

ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto della chimica

ZANICHELLI

Capitolo 19

Elementi di chimica organica

ZANICHELLI

Sommario

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

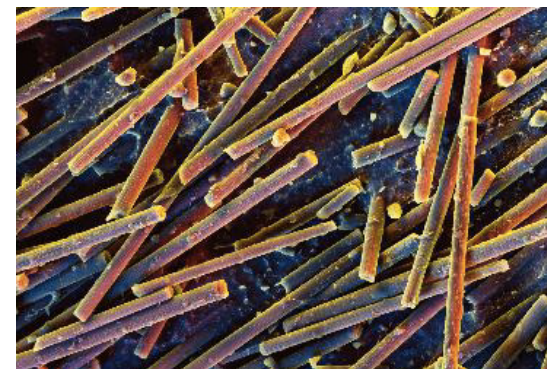
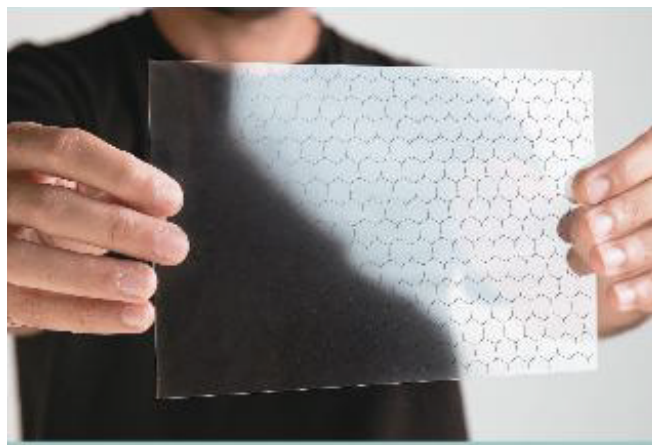
GRUPPI	1																6										18																																																	
PERIODI	1																13										14										15										16										17										18									
1	1 H idrogeno 1,008 2,20																																																																											
2	3 Li litio 6,941 0,98		4 Be berillio 9,012 1,57																		5 B boro 10,81 2,04		6 C carbonio 12,01 2,55		7 N azoto 14,01 3,04		8 O ossigeno 16,00 3,44		9 F fluoro 18,00 3,98		10 Ne neon 20,18 --																																													
3	11 Na sodio 22,99 0,93		12 Mg magnesio 24,31 1,31																		13 Al alluminio 26,98 1,61		14 Si silicio 28,09 1,90		15 P fosforo 30,97 2,19		16 S zolfo 32,07 2,58		17 Cl cloro 35,45 3,16		18 Ar argon 39,95 --																																													
4	19 K potassio 39,10 0,82		20 Ca calcio 40,08 1,00		21 Sc scandio 44,96 1,36		22 Ti titanio 47,87 1,54		23 V vanadio 50,94 1,63		24 Cr cromo 52,00 1,66		25 Mn manganese 54,94 1,55		26 Fe ferro 55,85 1,83		27 Co cobalto 58,93 1,88		28 Ni nichel 58,69 1,91		29 Cu rame 63,55 1,90		30 Zn zinc 65,37 1,65		31 Ga gallio 69,72 1,81		32 Ge germanio 72,64 2,01		33 As arsenico 74,92 2,18		34 Se selenio 78,96 2,55		35 Br bromo 79,91 2,96		36 Kr cripton 83,80 3,00																																									
5	37 Rb rubidio 85,47 0,82		38 Sr stronzio 87,62 0,95		39 Y ittrio 88,91 1,22		40 Zr zirconio 91,22 1,33		41 Nb niobio 92,91 1,60		42 Mo molibdeno 95,94 2,16		43 Tc tecnecio [88,91] 1,90		44 Ru rutenio 101,1 2,20		45 Rh rodio 102,9 2,28		46 Pd palladio 106,4 2,20		47 Ag argento 107,9 1,93		48 Cd cadmio 112,4 1,69		49 In indio 114,8 1,78		50 Sn stagno 118,7 1,96		51 Sb antimonio 121,8 2,05		52 Te tellurio 127,6 2,10		53 I iodio 126,9 2,66		54 Xe xenon 131,3 2,60																																									
6	55 Cs cesio 132,9 0,79		56 Ba bario 137,3 0,89		57 - 71		72 Hf afnio 178,5 1,30		73 Ta tantalio 180,9 1,50		74 W tungsteno 183,8 2,36		75 Re renio 186,2 1,90		76 Os osmio 190,2 2,20		77 Ir iridio 192,2 2,20		78 Pt platino 195,1 2,28		79 Au oro 197,0 2,54		80 Hg mercurio 200,6 1,90		81 Tl talio 204,4 2,04		82 Pb piombo 207,2 2,02		83 Bi bismuto 208,0 2,02		84 Po polonio [209] 2,00		85 At astato [210] 2,20		86 Rn radon [222] --																																									
7	87 Fr francio [223] 0,70		88 Ra radio [226] 0,90		89 - 103		104 Rf rutherfordio [261] --		105 Db dubnio [262] --		106 Sg seaborgio [266] --		107 Bh bohrio [264] --		108 Hs hassio [265] --		109 Mt meitnerio [268] --		110 Ds darmstadtio [271] --		111 Rg roentgenio [272] --		112 Cn copernicio [285] --		113 Nh nihonio [284] --		114 Fl flerovio [289] --		115 Mc moscovio [288] --		116 Lv livermorio [293] --		117 Ts tennessinio [294] --		118 Og oganesnio [294] --																																									
																57 La lantano 138,9 1,10		58 Ce cerio 140,1 1,12		59 Pr praseodimio 140,9 1,13		60 Nd neodimio 144,2 1,14		61 Pm promezio [145] --		62 Sm samario 150,4 1,17		63 Eu europio 152,0 --		64 Gd gadolinio 157,3 1,20		65 Tb terbio 158,9 1,20		66 Dy disprosio 162,5 1,22		67 Ho olmio 164,9 1,23		68 Er erbio 167,3 1,24		69 Tm tulio 168,9 1,25		70 Yb itterbio 173,0 1,10		71 Lu lutezio 175,0 1,27																																
																89 Ac attinio [227] 1,10		90 Th torio 232,0 1,30		91 Pa protattinio 231,0 1,50		92 U uranio 238,0 1,38		93 Np nettunio [237] 1,36		94 Pu plutonio [244] 1,28		95 Am americio [243] 1,30		96 Cm curio [247] 1,30		97 Bk berkelio [247] 1,30		98 Cf californio [251] 1,30		99 Es einsteinio [252] 1,30		100 Fm fermio [257] 1,30		101 Md mendelevio [258] 1,30		102 No nobelio [259] 1,30		103 Lr laurencio [262] 1,30																																

