

ZANICHELLI

Vito Posca, Tiziana Fiorani

Chimica più .verde

ZANICHELLI

Capitolo 19

I composti organici

ZANICHELLI

Sommario

1. I composti organici sono distinti in idrocarburi e derivati degli idrocarburi
2. I composti organici si rappresentano con diversi tipi di formule
3. L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura
4. Le proprietà fisiche dei composti organici sono il punto di ebollizione e la solubilità
5. La reattività dei composti organici dipende dai gruppi funzionali
6. Gli idrocarburi sono composti costituiti da carbonio e idrogeno
7. Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi
8. Le principali reazioni degli alcani sono la combustione e l'alogenazione

Sommario

9. Gli alcheni sono idrocarburi con doppio legame carbonio-carbonio
8. Gli alcheni danno reazioni di addizione al doppio legame
9. Gli alchini sono idrocarburi con triplo legame carbonio-carbonio
10. Le reazioni di addizione al triplo legame
11. Gli idrocarburi aromatici contengono uno o più anelli benzenici
12. La nomenclatura degli idrocarburi aromatici monociclici
13. Il benzene dà reazioni di sostituzione elettrofila
14. Gli idrocarburi aromatici policiclici presentano più anelli benzenici

I composti organici sono distinti in idrocarburi e derivati degli idrocarburi

I **composti organici** sono i composti del carbonio.

Sono costituiti principalmente da sei elementi: carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto, fosforo e zolfo.

Non sono composti organici gli ossidi (CO , CO_2), gli acidi (HCN e H_2CO_3) e i sali (cianuri, carbonati e bicarbonati).

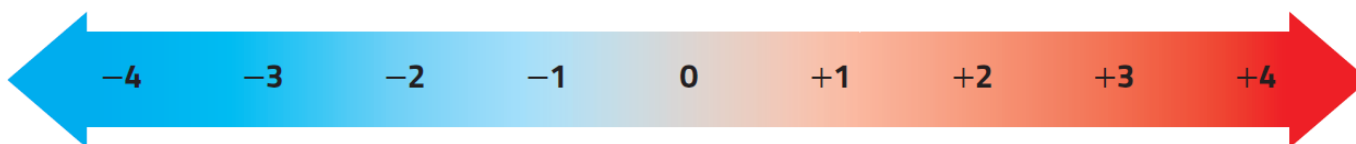
Si distinguono in **idrocarburi**, costituiti solo da carbonio e idrogeno, e **derivati degli idrocarburi**.



I composti organici sono distinti in idrocarburi e derivati degli idrocarburi

Il numero elevato di composti organici è dovuto a specifiche caratteristiche dell'**atomo di carbonio**:

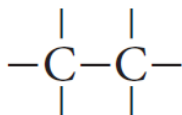
- la presenza nel livello energetico esterno di quattro elettroni *singoli*, con cui forma **quattro legami covalenti**;
- il **n.o.** che assume tutti i valori tra +4 e -4;



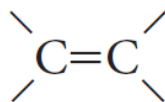
- il **valore medio di elettronegatività** ($E_n = 2,5$) per cui ha tendenza a *condividere* elettroni formando legami covalenti poco polari e quindi stabili;

I composti organici sono distinti in idrocarburi e derivati degli idrocarburi

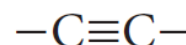
- il **piccolo raggio atomico** ($r = 77 \text{ pm}$) per cui può formare legami covalenti *singoli*, *doppi* e *tripli*;



legame singolo

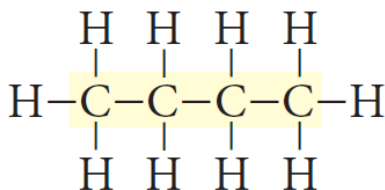


legame doppio

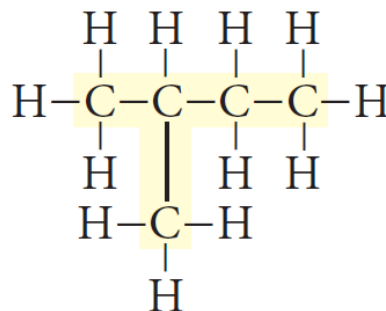


legame triplo

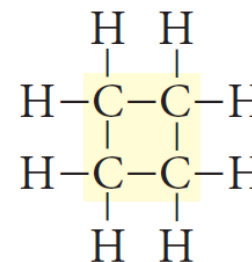
- la **tendenza alla concatenazione**, grazie all'assenza di doppietti elettronici liberi e al piccolo raggio.



catena lineare



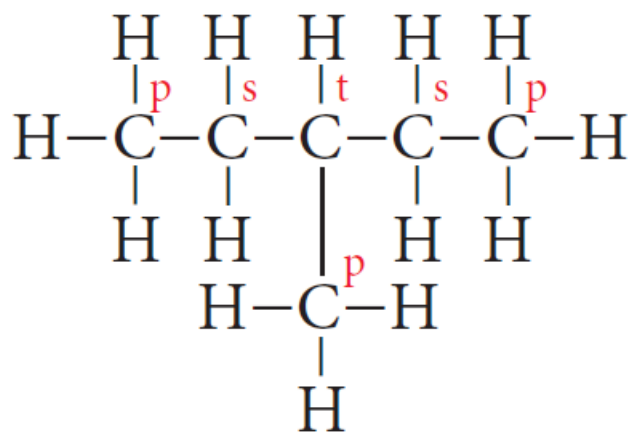
catena ramificata



catena chiusa

I composti organici sono distinti in idrocarburi e derivati degli idrocarburi



Nelle catene carboniose aperte gli atomi di carbonio sono distinti in *primari* (p), *secondari* (s), *terziari* (t) a seconda che siano legati a un solo atomi di carbonio, a due o a tre.



I composti organici si rappresentano con diversi tipi di formule

I composti organici si rappresentano con formule:

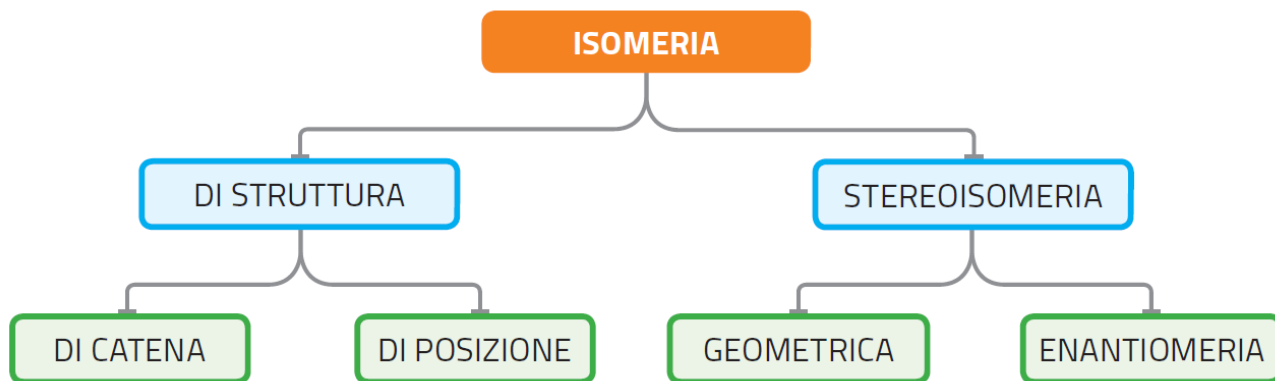
- di **Lewis**, che evidenziano tutti i legami chimici;
- **razionali**, che evidenziano i legami carbonio-carbonio;
- **topologiche**, che evidenziano solo la catena carboniosa.

Composto	Lewis	Razionale	Topologica
<i>n</i> -pentano C ₅ H ₁₂	$\begin{array}{ccccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & & & \end{array}$	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	
<i>neo</i> -pentano C ₅ H ₁₂	$\begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ & & \text{H}-\text{C}-\text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & & & & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}-\text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H}-\text{C}-\text{H} & & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & & & & \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	

L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

Sono detti **isomeri** i composti con la stessa formula molecolare ma differente formula di struttura per una diversa disposizione degli atomi.

I due principali tipi di isomeria sono l'*isomeria di struttura* e la *stereoisomeria* che a loro volta presentano ulteriori suddivisioni.



