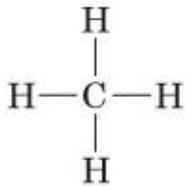
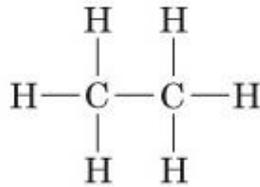
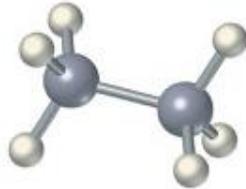


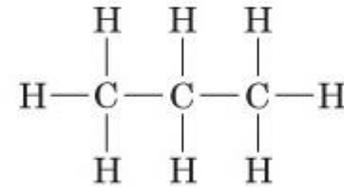
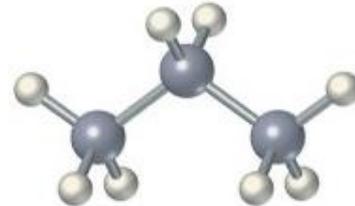
# Alcani



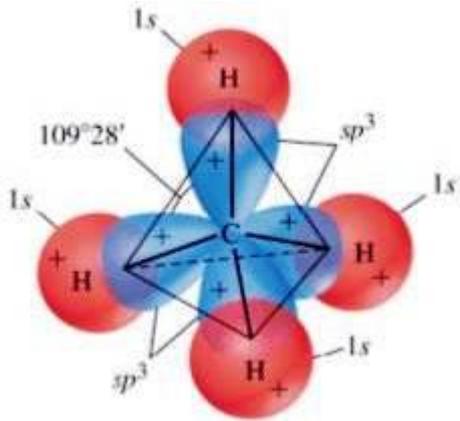
**Metano, CH<sub>4</sub>**



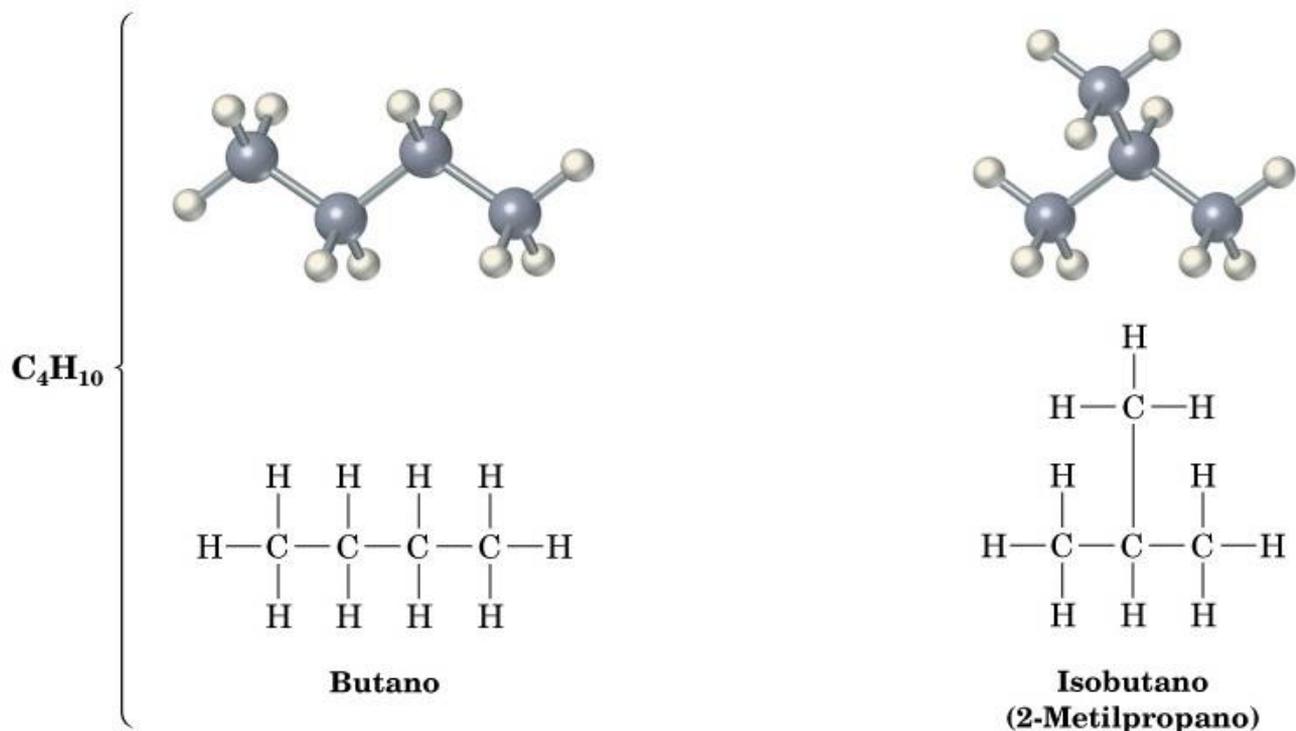
**Etano, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>**



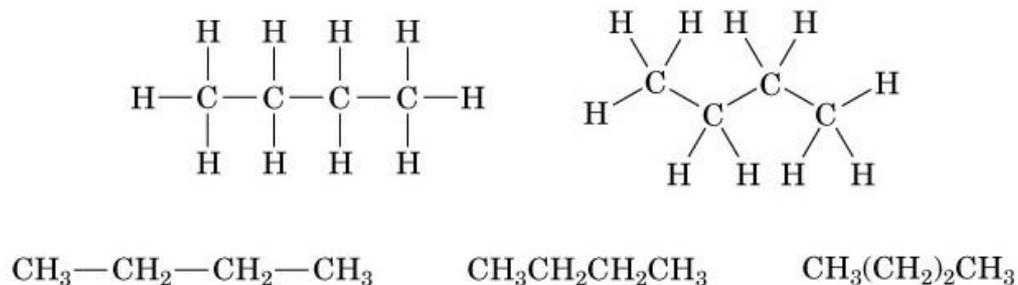
**Propano, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>**



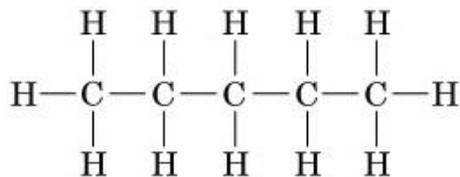
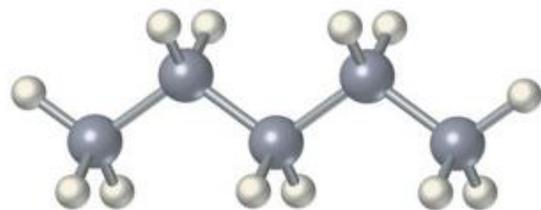
I nomi IUPAC devono rappresentare un'unica possibile struttura chimica e distinguere tra isomeri



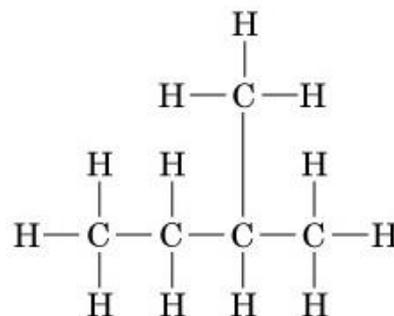
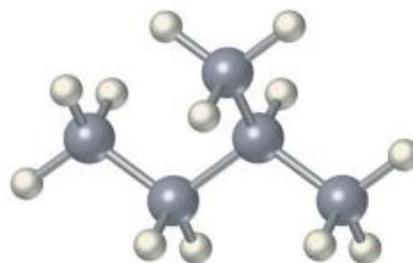
**FIGURA 3.2** Ecco come può essere rappresentata la formula del butano,  $C_4H_{10}$ . La molecola è sempre la stessa, anche se la struttura è disegnata in modi diversi: essa deve solo contenere una catena lineare di quattro atomi di carbonio, senza che sia necessario rispettare una forma geometrica specifica.



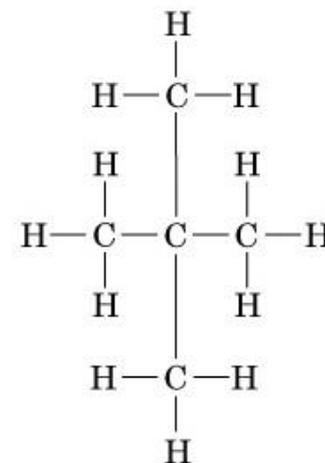
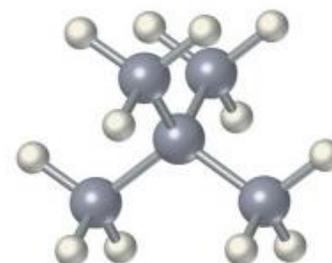
$C_5H_{12}$



**Pentano**



**2-Metilbutano**



**2,2-Dimetilpropano**

isomeri di struttura detti anche isomeri strutturali o isomeri di catena

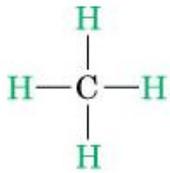
**TABELLA 3.1** Nomi, formule molecolari e formule di struttura concise dei primi 20 alcani con catene non ramificate

Nome concisa	Formula		Nome	Formula	
	Formula di struttura molecolare	concisa		Formula di struttura molecolare	
Metano	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$	Undecano	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$
Etano	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3\text{CH}_3$	Dodecano	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$
Propano	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	Tridecano	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$
Butano	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	Tetradecano	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$
Pentano	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	Pentadecano	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$
Esano	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	Esadecano	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$
Eptano	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	Eptadecano	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3$
Ottano	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	Ottadecano	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3$
Nonano	$\text{C}_9\text{H}_{20}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	Nonadecano	$\text{C}_{19}\text{H}_{40}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{CH}_3$

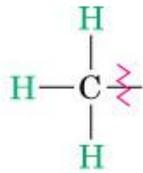
**TABELLA 3.2** Prefissi usati nel sistema IUPAC per indicare la presenza di un numero di atomi di carbonio da 1 a 20 nella catena non ramificata

atomi Prefisso	Numero di atomi di carbonio	Prefisso	Numero d di carbonio
met-	1	undec-	11
et-	2	dodec-	12
prop-	3	tridec-	13
but-	4	tetradec-	14
pent-	5	pentadec-	15
es-	6	esadec-	16
ept-	7	eptadec-	17
ott-	8	ottadec-	18
non-	9	nonadec-	19

