

- 1 Legame covalente e forma delle molecole **1**
- 2 Acidi e basi, elettrofilii e nucleofili **45**
- 3 Alcani e cicloalcani **73**
- 4 Alcheni e alchini **117**
- 5 Meccanismi di reazione, reazioni di alcheni e alchini **123**
- 6 Chiralità: l'asimmetria delle molecole **185**
- 7 Alogenoalcani **217**
- 8 Alcoli, eteri e tioli **253**
- 9 Il benzene e l'aromaticità **293**
- 10 Ammine **327**
- 11 Aldeidi e chetoni **353**
- 12 Acidi carbossilici **393**
- 13 Derivati funzionali degli acidi carbossilici **425**
- 14 Anioni enolato **461**
- 15 Chimica dei polimeri organici **499**
- 16 Carboidrati **521**
- 17 Amminoacidi e proteine **555**
- 18 Lipidi **585**
- 19 Acidi nucleici **611**
- 20 Spettroscopia  (*estensione on line*)
- 21 Chimica organica del metabolismo  (*estensione on line*)
- 22 Reattività del benzene e dei composti aromatici  (*estensione on line*)

1 Legame covalente e forma delle molecole 1

- 1.1 Come si può descrivere la struttura elettronica degli atomi? 3
- 1.2 Cos'è il modello di Lewis del legame chimico? 9
- 1.3 Come si possono prevedere gli angoli di legame e la forma delle molecole? 18
- 1.4 Come si può prevedere se una molecola è polare o apolare? 22
- 1.5 Cos'è la risonanza? 24
- 1.6 Cos'è il modello di sovrapposizione degli orbitali per il legame covalente? 26
- 1.7 Cosa sono i gruppi funzionali? 31
Riepilogo dei quesiti fondamentali 36
Domande veloci 37
Problemi 39
Guardando avanti 43
Attività di apprendimento di gruppo 44

CONNESSIONI CHIMICHE

- 1A Fullerene: una nuova forma del carbonio 21

2 Acidi e basi, elettrofili e nucleofili 45

- 2.1 Cos'è la simbologia delle frecce curve? 46
- 2.2 Cosa sono gli acidi e le basi secondo Arrhenius? 48
- 2.3 Cosa sono gli acidi e le basi secondo Brønsted e Lowry? 49
- 2.4 Come si può misurare la forza di un acido o di una base? 51
- 2.5 Come si può determinare la posizione dell'equilibrio in una reazione acido-base? 53
- 2.6 Qual è la relazione tra struttura molecolare e acidità? 55
- 2.7 Cosa sono gli acidi e le basi secondo Lewis? 60
- 2.8 Cosa sono gli elettrofili e i nucleofili? 63
- 2.9 Si può prevedere la forza di un nucleofilo solo dalla sua basicità? 65
Riepilogo dei quesiti fondamentali 66
Domande veloci 67
Reazioni chiave 68

- Problemi 68
- Guardando avanti 71
- Attività di apprendimento di gruppo 72

3 Alcani e cicloalcani 73

- 3.1 Cosa sono gli alcani? 74
- 3.2 Cos'è l'isomeria costituzionale degli alcani? 76
- 3.3 Qual è la nomenclatura degli alcani? 78
- 3.4 Cosa sono i cicloalcani? 83
- 3.5 Come si applica il sistema di nomenclatura IUPAC alle molecole che contengono gruppi funzionali? 84
- 3.6 Quali sono le conformazioni degli alcani e dei cicloalcani? 86
- 3.7 Cos'è l'isomeria cis-trans dei cicloalcani? 92
- 3.8 Quali sono le proprietà fisiche degli alcani e dei cicloalcani? 96
- 3.9 Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcani? 99
- 3.10 Quali sono le fonti degli alcani? 100
Riepilogo dei quesiti fondamentali 104
Domande veloci 105
Reazioni chiave 106
Problemi 106
Guardando avanti 111
Attività di apprendimento di gruppo 112
Mettendo insieme 112

CONNESSIONI CHIMICHE

- 3A Una specie velenosa: il pesce palla 94
- 3B Numero di ottano: il significato di questo numero per la combustione 103

