

Chimica Organica

Definizione

La chimica organica è la chimica dei composti contenenti carbonio

I carbonati, il biossido di carbonio e i cianuri metallici sono un'eccezione in quanto vengono classificati come composti inorganici. Una definizione più corretta è:

La chimica dei composti contenenti legami carbonio-carbonio

Il carbonio è l'unico elemento capace di legarsi fortemente con se stesso e formare lunghe catene o anelli e allo stesso tempo capace di legarsi fortemente con elementi non metallici come idrogeno, ossigeno, azoto e con gli alogeni.

*Per queste sue proprietà questo elemento dà origine a miriadi di composti (sono noti **diversi milioni di composti**, corrispondenti a circa il 98% di tutte le sostanze chimiche note, e il loro numero continua a crescere)*

CHIMICA ORGANICA

o Chimica dei composti del carbonio

Formula molecolare o bruta

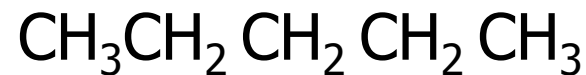
Indica quali e quanti atomi formano la molecola



Idrocarburo saturo a 5 atomi di C

Formula di struttura o razionale

Indica i legami fra gli atomi e la disposizione nello spazio



n-pentano

Proprietà dell'atomo di carbonio

- CHNOPS
- Può formare 4 legami covalenti
- Può formare legami singoli (saturi), doppi, o tripli (insaturi)
- Ha una grande tendenza alla concatenazione (lineari, ramificate, aperte o chiuse)

Idrocarburi alifatici aciclici saturi: Alcani

Gli **alcani**, caratterizzati da legami semplici C-C (saturazione), presentano desinenza **-ano**.

I loro nomi, ricavati unendo radice+desinenza, saranno pertanto *metano, etano, propano, butano pentano etc.*

metano CH_4

etano $\text{CH}_3\text{-CH}_3$

Propano $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

butano $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

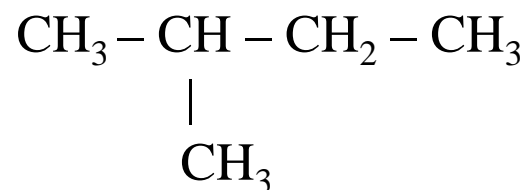
Pentano $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

I residui che si formano togliendo un idrogeno, conservano la stessa radice, ma cambiano la desinenza da –ano in –**ile** e saranno pertanto *metile, etile, propile, butile, pentile* etc.

| | |
|----------|---|
| alchile | R- (generico) |
| metile | CH ₃ - |
| metilene | -CH ₂ - |
| etile | CH ₃ -CH ₂ - |
| propile | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ - |
| butile | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ - |
| pentile | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ - |

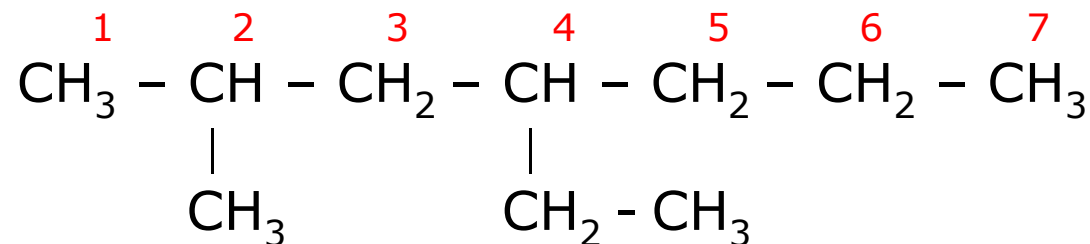
I nomi dei residui si usano quando si presentano catene ramificate. L'alcano prende il nome dalla catena lineare più lunga, preceduto dai nomi dei residui che costituiscono le catene laterali (a loro volta preceduti dal numero d'ordine dell'atomo di carbonio della catena principale al quale il residuo è legato)

2-metilbutano



La catena principale deve essere numerata in modo da dare il numero più basso possibile alle catene laterali. I residui vanno elencati in ordine alfabetico

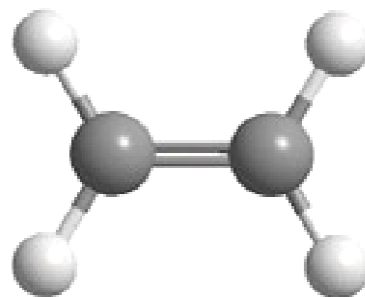
4-etil-2-metileptano



Gli **alcheni** sono gli idrocarburi caratterizzati dalla presenza di un *doppio legame carbonio-carbonio* e quindi *non saturi*.

Gli alcheni prendono il loro nome dai corrispondenti alcani di pari numero di atomi di carbonio: è sufficiente sostituire la desinenza –ano con *–ene*:

Il primo termine della serie è l'*etene*, o **etilene**: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$



I termini successivi di questa famiglia di idrocarburi sono:

Propene, o **propilene**: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

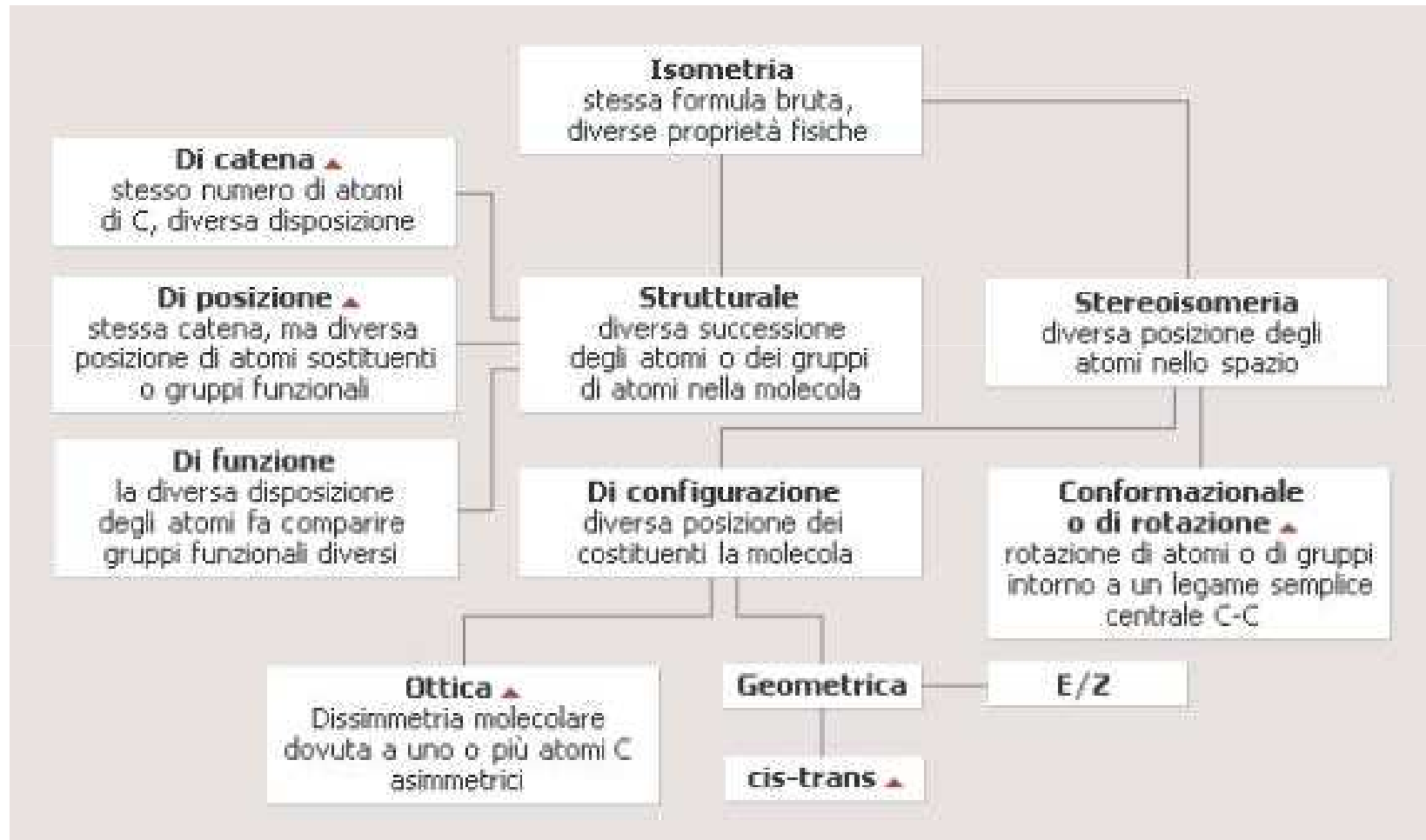
Butene, o **butilene**: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

