ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto delle scienze naturali

ZANICHELLI

Capitolo 1

Basi di chimica organica

ZANICHELLI

Sommario

1. I composti organici
2. Le caratteristiche delle molecole organiche
3. Le basi della nomenclatura dei composti organici
4. Le formule in chimica organica
5. Le varietà di composti organici
6. L'isomeria
7. Gli idrocarburi
8. I gruppi funzionali
9. Le reazioni dei composti organici
10. I polimeri

I composti organici

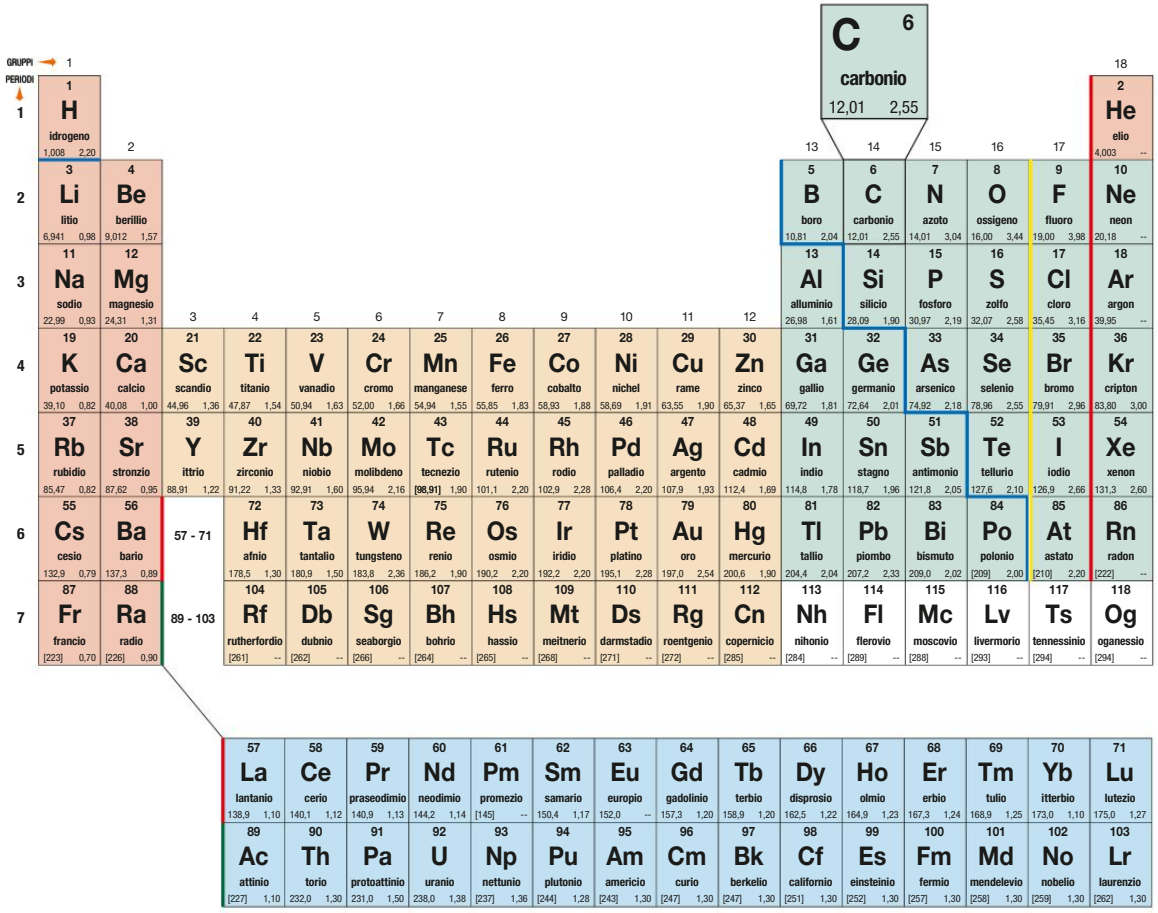
- Il **carbonio** è l'elemento di tutto il sistema periodico che, escludendo l'idrogeno, forma il maggior numero di composti.

- La **chimica organica** si occupa di tutti i composti del carbonio, esclusi i pochi in cui l'elemento è legato unicamente all'ossigeno (oppure all'azoto o agli ioni metallici).

- La **chimica inorganica** studia gli elementi del sistema periodico (e i loro composti) che non contengono carbonio e quelli, esclusi in precedenza, in cui il carbonio è legato solamente a ossigeno, azoto e ioni metallici.

I composti organici

- Il carbonio è dunque l'**elemento caratteristico** di tutti i composti organici.
- Il **carbonio** è un *non metallo* che occupa il primo posto del 14° gruppo nel sistema periodico.



I composti organici

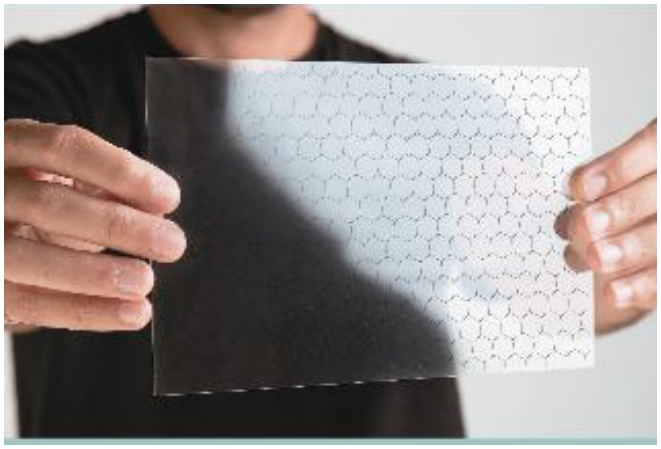
- I legami che uniscono gli atomi nei composti organici sono **legami covalenti** che si scindono e si riformano nel corso delle reazioni.

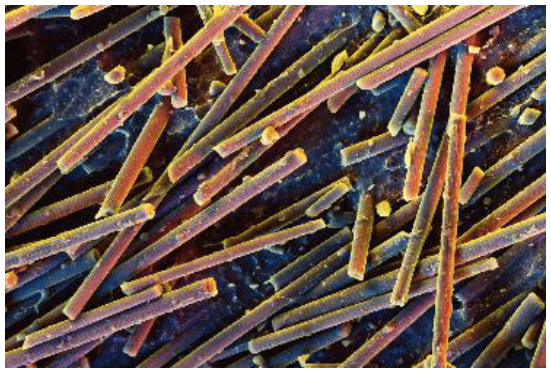
- Il carbonio forma sempre **quattro legami covalenti** con altri atomi di carbonio.

- I legami **carbonio-carbonio** (C—C) sono forti e stabili, come i legami carbonio-idrogeno (C—H).

I composti organici

Allo stato elementare il carbonio si trova nei minerali **diamante** e **grafite**, nei **carboni fossili**, nel **nerofumo** e in varie altre forme ottenute artificialmente, come il **grafene** e il **fullerene**.





Le caratteristiche delle molecole organiche

- Un atomo di carbonio ha quattro elettroni nel livello più esterno che possono essere impegnati nei legami e che, a causa della repulsione elettrostatica (teoria VSEPR), determinano la **geometria delle molecole**.