L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

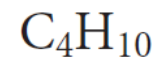
Gli isomeri di struttura

Si definisce **isomeria di struttura** quel fenomeno per cui due o più composti hanno la stessa formula molecolare ma una diversa formula di struttura e proprietà fisiche diverse.

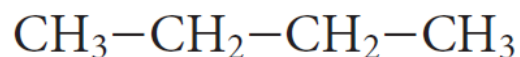
L'isomeria di struttura è distinta in *isomeria di catena* e *isomeria di posizione*.

L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

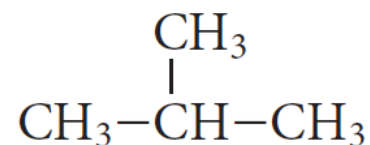
a. Gli **isomeri di catena** differiscono per il modo diverso in cui gli atomi di carbonio sono legati nella catena carboniosa (es. *normal*-butano e isobutano).



butano

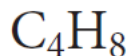


n-butano

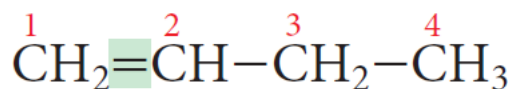


isobutano

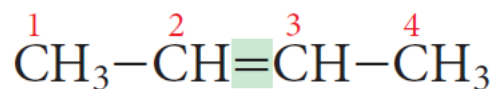
b. Gli **isomeri di posizione** hanno la stessa catena carboniosa ma differiscono per la *posizione di un legame multiplo*, di un *atomo* o di un *gruppo atomico* (es. butene).



butene



1-butene



2-butene

L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

Gli stereoisomeri

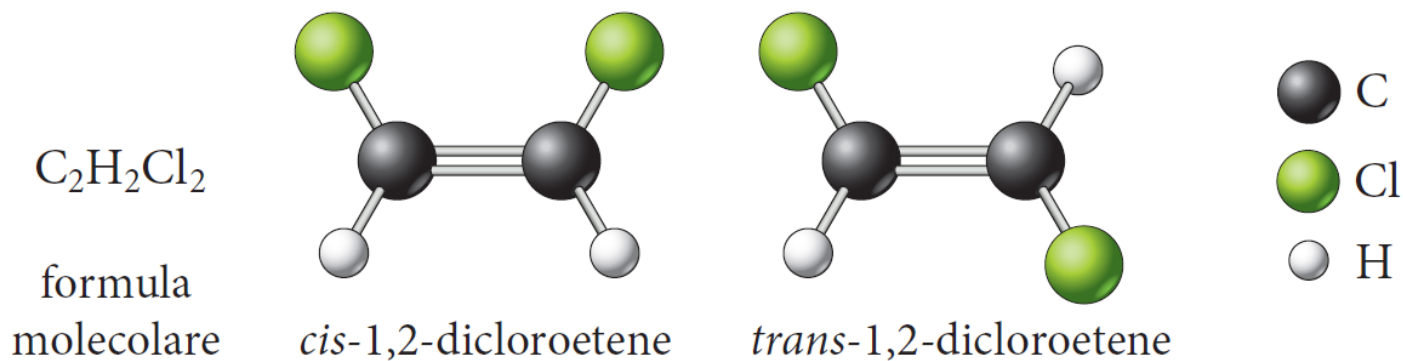
Si definisce **stereoisomeria** quel fenomeno per cui atomi o gruppi atomici di due o più composti sono legati tra loro nella stessa sequenza ma con differente disposizione spaziale.

La stereoisomeria è distinta in *isomeria geometrica* ed *enantiomeria* (o *isomeria ottica*).

L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

a. Gli **isomeri geometrici** differiscono per la disposizione spaziale degli atomi o di gruppi atomici legati a due atomi di carbonio uniti da un doppio legame.

L'isomero dove gli atomi o i gruppi atomici sono disposti dalla *stessa* parte rispetto al doppio legame si chiama *cis-*, da *parte opposta* si chiama *trans-* (es. 1,2-dicloroetene).



L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

b. Gli **enantiomeri** o **isomeri** ottici sono due molecole con diversa disposizione spaziale e che sono l'una l'*immagine speculare* dell'altra ma *non sovrapponibili*.

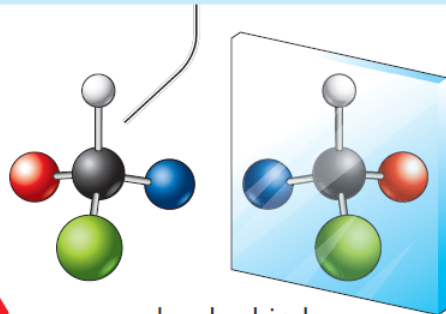
Una molecola esiste sotto forma di due enantiomeri se ha uno **stereocentro**, ossia un atomo di carbonio legato a quattro atomi o gruppi atomici diversi.

Una molecola che presenta uno stereocentro e non ha un piano di simmetria è *chirale*. Una molecola è detta **chirale** quando non è sovrapponibile alla sua immagine speculare.

L'isomeria: stessa formula molecolare ma diversa formula di struttura

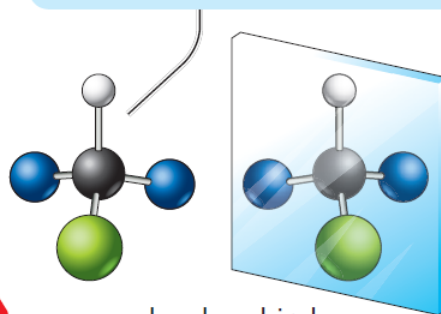
Un esempio di molecola chirale è l'acido lattico (C).

All'atomo di carbonio sono legati quattro gruppi atomici diversi e quindi le due molecole sono l'una l'immagine speculare dell'altra ma non sono sovrapponibili.



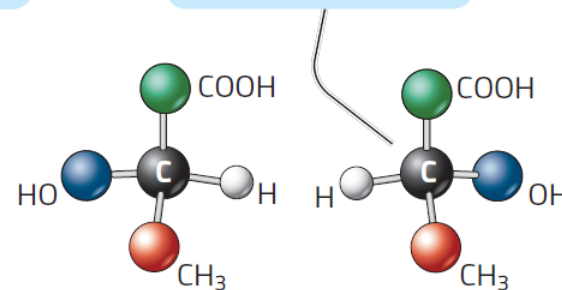
A molecola chirale

All'atomo di carbonio sono legati due gruppi atomici uguali (colore blu) e quindi le due molecole sono l'una l'immagine speculare dell'altra ma sovrapponibili.



B molecola achirale

L'atomo di carbonio è uno stereocentro.



C

Due enantiomeri hanno stesse proprietà fisiche e chimiche, ma diversa *attività ottica*.

Le proprietà fisiche dei composti organici sono il punto di ebollizione e la solubilità

I **punti di ebollizione** dei composti organici dipendono dalla apolarità o polarità delle loro molecole.

Nelle molecole apolari sono *bassi*, perché i legami intermolecolari sono deboli, nelle polari sono *alti* perché i legami intermolecolari sono più forti.

La **solubilità** in acqua (**solvente polare**) dei composti organici dipende dalla presenza nelle molecole di *gruppi idrofili* o *gruppi idrofobici*.

Le proprietà fisiche dei composti organici sono il punto di ebollizione e la solubilità

I composti contenenti gruppi idrofili sono solubili in acqua.

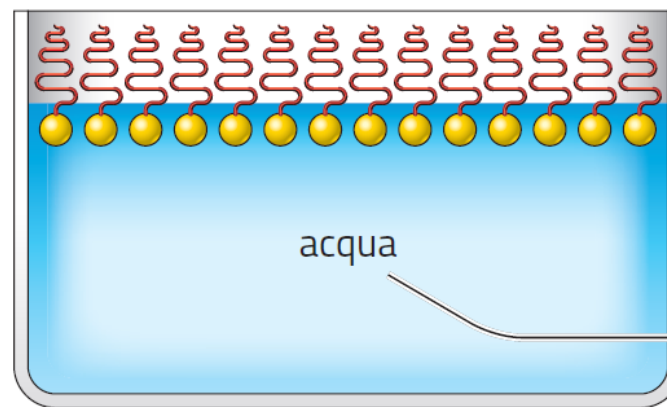
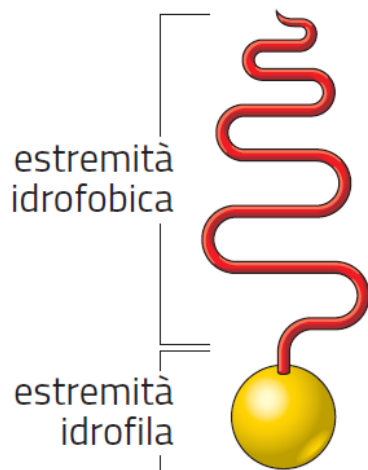
Sono **gruppi idrofili** i gruppi atomici ($-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$) capaci di formare legami a idrogeno con l'acqua.

