

Comprende



versione **Ebook**
e **Software**
di simulazione

William H. Brown • Thomas Poon

Introduzione alla Chimica Organica

VI edizione



Accedi all'ebook e ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

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



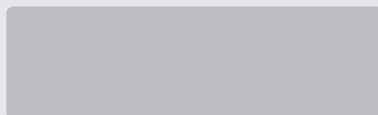
COLLEGATI AL SITO
EDISESUNIVERSITA.IT

ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edisesuniversita.it** e attivare la tua **area riservata**. Potrai accedere alla **versione digitale** del testo e a ulteriore **materiale didattico**.

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*



Ulteriori materiali e strumenti didattici sono accessibili dalla propria **area riservata** secondo la procedura indicata nel frontespizio.

Dalla sezione **materiali e servizi** della tua area riservata potrai accedere a:

- **Ebook:** 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.
- **Software di simulazione:** un vastissimo database di quesiti a risposta multipla per effettuare esercitazioni sull'**intero programma** o su **argomenti specifici**.
- **Istruzioni per l'utilizzo del kit di modelli molecolari** allegato gratuitamente al testo, costituito da circa **200 pezzi** comprendenti legami e vari atomi differentemente colorati in modo da rappresentare i diversi elementi. Le istruzioni ti permetteranno di **assemblare le molecole organiche** oggetto di studio, anche di elevata complessità.
- **Tavola periodica interattiva:** tavola periodica che consente di conoscere in dettaglio le proprietà degli elementi con un clic.
- **Modelli molecolari interattivi:** libreria interattiva che permette di visualizzare e interagire con i modelli 3D delle molecole.

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

Introduzione alla **Chimica Organica**

SESTA EDIZIONE

WILLIAM H. BROWN

Beloit College

THOMAS POON

Claremont McKenna College
Scripps College
Pitzer College



Titolo originale:
William H. Brown - Thomas Poon
Introduction to ORGANIC CHEMISTRY, sixth edition
Copyright © 2016, 2014, 2011, 2005, 2000, by John Wiley & Sons, Inc.

Introduzione alla CHIMICA ORGANICA - 6^a Ed.
Copyright © 2020, EdiSES Università s.r.l. - Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2024 2023 2022 2021 2020

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

Fotocomposizione:
EdiSES Università s.r.l. - Napoli

Stampato presso la
Tipolitografia Sograte
Zona Ind. Regnano - Città di Castello (PG)

per conto della
EdiSES Università s.r.l. - Piazza Dante Alighieri, 89 - Napoli

www.edisesuniversita.it **info@edisesuniversita.it**

ISBN 978 88 3623 0020

Hanno collaborato:

ANNA AIELLO

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

NICOLA BORBONE

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

LORENZO DE NAPOLI

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

ALDO GALEONE

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

GIORGIA OLIVIERO

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

GENNARO PICCIALLI

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

MICHELA VARRA

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Coordinamento e revisione a cura di:

LUCIANO MAYOL

Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Ha collaborato alla precedente edizione:

MARIALUISA MENNA

Università degli Studi di Napoli "Federico II"



WILLIAM H. BROWN è Professore Emerito presso il Beloit College, dove è stato nominato due volte “Insegnante dell’Anno”. Egli è anche autore di due altri testi universitari, *Organic Chemistry*, la cui quinta edizione è stata pubblicata nel 2009 insieme a Chris Foote, Brent Iverson ed Eric Anslyn, e *General, Organic, and Biochemistry*, realizzato insieme a Fred Bettelheim, Mary Campbell e Shawn Farrell, la cui nona edizione è stata pubblicata nel 2010. Ha conseguito il Ph.D. presso la Columbia University, sotto la supervisione e la direzione di Gilbert Stork e ha svolto attività di ricerca come postdoc presso il California Institute of Technology e l’Università dell’Arizona. È stato per due volte direttore di un Beloit College World Affairs Center seminar presso l’Università di Glasgow. Nel 1999 si è ritirato dal Beloit College per dedicare più tempo alla compilazione e allo sviluppo di materiale didattico. Pur essendo ufficialmente in pensione, continua a svolgere attività di insegnamento nel campo della sintesi organica avanzata.

Bill e sua moglie Carolyn sono soliti organizzare piacevoli escursioni nelle zone del Canyon nel Sud-Ovest, entrambi ben equipaggiati.



THOMAS POON è Professore Associato di Chimica presso il W. M. Keck Science Department di Claremont McKenna, Pitzer e Scripps Colleges, tre delle cinque istituzioni che costituiscono i Claremont Colleges in Claremont, California. Ha conseguito la laurea presso la Fairfield University (CT) e quello di Ph.D. presso l’Università della California, Los Angeles, sotto la supervisione di Christopher S. Foote. Poon ha svolto attività di ricerca come Camille e Henry Dreyfus Postdoctoral Fellow collaborando con Bradford P. Mundy al Colby College (ME) prima di entrare a far parte della Facoltà presso il Randolph-Macon College (VA), dove ha ricevuto nel 1999 il premio Thomas Branch per l’eccellenza nell’insegnamento. È stato visiting scholar nel 2002 (e di nuovo nel 2004) presso la Columbia University (NY), dove ha lavorato su progetti sia di ricerca sia didattici con il suo amico e mentore Nicholas J. Turro. I suoi compiti accademici comprendono la chimica organica, la chimica forense, i corsi avanzati di tecniche di laboratorio e per gli studenti del primo anno tiene un seminario dal titolo *Scienze dell’identità*. La sua attività preferita è lavorare in laboratorio a fianco degli studenti, su ricerche riguardanti lo studio di metodologie sintetiche in zeoliti, della fotochimica degli zeoliti, dell’isolamento di prodotti naturali e delle reazioni dell’ossigeno singoletto.

Quando non è in laboratorio, ama suonare la chitarra e cantare canzoncine divertenti sulla chimica a sua figlia Sophie.

1

Legame covalente e forma delle molecole **1**

2

Acidi e basi **40**

3

Alcani e cicloalcani **61**

4

Alcheni e alchini **103**

5

Reazioni di alcheni e alchini **123**

6

Chiralità: l'asimmetria delle molecole **160**

7

Alogenoalcani **190**

8

Alcoli, eteri e tioli **226**

9

Benzene e suoi derivati **266**

10

Ammine **313**

11

Aldeidi e chetoni **341**

12

Acidi carbossilici **382**

13

Derivati funzionali degli acidi carbossilici **413**

14

Anioni elolato **449**

15

Chimica dei polimeri organici **487**

16

Carboidrati **508**

17

Amminoacidi e proteine **540**

18

Lipidi **569**

19

Acidi nucleici **593**

20

Spettroscopia  (*estensione on line*)

21

Chimica organica del metabolismo  (*estensione on line*)

1 Legame covalente e forma delle molecole 1

- 1.1 Come si può descrivere la struttura elettronica degli atomi? 2
- 1.2 Cos'è il modello di Lewis del legame chimico? 5
- 1.3 Come si possono prevedere gli angoli di legame e la forma delle molecole? 13
- 1.4 Come si può prevedere se una molecola è polare o apolare? 17
- 1.5 Cos'è la risonanza? 18
- 1.6 Cos'è il modello di sovrapposizione degli orbitali per il legame covalente? 21
- 1.7 Cosa sono i gruppi funzionali? 26
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 31
 - Domande veloci 32
 - Problemi 34
 - Guardando avanti 38
 - Attività di apprendimento di gruppo 39

CONNESSIONI CHIMICHE

- 1A Fullerene: una nuova forma del carbonio 16

2 Acidi e basi 40

- 2.1 Cosa sono gli acidi e le basi secondo Arrhenius? 41
- 2.2 Cosa sono gli acidi e le basi secondo Brønsted e Lowry? 42
- 2.3 Come si può misurare la forza di un acido o di una base? 44
- 2.4 Come si può determinare la posizione dell'equilibrio in una reazione acido-base? 46
- 2.5 Qual è la relazione tra struttura molecolare e acidità? 48
- 2.6 Cosa sono gli acidi e le basi secondo Lewis? 52
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 55
 - Domande veloci 56
 - Reazioni chiave 57
 - Problemi 57
 - Guardando avanti 59
 - Attività di apprendimento di gruppo 60

