

Inhoud

1.	ALGEMENE INLEIDING.....	15
1.1.	INLEIDING EN SITUERING	15
1.2.	HISTORIEK VAN DE POLYMEERCHEMIE	16
1.3.	STRUCTUURFORMULES IN ORGANISCHE- EN POLYMEERCHEMIE	17
1.4.	DEFINITIES EN BASISBEGRIPPEN.....	19
1.5.	OEFENINGEN.....	27
2.	STRUCTUUR EN REACTIVITEIT VAN ORGANISCHE MOLECULEN	29
2.1.	BINDING EN HYBRIDISATIE IN KOOLSTOF, STIKSTOF EN ZUURSTOF	29
2.1.1.	<i>sp³ hybridisatie: de structuur van methaan en ethaan</i>	29
2.1.2.	<i>sp² hybridisatie – de structuur van etheen</i>	32
2.1.3.	<i>sp hybridisatie en de structuur van ethyn</i>	37
2.1.4.	<i>Vergelijking van C-C en C-H bindingen</i>	38
2.1.5.	<i>Hybridisatie in stikstof</i>	39
2.1.6.	<i>Hybridisatie van zuurstof</i>	40
2.2.	RESONANTIE EN MESOMERIE	42
2.2.1.	<i>Inleiding</i>	42
2.2.2.	<i>De resonantietheorie</i>	44
a	Resonantiecanoniekent	44
b	Isovalente en heterovalente canonieken	45
c	Bijdrage der canonieken.....	48
d	De postulaten der resonantietheorie	50
2.2.3.	<i>Mesomerie</i>	50
2.3.	HET INDUCTIEF EFFECT.....	52
2.4.	HET STERISCH EFFECT.....	54
2.5.	AROMATICITEIT	55
2.5.1.	<i>Stabiliteit van benzeen</i>	55
2.5.2.	<i>De Hückel (4n+2)-regel</i>	56
2.5.3.	<i>Heterocyclische aromatische verbindingen</i>	58
2.6.	REACTIVITEIT	59
2.6.1.	<i>Reactiemechanismen</i>	59
2.6.2.	<i>Soorten mechanismen</i>	59
2.7.	CONFORMATIE ANALYSE	60
2.7.1.	<i>Inleiding</i>	61
2.7.2.	<i>Torsiespanning of Pitzerspanning</i>	61
2.7.3.	<i>No-bond interactie of Van Der Waalsspanning</i>	64
2.7.4.	<i>De conformaties van pentaan</i>	65
2.7.5.	<i>Conformaties van polymeren</i>	68
a	Korte afstandsinteracties	68
b	Lange afstandsinteracties	74
2.7.6.	<i>Stabiliteit en conformaties van cyclo-alkanen</i>	75
2.8.	STEREOCHEMIE.....	77
2.8.1.	<i>Cis-transisomerie</i>	77
2.8.2.	<i>Tacticiteit</i>	79
2.9.	OEFENINGEN.....	81
3.	CHEMIE VAN DE CARBONYLGROEP – STAPSGEWIJZE POLYMERISATIE.....	85
3.1.	DE STRUCTUUR VAN DE CARBONYLGROEP	85
3.2.	OVERZICHT VAN DE POLYMEREN	87
3.3.	VORMING VAN POLYESTERS	90
3.3.1.	<i>Inleiding en reacties</i>	90
3.3.2.	<i>De synthese van polyethyleentereftalaat (PET)</i>	93
3.3.3.	<i>De synthese van polycarbonaat (PC)</i>	96

3.3.4.	<i>Onverzadigde polyesters</i>	98
3.3.5.	<i>Alkydharsen</i>	101
3.4.	VORMING VAN POLYAMIDES	102
3.4.1.	<i>Synthese van Nylon 6,6</i>	102
3.4.2.	<i>Synthese van Nylon 6</i>	103
3.4.3.	<i>Eigenschappen van alifatische polyamides</i>	104
