

# Indice

<b>1 Aspetti generali della chimica organica</b> . . . . .	1	.4 Nomenclatura IUPAC degli alcani	47
1.1 Che cos'è la chimica organica	1	.5 Proprietà chimico-fisiche degli alcani	51
1.2 Struttura dell'atomo	3	.6 Conformazioni degli alcani	53
.1 Tavola periodica	3	.7 Reattività degli alcani	55
.2 Livelli energetici e orbitali atomici	5	3.2 Cicloalcani	65
.3 Forma degli orbitali atomici	5	.1 Nomenclatura IUPAC dei cicloalcani	65
.4 Distribuzione degli elettroni	6	.2 Conformazioni dei cicloalcani	66
.5 Tavola periodica e livelli energetici	8	.3 Ciclopropano	66
1.3 Formazione dei legami:		.4 Ciclobutano	67
teoria del legame di valenza	8	.5 Ciclopentano	68
.1 Legame ionico	8	.6 Cicloesano	68
.2 Legame covalente	9	Reazioni principali	73
1.4 Mappe di potenziale elettrostatico	13	Esercizi	74
1.5 Perché il carbonio è un atomo speciale	14	<i>Approfondimento 3.1</i> Postulato di Hammond, natura dell'alogeno e regioselettività nell'alogenazione degli alcani	63
.1 Legami del carbonio	14	<b>4 Isomeria e stereoisomeria</b>	77
1.6 Rappresentazione		4.1 Isomeria: isomeri costituzionali e stereoisomeri	77
di una struttura organica	18	4.2 Chiralità molecolare	78
.1 Strutture di Lewis	18	.1 Simmetria e chiralità	79
.2 Strutture di Kekulé	19	.2 Centro di chiralità	82
.3 Strutture condensate	19	.3 Enantiomeri	82
.4 Strutture segmentate	20	.4 Composti ciclici contenenti centri di chiralità	83
.5 Strutture tridimensionali	20	4.3 Nomenclatura degli enantiomeri: regole di Cahn-Ingold-Prelog e notazioni <i>R/S</i>	85
1.7 Teoria della risonanza	21	4.4 Proiezioni di Fischer	89
.1 Regole per scrivere le formule limite di risonanza	22	.1 Regole per manipolare le proiezioni di Fischer	91
Esercizi	25	.2 Come attribuire direttamente la configurazione <i>R/S</i> a un composto rappresentato con la proiezione di Fischer	94
<b>2 Acidi e basi</b>	29	4.5 Attività ottica degli enantiomeri	94
2.1 Acidi e basi secondo Arrhenius	29	.1 Misura dell'attività ottica: polarimetro	95
2.2 Acidi e basi secondo Brønsted-Lowry	30	.2 Potere rotatorio specifico	96
.1 Forza degli acidi e $pK_a$	31	.3 Miscela racemica e purezza ottica	97
2.3 Fattori che influenzano l'acidità e la basicità	32		
2.4 Acidi e basi secondo Lewis	37		
Esercizi	39		
<b>3 Alcani e cicloalcani</b>	43		
3.1 Alcani	43		
.1 Isomeri di struttura	45		
.2 Sostituenti alchilici: nomenclatura	46		
.3 Classificazione degli atomi di carbonio e idrogeno	47		

4.6 Molecole con due o più centri di chiralità ..	98	7 <b>Alogenuri alchilici</b> .....	149
.1 Molecole chirali		7.1 Struttura elettronica	
con due centri di chiralità .....	99	degli alogenuri alchilici .....	149
.2 Molecole achirali con due centri		7.2 Nomenclatura IUPAC	
di chiralità: forme meso .....	100	degli alogenuri alchilici .....	150
.3 Proiezioni di Fischer di composti		7.3 Proprietà chimico-fisiche	
con più centri di chiralità .....	102	degli alogenuri alchilici .....	152
4.7 Separazione di enantiomeri: risoluzione ....	103	7.4 Reattività degli alogenuri alchilici .....	152
Esercizi .....	105	.1 Sostituzione nucleofila alifatica .....	153
<i>Approfondimento 4.1</i> Conformazione		.2 Eliminazione .....	164
e configurazione .....	89	.3 Formazione	
<b>5 Alcheni</b> .....	111	di composti organometallici .....	169
5.1 Struttura elettronica degli alcheni .....	111	Reazioni principali .....	172
