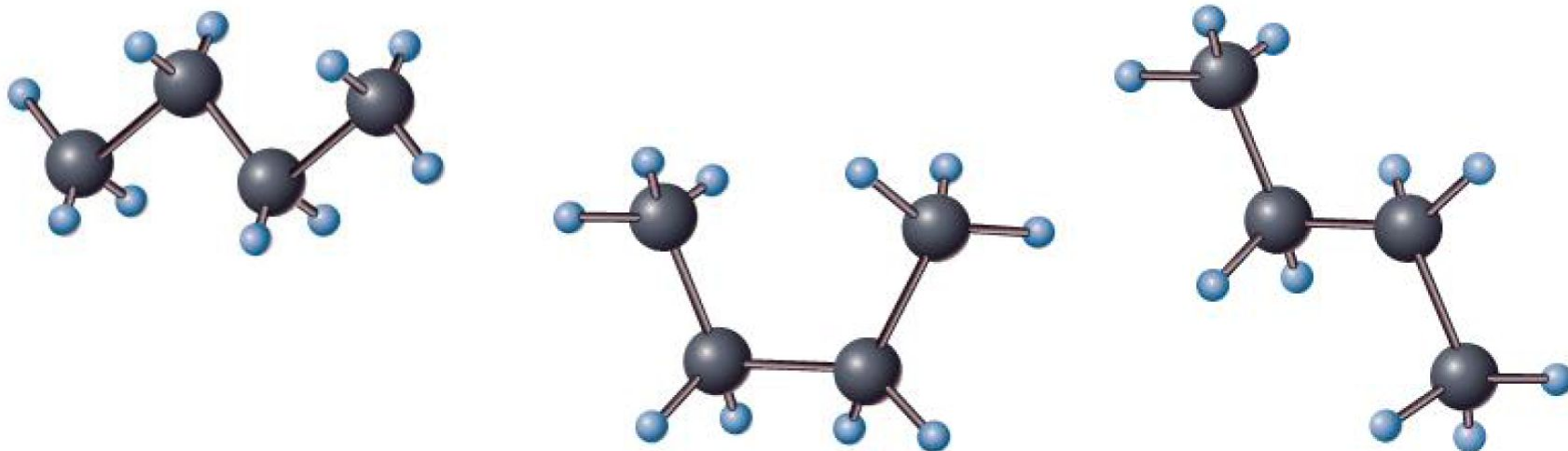
Per rappresentare gli idrocarburi, si ricorre alle **strutture di Lewis** in due dimensioni o alle **formule condensate**:



Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

La catena lineare degli atomi di carbonio è flessibile: ogni atomo di carbonio può ruotare intorno al legame semplice che lo unisce all'atomo di carbonio adiacente.

A ciascuna delle forme che può assumere una molecola si attribuisce il nome di **conformazione**.



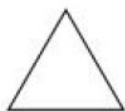
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Chiudendo la catena di atomi di carbonio in un anello, si forma il corrispondente **cicloalcano**.

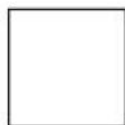
La chiusura della catena comporta la perdita di due atomi di idrogeno, quindi la formula dei cicloalcani è:



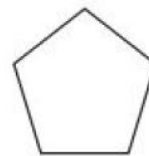
Per rappresentarli si usano i corrispondenti poligoni regolari: ciascun vertice corrisponde a un gruppo $—CH_2—$.



ciclopropano



ciclobutano



ciclopentano



cicloesano

Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Formula	Nome
C_9H_{20}	nonano
$C_{10}H_{22}$	decano
$C_{11}H_{24}$	undecano
$C_{12}H_{26}$	dodecano
$C_{13}H_{28}$	tridecano
$C_{14}H_{30}$	tetradecano
$C_{15}H_{32}$	pentadecano
$C_{16}H_{34}$	esadecano
$C_{17}H_{36}$	eptadecano
$C_{18}H_{38}$	ottadecano
$C_{20}H_{42}$	eicosano

Il nome degli alcani è costituito da un prefisso numerico seguito dal suffisso **-ano**.

Se la catena dell'idrocarburo è lineare non ramificata, si antepone al nome la lettera *n*-, che sta per «normale».

Nei cicloalcani si aggiunge il prefisso *ciclo*-.

