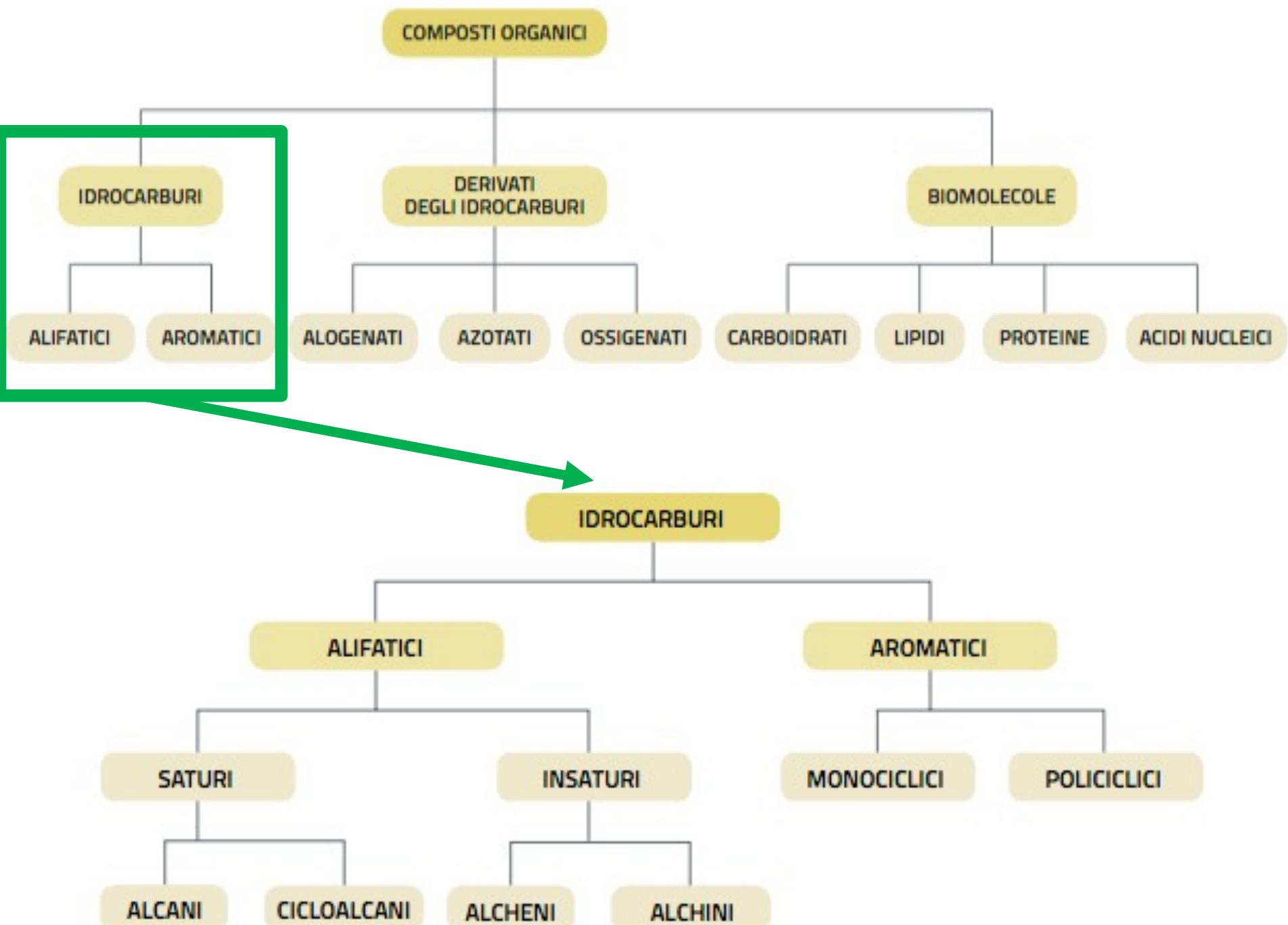


# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani



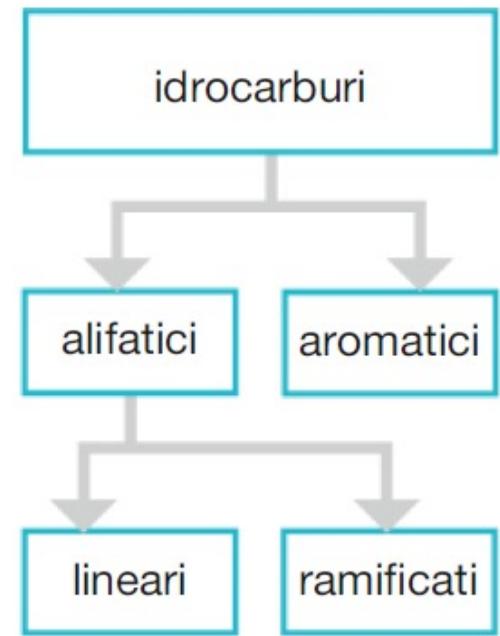
Il PETROLIO è una miscela di ALCANI

# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Gli **idrocarburi** sono composti binari formati soltanto da carbonio e idrogeno.

Si distinguono in:

- **alifatici**, costituiti da catene di atomi di carbonio lineari o ramificate (aperte o chiuse), con legami semplici o multipli
- **aromatici**, con una struttura ciclica particolare che gli conferisce proprietà specifiche.

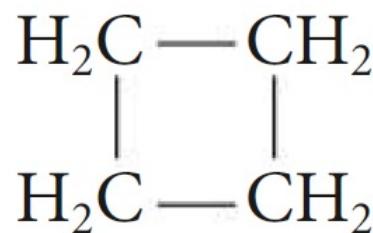
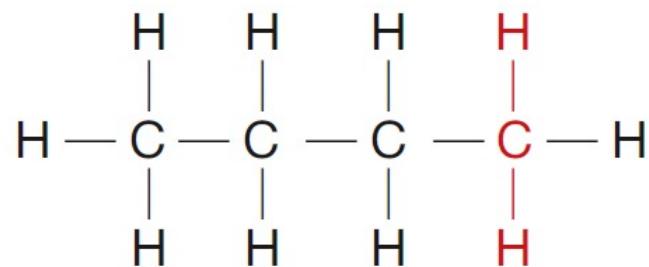


# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Gli **idrocarburi saturi** sono costituiti da catene di atomi di carbonio uniti soltanto da legami semplici.

Sono idrocarburi alifatici saturi:

- gli **alcani**, a struttura aperta
- i **cicloalcani**, a struttura chiusa.



# Gli alcani

Gli **alcani** o **paraffine** sono idrocarburi alifatici a catena aperta, **saturi per la presenza di legami semplici carbonio-carbonio**.

Tutti gli atomi di carbonio degli alcani sono ibridati  $sp^3$ .

I quattro orbitali ibridi  $sp^3$  si orientano in direzione dei vertici di un **tetraedro**, con angoli di legame di 109,5° rispetto al nucleo, che si trova al centro del tetraedro.

