

Chimica organica

capitolo

0



- 0.1** Generalità
- 0.2** Gli idrocarburi
- 0.3** I radicali idrocarburici
- 0.4** Nomenclatura IUPAC
- 0.5** I composti funzionali
- 0.6** I polimeri
- 0.7** Altri composti organici

0.1 Generalità

La chimica organica è quella branca della chimica che studia i composti del carbonio. Grazie alla sua configurazione elettronica ($1s^2, 2s^2, 2p^2$) e alla possibilità di formare orbitali ibridi (sp, sp^2, sp^3) a geometrie diverse, il carbonio può legarsi a diversi elementi, dando luogo a un altissimo numero (alcuni milioni) di composti.

Ciò avviene in particolare con idrogeno, ossigeno, zolfo, azoto e fosforo, e i composti che ne derivano sono molto più numerosi di tutti quelli dell'intera chimica inorganica.

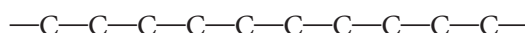
Una delle caratteristiche più importanti di questo tipo di composti consiste nel fatto che sono costituenti fondamentali degli esseri viventi ed è questa la ragione per cui si parla di chimica organica: gli alcoli, gli zuccheri, gli amminoacidi, le proteine, i grassi, sono tutti composti del carbonio, essenziali costituenti degli organismi animali e vegetali.

Il carbonio è *tetravalente*, il che significa che nel legarsi agli altri elementi mette a disposizione i quattro elettroni di valenza per formare quattro legami covalenti. Secondo l'ibridazione avremo:

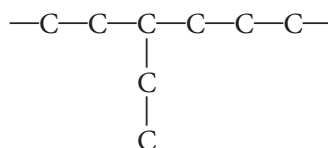


Se tali legami avvengono con altri atomi di carbonio, si ottengono catene più o meno lunghe di atomi, le quali possono essere:

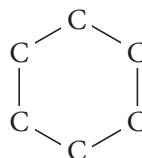
■ aperte e lineari:



■ aperte e ramificate:



■ chiuse a forma di anello:



Ne consegue che possono esistere diversi composti con la medesima formula bruta ma diversa formula di struttura: in questo caso, si parla di **isomeri**.

Lo studio dei composti a catena aperta viene denominato **chimica alifatica**; quello dei composti a catena chiusa si indica con il nome di **chimica organica ciclica**.

0.2 Gli idrocarburi

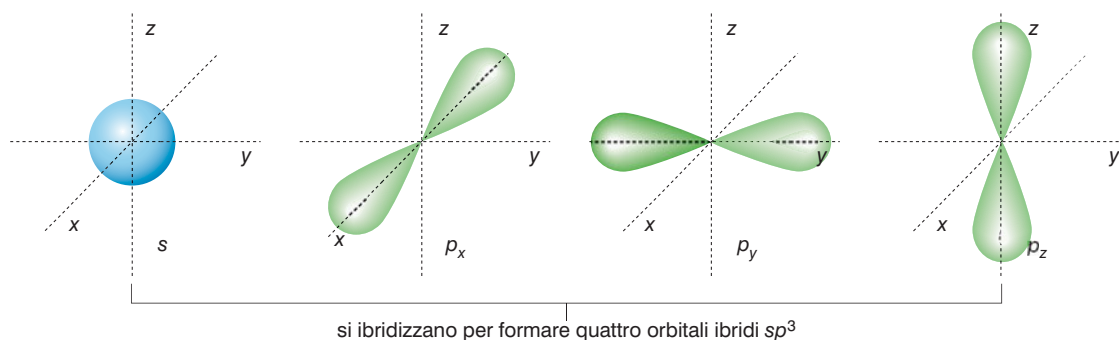
Gli idrocarburi sono la classe di composti derivanti da carbonio e idrogeno che è alla base di tutti gli altri composti della chimica organica. Molti di essi si trovano in natura in enormi quantità e in tutti gli stati di aggregazione della materia (solido, liquido e gassoso); sono i costituenti essenziali del petrolio e dei gas combustibili naturali e si distinguono in *alifatici* e *aromatici*.

Idrocarburi alifatici

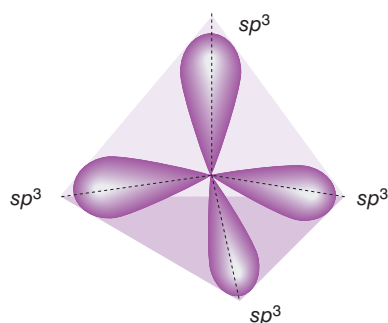
Gli idrocarburi alifatici si distinguono in *saturo* e *insaturo*. Vediamo nel dettaglio che cosa questo significa.

Idrocarburi saturi Gli idrocarburi saturi sono ibridizzati sp^3 per cui ogni carbonio forma quattro legami singoli (**figura 0.1**).

Sono anche detti *alcani* o *paraffine*, cioè poco affini, a causa della loro inerzia chimica.



◀ **Figura 0.1** La formazione degli orbitali ibridi sp^3 .



Dalla formula generale, C_nH_{2n+2} , risulta che negli idrocarburi saturi l'idrogeno è contenuto in numero doppio rispetto al carbonio aumentato di 2 (**figura 0.2**).

L'indice n assume valori da 1 a numeri molto grandi; gli idrocarburi che si ottengono per n piccolo sono gassosi, poi al crescere di n diventano liquidi e infine solidi.

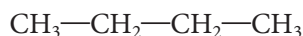
I primi quattro idrocarburi alifatici ($n = 1 - 4$) hanno i seguenti nomi:

- metano, CH_4 ;
- etano, C_2H_6 ;
- propano, C_3H_8 ;
- butano, C_4H_{10} .

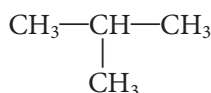
Gli altri derivano il proprio nome dal numero di atomi di carbonio, indicato dal prefisso di origine greca. Per esempio, il *pentano* contiene 5 atomi di carbonio (C_5H_{12}) come segnala il prefisso *penta-* che in greco significa appunto *cinque*.