# Alcani e sostituenti alchilici

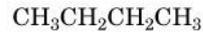
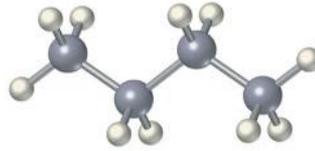


**Metano**

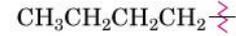
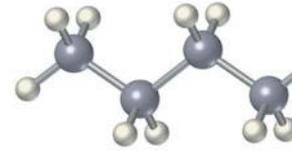


**Gruppo metilico**

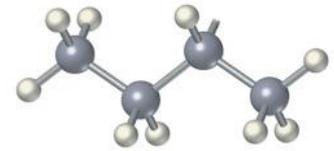
C<sub>4</sub>



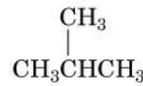
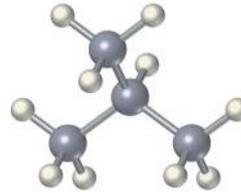
**Butano**



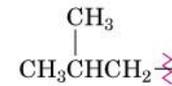
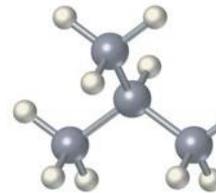
**Butile**



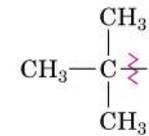
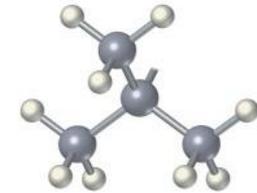
**sec-Butile**



**Isobutano**



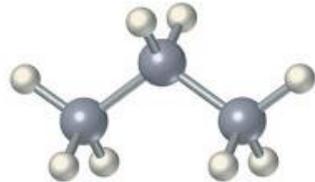
**Isobutile**



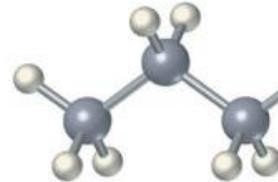
**tert-Butile**

**FIGURA 3.3**  
Gruppi alchilici derivati da alcani a catena lineare.

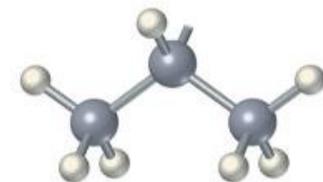
C<sub>3</sub>



**Propano**



**Propile**

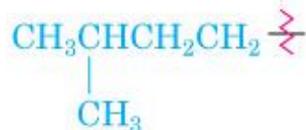


**Isopropile**

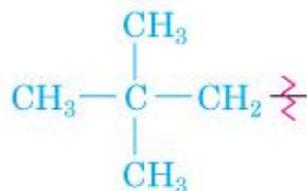
# Sostituenti alchilici

**TABELLA 3.3** Nomi dei più comuni gruppi alchilici

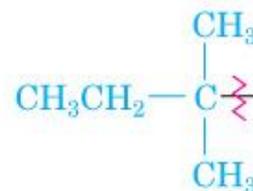
Nome	Formula di struttura concisa	Nome	Formula di struttura concisa
Metile	$-\text{CH}_3$	Isobutile	$-\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$
Etile	$-\text{CH}_2\text{CH}_3$	sec-Butile	$-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CH}_3$
Propile	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	terz-Bu- tile	$-\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{CH}_3$
Isopropile	$-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$		
Butile	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$		



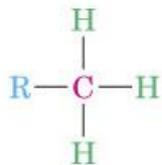
Isopentile detto anche isoamile (*i*-amile)



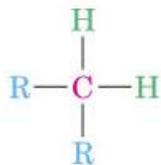
Neopentile



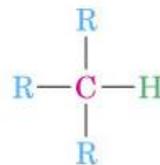
*tert*-Pentile, detto anche *tert*-amile (*t*-amile)



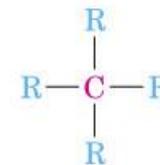
Il carbonio *primario* (1°) è legato ad un altro atomo di carbonio



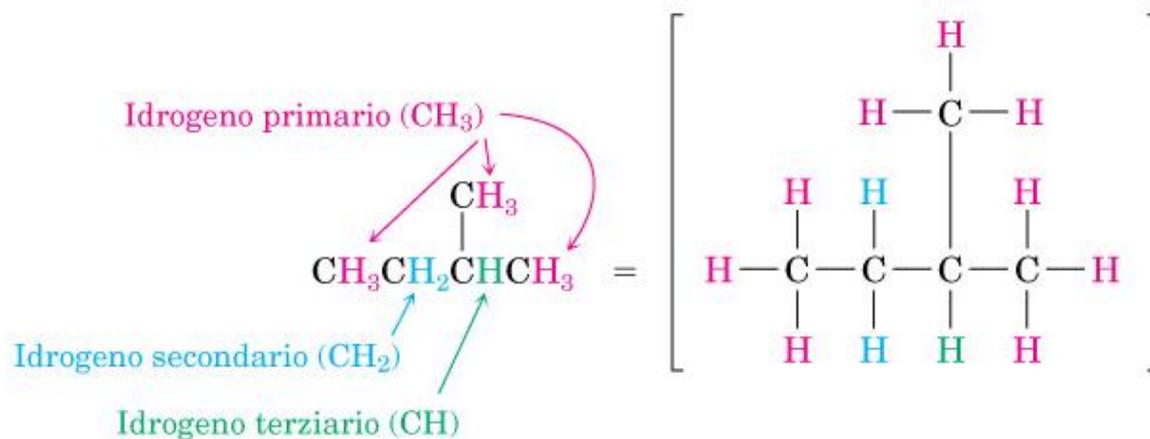
Il carbonio *secondario* (2°) è legato ad altri due atomi di carbonio



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 ALIFATICA

## Costruzione del nome

prefisso + infisso + suffisso

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

b) presenza di doppi o tripli legami (an-, en-, in-)

c) classe chimica (-o, -e, -olo, -ale, -one, ecc.)

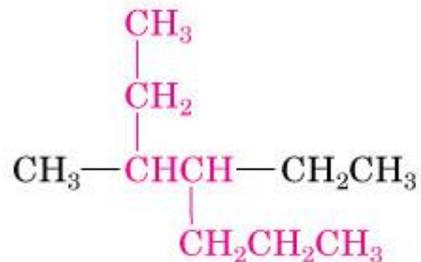
et-an-o

et-en-e

et-in-o



Denominato come un **esano** sostituito



Denominato come un **eptano** sostituito

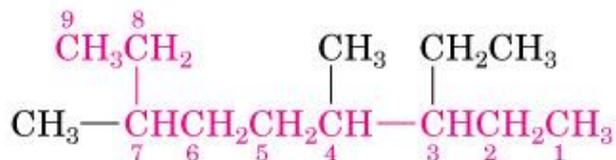
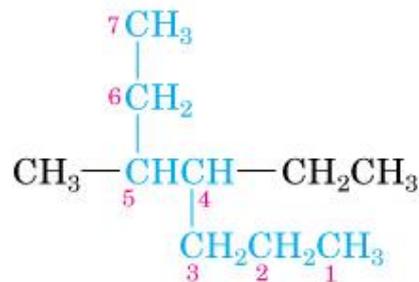
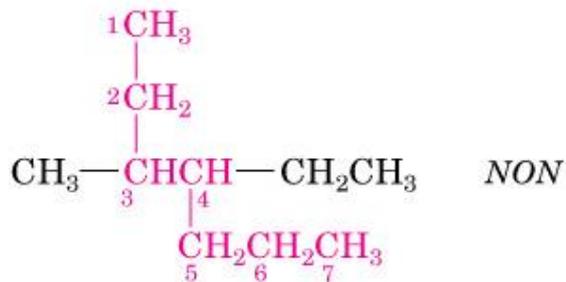
## Identificazione catena principale

a. deve contenere il gruppo principale

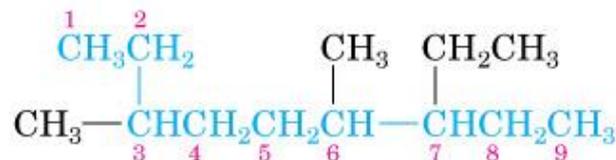
b. deve contenere il massimo numero di gruppi sussidiari (legami doppi e tripli)

c. deve contenere il numero massimo di carboni

d. deve contenere il numero massimo di sostituenti

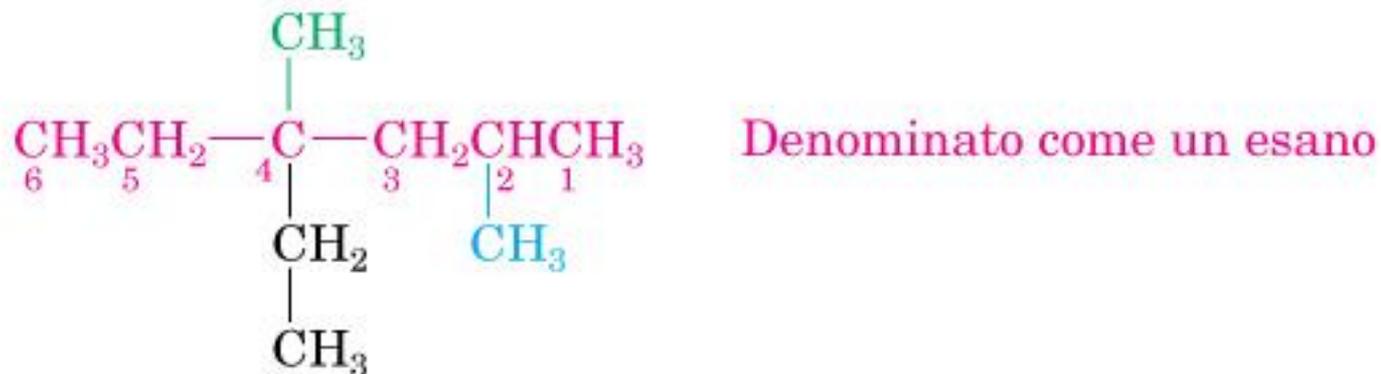


NON



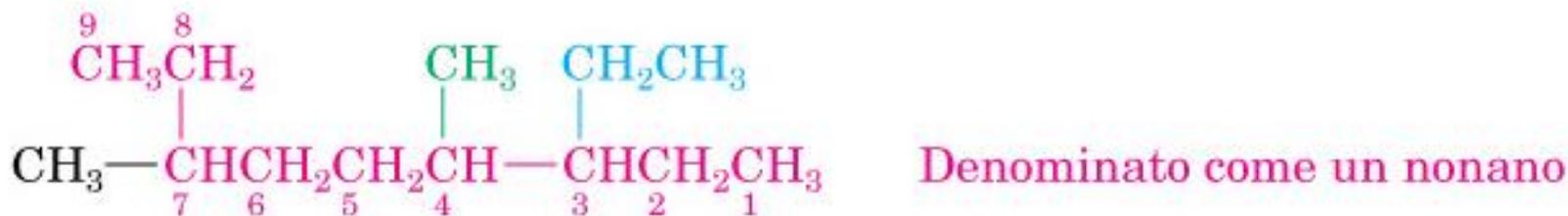
## Numerazione catena principale

- Partire dalla direzione che conferisce il numero più basso al gruppo principale
- Se il punto “a” non è discriminante, si attribuisce il numero più basso al sostituito incontrato per primo
- Se “b” non è discriminante si opera la scelta in funzione dell’ordine alfabetico



