



A. Bassoli • G. Borgonovo • S. Mazzini • L. Scaglioni

Semi di Chimica Organica

per le scienze agrarie e alimentari



Accedi ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

un libro che **non pesa**
e si **adatta** alle dimensioni
del **tuo lettore!**



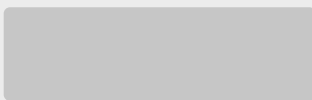
▼
**COLLEGATI AL SITO
EDISESUNIVERSITA.IT**

▼
**ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO**

▼
**SEGUI LE
ISTRUZIONI**

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edisesuniversita.it** e accedere ai contenuti digitali.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie



Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.

L'**accesso ai contenuti digitali** sarà consentito **per 18 mesi**.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edisesuniversita.it** e segui queste semplici istruzioni

▼ **Se sei registrato al sito**

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

▼ **Se non sei già registrato al sito**

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito o autenticali tramite facebook
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edisesuniversita.it** e segui la procedura già descritta per *utenti registrati*

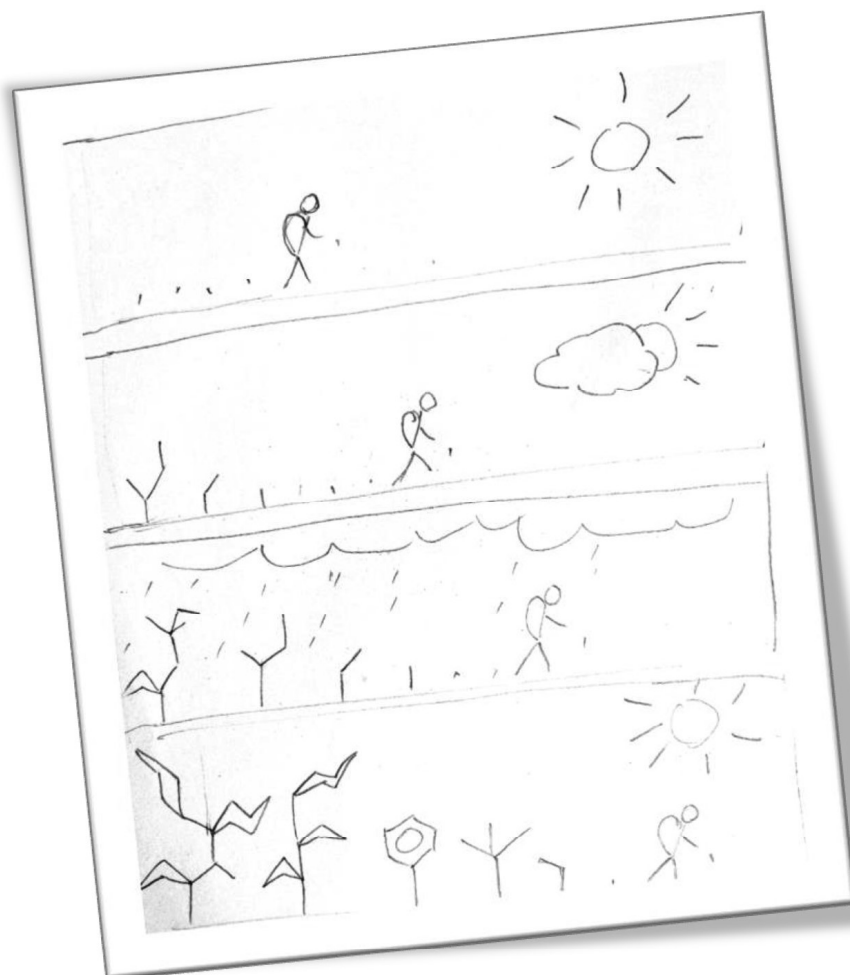


I contenuti digitali sono accessibili dalla propria **area riservata** secondo la procedura indicata nel frontespizio.

Dalla sezione **materiali e servizi** della tua area riservata potrai accedere all'**Ebook**, ovvero la versione digitale del testo in formato epub, standard dinamico che organizza il flusso di testo in base al dispositivo sul quale viene visualizzato. Fruibile mediante l'applicazione gratuita BookShelf, consente una visualizzazione ottimale su lettori e-reader, tablet, smartphone, iphone, desktop, Android, Apple e Kindle Fire.

L'accesso ai contenuti digitali sarà consentito per **18 mesi**.

