

# Innhold

<b>Forord</b> .....	11
<b>Kapittel 1</b>	
<b>Introduksjon til organisk kjemi</b> .....	13
Introduksjon .....	13
1.1 Hva er organisk kjemi? .....	14
1.2 Hvorfor er organisk kjemi så viktig? .....	15
1.3 Karbons unike bindingsdannelse .....	19
1.4 Utviklingen av organisk kjemi som vitenskap .....	21
1.5 Om oppbyggingen av denne læreboken .....	25
<b>Kapittel 2</b>	
<b>Alkaner og sykloalkaner</b> .....	27
Introduksjon .....	27
2.1 Alkaner og hybridisering .....	28
2.2 Strekformler .....	31
2.3 Alkaners egenskaper .....	32
2.4 Nomenklatur av alkaner .....	36
2.5 Konformerer og Newman-projeksjoner .....	39
2.6 Reaksjoner med alkaner .....	42
2.7 Sykloalkaner .....	45
2.8 Nomenklatur av sykloalkaner .....	46
2.9 Konformasjoner og ringspenning hos sykloalkaner .....	49
Oppgaver .....	57
<b>Kapittel 3</b>	
<b>Alkener og alkyner</b> .....	61
Introduksjon .....	61
3.1 Dobbelbindinger og trippelbindinger: alkener og alkyner .....	62
3.2 Alkener og geometri: <i>cis</i> og <i>trans</i> .....	64
3.3 Navnsetting av alkener og alkyner .....	72
3.4 <i>E</i> - og <i>Z</i> -konvensjonen: <i>trans</i> og <i>cis</i> for viderekomne .....	75

3.5	Reaksjonsmekanismer. . . . .	79
3.6	Reaksjoner med alkener . . . . .	83
3.7	Reduksjon av alkener ved hydrogenering . . . . .	85
3.8	Addisjon av HCl, HBr og HI via karbokation . . . . .	88
3.9	Alkener til alkoholer . . . . .	96
3.10	Alkener og reaksjon med $X_2$ ( $Cl_2$ , $Br_2$ og $I_2$ ) . . . . .	102
3.11	Oksidasjon av alkener: oksidativ spaltning . . . . .	105
3.12	Oksidasjon av alkener: syntese av <i>cis</i> -1,2-dioler (vicinale dioler) og epoksider . . . . .	108
3.13	Alkyner og reaksjon med hydrogenhalider og halogener (HX og $X_2$ ). . . . .	112
3.14	Reduksjon av alkyner: alkaner, <i>trans</i> - og <i>cis</i> -alkener. . . . .	114
3.15	Oksidasjon av alkyner: addisjon av vann og hydroborering. . . . .	116
3.16	Alkyner som nukleofiler . . . . .	117
	Oppgaver . . . . .	118

## Kapittel 4

<b>Stereokjemi</b> . . . . .	127
Introduksjon . . . . .	127
4.1 Forskjellen mellom konstitusjonsisomeri og stereokjemi. . . . .	128
4.2 Kiralitet . . . . .	129
4.3 Enantiomerer . . . . .	132
4.4 Absolutt konfigurasjon – <i>R/S</i> -konvensjonen . . . . .	139
4.5 Planpolarisert lys, polarimetri og optisk aktivitet . . . . .	143
4.6 Fischer-projeksjonen. . . . .	146
4.7 Forbindelser med flere kiralitetssentre. . . . .	149
4.8 Separasjon av enantiomerer . . . . .	155
Oppgaver . . . . .	157

## Kapittel 5

<b>Alkylhalider og alkoholer</b> . . . . .	161
Introduksjon . . . . .	161
5.1 Alkylhalider, alkoholer og fenoler . . . . .	162
5.2 Bindingsforhold og fysikalske egenskaper hos alkoholer og alkylhalider . . . . .	163
5.3 Navnsetting av alkylhalider. . . . .	169
5.4 Navnsetting av alkoholer . . . . .	172
5.5 Klassifisering av alkylhalider og alkoholer . . . . .	175
5.6 Oversikt over substitusjons- og eliminasjonsalternativene . . . . .	178
5.7 Substitusjonsreaksjon etter $S_N2$ -mekanismen . . . . .	182
5.8 Substitusjonsreaksjon etter $S_N1$ -mekanismen . . . . .	194
5.9 Eliminerasjonsreaksjon etter $E2$ -mekanismen . . . . .	200
5.10 Eliminerasjonsreaksjon etter $E1$ -mekanismen . . . . .	205
5.11 Konkurransen mellom de ulike reaksjonsalternativene $S_N2$ -, $S_N1$ -, $E2$ - og $E1$ -mekanismen . . . . .	207
5.12 Andre måter for å omdanne alkoholer til alkylhalider. . . . .	214
Oppgaver . . . . .	216

**Kapittel 6**

<b>Aromatisk substitusjon</b> .....	220
Introduksjon .....	220
6.1 Aromatiske forbindelser og Hückels regler .....	221
6.2 Nomenklatur av aromatiske forbindelser .....	231
6.3 Reaksjoner med aromatiske forbindelser: monosubstituering av benzen .....	236
6.4 Reaksjoner med substituerte aromatiske forbindelser: disubstituering og dirigerende substituenten .....	242
6.5 Syre- og baseegenskaper til aromatiske forbindelser .....	248
6.6 Reaksjoner med aromatiske forbindelser: substituering av disubstituerte benzener .....	251
6.7 Reaksjoner på aromatiske sidegrupper .....	256
6.8 Nukleofil aromatisk substitusjon: $S_NAr$ -reaksjonen .....	263
6.9 Introduksjon til polyaromatiske forbindelser og heteroaromatiske forbindelser .....	266
Oppgaver .....	270