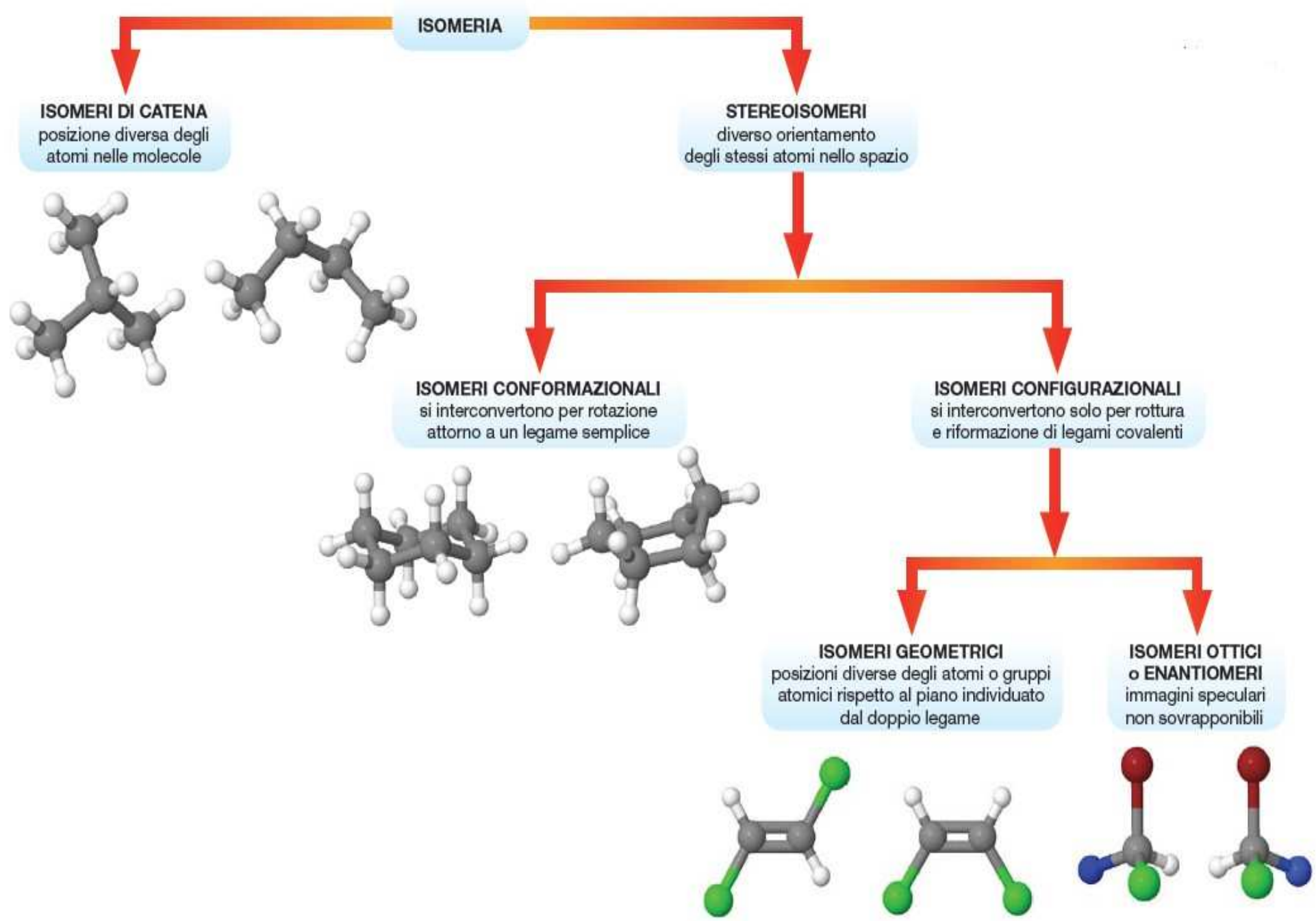
Isomeria

L'isomeria è un fenomeno caratteristico dei composti organici.

Si definiscono isomeri i composti chimici che presentano identica formula grezza (e quindi medesima massa molecolare), ma diverse caratteristiche chimiche e/o fisiche.

Diversi tipi di isomeria





Costituzionale o Strutturale (di catena, di posizione, di gruppi funzionali): gli atomi di carbonio sono legati tra di loro in maniera differente (per esempio isobutano e normalbutano).

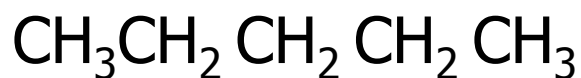
Stereoisomeria: gli stereoisomeri presentano gli stessi legami ma differiscono per il modo in cui gli atomi sono **orientati nello spazio**. Per trasformare uno stereoisomero nell'altro è necessario rompere e riformare almeno un legame.

- **isomeri configurazionali (ottici)** gli stereoisomeri che non sono sovrapponibili alla loro immagine speculare (carbonio chirale).
- **isomeri geometrici** quelli che debbono la loro esistenza alla **mancanza di libera rotazione intorno ai doppi legami** (isomeria cis/trans nel 2-butene).
- **isomeri conformazionali** gli isomeri che possono **trasformarsi l'uno nell'altro senza la rottura di legami (forma eclissata/sfalsata)**

ISOMERI DI STRUTTURA/COSTITUZIONALI : composti con identica formula molecolare, ma che hanno diversa concatenazione di atomi o diversa disposizione nello spazio. Possono essere **isomeri di catena**, **di funzione** o **di posizione**.

Isomeri di catena

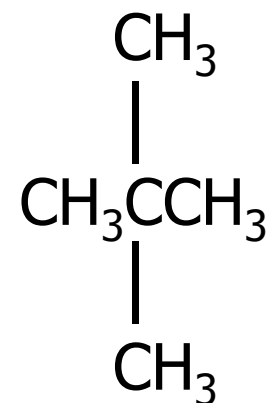
Formula molecolare: C_5H_{12}



n-pentano



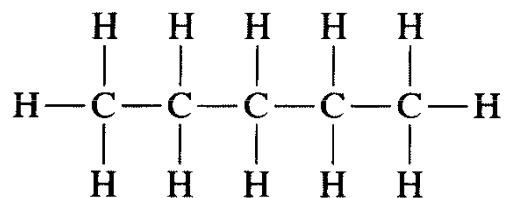
Isopentano o
2-metilbutano



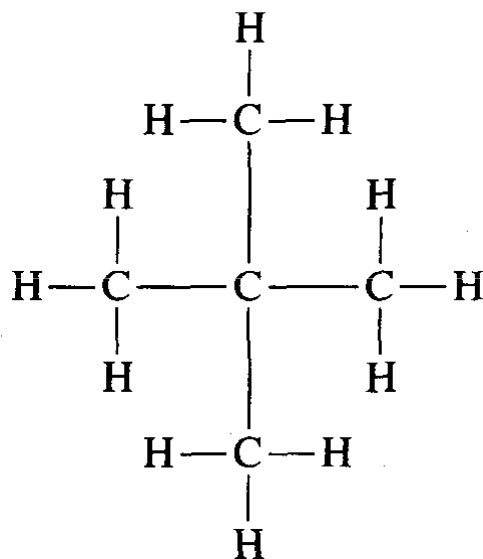
Neopentano o
2,2-dimetilpropano

Isomeri costituzionali

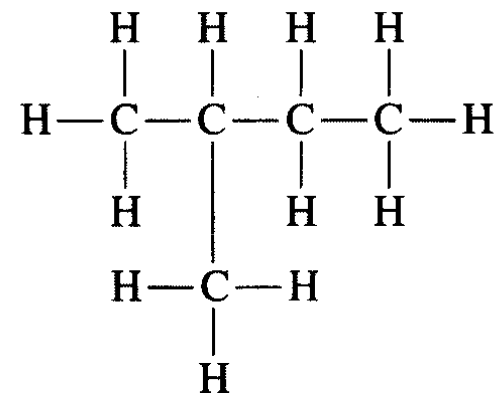
identica formula molecolare ma diversa struttura



pentano, p.e. 36 °C



2,2-dimetilpropano, p.e. 10 °C
(neopentano)

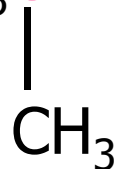


2-metilbutano, p.e. 28 °C
(isopentano)

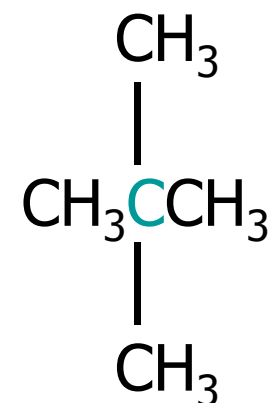
Gli atomi di carbonio possono essere primari, secondari, terziari o quaternari a seconda che siano direttamente legati ad 1, 2, 3 o 4 atomi di carbonio.



n-pentano



Isopentano o
2-metilbutano



Neopentano

C primario

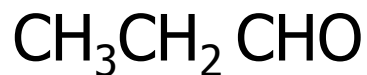
C secondario

C terziario

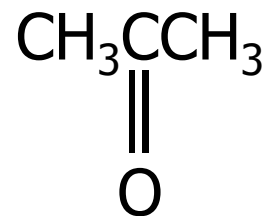
C quaternario

Isomeri di gruppo
funzionale

Formula molecolare: C_3H_6O



Aldeide propionica

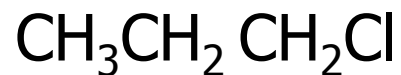


Acetone

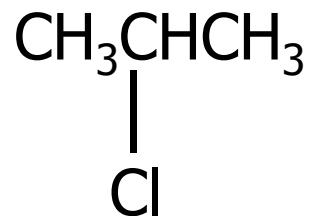
Composti con la stessa formula molecolare, ma la diversa distribuzione degli atomi fa sì che appartengano a classi chimiche diverse.