# Gli alcani

A



orbitale *s*



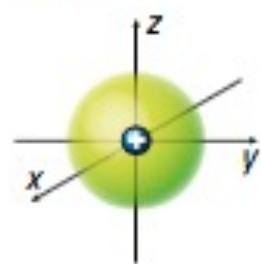
orbitale *p*

ibridazione

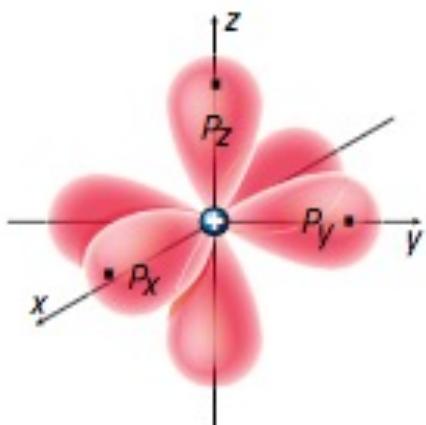


orbitale ibrido  $sp^3$

B

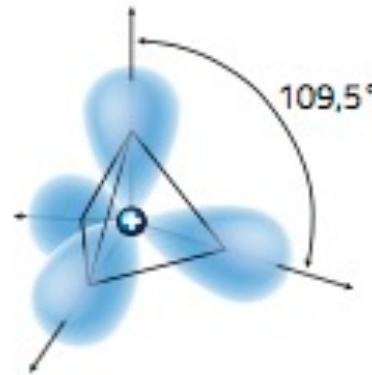


orbitale *s*



orbitali *p*

ibridazione



disposizione tetraedrica  
degli  $sp^3$

# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

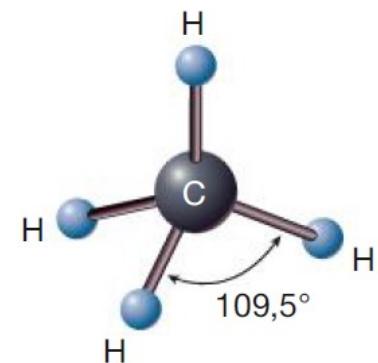
La formula generale degli **alcani** è:



dove  $n$  è il numero di atomi di carbonio.

Il più semplice degli alcani è il **metano**,  $\text{CH}_4$ .

Il metano ha una struttura *tetraedrica*, con il carbonio al centro e gli angoli di legame di  $109,5^\circ$ .



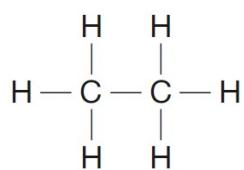
# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

I tre idrocarburi successivi al metano, aumentando il numero di atomi di carbonio, sono:

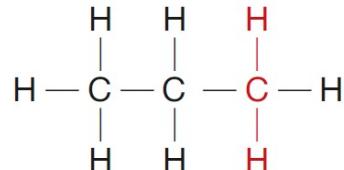
- etano,  $\text{C}_2\text{H}_6$
- propano,  $\text{C}_3\text{H}_8$
- butano,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .



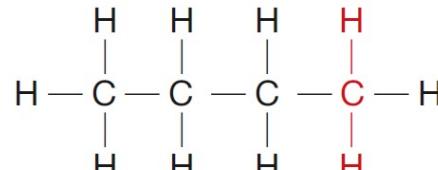
Per rappresentare gli idrocarburi, si ricorre alle **strutture di Lewis** e alle **formule condensate**:



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



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

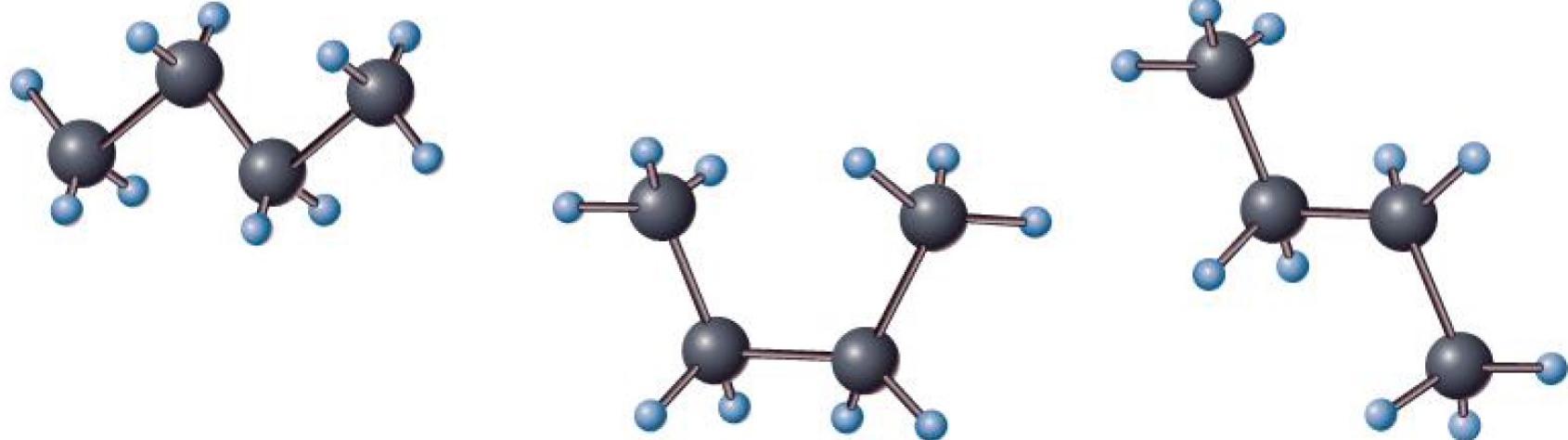


$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ;  
butano

# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

La catena lineare degli atomi di carbonio è flessibile: ogni atomo di carbonio può ruotare intorno al legame semplice che lo unisce all'atomo di carbonio adiacente.

A ciascuna delle forme che può assumere una molecola si attribuisce il nome di **conformazione**.



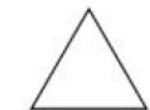
# Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

Chiudendo la catena di atomi di carbonio in un anello, si forma il corrispondente **cicloalcano**.

La chiusura della catena comporta la perdita di due atomi di idrogeno, quindi la formula dei cicloalcani è:



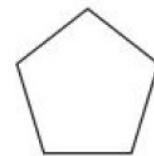
Per rappresentarli si usano i corrispondenti poligoni regolari: ciascun vertice corrisponde a un gruppo  $-\text{CH}_2-$ .



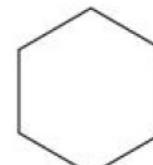
ciclopropano



ciclobutano



ciclopentano



cicloesano

# Nomenclatura

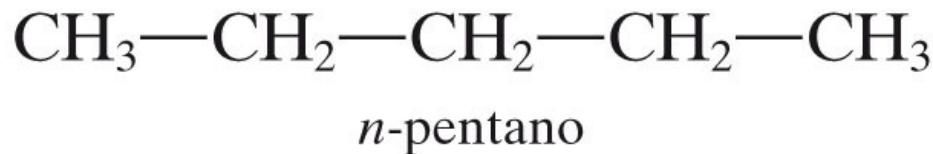
La nomenclatura degli **alcani** prevede la desinenza **-ano**.

I primi quattro termini presentano nomi particolari poi, a partire, dalla catena a 5 atomi di carbonio, il prefisso è numerico.

Atomi di carbonio	prefisso
1	met-
2	et-
3	prop-
4	but-
5	pent-
6	es-

Alle **catene idrocarburiche lineari** si antepone *n-* al nome della catena e si legge «normal-».

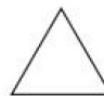
Il nome dell'idrocarburo seguente si legge quindi *normalpentano*.



# Nomenclatura

Formula	Nome
$C_9H_{20}$	nonano
$C_{10}H_{22}$	decano
$C_{11}H_{24}$	undecano
$C_{12}H_{26}$	dodecano
$C_{13}H_{28}$	tridecano
$C_{14}H_{30}$	tetradecano
$C_{15}H_{32}$	pentadecano
$C_{16}H_{34}$	esadecano
$C_{17}H_{36}$	eptadecano
$C_{18}H_{38}$	ottadecano
$C_{20}H_{42}$	eicosano

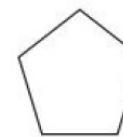
Nei cicloalcani si aggiunge il prefisso *ciclo*-.



ciclopropano



ciclobutano



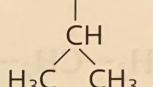
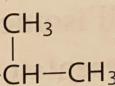
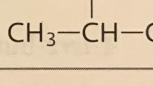
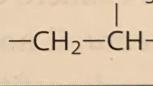
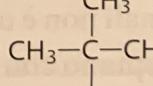
ciclopentano



cicloesano

# Nomenclatura

A partire dal butano ( $C_4H_{10}$ ) si verifica **l'isomeria di catena**. Il **sistema IUPAC** (International Union of Pure and Applied Chemistry) prevede la denominazione dei sostituenti, gruppi o radicali alchilici o atomi di alogeni legati alla catena carboniosa più lunga.