Dal butano in poi, la forma della catena può essere sia lineare sia ramificata. Il butano, per esempio, può essere:

- normal butano:

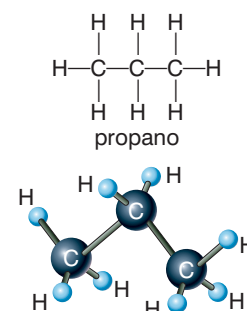


- isobutano:



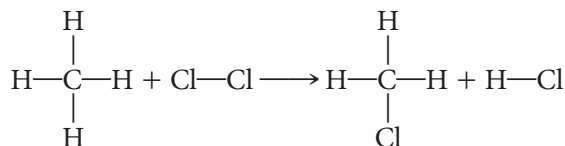
Si tratta di due isomeri di posizione, cioè due idrocarburi con la stessa formula bruta ma con una struttura che differisce per la posizione di un gruppo CH_3 nella catena.

Dal punto di vista chimico, come abbiamo accennato, questi idrocarburi sono poco reattivi (paraffine): infatti, reagiscono abbastanza facilmente solo con gli alogeni o con l'ossigeno.



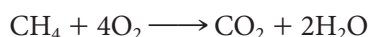
▲ **Figura 0.2** Modello molecolare del propano.

- Nel caso degli alogeni, danno reazioni di sostituzione del tipo:



dando luogo a importanti derivati alogenati degli idrocarburi, tra i quali il più noto è il cloroformio, CHCl_3 .

- Nel caso dell'ossigeno, avviene una reazione di demolizione ossidativa, detta comunemente **combustione**, notoriamente sfruttata per riscaldamento e autotrazione:



In entrambi i casi, le reazioni avvengono solo grazie a un catalizzatore o a un iniziatore; nel primo caso può essere sufficiente la luce; nel caso della combustione è invece necessaria una scintilla, un arco elettrico o una fiamma.

Idrocarburi non saturi

Sono idrocarburi non saturi quelli nella cui catena è presente almeno un legame doppio o triplo. Si distinguono:

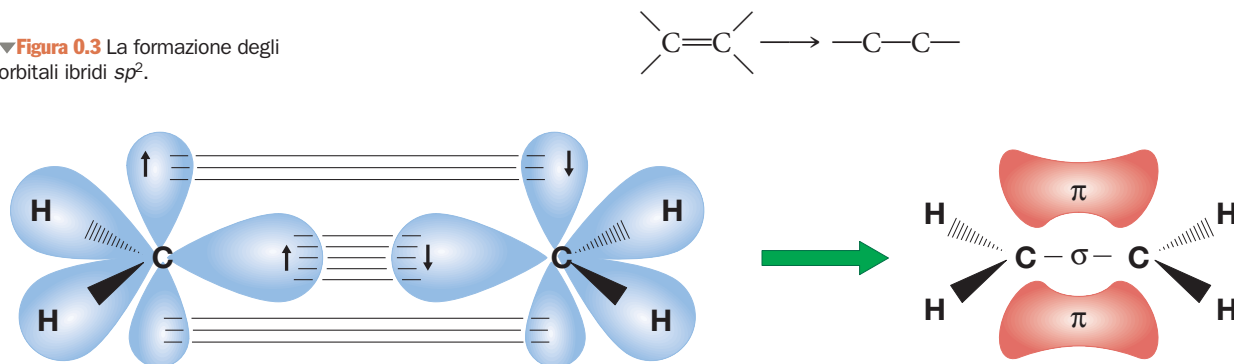
- gli **alcheni**, con ibridazione sp^2 e legami doppi tra gli atomi di carbonio;
- gli **alchini**, con ibridazione sp e legami tripli.

Alcheni Questi idrocarburi, anche detti *olefine*, hanno carattere non saturo, ovvero possono aggiungere facilmente altri atomi di idrogeno o di altri elementi a causa del doppio legame che hanno tra due atomi di carbonio. La loro formula generale è: C_nH_{2n} con n al minimo 2. Il termine fondamentale, il primo, è C_2H_4 detto **etilene** o **etene**, gassoso a temperatura ordinaria.

Come abbiamo accennato, gli alcheni sono caratterizzati dall'ibridazione sp^2 . La figura seguente illustra il meccanismo di ibridazione tipico di questi idrocarburi: si ha la formazione di 3 orbitali sp^2 ibridizzati a simmetria trigonale, che formeranno tre legami covalenti con 2 atomi di H e un altro atomo di C. L'elettrone $2p$ non ibridizzato formerà il doppio legame (figura 0.3).

A differenza degli alcani, questi idrocarburi sono abbastanza reattivi: il loro doppio legame tende ad aprirsi facilmente trasformandosi in un legame semplice e liberando due valenze, una per ogni atomo di carbonio, le quali possono servire ad aggiungere altri atomi o a legare l'idrocarburo con altri a esso adiacenti. In figura viene illustrata la rottura del doppio legame.

▼ **Figura 0.3** La formazione degli orbitali ibridi sp^2 .



La rottura del doppio legame può dare origine a due tipi di reazione:

1. reazione di *addizione*: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$
2. reazione di *polimerizzazione*: $n \text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

Nelle reazioni di addizione, sommando al doppio legame dell'olefina due atomi di idrogeno, si ottiene l'idrocarburo saturo corrispondente: nel nostro esempio, dall'etilene abbiamo ottenuto l'etano.

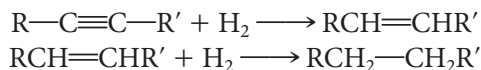
Nelle reazioni di *polimerizzazione*, viceversa, partendo da n molecole di etilene otteniamo un'unica molecola a catena lunghissima (**polimero**) formata dalle singole olefine tenute insieme dalle valenze liberate dalla rottura del doppio legame: nel nostro esempio, si è ottenuto il polietilene.

Alchini Hanno formula generale $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Il primo termine, e il più importante, è l'acetilene o etino, con formula C_2H_2 .

Come abbiamo accennato, questi idrocarburi sono caratterizzati dall'ibridazione sp . In questo caso si ha l'ibridazione di due orbitali sp a simmetria lineare che possono legare un atomo di idrogeno e un carbonio con legami covalenti. I due elettroni p legano i due carboni con due doppi legami (**figura 0.4**).

Gli alchini hanno un legame triplo tra due atomi di carbonio che li fa annoverare tra gli idrocarburi insaturi; infatti, come le olefine, anche questi idrocarburi danno reazioni di addizione, con demolizione del triplo legame. Possono trasformarsi in alcheni per somma di una molecola di idrogeno H_2 , o in alcani per somma di due molecole di idrogeno.

