

Indice

1 Aspetti generali della chimica organica	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	4 Isomeria e stereoisomeria	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
2 Acidi e basi	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		
3 Alcani e cicloalcani	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 Alogenuri alchilici	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	
5 Alcheni	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	8 Alcoli e tioli	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
6 Alchini	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		9 Eteri ed epossidi	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	<i>Approfondimento 11.1</i> Ruolo degli effetti sterici nella sintesi delle cianidrine	259
.2 Scissione degli eteri con acidi alogenidrici	214	<i>Approfondimento 11.2</i> Emiacetali ciclici	266
9.5 Struttura elettronica degli epossidi	216	<i>Approfondimento 11.3</i> Ruolo della catalisi acida nella formazione delle immine	270
9.6 Nomenclatura IUPAC degli epossidi	216		
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		
10 Ammine alifatiche	229	12 Acidi carbossilici e loro derivati	281
10.1 Struttura elettronica delle ammine alifatiche	229	12.1 Struttura elettronica degli acidi carbossilici	283
10.2 Classificazione delle ammine alifatiche	230	12.2 Nomenclatura IUPAC degli acidi carbossilici	283
10.3 Nomenclatura IUPAC delle ammine alifatiche	230	12.3 Proprietà chimico-fisiche degli acidi carbossilici	286
10.4 Proprietà chimico-fisiche delle ammine alifatiche	232	12.4 Reattività degli acidi carbossilici	286
10.5 Reattività delle ammine alifatiche	234	.1 Reazioni acido-base	286
.1 Reazioni acido-base	235	.2 Reazioni di sostituzione nucleofila acilica	290
.2 Reazioni con elettrofili	238	.3 Reazioni di riduzione	295
.3 Reazioni di ossidazione	243	12.5 Derivati degli acidi carbossilici	297
Reazioni principali	244	.1 Reazioni di sostituzione nucleofila acilica	297
Esercizi	246	.2 Alogenuri acilici	301
<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	.3 Anidridi	306
<i>Approfondimento 10.2</i> Ammine presenti in natura	237	.4 Esteri	309
		.5 Tioesteri	316
11 Aldeidi e chetoni.	249	.6 Ammidi	317
11.1 Struttura elettronica di aldeidi e chetoni	250	.7 Reazioni di riduzione dei derivati degli acidi carbossilici	323
11.2 Nomenclatura IUPAC di aldeidi e chetoni	251	.8 Nitrili	326
11.3 Proprietà chimico-fisiche di aldeidi e chetoni	253	Reazioni principali	333
11.4 Reattività di aldeidi e chetoni	253	Esercizi	337
.1 Reazioni acido-base	254	<i>Approfondimento 12.1</i> Reattività degli alcossialuminio idruri	305
.2 Reazioni del gruppo carbonilico	255	<i>Approfondimento 12.2</i> Anidridi miste diffuse in natura: fosfati e pirofosfati acilici	308
.3 Reazioni di ossidazione	272	<i>Approfondimento 12.3</i> Reazione di saponificazione	312
Reazioni principali	274	<i>Approfondimento 12.4</i> Antibiotici β -lattamici	319
		13 Enoli, anioni enolato ed enammine	341
		13.1 Acidità degli idrogeni in α 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 α dei chetoni	348	15.4 Nomenclatura dei derivati del benzene . . .	401
.2 Alogenazione in α 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 β -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	16 Fenoli, ammine aromatiche e sali di arendiazonio	431
Reazioni principali	370	16.1 Struttura dei fenoli	432
Esercizi	373	16.2 Proprietà chimico-fisiche dei fenoli	433
<i>Approfondimento 13.1</i> Tautomeria cheto-enolica e racemizzazione del carbonio in α	344	16.3 Reattività dei fenoli	433
<i>Approfondimento 13.2</i> Alogenazione in α dei metilchetoni promossa dalle basi	350	.1 Reazioni del gruppo ossidrilico	433
<i>Approfondimento 13.3</i> Condensazione di Claisen incrociata	360	.2 Reazioni dell'anello aromatico: sostituzione elettrofila	438
<i>Approfondimento 13.4</i> Uso degli enzimi nella sintesi organica	368	.3 Reazioni di ossidazione	444
14 Dieni coniugati e composti carbonilici α,β-insaturi	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 α,β -insaturi	382	.2 Reazioni acido-base e nucleofilia	447
.1 Reattività dei composti carbonilici α,β -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
15 Composti aromatici	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	17 Carboidrati	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 ⁺ /NADP ⁺ e FAD/FMN	531
Sommario	492	<i>Approfondimento 19.4</i> Determinazione della struttura del DNA	534
Esercizi	495	20 Lipidi	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
18 Amminoacidi, peptidi e proteine	499	.1 Saponificazione dei grassi	550
18.1 α -Amminoacidi	500	20.4 Fosfolipidi	551
.1 Struttura degli α -amminoacidi	500	.1 Fosfoacilgliceroli	551
.2 Proprietà acido-base degli α -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
19 Nucleosidi, nucleotidi e acidi nucleici	523	Indice analitico	567
19.1 Basi azotate	523		