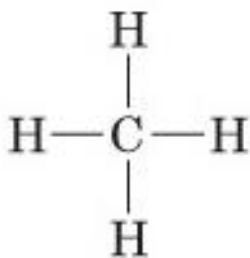
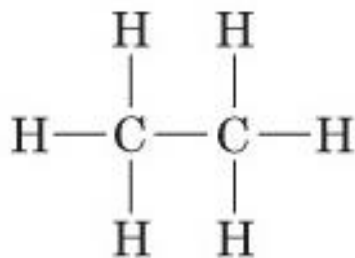


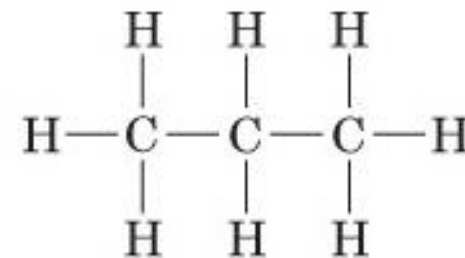
GLI ALCANI: composti organici che hanno nella loro struttura solo atomi di C o H legati tra di loro attraverso legami «sigma»



Metano, CH₄



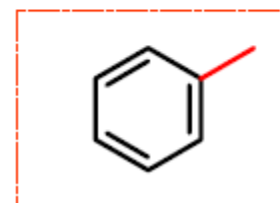
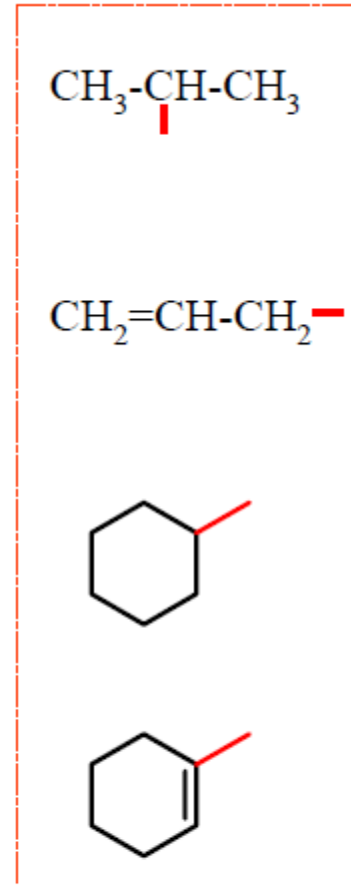
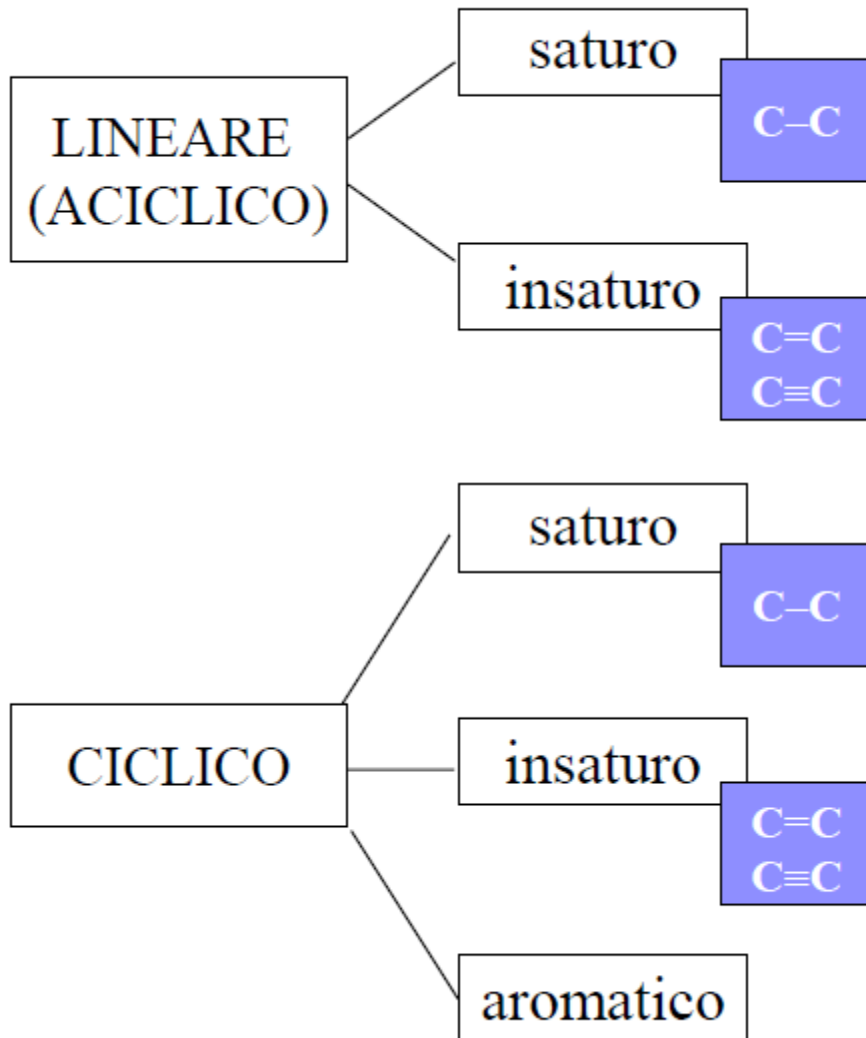
Etano, C₂H₆



Propano, C₃H₈

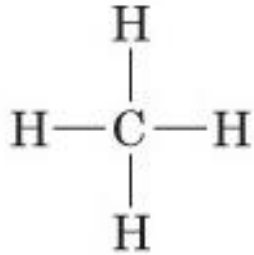
Idrocarburi: composti organici che hanno nella loro struttura solo atomo di C o H

Alifatici: deriva dal greco *aleifar* cioè unguento; questo perché molti grassi contengono lunghe catene carboniose.



A
L
I
F
A
T
I
C
I

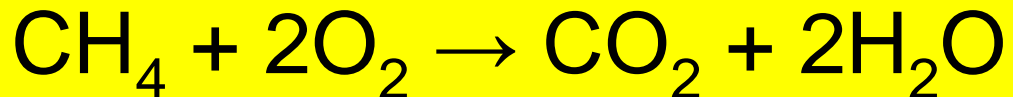
AROMATICI

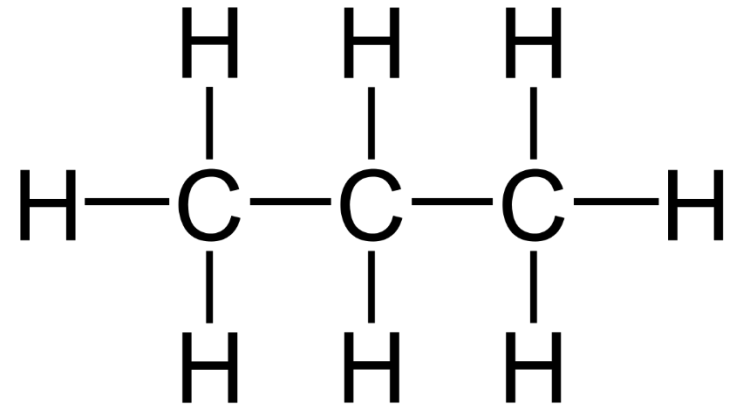


Metano, CH₄

Carburante per autotrazione. Il gas naturale è utilizzato come combustibile nel settore dei trasporti e dell'autotrazione. Ad esempio le auto a metano e i veicoli con alimentazione a gas naturale. I veicoli a gas sono muniti di bombole in cui immagazzinare ad alta pressione il gas metano allo stato gassoso compresso.

- Si trova in natura sotto forma di gas
- Viene prodotto per fermentazione anaerobica di scarti e rifiuti (biogas)



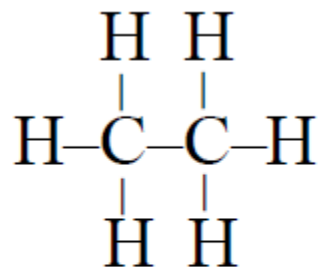


Propano



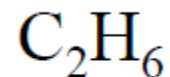
Rappresentazione e scrittura degli alcani

Formula strutturale



Etano

Formula molecolare

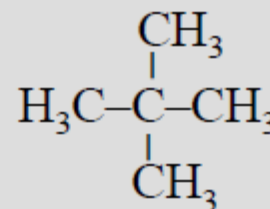
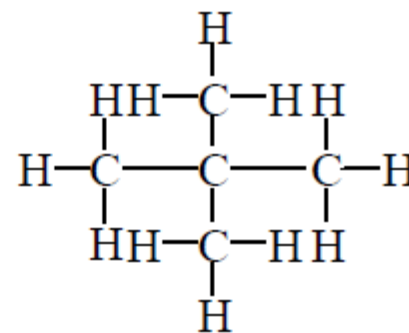
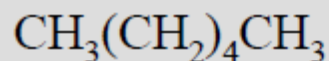
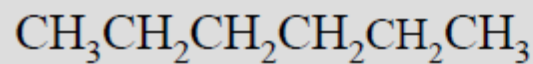
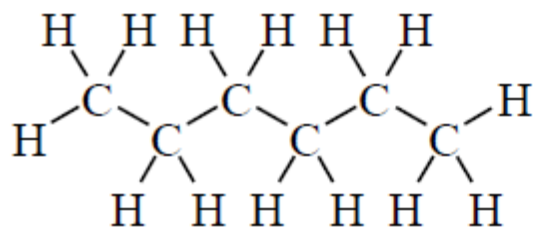


Tipi di scrittura

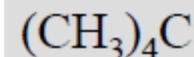
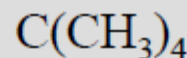
- Scrivere tutte le molecole secondo Lewis è spesso lungo e noioso.
- I chimici hanno sviluppato alcuni tipi di scritture rapide:
 - Condensata
 - Lineare
 - Poligonale

Scrittura condensata

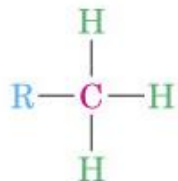
- Sono possibili vari gradi di condensazione
 - Esempi: Alcani lineari e alcani ramificati



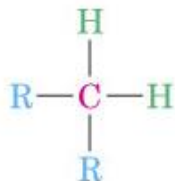
Alcuni legami vengono mantenuti



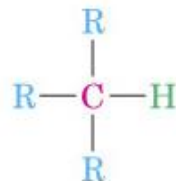
Classificazione dei carboni ed idrogeni



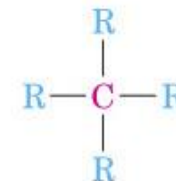
Il carbonio *primario* (1°) è legato ad un altro atomo di carbonio



