الغرويات والجزيئات الضخمة

السنة: الثالثة

القسم: الكيمياء

الاختصاص: كيمياء بحتة

منشورات جامعة دمشق
كلية العلوم

الغرويات والجزيئات الضخمة

الدكتور
فواز الدبري
أستاذ في قسم الكيمياء

الدكتورة
منال الخضري
أستاذ مساعد في قسم الكيمياء

١٤٣٧ - ١٤٣٨هـ
٢٠١٦ - ٢٠١٧م

جامعة دمشق

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفهرس

الفهرس 5

مقدمة 11

الفصل الأول : تعريف البوليمرات وتسميتها وتصنيفها 13

1- 1- تعريف البوليمرات 13

1- 2- تسمية البوليمرات 16

1- 2- 1- باعتماد أسماء الوحدات الأولية للمونومرات 16

1- 2- 2- باعتماد التركيب الكيميائي لجزيئات البوليمر 16

1- 2- 3- التسمية التجارية 17

1- 3- تصنيف البوليمرات 17

1- 3- 1- تصنيف البوليمرات تبعاً لمصدرها 17

1- 3- 2- التصنيف الكيميائي للبوليمرات 18

1- 3- 3- التصنيف التكنولوجي للبوليمرات 20

1- 3- 4- تصنيف البوليمرات حسب شكلها البنيوي 23

1- 4- الخصائص العامة للبوليمرات 25

1- 5- تعديل خصائص البوليمرات 29

الفصل الثاني : تفاعلات البلمرة والتكاثف المتعدد 33

2- 1- تفاعلات البلمرة 33

2- 2- البلمرة المتسلسلة (البلمرة بالإضافة) 34

2- 2- 1- البلمرة الجذرية 35

2- 2- 2- البلمرة الكاتيونية "إلكتروفيلية" 39

2- 2- 3- البلمرة الأنيونية "النيكلوفيلية" 40

2- 2- 4- البلمرة التساندية 40
2- 3- البلمرة التكاثفية 44
2- 4- المقارنة بين البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكاثف 49
2- 5- البلمرة المشتركة 50
2- 6- سرعة البلمرة 53
2- 7- طرائق البلمرة 54
2- 7- 1- البلمرة بالكتلة 54
2- 7- 2- البلمرة في المحلول 56
2- 7- 3- البلمرة الاستحلابية 57
2- 7- 4- البلمرة المعلقة 58
2- 8- العوامل المؤثرة في سير عملية البلمرة 60
2- 9- العلاقة بين الوزن الجزيئي وطول السلسلة الحركية 61
2- 10- حركية التكاثف 64
2- 11- القدرة التفاعلية للمونومرات 66
الفصل الثالث : اصطناع بعض البوليمرات المهمة صناعياً ومواصفاتها وتأثيرها في البيئة 69
3- 1- بوليمرات التلدن الحراري 69
3- 1- 1- البولي إتيلن 69
3- 1- 2- البولي بروبيلن 71
3- 1- 3- البولي ڤينيل كلوريد 72
3- 1- 4- البولي ڤينيل أسيتات 73
3- 1- 5- البولي ستيرين 74
3- 1- 6- بولي ميتيل ميتاكريلات 75
3- 1- 7- البولي أميد 76

3- 1- 8- البولي إتيلن تير فتالات 77
3- 1- 9- البولي بوتيلن تير فتالات 78
3- 1- 10- بولي رباعي فلور الإتيلن 78
3- 1- 11- البولي كربونات 79
3- 1- 12- نترو السيليلوز 80
3- 1- 13- أكريل نتريل بوتاديين ستيرين 81
3- 1- 14- البولي يوريتان 81
3- 2- بوليمرات التصلب الحراري 83
3- 2- 1- ريزينات الفينول فورم ألدهيد 83
3- 2- 2- ريزينات الأمينوبلاست 86
3- 2- 3- ريزينات الأيبوكسي 89
3- 2- 4- السيليكونات 90
3- 3- اللدائن وتلوث البيئة 93
3- 3- 1- المقدمة 93
3- 3- 2- تلوث البيئة 93
أولاً- مزايا المواد البلاستيكية 94
ثانياً أخطار المواد البلاستيكية 95
ثالثاً- حرائق المواد البلاستيكية 102
الفصل الرابع : طرائق قولبة اللدائن 105
4- 1- القولبة بالضغط أو الكبس 107
4- 1- 1- العوامل المؤثرة في القولبة بالكبس 108
4- 1- 2- مزايا ومساوئ القولبة بالكبس 112
4- 2- القولبة بالحقن 113
4- 3- القولبة بالبثق 114
4- 4- القولبة بالانتقال 114

4- 5- القولبة بالصب 115
4- 6- القولبة بالنفخ 116
4- 7- قولبة رقائق الأنبوبة بطريقة البالون 117
4- 8- قولبة الصفائح والأفلام بطريقة السحب 119
4- 9- القولبة بالتغطية 120
4- 10- التشكيل الحراري 120
4- 11- تشكيل الكابلات 121
الفصل الخامس : الخواص الكيميائية للجزيئات الضخمة 127
5- 1- تفاعلات الاستبدال 127
5- 2- تفاعلات التشابك 127
5- 3- التحطيم والتقادم 130
الفصل السادس : الخواص الفيزيائية للجزيئات الضخمة 133
6- 1- عمليات التحطيم الحرارية 133
6- 2- عمليات التحطيم الميكانيكية 134
6- 3- عمليات التحطيم تحت تأثير الإشعاع المؤين 134
6- 4- تعيين الأوزان الجزيئية لمركبات الجزيئات الضخمة 134
6- 4- 1- تعيين المعدل الوزني للوزن الجزيئي Mw 136
6- 4- 2- تعيين المعدل العددي للوزن الجزيئي Mn 138
6- 4- 3- تعيين المعدل اللزوجي للوزن الجزيئي Mv 140
6- 4- 4- تطبيقات 145
6- 5- تجزئة البوليمرات ومنحنيات التوزع 156
6- 6- تبلور البوليمرات 158
6- 7- درجة الانصهار البلورية للبوليمرات 161
6- 8- طرائق تعيين درجة التبلور في البوليمرات 164
6- 9- ميكانيكية تبلور البوليمرات وحركيتها 165

6- 10- درجة الانتقال الزجاجي 166
6- 11- الحالة الزجاجية والبوليمرات غير المتبلورة 169
6- 12- المواد المعيقة للحريق 170

الفصل السابع : الخواص الميكانيكية والخواص الميكانيكية الديناميكية للجزيئات الضخمة 173

7- 1- الخواص الميكانيكية للجزيئات الضخمة 173
7- 1- 1- المرونة 173
7- 1- 2- اللدونة أو الانفعال اللدن 174
7- 1- 3- الإجهاد 174
7- 1- 4- الانفعال 175
7- 1- 5- حد المرونة 175
7- 1- 6- المقاومة 176
7- 1- 7- الصلادة 176
7- 1- 8- المتانة 177
7- 1- 9- الصلابة 177
- منحني الإجهاد - الانفعال 178
- سلوكية الزحف 186
- استرخاء الجهد 188
- قوة الصدم 190
7- 2- الخواص الميكانيكية الديناميكية للجزيئات الضخمة 193

الفصل الثامن : الخواص الريولوجية للجزيئات الضخمة..... 197

8- 1- ظواهر الانسياب اللزج 199
8- 2- وحدات اللزوجة 205
8- 3- القياسات الريولوجية للجزيئات الضخمة 207
8- 4- بياني الجريان 214

8- 5- تعيين مدة مكوث البوليمر في القالب أثناء الجريان 216
8- 6- ظاهرة الانتفاخ عند خروج المادة المنصهرة من قناة
قالب التشكيل 217
8- 7- تطبيقات 218
الفصل التاسع : المبادئ الأساسية في الغرويات 223
9- 1- الجمل الغروية 223
9- 2- خواص الجمل الغروية 224
9- 2- 1- الخواص الكهربائية للمحاليل الغروية 224
9- 2- 2- الخواص الحركية للمحاليل الغروية 225
أولاً- الضغط الحلولي في المحاليل الغروية 225
ثانياً- عمليات الانتشار في المحاليل الغروية 226
ثالثاً- الحركات العشوائية في المحاليل الغروية - حركة براون..... 228
9- 2- 3- الخواص الضوئية للمحاليل الغروية - ظاهرة تندال..... 228
9- 3- التخثر 229
9- 4- الاستحلاب 230
9- 5- التهلم وتشكل المواد الهلامية 232
9- 6- الغرويات الحلولة والغرويات الجافة 233
9- 7- المساحيق الغروية 234
9- 8- المعلقات الغروية 235
9- 9- الرغويات 237
9- 10- تحضير المحاليل الغروية 239
الرموز الشائعة للبوليمرات 241
المصطلحات العلمية 245
المراجع العلمية 259

مقدمة

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأول

تعريف البوليمرات وتسميتها وتصنيفها

1-1 تعريف البوليمرات Definition of Polymers

Polymer

(Poly)

(meros)

(Macromolecules)

(Polymerization)

(Degree of Polymerization)

$$M = M_0 \cdot n \qquad (1\text{-}1)$$

(PVC)

1-2- تسمية البوليمرات Nomenclature of Polymers

تتم تسمية البوليمرات بعدة طرق مختلفة هي:

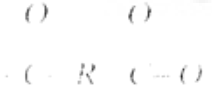
1-2-1- بإضافة كلمة (بولي) للوحدات الأولية المونومرات

وهي من أكثر الطرق شيوعاً وتعتمد على أخذ اسم المونومر الذي اشتق منه البوليمر وإضافة كلمة (بولي) له:

1-2-2- بإعتماد التركيب الكيميائي لجزيئات البوليمر

يشتق معظم البوليمرات من تفاعلات تعرف بشكل عام باسم تفاعلات التكاثف Polycondensation. حيث يحتوي كل جزيء من المونومرات (على الأقل) على مجموعتين وظيفيتين تتفاعلان مع بعضهما البعض لتشكيل الرابطة الكيميائية التي تربط المونومرات معاً في البوليمر الناتج.

ومن الأمثلة على هذه التفاعلات تفاعل حمض ثنائي الكربوكسيل مع كحول ثنائي الهيدروكسيل لتشكيل البوليستر:



البوليستر

1-2-3- التسمية التجارية

1-3- تصنيف البوليمرات Classification of Polymers

1-3-1- تصنيف البوليمرات تبعا لمصدرها

1 بوليمرات طبيعية Natural Polymers

2 بوليمرات شبه اصطناعية Semi–synthetic Polymers

3 بوليمرات اصطناعية Synthetic Polymers

1 3 2 تصنيف تكنولوجي للبوليمرات

1 بوليمرات ذات سلاسل كربونية Carbon chain Polymers

Polyethylene

Polypropylene

Polyisobutylene

Polyisoprene

Polystyrene

Polytetrafluoroethylene

Polyvinylchloride

Polyvinylalcohol

Polyacrylic acid

Polyacrylonitrile

ب) البوليمرات ذات السلاسل غير المتجانسة

Heterogeneous chain polymers

Polyether

Polyester

Polyamide

Polysulfone

Polysiloxane

1-3-3 التصنيف التكنولوجي للبوليمرات

1- بوليمرات اللدائن الحرارية Thermoplastic Polymers

2- بوليمرات المتصلب الحراري Thermosetting Polymers

Damascus University

1 4 3 تصنيف البوليمرات حسب شكلها البنيوي

1 بوليمرات ذات تسلاسل خطية Liner- Chain polymers

... CH CH CH CH CH CH ...

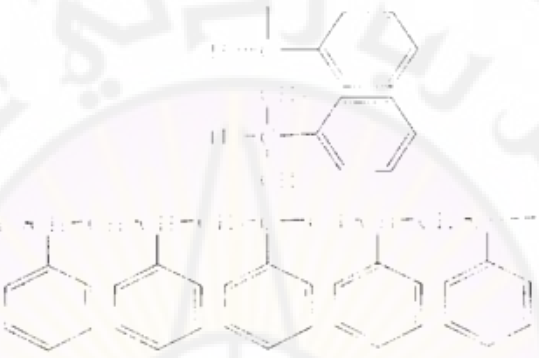
Polyvinylchloride

Polystyrene

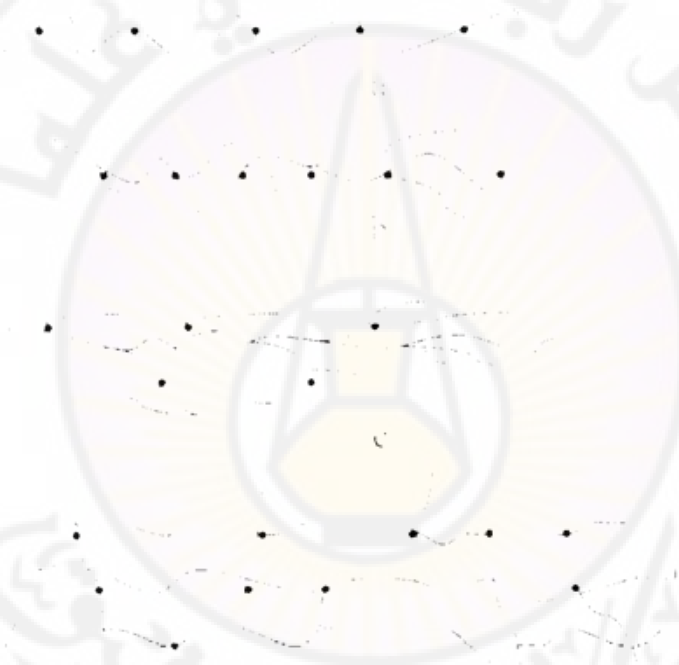
Polyacrylonitrile

Polyvinylacetate

2 بوليمرات ذات تسلاسل متفرعة Branched Polymers



3. البوليمرات المشبكة Cross linked Polymers



شكل 1-1 الشكل البنيوي لسلاسل جزيئات البوليمر

1-4- خصائص عامة للبوليمرات General Properties of Polymers

جدول 1-1 خصائص بعض أنواع بولسترات الشبكة جوزي

PE	120	120		58	22	1.3	0.4	800
PE	90	85		46	8	1.3	0.3	600
PP	20	50		40	30	1.6	1.1	600
PVC	80	70		58	52	6.1	2.4	40
PVC		100		62	28			250
PS	90	70		60	35	4.1	2.5	40
PS		0		24	11	3.1	1.8	50
ABS	100	70		58	17	3.1	2.1	130
	80	120		65	55	2.3	2.2	100
	95	100		70	50	3.5	2.7	8
	53	110		75	14	3.2	1.4	320
	45	110		80	28	3.3	2.8	300
	69	120		70	50	1.1	0.3	100
		150		55		2.8		80
		100		60		2.3		75
		70		60		3.6		8
PVC		20		35	14	0.2		6
				68	31			55
				70	20			80

[illegible] الجدول (2-1) خصائص بعض [illegible]

جدول رقم (2-1) خصائص بعض بوليمرات التصلب الحراري

[illegible]			GPa		MPa		°C	g/cm^3		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	35	35	120	1.3	1.28	[illegible]
1	0.5	8	5.5	55	60	150	1.48	1.32	[illegible]
[illegible]	0.1	17.5	9	85	30	180	1.85	1.60	[illegible]
1	0.5	13.5	7	80	50	80	1.6	1.5	[illegible]
1	0.5	[illegible]	7	55	[illegible]		1.6	1.5	[illegible]
1	0.5	10.5	7	85	55	95	1.6	1.5	[illegible] MF
0.5		17	12	135	35		2.0		[illegible] MF
			2.2	[illegible]	[illegible]		1.15		[illegible]
		28	21	240	200	200	1.8		[illegible]
			2.4		55	200	1.3		[illegible]
3			[illegible]		120		1.5		[illegible]
					55	250	[illegible]	0.016	[illegible]

[illegible] MF [illegible] UF [illegible]

5-1- تعديل خصائص البوليمرات

Modification of Polymers properties

[illegible]

1 المواد المالئة Fillers Substances

2 المواد المطرية Plasticizers Substances

3 المواد المثبتة Stabilizing Substances

4 المواد الملونة Coloring Substances

Damascus University

(TiO_2)

