Chimica del carbonio

La chimica organica è la chimica dei composti del carbonio, che sono i “mattoni” con cui sono costruiti tutti i corpi viventi della terra. Questi composti comprendono ad esempio

- il DNA, la molecola che contiene l’informazione genetica,

- le proteine dei nostro organismo (proteine dei muscoli, della pelle, gli enzimi),

- assieme all’ossigeno dell’aria i composti del carbonio contenuti negli alimenti, forniscono l’energia indispensabile per la vita

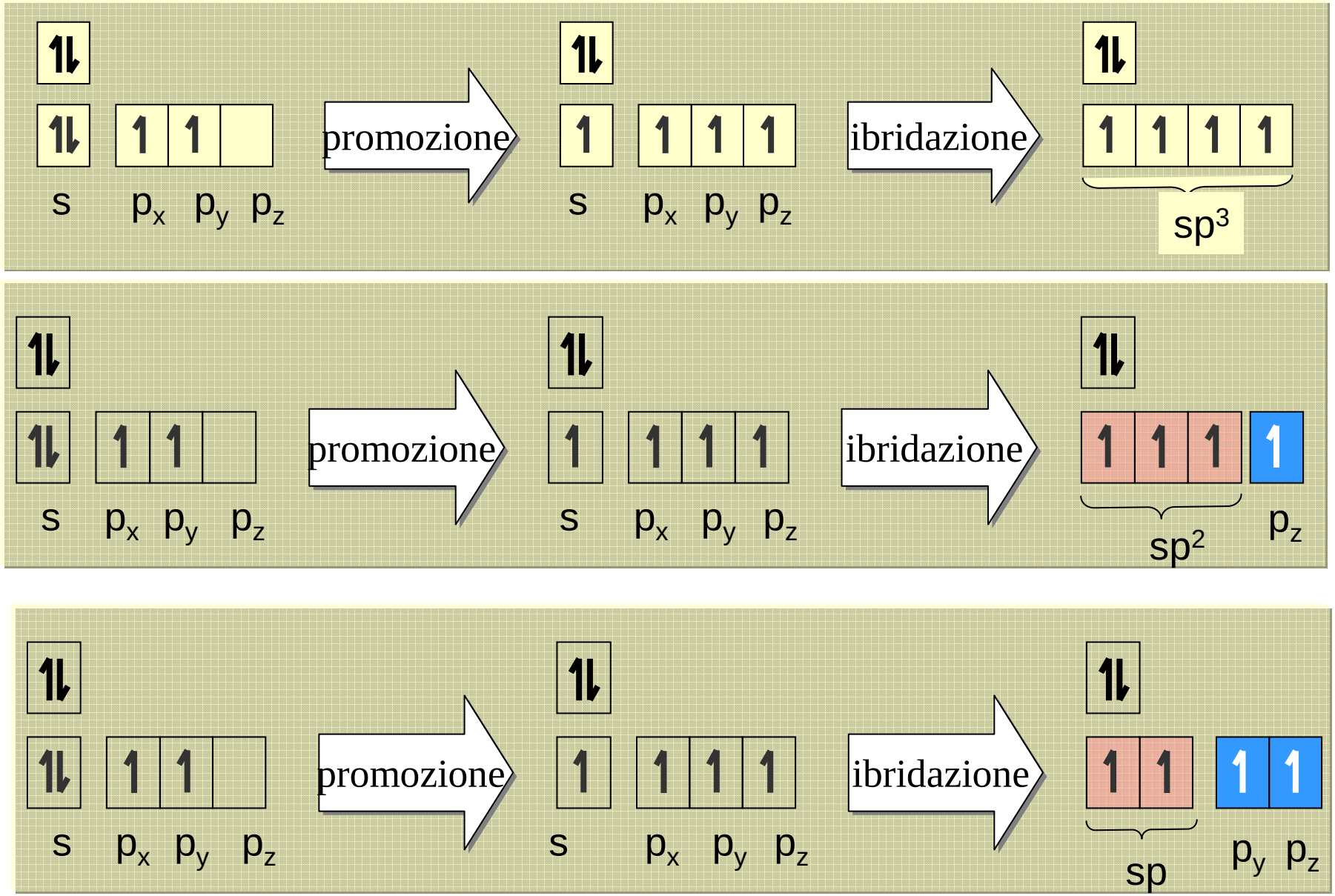
Il carbonio è un elemento

del 4° gruppo e quindi ha una configurazione

elettronica esterna*.....2s^2 2p^2*

Il suo numero di ossidazione varia da + 4 a – 4

Può essere ibridato *sp^3*, *sp^2* o *sp*


promozione
ibridazione
s
p_x p_y p_z
sp^3
promozione
ibridazione
s
p_x p_y p_z
sp^2
p_z
promozione
ibridazione
s
p_x p_y p_z
sp
p_y p_z

- Ibridazione sp^3 ⟶ se l'atomo di carbonio è legato a 4 atomi; i 4 orbitali ibridi degeneri sp^3 sono orientati verso i vertici di un tetraedro regolare con angoli di 109,5°

- Ibridazione sp^2 ⟶ se l'atomo di carbonio è legato a 3 atomi; i tre orbitali ibridi degeneri sp^2 si dispongono su un piano passante per il nucleo dell'atomo e sono orientati verso i vertici di un triangolo equilatero con angoli di 120°

- Ibridazione sp ⟶ se l'atomo di carbonio è legato a due atomi; i due orbitali ibridi degeneri sp sono disposti lungo una retta passante per il nucleo dell'atomo, a 180° l'uno dall'altro

Il carbonio può formare legami covalenti

carbonio-carbonio semplici, doppi o tripli:

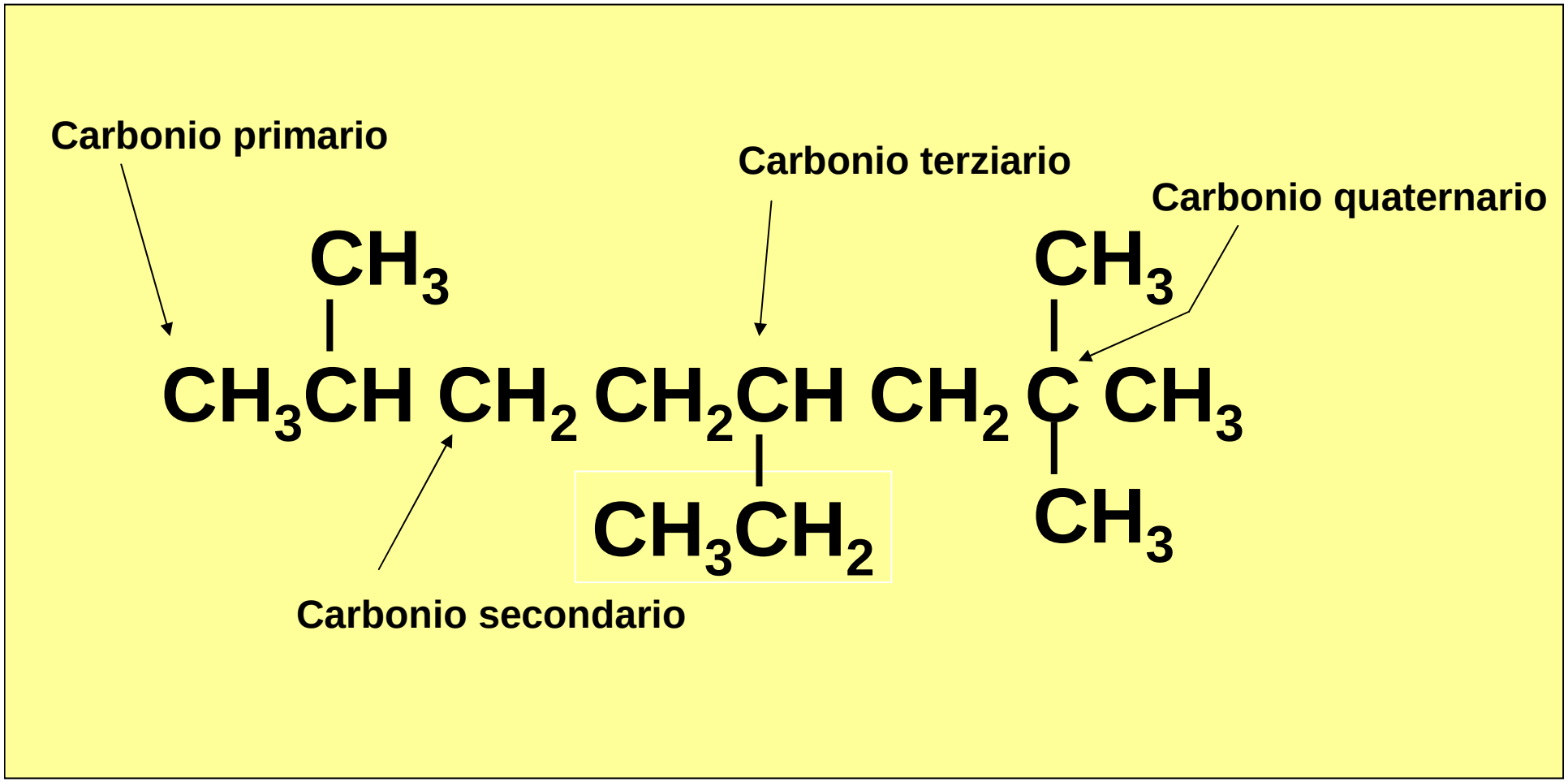
- semplici: C−C (atomi di carbonio ibridati sp^3)

- doppi: C=C (atomi di carbonio ibridati sp^2)

- tripli: C≡C (atomi di carbonio ibridati sp)

Nei composti organici gli atomi di carbonio sono sempre ibridati e formano sempre quattro legami covalenti.