Angela **Bassoli**, Gigliola **Borgonovo**,
Stefania **Mazzini**, Leonardo **Scaglioni**



Semi

di Chimica Organica

per le scienze agrarie e alimentari

A. Bassoli, G. Borgonovo, S. Mazzini, L. Scaglioni
Semi di Chimica Organica per le scienze agrarie e alimentari
Copyright © 2023, Edises Edizioni S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2027 2026 2025 2024 2023

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.

L'Editore

L'Editore ha effettuato quanto in suo potere per richiedere il permesso di riproduzione del materiale di cui non è titolare del copyright e resta comunque a disposizione di tutti gli eventuali aventi diritto.

Stampato presso PrintSprint S.r.l. – Napoli

per conto della Edises Edizioni S.r.l. – Piazza Dante Alighieri, 89 – Napoli

www.edisesuniversita.it
assistenza.edises.it

ISBN 978 88 3623 127 0

I curatori, l'editore e tutti coloro in qualche modo coinvolti nella preparazione o pubblicazione di quest'opera hanno posto il massimo impegno per garantire che le informazioni ivi contenute siano corrette, compatibilmente con le conoscenze disponibili al momento della stampa; essi, tuttavia, non possono essere ritenuti responsabili dei risultati dell'utilizzo di tali informazioni e restano a disposizione per integrare la citazione delle fonti, qualora incompleta o imprecisa.

Realizzare un libro è un'operazione complessa e, nonostante la cura e l'attenzione poste dagli autori e da tutti gli addetti coinvolti nella lavorazione dei testi, l'esperienza ci insegna che è praticamente impossibile pubblicare un volume privo di imprecisioni. Saremo grati ai lettori che vorranno inviarci le loro segnalazioni e/o suggerimenti migliorativi sulla piattaforma assistenza.edises.it

Indice

Prefazione	5
CAPITOLO 1 Leggere, scrivere e costruire i composti organici	9
CAPITOLO 2 Gli alcani: forma, struttura e proprietà	29
CAPITOLO 3 Gli alcani si trasformano: le reazioni chimiche	59
CAPITOLO 4 Gli alcheni	71
CAPITOLO 5 Dieni, polieni e sistemi delocalizzati	93
CAPITOLO 6 I composti organici alogenati	111
CAPITOLO 7 Stereochimica: chiralità e attività ottica	129
CAPITOLO 8 Alcoli	151
CAPITOLO 9 Fenoli, polifenoli e altri derivati ossigenati e solforati	161
CAPITOLO 10 Aldeidi e chetoni	185
CAPITOLO 11 Carboidrati	201
CAPITOLO 12 Acidi carbossilici e derivati; lipidi	223
CAPITOLO 13 Composti organici azotati	241

Prefazione

Perché un altro libro di chimica organica? La chimica organica pervade la nostra vita quotidiana e ha una parte importante per tutta la filiera della produzione agraria e degli alimenti. Il suo studio fa parte di ogni curriculum universitario di questo ambito, e costituisce spesso un ostacolo difficile da superare per lo studente non-chimico.

In questo libro non abbiamo la pretesa di sostituire i molti validissimi testi già esistenti. Piuttosto, l'intenzione è quella di piantare i semi per la comprensione di questa materia da parte di studenti e studentesse universitarie di area agraria e alimentare. Ci siamo ispirati a tre principi:

- 1) specificità degli argomenti*
- 2) essenzialità della grafica*
- 2) approccio pratico allo studio*

Per i contenuti l'impostazione seguita è quella "classica" dei gruppi funzionali. Sono stati tralasciati o drasticamente semplificati alcuni argomenti non particolarmente pertinenti a questo percorso di studio, come i dettagli dei meccanismi di reazione e alcuni gruppi funzionali. Sono stati inseriti altri argomenti molto rilevanti per la formazione di agronomi e tecnologi alimentari, come la chimica dei polifenoli, l'impatto ambientale dei composti organici alogenati, e la reazione di Maillard.

Gli "studenti digitali" oggi vivono immersi in una enorme quantità di immagini, da cui talvolta escono sopraffatti e confusi. In questo volume si è scelto volutamente di tornare all'essenziale: solo illustrazioni semplici, in bianco e nero, e con molto spazio bianco da riempire. È un contributo alla sostenibilità ambientale, ma anche una precisa scelta didattica. Vorremmo infatti incoraggiare lo studente a sottolineare, colorare, disegnare, costruire modelli autonomamente e in modo attivo; è un processo educativo spesso trascurato ma indispensabile per interiorizzare la forma e le proprietà dei composti organici.