4 Alcheni e alchini 103

- 4.1 Quali sono le strutture e le forme di alcheni e alchini? 119
- 4.2 Qual è la nomenclatura di alcheni e alchini? 122
- 4.3 Quali sono le proprietà fisiche di alcheni e alchini? 130

- 4.4** Perché gli 1-alchini (alchini terminali) sono acidi deboli? **131**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **132**
 Domande veloci **133**
 Problemi **133**
 Guardando avanti **137**
 Attività di apprendimento di gruppo **137**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 4A** L'etilene, un regolatore di crescita delle piante **118**
4B L'isomeria *cis-trans* nel processo della visione **121**
4C Perché le piante emettono isoprene? **130**

5

Meccanismi di reazione, reazioni di alcheni e alchini **139**

- 5.1** Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcheni? **139**
5.2 Cos'è l'energia libera? **141**
5.3 Cosa determina la velocità di una reazione e come possiamo influire su di essa? **145**
5.4 Cos'è un meccanismo di reazione? **151**
5.5 Cosa sono i meccanismi di addizione elettrofila agli alcheni? **153**
5.6 Cosa sono i riarrangiamenti carbocationici? **164**
5.7 Cos'è l'idroborazione-ossidazione di un alchene? **167**
5.8 Come si può ridurre un alchene ad alcano? **169**
5.9 Come si può usare un anione acetiluro per formare un nuovo legame carbonio-carbonio? **172**
5.10 Come si possono ridurre gli alchini ad alcheni e alcani? **174**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **175**
 Domande veloci **177**
 Reazioni chiave **178**
 Problemi **179**
 Guardando avanti **183**
 Attività di apprendimento di gruppo **183**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 5A** Energia libera e costante di equilibrio di una reazione **141**
5B Il ghiaccio istantaneo: un processo endotermico che dona sollievo! **143**

6

Chiralità: l'asimmetria delle molecole **185**

- 6.1** Cosa sono gli stereoisomeri? **186**
6.2 Cosa sono gli enantiomeri? **186**
6.3 Come si designa la configurazione di uno stereocentro? **191**
6.4 Cos'è la regola 2n? **193**
6.5 Come si descrive la chiralità di molecole cicliche aventi due stereocentri? **197**
6.6 Come si descrive la chiralità di molecole aventi tre o più stereocentri? **200**
6.7 Quali sono le proprietà degli stereoisomeri? **200**
6.8 Come si rileva la chiralità in laboratorio? **201**
6.9 Qual è l'importanza della chiralità nel mondo biologico? **202**
6.10 Come si possono separare gli enantiomeri? **203**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **205**
 Domande veloci **206**
 Problemi **207**
 Trasformazioni chimiche **211**
 Guardando avanti **212**
 Attività di apprendimento di gruppo **212**
 Mettendo insieme **213**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 6A** Farmaci chirali **204**

7

Alogenoalcani **217**

- 7.1** Qual è la nomenclatura degli alogenoalcani? **218**
7.2 Quali sono le reazioni caratteristiche degli alogenoalcani? **220**
7.3 Quali sono i prodotti delle reazioni di sostituzione nucleofila alifatica? **222**
7.4 Quali sono i meccanismi di sostituzione nucleofila S_N2 e S_N1 ? **224**
7.5 Cosa determina la prevalenza di S_N1 o S_N2 ? **228**
7.6 Come si può prevedere la prevalenza di S_N2 o S_N1 in base alle condizioni sperimentali? **233**
7.7 Quali sono i prodotti della β -eliminazione? **235**
7.8 Quali sono i meccanismi della β -eliminazione $E1$ ed $E2$? **238**

- 7.9** In quali casi la sostituzione nucleofila e la β -eliminazione competono tra loro? **241**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **244**
 Domande veloci **245**
 Reazioni chiave **245**
 Problemi **246**
 Trasformazioni chimiche **250**
 Guardando avanti **251**
 Attività di apprendimento di gruppo **252**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 7A** L'impatto ambientale dei clorofluorocarburi **220**
7B Le conseguenze della legislazione sull'uso dei clorofluorocarburi per i malati d'asma **243**