I composti organici più semplici (*IDROCARBURI*) sono catene di atomi di carbonio legati fra loro da legami semplici, doppi o tripli e con tanti atomi di idrogeno quanti sono necessari per saturare le quattro valenze.


Carbonio primario
Carbonio terziario
Carbonio quaternario
CH3
CH3
CH3CH CH2 CH2CH CH2 C CH3
CH3CH2
CH3
Carbonio secondario

Idrocarburi alifatici
(sia a catena aperta che a catena chiusa)

- **alcani**
- **alcheni**
- **alchini**

Idrocarburi aromatici

- **Benzene e i suoi derivati**
- **Idrocarburi aromatici polinucleari (anelli benzenici condensati)**

Idrocarburi saturi

Alcani e cicloalcani: il carbonio ha ibridazione sp^3 con 4 legami δ

Idrocarburi insaturi

Alcheni e idrocarburi aromatici: il carbonio è legato a tre atomi e ha ibridazione sp^2 con 3 legami δ e 1 legame π

Alchini: il carbonio è legato a due atomi ed è ibridato sp con 2 legami δ e 2 legami π

Nomenclatura generale

Il prefisso indica il numero di atomi di carbonio. La desinenza indica la classe

Met →	un atomo	**Es** →	sei atomi	**-ano** (alcani)
Et →	due atomi	**Ept** →	sette atomi	**-ene** (alcheni)
Prop →	tre atomi	**Ott** →	otto atomi	**-ino** (alchino)
But →	quattro atomi	**Non** →	nove atomi	
Pent →	cinque atomi	**Dec** →	dieci atomi	

ALCANI

- **Sono idrocarburi alifatici saturi;**

- **Hanno formula generale C_nH_{2n+2} (con n= 1,2,3…..)**

- **Contengono solo legami covalenti δ**

- **Sono privi di gruppi funzionali**

Nomi di Alcani a catena lineare, $C_n H_{2n+2}$

1	Metano	CH_4
2	Etano	CH_3CH_3
3	Propano	$CH_3CH_2CH_3$
4	Butano	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
5	Pentano	$CH_3(CH_2)_3CH_3$
6	Esano	$CH_3(CH_2)_4CH_3$
7	Eptano	$CH_3(CH_2)_5CH_3$
8	Ottano	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
9	Nonano	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
10	Decano	$CH_3(CH_2)_8CH_3$
11	Undecano	$CH_3(CH_2)_9CH_3$
12	Dodecano	$CH_3(CH_2)_{10}CH_3$
13	Tridecano	$CH_3(CH_2)_{11}CH_3$
14	Tetradecano	$CH_3(CH_2)_{12}CH_3$

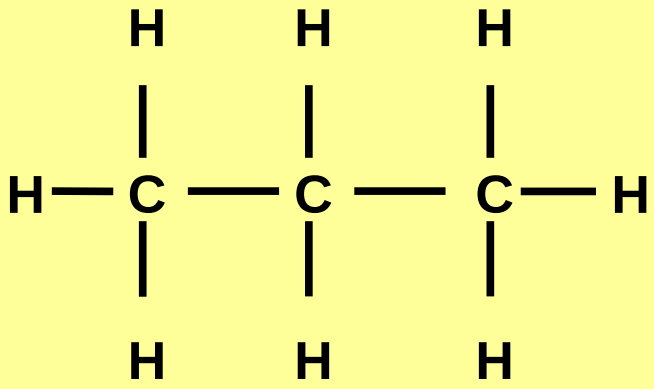
Ci sono vari modi di rappresentazione dei composti organici:

C_5H_{12}

Formula bruta

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

Formula compatta



Formula di struttura

Alcani a 4 atomi di Carbonio

C_4H_{10}

(formula bruta)

$CH_3CH_2CH_2CH_3$

$$CH_3CH(CH_3)CH_3$$

Si dicono *isomeri* due o più composti aventi la stessa formula bruta , ma diversa formula di struttura o diversa disposizione spaziale degli atomi

Isomeri di struttura (o di catena)

$CH_3CH_2CH_2CH_3$

butano

CH_3CHCH_3 (con CH_3 come ramificazione)

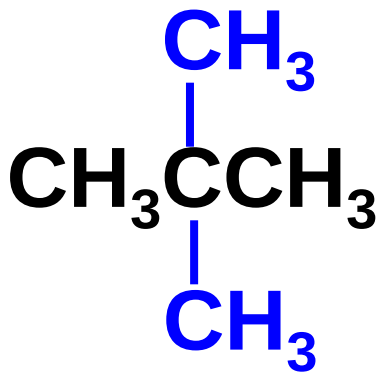
metilpropano

Alcani a 5 atomi di carbonio

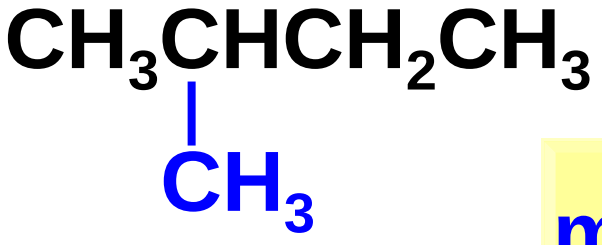
C_5H_{12}

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

pentano



dimetilpropano

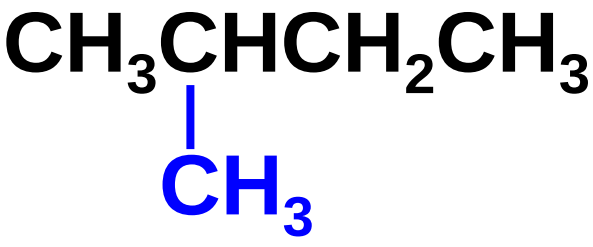


metilbutano

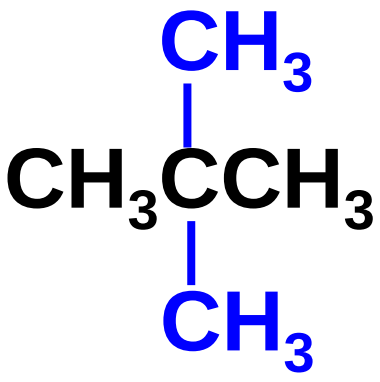
Regole di nomenclatura *IUPAC* (International Union of Pure and Applied Chemistry)