Sostituenti:

Su C2, CH <sub>3</sub>	(2-metil)
Su C4, CH <sub>3</sub>	(4-metil)
Su C4, CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	(4-etil)



Sostituenti:

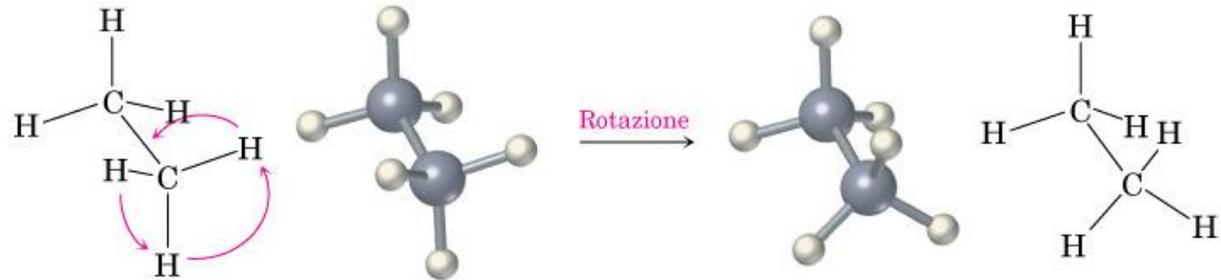
Su C3, CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	(3-etil)
Su C4, CH <sub>3</sub>	(4-metil)
Su C7, CH <sub>3</sub>	(7-metil)



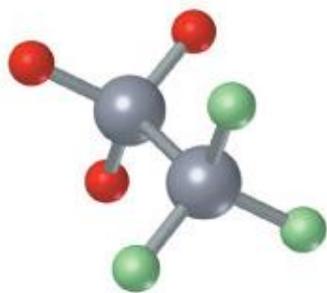


# Rappresentare la tridimensionalità delle molecole organiche: conformazioni

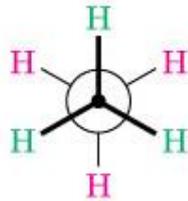
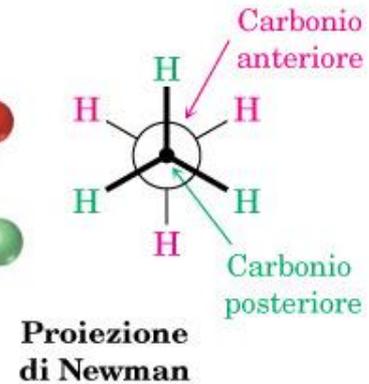
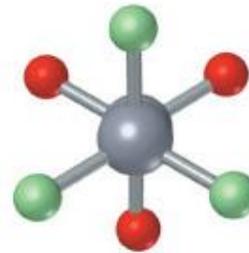
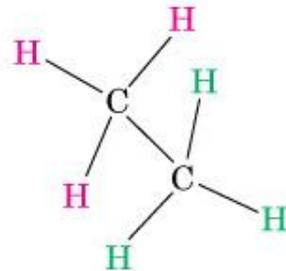
**FIGURA 4.1** Due conformazioni dell'etano. I differenti conformeri si interconvertono per rotazione attorno al legame C—C.