5.2 Nomenclatura IUPAC degli alcheni .....	112	Esercizi .....	173
5.3 Proprietà chimico-fisiche degli alcheni .....	114	<i>Approfondimento 7.1</i> Perché la sintesi dei reattivi	
5.4 Isomeria geometrica .....	114	di Grignard deve essere effettuata in ambiente	
.1 Notazione <i>cis/trans</i> .....	116	anidro e in atmosfera inerte? .....	171
.2 Notazione <i>E/Z</i> .....	116	<b>8 Alcoli e tioli</b> .....	177
5.5 Stabilità degli alcheni .....	117	8.1 Struttura elettronica degli alcoli .....	177
5.6 Reattività degli alcheni .....	117	8.2 Classificazione degli alcoli .....	178
.1 Addizione di acidi alogenidrici .....	118	8.3 Nomenclatura IUPAC degli alcoli .....	178
.2 Addizione di acqua .....	122	8.4 Proprietà chimico-fisiche degli alcoli .....	180
.3 Addizione di bromo e cloro .....	123	8.5 Reattività degli alcoli .....	182
.4 Reazione di idroborazione/ossidazione ..	125	.1 Reazioni acido-base .....	182
.5 Reazione con peracidi .....	129	.2 Reazioni che comportano	
.6 Reazione di idrogenazione		la sostituzione del legame O-H	
(riduzione) .....	130	con il legame O-elettrofilo .....	184
.7 Reazione di 1,2-diossirilazione .....	131	.3 Reazioni che comportano la rottura	
Reazioni principali .....	132	del legame carbonio-ossigeno .....	186
Esercizi .....	133	.4 Reazioni di ossidazione .....	194
<i>Approfondimento 5.1</i> Interconversione <i>E/Z</i>		8.6 Tioli .....	198
degli alcheni: il processo della visione .....	115	.1 Nomenclatura IUPAC dei tioli .....	199
<b>6 Alchini</b> .....	137	.2 Proprietà chimico-fisiche dei tioli .....	199
6.1 Struttura elettronica degli alchini .....	137	.3 Reattività dei tioli .....	200
6.2 Nomenclatura IUPAC degli alchini .....	137	Reazioni principali .....	203
6.3 Proprietà chimico-fisiche degli alchini .....	139	Esercizi .....	205
6.4 Reattività degli alchini .....	139	<i>Approfondimento 8.1</i> Alcoli di interesse pratico .....	181
.1 Acidità degli alchini terminali .....	139	<i>Approfondimento 8.2</i> Perché l'ossidazione	
.2 Addizione di acqua .....	140	degli alcoli secondari a chetoni può essere	
.3 Addizione di idrogeno		condotta in soluzione acquosa? .....	197
(reazione di idrogenazione) .....	141	<i>Approfondimento 8.3</i> Determinazione	
Reazioni principali .....	145	del tasso alcolico nel sangue	
Esercizi .....	146	attraverso il test del palloncino .....	198
<i>Approfondimento 6.1</i> Perché nell'idroborazione		<b>9 Eteri ed epossidi</b> .....	209
degli alchini terminali è necessario usare borani		9.1 Struttura elettronica degli eteri .....	209
stericamente ingombranti? .....	143	9.2 Nomenclatura IUPAC degli eteri .....	210
		9.3 Proprietà chimico-fisiche degli eteri .....	211

9.4 Reattività degli eteri . . . . .	212	Esercizi . . . . .	276
.1 Basicità degli eteri . . . . .	212		
.2 Scissione degli eteri con acidi alogenidrici . . . . .	214	<i>Approfondimento 11.1</i> Ruolo degli effetti sterici nella sintesi delle cianidrine . . . . .	259
9.5 Struttura elettronica degli epossidi . . . . .	216	<i>Approfondimento 11.2</i> Emiacetali ciclici . . . . .	266
9.6 Nomenclatura IUPAC degli epossidi . . . . .	216	<i>Approfondimento 11.3</i> Ruolo della catalisi acida nella formazione delle immine . . . . .	270
9.7 Reattività degli epossidi: apertura dell'anello . . . . .	216		
.1 Reazioni di apertura degli epossidi in condizioni acide . . . . .	217		