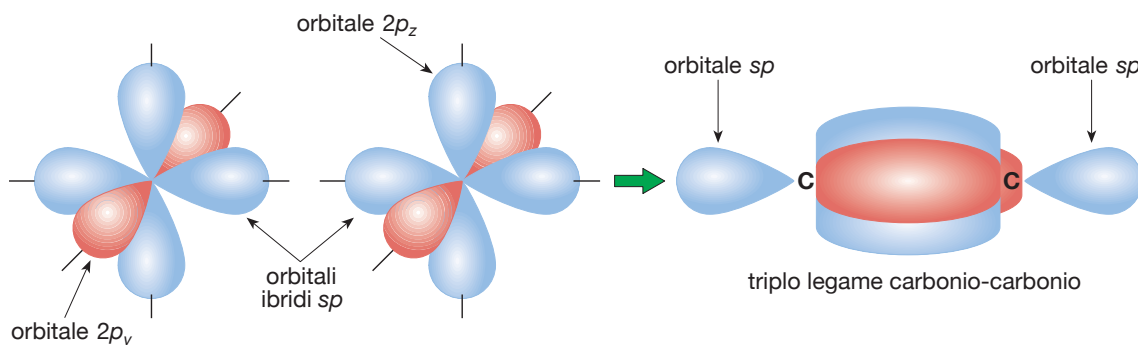
Uno schema generico di questa reazione è il seguente, dove R ed R' rappresentano catene generiche di C:



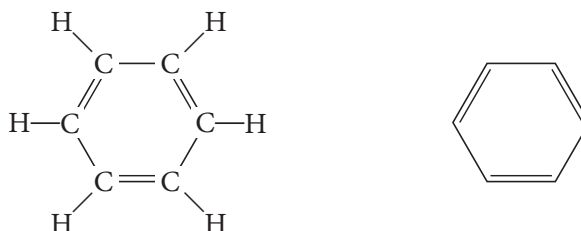
Idrocarburi aromatici Gli idrocarburi aromatici sono idrocarburi ciclici in cui gli atomi di carbonio sono legati secondo catene chiuse a formare anelli, in genere di 6 atomi. La formula generale è $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. Il più semplice di questa serie è il benzene, con formula C_6H_6 .

La struttura di questo idrocarburo è più complicata rispetto a quella degli idrocarburi alifatici: gli atomi di carbonio del benzene sono disposti ai vertici di un esagono regolare, mentre gli atomi di idrogeno sono legati in posizione esterna rispetto all'anello. I carboni hanno ibridazione sp^2 cosicché, almeno

▼ **Figura 0.4** La formazione degli orbitali ibridi sp .



formalmente, si presume l'esistenza di doppi legami, come nelle olefine. La struttura è la seguente:

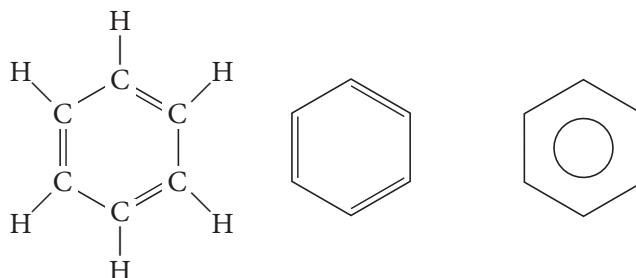


In realtà, i doppi legami non sono localizzati tra gli atomi di carbonio come in figura, ma gli elettroni dei doppi legami, liberi di muoversi tra tutti e sei gli atomi, sono delocalizzati su sei centri, formando una nuvola elettronica che avvolge la molecola e che contribuisce a stabilizzarla.

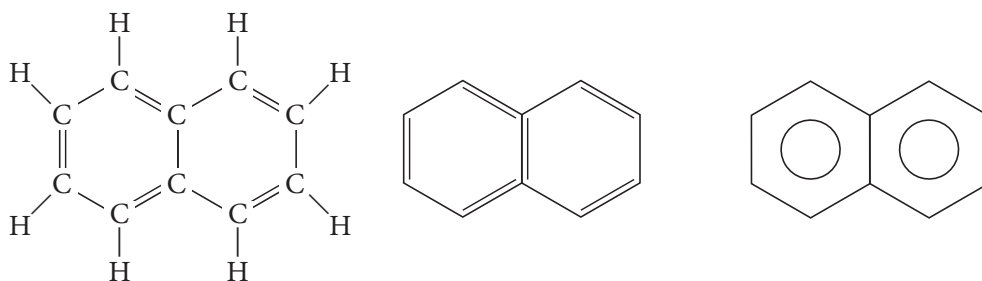
Perciò gli idrocarburi aromatici, pur avendo sulla carta dei doppi legami, non danno le reazioni di addizione caratteristiche dei doppi legami olefinici (figura 0.5 e 0.6). Possono dare invece reazioni di sostituzione a scapito degli idrogeni legati sull'anello, come per esempio nella figura 0.7.

Esistono anche idrocarburi aromatici con più anelli legati assieme (condensati, figura 0.8) e idrocarburi aromatici con atomi diversi dal carbonio, gli eterociclici (figura 0.9).

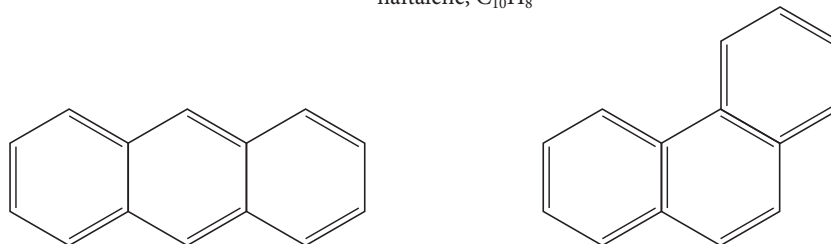
► **Figura 0.5** Alcuni composti aromatici ciclici.