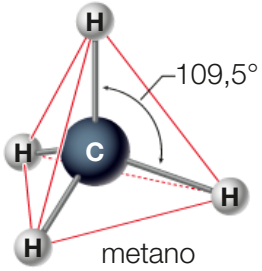
- In ogni molecola le coppie elettroniche di legame e quelle di non legame (ossia gli elettroni esterni che non partecipano al legame) si dispongono in modo che la repulsione elettrostatica fra di esse sia la minima possibile.

- In relazione al carbonio, con la formazione di quattro legami covalenti sull'atomo non restano coppie elettroniche di non legame, perciò saranno soltanto gli elettroni appartenenti ai legami di **tipo σ** a dettare le regole per la geometria della molecola.

Le caratteristiche delle molecole organiche

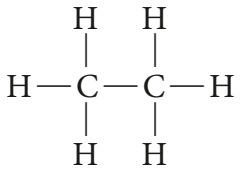
In base al **numero di legami σ** che si trovano intorno a ogni atomo, si può prevedere la disposizione geometrica degli atomi legati.

1. Se il carbonio è legato a quattro atomi (con legami tutti semplici di tipo σ), la geometria è **tetraedrica**. Gli angoli di legame sono di 109,5° e l'ibridazione del carbonio e sp^3.

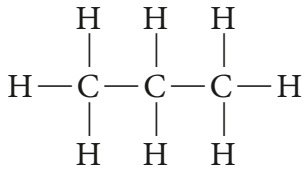


metano

Quattro legami semplici: sono tutti e quattro di tipo **σ**. Gli atomi legati si trovano ai vertici di un tetraedro. Gli angoli di legame sono di **109,5°**.



etano

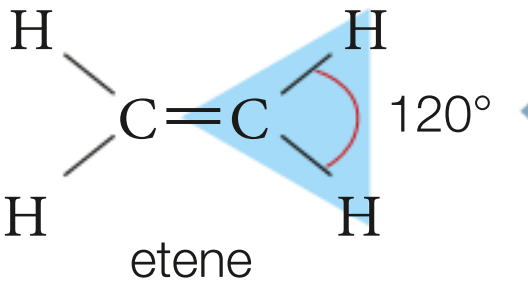


propano

Nei due composti, il carbonio forma quattro legami semplici, perciò la disposizione dei legami è tetraedrica, ma non è rappresentata dalle rispettive strutture di Lewis. Gli angoli di legame sono di **109,5°**.

Le caratteristiche delle molecole organiche

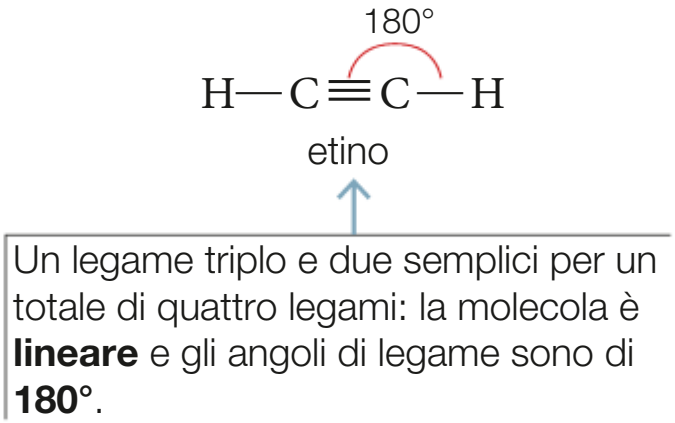
2. Se il carbonio è legato a tre atomi (due legami semplici e uno doppio, quindi tre legami σ e un legame π), la geometria è **trigonale planare**. Gli angoli di legame sono di 120° e l'ibridazione del carbonio è sp^2.

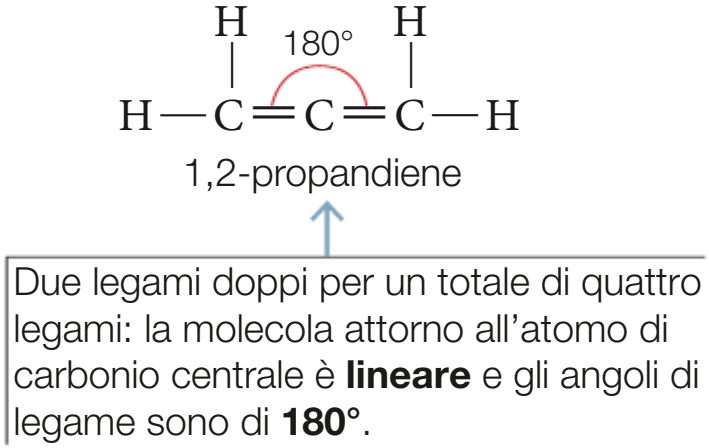


Per ogni atomo di carbonio vi sono un legame doppio e due semplici, ovvero quattro legami (tre **σ** e uno **π**). Gli atomi legati sono ai vertici di un **triangolo equilatero**, con angoli di legame di **120°**.

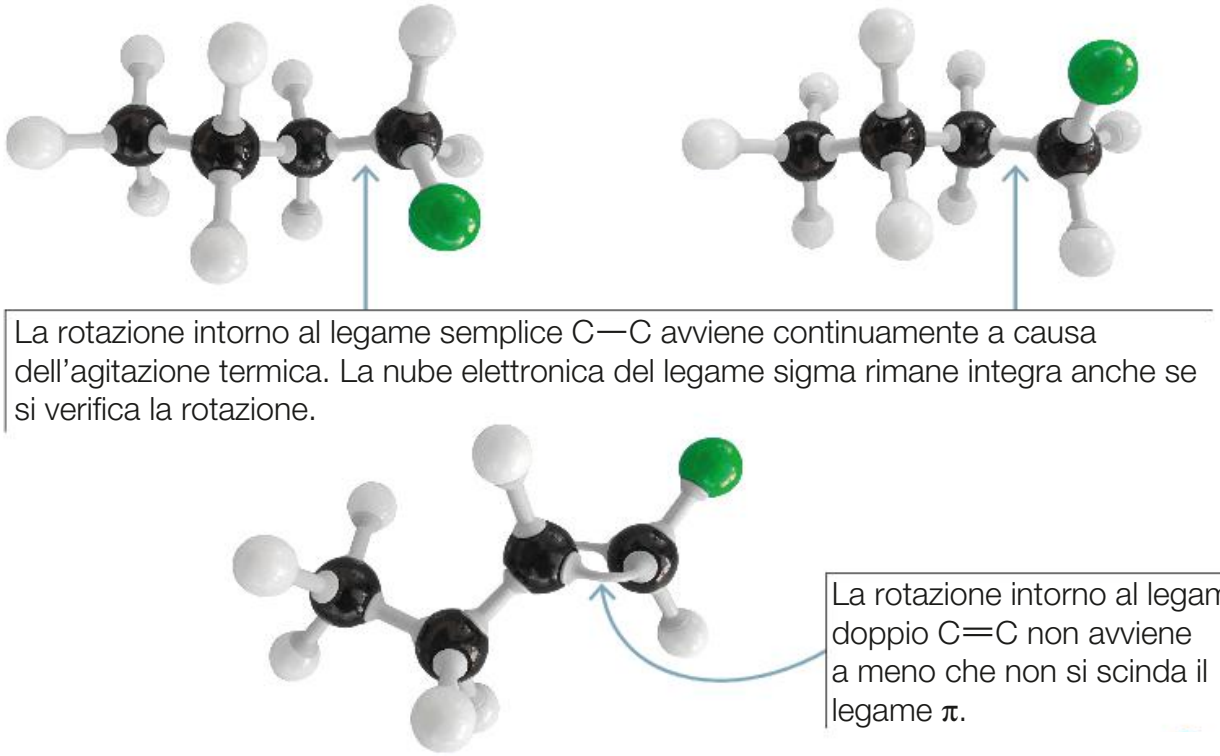
Le caratteristiche delle molecole organiche

3. Se il carbonio è legato a due atomi (un legame semplice e uno triplo oppure due legami doppi, perciò due legami σ e due legami π), la forma della molecola è **lineare** con un angolo di legame pari a 180° e l'ibridazione del carbonio è *sp*.