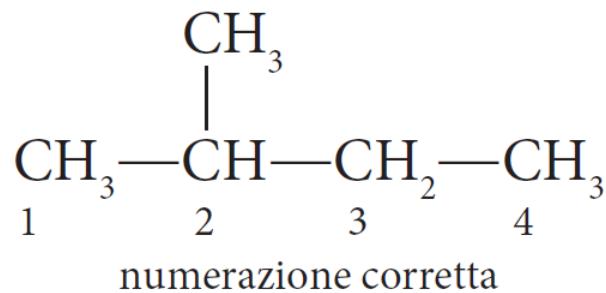
Alcano		Gruppo alchilico	
Nome	Formula razionale	Nome	Formula razionale
metano	$CH_4$	metile	$-CH_3$
etano	$CH_3-CH_3$	etile	$-CH_2-CH_3$
<i>n</i> -propano	$CH_3-CH_2-CH_3$	<i>n</i> -propile	$-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>n</i> -butano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	isopropile	
isobutano		<i>n</i> -butile	$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
		<i>sec</i> -butile	
		isobutile	
		<i>terz</i> -butile	

-/so indica la posizione di 2 sostituenti uguali sullo stesso atomo di carbonio

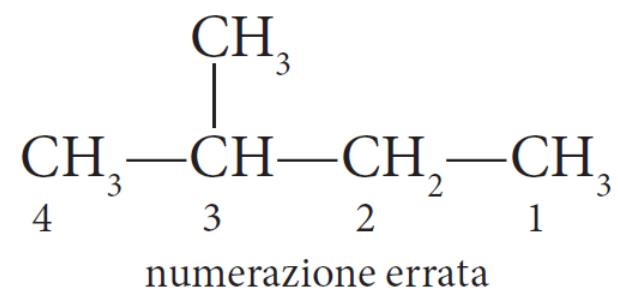
-sec e -terz se il C del gruppo alchilico (con <numero di H) è secondario o terziario.

## Nomenclatura

1. Individuare la catena carboniosa **CONTINUA** più lunga
2. per trovare il nome di una **catena ramificata** è necessario numerare gli atomi di carbonio in modo che i **radicali sostituiti** abbiano il **numero più piccolo possibile**.



2-metilbutano



3. quando nella catena c'è un **solostituyente**: il nome deriva da posizione e nome del sostituyente e dalla catena carboniosa più lunga

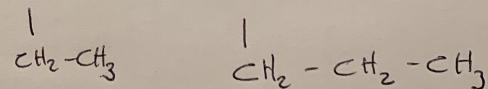
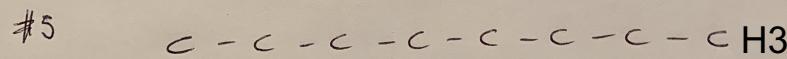
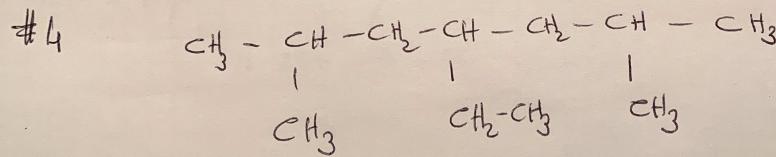
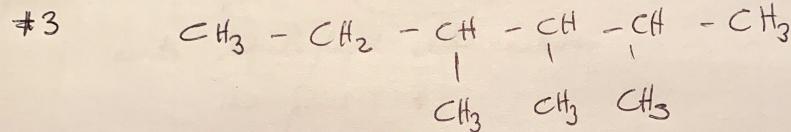
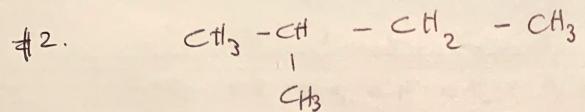
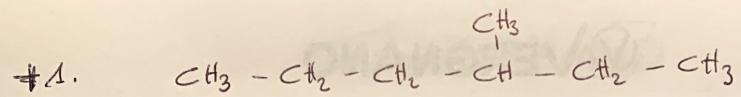
## Nomenclatura