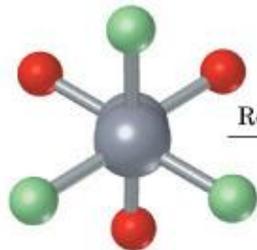
# Le proiezioni di Newman



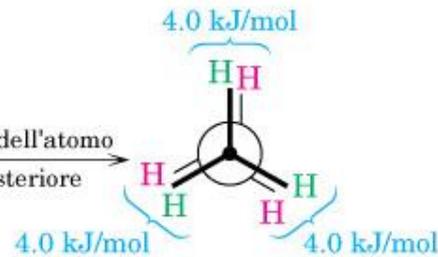
Rappresentazione  
a cavalletto



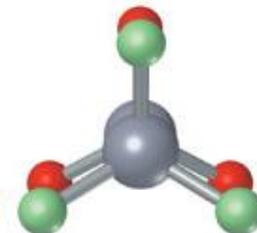
Etano: conformazione  
sfalsata

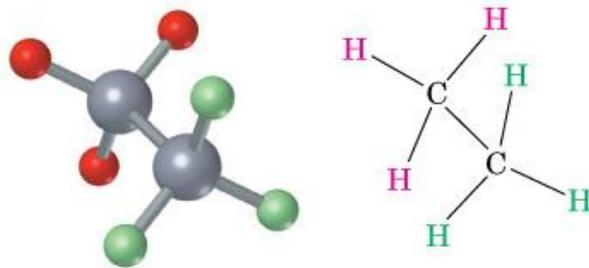


Rotazione di 60° dell'atomo  
di carbonio posteriore

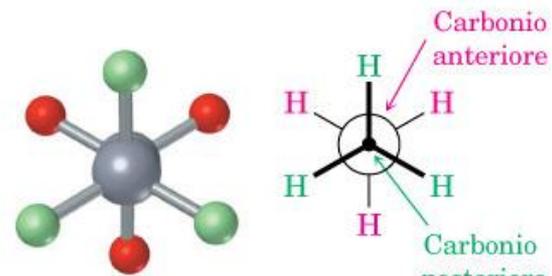


Etano: conformazione  
eclissata





**Rappresentazione a cavalletto**



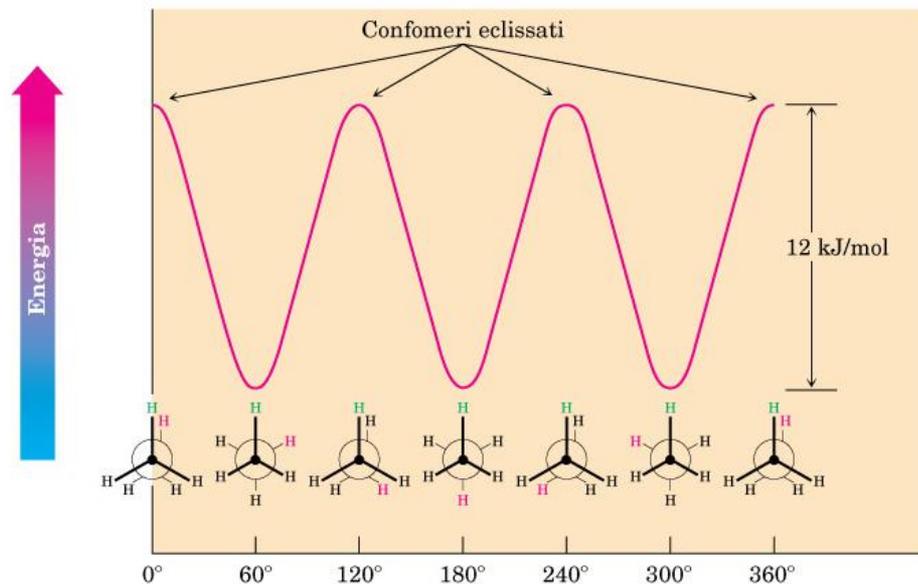
**Proiezione di Newman**



**Etano: conformazione sfalsata**

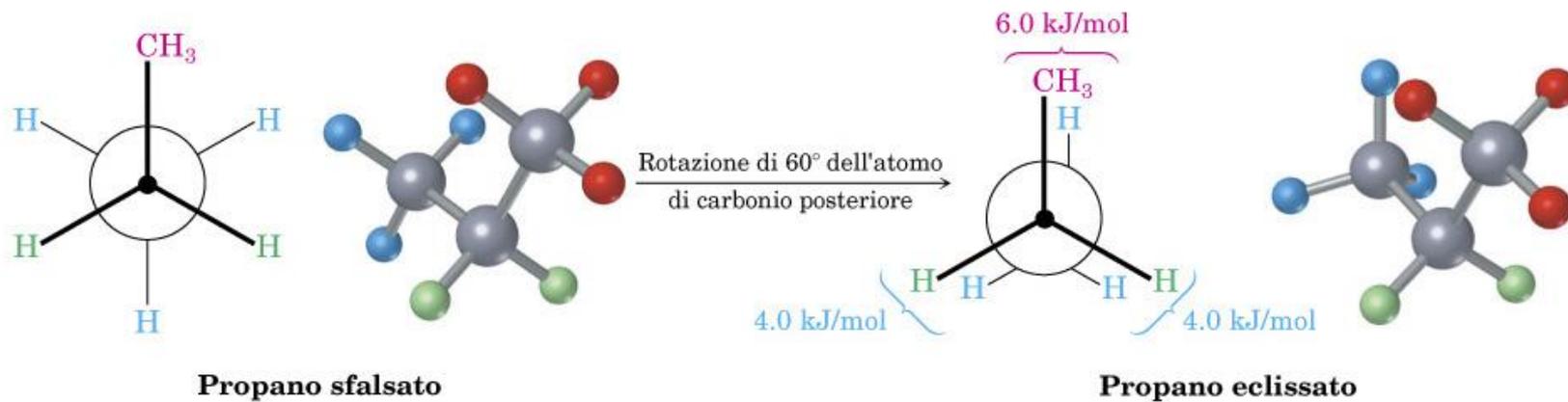
**Etano: conformazione eclissata**

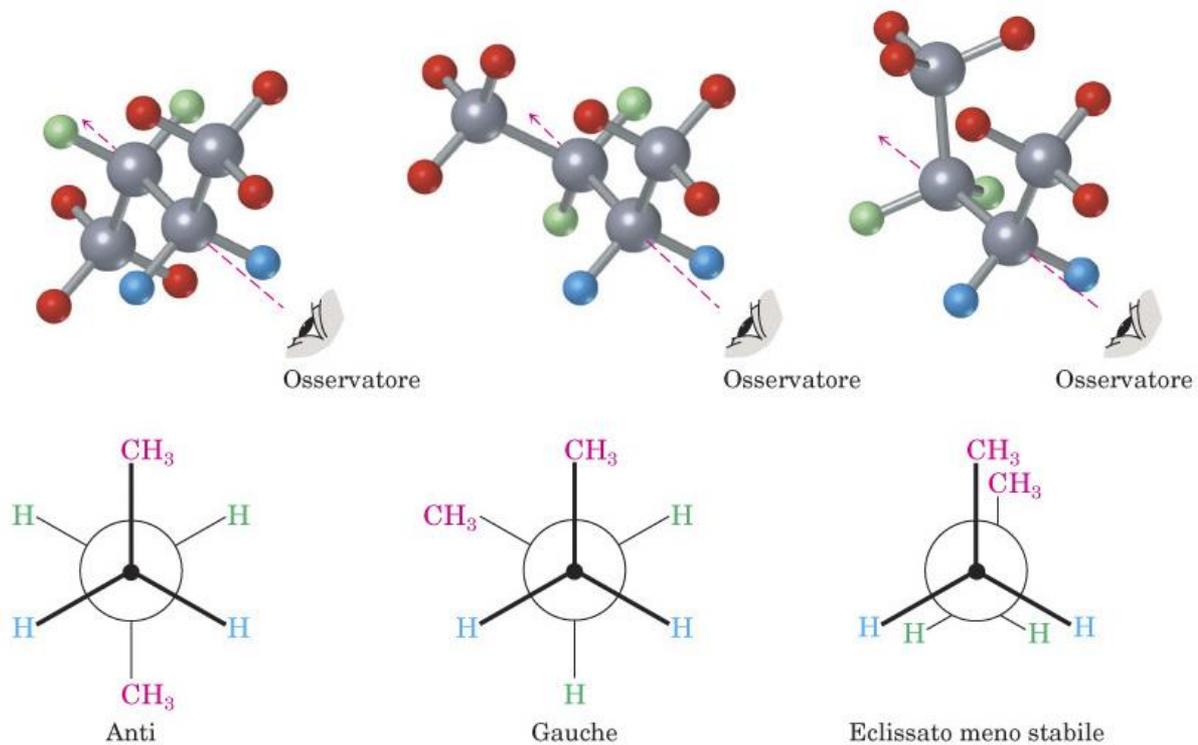
**FIGURA 4.3** Grafico dell'energia potenziale in funzione dell'angolo diedro nell'etano. Le conformazioni sfalsate sono più stabili delle conformazioni eclissate di 12 kJ/mol.



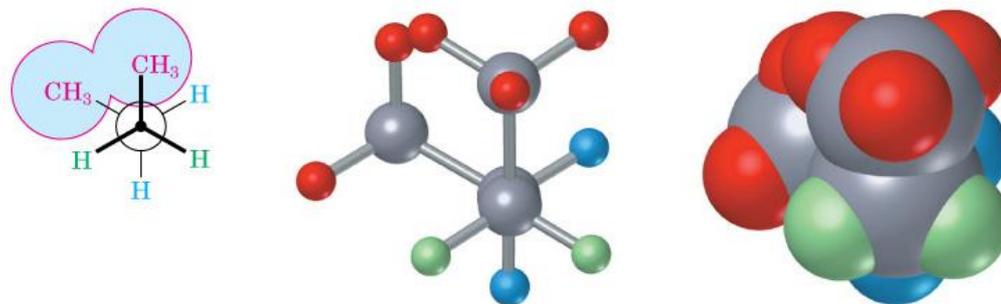


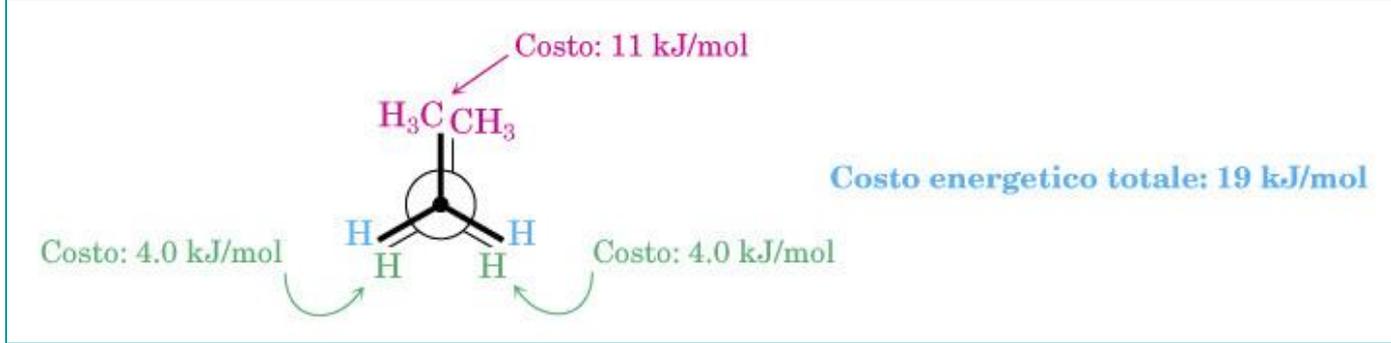
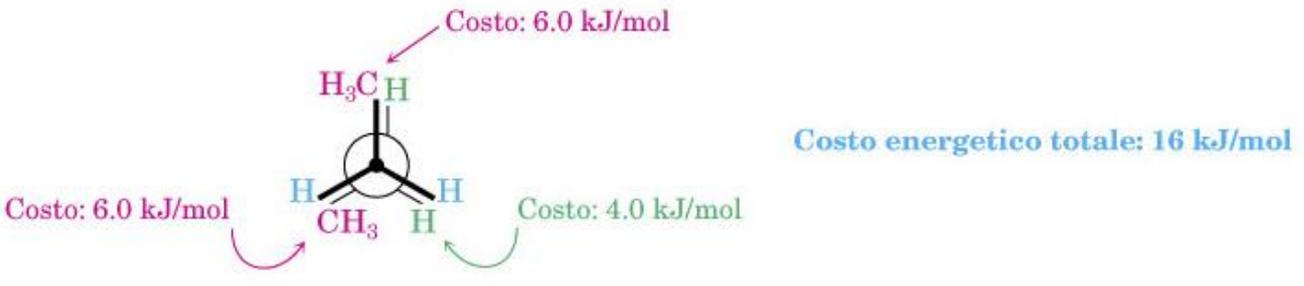
**FIGURA 4.4** Conformazioni sfalsate ed eclissate del propano in proiezione di Newman. La conformazione sfalsata è più stabile di quella eclissata di 14 kJ/mol.



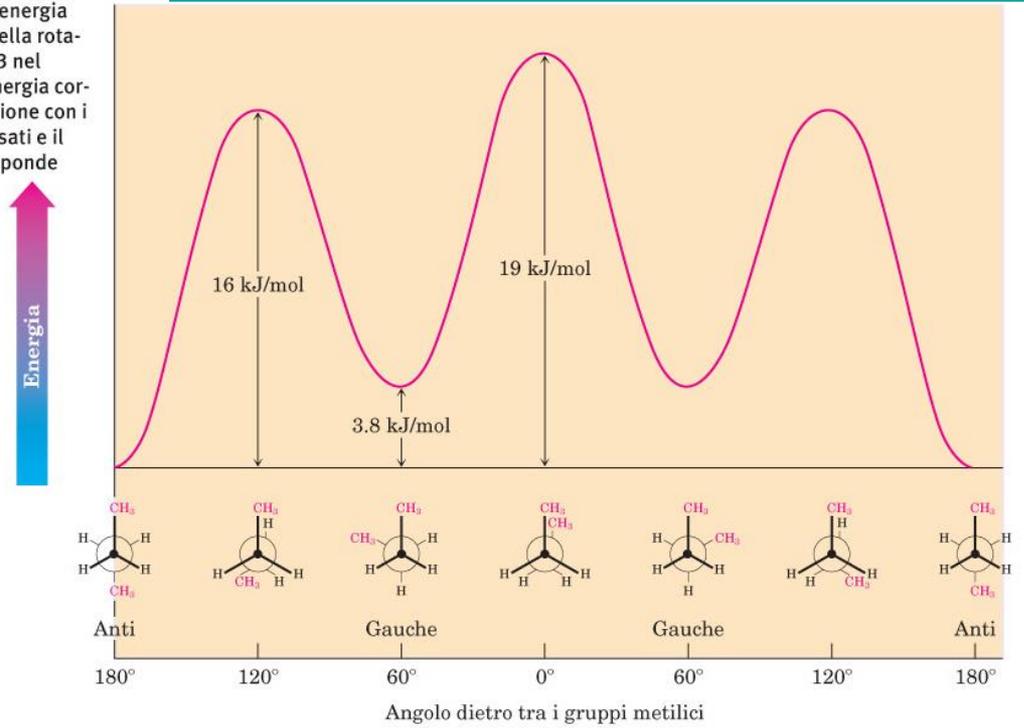


**FIGURA 4.6** Interazione fra gli atomi di idrogeno metilici nel butano gauche. La tensione sterica deriva dal fatto che i due gruppi metilici sono troppo vicini fra loro.