I composti contenenti gruppi idrofobici sono insolubili in acqua, ma solubili in *solventi apolari* (benzene).

Sono **gruppi idrofobici** i gruppi atomici ($-\text{CH}_3$, $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$, $-\text{C}_6\text{H}_5$) che non possono formare legami a idrogeno con l'acqua.

Le proprietà fisiche dei composti organici sono il punto di ebollizione e la solubilità

Composti organici caratterizzati da una testa polare idrofila e da una coda apolare idrofobica sono i **fosfolipidi**, i principali componenti della membrana cellulare.

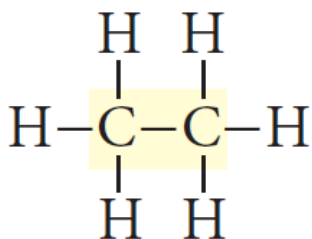


La solubilità in acqua dipende dalla presenza a un'estremità della molecola di un gruppo idrofilo.

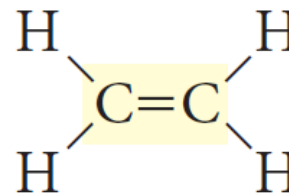
La reattività dei composti organici dipende dai gruppi funzionali

La **reattività** di un composto organico è determinata dalla presenza nella sua molecola di un legame multiplo, di un atomo molto elettronegativo (ossigeno, alogeni) o di un gruppo atomico che attira o respinge elettroni.

- L'etilene, pur avendo lo stesso numero di atomi di carbonio, è molto più reattivo dell'etano in quanto nella sua molecola è presente un **legame multiplo**.



etano



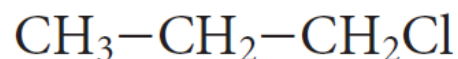
etilene

La reattività dei composti organici dipende dai gruppi funzionali

- Il *normal*-propano è meno reattivo dell'1-cloropropano, perché nell'1-cloropropano è presente un **atomo molto elettronegativo** (il cloro).

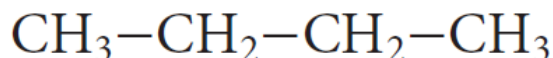


n-propano



1-cloropropano

- L'1-butanolo è molto più reattivo del *n*-butano, in quanto nella sua molecola è presente un **gruppo atomico** (il gruppo -OH) che ha un'elevata tendenza a reagire.



n-butano



1-butanolo

La reattività dei composti organici dipende dai gruppi funzionali

Un legame multiplo, un atomo molto elettronegativo o un gruppo atomico che determina la reattività e di un composto organico si chiama **gruppo funzionale**.

Anche il **tipo di reazioni** *dipende* dal gruppo funzionale.

Gruppo funzionale	Nome	Classe di composti	Gruppo funzionale	Nome	Classe di composti
$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array} - \begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$	legame semplice	alcani e cicloalcani	$\begin{array}{c} \diagup \\ CO \\ \diagdown \end{array}$	carbonile	aldeidi e chetoni
$\begin{array}{c} \diagup \\ C=C \\ \diagdown \end{array}$	legame doppio	alcheni	-COOH	carbossile	acidi carbossilici
-C≡C-	legame triplo	alchini	-COO-	estere	esteri
-X	alogeno	alogenuri	-CON $\begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array}$	ammidico	ammidi
-OH	ossidrile	alcoli	-NH ₂	amminico	ammine

La reattività dei composti organici dipende dai gruppi funzionali

I reagenti elettrofilici e nucleofili

Le reazioni più frequenti tra composti organici coinvolgono reagenti:

- **elettrofilici**, atomi o gruppi atomici con una parziale carica positiva o ioni con una carica positiva;
- **nucleofili**, ioni con una carica negativa oppure molecole con un doppietto elettronico disponibile.

Reagenti elettrofilici		Reagenti nucleofili		
$-\text{COOH}$	$\text{C}=\text{O}$	Cl^-	Br^-	OH^-
NO_2^+	H^+	NH_3	H_2O	$-\text{NH}_2$

✓ Mettiamoci alla prova

- Quali sono gli isomeri di posizione del clorobutano?
- Quali gruppi possono rendere un composto organico solubile o insolubile in acqua?

Gli idrocarburi sono composti costituiti da carbonio e idrogeno

Gli **idrocarburi** sono composti organici costituiti esclusivamente da atomi di carbonio e idrogeno.

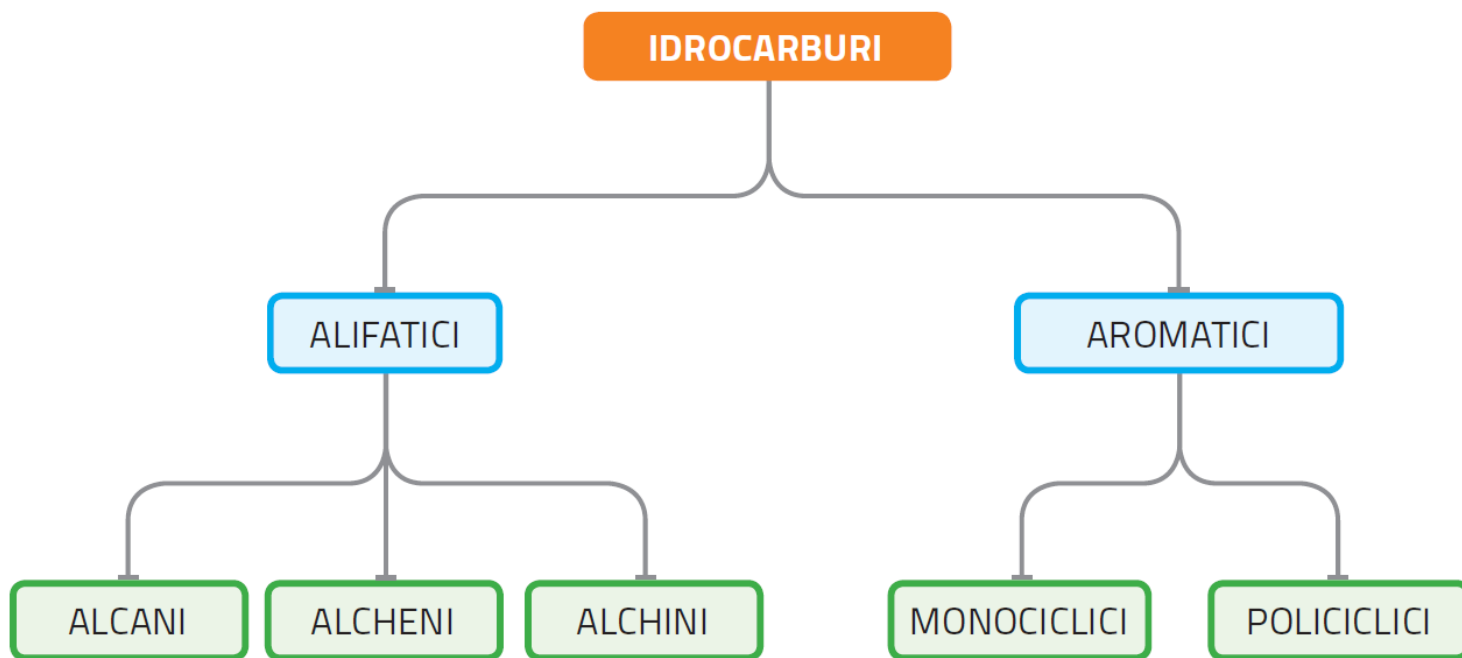
Gli **idrocarburi alifatici** hanno catena aperta, distinti in:

- **saturi**, se contengono solo *legami semplici* carbonio-carbonio (alcani).
- **insaturi**, se contengono un *legame doppio* carbonio-carbonio (alcheni) o *triplo* (alchini).