.2 Reazioni di apertura degli epossidi in condizioni basiche . . . . .	219		
Reazioni principali . . . . .	223		
Esercizi . . . . .	224		
<i>Approfondimento 9.1</i> Uso degli eteri come additivi nelle benzine . . . . .	213		
<i>Approfondimento 9.2</i> Uso degli eteri come anestetici . . . . .	213		
<b>10 Ammine alifatiche . . . . .</b>	<b>229</b>		
10.1 Struttura elettronica delle ammine alifatiche . . . . .	229		
10.2 Classificazione delle ammine alifatiche . . . . .	230		
10.3 Nomenclatura IUPAC delle ammine alifatiche . . . . .	230		
10.4 Proprietà chimico-fisiche delle ammine alifatiche . . . . .	232		
10.5 Reattività delle ammine alifatiche . . . . .	234		
.1 Reazioni acido-base . . . . .	235		
.2 Reazioni con elettrofili . . . . .	238		
.3 Reazioni di ossidazione . . . . .	243		
Reazioni principali . . . . .	244		
Esercizi . . . . .	246		
<i>Approfondimento 10.1</i> Le ammine terziarie con tre sostituenti diversi non ruotano il piano della luce polarizzata. Chiralità dei sali di ammonio quaternari . . . . .	233		
<i>Approfondimento 10.2</i> Ammine presenti in natura . . . . .	237		
<b>11 Aldeidi e chetoni. . . . .</b>	<b>249</b>		
11.1 Struttura elettronica di aldeidi e chetoni . . . . .	250		
11.2 Nomenclatura IUPAC di aldeidi e chetoni . . . . .	251		
11.3 Proprietà chimico-fisiche di aldeidi e chetoni . . . . .	253		
11.4 Reattività di aldeidi e chetoni . . . . .	253		
.1 Reazioni acido-base . . . . .	254		
.2 Reazioni del gruppo carbonilico . . . . .	255		
.3 Reazioni di ossidazione . . . . .	272		
Reazioni principali . . . . .	274		
		<i>Approfondimento 12.1</i> Reattività degli alcossialuminio idruri . . . . .	305
		<i>Approfondimento 12.2</i> Anidridi miste diffuse in natura: fosfati e pirofosfati acilici . . . . .	308
		<i>Approfondimento 12.3</i> Reazione di saponificazione . . . . .	312
		<i>Approfondimento 12.4</i> Antibiotici $\beta$ -lattamici . . . . .	319
		<b>12 Acidi carbossilici e loro derivati . . . . .</b>	<b>281</b>
		12.1 Struttura elettronica degli acidi carbossilici . . . . .	283
		12.2 Nomenclatura IUPAC degli acidi carbossilici . . . . .	283
		12.3 Proprietà chimico-fisiche degli acidi carbossilici . . . . .	286
		12.4 Reattività degli acidi carbossilici . . . . .	286
		.1 Reazioni acido-base . . . . .	286
		.2 Reazioni di sostituzione nucleofila acilica . . . . .	290
		.3 Reazioni di riduzione . . . . .	295
		12.5 Derivati degli acidi carbossilici . . . . .	297
		.1 Reazioni di sostituzione nucleofila acilica . . . . .	297
		.2 Alogenuri acilici . . . . .	301
		.3 Anidridi . . . . .	306
		.4 Esteri . . . . .	309
		.5 Tioesteri . . . . .	316
		.6 Ammidi . . . . .	317
		.7 Reazioni di riduzione dei derivati degli acidi carbossilici . . . . .	323
		.8 Nitrili . . . . .	326
		Reazioni principali . . . . .	333
		Esercizi . . . . .	337
		<b>13 Enoli, anioni enolato ed enammine . . . . .</b>	<b>341</b>
		13.1 Acidità degli idrogeni in $\alpha$ al gruppo carbonilico . . . . .	341
		.1 Aldeidi e chetoni . . . . .	341
		.2 Derivati degli acidi carbossilici . . . . .	345
		.3 Natura della base . . . . .	346
		13.2 Reattività degli enoli e degli anioni enolato . . . . .	348

.1 Alogenazione in $\alpha$ dei chetoni . . . . .	348	15.4 Nomenclatura dei derivati del benzene . . .	401
.2 Alogenazione in $\alpha$ degli acidi carbossilici: reazione di Hell-Volhard-Zelinsky . . . . .	350	15.5 Reattività dei composti aromatici . . . . .	404