3.4.4.	<i>Synthese van aramides</i>	106
3.4.5.	<i>Synthese van polyimides</i>	108
3.5.	VORMING VAN POLYANHYDRIDES	109
3.6.	VORMING VAN POLYACETALEN	111
3.7.	VORMING VAN POLYURETHANEN	112
3.7.1.	<i>Di-isocyanaten</i>	113
a.	Tolueen-di-isocyaan (TDI).....	113
b.	Difenylnmethaandi-isocyaan (MDI)	113
c.	Hexamethyleendi-isocyaan (1,6-HDI)	114
d.	Isoforondi-isocyaan (IPDI)	114
e.	4,4'-di-isocyaanadicyclohexylmethaan (H ₁₂ MDI).....	115
3.7.2.	<i>Diols</i>	115
3.7.3.	<i>Polyurethaanschuimen</i>	116
3.7.4.	<i>Polyurethaanelastomeren</i>	118
3.8.	EPOXYHARSEN.....	119
3.9.	FENOL – FORMALDEHYDEHARSEN	121
3.9.1.	<i>Reacties in zuur midden</i>	121
3.9.2.	<i>Reacties in basisch midden</i>	123
3.10.	AMINEHARSEN.....	124
3.11.	OEFENINGEN.....	125
4.	CHEMIE VAN DE ALKEENGROEP – KETENPOLYMERISATIE.....	129
4.1.	INLEIDING.....	129
4.1.1.	<i>Vinylmonomeren</i>	129
4.1.2.	<i>Reactieve deeltjes</i>	130
a.	Radicalen	130
b.	Carbokationen.....	131
c.	Carbanionen	131
d.	Metaalverbinding	132
4.1.3.	<i>Ketenreacties: algemeen mechanisme</i>	132
4.1.4.	<i>Vergelijking tussen de stapsgewijze en ketenpolymerisatie</i>	133
4.2.	DE RADICALAIRE POLYMERISATIE	134
4.2.1.	<i>De initiatie</i>	134
4.2.2.	<i>De propagatie</i>	136
4.2.3.	<i>De terminatie</i>	138
4.2.4.	<i>De ketentransfer</i>	138
4.3.	DE IONISCHE POLYMERISATIE	139
4.4.	DE KATIONISCHE POLYMERISATIE	144
4.4.1.	<i>De initiatie</i>	144
4.4.2.	<i>De propagatie</i>	145
4.4.3.	<i>Terminatie</i>	146
4.5.	DE ANIONISCHE POLYMERISATIE	147
4.5.1.	<i>De initiatie</i>	147
4.5.2.	<i>Propagatie</i>	149
4.5.3.	<i>Terminatie</i>	150
4.6.	RINGOPENINGSPOLYMERISATIE	151
4.6.1.	<i>Anionische ringopeningspolymerisatie van epoxiden</i>	152
a.	Initiatie.....	152
b.	Propagatie	152
c.	Terminatie	153
4.6.2.	<i>Anionische ringopeningspolymerisatie van ε-caprolactam</i>	153
4.7.	COÖRDINATIEPOLYMERISATIE	155
4.7.1.	<i>Ziegler-Natta polymerisatie</i>	156
a.	Het monometaalmechanisme	158
b.	Het bimetaalmechanisme	159
c.	Stereoregulariteit.....	159

4.7.2.	<i>Ring Opening Metathesis Polymerisatie (ROMP)</i>	160
4.8.	OEFENINGEN.....	163
5.	BEGRIPPEN VAN CHEMISCHE THERMODYNAMICA.....	165
5.1.	ENKELE BELANGRIJKE RELATIES IN DE THERMODYNAMICA.....	165
5.2.	EEN NIEUWE THERMODYNAMISCHE FUNCTIE.....	167
5.2.1.	<i>Systeem bij constant volume</i>	168
5.2.2.	<i>Systeem bij constante druk</i>	168
5.2.3.	<i>Twee nieuwe thermodynamische functies</i>	170
