

# CHIMICA ORGANICA

## Gli alcani e i cicloalcani

### ALCANI

Formula generale



Desinenza **-ano**

### Gli alcani

Gli alcani, detti anche **paraffine**, appartengono alla classe degli idrocarburi **saturi**, nei quali tutti gli atomi di carbonio della molecola sono legati tra loro per mezzo di legami semplici.

La loro formula generale è



con  $n = 1, 2, 3, \dots$  (numeri interi)

### Alcani e orbitali $sp^3$

Gli atomi di carbonio degli alcani sono tra loro legati per mezzo di legami semplici (sigma) e gli elettroni di legame appartengono a orbitali ibridi  $sp^3$ . La molecola di metano, essendo tutti e quattro gli orbitali ibridi  $sp^3$  semipieni (contengono un solo elettrone), forma legami covalenti con 4 atomi di idrogeno disposti ai vertici di un tetraedro.



### Nomenclatura degli alcani

La nomenclatura degli alcani prevede l'uso della desinenza **-ano**.

I primi idrocarburi della serie degli alcani sono:

$CH_4$		<b>metano</b>
$C_2H_6$	$CH_3CH_3$	<b>etano</b>
$C_3H_8$	$CH_3CH_2CH_3$	<b>propano</b>
$C_4H_{10}$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	<b>butano</b>

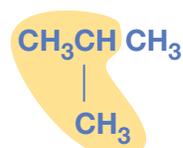
Dall'alcano a 5 atomi di carbonio, oltre al suffisso **-ano**, si userà un prefisso di origine greca relativo al numero di atomi di carbonio, avendo così: **pentano**, se gli atomi di carbonio sono 5, **esano** se sono 6, **eptano** se sono 7 e così via.

Dagli alcani con 4 atomi di carbonio in poi, la catena potrà essere lineare o ramificarsi. Si possono perciò individuare molecole diverse (con proprietà fisiche e formule di struttura diverse) ma con composizione chimica (e formula bruta) identica: due composti che, pur avendo la stessa formula bruta, hanno diversa disposizione degli atomi rispetto alla catena principale sono detti **isomeri di struttura o posizione**.

Così, per esempio, il butano ( $C_4H_{10}$ ) ha un isomero (iso-butano o metil propano):



butano



isobutano

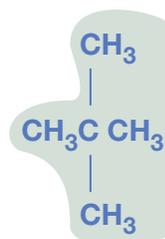
Il pentano, invece, ne ha due: l'isopentano (2-metilbutano) e il neopentano (dimetilpropano).



pentano



isopentano



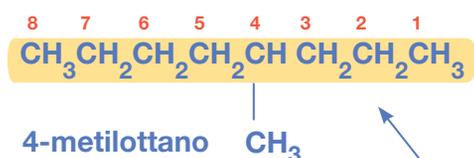
neopentano

Ogni idrocarburo avrà sempre un isomero di forma lineare, il cui nome si farà precedere dal prefisso **n-** (si legge **normal-**), e un numero di isomeri che cresce al crescere del numero di atomi di carbonio presenti, in maniera esponenziale: basti pensare che l'idrocarburo  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$  (dodecano) presenta ben 355 isomeri!

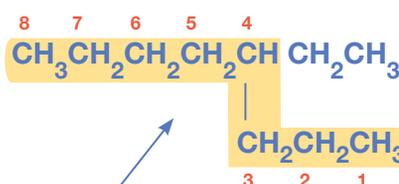
Sono comprensibili, quindi, le difficoltà che si incontrano per la nomenclatura, dovendo assegnare a ogni isomero un suo nome distinto.

