Soluzioni passo passo

Verifica di chimica organica · 48 punti

Punti totali: 48 Punti per la sufficienza: 29 Esercizi: 8

ESERCIZIO 1

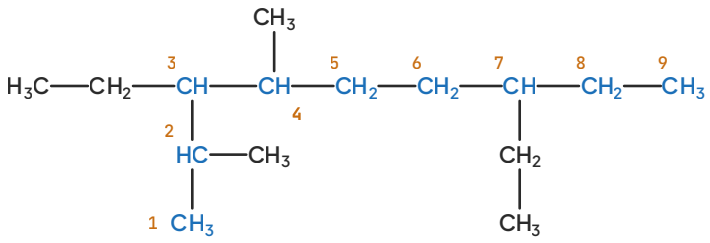
6 punti

Scrivi il nome IUPAC delle due molecole.

1. **Molecola A · Cerca la catena principale.** È la catena di atomi di carbonio consecutivi più lunga. Qui ce ne sono più d'una di **9 atomi** (nonano): la catena disegnata in orizzontale, ma anche quella che passa dentro l'isopropile.

2. **A parità di lunghezza, scegli la catena con più ramificazioni.** Passando dall'isopropile i sostituenti sono **4** (due metili e due etili); la catena orizzontale ne avrebbe solo 3.

3. **Numera dal lato giusto.** Parti dall'estremità che dà ai sostituenti i numeri più bassi al primo punto di differenza: $\{2, 3, 4, 7\}$ è migliore di $\{3, 6, 7, 8\}$, quindi si parte dal $\mathrm{CH_3}$ dell'isopropile.



Catena principale in blu, numerata da 1 a 9. I sostituenti sono in nero.

4. **Elenca i sostituenti:** metile in 2, etile in 3, metile in 4, etile in 7. Raggruppa quelli uguali con di- e ordina in ordine alfabetico ignorando i prefissi moltiplicativi: etil viene prima di metil.

RISPOSTA

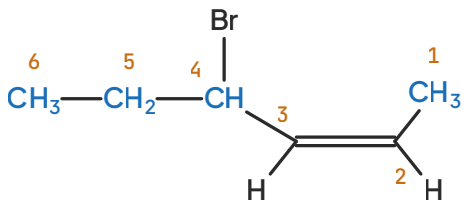
Molecola A: 3,7-dietil-2,4-dimetilnonano

ERRORE COMUNE

Se scegli la catena orizzontale come principale ottieni 7-etil-3-isopropil-4-metilnonano. Ha la stessa lunghezza ma meno ramificazioni, quindi non rispetta la regola: l'isopropile va "aperto" e fa parte della catena.

5 **Molecola B · Catena principale.** Contiene il doppio legame ed è lunga 6 atomi: è un **esene**.

6 **Numerazione.** Il doppio legame ha la precedenza sui sostituenti, quindi deve avere il numero più basso. Numerando da destra si ottiene $C{=}C$ in posizione 2 (da sinistra sarebbe in 4). Di conseguenza il bromo è in **4**.



Catena numerata da destra: il doppio legame è tra C2 e C3, il bromo è sul C4.

7 **Stereochimica (in più).** Ogni carbonio del doppio legame ha due sostituenti diversi, quindi la molecola ha isomeria geometrica. Sul doppio legame i gruppi con priorità più alta (il CH_3 su un lato, la catena con il bromo sull'altro) stanno dalla stessa parte: configurazione **Z** (cis).

RISPOSTA

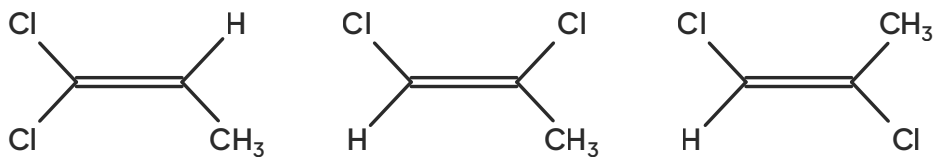
Molecola B: (Z)-4-bromoes-2-ene (sui libri anche: 4-bromo-2-esene). Se la consegna chiede solo il nome senza geometria, basta 4-bromoes-2-ene.

ESERCIZIO 2

8 punti

Disegna 1,2-dicloropropene e 1,1-dicloropropene e rispondi alle domande.