L'isomeria

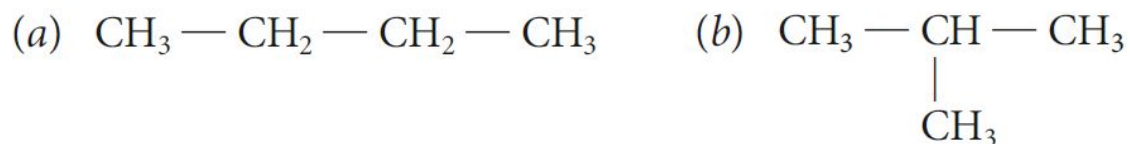
Sono **isomeri** quei composti che hanno la stessa formula bruta, ma che differiscono per il modo in cui gli atomi sono legati tra loro o sono disposti nello spazio.

- **Isomeri di struttura:** gli stessi atomi sono legati in modo diverso, le molecole hanno proprietà fisiche diverse (temperatura di ebollizione, temperatura di fusione).
- **Stereoisomeri:** gli stessi atomi presentano diversa orientazione spaziale.

L'isomeria

Gli **isomeri di struttura** si dividono in:

- **isomeri di catena** → catena lineare o ramificata;



- **isomeri di posizione** → posizione gruppo funzionale;



- **isomeri di gruppo funzionale** → gruppo funzionale.



L'isomeria

Gli **stereoisomeri** si dividono in:

- **isomeri geometrici**: molecole con doppi legami carbonio-carbonio;
- **isomeri ottici o enantiomeri**: molecole chirali.

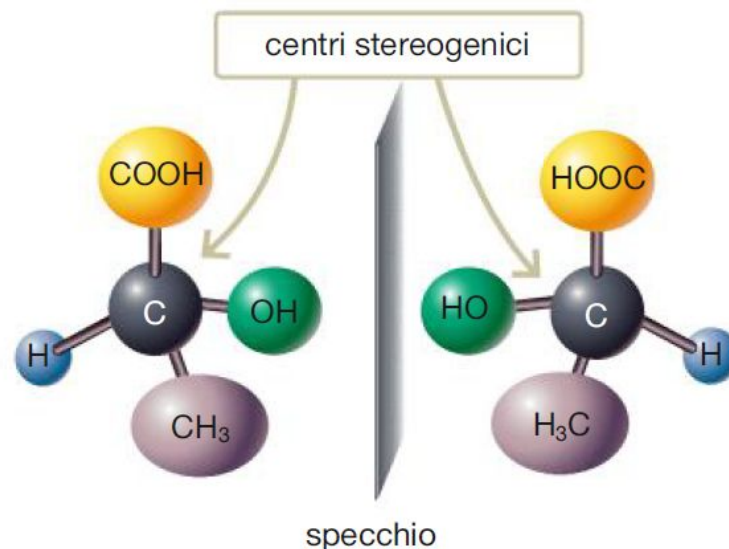
Sono chiamati **chirali** gli oggetti che mancano di un piano di simmetria (mani, piedi, viti, conchiglie), ovvero distinguibili dalla loro immagine speculare.



L'isomeria

Un idrocarburo è chirale quando un atomo di carbonio lega a sé quattro atomi o gruppi atomici diversi. In tal caso, si dice che l'atomo di carbonio è un **centro stereogenico** o **stereocentro**.

Le molecole chirali hanno le stesse proprietà fisiche si comportano allo stesso modo in quasi tutte le reazioni chimiche a cui partecipano.

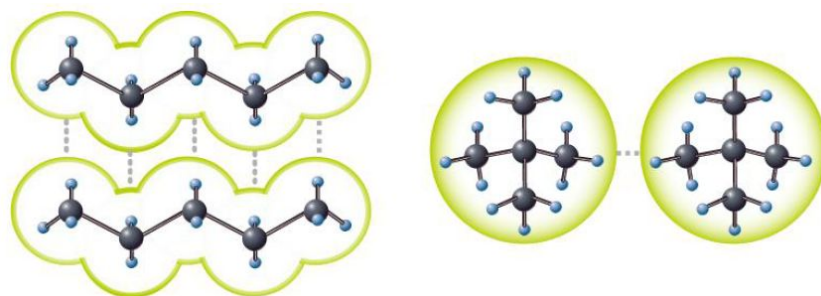


Le proprietà fisiche degli idrocarburi saturi

Gli alcani sono **molecole polari** insolubili in acqua e la loro temperatura di ebollizione cresce all'aumentare della massa molecolare.