1. Identificare la catena carboniosa più lunga e darle il nome dell'alcano lineare corrispondente

2. Denominare tutti i gruppi legati alla catena più lunga come sostituenti alchilici



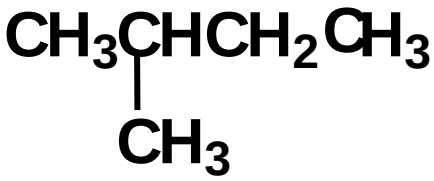
metilbutano



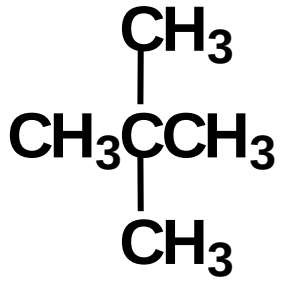
dimetilpropano

Alcani a catena ramificata

pentano



metilbutano



dimetilpropano

Regole di nomenclatura IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

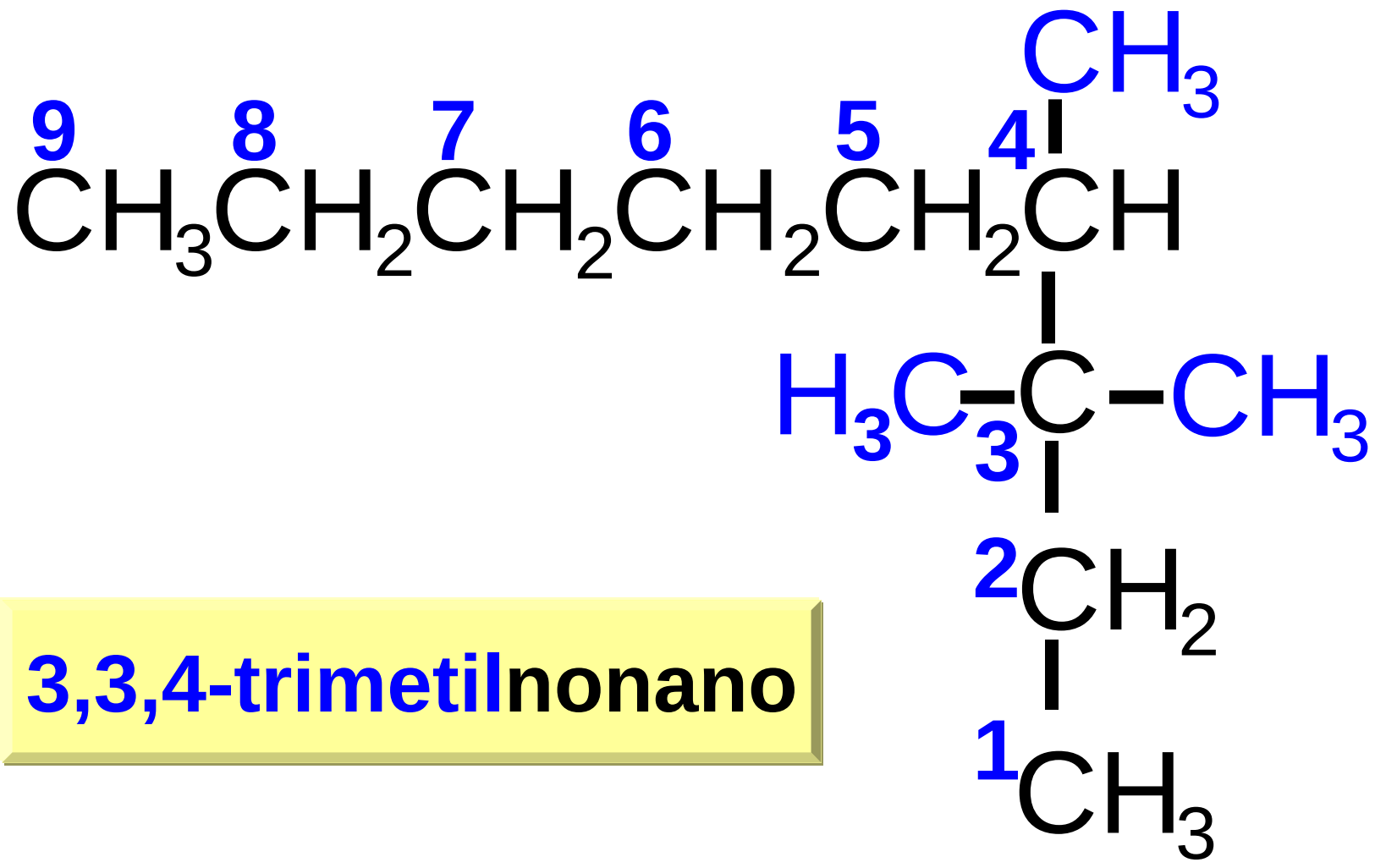
1. Identificare la catena carboniosa più lunga e darle il nome dell'alcano lineare corrispondente

2. Denominare tutti i gruppi legati alla catena più lunga come sostituenti alchilici

3. Numerare la catena lineare in modo da indicare con i numeri più piccoli i siti di ramificazione

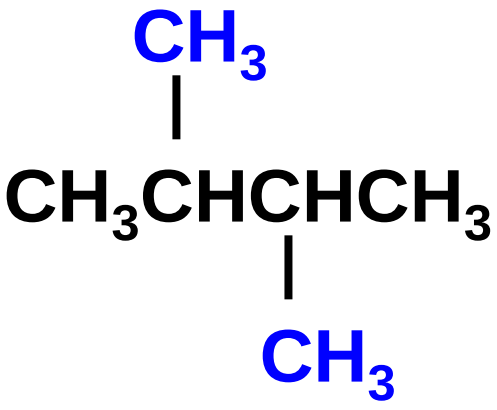
4. Specificare le posizioni della catena lineare a cui i sostituenti alchilici sono legati

La corretta numerazione dei carboni (segnata in blu) consente di usare i numeri più piccoli per indicare le posizioni dei sostituenti alchilici

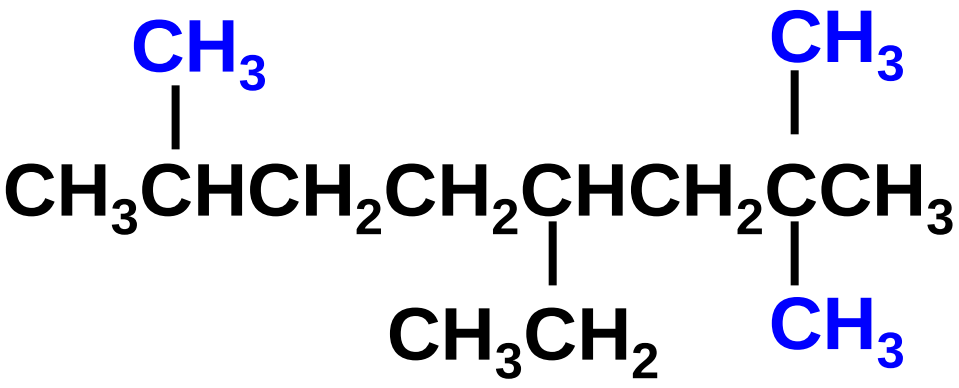


3,3,4-trimetilnonano

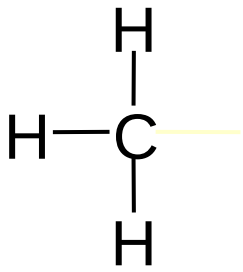
Scrivere il nome dell'alcano disponendo prima tutti i sostituenti in ordine alfabetico (ciascuno preceduto dal numero del carbonio al quale è legato) quindi aggiungere il nome della catena principale



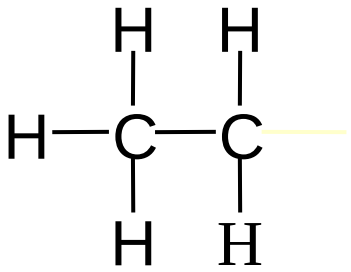
2,3-Dimetilbutano



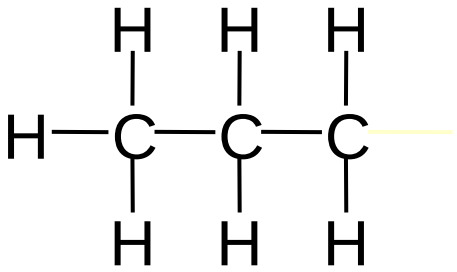
4-Etil-2,2,7-trimetilottano



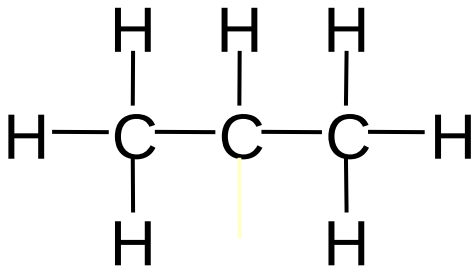
metile



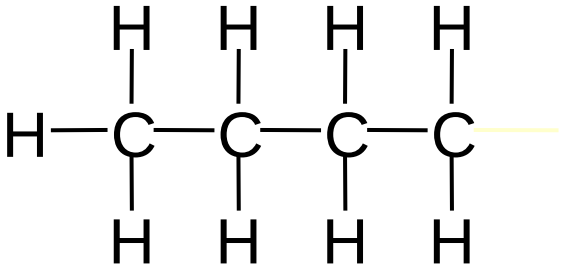
etile



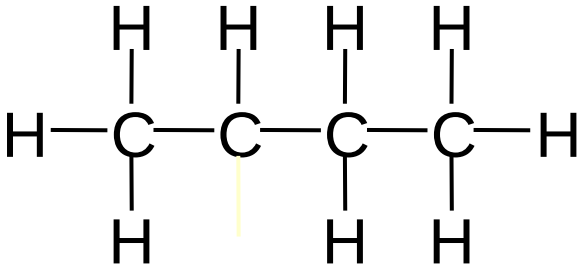
1-propile



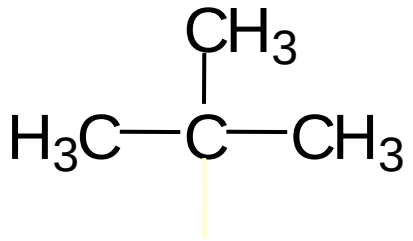
2-propile



butile



1- metilpropile



1,1-dimetiletile

La presenza di legami σ tra gli atomi di carbonio fa sì

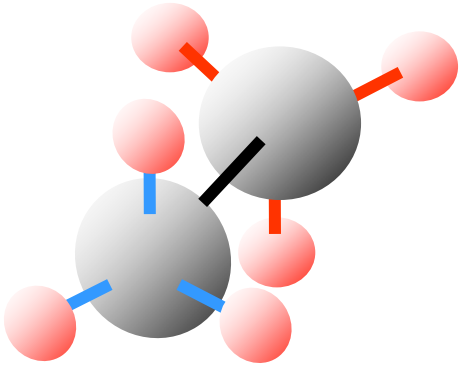
che fra di essi possa esistere una libera rotazione che porta le