1 **Parti dal propene** $CH_2{=}CH{-}CH_3$: il carbonio 1 è quello del doppio legame più lontano dal metile. Il prefisso "dicloro" indica due atomi di Cl, il numero dice dove stanno.



1,1-dicloropropene (Z)-1,2-dicloropropene (E)-1,2-dicloropropene

Formule: $Cl_2C{=}CH{-}CH_3$ per l'1,1 e $ClCH{=}C(Cl){-}CH_3$ per l'1,2. Entrambe sono $C_3H_4Cl_2$.

2 **Che tipo di isomeri sono?** Hanno la stessa formula molecolare ($C_3H_4Cl_2$), lo stesso scheletro e lo stesso gruppo (Cl), ma i due atomi di cloro occupano posizioni diverse: sullo stesso carbonio (1,1) o su carboni diversi (1,2).

RISPOSTA

Sono **isomeri di posizione** (isomeria strutturale).

3 **Quale ha un altro tipo di isomeria?** Il doppio legame $C=C$ non ruota (il legame π lo impedisce). Ci può essere isomeria geometrica solo se **ciascun carbonio del doppio legame ha due sostituenti diversi**.

- 1,2-dicloropropene: il C1 ha H e Cl, il C2 ha Cl e CH_3. Sono tutti diversi, quindi esistono due disposizioni.
- 1,1-dicloropropene: il C1 ha due Cl identici. Scambiarli non cambia la molecola, quindi non c'è isomeria geometrica.

RISPOSTA

È l'**1,2-dicloropropene**. Il tipo di isomeria è la **isomeria geometrica** (cis-trans, nomenclatura E/Z), una stereoisomeria: le due forme hanno gli stessi legami ma una diversa disposizione nello spazio. Nella forma Z (cis) i due Cl stanno dalla stessa parte del doppio legame; nella forma E (trans) da parti opposte.

ESERCIZIO 3

6 punti

Ordina per temperatura di ebollizione crescente: butano, 2-metilpropano, 1-butanolo, dietiletere. Giustifica ogni scelta.

1 **Individua le forze tra le molecole.** La temperatura di ebollizione dipende da quanto sono forti le interazioni intermolecolari: più sono forti, più energia serve per separare le molecole.

- Butano $CH_3CH_2CH_2CH_3$ e 2-metilpropano $CH_3CH(CH_3)CH_3$: sono apolari, hanno solo forze di London (dispersione).
- Dietiletere $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$: molecola polare (legami C-O con angolo ≈ 110°), quindi ha forze dipolo-dipolo. Non ha H legati all'ossigeno, quindi **non** forma legami a idrogeno con se stesso.
- 1-butanolo $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$: il gruppo -OH forma **legami a idrogeno**, le interazioni più forti tra queste quattro.

2 **Confronta i due alcani.** Hanno la stessa formula C_4H_{10} e la stessa massa. Il 2-metilpropano è ramificato, quindi più compatto: ha meno superficie di contatto e le forze di London sono più deboli. Bolle prima del butano.

3 **Confronta etere e alcani.** L'etere ha il dipolo permanente che si somma alle forze di London, quindi bolle più in alto degli alcani.

4 **Il 1-butanolo è l'ultimo.** Ha la stessa massa dell'etere (74 u) ma forma legami a idrogeno: è la differenza più grande di tutte.

MOLECOLA	FORZE PREVALENTI	T EB. (CIRCA)
2-metilpropano	London (molecola compatta)	-12 °C
butano	London	-1 °C
dietiletere	dipolo-dipolo + London	35 °C
1-butanolo	legami a idrogeno	118 °C