**FIGURA 4.5** Grafico di energia potenziale in funzione della rotazione del legame C2—C3 nel butano. Il massimo di energia corrisponde alla conformazione con i due gruppi metilici eclissati e il minimo di energia corrisponde alla situazione in cui i due metili sono a 180° (assetto anti).



# Cicloalcani



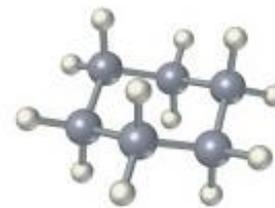
**Ciclopropano**



**Ciclobutano**



**Ciclopentano**



**Cicloesano**

# Nomenclatura cicloalcani



MA

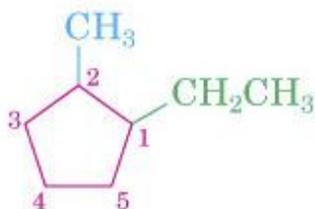


3 atomi di carbonio

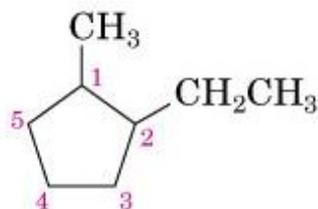
4 atomi di carbonio

**Metilciclopentano**

**1-Ciclopropilbutano**

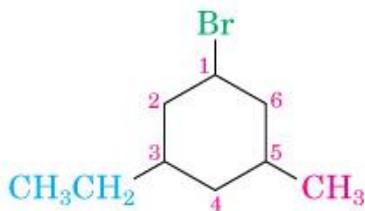


NON

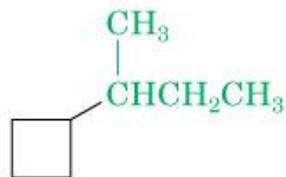


**1-Etil-2-metilciclopentano**

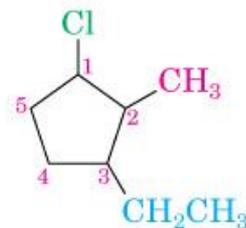
**2-Etil-1-metilciclopentano**



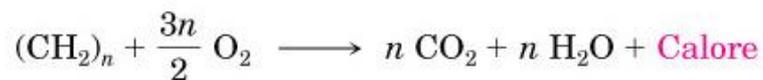
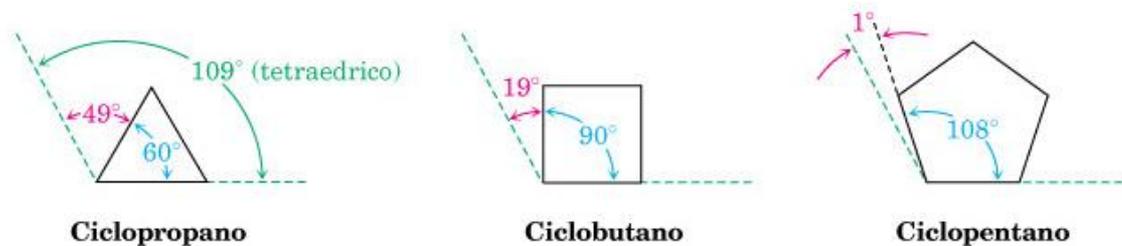
**1-Bromo-3-etil-5-metilcicloesano**



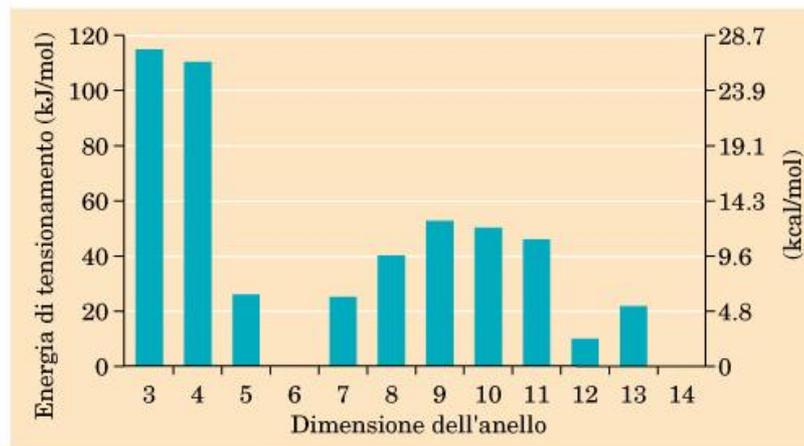
**(1-Metilpropil)ciclobutano (o *sec*-Butilciclobutano)**



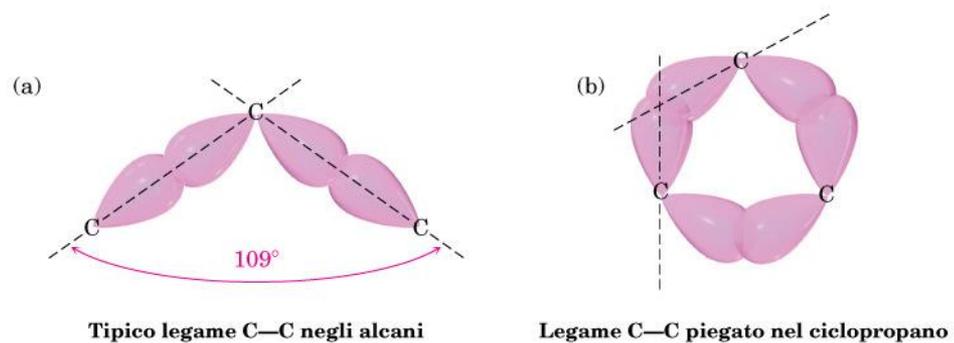
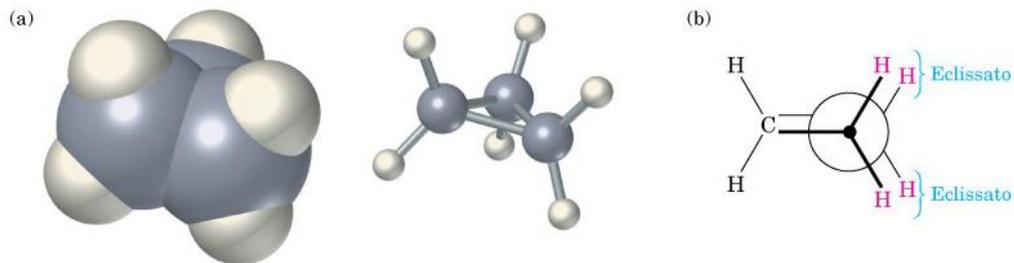
**1-Cloro-3-etil-2-metilciclopentano**



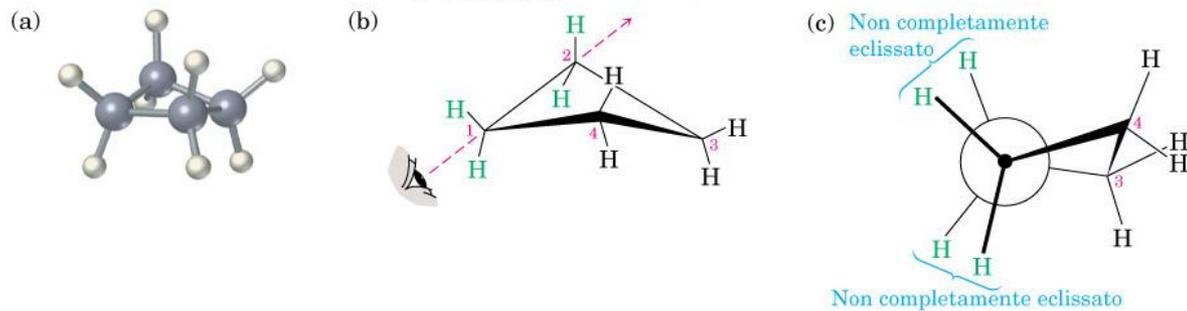
**FIGURA 4.8** Energia di tensione dei cicloalcani, calcolate per differenza fra il calore di combustione per  $\text{CH}_2$  di un cicloalcano e il calore di combustione per  $\text{CH}_2$  di un alcano aciclico e moltiplicando per il numero di unità  $\text{CH}_2$  dell'anello. Gli anelli di piccole e medie dimensioni sono tensionati, mentre il cicloesano risulta esente da tensione.



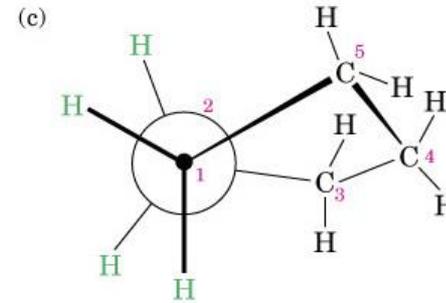
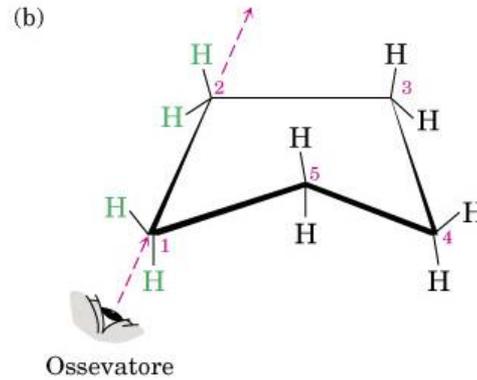
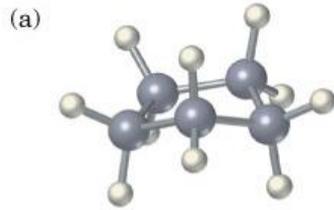
**FIGURA 4.9** Conformazione del ciclopropano. L'eclissamento dei legami C—H adiacenti determina tensione torsionale. La parte (b) è una proiezione di Newman lungo un legame C—C.