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**.



L'ibridazione del carbonio

- La nube elettronica di un atomo legato ad altri atomi è diversa da quella di un atomo singolo. Quando il carbonio si lega ad altri atomi, gli orbitali di legame sono diversi da quelli s ed p dal quale si originano.
- Questo si spiega con la **teoria dell'ibridazione**, secondo la quale gli elettroni delle molecole con legami covalenti possono trovarsi in orbitali atomici ibridi anziché orbitali atomici puri.
- Un **orbitale ibrido** è il risultato della combinazione di due o più orbitali atomici di uno stesso atomo.

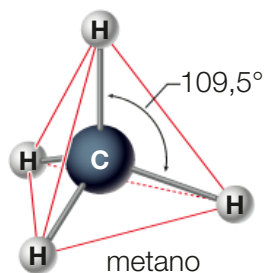
Le caratteristiche delle molecole organiche

- 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.

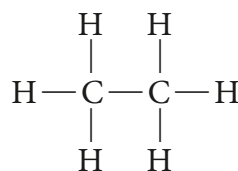
Le caratteristiche delle molecole organiche

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

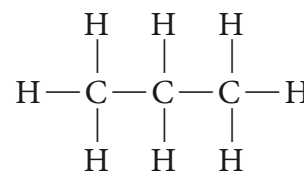
1. Se il carbonio è legato a quattro atomi (con legami tutti semplici di tipo σ), la geometria è **tetraedrica**. Gli angoli di legame sono di $109,5^\circ$ e l'ibridazione del carbonio è sp^3 .