RISPOSTA

2-metilpropano < butano < dietiletere < 1-butanolo

ESERCIZIO 4

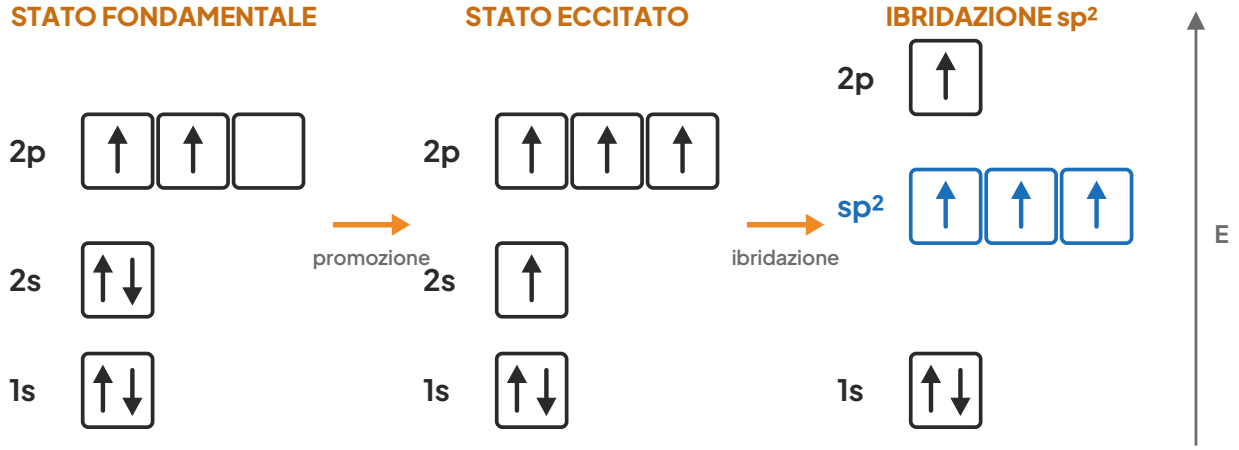
7 punti

Box orbitale del carbonio sp^2: come si presentano gli orbitali e che legami forma.

1. **Configurazione del carbonio (Z = 6).** Stato fondamentale: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$. Ha solo 2 elettroni spaiati, ma il carbonio forma 4 legami.

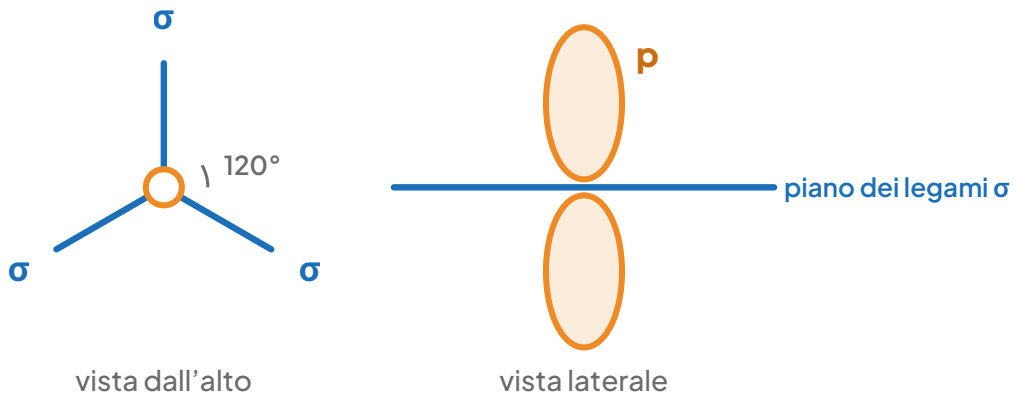
2. **Promozione.** Un elettrone passa dall'orbitale $2s$ a un $2p$ libero: $2s^1\ 2p^3$, quattro elettroni spaiati.

3. **Ibridazione sp^2.** L'orbitale $2s$ si mescola con **due** orbitali $2p$ e dà tre orbitali ibridi sp^2 equivalenti, ognuno con 1 elettrone. Un orbitale $2p$ resta puro, con 1 elettrone. L'energia degli sp^2 sta tra quella di s e di p.



Box orbitale del carbonio sp^2: $1s^2\ (sp^2)^1(sp^2)^1(sp^2)^1\ 2p^1$

4. **Come sono gli orbitali sp^2.** Tre orbitali ibridi sullo stesso piano a **120°** (geometria trigonale planare), ciascuno con carattere 33% s e 67% p. L'orbitale p puro è perpendicolare a questo piano, con un lobo sopra e uno sotto.



Geometria del carbonio sp^2: tre orbitali ibridi nel piano e un orbitale p perpendicolare.

5 **Che legami forma.** Ogni orbitale sp^2 forma un legame σ (sovrapposizione frontale). L'orbitale p forma un legame π (sovrapposizione laterale) con il p di un altro atomo sp^2.

RISPOSTA

Un carbonio sp^2 forma **3 legami σ e 1 legame π**. Insieme, $\sigma + \pi$ danno un **doppio legame** (come in $\mathrm{C{=}C}$ dell'etene o in $\mathrm{C{=}O}$ del carbonile).