5. مضادات الاحتراق Flame Retardants

6 مواد مضادة للكهرباء الساكنة Antistatic Agents

الفصل الثاني

تفاعلات البلمرة والتكاثف المتعدد

2-1- تفاعلات البلمرة Polymerization Reactions

[illegible] Hory عام 1953 [illegible]

وفي هذا الفصل سوف نقسم تفاعلات البلمرة إلى نوعين: تفاعلات البلمرة بالسلسلة Chain Reaction Polymerization، وتفاعلات البلمرة بالخطوات Step Reaction Polymerization or Polycondensation. [illegible]

2-2 البلمرة المتسلسلة البلمرة بالإضافة

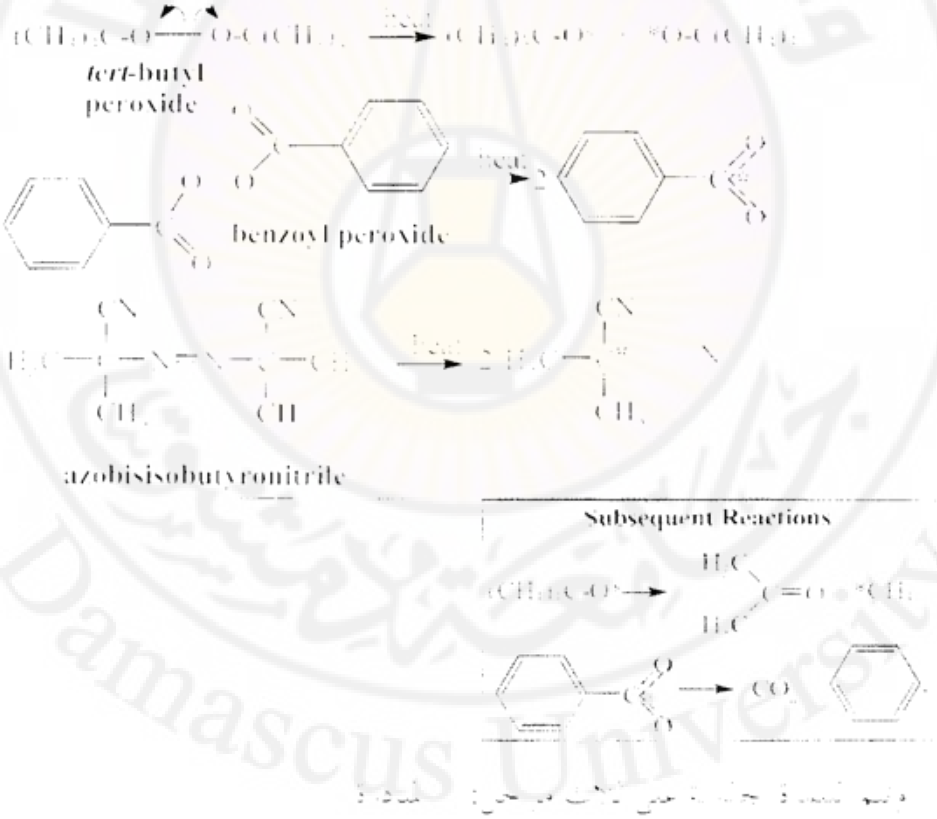
Chain Reaction Polymerization

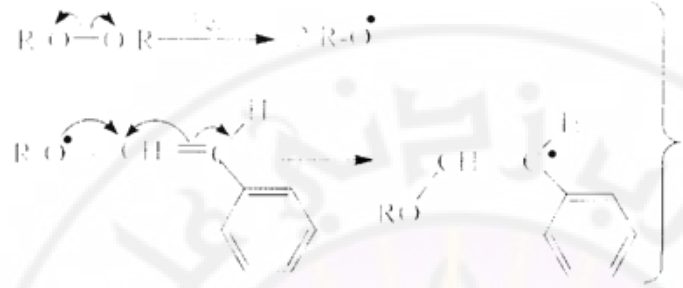
I* (Initiation)

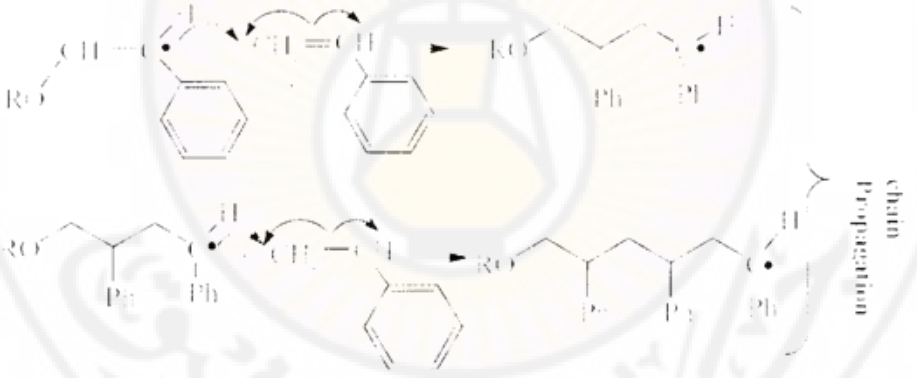
(Propagation)

(Termination)

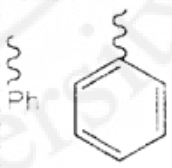
2-2-1- البلمرة الجذرية Radical Polymerization

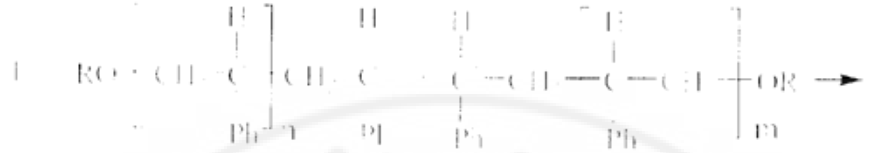


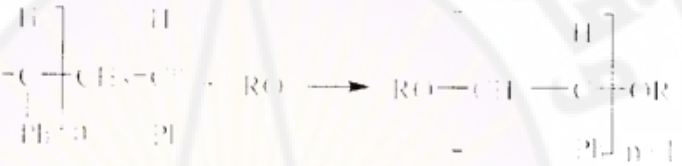


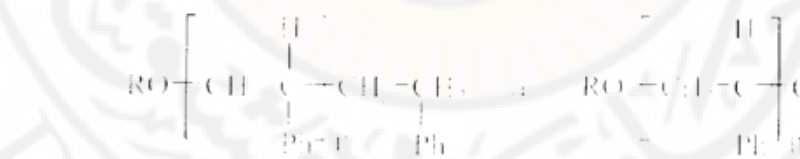


a growing polystyrene chain



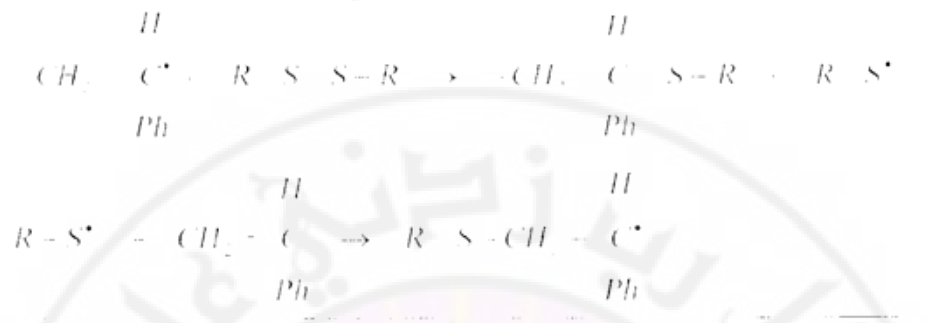




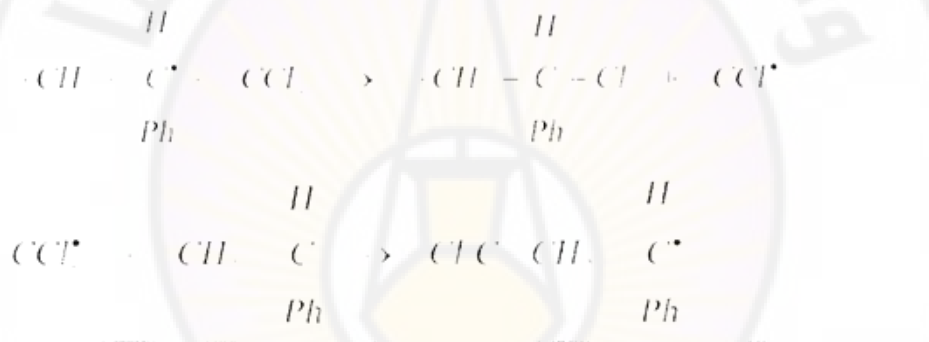


Damascus University

1. بلمرة الستيرن:



2. بلمرة الكلوروفورم:



3. بلمرة البوتادين:

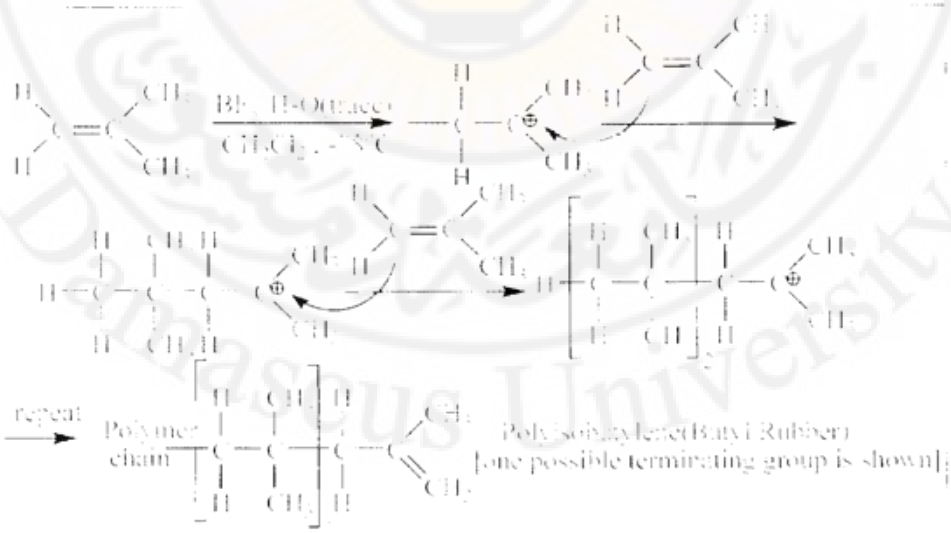
4. بلمرة الإيزوبرين:

5. مع مشتقات:

2-2-2- البسرة الكاتيونية "الكتروفيلية" Cationic Polymerization

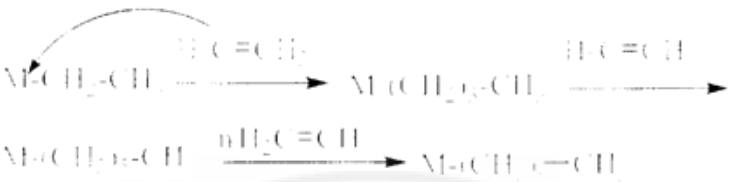
في البسرة الكاتيونية يرتبط الكاتيون بالمونومر عند نهاية فعالة بشحنة موجبة ويستخدم كمنشطات حموض لويس مثل ثلاثي فلوريد البور BF_3 و $AlCl_3$ حيث يعمل كمستقبل للإلكترون.

يتم التفاعل بسرعة بتجميع المونومرات على السلسلة الكاتيونية، ويمكن تجميع السلسلة بالاتحاد مع شاردة معاكسة أو بسحب بروتون، مثل عكس ذلك يمكن إعادة التفاعل إلى بدايته كما يلي:



2-2-3- البلمرة الأنيونية الكاتيونية Anionic Polymerization

2-2-4- البلمرة بالمعقدات التناسقية Coordination Catalytic Polymerization



Damascus University

Damascus University

جدول 2-1 بعض البوليمرات الشائعة بالإضافة

Some Common Addition Polymers

Name(s)	Formula	Monomer	Properties	Uses
Polyethylene (LDPE)				
Polyethylene (HDPE)				
Polypropylene				
Polyvinylchloride (PVC)				
Poly(vinylidenechloride)				
Polystyrene (PS)				
Polyacrylonitrile (PAN, Acrilan, Orlon)				
Polytetrafluoroethylene (PTFE, Teflon)				
Polymethylmethacrylate)				
Polyvinylacetate)				
Cis-Polyisoprene (Natural rubber)				
Polychloroprene (Neoprene)				

Examples of Condensation Polymers

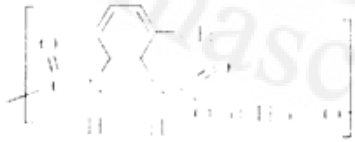
Polyester

Dacron

Damascus University

جدول 2-2: بعض بسيحات تكاثفية تعدد نتيجة صناعة

Some Condensation Polymers

Formula	Type	Components	T_g C	T_m C
	Polyester			
	Polyester Dacron, Vycron			
	Polyester			
	Polycarbonate Lexan			
	Polyamide (Nylon 66)			
	Polyamide (Nylon 6) (Perlon)			
	Polyamide Kevlar			
	Polyamide Nomex			
	Polyurethane Spandex			

2-4- المقارنة بين البلمرة بالاضافة والبلمرة بالتكاثف

تختلف البلمرة بالاضافة عن البلمرة بالتكاثف في كثير من النواحي. على الرغم من أن هناك تداخلاً في بعض الحالات بين هذين الصنفين من تفاعلات البلمرة، ويمكننا تلخيص أهم الفروق بالجدول التالي:

	البلمرة بالاضافة	البلمرة بالتكاثف
1)	تنتج البوليمرات بالاضافة من مونومرات تحوي على الأقل رابطتين أو من مونومرات حلقية، في حين تنتج البوليمرات بالتكاثف عادة من مونومرات تضم مجموعتين أو أكثر فعالتين على الأقل. وبالرغم من أن هناك بعض البوليمرات التي قد تتداخل بين الصنفين من حيث طريقة تحضيرها، فمثلاً البوليمرات التي تحضر من مونومرات حلقية كالسيلوكسان (I) تنتج بفتح الحلقة. وبعض البوليمرات التي تحضر من تفاعل مونومرات ثنائية الوظيفة تحتوي على روابط مضاعفة، إلا أن مونومرات ذات وظيفتين بسيطة.	
2)	تختلف تفاعلات البلمرة بالاضافة عن تفاعلات البلمرة بالتكاثف في كونها لا تنتج نواتج ثانوية، وكذا تفاعلات البلمرة بالتكاثف، ولا تحتوي البوليمرات بالاضافة على نفس مجموعة الوظيفة الأساسية.	
3)	تختلف آلية تفاعلات البلمرة بالاضافة عن آلية تفاعلات البلمرة بالتكاثف. ويوضح الجدول (2-3) بعض الصفات المميزة لكل من عمليتي البلمرة بالاضافة والبلمرة بالتكاثف.	

الجدول (2-3) اهم الصفات المميزة لكل من عمليتي البلمرة بالاضافة والبلمرة التكاثف

بلمرة الاضافة	بلمرة التكاثف
تضاف حلقة مستمرة وحدة بعد أخرى لا تحصل تفاعل بين أي جزيئين تفاعل متسلسل متسارع النامية. في مراحل التفاعل.	
يقل تركيز المونومر تدريجيا كلما يتقلص المونومر في مراحل التفاعل مما يسبب التفاعل.	
يتكون البوليمر ذو وزان جزيئي عالي مراحل يكون من بلمرة.	زيادة وزان جزيئي البوليمر بتقدم مراحل التفاعل. ولا يتكون وزان جزيئي عالي إلا في المراحل الأخيرة من البلمرة.
زمن التفاعل تأثير قليل في الوزن جزيئي.	زيادة مدة التفاعل تعمل زيادة واضحة في وزان جزيئي.
لا يمكن إيقاف التفاعل بحيث يحصل على بوليمر ذي وزان جزيئي مرتفع.	يمكن إيقاف التفاعل بحيث يحصل على بوليمر ذي وزان جزيئي مرتفع الإماهة.

