

Soluzioni degli esercizi di fine capitolo

Soluzioni degli esercizi per capitolo

Chimica organica: una visione d'insieme • Capitolo C1

VERIFICA LE TUE CONOSCENZE

- 1 C
2 B
3 C
4 B
5 B
6 B
7 B
8 C. **Errata corrige:** il testo del problema è: «Qual è il n.o. del carbonio in HCOOH?».
9 D
10 A; C. **Errata corrige:** il testo del problema è: «In quali dei seguenti composti il carbonio ha n.o. uguale a -2?».
- 11 C
12 B
13 A
14 B
15 D
16 D
17 L'atomo di carbonio nello stato fondamentale ha come configurazione elettronica esterna $2s^2 2p^2$. Se assumiamo che uno dei due elettroni 2s sia promosso (per un fenomeno di eccitazione) in un orbitale p vuoto, otteniamo una configurazione elettronica esterna $2s^1 2p^3$ con quattro elettroni spaiati, che può giustificare la formazione di quattro legami.

VERIFICA LE TUE ABILITÀ

- 18 Il legame σ è un legame covalente che può scindersi essenzialmente in due modi, omolitico o radicalico, in cui ciascun atomo acquisisce un elettrone, ed eterolitico o ionico, in cui uno dei due atomi acquisisce il doppietto di elettroni. **Errata corrige:** il testo corretto dell'esercizio è il seguente: «Quali sono le modalità di rottura di un legame σ ?».
- 19 L'ibridazione sp^3 comporta per l'atomo di carbonio il «rimiscelamento» dell'orbitale 2s con i tre orbitali 2p, con formazione di quattro orbitali ibridi di sp^3 equivalenti tra loro e diretti verso i vertici di un tetraedro, con angoli di legame di $109,5^\circ$.
- 20 Se un atomo di carbonio perde un atomo di idrogeno, il quale staccandosi porta via una coppia di elettroni di legame, esso si trasforma nel corrispondente *carbocatione*, ossia uno ione che contiene un carbonio che reca una carica positiva, che può essere stabilizzato dalla presenza di gruppi elettron-donatori. I carbocationi che hanno struttura $R-CH_2^+$ sono primari, R_2-CH^+ sono secondari, mentre R_3-C^+ sono terziari.
- 21 Per *gruppo funzionale* si intende il gruppo chimico che determina le proprietà chimico-fisiche e la reattività di un composto. Il concetto di gruppo funzionale viene utilizzato come criterio per il raggruppamento in classi dei composti organici.
- 22 Un atomo di carbonio può essere classificato come primario quando lega un altro atomo di carbonio, secondario quando ne lega altri due, terziario quando ne lega altri tre e quaternario quando ne lega altri quattro.
- 23 L'atomo di carbonio evidenziato in rosso presenta un'ibridazione sp^3 , mentre l'atomo di carbonio evidenziato in verde presenta un'ibridazione sp .
- 24 a. sp^2 ; b. sp^3 ; c. sp^2 ; d. sp
- 25 a. C-1 = -1; C-2 = -1
b. +2
c. -2
d. C-1 = -3; C-2 = +2; C-3 = -3
- 26 a. C-1 = -3; C-2 = -2; C-3 = -3
b. C-1 = -3; C-2 = 0; C-3 = -1
c. C-1 = -2; C-2 = -1; C-3 = -3
d. C-1 = -1; C-2 = 0; C-3 = -3
- 27 I gruppi funzionali rappresentati nell'immagine sono, rispettivamente, da sinistra verso destra: gruppo aldeidico, gruppo carbossilico, gruppo carbonilico, gruppo amminico.
- 28 Le classi di composti dei gruppi funzionali riportati nell'esercizio precedente sono, rispettivamente, da sinistra verso destra: aldeidi, acidi carbossilici, chetoni, ammine.
- 29 a. eteri; b. esteri; c. alchini; d. alogenuri
- 30 a. ammine; b. alogenuri alchilici; c. chetoni; d. acidi carbossilici; e. esteri; f. aldeidi
- 31 a. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
b. $CH_3-CH_2-O-CH_3$
c. CH_3-CH_2-CHO
d. $CH_3-CH_2-CO-CH_3$
- 32 a. Il *gruppo funzionale* è il gruppo chimico che determina le proprietà chimico-fisiche e la reattività di un composto. Per quanto riguarda gli alcheni, è rappresentato dal doppio legame.

b. Un carbonio con ibridazione sp^2 è un atomo di carbonio che forma, mediante l'utilizzo di tre elettroni, tre orbitali ibridi isoenergetici sp^2 , con geometria planare-triangolare e angoli di legame di 120° . Il quarto elettrone è presente in un orbitale p puro, che si può sovrapporre lateralmente a un altro orbitale p puro di un altro atomo di carbonio per formare un legame π , ossia un doppio legame: questa è una caratteristica degli alcheni.