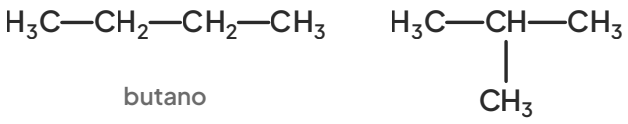
ESERCIZIO 5

6 punti

Tipi di isomeria degli idrocarburi saturi, con una coppia di isomeri per ciascuno.

1 **Chi sono gli idrocarburi saturi.** Alcani ($\mathbf{C_nH_{2n+2}}$) e cicloalcani ($\mathbf{C_nH_{2n}}$): hanno solo legami singoli.

2 **Isomeria di catena (strutturale).** Stessa formula, ma atomi di carbonio legati con scheletro diverso (lineare o ramificato).

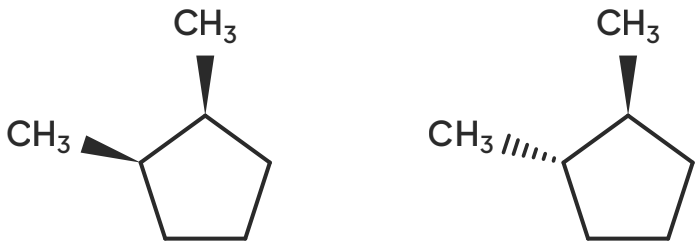


butano — 2-metilpropano

entrambi $\mathrm{C_4H_{10}}$

3 **Isomeria conformazionale.** È dovuta alla rotazione attorno ai legami singoli σ C–C. Gli isomeri si interconvertono liberamente e non si separano. Esempio: etano in conformazione **sfalsata** ed **eclissata** (oppure cicloesano a **sedia** e a **barca**).

4 **Isomeria geometrica (cis-trans).** Si trova nei cicloalcani sostituiti: l'anello impedisce la rotazione, quindi i sostituenti stanno dalla stessa parte (cis) o da parti opposte (trans) del piano dell'anello.



cis-1,2-dimetilciclopentano trans-1,2-dimetilciclopentano

5 **Isomeria ottica.** Compare quando c'è un carbonio legato a quattro gruppi diversi (centro chirale). Esempio: **(R)-3-metilesano** e **(S)-3-metilesano**. Il C3 lega H, $\mathrm{CH_3}$, $\mathrm{CH_2CH_3}$ e $\mathrm{CH_2CH_2CH_3}$. Le due molecole sono immagini speculari non sovrapponibili (enantiomeri).

RISPOSTA

Gli idrocarburi saturi possono avere: **isomeria di catena** (butano / 2-metilpropano), **conformazionale** (etano sfalsato / eclissato), **geometrica** nei cicloalcani (cis- / trans-1,2-dimetilciclopentano) e **ottica** (R- / S-3-metilesano).

ATTENZIONE

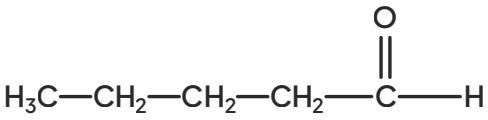
Gli alcani non hanno isomeria di gruppo funzionale e non hanno isomeria geometrica (non c'è doppio legame). Quella geometrica la ottieni solo con l'anello. Controlla sugli appunti quali tipi ha trattato in classe la tua prof: la risposta sicura è l'isomeria di catena.

ESERCIZIO 6

7 punti

Formula del pentanale, gruppo funzionale, famiglia e un isomero di gruppo funzionale.

1 **Formula del pentanale.** Il suffisso -ale indica un'aldeide, "pent-" cinque atomi di carbonio. Il gruppo -CHO è all'estremità della catena, quindi il suo carbonio è il C1.

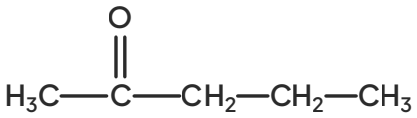


pentanale

$\mathrm{CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO}$ · formula molecolare $\mathrm{C_5H_{10}O}$

2 **Gruppo funzionale.** Il carbonile $\mathrm{C{=}O}$ legato a un atomo di idrogeno e a un carbonio: il **gruppo formile** (aldeidico) $\mathrm{-CHO}$.

