Alcheni: struttura e serie omologa

01 Struttura

idrocarburi insaturi a catena aperta

FORMULA GENERALE

$$C_nH_{2n}$$

Un solo doppio legame C=C. Non c'è libera rotazione attorno al C=C.

CARBONIO IBRIDATO sp^2

$$2s + 2 \times 2p \longrightarrow 3\ sp^2\ (+p)$$

Tre legami σ a $120°$ (planare). L'orbitale p rimasto forma il legame π: C=C = $\sigma + \pi$.

TIPO	LEGAME	IBRIDAZIONE	GEOMETRIA	LUNGHEZZA C–C
Alcani	C–C	sp^3	tetraedrica, $109{,}5°$	154 pm
Alcheni	**C=C**	sp^2	**trigonale planare, $120°$**	**134 pm**
Alchini	C≡C	sp	lineare, $180°$	120 pm

02 Serie omologa degli alcheni

primi termini · stato a 25 °C

N. C	NOME	FORMULA BRUTA	FORMULA RAZIONALE	EBOLLIZIONE (°C)	STATO
2	**Etene**	C_2H_4	$CH_2{=}CH_2$	–103,7	gas
3	**Propene**	C_3H_6	$CH_2{=}CH{-}CH_3$	–47,6	gas
4	**1-Butene**	C_4H_8	$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$	–6,3	gas
5	**1-Pentene**	C_5H_{10}	$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_2{-}CH_3$	30,0	liquido
6	**1-Esene**	C_6H_{12}	$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_3{-}CH_3$	63,4	liquido
7	**1-Eptene**	C_7H_{14}	$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_4{-}CH_3$	93,6	liquido
8	**1-Ottene**	C_8H_{16}	$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_5{-}CH_3$	121,3	liquido
9	**1-Nonene**	C_9H_{18}	$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_6{-}CH_3$	146,9	liquido
10	**1-Decene**	$C_{10}H_{20}$	$CH_2{=}CH{-}(CH_2)_7{-}CH_3$	170,6	liquido

03 Gruppi e grado di insaturazione

GRADO DI INSATURAZIONE

$$k = \frac{2n + 2 - h}{2}$$

n atomi di C, h atomi di H. Un doppio legame o un anello valgono 1, un triplo legame vale 2.

GRUPPI INSATURI

Vinile	$CH_2{=}CH{-}$
Allile	$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}$

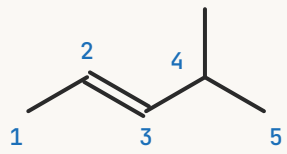
Nomenclatura e isomeria

04 Nomenclatura IUPAC

regole in ordine

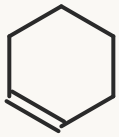
COME SI DÀ IL NOME

1. Si sceglie la catena più lunga che **contiene il doppio legame**: prefisso + *-ene*.
2. Si numera in modo che il doppio legame abbia il **numero più basso**: ha la precedenza sui sostituenti.
3. Il locante è quello del primo carbonio del doppio legame, scritto prima del nome: 2-pentene.
4. I sostituenti si trattano come negli alcani: locanti e ordine alfabetico.
5. Più doppi legami: *-diene*, *-triene* (1,3-butadiene).
6. Cicloalcheni: il doppio legame è tra C1 e C2 e non porta locante.
7. Isomeri geometrici: davanti al nome si scrive *cis* / *trans* oppure (*Z*) / (*E*).



4-metil-2-pentene

C_6H_{12} · *il doppio legame ha il locante 2, non 3*

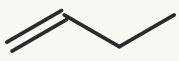


cicloesene

C_6H_{10} · *doppio legame tra C1 e C2*

05 Isomeria

stessa formula bruta, diversa struttura



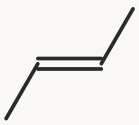
1-butene

*T*eb −6,3 °C



cis-2-butene

*T*eb 3,7 °C



trans-2-butene

*T*eb 0,9 °C



2-metilpropene

*T*eb −6,9 °C

TIPI DI ISOMERIA (ESEMPIO: C_4H_8)

Di catena	1-butene e 2-metilpropene: scheletro diverso.
Di posizione	1-butene e 2-butene: doppio legame in posizione diversa.
Geometrica	cis e trans: possibile se ciascun carbonio del C=C ha due gruppi diversi. In (*Z*) i gruppi a priorità maggiore stanno dallo stesso lato, in (*E*) da lati opposti.

Proprietà e reazioni

06 Proprietà fisiche

ASPETTO	CARATTERISTICA
Stato fisico (25 °C)	C_2–C_4 gas · da C_5 liquidi
Forze intermolecolari	Molecole poco polari, forze di London · T eb simili a quelle degli alcani con lo stesso n (1-pentene 30,0 °C, pentano 36,1 °C)
Solubilità e densità	Quasi insolubili in acqua, solubili in solventi apolari · densità minore di 1 g/mL
Isomeri cis e trans	cis: T eb più alta (3,7 °C contro 0,9 °C) · trans: T fusione più alta (−105 °C contro −139 °C)

07 Reazioni

addizione elettrofila al doppio legame

ADDIZIONE E ALTRE REAZIONI

IDROGENAZIONE

$$R{-}CH{=}CH{-}R + H_2 \xrightarrow{Pt,\ Pd,\ Ni} R{-}CH_2{-}CH_2{-}R$$

Si ottiene l'alcano: $C_nH_{2n} + H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2}$.

ALOGENAZIONE

$$R{-}CH{=}CH{-}R + X_2 \rightarrow R{-}CHX{-}CHX{-}R$$

Con Br_2 la soluzione rossa si decolora: è il test dell'insaturazione.

IDROALOGENAZIONE

$$R{-}CH{=}CH_2 + HX \rightarrow R{-}CHX{-}CH_3$$

Segue la regola di Markovnikov (riquadro sotto).

IDRATAZIONE

$$R{-}CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} R{-}CH(OH){-}CH_3$$

Si forma un alcol; anche qui vale Markovnikov.

COMBUSTIONE

$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}\,O_2 \rightarrow n\,CO_2 + n\,H_2O$$

Fiamma più fuligginosa di quella degli alcani.

POLIMERIZZAZIONE

$$n\,CH_2{=}CH_2 \rightarrow -(CH_2{-}CH_2)_n-$$

Dall'etene si ottiene il polietilene, dal propene il polipropilene.

REGOLA DI MARKOVNIKOV

Nell'addizione di HX o H_2O, l'idrogeno si lega al carbonio del doppio legame che ha **più atomi di H**: il carbocatione che si forma sull'altro carbonio è più stabile (terziario > secondario > primario).

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3{-}CHBr{-}CH_3$$