3 Alcani e cicloalcani 61

- 3.1 Cosa sono gli alcani? 62
- 3.2 Cos'è l'isomeria costituzionale degli alcani? 64
- 3.3 Qual è la nomenclatura degli alcani? 66
- 3.4 Cosa sono i cicloalcani? 71
- 3.5 Come si applica il sistema di nomenclatura IUPAC alle molecole che contengono gruppi funzionali? 72
- 3.6 Quali sono le conformazioni degli alcani e dei cicloalcani? 73
- 3.7 Cos'è l'isomeria *cis-trans* dei cicloalcani? 80
- 3.8 Quali sono le proprietà fisiche degli alcani e dei cicloalcani? 84
- 3.9 Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcani? 87
- 3.10 Quali sono le fonti degli alcani? 88
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 91
 - Domande veloci 92
 - Reazioni chiave 93
 - Problemi 93
 - Guardando avanti 98
 - Attività di apprendimento di gruppo 99
 - Mettendo insieme 99

CONNESSIONI CHIMICHE

- 3A Una specie velenosa: il pesce palla 81
- 3B Numero di ottano: il significato di questo numero per la combustione 90

4 Alcheni e alchini 103

- 4.1 Quali sono le strutture e le forme di alcheni e alchini? 105
- 4.2 Qual è la nomenclatura di alcheni e alchini? 107
- 4.3 Quali sono le proprietà fisiche di alcheni e alchini? 115
- 4.4 Perché gli 1-alchini (alchini terminali) sono acidi deboli? 116
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 117
 - Domande veloci 118
 - Problemi 118
 - Guardando avanti 122
 - Attività di apprendimento di gruppo 122

CONNESSIONI CHIMICHE

- 4A** L'etilene, un regolatore di crescita delle piante **104**
- 4B** L'isomeria *cis-trans* nel processo della visione **106**
- 4C** Perché le piante emettono isoprene? **115**

5 Reazioni di alcheni e alchini **123**

- 5.1** Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcheni? **123**
- 5.2** Cos'è un meccanismo di reazione? **124**
- 5.3** Cosa sono i meccanismi di addizione elettrofila agli alcheni? **130**
- 5.4** Cosa sono i riarrangiamenti carbocationici? **140**
- 5.5** Cos'è l'idrobrazione-ossidazione di un alchene? **143**
- 5.6** Come si può ridurre un alchene ad alcano? **145**
- 5.7** Come si può usare un anione acetiluro per formare un nuovo legame carbonio-carbonio? **148**
- 5.8** Come si possono ridurre gli alchini ad alcheni e alcani? **150**
Riepilogo dei quesiti fondamentali **151**
Domande veloci **152**
Reazioni chiave **153**
Problemi **154**
Guardando avanti **158**
Attività di apprendimento di gruppo **158**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 5A** Il cracking catalitico e l'importanza degli alcheni **127**

6 Chiralità: l'asimmetria delle molecole **160**

- 6.1** Cosa sono gli stereoisomeri? **161**
- 6.2** Cosa sono gli enantiomeri? **161**
- 6.3** Come si designa la configurazione di uno stereocentro? **166**
- 6.4** Cos'è la regola 2°? **168**
- 6.5** Come si descrive la chiralità di molecole cicliche aventi due stereocentri? **172**
- 6.6** Come si descrive la chiralità di molecole aventi tre o più stereocentri? **174**
- 6.7** Quali sono le proprietà degli stereoisomeri? **174**

- 6.8** Come si rileva la chiralità in laboratorio? **175**
- 6.9** Qual è l'importanza della chiralità nel mondo biologico? **176**
- 6.10** Come si possono separare gli enantiomeri? **177**
Riepilogo dei quesiti fondamentali **179**
Domande veloci **180**
Problemi **181**
Trasformazioni chimiche **185**
Guardando avanti **186**
Attività di apprendimento di gruppo **186**
Mettendo insieme **187**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 6A** Farmaci chirali **178**

7 Alogenoalcani **190**

- 7.1** Qual è la nomenclatura degli alogenoalcani? **191**
- 7.2** Quali sono le reazioni caratteristiche degli alogenoalcani? **193**
- 7.3** Quali sono i prodotti delle reazioni di sostituzione nucleofila alifatica? **195**
- 7.4** Quali sono i meccanismi di sostituzione nucleofila S_N2 e S_N1 ? **197**
- 7.5** Cosa determina la prevalenza di S_N1 o S_N2 ? **201**
- 7.6** Come si può prevedere la prevalenza di S_N2 o S_N1 in base alle condizioni sperimentali? **206**
- 7.7** Quali sono i prodotti della β -eliminazione? **208**
- 7.8** Quali sono i meccanismi della β -eliminazione $E1$ ed $E2$? **211**
- 7.9** In quali casi la sostituzione nucleofila e la β -eliminazione competono tra loro? **214**
Riepilogo dei quesiti fondamentali **217**
Domande veloci **218**
Reazioni chiave **218**
Problemi **219**
Trasformazioni chimiche **223**
Guardando avanti **224**
Attività di apprendimento di gruppo **225**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 7A** L'impatto ambientale dei clorofluorocarburi **193**
- 7B** Le conseguenze della legislazione sull'uso dei clorofluorocarburi per i malati d'asma **216**

8 Alcoli, eteri e tioli 226

- 8.1** Cosa sono gli alcoli? 227
- 8.2** Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcoli? 232
- 8.3** Cosa sono gli eteri? 245
- 8.4** Cosa sono gli epossidi? 249
- 8.5** Cosa sono i tioli? 253
- 8.6** Quali sono le reazioni caratteristiche dei tioli? 256
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 257
 - Domande veloci 258
 - Reazioni chiave 259
 - Problemi 260
 - Trasformazioni chimiche 264
 - Guardando avanti 264
 - Attività di apprendimento di gruppo 265

CONNESSIONI CHIMICHE

- 8A** La nitroglicerina: un esplosivo e un farmaco 230
- 8B** Controllo del tasso alcolico nel sangue 245
- 8C** Ossido di etilene: uno sterilizzante chimico 253

9 Benzene e suoi derivati 266

- 9.1** Qual è la struttura del benzene? 267
- 9.2** Cosa è l'aromaticità? 270
- 9.3** Qual è la nomenclatura dei derivati del benzene e quali sono le loro proprietà fisiche? 273
- 9.4** Qual è la posizione benzilica e come contribuisce alla reattività del benzene? 276
- 9.5** Cos'è la sostituzione elettrofila aromatica? 278
- 9.6** Qual è il meccanismo della sostituzione elettrofila aromatica? 279
- 9.7** Qual è l'effetto dei sostituenti legati al benzene sulla sostituzione elettrofila aromatica? 288
- 9.8** Cosa sono i fenoli? 296
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 303
 - Domande veloci 304
 - Reazioni chiave 304
 - Problemi 305
 - Trasformazioni chimiche 310
 - Guardando avanti 311
 - Attività di apprendimento di gruppo 312

CONNESSIONI CHIMICHE

- 9A** Composti cancerogeni aromatici polinucleari e cancro 277
- 9B** Capsaicina, per quelli che amano il piccante 300

10 Ammine 313

- 10.1** Cosa sono le ammine? 313
- 10.2** Qual è la nomenclatura delle ammine? 316
- 10.3** Quali sono le proprietà fisiche caratteristiche delle ammine? 319
- 10.4** Quali sono le proprietà acido-base delle ammine? 321
- 10.5** Quali reazioni danno le ammine con gli acidi? 325
- 10.6** Come si sintetizzano le arilammine? 327
- 10.7** In che modo le ammine agiscono da nucleofili? 328
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 330
 - Domande veloci 331
 - Reazioni chiave 331
 - Problemi 332
 - Trasformazioni chimiche 337
 - Guardando avanti 337
 - Attività di apprendimento di gruppo 338
 - Mettendo insieme 338

CONNESSIONI CHIMICHE

- 10A** La morfina come modello nel progettare e scoprire nuovi farmaci 314
- 10B** Le rane delle frecce avvelenate del Sud America: ammine letali 319

11 Aldeidi e chetoni 341

- 11.1** Cosa sono le aldeidi e i chetoni? 342
- 11.2** Qual è la nomenclatura delle aldeidi e dei chetoni? 342
- 11.3** Quali sono le proprietà fisiche delle aldeidi e dei chetoni? 346
- 11.4** Qual è la reazione più comune delle aldeidi e dei chetoni? 347
- 11.5** Cosa sono i reattivi di Grignard e come reagiscono con le aldeidi e i chetoni? 347
- 11.6** Cosa sono gli emiacetali e gli acetali? 352
- 11.7** Come reagiscono le aldeidi e i chetoni con l'ammoniaca e le ammine? 358
- 11.8** Cos'è la tautomeria cheto-enolica? 362