benzene, C_6H_6



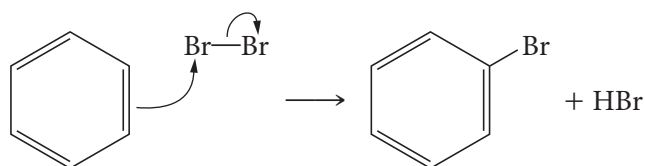
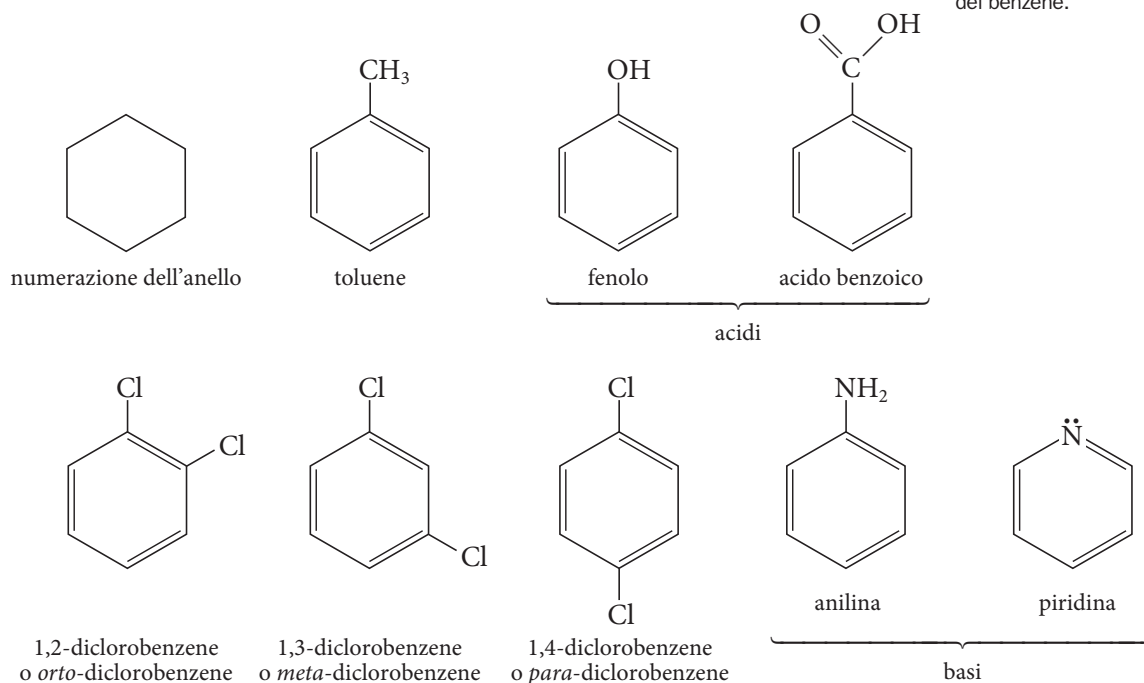
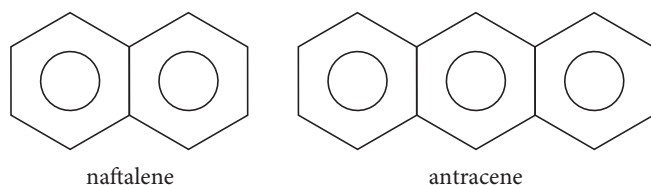
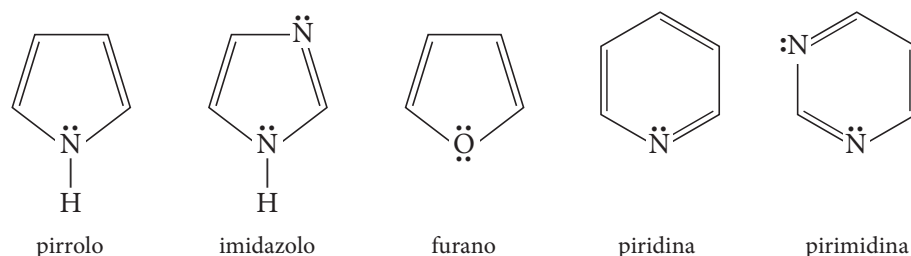
naftalene, $C_{10}H_8$



antracene, $C_{14}H_{10}$

fenantrene, $C_{14}H_{10}$

DERIVATI DEL BENZENE

◀ **Figura 0.6** Alcuni derivati del benzene.◀ **Figura 0.7** Reazioni di sostituzione nei composti aromatici.◀ **Figura 0.8** Alcuni esempi di anelli condensati.◀ **Figura 0.9** Anelli di idrocarburi aromatici eterociclici.

0.3 I radicali idrocarburi

Dalle quattro classi di idrocarburi esaminate derivano, almeno in teoria, tutti gli altri composti della chimica organica.

Questo è possibile grazie ai **radicali idrocarburi**: se a un idrocarburo, infatti, sottraiamo uno o più atomi di idrogeno, otteniamo un radicale che presenta un carbonio con una valenza libera, da saturare.

In realtà, questi composti non esistono liberi in natura oppure esistono per tempi infinitamente brevi; tuttavia, dal punto di vista teorico, sono molto utili per la comprensione della chimica organica.

Per quanto riguarda la nomenclatura, essi portano generalmente il nome dell'idrocarburo corrispondente, ma recano, al posto della desinenza *-ano* o *-ene*, la desinenza *-ile*. Per esempio:

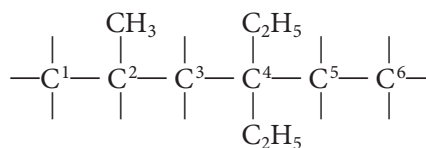
- al metano CH_4 corrisponde il radicale metile —CH_3 ;
- all'etano C_2H_6 corrisponde il radicale etile $\text{—C}_2\text{H}_5$;
- all'etilene C_2H_4 corrisponde il radicale vinile $\text{—C}_2\text{H}_3$;
- all'acetilene C_2H_2 corrisponde il radicale etinile $\text{—C}_2\text{H}$;
- al benzene C_6H_6 corrisponde il radicale benzile $\text{—C}_6\text{H}_5$.

Questi e tutti gli altri radicali che si possono ottenere dagli idrocarburi a maggior numero di atomi di carbonio sono detti *radicali idrocarburici*.

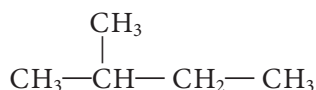
0.4 Nomenclatura IUPAC

I composti organici sono numerosissimi e per individuarli in maniera univoca la IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) ha stabilito delle regole che si possono riassumere in quattro punti:

1. per gli idrocarburi si individua la catena principale, cioè quella con il maggior numero di atomi di carbonio legati insieme;
2. si numerano gli atomi di C, partendo dal lato dove si incontra prima un sostituente;
3. si elencano i sostituenti con il nome del gruppo in ordine alfabetico, per esempio prima etile, poi metile ecc. con il numero corrispondente dell'atomo di C con il quale è legato;
4. se su un carbonio sono presenti due sostituenti uguali, si indicano con *di-*, se sono tre con *tr-* ecc.