Il libro è il risultato di quasi trent'anni di insegnamento di questa materia presso la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, durante

i quali abbiamo incontrato migliaia di studenti e studentesse. Lavorando con loro abbiamo avuto modo di selezionare gli argomenti più importanti, evidenziare gli errori più comuni e affinare i metodi di insegnamento cercando di renderli più efficaci e più funzionali al loro percorso di studio. Siamo convinti che il divertimento faccia bene al lavoro e allo studio; per questo abbiamo deciso di inserire anche dei giochi che abbiamo inventato noi stessi durante le vacanze. Sono giochi da fare solo con carta e penna, proprio come piace a noi. Gli studenti, con i loro errori ma anche con le loro idee, sono fonti di grande ispirazione: un grazie in particolare alla studentessa Emma Bertolè che ci ha dato l'idea dei cruciverba creandone uno lei stessa in occasione di un compito intermedio e allo studente che ha scritto l'hai-ku sulla serotonina e che ha preferito restare anonimo.

Ringraziamo inoltre i colleghi Laura Maria Raimondi e Bruno Rindone per gli utili suggerimenti e soprattutto il Professor Lucio Merlini per il contributo puntuale e costruttivo alla revisione della prima stesura.

Speriamo che il libro sia utile ai futuri studenti e alle future studentesse, e anche ai futuri insegnanti.

Oltre che con l'odore, i composti aromatici hanno molto a che fare con il **colore**. Una proprietà caratteristica dei sistemi coniugati (polieni, composti aromatici, ...) è di avere molti elettroni in orbitali delocalizzati. Questi elettroni interagiscono con la luce anche a bassa energia, ad esempio con la luce della regione del visibile, e da questa interazione si genera il fenomeno del colore. I gruppi che hanno queste caratteristiche elettroniche sono detti **cromofori**, e i composti che li contengono possono essere colorati. Tanto più sono numerosi e tanto più sono estesi e coniugati sono i cromofori, tanto maggiore è la probabilità che il composto sia colorato:

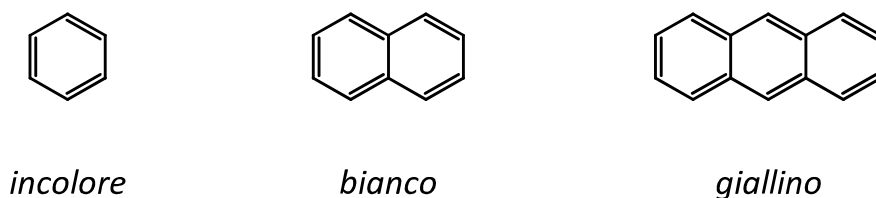


Figura 5.20

Il **colore** è anche in generale aumentato dalla copresenza (insieme ai cromofori) di altri gruppi (detti **auxocromi**) con elettroni di tipo *n* (doppietti di non-legame), come -OR, -NR₂, -NO₂ ecc.

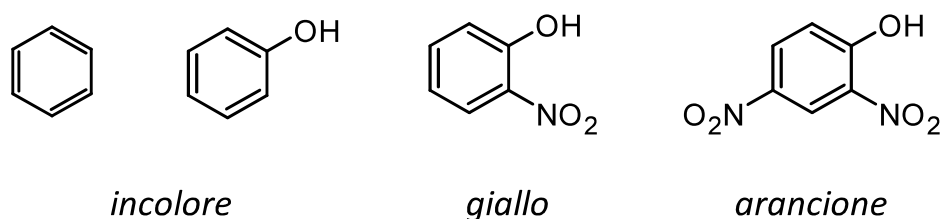


Figura 5.21

È facile identificare numerosi cromofori e auxocromi nelle sostanze colorate naturali:

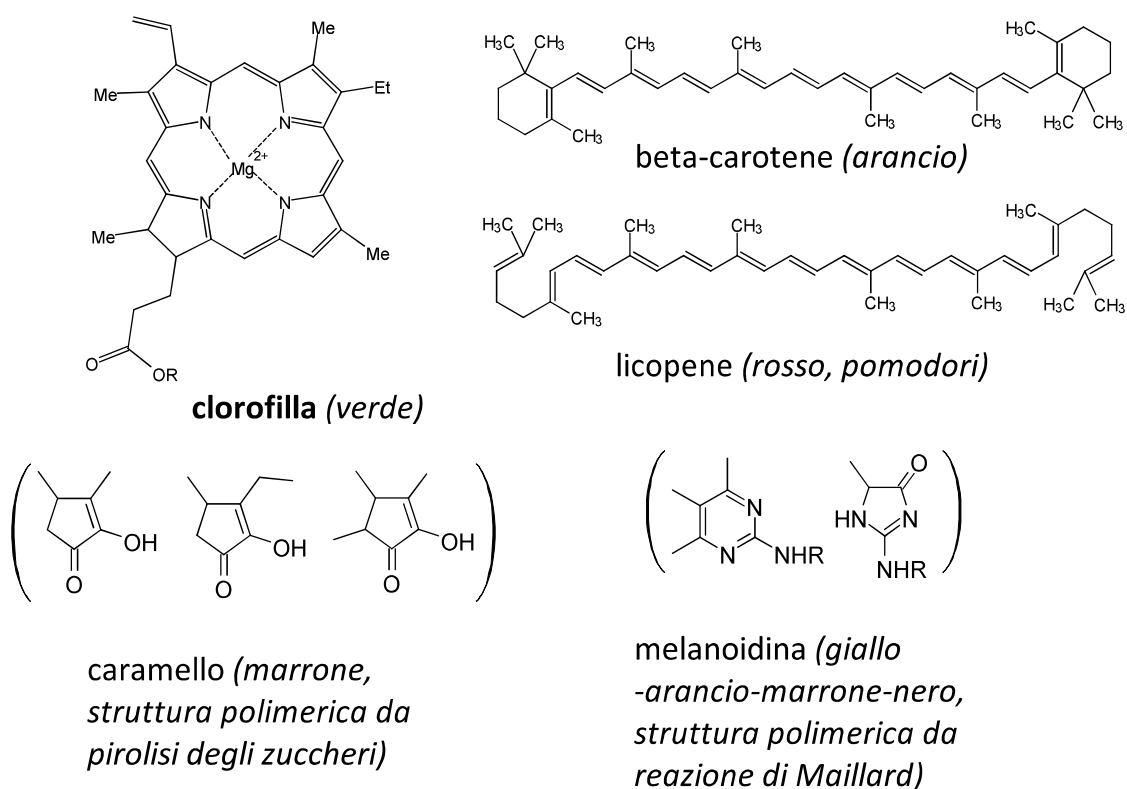


Figura 5.22

Alcune di queste possono essere usate come coloranti, soprattutto per gli alimenti, ma il loro uso è spesso limitato da una certa instabilità chimica. I **coloranti sintetici** sono stati progettati per avere estesi cromofori e numerosi auxocromi in modo da ottenere il colore desiderato, ma con in più una struttura chimica stabile e migliori proprietà tecnologiche. Ad esempio, si inseriscono anelli aromatici stabili e gruppi carichi (come carbossilati e solfati) che ne aumentino la solubilità in acqua:

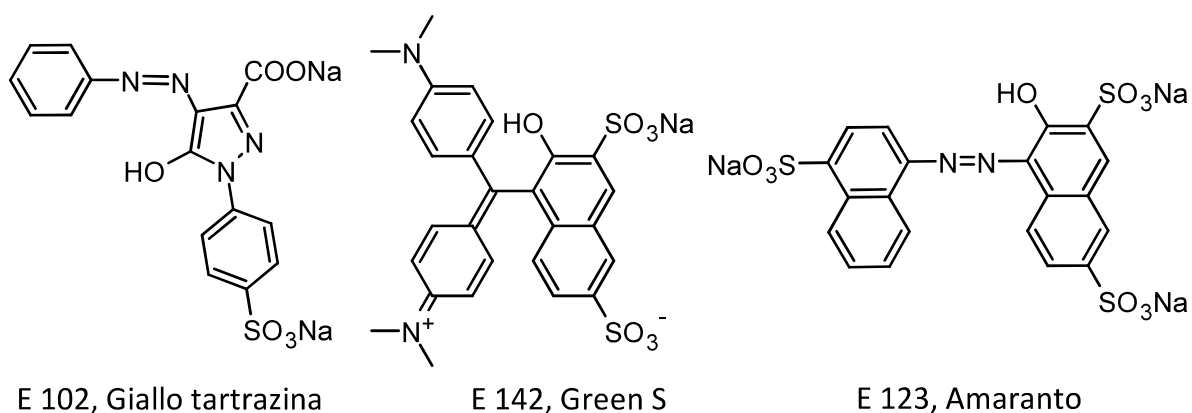


Figura 5.23

Molti cromofori semplici non sono abbastanza estesi da poter assorbire nella regione del visibile, quindi i composti corrispondenti risultano incolori (o bianchi, se sono allo stato solido). Possono però essere “visibili” (= osservabili) sotto una luce di energia maggiore, in particolare la luce ultravioletta. Le lampade a luce UV sono utili in laboratorio per rilevare la presenza di composti con cromofori semplici, molto comuni in chimica organica²⁷.

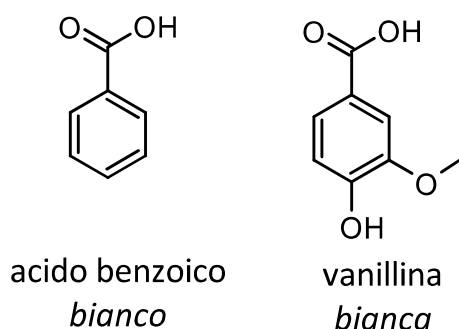



Figura 5.24

Acido benzoico e vanillina sono bianchi alla luce solare, ma appaiono violetti sotto una lampada UV.

 **E5.3** Dati i seguenti composti, prova a prevedere quale sarà più colorato o avrà il maggiore assorbimento sotto la lampada UV (suggerimento: valuta quanti cromofori ci sono, quanto sono estesi, e quanti gruppi auxocromi ci sono)

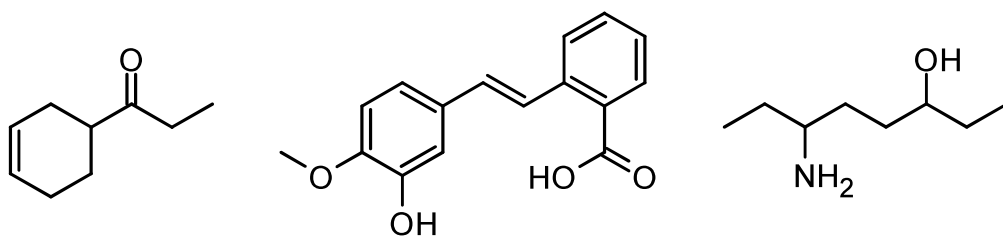
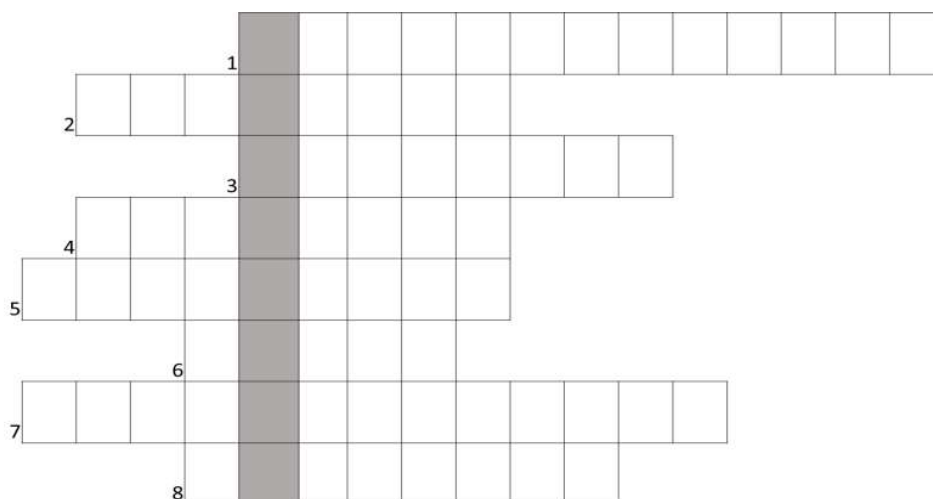


Figura 5.25

²⁷ Queste lampade sono le stesse che vedete in molti telefilm gialli in mano ai detective o ai RIS, quando vanno sulla scena del delitto alla caccia di tracce organiche invisibili ad occhio nudo.



E5.4 Cruciverba (*Penelope e Rebecca*). Nella colonna evidenziata comparirà il nome di un soggetto mediamente instabile.