Le caratteristiche delle molecole organiche

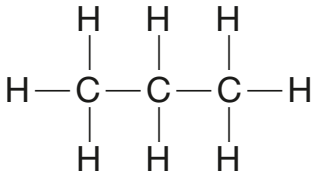


Nelle molecole allo stato liquido e aeriforme, i gruppi di atomi possono **ruotare** completamente o parzialmente.

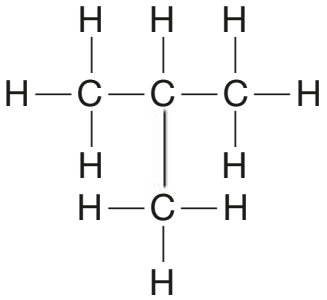
Le caratteristiche delle molecole organiche

- Se i legami nella catena di carbonio sono tutti semplici il composto si dice **saturo**; se, invece, sono presenti uno o più legami doppi o tripli il composto organico è **insaturo**.

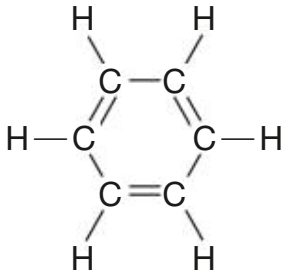
- Le **catene** di atomi di carbonio possono essere di varie lunghezze, **lineari**, **ramificate** o **chiuse ad anello**.



catena lineare



catena ramificata



catena chiusa ad anello

Le caratteristiche delle molecole organiche

- Un legame covalente è **apolare** se i due atomi legati hanno pari elettronegatività, per cui gli elettroni di legame sono perfettamente condivisi fra i due atomi.

- Un legame covalente è **polare** se unisce atomi con diversa elettronegatività: uno dei due atomi legati acquista una parziale carica negativa e l'altro una parziale carica positiva.

- Il **legame carbonio-carbonio** è completamente **apolare**, mentre il legame carbonio-idrogeno mostra una polarità minima.

Le caratteristiche delle molecole organiche

- Una molecola che possiede solo atomi di carbonio e idrogeno (un *idrocarburo*) è apolare e può stabilire forze attrattive intermolecolari solo con altre molecole apolari, la cui intensità aumenta quanto maggiore è il numero di atomi di carbonio che la molecola presenta.

- Se, invece, uno o più atomi di carbonio della catena sono legati a gruppi di atomi con elevata polarità (come —OH, —NH_2), allora la molecola diviene **polare** e può determinare forze intermolecolari più forti come i **legami a idrogeno**.

Le caratteristiche delle molecole organiche

In base alla loro affinità per l'acqua, si distinguono:

- **molecole idrofile**, che possono instaurare forze attrattive con l'acqua in quanto possiedono gruppi —OH o —NH_2;

- **molecole idrofobe**, che non presentano interazioni con l'acqua in quanto non possiedono gruppi con elementi più elettronegativi del carbonio.

Le basi della nomenclatura dei composti organici

Per assegnare un nome chiaro e univoco ai composti organici, occorre tenere presente i tre seguenti aspetti: la **classe di appartenenza**, la **lunghezza della catena** di carbonio e la **presenza di gruppi di altri atomi**.

1. Dall'*appartenenza a una specifica classe di composti* deriva il **suffisso** da usare nel nome.
Per esempio, gli idrocarburi saturi a catena aperta (alcani) hanno il suffisso in *-ano* (metano, etano, propano ecc.); se è presente un doppio legame (alcheni), il suffisso è *-ene* (etene, propene, butene ecc.); gli alcoli, in cui è presente un gruppo —OH, terminano in *-olo* (metanolo, etanolo, propanolo ecc.).

Le basi della nomenclatura dei composti organici

2. Dalla *lunghezza della catena di atomi di carbonio* deriva la **radice** da utilizzare nel nome.

Atomi di C	Radice	Esempio
uno	**met-**	**met**ano
due	**et-**	**et**ano
tre	**prop-**	**prop**ano
quattro	**but-**	**but**ano
cinque	**pent-**	**pent**ano
sei	**es-**	**es**ano

3. Il **prefisso** rende conto di eventuali *ramificazioni*. Esprime la denominazione del gruppo atomico legato alla catena, preceduta dalla posizione numerica dell'atomo di carbonio a cui è connesso.

Gruppo atomico	Nome
$CH_3—$	**metil-**
$CH_3—CH_2—$	**etil-**
$CH_3—CH_2—CH_2—$	**n-propil-**
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—$	**n-butil-**
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—$	**pentil-**
$CH_2=CH—$	**vinil-**

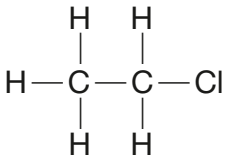
Le formule in chimica organica

Il composti organici possono essere rappresentati con vari tipi di **formule bidimensionali** scelte in base alle necessità.

La **formula grezza** (o formula bruta) esprime le varietà e il numero degli atomi di ogni molecola.

C_2H_5Cl

La **formula di struttura** (o formula di Lewis) rappresenta l'intera molecola evidenziando i legami covalenti che ogni atomo stabilisce con gli altri.



La **formula razionale** è una formula di struttura semplificata in cui sono esplicitati soltanto i legami carbonio-carbonio e gli eventuali legami fra il carbonio e altri atomi, mentre il numero di atomi di idrogeno legati a ciascun carbonio è indicato a pedice.

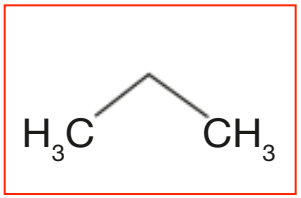
$CH_3—CH_2—Cl$

Le formule in chimica organica

La **formula condensata** presenta un'ulteriore semplificazione con l'eliminazione dei trattini che rappresentano i legami e l'inserimento tra parentesi tonde dei gruppi ripetuti più volte, riportandone il numero a pedice della parentesi.

CH_3CH_2Cl

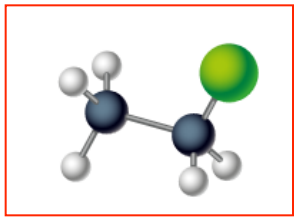
La **formula topologica** si esprime con una linea spezzata che rappresenta lo scheletro carbonioso, ossia i legami carbonio-carbonio della catena. Gli atomi di carbonio e idrogeno sono quasi del tutto assenti. Sono invece esplicitati gli atomi diversi eventualmente presenti nella molecola.



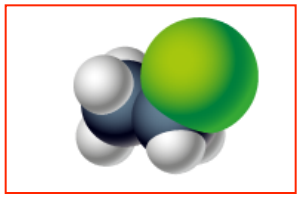
Le formule in chimica organica

Per esprimere la **geometria tridimensionale** di una molecola si ricorre ai modelli *ball and stick*, *space filling*, *a cunei e tratteggi*.