4 dietil-2-metil esano



2-metil-butano o 2-isopentano

0.5 I composti funzionali

Se nei radicali, anziché l'idrogeno, sostituiamo un altro atomo o gruppo di atomi diversi, detti *funzioni*, otteniamo i derivati *funzionali*. Nella **tabella 0.1** le funzioni sono riportate a sinistra, mentre sulla destra troviamo i composti che si originano dall'unione delle funzioni con i radicali idrocarburici. Per comodità, questi ultimi vengono indicati:

- con —R, quelli derivati dagli idrocarburi alifatici come gli alcani, gli alcheni, gli alchini;
- con —Ar quelli derivati dagli idrocarburi aromatici come il benzene e omologhi.

Tabella 0.1 Principali composti organici		
Funzione	Classe	Composti
ALCOLICA: —OH	ALCOLI: R—OH FENOLI: Ar—OH	Alcol metilico CH ₃ OH Alcol etilico C ₂ H ₅ OH Fenolo C ₆ H ₅ OH
ETEREA: —O—	ETERI: R—O—R	Etere etilico (C ₂ O ₅) ₂ O
CARBONILICA: $\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \end{array}$	ALDEIDI: $\begin{array}{c} \text{H—C=O} \\ \\ \text{R} \end{array}$ CHETONI: $\begin{array}{c} \text{R—C=O} \\ \\ \text{R} \end{array}$	Aldeide formica HCHO Aldeide acetica CH ₃ CHO Acetone (CH ₃) ₂ CO
CARBOSSILICA: $\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	ACIDI CARBOSSILICI: $\begin{array}{c} \text{R—C=O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Acido formico HCOOH Acido acetico CH ₃ COOH Acido palmitico CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
ESTEREA: $\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \\ \text{OR} \end{array}$	ESTERI: $\begin{array}{c} \text{R—C=O} \\ \\ \text{OR} \end{array}$	Acetato di etile CH ₃ COOC ₂ H ₅
AMMINICA: —NH ₂	AMMINE: R—NH ₂ Ar—NH ₂	Metilammina CH ₃ NH ₂ Anilina C ₆ H ₅ NH ₂

Alcoli

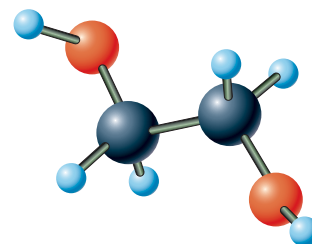
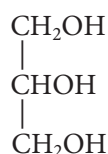
Gli alcoli (figura 0.10) sono composti con funzione caratteristica —OH. Si suddividono in primari, secondari e terziari a seconda che il gruppo —OH sia unito con un carbonio legato con due idrogeni, con uno o con nessuno.

I primi componenti, e i più importanti, sono:

- l'**alcol metilico**, CH₃OH, detto anche *metanolo*, secondo la IUPAC; viene solitamente considerato come primario; è tossico e viene impiegato soprattutto come solvente;
- l'**alcol etilico**, C₂H₅OH, detto anche *etanolo*, secondo la IUPAC; è quello contenuto nel vino e nei liquori, di cui determina il grado alcolico: per questo è chiamato anche *spirito di vino*.

Esistono anche alcoli con più funzioni alcoliche (—OH) legate su una stessa molecola: perciò gli atomi con una sola funzione vengono chiamati anche *monoli*, quelli con due *dioli*, con tre *trioli* e così via.

Un importante triolo è la glicerina che ha come formula:

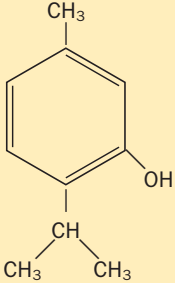
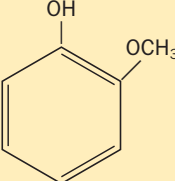
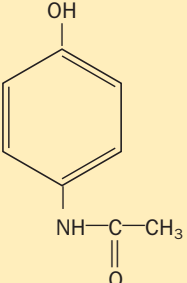
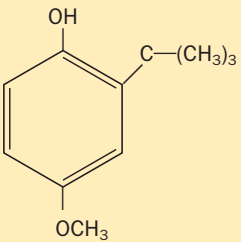
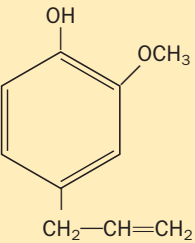


▲ **Figura 0.10** Modello molecolare di un alcol, il glicol etilico, molto impiegato nella produzione di resine e fibre sintetiche.

Fenoli

Anche i fenoli (tabella 0.2) sono caratterizzati dalla funzione —OH sostituita a un idrogeno di un anello aromatico. A differenza degli alcoli, che sono anfoteri (ovvero hanno proprietà sia acide sia basiche), i fenoli hanno proprietà acide. Il più importante, e anche il più semplice, è il **fenolo** o **acido fenico**: ha formula C_6H_5OH e viene impiegato per le sue proprietà disinfettanti e caustiche.

Tabella 0.2 Alcuni importanti fenoli.

Formula	Nome	Usi
	timolo	Disinfettante del cavo orale
	guaiacolo	Epettorante e componenti di alcuni sciroppi per la tosse
	paracetamolo	Antipiretico e analgesico, alternativo all'aspirina
	butilidrossianisolo (E 103)	Antiossidante per prodotti alimentari (farina, biscotti, cioccolato)
	eugenolo	Antibatterico usato dai dentisti; viene estratto dai chiodi di garofano

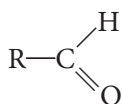
Eteri

Sono caratterizzati dalla funzione —O—, cioè dall'ossigeno legato con due atomi di carbonio. Il più importante è l'**etere etilico**, con formula $(C_2H_5)_2O$, o in formula più estesa: $C_2H_5-O-C_2H_5$. L'ossigeno fa da ponte tra i due radicali etile. Gli eteri si usano come anestetici e come solventi.

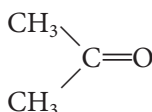
Aldeidi e chetoni

Sono entrambi caratterizzati dal gruppo carbonile $\begin{array}{l} \diagup \\ C=O \\ \diagdown \end{array}$, con due valenze da saturare sul carbonio. Nelle aldeidi queste due valenze sono saturate da un idrogeno e da un radicale; nei chetoni da due radicali, che possono essere diversi tra loro.