molecole ad assumere varie strutture tridimensionali

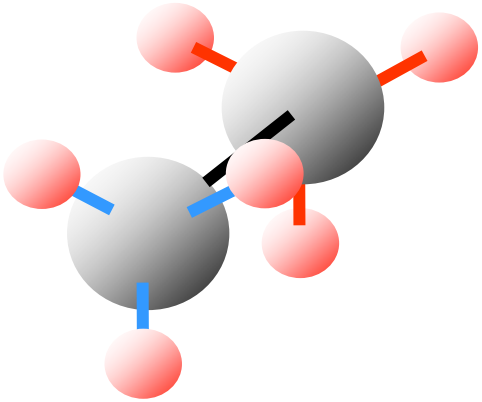
Isomeri Conformazionali

Si differenziano per l'orientamento spaziale relativo dei gruppi di atomi

Conformazioni dell'etano

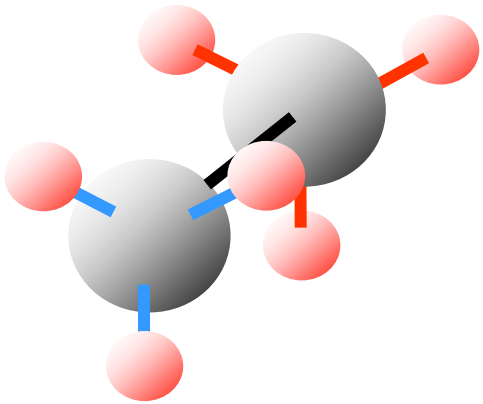


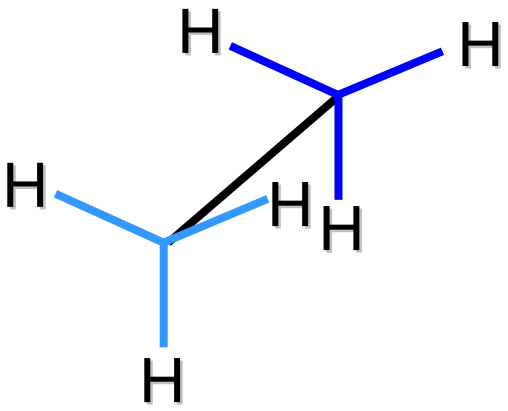
stellata

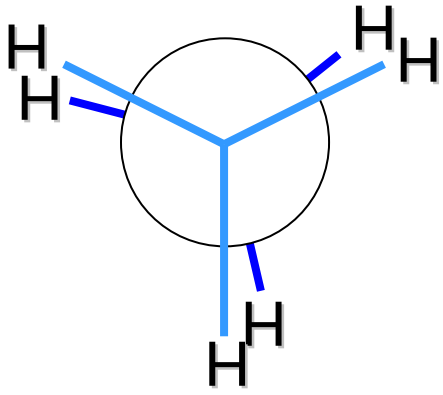


eclissata

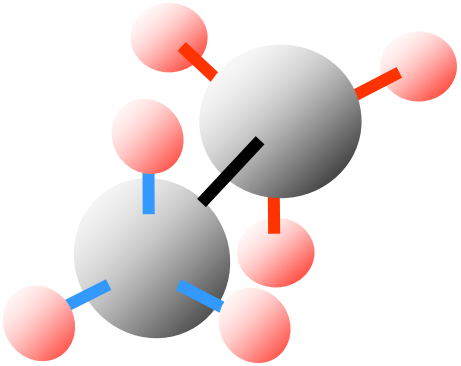
Conformazione eclissata

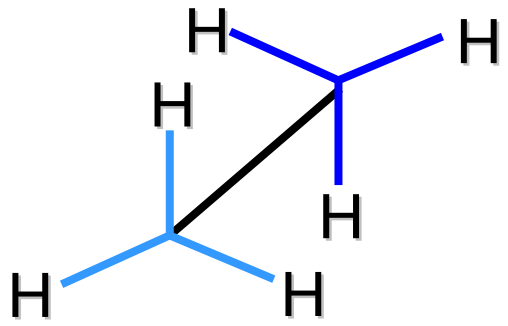


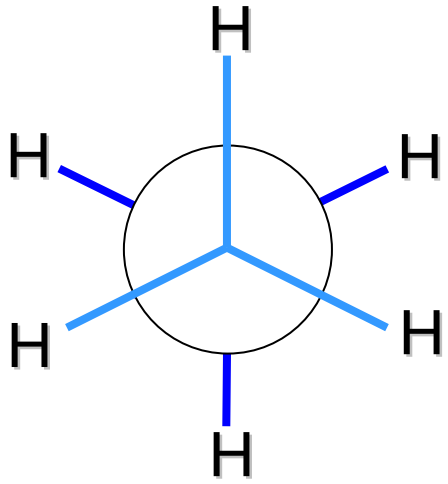




60°

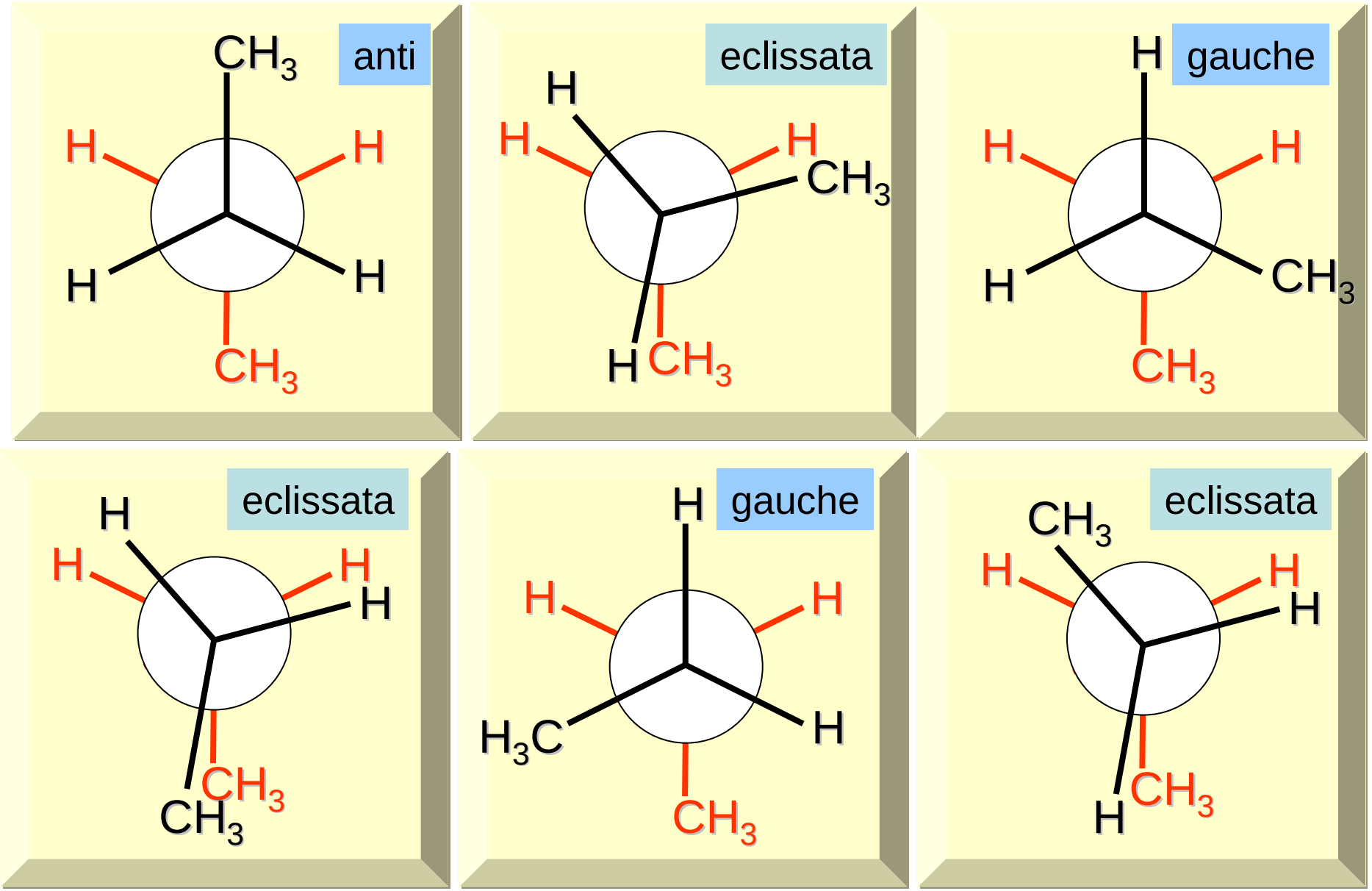




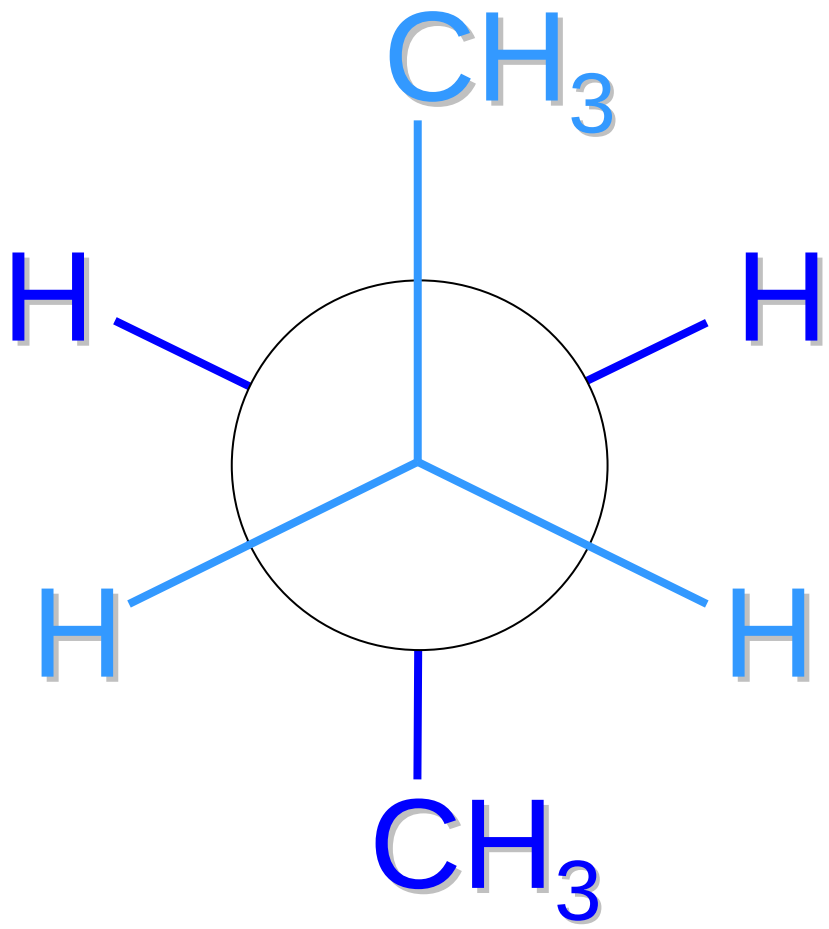


Conformazione stellata

Conformeri del butano



