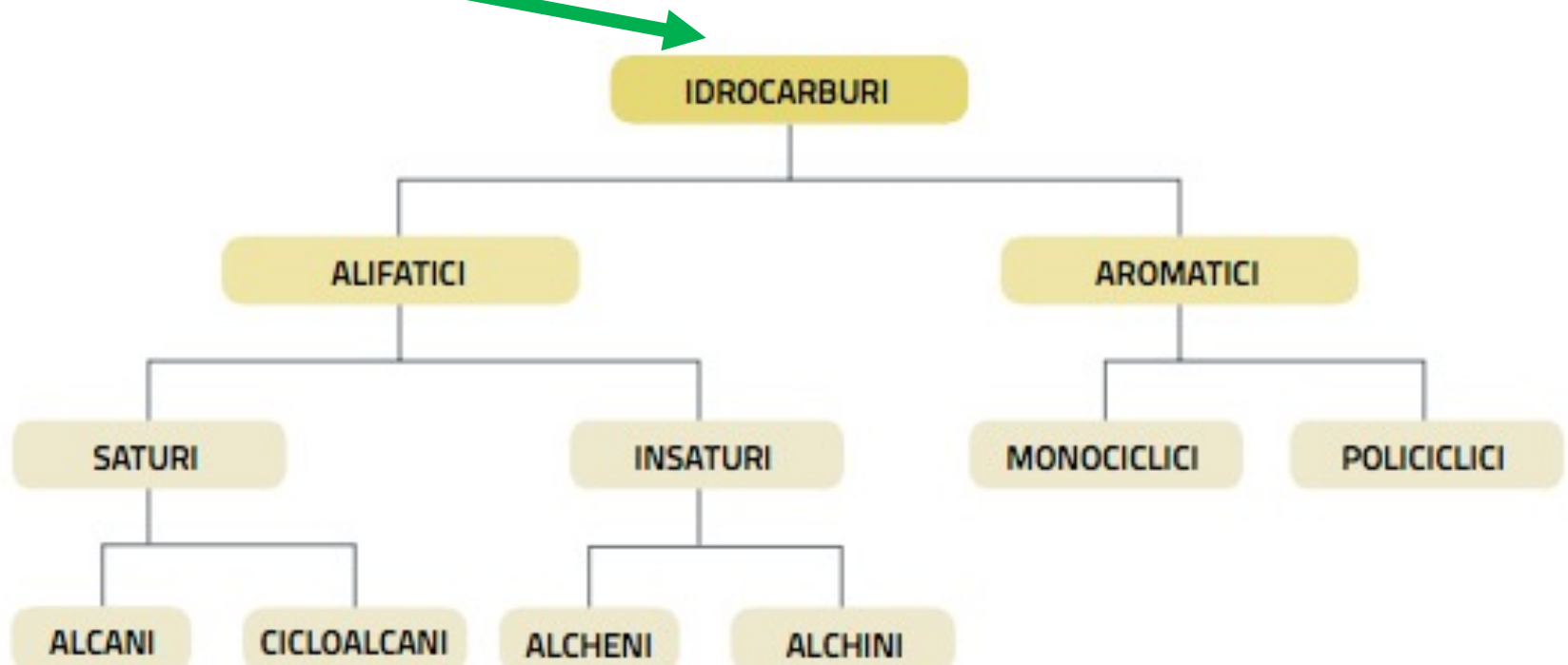
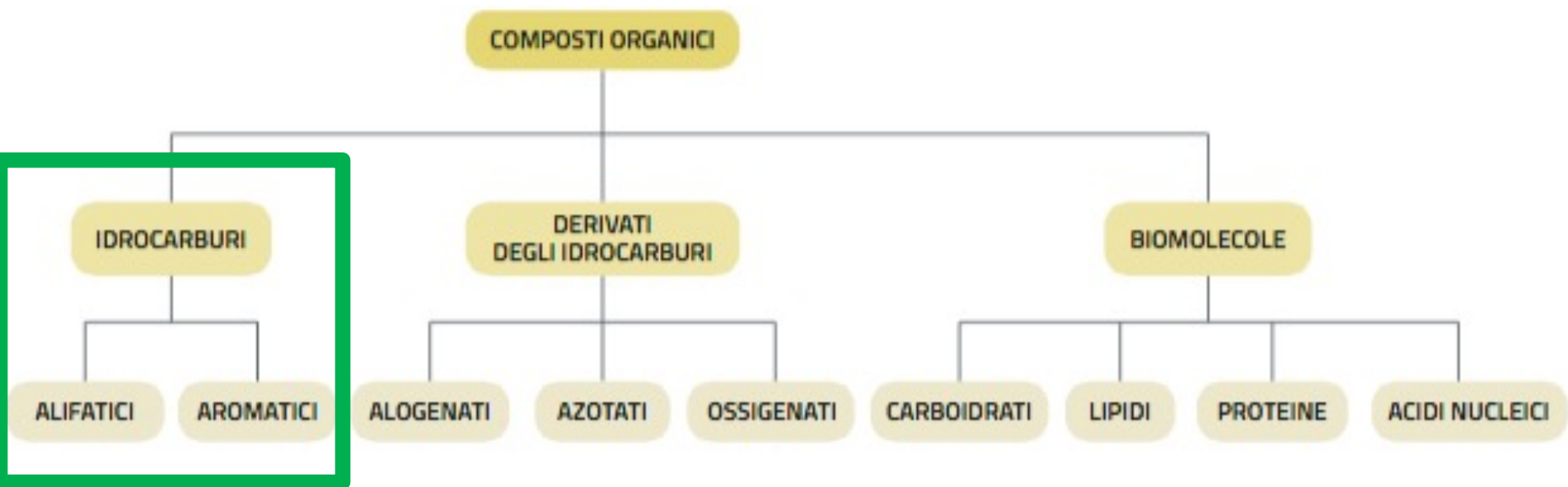


Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani



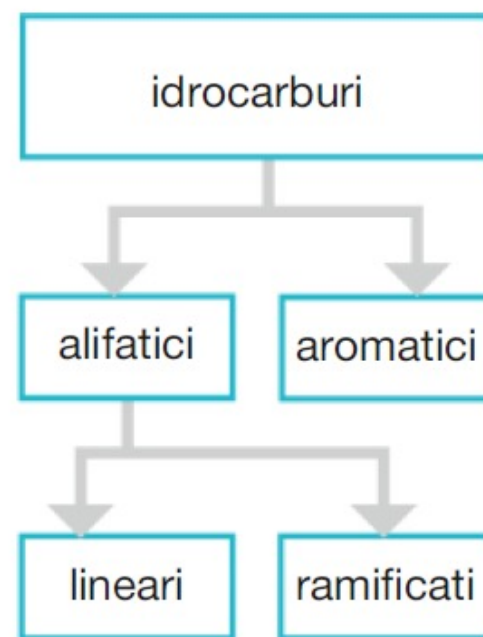
Il PETROLIO è una miscela di ALCANI

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.

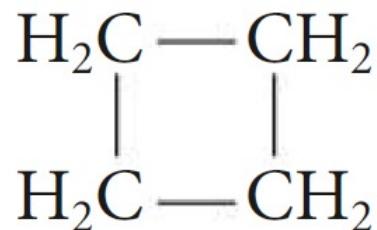
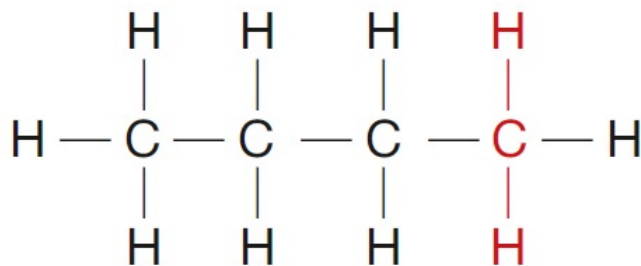


Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

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 $109,5^\circ$ rispetto al nucleo, che si trova al centro del tetraedro.