Le aldeidi più importanti sono: la **formica** (metanale secondo IUPAC), $HCHO$, e l'**acetica** (etanale secondo IUPAC), CH_3CHO . La struttura delle aldeidi è la seguente:

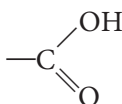


Il chetone più importante è l'**acetone**, usato soprattutto come solvente (**figura 0.11**); ha formula bruta $(CH_3)_2CO$ e formula di struttura:



Acidi carbossilici

Sono caratterizzati dalla funzione carbossilica —COOH con struttura:

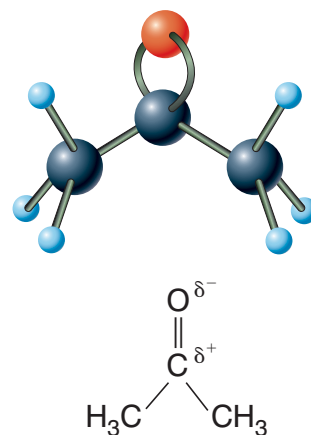
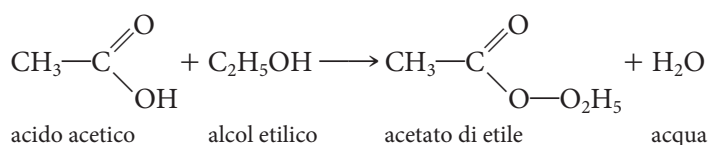


Sono i composti organici a maggior carattere acido, poiché in essi l'idrogeno del gruppo carbossilico tende a staccarsi sotto forma di ione H^+ conferendo acidità alla soluzione. I più importanti acidi carbossilici sono l'**acido formico** (acido metanoico secondo IUPAC), $HCOOH$, e l'**acido acetico** (acido etanoico secondo IUPAC), CH_3COOH , quest'ultimo contenuto nell'aceto di vino (**figura 0.12**).

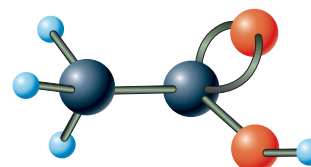
Esistono acidi carbossilici saturi, cioè con il radicale idrocarburico saturo, come i due precedenti, oppure insaturi, cioè con doppi legami nella catena idrocarburica, per esempio l'acido oleico contenuto nell'olio di oliva. Esistono poi acidi con più di una funzione carbossilica, detti *bicarbossilici* con due, *tricarbossilici* con tre e così via.

Esteri

Gli esteri (**tabella 0.3**) sono derivati degli acidi carbossilici, caratterizzati dalla funzione —COOR, cioè con un radicale al posto dell'idrogeno acido. Si ottengono per reazione di un acido carbossilico con un alcol, per esempio:



▲ **Figura 0.11** Modello molecolare dell'acetone. Il carbonio del gruppo —CO— è al centro di un triangolo ai cui vertici sono situati l'atomo di ossigeno e gli atomi di carbonio dei due gruppi —CH₃.



▲ **Figura 0.12** Modello molecolare dell'acido acetico. Il carbonio carbonilico è al centro di un triangolo ai cui vertici ci sono i due atomi di ossigeno e il carbonio del gruppo metilico.

Tabella 0.3 Alcuni importanti esteri.

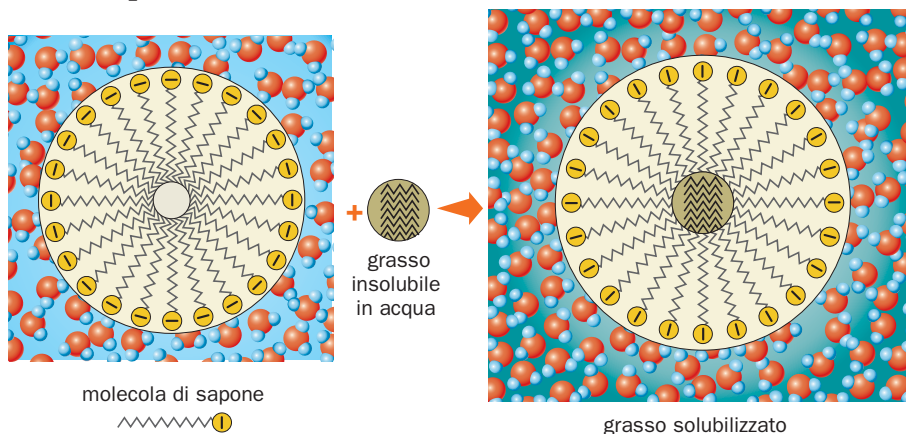
Nome	Struttura	Origine o aroma
Formiato di etile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—H}$	Rum
Formiato di isobutile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—H} \end{array}$	Lamponi
Acetato di etile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3$	Usato nelle lacche
Acetato di pentile (acetato di amile)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3$	Banane
Acetato di isopentile (acetato di isoamile)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3 \end{array}$	Pere
Acetato di ottile	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_3$	Arance
Butirrato di etile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	Ananasi
Butirrato di pentile	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	Albicocche
«Cere»	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—O—}(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$	Cera carnauba, d'api e spermaceti

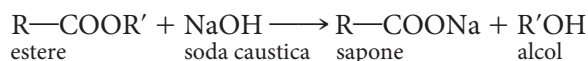
Secondo la nomenclatura IUPAC si aggiunge la desinenza *-ato*; il primo composto della tabella è l'etil-metanoato.

Questa reazione, che porta alla formazione dell'acetato di etile, cioè di un estere, viene detta **esterificazione**; la reazione inversa, ottenuta con catalizzatori, è detta **idrolisi**, perché porta alla reazione dell'acqua con un estere con formazione di un acido e di un alcol.

Se questa reazione si fa avvenire in presenza di NaOH concentrato, oltre all'alcol si forma un sale di sodio dell'acido. Se l'acido è un acido grasso, cioè a lunga catena idrocarburica, si ottiene un sapone: perciò questa reazione è detta di **saponificazione** (figura 0.13).

► **Figura 0.13** Quando il sapone si scioglie in acqua, libera ioni Na^+ ($_{\text{acq}}$) che si disperdono in soluzione, e ioni carbossilato. Questi si aggregano in micelle sferiche che dissolvono i globuli di unto depositati, per esempio, su un tessuto e li allontanano da esso.