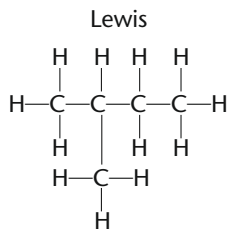
c. Il doppio legame è costituito da un legame forte σ e da un legame π più debole.

33 a. Un carbonio con ibridazione sp^3 è un atomo di carbonio che forma quattro orbitali ibridi isoenergetici sp^3 , diretti verso i vertici di un tetraedro.

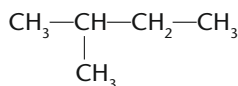
b. Quando un orbitale sp^3 dell'atomo di carbonio si sovrappone all'orbitale $1s$ di un atomo di idrogeno, forma un legame σ . La nube elettronica è distribuita simmetricamente lungo l'asse di legame che congiunge i due nuclei, come avviene nella molecola di metano. Un legame σ è quindi un legame costituito per sovrapposizione di due orbitali coassiali.

c. Un tetraedro è un poliedro con quattro facce, che può essere rappresentato da una piramide a base triangolare.

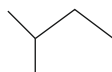
34 a.



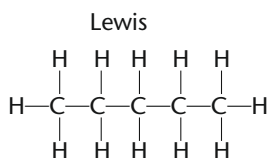
razionale



topologica



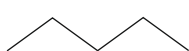
b.



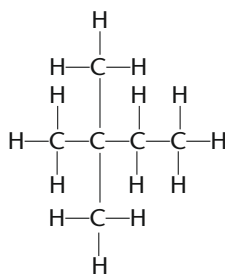
razionale



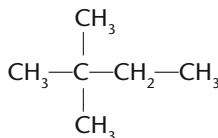
topologica



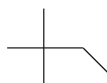
c.



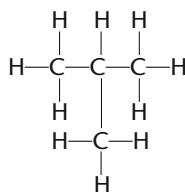
razionale



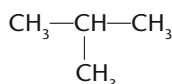
topologica



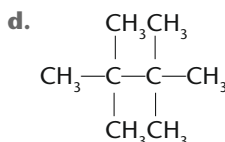
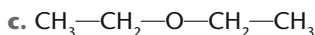
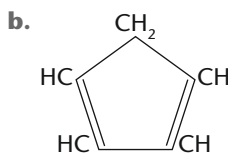
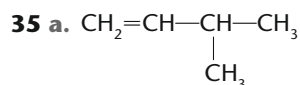
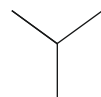
d.

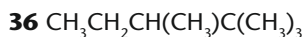


razionale

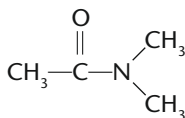
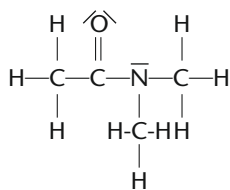


topologica

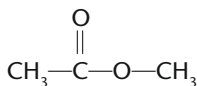
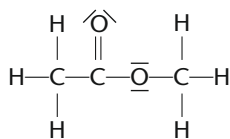




37 a.

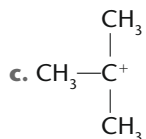
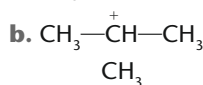
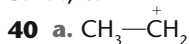


b.



38 a.; b.; d.

39 a.; c.