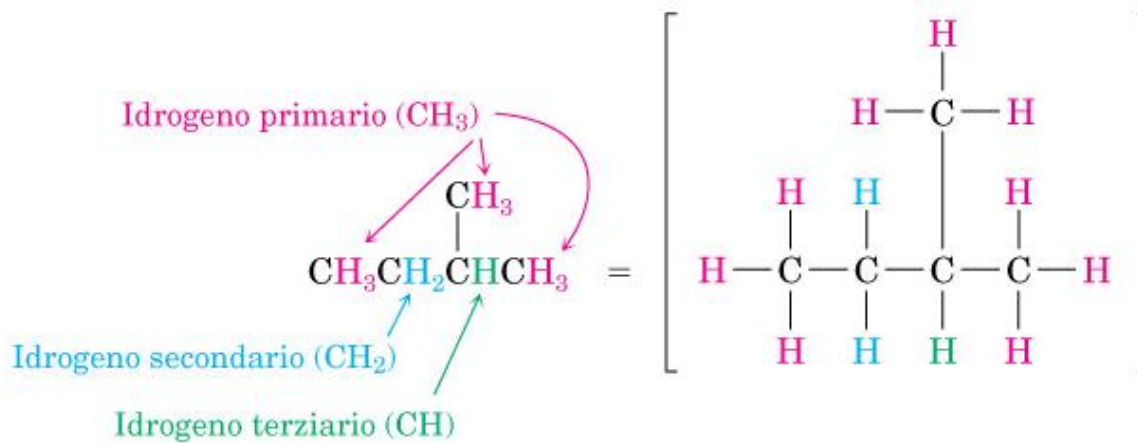
Il carbonio *secondario* (2°) è legato ad altri due atomi di carbonio



Il carbonio *terziario* (3°) è legato ad altri tre atomi di carbonio

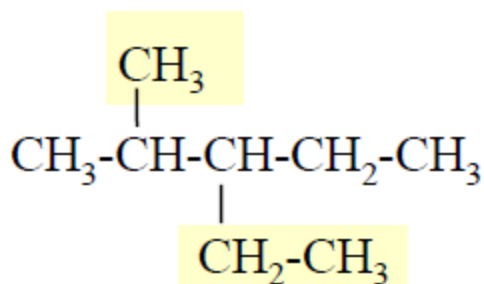


Il carbonio *quaternario* (4°) è legato ad altri quattro atomi di carbonio

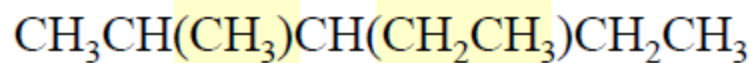


Scrittura condensata

- Anche strutture complesse possono essere scritte su una sola riga, usando le parentesi per racchiudere un gruppo.

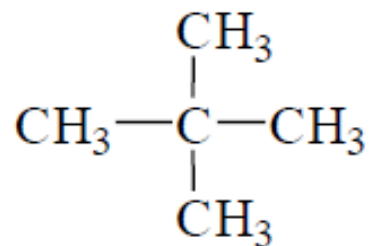
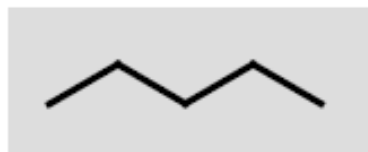
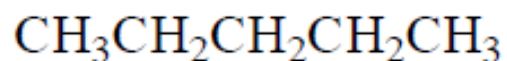


Alcano
ramificato



Scrittura a scheletro

- Minima informazione ma non ambigua
- I carboni non sono mostrati, si assume che siano all'intersezione di due o più linee e al termine di ogni linea
- Gli idrogeni non sono mostrati
- Tutti gli atomi diversi da C e H sono mostrati



Isomeria costituzionale o strutturale

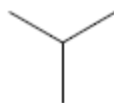
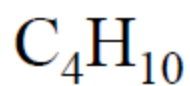
- Isomeri costituzionali sono molecole che hanno lo stesso tipo e numero di atomi (stessa formula) ma legati tra loro in modo diverso.
- Non possono interconvertirsi se non rompendo e riformando legami
- Tutte le proprietà fisiche degli isomeri costituzionali sono differenti:
 - punti di fusione, punti di ebollizione, densità, solubilità, etc.

Isomeria costituzionale

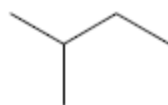
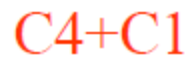
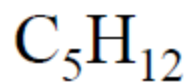
Formula Molecolare	Isomeri Costituzionali
CH_4	1
C_5H_{12}	3
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	4 347
$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	4 111 846 763

Come trovare gli
isomeri costituzionali

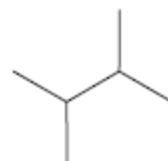
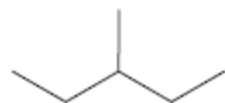
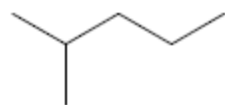
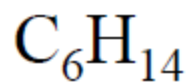
Esempi



2 isomeri



3 isomeri



5 isomeri

Nomenclatura IUPAC

- È un sistema nel quale ogni composto ha un suo nome.
- Seguendo le regole, chiunque assegna a un dato composto il medesimo nome.
- Viceversa, dato il nome di un composto, ognuno è in grado di disegnare il composto.

STRUTTURA



NOME

Nomenclatura degli alcani lineari

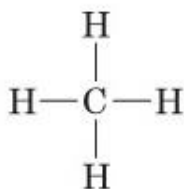
prefisso + infisso + suffisso

a) numero di carboni (but-, pent- ecc.)

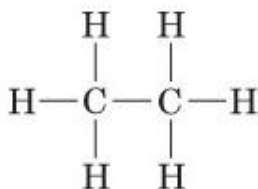
b) No presenza di doppi o tripli legami (an-,)

c) classe chimica e desinenza relativa (-o,)

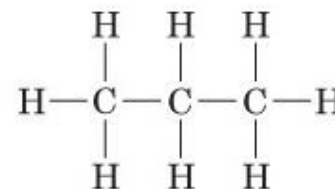
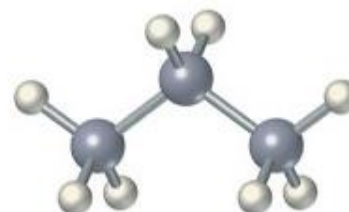
Costruzione del nome



Met-an-o



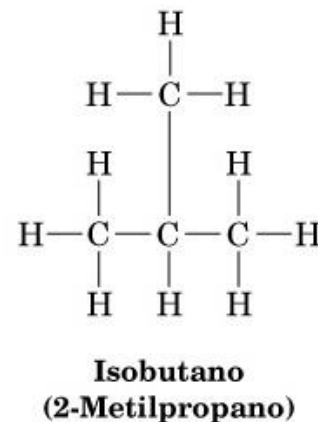
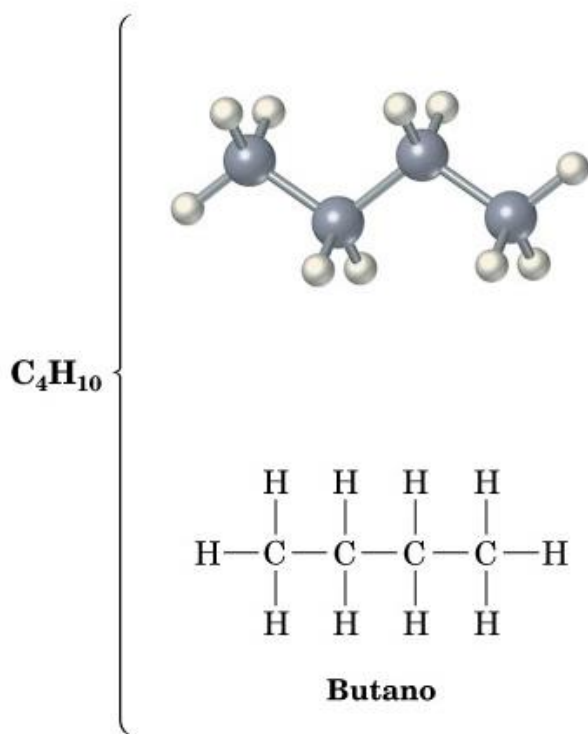
Et-an-o



Prop-an-o

CH ₄	C1	metano	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	C7	eptano	<i>n</i> -C ₁₃ H ₂₈	C13	tridecano
CH ₃ CH ₃	C2	etano	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	C8	ottano	<i>n</i> -C ₁₄ H ₃₀	C14	tetradecano
CH ₃ CH ₂ CH ₃	C3	propano	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	C9	nonano	<i>n</i> -C ₂₀ H ₄₂	C20	icosano
CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	C4	butano	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	C10	decano	<i>n</i> -C ₃₀ H ₆₂	C30	triacontano
CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	C5	pentano	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃	C11	undecano	<i>n</i> -C ₄₀ H ₈₂	C40	tetracontano
CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	C6	esano	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃	C12	dodecano			etc.

I nomi IUPAC devono rappresentare un'unica possibile struttura chimica e distinguere tra **isomeri**



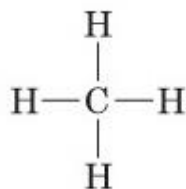
Alcano lineare

Alcano ramificato

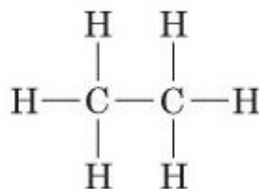
Alcani ramificati

R = Sostituente alchilico

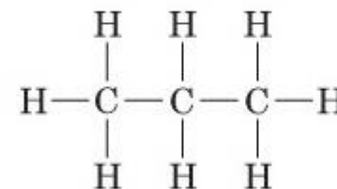
alcano



Metano, CH₄

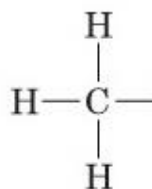


Etano, C₂H₆

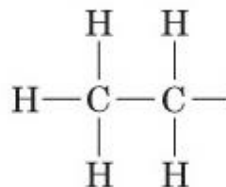


Propano, C₃H₈

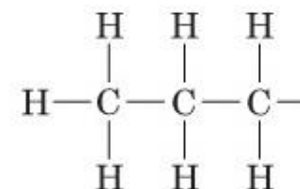
Sostituente
alchilico



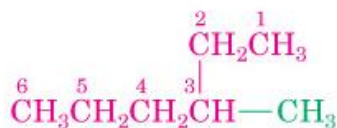
Metile



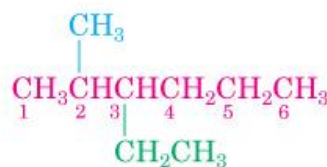
Etile



Propile



3-Metilesano



3-Etil-2-metilesano


Alcani ramificati

R = Sostituenti alchilici e sostituenti alchilici ramificati

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
propano

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

$\text{CH}_3\overset{|}{\text{C}}\text{HCH}_3$
isopropile
i-propile



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


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

$\text{CH}_3\overset{|}{\text{C}}\text{HCH}_2\text{CH}_3$
sec-butile

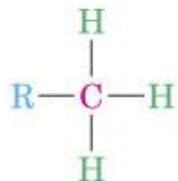
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$
isobutano

$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$
isobutile
i-butile

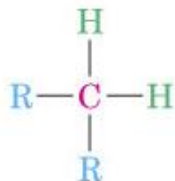
$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_3$
tert-butile