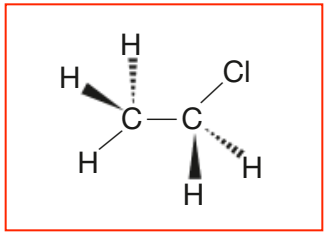
Nel modello **ball and stick** (ad aste e sfere) i legami sono rappresentati con aste e gli atomi con sfere.



Nel modello **space filling** (detto anche «a calotta») ogni atomo è una sfera dal raggio proporzionale al raggio medio dell'atomo stesso.



La proiezione **a cunei e tratteggi** può essere usata per disegnare a mano libera: i legami rivolti verso l'osservatore (al di sopra del piano del foglio) si rappresentano con un «cuneo» nero, mentre i legami che stanno al di sotto del piano del foglio vengono rappresentati con un tratteggio.



Le varietà di composti organici

Data la grandissima varietà di composti organici, può essere opportuno distinguere schematicamente tre grandi gruppi:

- **idrocarburi**, costituiti da carbonio e idrogeno;
- **derivati degli idrocarburi**, nei quali una catena di atomi di carbonio e idrogeno (detta *scheletro carbonioso*) è unita a un gruppo di atomi caratteristico, detto **gruppo funzionale**. Ciascuno di tali gruppi conferisce alla molecola delle particolari proprietà chimiche e fisiche, pertanto le diverse classi di composti si distinguono in base a due aspetti: alla natura della catena carboniosa e al tipo e al numero di gruppi funzionali legati a essa;
- **biomolecole** con strutture caratteristiche, come DNA, proteine, lipidi e carboidrati.

L’isomeria

- Si definiscono **isomeri** (dal greco *isos* = uguale e *méros* = parte) due o più composti che possiedono *stessa formula grezza* ma *diversa struttura molecolare*.
- Affinché una molecola si trasformi in un suo isomero, occorre che almeno un legame chimico (σ o π) si scinda e se ne formi uno nuovo, perciò, in ogni caso, è necessario che avvenga una **reazione chimica**.

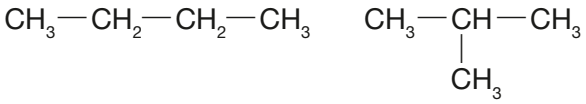
- Se invece due molecole si differenziano per la rotazione di una parte della molecola intorno a un legame semplice, si dice che le due molecole hanno diversa **conformazione**.

L’isomeria

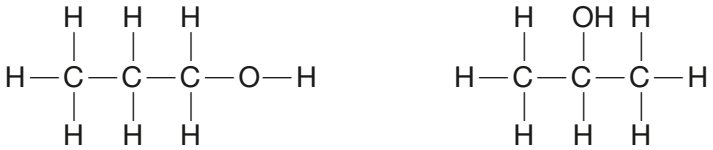
Isomeria:
stessa formula grezza, ma diversa formula di struttura e diverse proprietà fisiche e chimiche.

di struttura:
diversa concatenazione degli atomi.

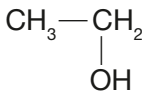
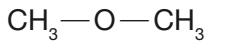
di catena



di posizione

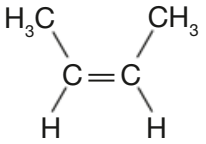


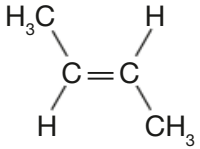
di gruppo funzionale

Etanolo	Etere dimetilico
	

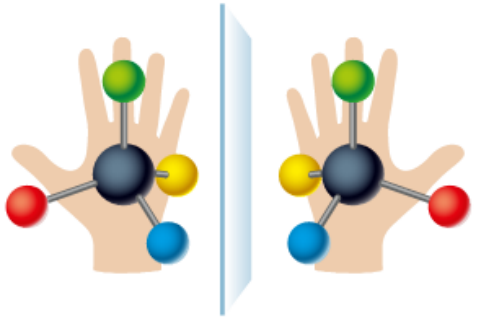
Stereoisomeria:
stessa concatenazione, ma diversa posizione degli atomi nello spazio.

geometrica
cis-trans


cis


trans

ottica
Le molecole sono chirali perché non sovrapponibili alla propria immagine speculare.



Gli idrocarburi

- Gli idrocarburi sono i composti organici più semplici, perché sono costituiti solo da **carbonio** e **idrogeno**.
- Gli idrocarburi sono composti **apolari** e **idrofobi**, pertanto sono insolubili in acqua.
- Gli idrocarburi possono essere **alifatici** (costituiti da catene di carbonio e idrogeno e possono essere saturi o insaturi) e **aromatici** (composti ciclici insaturi, caratterizzati da anelli che presentano delocalizzazione elettronica).

Idrocarburi alifatici	**Saturi**	**Alcani**	Idrocarburi saturi a catena aperta lineare o ramificata.
		Cicloalcani	Sono come gli alcani, ma con la catena chiusa ad anello.
	Insaturi	**Alcheni**	Idrocarburi con almeno un legame **doppio** fra carbonio e carbonio, a catena aperta, lineare o ramificata.
		Alchini	Idrocarburi con almeno un legame **triplo** fra carbonio e carbonio.
		Cicloalcheni e cicloalchini	Sono come gli alcheni e gli alchini, ma con la catena chiusa ad anello.
Idrocarburi aromatici o areni	**Insaturi**	Comprendono il **benzene**, i suoi derivati e le molecole caratterizzate da delocalizzazione elettronica in un anello carbonioso.	

Gli idrocarburi

Alcani. Sono idrocarburi saturi a catena aperta, lineare o ramificata.
Il nome ha suffisso *-ano*. La formula generale è C_nH_{2n+2}.

Cicloalcani. Sono idrocarburi alifatici saturi con la catena chiusa ad anello.
La denominazione si ricava anteponendo al nome dell'idrocarburo corrispondente il prefisso *ciclo-*. La formula generale è C_nH_{2n}.

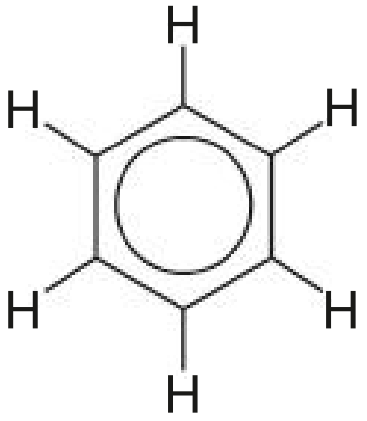
Alcheni. Sono idrocarburi con almeno un legame triplo fra carbonio e carbonio, a catena aperta, lineare o ramificata.
Il nome presenta il suffisso *-ene*, eventualmente preceduto dal numero che esprime la posizione nella catena del doppio legame.
La formula generale è C_nH_{2n}.

Gli idrocarburi

Alchini. Sono idrocarburi con almeno un legame triplo fra carbonio e carbonio, a catena aperta, lineare o ramificata. Le denominazioni sono caratterizzate dal suffisso *-ino*. La formula generale è C_nH_{2n-2}.