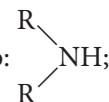


Ammine

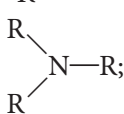
Le ammine (figura 0.14) sono caratterizzate dalla funzione amminica —NH_2 . Si tratta dei composti a carattere più basico della chimica organica. La funzione può essere:

■ primaria, quando è legata a un solo radicale del tipo R—NH_2 ;

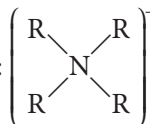
■ secondaria, quando è legata a due —R , del tipo:



■ terziaria, quando è legata con tre —R , del tipo:



■ quaternaria e ionica, quando è legata con quattro —R , del tipo:



Quest'ultimo composto, detto **catione ammonio quaternario**, è oggi alla base della produzione dei detersivi sintetici cationici.

Oltre alle ammine alifatiche, vanno ricordate quelle aromatiche con formula generale Ar—NH_2 . Tra queste l'**anilina** ($\text{C}_6\text{H}_5\text{—NH}_2$) è la più importante, essendo il prodotto di base per la produzione dei coloranti all'anilina.

0.6 I polimeri

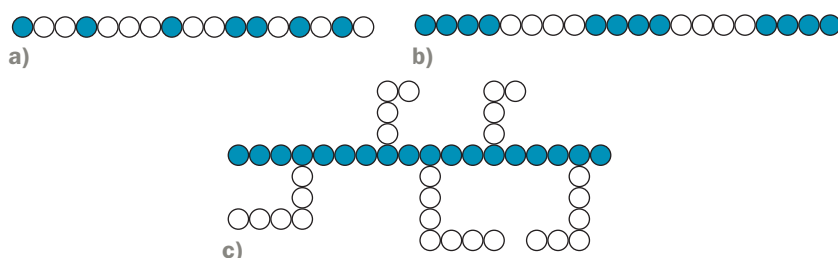
Con il termine *polimero* si intende una sostanza costituita da raggruppamenti di atomi uniti tra loro, che si ripetono uguali numerosissime volte a formare la cosiddetta **macromolecola**; tali raggruppamenti sono detti *unità strutturali* o *ripetitive* o *monomeriche*, e sono uniti da due o più legami covalenti. Il numero di legami che un'unità strutturale forma con altrettante unità è detto *funzionalità* e si possono avere unità strutturali bifunzionali, trifunzionali e così via.

Se il polimero è formato da unità strutturali tutte uguali si chiama *omopolimero*; se invece le unità strutturali sono di due o più tipi diversi, si parla di *copolimero*. Esistono diversi tipi di copolimeri (figura 0.15):

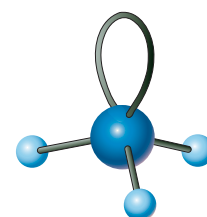
■ *copolimero statistico*, in cui le diverse unità strutturali sono distribuite casualmente nella macromolecola (è il caso più frequente, in particolare nelle fibre);

■ *copolimero a blocchi*, in cui la distribuzione delle unità strutturali segue un certo ordine con alternanze di lunghe sequenze di ciascuna unità strutturale;

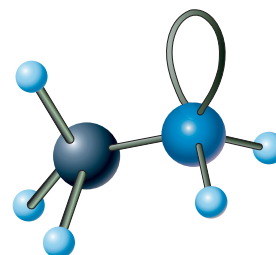
■ *copolimero innestato*, in cui le sequenze di una unità strutturale sono attaccate alle catene polimeriche delle altre unità ripetitive (in pratica, le catene di un altro polimero).



◀ **Figura 0.15** Schema di un copolimero **a)** statistico; **b)** a blocchi; **c)** innestato.



ammoniaca, NH_3



metilammina, CH_3NH_2

▲ **Figura 0.14** Le ammine derivano dall'ammoniaca per sostituzione degli atomi di idrogeno con gruppi —R o —Ar .

Le macromolecole di un polimero, pur presentando tutte la medesima composizione e quindi le stesse caratteristiche chimiche, hanno in genere masse molecolari diverse, in quanto il numero di unità strutturali che le compongono segue una certa distribuzione statistica. Pertanto, un polimero viene caratterizzato da una massa molecolare media o da un grado di polimerizzazione, cioè dal numero di unità strutturali che costituiscono mediamente le macromolecole. Per lo stesso polimero, ma preparato in condizioni diverse, il grado di polimerizzazione e quindi la massa molecolare media cambiano, apportando variazioni alle proprietà, fisiche e in particolare meccaniche, del polimero.

La forma delle macromolecole di un polimero è in relazione al tipo di funzionalità delle sue unità strutturali (figura 0.16). Si avranno:

- **polimeri lineari**, costituiti da lunghe catene di unità strutturali bifunzionali;
- **polimeri ramificati**, costituiti da lunghe catene di unità bifunzionali con inserite alcune unità trifunzionali alle quali sono attaccate catene più corte;
- **polimeri reticolati o tridimensionali**, costituiti da un reticolo a maglie irregolari formate e collegate tra loro da unità strutturali tri-tetrafunzionali, con presenza o meno anche di unità bifunzionali.

0.7 Altri composti organici

Oltre ai composti organici fin qui descritti, ve ne sono molti altri, a funzione unica o a più funzioni sulla stessa molecola. Per le esigenze di questo testo ne citiamo solo alcuni, che ritroveremo nel corso dello studio della materia.

Amminoacidi

Sono composti la cui molecola contiene gruppi funzionali acidi (—COOH) e gruppi funzionali basici o amminici (—NH_2). Gli amminoacidi che compaiono come costituenti essenziali delle proteine animali e vegetali sono 22. Si tratta di sostanze generalmente a carattere neutro, contenendo sia un gruppo acido sia un gruppo basico, e si ottengono per idrolisi delle proteine con acidi diluiti.

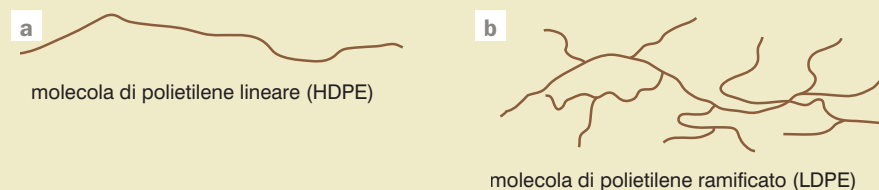
Il più semplice amminoacido è la glicina, $\text{H}_2\text{C—NH}_2$, detta anche *acido amminoacetico* o *glicocola*.