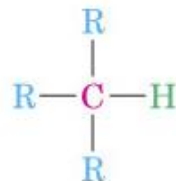
Classificazione dei carboni ed idrogeni



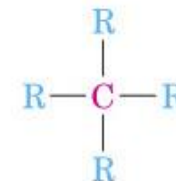
Il carbonio *primario* (1°) è legato ad un altro atomo di carbonio



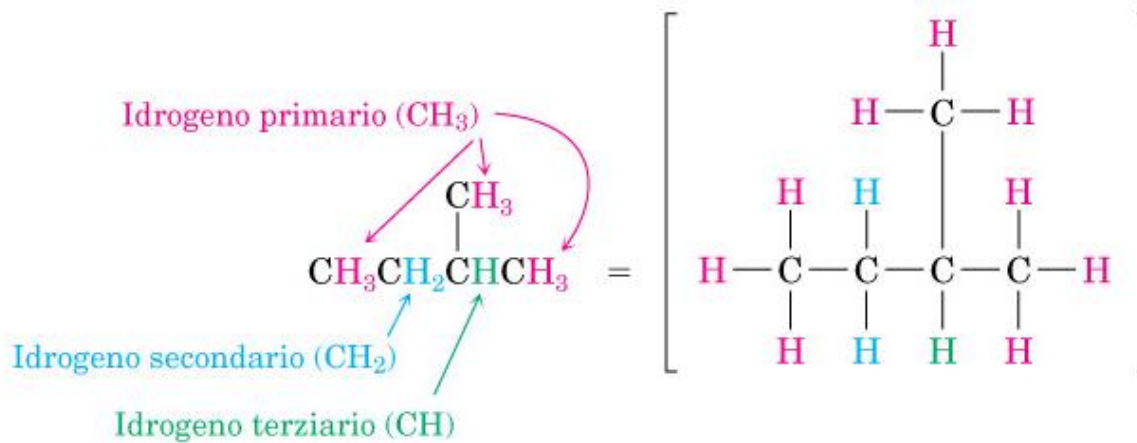
Il carbonio *secondario* (2°) è legato ad altri due atomi di carbonio



Il carbonio *terziario* (3°) è legato ad altri tre atomi di carbonio



Il carbonio *quaternario* (4°) è legato ad altri quattro atomi di carbonio



NOMENCLATURA degli ALCANI

Costruzione del nome

prefisso + infisso + suffisso

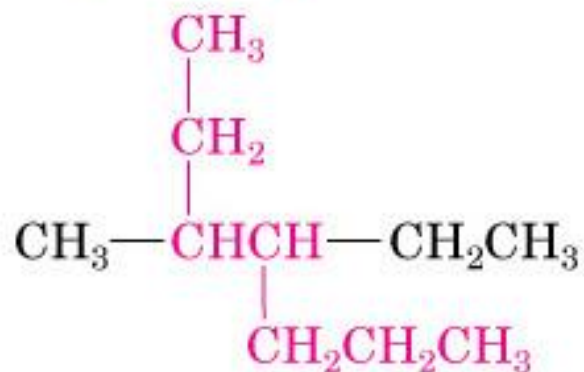
Identificazione catena principale negli alcani

a) deve contenere il numero massimo di carboni

b) deve contenere il numero massimo di sostituenti

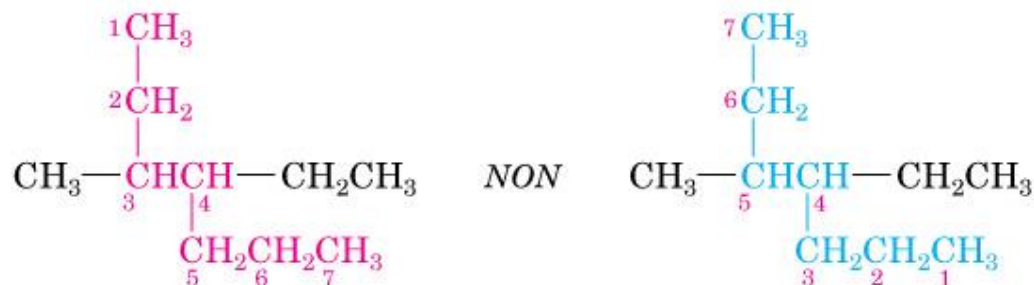


Denominato come un **esano** sostituito



Denominato come un **eptano** sostituito

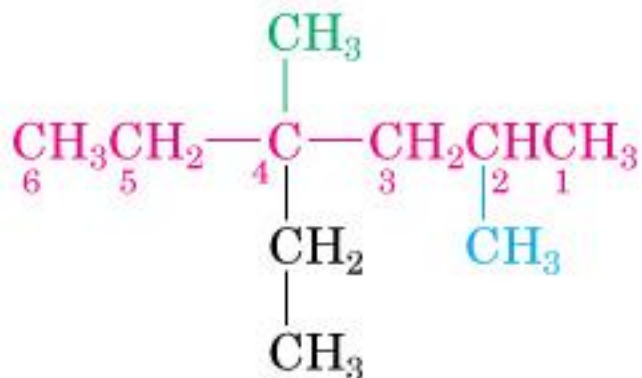
4-etil-3-metileptano



3-etil-4,7-dimetilnonano

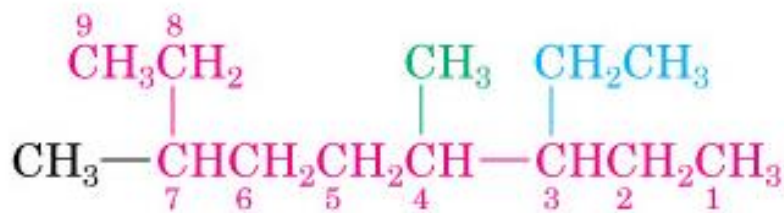
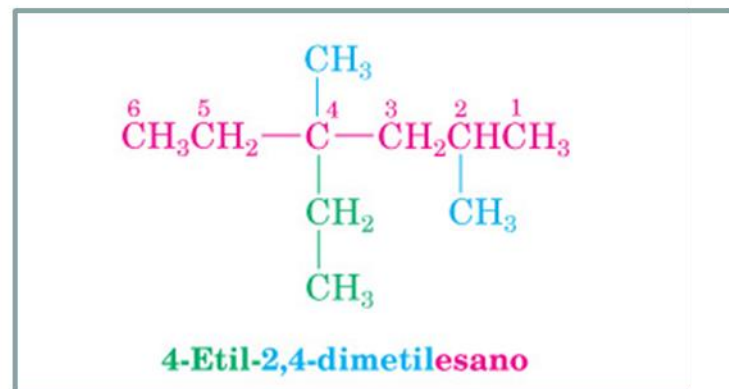
Numerazione catena principale negli alcani

- si attribuisce il numero più basso al sostituito incontrato per primo
- se non è discriminante si opera la scelta in funzione dell'ordine alfabetico



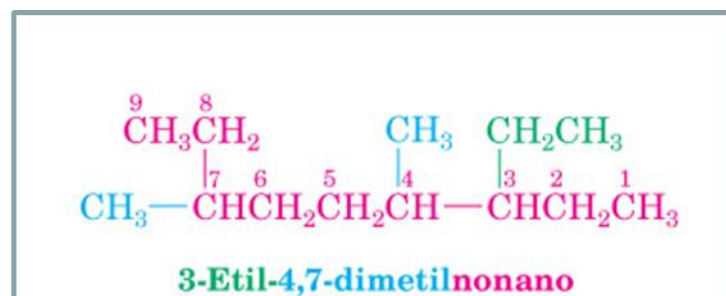
Denominato come un esano

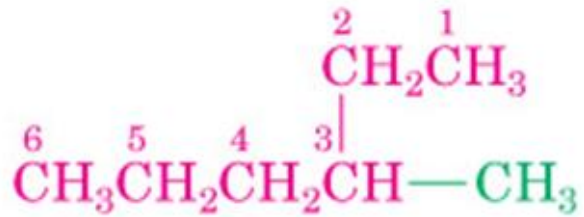
Sostituenti: Su C2, CH₃ (2-metil)
 Su C4, CH₃ (4-metil)
 Su C4, CH₂CH₃ (4-etil)



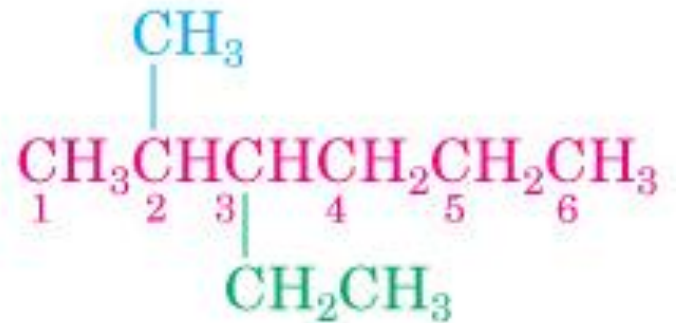
Denominato come un nonano

Sostituenti: Su C3, CH₂CH₃ (3-etil)
 Su C4, CH₃ (4-meti
 Su C7, CH₃ (7-meti





3-Metilesano

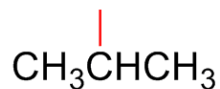


3-Etil-2-metilesano



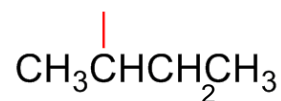
2,6-Dimetilottano

Sostituenti alchilici ramificati complessi

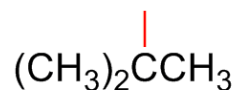


isopropile

i-propile



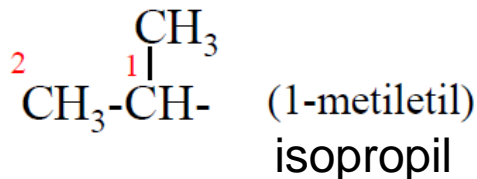
sec-butile



tert-butile

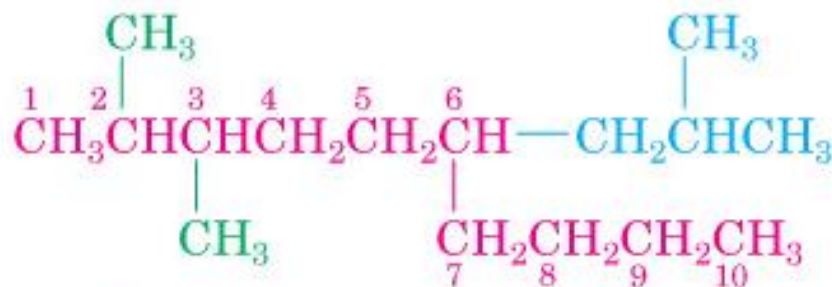
Sostituenti complessi

1. Assegnare il numero 1 al carbonio del sostituente legato alla catena principale.
2. Numerare la catena di atomi di carbonio verso l'esterno prendendo la catena più lunga. Dare il nome alla catena alchilica con suffisso **-ile**
3. (Se c'è un doppio legame alchile diventa alchenile)
4. Aggiungere i sostituenti con i loro numeri.