5.3.	THERMODYNAMISCHE FUNCTIES EN CHEMISCHE REACTIES	171
5.4.	EIGENSCHAPPEN VAN DE GIBBS ENERGIE	174
5.5.	AFHANKELIJKHEID VAN G MET T EN P	178
5.5.1.	<i>Afhankelijkheid van G met T</i>	178
5.5.2.	<i>Afhankelijkheid van G met p</i>	179
5.6.	THERMODYNAMICA VAN MENGING.....	181
5.6.1.	<i>Ideale oplossingen</i>	181
5.6.2.	<i>De thermodynamische mengfuncties</i>	184
5.6.3.	<i>De standaardtoestand</i>	185
5.7.	GIBBS ENERGIE EN EVENWICHTSCONSTANTE.....	186
5.7.1.	<i>Reactie Gibbs energie</i>	186
5.7.2.	<i>Een algemene reactie</i>	189
5.8.	OEFENINGEN.....	190
6.	THERMODYNAMICA VAN POLYMEEROPLOSSINGEN.....	191
6.1.	OPLOSSINGEN VAN POLYMEREN	191
6.2.	HET FLORY-HUGGINSMODEL	193
6.2.1.	<i>Laag moleculaire stoffen</i>	193
6.2.2.	<i>Macromoleculaire stoffen</i>	195
6.2.3.	<i>De tweede viriaalcoëfficiënt</i>	201
6.3.	HET FLORY-KRIGBAUMMODEL	203
6.4.	OEFENINGEN.....	205
7.	THERMODYNAMICA VAN DE POLYMERISATIETREACTIE	207
7.1.	STANDAARD THERMODYNAMISCHE FUNCTIES VOOR DE POLYMERISATIETREACTIE.....	207
7.2.	THERMODYNAMICA VAN POLYMERISATIE	210
7.2.1.	<i>De polymerisatie is exotherm</i>	211
7.2.2.	<i>De polymerisatie is endotherm</i>	211
7.2.3.	<i>De evenwichtsconstante van de polymerisatie</i>	213
7.2.4.	<i>Endcapping</i>	215
7.3.	OEFENINGEN.....	216
8.	KINETICA VAN DE POLYMERISATIETREACTIES	217
8.1.	DE SNELHEID VAN EEN CHEMISCHE REACTIE	217
8.1.1.	<i>De snelheid van een algemene reactie</i>	217
8.1.2.	<i>De snelheid van een elementaire eerste orde reactie</i>	218
8.1.3.	<i>De snelheid van een elementaire tweede orde reactie</i>	220
8.1.4.	<i>Activeringsenergie</i>	221
8.2.	REACTIVITEIT EN POLYMERISATIE	222
8.2.1.	<i>Functionaliteit van het monomeer</i>	222
8.2.2.	<i>Het principe van Flory</i>	223
8.2.3.	<i>De Functionele Groep benadering</i>	225
8.3.	KINETICA VAN DE STAPSGEWIJZE POLYMERISATIE	227
8.3.1.	<i>Vorderingsgraad en gemiddelde polymerisatiegraad</i>	227
a.	Monomeren met functionaliteit twee	227
b.	Monomeren met functionaliteit groter dan twee	229
8.3.2.	<i>Kinetica</i>	231
8.3.3.	<i>Beperkingen aan de polymerisatiegraad</i>	233
a.	Stoichiometrische onbalans.....	234
b.	Bereiken van evenwicht	236
c.	Ringvorming	237
8.3.4.	<i>Molmassadistributie in lineaire stapsgewijze polymeren</i>	239

8.4.	KINETICA VAN DE KETENPOLYMERISATIE.....	246
8.4.1.	<i>Snelheid van de radicalaire ketenreactie</i>	246