41 a. (E); b. (E); c. (N); d. (E)

42 a. Il legame σ è un legame covalente che, in base alle teorie meccanico-quantistiche, può essere descritto come un legame che si forma mediante sovrapposizione di due orbitali semipieni appartenenti a due atomi, dando origine a un nuovo orbitale molecolare; la carica è distribuita con simmetria cilindrica intorno all'asse di legame. Il legame π è un legame covalente che prevede la formazione di un orbitale molecolare mediante sovrapposizione laterale di due orbitali p puri con asse parallelo tra loro.

b. Le molecole organiche che recano atomi di carbonio con ibridazione sp^3 hanno geometria tetraedrica, con angoli di legame di $109,5^\circ$. In presenza di un'ibridazione sp^2 , la geometria è planare-triangolare e gli angoli di legame sono di 120° , mentre con ibridazione sp la geometria della molecola è lineare e gli angoli di legame sono di 180° .

c. I composti che contengono lo stesso gruppo funzionale sono suddivisi in classi: le aldeidi hanno come gruppo funzionale il gruppo aldeidico, mentre i chetoni hanno un gruppo carbonilico; gli acidi carbossilici hanno un gruppo carbossilico, invece le ammidi presentano un gruppo ammidico.

d. Le principali ibridazioni sono sp^3 , sp^2 ed sp e servono a descrivere la geometria reale delle molecole.

43 a. L'ibridazione è un procedimento matematico con cui le funzioni degli orbitali di un atomo subiscono una sorta di «rimiscelamento». Si ottiene la formazione di nuovi orbitali, detti *ibridi*, che sono orientati lungo le direzioni dei legami che un atomo forma con altri atomi. I principali tipi di ibridazione sono sp^3 , sp^2 ed sp .

b. Il *gruppo funzionale* è il gruppo chimico che determina le proprietà chimico-fisiche e la reattività di un composto.

c. Gli angoli di legame sono formati dagli assi che congiungono gli atomi fra loro e quindi sono determinati dalla disposizione spaziale degli atomi di una molecola: questa è quella che viene definita geometria di una molecola. In una geometria tetraedrica, gli angoli di legame sono di $109,5^\circ$; in una geometria planare-triangolare sono di 120° ; in una geometria lineare sono di 180° .

TEST YOURSELF

44 In organic chemistry functional group is an atom or a group of atoms within a molecule, which is responsible for the chemical properties of that molecule.

45 The common functional groups are the alkenyl, the alkynyl, the halo, the hydroxyl, the sulfhydryl, the aldehyde, the carbonyl, the nitrile, the carboxyl, the sulfo, the amine and the amide.

46 In a sp^3 hybridised carbon, the $2s$ and the three $2p$ orbitals are mixed to result four orbitals of equivalent energy and same shape, called hybrid orbitals. The four hybrid orbitals are directed towards the corners of a regular tetrahedron: the angle between the hybridised orbitals is $109,5^\circ$. In methane the carbon atom is sp^3 hybridised.

47 Carbon 1 is sp^2 hybridised, while carbon 2 is sp hybridised.

VERSO L'UNIVERSITÀ

48 D

49 A

50 C

DEFINISCI

51 • Un *composto organico* è una molecola che presenta al proprio interno l'atomo di carbonio, esclusi gli ossidi CO e CO₂, i sali di quest'ultimo composti dall'anione idrogenocarbonato (HCO₃⁻) e carbonato (CO₃²⁻) e qualche altra piccola eccezione.

- Un *carbocatione* è un catione di una molecola organica in cui un atomo di carbonio ha perduto un atomo di idrogeno insieme alla coppia di elettroni di legame (H⁻).
- Un *carbonio secondario* è un atomo di carbonio che lega altri due atomi di carbonio.
- Un *orbitale ibrido sp* è un orbitale derivante dall'ibridazione dell'orbitale 2s con un orbitale 2p di un atomo di carbonio. Si generano due orbitali sp equivalenti, orientati in direzioni opposte lungo una linea retta. I due orbitali 2p non ibridati, perpendicolari tra loro, si dispongono ortogonalmente all'asse degli orbitali ibridi sp. La geometria degli orbitali ibridi sp è lineare, con angoli di legame di 180°.
- Un *legame σ* è un legame covalente che prevede la formazione di un orbitale molecolare, in cui staziona la coppia di elettroni di legame condivisa. L'orbitale molecolare si forma per sovrapposizione di due orbitali coassiali, cioè diretti lungo l'asse che congiunge i nuclei dei due atomi legati tra loro. La carica è distribuita con simmetria cilindrica lungo l'asse di legame.
- Un *legame π* è un legame covalente che prevede la formazione di un orbitale molecolare, in cui staziona la coppia di elettroni di legame condivisa. L'orbitale molecolare deriva dalla sovrapposizione laterale di due orbitali 2p non ibridati con asse parallelo tra loro.