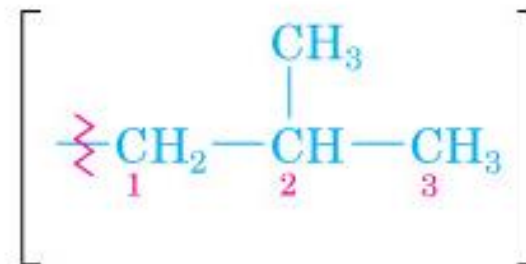


I gruppi complessi sono posti in parentesi.

Sostituenti alchilici ramificati complessi

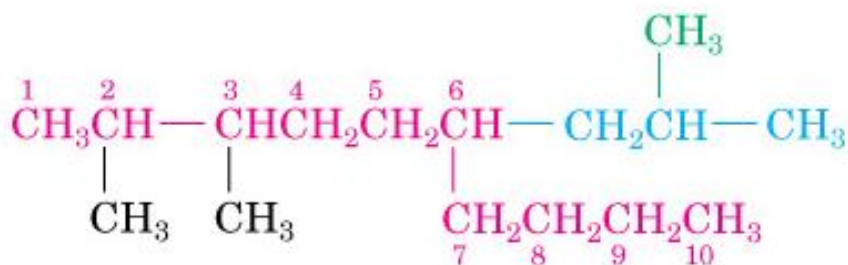


Denominato come un decano
2,3,6-trisostituito



Gruppo 2-metilpropile

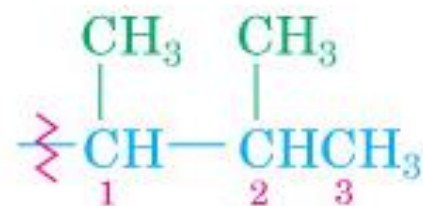
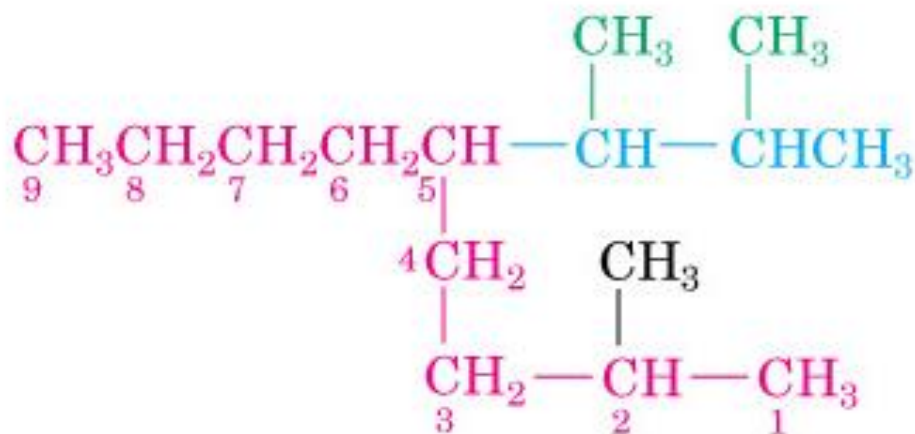
isobutil



2,3-Dimetil-6-(2-metilpropil)decano

Sostituenti complessi

1. Assegnare il numero 1 al carbonio del sostituente legato alla catena principale.
2. Numerare la catena di atomi di carbonio verso l'esterno prendendo la catena più lunga. Dare il nome alla catena alchilica con suffisso **-ile**
3. (Se c'è un doppio legame alchile diventa alch**en**ile)
4. Aggiungere i sostituenti con i loro numeri.



5-(1,2-Dimetilpropil)-

5-(1,2-Dimetilpropil)-2-metilnonano

Sostituenti complessi

1. Assegnare il numero 1 al carbonio del sostituente legato alla catena principale.
2. Numerare la catena di atomi di carbonio verso l'esterno prendendo la catena più lunga. Dare il nome alla catena alchilica con suffisso **-ile**
3. (Se c'è un doppio legame alchile diventa alchen**ile**)
4. Aggiungere i sostituenti con i loro numeri.

Nomenclatura cicloalcani



MA

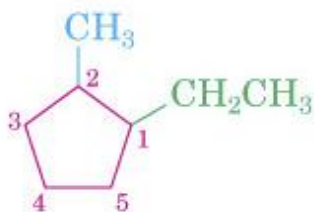


3 atomi di
carbonio

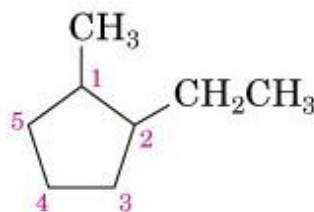
4 atomi di
carbonio

Metilciclopentano

1-Ciclopropilbutano



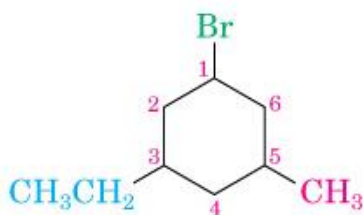
NON



1-Etil-2-metilciclopentano

2-Etil-1-metilciclopentano

Numero più basso al C che porta il sostituito che viene prima in ordine alfabetico



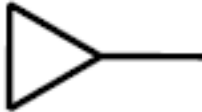
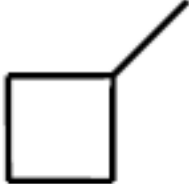
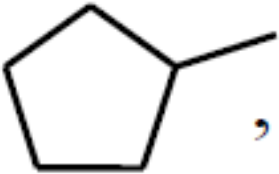
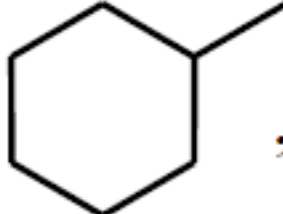
1-Bromo-3-etil-5-metil-cicloesano

Se ci sono più sostituenti: assegnare complessivamente i numeri più bassi ai C.



1-Cloro-3-etil-2-metil-ciclopentano

Sostituenti cicloalchilici

-  , ciclopropile;  , ciclobutile;
-  , ciclopentile;  , cicloesile

Proprietà degli alcani

- Molecole apolari e poco reattive
- Apolari e quindi insolubili in acqua
- Apolari e quindi caratterizzate da deboli interazioni intermolecolari

Proprietà chimico fisiche degli alcani

FIGURA 3.4 Diagramma del punto di fusione e del punto di ebollizione in funzione del numero di atomi di carbonio negli alcani da C_1 – C_{14} . Si noti l'incremento regolare dei valori in relazione alla dimensione della molecola.

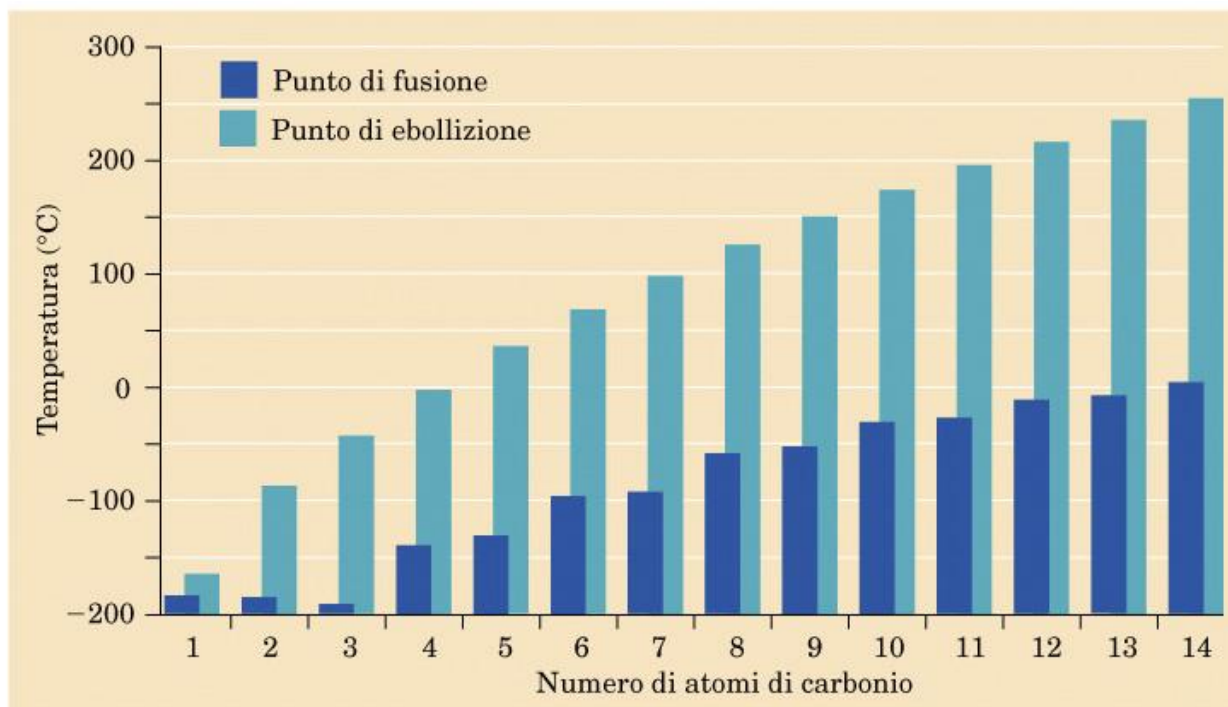
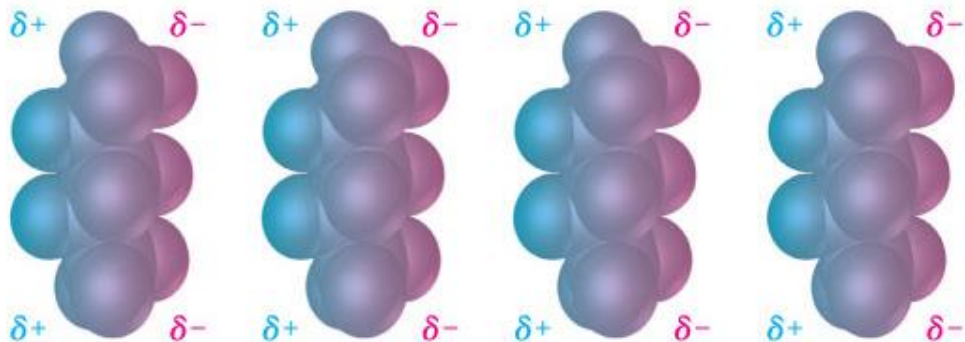


FIGURA 3.5 La causa delle forze dispersive di tipo attrattivo sono i dipoli temporanei nelle molecole, come si può vedere in questi modelli space-filling del pentano.