Isomeri di posizione

Formula molecolare: C_3H_7Cl



1-cloropropano



2-cloropropano

Composti con la stessa formula molecolare, diversi per la posizione di un sostituente nella catena di atomi di carbonio.

Stereoisomeria

La stereoisomeria descrive gli isomeri che, pur mantenendo inalterati i legami tra gli atomi, **differiscono per la loro disposizione nello spazio tridimensionale e presentano pertanto diversa formula spaziale.**

In relazione alla modalità con cui gli stereoisomeri possono idealmente essere convertiti l'uno nell'altro si può distinguere

L'isomeria conformazionale deriva dalla possibilità di **rotazione** attorno al legame semplice carbonio-carbonio, ed alle diverse disposizioni spaziali che gli atomi o i raggruppamenti atomici possono assumere come conseguenza di tale rotazione.

L'isomeria configurazionale è una forma di isomeria spaziale in cui gli isomeri possono essere trasformati l'uno nell'altro **solo rompendo** legami chimici e scambiando di posizione i gruppi legati ad un atomo di carbonio.

ISOMERI CONFORMAZIONALI

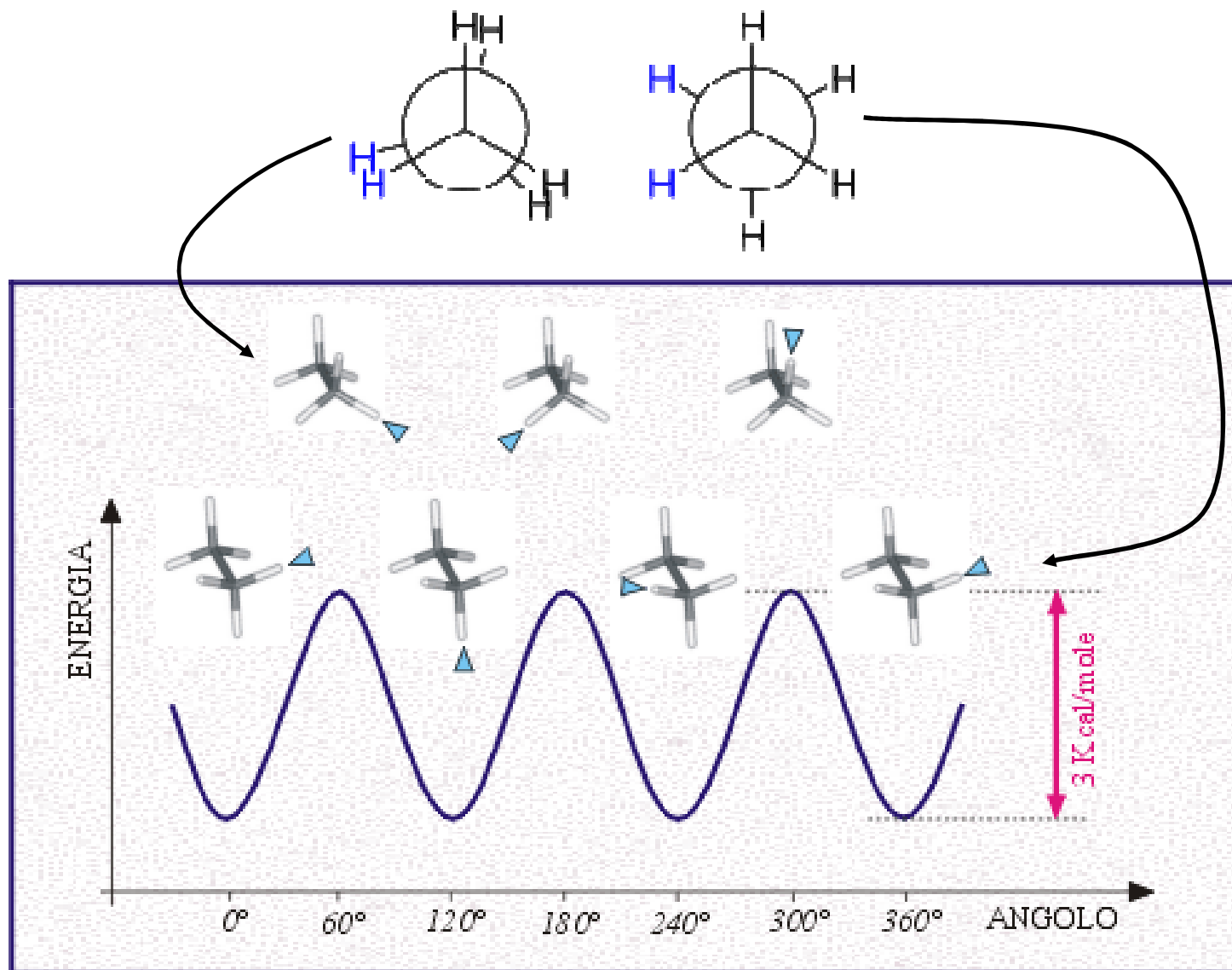
- **Gli isomeri conformazionali differiscono a seguito di una libera rotazione attorno al legame semplice carbonio-carbonio.**
- In conseguenza di questa rotazione, sono possibili un numero infinito di strutture chiamate **conformer** o **rotameri**
- Nella molecola dell'etano è possibile immaginare due casi limite di sistemazione di un gruppo metilico rispetto all'altro gruppo metilico. Queste due conformazioni vengono indicate con il nome di **conformazione eclissata** e **conformazione sfalsata**:

CONFORMOMERI

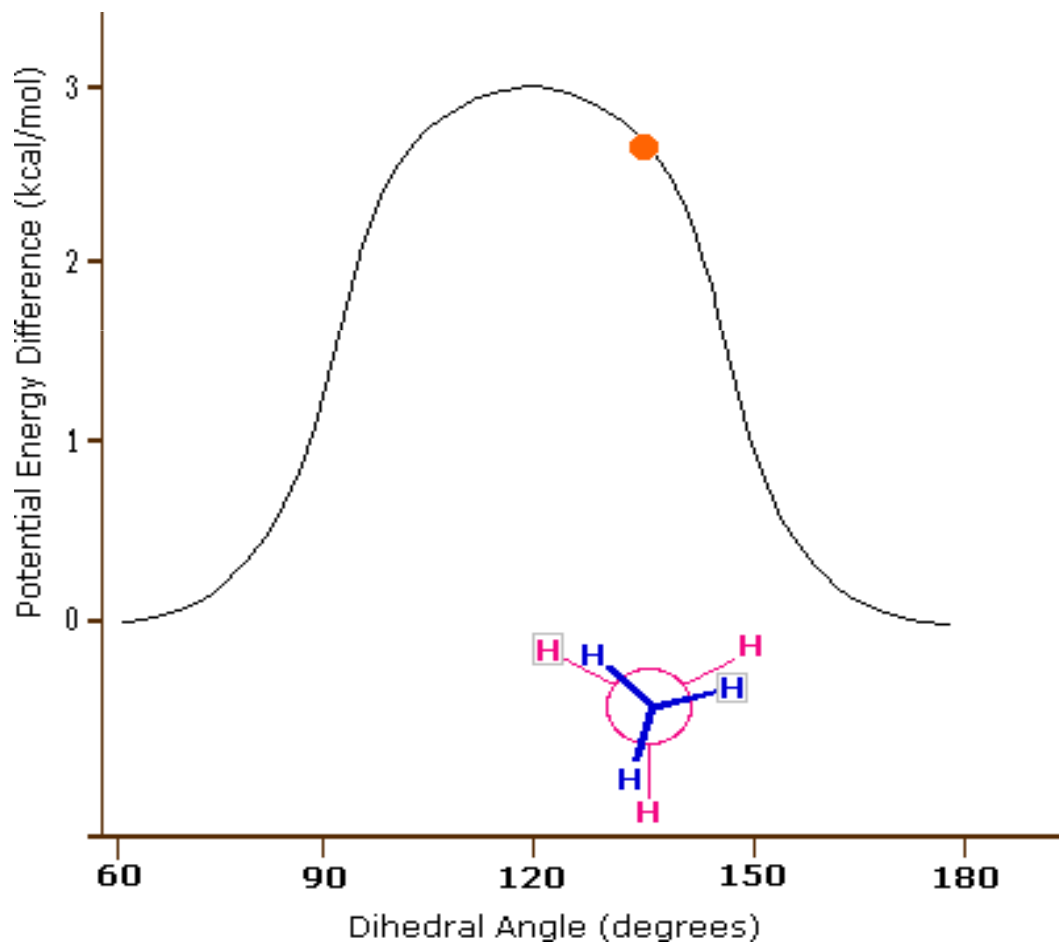
| Conformazioni limite dell'Etano | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Conformero | Struttura a legame cuneo/tratteggiato | Struttura a cavalletto (sawhorse) | Proiezione di Newman |
| Eclissato | | | |
| Sfalsato | | | |

Per una questione di ingombro sterico e a causa della repulsione delle nuvole elettroniche dei legami C-H, la conformazione sfalsata è più stabile della conformazione eclissata (infatti nella conformazione eclissata gli atomi di idrogeno appartenenti ai due atomi di carbonio sono più vicini) e quindi la conformazione sfalsata rappresenta un minimo di energia.