8 Alcoli, eteri e tioli **253**

- 8.1** Cosa sono gli alcoli? **254**
8.2 Quali sono le reazioni caratteristiche degli alcoli? **259**
8.3 Cosa sono gli eteri? **272**
8.4 Cosa sono gli epossidi? **276**
8.5 Cosa sono i tioli? **280**
8.6 Quali sono le reazioni caratteristiche dei tioli? **283**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **284**
 Domande veloci **285**
 Reazioni chiave **286**
 Problemi **287**
 Trasformazioni chimiche **291**
 Guardando avanti **291**
 Attività di apprendimento di gruppo **292**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 8A** La nitroglicerina: un esplosivo e un farmaco **257**
8B Controllo del tasso alcolico nel sangue **272**
8C Ossido di etilene: uno sterilizzante chimico **280**

9 Il benzene e l'aromaticità **293**

- 9.1** Qual è la struttura del benzene? **294**
9.2 Cosa è l'aromaticità? **298**
9.3 Qual è la nomenclatura dei derivati del benzene e quali sono le loro proprietà fisiche? **302**

- 9.4** Qual è la posizione benzilica e come contribuisce alla reattività del benzene? **305**
9.5 Qual è il meccanismo della sostituzione elettrofila aromatica? **305**
9.6 Cosa sono i fenoli? **314**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **320**
 Domande veloci **321**
 Reazioni chiave **322**
 Problemi **322**
 Trasformazioni chimiche **325**
 Guardando avanti **326**
 Attività di apprendimento di gruppo **326**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 9A** I sogni rivelatori e l'etica della ricerca **295**
9B Composti cancerogeni aromatici polinucleari e cancro **299**
9B Capsaicina, per quelli che amano il piccante **318**

10 Ammine **327**

- 10.1** Cosa sono le ammine? **327**
10.2 Qual è la nomenclatura delle ammine? **330**
10.3 Quali sono le proprietà fisiche caratteristiche delle ammine? **333**
10.4 Quali sono le proprietà acido-base delle ammine? **335**
10.5 Quali reazioni danno le ammine con gli acidi? **339**
10.6 Come si sintetizzano le arilammine? **341**
10.7 In che modo le ammine agiscono da nucleofili? **342**
 Riepilogo dei quesiti fondamentali **344**
 Domande veloci **344**
 Reazioni chiave **345**
 Problemi **346**
 Trasformazioni chimiche **349**
 Guardando avanti **337**
 Attività di apprendimento di gruppo **350**
 Mettendo insieme **350**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 10A** La morfina come modello nel progettare e scoprire nuovi farmaci **328**
10B Le rane delle frecce avvelenate del Sud America: ammine letali **333**

11 Aldeidi e chetoni 353

- 11.1 Cosa sono le aldeidi e i chetoni? 354
 - 11.2 Qual è la nomenclatura delle aldeidi e dei chetoni? 354
 - 11.3 Quali sono le proprietà fisiche delle aldeidi e dei chetoni? 358
 - 11.4 Qual è la reazione più comune delle aldeidi e dei chetoni? 359
 - 11.5 Cosa sono i reattivi di Grignard e come reagiscono con le aldeidi e i chetoni? 359
 - 11.6 Cosa sono gli emiacetali e gli acetali? 364
 - 11.7 Come reagiscono le aldeidi e i chetoni con l'ammoniaca e le ammine? 370
 - 11.8 Cos'è la tautomeria cheto-enolica? 374
 - 11.9 Come si ossidano le aldeidi e i chetoni? 377
 - 11.10 Come si riducono le aldeidi e i chetoni? 380
- Riepilogo dei quesiti fondamentali 382
- Domande veloci 383
- Reazioni chiave 384
- Problemi 385
- Trasformazioni chimiche 390
- Guardando avanti 391
- Attività di apprendimento di gruppo 392

