

4a. Introduzione ai composti organici: nomenclatura, proprietà fisiche e struttura

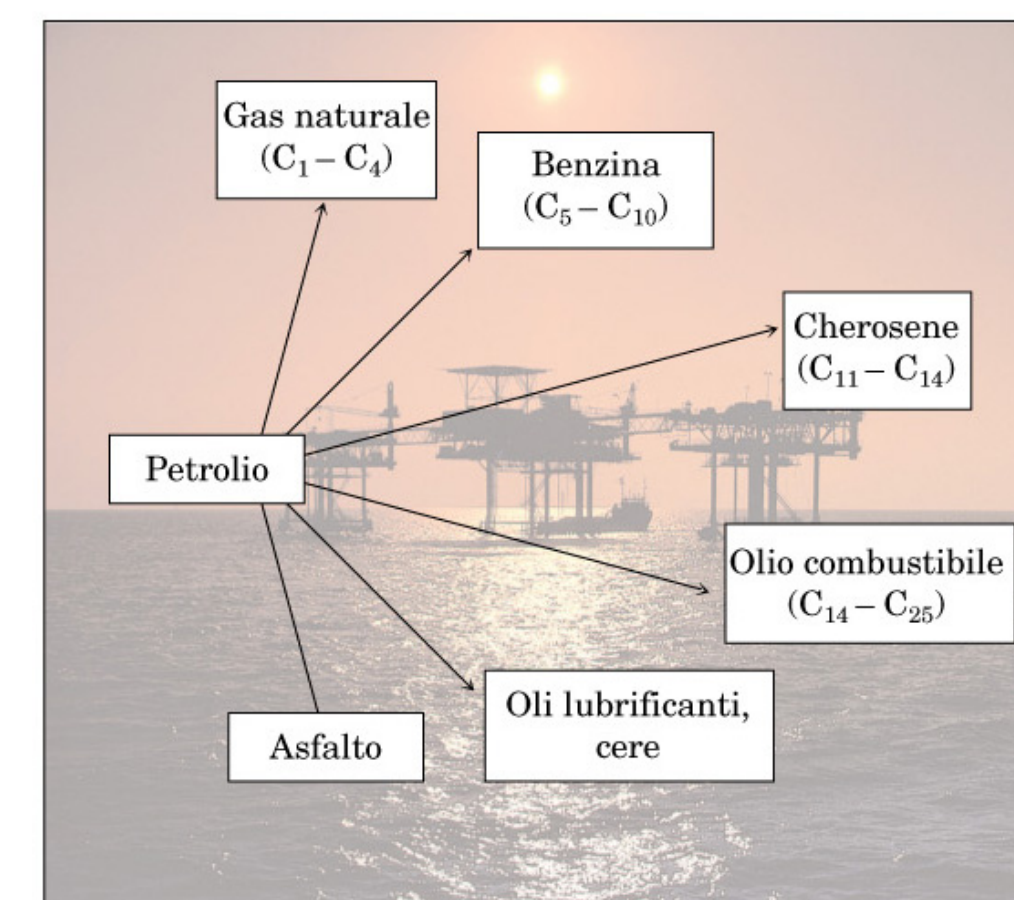
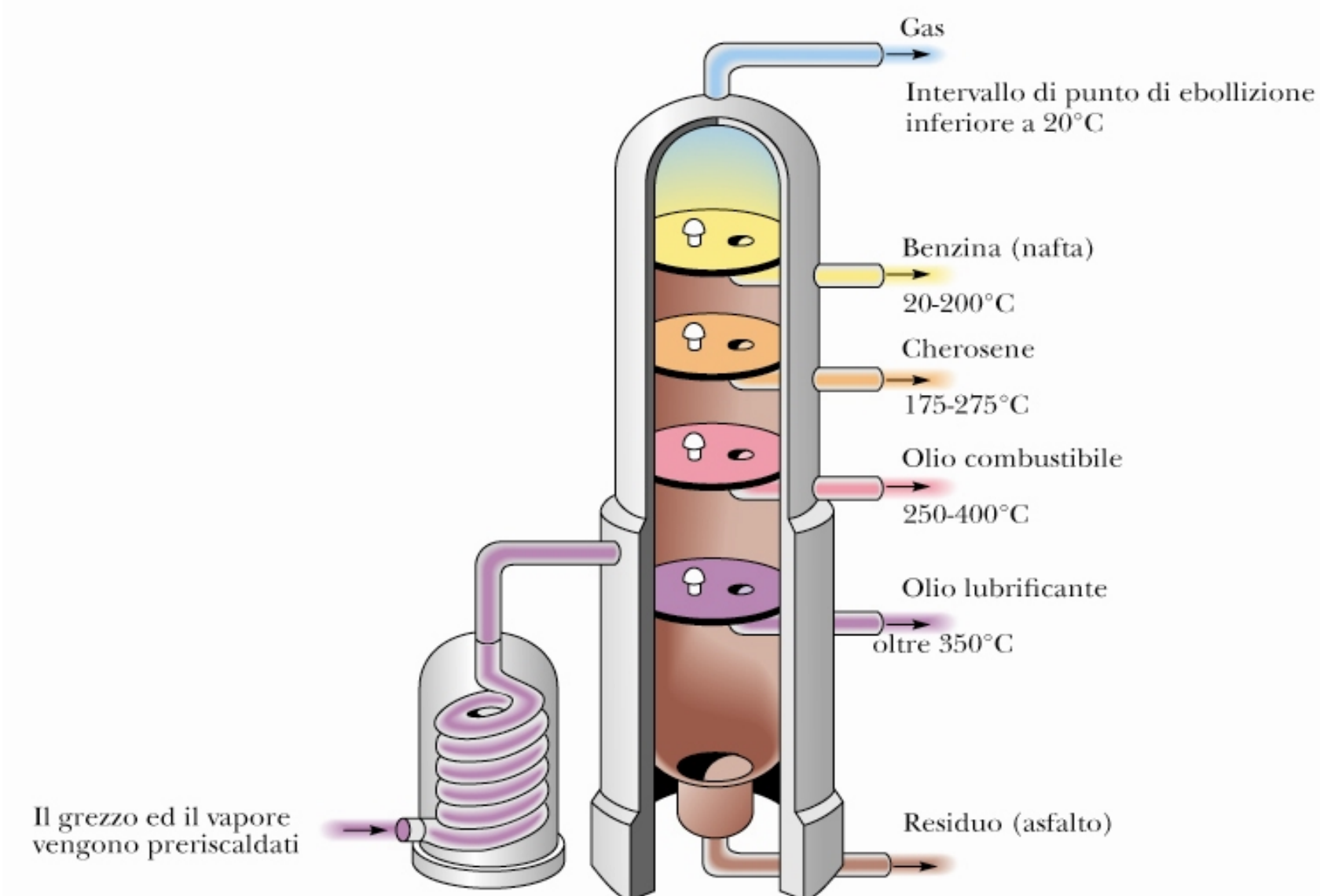
- (1) Introduzione ai composti organici: nomenclatura, proprietà fisiche e struttura
- (2) Nomenclatura di alcani e cicloalcani, alcoli e eteri, alogenuri alchilici e ammine.
- (3) Rotazione attorno al legame singolo sigma (C-C).
- (4) Analisi conformazionale degli alcani e dei suoi rotameri.
- (5) Proiezione di Newman degli isomeri conformazionali di un alcano lineare
- (6) Tensione d'anello dei cicloalcani.
- (7) Analisi conformazione del cicloesano.
- (8) Conformeri di cicloesani, mono-, di- e trisostituiti. Isomerismo cis-trans dei cicloalcani.
- (9) Cicloesani condensati nella decalina e ormoni steroidei.

Gli alcani sono composti formati esclusivamente da atomi di carbonio e di idrogeno, e contengono solo legami singoli.

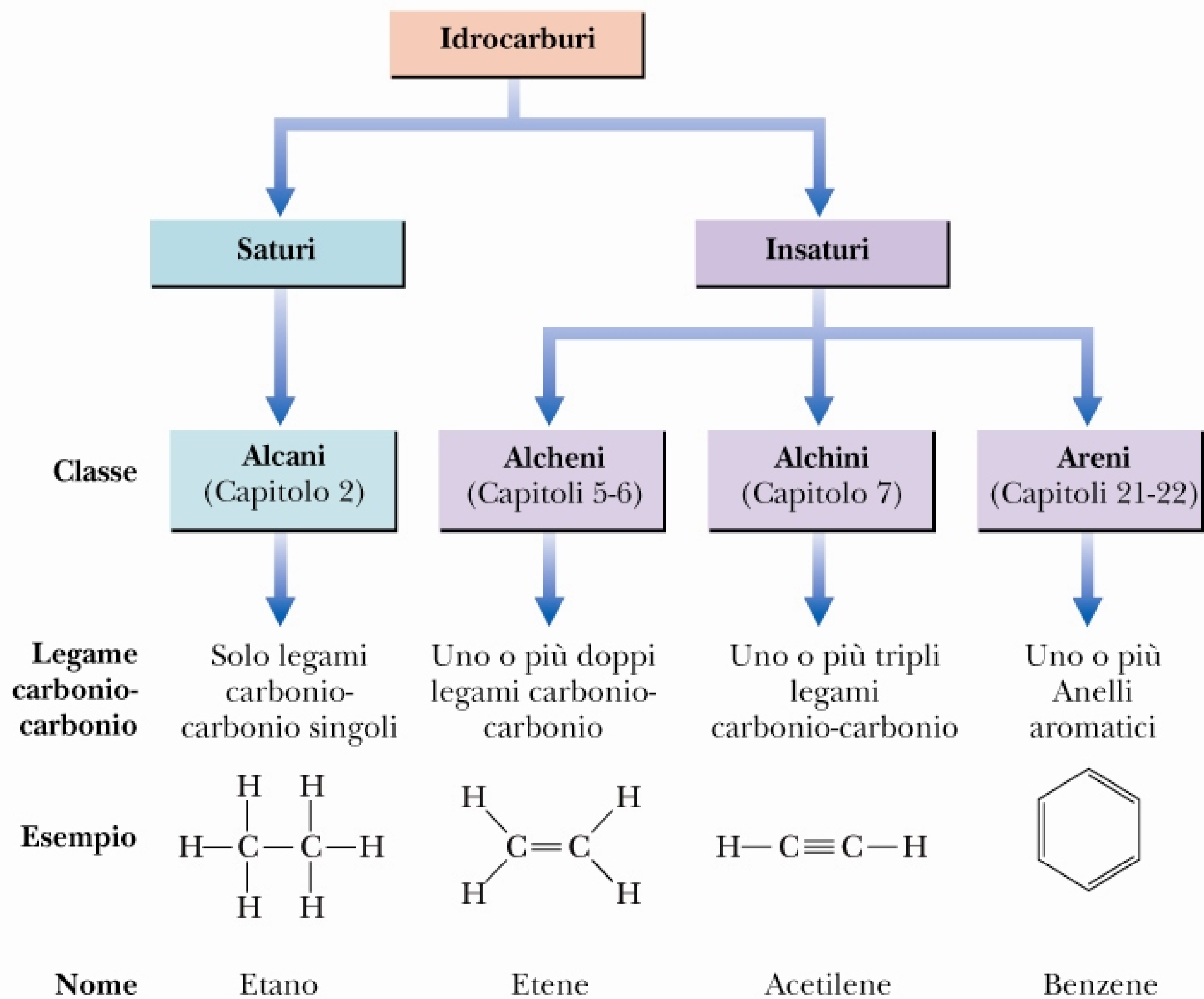
Tabella 3.1 Nomenclatura e proprietà fisiche di alcani lineari

Numero di carboni	Formula molecolare	Nome	Struttura condensata	Punto di ebollizione (°C)	Punto di fusione (°C)	Densità ^a (g/mL)
1	CH ₄	metano	CH ₄	-167.7	-182.5	
2	C ₂ H ₆	etano	CH ₃ CH ₃	-88.6	-183.3	
3	C ₃ H ₈	propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	-42.1	-187.7	
4	C ₄ H ₁₀	butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0.5	-138.3	
5	C ₅ H ₁₂	pentano	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	36.1	-129.8	0.5572
6	C ₆ H ₁₄	esano	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	68.7	-95.3	0.6603
7	C ₇ H ₁₆	eptano	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	98.4	-90.6	0.6837
8	C ₈ H ₁₈	ottano	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	125.7	-56.8	0.7026
9	C ₉ H ₂₀	nonano	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	150.8	-53.5	0.7177
10	C ₁₀ H ₂₂	decano	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	174.0	-29.7	0.7299
11	C ₁₁ H ₂₄	undecano	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃	195.8	-25.6	0.7402
12	C ₁₂ H ₂₆	dodecano	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃	216.3	-9.6	0.7487
13	C ₁₃ H ₂₈	tridecano	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₃	235.4	-5.5	0.7546
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20	C ₂₀ H ₄₂	eicosano	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ CH ₃	343.0	36.8	0.7886
21	C ₂₁ H ₄₄	eneicosano	CH ₃ (CH ₂) ₁₉ CH ₃	356.5	40.5	0.7917
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	C ₃₀ H ₆₂	triacontano	CH ₃ (CH ₂) ₂₈ CH ₃	449.7	65.8	0.8097

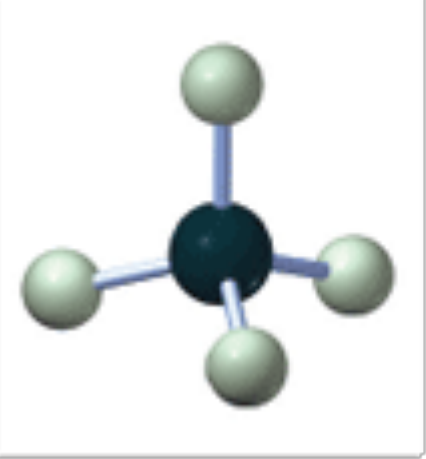
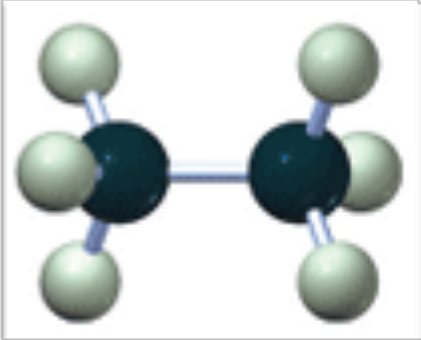
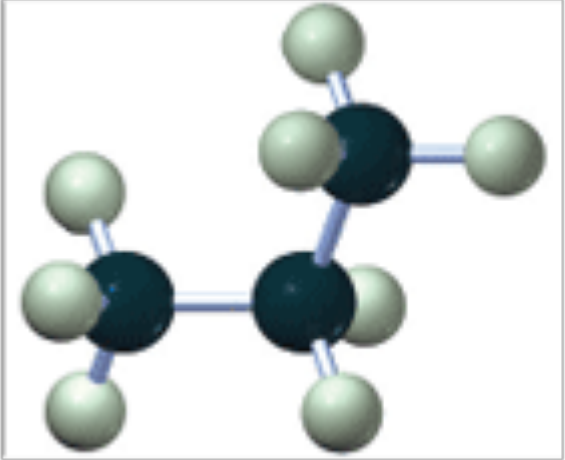
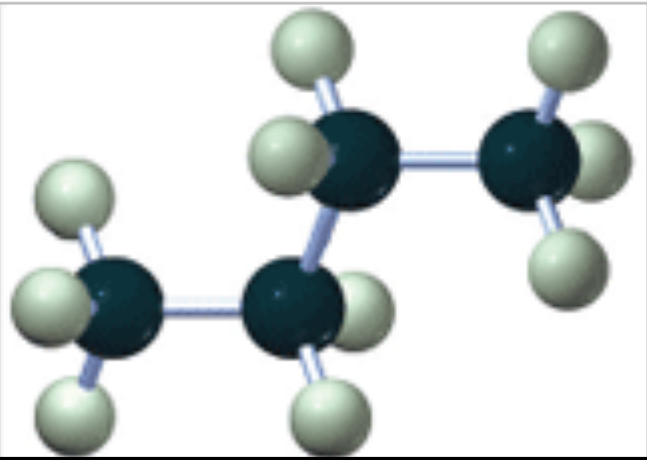
^aLa densità dipende dalla temperatura. I valori dati sono quelli determinati a 20 °C (d^{20}).



Le quattro classi degli idrocarburi



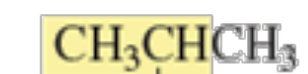
Metano, etano, propano e butano

nome	formula molecolare	struttura di Kekulé	struttura condensata	modello a sfere e bastoncini
metano	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄	
etano	C ₂ H ₆	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₃	
propano	C ₃ H ₈	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₃	
butano	C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	

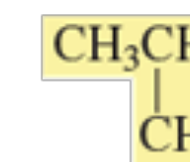


butano

isomeri
costituzionali

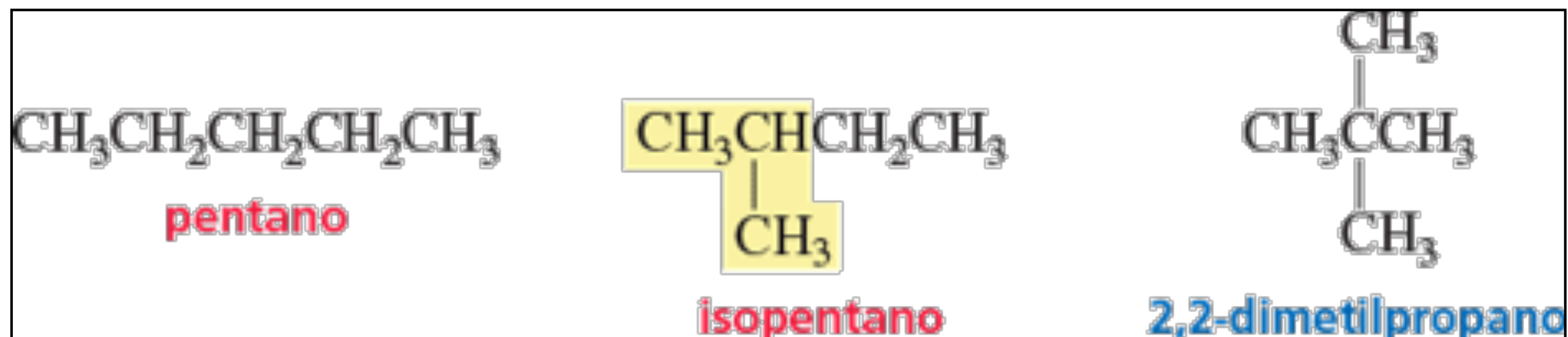


isobutano

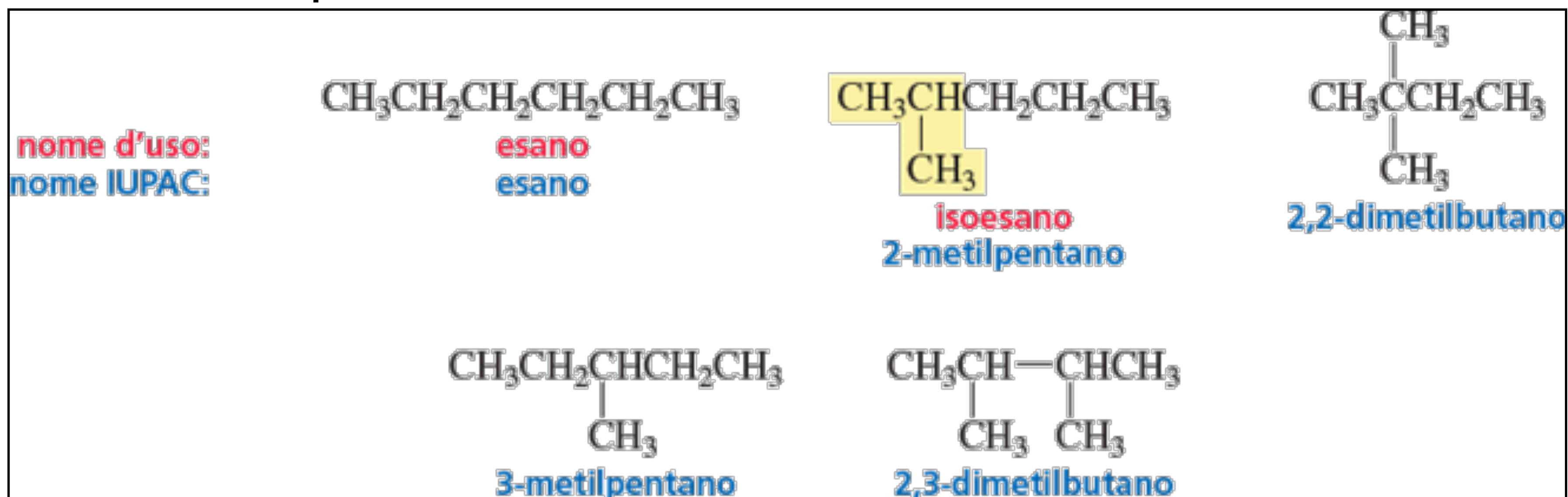


un carbonio legato
ad 1 H e a 2 gruppi
CH₃ è detto unità
strutturale "iso"

PENTANO: Ci sono tre alcani con formula molecolare C_5H_{12} .

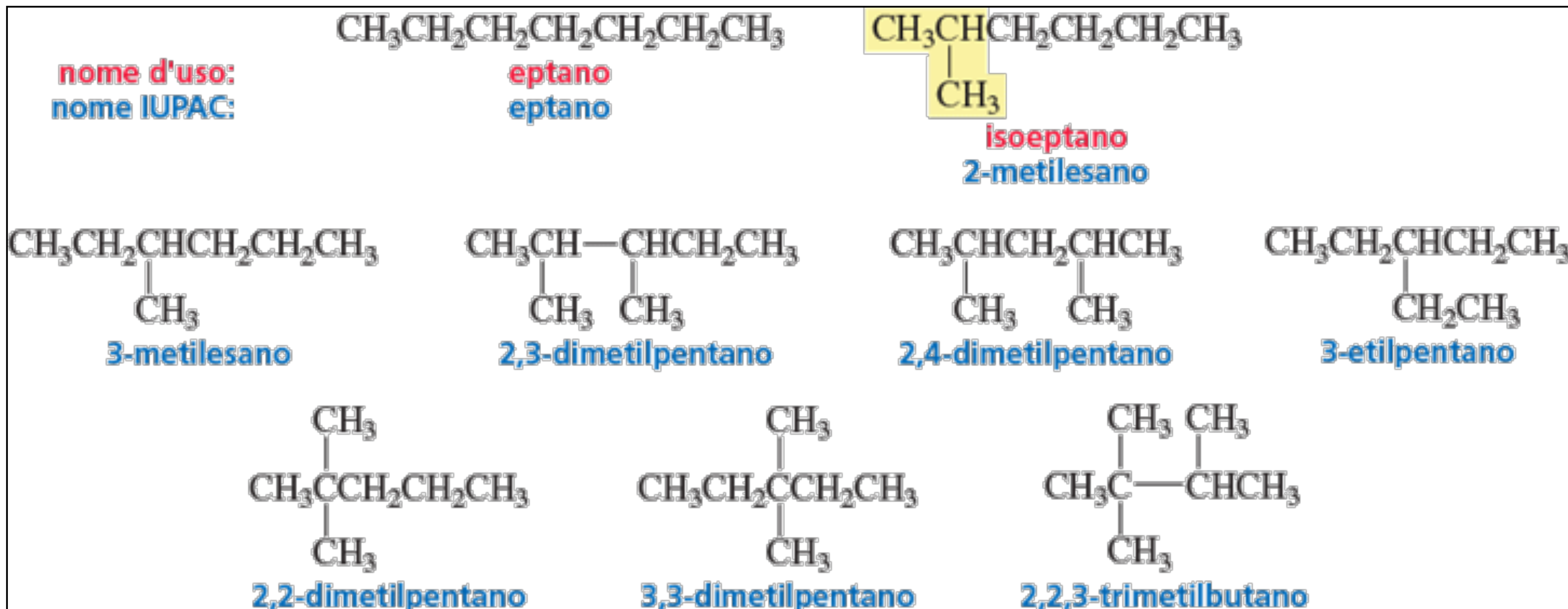


ESANO: Ci sono cinque isomeri costituzionali con formula molecolare C_6H_{14}



Nomenclatura sistematica/IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, abbreviato IUPAC)

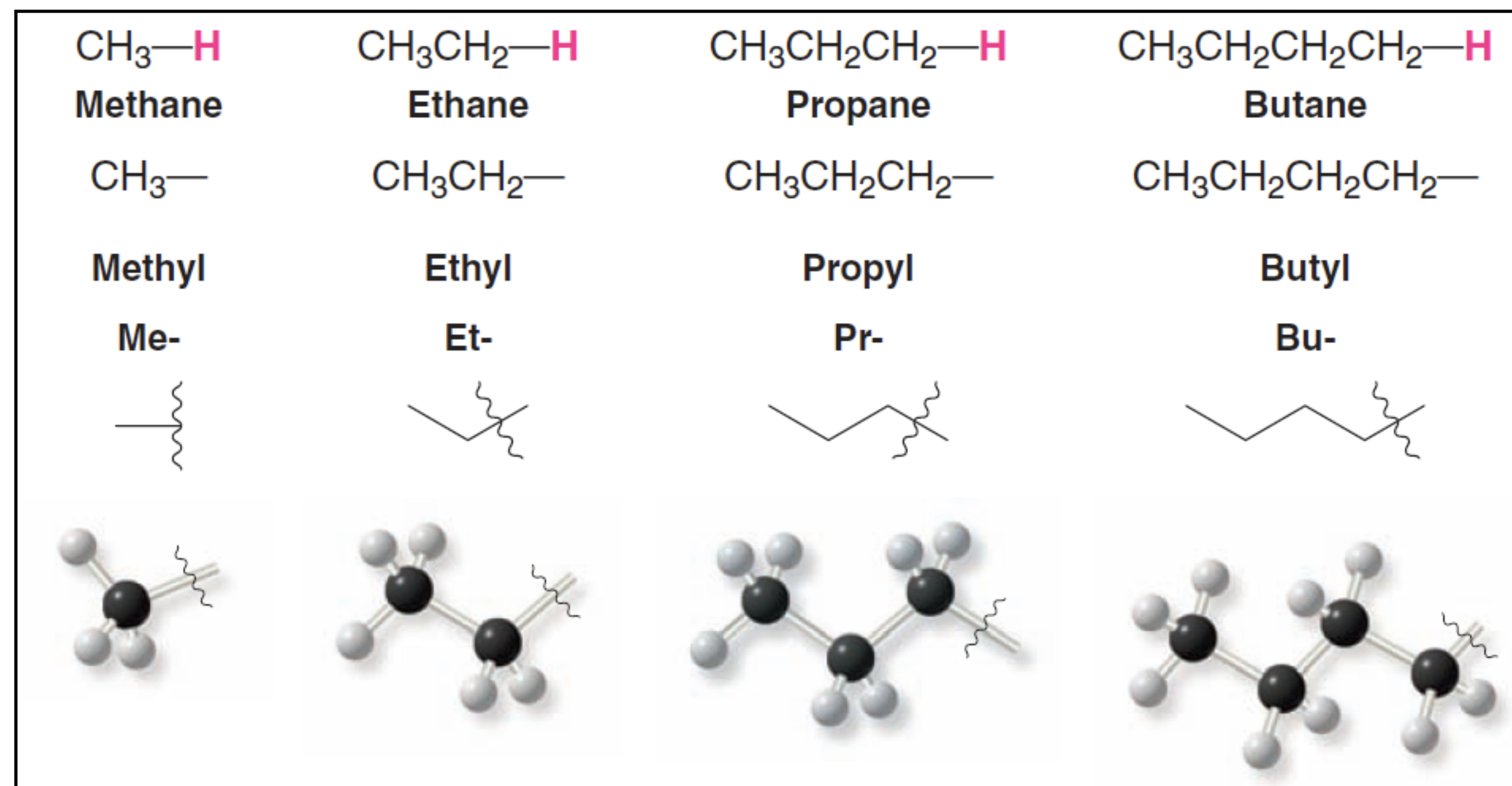
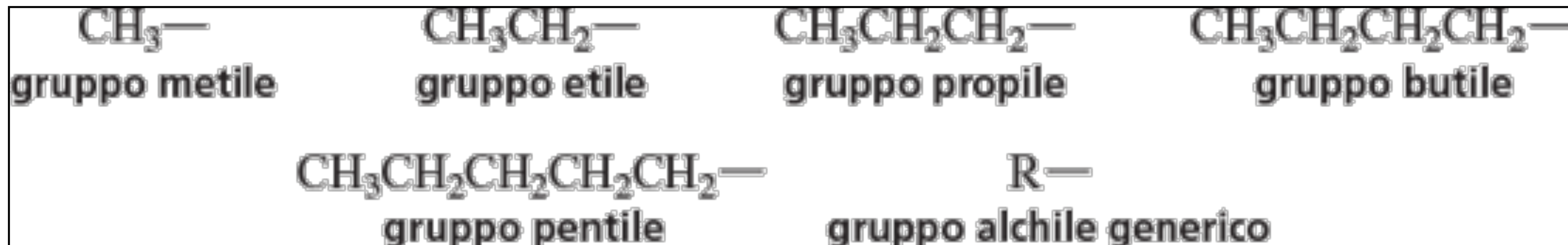
EPTANO: Ci sono nove alcani con formula molecolare C_7H_{16} .