2-5- لبلمرة المشتركة Copolymerization

عندما يتكون البوليمر من نوع واحد من وحدات تركيبية و خطيات لأساسية فإنه يدعى بوليمر متجانس، أما عندما يتكون من نوعين من وحدات تركيبية فيدعى بوليمر مشترك (Copolymer)، وعندما يتكون من ثلاث وحدات تركيبية فيدعى بوليمر (Terpolymer). لقد صنع بوليمرات المشتركة والبلمرة المشتركة أهمية صناعية كبيرة في وقت الحاضر نظرا لإمكانية الحصول على بوليمرات جديدة ذات مواصفات محددة ودقيقة بالاحتفاظ وحدات تركيبية معينة في البوليمر. فيمكن زيادة مرونة درجة الانتقال الزجاجي لبوليمر وخفضها. كما يمكن خفض درجة تليين

جدول 2-4 بعض البوليمرات المشتركة المهمة صناعيا

Some Useful Copolymers

Monomer A	Monomer B	Copolymer	Uses
$CH_2=CHCl$	$CH_2=CCl_2$	Saran	films & fibers
$CH_2=CH-CH=CH_2$	$C_6H_5-CH=CH_2$	SBR Styrene butadiene rubber	tires
$CH_2=CHCN$	$CH_2=CH-CH=CH_2$	Nitrile Rubber	adhesives
$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$	$CH_2=CH-CH=CH_2$	Butyl Rubber	inner tubes
$CH_2=CF_2$	$CF_2=CF-CF_3$	Viton	gaskets

6-2 سرعة تبسرة Rate of Polymerization Reactions

نعطي سرعة التفاعل في أي لحظة بالعلاقة:

$$V_p = 2.f.[I].k_d \qquad (2-1)$$

حيث k_d ثابت سرعة التفكك الحراري لبادئ الجذور الحرة، و V_i تركيز البادئ، و f فعالية البادئ (b) وهي نسبة الجذور الحرة الفعالة في بدء السلسلة إلى مجموع الجذور الحرة الناتجة عن تفكك البادئ، وتتراوح قيمتها بين الصفر والواحد.

$$V_p = V_{p_1} - V_t$$

$$V_t = k_t \left[R^{\bullet}\right]^2 \qquad k_t \left[R^{\bullet}\right]^2$$

$$V_p = \left[R^{\bullet}\right] \left| k_{p_1} - k_t \right| \qquad (2-2)$$

2-7- طرق البلمرة Methods of Polymerization

2-7-1- البلمرة بالكتلة Mass Polymerization

2-7-2- البسرة في محلول Solution Polymerization

3-7-2 البسرة الاستحلابية Emulsion Polymerization

Damascus University

2-7-4- البسرة المعلقة Suspension Polymerization

Damascus University

جدول 2.5 طرق حفر جس التربة

الطريقة	التكلفة	السرعة	دقة العينة	المحتوى	الملاحظات
PI					
PI					
PI					

جامعة دمشق Damascus University

2-8- العوامل المؤثرة في سير عملية التسرية:

أ- تأثير درجة الحرارة

2- تأثير الضغط

3- تأثير مركبات التعدية والمعقدة Influence of Retarders

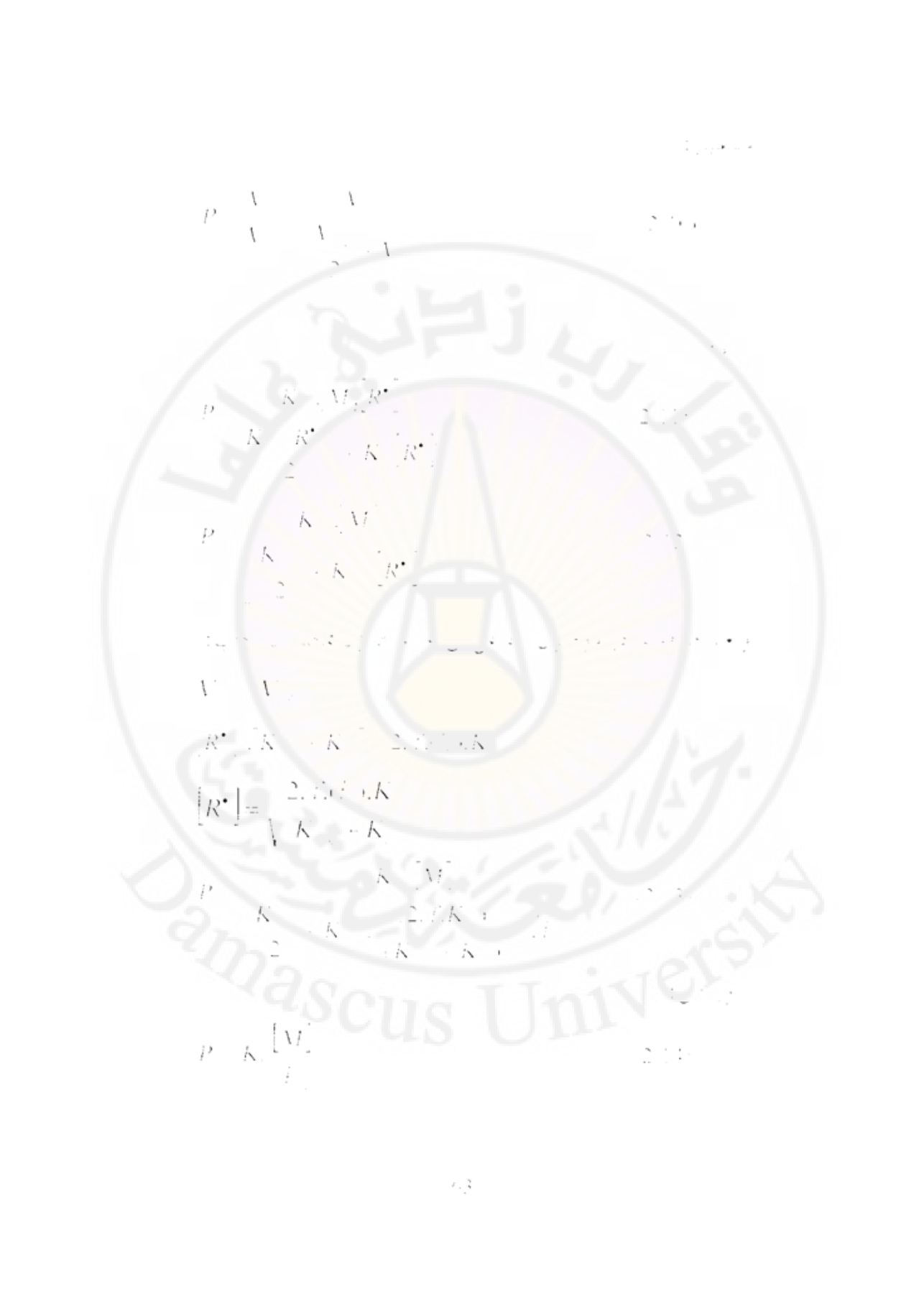
4- تأثير المنظمات Influence of Regulators

5- تأثير PH وسط التفاعل

6- تأثير تركيز المونومر

2-9 العلاقة بين الوزن الجزيئي وطول السلسلة الحركية

Damascus University



[illegible]

2-10- حركة التكاثف

[illegible]

$$K = A.e \qquad (2\text{-}15)$$

حيث أن K: [illegible]

A= [illegible]

I: [illegible]

R: [illegible]

T: [illegible]

[illegible]

$$f(t_1) = K_1 = A.e$$

$$f(t_2) = K_2 = A.e$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2} \qquad (2\text{-}16)$$

[illegible]

- حالة الأمل بدون وسطاء:

$$\frac{dc}{dt} = K.C \qquad (2\text{-}17)$$

حيث إن C تمثل عدد الخلايا السرطانية في اللحظة t، و K ثابت النسبة وتمثل الفرق بين معدل التكاثر (C) ومعدل الموت.

وبالمكاملة يمكن الحصول على:

$$\int \frac{dc}{C} = K.dt$$

وبعد حساب التكامل $C = C_0(1+P)$ حيث إن C_0 تمثل عدد الخلايا في اللحظة $t = 0$ و P تمثل نسبة الخلايا السرطانية، فنحصل على:

$$\frac{1}{2C_0(1+P)} = K.t + Const \qquad (2\text{-}18)$$

- حالة الأمل مع وجود وسطاء:

$$\frac{dc}{dt} = K.C \qquad (2\text{-}19)$$

أو:

$$\int \frac{dc}{C} = K.dt$$

وبالمكاملة نحصل على:

$$\ln C = K.t + Const$$

وبعد تعويض $C = C_0(1+P)$ نحصل على:

$$\ln C_0(1+P) = K.t + Const \qquad (2\text{-}20)$$

2-11- القدرة التفاعلية للمونومرات

$r_1 = r_2 = 1$ .1

$r_2 < 1$ ، $r_1 < 1$ .2

$R^n \setminus M$ $R^n \setminus M$

$r_2 > 1$ ، $r_1 > 1$ .3

$R^n \setminus M$ $R^n \setminus M$

$r_2 < 1$ ، $r_1 > 1$ .4

$R^n \setminus M$ $R^n \setminus M$

$r_2 > 1$ ، $r_1 < 1$ .5

M

الفصل الثالث

اصطناع بعض البوليمرات المهمة صناعيا
ومواصفاتها وتأثيرها في البيئة

3-1- بوليمرات التبدد الحراري

3-1-1- بولي إيتيلين Polyethylene $(C_2H_4)_n$

[illegible]

... HDPE و LDPE ... 60 – 65 ...

[illegible]

جدول 1-3 أهم خواص نوعي البولي ايتلين

الخواص	بولي ايتلين منخفض الكثافة	بولي ايتلين مرتفع الكثافة
الكثافة عند 20 [illegible]	0.92	0.94 – 0.96
[illegible]	107 – 115	132 – 138
[illegible]	105 – 120	280 – 300
[illegible]	2000	7000
[illegible]	1300 – 1500	4000 – 7000

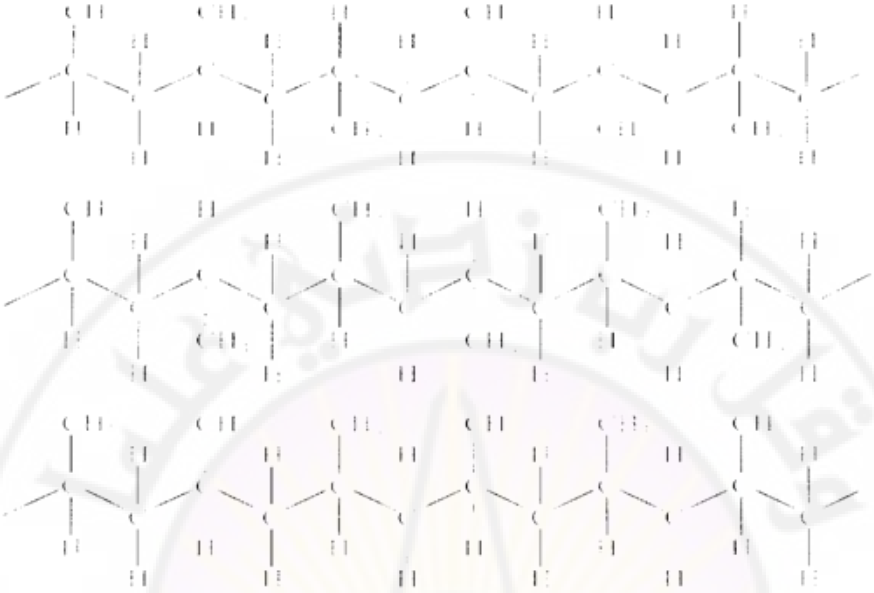
3-1-2- بولي بروبيلين $(C_3H_6)_n$ Polypropylene

[illegible] $TiCl_3$ ... $AlCl_3$ ... [illegible]

أ- ... Atactic polymer ...

ب- ... Syndiotactic polymer ...

ج- ... Isotactic polymer ...



Damascus University

3-1-3- البولي فينيل كلوريد PVC $[CH_2CH(Cl)]_n$

$$n\,CH_2=CH \;\rightarrow\; -(CH_2-CH)_n-$$

Cl Cl

فينيل كلوريد بولي فينيل كلوريد

درجة حرارة التحلل [10] تتحلل جزيئات PVC عند درجة حرارة 50 – 80 مئوية تقريباً، وتتحرر ذرات الكلور على شكل حمض كلور الماء HCl، وتتشكل روابط مزدوجة في السلسلة البوليمرية، مما يؤدي إلى تغير لون البوليمر من الأبيض إلى الأصفر ثم البني فالأسود. وتتحرر كميات كبيرة من حمض كلور الماء عند درجة حرارة 120 مئوية، وتتحلل جزيئات البوليمر بشكل كامل عند درجة حرارة 180 مئوية.

تتأثر درجة حرارة تحلل PVC بعدة عوامل، أهمها: طريقة البلمرة، وجود الشوائب، وجود المضافات. فعلى سبيل المثال، تتحلل راتنجات PVC المنتجة بطريقة التعليق عند درجة حرارة 140 – 190 مئوية، بينما تتحلل راتنجات PVC المنتجة بطريقة الاستحلاب عند درجة حرارة 120 – 140 مئوية. وتتأثر درجة حرارة تحلل PVC بوجود الشوائب، مثل بقايا المحفز المستخدم في عملية البلمرة، حيث تعمل هذه الشوائب على تسريع عملية التحلل. كما تتأثر درجة حرارة تحلل PVC بوجود المضافات، مثل المثبتات والملدنات، حيث تعمل المثبتات على زيادة درجة حرارة تحلل PVC، بينما تعمل الملدنات على خفض درجة حرارة تحلل PVC.

تتحلل راتنجات PVC على مرحلتين، حيث تتحلل المرحلة الأولى عند درجة حرارة 250 – 300 مئوية، وتتحلل المرحلة الثانية عند درجة حرارة 400 – 500 مئوية. وتتحرر في المرحلة الأولى ذرات الكلور على شكل حمض كلور الماء HCl، وتتشكل روابط مزدوجة في السلسلة البوليمرية، مما يؤدي إلى تغير لون البوليمر من الأبيض إلى الأصفر ثم البني فالأسود. وتتحرر في المرحلة الثانية الهيدروكربونات المتطايرة، مثل البنزين والتولوين والزيلين، وتتبقى بقايا فحمية في نهاية التحلل.

3-1-4- بولي فينيل أسيتات $PVAc\ [CH_2CH(OCOCH_3)]_n$

يتكون بولي فينيل أسيتات من سلسلة هيدروكربونية رئيسية، وتتوزع مجموعة أسيتات بشكل منتظم على طول السلسلة، ويتحلل عند درجة حرارة 200 مئوية تقريباً.

$$n\,CH_2=CH \;\rightarrow\; -(CH_2-CH)_n-$$

$O-CO-CH_3$ $O-CO-CH_3$

فينيل أسيتات بولي فينيل أسيتات

5-1-3- بولي ستيرين Polystyrene $[CH_2CH(C_6H_5)]_n$:

ستيرين بولي ستيرين

Expended polystyrene

(SBR)

(ABS)

Styrene Acrylnitrille Butadiene

65

3-1-6- بولي مثيل ميثاكريلات PMMA $[CH_2C(CH_3)(COOCH_3)]_n$

$$n\,CH_2=C(CH_3)(COOCH_3) \rightarrow \cdots CH_2-C(CH_3)(COOCH_3)-CH_2-C(CH_3)(COOCH_3)\cdots$$

مثيل ميثاكريلات بولي مثيل ميثاكريلات

نسبة النفوذية إلى 70 % مما أدى إلى تسميته بالزجاج العضوي، ويعد من اللدائن القوية والمتينة وتتمتع بصفات ميكانيكية وكهربائية عالية.

يتميز البولي ميتاكريلات بمقاومة كبيرة لتأثير الكيماويات كالحموض والأسس، كما يتميز بمقاومته لتأثير الكيماويات العضوية ويحتفظ في خصائصه عند درجات حرارة منخفضة.

يتراوح وزنه الجزيئي بين 60,000 – 180,000، كما تتراوح كثافته ($1.182 - 1.189 g\ cm^3$)، وتبلغ درجة التلين حوالي 98 °م.