Gli **idrocarburi aromatici** hanno catena chiusa, distinti in:

- **monociclici**, se formati da un solo anello;
- **policiclici**, se formati da più anelli.

Gli idrocarburi sono composti costituiti da carbonio e idrogeno



Gli idrocarburi sono composti costituiti da carbonio e idrogeno

Gli **idrocarburi alifatici** sono apolari, **insolubili** in acqua.

I legami intermolecolari (*forze di London*) sono molto deboli e i *punti di ebollizione* molto bassi.

Gli **idrocarburi aromatici** sono apolari, **insolubili** in acqua.

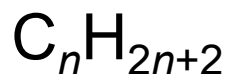
I *punti di ebollizione* sono elevati perché l'alta simmetria delle molecole rende più forti i legami intermolecolari.

Molti sono usati per la sintesi dei coloranti.



Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi

Gli **alcani** sono idrocarburi alifatici saturi per la presenza di legami semplici carbonio-carbonio con **formula molecolare** generale:



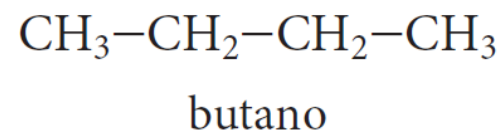
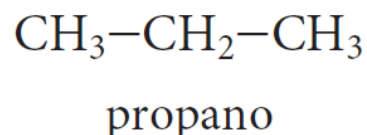
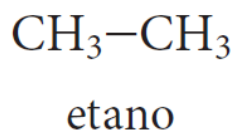
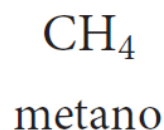
con n = numero di atomi di carbonio.

Il **nome** degli alcani a *catena lineare* è costituito da un **prefisso** che deriva dal loro nome comune (*met-*, *et-*, *prop-*, *but-*) o, per i termini successivi al quarto, dal numero greco corrispondente al numero di atomi di carbonio (*penta-*, *esa-*) e dal **suffisso** *-ano*.

Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi

n	Formula molecolare	Nome	n	Formula molecolare	Nome
1	CH ₄	metano	4	C ₄ H ₁₀	butano
2	C ₂ H ₆	etano	5	C ₅ H ₁₂	pentano
3	C ₃ H ₈	propano	6	C ₆ H ₁₄	esano

Le formule razionali dei primi quattro termini sono:



Ogni termine differisce dall'altro per il gruppo (-CH₂-).
Una serie di composti che differisce per lo stesso gruppo atomico costituisce una **serie omologa**.

Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi

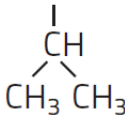
A partire dal butano, si verifica l'**isomeria di catena** che comporta la presenza di composti con stessa formula molecolare ma con atomi di carbonio legati in *sequenza differente*.

Il sistema IUPAC prevede la denominazione dei *sostituenti*, gruppi o radicali alchilici (**R**) e alogeni, legati alla catena carboniosa più lunga.

I **gruppi alchilici** o **radicali alchilici** sono gruppi atomici che presentano un atomo di idrogeno in meno rispetto all'alcano corrispondente.

Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi

I nomi dei gruppi alchilici derivano dal nome dell'alcano, per sostituzione del suffisso *-ano* con il suffisso *-ile*.

Nome	Formula razionale	Nome	Formula razionale
metano	CH ₄	metile	-CH ₃
etano	CH ₃ -CH ₃	etile	-CH ₂ -CH ₃
<i>n</i> -propano	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	<i>n</i> -propile	-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
		isopropile	

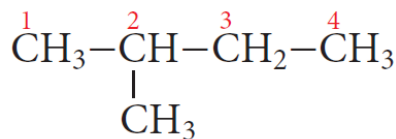
Gli alogeni sono gli atomi di fluoro, cloro, bromo e iodio rappresentati dai rispettivi simboli e indicati dai nomi:

Nome	Simbolo
fluoro	F
cloro	Cl
bromo	Br
iodo	I

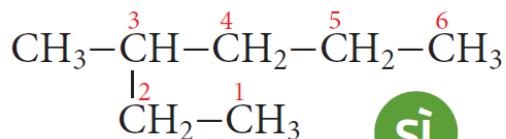
Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi

Per assegnare il **nome** degli isomeri di catena degli alcani:

- si identifica la catena carboniosa **più lunga**, denominata con il nome corrispondente al numero di atomi di carbonio;
- si numera questa catena a partire dall'estremità che permette di utilizzare i **numeri più piccoli** per i sostituenti;
- quando è presente *un solo sostituito*, il nome è precisato dal numero che indica la posizione e il nome del sostituito e dal nome della catena carboniosa più lunga:

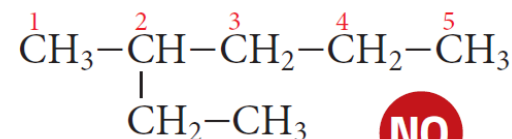


2-metilbutano



3-metilesano

e non



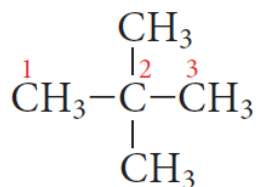
2-etilpentano

SÌ

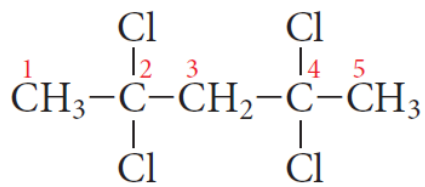
NO

Gli alcani sono idrocarburi alifatici saturi

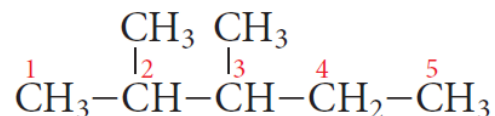
- quando lo *stesso sostituyente* è presente più volte, i numeri che ne indicano la posizione sono separati da una virgola e il nome preceduto da *di-*, *tri-*, *tetra-*:



2,2-dimetilpropano

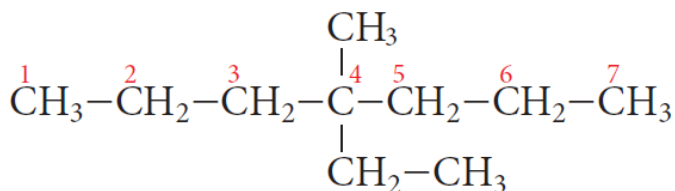


2,2,4,4-tetracloropentano

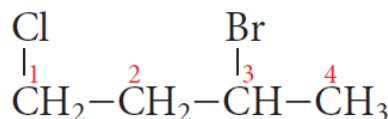


2,3-dimetilpentano

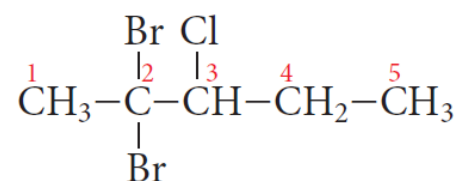
- quando i sostituenti sono *diversi*, vanno denominati in **ordine alfabetico**:



4-etil-4-metileptano



3-bromo-1-clorobutano



2,2-dibromo-3-cloropentano

Le principali reazioni degli alcani sono la combustione e l'alogenazione

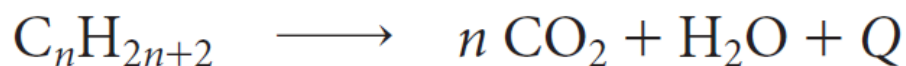
Negli alcani i legami interatomici (carbonio-idrogeno e carbonio-carbonio) sono legami covalenti molto forti. Gli alcani sono quindi molto stabili e poco reattivi.

Solo in eccesso di ossigeno o con alogeni sono possibili, rispettivamente, reazioni di **combustione** e di **alogenazione**.