Gli alcani

A



orbitale s



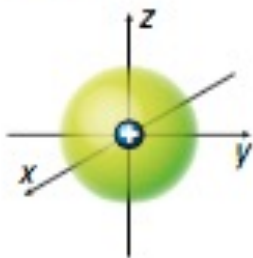
orbitale p

ibridazione

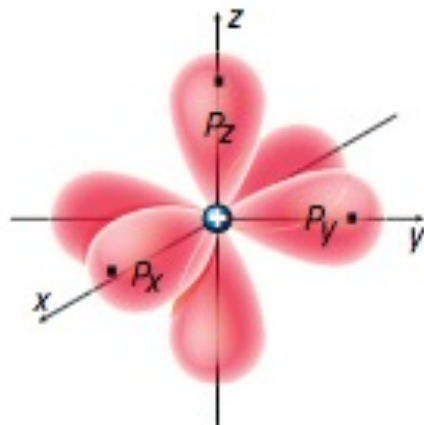


orbitale ibrido sp^3

B

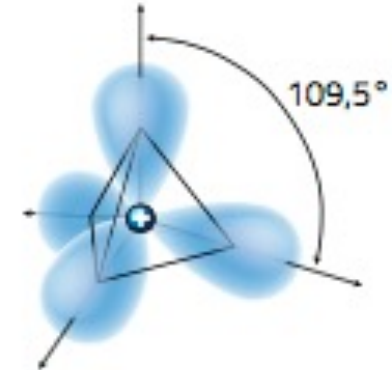


orbitale s



orbitali p

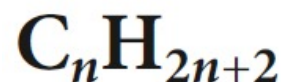
ibridazione



disposizione tetraedrica
degli sp^3

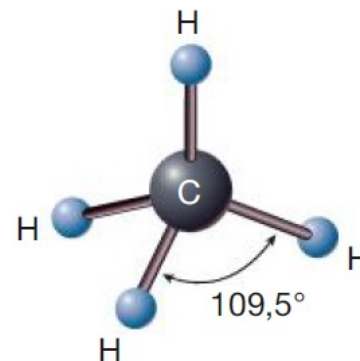
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

La formula generale degli **alcani** è:



dove n è il numero di atomi di carbonio.

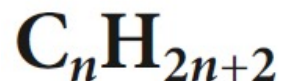
Il più semplice degli alcani è il **metano**, CH_4 .
Il metano ha una struttura *tetraedrica*, con il carbonio al centro e gli angoli di legame di $109,5^\circ$.



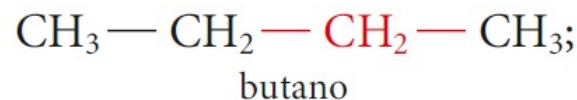
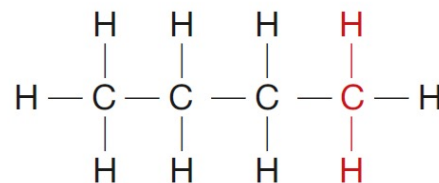
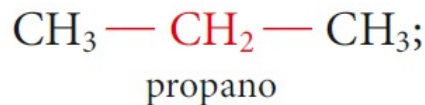
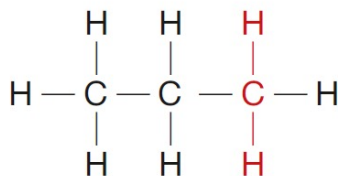
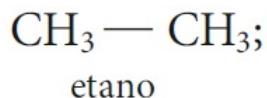
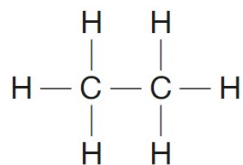
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

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

- etano, C_2H_6
- propano, C_3H_8
- butano, C_4H_{10} .



