



Michel Fontanille
Yves Gnanou

Chimie et physico-chimie des polymères

3^e édition

Master
Écoles d'ingénieurs

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	IX
Chapitre 1 • Introduction	1
1.1 Historique	1
1.2 Quelques définitions	3
1.3 Représentation des polymères	5
1.4 Classification des polymères organiques	6
1.5 Désignation des polymères	8
Chapitre 2 • Cohésion des polymères	13
2.1 Interactions moléculaires (rappels)	13
2.2 Énergie de cohésion des polymères	15
Chapitre 3 • Structure moléculaire des polymères	19
3.1 Topologie et dimensionnalité	19
3.2 Enchaînement des motifs constitutifs (motifs monomères)	21
3.3 Structures configurationnelles	26
3.4 Dispersité et masses molaires moyennes	36
3.5 Réseaux polymères	40
Chapitre 4 • Thermodynamique des systèmes macromoléculaires	47
4.1 Caractères généraux des solutions de polymères	47
4.2 Théorie de Flory-Huggins	48
4.3 Solutions macromoléculaires diluées	61
4.4 Solutions macromoléculaires semi-diluées	72
4.5 Mélanges polymère-polymère	75
Chapitre 5 • Structures conformationnelles et morphologies	81
5.1 Description d'une chaîne polymère désordonnée	81
5.2 Chaînes polymères à conformation régulière	98
5.3 Assemblage des chaînes	107
5.4 Morphologie des systèmes macromoléculaires	111
5.5 Polymères orientés	123

Table des matières

5.6	Polymères cristaux liquides	126
Chapitre 6 • Mesure des masses molaires et méthodes physiques d'étude des conformations et des morphologies		133
6.1	Méthodes colligatives de mesure des masses molaires	133
6.2	Mesure des masses molaires et de la taille des macromolécules par diffusion du rayonnement	139
6.3	Spectrométrie de masse appliquée aux polymères	164
6.4	Viscosité des solutions diluées – Mesure des masses molaires par viscosimétrie	166
6.5	Application de la chromatographie d'exclusion stérique à l'étude des masses molaires et de leur distribution	175
6.6	Étude des structures conformationnelles régulières – Principe du cliché de fibre	180
6.7	Mesure du taux de cristallinité (c)	182
6.8	Étude des sphérolites	188
6.9	Mesure de l'orientation des chaînes	190
Chapitre 7 • Polymérisations par étapes (polycondensations et polyadditions)		193
7.1	Caractères généraux	193
7.2	Polymérisation des monomères bivalents	196
7.3	Polymérisation des monomères de valence moyenne supérieure à deux – « Point de gel »	202
7.4	Cinétique des polymérisations par étapes	208
7.5	Principales réactions utilisées pour les polymérisations par étapes	209
Chapitre 8 • Polymérisations en chaîne		223
8.1	Caractères généraux	223
8.2	Polymérisabilité	224
8.3	Stéréochimie des polymérisations en chaîne	228
8.4	Polymérisations « vivantes » et polymérisations « contrôlées »	229
8.5	Polymérisation radicalaire	233
8.6	Polymérisation anionique	274
8.7	Polymérisation cationique	290
8.8	Polymérisations par coordination	304
Chapitre 9 • Réactivité et modification chimique des polymères		315
9.1	Caractères généraux des réactions sur les polymères	315
9.2	Influence de l'état macromoléculaire sur la réactivité des polymères	316
9.3	Réactions de pontage	322
9.4	Réactions de dégradation des polymères	324
9.5	Éléments de stabilisation des polymères	332
Chapitre 10 • Synthèse macromoléculaire		335
10.1	Introduction	335

10.2	Fonctionnalisation terminale des chaînes (synthèse de précurseurs réactifs)	335
10.3	Copolymères à blocs et greffés	339
10.4	Les polymères à topologie complexe	345
Chapitre 11 • Propriétés thermomécaniques des polymères		359
11.1	Caractères généraux	359
11.2	La transition vitreuse	361
11.3	Fusion des polymères semi-cristallins	370
11.4	Cristallisation des polymères cristallisables	373
Chapitre 12 • Propriétés mécaniques générales des polymères		381
12.1	Origine de l'élasticité dans les polymères	381
12.2	Comportement élastique des élastomères	385
12.3	Viscoélasticité des polymères	391
12.4	Propriétés mécaniques à grandes déformations	406
Chapitre 13 • Rhéologie, élaboration et mise en forme des polymères		415
13.1	Dynamique des polymères à l'état fondu	415
13.2	Élaboration des matériaux polymères	424
13.3	Principales techniques de mise en forme des matériaux polymères	430
Chapitre 14 • Polymères naturels et polymères artificiels		439
14.1	Le caoutchouc naturel et ses analogues	439
14.2	Les polysaccharides et leurs dérivés	442
14.3	La lignine	449
14.4	Les matériaux protéiques	451
Chapitre 15 • Polymères synthétiques monodimensionnels		457
15.1	Les polyoléfines	457
15.2	Les poly(diènes conjugués)	465
15.3	Les polymères vinyliques et assimilés	472
15.4	Polyéthers aliphatiques et analogues	494
15.5	Les Polycondensats linéaires	497
Chapitre 16 • Polymères synthétiques tridimensionnels		521
16.1	Polyesters saturés (résines glyptal)	521
16.2	Polyesters insaturés (UP)	523
16.3	Phénoplastes (PF)	525
16.4	Aminoplastes	528
16.5	Polyuréthanes (PUR)	531
16.6	Polyépoxydes (EP)	532
16.7	Polysiloxanes (silicones tridimensionnels) (SI)	538

Table des matières

Chapitre 17 • Polymères conducteurs	543
17.1 Les polymères conducteurs ioniques	543
17.2 Les polymères conducteurs électroniques	546
Index	559