GPL: Gas di petrolio liquefatti

Propano e butano, con
occasionale presenza di piccole
quantità di etano

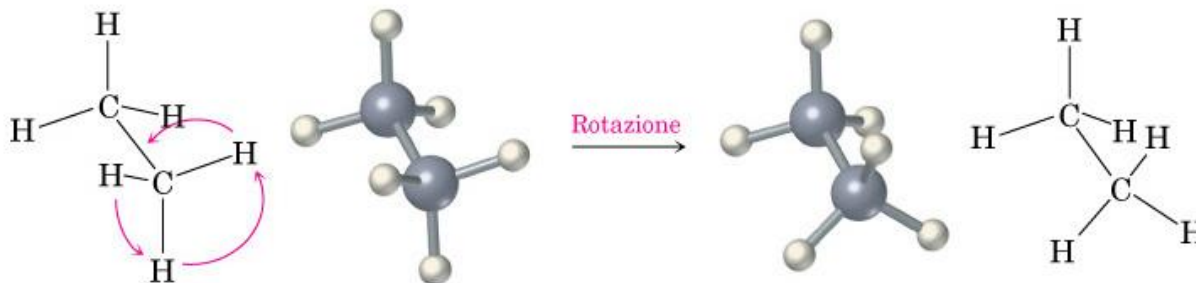
vengono liquefatti mediante
compressione a pressioni
relativamente modeste,
comprese tra 2 e 8 bar, per
ridurre l'ingombro e rendere più
economico il trasporto



Conformazioni degli alcani e cicloalcani

LE CONFORMAZIONI (CONFORMERI) DEGLI ALCANI SONO IL RISULTATO DI ROTAZIONI DEGLI ATOMI ATTORNO A LEGAMI SIGMA

FIGURA 4.1 Due conformazioni dell'etano. I differenti conformeri si interconvertono per rotazione attorno al legame C—C.



Quale conformazione sarà più probabile? La più stabile, cioè a bassa energia

Le diverse conformazioni sono in equilibrio tra loro

FIGURA 4.1 Due conformazioni dell'etano. I differenti conformeri si interconvertono per rotazione attorno al legame C—C.

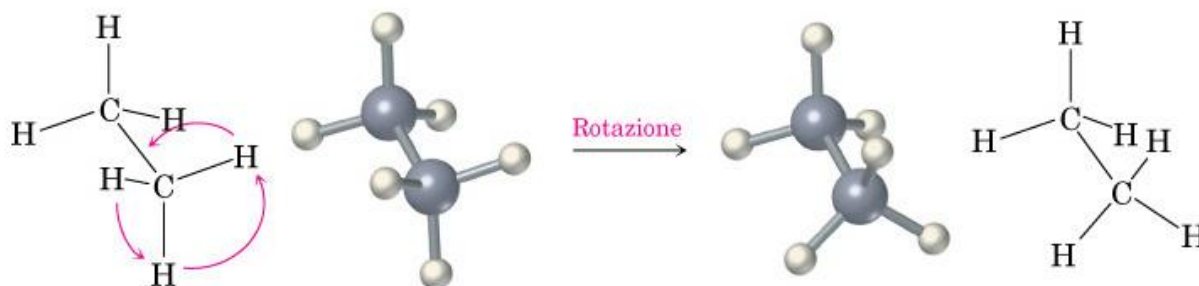
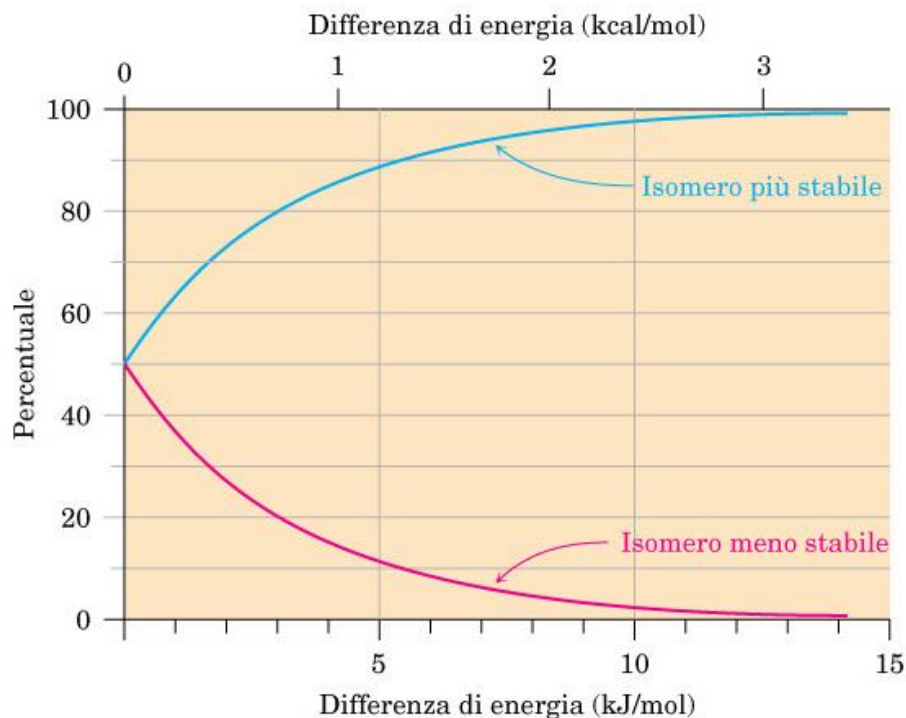


FIGURA 4.18 Grafico delle percentuali all'equilibrio dei due isomeri in funzione della loro differenza di energia. Le curve sono calcolate usando l'equazione $\Delta E = -RT \ln K$.

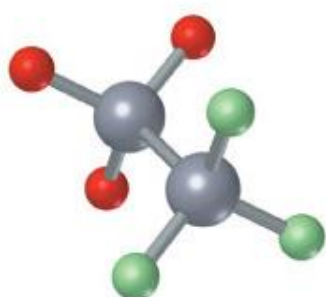
$$K = \frac{[\text{Conf. B}]}{[\text{Conf. A}]}$$



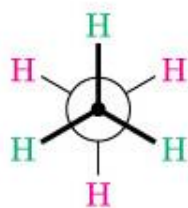
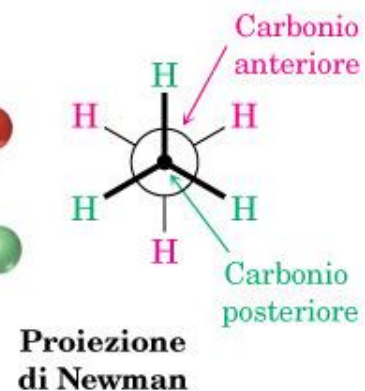
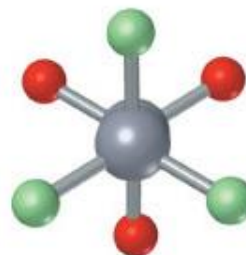
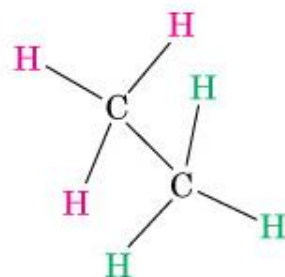
Come rappresentare la tridimensionalità delle conformazioni: le proiezioni

<https://www.youtube.com/watch?v=jUqb-KD9SuY>

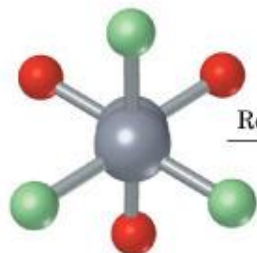
Le proiezioni di Newman



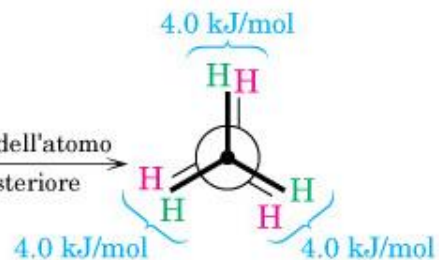
Rappresentazione
a cavalletto



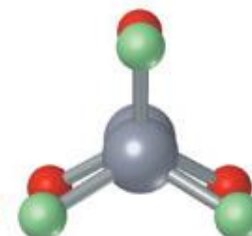
Etano: conformazione
sfalsata

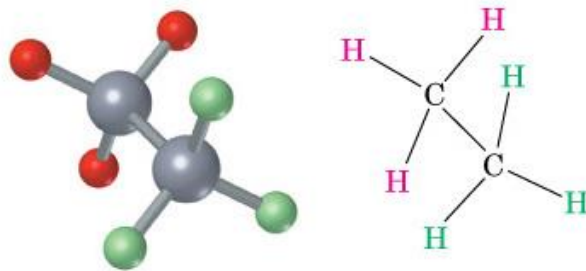


Rotazione di 60° dell'atomo
di carbonio posteriore

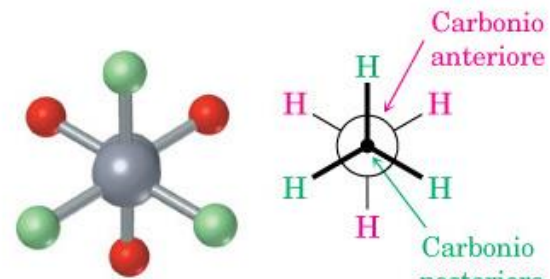


Etano: conformazione
eclissata

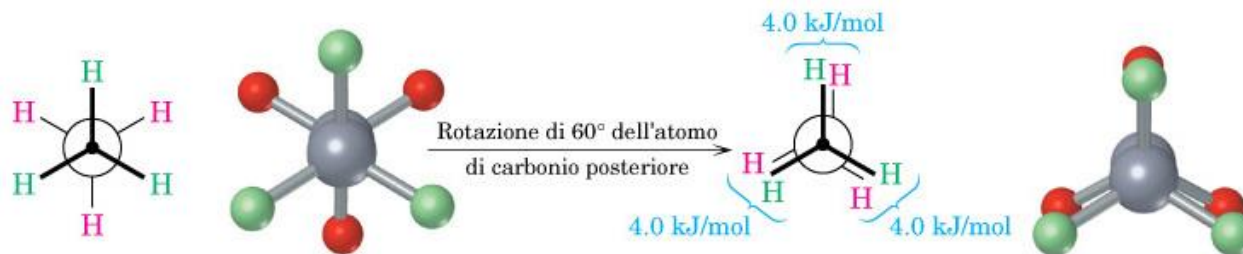




Rappresentazione a cavalletto



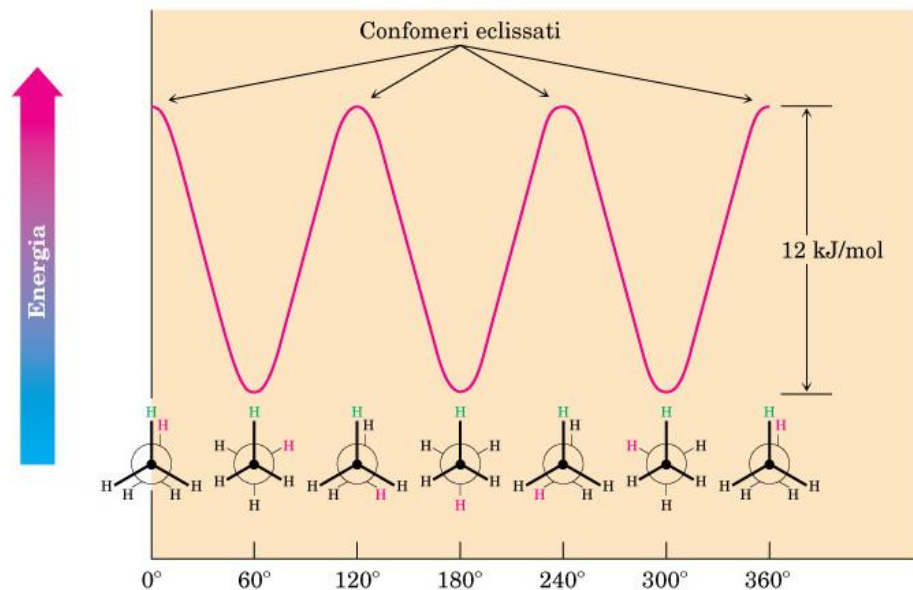
Proiezione di Newman



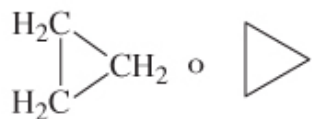
Etano: conformazione sfalsata

Etano: conformazione eclissata

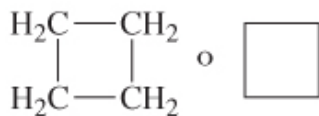
FIGURA 4.3 Grafico dell'energia potenziale in funzione dell'angolo diedro nell'etano. Le conformazioni sfalsate sono più stabili delle conformazioni eclissate di 12 kJ/mol.