Il conformero anti è quello a minore energia perché presenta il minimo ingombro sterico



Stereoisomería

Gli *stereoisomeri* sono composti in cui gli atomi sono legati nello stesso ordine o sequenza, ma sono disposti in modo diverso nello spazio.

A differenza degli isomeri conformazionali, gli stereoisomeri non possono essere convertiti l'uno nell'altro senza rottura di legami chimici

Si distinguono due principali tipi di stereoisomeria:

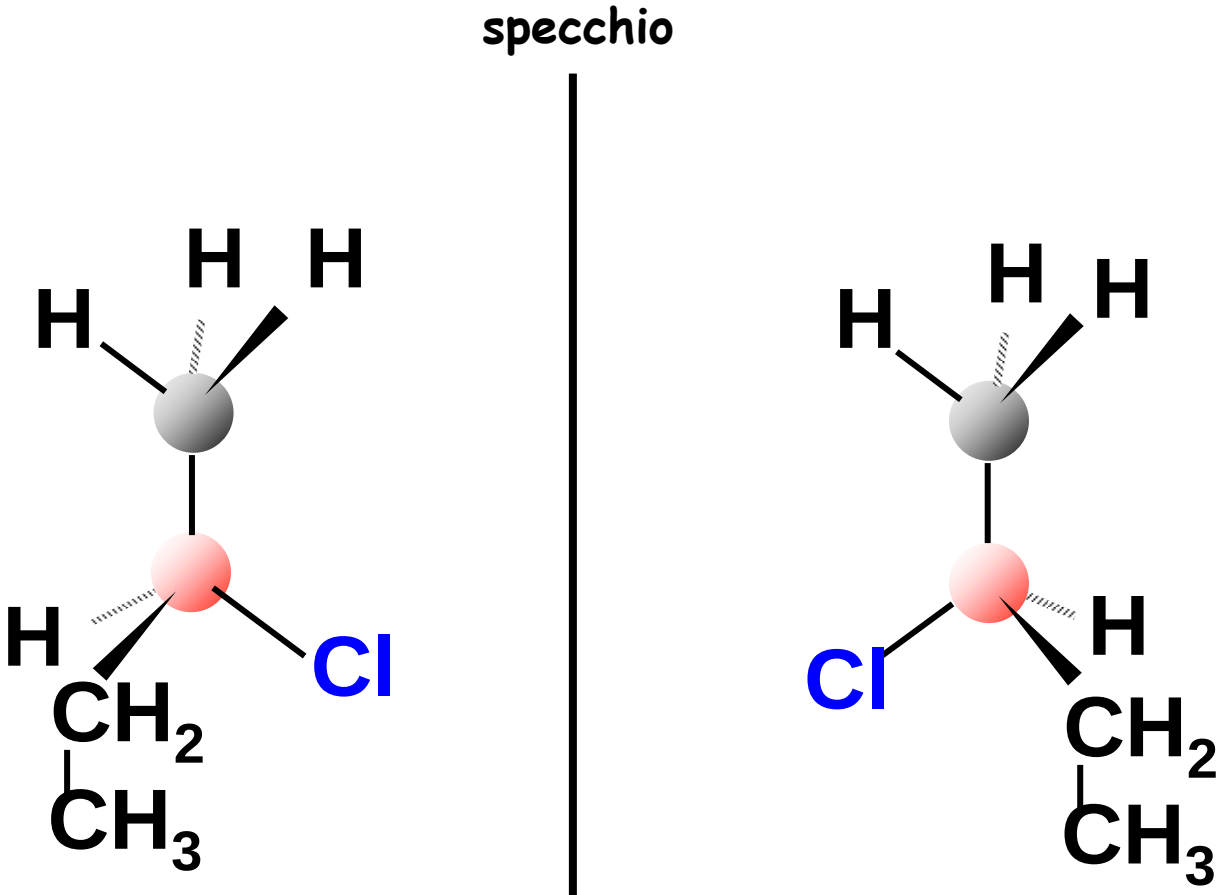
- Isomeria ottica (o enantiomeria)

- Diasteroisomeria

Enantiomeria

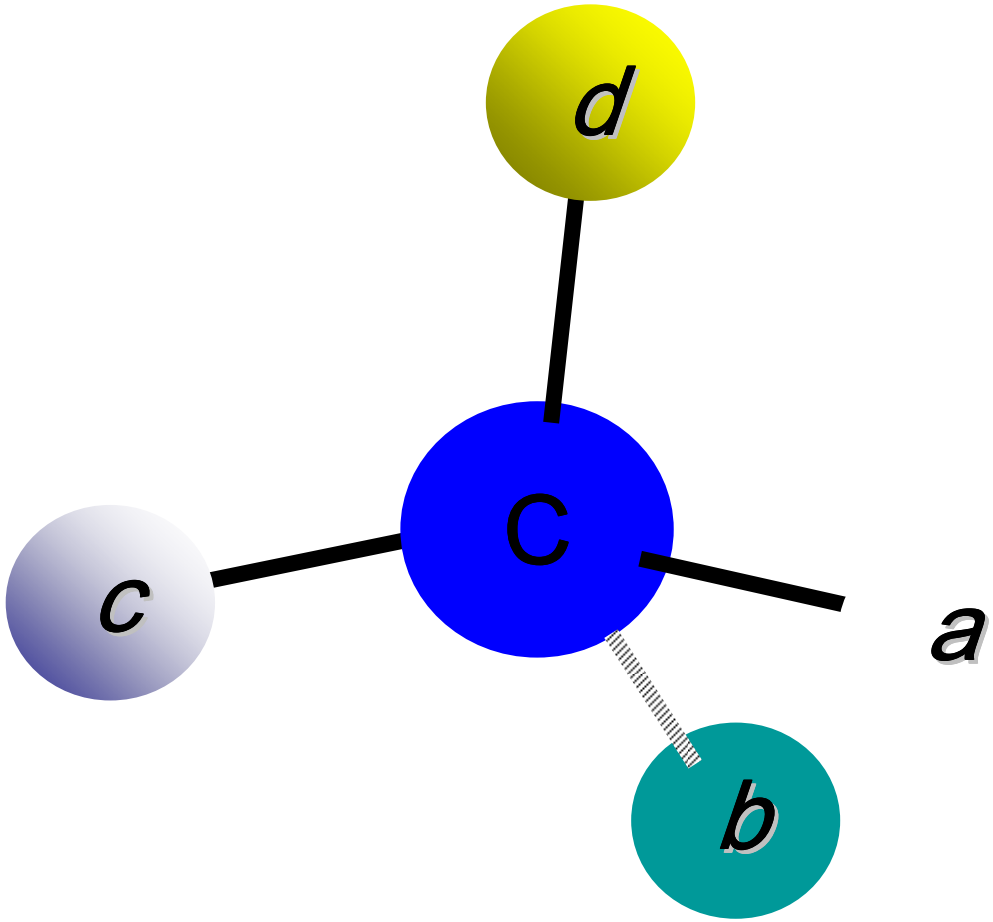
Si dicono enantiomeri (o antipodi ottici) gli stereoisomeri che sono l'uno immagine speculare dell'altro, ma non sovrapponibili.