يستعمل البولي ميتيل ميتاكريلات بشكل واسع في صناعة زجاج الطائرات والزجاج الحاجز وزجاج الأضواء الخلفية، وفي صناعة العدسات والمعدات الإلكترونية والأسنان الصناعية والأدوات الطبية.

3-1-7- البولي أميد PA

تم الحصول على النايلون 66 بنتيجة تفاعل التكاثف بين ثنائي الأمين مع حمض الأديبيك:

$$nHOOC-(CH_2)_4-COOH + nH_2N-(CH_2)_6-NH_2 \longrightarrow -[CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH]_n-$$

أما النايلون 6 فيتم الحصول عليه من بلمرة الكابرولاكتام:

للبولي أميد درجة تليين بين 150 – 270 °م وذلك حسب نمط تركيبه، تعادل كثافته النوعية ($1.13\ g\ cm^3$)، وهو شفاف ومتكسر

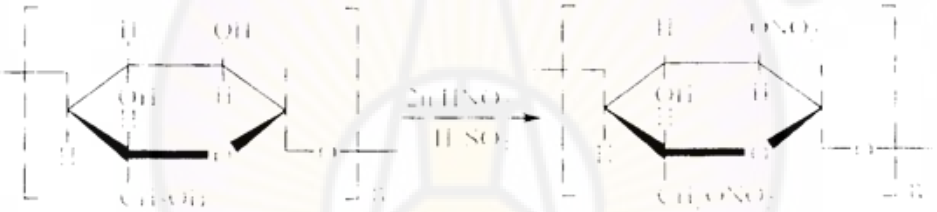
8 1 3 تفاعل تشكل بوليمرات PETP

تقسيم حتى 130 م، يحافظ على مردود جيد حتى درجة 150 م، ويتوازن الحرارة حتى في حضانته لمدة ساعة جيدة حتى 150 م.

نستفيد من خلال ذلك تفجيرات وإزالة مسامية وإزالة شحنة وتقسيمات بلاستيكية وتوزيع في توزيعة مجرى تقسيم، وتحرك تقسيمات وسرعة.

3-1-12- نترو السيليلوز NC

تصنع نترو سيليلوز من سيلولوز نقي وهي مجزأة جزئياً مع مزيج حمضي من حمض النتريك 55% وحمض الكبريت 25% و20% ماء وتكون معادلة تفاعل كما يلي:



[illegible] 160 م، وتتم [illegible]

[illegible] 60 70 [illegible] 90 [illegible]

[illegible]

3-1-13- أكريل نتريل بوتاديين ستيرين ABS

Damascus University

3-1-14- البولي يوريتان Polyurethane (PUR)

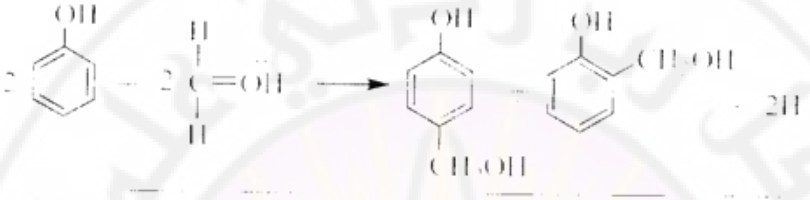
يوريتان ديون- 4.1 هيكل كيميائي لبولي يوريتان

بولي يوريتان

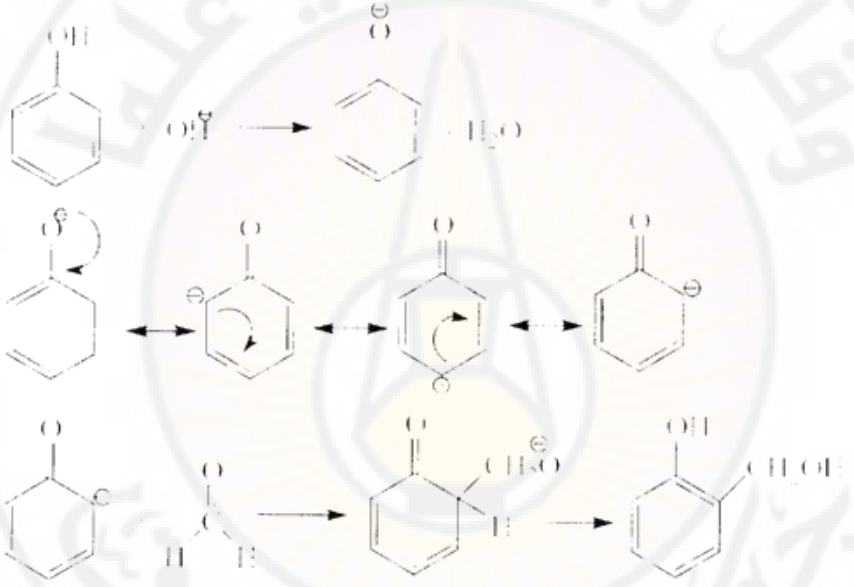
3-2- بولیمرات انتصاب خوري

3-2-1- زیولیت راتنجات تبادل فوزه النفیلین

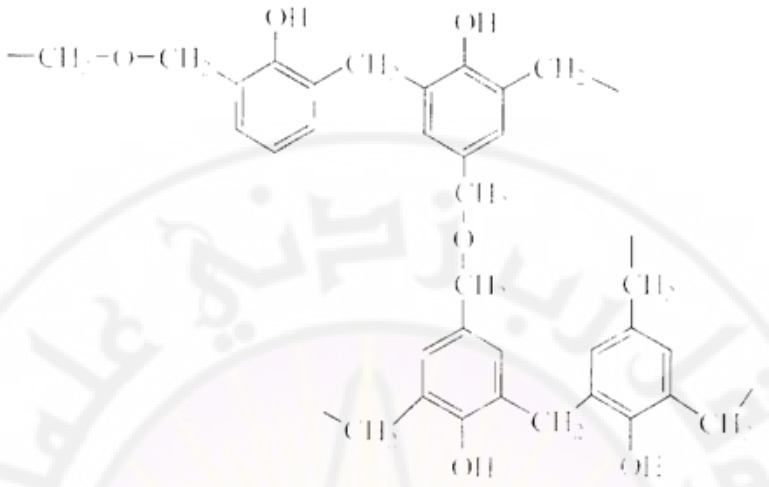
أ- ريزينات النوفولاك بوساطة حمضية:



ب- ريمرات لريزول بوساطة قلوية:



وارتو متصول الخيوط



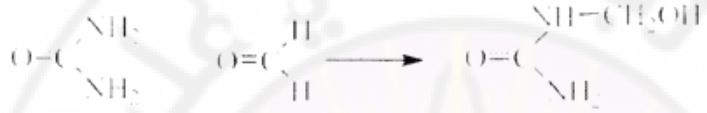
– استخدامات ريزينات الفينول فورم الدهيد وخواصها:

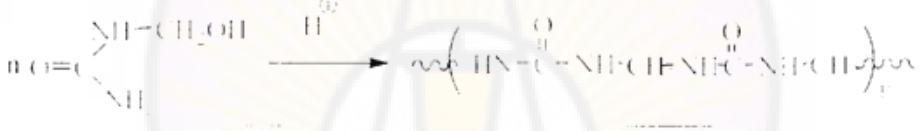
نظراً لتكلفتها الأقل وليناعتها في عملية التركيب، ولما تتمتع به هذه الريزينات من الصلابة والقساوة، ومقاومتها للحموض والأسس وغالباً المذيبات، ولباقي المواد الأخرى، فما زالت تحتل مكانة متوسطة بين مختلف الريزينات. وقد تم تصنيع هذه الريزينات كمستلزمات لقطع محركات الطائرات النفاثة. كما تم تصنيع المكابس المقولبة بالضغط لأغراض مكابح السيارات بوساطة تقولبها بالكبس. كما تستخدم هذه الريزينات في صناعة ألياف صلبة ومواد للعزل، وكصمغ لح في المقولبات ومصنع الخشب.

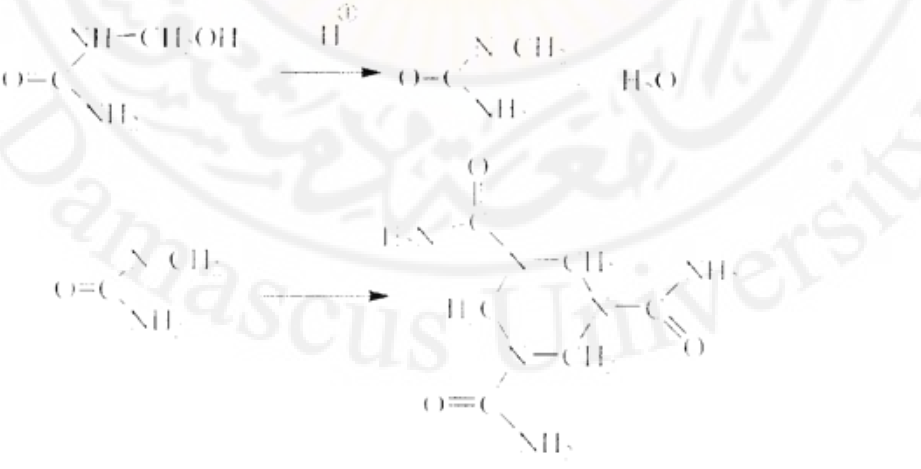
3-2-2- ريزينات الأمينوبلاست

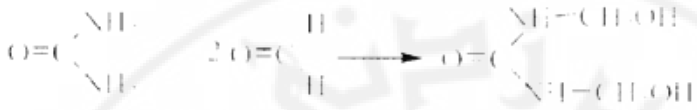
تعتبر ريزينات الأمينوبلاست عبارة عن منتجات اصطناعية كريزينات اليوريا فورم الدهيد وميلامين فورم الدهيد، إذ تدخل في تركيبها مادة وظيفية هي الأمين وبخاصة في ريزينات الفينول فورم الدهيد. فريزينات الأمينوبلاست أخذت صناعياً كما يلي:

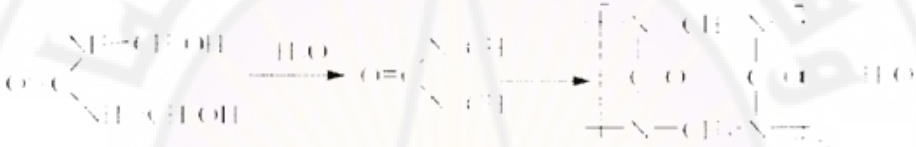
آ- ريزينات اليوريا–فورد الدهيد:



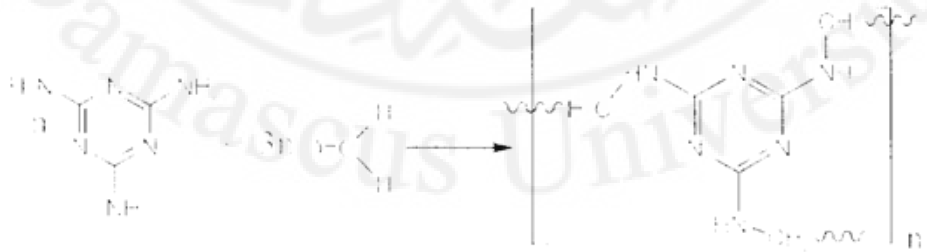




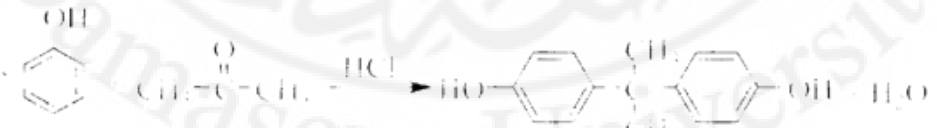




ب – ويزيدات المدامين – فورد الدهيد:



- استخدامات وخواص الأمينوبلاست



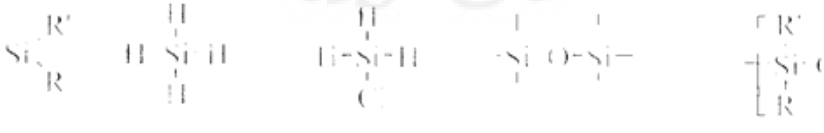
ريوشت الاستكس

300,000 – 10,000

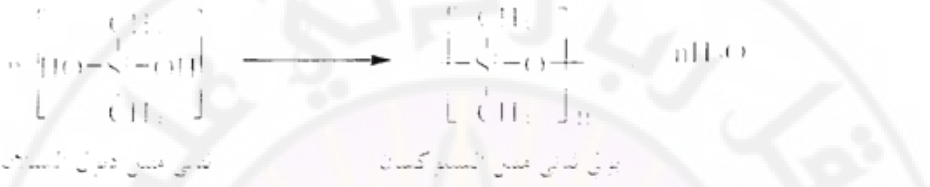
500 –

3-2-4- السيليكونات

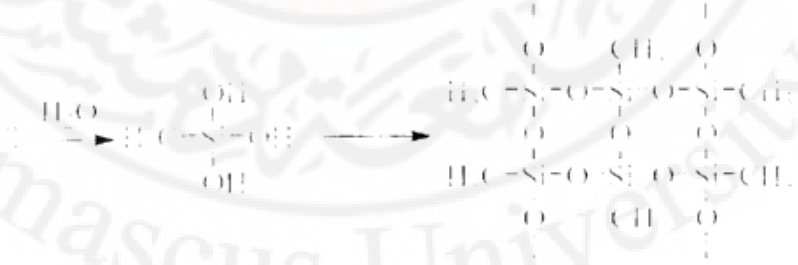
L.S Kipping – 1906 –



١- المركبات السيليكونية السائلة:



ب- الزيوت السيليكونية:



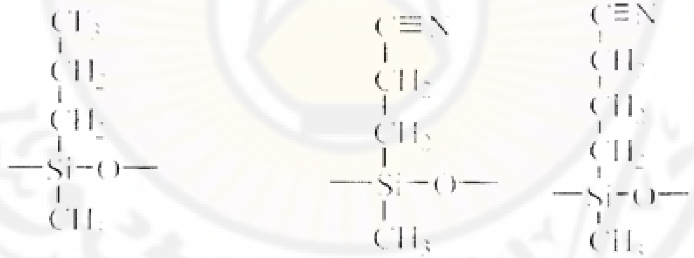
ويحوي ... نابة جيدة، وتستخدم بروابط ... في صناعة ... الأعمدة الشعرية ... السيليكون.

ج- المطاطيات السيليكونية:

تتكون بالمبدأ من المطاطيات السيليكونية ... من ثنائي ميثيل السيلوكسان المتعدد:

يعطي إدخال زمر من الفنيل أو السيانوجين في سلسلة المطاطيات السيليكونية مرحلات ثابتة مستقرة في المجالات العالية للحرارة (من -70 حتى 250 °م) ومتفاوتة القطبية ...

الاستبدال بالسيانوجين — الاستبدال بالفلور



سيانو بروبيل — سيانو الإيثيل — ثلاثي فلور بروبيل السيلوكسان

تعتبر المطاطيات السيليكونية ... ثابتة جيدة ومتقاربة ... الكثير ... والمقاومة ... الحرارة.

تستخدم المطاطيات السيليكونية في ... ولا ... في صناعة الأعمدة ... في ... الأعمدة ...

... وبخاصة ...