Isomeri conformazionali dell'ETANO

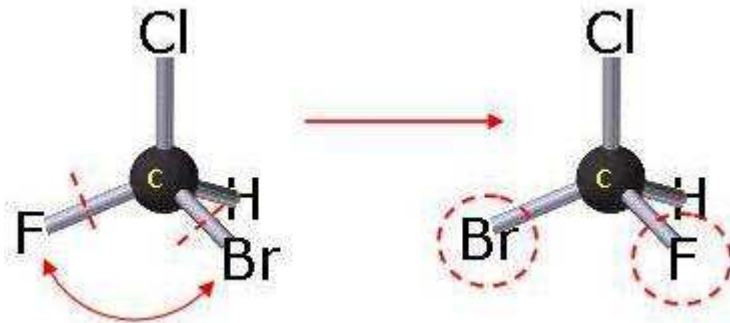


<https://www.google.it/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=H9ibeXPJkMxmpM&tbnid=qNzeQehYcJLvVM:&ved=0CAcQjRw&url=http%3A%2F%2Fwww.ehu.es%2Fbiomoleculas%2Fmoleculas%2Fconfor.htm&ei=ulslVPntDKi6ygO34YHQDA&bvm=bv.76247554,d.bGQ&psig=AFQjCNE5vzNgtSPgjHSPgBi5GI7szCavOw&ust=1411833024801877>



ISOMERIA CONFIGURAZIONALE

- L'isomeria configurazionale è una particolare forma di stereoisomeria nella quale gli isomeri, pur mantenendo la stessa sequenza con cui gli atomi sono legati, possono essere trasformati gli uni negli altri solo attraverso uno scambio di posizione dei gruppi legati ad un medesimo atomo.



ISOMERIA CONFIGURAZIONALE

Gli isomeri configurazionali sono possibili solo in molecole che possiedono un cosiddetto elemento stereogenico (cioè “generatore di stereoisomeria”).

Gli elementi stereogenici che si incontrano più frequentemente sono:

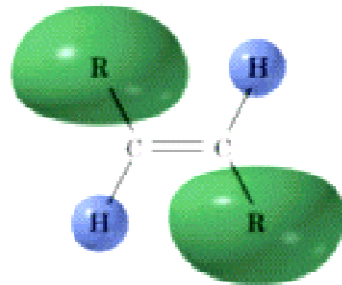
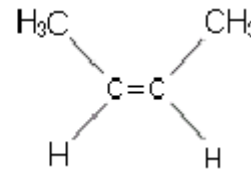
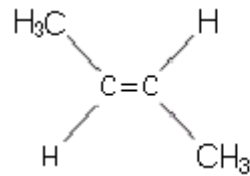
- il doppio legame carbonio-carbonio o la presenza di un anello a catena chiusa (es. cicloalcani);
- un carbonio chirale, cioè un atomo di carbonio legato a quattro sostituenti diversi.

Nel primo caso si avrà un'isomeria geometrica o cis-trans, mentre nel secondo caso, relativo all'atomo di carbonio chirale, si parlerà di isomeria ottica.

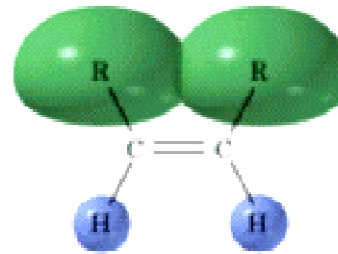
- Gli isomeri configurazionali possono essere di due tipi:
 - diastereoisomeri (non sono immagini speculari) (ISOMERI CIS-TRANS)
 - enantiomeri (immagini speculari) R/S

Isomeria geometrica (o cis-trans)

L'isomeria geometrica è una forma di isomeria configurazionale che deriva dalla presenza nella molecola di un elemento di rigidità (doppio legame) che impedisce alla molecola di ruotare liberamente e attorno ad un legame Carbonio-Carbonio.



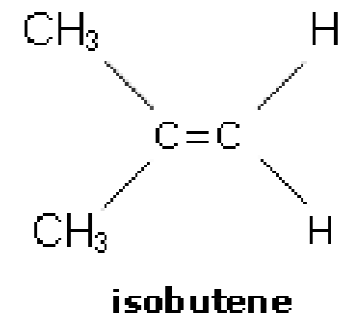
Trans-2-butene



Cis-2-butene

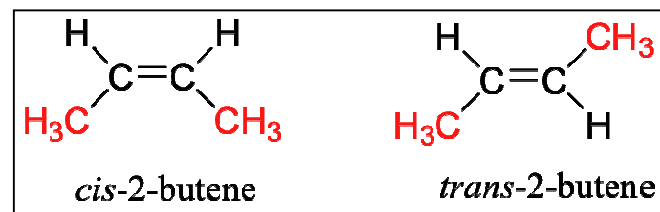
Nell'isomero cis i due gruppi metilici si trovano dallo stesso lato rispetto al doppio legame, mentre nell'isomero trans si trovano su lati opposti.

La forma definita **isobutene** non è un isomero geometrico. Infatti, l'isomeria geometrica non può esistere se uno dei due atomi impegnati nel doppio legame è legato a due gruppi uguali. (in realtà andrebbe definito 2-metil propene):

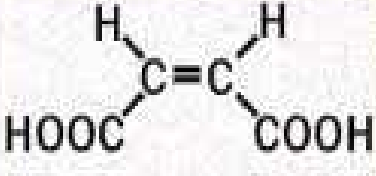
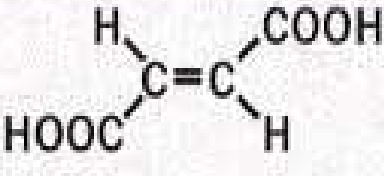


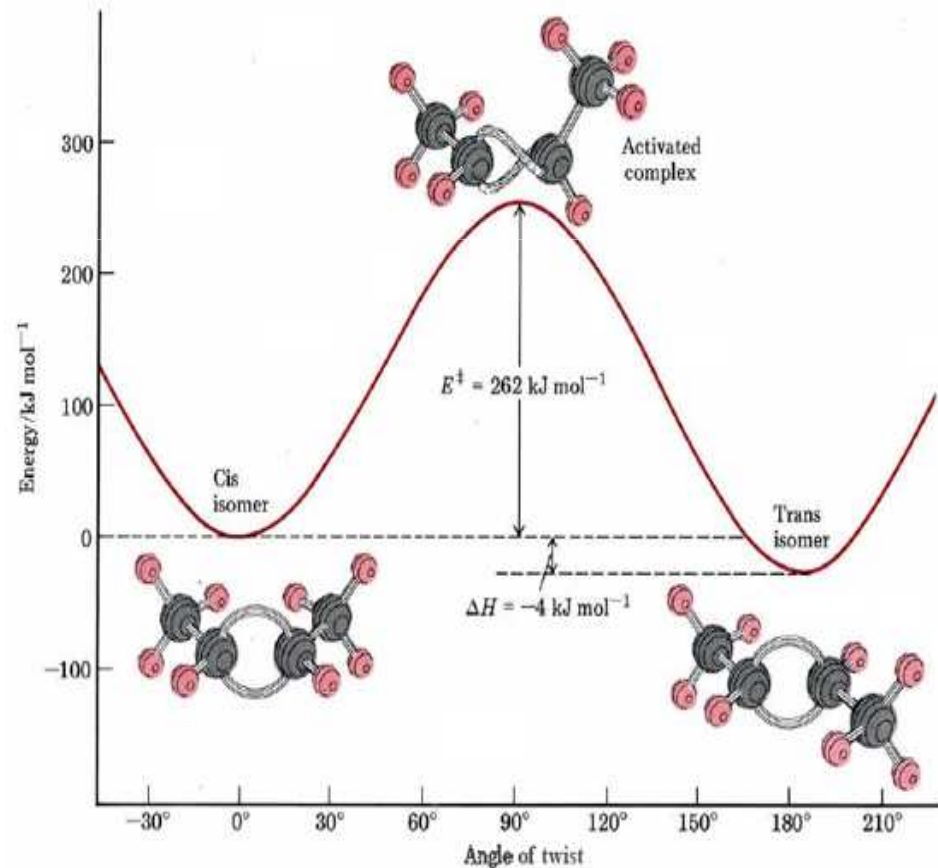
Gli isomeri cis/trans hanno diverse proprietà fisiche e chimiche, sono composti diversi che esistono separatamente (non possono trasformarsi gli uni negli altri)

Il requisito più semplice per avere isomeria geometrica negli alcheni è che CIASCUN CARBONIO DEL DOPPIO LEGAME ABBA LEGATI DUE GRUPPI DIVERSI. Per distinguere i due isomeri geometrici (stereoisomeri) SI CERCA SE FRA I GRUPPI LEGATI AI DUE C DEL DOPPIO LEGAME CE NE SONO DUE UGUALI e si considera la loro posizione rispetto all'elemento rigido della molecola (il doppio legame, nel caso degli alcheni).