L'esistenza degli enantiomeri è legata alla presenza nella molecola di almeno un atomo di carbonio asimmetrico



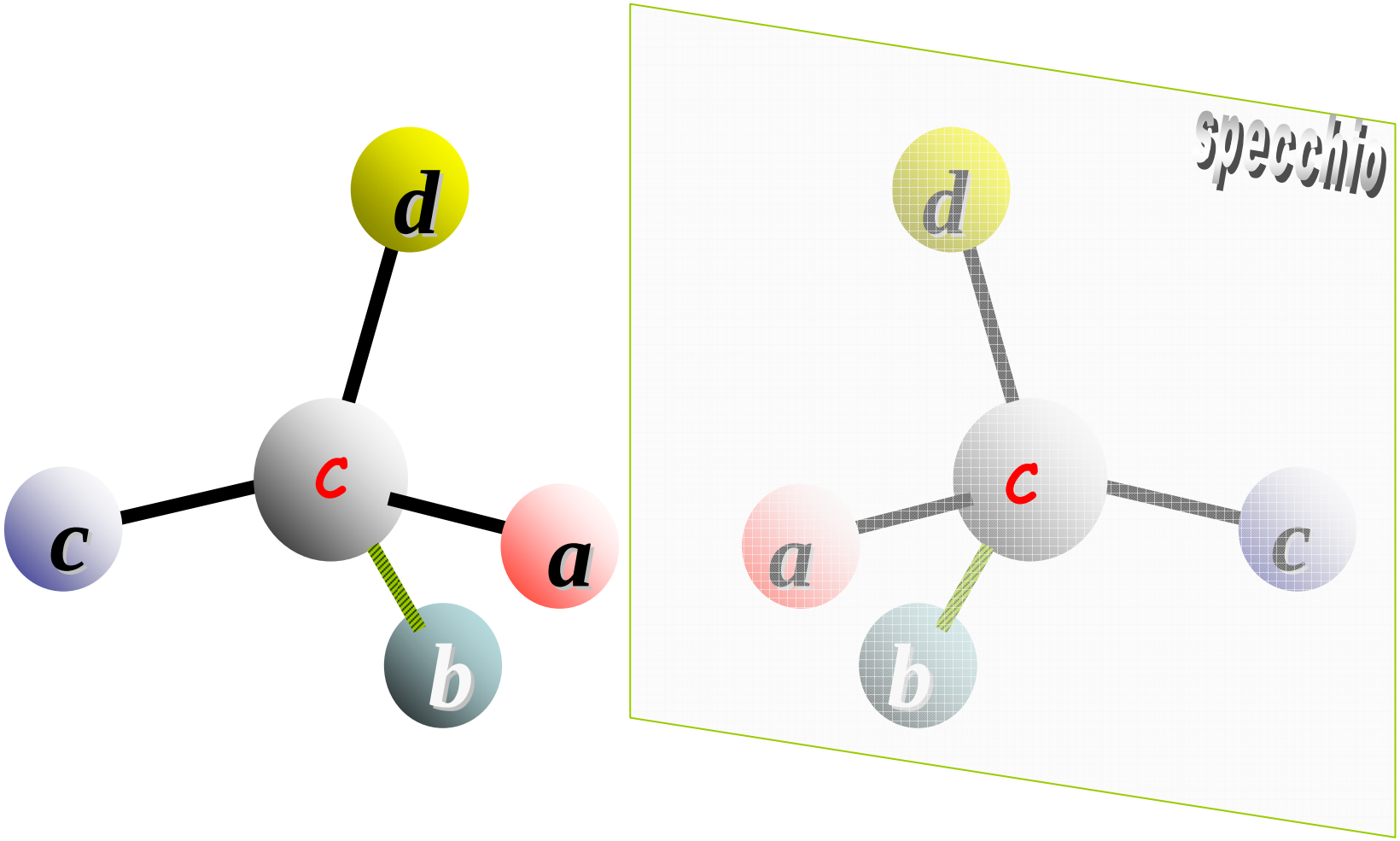
Enantiomeri o antipodi ottici

Carbonio asimmetrico



L'atomo di Carbonio centrale è ibridato sp^3 ed è legato a quattro sostituenti diversi

Esiste un'altra molecola nella quale gli stessi atomi sono legati all'atomo centrale in maniera speculare.
Le due molecole, l'una immagine speculare dell'altra, sono definite enantiomeri.



Gli enantiomeri sono

stereoisomeri configurazionali

Il carbonio asimmetrico è definito anche carbonio chirale.

Una molecola che presenta un atomo di carbonio asimmetrico si definisce chirale.

Le molecole chirali non presentano piani di simmetria

Le molecole chirali sono dotate di *attività ottica*, sono cioè in grado di ruotare il piano della luce polarizzata.

L'attività ottica delle molecole si determina con il polarimetro

Una sostanza otticamente attiva è in grado di far ruotare di un certo angolo il piano di vibrazione della luce piano-polarizzata (una forma di luce monocromatica che vibra in un unico piano) che abbia attraversato una sua soluzione. Il valore di tale angolo rappresenta il potere rotatorio della sostanza in questione.

Gli enantiomeri hanno le stesse proprietà chimico-fisiche, ad esclusione del potere rotatorio, uguale ma di segno opposto.

Un composto contenente *n* atomi di carbonio chirali può presentare un numero massimo di stereoisomeri pari a 2^n (Regola di Van't Hoff)

L’enantiomero che ruota verso destra il piano della luce polarizzata è detto *destrogiro* e si indica con il segno (+) davanti al nome del composto; quello, invece, che lo fa ruotare verso sinistra si chiama *levogiro* e si indica con il segno (-).

RACEMO: miscela equimolecolare dei due enantiomeri ed è otticamente inattiva

Diasteroisomeria

Diasteroisomeri: stereoisomeri che NON sono

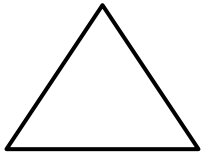
l'uno immagine speculare dell'altro

CICLOALCANI

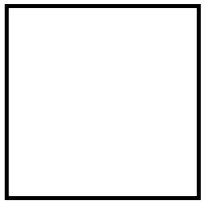
La catena carboniosa di un idrocarburo può esser aperta (lineare o ramificata) oppure chiusa a formare un anello (idrocarburi ciclici).

I più semplici idrocarburi aliciclici (alifatici ciclici) sono i *cicloalcani,* derivati formalmente dagli alcani a catena aperta per eliminazione di due atomi di idrogeno non contigui e successiva saldatura dei due atomi di carbonio a essi legati.

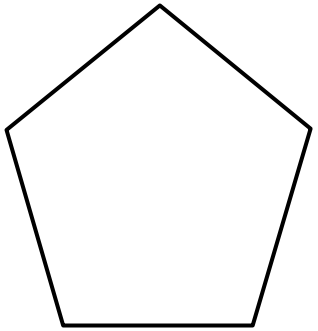
I cicloalcani hanno formula generale C_nH_{2n}, con $n \geq 3$.