1- inibitori di radicali liberi; 2-la reazione chimica preferita dagli chef; 3-monoterpene ciclico presente nella buccia di agrumi; 4-specie con un elettrone spaiato; 5-è facile trovarla nelle torte e nei profumi; 6-composti con due doppi legami; 7- lo sono gli elettroni nel benzene; 8-macromolecola che contiene n monomeri.

CAPITOLO 6

I composti organici alogenati

Gli atomi di alogeno non sono così frequenti nei composti organici. Tuttavia, alcune classi di **composti alogenati** hanno una grande importanza, sia come intermedi di reazione, sia come **insetticidi, fitofarmaci, refrigeranti** e per altre applicazioni alcune delle quali veramente insospettabili. Incontreremo due nuovi importanti meccanismi di reazione: la **sostituzione nucleofila** e la

Obiettivi formativi: Conoscere l'impatto ambientale di un composto organico. Imparare a fare una breve relazione su un composto chimico, con l'uso di riferimenti bibliografici.

I composti organici alogenati naturali non sono molto frequenti negli ambienti terrestri. È più facile trovarli, anche se in piccole concentrazioni, principalmente negli ambienti marini, dove gli alogeni (cloro, bromo, iodio) sono abbondanti e possono essere incorporati nelle molecole organiche attraverso il metabolismo di organismi marini come coralli e spugne. Composti alogenati semplici come ad esempio *metilbromuro* e *metilioduro* sono stati identificati nelle acque degli oceani; ma essendo anche prodotti per sintesi, a volte è difficile stabilire se siano di origine naturale o antropica.²⁸ Gli alogenuri organici di sintesi sono invece abbastanza diffusi come intermedi di interesse industriale.

Gli alogenoderivati si distinguono in due gruppi: gli **alogenuri alchilici** con formula generale RX , ove l'alogeno è legato ad una catena alchilica, e gli **alogenuri arilici** ove l'atomo di alogeno è legato ad un sistema aromatico ArX . X può essere cloro, bromo, fluoro o iodio. In questo capitolo parleremo solo di alcuni aspetti della reattività degli alogenuri alchilici.

²⁸ In questi casi si usano metodi di datazione del carbonio basati sulla radioattività, un po' come si fa per i reperti archeologici.

La nomenclatura IUPAC degli alogenuri alchilici segue regole simili a quelle degli alcani. Gli atomi di alogeno sono considerati come gruppi sostituenti.

CH_3Br	<i>bromometano</i>
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	<i>bromoetano</i>
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$	<i>1-bromopropano</i>
$\text{CH}_3\text{Cl}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{FCH}(\text{CH}_3)_2$

*Completa la nomenclatura;
usa questo spazio per
riscrivere gli alogenuri
alchilici in forma
compatta.*

Figura 6.1

Nei capitoli 3 e 4 abbiamo visto due metodi classici per sintetizzare gli alogenuri alchilici a partire rispettivamente dagli alcani (con la reazione di alogenazione radicalica) e dagli alcheni (tramite l'addizione di acidi alogenidrici).

In conseguenza delle interazioni dipolo-dipolo, gli alogenuri alchilici hanno punti di ebollizione e di fusione più alti dei corrispondenti alcani, che aumentano all'aumentare del peso molecolare e della polarizzabilità dell'alogeno. La solubilità è generalmente alta in solventi apolari e scarsa in solventi polari. In generale, sono sostanze con un **alto impatto ambientale**.



E6.1 Scrivi la struttura di dieci alogenuri alchilici o arilici diversi; contenenti fluoro, cloro, bromo e iodio; lineari, ramificati, ciclici; primari, secondari, terziari.

Reattività

Osservando la distribuzione elettronica di un alogenuro alchilico, si osserva che il legame C-X è polarizzato poiché l'alogeno è più elettronegativo del carbonio. Il legame C-X tende a rompersi in modo eterolitico; il carbonio ha una carica parziale



A. Bassoli • G. Borgonovo • S. Mazzini • L. Scaglioni

Semi di Chimica Organica

per le scienze agrarie e alimentari

Accedi ai contenuti digitali > Espandi le tue risorse > con un libro che **non pesa** e si **adatta** alle dimensioni del tuo **lettore**



All'interno del volume il **codice personale** e le istruzioni per accedere ai **contenuti digitali**.
L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