- 11.9** Come si ossidano le aldeidi e i chetoni? **365**
- 11.10** Come si riducono le aldeidi e i chetoni? **368**
- Riepilogo dei quesiti fondamentali **370**
- Domande veloci **371**
- Reazioni chiave **372**
- Problemi **373**
- Trasformazioni chimiche **379**
- Spettroscopia **380**
- Guardando avanti **380**
- Attività di apprendimento di gruppo **381**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 11A** Una sintesi ecosostenibile dell'acido adipico **367**

12 Acidi carbossilici 382

- 12.1** Cosa sono gli acidi carbossilici? **382**
- 12.2** Qual è la nomenclatura degli acidi carbossilici? **383**
- 12.3** Quali sono le proprietà fisiche degli acidi carbossilici? **386**
- 12.4** Quali sono le proprietà acido-base degli acidi carbossilici? **387**
- 12.5** Come può essere ridotto il gruppo carbossilico? **391**
- 12.6** Cos'è l'esterificazione di Fischer? **394**
- 12.7** Cosa sono i cloruri acilici? **398**
- 12.8** Cos'è la decarbossilazione? **400**
- Riepilogo dei quesiti fondamentali **404**
- Domande veloci **404**
- Reazioni chiave **405**
- Problemi **406**
- Trasformazioni chimiche **411**
- Guardando avanti **411**
- Attività di apprendimento di gruppo **412**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 12A** Dalla corteccia del salice all'aspirina e oltre **391**
- 12B** Esteri come aromatizzanti **396**
- 12C** Corpi chetonici e diabete **401**

13 Derivati funzionali degli acidi carbossilici 413

- 13.1** Quali sono i principali derivati degli acidi carbossilici e qual è la loro nomenclatura? **414**

- 13.2** Quali sono le reazioni caratteristiche dei derivati degli acidi carbossilici? **419**
- 13.3** Cos'è l'idrolisi? **420**
- 13.4** Come reagiscono i derivati degli acidi carbossilici con gli alcoli? **425**
- 13.5** Come reagiscono i derivati degli acidi carbossilici con l'ammoniaca e le ammine? **428**
- 13.6** Come possono essere interconvertiti i derivati degli acidi carbossilici? **430**
- 13.7** Come reagiscono gli esteri con i reattivi di Grignard? **431**
- 13.8** Come possono essere ridotti i derivati degli acidi carbossilici? **433**
- Riepilogo dei quesiti fondamentali **437**
- Domande veloci **438**
- Reazioni chiave **438**
- Problemi **440**
- Trasformazioni chimiche **445**
- Guardando avanti **446**
- Attività di apprendimento di gruppo **446**
- Mettendo insieme **446**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 13A** Protezione parziale e totale dai raggi ultravioletti **415**
- 13B** Dal trifoglio ammuffito agli anticoagulanti **416**
- 13C** Le penicilline e le cefalosporine: antibiotici β -lattamici **417**
- 13D** Le piretrine: insetticidi naturali isolati dalle piante **427**
- 13E** La resistenza sistemica acquisita nelle piante **430**

14 Anioni enolato 449

- 14.1** Cosa sono gli anioni enolato e come si formano? **450**
- 14.2** Cos'è la reazione aldolica? **453**
- 14.3** Cosa sono le condensazioni di Claisen e di Dieckmann? **460**
- 14.4** Come intervengono nei processi biologici le reazioni aldoliche e le condensazioni di Claisen? **467**
- 14.5** Cos'è la reazione di Michael? **469**
- Riepilogo dei quesiti fondamentali **476**
- Domande veloci **476**
- Reazioni chiave **477**
- Problemi **478**
- Trasformazioni chimiche **483**
- Guardando avanti **484**
- Attività di apprendimento di gruppo **485**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 14A** Farmaci che riducono la concentrazione plasmatica di colesterolo **468**
14B Composti antitumorali: la reazione di Michael in natura **475**

15 **Chimica dei polimeri organici** **487**

- 15.1** Qual è l'architettura dei polimeri? **488**
15.2 Qual è la nomenclatura dei polimeri e come si rappresenta la loro struttura? **488**
15.3 Qual è la morfologia dei polimeri? Materiali cristallini e amorfi **490**
15.4 Cos'è la polimerizzazione a stadi? **491**
15.5 Cos'è la polimerizzazione a catena? **496**
15.6 Quali plastiche vengono comunemente riciclate in grandi quantità? **502**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **503**
 Domande veloci **504**
 Reazioni chiave **505**
 Problemi **505**
 Guardando avanti **507**
 Attività di apprendimento di gruppo **507**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 15A** Punti che si dissolvono **496**
15B Carta o plastica? **498**

16 **Carboidrati** **508**

- 16.1** Cosa sono i carboidrati? **508**
16.2 Cosa sono i monosaccaridi? **509**
16.3 Quali sono le strutture cicliche dei monosaccaridi? **513**
16.4 Quali sono le reazioni caratteristiche dei monosaccaridi? **518**
16.5 Cosa sono i disaccaridi e gli oligosaccaridi? **522**
16.6 Cosa sono i polisaccaridi? **526**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **528**
 Domande veloci **529**
 Reazioni chiave **530**
 Problemi **531**
 Guardando avanti **534**
 Attività di apprendimento di gruppo **535**
 Mettendo insieme **536**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 16A** Dolcezza relativa di alcuni carboidrati e dolcificanti artificiali **523**

- 16B** Determinanti antigenici dei gruppi sanguigni A, B, AB e 0 **524**

17 **Amminoacidi e proteine** **540**

- 17.1** Quali sono le molteplici funzioni delle proteine? **540**
17.2 Cosa sono gli amminoacidi? **541**
17.3 Quali sono le proprietà acido-base degli amminoacidi? **544**
17.4 Cosa sono i polipeptidi e le proteine? **551**
17.5 Cos'è la struttura primaria di polipeptidi e proteine? **552**
17.6 Quali sono le forme tridimensionali di polipeptidi e proteine? **556**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **563**
 Domande veloci **564**
 Reazioni chiave **565**
 Problemi **565**
 Guardando avanti **568**
 Attività di apprendimento di gruppo **568**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 17A** La ragnatela: una meraviglia chimica e ingegneristica della natura **561**

18 **Lipidi** **569**

- 18.1** Cosa sono i trigliceridi? **569**
18.2 Cosa sono i saponi e i detergenti? **573**
18.3 Cosa sono i fosfolipidi? **575**
18.4 Cosa sono gli steroidi? **577**
18.5 Cosa sono le prostaglandine? **582**
18.6 Cosa sono le vitamine liposolubili? **585**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **588**
 Domande veloci **589**
 Problemi **589**
 Guardando avanti **591**
 Attività di apprendimento di gruppo **592**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 18A** Fosfolipasi del veleno di serpente **577**
18B Antagonisti non steroidei degli estrogeni **581**

19 **Acidi nucleici** **593**

- 19.1** Cosa sono i nucleosidi e i nucleotidi? **593**

- 19.2 Qual è la struttura del DNA? 597
- 19.3 Cos'è l'acido ribonucleico (RNA)? 603
- 19.4 Cos'è il codice genetico? 605
- 19.5 Come si sequenzia il DNA? 607
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 612
 - Domande veloci 613
 - Problemi 614
 - Attività di apprendimento di gruppo 616

CONNESSIONI CHIMICHE

- 19A La ricerca di farmaci antivirali 595
- 19B L'impronta genetica (fingerprinting) del DNA 611

20 Spettroscopia (estensione on line)

- 20.1 Cos'è la radiazione elettromagnetica?
- 20.2 Cos'è la spettroscopia molecolare?
- 20.3 Cos'è la spettroscopia infrarossa?
- 20.4 Come si interpretano gli spettri infrarossi?
- 20.5 Cos'è la risonanza magnetica nucleare?
- 20.6 Cos'è la schermatura?
- 20.7 Cos'è uno spettro NMR?
- 20.8 Quanti segnali di risonanza sono presenti nello spettro NMR di un particolare composto?
- 20.9 Cos'è l'integrazione dei segnali?
- 20.10 Cos'è il chemical shift?
- 20.11 Cos'è la molteplicità del segnale?
- 20.12 Cos'è la spettroscopia ^{13}C -NMR e in cosa differisce dalla spettroscopia ^1H -NMR?
- 20.13 Come si risolve un problema relativo alla NMR?
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali
 - Domande veloci
 - Problemi
 - Attività di apprendimento di gruppo