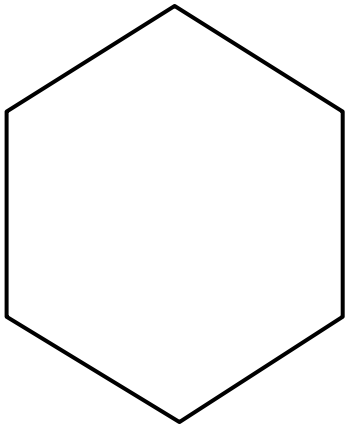
ciclopropano



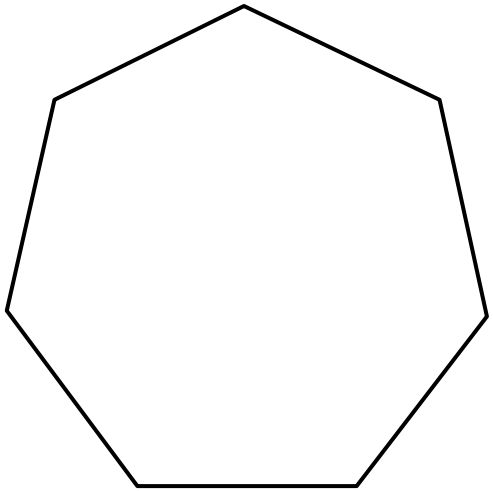
ciclobutano



ciclopentano

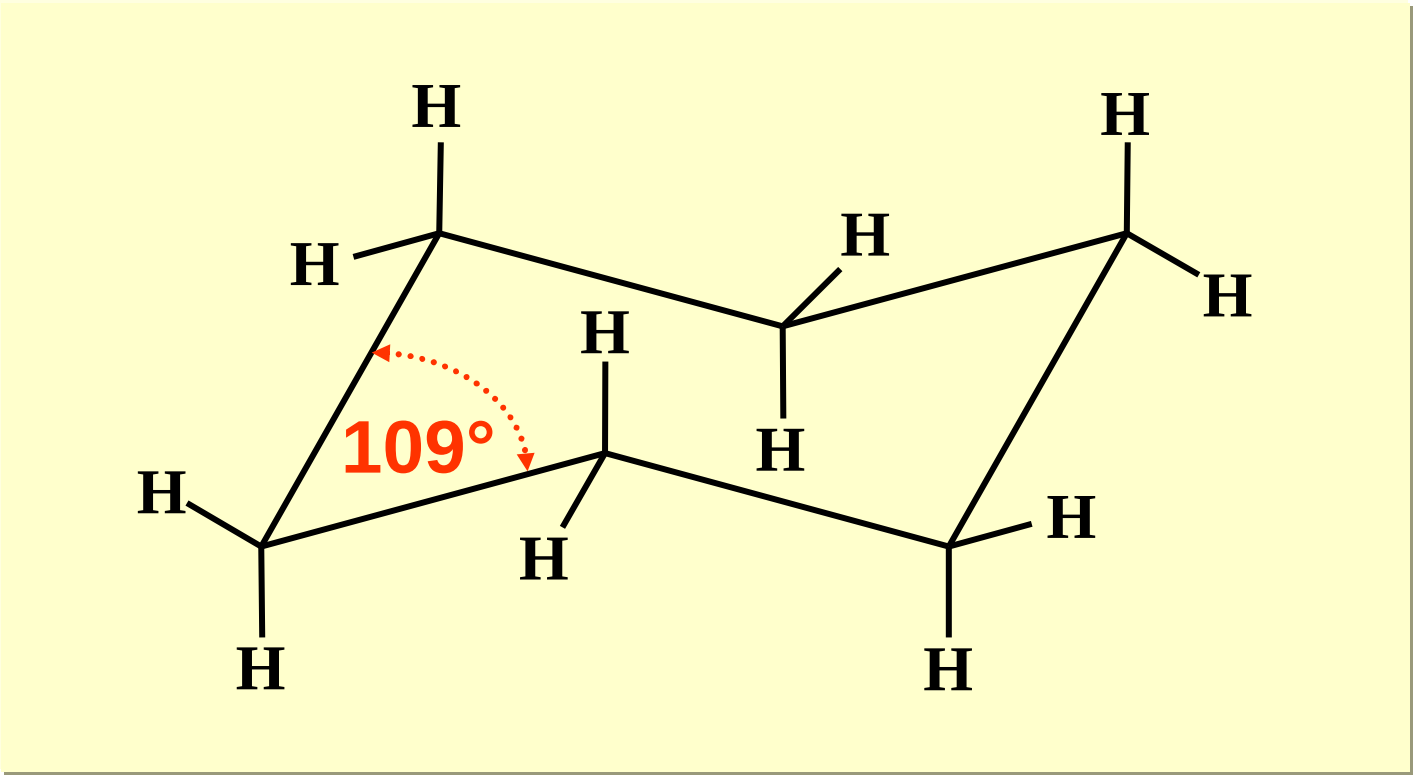


cicloesano



cicloeptano

I carboni del cicloesano hanno gli orbitali di valenza ibridati sp^3.
Ciascuno degli angoli di legame è 109°5', invece che 120°



I cicloalcani presentano:

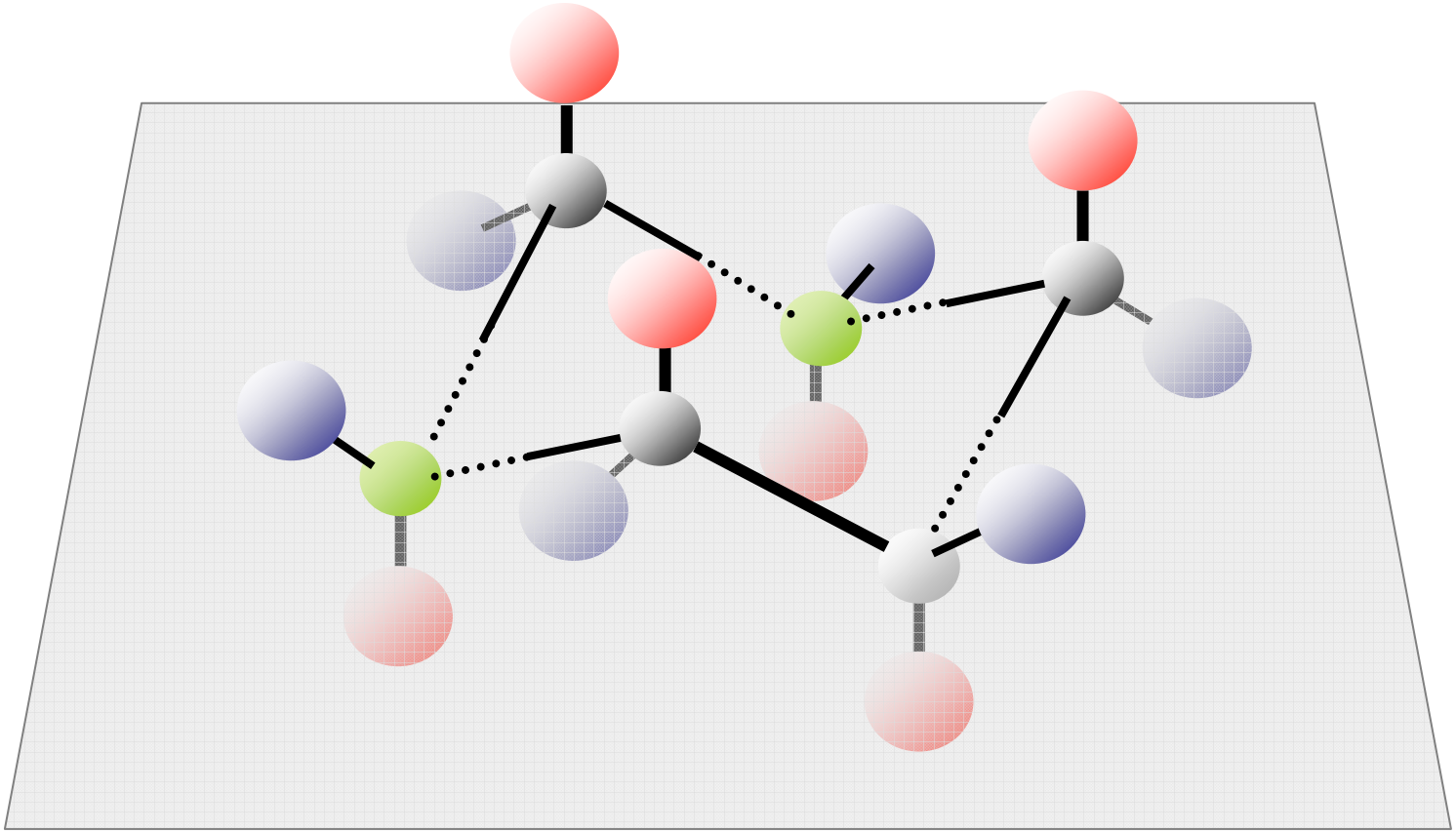
- Isomeria strutturale

- Isomeria conformazionale

- Isomeria cis-trans

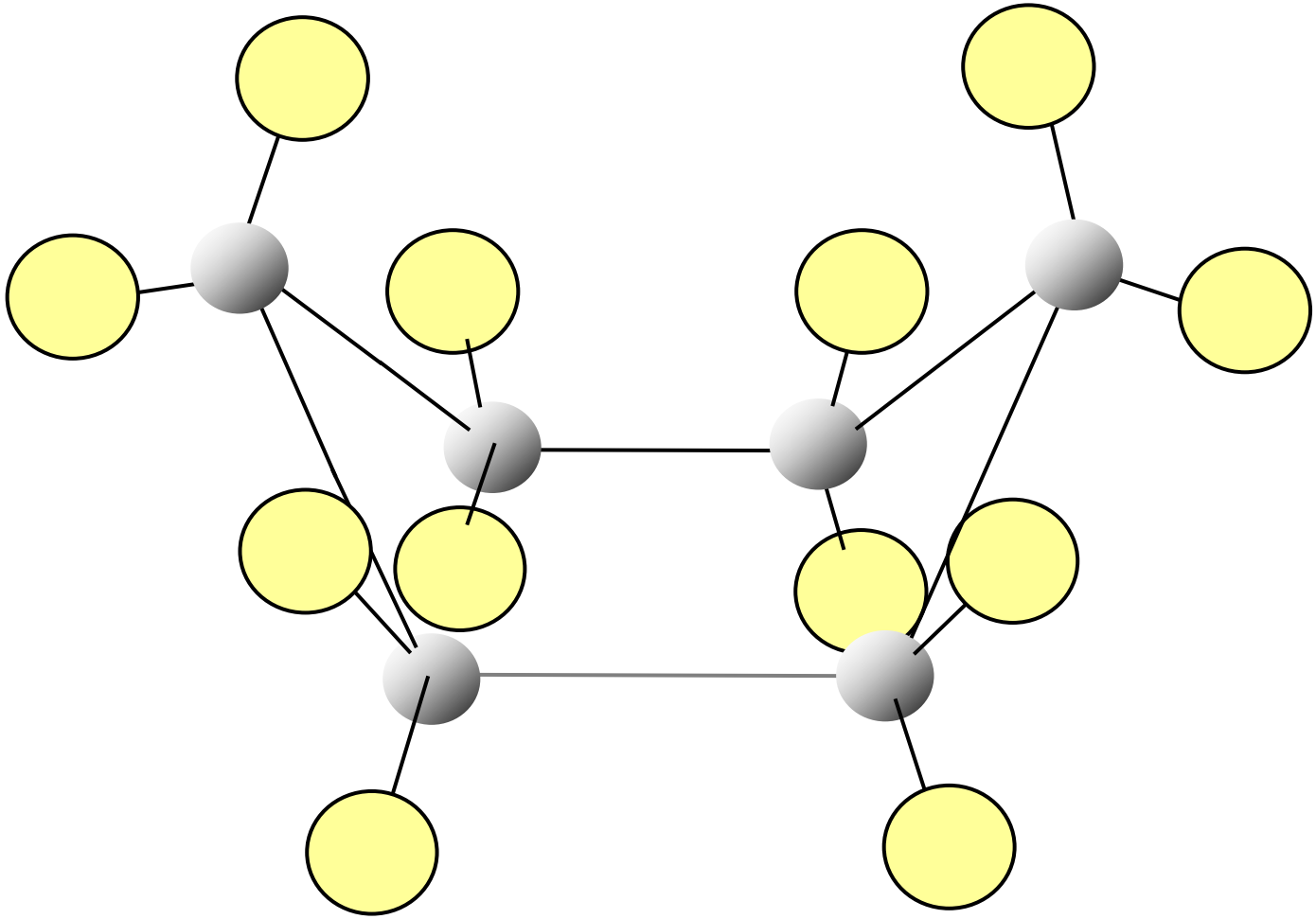
Isomeria conformazionale

Per il cicloesano si individuano 2 conformazioni:

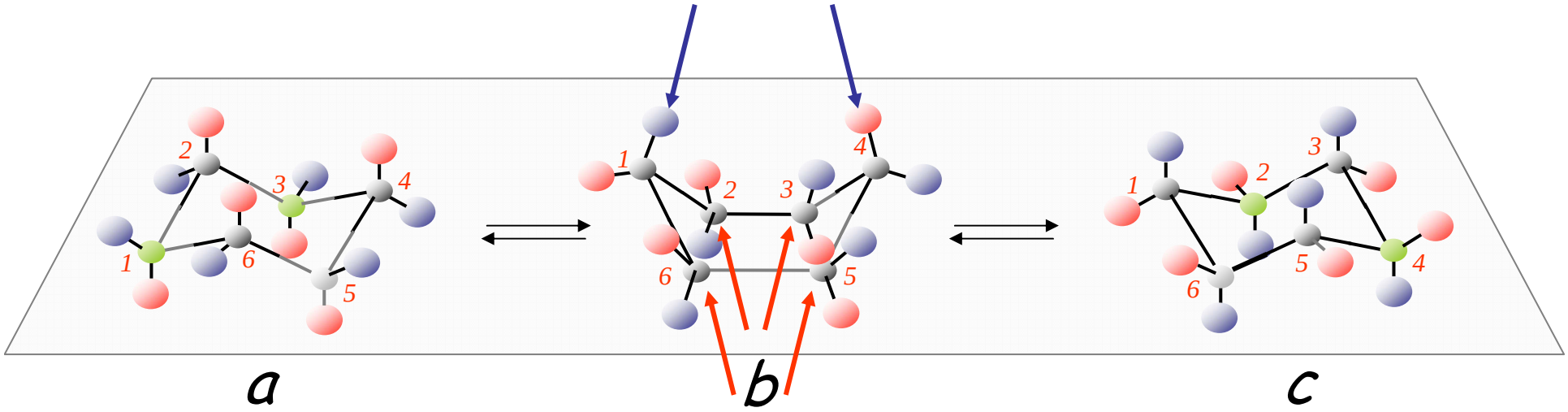


conformazione a sedia

conformazione a barca

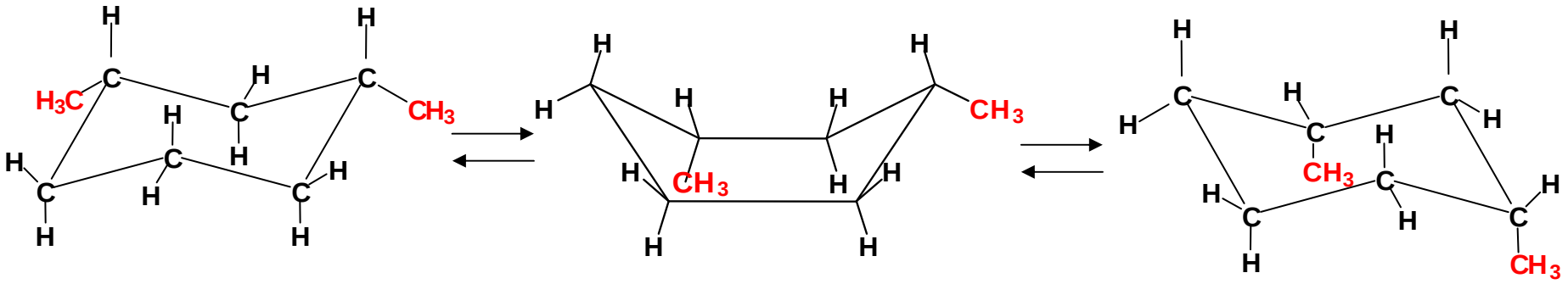


Stereoisomeria Conformazionale

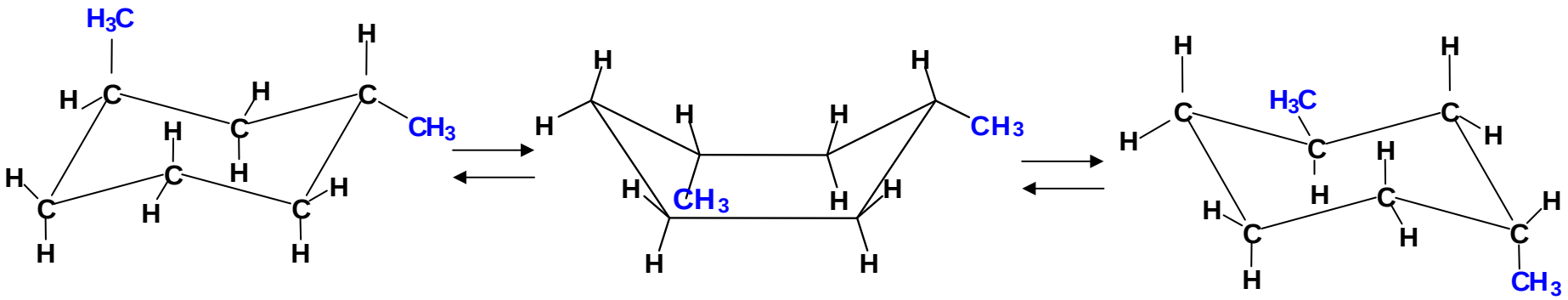


Sono sufficienti semplici rotazioni intorno ai legami C-C per passare dal **conformero *a*** al **conformero *b***, al **conformero *c***.
Il **conformero b**, a causa del maggiore ingombro sterico (frecce blu) della conformazione eclissata dei quattro atomi di carbonio posti in basso (frecce rosse) è il meno stabile

Isomeria cis-trans



1,3-dimetilcicloesano cis.



a ***b*** ***c***

1,3-dimetilcicloesano trans