3-3- التلدن وتلوث البيئة

3-3-1- المقدمة

Damascus University

3-3-2- تلوث البيئة

ثانياً – فوائد المواد البلاستيكية

1 المواد البلاستيكية وعدد الناكل:

2 المواد البلاستيكية وتوفير الطاقة والحفاظ على البيئة:

3. المواد البلاستيكية وتوفير مشاكل النقل والمرور:

4 المواد البلاستيكية والحفاظ على صحة الإنسان:

5 المواد البلاستيكية وتقدم الطب:

6 المواد البلاستيكية ورفع حالة النفسية للفرد وزيادة دخله:

ثانيا – اخطار المواد البلاستيكية:

1 بولي فينيل كلوريد Polyvinylchloride PVC

2 بولي يوريثان Polyurethane (PUR)

3 المطاط: Rubber

4 بولي الأوليفينات (الايثيلين والبروبيلين): Polyethylene-Polypropylene

٦- بولي ستيرين Polystyrene PS

Foam

8 ريزينات لايبوكسي Epoxy Resins

Hardeners

9 بولي لايستر غير مشبع مدعم Reinforced Unsaturated Polyesters

10 بولي إيثيلين تيرفثالات Polyethylene Terphthalate

11 ألياف وأنسجة بلاستيكية Fibers

12- التفلون: Teflon

ثالثا- حرائق المواد البلاستيكية: Fire of plastics

1

2

3
4
5
6
7
8
9

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الرابع

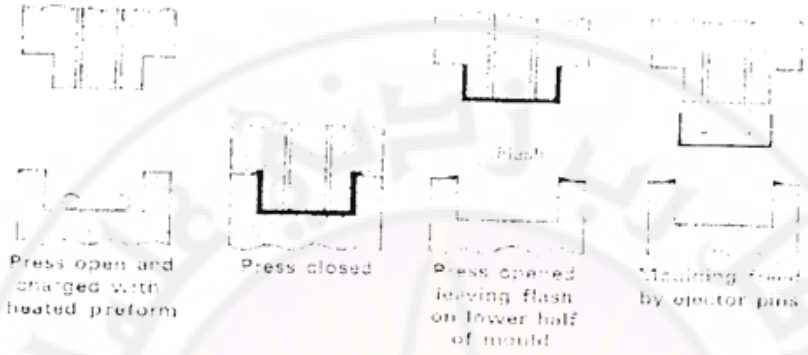
طرائق قولبة اللدائن

Methods for molding plastics

Damascus University

Vander Waals (Inter Molecular Forces)

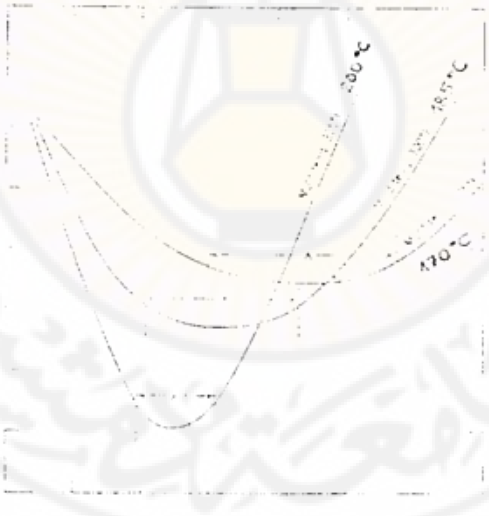
4-1- القولبة بالضغط أو بالكبس (Compression Moulding)



شكل 1-4 قولبة بضغط بالكبس

4-1-1- العوامل المؤثرة في القولبة بالكبس

1- مواد القولبة



شكل 2 4: تغير درجة حرارة الغاز

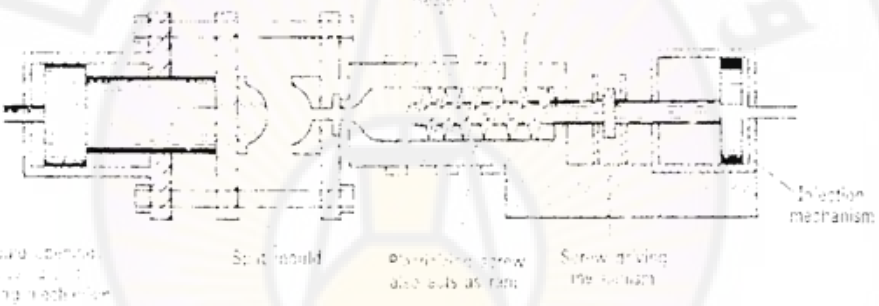
2. درجة حرارة

3. نرمس

4 ضغط

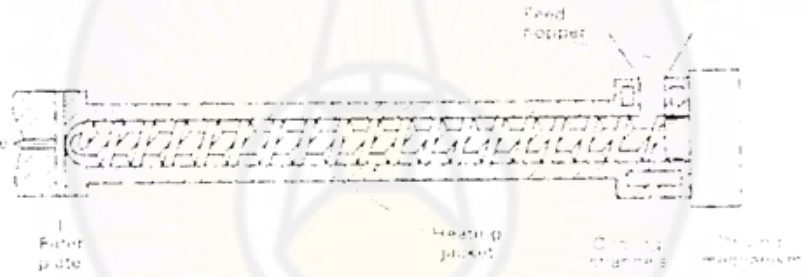
4-1-2- قانون رينولدز لقوانين الانكسر

4-2- القولبة بالحقن (Injection Moulding)



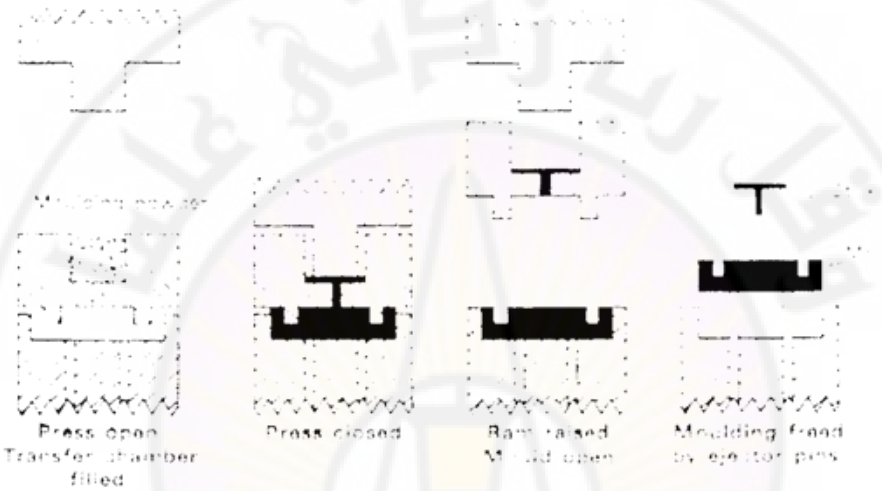
الشكل 4-3 قولبة المواد بطريقة الحقن

4-3- القولبة بالبثق Extrusion Moulding



شكل 4-4 قولبة بالبثق بطريقة المسمار

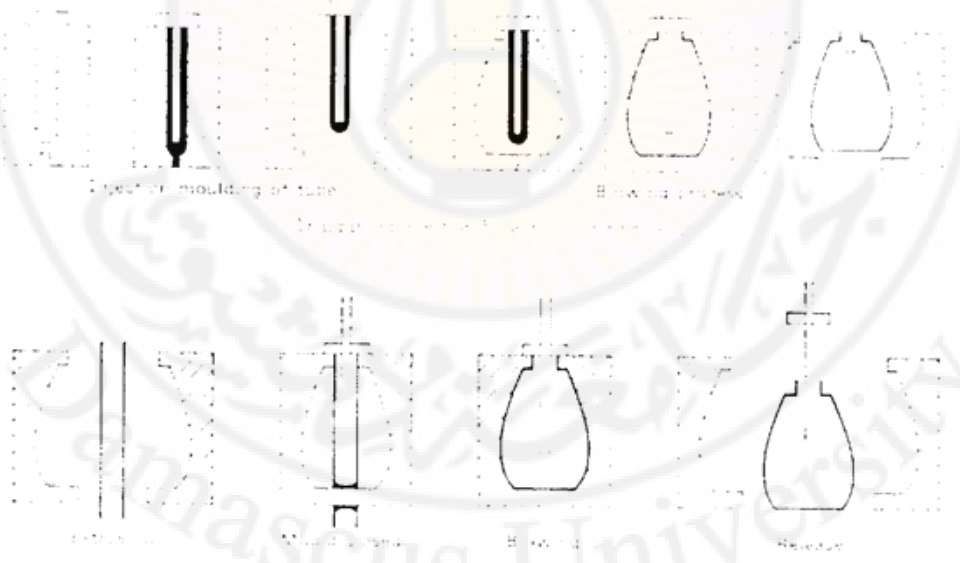
4-4- القولبة بالانتقال Transfer Moulding



Casting Moulding

Damascus University

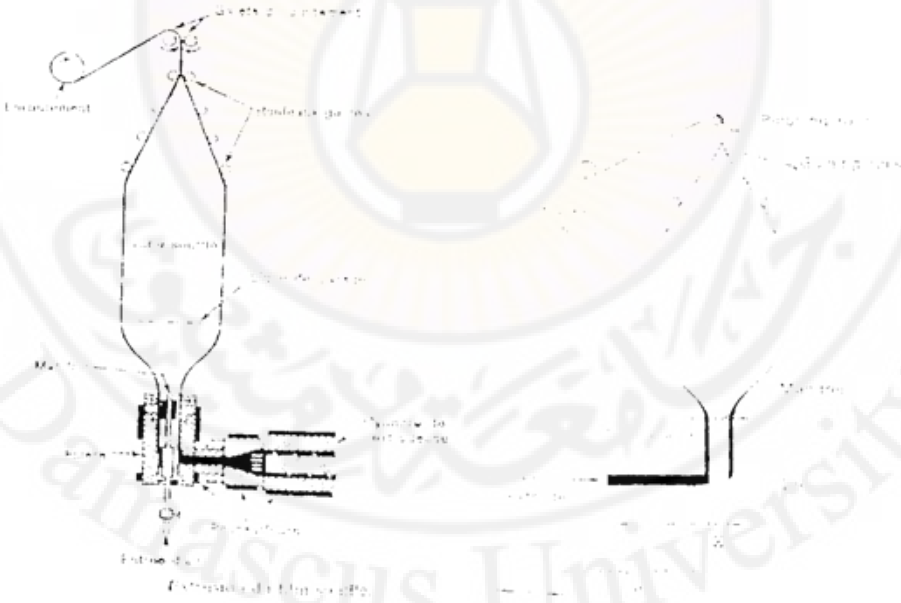
6-4 تقولبة بالنفخ Blow Moulding



شكل 6-4 مراحل تقولب بالنفخ

4-7- قولبة رقائق الأنبوبية بطريقة البالون

تتلخص هذه العملية بدفع البوليمر عبر فوهة ثقب (Die) على شكل حلقة (Ring) فيشكل البوليمر على هيئة أنبوب كما في الشكل (4-7). يتم تبريد المنصهر من الجزء الساخن للبالون طريقة الإنفاخ وهي وجود تيار هوائي بالمنطقة بكميات منظمة. وعندما يبرد البالون الحجم الحدد له يتوقف التبريد عن الجزء الساخن وجزء تزيد منطقة بواسطة أداة خاصة تعمل على تبريد المنصهر بشكل أسرع من الجزء الساخن. تعرف الرقائق على نسبة السحب أي نسبة التي يتم بها تركيب البالون والتي تمثل النسبة بين قطر البالون وقطر فوهة ثقب البالون يتكون في أول الأمر. فعندما يزداد معدل أكبر لحالة تمثل نسبة السحب التي تمثل نسبة الجزء المنصهر داخل البالون. إن درجة الحرارة تعتمد أيضا على نسبة السحب أي نسبة التبريد. ومن العوامل المهمة والمؤثرة في جودة الرقائق الناتجة هي صعوبة هذه في البالون ودرجة حرارة المنصهر. يتبين عند خروجه من فوهة ثقب وسرعة ثقب وسرعة التبريد الخارجي. ومن العوامل المهمة في تصنيع الرقائق بهذا الشكل الذي يرفع عنادة البالون فقدان النهائي. وتمثل تلك المنطقة من البالون المنطقة التي يبدأ البالون عندها بالتضيق وتلك الانخفاض درجة الحرارة دون درجة تثبيت البوليمر فيدعى هذا الخط بالخط التضيق (Frost Line). وقد لا يكون خط التضيق واضحا تماما في جميع البوليمرات إن شكل هذا الخط يعتمد على نسبة السحب المستخدمة التي تقلل شفافيتها. إن تعلق الخط التضيق عن فوهة ثقب فيه جزء من الناحية التضيقية وتضاعف وجود الخط التضيق $\frac{1}{10}$ و $\frac{1}{5}$ ارتفاع البالون ويتبع ذلك البوليمر المنصهر. ويعتبر الخط التضيق أساسي جدا للتبسيط على أنه الجزء الخارجي الأحادي المحوري والتضيقي. فهو يحدد الكثير من الخواص الفيزيائية والميكانيكية للرقائق. وهناك عدة عوامل عدة مؤثرة في موقع الخط التضيق فيها سرعة البالون وسرعة الإنفاخ بالهواء الأعلى وحجم الهواء المستخدم في



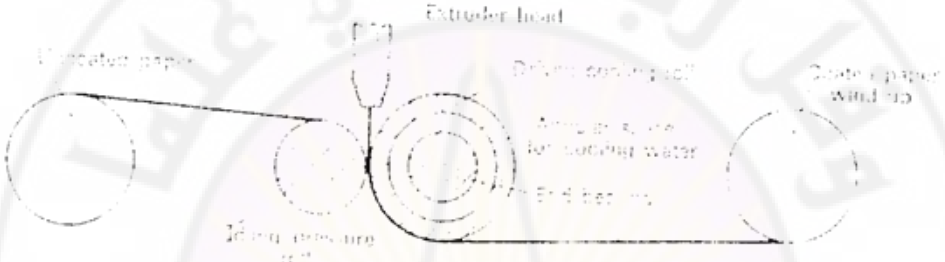
شكل 7-4: طريقة بركلس لتحضير الأوزون

4-8- طريقة التصفيح بالكلندرة (Calendering)

شكل 4-8

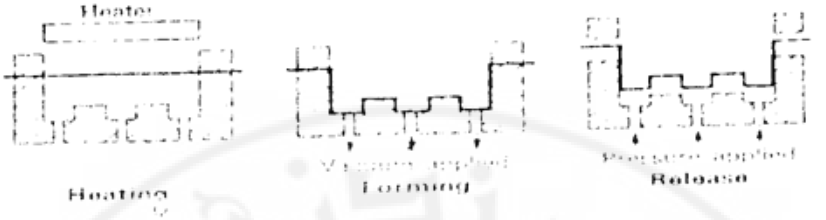
شكل 4-9

4-9- التغطية (Coating)



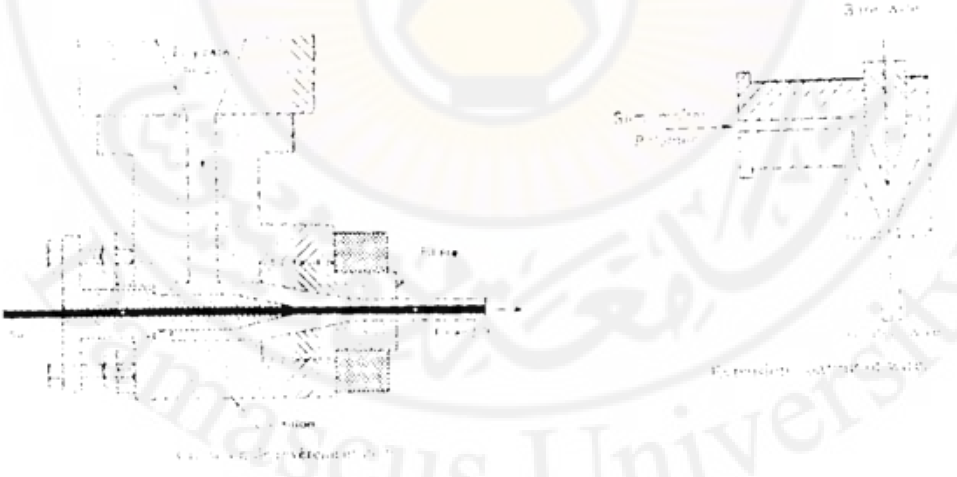
شكل 4-10 تغطية الورق بطريقة التغطية

4-10 - التشكيل الحراري (Thermo Forming)



شكل 4-11 مرحلة تشكيل فراغي

4-11- تشكيل الكابلات



شكل 4-12 مرحلة تشكيل الكابلات داخل

[illegible]

جدول 4-1 [illegible] عملية التشكيل والوزن الجزيئي

نوع عملية التشكيل	الوزن الجزيئي gr/mol
[illegible]	9000
[illegible]	10000
[illegible]	12000
[illegible]	21000
[illegible]	22000

- التسخين المسبق

[illegible]