CONNESSIONI CHIMICHE

- 20A La spettroscopia infrarossa: una finestra sull'attività cerebrale
- 20B Risonanza magnetica per imaging

21 Chimica organica del metabolismo (estensione on line)

- 21.1 Quali sono gli intermedi chiave nella glicolisi, nella β -ossidazione degli acidi grassi e nel ciclo dell'acido citrico?
- 21.2 Cos'è la glicolisi?
- 21.3 Quali sono le dieci reazioni della glicolisi?
- 21.4 Qual è il destino del piruvato?
- 21.5 Quali sono le reazioni della β -ossidazione degli acidi grassi?
- 21.6 Quali sono le reazioni del ciclo dell'acido citrico?
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali
 - Domande veloci
 - Reazioni chiave
 - Problemi
 - Attività di apprendimento di gruppo

Glossario (estensione on line)

Risposte ai problemi Ris. 1

Indice analitico I.1

Appendice 1 Costanti di acidità per le principali classi di acidi organici **A.1**
 Chemical shift caratteristici negli spettri ^1H -NMR **A.1**

Appendice 2 Chemical shift caratteristici negli spettri ^{13}C -NMR **A.2**
 Valori caratteristici delle frequenze di assorbimento nell'infrarosso **A.2**



Obiettivi del testo

Questo testo rappresenta un'introduzione alla chimica organica che richiede conoscenze di base di chimica generale. È frutto della nostra esperienza come docenti e della nostra valutazione delle prospettive attuali e future della chimica organica.

Con questo testo ci proponiamo diversi obiettivi. Per prima cosa, la maggior parte degli studenti che segue questo corso è orientata verso carriere scientifiche e solo una minoranza intende proseguire gli studi per diventare un chimico professionista; molti stanno studiando per intraprendere carriere in aree che richiedono una conoscenza di base della chimica organica. Nel testo esamineremo, pertanto, la struttura, le proprietà e le reazioni di molecole piuttosto semplici. Gli studenti possono poi sfruttare queste conoscenze nel loro successivo lavoro e nella vita professionale.

In secondo luogo, un corso introduttivo deve descrivere lo scopo e gli argomenti della chimica organica, nonché il suo enorme impatto sul nostro modo di vivere e lavorare. Per tale motivo sono forniti numerosi esempi di farmaci, plastiche, saponi e detergenti, fibre tessili naturali e sintetiche, raffinazione del petrolio, pesticidi, aromi artificiali, ecologia chimica, ecc. in specifiche parti del testo.

In terzo luogo, un corso introduttivo deve convincere gli studenti che la chimica organica è molto più di un elenco di nomi e reazioni. Ci sono alcuni argomenti o temi che non solo rendono la disciplina più facile da capire, ma forniscono anche un modo per analizzare la nuova chimica. La relazione tra la struttura molecolare e la reattività chimica è uno di tali argomenti. La teoria elettronica della chimica organica, che include le strutture di Lewis, gli orbitali atomici, l'ibridazione degli orbitali atomici e la teoria della risonanza sono presentate nel Capitolo 1. Il Capitolo 2 spiega la correlazione tra la struttura molecolare e le proprietà chimiche, la nomenclatura, la basicità e l'acidità. Variazioni dell'acidità e della basicità nei composti organici sono correlate all'elettronegatività, all'effetto induttivo e alla risonanza. Questi stessi concetti sono ripresi in tutto il testo nelle discussioni sulla struttura molecolare e sulla reattività chimica. La stereochimica è il secondo argomento ricorrente in tutto il testo. Il significato e l'importanza della disposizione degli atomi nello spazio sono introdotti nel Capitolo 3 con le conformazioni di alcani e cicloalcani, seguiti dall'isomeria *cis/trans* nei Capitoli 3 (cicloalcani) e 4 (alcheni). La simmetria e l'asimmetria delle molecole e il significato dell'asimmetria nel mondo biologico sono trattati nel Capitolo 6. La comprensione del meccanismo delle reazioni è il terzo argomento principale. I meccanismi delle reazioni sono presentati nel Capitolo 5; tali meccanismi non solo facilitano l'apprendimento, ma aiutano a comprendere la logica molecolare che è alla base della chimica organica e delle reazioni. In questo capitolo sono analizzati cinque schemi comuni che si riscontrano nei meccanismi di reazione trattati in questo capitolo e nei seguenti.

Destinatari

Questo testo offre un'introduzione alla chimica organica per studenti che intendano proseguire la propria carriera nell'ambito di una disciplina scientifica che richiede una conoscenza di base di chimica organica. Per questa ragione, abbiamo compiuto un particolare sforzo per mostrare, attraverso questo testo, le interrelazioni tra la chimica organica e le altre aree scientifiche, particolarmente quelle che hanno come oggetto la biologia e la salute. Studiando da questo testo, gli studenti potranno rendersi conto che la chimica organica è uno strumento indispensabile per molte altre discipline e che i composti organici, sia naturali sia sintetici, sono dappertutto intorno a noi – nei farmaci, nelle plastiche, nelle fibre, nei prodotti per l'agricoltura, nei rivestimenti, negli articoli per l'igiene personale e nei cosmetici, negli additivi alimentari, negli adesivi

e negli elastomeri. Inoltre, gli studenti avranno modo di constatare che la chimica organica è un'area scientifica dinamica e in continua espansione, particolarmente stimolante per coloro che sono preparati, grazie agli studi e alla curiosità personale, a porsi domande e ad approfondire le proprie conoscenze.

Novità di questa edizione

- **Introduzione al capitolo** che utilizza un approccio di indagine guidata per catturare l'attenzione degli studenti, entusiasmandoli per il materiale che stanno per leggere.
- **Più Problemi pratici** Abbiamo aggiunto più di 130 problemi pratici utilizzati dai docenti nei loro corsi.
- **Altre connessioni nel mondo reale** Al fine di mostrare le connessioni tra chimica organica e altre discipline, abbiamo aggiunto oltre 40 riferimenti, sia nel testo che a lato del testo, a prodotti o applicazioni del mondo reale.
- Abbiamo ridotto la lunghezza del testo. Il Capitolo 20, Spettroscopia, insieme al Capitolo 21, La chimica organica del metabolismo, saranno disponibili come estensioni on line nell'area riservata.

Caratteristiche speciali

“Meccanismo” Tali box sono stati aggiunti a ciascun meccanismo presente nel testo; essi forniscono uno schema teorico e sono un nuovo modo per presentare i meccanismi delle reazioni, usando passaggi base e argomenti ricorrenti che sono comuni alla maggior parte dei meccanismi delle reazioni. Questo approccio permette agli studenti di comprendere che le reazioni hanno molti punti in comune e ne rende più facile l'apprendimento. Mettendo in risalto graficamente i vari meccanismi presenti nel testo, viene sottolineata la loro importanza per l'apprendimento della chimica organica e si facilita la loro individuazione.

“Attività di apprendimento di gruppo” Sono presenti dopo i problemi di fine capitolo e forniscono agli studenti l'opportunità di imparare la chimica organica collaborando. Queste attività incoraggiano gli studenti a lavorare in gruppo e facilitano l'apprendimento più attivo nei loro studi.

“Parole e concetti chiave” In questa nuova edizione del testo sono presenti nel “Riepilogo dei quesiti fondamentali”.

“Come fare” Istruzioni dettagliate per affrontare problemi e concetti che gli studenti trovano spesso difficili.

“Connessioni chimiche” Includono applicazioni della chimica organica nel mondo che ci circonda, in particolare nelle scienze biochimiche, sanitarie e biologiche. Gli argomenti trattati in questi box rappresentano applicazioni reali della chimica organica ed evidenziano la connessione tra chimica organica e le future professioni degli studenti.

Problemi “Mettendo insieme” In questo testo, i problemi conclusivi di ciascun capitolo sono stati suddivisi per paragrafi, permettendo così agli studenti, in caso di difficoltà, di fare riferimento facilmente al paragrafo in questione. Al tal proposito, per aiutare gli studenti, abbiamo aggiunto la sezione “Mettendo insieme” alla fine dei Capitoli 3, 6, 10, 13 e 16. Ciascuna sezione è strutturata come se fosse una prova scritta d'esame, con domande di vario tipo (a risposta multipla, a risposta breve, problemi riguardanti i meccanismi e la sintesi, nomenclatura dei composti, previsione dei prodotti di una reazione, ecc.) e di diversa difficoltà (spesso è necessario conoscere i concetti contenuti in due o più capitoli precedenti).