.3 Reazioni di alchilazione . . . . .	351	.1 Reazione di sostituzione elettrofila aromatica . . .	404
.4 Reazione di condensazione aldolica . . .	352	.2 Ossidazione degli alchilbenzeni . . . . .	424
.5 Reazioni affini alla condensazione aldolica . . . . .	358	.3 Riduzione dei nitrobenzeni . . . . .	424
13.3 Reattività dei composti $\beta$ -dicarbonilici . . .	361	Reazioni principali . . . . .	426
.1 Reazioni di alchilazione: sintesi acetoacetica e sintesi malonica . . . . .	363	Esercizi . . . . .	427
13.4 Enammine . . . . .	365	<i>Approfondimento 15.1</i> Pirene e benzo[a]pirene . . . . .	397
.1 Reazione di alchilazione . . . . .	366	<i>Approfondimento 15.2</i> Farmaci intercalanti nel DNA . . . . .	398
.2 Reazione di acilazione . . . . .	367	<b>16 Fenoli, ammine aromatiche</b>	
Reazioni principali . . . . .	370	<b>e sali di arendiazonio . . . . .</b>	431
Esercizi . . . . .	373	16.1 Struttura dei fenoli . . . . .	432
<i>Approfondimento 13.1</i> Tautomeria cheto-enolica e racemizzazione del carbonio in $\alpha$ . . . . .	344	16.2 Proprietà chimico-fisiche dei fenoli . . . . .	433
<i>Approfondimento 13.2</i> Alogenazione in $\alpha$ dei metilchetoni promossa dalle basi . . . . .	350	16.3 Reattività dei fenoli . . . . .	433
<i>Approfondimento 13.3</i> Condensazione di Claisen incrociata . . . . .	360	.1 Reazioni del gruppo ossidrilico . . . . .	433
<i>Approfondimento 13.4</i> Uso degli enzimi nella sintesi organica . . . . .	368	.2 Reazioni dell'anello aromatico: sostituzione elettrofila . . . . .	438
<b>14 Dieni coniugati</b>		.3 Reazioni di ossidazione . . . . .	444
<b>e composti carbonilici <math>\alpha,\beta</math>-insaturi . . . . .</b>	377	16.4 Struttura delle ammine aromatiche . . . . .	446
14.1 Dieni coniugati . . . . .	377	16.5 Proprietà chimico-fisiche delle ammine aromatiche . . . . .	447
.1 Nomenclatura dei dieni coniugati . . . . .	379	16.6 Reattività delle ammine aromatiche . . . . .	447
.2 Reattività dei dieni coniugati . . . . .	379	.1 Reazioni del gruppo amminico . . . . .	447
14.2 Composti carbonilici $\alpha,\beta$ -insaturi . . . . .	382	.2 Reazioni acido-base e nucleofilia . . . . .	447
.1 Reattività dei composti carbonilici $\alpha,\beta$ -insaturi . . . . .	383	.3 Reazioni di alchilazione, acilazione, reazioni con aldeidi e chetoni e reazioni con acido nitroso . . . . .	450
Reazioni principali . . . . .	387	.4 Reazioni dell'anello aromatico: sostituzione elettrofila aromatica . . . . .	453
Esercizi . . . . .	389	.5 Reazioni di ossidazione . . . . .	460
<i>Approfondimento 14.1</i> Controllo cinetico e termodinamico nell'addizione di acido bromidrico all'1,3-butadiene . . . . .	380	16.7 Struttura dei sali di arendiazonio . . . . .	460
<b>15 Composti aromatici . . . . .</b>	391	16.8 Reattività dei sali di arendiazonio . . . . .	461
15.1 Benzene . . . . .	391	.1 Diazocopolazione . . . . .	461
.1 Il benzene secondo la teoria della risonanza . . . . .	393	.2 Sostituzione del gruppo diazonio . . . . .	462
15.2 Aromaticità e antiaromaticità: criteri . . . . .	394	Reazioni principali . . . . .	464
15.3 Composti aromatici . . . . .	394	Esercizi . . . . .	469
.1 Annuleni . . . . .	394	<i>Approfondimento 16.1</i> Effetto del solvente nella bromurazione del fenolo . . . . .	439
.2 Composti policiclici . . . . .	396	<i>Approfondimento 16.2</i> Scoperta dei farmaci sulfamidici . . . . .	457