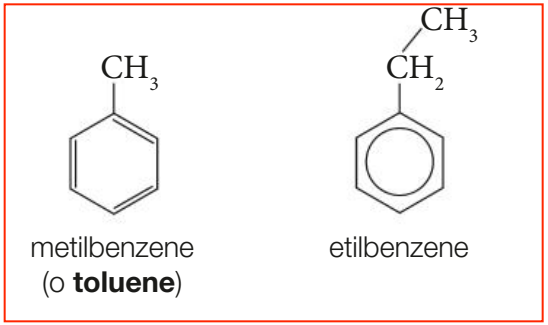
Areni, idrocarburi aromatici. Comprendono il benzene (C_6H_6), i suoi derivati e altri idrocarburi che presentano uno o più anelli aromatici.

Nel benzene i sei atomi di carbonio della molecola formano un anello esagonale nel quale hanno ibridazione sp^2, perciò l'intera molecola giace su un unico piano, con angoli di legame di 120°.

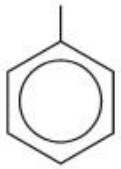


Gli idrocarburi

Derivati del benzene. Presentano uno o più sostituenti legati all'anello benzenico e si denominano indicando il gruppo sostituente e poi la desinenza *-benzene*.

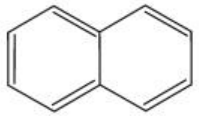


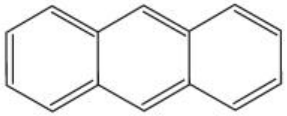
metilbenzene (o **toluene**) — etilbenzene


gruppo fenile

L'anello benzenico si può presentare anche come sostituente, in tal caso prende il nome di **fenile** ed è indicato con Ph— o con C_6H_5—.

Gli **idrocarburi policiclici aromatici** (**IPA**) hanno più anelli benzenici condensati, cioè uniti tra loro. Si formano tramite le combustioni e sono sostanze inquinanti per l'ambiente.


naftalene


antracene

I gruppi funzionali

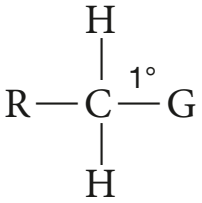
I composti organici, derivati dagli idrocarburi, oltre al carbonio e all'idrogeno presentano altri elementi. Tali atomi, o gruppi di atomi, legati allo scheletro carbonioso delle molecole organiche, conferiscono loro delle particolari caratteristiche tipiche di quel gruppo, pertanto sono detti **gruppi funzionali**.

Gruppo funzionale	Composti	Esempi/componenti
Alogeno —X	Alogenoderivati	Cloroformio
Ossidrile —OH	Alcoli	Metanolo, etanolo, glicerolo
Ossigeno etereo —O—	Eteri	Etere dietilico
Carbonile $>C=O$	Aldeidi e chetoni	Formaldeide, acetone
Carbossile —COOH	Acidi carbossilici	Acido formico, acido acetico, acido stearico
Estereo —COO—	Esteri	Grassi
Amminico $-NH_2$, $>NH$ o $>N-$	Ammine	Amminoacidi, DNA
Ammidico —CO—NH—	Ammidi	Proteine
Fosfato $-O-PO_3^{2-}$	del fosforo	DNA, RNA, ATP, fosfolipidi

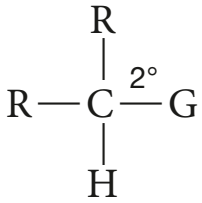
I gruppi funzionali

- Le diverse classi di composti si distinguono sia in base *alla natura della catena di atomi di carbonio* sia in base *al tipo e al numero di gruppi funzionali che vi sono legati*.
- Se la catena carboniosa è alifatica, è detta in generale **alchilica** (—R, o —R′, —R″ ecc.), se invece è aromatica è detta **arilica** (—Ar).
- L'atomo di carbonio a cui è legato il gruppo funzionale viene definito **primario** se legato a un solo altro atomo di carbonio e a due atomi di idrogeno, **secondario** se è legato a due atomi di carbonio e un atomo di idrogeno, **terziario** se è legato a tre atomi di carbonio.

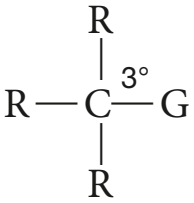
G = gruppo funzionale



carbonio primario



carbonio secondario



carbonio terziario

I gruppi funzionali

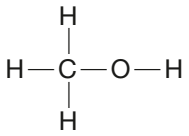
Alogenoderivati —Cl (F, Br, I).

- Presentano molecole costituite da uno scheletro carbonioso unito a un alogeno: fluoro, cloro, bromo o iodio.
- Si distinguono **alogenuri alchilici** (**R—X**), derivati da idrocarburi alchilici, e **alogenuri arilici** (**Ar—X**), nei quali l'alogeno è legato all'anello benzenico.
- Sono insolubili in acqua ma solubili in sostanze apolari, pertanto sono ampiamente impiegati come solventi per materiali organici.
- Sono chiamati **clorofluorocarburi** (**CFC**) gli alogenuri alchilici con fluoro e cloro. Sono gas inerti usati come propellenti nelle bombolette spray.

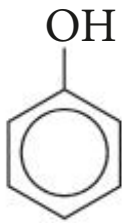
I gruppi funzionali

Il gruppo ossidrile (—OH)

- I composti organici che possiedono un gruppo ossidrile —OH legato a una catena alifatica sono gli **alcoli**; il suffisso caratteristico nella denominazione degli alcoli è *-olo*.
- Tra gli alcoli è noto il metanolo, con formula CH_3—OH



- Si chiamano invece **fenoli** i composti in cui l'ossidrile è legato a un anello benzenico.
- Il gruppo —OH è idrofilo, perciò può formare legami a idrogeno con le molecole d'acqua; la catena alifatica, invece, è idrofoba.



I gruppi funzionali

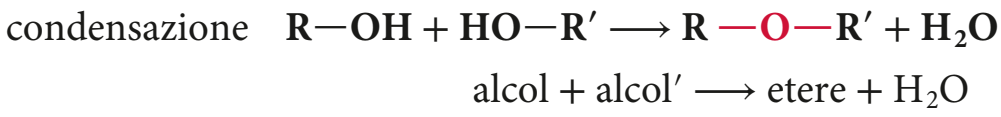
La solubilità di un alcol in acqua dipende dal numero di gruppi ossidrile presenti e dalla lunghezza della catena idrocarburica:

- le molecole che possiedono più gruppi —OH sono più solubili di quelle che ne hanno solo uno;
- gli alcoli a catena più lunga sono meno solubili in acqua degli alcoli a catena corta.