Strategia per la risoluzione dei problemi Una delle maggiori difficoltà che gli studenti spesso incontrano, riguardo la risoluzione dei problemi, è sapere da dove cominciare. Per aiutare gli studenti a superare questa difficoltà, abbiamo inserito una Strategia in ogni Esempio riportato nel testo.

“Domande veloci” Le domande veloci sono un gruppo di affermazioni, vere o false, riportate alla fine di ogni capitolo e progettate per la comprensione dei concetti base contenuti nel capitolo. Queste affermazioni sono un modo per verificare se lo studente ha acquisito le giuste conoscenze prima di risolvere i problemi conclusivi di ciascun capitolo. Le risposte a queste domande veloci sono riportate a fine pagina, così che lo studente può velocemente controllare i progressi e, quando necessario, rivedere l'argomento trattato nel corrispondente paragrafo.

Attenzione all'apprendimento visivo Alcune ricerche nell'ambito della conoscenza e della cognizione hanno dimostrato che la visualizzazione e l'organizzazione possono aumentare considerevolmente l'apprendimento. Abbiamo inserito tali accorgimenti per l'apprendimento usando i callout (piccole caselle di testo) e, in questa edizione, ne abbiamo aumentato il numero, per evidenziare gli aspetti rilevanti di molte delle illustrazioni presenti nel testo. Così facendo, vengono evidenziate le informazioni importanti. Quando si deve ricordare un concetto o risolvere un problema, si può richiamare alla mente la corrispondente illustrazione presente nel testo. I segnali visivi forniti dai callout aiuteranno lo studente a ricordare, non solo il contenuto, ma anche il contesto in cui l'illustrazione è inserita.

Organizzazione del testo: una panoramica

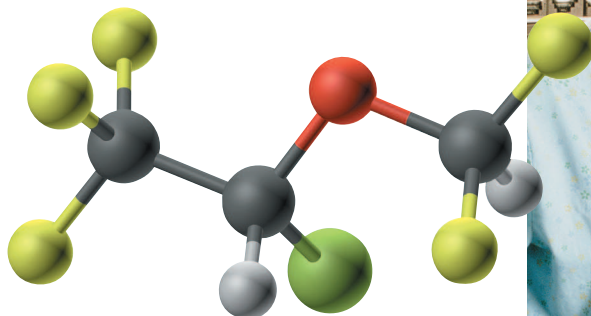
I Capitoli 1-10 pongono le basi per lo studio della chimica organica, rivisitando, dapprima, i concetti fondamentali relativi ai legami chimici, la forma delle molecole e la chimica acido-base. Sono, poi, esaminate le strutture e le reazioni tipiche di importanti classi di composti organici: alcani, alcheni e alchini, alogenuri alchilici, alcoli ed eteri, benzene e suoi derivati, ammine, aldeidi e chetoni e infine gli acidi carbossilici e i loro derivati.

Il Capitolo 20, Spettroscopia (on line), introduce la spettroscopia IR e la spettroscopia $^1\text{H-NMR}$ e $^{13}\text{C-NMR}$. La discussione di tali tecniche spettroscopiche non richiede, da parte degli studenti, un bagaglio culturale maggiore di quello che essi acquisiscono in un corso di chimica generale. Questo capitolo è a sé stante ed è possibile studiarlo in qualunque fase del corso, secondo i criteri adottati dal docente.

I Capitoli 11-15 trattano ancora i composti organici, compresi aldeidi e chetoni, acidi carbossilici e loro derivati. Il Capitolo 14 si chiude con un'introduzione alle reazioni aldoliche e di Michael e alle condensazioni di Claisen, tre modi importanti per la formazione di nuovi legami carbonio-carbonio. Il Capitolo 15 fornisce una breve introduzione alla chimica organica dei polimeri.

I Capitoli 16-19 presentano una breve introduzione alla chimica organica di carboidrati, amminoacidi e proteine, lipidi e acidi nucleici. Il Capitolo 21, La chimica organica del metabolismo (on line), mostra come la chimica sviluppata fino a questo punto possa essere applicata alla comprensione delle tre vie metaboliche principali – la glicolisi, la β -ossidazione degli acidi grassi e il ciclo dell'acido citrico.

Alcoli, eteri e tioli



Alan Levenson/Stone/Getty Images

8

Un anestesista somministra isoflurano a un paziente prima dell'operazione. La scoperta che in seguito all'inalazione di eteri un paziente possa diventare insensibile al dolore ha rivoluzionato la pratica medica. Inserto: un modello di isoflurano, $\text{CF}_3\text{CHClOCHF}_2$, un etere alogenato ampiamente usato come anestetico per inalazione sia nella medicina umana, sia in quella veterinaria.

QUESITI FONDAMENTALI

- 8.1 Cosa sono gli alcoli?
- 8.2 Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcoli?
- 8.3 Cosa sono gli eteri?
- 8.4 Cosa sono gli epossidi?
- 8.5 Cosa sono i tioli?
- 8.6 Quali sono le reazioni caratteristiche dei tioli?

COME FARE

- 8.1 Come assegnare il nome agli alcoli ciclici
- 8.2 Come prevedere i punti di ebollizione relativi di composti con peso molecolare simile
- 8.3 Come prevedere la posizione di equilibrio di una reazione acido-base
- 8.4 Come completare una reazione di disidratazione

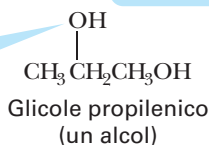
- 8.5 Come prevedere il prodotto di una reazione di epossidazione

CONNESSIONI CHIMICHE

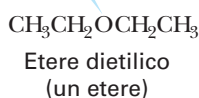
- 8A La nitroglicerina: un esplosivo e un farmaco
- 8B Controllo del tasso alcolico nel sangue
- 8C Ossido di etilene: uno sterilizzante chimico

PENSATE AL LIQUIDO ANTIGELO (glicole propilenico) che viene spruzzato sulle ali degli aerei in presenza di temperature inferiori agli 0°C , al gas narcotico (etere dietilico) che ha rivoluzionato il campo della chirurgia generale nel XIX secolo e all'odore di uova marce (etantiolo) addizionato alle bombole di gas di petrolio liquefatto (GPL) per segnalare la presenza del gas. Questi tre esempi rappresentano gli alcoli, gli eteri e i tioli, tre classi di composti che studieremo in questo capitolo.

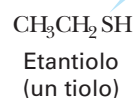
gli alcoli contengono il gruppo funzionale ossidrilico ($-\text{OH}$)



gli eteri ($\text{R}-\text{O}-\text{R}$) contengono un atomo di ossigeno legato a due atomi di carbonio facenti parte di una catena idrocarburica o di un anello



i tioli sono strutturalmente simili agli alcoli, ma contengono un gruppo $-\text{SH}$ al posto del gruppo $-\text{OH}$



Gli alcoli sono particolarmente importanti in laboratorio e nelle trasformazioni biochimiche dei composti organici. Essi possono essere convertiti in altri tipi di composti come alcheni, alogeni-

nuri alchilici, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici ed esteri. Gli alcoli, non solo possono essere trasformati in questi composti, ma possono essere anche preparati da essi. Abbiamo già visto come gli alcoli possano essere preparati dagli alcheni (Paragrafo 5.3B) e dagli alogenocalcani (Paragrafo 7.4). Gli alcoli giocano un ruolo centrale nell'interconversione dei gruppi funzionali organici e, quindi, nella nostra capacità di sintetizzare composti in grado di preservare e migliorare la nostra vita.