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 **$109,5^\circ$** .



etano

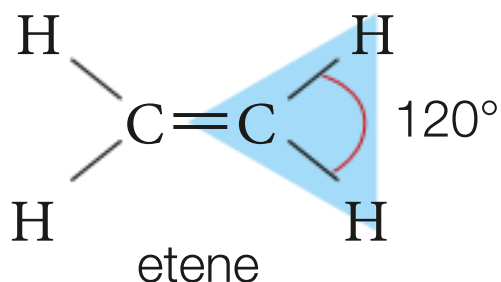


propano

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 **$109,5^\circ$** .

Le caratteristiche delle molecole organiche

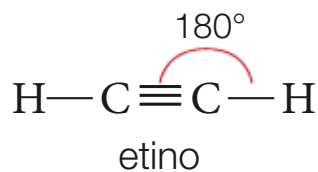
2. Se il carbonio è legato a tre atomi (due legami semplici e uno doppio, quindi tre legami σ e un legame π), la geometria è **trigonale planare**. Gli angoli di legame sono di 120° e l'ibridazione del carbonio è sp^2 .



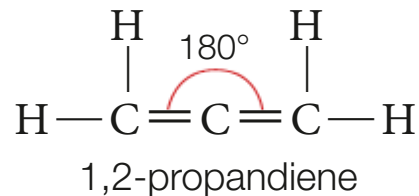
Per ogni atomo di carbonio vi sono un legame doppio e due semplici, ovvero quattro legami (tre σ e uno π). Gli atomi legati sono ai vertici di un **triangolo equilatero**, con angoli di legame di **120°** .

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 .



Un legame triplo e due semplici per un totale di quattro legami: la molecola è **lineare** e gli angoli di legame sono di **180°** .

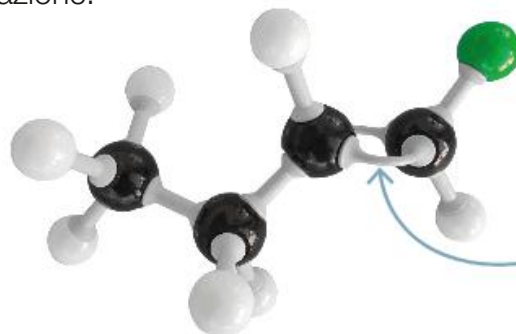


Due legami doppi per un totale di quattro legami: la molecola attorno all'atomo di carbonio centrale è **lineare** e gli angoli di legame sono di **180°** .

Le caratteristiche delle molecole organiche



La rotazione intorno al legame semplice C—C avviene continuamente a causa dell'agitazione termica. La nube elettronica del legame sigma rimane integra anche se si verifica la rotazione.

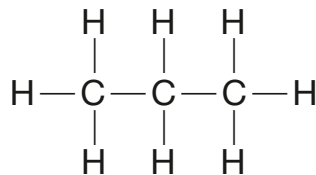


La rotazione intorno al legame doppio C=C non avviene a meno che non si scinda il legame π .

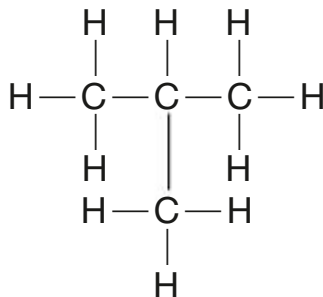
Nelle molecole allo stato liquido e aeriforme, i gruppi di atomi possono **ruotare** completamente o parzialmente.

Le caratteristiche delle molecole organiche

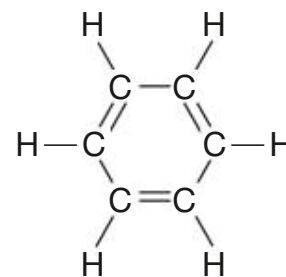
- Se i legami nella catena di carbonio sono tutti semplici il composto si dice **saturo**; se, invece, sono presenti uno o più legami doppi o tripli il composto organico è **insaturo**.
- Le **catene** di atomi di carbonio possono essere di varie lunghezze, **lineari**, **ramificate** o **chiuse ad anello**.



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, —NH₂), 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

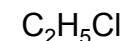
3. Il **prefisso** rende conto di eventuali *ramificazioni*. Esprime la denominazione del gruppo atomico legato alla catena, preceduta dalla posizione numerica dell'atomo di carbonio a cui è connesso.

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-

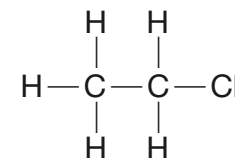
Le formule in chimica organica

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

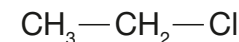
La **formula grezza** (o formula bruta) esprime le varietà e il numero degli atomi di ogni molecola.