RIFLETTI

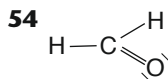
52 Il cicloesano è un alcano a catena chiusa che può essere rappresentato con un esagono regolare. L'ibridazione dei sei atomi di carbonio che lo compongono è di tipo sp³. Gli angoli di legame nell'ibridazione sp³ dell'atomo di carbonio sono di 109,5°; poiché tale valore si discosta da quello degli angoli di 120° dell'esagono, è possibile supporre che la molecola, anziché planare, sia ripiegata, in modo tale che gli angoli di legame degli atomi di carbonio si avvicinino al valore di 109,5° e assumano quindi una geometria tetraedrica.

IPOTIZZA E ARGOMENTA

53 Si usa l'etanolo. La classe chimica di un composto e la sua reattività sono determinate principalmente

dal gruppo funzionale: metanolo ed etanolo hanno in comune un gruppo alcolico e sono pertanto appartenenti alla stessa classe chimica (alcoli).

RAPPRESENTA E DEDUCI

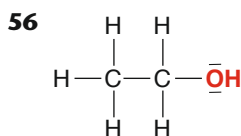


L'atomo che funge da nucleofilo è l'atomo di ossigeno, che presenta due doppietti liberi ed è più elettronegativo dell'atomo di carbonio, per cui tende ad attirare verso di sé gli elettroni di legame. L'atomo che funge da elettrofilo è l'atomo di carbonio, che presenta una parziale carica positiva perché è legato all'atomo di ossigeno rispetto al quale è meno elettronegativo.

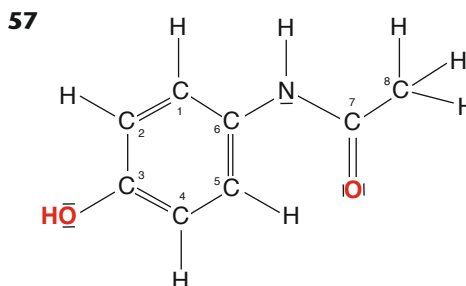
ANALIZZA E DEDUCI

55 Il legame che si scinde è quello tra l'atomo di carbonio e l'atomo di cloro del clorometano; il legame che si forma è quello tra lo ione idrossido (ossidrilico) e l'atomo di carbonio precedentemente impegnato con l'atomo di cloro nel clorometano. Il legame tra atomo di carbonio e cloro è polarizzato e la carica negativa è a maggiore densità sull'atomo di cloro, data la differenza di elettronegatività tra i due atomi. La reazione avviene perché lo ione idrossido agisce come nucleofilo e viene attratto dall'atomo di carbonio parzialmente positivo del clorometano facendo spostare lo ione cloruro e producendo la formazione di CH₃OH, metanolo.

OSSERVA E CLASSIFICA



COMPLETA E DESCRIVI



Gli atomi di carbonio che compongono l'anello, da C-1 a C-6, hanno tutti ibridazione sp², con geometria planare-triangolare e angoli di legame di 120°, per cui la struttura dell'anello è planare.

Anche l'atomo di carbonio C-7 ha ibridazione sp^2 , con geometria planare-triangolare e angoli di legame di 120° ; invece l'atomo di carbonio C-8 ha un'ibridazione sp^3 , con geometria tetraedrica e angoli di legame di $109,5^\circ$.

IPOTIZZA E ARGOMENTA

58 a. Si scindono i legami tra i due atomi di cloro nella molecola di Cl_2 e tra l'atomo di carbonio e un atomo di idrogeno nella molecola di metano, CH_4 .

b. La molecola di cloro è apolare e la differenza di elettronegatività tra carbonio e idrogeno nel metano è minima, per cui è possibile ipotizzare

che in entrambe le molecole avvenga una scissione omolitica tra gli atomi.

c. La reazione avviene in presenza di luce, perciò si può supporre che proceda con un meccanismo radicalico a catena e quindi con la formazione di radicali liberi, specie molto reattive, data la presenza di un elettrone spaiato ($\cdot Cl$ e $\cdot CH_3$).

ANALIZZA E DEDUCI

59 L'organico è un processo di riduzione: nell'anidride carbonica il numero di ossidazione del carbonio è massimo (+4), mentre nei composti organici è ridotto.