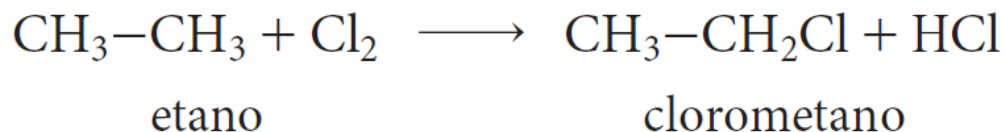
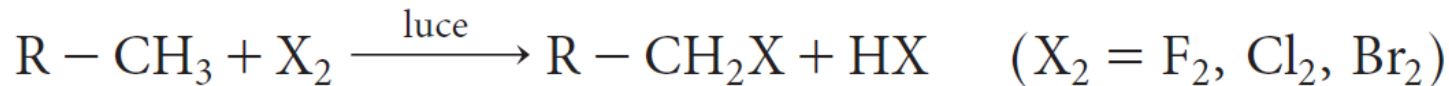


Le principali reazioni degli alcani sono la combustione e l'alogenazione

- La **combustione** è una reazione redox in presenza di ossigeno O_2 , con formazione di diossido di carbonio CO_2 e acqua e liberazione di calore Q :

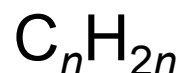


- L'**alogenazione** avviene in presenza di luce, con formazione di un alcano alogenato $R-CH_2X$ e di un acido alogenidrico HX :



Gli alcheni sono idrocarburi con doppio legame carbonio-carbonio

Gli **alcheni** sono idrocarburi alifatici insaturi per la presenza di un doppio legame carbonio-carbonio con **formula molecolare** generale:



Il **nome** è costituito dal **prefisso** corrispondente alla radice del nome degli alcani e dal **suffisso** *-ene*.

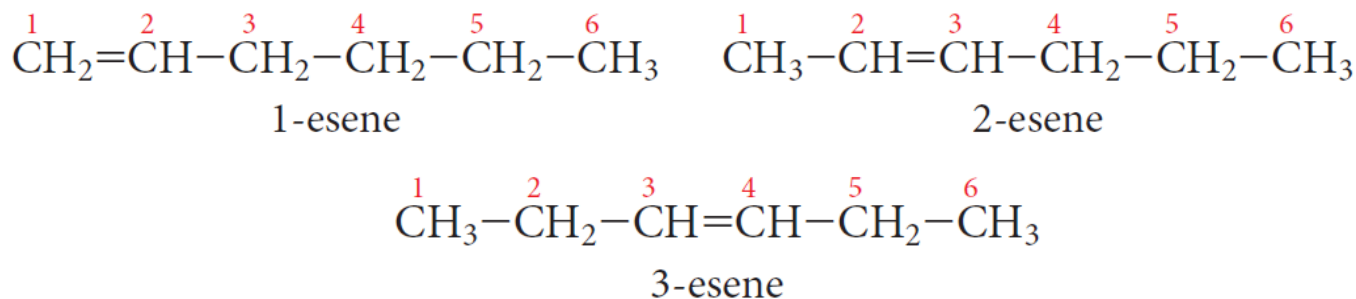
<i>n</i>	Formula molecolare	Nome
2	C ₂ H ₄	etene (etilene)
3	C ₃ H ₆	propene (propilene)
4	C ₄ H ₈	butene (butilene)
5	C ₅ H ₁₀	pentene
6	C ₆ H ₁₂	esene
7	C ₇ H ₁₄	eptene

Gli alcheni sono idrocarburi con doppio legame carbonio-carbonio

A partire dal terzo termine della serie ($n = 4$) si verifica, relativamente alla posizione del doppio legame, l'**isomeria di posizione**.

Il **nome** dell'alchene è preceduto da un numero che indica la posizione del doppio legame; la numerazione inizia dall'estremità più vicina al doppio legame.

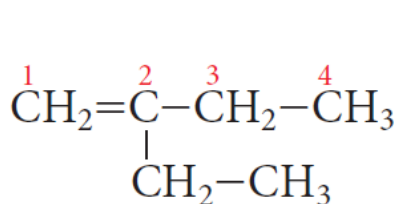
Per l'esene (C_6H_{12}) esistono tre isomeri di posizione:



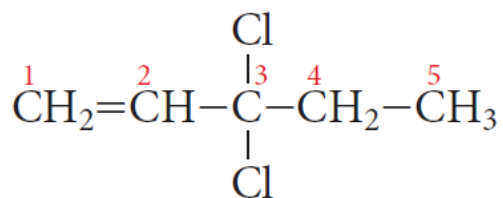
Gli alcheni sono idrocarburi con doppio legame carbonio-carbonio

Quando alla catena carboniosa sono legati dei *sostituenti* si verifica **isomeria di catena**.

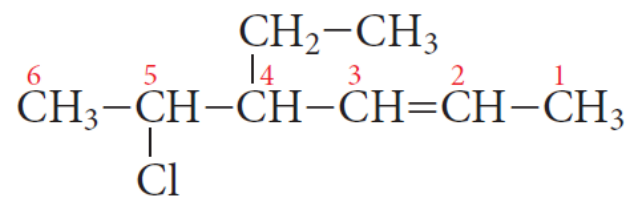
Per assegnare il **nome** si individua la *catena carboniosa più lunga contenente il doppio legame* e si numera la catena dall'estremità che permette di utilizzare il *numero più piccolo* per la posizione del doppio legame:



2-etil-1-butene



3,3-dicloro-1-pentene



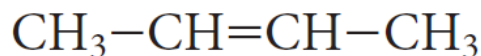
5-cloro-4-etil-2-esene

Gli alcheni sono idrocarburi con doppio legame carbonio-carbonio

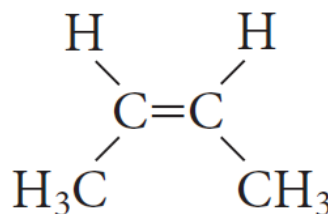
Quando *entrambi* gli atomi di carbonio del doppio legame sono legati a due atomi o due gruppi atomici diversi (*alcheni disostituiti*) si ha l'**isomeria geometrica**.

I **nomi** dei due isomeri sono preceduti da *cis-* o *trans-* a seconda che i due sostituenti si trovino dalla stessa parte o da parte opposta rispetto al doppio legame.

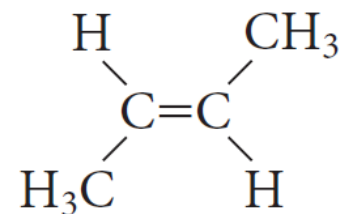
Gli isomeri geometrici del 2-butene sono:



2-butene



cis-2-butene



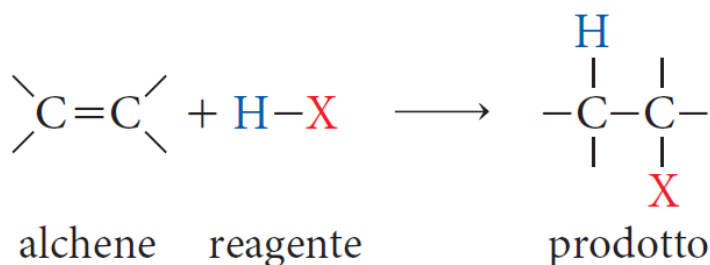
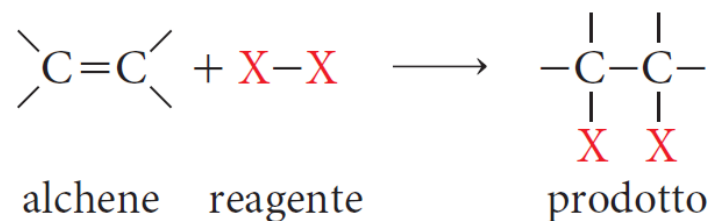
trans-2-butene

Gli alcheni danno reazioni di addizione al doppio legame

La reattività degli alcheni è dovuta al legame π tra i due atomi di carbonio.

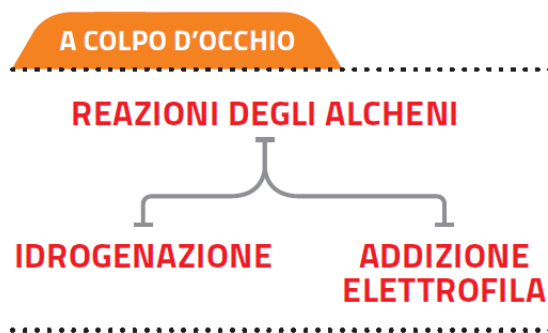
Il legame, debole e reattivo, reagendo con idrogeno molecolare e con agenti elettrofili, dà origine a **reazioni di addizione**.