Per risolvere questo problema e facilitare l'assegnazione del nome agli **alcani a catena ramificata**, la IUPAC prevede le seguenti regole:

- selezionare la catena di atomi di carbonio più lunga:

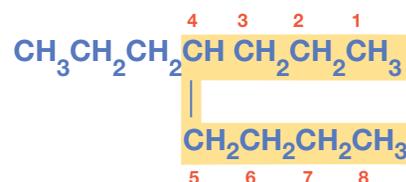


4-metilottano



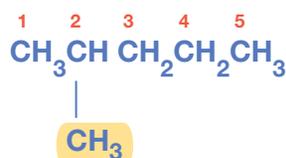
4-etilottano

tre diversi alcani con idrocarburo genitore a 8 atomi di carbonio

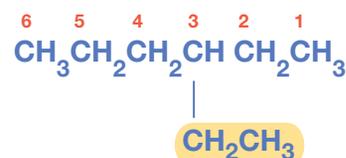


4-propilottano

- identificare e nominare i gruppi alchilici attaccati a questa catena;
- numerare gli atomi di carbonio, partendo da quello terminale più vicino al gruppo sostituito:

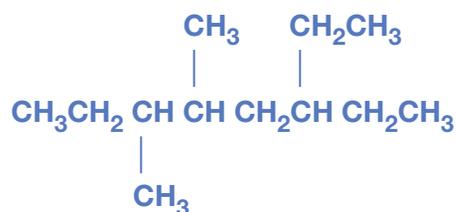


2-metilpentano



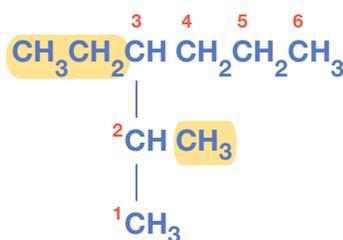
3-etilesano

- designare la posizione di ogni gruppo alchilico sostituito con l'appropriato numero e nome;
- nel nome finale elencare i gruppi sostituenti in ordine alfabetico, facendo precedere il loro nome, eventualmente, dai prefissi di-, tri-, tetra- ecc. usati per designare più di un gruppo dello stesso tipo:



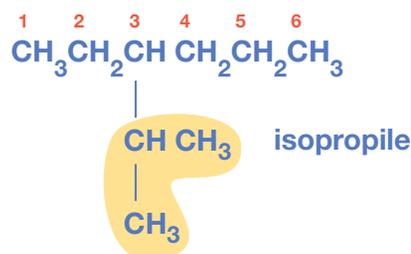
**6-etil-3,4-dimetilottano**  
(non 3-etil-5,6-dimetilottano perché 4<5)

- nel caso in cui siano presenti due o più catene di lunghezza uguale, si sceglie quella che presenta il maggior numero di sostituenti:



**3-etil-2-metilesano**  
(2 sostituenti)

non



**3-isopropilesano**  
(1 sostituito)

### Proprietà fisiche degli alcani

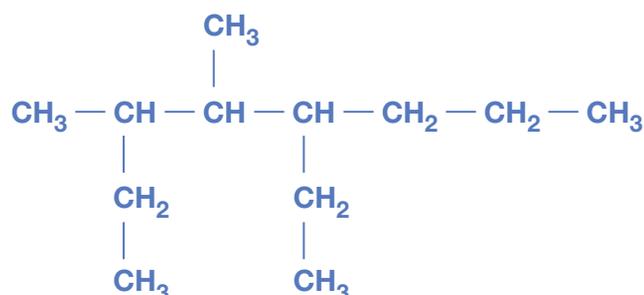
Gli alcani, conosciuti comunemente con il nome di paraffine, presentano un numero di atomi di carbonio variabile da 1 a 70.

Questo numero determina il loro stato fisico, infatti:

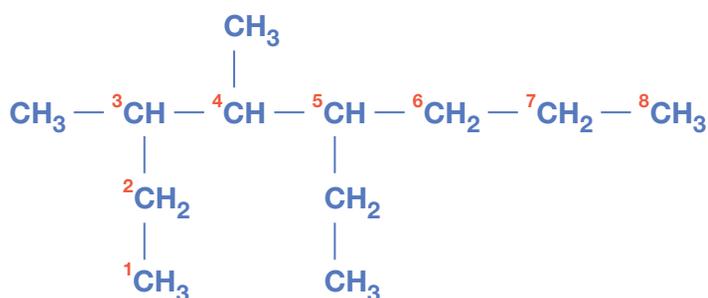
- 1) fino a 4 (**metano** CH<sub>4</sub>, **etano** C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, **propano** C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, **butano** C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>). A temperatura ambiente sono gassosi;
- 2) da 5 a 16 atomi di carbonio sono liquidi incolori;
- 3) da 16 a 70 sono solidi.