Proteine o protidi

Le proteine o protidi sono sostanze ad alto peso molecolare con struttura assai complessa. Sono polimeri formati dall'unione di più amminoacidi e si possono distinguere in proteine animali e vegetali. Le prime sono anche dette *nobili* perché possono fornire tutti e nove gli amminoacidi essenziali per l'organismo umano (si chiamano *essenziali* quegli amminoacidi che il corpo umano non è in grado di produrre da sé e deve quindi assumere con gli alimenti). Le proteine hanno funzione costitutiva o plastica dell'organismo, nonché quella di fornire energia.

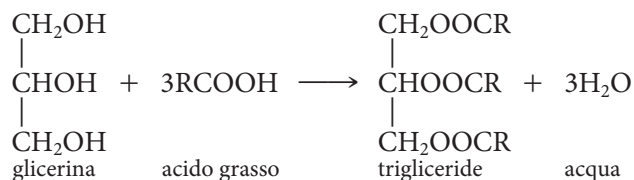
► **Figura 0.16** Schema di catene **a)** lineari e **b)** ramificate dei polimeri. Il polietilene, costituito da catene ramificate, ha minore densità di quello contenente catene lineari.



Trigliceridi o grassi

I trigliceridi sono gli esteri formati dagli acidi grassi con la glicerina. Un acido grasso è un acido monocarbossilico con una catena idrocarburica formata da almeno 14 atomi di carbonio.

La reazione di esterificazione è la seguente:

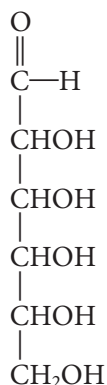


La reazione inversa con NaOH porta a glicerina e a un carbossilato di sodio a lunga catena, cioè un sapone.

Carboidrati o zuccheri

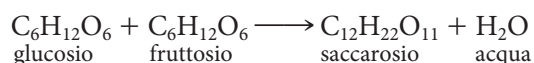
Questi composti, chiamati anche *saccaridi*, sono costituiti da C, H e O, nei quali il rapporto tra gli atomi di H e di O è quello dell'acqua, cioè 2 a 1. Si dividono in monosaccaridi, disaccaridi e polisaccaridi.

I **monosaccaridi** principali sono costituiti da molecole contenenti 5 o 6 atomi di carbonio, con formula bruta $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ (pentosi) e $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (esosi). Il più importante è il *glucosio* che si può rappresentare in formula di struttura:



In questa formula notiamo la presenza di una funzione aldeidica $\text{C}=\text{O}$, e quella di cinque funzioni alcoliche (tante quanti sono gli atomi di carbonio meno uno).

Tra i **disaccaridi** ricordiamo il *saccarosio*, il comune zucchero, con formula $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, formato da una molecola di glucosio e una di fruttosio per una reazione di condensazione che avviene tra i due zuccheri attraverso l'eliminazione di una molecola d'acqua:



Il fruttosio ha la medesima formula bruta del glucosio ma porta un gruppo chetonico anziché aldeidico e ha una struttura ad anello a 5 atomi anziché a 6.

Tra i **polisaccaridi**, carboidrati polimerici con un numero enorme di molecole di monosaccaridi legati insieme, ricordiamo l'amido e la cellulosa con formula bruta $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ di cui tratteremo più diffusamente parlando delle fibre tessili vegetali.

- 1.** Tra le seguenti affermazioni, indica quali sono vere e quali false.
- a. Il carbonio ha sei elettroni di valenza. V F
 - b. Nel metano il carbonio ha numero di ossidazione zero. V F
 - c. Gli alcheni sono idrocarburi. V F
 - d. La reazione più importante degli alcani è la combustione. V F
 - e. Il benzene è un idrocarburo aromatico. V F
 - f. I nomi degli alcani finiscono in -ene. V F
 - g. La chimica organica è la chimica dell'idrogeno. V F
 - h. Tutti gli idrocarburi ciclici sono aromatici. V F
 - i. $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$ è il 2-butene. V F
 - l. I nomi degli alchini finiscono in -ino. V F
- 2.** Negli alchini si può avere l'addizione elettrofila di idrogeno fino a ottenere:
- a. una reazione di polimerizzazione
 - b. un alchene
 - c. un alcano
 - d. un alcol
- 3.** L'alcol metilico o metanolo è:
- a. un alcol secondario
 - b. un fenolo
 - c. il più semplice alcol
 - d. un diolo
- 4.** I fenoli sono:
- a. alcoli ternari
 - b. alcoli con caratteristiche basiche
 - c. alcoli con caratteristiche acide
 - d. alcoli con doppi legami
- 5.** Le aldeidi differiscono dai chetoni:
- a. per gli atomi legati al gruppo carbonilico
 - b. per un doppio legame
 - c. per il numero di atomi di ossigeno
 - d. per la presenza di un triplo legame
- 6.** Gli esteri sono derivati:
- a. degli eteri
 - b. dei chetoni
 - c. degli acidi carbossilici
 - d. delle aldeidi
- 7.** Il cloroformio (CHCl_3) secondo IUPAC si chiama:
- a. triclorometano
 - b. clorometano
 - c. cloruro di metile
 - d. cloruro di metilene
- 8.** Il composto $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ secondo IUPAC si chiama:
- a. propanolo
 - b. alcool metilico
 - c. alcool etilico
 - d. etanolo
- 9.** Il composto $\text{C}_6\text{H}_5\text{—COH}$ secondo IUPAC si chiama:
- a. fenilaldeide
 - b. benzaldeide
 - c. benzenale
 - d. aldeide benzoica
- 10.** Dalla reazione di un trigliceride con NaOH si ottiene:
- a. grasso e acqua
 - b. glicerina e sapone
 - c. glicerolo
 - d. glicerolo e acqua
- 11.** Scrivi la reazione dell'acido acetico con l'idrossido di sodio: che cosa si ottiene?
- 12.** Scrivi la reazione dell'acetato di etile con l'idrossido di sodio: che cosa si ottiene?
- 13.** Descrivi la reazione caratteristica degli alcheni, per esempio dell'etilene.
- 14.** Scrivi un esempio di sostituzione radicalica sugli alcani: che cosa si ottiene?
- 15.** Scrivi un esempio di sostituzione elettrofila del benzene: che cosa si ottiene?
- 16.** La formula RCHO rappresenta un tipo di composti organici, parlarne diffusamente.
- 17.** La formula RCOOH rappresenta un'importante classe di composti, descriverla.
- 18.** Descrivi la differenza tra i radicali —R e quelli —Ar .
- 19.** Ricerca nel testo la differenza tra radicale vinile e radicale acrilico.