Nomenclatura sistematica/IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, abbreviato IUPAC)

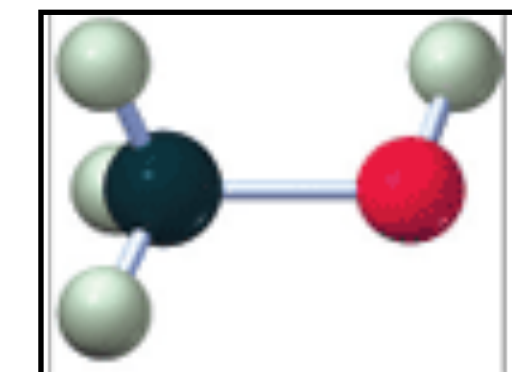
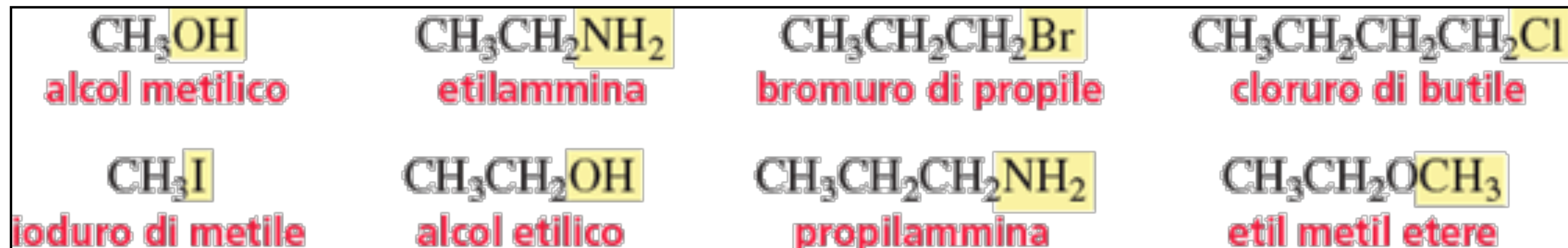
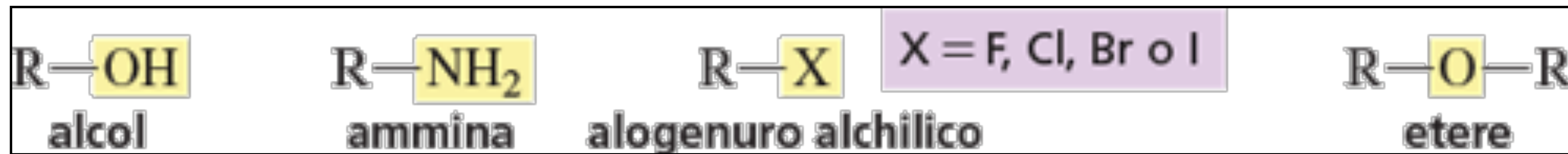
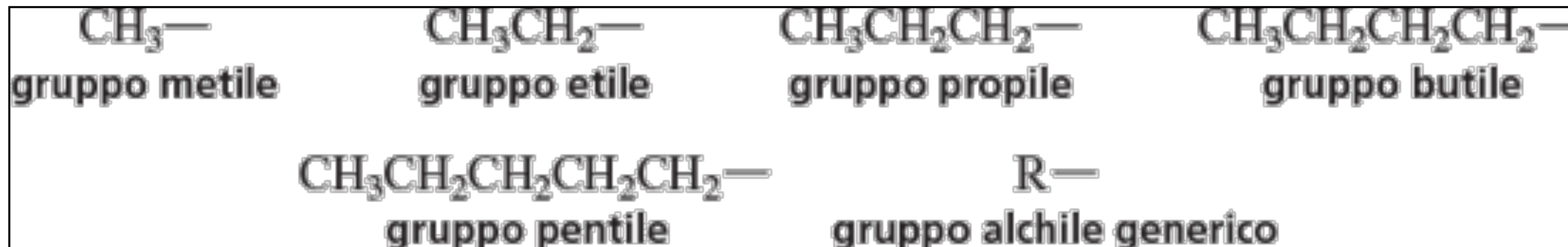
I GRUPPI ALCHILICI

Rimuovendo un idrogeno da un alcano si ottiene un gruppo alchilico (o sostituito alchilico).
Il nome dei gruppi alchilici si ottiene sostituendo il suffisso **“ano”** dell'alcano con il suffisso **“ile”**.
Per indicare un generico gruppo alchilico si usa la lettera **“R”**.

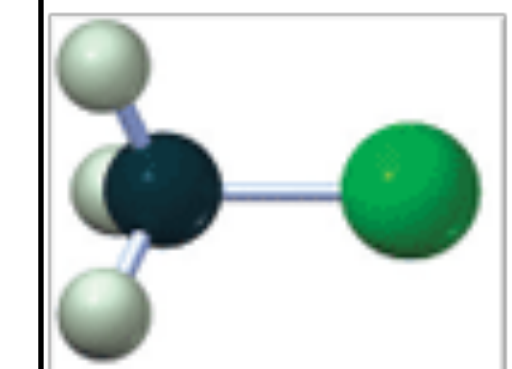


I GRUPPI ALCHILICI

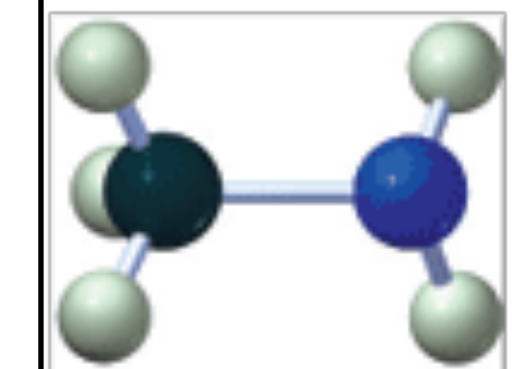
Rimuovendo un idrogeno da un alcano si ottiene un gruppo alchilico (o sostituyente alchilico).
Il nome dei gruppi alchilici si ottiene sostituendo il suffisso “**ano**” dell’alcano con il suffisso “**ile**”.
Per indicare un generico gruppo alchilico si usa la lettera “R”.



alcol metilico



cloruro di metile

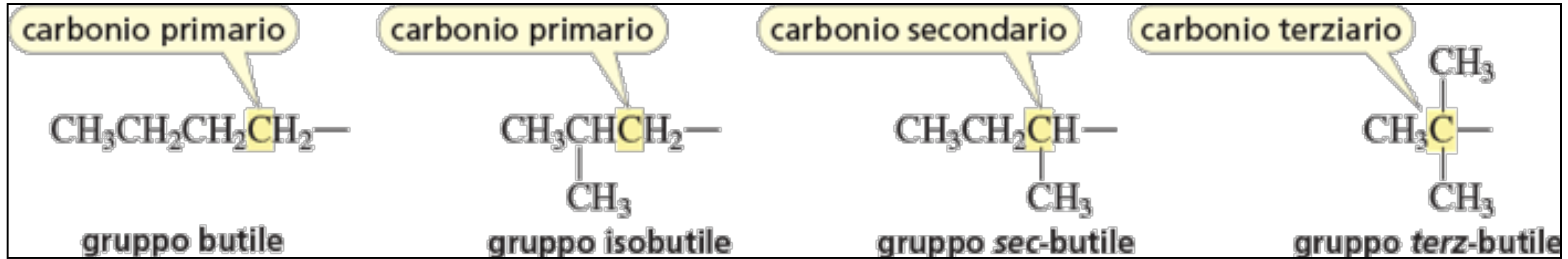


metilammina

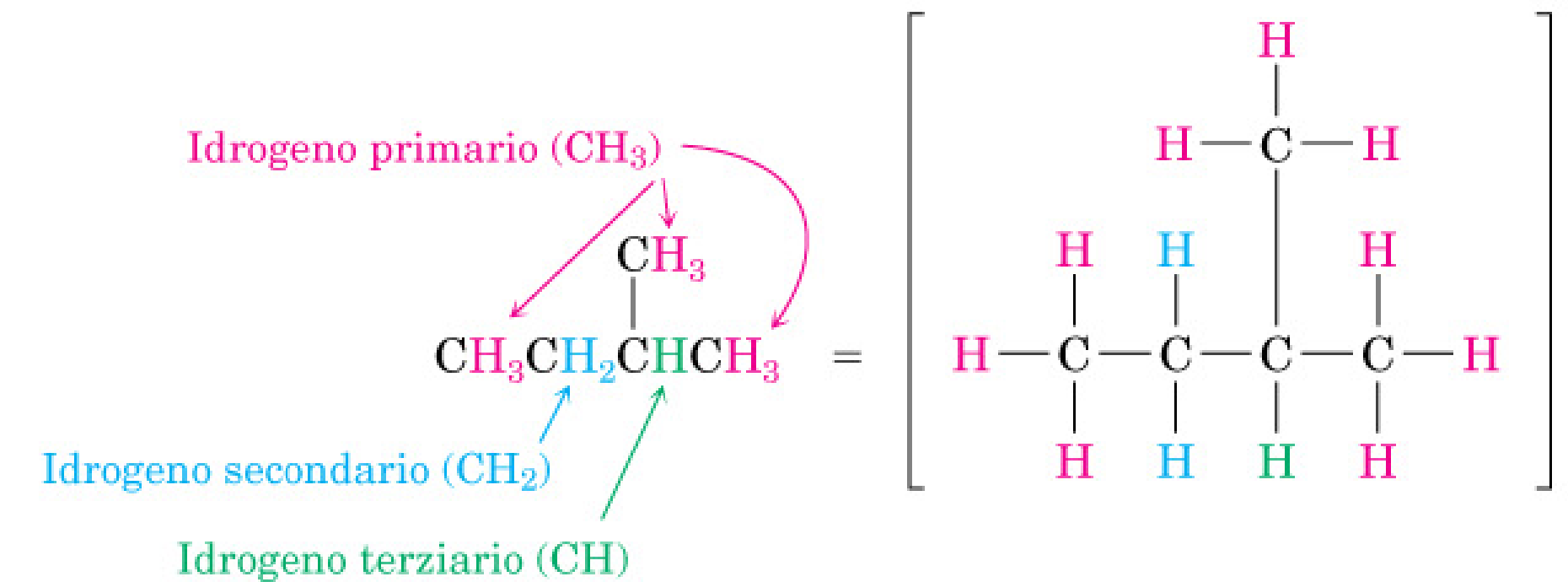
Gruppi alchilici a tre atomi di carbonio

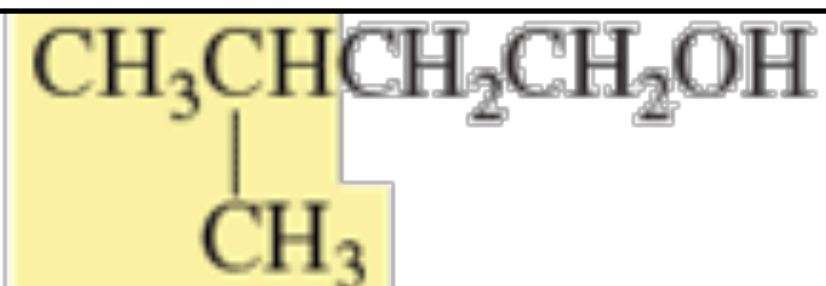


Gruppi alchilici a quattro atomi di carbonio



Un carbonio primario è legato a un carbonio, un carbonio secondario è legato a due carboni e un carbonio terziario è legato a tre carboni.





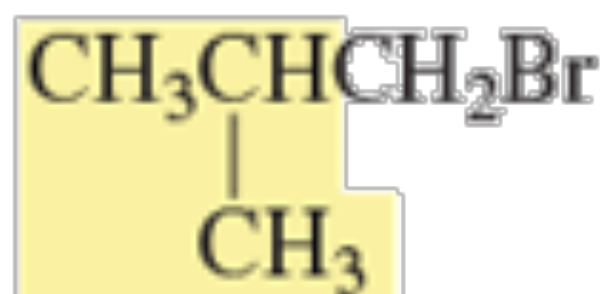
alcol isopentilico



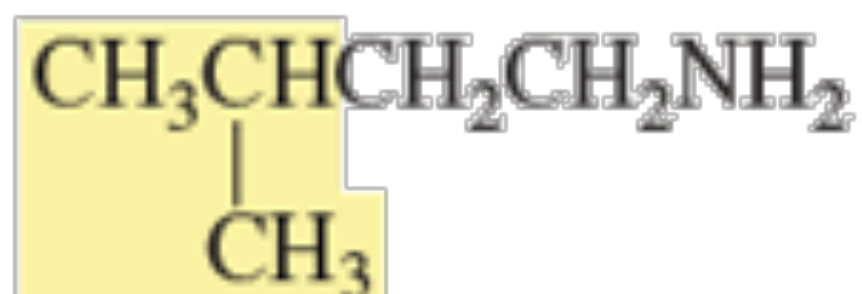
cloruro di Isoesile



isobutilammina



bromuro di isobutile



isopentilammina



bromuro di isopropile

Tabella 3.2 Nomi di alcuni gruppi alchilici comuni

metile	CH_3-	isobutile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	pentile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$
etile	CH_3CH_2-	<i>sec</i> -butile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	isopentile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
propile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	<i>terz</i> -butile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	esile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$
isopropile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	isoesile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
butile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$				

NOMENCLATURA

Localizzatore - Prefisso - **Catena principale** - Suffisso

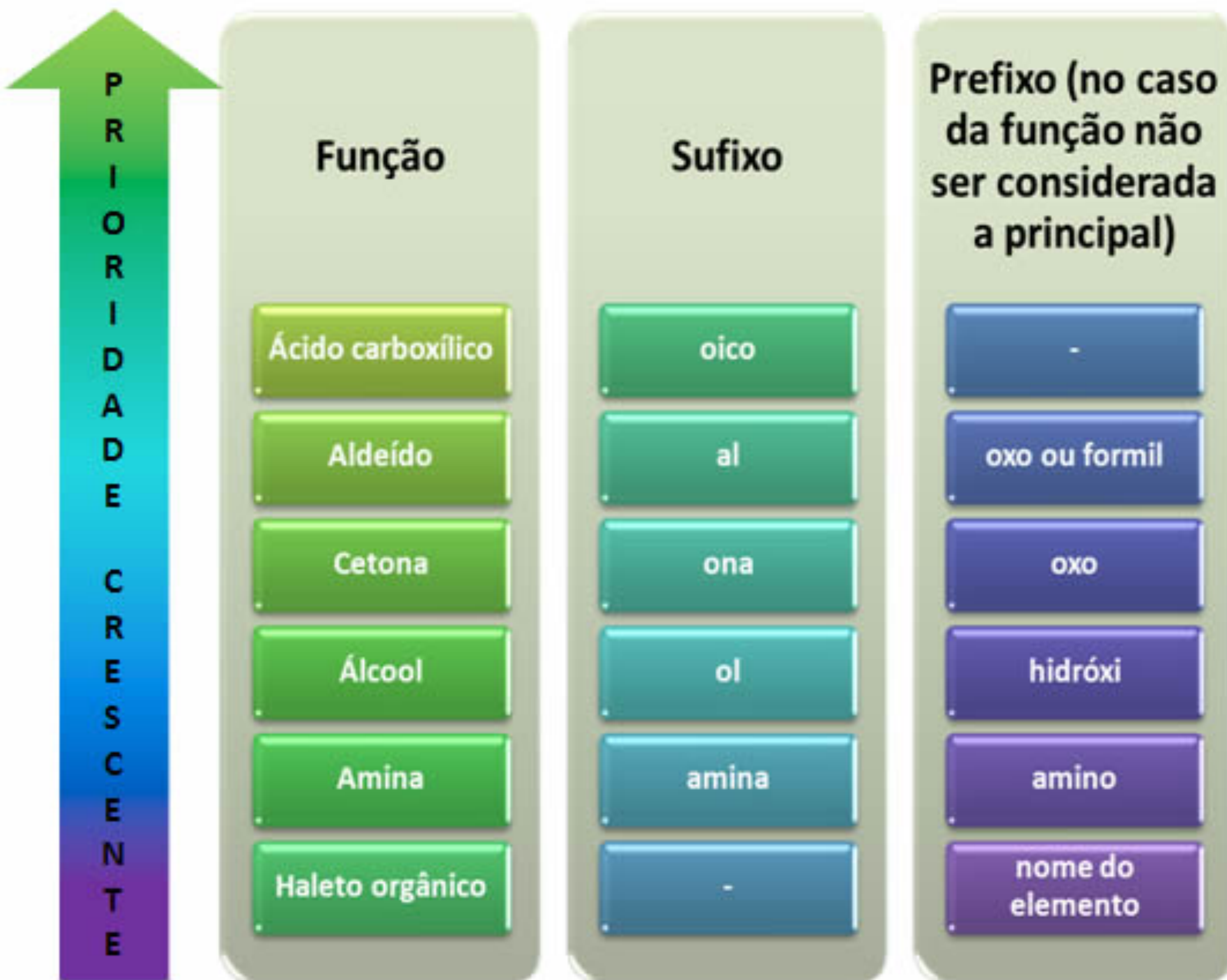


Table 1. The Decreasing Order of Precedence for the Major Functional Groups^a

Functional Group	Suffix if Highest Precedence	Prefix if Lower Precedence
-C(O)OOH ^b	-oic acid	-
-COOH	-carboxylic acid	carboxy-
-SO ₂ OH	-sulfonic acid	sulfo-
-C(O)OC(O)-	-oic anhydride	-
-C(O)OOR ^b	alkyl -oate	alkoxy-oxo-
-COOR	alkyl carboxylate	-
-C(O)OHal ^b	-oyl halide	halo-oxo-
-COHal	-carbonyl halide	halocarbonyl-
-C(O)ONH ₂ ^b	-amide	amino-oxo-
-CONH ₂	-carboxamide	aminocarbonyl-
-C≡N ^b	-nitrile	-
-C≡N	-carbonitrile	cyano-
-C(H)O ^b	-al	oxo-
-CHO	-carbaldehyde	formyl-
>C=O	-one	oxo-
-OH	-ol ^c	hydroxy-
-SH	-thiol	sulfanyl- ^d
-NH ₂	-azane (-amine) ^d	azanyl- (amino)- ^e
>NH	-azane (-imine) ^d	azanylidene- (imino)- ^e
>C=C<	-ene	*
-C≡C-	-yne	**
-X, -R, -OR	***	halo-, alkyl-, alkoxy-
-Ar, -NO ₂ ,	***	aryl-, nitro-
-NO, -N ₃ ,	***	nitroso-, azido-
=N ₂ , -SR	***	diazo-, (R)-sulfanyl

NOMENCLATURA

Localizzatore - **Prefisso** - **Catena principale** - **Suffisso**

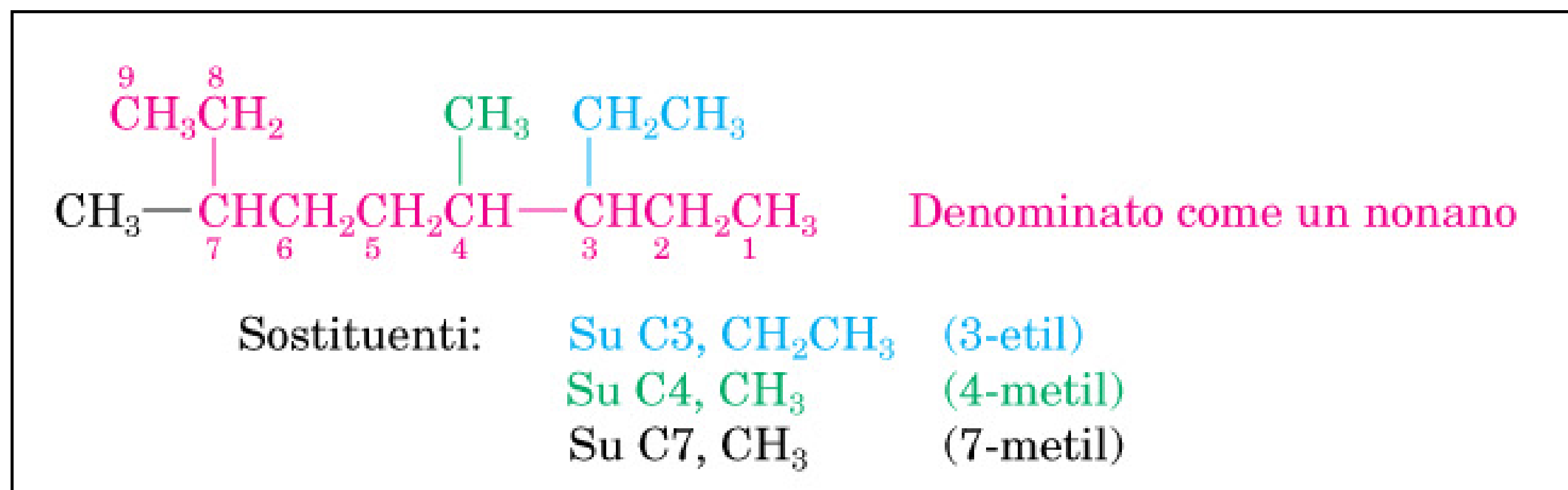
Passaggio n.1- Identifica la catena principale

Passaggio n.2- Numeri gli atomi della catena principale

Passaggio n.3- Identifica e numeri i sostituenti

Passaggio n.4- Scrivi il nome del composto con una singola parola

Passaggio n.5- Nomina un sostituente complesso come se fosse un composto

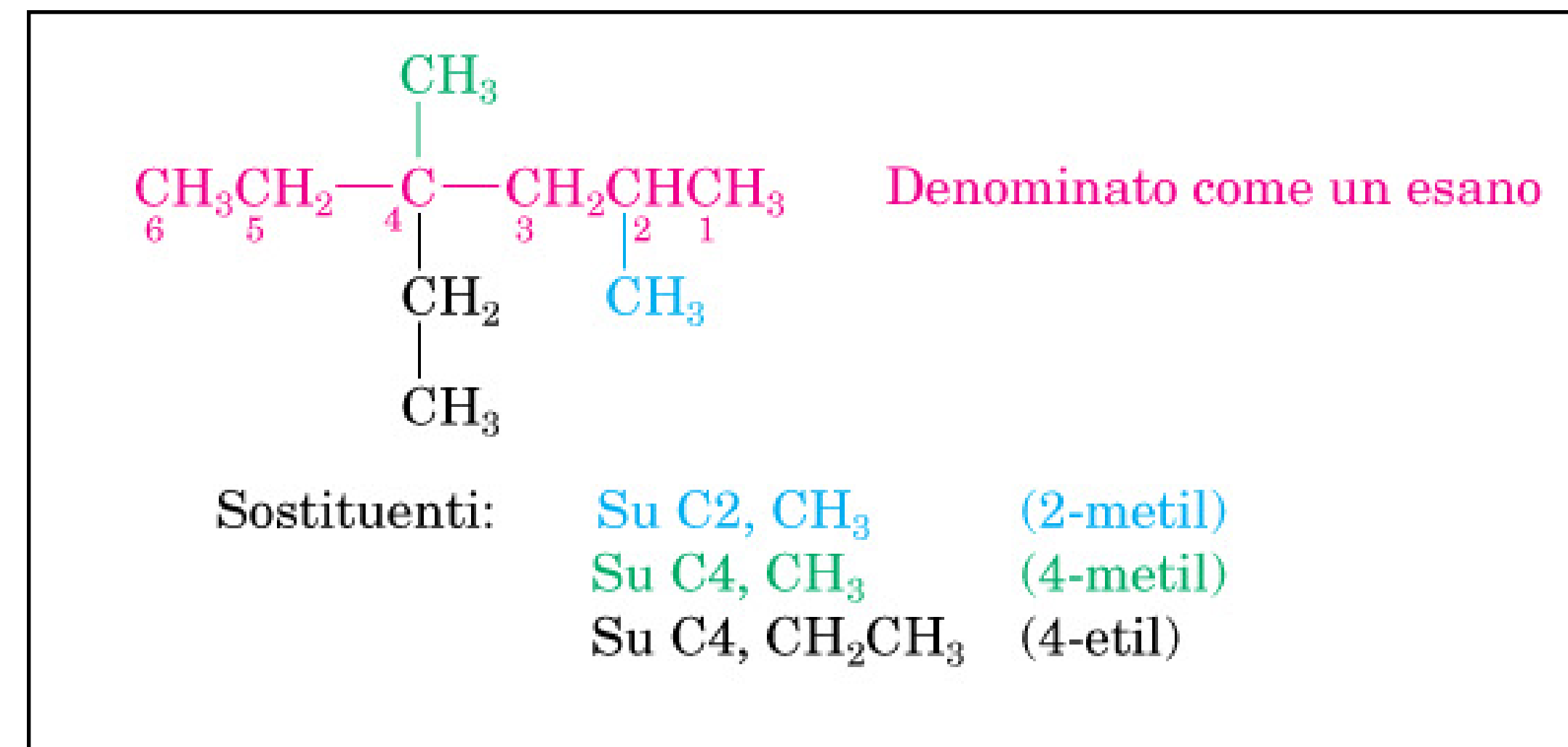
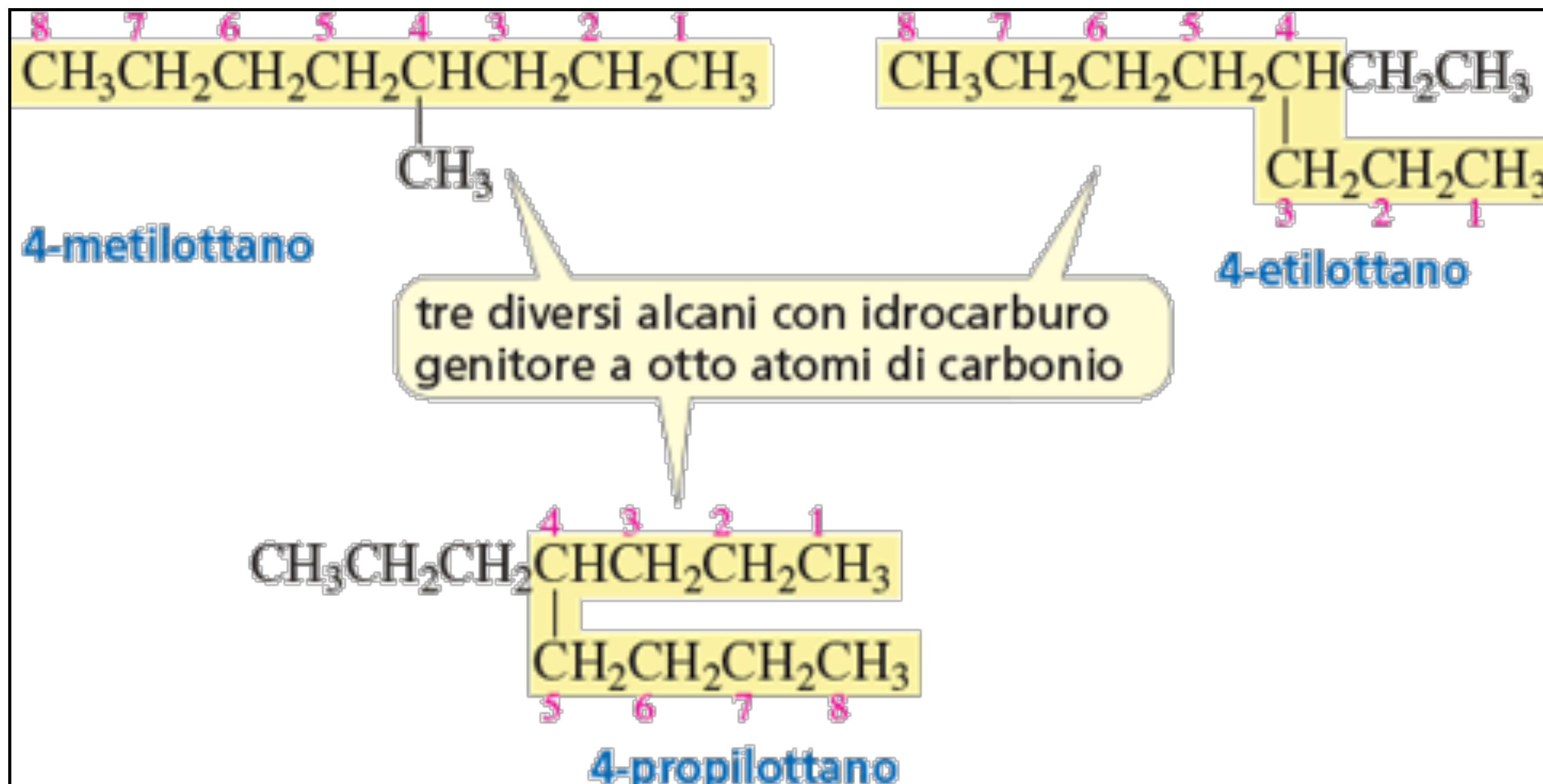