Si rompono il legame π dell'alchene e il legame σ del reagente, ma si formano due legami σ più forti.

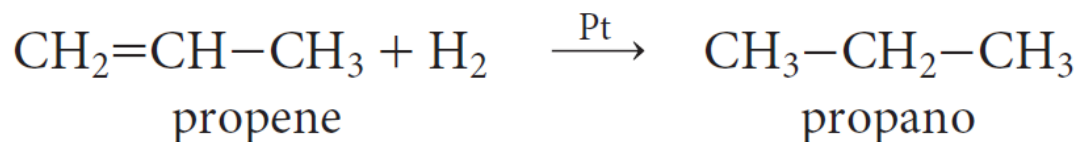


Gli alcheni danno reazioni di addizione al doppio legame

Le reazioni di addizione degli alcheni sono di due tipi.



- La reazione di **idrogenazione** o **riduzione catalitica** avviene con idrogeno molecolare (H_2) in presenza di un *catalizzatore metallico* (Ni, Pd, Pt) e forma il corrispondente alcano.

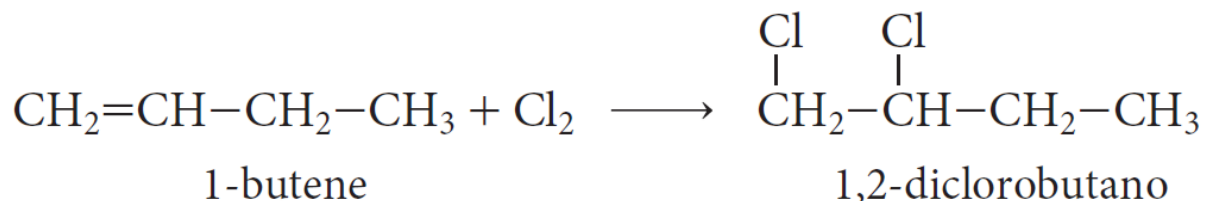


Gli alcheni danno reazioni di addizione al doppio legame

- La reazione di **addizione elettrofila** avviene con alogeni (alogenazione) e acidi alogenidrici.



La reazione di **alogenazione** dell'1-butene con Cl_2 forma un alcano alogenato:

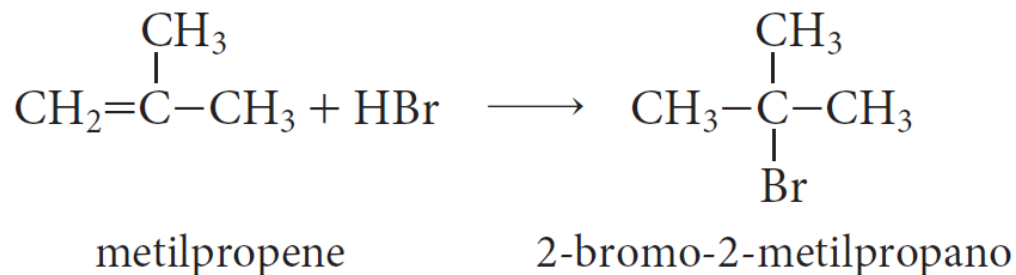


Gli alcheni danno reazioni di addizione al doppio legame

La **reazione di addizione elettrofila** tra un alchene *asimmetrico* e un acido alogenidrico (in tabella i più comuni) deve tenere conto della regola empirica di **Markovnikov**:

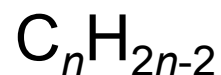
Alchene	Reagente
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	H-Cl
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	H-Br
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	H-I

l'atomo di idrogeno dell'acido si lega all'atomo di carbonio del doppio legame legato al maggior numero di atomi di idrogeno.



Gli alchini sono idrocarburi con un triplo legame carbonio-carbonio

Gli **alchini** sono idrocarburi alifatici insaturi per la presenza di un triplo legame carbonio-carbonio con **formula molecolare** generale:



Il **nome** è costituito dal **prefisso** corrispondente alla radice del nome degli alcani e dal **suffisso** *-ino*.

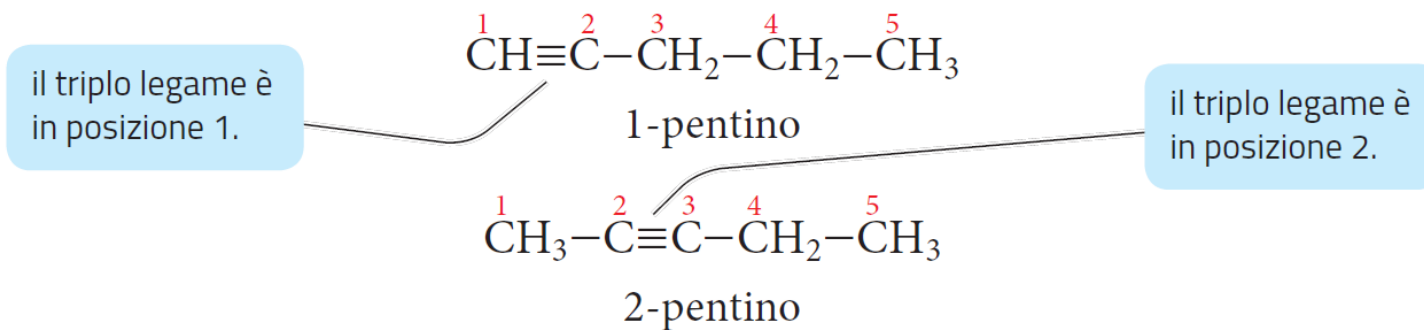
<i>n</i>	Formula molecolare	Nome
2	C ₂ H ₂	etino (acetilene)
3	C ₃ H ₄	propino
4	C ₄ H ₆	butino
5	C ₅ H ₈	pentino
6	C ₆ H ₁₀	esino
7	C ₇ H ₁₂	eptino

Gli alchini sono idrocarburi con un triplo legame carbonio-carbonio

A partire dal terzo termine della serie ($n = 4$) si verifica, relativamente alla posizione del triplo legame nella catena carboniosa, l'**isomeria di posizione**.

Il **nome** dell'alchino è preceduto da un numero che indica la posizione del triplo legame; la numerazione inizia dall'estremità più vicina al triplo legame.

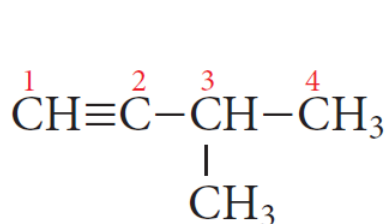
Per il pentino (C_5H_8) esistono due isomeri di posizione:



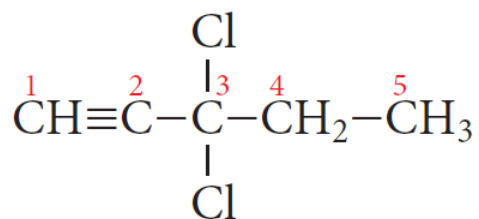
Gli alchini sono idrocarburi con un triplo legame carbonio-carbonio

Quando alla catena carboniosa sono legati dei *sostituenti* si verifica **isomeria di catena**.

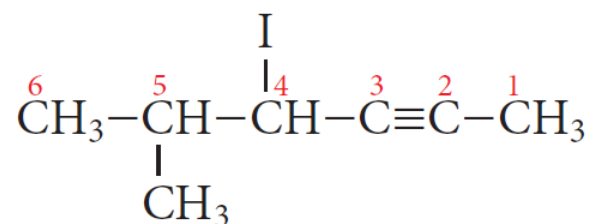
Per assegnare il **nome** si individua la *catena carboniosa più lunga contenente il triplo legame* e si numera la catena dall'estremità che permette di utilizzare il *numero più piccolo* per la posizione del triplo legame:



3-metil-1-butino



3,3-dicloro-1-pentino



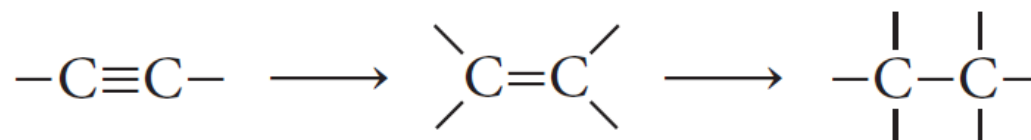
4-iodo-5-metil-2-esino

Le reazioni di addizione al triplo legame

La reattività degli alchini è legata alla presenza del triplo legame (uno σ e due π) tra i due atomi di carbonio.