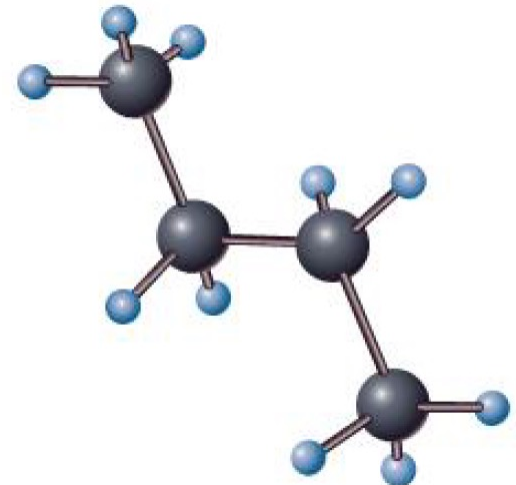
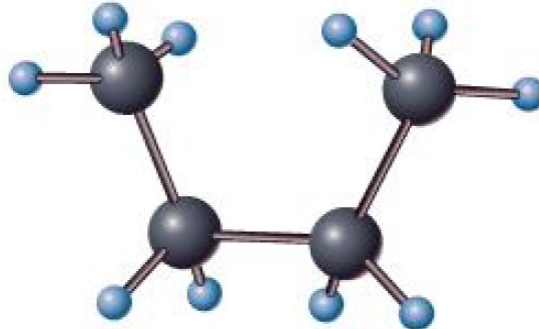
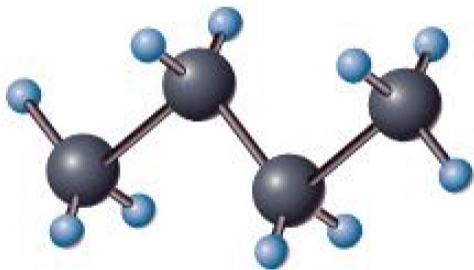
Per rappresentare gli idrocarburi, si ricorre alle **strutture di Lewis** e alle **formule condensate**:



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**.



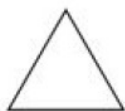
Gli idrocarburi saturi: alcani e cicloalcani

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:



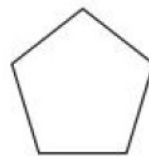
Per rappresentarli si usano i corrispondenti poligoni regolari: ciascun vertice corrisponde a un gruppo $\text{—CH}_2\text{—}$.



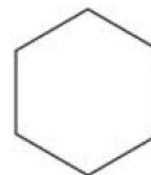
ciclopropano



ciclobutano



ciclopentano



cicloesano

Nomenclatura

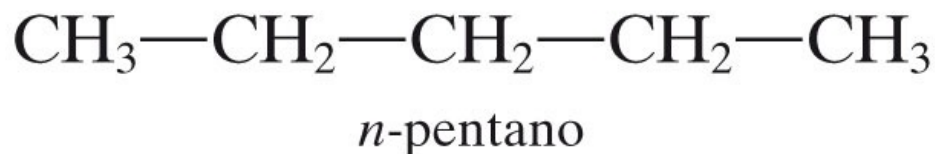
La nomenclatura degli **alcani** prevede la desinenza *-ano*.

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-».

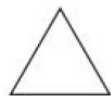
Il nome dell'idrocarburo seguente si legge quindi *normalpentano*.



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

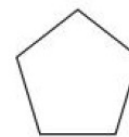
Nei cicloalcani si aggiunge il prefisso *ciclo-*.



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.