I loro punti di fusione e di ebollizione crescono al crescere della massa molecolare. Gli alcani sono poco solubili in acqua perché privi di gruppi polari.

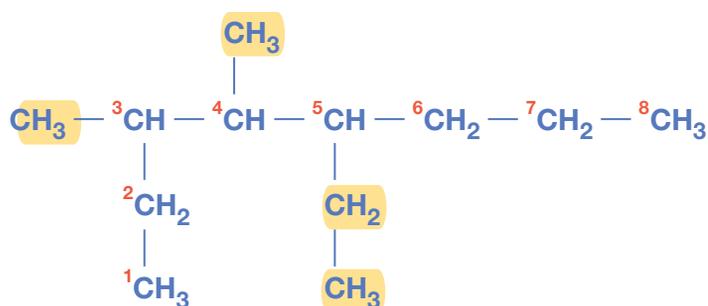


**B** Proviamo a dare un nome al seguente composto (alcano):

- 1 Individuiamo la catena principale, assegnando i numeri agli atomi di carbonio, in modo che ai sostituenti (radicali) venga attribuito il numero più basso possibile:



- 2 Incominciamo a scrivere il nome dell'alcano, scrivendo il nome dei radicali alchilici, elencati in ordine alfabetico (il prefisso eventualmente presente non viene considerato per l'ordine alfabetico), preceduti dal numero del carbonio cui ogni radicale è legato, ed eventualmente antepoendo il prefisso -di, -tri, -tetra ecc. se lo stesso radicale è presente più volte (come nel nostro esempio il gruppo metile -CH<sub>3</sub>, presente sugli atomi di carbonio 3 e 4), ricordando di scrivere, in questo caso, tutti i numeri degli atomi di carbonio che presentano quel sostituyente.



Secondo la nomenclatura IUPAC il nostro alcano si chiamerà:

**5-etil-3,4-dimetilottano**

## Fonti degli alcani

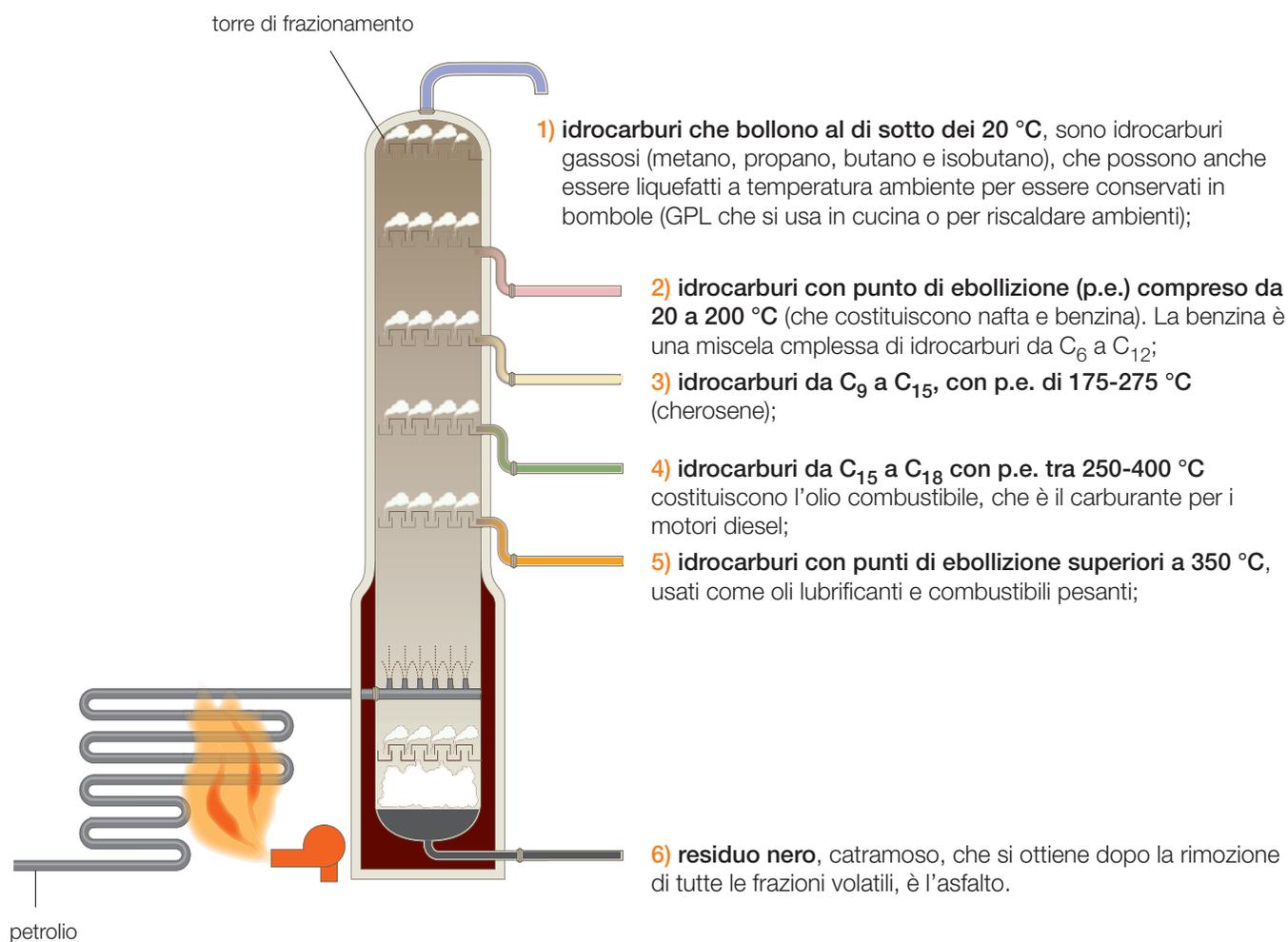
Le principali fonti degli alcani sono il **petrolio** e il **gas naturale**. Il gas naturale, che è la frazione contenente gli alcani più volatili (quelli a peso molecolare più basso), è costituito per circa il 99% da metano, assieme a piccole quantità di altri alcani come l'etano, il propano e il butano, che variano a seconda del giacimento da cui provengono. Il metano è chiamato anche gas delle paludi perché, a volte, è possibile vederlo gorgogliare sulla superficie degli acquitrini. La maggior parte del metano estratto viene utilizzato come combustibile, per l'autotrazione e per uso domestico, ma può essere impiegato anche come materia prima nell'industria.