3-etil-4,7-dimetil-nonano

NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

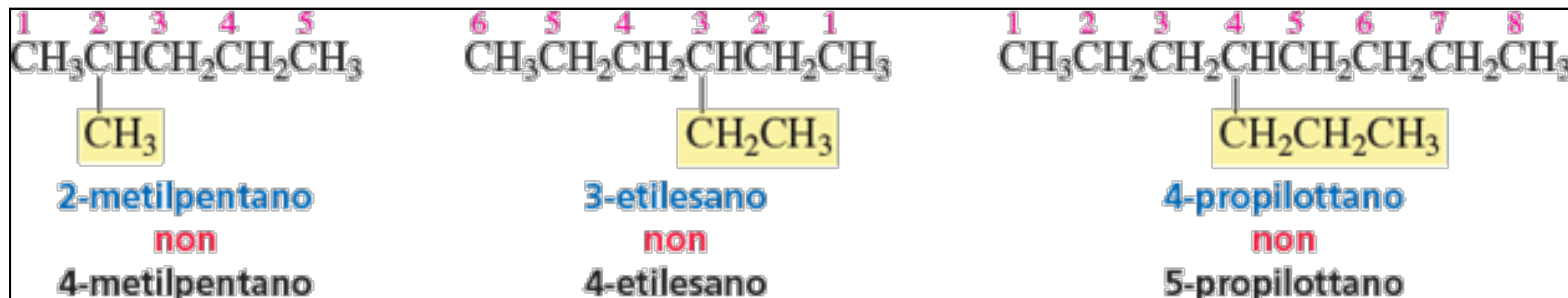
La nomenclatura sistematica degli alcani si ottiene usando le seguenti regole:

1. Per prima cosa determinare il numero di carboni della catena continua più lunga.

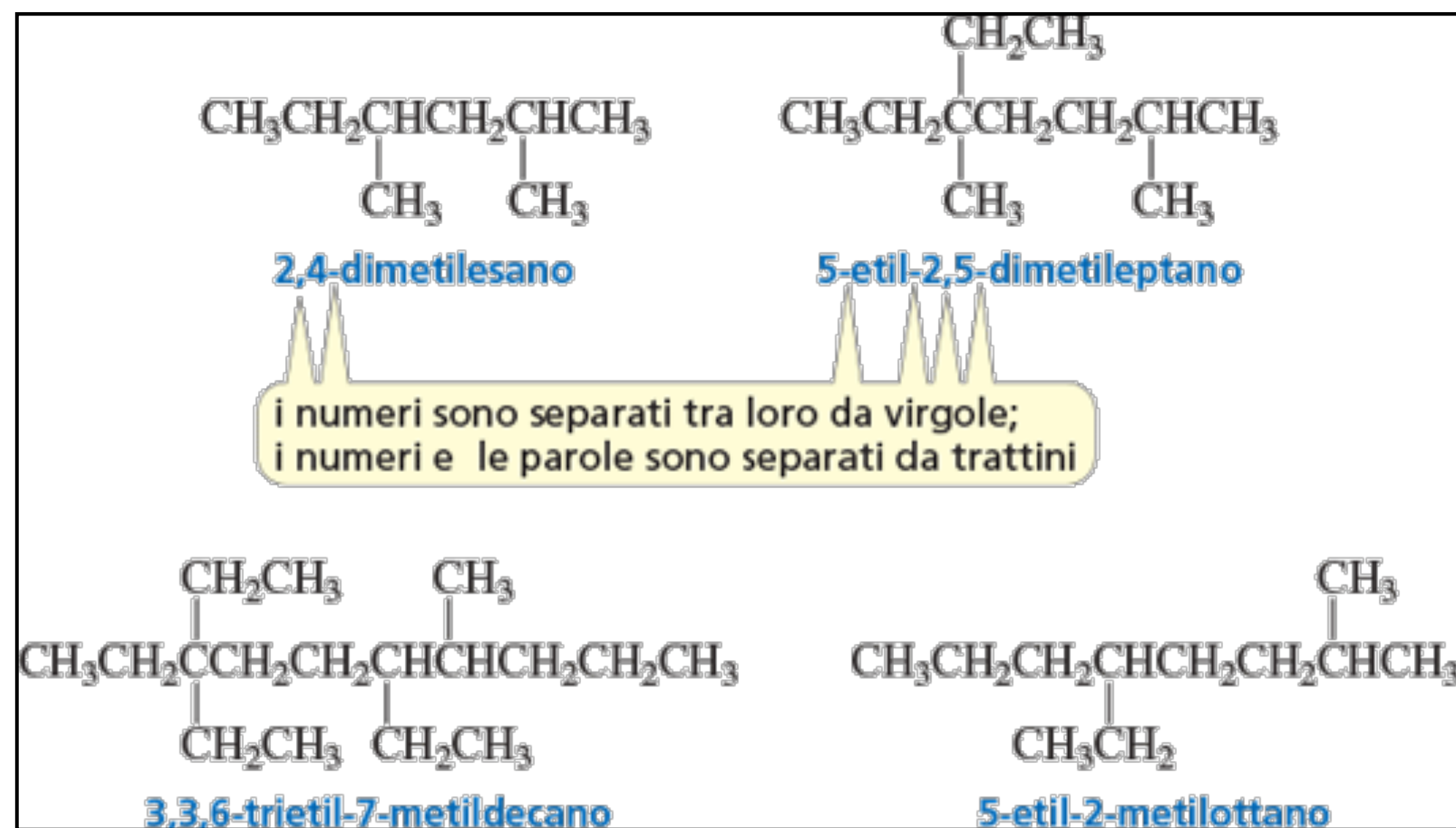


NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

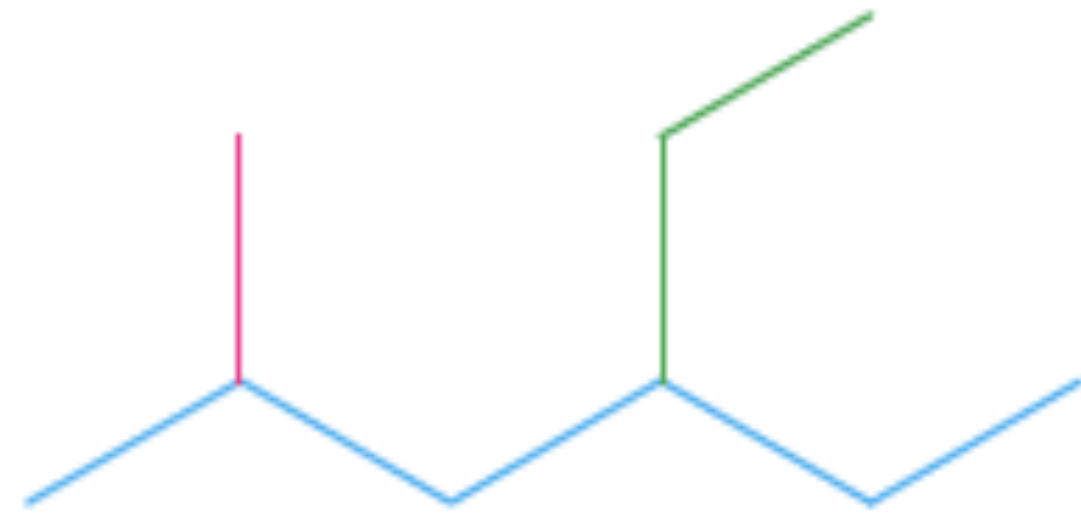
2. Numerare la catena in modo che il sostituente abbia il numero più basso possibile.



3. I sostituenti sono elencati in ordine alfabetico. I numeri e le parole sono separati da trattini, i numeri sono separati tra loro da virgole. “di”, “tri”, “tetra”, “sec” e “terz” sono ignorati nell’ordine alfabetico.



NOMENCLATURA DEGLI ALCANI



4-Ethyl-2-methylhexane



3-Ethyl-3-methylhexane



2,3-Dimethylbutane

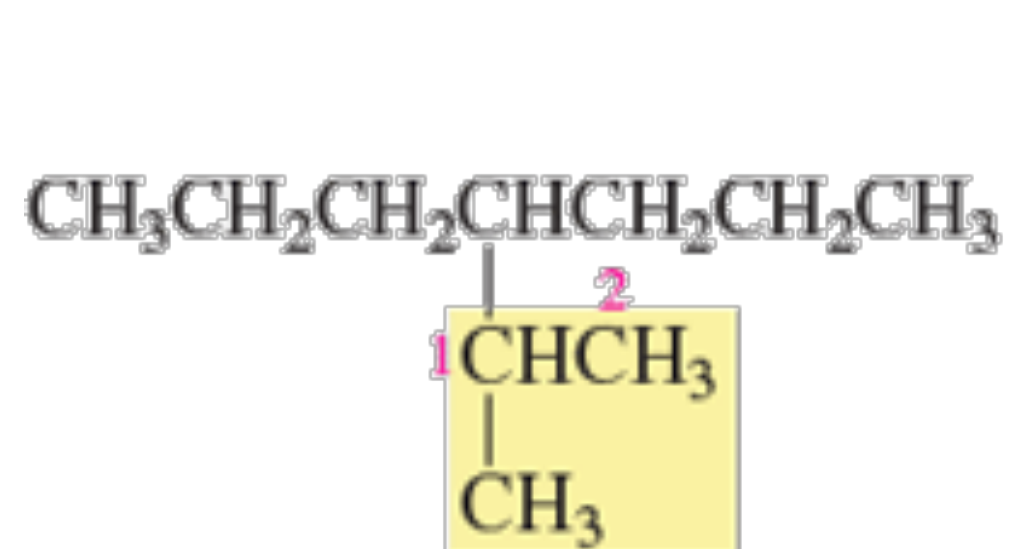


2,3,4-Trimethylpentane

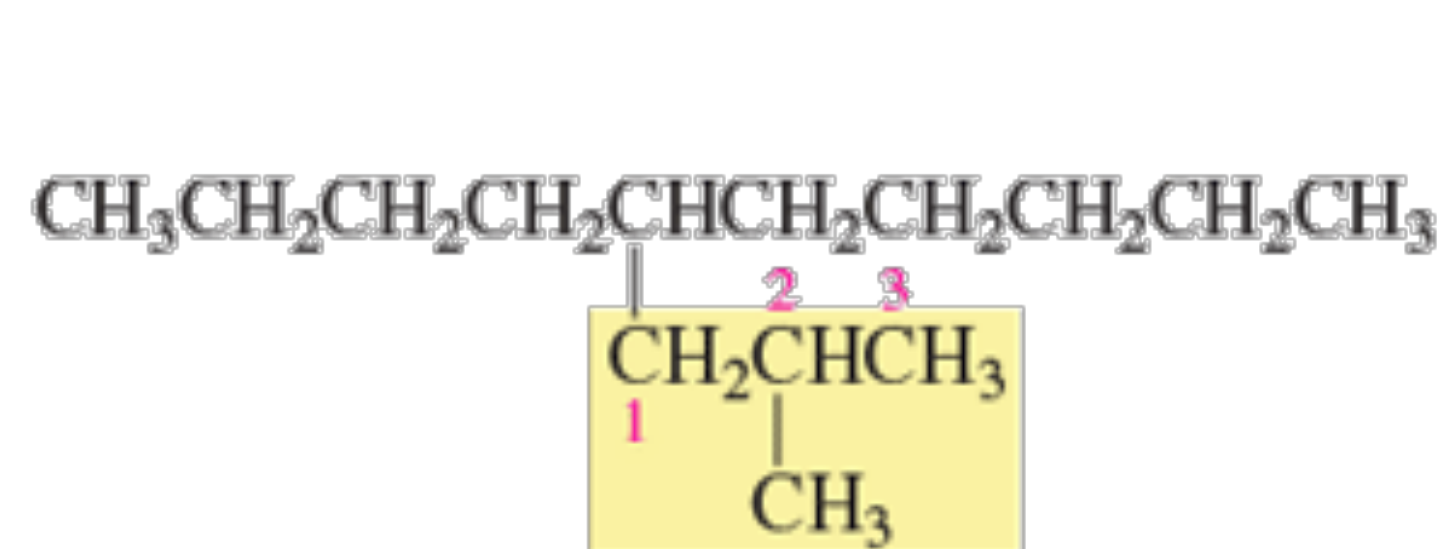


2,2,4,4-Tetramethylpentane

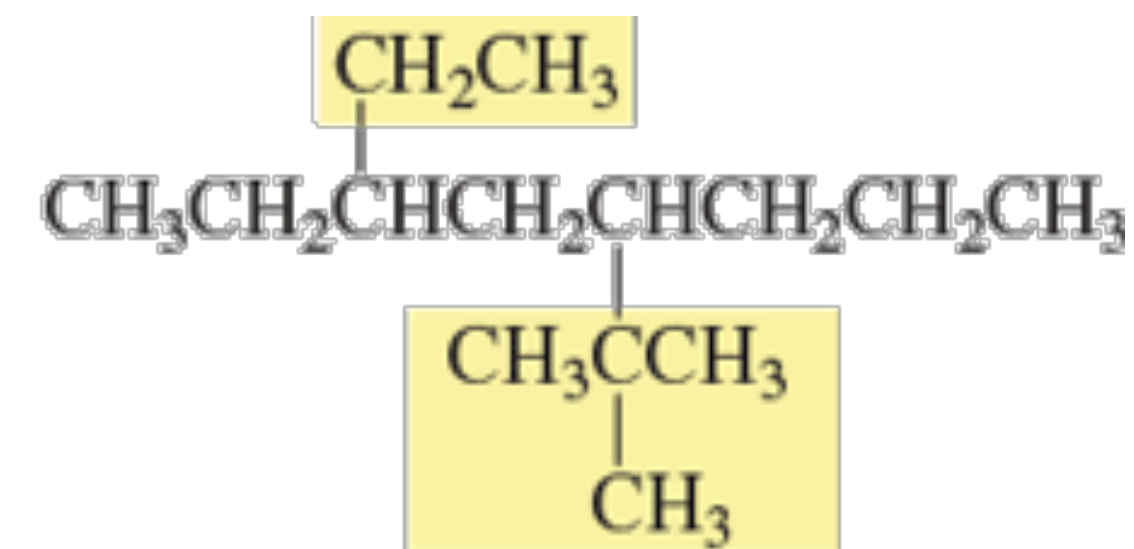
NOMENCLATURA DEGLI ALCANI



4-(1-metiletil)eptano

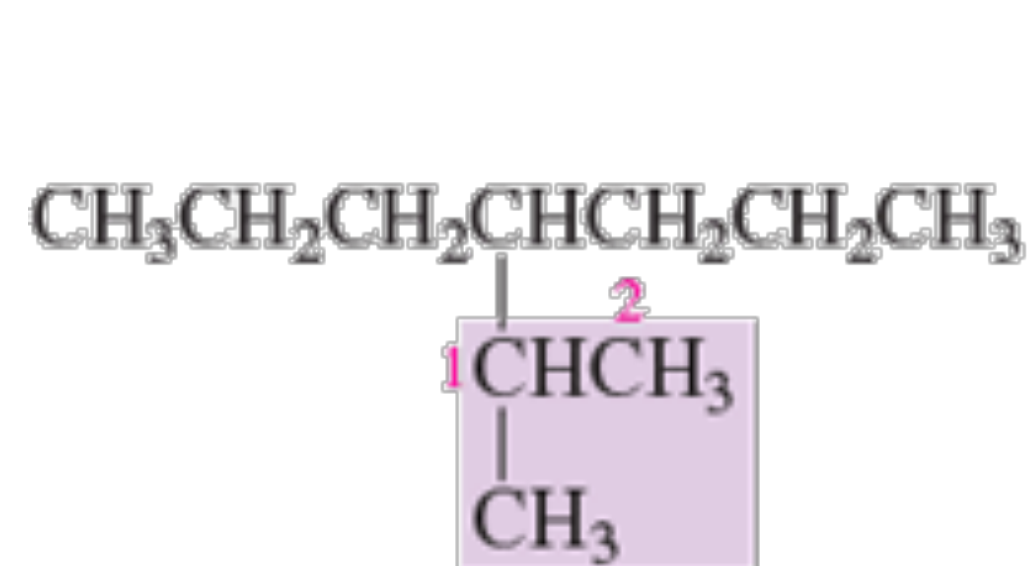


5-(2-metilpropil)decano

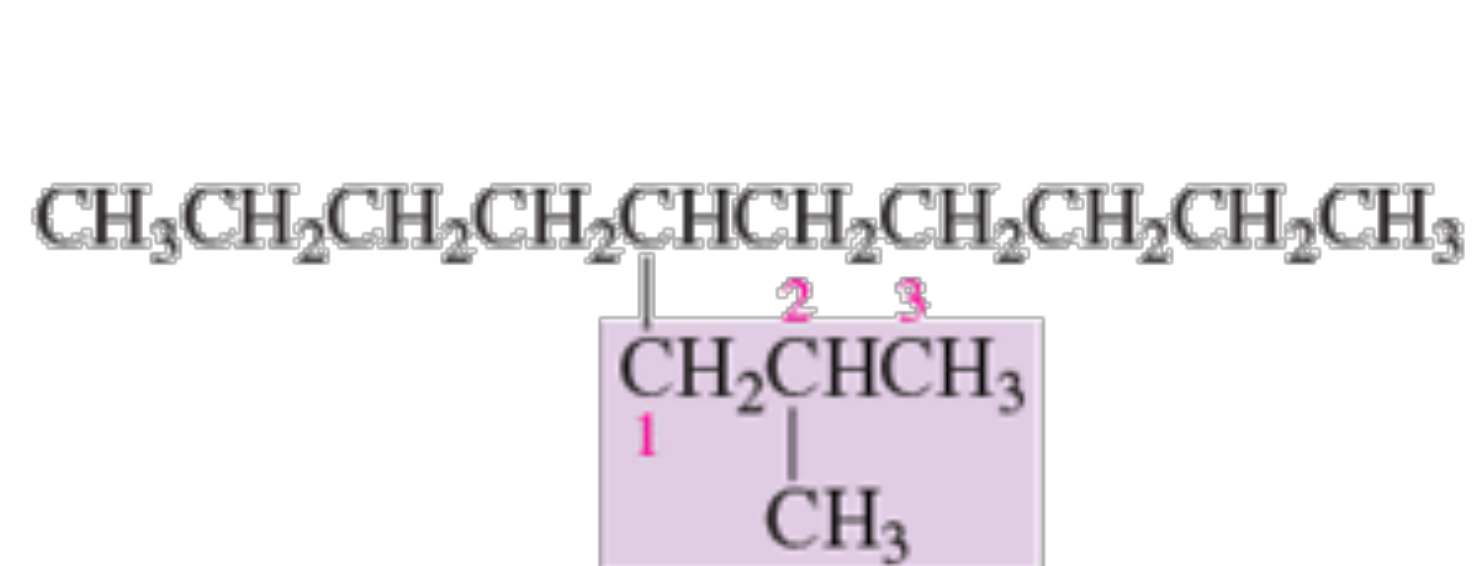


5-(1,1-dimetiletil)-3-etilottano

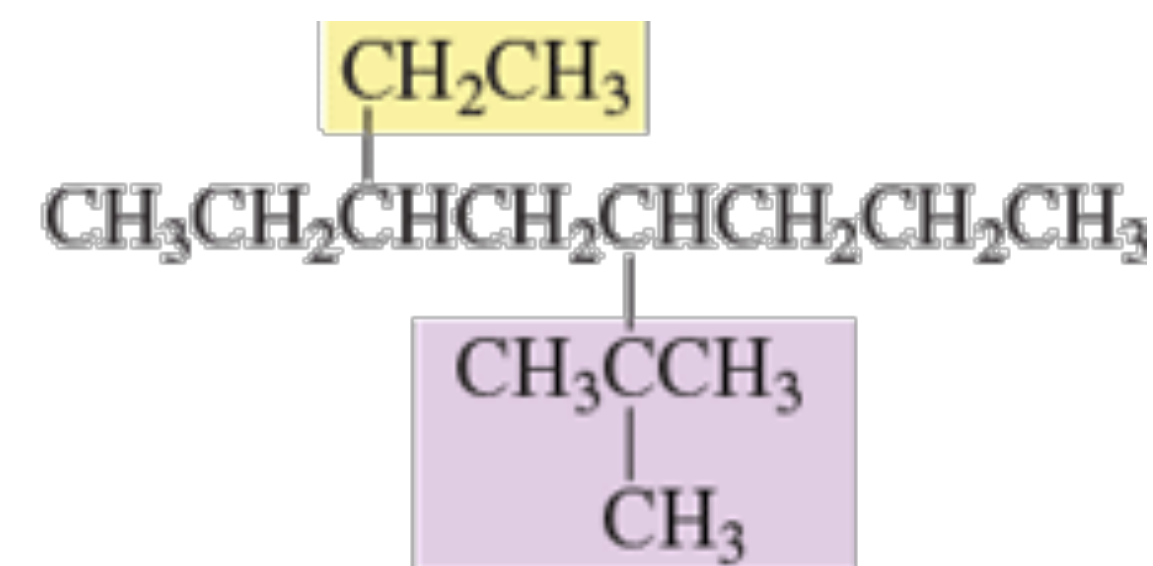
Se il sostituito ha un nome d'uso, lo si può usare al posto del nome sistematico tra parentesi.



4-isopropileptano



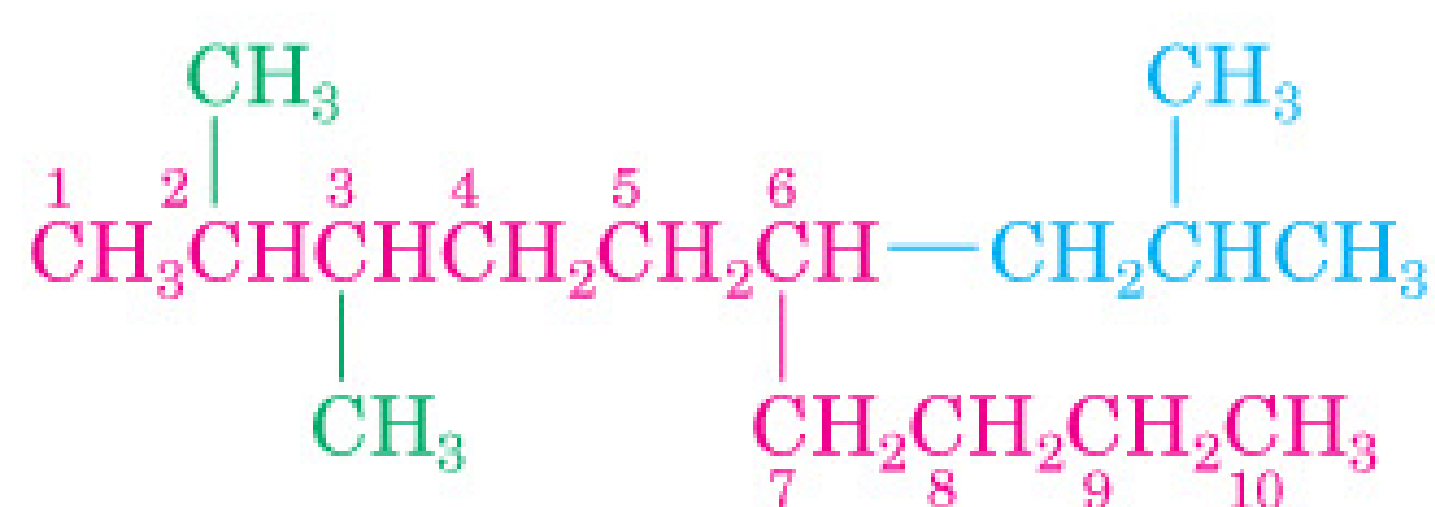
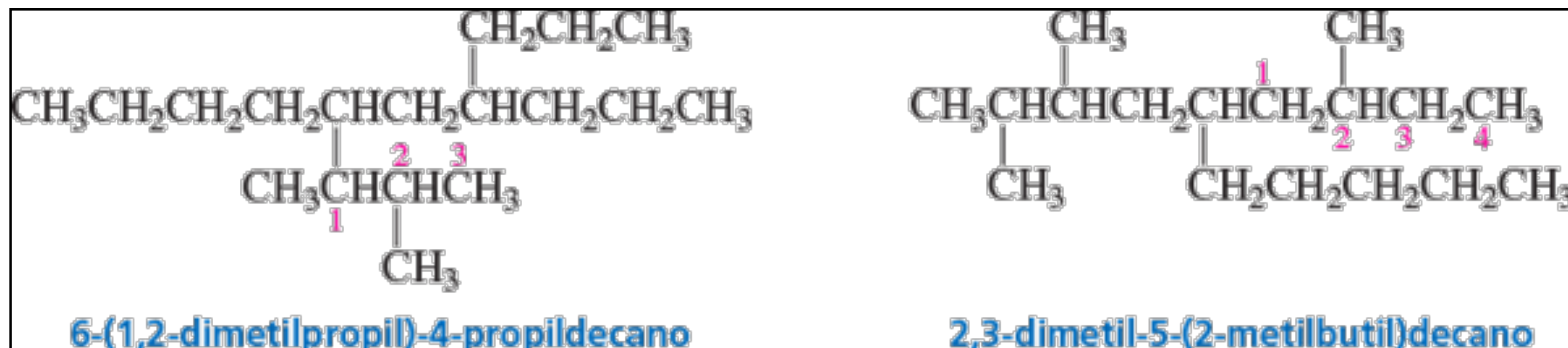
5-isobutildecano



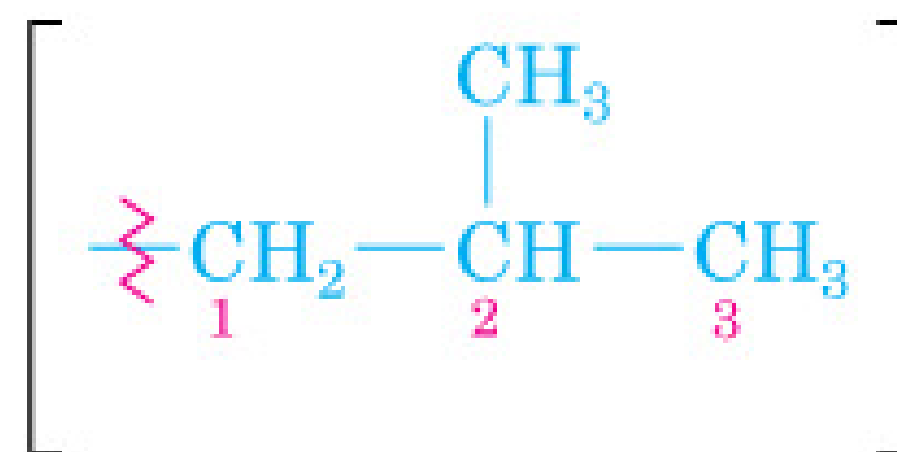
5-terz-butil-3-etilottano

NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

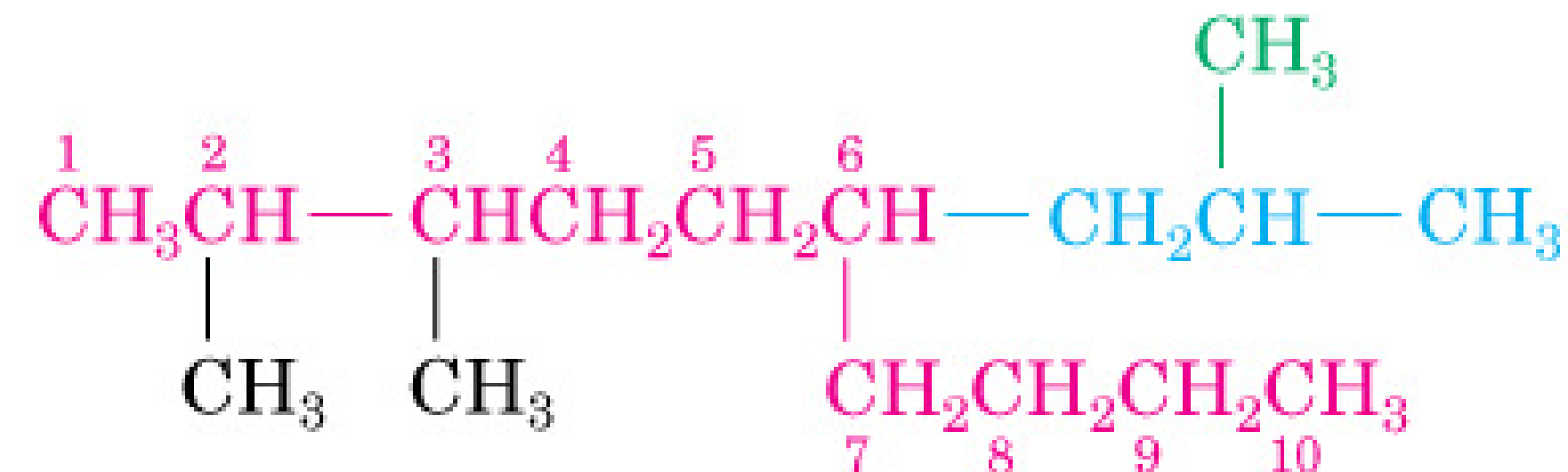
Se il sostituito non ha un nome d'uso, è obbligatorio usare il nome sistematico tra parentesi.