Isomeria Cis-Trans

| | |
|---|---|
|  <p><i>ac. maleico</i></p> |  <p><i>ac. fumarico</i></p> |
| p.f. 140°C | p.f. 300°C |
| sol _{H₂O} = 79g/100 mL | sol _{H₂O} = 0,7g/100 mL |
| tossico | medicinale e presente in numerose piante |



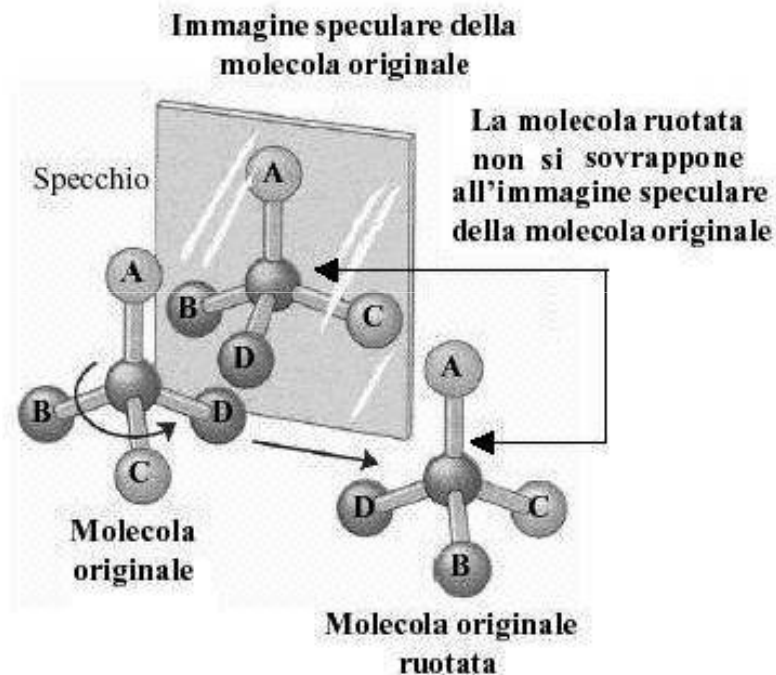
Esercizio

Cis-1,2 dimetilciclopentano

Trans 1,3-dicloro ciclobutano

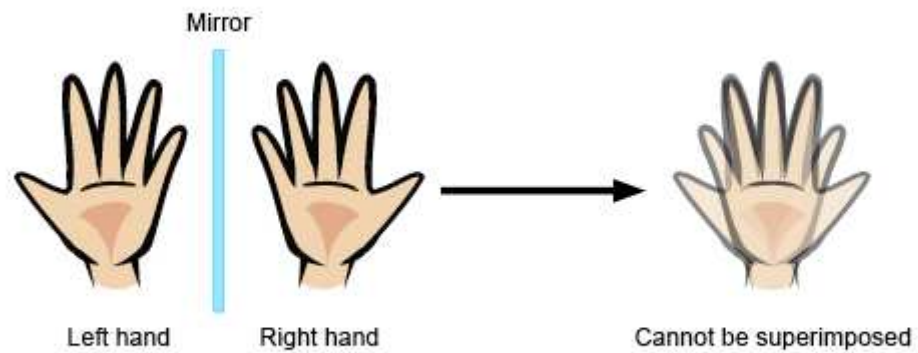
Cis 1,2 - dicloroetene

Enantiomeri

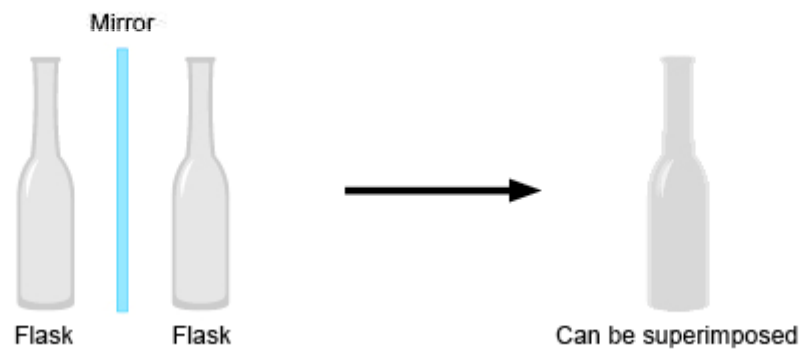


- Immagini speculari non sovrapponibili
- se i quattro sostituenti dell'atomo di carbonio centrale sono differenti, la molecola non possiede piano di simmetria.
- Esistono quindi due modi diversi (**configurazioni**) di sistemare la geometria della molecola. Questi due modi, differiscono per il fatto che non è possibile sovrapporre contemporaneamente tutti gli atomi di una figura a quelli dell'altra.
- Queste due configurazioni sono immagini speculari non sovrapponibili e vengono dette **enantiomeri**.
- Una molecola che non è sovrapponibile alla sua immagine speculare è detta **chirale**.