8.4.2.	<i>De gemiddelde polymerisatiegraad</i>	249
8.4.3.	<i>Invloed van de ketentransfer</i>	251
8.5.	INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DE POLYMERISATIESNELHEID.....	253
8.5.1.	<i>Radicalaire polymerisatie</i>	253
8.5.2.	<i>Het Norrish-Trommsdorff effect</i>	254
8.5.3.	<i>Kationische polymerisatie</i>	256
8.5.4.	<i>Temperatuur en stereoregulariteit</i>	256
8.6.	OEFENINGEN.....	258
9.	COPOLYMERISATIE.....	259
9.1.	RADICALAIRE COPOLYMERISATIE	259
9.1.1.	<i>De copolymeer vergelijking</i>	259
a.	$r_1 = r_2 = 1$	263
b.	$r_1 = r_2 = 0$	264
c.	$r_1 \gg 1$ en $r_2 \ll 1$ en $r_1 \cdot r_2 = 1$	264
d.	$r_1 > 1$ en $r_2 > 1$	265
9.1.2.	<i>Uitbreiding van de reactiviteitsveronderstelling</i>	267
9.1.3.	<i>Experimentele bepaling van de reactiviteitsratio's</i>	267
9.1.4.	<i>Het Alfrey-Price Q – e schema</i>	269
9.2.	SYNTHESE VAN ENKELE BIJZONDERE COPOLYMEREN	271
9.2.1.	<i>Entcopolymere</i>	271
a.	Enten vanaf de hoofdketen	271
b.	Techniek van het macromeer	273
c.	Terminatie van een groeiende zijtak op de hoofdketen.....	275
9.2.2.	<i>Blokcopolymere</i>	276
a.	Toevoegen van monomeer aan een levend polymeer.....	277
b.	Initiatie vanaf het eind van een keten	278
c.	Koppelen van verschillende ketens	278
d.	De Inifer techniek	279
9.3.	OEFENINGEN.....	280
10.	TECHNIEKEN VAN INDUSTRIËLE POLYMERISATIE	283
10.1.	MASSAPOLYMERISATIE	283
10.2.	OPLOSSINGSPOLYMERISATIE	284
10.3.	SUSPENSIEPOLYMERISATIE	285
10.4.	EMULSIEPOLYMERISATIE	287
10.5.	OEFENINGEN.....	291
11.	BIJLAGE 1: LITERATUUR.....	293
11.1.	ALGEMENE WERKEN	293
11.2.	POLYMEERCHEMIE EN – TECHNOLOGIE.....	293
12.	BIJLAGE 2: AFKORTINGEN	295
13.	BIJLAGE 3: TABELLEN	297

Lijst van Tabellen

TABEL 1-1: WERELDPRODUCTIE VAN ENKELE BELANGRIJKE POLYMEERFAMILIES ^(A)	15
TABEL 1-2: DE BELANGRIJKSTE COMMERCIELE POLYMEREN, MET HUN JAAR VAN INTRODUCTIE	17
TABEL 2-1: VERGELIJKING VAN C-C EN C-H BINDINGEN	38
TABEL 2-2: HYDROGENATIEWARMTEN VAN ENKELE ALKENEN EN DIËNEN	44
TABEL 2-3: LADINGSVERDELING IN STYREEN	48
TABEL 2-4: BEREIK VAN HET INDUCTIEF EFFECT	53
TABEL 2-5: HYDROGENERINGSENTHALPIËN VAN ENKELE CYCLISCHE ALKENEN	55
TABEL 2-6: INTERACTIES EN ENERGIEBIJDRAGEN IN ALKAANCONFORMEREN	64
TABEL 3-1: PARTIËLE LADINGEN IN FORMALDEHYDE	86
TABEL 3-2: FUNCTIONELE GROEPEN VOOR DE BEREIDING VAN POLYMEREN	88
TABEL 3-3: PARTIËLE LADINGEN IN NIET EN WEL GEACTIVEERD AZIJNZUUR	91