## Distillazione frazionata

Il **petrolio** è un liquido denso, viscoso, costituito da migliaia di componenti, principalmente idrocarburi, formatosi per decomposizione di antiche specie animali e vegetali marine.

Le raffinerie producono composti utili separandoli dalle migliaia di differenti idrocarburi presenti nella miscela.

Il processo di separazione nella raffinazione è rappresentato dalla **distillazione frazionata**, dalla quale si ottengono le seguenti frazioni:



## Reazioni degli alcani

Gli alcani sono idrocarburi privi di doppi e tripli legami tra atomi di carbonio, e si presentano poco reattivi, tanto da essersi guadagnato il nome di paraffine, cioè poco affini.

Presentano, comunque, alcune importanti reazioni, quali:

### 1) Reazione di alogenazione

È la reazione tra l'alcano e un alogeno (cloro, iodio ecc.):



Un classico esempio è quello di clorurazione del metano, che procede fino alla totale alogenazione dell'alcano, formando progressivamente il cloruro di metile  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , il cloruro di metilene  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , il cloroformio  $\text{CHCl}_3$  e infine il tetracloruro di carbonio  $\text{CCl}_4$ .

Per preparare il noto anestetico cloroformio, si verifica la reazione



Questa reazione procede a stadi successivi (propagazione a catena) ed è favorita dalla luce ultravioletta che, rompendo la molecola del cloro, favorisce la formazione dell'alogenuro alchilico.

### 2) Combustione

La reazione di combustione è sicuramente quella più comune. La reazione di combustione del metano, che è il gas usato nelle nostre case, è la seguente:



### 3) Cracking

Il processo di cracking trasforma gli idrocarburi a più alto peso molecolare (contenuti in abbondanza nel petrolio) in idrocarburi a più basso peso molecolare, che risultano diversi a seconda delle condizioni (temperatura, catalizzatori) in cui il processo viene effettuato.