CONNESSIONI CHIMICHE

- 11A Una sintesi ecosostenibile dell'acido adipico 379

12 Acidi carbossilici 393

- 12.1 Cosa sono gli acidi carbossilici? 393
 - 12.2 Qual è la nomenclatura degli acidi carbossilici? 394
 - 12.3 Quali sono le proprietà fisiche degli acidi carbossilici? 397
 - 12.4 Quali sono le proprietà acido-base degli acidi carbossilici? 398
 - 12.5 Come può essere ridotto il gruppo carbossilico? 402
 - 12.6 Cos'è l'esterificazione di Fischer? 405
 - 12.7 Cosa sono i cloruri acilici? 409
 - 12.8 Cos'è la decarbossilazione? 411
- Riepilogo dei quesiti fondamentali 415
- Domande veloci 415
- Reazioni chiave 416
- Problemi 417

- Trasformazioni chimiche 422
- Guardando avanti 422
- Attività di apprendimento di gruppo 423

CONNESSIONI CHIMICHE

- 12A Dalla corteccia del salice all'aspirina e oltre 402
- 12B Esteri come aromatizzanti 407
- 12C Corpi chetonici e diabete 412

13 Derivati funzionali degli acidi carbossilici 425

- 13.1 Quali sono i principali derivati degli acidi carbossilici e qual è la loro nomenclatura? 426
 - 13.2 Quali sono le reazioni caratteristiche dei derivati degli acidi carbossilici? 431
 - 13.3 Cos'è l'idrolisi? 432
 - 13.4 Come reagiscono i derivati degli acidi carbossilici con gli alcoli? 437
 - 13.5 Come reagiscono i derivati degli acidi carbossilici con l'ammoniaca e le ammine? 440
 - 13.6 Come possono essere interconvertiti i derivati degli acidi carbossilici? 442
 - 13.7 Come reagiscono gli esteri con i reattivi di Grignard? 443
 - 13.8 Come possono essere ridotti i derivati degli acidi carbossilici? 445
- Riepilogo dei quesiti fondamentali 449
- Domande veloci 450
- Reazioni chiave 450
- Problemi 452
- Trasformazioni chimiche 457
- Guardando avanti 458
- Attività di apprendimento di gruppo 458
- Mettendo insieme 458

CONNESSIONI CHIMICHE

- 13A Protezione parziale e totale dai raggi ultravioletti 427
- 13B Dal trifoglio ammuffito agli anticoagulanti 428
- 13C Le penicilline e le cefalosporine: antibiotici β -lattamici 429
- 13D Le piretrine: insetticidi naturali isolati dalle piante 439
- 13E La resistenza sistemica acquisita nelle piante 442

14 Anioni enolato 461

- 14.1 Cosa sono gli anioni enolato e come si formano? 462
- 14.2 Cos'è la reazione aldolica? 465
- 14.3 Cosa sono le condensazioni di Claisen e di Dieckmann? 472
- 14.4 Come intervengono nei processi biologici le reazioni aldoliche e le condensazioni di Claisen? 479
- 14.5 Cos'è la reazione di Michael? 481
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 488
 - Domande veloci 488
 - Reazioni chiave 489
 - Problemi 490
 - Trasformazioni chimiche 495
 - Guardando avanti 496
 - Attività di apprendimento di gruppo 497

CONNESSIONI CHIMICHE

- 14A Farmaci che riducono la concentrazione plasmatica di colesterolo 480
- 14B Composti antitumorali: la reazione di Michael in natura 487

15 Chimica dei polimeri organici 499

- 15.1 Qual è l'architettura dei polimeri? 500
- 15.2 Qual è la nomenclatura dei polimeri e come si rappresenta la loro struttura? 500
- 15.3 Qual è la morfologia dei polimeri? Materiali cristallini e amorfi 502
- 15.4 Cos'è la polimerizzazione a stadi? 503
- 15.5 Cos'è la polimerizzazione a catena? 508
- 15.6 Quali plastiche sono comunemente riciclate in grandi quantità? 514
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 515
 - Domande veloci 516
 - Reazioni chiave 517
 - Problemi 517
 - Guardando avanti 519
 - Attività di apprendimento di gruppo 519