4. I sostituenti vanno elencati in ordine alfabetico:  
per es: **etil-** precede **metil-**.
5. Se sono presenti due o più sostituenti identici si usano i **prefissi** **di-**, **tri-**, **tetra-**.
6. Se il sostituente è nella stessa posizione il numero è ripetuto e separato dalla virgola

## Nomenclatura

7. -Se i sostituenti sono diversi, vanno denominati in ordine alfabetico (i prefissi di-, tri-, tetra, non vanno considerati ai fini dell'ordine alfabetico)

## Mettiamo in pratica



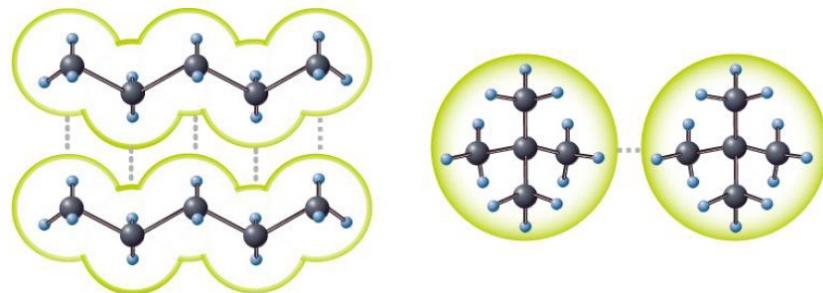
# Le proprietà fisiche degli idrocarburi saturi

Gli alcani sono **molecole apolari** insolubili in acqua (ma solubili in solventi organici polari) e la loro temperatura di ebollizione cresce all'aumentare della massa molecolare.

A temperatura ambiente gli alcani a catena lineare sono allo stato **gassoso** fino a 4 atomi di carbonio,

da 5 a 15 allo **stato liquido** e

da 16 in poi allo **stato solido**.



I composti ramificati hanno temperature di ebollizione inferiori poiché, a causa delle ramificazioni, le molecole sono più distanti tra loro.

# Proprietà fisiche degli alcani

Alcano	Formula	Punto di ebollizione [° C]	Punto di fusione [° C]	Densità [g·cm <sup>-3</sup> ] (at 20 ° C)
Metano	CH <sub>4</sub>	-162	-182	gas
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-89	-183	gas
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-42	-188	gas
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0	-138	gas
Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	36	-130	0.626 (liquido)
Esano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	69	-95	0.659 (liquido)
Ettano	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	98	-91	0.684 (liquido)
Ottano	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	126	-57	0.703 (liquido)
Nonano	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	151	-54	0.718 (liquido)
Decano	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	174	-30	0.730 (liquido)
Undecano	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	196	-26	0.740 (liquido)
Dodecano	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	216	-10	0.749 (liquido)

# Svolgere i seguenti esercizi SOLO dopo aver studiato

**2** Quale tra le seguenti formule molecolari rappresenta un alcano?

- (A)  $C_4H_{10}O$       (B)  $C_4H_9OH$   
(C)  $C_4H_{10}$       (D)  $C_4H_8$

**5** Quale delle seguenti affermazioni riguardanti il metano NON è corretta?

- (A) l'atomo di carbonio è ibridato  $sp^3$   
(B) è una molecola polare  
(C) è insolubile in acqua  
(D) ha una disposizione tetraedrica

**36** Rappresenta le formule razionali dei seguenti composti.

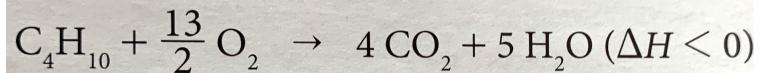
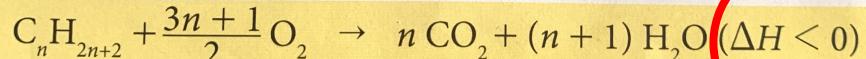
- a. 2-metilpentano  
b. 2,3-dimetilbutano  
c. 4-etil-2,2-dimetilesano  
d. 3-bromo-2-metilpentano  
e. 1,1,3,3-tetracloropentano  
f. 2-cloro-3-isopropileptano  
g. 4-*sec*-butil-2,7-dimetilottano  
h. 4-isobutil-4-metileptano  
i. 1,2,5-tricloro-2,3-dimetilpentano