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

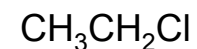


La **formula razionale** è una formula di struttura semplificata in cui sono esplicitati soltanto i legami carbonio-carbonio e gli eventuali legami fra il carbonio e altri atomi, mentre il numero di atomi di idrogeno legati a ciascun carbonio è indicato a pedice.

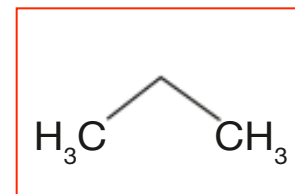


Le formule in chimica organica

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.



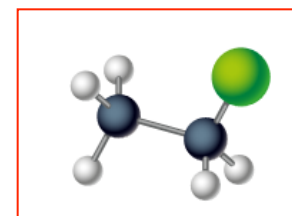
La **formula topologica** si esprime con una linea spezzata che rappresenta lo scheletro carbonioso, ossia i legami carbonio-carbonio della catena. Gli atomi di carbonio e idrogeno sono quasi del tutto assenti. Sono invece esplicitati gli atomi diversi eventualmente presenti nella molecola.



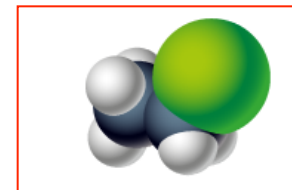
Le formule in chimica organica

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

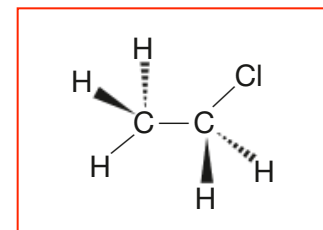
Nel modello **ball and stick** (ad aste e sfere) i legami sono rappresentati con aste e gli atomi con sfere.



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

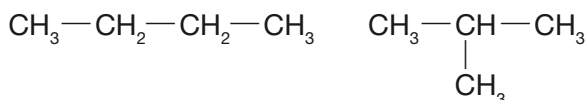
Isomeria:

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

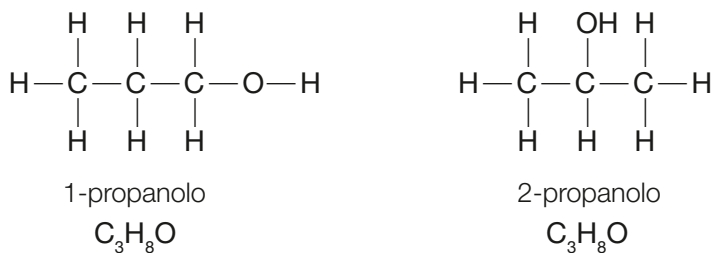
di struttura:

diversa concatenazione degli atomi.

di catena

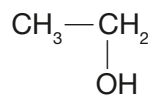


di posizione

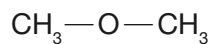


di gruppo funzionale

Etanolo



Etere dimetilico

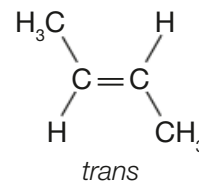
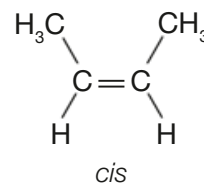


Stereoisomeria:

stessa concatenazione, ma diversa posizione degli atomi nello spazio.

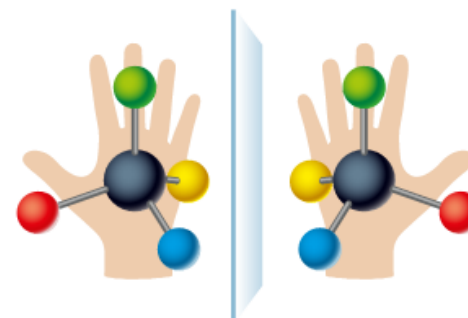
geometrica

cis-trans



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.

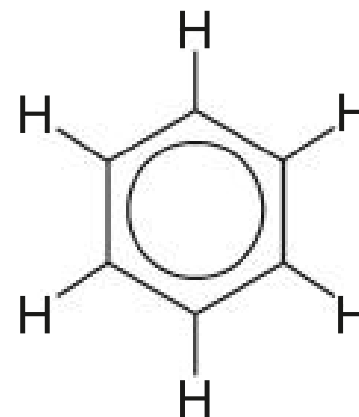
La formula generale è C_nH_{2n} .