TABEL 3-4: ALKYD HARS RECEPTUUR	101
TABEL 3-5: FYSISCHE EIGENSCHAPPEN VAN POLYAMIDES	106
TABEL 3-6: ENKELE EIGENSCHAPPEN VAN HCFK-141B EN PENTAAN	118
TABEL 4-1: NAAM EN STRUCTUUR VAN ENKELE VINYLMONOMEREN CH ₂ =CXY	130
TABEL 4-2: VERGELIJKING TUSSEN STAPSGEWIJZE- EN KETENPOLYMERISATIE	133
TABEL 4-3: POLYMERISATIE VAN ENKELE MONOMEREN VOLGENS DE DIVERSE MECHANISMEN	140
TABEL 4-4: POLYMERISATIE ENTHALPIËN VAN ENKELE MONOMEREN	151
TABEL 4-5: ENKELE TYPISCHE ZIEGLER-NATTA KATALYSATOREN	155
TABEL 4-6: VOORBEELDEN VAN COÖRDINATIEPOLYMERISATIE	155
TABEL 7-1: THERMODYNAMISCHE GROOTHEDEN VAN ENKELE MONOMEREN	209
TABEL 8-1: ENKELE TWEewaardige MONOMEREN	222
TABEL 8-2: DIFUNCTIONELE MONOMEREN MET ÉÉN FUNCTIONELE GROEP	222
TABEL 8-3: DUBBELE BINDINGEN EN RINGEN ALS DIFUNCTIONEEL REAGENS	223
TABEL 8-4: VORDERINGSGRAAD VERSUS GEMIDDELDE POLYMERISATIEGRAAD	229
TABEL 8-5: GEMIDDELDE POLYMERISATIEGRAAD BIJ AFWIJKING STOICHIOMETRIE	235
TABEL 8-6: RINGVORMING EN POLYMERISATIE	238
TABEL 8-7: SNELHEIDSCONSTANTEN VOOR DECOMPOSITIE VAN INITIATOREN	249
TABEL 8-8: SNELHEIDSCONSTANTEN VOOR PROPAGATIE EN TERMINATIE	249
TABEL 8-9: TRANSFERCONSTANTEN VOOR ENKELE MONOMEREN EN TRANSFERREAGENTIA	252
TABEL 8-10: ENKELE ACTIVERINGSENERGIEËN	254
TABEL 9-1: REACTIVITEITSVERHOUDINGEN VAN ENKEL MONOMEREN	266
TABEL 9-2: MONOMEERRATIO'S IN VOEDING EN COPOLYMEER - THEORETISCH VOORBEELD	268
TABEL 9-3: Q - E WAARDEN VOOR ENKELE MONOMEREN	270
TABEL 10-1: TYPISCH RECEPT VOOR SUSPENSIEPOLYMERISATIE	286
TABEL 10-2: TYPISCH RECEPT VOOR DE EMULSIECOPOLYMERISATIE VAN STYREEN EN BUTADIEEN	291

Lijst van Figuren

FIGUUR 2-1: HET ONTSTAAN VAN HYBRIEDORBITALEN	31
FIGUUR 2-2: RUIMTELIJKE VOORSTELLINGEN VAN METHAAN	31
FIGUUR 2-3: RUIMTELIJKE VOORSTELLINGEN VAN ETHAAN	32
FIGUUR 2-4: RICHTING VAN sp^2 ORBITALEN.....	33
FIGUUR 2-5: VORMING VAN σ MOLECULAIRE ORBITALEN	34
FIGUUR 2-6: C-H BINDING IN ETHEEN.....	34
FIGUUR 2-7: BEREKENDE σ EN σ^* ORBITALEN IN H_2	35
FIGUUR 2-8: π EN π^* MO'S IN ETHEEN	35
FIGUUR 2-9: BEREKENDE π EN π^* ORBITALEN	36
FIGUUR 2-10: RUIMTELIJKE VOORSTELLING VAN ETHEEN	36
FIGUUR 2-11: RUIMTELIJKE RICHTING VAN sp HO'S	37
FIGUUR 2-12: RUIMTELIJKE VOORSTELLING VAN ETHYN	38
FIGUUR 2-13: SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN AMMONIAK.....	39
FIGUUR 2-14: RUIMTELIJKE VOORSTELLING VAN AMMONIAK	40