**37** Assegna il nome IUPAC ai seguenti composti.

- a. 
$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-CH_2-C-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$
- b.  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2I$
- c.  $CH_2Cl-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
- d. 
$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-CBr-CH_3 \end{array}$$
- e. 
$$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH-CH_3 \\ | \\ CH_3-CH_2 \end{array}$$

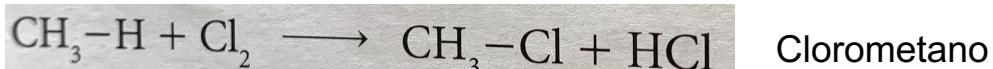
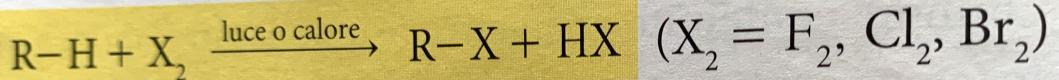
# Proprietà fisiche e chimiche

Gli alcani danno origine a reazioni di **combustione** (reagendo con l' $\text{O}_2$ )



Monossido di carbonio CO si lega all'emoglobina  $\rightarrow$  morte x anossia

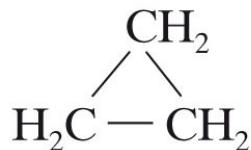
e di **alogenazione** (reagendo con gli alogeni).



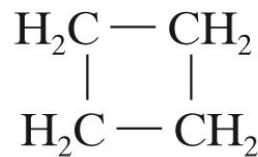
# I cicloalcani

La formula bruta dei cicloalcani è  $C_nH_{2n}$  quindi anch'essi costituiscono una **serie omologa**. A partire dal propano, possono chiudere la catena di atomi di carbonio con la perdita di due atomi di idrogeno.

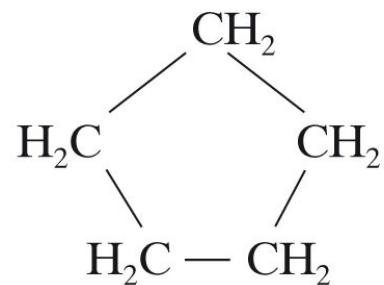
Formula:  $C_nH_{2n}$



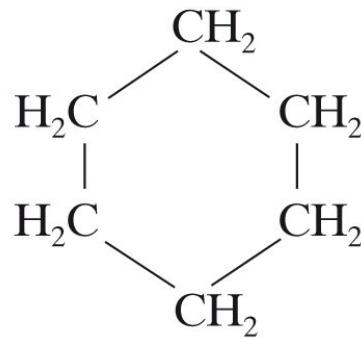
ciclopropano



ciclobutano



ciclopentano



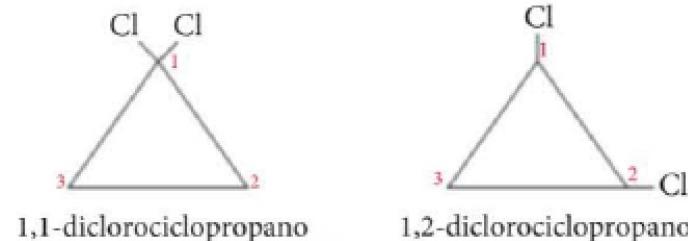
cicloesano

# Nomenclatura

I cicloalcani possono presentare **isomerie di posizione e geometrica** (dipende dalla posizione dei sostituenti rispetto al piano dell'anello).