CONNESSIONI CHIMICHE

- 15A Punti che si dissolvono 508
- 15B Carta o plastica? 510

16 Carboidrati 521

- 16.1 Cosa sono i carboidrati? 521
- 16.2 Cosa sono i monosaccaridi? 522
- 16.3 Quali sono le strutture cicliche dei monosaccaridi? 526
- 16.4 Quali sono le reazioni caratteristiche dei monosaccaridi? 531
- 16.5 Cosa sono i disaccaridi e gli oligosaccaridi? 536
- 16.6 Cosa sono i polisaccaridi? 539
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 543
 - Domande veloci 544
 - Reazioni chiave 545
 - Problemi 546
 - Guardando avanti 549
 - Attività di apprendimento di gruppo 550
 - Mettendo insieme 551

CONNESSIONI CHIMICHE

- 16A Dolcezza relativa di alcuni carboidrati e dolcificanti artificiali 537
- 16B Determinanti antigenici dei gruppi sanguigni A, B, AB e 0 538
- 16C Polisaccaridi nell'industria farmaceutica 542

17 Amminoacidi e proteine 540

- 17.1 Quali sono le molteplici funzioni delle proteine? 555
- 17.2 Cosa sono gli amminoacidi? 556
- 17.3 Quali sono le proprietà acido-base degli amminoacidi? 559
- 17.4 Cosa sono i polipeptidi e le proteine? 566
- 17.5 Cos'è la struttura primaria di polipeptidi e proteine? 567
- 17.6 Quali sono le forme tridimensionali di polipeptidi e proteine? 571
 - Riepilogo dei quesiti fondamentali 573
 - Domande veloci 579
 - Reazioni chiave 580
 - Problemi 580
 - Guardando avanti 583
 - Attività di apprendimento di gruppo 583

CONNESSIONI CHIMICHE

- 17A La ragnatela: una meraviglia chimica e ingegneristica della natura 576

18 Lipidi 585

- 18.1** Cosa sono i trigliceridi? **585**
- 18.2** Cosa sono i saponi e i detergenti? **590**
- 18.3** Cosa sono i fosfolipidi? **592**
- 18.4** Cosa sono gli steroidi? **594**
- 18.5** Cosa sono le prostaglandine? **599**
- 18.6** Cosa sono le vitamine liposolubili? **602**
Riepilogo dei quesiti fondamentali **606**
Domande veloci **607**
Problemi **607**
Guardando avanti **609**
Attività di apprendimento di gruppo **610**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 18A** Friggere o non friggere? **589**
- 18B** Fosfolipasi del veleno di serpente **594**
- 18C** Antagonisti non steroidei degli estrogeni **598**
- 18B** L'azione antiossidante della vitamina E **604**

19 Acidi nucleici 611

- 19.1** Cosa sono i nucleosidi e i nucleotidi? **612**
- 19.2** Qual è la struttura del DNA? **615**
- 19.3** Cos'è l'acido ribonucleico (RNA)? **623**
- 19.4** Cos'è il codice genetico? **626**
- 19.5** Come si sequenzia il DNA? **628**
Riepilogo dei quesiti fondamentali **634**
Domande veloci **635**
Problemi **635**
Attività di apprendimento di gruppo **638**

CONNESSIONI CHIMICHE

- 19A** La ricerca di farmaci antivirali **613**
- 19B** La stretta relazione tra struttura chimica e funzione biologica degli acidi nucleici **625**
- 19B** L'impronta genetica (fingerprinting) del DNA **633**

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

22 Reattività dei derivati del benzene e dei composti eterociclici aromatici  (estensione on line)

- 22.1** Qual è l'effetto dei sostituenti legati al benzene sulla sostituzione elettrofila aromatica?
- 22.2** Qual è la posizione benzilica e come contribuisce alla reattività del benzene?

22.3 Qual è la reattività della piridina verso la sostituzione elettrofila aromatica?

22.4 Qual è il meccanismo di sostituzione nucleofila aromatica nella piridina?

22.5 Qual è la reattività di pirrolo, furano e tiofene verso la sostituzione elettrofila aromatica?

Riepilogo dei quesiti fondamentali

Domande veloci

Problemi

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 $^1\text{H-NMR}$ **A.1**

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