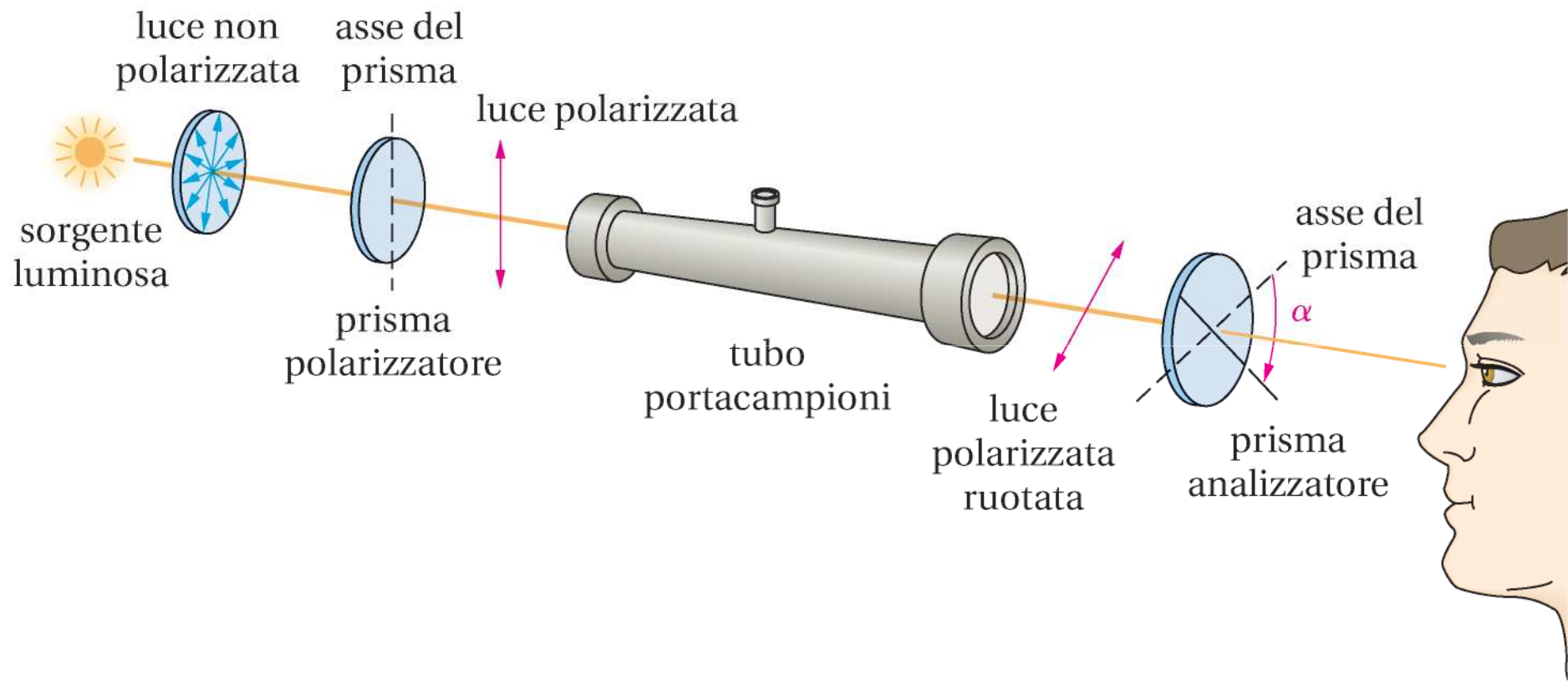
(a) Chiral objects

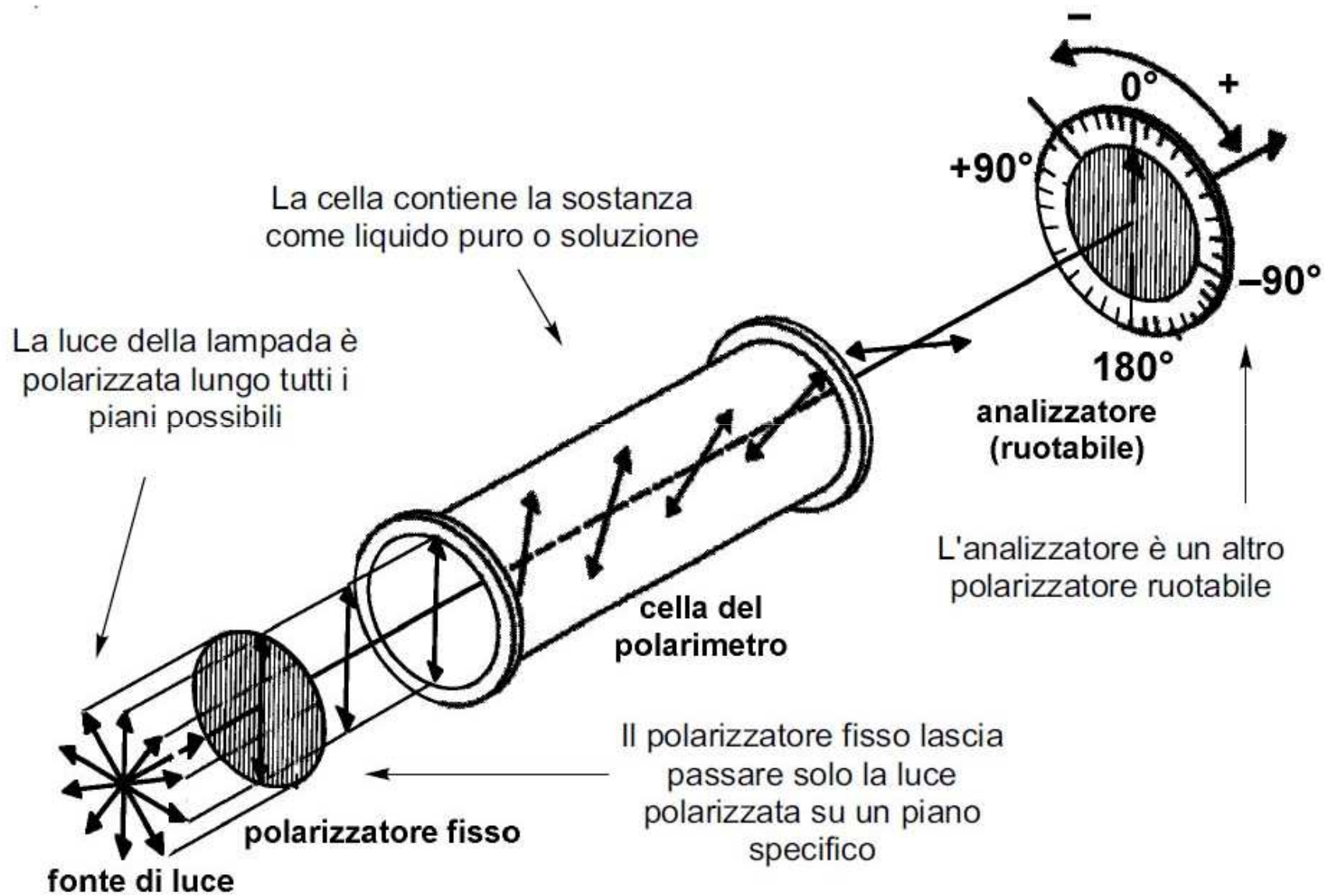


(b) Achiral objects



- Gli isomeri ottici differiscono tra loro per le proprietà chimico fisiche, e per la diversa attività ottica, perché sono composti otticamente attivi.
- L'attività ottica di alcune sostanze fu scoperta nel 1815 dal francese Jean-Baptiste Biot ma interpretata correttamente solo nel 1848 dal francese Louis Pasteur



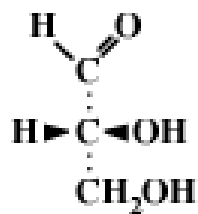


Due **enantiomeri** posseggono le stesse caratteristiche fisiche tranne per il fatto di ruotare il piano della luce polarizzata della stessa quantità ma in direzioni opposte.

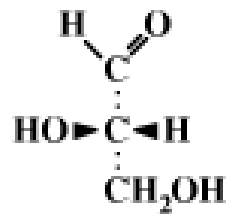
(+) (rotazione in senso orario, enantiomero destrogiro) R

(-) (rotazione in senso antiorario, enantiomero levogiro) S.

Mecolando in eguali quantità due enantiomeri si ottiene un **miscuglio racemico** che non fa ruotare il piano della luce polarizzata.



D-gliceraldeide

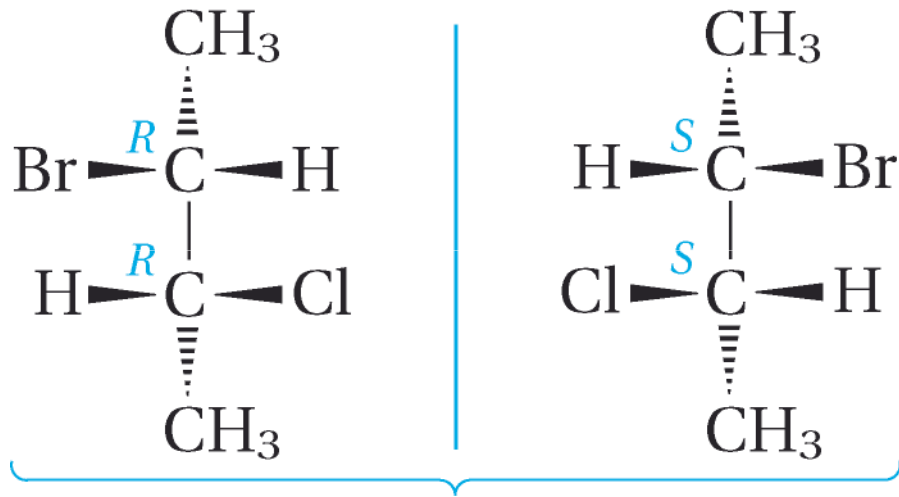


L-gliceraldeide

Nota: per i carboidrati si farà riferimento alla gliceraldeide per indicare se D o L

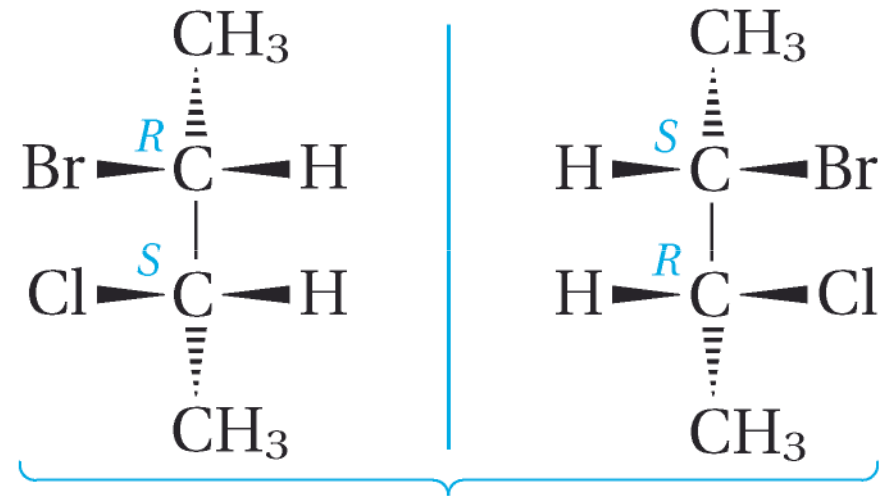
Si dicono enantiomeri gli stereoisomeri che sono l'uno l'immagine speculare dell'altro.