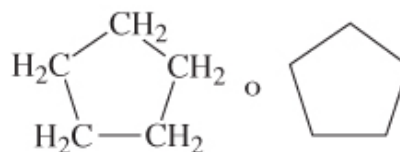
Cicloalcani



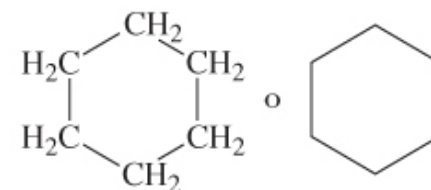
Ciclopropano
 C_3H_6



Ciclobutano
 C_4H_8



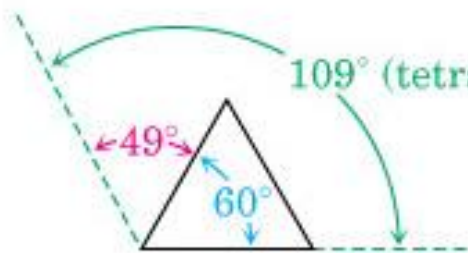
Ciclopentano
 C_5H_{10}



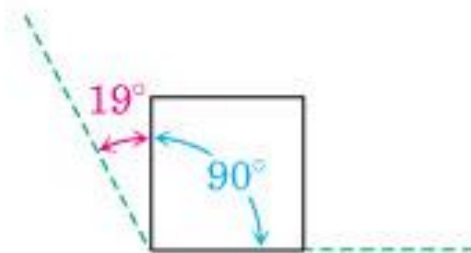
Cicloesano
 C_6H_{12}

<https://www.youtube.com/watch?v=UqxD6ZVrle8>

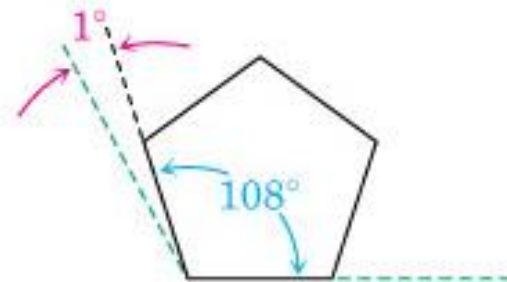
Tensione angolare e di anello derivante dalla chiusura della catena carboniosa e formazione di un angolo di legame anomalo



Ciclopropano



Ciclobutano

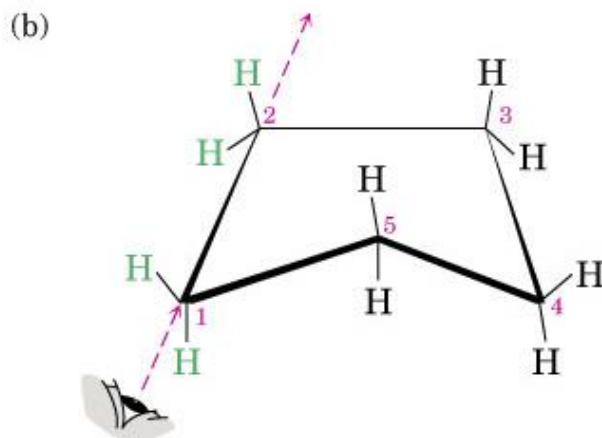
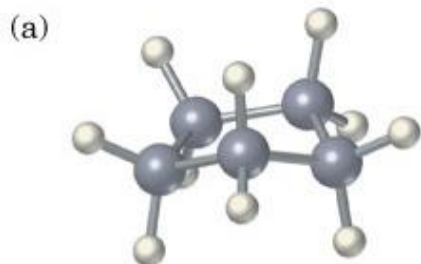


Ciclopentano

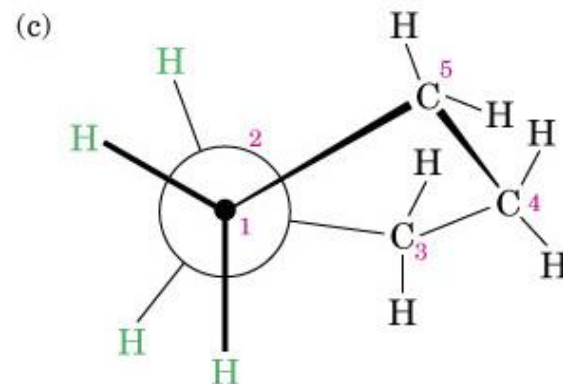
La chiusura della catena carboniosa determina una restrizione della libertà di ruotare gli atomi attorno ai legami «sigma»

CICLOPENTANO: LA CONFORMAZIONE PIU' STABILE E' A BUSTA

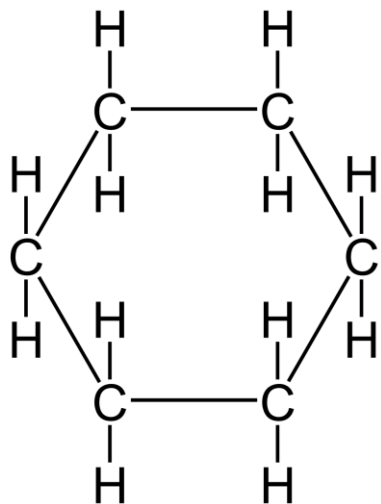
FIGURA 4.12 Conformazione del ciclopentano. Gli atomi di carbonio 1, 2, 3 e 4 sono pressoché planari, mentre il carbonio 5 è al di fuori del piano. Nella parte (c) la proiezione di Newman rispetto al legame C₁-C₂ evidenzia che i legami C-H adiacenti sono pressoché sfalsati.



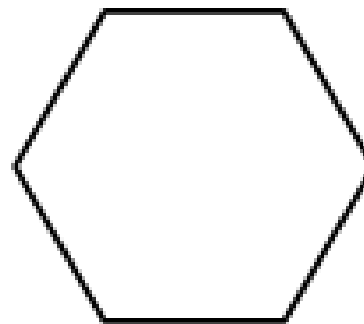
Ossevatore



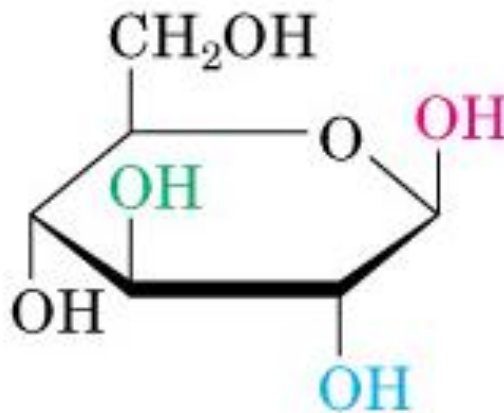
Perchè è importante comprendere le proprietà conformazionali dei cicli a sei termini?



cicloesano



I cili a sei termini sono molto frequenti nelle molecole naturali e biologicamente attive



Glucosio

Cicloesano

La conformazione più stabile è quella a sedia

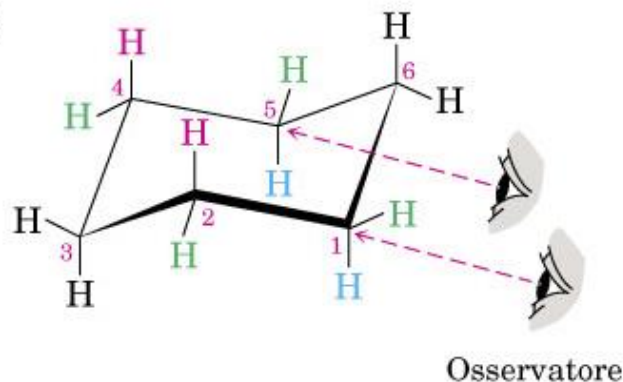
- $111,5^\circ$: bassa tensione di anello
- Idrogeni sfalsati

FIGURA 4.13 La conformazione a sedia del cicloesano esente da tensione. Tutti gli angoli di legame C—C—C sono di $111,5^\circ$ (un valore vicino al valore tetraedrico ideale di $109,5^\circ$), e tutti i legami C—H adiacenti sono sfalsati.

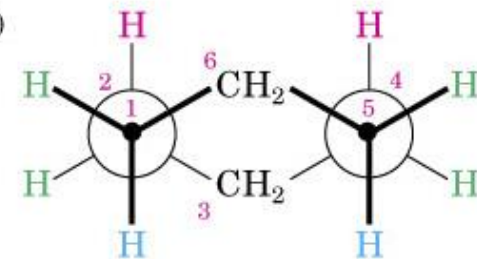
(a)



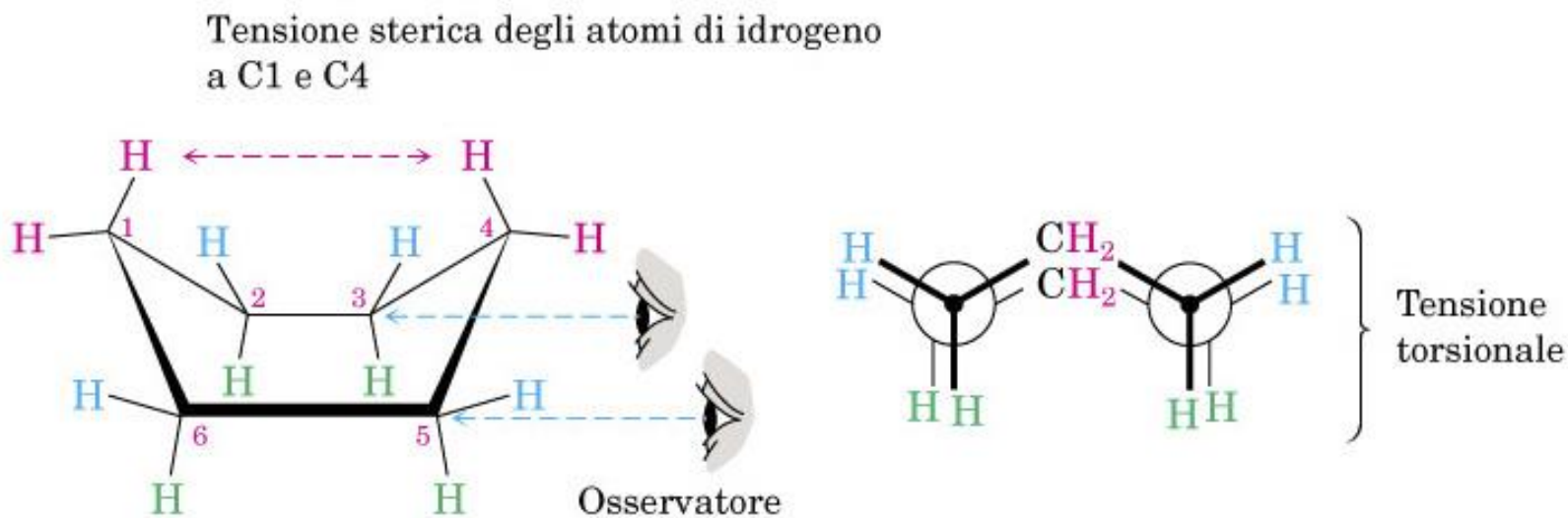
(b)