Denominato come un decano
2,3,6-trisostituito



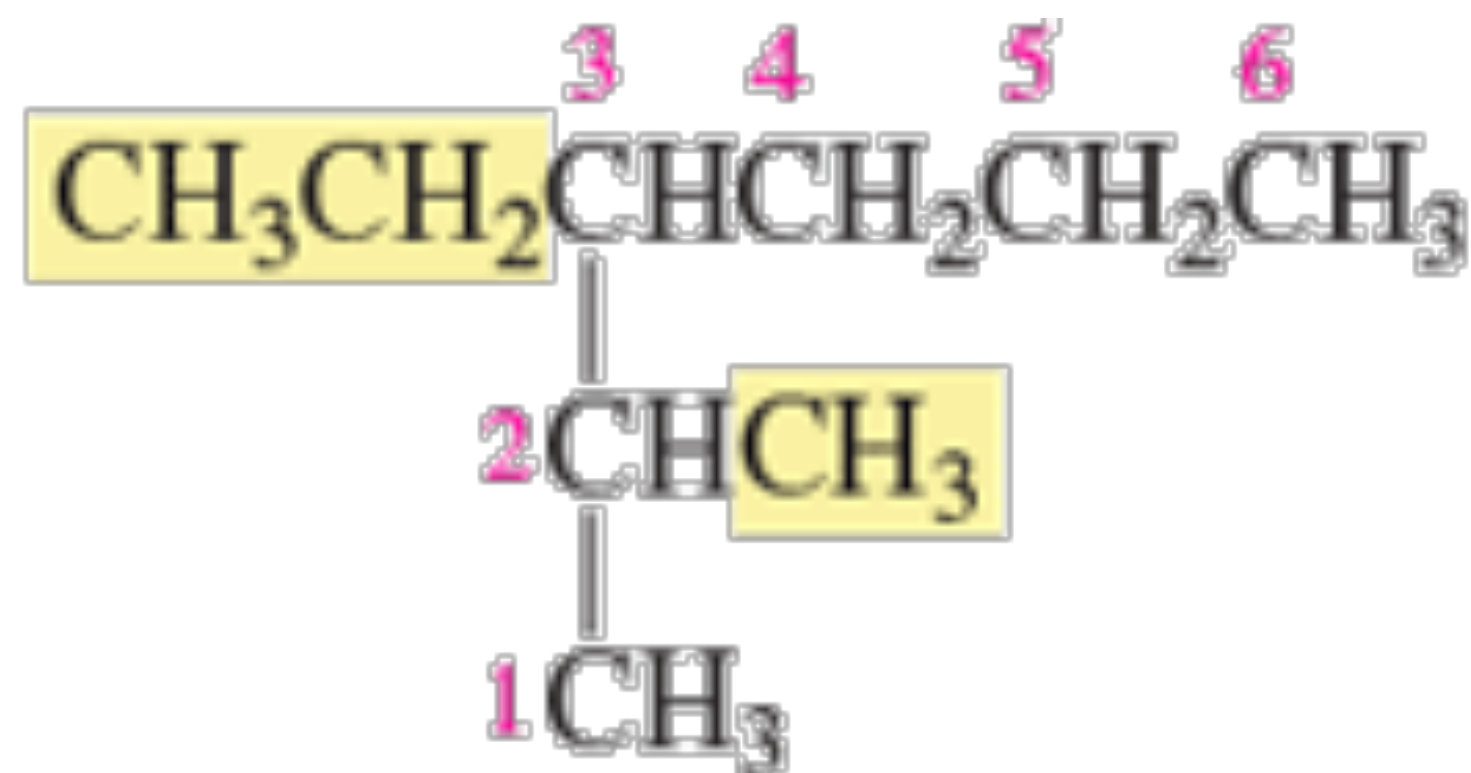
Gruppo 2-metilpropile



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

NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

7. Se un composto ha due o più catene della stessa lunghezza, l'idrocarburo genitore è quello che ha la catena con il maggior numero di sostituenti.



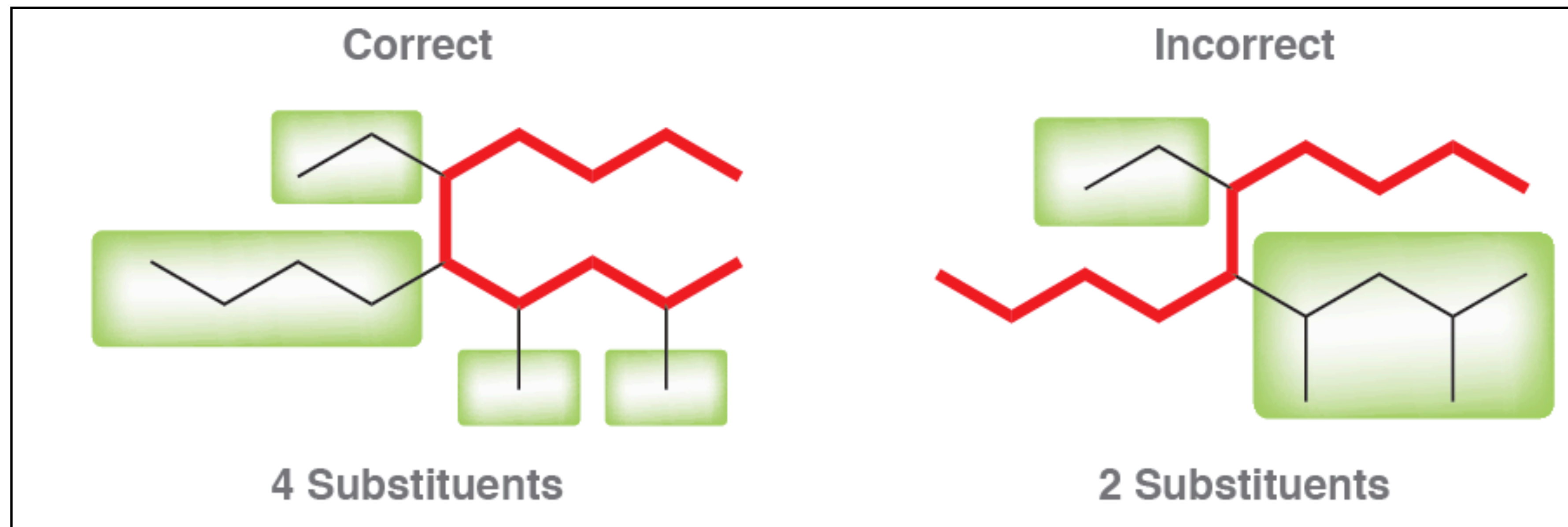
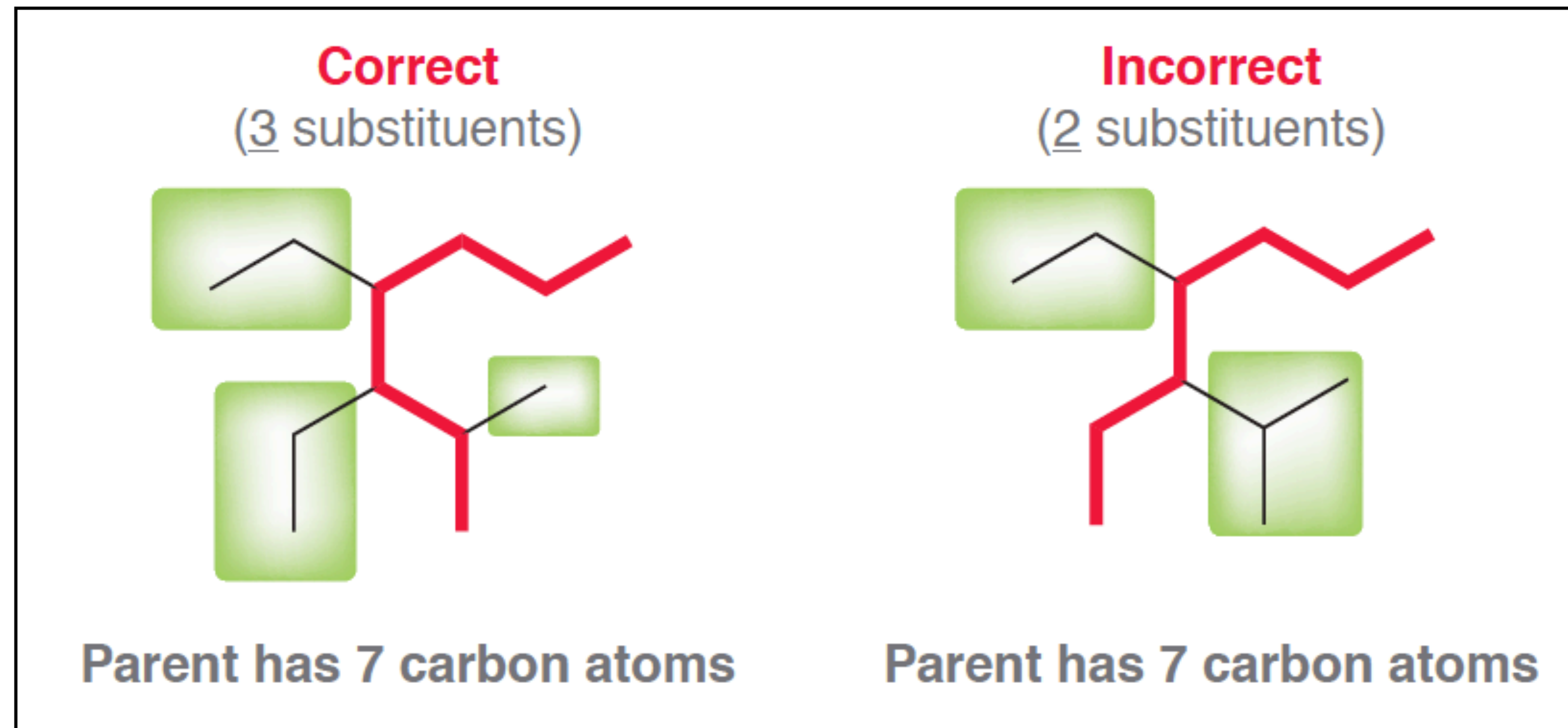
3-etil-2-metilesano (due sostituenti)

non

3-isopropilesano (un sostituente)

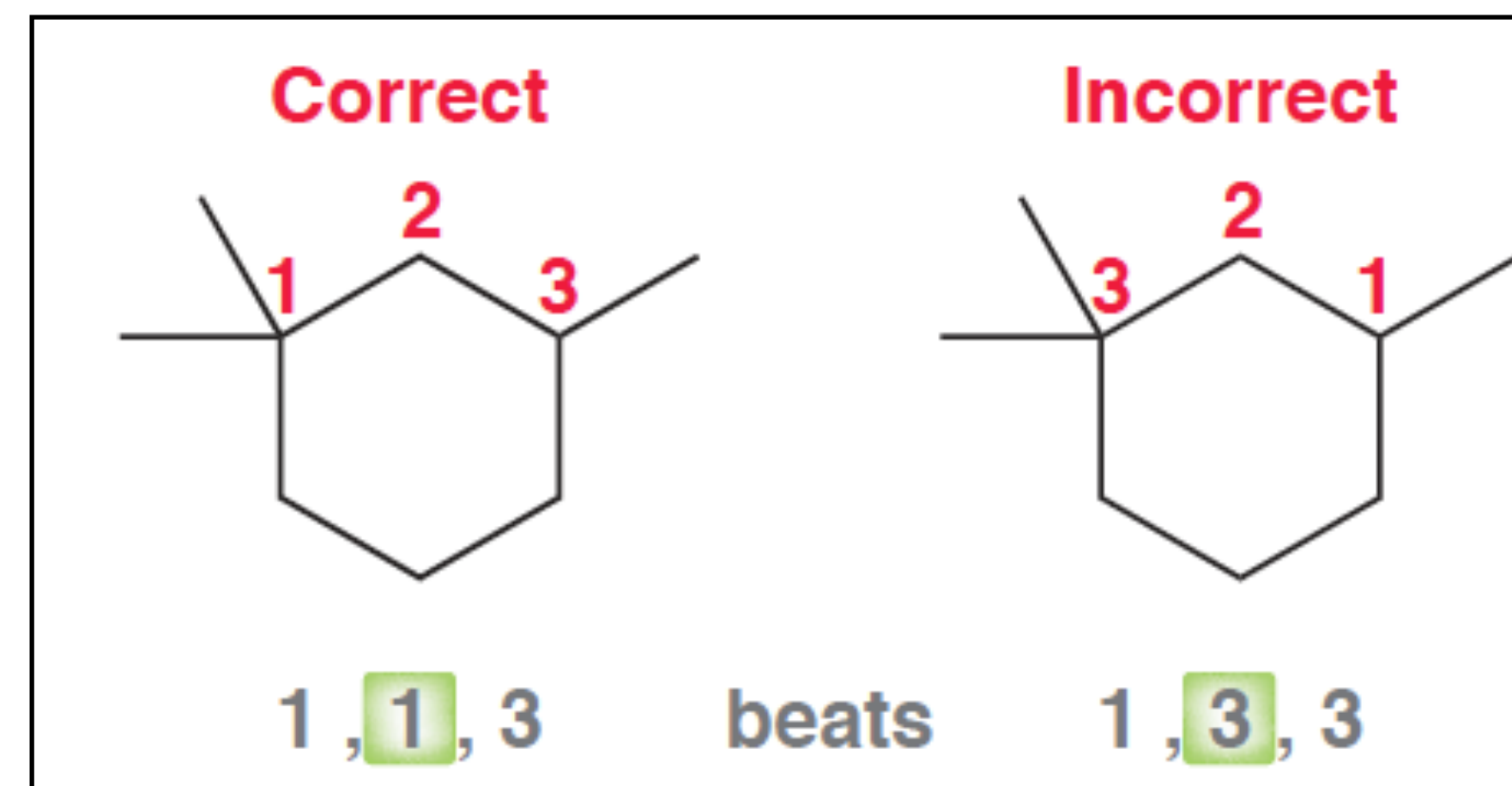
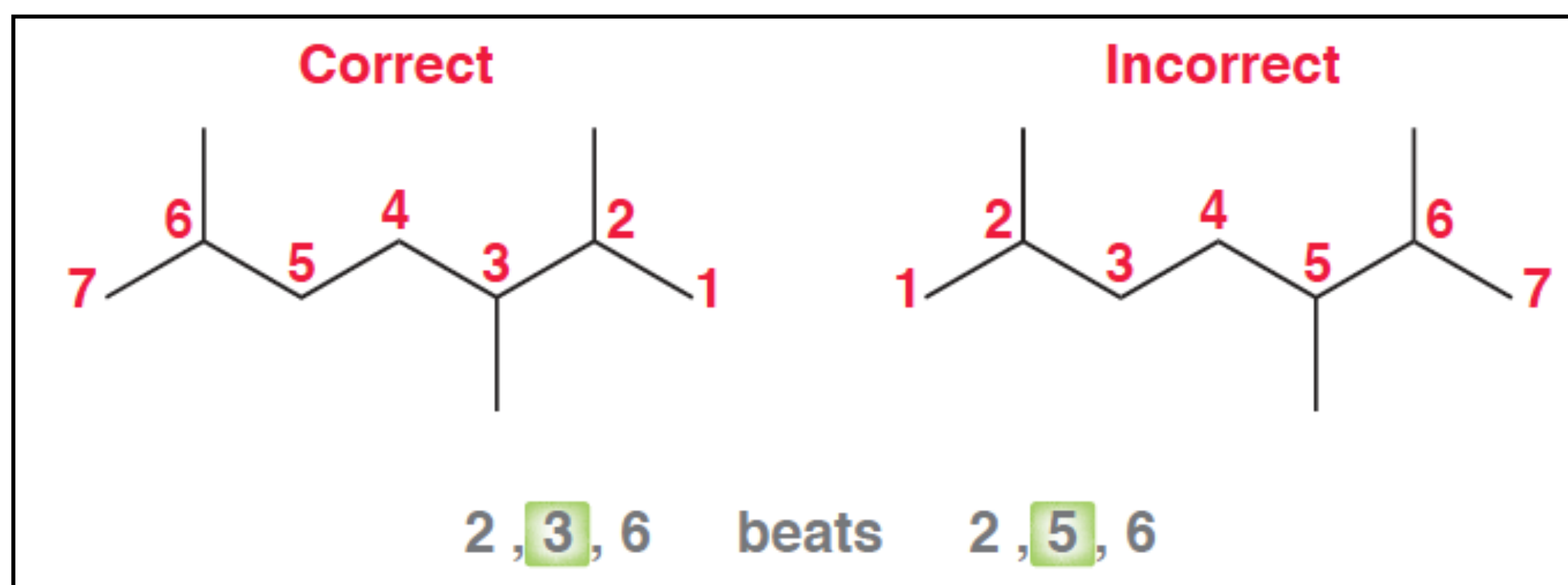
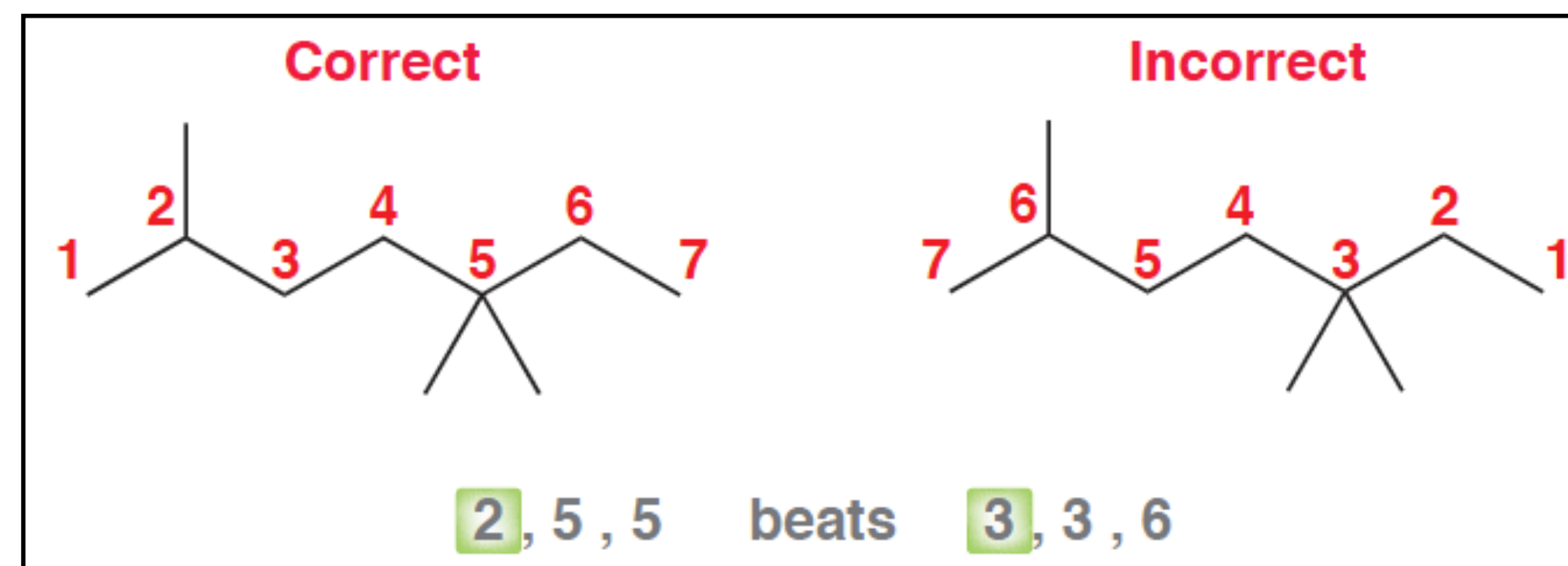
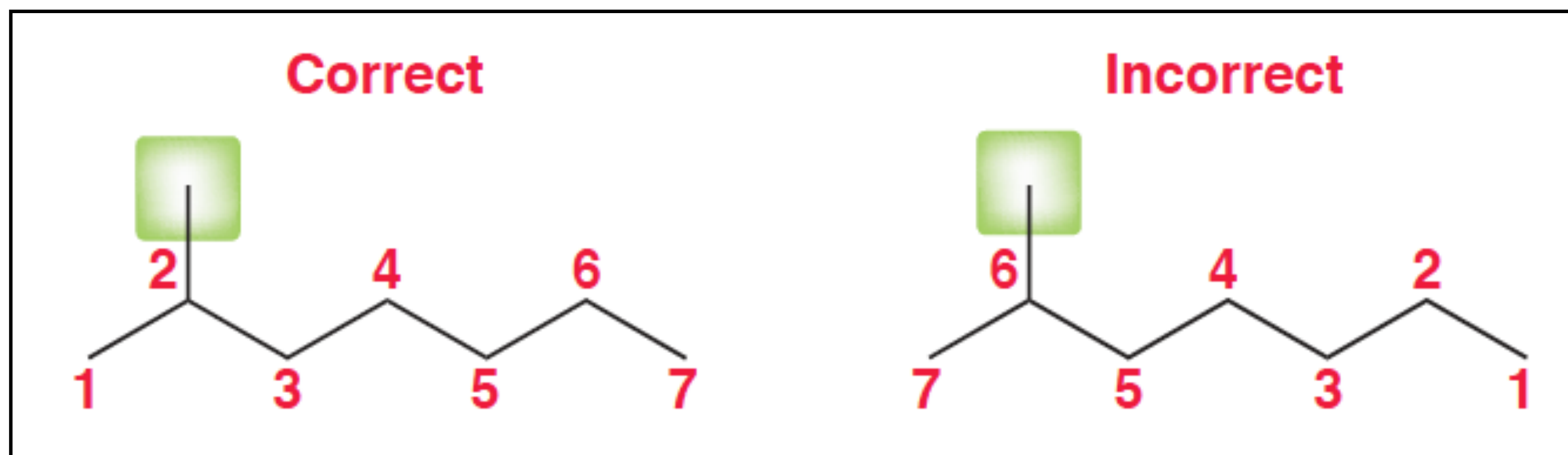
Nel caso di due catene con la stessa lunghezza, scegliere quella con più sostituenti.

NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

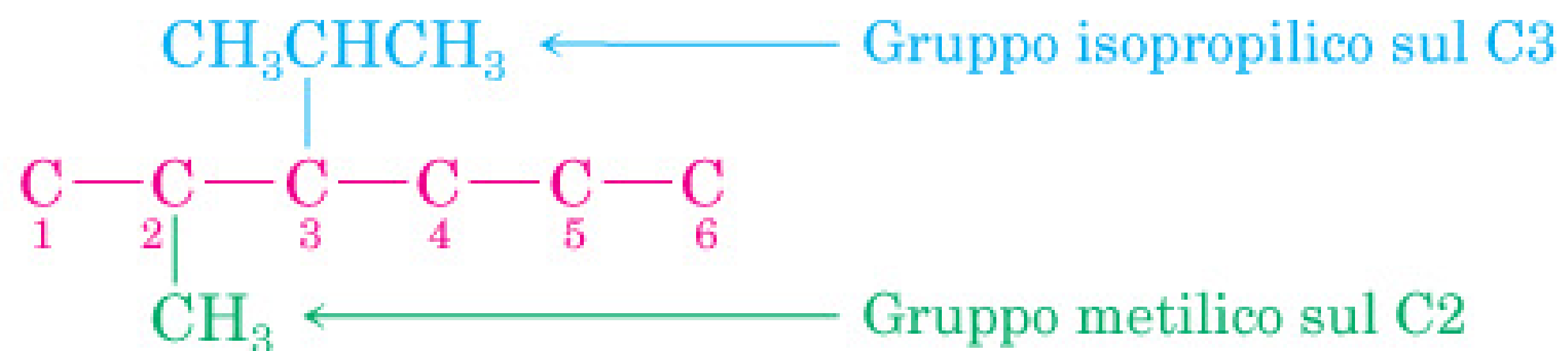
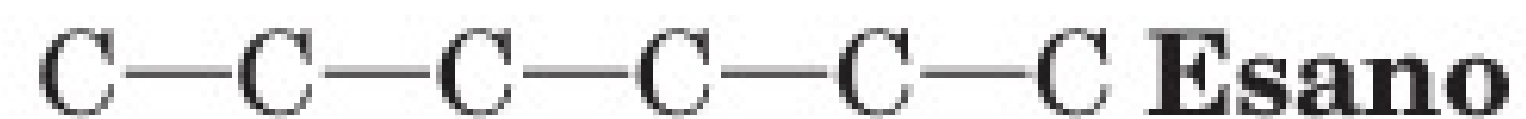


NOMENCLATURA DEGLI ALCANI

7. Se un composto ha due o più catene della stessa lunghezza, l'idrocarburo genitore è quello che ha la catena con il maggior numero di sostituenti.



ESERCIZIO: scrivere la struttura del 3-isopropil-2-metilesano

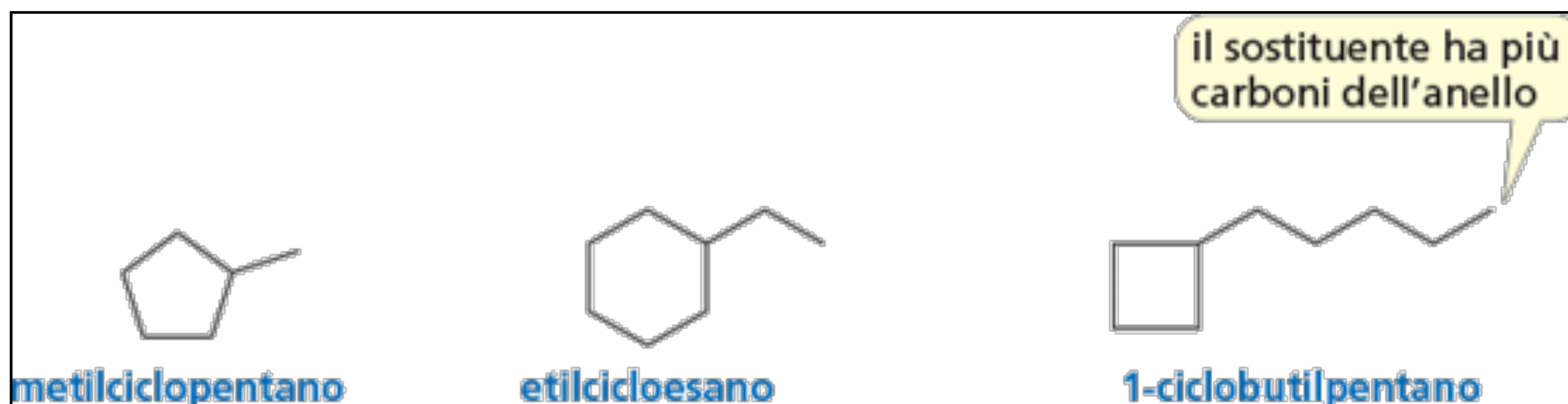


NOMENCLATURA DEI CICLOALCANI. (C_nH_{2n})



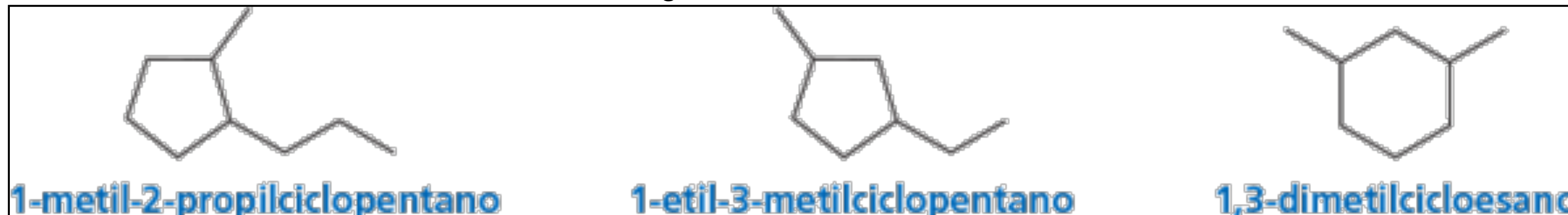
Le regole di nomenclatura dei cicloalcani sono simili alle regole di nomenclatura degli alcani aciclici:

1. Nel caso di un cicloalcano legato a un sostituito alchilico, si considera come idrocarburo genitore l'anello, a meno che il sostituito abbia più atomi di carbonio dell'anello.