I legami π , deboli e reattivi, reagendo con idrogeno molecolare e con agenti elettrofili, dà origine a **reazioni di addizione**.

Si rompono i legami π , con formazione di *quattro legami* σ più forti.

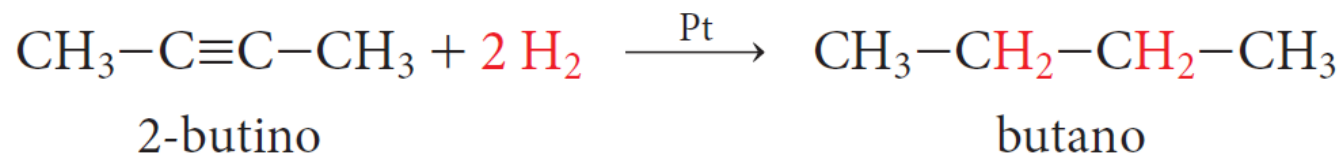


Le reazioni di addizione al triplo legame

Le reazioni di addizione degli alchini sono di due tipi.



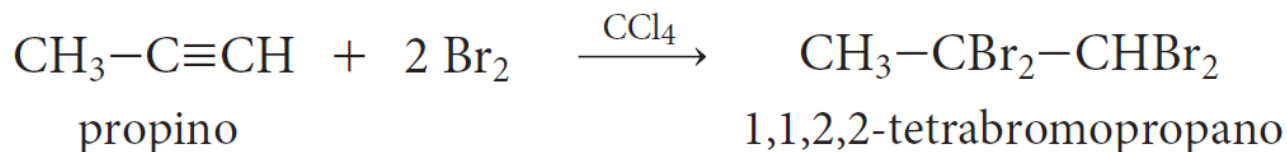
- La reazione di **idrogenazione** o **riduzione catalitica** avviene con idrogeno molecolare (H_2) in presenza di un *catalizzatore metallico* (Pt) e forma il corrispondente alcano.



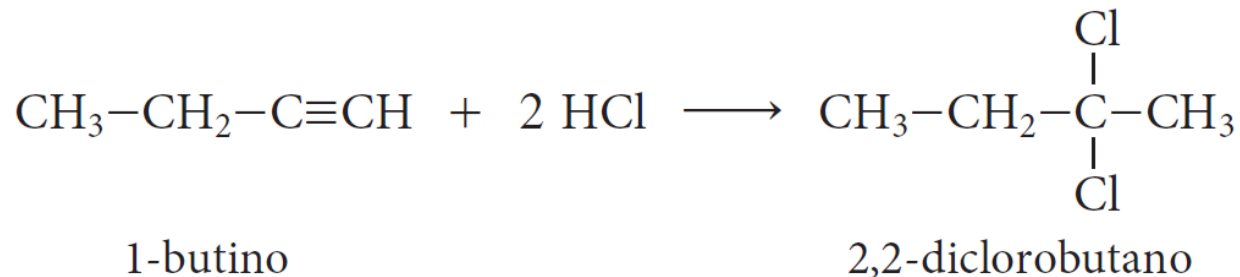
Le reazioni di addizione al triplo legame

- La reazione di **addizione elettrofila** avviene con alogeni (alogenazione) e acidi alogenidrici.

L'**alogenazione** del propino forma un alcano alogenato:



La reazione di un alchino asimmetrico con **acidi alogenidrici** segue la regola di Markovnikov:



✓ Mettiamoci alla prova

- Come si chiama il gruppo alchilico derivato dall'etano?
- È possibile che nelle molecole degli alchini si verifichi l'isomeria geometrica?

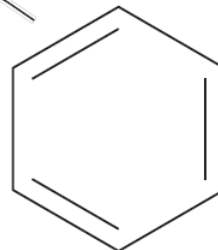
Gli idrocarburi aromatici contengono uno o più anelli benzenici

Gli **idrocarburi aromatici**, o **areni**, sono una classe di composti organici costituiti da almeno un anello a sei atomi di carbonio.

Tra gli idrocarburi aromatici *monociclici* (con un solo anello) il più semplice è il **benzene**.

La formula molecolare C_6H_6 fa pensare a una struttura con tre doppi legami, *insatura* e quindi *instabile*:

Nella formula di struttura del benzene sono omessi gli atomi di carbonio e di idrogeno.

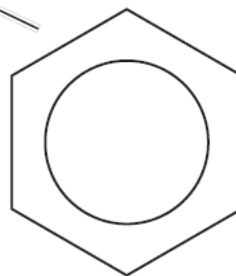


Gli idrocarburi aromatici contengono uno o più anelli benzenici

In realtà il benzene è molto *stabile* e tutti i legami carbonio-carbonio hanno la **stessa lunghezza**.

Si deve quindi ammettere che tre dei quattro elettroni di ciascun atomo formano tre legami covalenti singoli, mentre i sei elettroni non condivisi sono *delocalizzati* su tutti gli atomi a formare un **legame a elettroni delocalizzati**:

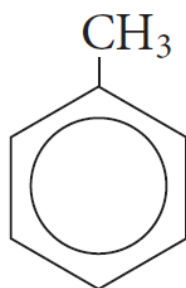
I sei elettroni non condivisi formano un legame a sei elettroni delocalizzati.



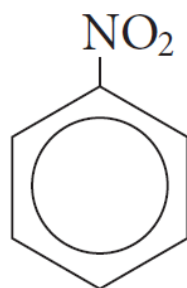
La nomenclatura degli idrocarburi aromatici monociclici

Il **nome** degli idrocarburi aromatici monociclici si basa sia su regole sistematiche sia sull'uso di nomi comuni.

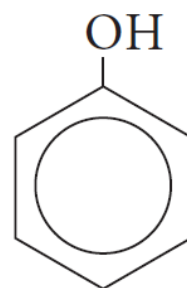
- Per i **derivati monosostituiti**, composti formati da un anello benzenico e da un atomo o gruppo atomico legato all'anello, si usa generalmente il nome comune.



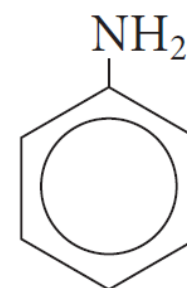
toluene



nitrobenzene



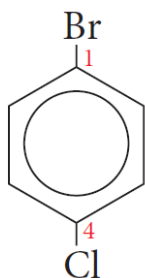
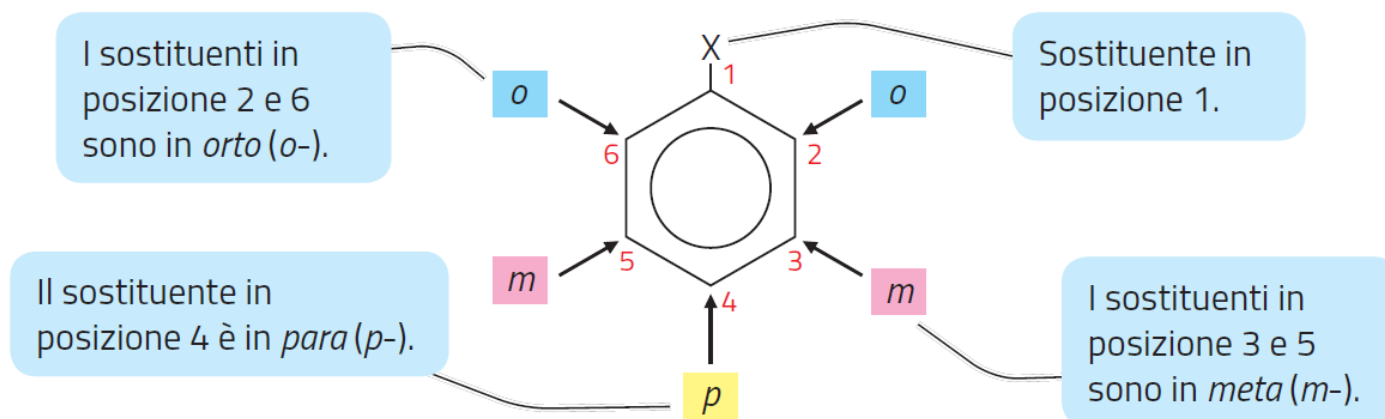
fenolo