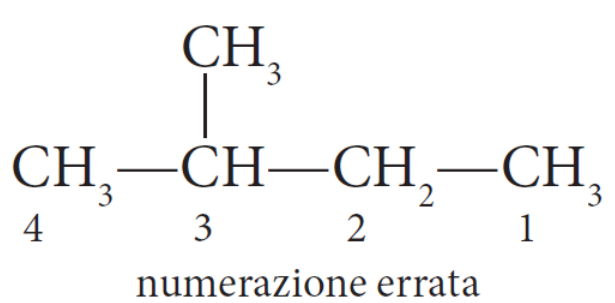
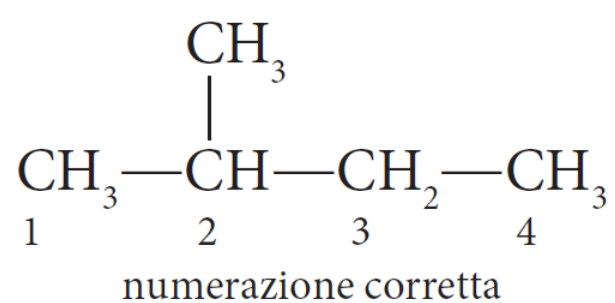
Alcano		Gruppo alchilico	
Nome	Formula razionale	Nome	Formula razionale
metano	CH_4	metile	$-CH_3$
etano	CH_3-CH_3	etile	$-CH_2-CH_3$
<i>n</i> -propano	$CH_3-CH_2-CH_3$	<i>n</i> -propile	$-CH_2-CH_2-CH_3$
		isopropile	$\begin{array}{c} \\ CH \\ / \quad \backslash \\ H_3C \quad CH_3 \end{array}$
<i>n</i> -butano	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	<i>n</i> -butile	$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
		<i>sec</i> -butile	$\begin{array}{c} \\ CH_3-CH-CH_2-CH_3 \end{array}$
		isobutile	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ -CH_2-CH-CH_3 \end{array}$
isobutano	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}$	<i>terz</i> -butile	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \end{array}$

-*iso* 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 **solo sostituito**: il nome deriva da posizione e nome del sostituito e dalla catena carboniosa più lunga

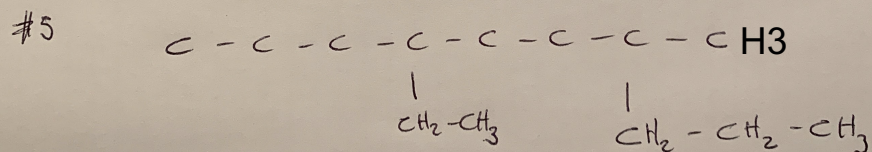
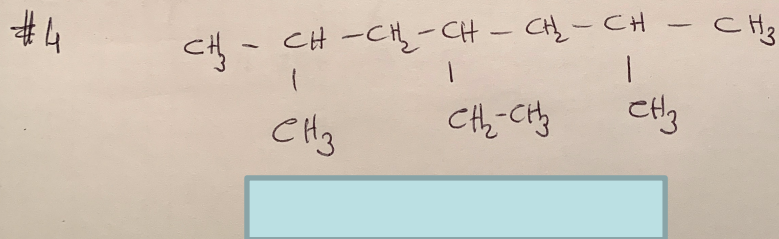
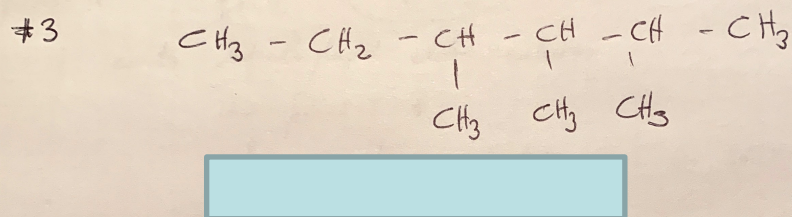
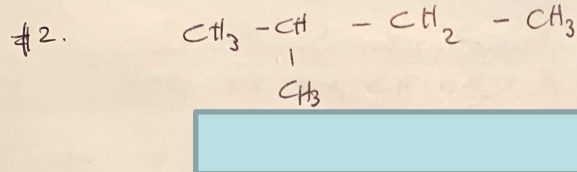
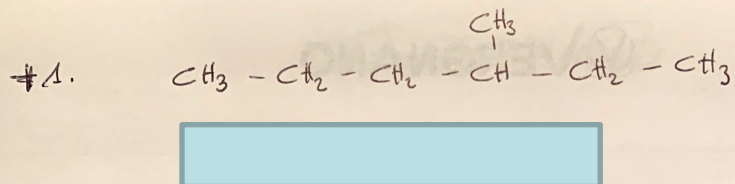
Nomenclatura