NOMENCLATURA DEI CICLOALCANI. (C_nH_{2n})

2. Se l'anello ha due sostituenti diversi, essi sono scritti in ordine alfabetico e al sostituito citato per primo è assegnato il numero 1.



3. Se su un anello ci sono più di due sostituenti, essi sono citati in ordine alfabetico. La posizione numero 1 è assegnata a quel sostituito che fa sì che il secondo sostituito abbia il numero minore possibile. Se due sostituenti hanno un numero ugualmente basso, l'anello è numerato nella direzione (oraria o antioraria) che dà al terzo sostituito il numero minore possibile.

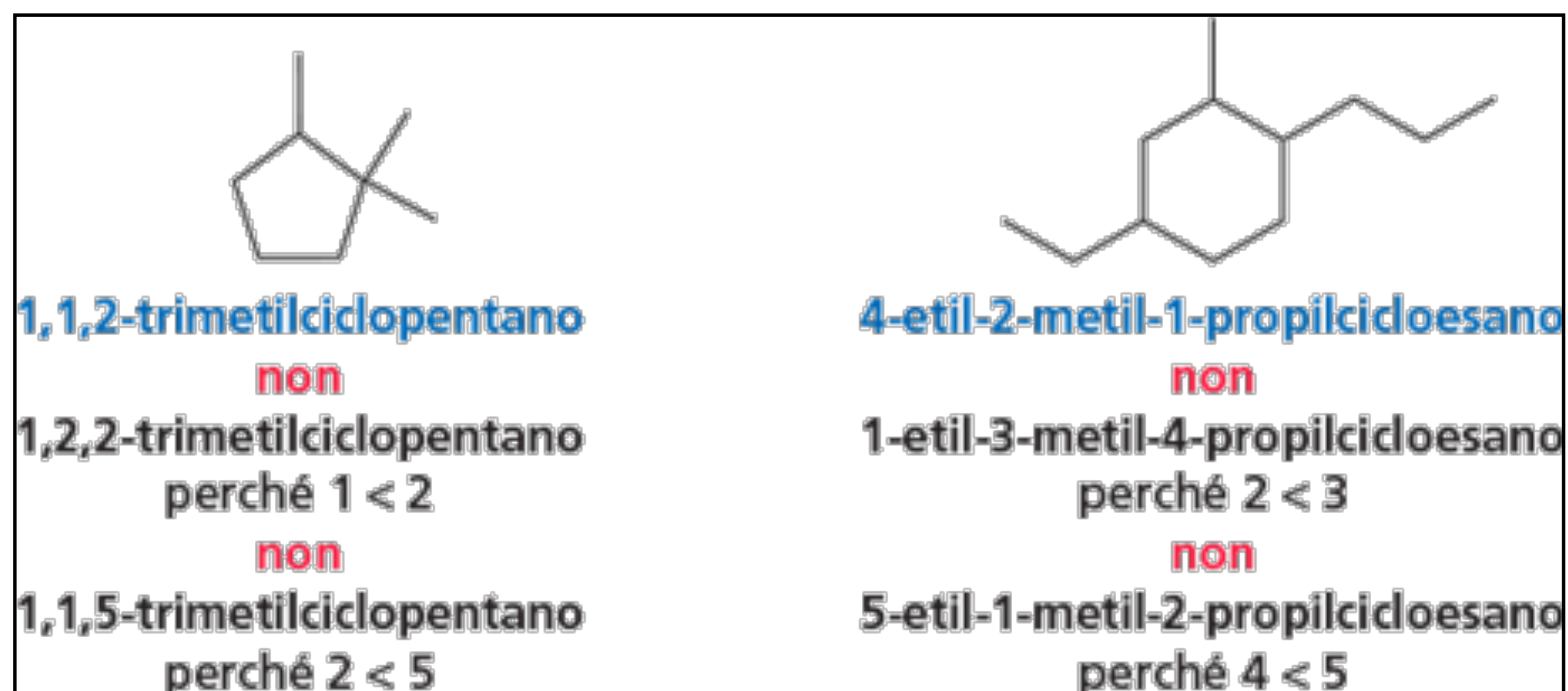


Tabella 3.3 Riassunto della nomenclatura

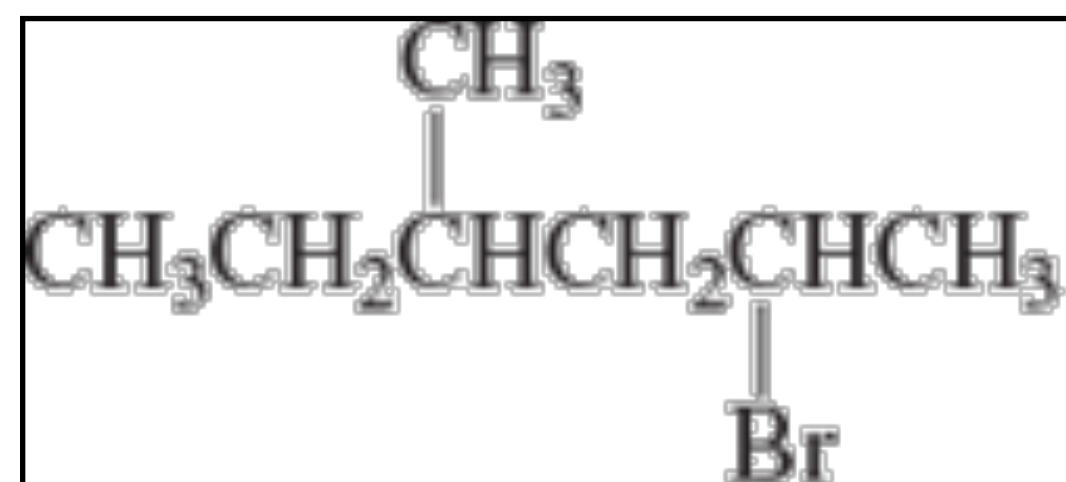
	Nome IUPAC	Nome d'uso
Alogenuro alchilico	alcano sostituito CH_3Br bromometano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ cloroetano	<i>alogenuro di</i> , seguito dal nome del gruppo alchilico CH_3Br bromuro di metile $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ cloruro di etile
Etere	alcano sostituito CH_3OCH_3 metossimetano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ metossietano	gruppi alchilici legati all'ossigeno seguiti da <i>etere</i> CH_3OCH_3 dimetil etere $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ etil metil etere
Alcol	il suffisso del gruppo funzionale è <i>olo</i> CH_3OH metanolo $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ etanolo	<i>alcol</i> seguito dal gruppo alchilico a cui è legato l'OH CH_3OH alcol metilico $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ alcol etilico
Ammina	il suffisso del gruppo funzionale è <i>ammina</i> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ etanammina $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$ N-metil-1-propanammina	gruppi alchilici legati all'azoto, seguiti da <i>ammina</i> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ etilammina $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$ metilpropilammina

NOMENCLATURA DEGLI ALOGENURI ALCHILICI

Gli alogenuri alchilici sono composti in cui un idrogeno di un alcano è sostituito da un alogeno. Gli alogenuri alchilici sono suddivisi in primari, secondari e terziari sulla base del carbonio a cui è legato l'alogeno



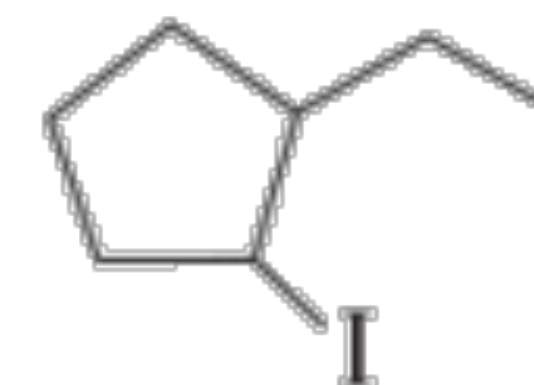
Nel sistema IUPAC, gli alogenuri alchilici sono considerati alcani sostituiti. Il nome degli alogeni, quando sono considerati come sostituenti, conserva la “o” finale (cioè “fluoro”, “cloro”, “bromo”, con l’eccezione dello iodio che diventa “iodo”). Spesso gli alogenuri alchilici sono anche chiamati aloalcani.



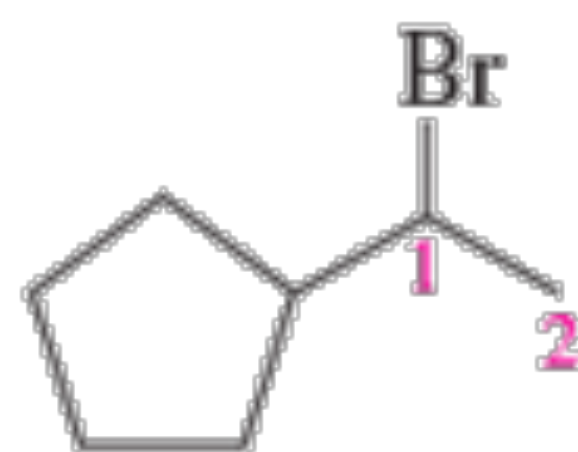
2-bromo-4-metilesano



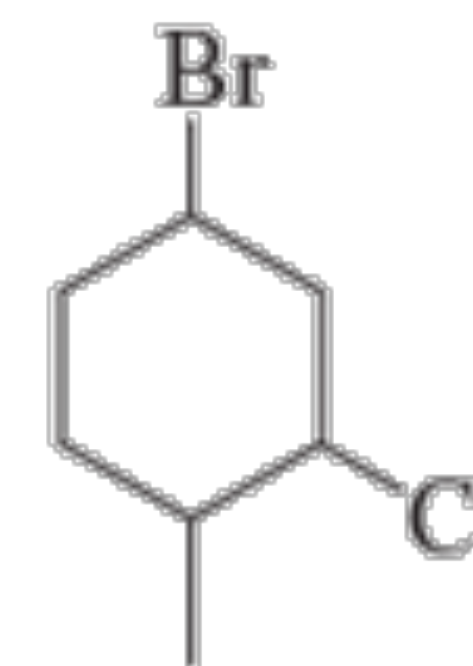
1-cloro-6,6-dimetileptano



1-etil-2-iodociclopentano



(1-bromoetil)ciclopentano



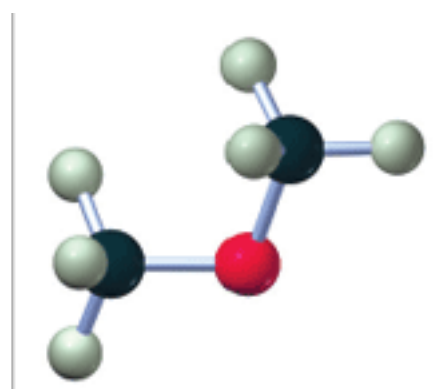
4-bromo-2-cloro-1-metilcicloesano

NOMENCLATURA DEGLI ETERI

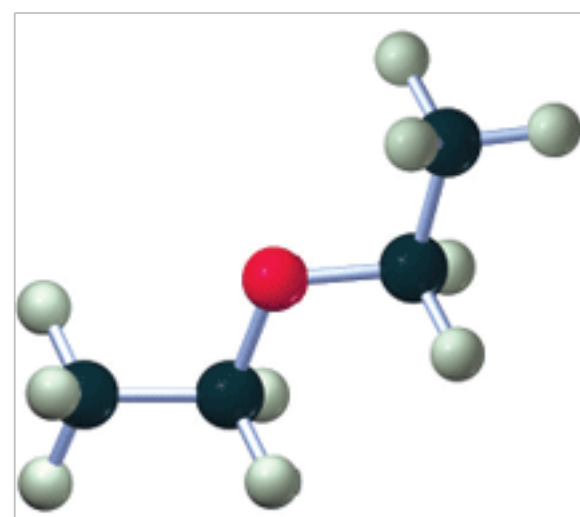
Gli eteri sono composti in cui un ossigeno è legato a due gruppi alchilici.

Negli eteri simmetrici i due sostituenti alchilici sono uguali (R e R).

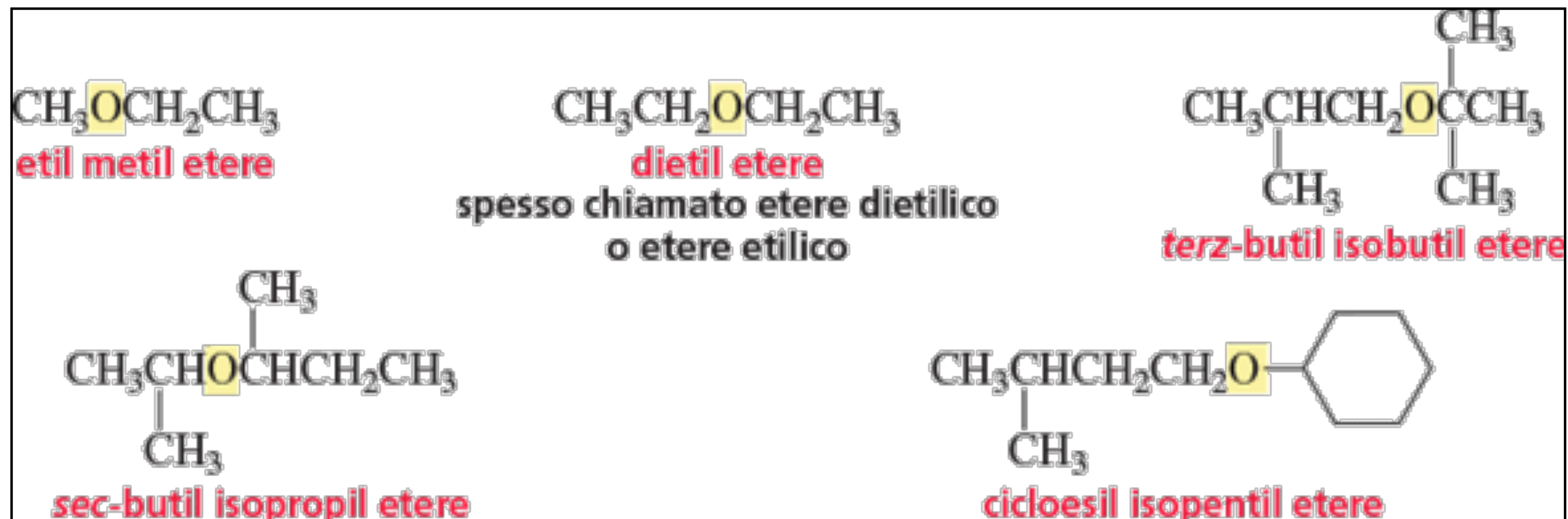
Negli eteri asimmetrici i due sostituenti alchilici sono diversi (R e R').



dimetil etere

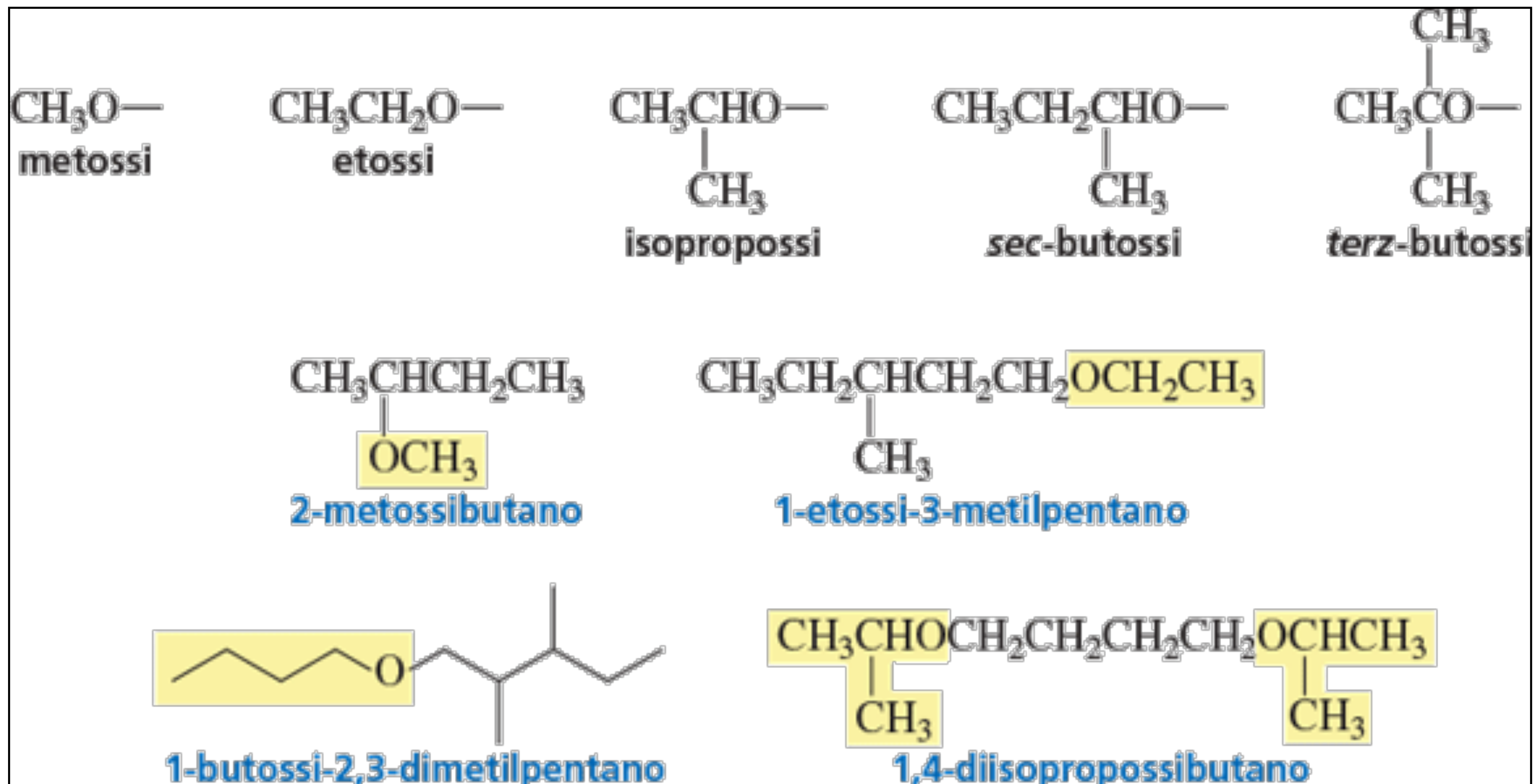


diethyl etere



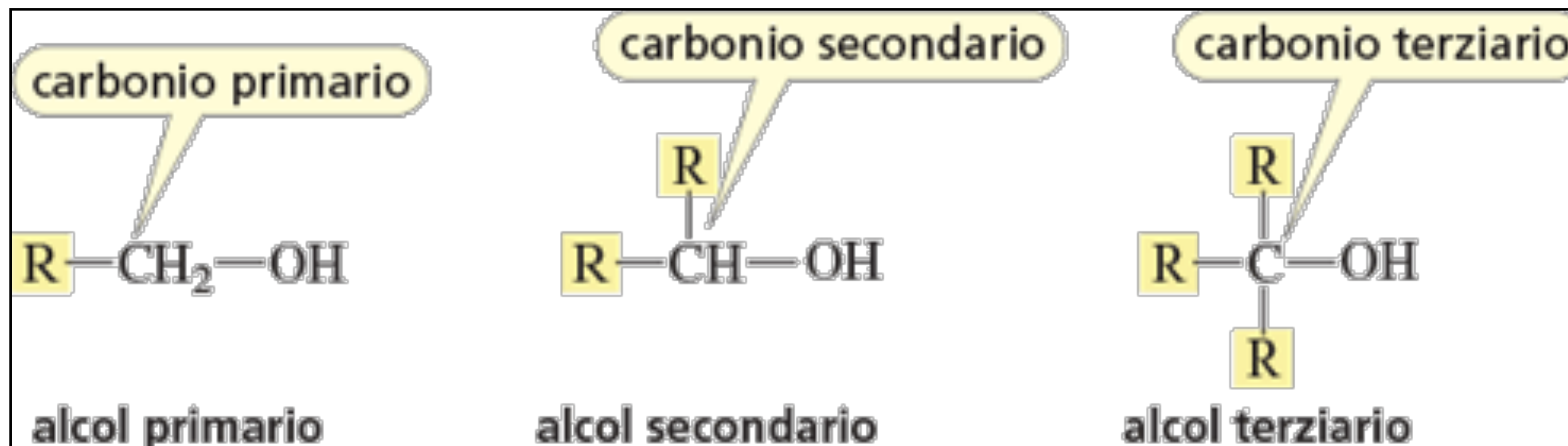
NOMENCLATURA DEGLI ETERI

Secondo il sistema IUPAC, un etere è un alcano con un sostituito RO. Il nome del sostituito si ottiene sostituendo il suffisso "ile" dei gruppi alchilici con "ossi".

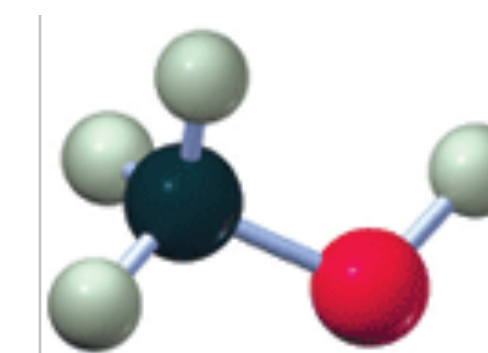


NOMENCLATURA DEGLI ALCOLI

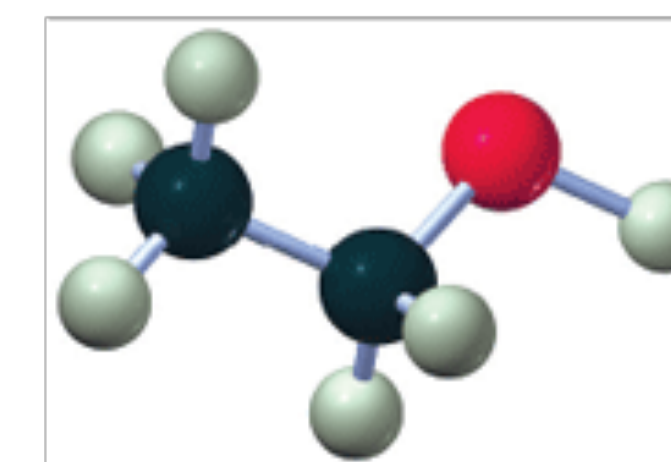
Gli alcoli sono composti in cui l'idrogeno di un alcano è stato sostituito da un gruppo OH.
Gli alcoli sono classificati nello stesso modo degli alogenuri alchilici:



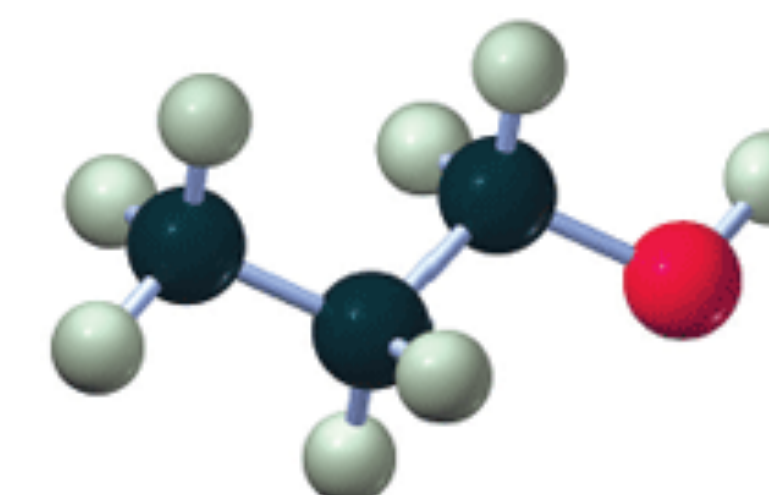
È il carbonio a cui è legato il gruppo OH a determinare se un alcol è primario, secondario o terziario.



alcol metilico



alcol etilico



alcol propilico

NOMENCLATURA DEGLI ALCOLI

Nomi d'uso



alcol etilico



alcol propilico



alcol isopropilico



alcol isobutilico

Il gruppo funzionale è il centro reattivo di una molecola organica. Per indicare alcuni gruppi funzionali, il sistema IUPAC usa dei suffissi. Negli alcoli il gruppo funzionale è l'OH, che è identificato dal suffisso "olo". Il nome sistematico degli alcoli si ottiene quindi sostituendo la "o" finale del nome dell'idrocarburo genitore con il suffisso "olo".



metanolo

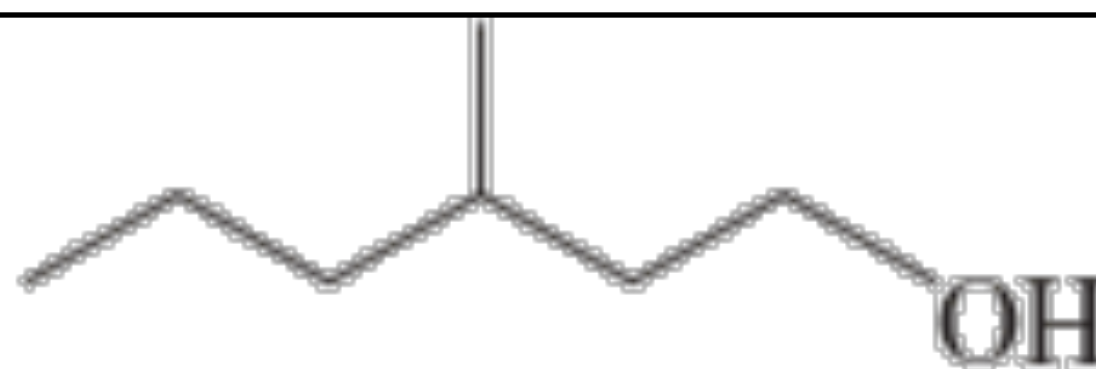


etanolo



3-pentanololo

pentan-3-olo



3-metilesan-1-olo

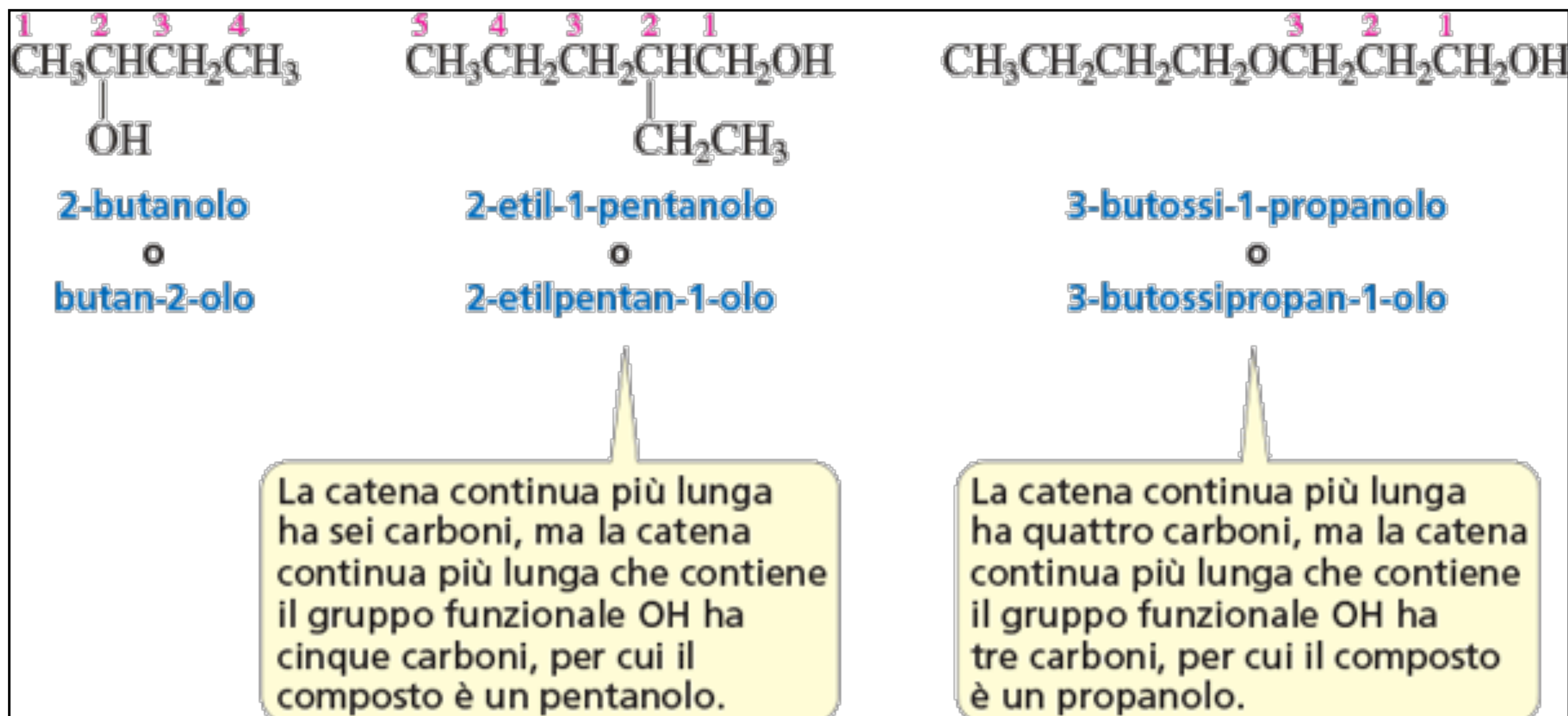
il numero precede il nome dell'idrocarburo genitore

il numero precede il suffisso

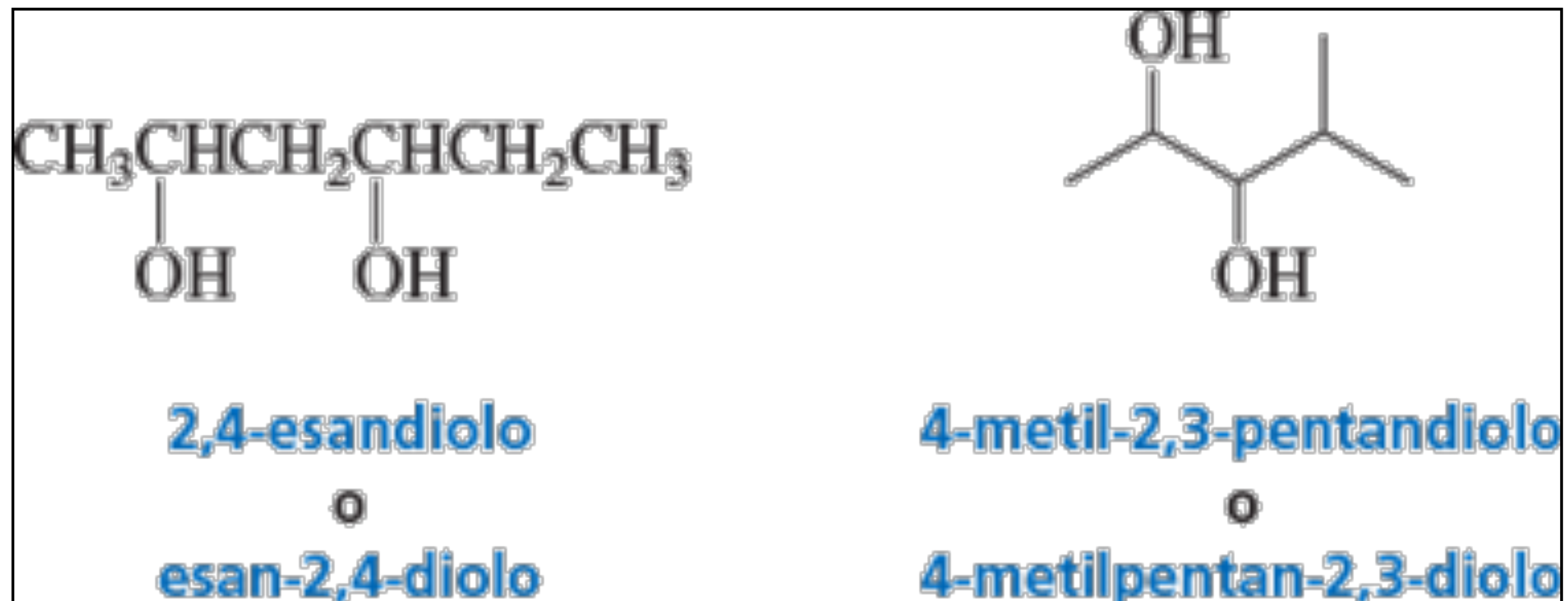
La nomenclatura dei composti che prendono il suffisso dal gruppo funzionale segue le seguenti regole:

IMPARA LA STRATEGIA

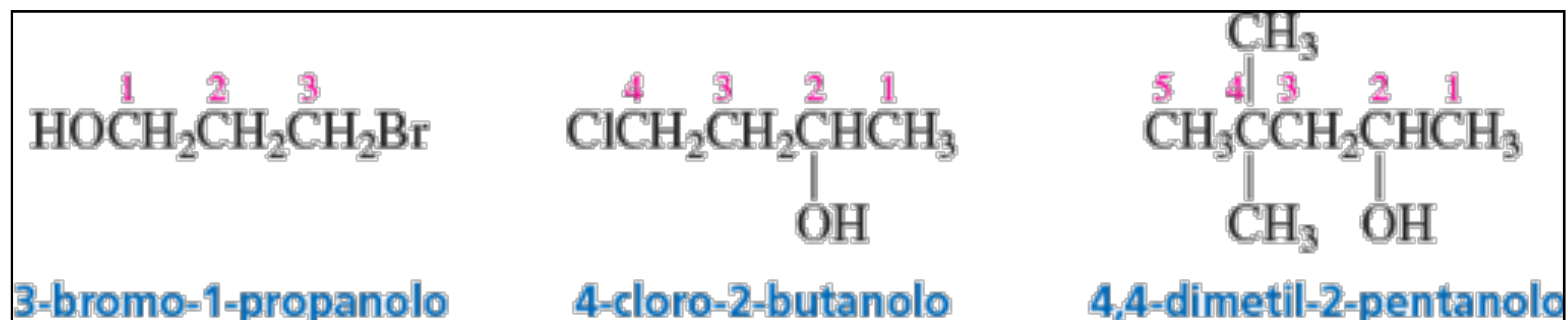
1. L'idrocarburo genitore è la catena continua più lunga che contiene il gruppo funzionale.
2. L'idrocarburo genitore è numerato nella direzione che assegna il numero minore possibile al suffisso del gruppo funzionale.



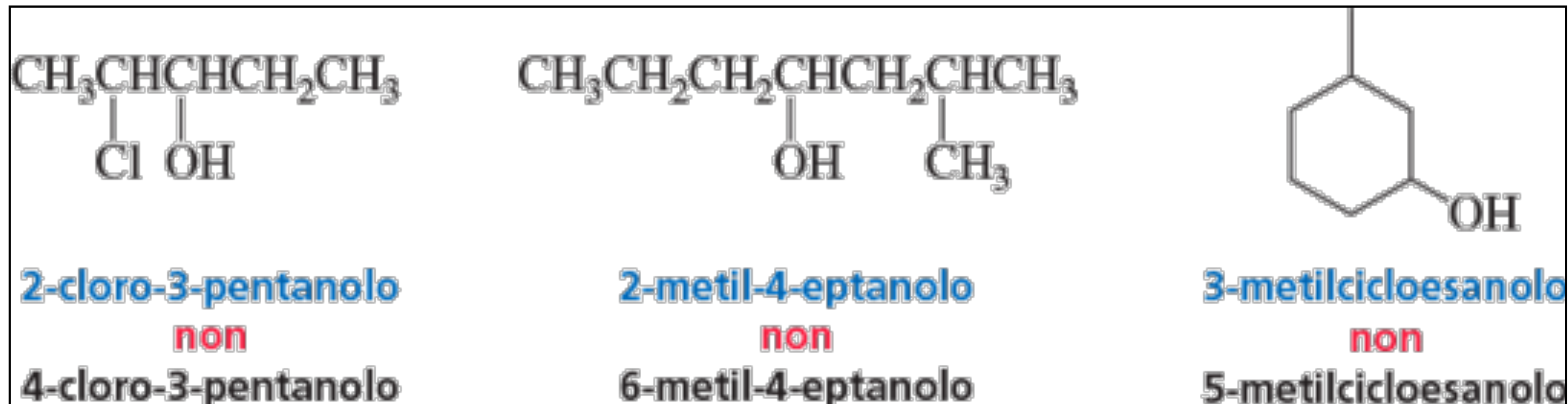
3. Se ci sono due gruppi OH, si aggiunge il suffisso “diolo” al nome dell'idrocarburo genitore.



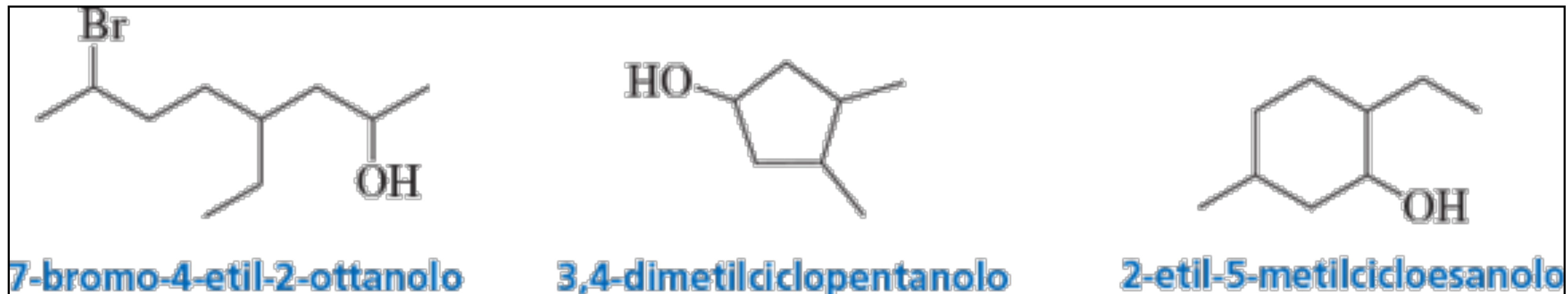
4. Se, oltre al suffisso del gruppo funzionale, ci sono dei sostituenti, al suffisso del gruppo funzionale va assegnato il numero minore possibile.



5. Se in entrambe le direzioni si ottiene lo stesso numero per il suffisso del gruppo funzionale, la catena va numerata nella direzione che dà il numero minore possibile a uno dei sostituenti. Notiamo che nei composti ciclici non è necessario indicare la posizione del suffisso del gruppo funzionale, poiché si assume che esso sia in posizione 1.



6. Se c'è più di un sostituito, i sostituenti sono citati in ordine alfabetico.



Ricordiamo che il nome dei sostituenti va prima del nome dell'idrocarburo genitore, mentre il suffisso del gruppo funzionale va dopo il nome dell'idrocarburo genitore.

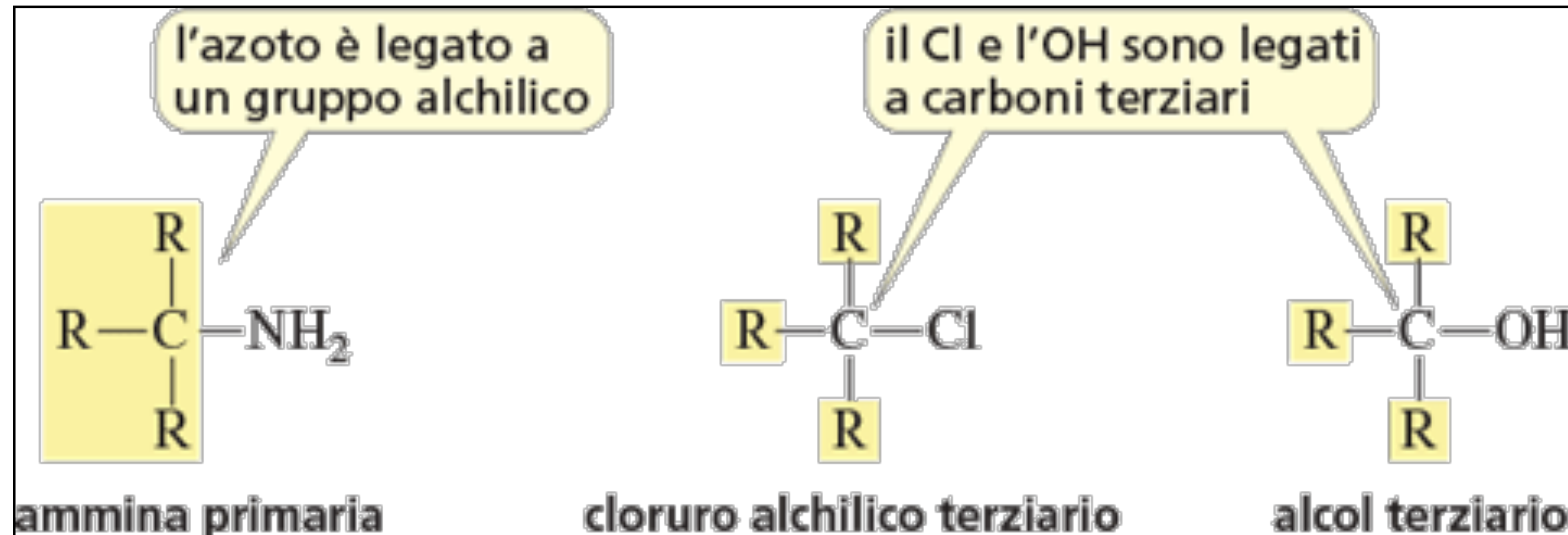


NOMENCLATURA DELLE AMMINE

Le ammine sono composti in cui uno o più idrogeni dell'ammoniaca sono sostituiti da gruppi alchilici. Le ammine possono essere primarie, secondarie e terziarie, e la classificazione si basa sul numero di gruppi alchilici legati all'azoto.



È il numero di gruppi alchilici legati all'azoto che determina se un'ammina è primaria, secondaria o terziaria.



Il nome d'uso delle ammine consiste nel nome dei gruppi alchilici legati all'azoto, in ordine alfabetico, seguito da "ammina".



metilammina



metilpropilammina



dietilammina



trimetilammina



butildimetilammina



etilmetilpropilammina

Nomi IUPAC delle ammine

La “o” finale del nome dell'idrocarburo genitore è sostituita del suffisso “ammina”, in modo simile a quanto abbiamo visto per gli alcoli.

Come negli alcoli, il carbonio a cui è legato l'azoto è identificato da un numero e il numero può apparire prima del nome dell'idrocarburo genitore o prima di “ammina”. Il nome di eventuali altri gruppi alchilici legati all'azoto è preceduto da un “N” (in corsivo) per indicare che il gruppo è legato a un azoto e non a un carbonio.



1-butanammina

o

butan-1-ammina



N-etil-3-esanammina

o

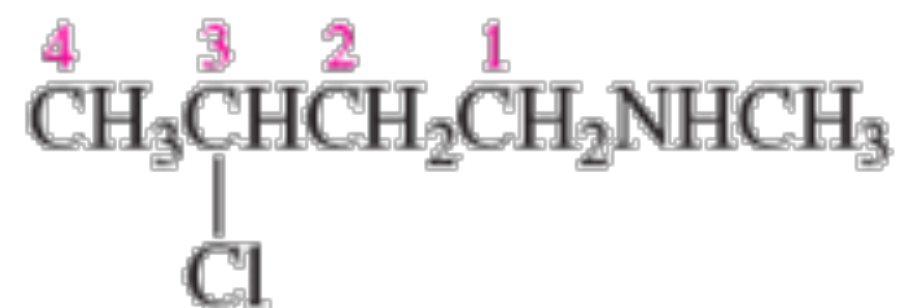
N-etilesan-3-ammina



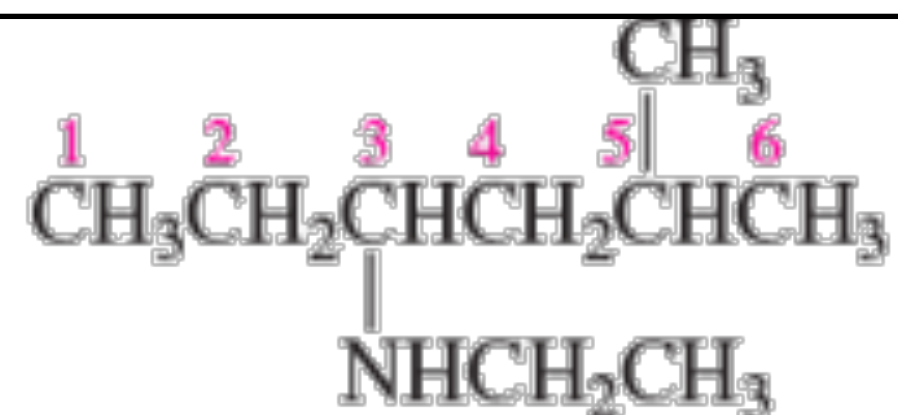
N-etil-*N*-metil-1-propanammina

o

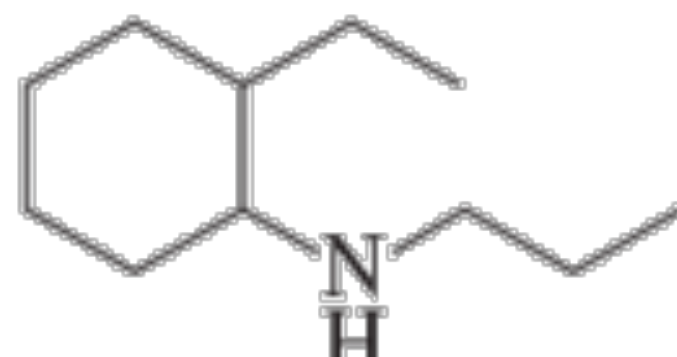
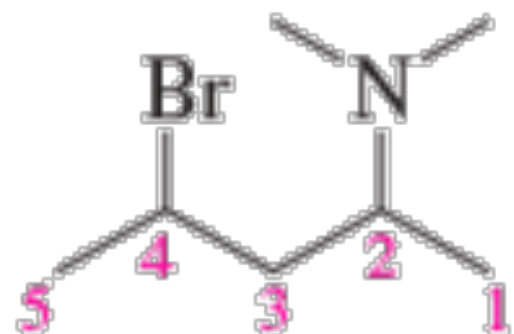
N-etil-*N*-metilpropan-1-ammina



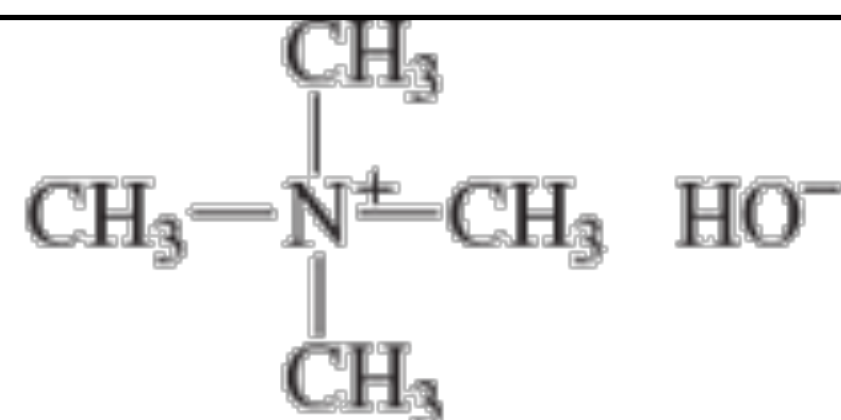
3-cloro-N-metil-1-butanammina



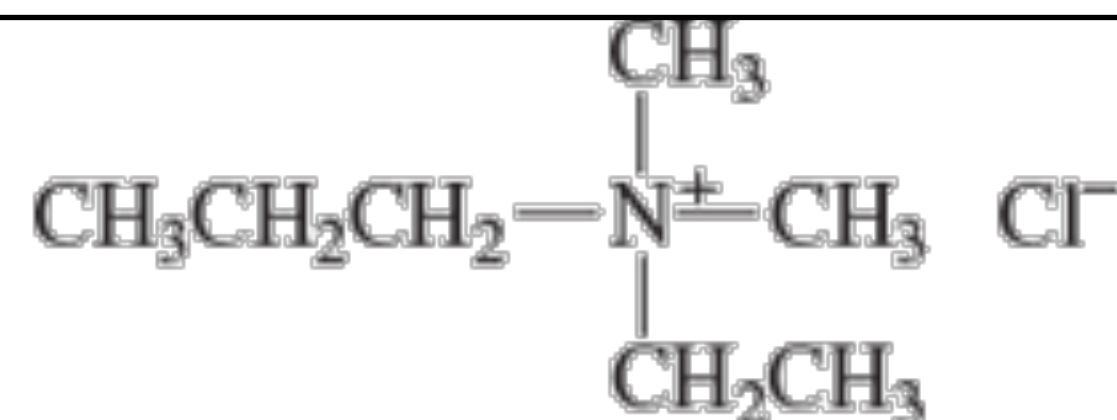
N-etil-5-metil-3-esanammina



I sostituenti (sia quelli legati all'azoto che quelli legati all'idrocarburo genitore) sono disposti in ordine alfabetico e a ognuno di essi è assegnato un numero o una "N". La catena è numerata nella direzione che dà al suffisso del gruppo funzionale il numero minore possibile.



idrossido di tetrametilammonio



cloruro di etildimetilpropilammonio

I composti azotati con quattro gruppi alchilici legati all'azoto (in cui, quindi, l'azoto ha una carica formale positiva) sono chiamati sali di ammonio quaternari. Per questi composti si usa la nomenclatura dei sali ([anione] di [catione]) e il nome del catione si ottiene dal nome dei gruppi alchilici disposti in ordine alfabetico, seguito da "ammonio" (in una sola parola)

Tabella 3.3 Riassunto della nomenclatura

	Nome IUPAC	Nome d'uso
Alogenuro alchilico	alcano sostituito CH_3Br bromometano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ cloroetano	<i>alogenuro di</i> , seguito dal nome del gruppo alchilico CH_3Br bromuro di metile $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ cloruro di etile
Etere	alcano sostituito CH_3OCH_3 metossimetano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ metossietano	gruppi alchilici legati all'ossigeno seguiti da <i>etere</i> CH_3OCH_3 dimetil etere $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ etil metil etere
Alcol	il suffisso del gruppo funzionale è <i>olo</i> CH_3OH metanolo $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ etanolo	<i>alcol</i> seguito dal gruppo alchilico a cui è legato l'OH CH_3OH alcol metilico $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ alcol etilico
Ammina	il suffisso del gruppo funzionale è <i>ammina</i> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ etanammina $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$ <i>N</i> -metil-1-propanammina	gruppi alchilici legati all'azoto, seguiti da <i>ammina</i> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ etilammina $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$ metilpropilammina

LA STRUTTURA DI ALOGENURI ALCHILICI,

Il legame C—X degli alogenuri alchilici è formato dalla sovrapposizione di un orbitale sp^3 dell'alogeno con un orbitale sp^3 del carbonio. Il fluoro usa un orbitale $2sp^3$, il cloro un orbitale $3sp^3$, il bromo un orbitale $4sp^3$ e lo iodio un orbitale $5sp^3$.



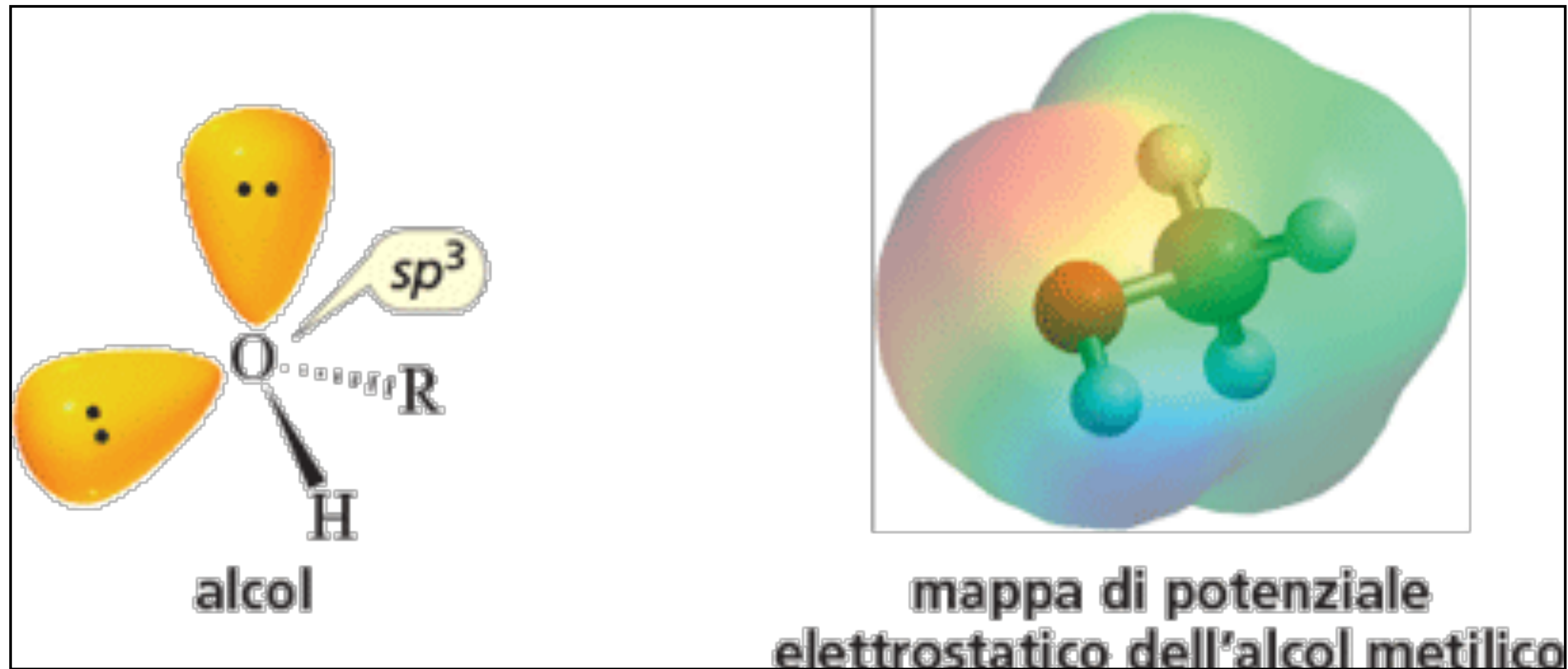
Poiché la densità elettronica di un orbitale diminuisce al crescere del volume, il legame C—X diventa più lungo e più debole all'aumentare delle dimensioni dell'alogeno.

Si può notare che questo è lo stesso andamento osservato per il legame H—X degli acidi alogenidrici

LA STRUTTURA Degli, ALCOLI

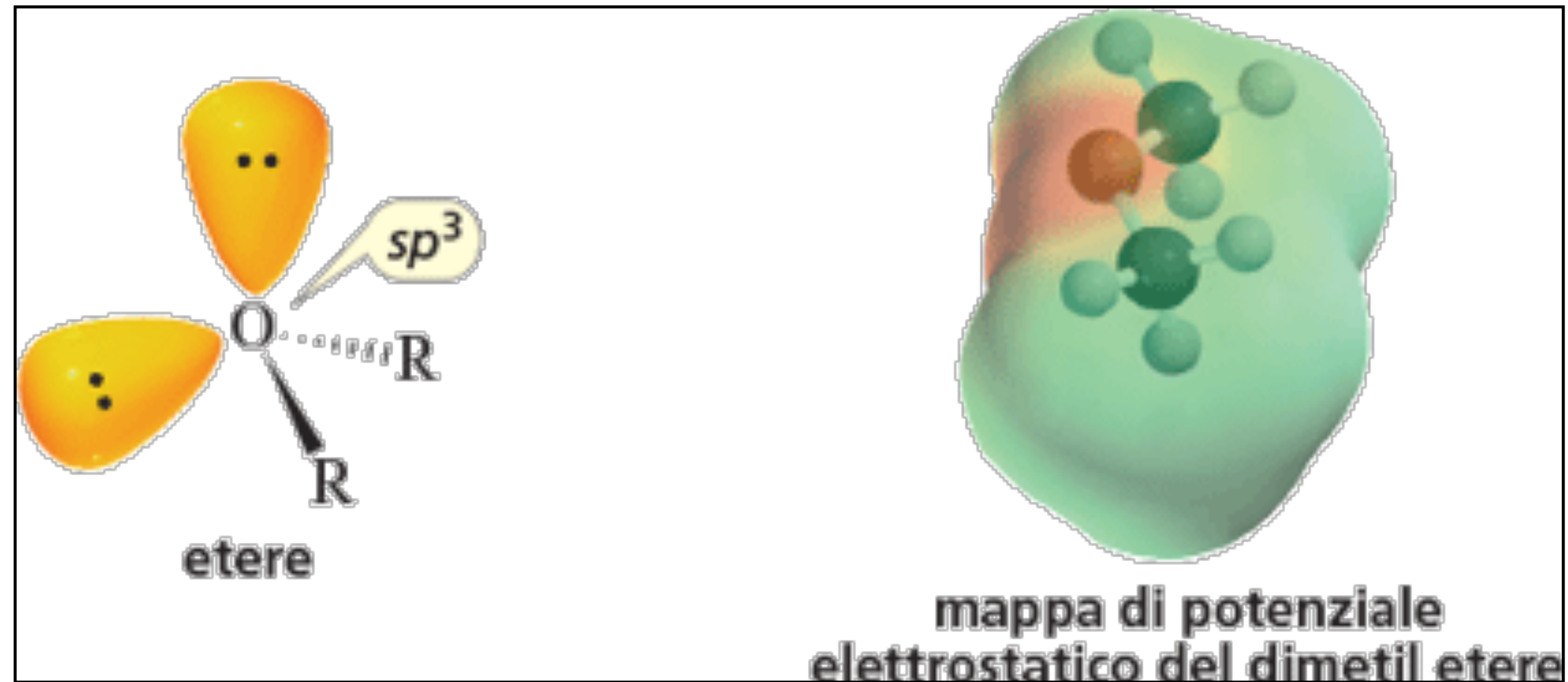
Negli alcoli l'atomo di ossigeno ha ibridazione sp^3 come nell'acqua.