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} .

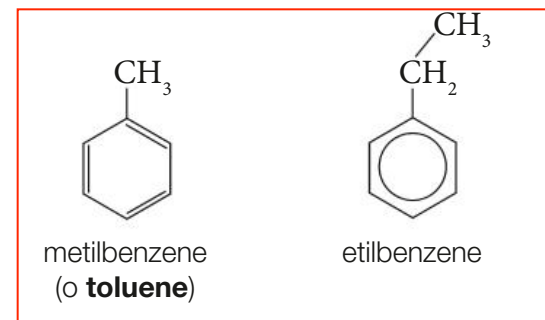
Areni, idrocarburi aromatici. Comprendono il benzene (C_6H_6), i suoi derivati e altri idrocarburi che presentano uno o più anelli aromatici.

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° .



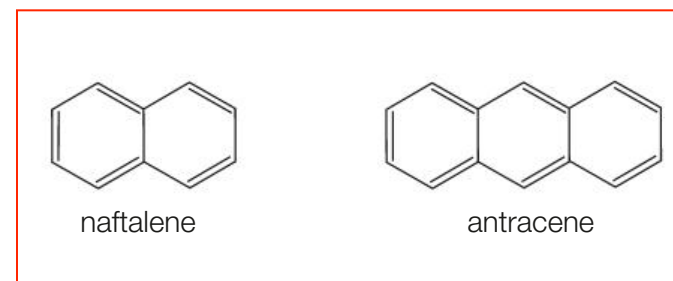
Gli idrocarburi

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



L'anello benzenico si può presentare anche come sostituente, in tal caso prende il nome di **fenile** ed è indicato con $\text{Ph}-$ 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.



I gruppi funzionali

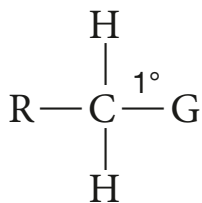
I composti organici, derivati dagli idrocarburi, oltre al carbonio e all'idrogeno presentano altri elementi. Tali atomi, o gruppi di atomi, legati allo scheletro carbonioso delle molecole organiche, conferiscono loro delle particolari caratteristiche tipiche di quel gruppo, pertanto sono detti **gruppi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

Gruppo funzionale	Composti	Esempi/componenti
Alogeno $-X$	Alogenoderivati	Cloroformio
Ossidrile $-OH$	Alcoli	Metanolo, etanolo, glicerolo
Ossigeno etero $-O-$	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

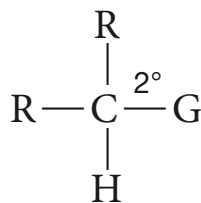
I gruppi funzionali

- 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 $\text{—R}'$, $\text{—R}''$ 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.

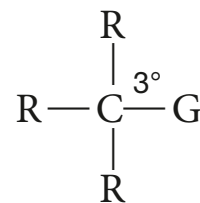
G = gruppo funzionale



carbonio primario



carbonio secondario



carbonio terziario

I gruppi funzionali

Alogenoderivati —Cl (F, Br, I).

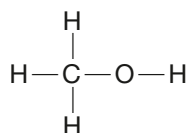
- Presentano molecole costituite da uno scheletro carbonioso unito a un alogeno: fluoro, cloro, bromo o iodio.
- Si distinguono **alogenuri alchilici** ($R-X$), derivati da idrocarburi alchilici, e **alogenuri arilici** ($Ar-X$), nei quali l'alogeno è legato all'anello benzenico.
- Sono insolubili in 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 $\text{CH}_3\text{—OH}$



- 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 ossidrilici 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.