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 sostituito 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



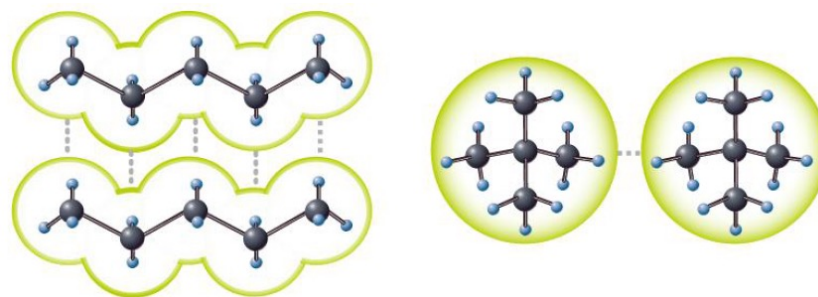
Le proprietà fisiche degli idrocarburi saturi

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 ⁻³] (at 20 ° C)
Metano	CH ₄	-162	-182	gas
Etano	C ₂ H ₆	-89	-183	gas
Propano	C ₃ H ₈	-42	-188	gas
Butano	C ₄ H ₁₀	0	-138	gas
Pentano	C ₅ H ₁₂	36	-130	0.626 (liquido)
Esano	C ₆ H ₁₄	69	-95	0.659 (liquido)
Ettano	C ₇ H ₁₆	98	-91	0.684 (liquido)
Ottano	C ₈ H ₁₈	126	-57	0.703 (liquido)
Nonano	C ₉ H ₂₀	151	-54	0.718 (liquido)
Decano	C ₁₀ H ₂₂	174	-30	0.730 (liquido)
Undecano	C ₁₁ H ₂₄	196	-26	0.740 (liquido)
Dodecano	C ₁₂ H ₂₆	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.
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

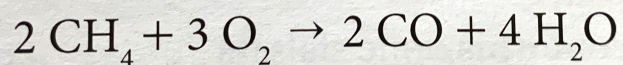
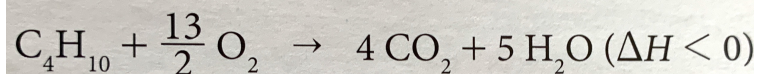
b. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{I}$
c.
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

d.
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CBr}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

e.
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2 \end{array}$$

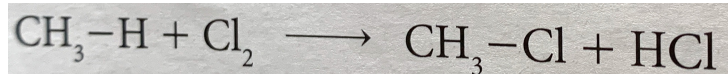
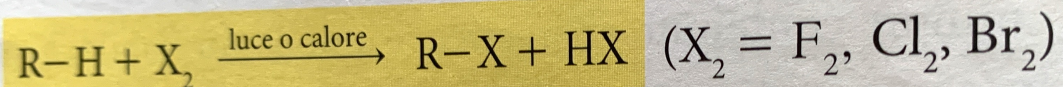
Proprietà fisiche e chimiche

Gli alcani danno origine a reazioni di **combustione** (reagendo con l'O₂)



Monossido di carbonio CO si lega all'emoglobina → morte x anossia

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

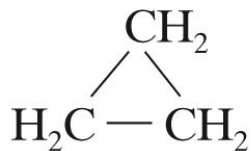


Clorometano

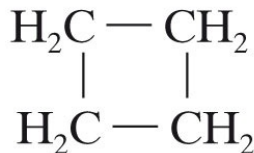
I cicloalcani

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.