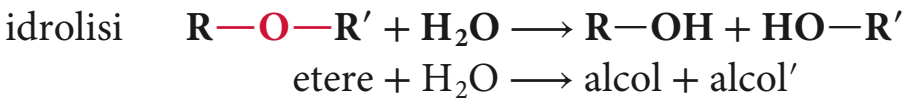
I gruppi funzionali

L'ossigeno etereo o ponte ossigeno (—O—)

- I composti che possiedono un atomo di ossigeno legato a due catene idrocarburiche, —O—, sono gli **eteri**.
- Gli eteri sono **idrofobi** e molto **volatili**.
- L'atomo di ossigeno viene chiamato **etereo**, o «**ponte ossigeno**».
- Un etere si può formare quando due alcoli reagiscono fra loro con una reazione di **condensazione**:



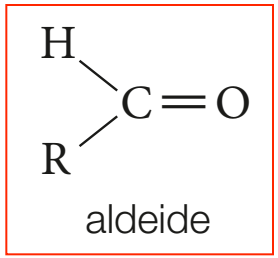
- La reazione inversa alla condensazione, in generale, si chiama **idrolisi**:

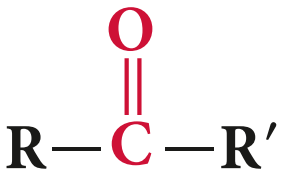


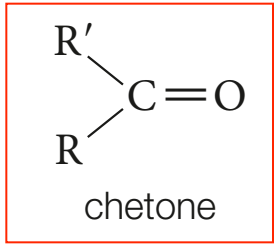
I gruppi funzionali

Il gruppo carbonile >C=O

- Il gruppo carbonile, polare e solo moderatamente idrofilo, è caratteristico delle **aldeidi** e dei **chetoni**.
- Si trova all'inizio della catena carboniosa nelle aldeidi, mentre nei chetoni occupa una posizione intermedia.
- Le **aldeidi** hanno formula generale R—CH=O, pertanto il gruppo —CH=O può anche essere chiamato *gruppo aldeidico*.
- I **chetoni** hanno formula:





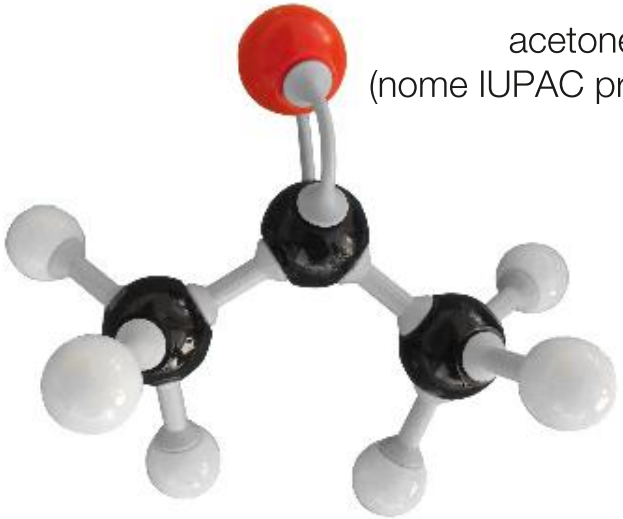


I gruppi funzionali

- Il nome IUPAC per le aldeidi ha il suffisso in ***-ale*** dopo la radice indicante il numero di atomi di carbonio della catena.
- Per i chetoni, invece, il suffisso è ***-one***.

Facciamo l'esempio della formaldeide e dell'acetone.

formaldeide
(nome IUPAC metanale)

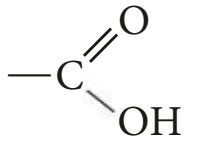


acetone
(nome IUPAC propanone)

$H_2C{=}O$

$CH_3{—}CO{—}CH_3$

I gruppi funzionali



gruppo carbossile

Il gruppo carbossile (—COOH)

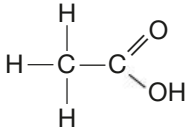
- Il gruppo carbossile (o carbossilico), —COOH, molto idrofilo e reattivo, caratterizza gli **acidi carbossilici**.
- L'atomo di carbonio nel gruppo carbossile è legato a due atomi di ossigeno con i quali stabilisce, rispettivamente, un doppio legame —C=O, come nel gruppo carbonile, e un legame —C—OH, come negli alcoli.
- Il nome di questa classe di composti evidenzia la **natura acida del gruppo carbossile**, che può liberare uno ione H^+ in un processo acido-base:

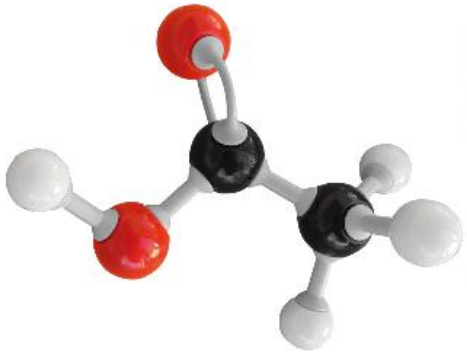
$$RCOOH + H_2O \longrightarrow RCOO^- + H_3O^+$$

I gruppi funzionali

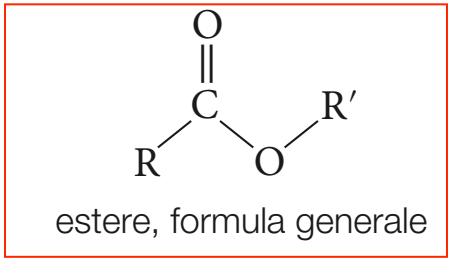
- Il gruppo carbossilico può formare legami a idrogeno con altre molecole dello stesso acido e con le molecole d'acqua. Per questo, a parità di peso molecolare, gli acidi carbossilici sono i **composti meno volatili**, con i punti di fusione ed ebollizione generalmente più elevati.
- La **denominazione** inizia con *acido*, prosegue con il *nome della catena carboniosa* e termina in *-oico*.
- Facciamo l'esempio dell'acido acetico (nome IUPAC acido etanoico). Si forma naturalmente dall'etanolo per fermentazione a opera di batteri del genere *Acetobacter*. Dà il sapore pungente all'aceto.

$CH_3—COOH$





I gruppi funzionali



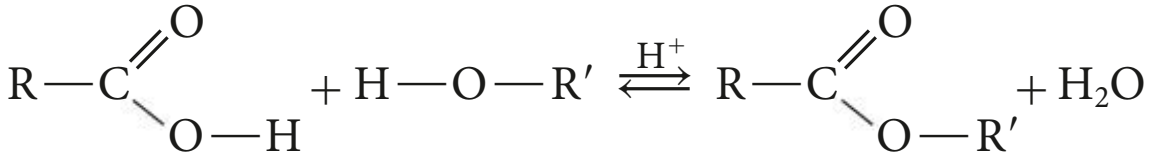
estere, formula generale

Il gruppo estereo (—COO—)

- Il gruppo estereo è il gruppo caratteristico degli esteri.
- Sono composti con formula generale **R—CO—O—R′** in cui un gruppo estereo è legato «a ponte» fra due catene idrocarburiche (R e R′).
- Gli esteri si formano in una reazione di **esterificazione** (condensazione) fra un acido carbossilico e un alcol:

$$\mathbf{R{-}CO{-}OH + HO{-}R' \overset{H^+}{\rightleftharpoons} R{-}CO{-}O{-}R' + H_2O}$$

$$\text{acido carbossilico} + \text{alcol} \overset{H^+}{\rightleftharpoons} \text{estere} + H_2O$$

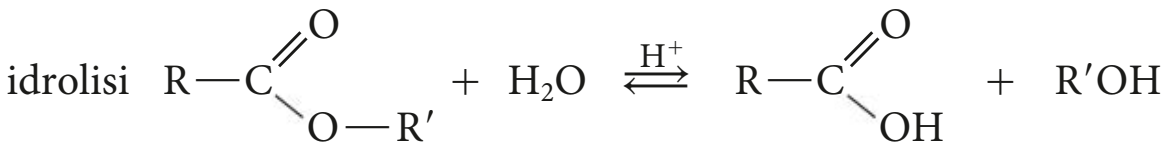
esterificazione 

I gruppi funzionali

- La reazione inversa è l'**idrolisi**, con la quale l'estere si scinde formando l'acido carbossilico:

$$\mathbf{R{-}CO{-}O{-}R' + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} R{-}CO{-}OH + HO{-}R'}$$

$$\text{estere} + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} \text{acido carbossilico} + \text{alcol}$$



- I **grassi** sono esteri che derivano dalla condensazione fra il glicerolo e tre acidi grassi.
- Nei sistemi biologici si incontrano numerosi esteri: gli e**steri della frutta** (che ne determinano il profumo), le **cere**, i **gliceridi**.