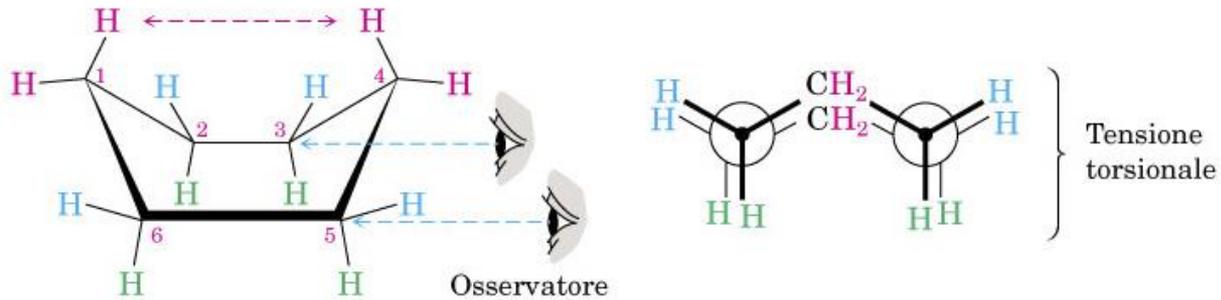
**FIGURA 4.11** Conformazione del ciclobutano. La parte (c) è una proiezione di Newman rispetto al legame C<sub>1</sub>—C<sub>2</sub> che evidenzia il non completo eclissamento dei legami C—H adiacenti.



**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 C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> evidenzia che i legami C-H adiacenti sono pressoché sfalsati.

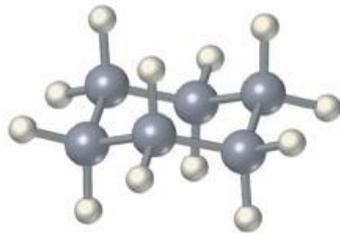


Tensione sterica degli atomi di idrogeno  
a C1 e C4

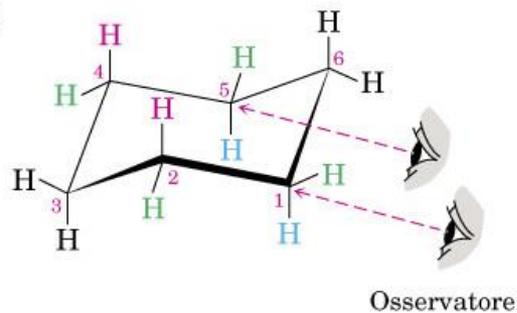


**FIGURA 4.13** La conformazione a sedia del cicloesano esente da tensione. Tutti gli angoli di legame C—C—C sono di  $111,5^\circ$  (un valore vicino al valore tetraedrico ideale di  $109,5^\circ$ ), e tutti i legami C—H adiacenti sono sfalsati.

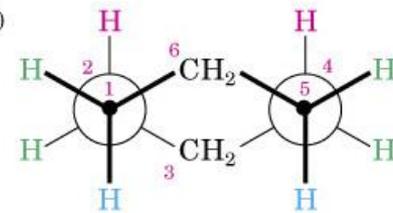
(a)

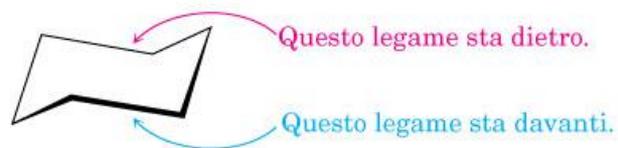
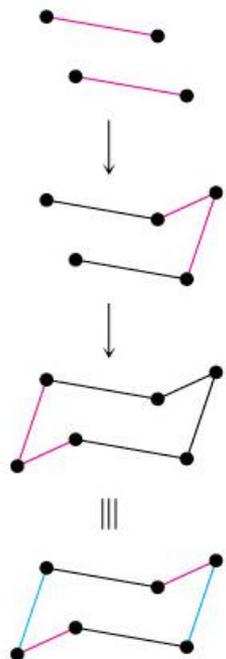


(b)

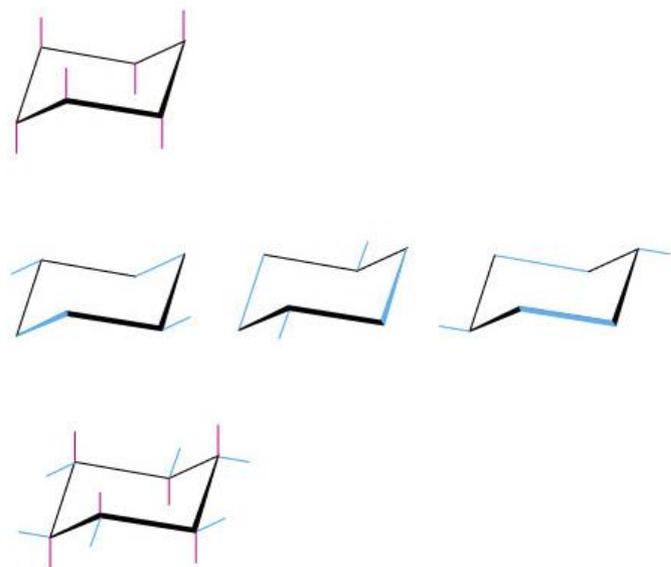


(c)

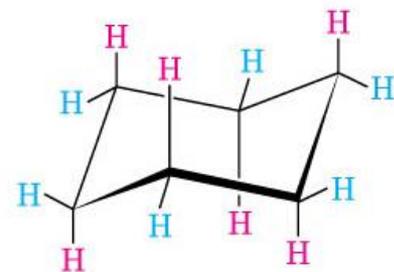
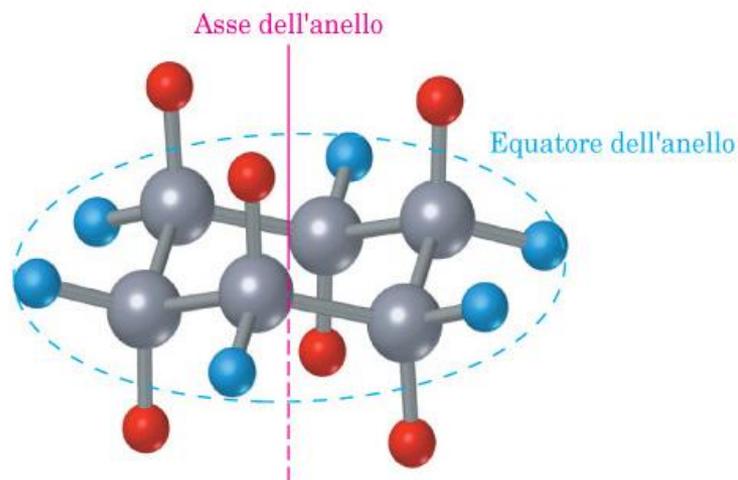




**FIGURA 4.16** Procedimento per disegnare i legami assiali ed equatoriali nel cicloesano a sedia.

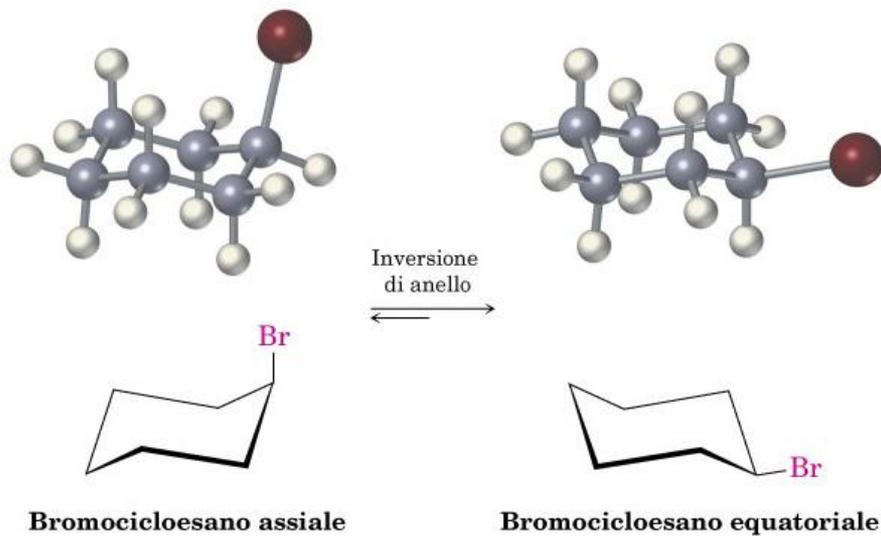
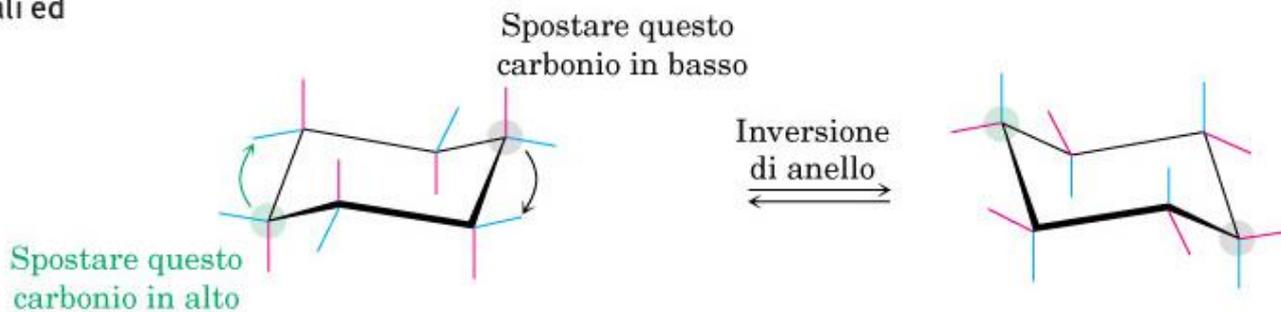


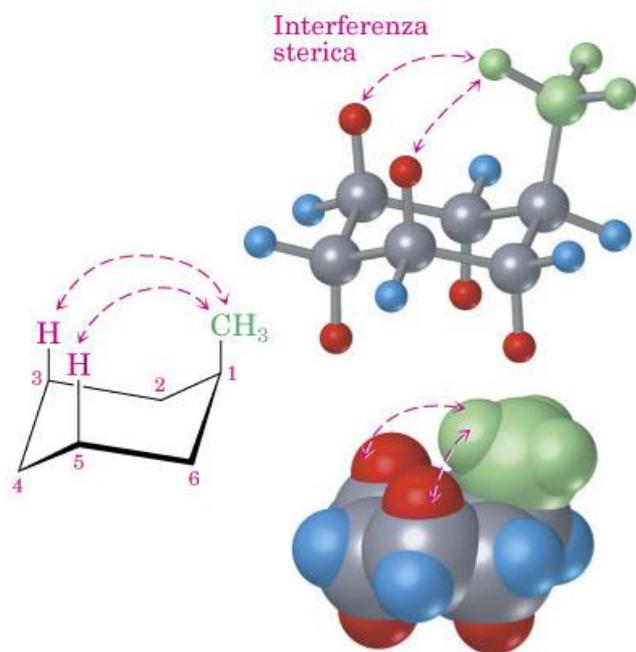
**FIGURA 4.14** Atomi di idrogeno assiali (in rosso) ed equatoriali (in blu) in un cicloesano a sedia. I sei atomi di idrogeno assiali sono paralleli all'asse dell'anello e i sei atomi di idrogeno equatoriali si trovano in una fascia intorno all'equatore dell'anello.