A temperatura ambiente gli alcani a catena lineare sono allo stato gassoso fino a 4 atomi di carbonio, da 5 a 15 allo stato liquido e da 16 in poi allo stato solido.

I composti ramificati hanno temperature di ebollizione inferiori poiché, a causa delle ramificazioni, le molecole sono più distanti tra loro.

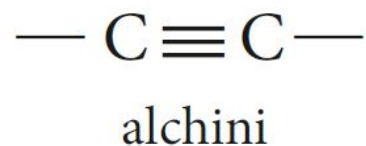
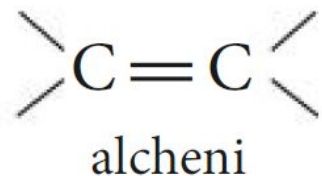


Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini

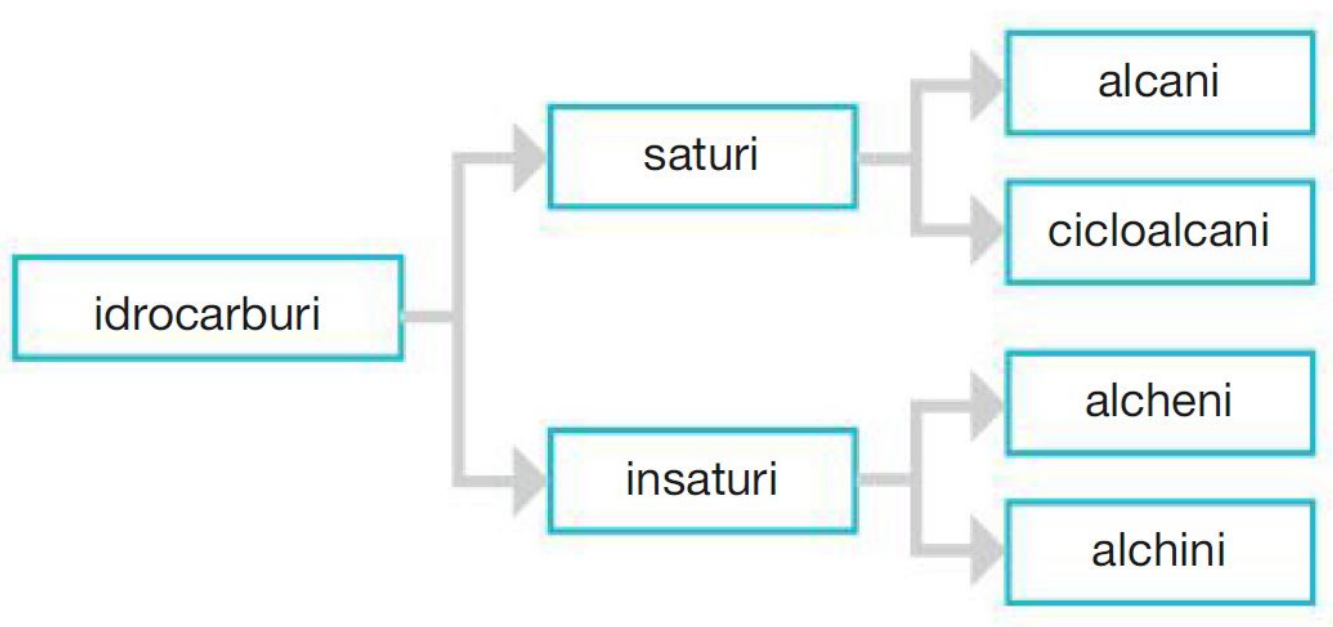
Gli **idrocarburi insaturi** sono costituiti da catene di atomi di carbonio uniti da legami doppi o tripli.

Sono idrocarburi alifatici insaturi:

- gli **alcheni**, con un doppio legame carbonio-carbonio
- gli **alchini**, con un triplo legame carbonio-carbonio.



Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini



Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini

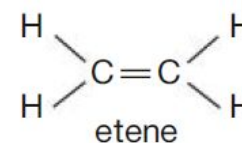
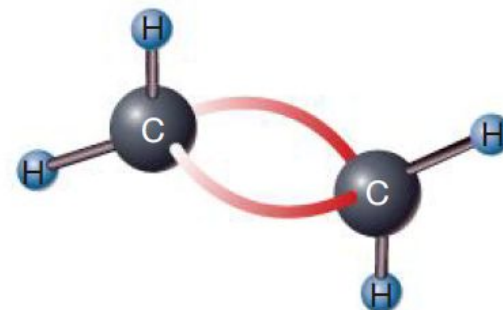
La formula generale degli **alcheni** è:



Gli alcheni hanno la stessa formula grezza dei cicloalcani; un cicloalcano e il corrispondente alchene sono quindi isomeri.

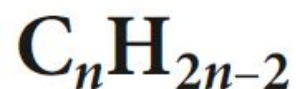
Il più semplice degli alcheni è l'**etene** o etilene, materia prima per la sintesi del polietilene, il tipo di plastica più usato.

L'etene ha una struttura *planare*, con gli angoli di legame di 120° .



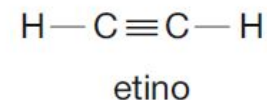
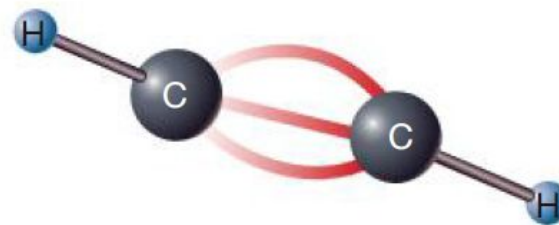
Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini

La formula generale degli **alchini** è:



Il più semplice degli alchini è l'**etino** o acetilene, la fiamma acetilenica viene adoperata per saldare i metalli.

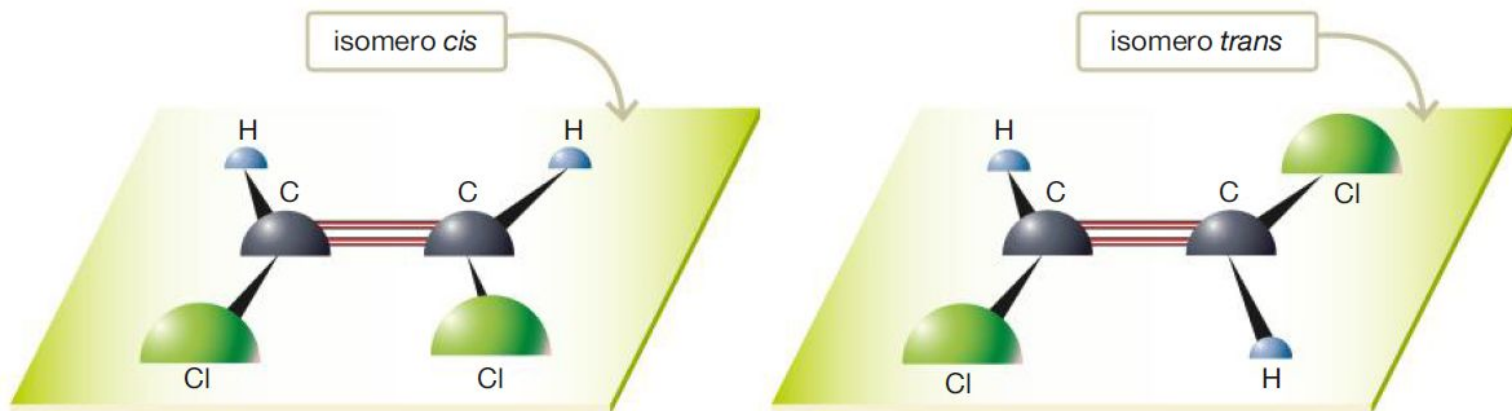
L'etino ha una struttura *lineare*,
con gli angoli di legame di 180° .



Gli idrocarburi insaturi: alcheni e alchini

Gli alcheni possono presentare **isomeri geometrici**, detti anche ***cis-trans***, che differiscono soltanto per la disposizione degli atomi nello spazio.

Un alchene presenta stereoisomeri *cis-trans* soltanto se entrambi gli atomi di carbonio del doppio legame legano a sé due atomi o gruppi atomici diversi.