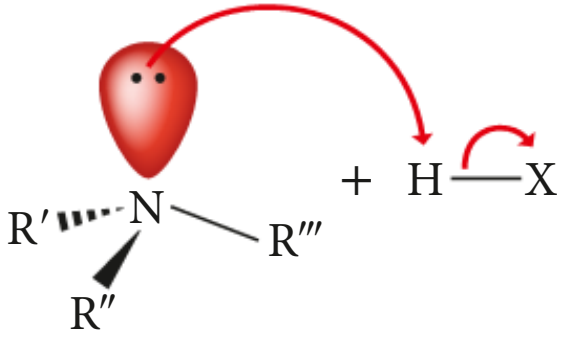
I gruppi funzionali

Il gruppo amminico —NH_2, >NH o >N—

- Il gruppo amminico è caratteristico delle ammine e contiene un atomo di azoto, N, legato ad atomi di carbonio e/o atomi di idrogeno.
- Ha comportamento **basico** perciò le ammine reagiscono con gli acidi formando sali solubili in cui lo ione positivo è un alchilammonio, derivante dalla protonazione dell'ammina.

$$RNH_2 + HCl \longrightarrow RNH_3^+ + Cl^-$$

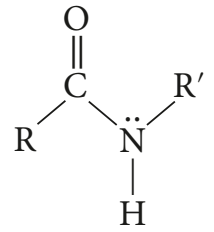
- La basicità delle ammine è dovuta al doppietto elettronico non condiviso sull'atomo di azoto, che è capace di «catturare» un protone.



I gruppi funzionali

Il gruppo ammidico (—CO—NH—)

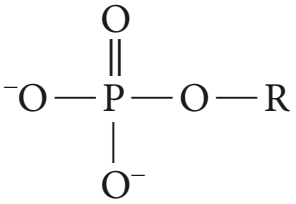
Dalla reazione di condensazione fra un acido carbossilico (R—COOH) e un'ammina primaria (R′—NH_2) si ottiene un'ammide con il caratteristico gruppo ammidico, —CO—NH—, che fa da ponte fra due catene idrocarburiche R e R′.



gruppo ammidico

Il gruppo fosfato —O—PO_3^{2-}

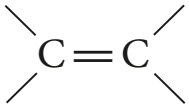
- Comprende un atomo di fosforo (P) unito a 4 atomi di ossigeno.
- Le cariche negative sono dovute alla cessione di ioni H^+.
- Si tratta di un gruppo idrofilo.
- È presente in molte biomolecole, come i fosfolipidi che compongono le membrane cellulari, il DNA, l'RNA e le molecole di ATP.

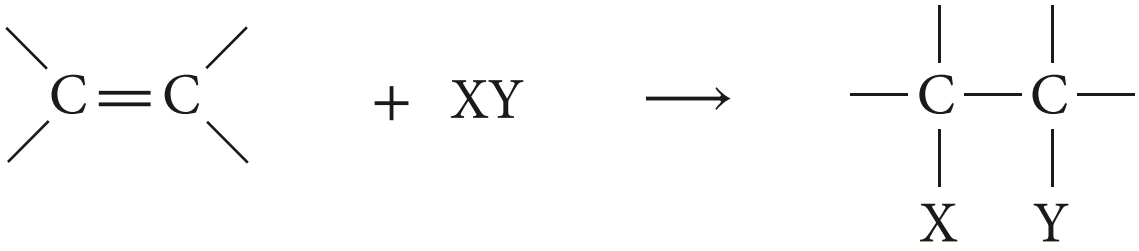


gruppo fosfato

Le reazioni dei composti organici

Addizione al legame >C=C<

Le molecole sono soggette a reazioni di addizione, in presenza di legami π 



Una molecola XY provoca la scissione del legame π, che porta alla formazione di nuovi legami C—X e C—Y. Il reagente XY, che attacca la molecola organica attratto dalla nube elettronica del legame π, viene definito reagente elettrofilo.

Le reazioni dei composti organici

Esempi di reazioni di addizione elettrofila al legame π sono l'idrogenazione e l'idratazione.

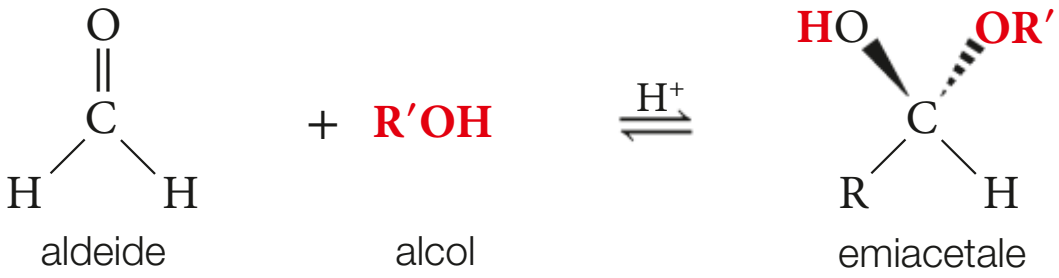
Idrogenazione. Avviene in presenza di opportuni catalizzatori metallici: un alchene reagisce con idrogeno elementare, H_2 formando l'alcano corrispondente.

Idratazione. Una molecola di acqua si addiziona a un alchene. La reazione viene utilizzata per la produzione industriale di etanolo, CH_3CH_2OH.

Le reazioni dei composti organici

Addizione al legame $\rangle C{=}O$

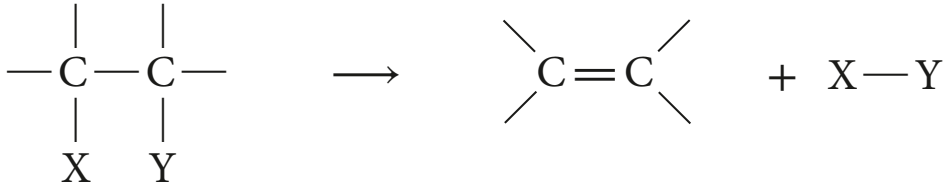
Sono soggetti a reazioni di addizione anche i composti che presentano il gruppo carbonile $\rangle C{=}O$
Si tratta delle aldeidi e dei chetoni.
Un'aldeide (o un chetone) reagisce con un alcol con il seguente meccanismo: l'ossigeno dell'alcol si lega al carbonio carbonilico, che presenta una parziale carica positiva. Si ottiene così una molecola detta **emiacetale**.



Le reazioni dei composti organici

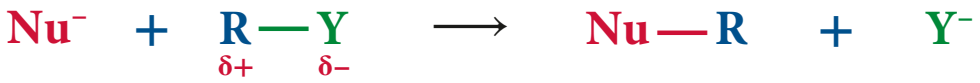
Eliminazione

In una molecola satura si scindono due legami σ per formare un legame π, con eliminazione di una piccola molecola quasi sempre inorganica.



Sostituzione

Le sostituzioni sono reazioni nelle quali si scinde un legame σ e se ne forma uno nuovo con un altro atomo o gruppo atomico.
La molecola che produce l'attacco può essere elettrofila o nucleofila.