**Kapittel 7**

<b>Aldehyder og ketoner</b> .....	275
Introduksjon .....	275
7.1 Oversikt over noen aldehyder og ketoner .....	277
7.2 Navnsetting av aldehyder .....	279
7.3 Navnsetting av ketoner .....	282
7.4 Framstilling av aldehyder .....	285
7.5 Framstilling av ketoner .....	292
7.6 Introduksjon til nukleofile addisjonsreaksjoner med aldehyder og ketoner .....	295
7.7 Nukleofile addisjonsreaksjoner med O-nukleofiler (vann og alkoholer) .....	298
7.8 Nukleofile addisjonsreaksjoner med N-nukleofiler (aminer og hydroksylamin) .....	304
7.9 Nukleofile addisjonsreaksjoner med C-nukleofiler .....	308
Oppgaver .....	311

**Kapittel 8**

<b>Karboksylderivater</b> .....	315
Introduksjon .....	315
8.1 Karboksylderivater og reaktivitet .....	315
8.2 Karboksylsyrer .....	317
8.3 Karboksylsyrer: navnsetting og reaksjoner .....	322
8.4 Estere og nomenklatur .....	328
8.5 Estere og reaktivitet .....	333
8.6 Syreklorider .....	340
8.7 Amider .....	344
8.8 Syreanhydrid .....	351
Oppgaver .....	353

<b>Kapittel 9</b>	
<b>Aldehyder og ketoner: reaksjoner ved <math>\alpha</math>-karbon</b>	358
Introduksjon	358
9.1 Enoler og enolatanion	359
9.2 Keto-enol-tautomeri	361
9.3 Rasemisering av karbonylforbindelser med $\alpha$ -hydrogen	364
9.4 $\alpha$ -Halogeneringen av enoler og enolater	367
9.5 Aldolreaksjonen og aldolkondensasjonen	373
9.6 Kryssede aldolreaksjoner, Claisen–Schmidt-reaksjonen og Michael-addisjon	381
Oppgaver	386
<b>Kapittel 10</b>	
<b>Organometalliske reagenser</b>	389
Introduksjon	389
10.1 Kilder til nukleofile karboner	390
10.2 Grignard-reaksjonen, nukleofil addisjon	391
10.3 Organolitium og organokuprater, reaksjoner med $\alpha,\beta$ -umettete forbindelser	400
10.4 Beskyttelsesstrategier	404
Oppgaver	408
<b>Kapittel 11</b>	
<b>Reaksjoner med svovel og fosfor</b>	411
Introduksjon	411
11.1 Organiske forbindelser med svovel	412
11.2 Swern-oksidasjonen	419
11.3 Organiske forbindelser med fosfor	421
11.4 Wittig-reaksjonen	423
Oppgaver	428
<b>Kapittel 12</b>	
<b>Konjugerte <math>\pi</math>-systemer og perisykliske reaksjoner</b>	431
Introduksjon	431
12.1 Konjugerte, akkumulerte og isolerte $\pi$ -systemer	432
12.2 Perisykliske reaksjoner	434
12.3 Diels–Alder-reaksjonen	436
12.4 Orbitalbetraktninger for Diels–Alder-reaksjonen	448
12.5 Sigmatropiske omleiringer	453
12.6 Elektrosykliske reaksjoner	456
Oppgaver	463
<b>Kapittel 13</b>	
<b>Aminer</b>	467
Introduksjon	467
13.1 Aminer	468
13.2 Navnsetting av aminer	471
13.3 Aminer som baser	474
13.4 Aminer som nukleofiler	480

---

13.5	Reduktiv aminering . . . . .	487	
13.6	Enaminer som enolatsurrogater . . . . .	490	
13.7	Andre reaksjoner med aminer . . . . .	493	
	Oppgaver . . . . .	497	
<b>Kapittel 14</b>			
<b>Heterosykler . . . . .</b>			500
	Introduksjon . . . . .	500	
14.1	Heterosykler . . . . .	500	
14.2	Reaksjoner og syntese av fireringer . . . . .	505	
14.3	Syntese av aromatiske heterosykler med fem atomer . . . . .	509	
14.4	Pyridin . . . . .	519	
14.5	Indol . . . . .	525	
	Oppgaver . . . . .	527	
<b>Kapittel 15</b>			
<b>Katalyse med overgangsmetaller . . . . .</b>			530
	Introduksjon . . . . .	530	
15.1	Katalysatorer. . . . .	530	
15.2	Reaksjoner som danner C–C-bindinger, Suzuki- og Heck-krysskoblinger. . . . .	534	
15.3	Reaksjoner som danner C–C-bindinger, olefinmetatase . . . . .	537	
15.4	Buchwald–Hartwig-aminering for å danne C–N-bindinger . . . . .	540	
	Oppgaver . . . . .	544	
<b>Kapittel 16</b>			
<b>Organisk syntese og retrosyntetisk analyse . . . . .</b>			546
	Introduksjon . . . . .	546	
16.1	Hvorfor er organisk syntese relevant? . . . . .	547	
16.2	Introduksjon til syntese og syntesestrategier . . . . .	550	
16.3	Retrosyntetisk analyse og frakoblingsmetoden . . . . .	561	
16.4	Retningslinjer og eksempler på viktige frakoblinger og syntoner i retrosyntetisk analyse . . . . .	564	
	Oppgaver . . . . .	569	
<b>Løsningsforslag . . . . .</b>			573
<b>Appendiks . . . . .</b>			631
<b>Stikkord . . . . .</b>			637