جدول (2-4) الأخطاء الناتجة عن تشكيل السطح السفلي للسكة وتعديلها

الخطأ المتشكل	السبب	المعالجة
[illegible]	1 [illegible]	1 [illegible]
[illegible]	2 [illegible]	2 [illegible]
[illegible]	1 [illegible]	1 [illegible]
[illegible]	2 [illegible]	2 [illegible]
	3 [illegible]	3 [illegible]
[illegible]	1 [illegible]	1 [illegible]
[illegible]	2 [illegible]	2 [illegible]
	3 [illegible]	
		3 [illegible]

جدول (3-4) الأخطاء الناتجة عند تشكيل السطح الجانبي للسكة وتعديلها

الخطأ المتشكل	السبب	المعالجة
[illegible]	1 [illegible]	1 [illegible]
	2 [illegible]	2 [illegible]
[illegible]	1 [illegible]	1 [illegible]
		2
	2 [illegible]	
[illegible]	1 [illegible]	1 [illegible]
	2 [illegible]	
		2

Damascus University

جدول 4-4 [illegible]

المعالجة	السبب	خطأ التشكيل
[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

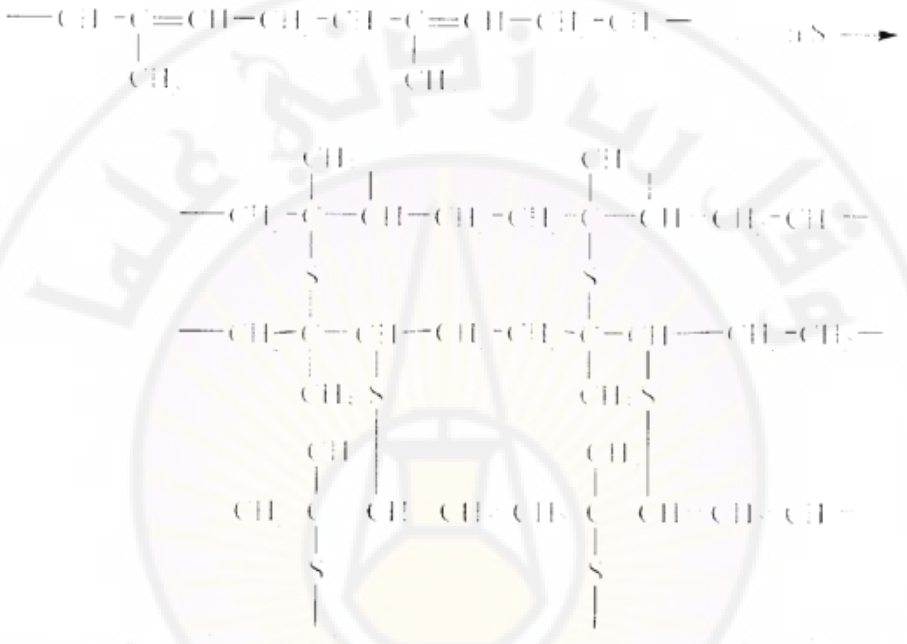
خواص الكيميائية لمجزيئات الضخمة

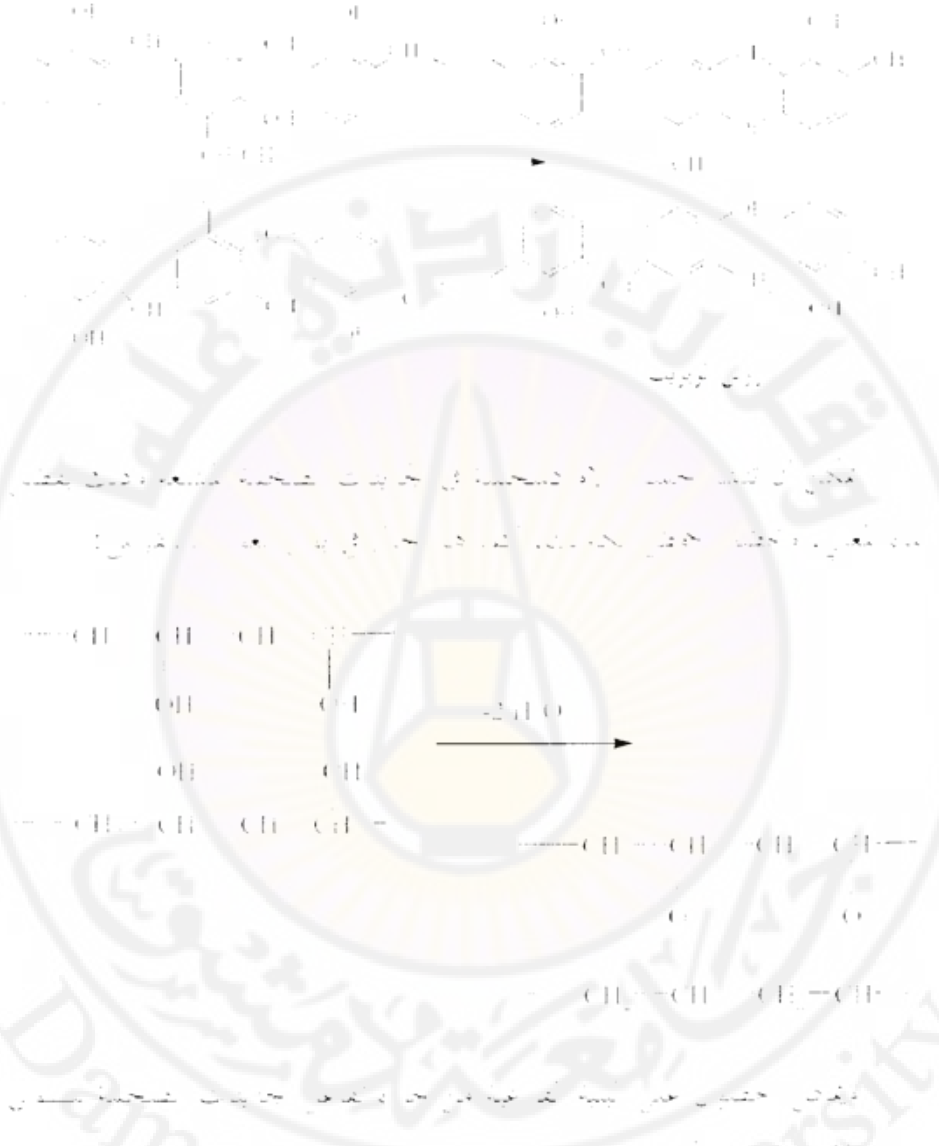
1.
2.
3.

5-1- تفاعلات الاستبدال Substitution Reactions

COOH ; NH ; CN ; C ; OH

5-2- تفاعلات التشابك Cross-Linked Reactions

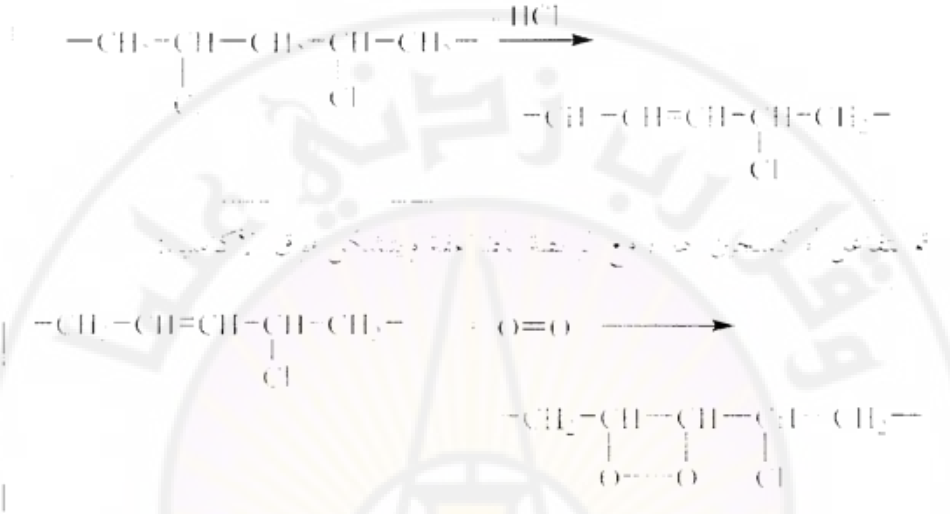




3-5 التحطيم والتقادم Destruction

التحطم الكيساني

(2100-3800 Å)



الفصل السادس

الخواص الفيزيائية للجزيئات الضخمة

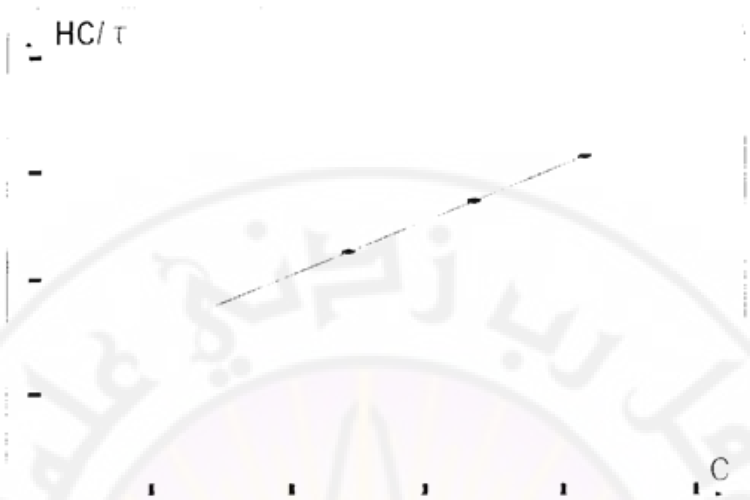
6-1 عملية التحطيم حرارياً

6-2 عسيت تحضم ميكانيكية

6-3- عسيت تحضم تحت تاثير لاشعاع مؤين

6-4 تعين لاوزان جزيئية لمركبات جزيئية ضخمة

6 4 1 تعيين معدل الوزن الجزيئي M بواسطة



شكل 1 6 خلايا HC ٣ ملاءة لكل C

2-4-6 تعيين معدل تعددي للوزن الجزيئي M

Van't Hoff

$$\frac{P}{C} = \frac{RT}{M} \qquad (6-\cdot)$$

R

P

شكل 2 6 تفاعل تفاعل حفاز

PC

PC

$(PCO)_{c}$ C

PC

شكل 3 6

3 4 6 معين معمل نيوزجي نيورن خريسي

ومن لزوجة المحلول (η) بدلالة تركيزه (C) يمكن تعيين لزوجة مميزة $[\eta]$. ومن علاقة هاغينز يمكن تعيين معامل لزوجة حدي M ، شكل (6-5) .

$$[\eta] = K \cdot M^{a} \qquad (6\text{-}11)$$

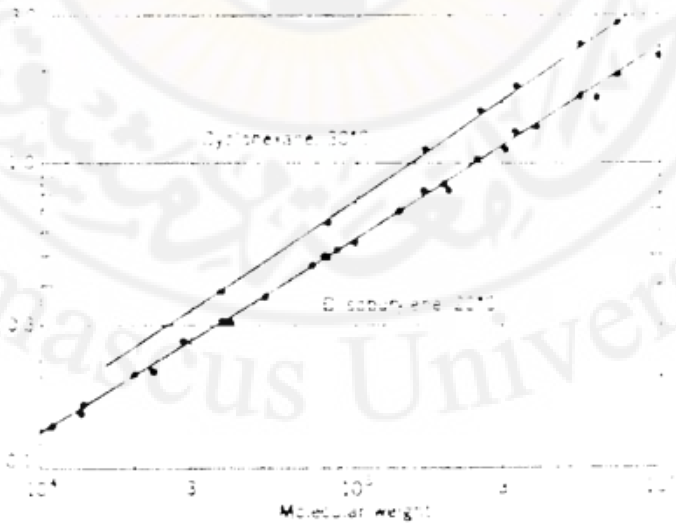
حيث إن a و K ثابت خاصة لكل بوليمر في حل معين وعند درجة حرارة ثابتة ومعطاة وتتعين لأجل قيم كل من a و K وبعد a على درجة تقارب حدود ضحلة في حدود وسطي المدى بين (0.2 - 1).

الشكل (6-4) مقياس اللزوجة لأبل هوده

• ηsp/c

$[\eta]$ c

شكل 6-5



شكل 6-6 [η] ...

[illegible] K [illegible]

[illegible] K [illegible]

البوليمير	المحل	K(dl/g)	a	°C
PI	[illegible]	0.000236	0.74	120
PE	[illegible]	0.000176	0.83	105
PI	[illegible]	0.000165	0.83	105
PP	[illegible]	0.000188	0.77	133
PP	[illegible]	0.00096	0.63	85
PMMA	[illegible]	0.000135	0.7	25
PMMA	[illegible]	0.000694	0.75	25
PVC	[illegible]	0.00174	0.55	25
PC	[illegible]	0.000112	0.82	25
PS	[illegible]	0.000123	0.74	25
PA	[illegible]	0.0226	0.82	25
PVI	[illegible]	0.0253	0.755	37

[illegible]

(Huggins)

$$\eta_{sp}/C = [\eta] + K'[\eta]^2 C \qquad (12)$$

[illegible] $[\eta]$ [illegible]

[illegible]

$$[\eta] = \frac{1}{2 \cdot K' \cdot C}\left(\sqrt{1 + 4\eta_{sp} \cdot K'} - 1\right) \qquad (13)$$

6-4-4- تطبيقات

التمرين (1):

فيستيل [illegible] (UBBELHOHDE) عند درجة حرارة 25 درجة مئوية [illegible] 0,5 و 100mb فكانت 1,11688. حسب قيمة K_{UOP}-Value المقابل لهذين المقدارين عند هذه الشروط.

الحل: وفق علاقة وحسنير (Erkentscher):

$$\log \eta = \frac{75 \cdot k}{1 - 1,5 \cdot C \cdot k} \cdot k \cdot C$$

$\eta_{sp} = 1,11688 \rightarrow \log \eta_{sp} = 0,048$ ووفق المسألة لدينا:

$C = 0,5$

نعوض في العلاقة:

$$0,048 = \frac{75 \cdot k}{1 - 1,5 \cdot (0,5) \cdot k} \cdot k \cdot (0,5)$$

$$0,048 = \frac{75 \cdot k}{1 - 0,75 \cdot k} \cdot k \cdot (0,5)$$

وبالاختصار نجد:

$$0,048 = \frac{75 \cdot k \cdot k}{1 - 0,75 \cdot k} \cdot (0,5)$$

$$0,048 = \frac{37,5 \cdot k^2}{1 - 0,75 \cdot k} \cdot 0,5 \cdot k = \frac{0,375 \cdot k^2}{1 - 0,75 \cdot k} = \frac{37,875k^2 - 0,5k}{1 - 0,75k}$$

$$0,048 (1 - 0,75 k) = 37,875 k^2 - 0,5 k$$

$$0,048 - 0,036 k = 37,875 k^2 - 0,5 k$$

$$37,875 k^2 - 0,5 k + 0,048 - 0,036 k = 0$$

$37,875\,k - 0,464\,k - 0,025 = 0$

$k^2 - 0,01225\,k - 0,00126^2 = 0 \qquad Ak^2 + Bk + C = 0$

$\Delta = B^2 - 4AC$

$\Delta = (0,01225)^2 - 4(1)(-0,00126^2)$

$\Delta = 0,000125 + 0,00050^2$

$0,000522 > \Delta = 0,0225$

$k = 0,04225$ مرفوض $\qquad k = 0,030$ مقبول

$K = 1000 \cdot k = 1000 \cdot 0,030 = 30$

تمرين 2 :

[illegible] $0,5\ g$ [illegible] $100\ ml$ [illegible] $25°C$ [illegible] K [illegible] Value $1,44273$ [illegible]

[illegible]

الحل : [illegible]

$$\log(\gamma) = \frac{-0,5 \cdot z^2 \cdot \sqrt{I}}{1 + 1,5 \cdot C \cdot \sqrt{I}}$$

$\gamma = 1,44273 > \log(\gamma) = -0,1592$ [illegible]