(c)



La conformazione a barca del cicloesano è sfavorita, cioè meno stabile e a più alta energia perché esiste una tenzione di non-legame o sterica tra due H



Differenza di energia tra conf. a sedia e quella a barca = 27kj / mole

<https://www.youtube.com/watch?v=UqxD6ZVrle8>

RAPPRESENTAZIONE DELLA CONFORMAZIONE A SEDIA DEL CICLOESANO

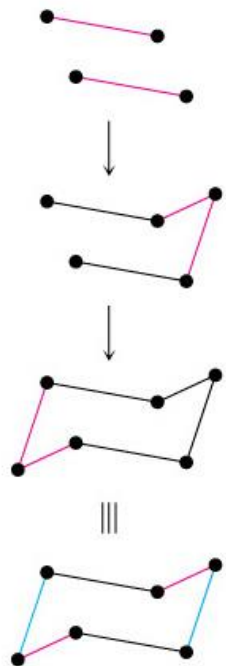
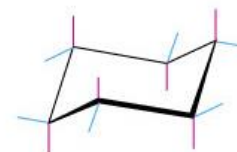
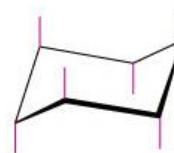
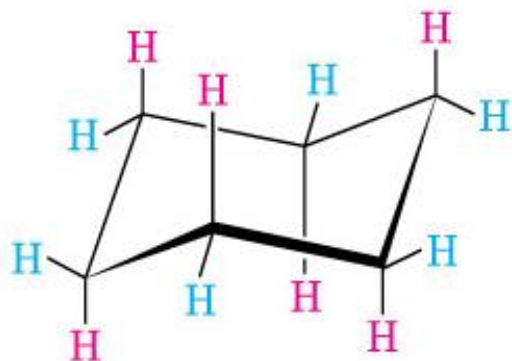


FIGURA 4.16 Procedimento per disegnare i legami assiali ed equatoriali nel cicloesano a sedia.



Cicloesano completo

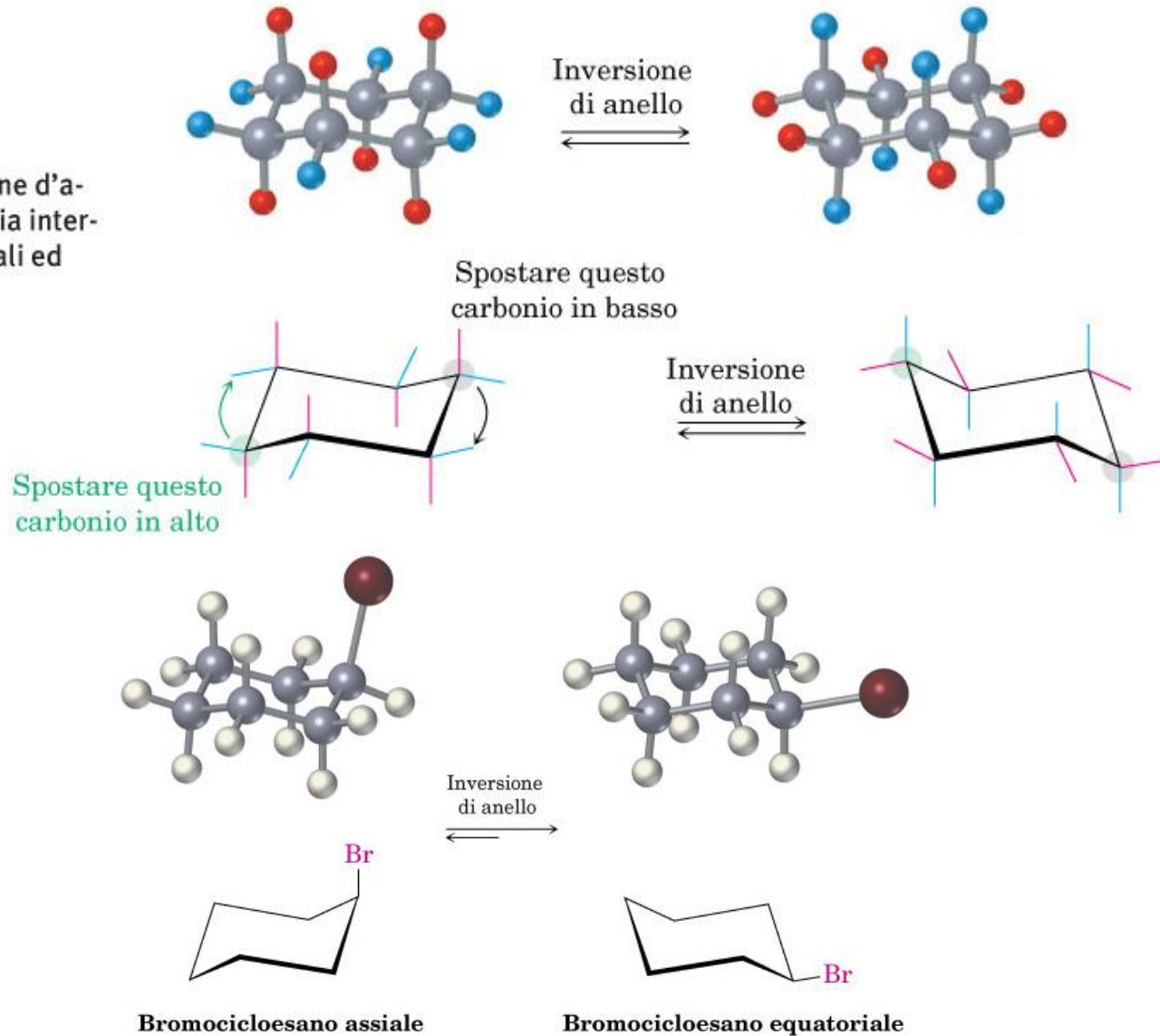


Assiali

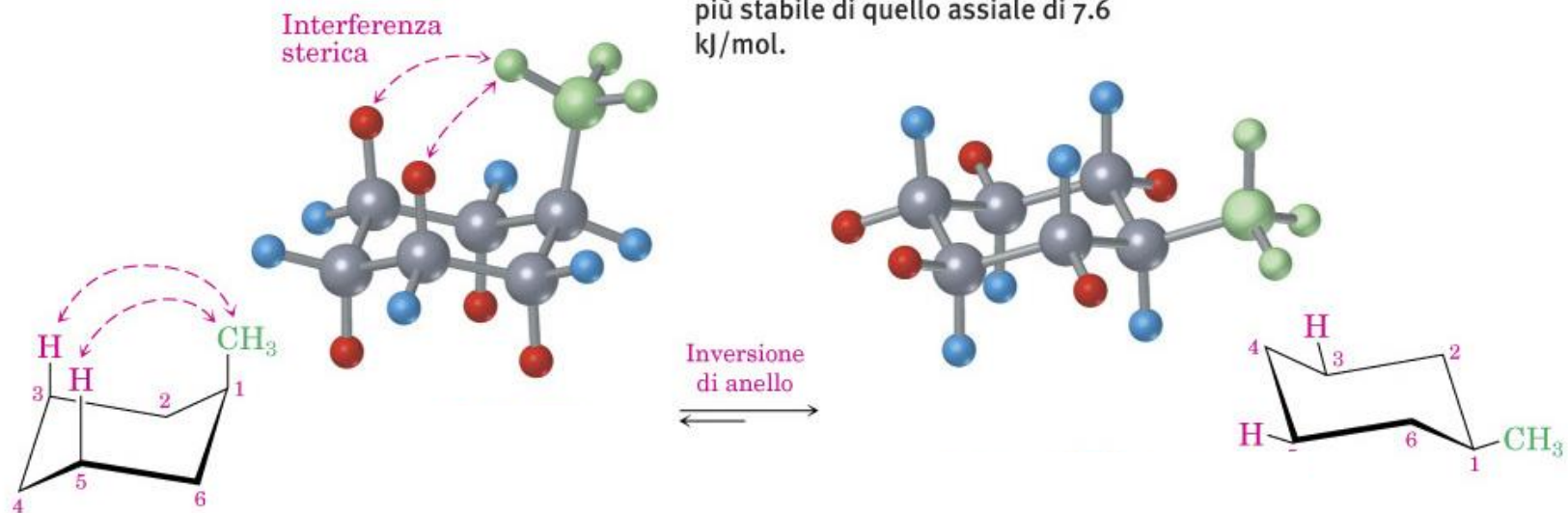
Equatoriali

ROTAZIONE PARZIALE ATTORNO A LEGAMI SIGMA: LE CONFORMAZIONI SONO IN EQUILIBRIO TRA LORO

FIGURA 4.17 L'inversione d'anello nel cicloesano a sedia interconverte le posizioni assiali ed equatoriali.



Rotazione parziale ed interconversione delle due conformazioni a sedia



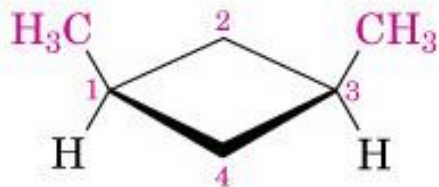
STEREOISOMERIA *CIS-TRANS* NEI CICLOALACANI

COSA SONO GLI STEREOISOMERI?

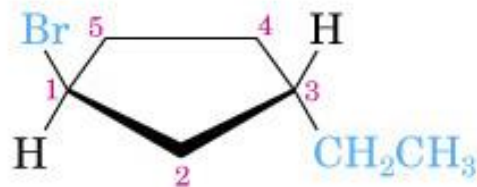
Isomeri costituzionali
(differenti connessioni
tra gli atomi)



Stereoisomeri
(stesse connessioni tra
gli atomi ma differente
orientamento
tridimensionale)



cis-1,3-Dimetilciclobutano



trans-1-Bromo-3-etilciclopentano

L'ANELLO CONFERISCE RIGIDITA' ALLA MOLECOLA: LA ROTAZIONE ATTORNO AI LEGAMI C-C E' IMPEDITA.