.3 Ioni . . . . .	398	<b>17 Carboidrati . . . . .</b>	473
.4 Composti eterociclici . . . . .	399	17.1 Classificazione dei carboidrati . . . . .	474
		17.2 Proiezioni di Fischer e notazione D/L . . . . .	475
		.1 Serie sterica D degli aldosi e dei chetosi . . . . .	476

17.3 Strutture cicliche dei monosaccaridi e mutarotazione . . . . .	478	19.2 Nucleosidi . . . . .	525
17.4 Varianza strutturale dei monosaccaridi: gli amminozuccheri . . . . .	483	19.3 Nucleotidi . . . . .	528
17.5 Glicosidi: sintesi e idrolisi . . . . .	484	.1 Coenzimi di natura nucleotidica . . . . .	529
17.6 Zuccheri riducenti . . . . .	486	19.4 Oligonucleotidi e acidi nucleici . . . . .	532
17.7 Disaccaridi . . . . .	487	.1 Acido desossiribonucleico . . . . .	533
.1 Saccarosio . . . . .	488	.2 Acido ribonucleico . . . . .	535
.2 Lattosio . . . . .	488	19.5 Cenni sulla biosintesi delle proteine . . . . .	535
.3 Maltosio . . . . .	489	Sommario . . . . .	538
17.8 Polisaccaridi . . . . .	490	Esercizi . . . . .	541
.1 Amido e glicogeno . . . . .	490	<i>Approfondimento 19.1</i> Derivati purinici di origine naturale. . . . .	525
.2 Cellulosa . . . . .	490	<i>Approfondimento 19.2</i> Farmaci di sintesi contenenti il nucleo purinico e pirimidinico. . . . .	527
.3 Pectina . . . . .	491	<i>Approfondimento 19.3</i> Reazioni di ossidoriduzione in presenza di NAD <sup>+</sup> /NADP <sup>+</sup> e FAD/FMN . . . . .	531
Sommario . . . . .	492	<i>Approfondimento 19.4</i> Determinazione della struttura del DNA . . . . .	534
Esercizi . . . . .	495	<b>20 Lipidi</b> . . . . .	543
<i>Approfondimento 17.1</i> Vitamina C . . . . .	483	20.1 Acidi grassi . . . . .	544
<i>Approfondimento 17.2</i> Saccarosio e dolcificanti. . . . .	487	20.2 Cere . . . . .	547
<i>Approfondimento 17.3</i> Intolleranza al lattosio . . . . .	489	20.3 Triacilgliceroli . . . . .	548
<b>18 Amminoacidi, peptidi e proteine</b> . . . . .	499	.1 Saponificazione dei grassi . . . . .	550
18.1 $\alpha$ -Amminoacidi . . . . .	500	20.4 Fosfolipidi . . . . .	551
.1 Struttura degli $\alpha$ -amminoacidi . . . . .	500	.1 Fosfoacilgliceroli . . . . .	551
.2 Proprietà acido-base degli $\alpha$ -amminoacidi . . . . .	502	20.5 Sfingolipidi . . . . .	553
18.2 Peptidi e proteine . . . . .	504	20.6 Terpeni . . . . .	554
.1 Sintesi dei peptidi . . . . .	505	20.7 Steroidi . . . . .	555
.2 Struttura delle proteine . . . . .	510	.1 Colesterolo . . . . .	557
.3 Determinazione della struttura primaria di peptidi e proteine . . . . .	512	.2 Ormoni sessuali . . . . .	557
Sommario . . . . .	518	Sommario . . . . .	561
Esercizi . . . . .	520	Esercizi . . . . .	563
<i>Approfondimento 18.1</i> Amminoacidi naturali non proteogenici . . . . .	502	<i>Approfondimento 20.1</i> Cere e loro utilizzo commerciale . . . . .	547
<i>Approfondimento 18.2</i> Elettroforesi. . . . .	503	<i>Approfondimento 20.2</i> Colesterolo e suo trasporto . . . . .	557
<i>Approfondimento 18.3</i> Aspartame, un dipeptide sintetico usato come dolcificante . . . . .	510	<i>Approfondimento 20.3</i> Analoghi sintetici degli steroidi . . . . .	558
<i>Approfondimento 18.4</i> Folding delle proteine . . . . .	512	<i>Approfondimento 20.4</i> Ruolo biologico dei lipidi . . . . .	559
<b>19 Nucleosidi, nucleotidi e acidi nucleici</b> . . . . .	523	<b>Indice analitico</b> . . . . .	567
19.1 Basi azotate . . . . .	523		