$C = 0,5$

$$-0,1592 = \frac{-0,5 \cdot z^2 \cdot \sqrt{k}}{1 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{k}} \quad \text{[illegible]}$$

$$-0,1592 = \frac{-0,5 \cdot z^2 \cdot \sqrt{k}}{1 + 0,75 \cdot \sqrt{k}}$$

[illegible]

$$0.1592 = \frac{37.5 \cdot k - k - 0.75 \cdot k}{1 - 0.75 \cdot k} - 0.5$$

$$0.1592 = \frac{37.5k - 0.5k - 0.375k}{1 - 0.75k} = \frac{37.875k - 0.5k}{1 - 0.75k}$$

$$0.1592(1 - 0.75k) = 37.875k - 0.5k$$

$$0.1592 - 0.1194k = 37.875k - 0.5k$$

$$37.875k - 0.5k - 0.1592 + 0.1194k = 0$$

$$37.875k - 0.38k - 0.1592 = 0$$

$$k^2 - 0.01003k - 0.0042 = 0 \qquad Ak^2 + Bk + C = 0$$

$$\Delta = B^2 - 4AC$$

$$\Delta = (0.01003)^2 - 4(1)(-0.0042)$$

$$\Delta = 0.0001 + 0.0168$$

$$0.0169 > \Delta > 0$$

k_1 = 0.07 مرفوض $\qquad k$ = 0.060 مقبول

$K_{sv} = 1000 \cdot k = 1000 \cdot 0.060 = 60$

التمرين (3):

- حجم العينة = 25 سم^3 ، كتلة العينة = 0.5 غ ، ρ_s = 2.70 غ/سم^3
- K_{sv} = 2.36 سم/يوم ، η = 0.40

المطلوب: حساب قيمة Value-K

الحل: من العلاقة:

$$\log \eta = \frac{7.5 \cdot k}{1 + 1.5 \cdot C \cdot k} + k \cdot C$$

تمرين 4

[illegible]

حل

[illegible]

تمرين 5

[illegible]

حل

$$M = \frac{\sum n_i M_i}{\sum n_i} = \frac{10 \cdot 10000 + 10 \cdot 100000}{20}$$

$$\frac{10000 + 100000}{20} = \frac{110000}{20} = 5500$$

$$M = \frac{\sum n_i M_i}{\sum n_i M_i} = \frac{10 \cdot 10000 + 10 \cdot 100000}{10 \cdot 10000 + 10 \cdot 100000} = 9.82$$

التمرين (6):

حلة أقيل من 4000 و 3 أقل من 6000 و 3 أقل من 8000. احسب:

1- المعدل الحسابي العددي $\bar{M}$؟

2- المعدل الحسابي المرجح $\bar{M}$؟

الحل:

$$\bar{M} = \frac{\sum n M}{\sum n} = \frac{(3 \cdot 4000) + (2 \cdot 6000) + (3 \cdot 8000)}{8} = 4125$$

$$\bar{M} = \frac{\sum n M}{\sum n M} = \frac{(3 \cdot 4000) + (2 \cdot 6000) + (3 \cdot 8000)}{(3 \cdot 4000) + (2 \cdot 6000) + (3 \cdot 8000)}$$

$$\bar{M}_h = 4454.5$$

التمرين 7:

[illegible] 5000 [illegible]

[illegible]؟

الحل:

$$\bar{M} = \frac{\sum n M}{\sum n} = \frac{(10 \cdot 5000) + (10 \cdot 5000)}{20} = 5000$$

$$\bar{M} = \frac{\sum n M^2}{\sum n M} = \frac{10 \cdot (5000)^2 + 10 \cdot (5000)}{(10 \cdot 5000) + (10 \cdot 5000)} = 5000$$

التمرين 8:

سائل زيت الخروع (Castor oil) لزوجته الحركية 6,5 عند درجة حرارة 25°C و 0,17 عند درجة حرارة 100°C. احسب درجة حرارة التي تصبح عندها لزوجة الزيت 2000 بو.

الحل:

$$\log\frac{\eta}{\eta_1} = \beta\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\log\frac{6,5}{0,17} = \beta\left(\frac{1}{298} - \frac{1}{373}\right)$$

$$1,58246 = \beta \cdot (0,0006747) \quad \Rightarrow \beta = 2344$$

$$\log\eta = \log A - \frac{\beta}{T}$$

$$\log 6,5 = \log A - \frac{2344}{298} \quad \Rightarrow \quad \log A = -7,053$$

$$\log\eta = \frac{2344}{T} - 7,053 \qquad \text{(Castro oil)}$$

$$\log 2000 = 3,301 = \frac{2344}{T} - 7,053$$

$$T = \frac{2344}{10,35} = 226\ K = -47\ C$$

التمرين 9:

يستخدم جهاز لقياس لزوجة سائل عند درجة حرارة 30°C فيعطي القيمة 6,56 بو. احسب درجة حرارة السائل عندما تصبح لزوجته 50 بو. ويستخدم جهاز مماثل لقياس لزوجة الزيت عند درجة حرارة 40°C فيعطي القيمة 3,20 بو. احسب لزوجة الزيت عند درجة حرارة 340 K.

حل:

درجة الحرارة هنا تساوي حوالي 320 °K:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1}{t_2} \quad : \quad \frac{6.56 - \frac{50}{\eta_2}}{\eta_2} = \frac{}{320} \quad \Rightarrow \quad \eta_2 = 42 \qquad (1)$$

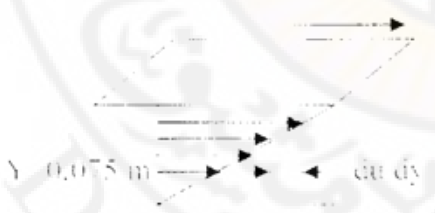
درجة الحرارة هنا تساوي حوالي 340 °K:

$$\frac{\eta_2}{\eta_3} = \frac{t_2}{t_3} \quad : \quad \frac{42}{\eta_3} = \frac{320}{340} \quad \Rightarrow \quad \eta_3 = 44.63 \qquad (2)$$

التمرين (10):

سائل لزوجته 0,028 بويز وكثافته 0,913 Kg/m³ وضعت فيه صفيحة معدنية رفيعة على مسافة لأعلى، مساحتها 600 cm² تعلو على جدار ثابت 0,075 m حسب:

سرعة السائل du/dy وجهد القص على الصفيحة عندما تتحرك بسرعة حتى وصلت 1,125 m/sec حسب شكل (6-7):



شكل 7-6

حل:

في حالة السريان الصفائحي:

U = 0 : y = 0

U = 1,125 m/sec : y = 0,075 m

$$\frac{du}{dy} = \frac{U}{3} = \frac{1.125}{3} = \frac{0}{0.075} = \frac{1.125}{0.075} = 15 \ sec$$

$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy} = (0.018) \cdot (15)$$

$$\tau = 0.27 \ (Pa)$$

$$F = \tau \cdot A = 0.27 \cdot 60 \cdot 10^{-4} = 0.0432 \ (N)$$

التمرين (11):

0.5 ... 0.022 ...

الحل:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot (1)^2}{4} = 0.785 \ (cm^2)$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\sigma = \frac{500}{0.785} = 637 \ (Kg/cm^2)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.022}{25} = 0.000908$$

التمرين (13):

يبلغ ضغط حلول مبلمر خطي بسيل بنزي تركيزه 5 غ/ل $5,8.10^{-3}$ جو عند درجة حرارة 25 °C. احسب:

1- الوزن الجزيئي الوسطي العددي لهذا البوليمر.

2- الوزن الجزيئي الوسطي الوزني لهذا البوليمر علماً أن دليل تعدد التشتت يساوي 2.

الحل:

$$\frac{P}{C} = \frac{RT}{M_n} \quad ; \quad P = RT \cdot \frac{C}{M_n}$$

$$5,8\times10^{-3} = 0,082 \times 298 \times \frac{5}{M_n}$$

$$M_n = 210655 \quad (g \cdot mol)$$

الوزن الجزيئي المحسوب هو الوزن الجزيئي العددي، والطريقة المتبعة هي طريقة الضغط الحلولي.

التمرين (14):

تبلغ لزوجة زيت بذر الكتان (Linseed oil) 0,6 بوز عند درجة حرارة 10°C، و 0,18 بوز عند درجة حرارة 50°C. ما هي لزوجة زيت الكتان عند درجة حرارة 30°C و 90°C.

الحل:

$$\log \frac{\eta_1}{\eta_2} = \beta \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\log \frac{0,6}{0,18} = \beta \times \left(\frac{1}{283} - \frac{1}{323} \right)$$

$$0,529 = \beta + 40,035 \quad 0,0030960 \qquad : \beta = 1194$$

$$\log \eta = \log A + \frac{\beta}{T}$$

$$\log 0,6 = \log A + \frac{1194}{273 + 10}$$

$$-0,2218 = \log A + 4,21908$$

$$\log A = 4,4408$$

:30 °C

$$\log \eta = \log A + \frac{\beta}{T}$$

$$\log \eta = \frac{1194}{273 + 30} - 4,4408$$

$$\log \eta = -0,5002 \quad \Rightarrow \quad \eta = 0,316$$

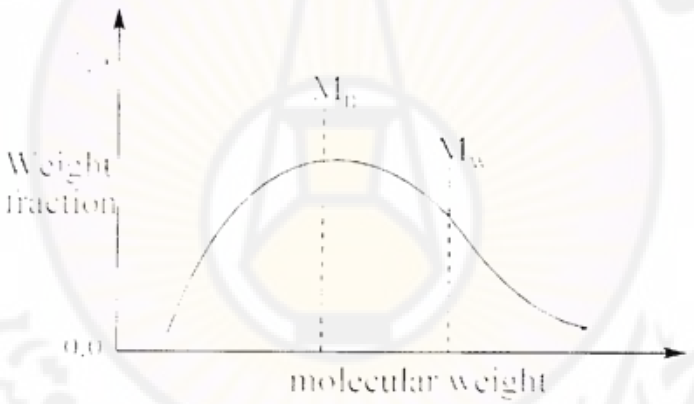
:90 °C

$$\log \eta = \log A + \frac{\beta}{T}$$

$$\log \eta = \frac{1194}{273 + 90} - 4,4408$$

$$\log \eta = -1,151 \quad \Rightarrow \quad \eta = 0,071$$

6-5- تجزئة البوليمرات ومنحنيات التوزع



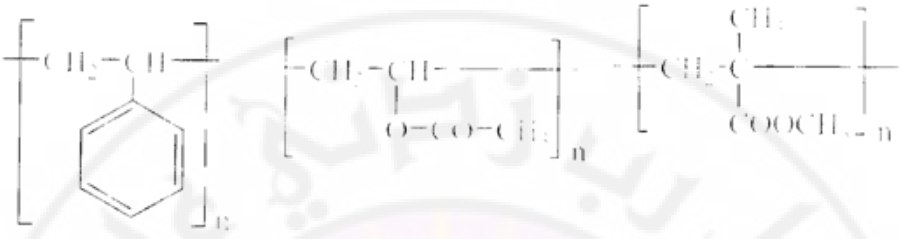
M_n and M_w in a typical sample of polydispersed macromolecules

شكل (6-8): منحنى توزع أوزان جزيئي بوليمر

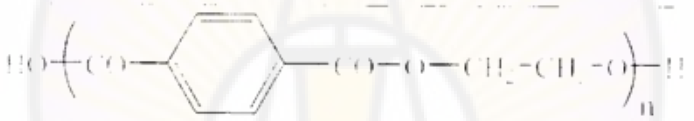
$$K = \frac{C}{C_s} \qquad (6-10)$$

6-6- تنور ترنسبرت:

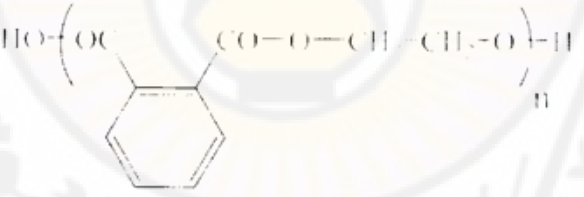
1 نشده ترکیب جریمی



بولي ستيرين بولي فينيل أسيتات بولي فينيل ميثاكريلات



بولي ايثيل تيرفثالات



بولي فثالات الايثيل

2. القوى بين السلاسل البوليمرية

3. حرية الحركة الموضعية للسلاسل

7-6 درجة الانصهار البلورية للبوليمرات T_m (Melttransition)

تعريف المؤثرة في درجة الانصهار للبورية

1 توزان حراري

2 نسبة مشتركة

3 خلائط وشوائب

4 تعيين بين مدارس تيوليس

6-8- طريقة تعيين درجة التسور في الطوبولوجيا

- تعيين درجة التسور بقياس كتلة الطوبولوجيا

Damascus University

6--9- ميكانيكية تبلور البوليمرات وحركيتها

6-10- درجة الانتقال الزجاجي T_g (Glasstransition)

Tg C

شكل 9-6 تغير معامل الانكسار عند درجة الانتقال الزجاجي بدلالة درجة الحرارة

العوامل المؤثرة في درجة الانتقال الزجاجي

[illegible] العوامل التي تؤثر في درجة الانتقال الزجاجي وتعتمد [illegible] على التركيب الكيميائي والأخرى على البنية [illegible] البوليمر.

أولا- العوامل التي تعتمد على التركيب الكيميائي

1 [illegible]

[illegible]

2 [illegible]

[illegible]

1	110	20	90

95 80 20 1

70 20 1

جدول 2 6 T_m و T_g لبعض البوليمرات شبه البلورية

Polymer	LDPE	HDPE	PP	PVC	PS	PAN	PTFE	PMMA	Rubber
T_m (°C)	110	130	175	180	235	317	330	130	80
T_g (°C)	-120	-10	-20	80	90	95	-10	105	-70

Polymer	T_g atactic	T_g isotactic	T_g syndiotactic
PP	-20 °C	0 °C	-35 °C
PMMA	105 °C	150 °C	115 °C

ثانياً- العوامل التي تعتمد على بنية السلاسل البوليمرية

6-11- الحالة الزجاجية والبوليمرات غير المتبلورة

Damascus University

12-6 المواد المعيقة للحريق

Damascus University

جدول 6.3 خواص بعض البوليمرات المقاومة للاحتراق

البوليمر	درجة الاحتراق	سمك البوليمر بوجود اللهب

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل السابع

الخواص الميكانيكية والخواص الميكانيكية الديناميكية للجزيئات الضخمة

7-1- الخواص الميكانيكية للجزيئات الضخمة

تمكن تعريف الخواص الميكانيكية لأية جزيئة على أنها تعبير يستخدم لوصف مدى تعرضها للأحمال المؤثرة سواء أكانت هذه الأحمال استاتيكية أو ديناميكية. فمثلاً، تختلف الجزيئات الضخمة المستخدمة كألياف صناعية بمقاومتها بين الشد الضعيف والكبير. والأحمال الاستاتيكية تأثير بطيء وبزمن طويل جداً حتى تتم عملية التحميل. والأحمال الديناميكية تأثير فعال في مادة يمكث فيها الحمل وهو مؤثر وتستمر في مادة أخرى قصيرة. وقد تتعرض مادة لتأثير حمل مرات عديدة خلال ثانية. في حين قد تتعرض أخرى للحمل نفسه مرة واحدة فقط.

7-1-1- المرونة

هي قدرة مادة على استعادة أبعادها الأصلية بعد زوال الحمل (Load) المؤثر فيها. ويكون تفاعل التناسب بين الإجهاد والانفعال ضمن مجال المرونة. ويسمى معامل يونغ أو معامل المرونة، ويرمز له بالرمز (E) أي:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad (7-1)$$

حيث أن σ الإجهاد و E المعامل.

7-1-2 اللدونة أو الانفعال اللدن

7-1-3- الإجهاد

(Tensile Stress)

(Compressive Stress)

(Shear Stress)

شكل 7-1 الإجهادات

7-1-4- الانفعال

7-1-5- حد المرونة

٤

7-1-6- مقدمة

7-1-7 Stiffness

جامعة دمشق
Damascus University

7-1-8- سلاسة

7-1-9- الصلابة

- منحنى إجهاد – انفعال

شكل 3 - 7 حدود الجهد والمطيلية

مضروطة عند تطبيقات في فن الهندسة الميكانيكية من ملامس المعدن. وهذا يؤدي إلى

عند نقطة معينة تسمى (Yield Point) تبدأ منطقة تدعى (Yielding Region) في النموذج بالتشوه على حساب كمية النموذج. وبعد هذه المرحلة بالإضافة إلى الجهد المطبق بعد ذلك يسبب تشوه في النموذج. وتسمى هذه المرحلة (زيادة الجهد) مع النموذج في هذه المنطقة.