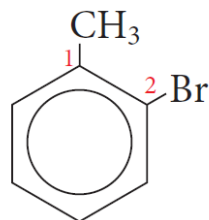
anilina

La nomenclatura degli idrocarburi aromatici monociclici

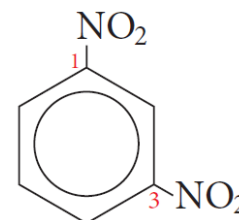
- Per i **derivati bisostituiti** occorre indicare la posizione dei due sostituenti con appositi prefissi:



p-cloro-bromobenzene



o-bromotoluene

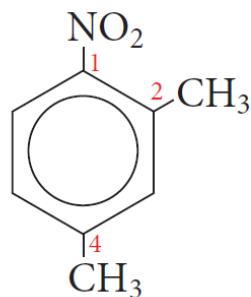


m-dinitrobenzene

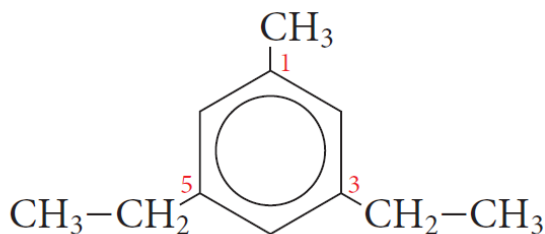
La nomenclatura degli idrocarburi aromatici monociclici

- Nei **derivati polisostituiti** le posizioni dei sostituenti sono indicate numerando gli atomi di carbonio dell'anello in modo da utilizzare i *numeri più piccoli* possibile.

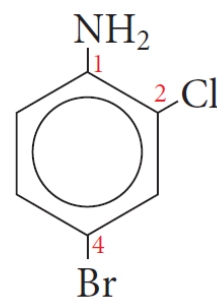
Se i sostituenti presenti nell'anello sono diversi, questi devono essere denominati in *ordine alfabetico*.



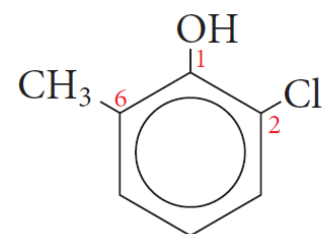
2,4-dimetilnitrobenzene



3,5-dietiltoluene



4-bromo-2-cloroanilina

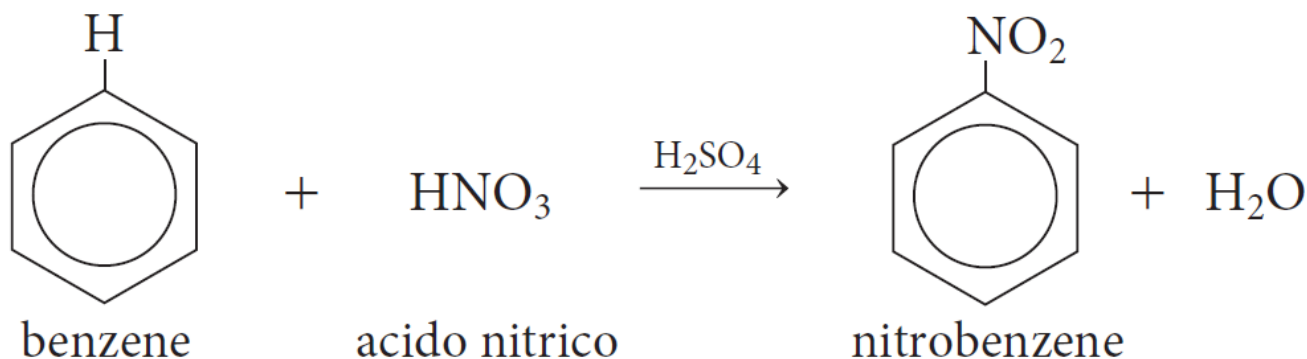


2-cloro-6-metilfenolo

Il benzene dà reazioni di sostituzione elettrofila

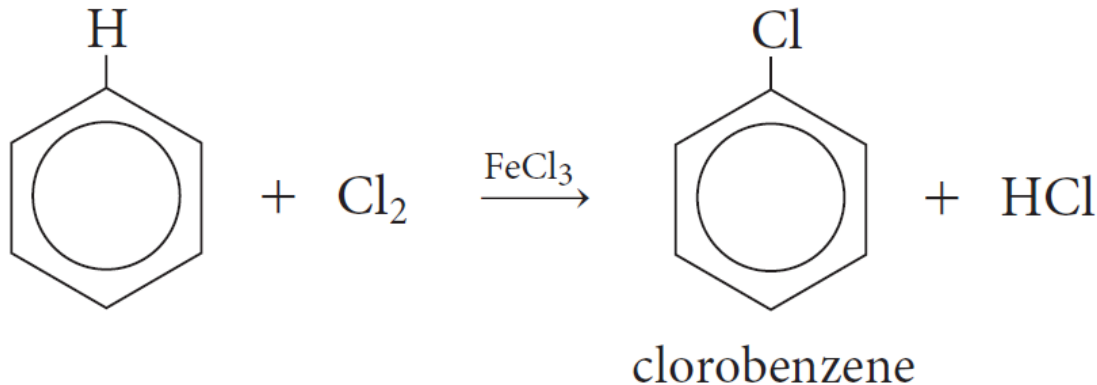
La reazione più comune del benzene è la **sostituzione elettrofila**, con uno o più atomi di idrogeno dell'anello che vengono sostituiti con altri atomi o gruppi atomici.

- La reazione di **nitrazione** consiste nel trattare il benzene con una soluzione di acido nitrico e di acido solforico (catalizzatore): il prodotto è il *nitrobenzene*.



Il benzene dà reazioni di sostituzione elettrofila

- La reazione di **alogenazione** avviene trattando il benzene con un alogeno (Cl_2 o Br_2), in presenza di un corrispondente alogenuro FeCl_3 o FeBr_3 (catalizzatore): il prodotto è un *derivato aromatico*.

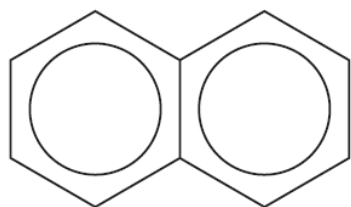


Gli idrocarburi aromatici policiclici presentano più anelli benzenici

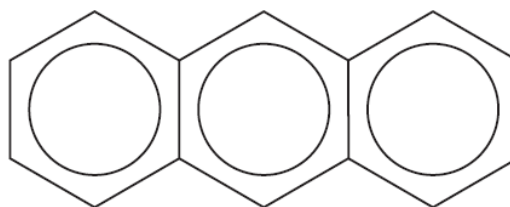
Gli idrocarburi aromatici **policiclici** sono costituiti da due o più anelli benzenici.

Il più noto è il *naftalene*, commercialmente noto anche come naftalina ($C_{10}H_8$).

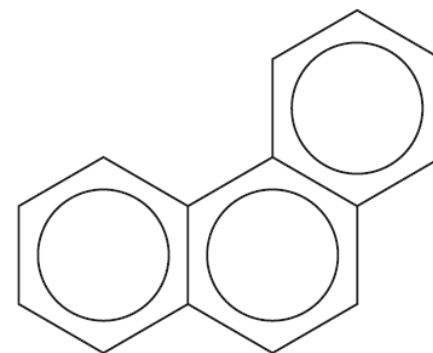
Altri sono l'antracene e il fenantrene, la cui struttura è presente in molte molecole biologiche.



naftalene



antracene



fenantrene

✓ Mettiamoci alla prova

- Da quanti atomi di carbonio è costituito l'anello degli idrocarburi aromatici?
- Quali prefissi si utilizzano per indicare la posizione dei sostituenti nei derivati bisostituiti degli idrocarburi aromatici?