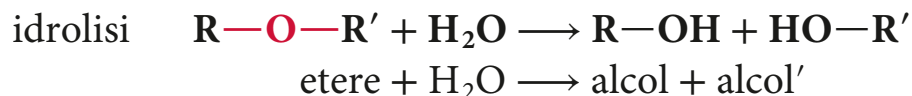
I gruppi funzionali

L'ossigeno eterico 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 **eterico**, o «**ponte ossigeno**».
- Un etere si può formare quando due alcoli reagiscono fra loro con una reazione di **condensazione**:



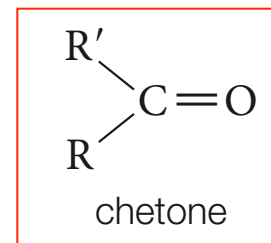
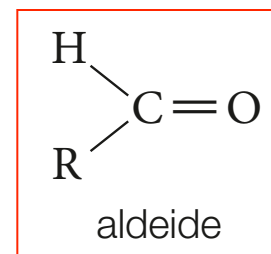
- La reazione inversa alla condensazione, in generale, si chiama **idrolisi**:



I gruppi funzionali

Il gruppo carbonile $>\text{C}=\text{O}$

- 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 $\text{R}-\text{CH}=\text{O}$, pertanto il gruppo $-\text{CH}=\text{O}$ può anche essere chiamato *gruppo aldeidico*.
- I **chetoni** hanno formula:



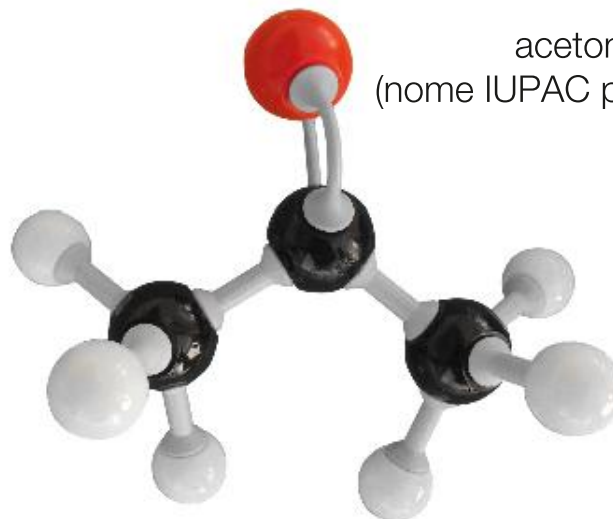
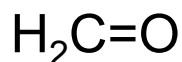
I gruppi funzionali

- 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.



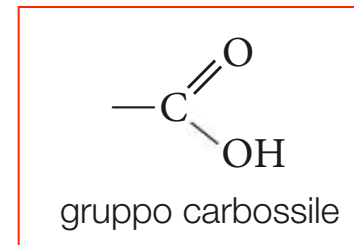
formaldeide
(nome IUPAC metanale)



acetone
(nome IUPAC propanone)

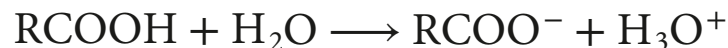


I gruppi funzionali



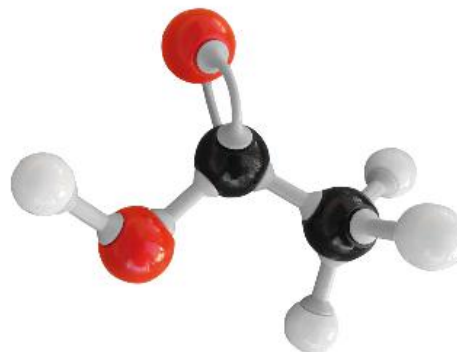
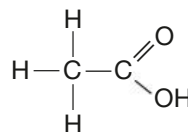
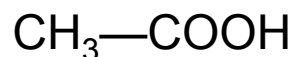
Il gruppo carbossile (—COOH)

- 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:

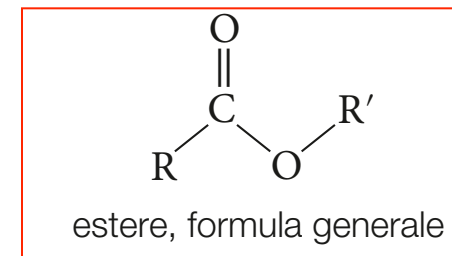


I gruppi funzionali

- 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.