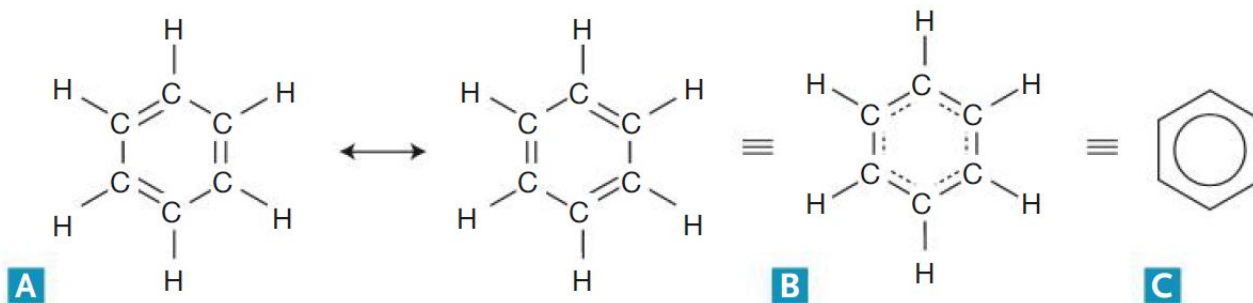


Gli idrocarburi aromatici

Gli **idrocarburi aromatici** hanno una struttura ciclica e sono chimicamente stabili.

Il principale esponente degli idrocarburi aromatici è il **benzene**, C_6H_6 , un solvente tossico.

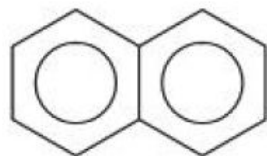
Il benzene ha una struttura esagonale e ogni carbonio ha un elettrone di valenza ancora libero; i sei elettroni si delocalizzano sull'anello generando una «nube» elettronica.



Gli idrocarburi aromatici

Gli anelli benzenici possono unirsi tra loro e formare gli **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)**, come il naftalene o l'antracene.

Gli IPA sono potenti **inquinanti** atmosferici e alcuni hanno un elevato **potere cancerogeno**; li possiamo trovare nel fumo di sigaretta, negli scarichi delle auto e negli alimenti cotti a temperature troppo alte.



naftalene



antracene

I gruppi funzionali

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

Il gruppo $\text{—C}=\text{C—}$ costituisce il gruppo funzionale degli idrocarburi insaturi, il resto della catena, che conserva la sua struttura originaria, è detto **scheletro molecolare**.

Altri gruppi funzionali sono formati da atomi singoli oppure da gruppi di atomi con o senza carbonio.

Le molecole con lo stesso gruppo funzionale costituiscono una **classe di composti**.

I gruppi funzionali

Classe	Gruppo funzionale	Esempio di molecola	Nome
alogenuri	alogenuro ($-X$)	CH_3-Cl	clorometano
alcoli	ossidrile ($-OH$)	CH_3-OH	metanolo (alcol metilico)
eteri	etere ($-O-$)	CH_3-O-CH_3	dimetiletere
aldeidi	carbonile $\left(\begin{array}{c} -C- \\ \\ O \end{array} \right)$	$CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$	etanale (acetaldeide)
chetoni		$CH_3 \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} C = O$	propanone (acetone)
acidi carbossilici	carbossile $\left(\begin{array}{c} -C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array} \end{array} \right)$	$CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	acido etanoico (acido acetico)
esteri	estere ($-COO-$)	$CH_3 \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow O-CH_3 \end{array}$	etanoato di metile (acetato di metile)
ammidi	amidico $\left(\begin{array}{c} -C-N- \\ \quad \\ O \quad H \end{array} \right)$	$CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow NH_2 \end{array}$	etanammide (acetammide)
ammine	amminico ($-NH_2$)	CH_3-NH_2	metilammina

I polimeri di sintesi

Il termine **polimero** o **macromolecola** indica una molecola di massa molecolare elevata, costituita da un insieme di gruppi chimici (**monomeri**) legati tra loro da legami covalenti.