Uno dei quattro orbitali sp^3 dell'ossigeno si sovrappone a un orbitale sp^3 del carbonio, un altro orbitale sp^3 si sovrappone all'orbitale s di un idrogeno e i restanti due orbitali sp^3 contengono ciascuno una coppia solitaria.



LA STRUTTURA Degli ETERI

L'ossigeno degli eteri ha la stessa geometria dell'ossigeno dell'acqua. Una molecola di etere può essere considerata come una molecola d'acqua in cui entrambi gli idrogeni sono sostituiti da gruppi alchilici.

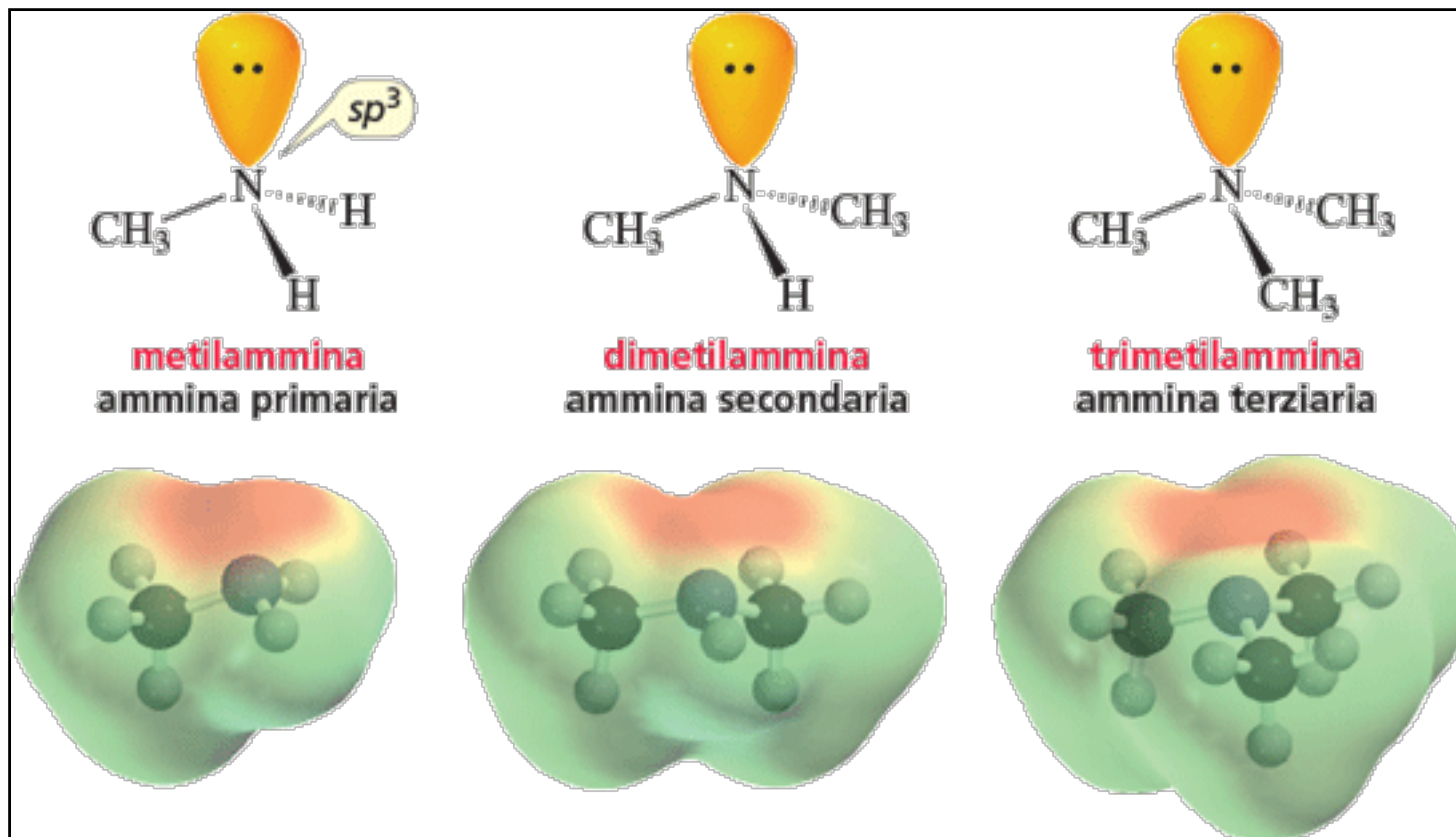


LA STRUTTURA delle AMMINE

L'azoto delle ammine ha la stessa geometria dell'azoto dell'ammoniaca.

Esso ha ibridazione sp^3 come nell'ammoniaca, con uno, due o tre idrogeni sostituiti da gruppi alchilici.

Il numero di idrogeni sostituiti da gruppi alchilici determina se l'ammina è primaria, secondaria o terziaria



LE INTERAZIONI NON COVALENTI - forze intermolecolari

Le interazioni non covalenti di cui parleremo sono:
le forze di dispersione di London, le interazioni dipolo-dipolo e i legami idrogeno.

Tabella 3.1 Nomenclatura e proprietà fisiche di alcani lineari

Numero di carboni	Formula molecolare	Nome	Struttura condensata	Punto di ebollizione (°C)	Punto di fusione (°C)	Densità ^a (g/mL)
1	CH ₄	metano	CH ₄	-167.7	-182.5	
2	C ₂ H ₆	etano	CH ₃ CH ₃	-88.6	-183.3	
3	C ₃ H ₈	propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	-42.1	-187.7	
4	C ₄ H ₁₀	butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0.5	-138.3	
5	C ₅ H ₁₂	pentano	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	36.1	-129.8	0.5572
6	C ₆ H ₁₄	esano	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	68.7	-95.3	0.6603
7	C ₇ H ₁₆	eptano	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	98.4	-90.6	0.6837
8	C ₈ H ₁₈	ottano	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	125.7	-56.8	0.7026
9	C ₉ H ₂₀	nonano	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	150.8	-53.5	0.7177
10	C ₁₀ H ₂₂	decano	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	174.0	-29.7	0.7299
11	C ₁₁ H ₂₄	undecano	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃	195.8	-25.6	0.7402
12	C ₁₂ H ₂₆	dodecano	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃	216.3	-9.6	0.7487
13	C ₁₃ H ₂₈	tridecano	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₃	235.4	-5.5	0.7546
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20	C ₂₀ H ₄₂	eicosano	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ CH ₃	343.0	36.8	0.7886
21	C ₂₁ H ₄₄	eneicosano	CH ₃ (CH ₂) ₁₉ CH ₃	356.5	40.5	0.7917
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	C ₃₀ H ₆₂	triacontano	CH ₃ (CH ₂) ₂₈ CH ₃	449.7	65.8	0.8097

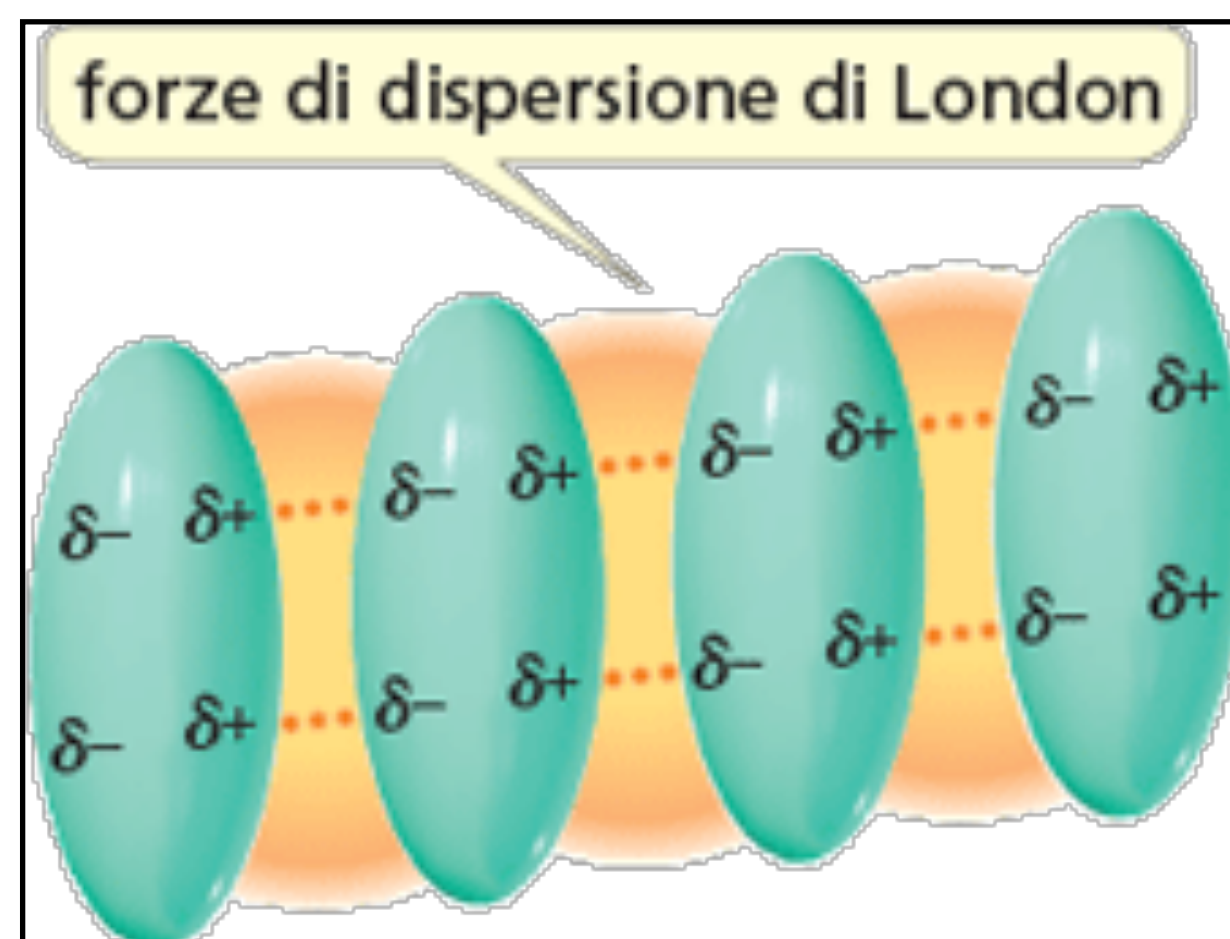
^aLa densità dipende dalla temperatura. I valori dati sono quelli determinati a 20 °C (d^{20}).

- Forze di van der Waals (deboli)
- Ponti a H (ca. 5 kcal/mol)
- Dipolo-dipolo (2 Kcal/mol)
- Dipolo-dipolo indotto
- Dipolo indotto-dipolo indotto (0,02 kcal/mol)

Il punto di ebollizione (p.e.) di un composto è la temperatura alla quale la sua forma liquida diventa un gas (vaporizza).

Affinché il composto vaporizzi, devono essere vinte le forze che tengono le molecole vicine tra loro. Questo vuol dire che il punto di ebollizione di un composto dipende dall'entità delle forze attrattive tra le molecole.

Le forze di dispersione di London (0.02 Kcal / mol)



Le forze di dispersione di London, le più deboli tra le forze attrattive, sono interazioni dipolo indotto-dipolo indotto.

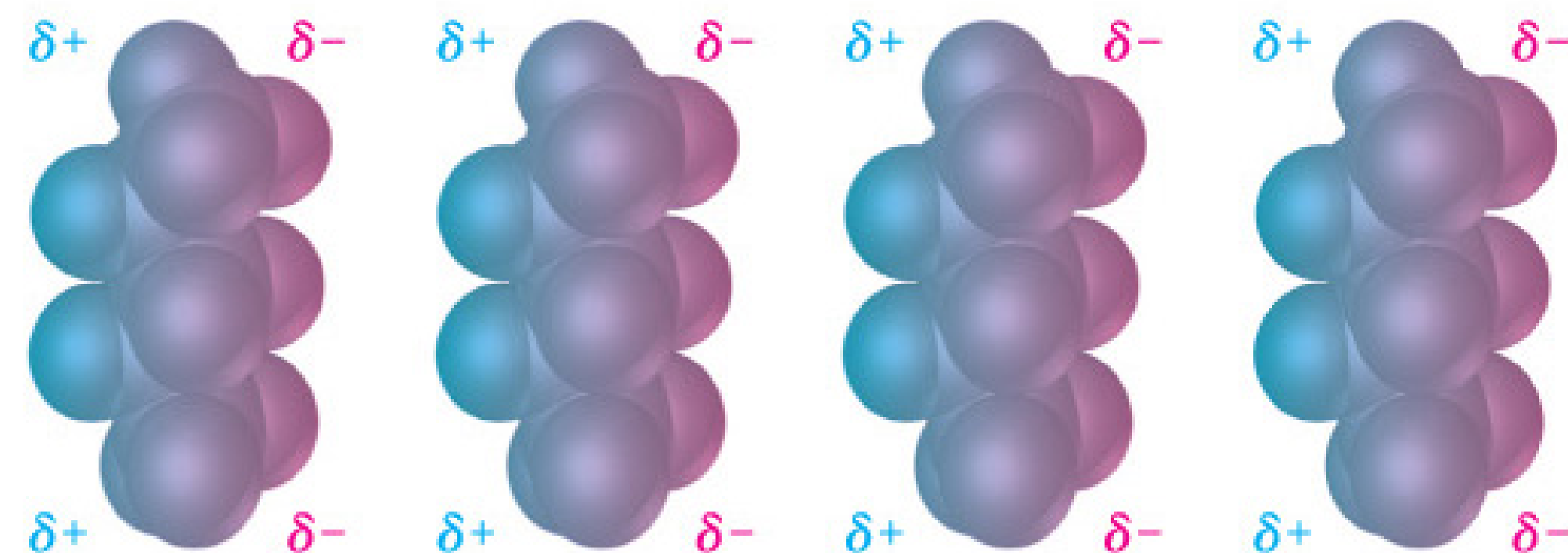
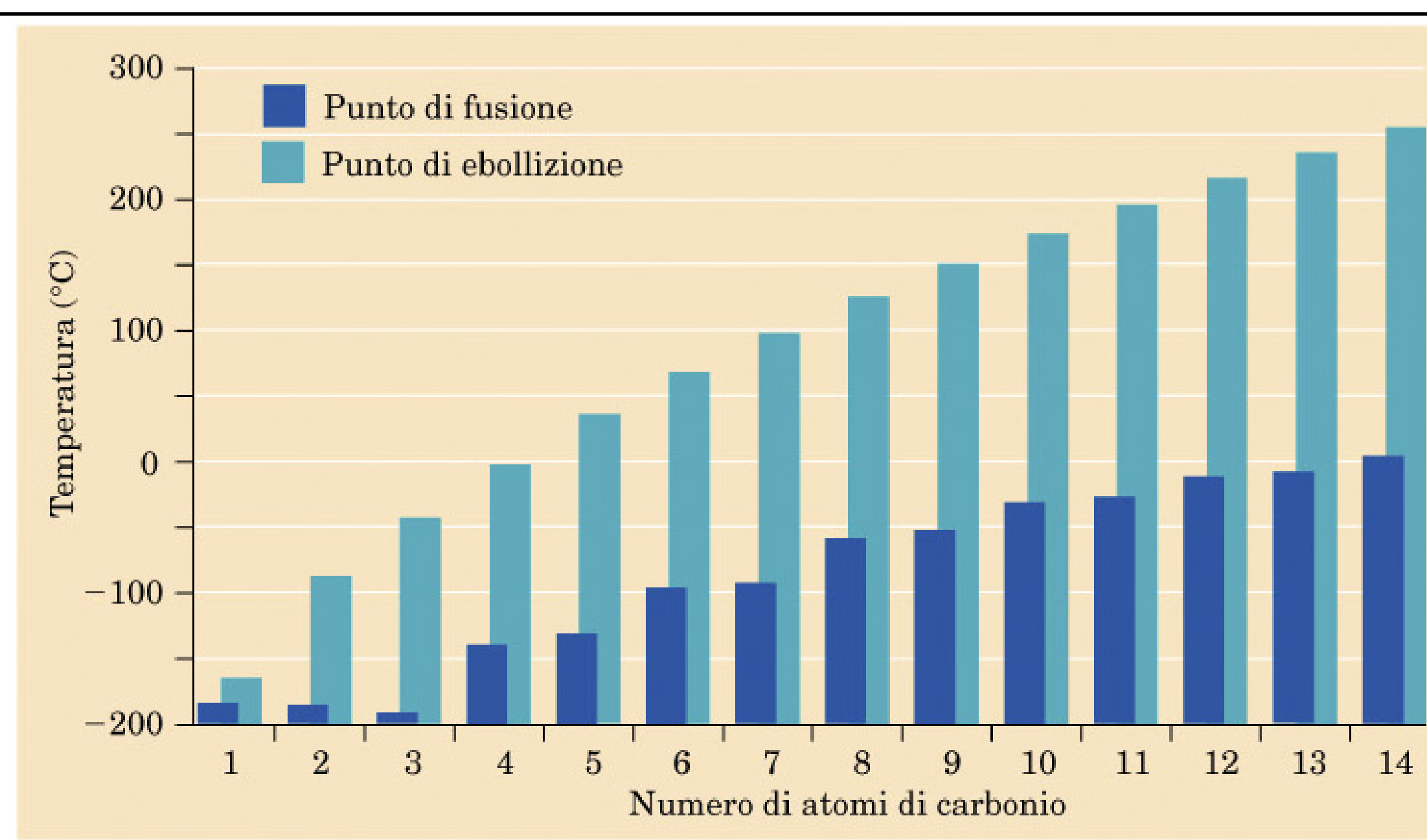
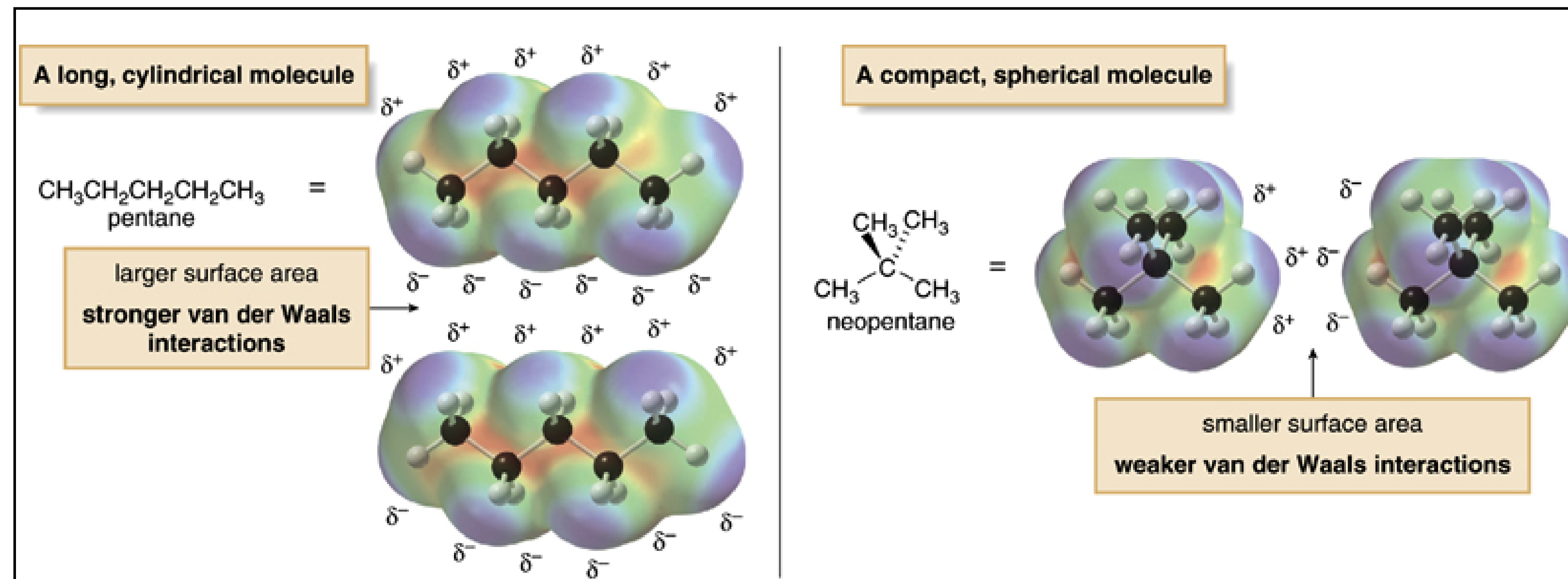
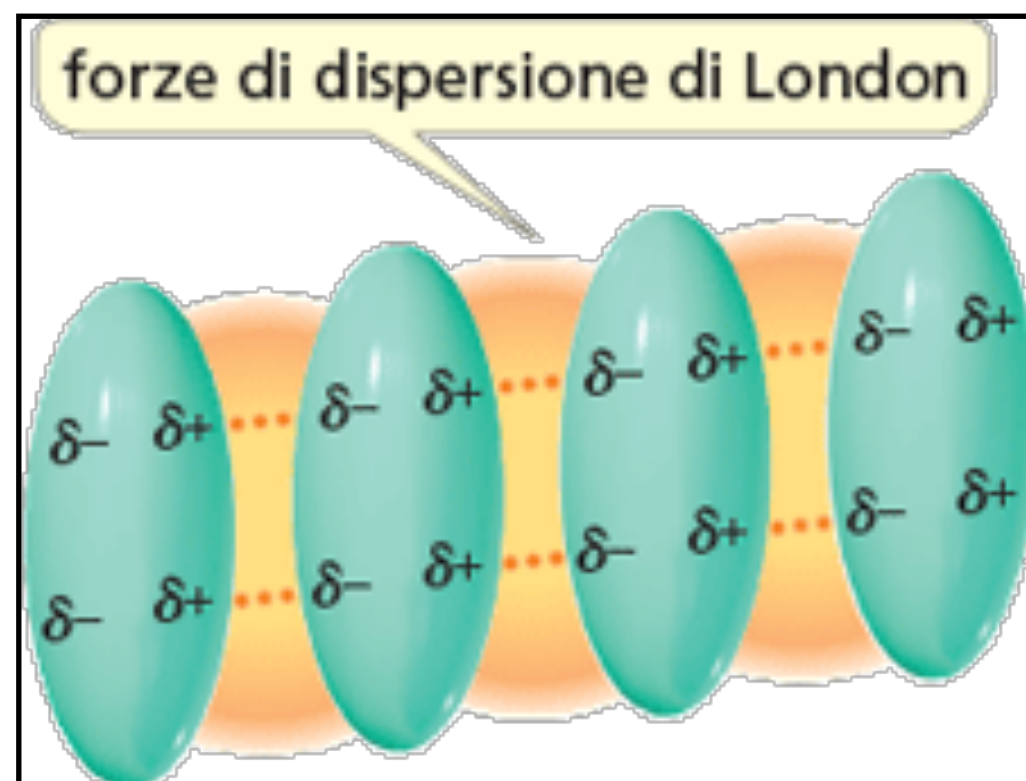


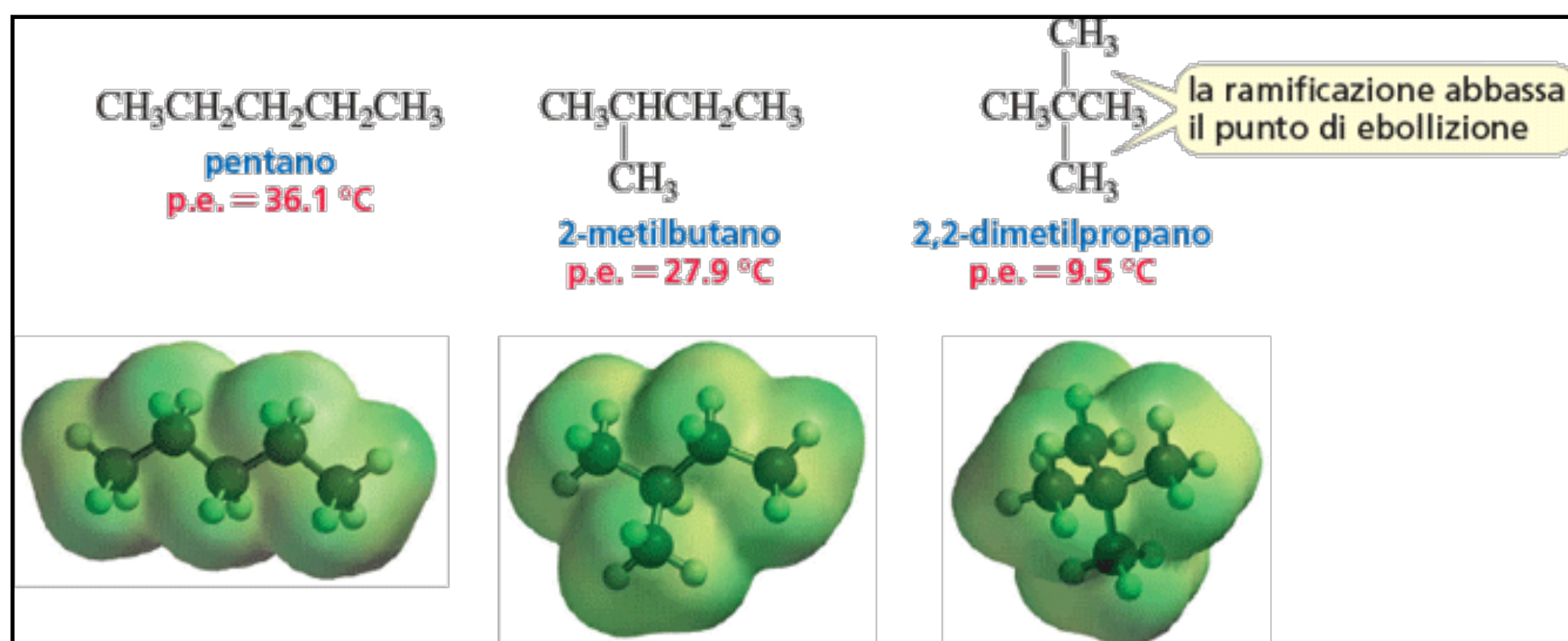
FIGURA 3.4 Diagramma del punto di fusione e del punto di ebollizione in funzione del numero di atomi di carbonio negli alcani da C_1 – C_{14} . Si noti l'incremento regolare dei valori in relazione alla dimensione della molecola.



Le forze di dispersione di London (0.02 Kcal / mol)



Le ramificazioni abbassano il punto di ebollizione di un composto perché diminuiscono la superficie di contatto.



Interazioni dipolo-dipolo (2 Kcal / mol)

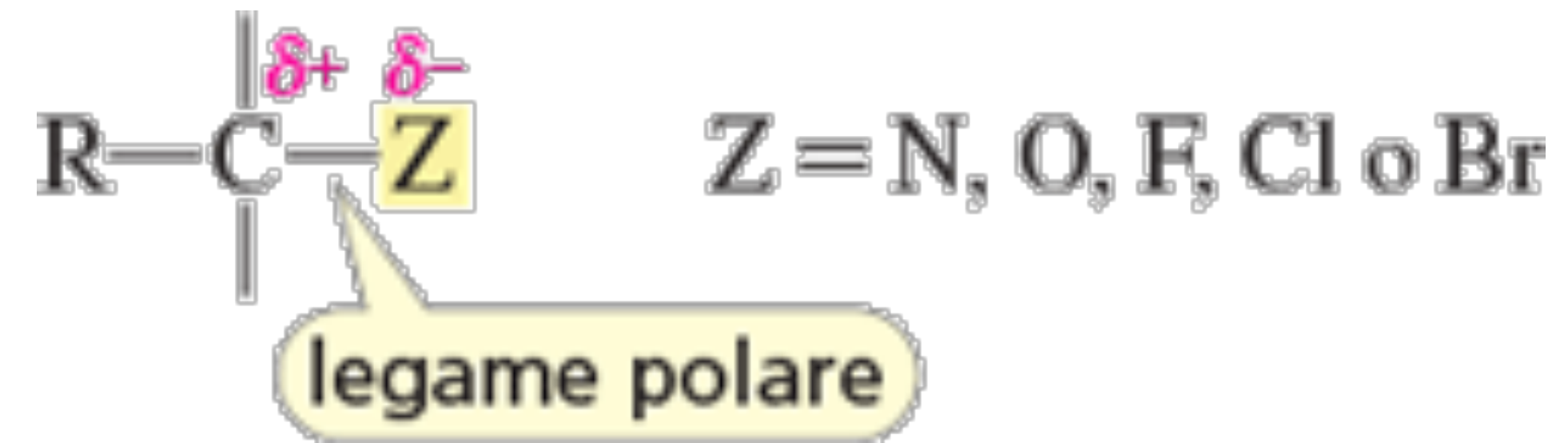


Tabella 3.4 Punti di ebollizione a confronto (°C)

Alcani	Eteri	Alcoli	Ammine
CH ₃ CH ₂ CH ₃ -42.1	CH ₃ OCH ₃ -23.7	CH ₃ CH ₂ OH 78	CH ₃ CH ₂ NH ₂ 16.6
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃ -0.5	CH ₃ OCH ₂ CH ₃ 10.8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH 97.4	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂ 47.8

Perché un etere, alcol e ammina possano bollire devono essere vinte sia le forze di dispersione di London che le interazioni dipolo-dipolo.