specchio

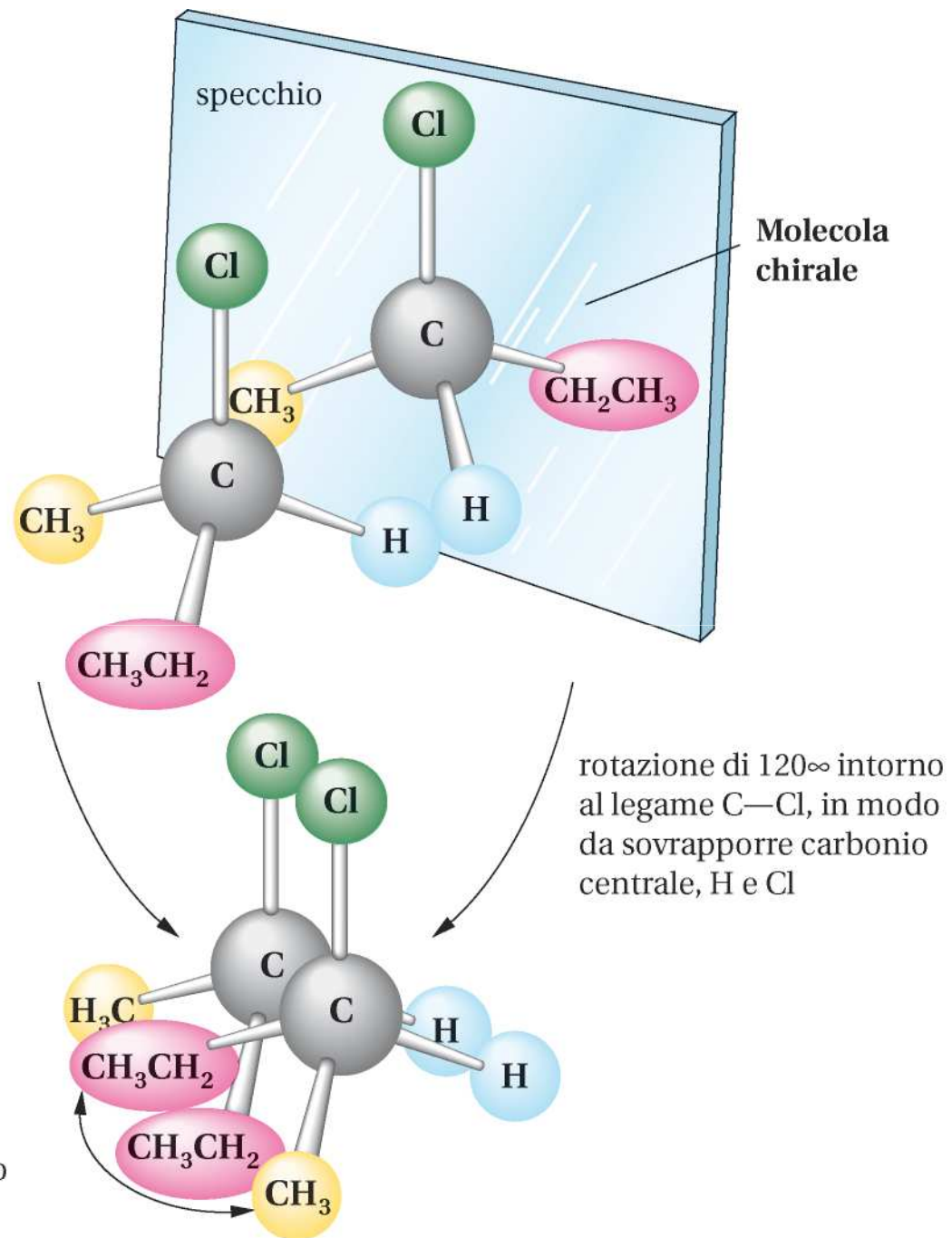


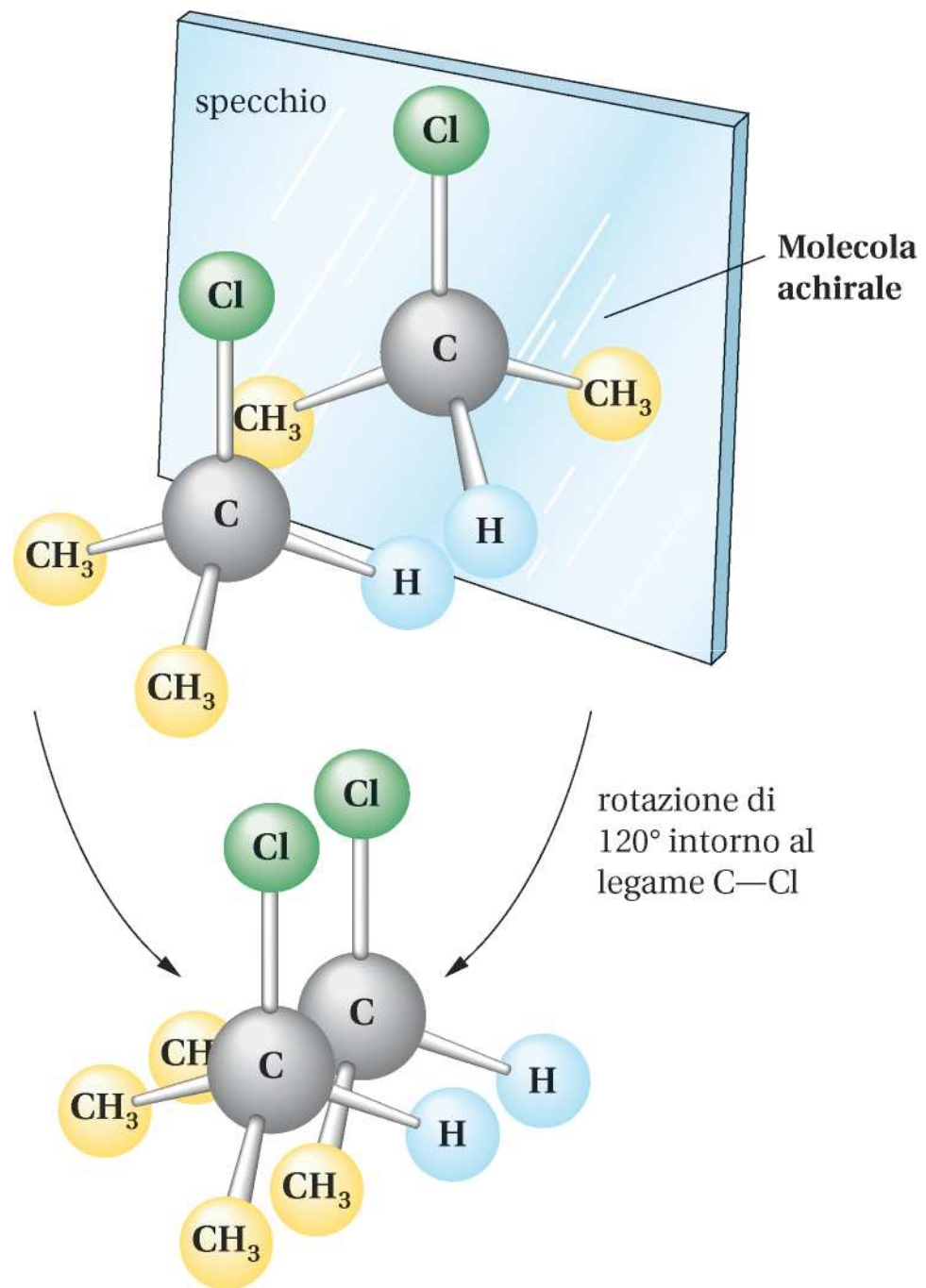
enantiomeri

specchio



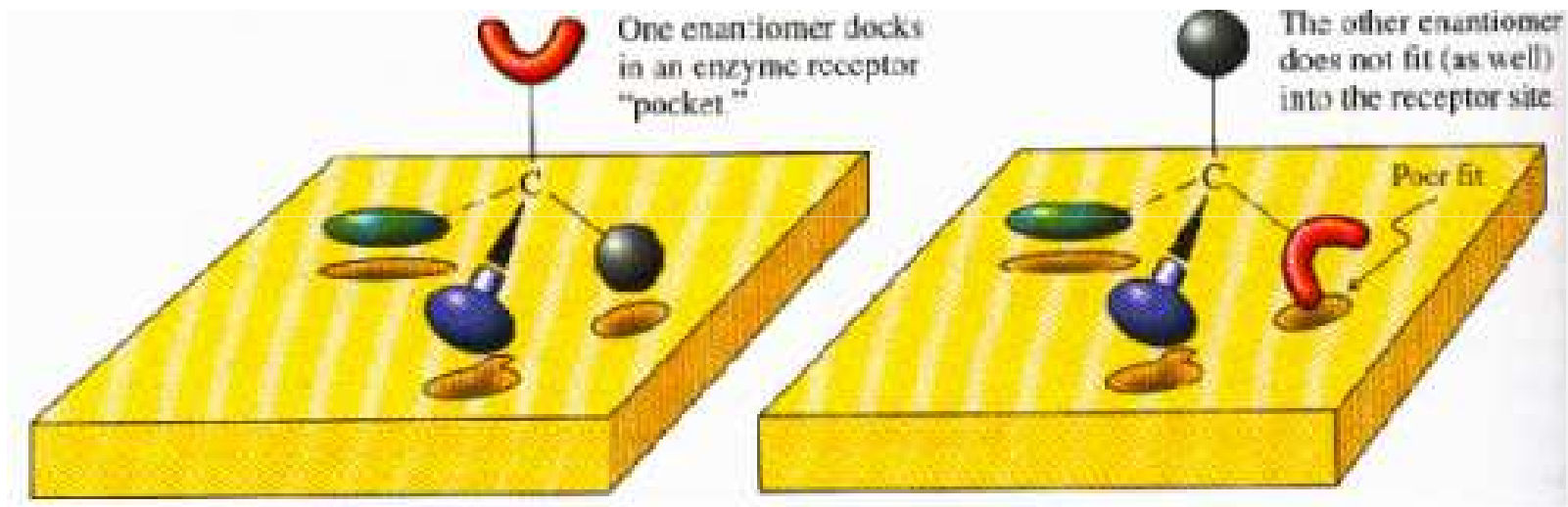
enantiomeri



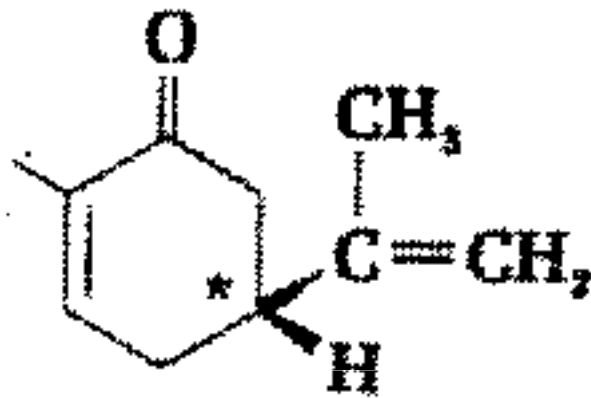


Importanza biologica della chiralità

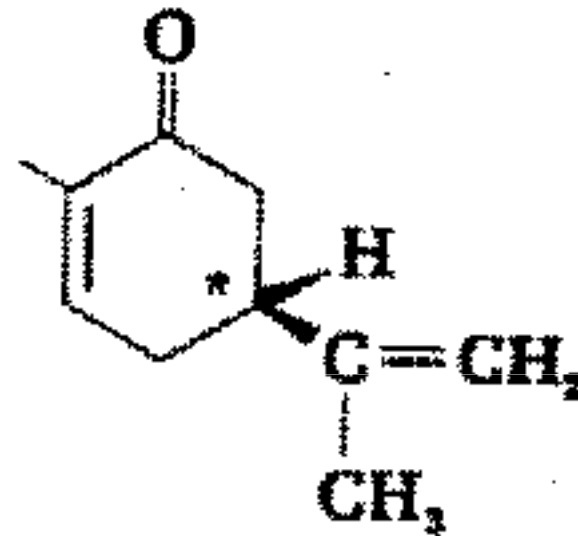
Interazione tra molecole chirali (recettore-ligando)



Chiralità e Odori



(-)-carvone

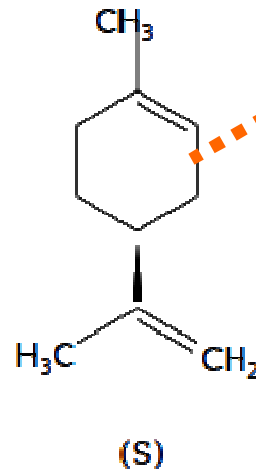
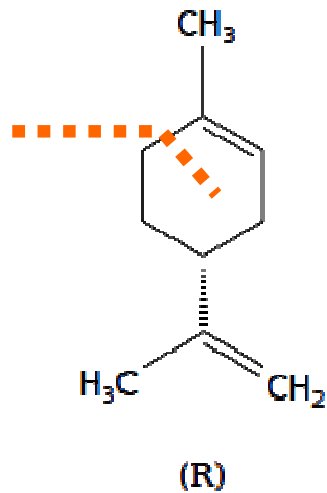


(+)-carvone

Chiralità e Odori

R-Limonene S-Limonene

Odore di arancio,
usato come
solvente,
precursore del R-
carvone studiato
per le proprietà
anticancerogene



Odore di
trementina,
nessun utilizzo
industriale

I gruppi funzionali

La struttura delle molecole organiche riunisce diversi raggruppamenti atomici caratteristici. Ognuno di essi ha una reattività propria e particolare, che dipende poco dalla struttura dove sono legati.

Possono essere riconosciuti e trattati in maniera indipendente. Sono i gruppi funzionali.

Ogni gruppo funzionale subisce reazioni caratteristiche.

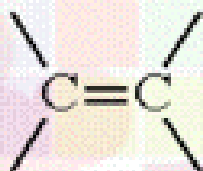