FIGUUR 2-15: SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN WATER.....	40
FIGUUR 2-16: RUIMTELIJKE VOORSTELLING VAN WATER	41
FIGUUR 2-17: ENERGIEDIAGRAM EN STABILITEIT	43
FIGUUR 2-18: RESONANTIECANONIEKEN VAN FENOL	46
FIGUUR 2-19: LADINGSVERDELING IN FENOL	46
FIGUUR 2-20: RESONANTIECANONIEKEN VAN STYREEN	47
FIGUUR 2-21: ATOOMNUMMERING IN STYREEN	48
FIGUUR 2-22:RUIMTELIJKE VOORSTELLING VAN 1,3-BUTADIEEN	51
FIGUUR 2-23: VORM VAN DE MO'S IN BUTADIEEN.....	51
FIGUUR 2-24: STERISCH EFFECT BIJ CIS- EN TRANS 2-BUTEEN	54
FIGUUR 2-25: RUIMTELIJKE STRUCTUUR VAN BENZEEN	57
FIGUUR 2-26: RUIMTELIJKE STRUCTUUR VAN CYCLOOCTATETRAEEN	58
FIGUUR 2-27: VERSCHILLENDE VOORSTELLINGEN VAN ETHAAN	62
FIGUUR 2-28: DE NEWMANPROJECTIE	62
FIGUUR 2-29: DE CONFORMATIES VAN ETHAAN	62
FIGUUR 2-30: VRIJE ENERGIE VERSUS ROTATIEHOEK IN ETHAAN	63
FIGUUR 2-31: CONFORMATIES VAN BUTAAN	64
FIGUUR 2-32: VRIJE ENERGIE VERSUS ROTATIEHOEK IN BUTAAN.....	65
FIGUUR 2-33: CONFORMATIES VAN PENTAAN.....	66
FIGUUR 2-34: VLAKKE PROJECTIE EN RUIMTEVULLEND MODEL VAN G^+G^+ CONFORMEER	66
FIGUUR 2-35: ENERGIE CONTOURPLOT VAN DE PENTAANCONFORMEREN.....	67
FIGUUR 2-36: DRIE OPEENVOLGENDE SEGMENTEN VAN EEN POLYMEERKETEN	70
FIGUUR 2-37: CONFORMATIONELE SPANNING EN RINGGROOTTE BIJ CYCLOALKANEN	76
FIGUUR 2-38: CONFORMATIE VAN CYCLOHEXAAN	76
FIGUUR 3-1: PARTIËLE LADINGEN IN FORMALDEHYDE	86
FIGUUR 3-2: ALGEMEEN MECHANISME VAN DE NUCLEOFIELE ACYLSUBSTITUTIE	90
FIGUUR 3-3: VOORSTELLING VAN PARTIËLE LADINGEN IN AZIJNZUUR	91
FIGUUR 3-4: MECHANISME VAN DE FISCHER ESTERIFICATIE	92
FIGUUR 3-5: PRINCIPE VAN DE POLYESTERIFICATIE	93
FIGUUR 3-6: VERNETTING VAN ONVERZADIGDE POLYESTERS	100
FIGUUR 3-7: MECHANISME VAN DE STAPSGEWIJZE POLYMERISATIE VAN ϵ -CAPROLACTAM	104
FIGUUR 3-8: INTERKETEN WATERSTOFBRUGGEN BIJ NYLON 6	106
FIGUUR 3-9: SYNTHESEREACTIE VAN EEN POLYAMIDEZUUR	108
FIGUUR 3-10: SYNTHESEREACTIE VAN EEN POLYIMIDE UIT HET POLYAMIDEZUUR	109
FIGUUR 3-11: SYNTHESE VAN POLYANHYDRIDEN.....	110
FIGUUR 3-12: MECHANISME VAN DE VORMING VAN EEN ACETAAL	111
FIGUUR 3-13: MECHANISME VAN DE URETHAANVORMING	112
FIGUUR 3-14: Cis-IDPI.....	114
FIGUUR 3-15: MECHANISME VAN DE REACTIE TUSSEN WATER EN EEN ISOCYANAAT	117
FIGUUR 3-16: MECHANISME VAN DE REACTIE TUSSEN EEN AMINE EN EEN ISOCYANAAT	117

FIGUUR 3-17: SYNTHESEREACTIE VAN HET HARS VAN EEN EPOXYHARS	120
FIGUUR 3-18: HARDINGSREACTIE VAN EPOXYHARS	121