Interazioni dipolo-dipolo

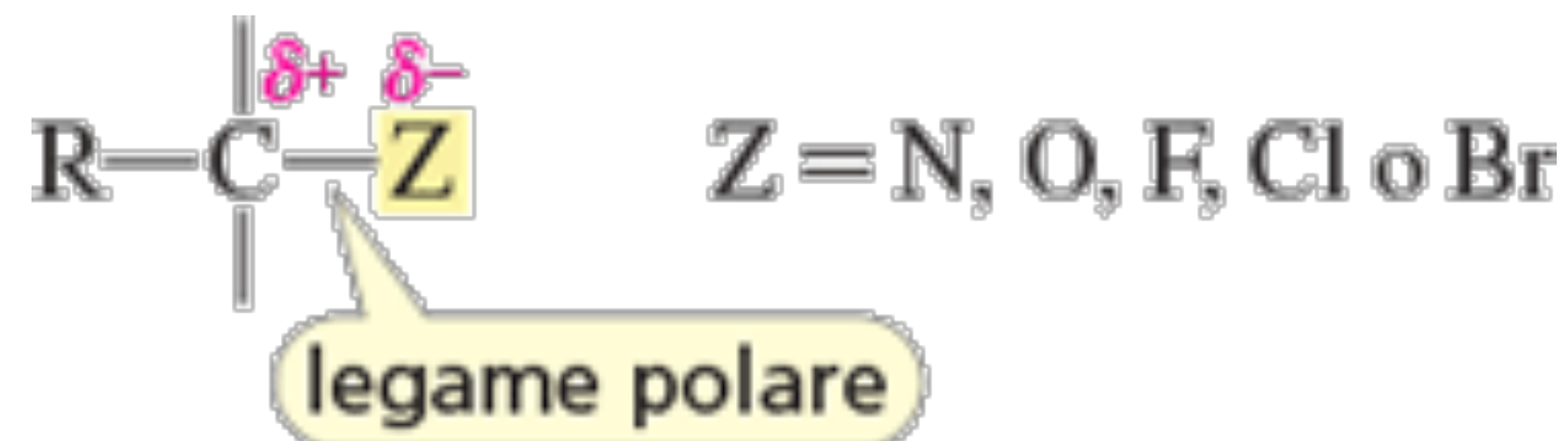


Tabella 3.5 Confronto fra i punti di ebollizione di alcani e alogenuri alchilici (°C)

	—Y	H	F	Cl	Br	I
CH ₃ —Y		-161.7	-78.4	-24.2	3.6	42.4
CH ₃ CH ₂ —Y		-88.6	-37.7	12.3	38.4	72.3
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —Y		-42.1	-2.5	46.6	71.0	102.5
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ —Y		-0.5	32.5	78.4	101.6	130.5
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ —Y		36.1	62.8	107.8	129.6	157.0

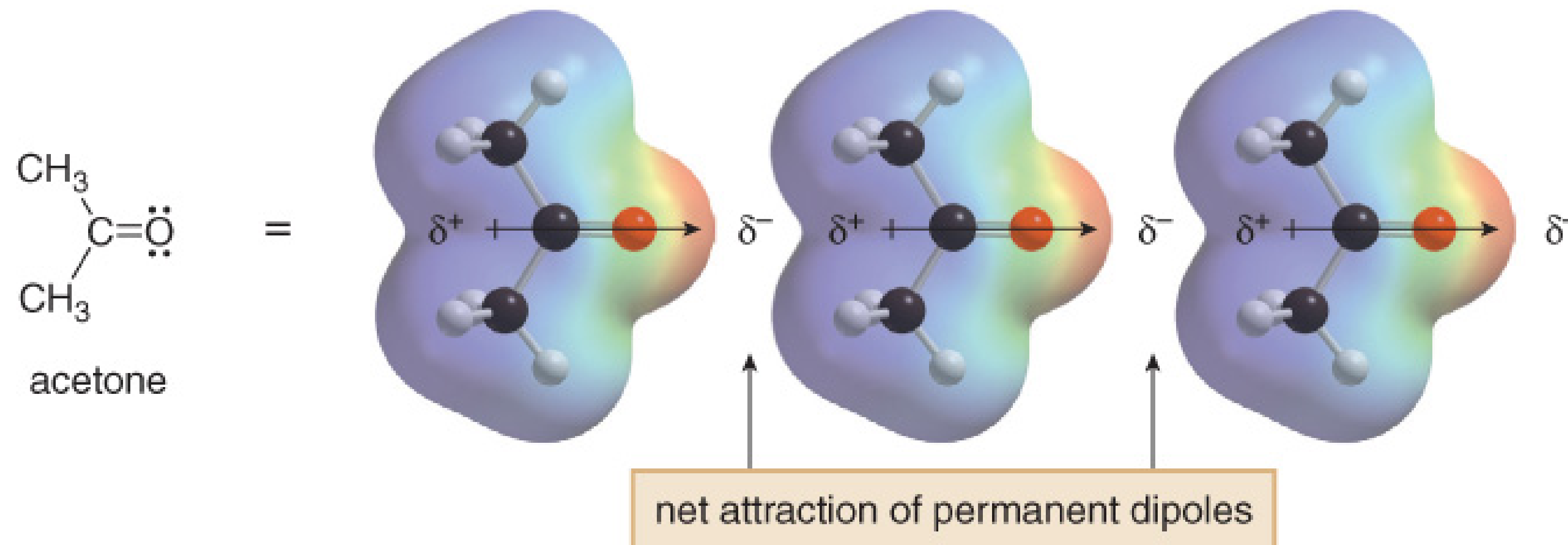
All'aumentare delle dimensioni dell'alogeno entrambe queste interazioni diventano più forti. Una nuvola elettronica più grande significa un'area di contatto maggiore.

Una nuvola elettronica più grande ha anche una polarizzabilità maggiore.

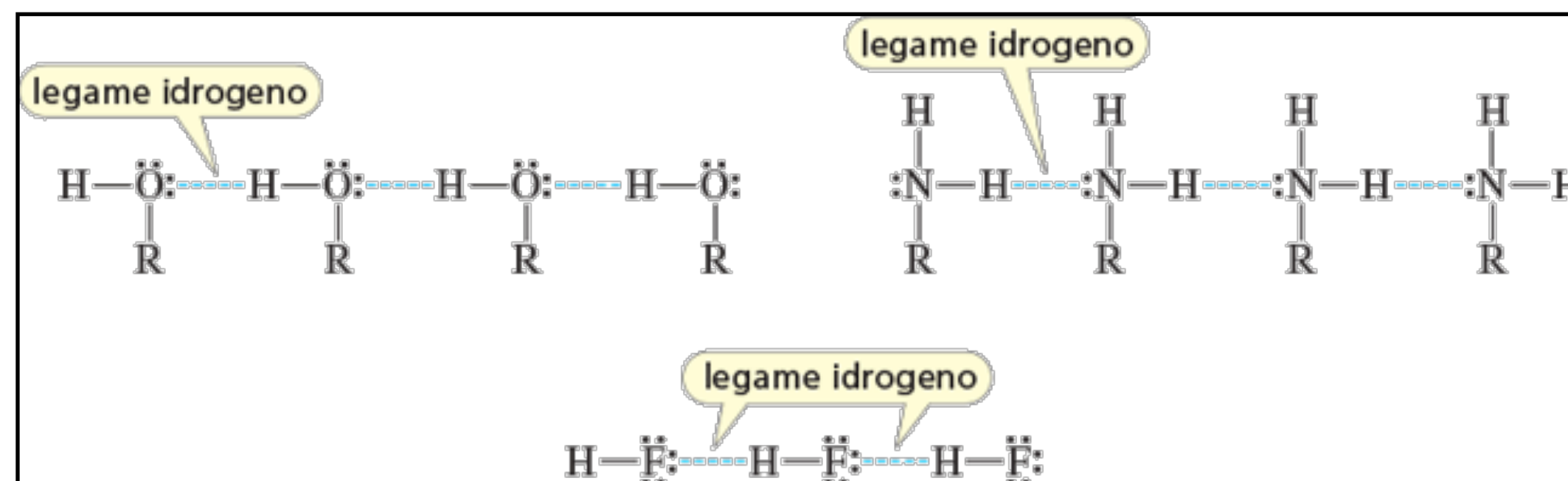
La polarizzabilità indica quanto facilmente può essere distorta una nuvola elettronica per ottenere un forte dipolo indotto.

Quanto più grande è un atomo, tanto più debolmente esso trattiene gli elettroni del livello elettronico più esterno e tanto più facilmente questi elettroni possono essere polarizzati.

Interazioni dipolo-dipolo



Legami idrogeno



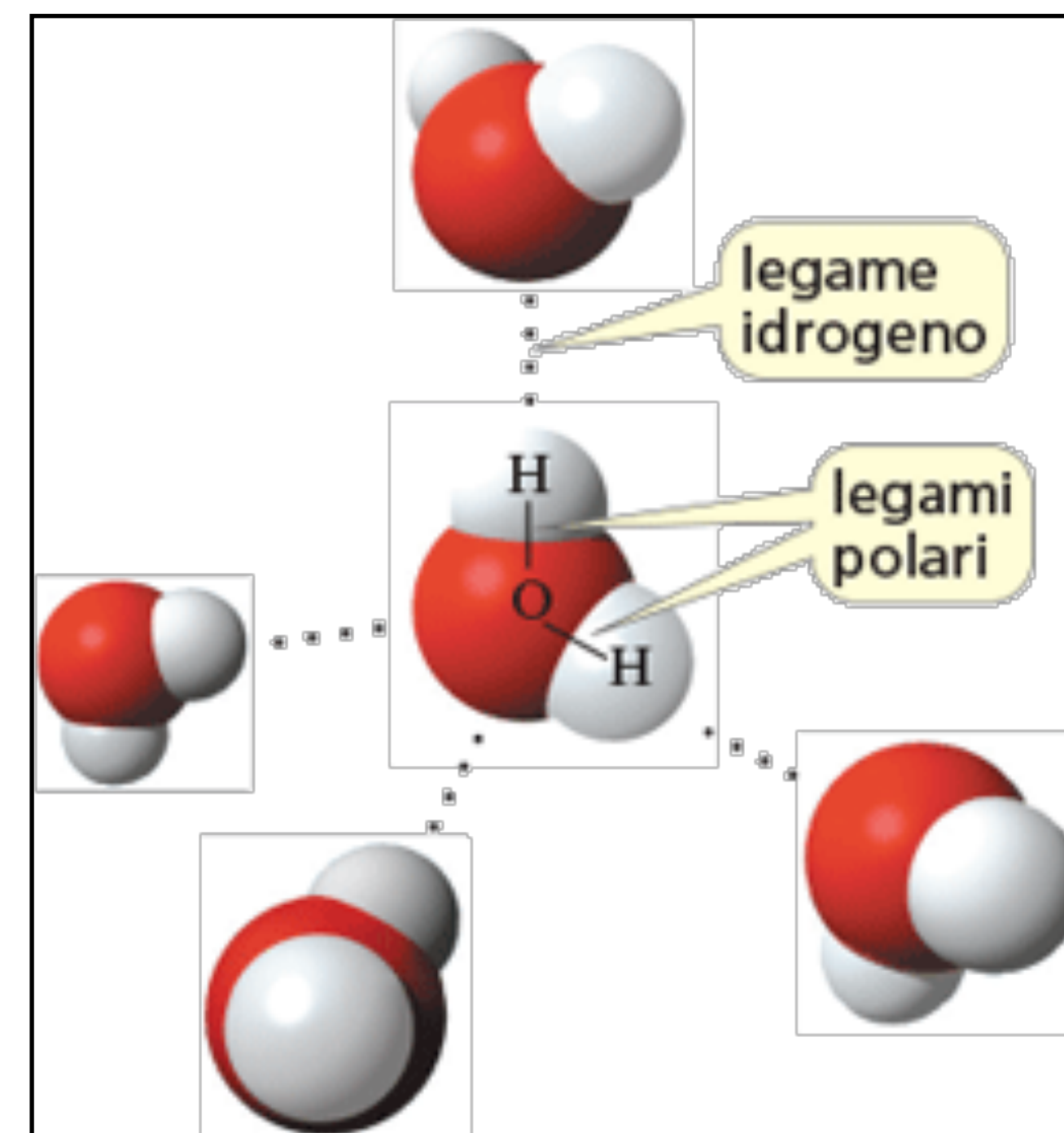
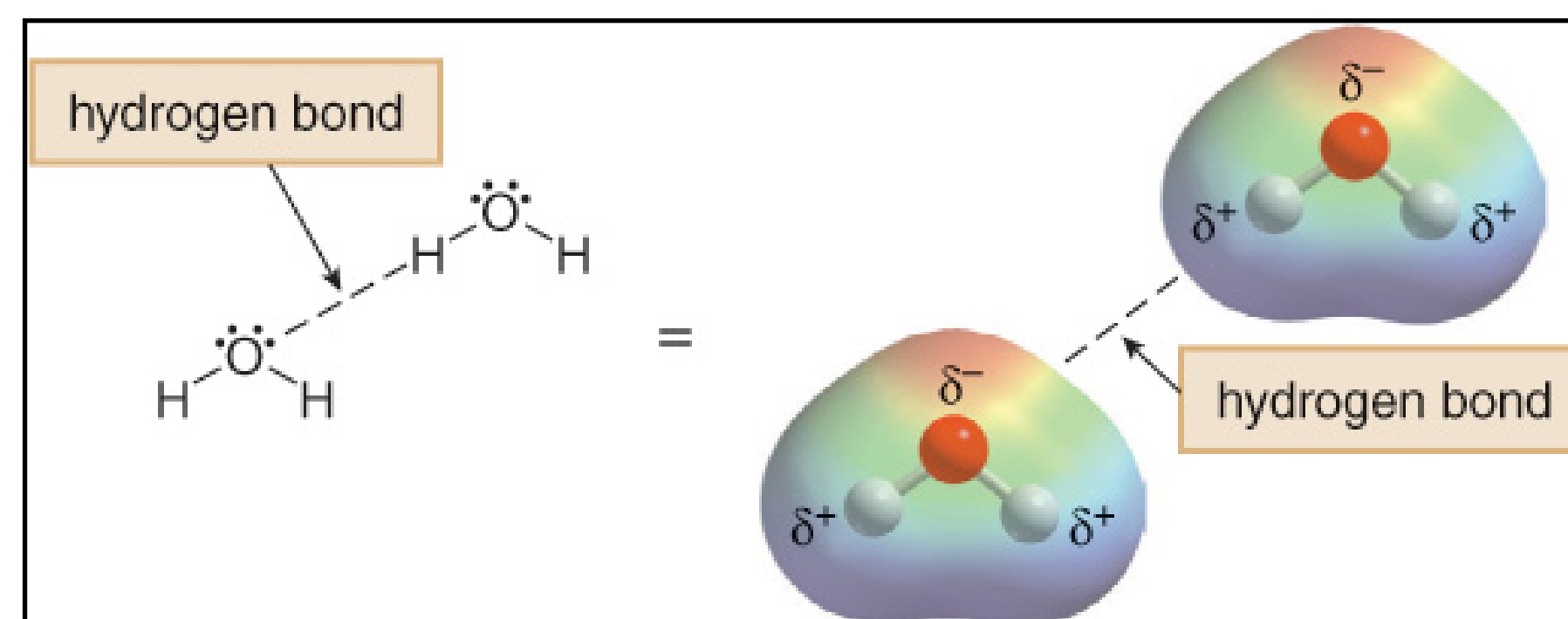
Legame covalente O—H = 0.96 Å

Legame idrogeno O—H = 1.69–1.79 Å

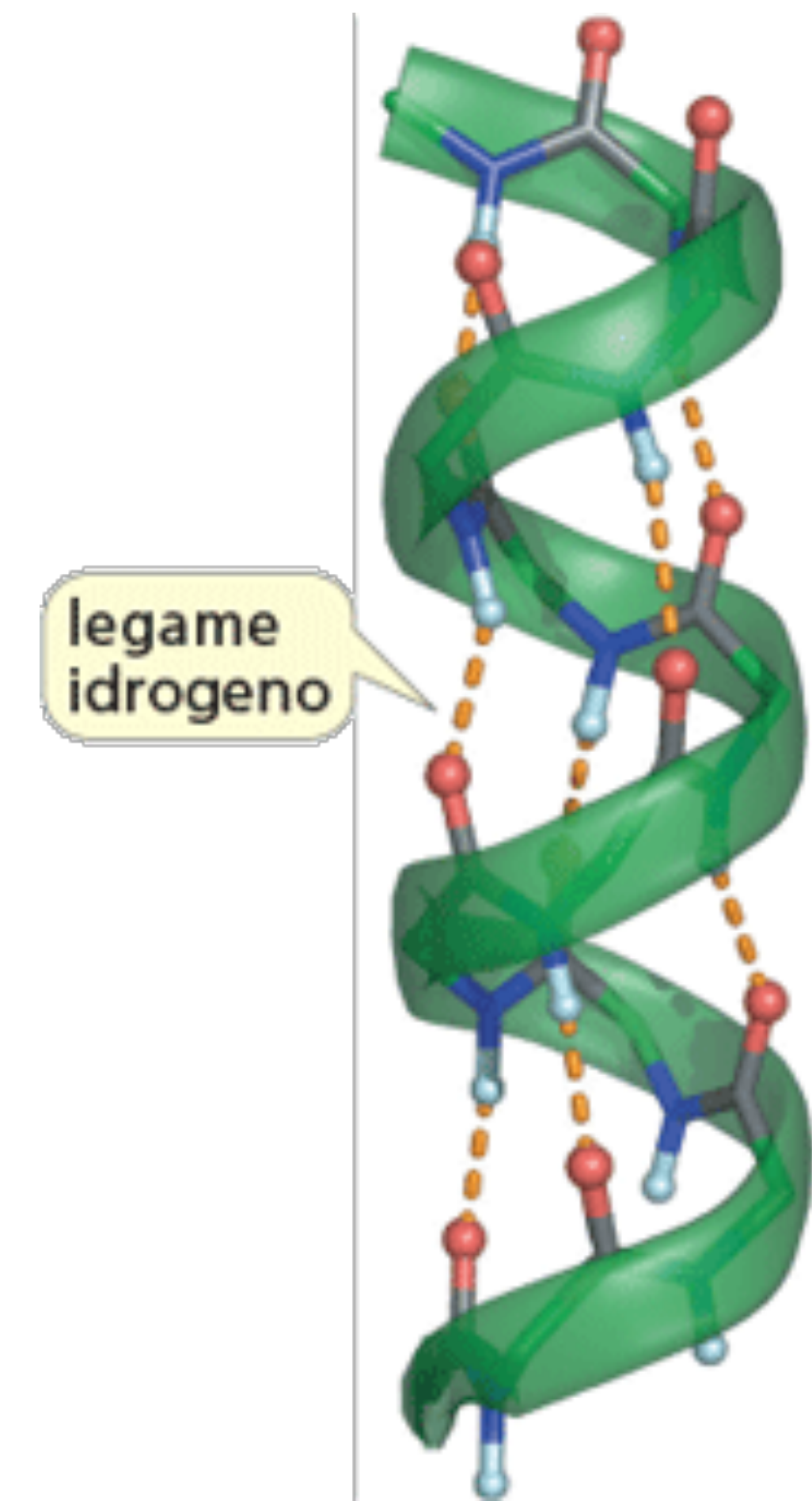
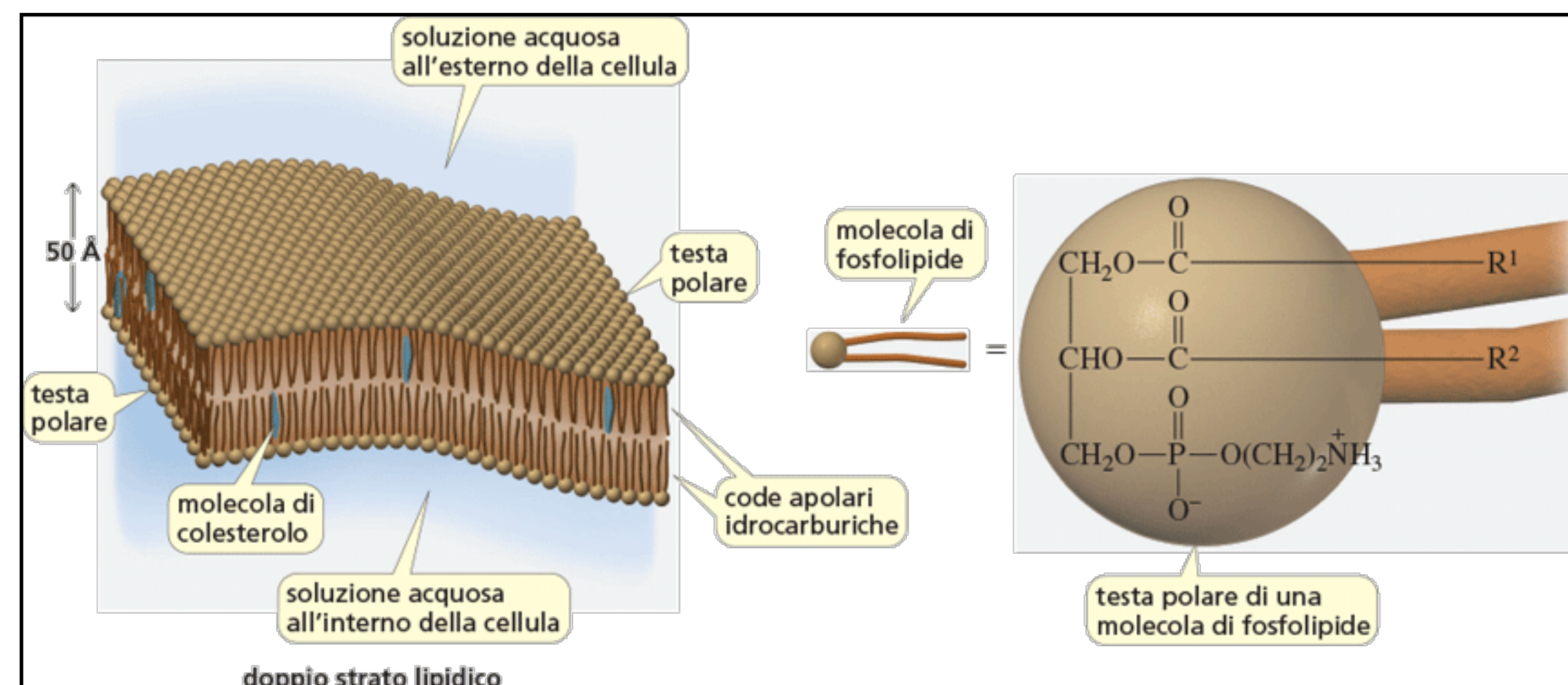
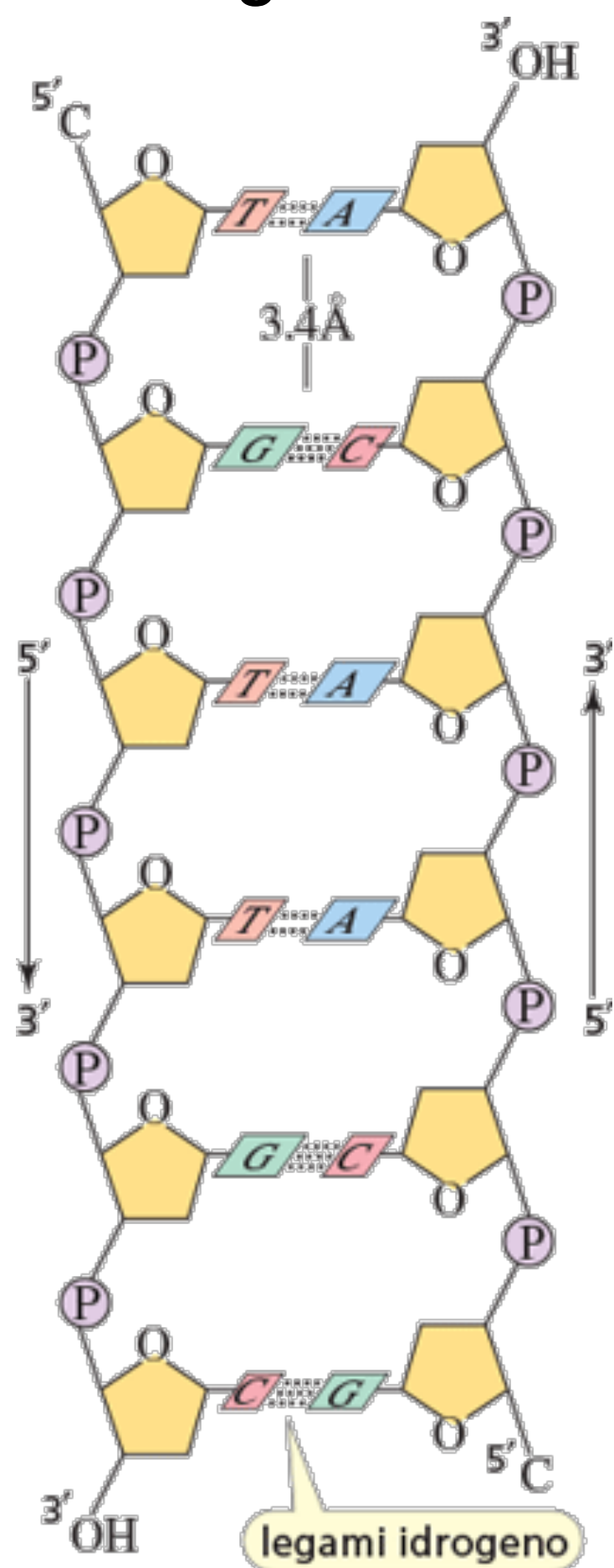
Gli alcoli hanno un punto di ebollizione molto maggiore degli eteri di peso molecolare simile poiché, oltre alle forze di dispersione di London e alle interazioni dipolo–dipolo dei legami polari C—O, gli alcoli possono formare legami idrogeno.

Tabella 3.4 Punti di ebollizione a confronto (°C)

Alcani	Eteri	Alcoli	Ammine
CH ₃ CH ₂ CH ₃ -42.1	CH ₃ OCH ₃ -23.7	CH ₃ CH ₂ OH 78	CH ₃ CH ₂ NH ₂ 16.6
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃ -0.5	CH ₃ OCH ₂ CH ₃ 10.8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH 97.4	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂ 47.8



Il DNA ha due filamenti orientati in direzione opposta. I fosfati (P) e gli zuccheri (gli anelli a cinque termini) sono all'esterno e le basi (A, G, T e C) sono all'interno. I due filamenti sono tenuti insieme da legami idrogeno tra le basi. A si appaia sempre con T (usando due legami idrogeno) e G si appaia sempre con C (usando tre legami idrogeno). La struttura delle basi che formano i legami idrogeno sono mostrate nel Paragrafo 26.1.



I legami idrogeno mantengono un segmento di proteina in una struttura a elica. Tutti i legami idrogeno si formano tra un idrogeno (in bianco) legato a un azoto (in blu) e la coppia solitaria di un ossigeno (in rosso).

SOLUBILITÀ DEI COMPOSTI ORGANICI

La regola generale che regola la solubilità è “il simile scioglie il simile”. In altri termini:

**I composti polari si sciolgono in solventi polari,
i composti apolari si sciolgono in solventi apolari.**



4. Introduzione ai composti organici: nomenclatura, proprietà fisiche e struttura

- (1) Introduzione ai composti organici: nomenclatura, proprietà fisiche e struttura
- (2) Nomenclatura di alcani e cicloalcani, alcoli e eteri, alogenuri alchilici e ammine.
- (3) Rotazione attorno al legame singolo sigma (C-C).
- (4) Analisi conformazionale degli alcani e dei suoi rotameri.
- (5) Proiezione di Newman degli isomeri conformazionali di un alcano lineare
- (6) . Tensione d'anello dei cicloalcani.
- (7) Analisi conformazione del cicloesano.
- (8) Conformer di cicloesani, mono-, di- e trisostituiti. Isomerismo cis-trans dei cicloalcani.
- (9) Cicloesani condensati nella decalina e ormoni steroidei.