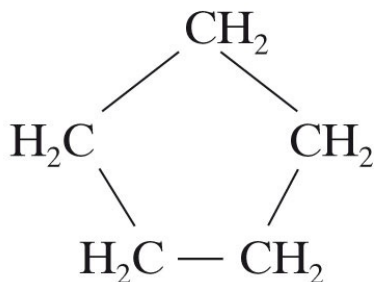
Formula: C_nH_{2n}



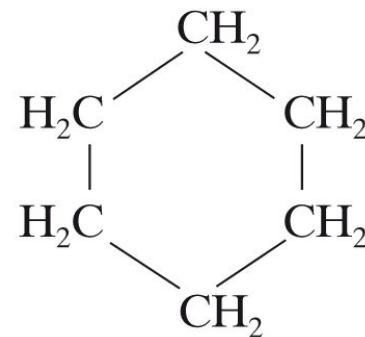
ciclopropano



ciclobutano



ciclopentano



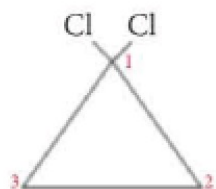
cicloesano

Nomenclatura

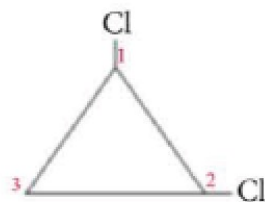
I cicloalcani possono presentare **isomerie di posizione e geometrica** (dipende dalla posizione dei sostituenti rispetto al piano dell'anello).

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



1,1-diclorociclopropano

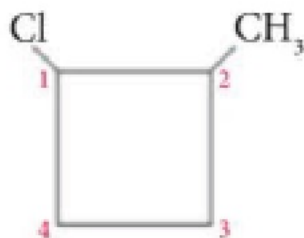


1,2-diclorociclopropano

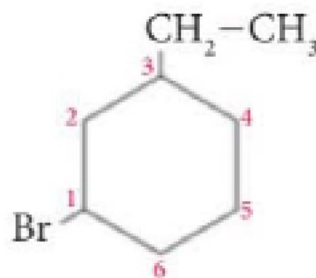
Nomenclatura

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*-.



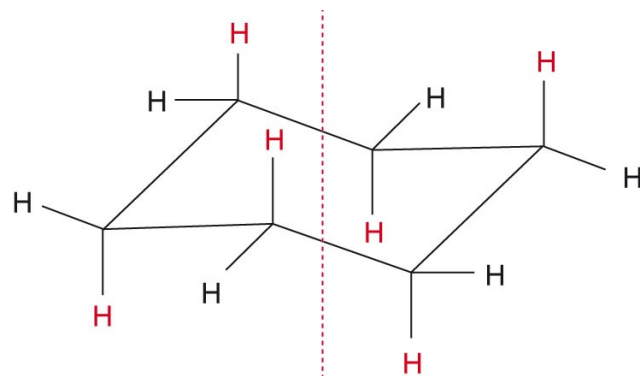
1-cloro-2-metilciclobutano



1-bromo-3-etilcicloesano

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**.



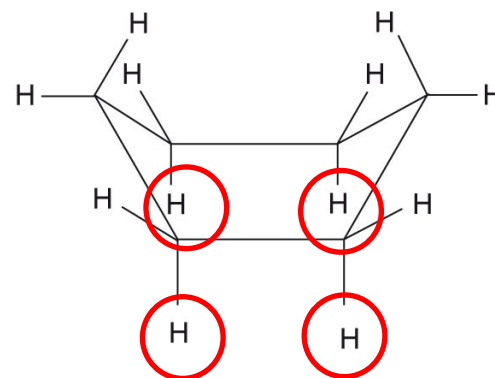
H assiali (in rosso)
H equatoriali (in nero)

conformazione a sedia
(più stabile)



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**.



conformazione a barca
(meno stabile)

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