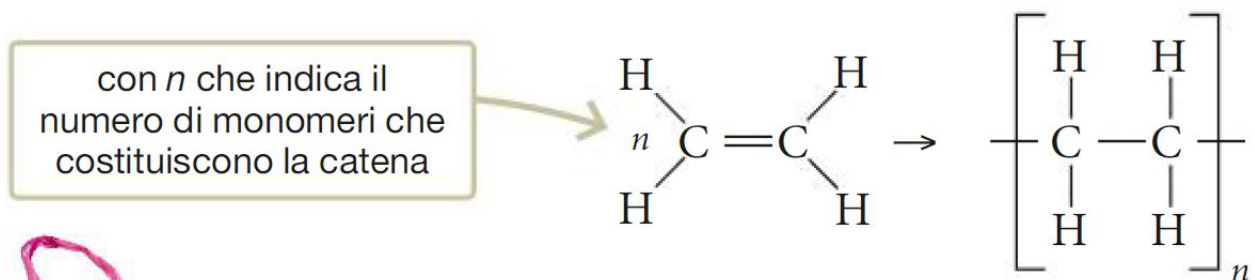
I **monomeri** hanno uno o più doppi legami, oppure due o più gruppi funzionali in grado di reagire tra loro.

I polimeri possono essere di origine naturale o di sintesi.



I polimeri di sintesi

I **polimeri di addizione** si formano dalla reazione di più alcheni, che, in presenza di opportuni catalizzatori, si congiungono l'uno all'altro aprendo il doppio legame e formando legami singoli con gli atomi di carbonio (reazione di *addizione al doppio legame*).

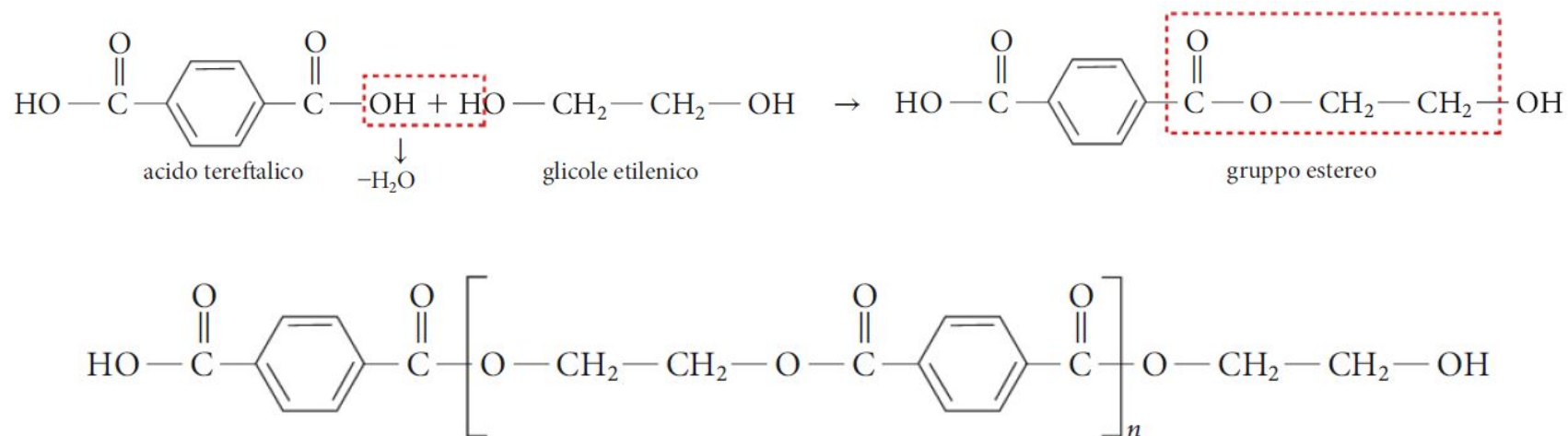


Un esempio è il **polietilene**, il tipo di plastica più usato al mondo.

I polimeri di sintesi

I **polimeri di condensazione** si formano dalla reazione tra due diversi gruppi funzionali che, reagendo tra loro, eliminano una molecola di piccole dimensioni, come H_2O .

Un esempio è il **PET**, o polietilentereftalato, un **poliestere**.



I polimeri di sintesi

Le catene dei poliesteri possono formare fibre polimeriche.

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



Possono essere filati e utilizzati nella produzione di tessuti impermeabili con un basso coefficiente di trasmissione del calore e un'elevata resistenza all'usura e alle pieghe, come il **nylon**.