FIGUUR 3-19: REACTIE TUSSEN FORMALDEHYDE EN FENOL IN ZUUR MIDDELEN	122
FIGUUR 3-20: REACTIES VAN FENOL EN FORMALDEHYDE IN BASISCH MILIEU	124
FIGUUR 3-21: STRUCTUUR EN REACTIES VAN UREUM-FORMALDEHYDEHARSSEN	125
FIGUUR 4-1: STRUCTUUR VAN EEN KOOLSTOFRADICAAL	130
FIGUUR 4-2: SCHEMATISCHE STRUCTUUR VAN EEN CARBOKATION	131
FIGUUR 4-3: CARBOKATION MET LEEG $2p_z$ -ORBITAAL	131
FIGUUR 4-4: SCHEMATISCHE STRUCTUUR VAN EEN CARBANION	132
FIGUUR 4-5: ALGEMEEN MECHANISME VAN EEN KETENREACTIE	133
FIGUUR 4-6: REACTIES VAN BENZOYL PEROXIDE	134
FIGUUR 4-7: REACTIES VAN AIBN	134
FIGUUR 4-8: REACTIES VAN KALIUM PEROXODISULFAAT	135
FIGUUR 4-9: DE ALGEMENE INITIATIEREACTIE	135
FIGUUR 4-10: DE RADICALAIRE PROPAGATIEREACTIE	136
FIGUUR 4-11: DE COMBINATIEREACTIE	138
FIGUUR 4-12: DE DISPROPORTIONERING	138
FIGUUR 4-13: KETENTRANSFER MET TETRACHLOORMETHAAN	139
FIGUUR 4-14: KETENTRANSFEREACTIES MET HET MONOMEER	139
FIGUUR 4-15: BEREKENDE LADINGEN VOOR TWEE CARBOKATIONEN	142
FIGUUR 4-16: VORMING VAN NATRIUM NAFTALIDE	148
FIGUUR 4-17: REACTIE VAN NATRIUM NAFTALIDE MET BENZEEN	149
FIGUUR 4-18: DIMERISATIE VAN DE STYREEN ANIONEN	149
FIGUUR 4-19: INITIATIE VAN DE RINGOPENINGSPOLYMERISATIE VAN ETHYLEENOXIDE	152
FIGUUR 4-20: PROPAGATIE VAN DE RINGOPENINGSPOLYMERISATIE VAN ETHYLEENOXIDE	153
FIGUUR 4-21: ANIONISCHE RINGOPENINGSPOLYMERISATIE VAN ϵ -CAPROLACTAM	154
FIGUUR 4-22: BINDING TUSSEN EEN METAALION EN EEN ALKEEN	157
FIGUUR 4-23: MONOMETAALMECHANISME VAN DE ZIEGLER-NATTA KATALYSE	158
FIGUUR 4-24: HET BIMETAALMECHANISME VAN DE ZIEGLER-NATTA KATALYSE	159
FIGUUR 4-25: 3D-STRUCTUUR VAN EEN ZIEGLER-NATTA KATALYSATOR	160
FIGUUR 4-26: MECHANISME VAN DE RING OPENING METATHESIS POLYMERISATIE VAN CYCLOPENTEN	162
FIGUUR 4-27: SYNTHESE VAN POLYACETYLEEN	162
FIGUUR 5-1: EXPANSIE IN EEN CYLINDER	169
FIGUUR 5-2: MEETKUNDIGE INTERPRETATIE VAN V EN $-S$	175
FIGUUR 5-3: ENTROPIE ALS HELLING VAN G IN FUNCTIE VAN T	176
FIGUUR 5-4: MEETKUNDIGE INTERPRETATIE VAN CHEMISCHE POTENTIAAL	177
FIGUUR 5-5: GIBBS ENERGIE ALS INTEGRAAL VAN V ALS FUNCTIE VAN P	179
FIGUUR 5-6: G ALS INTEGRAAL VAN V IN FUNCTIE VAN P VOOR EEN (IDEAAL) GAS	180
FIGUUR 5-7: BENZEEN EN TOLUEEN ALS IDEAAL MENGSEL	183
FIGUUR 5-8: DAMPSPANNINGSCURVEN VAN MENGSELS VAN KOOLSTOFDISULFIDE EN ACETON	183
FIGUUR 5-9: G ALS FUNCTIE VAN ξ	187
FIGUUR 6-1: FORY-HUGGINS ROOSTERMODEL	192
FIGUUR 6-2: FLORY-HUGGINS VERSUS FLORY-KRIGBAUM OPLOSSING	204