**CICLOALCANI**

Formula generale

Prefisso **ciclo-**  
Desinenza **-ano****I cicloalcani**Esistono idrocarburi saturi a catena chiusa chiamati **cicloalcani**.

Sono composti ciclici di formula generale

**Nomenclatura dei cicloalcani**Per la loro nomenclatura si usano il prefisso **ciclo-** e la desinenza **-ano**.

I primi idrocarburi della serie dei cicloalcani sono:



ciclopropano



ciclobutano

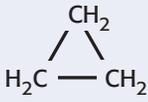
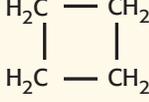
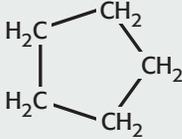
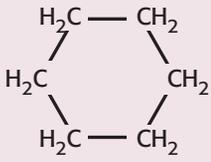
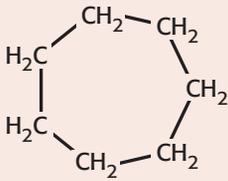
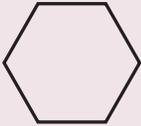


ciclopentano



cicloesano

**Nomenclatura dei cicloalcani**

Nome	Ciclopropano	Ciclobutano	Ciclopentano	Cicloesano	Cicloeptano
Formula molecolare	$C_3H_6$	$C_4H_8$	$C_5H_{10}$	$C_6H_{12}$	$C_7H_{14}$
Struttura condensata					
Struttura lineare					

### Proprietà fisiche dei cicloalcani

La stabilità di un cicloalcano dipende dal numero degli atomi di carbonio, che influenzano l'anello della molecola, ed è massima per anelli costituiti da 5 e 6 atomi di carbonio (ciclopentano e cicloesano). Negli altri casi questi composti sono instabili.

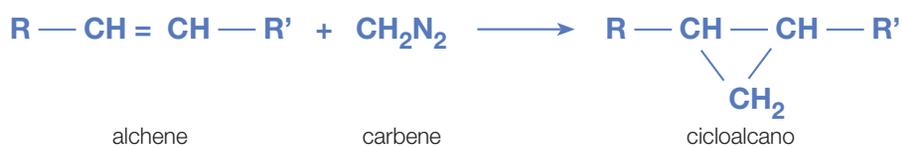
I loro punti di fusione ed ebollizione sono sensibilmente più alti di quelli degli alcani corrispondenti, come si può vedere nell'esempio in tabella.

Composti	Punto di ebollizione (°C)	Punto di fusione (°C)
Propano	-42	-187
Ciclopropano	-33	-127

I cicloalcani, come gli alcani, sono composti **apolari**, non solubili in acqua, ma loro stessi sono dei buoni solventi dei composti non polari, come per esempio i grassi.

### Preparazione dei cicloalcani

La tipica reazione che porta alla formazione di cicloalcani prevede l'addizione del carbene  $\text{CH}_2\text{N}_2$  (un composto molto reattivo) al doppio legame di un alchene:



## Reazioni dei cicloalcani

Cicloalcani e alcani presentano lo stesso comportamento chimico, ad eccezione dei cicloalcani più piccoli, come il ciclopropano e il ciclobutano, i quali, a causa dell'anello piccolo e della forte tensione dei legami  $\text{— C — C —}$  dell'anello, si presentano particolarmente reattivi.

All'aumentare del numero di atomi di carbonio dell'anello, i legami  $\text{C — C}$  sono sempre meno in tensione e la reattività dei cicloalcani diventa simile a quelli degli alcani a catena aperta.

Le reazioni tipiche dei cicloalcani sono le seguenti:

**1) reazioni di combustione** (i cicloalcani sono composti infiammabili);

**2) reazione di alogenazione.** Reagendo con gli idracidi (come HCl) il ciclopropano, altamente reattivo, dà origine a reazioni di sostituzione radicalica, con apertura dell'anello catalizzata dalla luce, di uno o più idrogeni con alogeni, dando luogo a propani alogenati.



**3) reazione di idrogenazione.** I cicloalcani a basso numero di atomi di carbonio come il ciclopropano, per la loro forte reattività, danno luogo a reazioni anche con l'idrogeno, con apertura dell'anello e formazione dell'alcano corrispondente.