8.1 Cosa sono gli alcoli?

A. Struttura

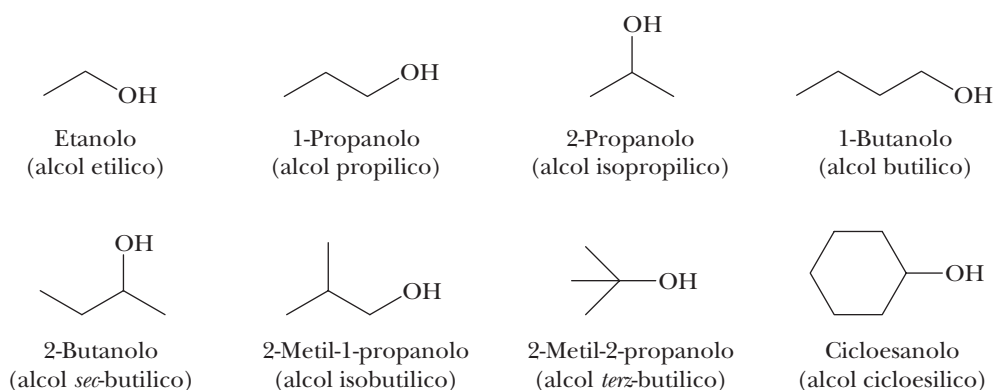
Il gruppo funzionale di un **alcol** è il **gruppo —OH (gruppo ossidrilico)** legato a un atomo di carbonio ibridato sp^3 (Paragrafo 1.7A). Anche l'atomo di ossigeno dell'alcol è ibridato sp^3 . Due orbitali ibridi sp^3 dell'ossigeno formano legami sigma con atomi di carbonio e idrogeno. Gli altri due orbitali ibridi sp^3 dell'ossigeno sono occupati ciascuno da una coppia di elettroni non condivisi. La Figura 8.1 mostra la struttura di Lewis e un modello a sfere e bastoncini del metanolo, CH_3OH , l'alcol più semplice.

B. Nomenclatura

Deriviamo i nomi IUPAC degli alcoli nella stessa maniera di quelli degli alcani, con l'eccezione che il suffisso del nome dell'alcano di riferimento viene cambiato da *-o* a *-olo*. Il suffisso *-olo* ci dice che il composto è un alcol.

1. Scegli come alcano di riferimento la catena più lunga di atomi di carbonio contenente il gruppo —OH e numera la catena a partire dall'estremità più vicina al gruppo —OH. La localizzazione del gruppo —OH ha la precedenza sui gruppi alchilici e sugli atomi di alogeno nel numerare la catena base.
2. Cambia il suffisso dell'alcano di riferimento da *-o* a *-olo* (Paragrafo 3.5) e usa un numero per mostrare la posizione del gruppo —OH. Per gli alcoli ciclici, la numerazione comincia dal carbonio legato al gruppo —OH.
3. Assegna il nome e numera i sostituenti, quindi elencali in ordine alfabetico.

I nomi comuni degli alcoli si ottengono indicando il gruppo alchilico legato al gruppo —OH fatto precedere dalla parola *alcol*. Di seguito sono riportati i nomi IUPAC e, in parentesi, i nomi d'uso di otto alcoli a basso peso molecolare:



Classifichiamo un alcol come **primario** (1°), **secondario** (2°) o **terziario** (3°) a seconda che il gruppo —OH sia su un carbonio primario, secondario o terziario (Paragrafo 1.7A).

Nel sistema IUPAC, un composto con due gruppi ossidrilici è chiamato **diolo**, uno con tre gruppi ossidrilici **triolo** e così via. Nei nomi IUPAC dei dioli, trioli e così via, il suffisso *-o* dell'alcano corrispondente viene rimosso come, per esempio, nel 1,2-etandiolo. I composti

Alcol Composto contenente un gruppo —OH (ossidrilico) legato a un carbonio ibridato sp^3 .

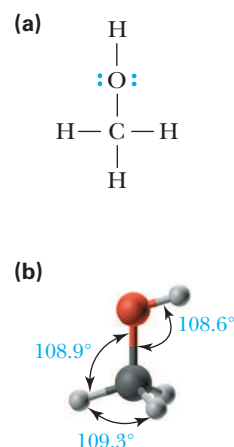


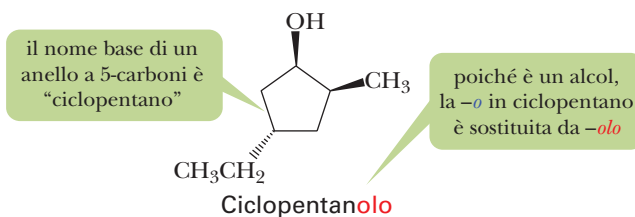
FIGURA 8.1 Metanolo, CH_3OH . (a) Struttura di Lewis e (b) modello a sfere e bastoncini. L'angolo $\text{H}-\text{C}-\text{O}$ nel metanolo misura 108.6° , molto simile all'angolo tetraedrico di 109.5° .



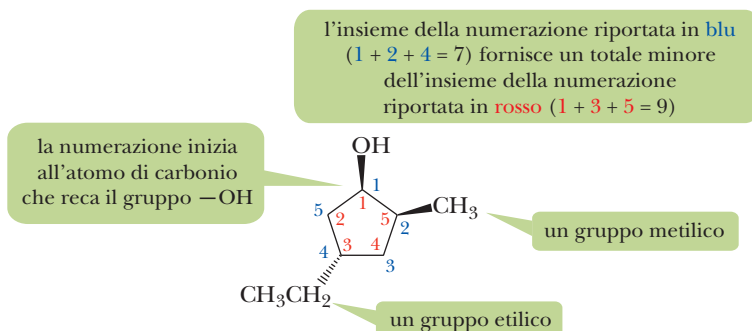
Il glicole etilenico è una molecola polare che si scioglie rapidamente in acqua, un solvente polare.

Come assegnare il nome agli alcoli ciclici

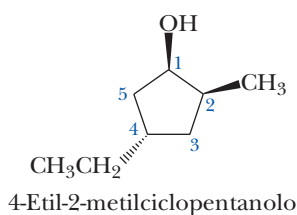
- (a) Per prima cosa, determina il nome base del cicloalcano e sostituisce il suffisso *-o* con *-olo*.



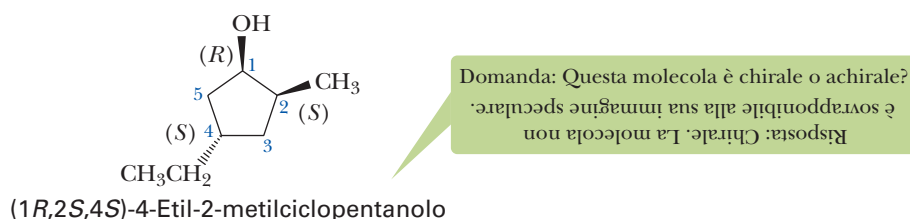
- (b) Attribuisce il nome e numera i sostituenti. La numerazione parte dal carbonio che porta legato il gruppo —OH e procede nella direzione che porta alla *somma* più bassa dei numeri dei sostituenti.



- (c) Elenca i sostituenti in ordine alfabetico, preceduti dal numero di posizione sull'anello. Si sottintende che la posizione 1 sia attribuita al gruppo —OH .

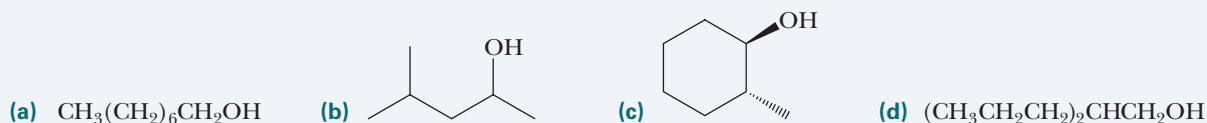


- (d) Non dimenticare di assegnare la stereochimica.



ESEMPIO 8.1

Scrivi i nomi IUPAC dei seguenti alcoli:



STRATEGIA

Per prima cosa, individua la catena più lunga di carboni che contenga il gruppo —OH . Questo ti permetterà di individuare il nome base. Poi, identifica gli atomi o gruppi di atomi che non fanno parte della catena di carboni. Questi saranno i sostituenti.