FIGUUR 6-3: VERANDERING VAN B MET M VOOR POLYISOBUTYLEEN	205
FIGUUR 7-1: BEPALING VAN MOLAIRE ENTROPIE	209
FIGUUR 7-2: POLYMERISATIE-EVENWICHT VOOR ZWAVEL	213
FIGUUR 7-3: MONOMEER-POLYMEER EVENWICHT VOOR EXOTHERME REACTIE	214
FIGUUR 7-4: MONOMEER-POLYMEER EVENWICHT VOOR ENDOTHERME REACTIE IS	215
FIGUUR 8-1: REAGENS-CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN TIJD	219
FIGUUR 8-2: PRODUCT-CONCENTRATIE ALS FUNCTIE VAN TIJD	219
FIGUUR 8-3: BEPALING VAN DE SNELHEIDSCONSTANTE k	219
FIGUUR 8-4: BEPALING VAN DE ACTIVERINGSENERGIE	221
FIGUUR 8-5: EVIDENTIES VOOR HET PRINCIPE VAN FLORY	225
FIGUUR 8-6: TRANSESTERIFICATIE BIJ POLYESTERIFICATIE	226
FIGUUR 8-7: KINETISCHE PLOTS VAN POLYESTERIFICATIE	233
FIGUUR 8-8: AANTALVERDELINGSFUNCTIE VOOR EEN LINEAIR STAPSGEWIJS POLYMEER BIJ VERSCHILLENDE POLYMERISATIEGRADEN	243
FIGUUR 8-9: GEWICHTSVERDELINGSFUNCTIE VOOR EEN LINEAIR STAPSGEWIJS POLYMEER BIJ VERSCHILLENDE POLYMERISATIEGRADEN	244

FIGUUR 8-10: LIGGING VAN GETAL- EN GEWICHTSGEMIDDELDE POLYMERISATIEGRAAD OP DE GEWICHTSFRACTIEVERDELING	244
FIGUUR 8-11: SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE INSTANT GEWICHTSFRACTIE DISTRIBUTIE IN VERSCHILLENDE INTERVALLEN Δt . DE CUMULATIEVE DISTRIBUTIE IN STIPPELLIJN IS BEDUIDEND BREDER	251
FIGUUR 8-12: NORRISH-TROMMSDORFF EFFECT BIJ METHYL METHACRYLAAT BIJ VERSCHILLENDE TEMPERATUREN	255
FIGUUR 8-13: NORRISH TROMMSDORFF EFFECT BIJ DE POLYMERISATIE VAN METHYL METHACRYLAAT IN BENZEEN ALS SOLVENT. DE LABELS BIJ DE CURVEN GEVEN DE MONOMEER CONCENTRATIE AAN (50 °C)	256
FIGUUR 8-14: VERSCHIL IN INTERMOLECULAIRE INTERACTIE TUSSEN ISO EN SYNDIO REACTIE	257
FIGUUR 9-1: DE COPOLYMERISATIEVERGELIJKING BIJ VERSCHILLENDE REACTIVITEITSRATIO'S	263
FIGUUR 9-2: BEPALING VAN REACTIVITEITSRATIO'S - THEORETISCH VOORBEELD	268
FIGUUR 9-3: BEPALING VAN REACTIVITEITSRATIO'S - PRAKTISCH VOORBEELD	269
FIGUUR 10-1: OPSTELLING VOOR CONTINUE MASSAPOLYMERISATIE.....	284
FIGUUR 10-2: SCHEMATISCHE OPSTELLING VOOR EEN COÖRDINATIE POLYMERISATIE	285
FIGUUR 10-3: TYPISCHE OPSTELLING VOOR INDUSTRIËLE SUSPENSIEPOLYMERISATIE.....	287
FIGUUR 10-4: FORMULE EN SCHEMATISCHE STRUCTUUR VAN SDS	288
FIGUUR 10-5: RUIMTEVULLENDE STRUCTUUR VAN SDS	288
FIGUUR 10-6: SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN EEN MICEL	289
FIGUUR 10-7: VERLOOP VAN EMULSIEPOLYMERISATIE	289