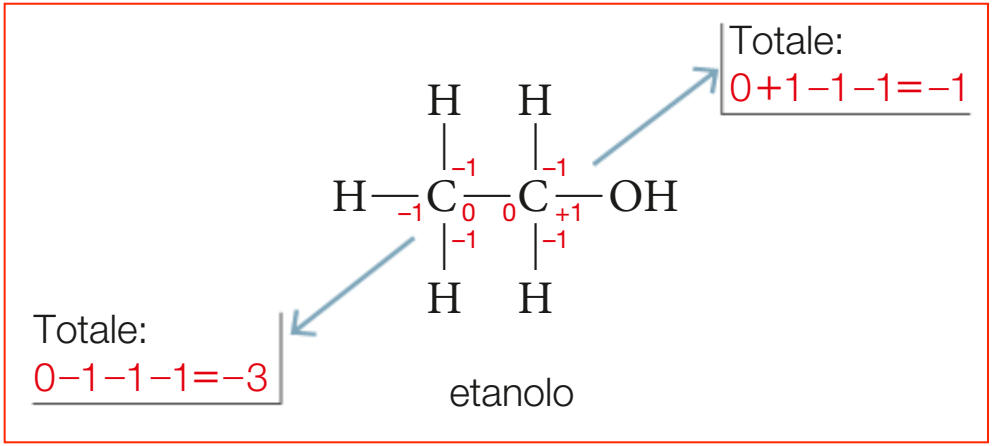


Le reazioni dei composti organici

Ossidoriduzioni (o reazioni redox)

Le ossidazioni e le riduzioni si verificano quando il numero di ossidazione di un atomo di carbonio aumenta o diminuisce algebricamente. Il n.o. del carbonio assume valori compresi fra +4 e −4 e, in una stessa molecola, può avere anche valori diversi. Per attribuirlo correttamente a ogni atomo di una molecola occorre tener presente la formula di struttura e le seguenti regole:

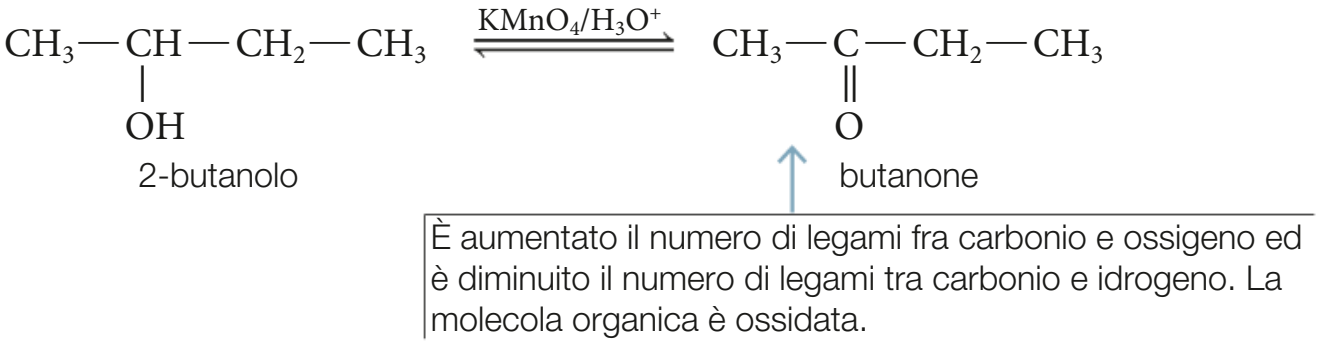
- in ogni legame C—C il n.o. del carbonio è zero;
- in ogni legame C—H il carbonio ha n.o. −1;
- in ogni legame con altri non metalli (O, N, S, alogeni) il carbonio ha n.o + 1.



Le reazioni dei composti organici

Per riconoscere a colpo d'occhio l'ossidazione o la riduzione di una molecola organica, si può seguire questa **indicazione intuitiva**:

- la molecola organica **si ossida** se nel prodotto di reazione è aumentato il numero totale di legami fra carbonio e ossigeno, se invece è diminuito è avvenuta una riduzione;
- la molecola organica **si riduce** se nel prodotto di reazione è aumentato il numero totale di legami fra carbonio e idrogeno e viceversa.

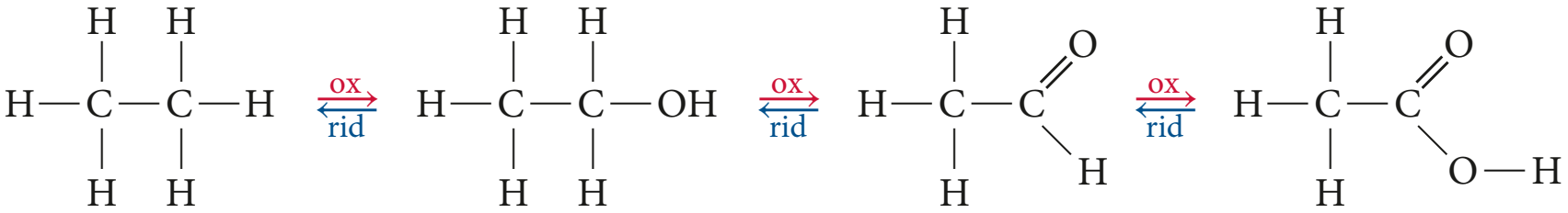


Le reazioni dei composti organici

Le reazioni di ossidoriduzione organiche hanno un ruolo centrale in biologia perché costituiscono il filo conduttore dell'intero metabolismo del glucosio.
Ricordiamo la seguente sequenza di ossidazioni e di riduzioni nelle quali con ox si intende un reagente ossidante e con rid un riducente:

idrocarburo $\xrightarrow{ox}$ **alcol (primario)** $\xrightarrow{ox}$ **aldeide** $\xrightarrow{ox}$ **acido carbossilico**

acido carbossilico $\xrightarrow{rid}$ **aldeide** $\xrightarrow{rid}$ **alcol (primario)** $\xrightarrow{rid}$ **idrocarburo**



Le reazioni dei composti organici

Reazioni acido-base

Le molecole organiche non hanno tendenza a reagire mediante reazioni acido-base, a meno che non possiedano specifici gruppi funzionali con spiccato carattere acido o basico, tra cui il carbossile, —COOH (con carattere acido) e il gruppo amminico, —NH_2 (con carattere basico).

Reazioni radicaliche

Sono le reazioni tipiche degli alcani (alogenazione); inoltre vengono impiegate nella produzione di polimeri.
Provocano la scissione di un legame covalente con la produzione di due radicali che possiedono entrambi un elettrone spaiato. I radicali sono molto reattivi perché tendono a riappaiare i propri elettroni.

I polimeri

I **polimeri** sono sostanze naturali o sintetiche formate da un insieme di macromolecole, simili tra loro ma non necessariamente tutte identiche.

Ogni **macromolecola** è formata dalla ripetizione di piccole unità strutturali legate fra loro con legami generalmente covalenti.

I **monomeri** sono le sostanze da cui si ottengono i polimeri.

Le *materie plastiche*, le *gomme*, le *resine*, le fibre naturali e quelle sintetiche sono costituite da polimeri.

Vi sono polimeri importantissimi fra le molecole biologiche, come i *polisaccaridi*, le *proteine*, il *DNA* e l'*RNA*.