SOLUZIONE

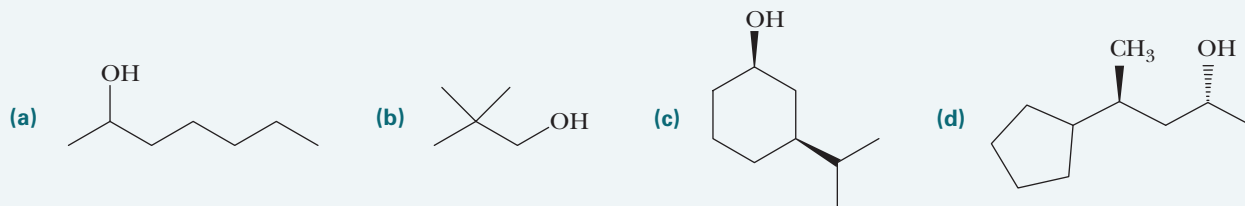
(a) 1-Ottanolo (b) 4-Metil-2-pentanol (c) *trans*-2-Metilcicloesanol o (1*R*,2*R*)-2-metilcicloesanol (d) 2-Propil-1-pentanol

Vedi problemi 8.14, 8.15, 8.17

questo nome non specifica la configurazione e non consente di sapere a quale enantiomero di questo composto chirale sia riferito

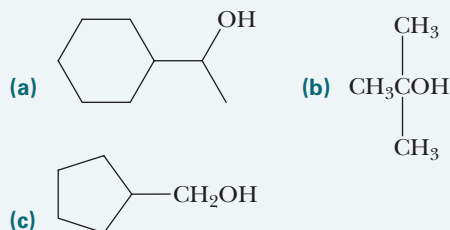
PROBLEMA 8.1

Scrivi i nomi IUPAC dei seguenti alcoli:



ESEMPIO 8.2

Classifica ciascuno dei seguenti alcoli come primario, secondario o terziario:



STRATEGIA

Determina quanti carboni sono legati al carbonio che lega il gruppo —OH (1 carbonio = 1°, 2 carboni = 2°, 3 carboni = 3°)

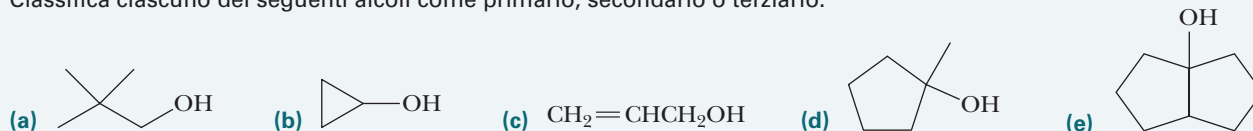
SOLUZIONE

(a) Secondario (2°) (b) Terziario (3°) (c) Primario (1°)

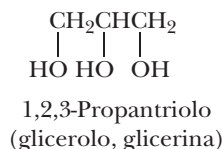
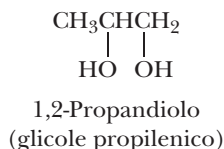
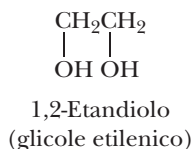
Vedi problema 8.13

PROBLEMA 8.2

Classifica ciascuno dei seguenti alcoli come primario, secondario o terziario:



contenenti due gruppi ossidrilici su carboni diversi sono spesso indicati come **glicoli**. Il glicole etilenico e il glicole propilenico sono preparati dall'etilene e dal propilene, rispettivamente, e da questi derivano i loro nomi comuni:



Glicole Composto con due gruppi ossidrilici (—OH) su carboni diversi.

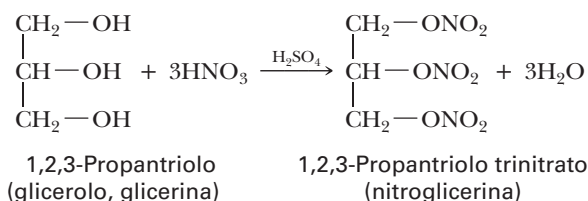
Composti contenenti gruppi —OH e C=C sono spesso chiamati alcoli insaturi. Per assegnare il nome a un alcol insaturo:

1. Numera l'alcano di riferimento in modo da dare al gruppo —OH il numero più basso.
2. Indica la presenza del doppio legame cambiando l'infisso dell'alcano da *-an* a *-en* (Paragrafo 3.5) e la presenza del gruppo alcolico cambiando la desinenza *-o* dell'alcano di riferimento in *-olo*.
3. Utilizza dei numeri per indicare la posizione sia del doppio legame carbonio-carbonio sia del gruppo ossidrilico. Ricorda che il gruppo ossidrilico ha precedenza nella numerazione della catena di riferimento.

Connessioni chimiche 8A

LA NITROGLICERINA: UN ESPLOSIVO E UN FARMACO

Nel 1847, Ascanio Sobrero (1812-1888) scoprì che l'1,2,3-propantriolo, più comunemente chiamato glicerina, reagisce con l'acido nitrico in presenza di acido solforico per dare un liquido oleoso, di colore giallo pallido, chiamato nitroglicerina:

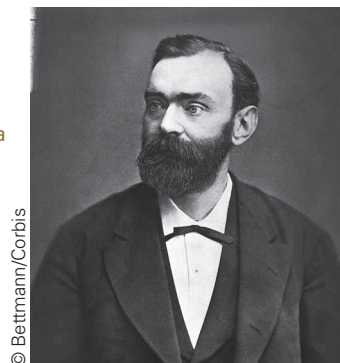


Sobrero scoprì anche le proprietà esplosive di questo composto: quando ne riscaldava una piccola quantità, esso esplodeva! Immediatamente, la nitroglicerina divenne l'esplosivo universalmente usato nella costruzione di canali, gallerie, strade e miniere e, naturalmente, in guerra.

Un problema connesso all'uso della nitroglicerina divenne subito evidente: era molto difficile maneggiarla in sicurezza, infatti, avvenivano molto spesso esplosioni accidentali. Il chimico svedese Alfred Nobel (1833-1896) risolse il problema: infatti, scoprì che una sostanza argillosa, chiamata polvere di diatomee, assorbe la nitroglicerina in modo che non possa esplodere senza essere prima fusa. A questa miscela di nitroglicerina, polvere di diatomee e carbonato di sodio diede il nome di *dinamite*.

Sorprendentemente, rispetto a quanto si possa pensare, la nitroglicerina è usata in medicina per trattare l'angina pectoris, il cui sintomo è un acuto dolore al petto causato da un ridotto afflusso di sangue alle

La fortuna di Alfred Nobel, 1833-1896, costruita sulla produzione della dinamite, oggi finanzia il Premio Nobel.



© Bettmann/Corbis

arterie coronariche. La nitroglicerina, che è disponibile in forma liquida (diluata con alcol per renderla non esplosiva), in pastiglie o sotto forma di pasta, determina il rilasciamento della muscolatura liscia dei vasi sanguigni, causando la dilatazione delle arterie coronariche. Questa dilatazione, a sua volta, consente un maggiore afflusso di sangue al cuore.

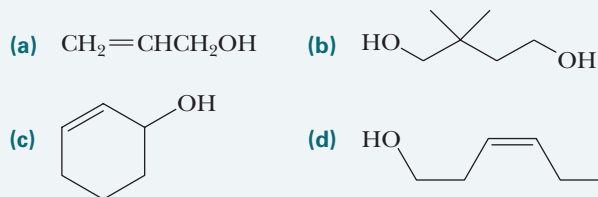
Quando Nobel si ammalò di cuore, il suo medico gli consigliò di assumere nitroglicerina per alleviare i dolori al petto. Egli rifiutò, affermando che non capiva come un esplosivo potesse aiutarlo. Ci sono voluti più di 100 anni per dare una risposta. Ora sappiamo che è l'ossido di azoto, NO, derivato dai gruppi nitrici della nitroglicerina, che attenua il dolore.

Domanda

Classifica ciascun gruppo ossidrilico del glicerolo come 1° o 2° o 3°.

ESEMPIO 8.3

Scrivi il nome IUPAC dei seguenti alcoli:



STRATEGIA

Per prima cosa, individua la catena più lunga di atomi di carbonio. Questo ti permetterà di individuare il nome base. Se l'alcol è insaturo, il nome deve rispettare la formula generale #-alchen-#-olo. Se vi sono due gruppi -OH, il composto è

denominato come #-,-alcandiolo se è saturo o come #-alchen-#,-diolo se è insaturo.