3 **Isomero di gruppo funzionale.** Serve una molecola $C_5H_{10}O$ con un altro gruppo funzionale: spostando il carbonile dentro la catena si ottiene un **chetone**.



pentan-2-one (2-pentanone)
anche il pentan-3-one va bene

RISPOSTA

Pentanale: $CH_3CH_2CH_2CH_2CHO$. Gruppo funzionale: **formile (carbonile terminale)**. Famiglia: **aldeidi**. Isomero di gruppo funzionale: **2-pentanone** $CH_3COCH_2CH_2CH_3$, della famiglia dei chetoni.

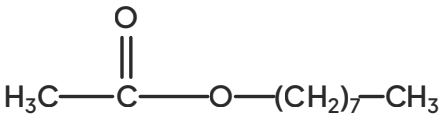
ESERCIZIO 7

5 punti

Famiglia dell'acetato di ottile, formula e molecole che lo originano per condensazione.

1 **Famiglia.** Il nome in -ato indica un **estere**, con il gruppo funzionale $-COO-$. Si legge così: acetato (parte dell'acido) di ottile (parte dell'alcol).

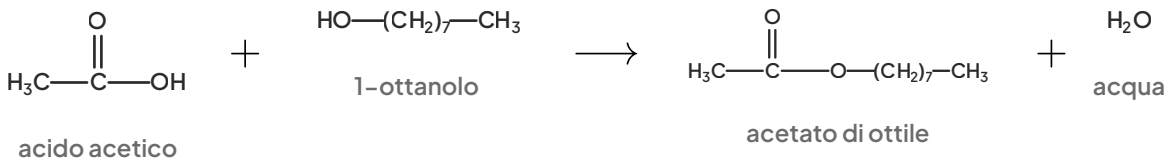
2 **Formula dell'acetato di ottile.** Il gruppo acetile CH_3CO^- è legato all'ossigeno, che a sua volta lega il gruppo ottile C_8H_{17}.



acetato di ottile

$$CH_3-COO-(CH_2)_7-CH_3 \cdot C_{10}H_{20}O_2$$

3 **Da quali molecole nasce.** La condensazione (esterificazione) unisce un acido carbossilico e un alcol, eliminando una molecola d'acqua. Il "acetato" viene dall'acido **acetico** (acido etanoico), l'"ottile" dall'alcol con 8 atomi di carbonio, l'**1-ottanolo**.



acido acetico · 1-ottanolo · acetato di ottile · acqua

L'ossidrile (OH) dell'acido e l'idrogeno dell'alcol formano l'acqua.

RISPOSTA

Famiglia: **esteri**. Formula: $CH_3COO(CH_2)_7CH_3$. Si ottiene da **acido acetico** (etanoico) e **1-ottanolo**.

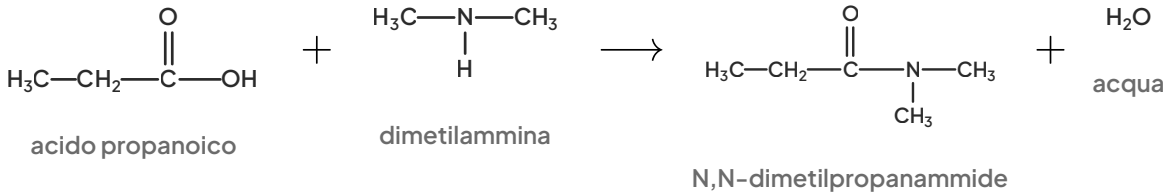
ESERCIZIO 8

3 punti

Un'ammide derivata dalla condensazione di un'ammina secondaria e di un acido carbossilico a tre atomi di carbonio.

1. **I due reagenti.** Acido carbossilico a tre atomi di carbonio: **acido propanoico** CH_3CH_2COOH. Ammina secondaria: ha due gruppi alchilici sull'azoto e un solo H, per esempio la **dimetilammina** $CH_3-NH-CH_3$.

2. **Condensazione.** L'ossidrile dell'acido e l'H legato all'azoto escono come acqua. Il carbonio del carbonile si lega direttamente all'azoto.



RISPOSTA

Un'ammide possibile: **N,N-dimetilpropanammide** $CH_3CH_2CO-N(CH_3)_2$. Va bene qualsiasi ammina secondaria (per esempio la dietilammina), purché il gruppo acilico sia quello a tre atomi di carbonio.

ERRORE COMUNE

Con un'ammina **secondaria** l'azoto dell'ammide non ha più H. Se disegni $-CONH-$ stai usando un'ammina primaria.