Isomeria *cis-trans* nei cicloalcani:

FIGURA 3.8 Struttura del ciclopropano. La rotazione intorno ai legami carbonio-carbonio non è possibile, a meno che non si rompa l'anello.

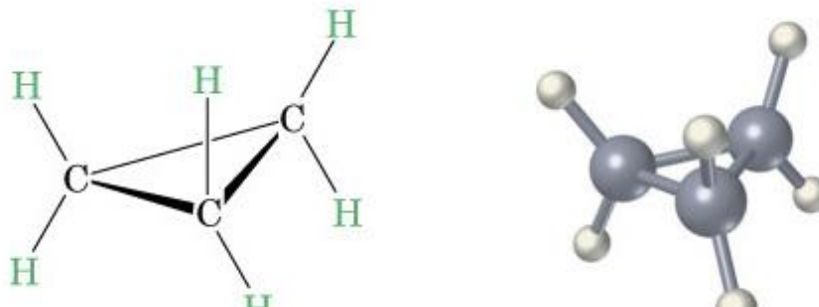
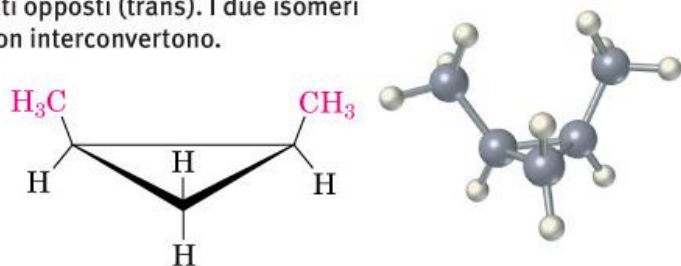
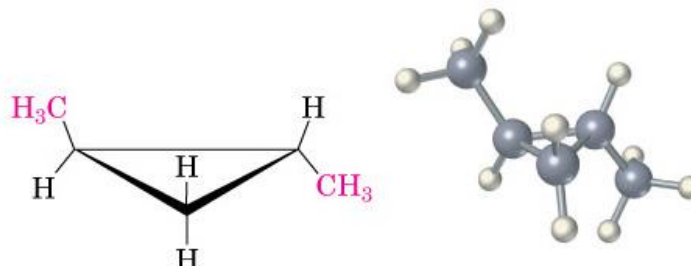


FIGURA 3.9 Esistono due diversi isomeri dell'1,2-dimetilciclopropano, uno con i gruppi metilici dallo stesso lato dell'anello (*cis*), l'altro con i gruppi metilici sui due lati opposti (*trans*). I due isomeri non interconvertono.



cis-1,2-Dimetilciclopropano



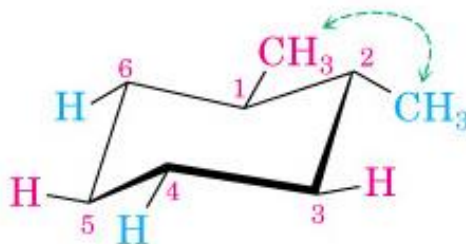
trans-1,2-Dimetilciclopropano

Non sono in equilibrio tra loro, non sono diversi conformeri ma
sono **STEREoisomeri**

STEREISOOMERO *trans* del 1,2-dimetilcicloesano: QUALE SARA' LA SUA CONFORMAZIONE PIU' STABILE?

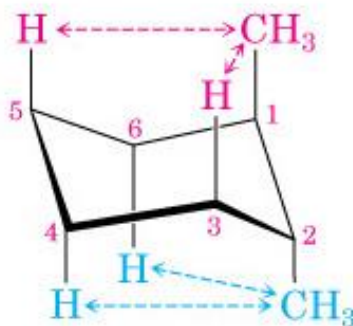
trans-1,2-Dimetilcicloesano

Una interazione
gauche (3.8 kJ/mol)



↑ Inversione
di anello
↓

Quattro interazioni diassali
CH₃-H (15.2 kJ/mol)

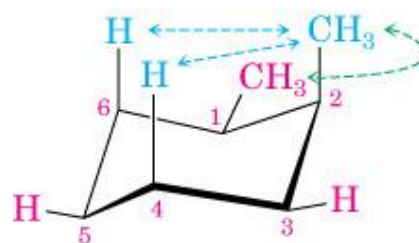


STEREoisomero *cis* del 1,2-dimetilcicloesano:

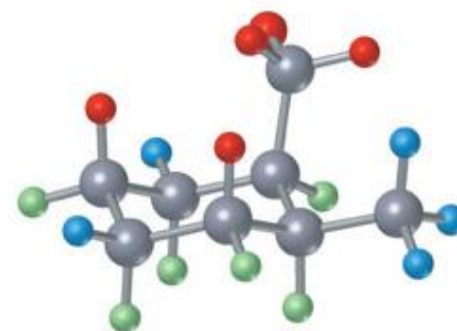
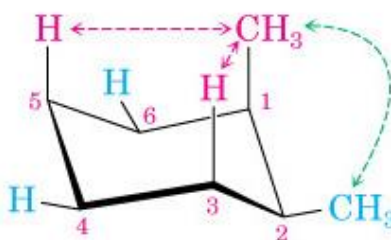
QUALE SARA' LA SUA
CONFORMAZIONE PIU'
STABILE?

cis-1,2-Dimetilcicloesano

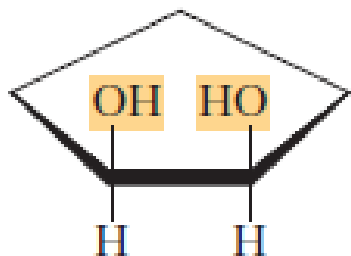
FIGURA 4.21
Conformazioni del *cis*- e del *trans*-1,2-dimetilcicloesano. Nell'isomero *cis* (in alto nella figura) le due conformazioni a sedia hanno la stessa energia, in quanto entrambe posseggono un metile assiale e uno equatoriale. Nell'isomero *trans* (in basso nella figura), la conformazione con i due gruppi metilici in posizione equatoriale è più stabile di 11.4 kJ/mol (2.7 kcal/mol) di quella con i due metili assiali.



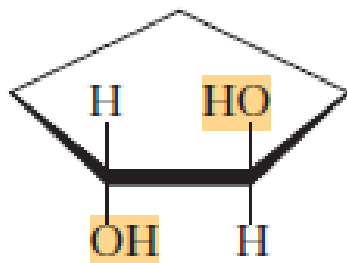
↕ Inversione
di anello



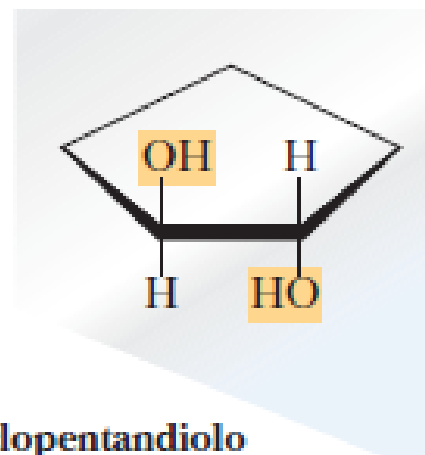
Proiezioni di Haworth



cis-1,2-Ciclopentandiolo



trans-1,2-Ciclopentandiolo

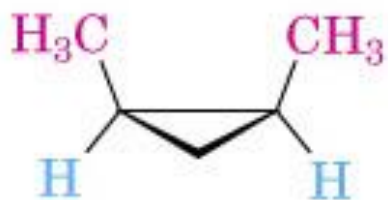


trans-1,4-dimetilcicloesano

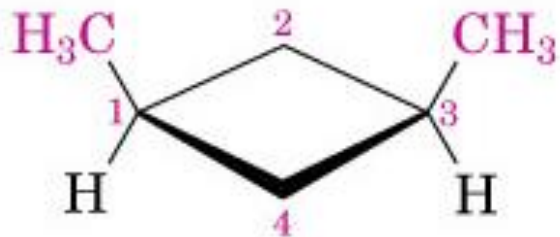
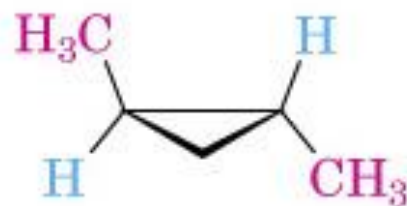


cis-1,4-dimetilcicloesano

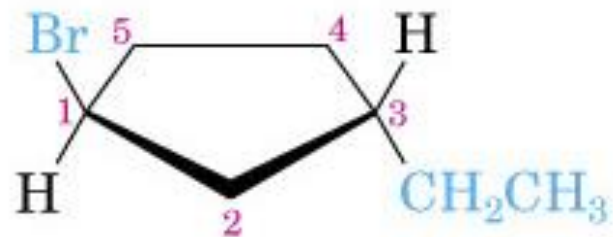
Proiezioni di Haworth



e

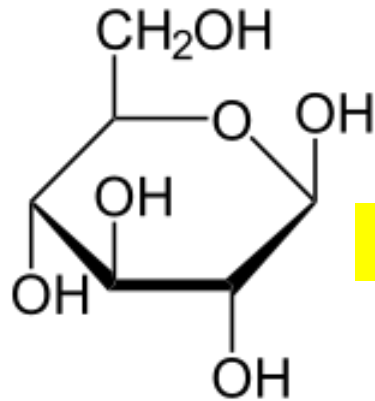


cis-1,3-Dimetilciclobutano

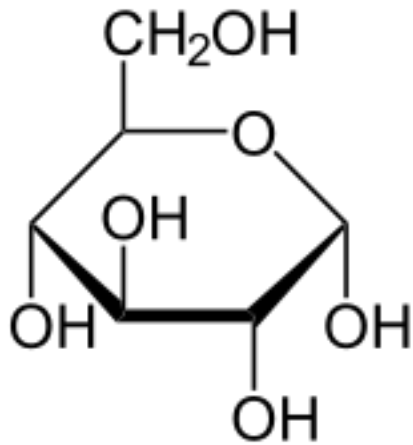
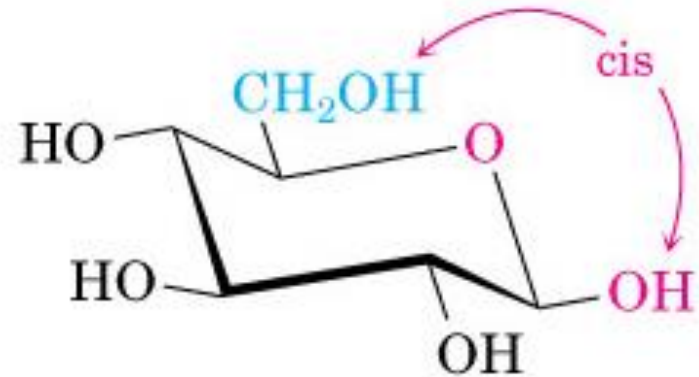


trans-1-Bromo-3-etilciclopentano

Confronto tra α -glucosio e β -glucosio



β -glucosio



α -glucosio