Isomeri di **posizione**: si ha quando una molecola presenta atomi diversi oltre a quelli di carbonio e idrogeno; questi atomi si possono legare in punti diversi della catena carboniosa;

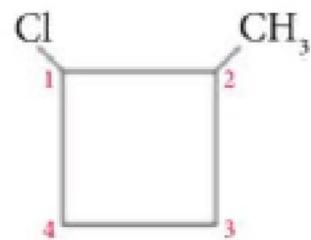
1. Iniziare la numerazione partendo dal carbonio che presenta i sostituenti
2. Se i sostituenti sono uguali usare i prefissi *di-*, *tris-*, *tetra-*
3. Se i sostituenti sono diversi i nomi rispettano l'ordine alfabetico



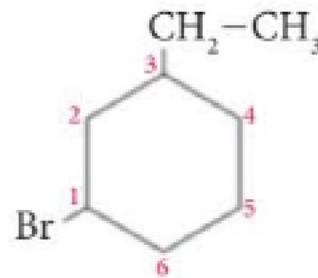
# Nomenclatura

Isomeri **geometrici** o **stereoisomeri** presentano una diversa orientazione degli atomi nello spazio.

1. Iniziare a numerare partendo dal carbonio che presenta i sostituenti rispettando l'ordine alfabetico
2. Se i sostituenti sono dalla stessa parte uso *cis*- o dalla parte opposta uso *trans*-.



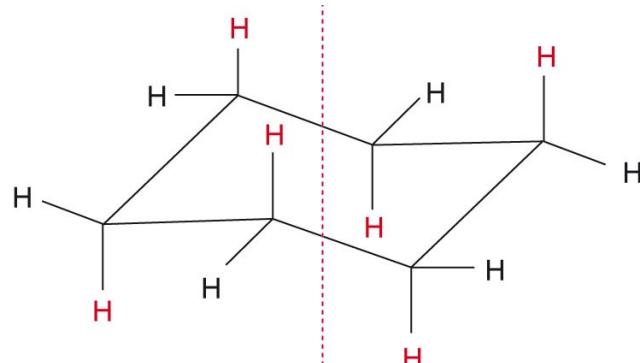
1-chloro-2-methylcyclobutano



1-bromo-3-ethylcyclohexane

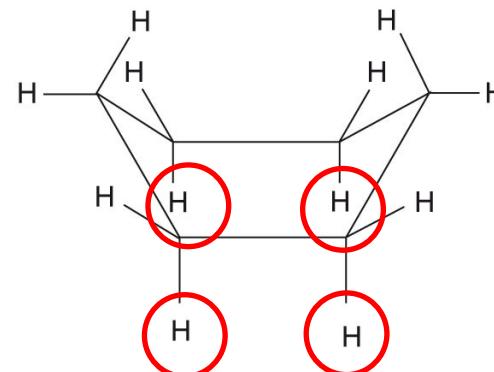
# Conformazioni del cicloesano

Il cicloalcano più interessante dal punto di vista biologico è il **cicloesano**, che presenta due strutture possibili: **a sedia** e **a barca**.



H assiali (in rosso)  
H equatoriali (in nero)

conformazione a sedia  
(più stabile)



conformazione a barca  
(meno stabile)

I 6 H equatoriali puntano tutti verso esterno  
3 H assiali puntano in basso alternati  
MINIME repulsioni

Più STABILE perché elimina i problemi di **tensione angolare** e di interazione sterica dei sostituenti: nella sedia gli angoli sono di **109,5°** e i legami sono completamente **sfalsati**.

I 6 H equatoriali puntano tutti verso esterno  
4 H assiali puntano in basso creando maggior repulsione

# I cicloalcani /2

I cicloalcani sono composti **apolari** e quindi insolubili in acqua e con bassi punti di ebollizione.

Le principali reazioni dei cicloalcani sono quelle di **combustione** e di **alogenazione**.

La reazione di **addizione** si verifica solo con il ciclopropano e il ciclobutano.



Solo con ciclopropano ( $60^\circ$ ) e ciclobutano ( $88^\circ$ ) perché hanno i valori degli angoli di legame molto diversi da  $109^\circ.5$  quindi sono molto instabili