SOLUZIONE

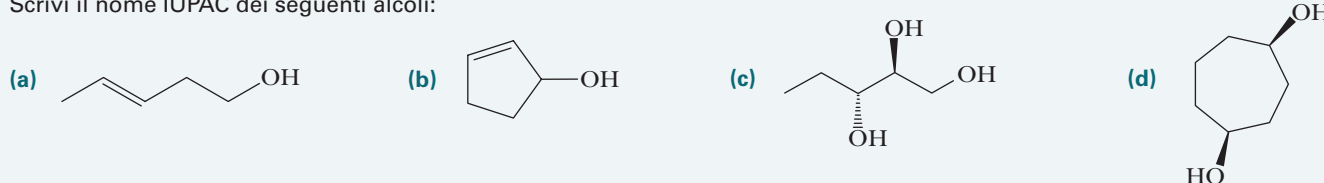
- (a) 2-Propen-1-olo. Il suo nome comune è alcol allilico.
 (b) 2,2-Dimetil-1,4-butanediolo.
 (c) 2-Cicloesenolo.
 (d) *cis*-3-Esen-1-olo. Questo alcol insaturo a volte è chiamato alcol delle foglie a causa della sua presenza nelle foglie di piante profumate, compresi alberi e cespugli.

in questo alcol ciclico si assume che il gruppo -OH sia al C-1

Vedi problemi 8.14, 8.15, 8.17

PROBLEMA 8.3

Scrivi il nome IUPAC dei seguenti alcoli:



C. Proprietà fisiche

La più importante proprietà fisica degli alcoli è la polarità dei loro gruppi —OH . A causa della grande differenza di elettronegatività (Tabella 1.5) tra l'ossigeno e il carbonio ($3.5 - 2.5 = 1.0$) e tra l'ossigeno e l'idrogeno ($3.5 - 2.1 = 1.4$), entrambi i legami C—O e O—H di un alcol sono covalenti polari e gli alcoli sono molecole polari, come illustrato nella Figura 8.2 per il metanolo.

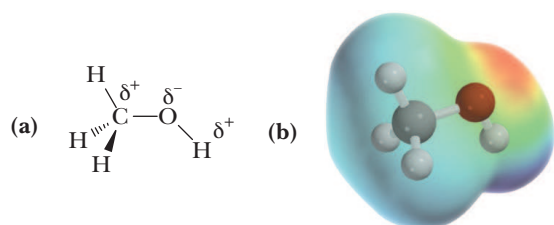


FIGURA 8.2 Polarità del legame C—O—H nel metanolo. (a) Vi sono parziali cariche positive sul carbonio e sull'idrogeno e una parziale carica negativa sull'ossigeno. (b) Una mappa della densità elettronica mostra la parziale carica negativa (in rosso) attorno all'ossigeno e una parziale carica positiva (in blu) attorno all'idrogeno del gruppo —OH .

Nella Tabella 8.1 sono elencati i punti di ebollizione (p.e.) e le solubilità in acqua di cinque gruppi di alcoli e alcani con pesi molecolari simili. Nota che, tra i vari composti messi a confronto in ciascun gruppo, gli alcoli hanno i punti di ebollizione più alti e sono i più solubili in acqua.

Gli alcoli hanno punto di ebollizione più alto degli alcani di peso molecolare simile perché sono molecole polari e perché possono associarsi allo stato liquido grazie a un tipo di attrazione intermolecolare noto come **legame idrogeno** (Figura 8.3). La forza di un legame idrogeno tra molecole di alcoli varia da 8.4 a 21 kJ/mol (2 e 5 kcal/mol). Per fare un confronto, la forza di un legame covalente O—H in una molecola di alcol è circa 460 kJ/mol (110 kcal/mol). Come si può vedere dal confronto di questi valori, il legame idrogeno O—H è notevolmente più debole di un legame covalente O—H . Ciò nonostante, esso è sufficiente per indurre un considerevole effetto sulle proprietà fisiche degli alcoli.

A causa dei legami idrogeno tra molecole di alcol allo stato liquido, è richiesta un'energia addizionale per separare ciascuna molecola di alcol da quella vicina e questo spiega il punto di ebollizione più alto degli alcoli rispetto agli alcani. La presenza di altri gruppi ossidrilici in una molecola aumenta ulteriormente l'importanza dei legami idrogeno, come si può vedere dal confronto tra il punto di ebollizione dell'1-pentanololo (138°C) e 1,4-butanoliolo (230°C), entrambi con pesi molecolari molto simili.

A causa dell'aumento delle forze di dispersione (Paragrafo 3.8B) tra molecole più grandi, i punti di ebollizione di tutti i tipi di composti, inclusi gli alcoli, aumentano all'au-

Legame idrogeno La forza attrattiva tra la parziale carica positiva di un idrogeno e la parziale carica negativa di un vicino atomo di ossigeno, azoto o fluoro.

TABELLA 8.1 Punti di ebollizione e solubilità in acqua di cinque gruppi di alcani e alcoli con pesi molecolari simili

Formula di struttura	Nome	Peso molecolare	Punto di ebollizione ($^\circ\text{C}$)	Solubilità in acqua
CH_3OH	Metanolo	32	65	Infinita
CH_3CH_3	Etano	40	-89	Insolubile
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Etanolo	46	78	Infinita
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	Propano	44	-42	Insolubile
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-Propanolo	60	97	Infinita
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	Butano	58	0	Insolubile
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-Butanolo	74	117	8 g/100 g
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	Pentano	72	36	Insolubile
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-Pentanololo	88	138	2.3 g /100 g
$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1,4-Butandoliolo	90	230	Infinita
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	Esano	86	69	Insolubile

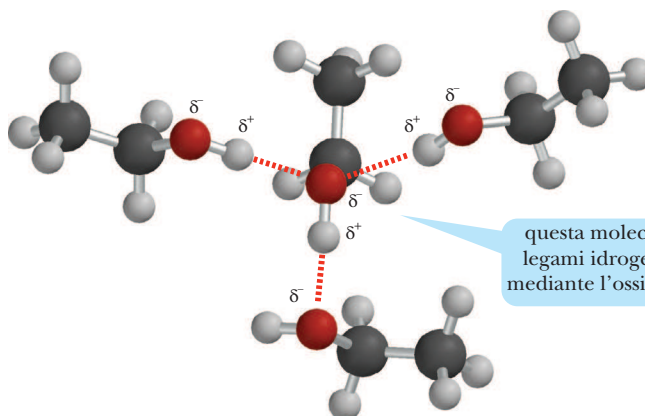


FIGURA 8.3

L'associazione delle molecole di etanolo allo stato liquido. Ogni O—H può partecipare ad un massimo di tre legami idrogeno (uno mediante l'idrogeno e due mediante l'ossigeno).

questa molecola è mostrata partecipare a tre legami idrogeno (mostrati come): due mediante l'ossigeno ed uno mediante l'idrogeno

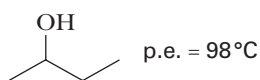
Come prevedere i punti di ebollizione relativi di composti con peso molecolare simile

- (a) Cerca di individuare quelle caratteristiche che fanno aumentare il punto di ebollizione di un composto, quali una maggiore polarità, la capacità di formare legami idrogeno con altre molecole (valido per composti contenenti legami N—H o O—H), una maggiore superficie molecolare.
- (b) Il punto di ebollizione solitamente segue questo andamento:

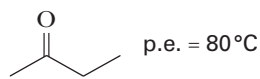
Punto di ebollizione
più alto

Esempi

composti polari che sono
sia donatori sia accettori
di legami idrogeno

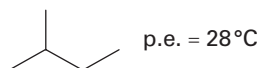


composti polari che non
possono stringere legami idrogeno
o che possono essere solo donatori
o accettori di legami idrogeno,
ma non entrambi



Punto di ebollizione
più basso

composti non polari



mentare del peso molecolare. (Confronta, per esempio, i punti di ebollizione di etanolo, 1-propanolo, 1-butanolo e 1-pentanol).

Gli alcoli sono molto più solubili in acqua rispetto agli alcani, agli alcheni e agli alchini di pari peso molecolare. L'aumento della loro solubilità è dovuto ai legami idrogeno tra le molecole di alcol e di acqua. Metanolo, etanolo e 1-propanolo sono solubili in acqua in tutte le proporzioni. All'aumentare del peso molecolare, le proprietà fisiche degli alcoli diventano più simili a quelle degli idrocarburi di simile peso molecolare. Gli alcoli a più alto peso molecolare sono molto meno solubili in acqua a causa dell'aumento di dimensione della parte idrocarburica della molecola.

8.2 Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcoli?

In questo paragrafo studieremo l'acidità e la basicità degli alcoli, la loro disidratazione ad alcheni, la loro trasformazione in alogenuri alchilici e la loro ossidazione ad aldeidi, chetoni o acidi carbossilici.

William H. Brown • Thomas Poon

Introduzione alla Chimica Organica

Accedi all'ebook e 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 alla versione **ebook** del testo e agli ulteriori servizi.
L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