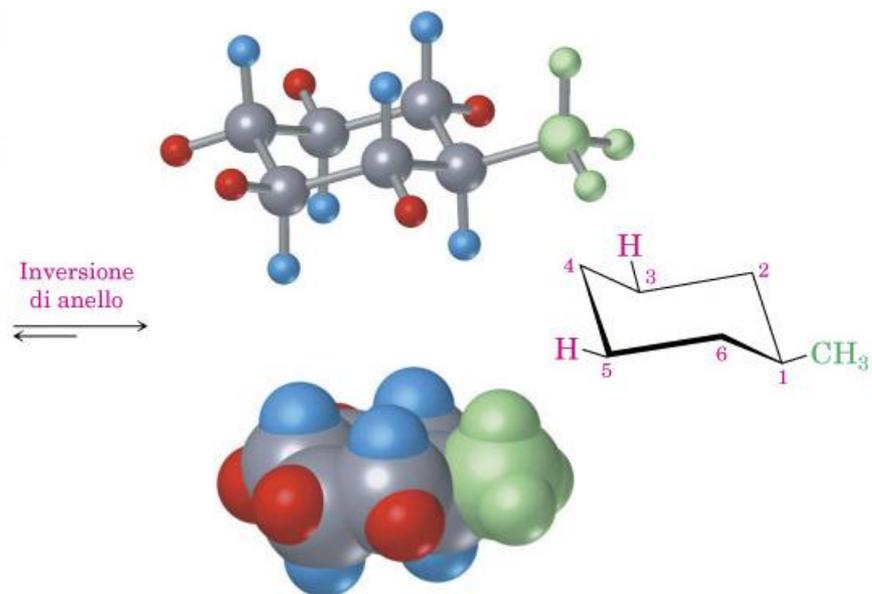


**FIGURA 4.17** L'inversione d'anello nel cicloesano a sedia interconverte le posizioni assiali ed equatoriali.



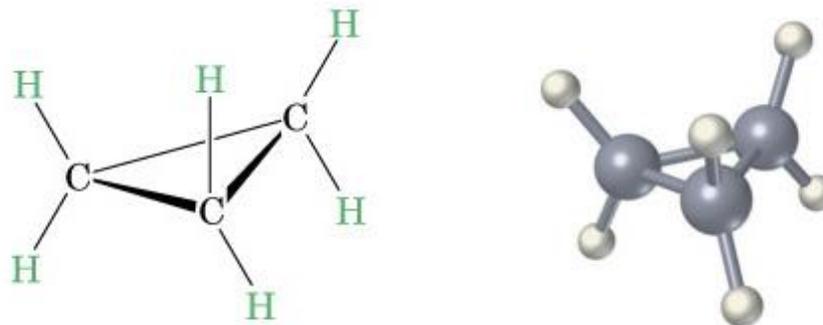


**FIGURA 4.19** L'interconversione assiale-equatoriale di un metilcicloesano è rappresentata in vari modi. Il conformero equatoriale è più stabile di quello assiale di 7.6 kJ/mol.

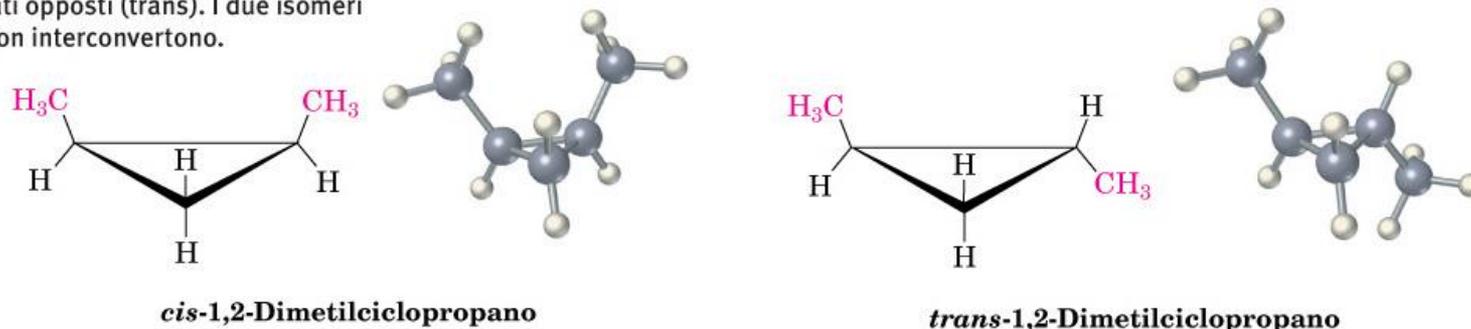


# Isomeria *cis-trans* nei cicloalcani

**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.

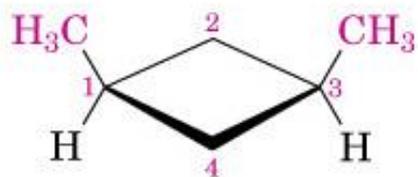


Non sono in equilibrio tra loro, non sono diversi conformeri ma  
sono **STEREoisomeri**

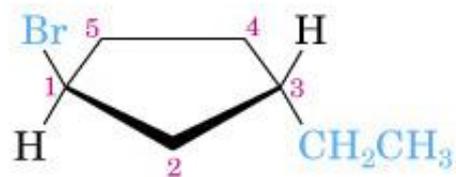
**Isomeri costituzionali**  
(differenti connessioni  
tra gli atomi)



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



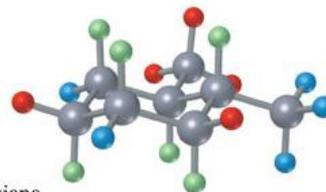
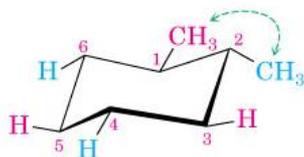
*cis*-1,3-Dimetilciclobutano



*trans*-1-Bromo-3-etilciclopentano

## trans-1,2-Dimetilcicloesano

Una interazione  
gauche (3.8 kJ/mol)



↑ Inversione  
di anello  
↓

Quattro interazioni diassali  
CH<sub>3</sub>-H (15.2 kJ/mol)

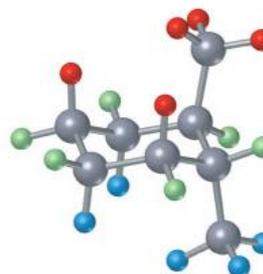
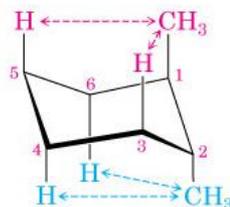


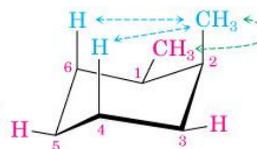
FIGURA 4.21 (continuazione)

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.

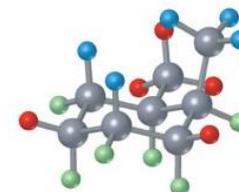
## cis-1,2-Dimetilcicloesano

Una interazione  
gauche (3.8 kJ/mol)  
Due interazioni diassali  
CH<sub>3</sub>-H (7.6 kJ/mol)

Tensione totale: 3.8 + 7.6 = 11.4 kJ/mol

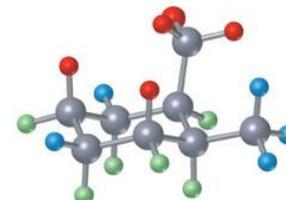
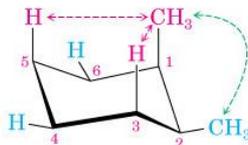


↑ Inversione  
di anello  
↓



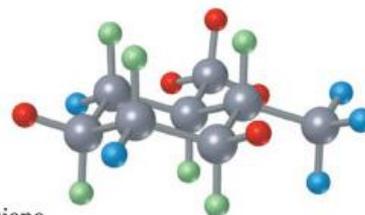
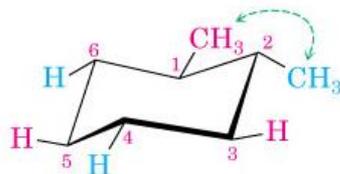
Una interazione  
gauche (3.8 kJ/mol)  
Due interazioni diassali  
CH<sub>3</sub>-H (7.6 kJ/mol)

Tensione totale: 3.8 + 7.6 = 11.4 kJ/mol



## trans-1,2-Dimetilcicloesano

Una interazione  
gauche (3.8 kJ/mol)



↑ Inversione  
di anello  
↓

Quattro interazioni diassiali  
 $\text{CH}_3\text{-H}$  (15.2 kJ/mol)

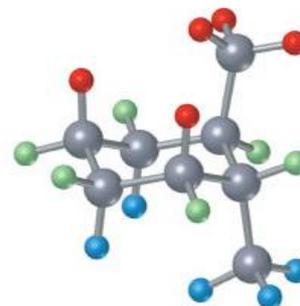
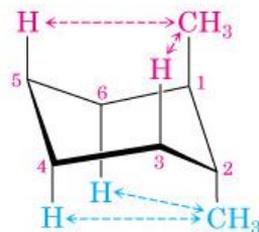
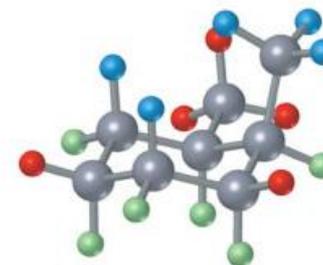
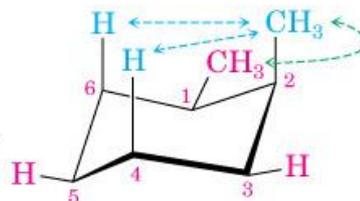