La presenza di un gruppo funzionale ci dice che la molecola subirà delle reazioni caratteristiche di quel gruppo funzionale

Gruppi Funzionali

Alcani



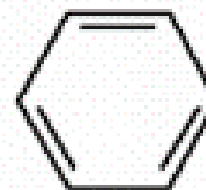
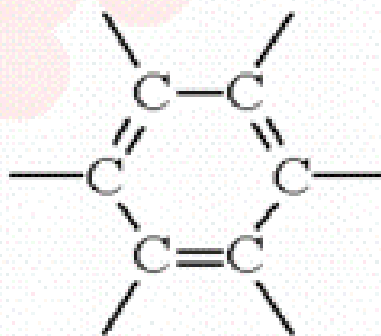
Alcheni



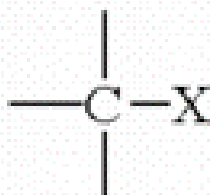
Alchini



Areni

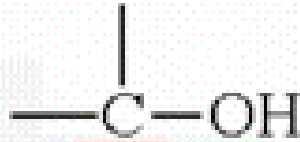


Alogenuri alchilici

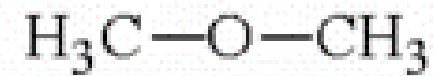
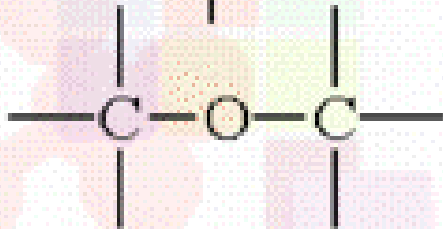


Gruppi Funzionali

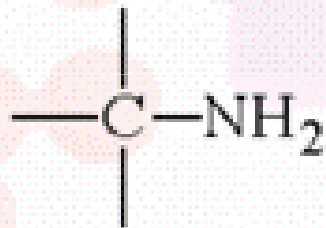
Alcoli



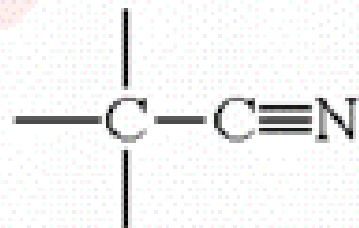
Etere



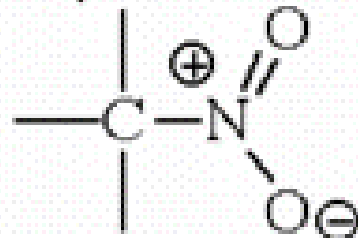
Ammino



Nitrile

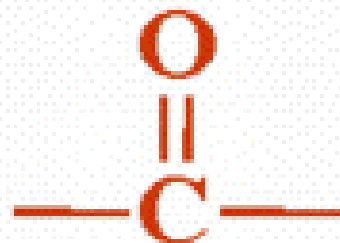


Nitro

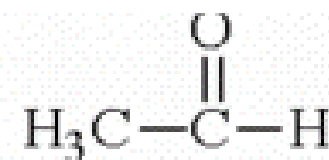
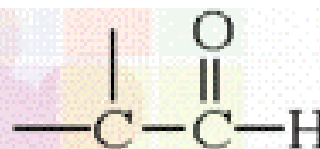


Gruppi Funzionali

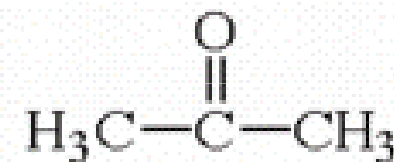
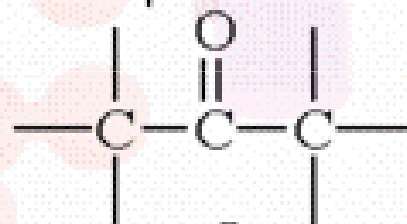
Composti carbonilici



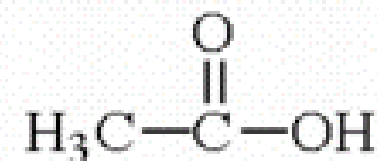
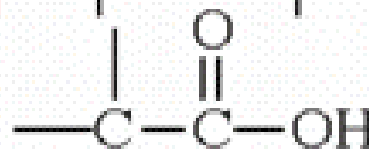
Aldeidi



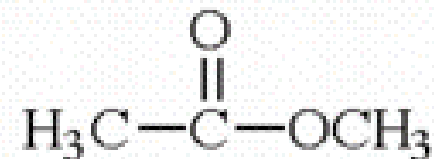
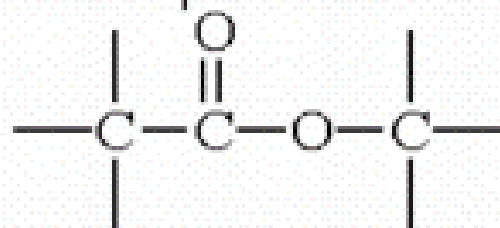
Chetoni



Acidi

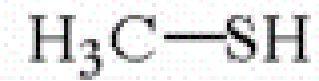
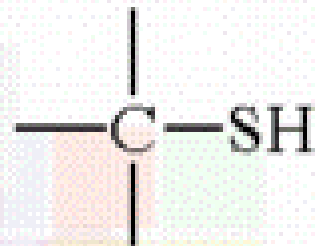


Esteri



Gruppi Funzionali

Tioli



Solfuri