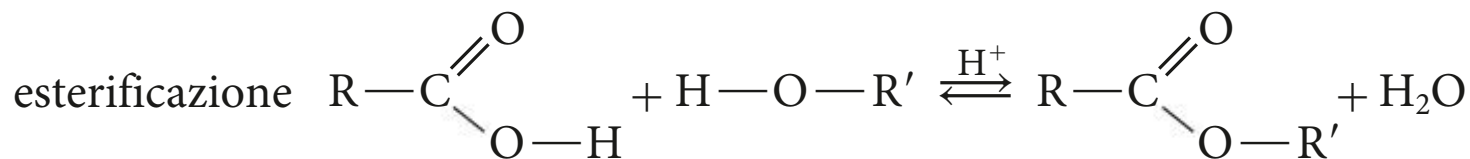
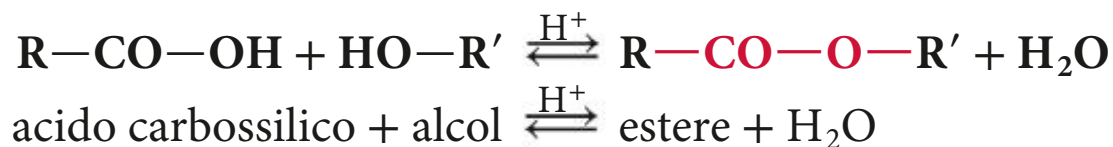


I gruppi funzionali



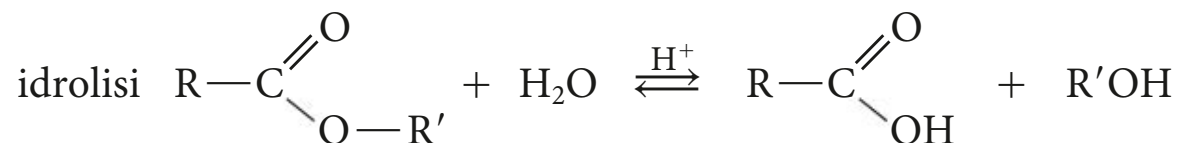
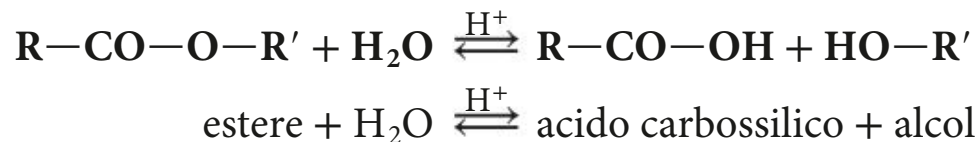
Il gruppo estereo (—COO—)

- 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:



I gruppi funzionali

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

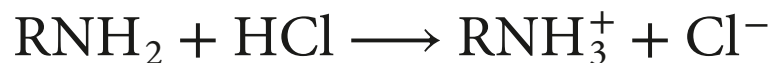


- I **grassi** sono esteri che derivano dalla condensazione fra il glicerolo e tre acidi grassi.
- Nei sistemi biologici si incontrano numerosi esteri: gli **esteri della frutta** (che ne determinano il profumo), le **cere**, i **gliceridi**.

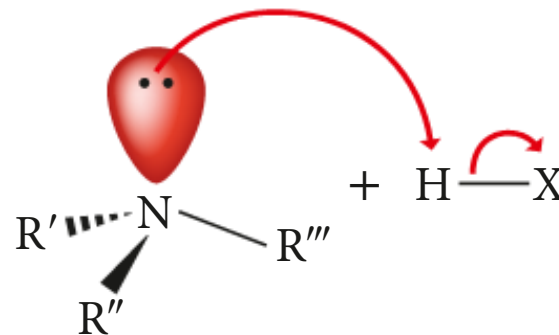
I gruppi funzionali

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.



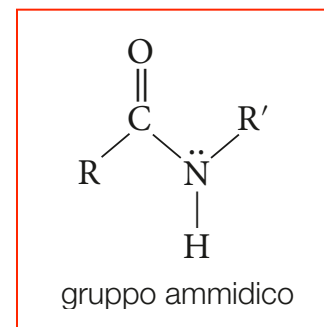
- La basicità delle ammine è dovuta al doppietto elettronico non condiviso sull'atomo di azoto, che è capace di «catturare» un protone.



I gruppi funzionali

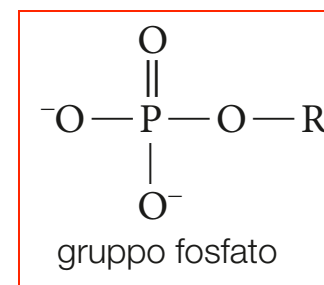
Il gruppo ammidico (—CO—NH—)

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



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.



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*.