FIGURA 4.21 (continuazione)

## cis-1,2-Dimetilcicloesano

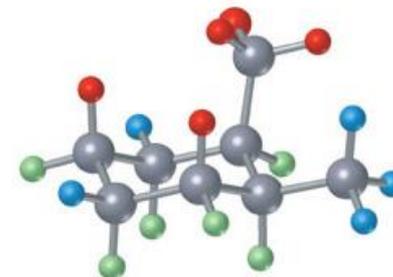
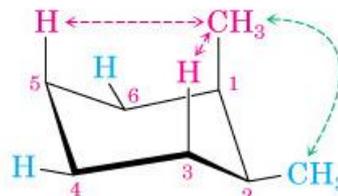
Una interazione  
gauche (3.8 kJ/mol)  
Due interazioni diassiali  
 $\text{CH}_3\text{-H}$  (7.6 kJ/mol)

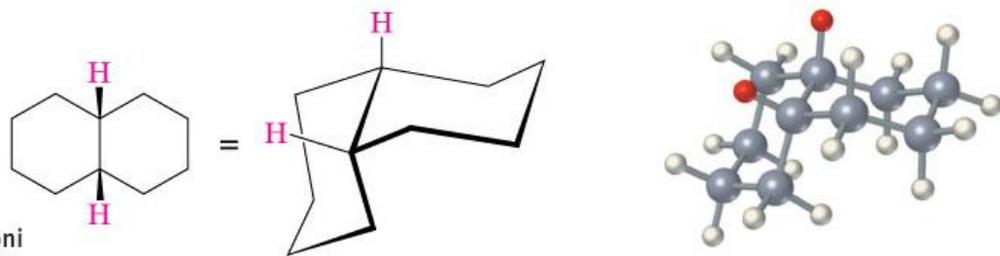
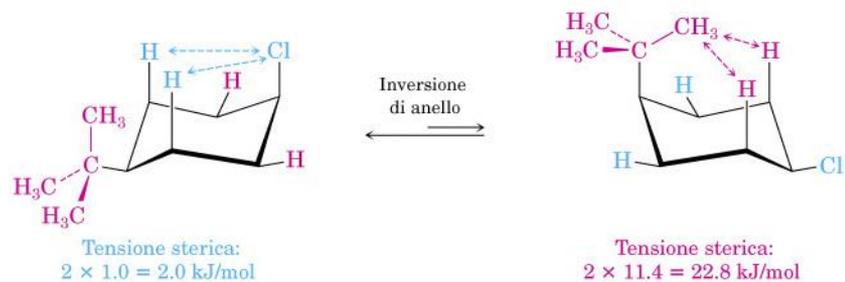
Tensione totale:  $3.8 + 7.6 = 11.4$  kJ/mol



↑ Inversione  
di anello  
↓

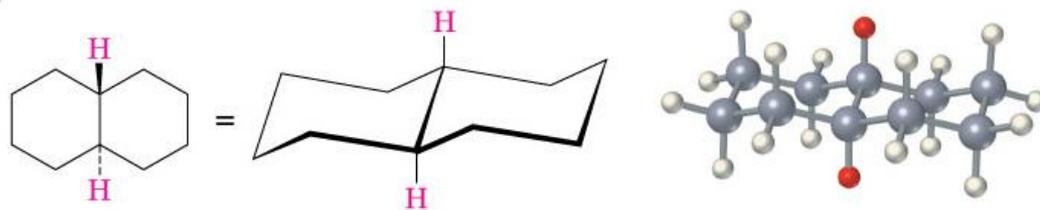
Una interazione  
gauche (3.8 kJ/mol)  
Due interazioni diassiali  
 $\text{CH}_3\text{-H}$  (7.6 kJ/mol)  
Tensione totale:  $3.8 + 7.6 = 11.4$  kJ/mol



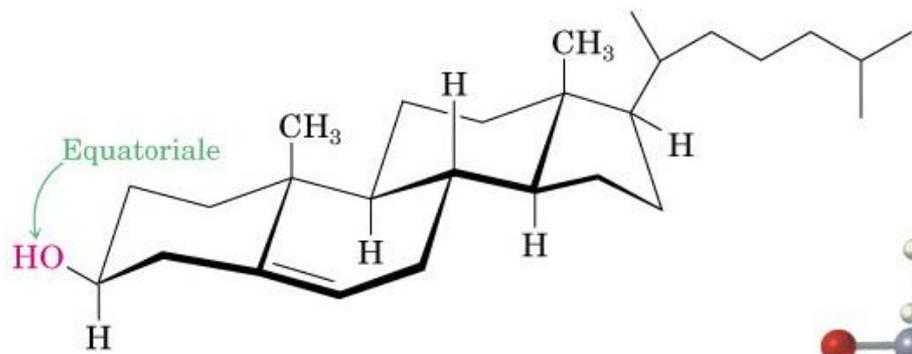


**cis-Decalina**

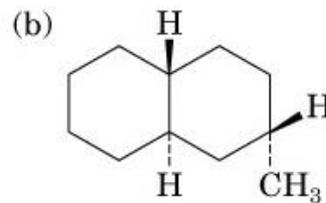
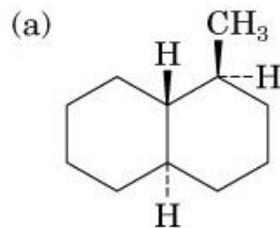
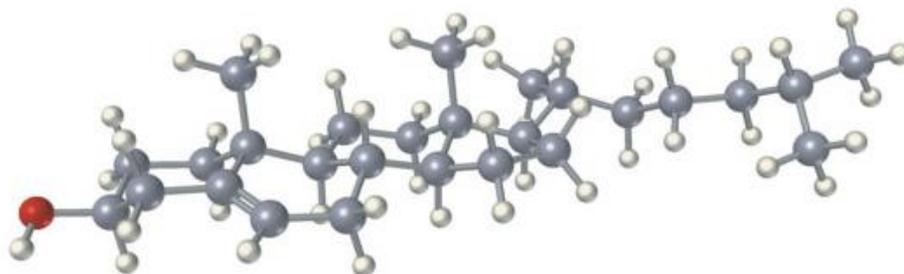
**FIGURA 4.23** Rappresentazioni della *cis*- e *trans*-decalina. Nell'isomero *cis*, gli atomi di idrogeno (in rosso) legati agli atomi di carbonio a testa di ponte sono sulla stessa faccia dei due anelli, mentre nell'isomero *trans* giacciono su facce opposte.

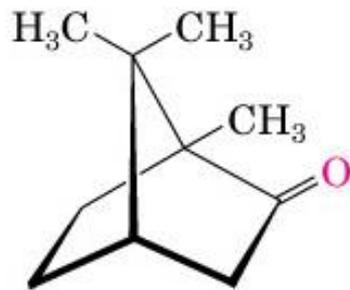


**trans-Decalina**

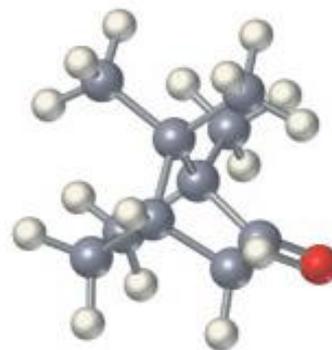


**Colesterolo**

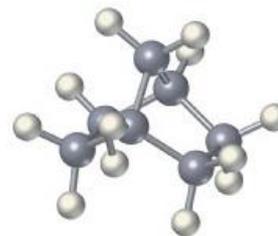




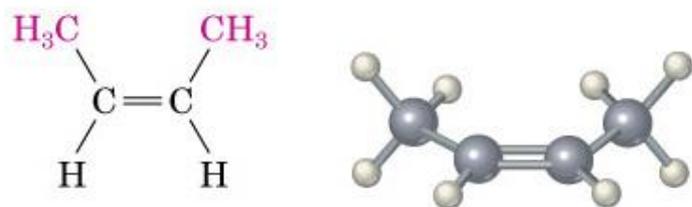
**Canfora**



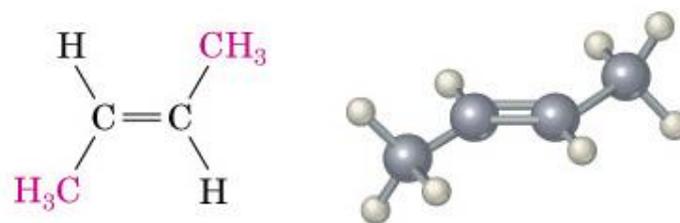
**Norbornano  
(Biciclo[2.2.1]eptano)**



# Rappresentare la tridimensionalità delle molecole organiche: stereoisomeria



*cis*-2-Butene

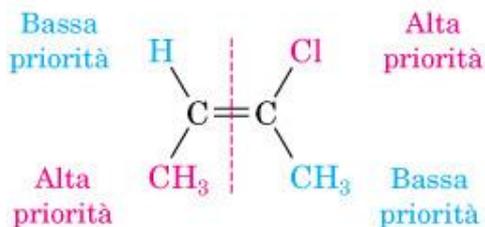


*trans*-2-Butene

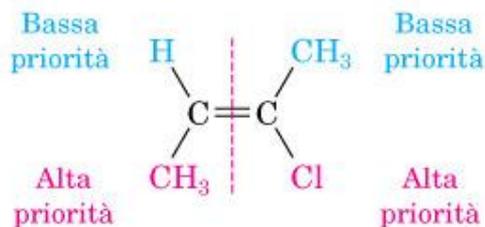
Configurazioni *cis* e *trans*  
*E* e *Z*



Per esempio:



(a) (*E*)-2-Cloro-2-butene



(b) (*Z*)-2-Cloro-2-butene