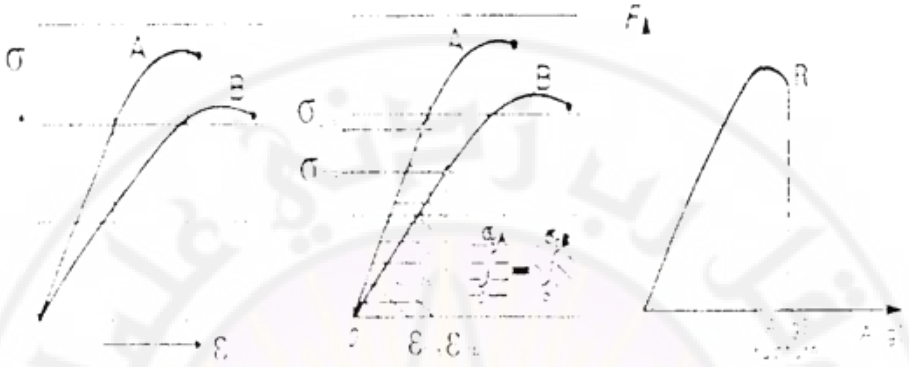
وفي حالة تطبيقات مقاومة المواد تفترض المرونة عادة فقط الجهد المحدد، وتفترض المشورة للتأكد بالجهد قليل بعض مقدوف على النموذج. إن أي من النموذج يتم ويمكن تعريف مساحة مقطع معين فيتحدد على أنه مقدار الجهد الذي يحقق المرونة. هذا يتطلب أن الإجهاد فوق الخضوع قد يسبب في النموذج الجهد الذي يحقق المرونة في أي من النموذج. وتسمى مساحة المقطع المعين، حيث أن النسبة بين الجهد المعرض للتشوه والجهد المعرض في هذه النسبة تسمى (Poissons Ratio).

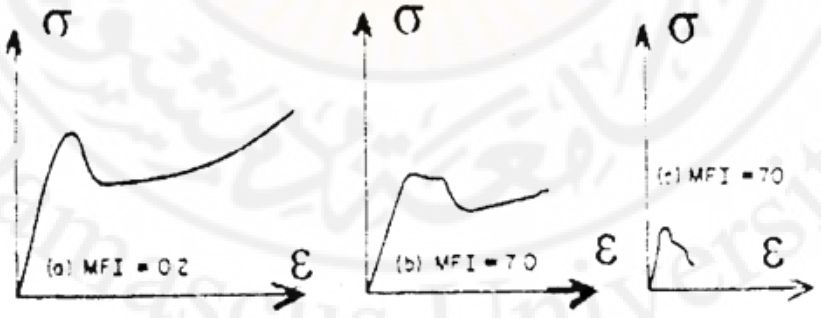
$$\nu = \frac{\Delta W / W}{\Delta L / L}$$

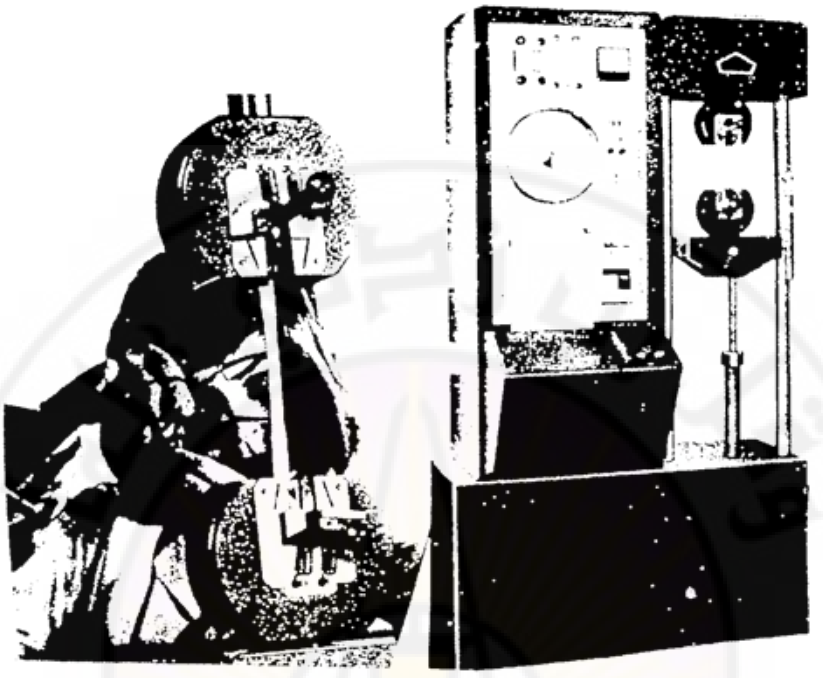
حيث: ΔW: تغير في العرض W العرض الأصلي

ΔL: تغير في الطول L الطول الأصلي

وتسمى الجهد المعرض للتشوه (σ) بالجهد المعرض، ويكون (σ) بالوحدة المناسبة. ويكون الجهد المعرض للتشوه (σ) بالجهد المعرض Tensil Stress. وتكون النسبة (σ) بحدود في المنتصف. وتكون النسبة بين 0.2 و 0.5 وتصبح قريبة من المنتصف بالنسبة للمواد المرنة.

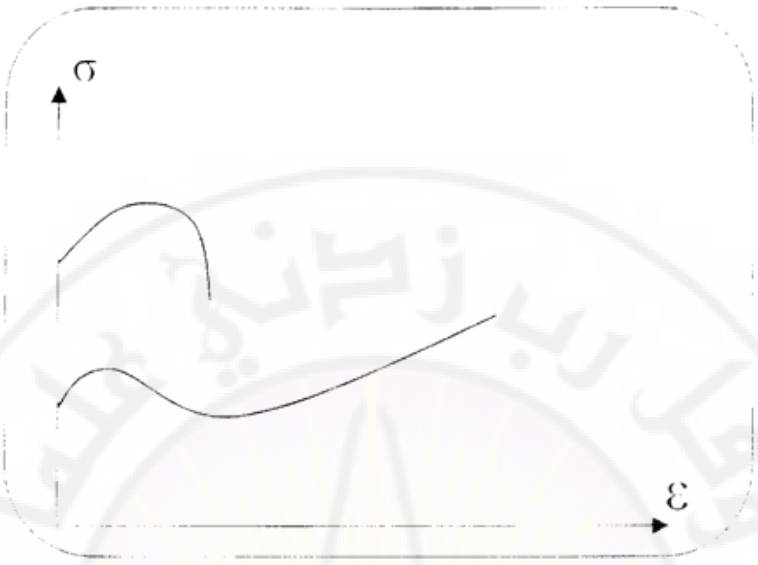

σ
A
B
ε
F_A
R


σ
ε
(a) MFI = 0.2
(b) MFI = 7.0
(c) MFI = 70



شكل 6 ـ

1 ـ درجة حرارة



شكل 7. 7: تأثير درجة حرارة على سحب الإجهاد – الانفعال

2) سرعة الشد أو السحب

σ،

300 mm/min

200 mm/min

100 mm/min

ε،

شكل 7-8 تأثير سرعة شد على منحنى الإجهاد – الانفعال

3. تأثير الضغط

[illegible]

σ،

20 N/M²

18 N/M²

15 N/M²

10 N/M²

ε،

شكل 7-9 تأثير الضغط الجانبي على منحنى الإجهاد – الانفعال

4 توزان خزوجي

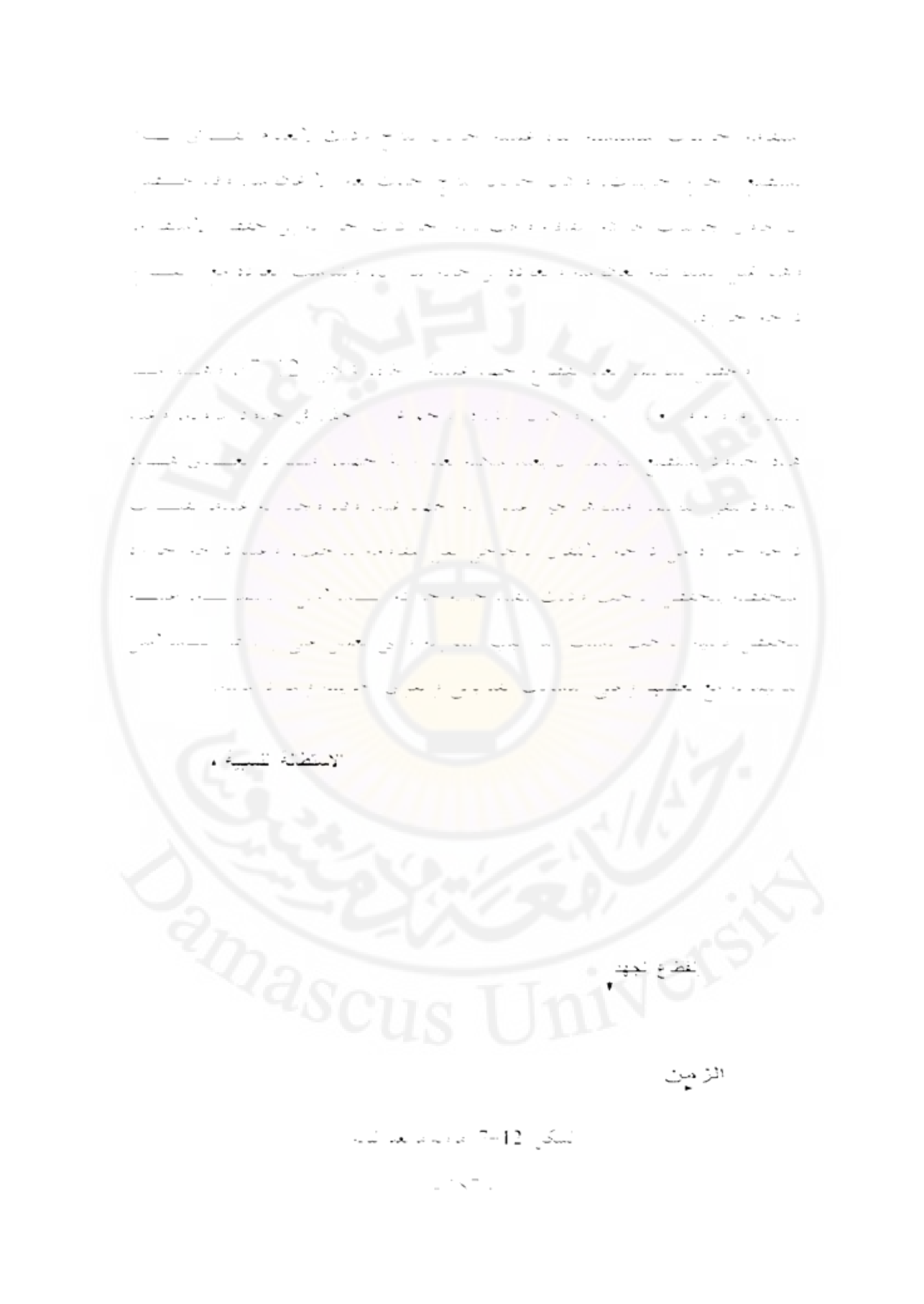
5 درجة التشبث

6 شرد مائة

شكل 10 - منحنى مستخدم في حساب الجهد - الفعل

- سوكية الرحف

شكل 11-7 طرق قياس مقاومة الزحف


Damascus University

- [illegible]

أ- [illegible]

[illegible]

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = E(t) = \frac{\sigma_0}{\varepsilon} \cdot e^{[illegible]} \qquad (7-9)$$

2- الوزن الجزيئي:

يعتمد معامل الاسترخاء اعتماداً كبيراً على الوزن الجزيئي [illegible]

[illegible]

[illegible] (Curing) [illegible]

الاسترخاء والوزن الجزيئي بالعلاقة التالية:

$$E = \frac{R \cdot T \cdot \rho}{M} \quad (N/cm^2) \qquad (7-10)$$

حيث إن:

M: معدل الوزن الجزيئي [illegible]

ρ: الكثافة [illegible]

R: ثابت الغازات 8.31 جول/ مول. درجة

T: درجة الحرارة المطلقة

[illegible]

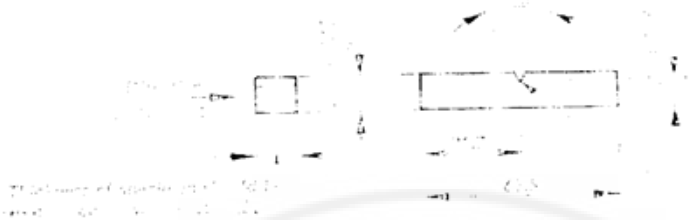
$$\sigma = \frac{R.T.\rho}{M} \qquad (7-11)$$

- قوة الصدم

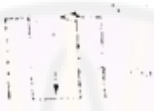
1 طريق قياس قوة الصدم

(Pendulum Instrument) شكل (7-13):

Damascus University



(الشكل 14-7 ب)



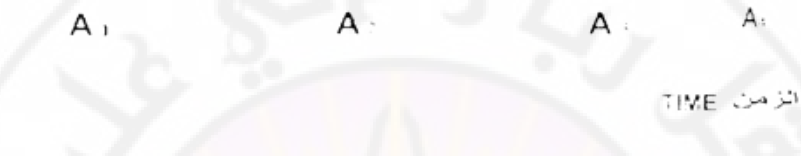
(الشكل 14-7 جـ)

الشكل 14-7 عطب إجهاد جسر الصدع

2- العوامل المؤثرة في قوة الصدع

7-2- اخواص اميكانيكية الديناميكية للجزيئات الضخمة

سعة (الشطة) AMPLITUDE



شكل 15-7 يبين ...

...Elastic Medi...

...Mechanical Damping...

الفصل الثامن

الخواص الريولوجية للجزيئات الضخمة

جامعة دمشق
Damascus University

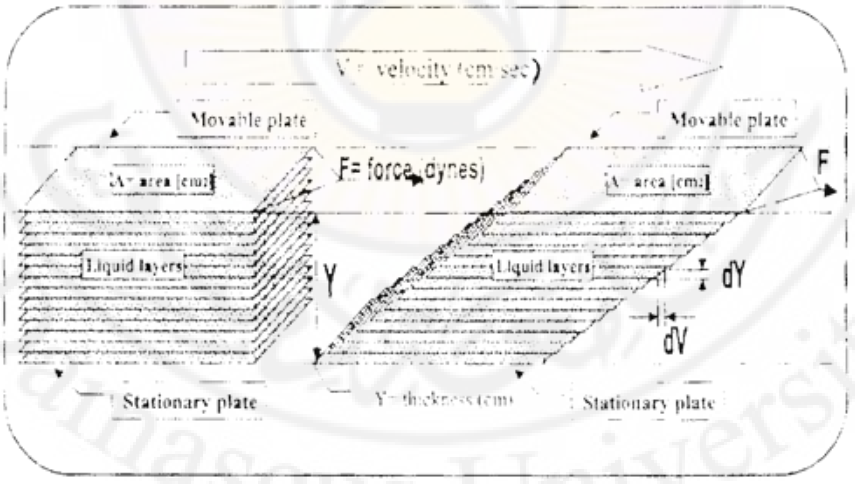
2- [illegible]

3- [illegible]

4- [illegible]

8-1- ظواهر الانسياب اللزج

[illegible] Shear Stress (τ) [illegible] Shear Rate ($\dot{\gamma}$) $= du/dy$ [illegible]



شكل 1-8 الانسياب اللزج

شكل 2-8 حركة سائل ضمن نفث مسطح

$$\tau = \eta \frac{du}{dy} \qquad (3.1)$$

$$\eta = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}} \qquad (3.2)$$

η (Viscosity) τ (Shear stress) $\frac{du}{dy}$ (Shear rate)

$$\gamma = \frac{dU}{dy} = \frac{cm/sec}{cm} = \frac{1}{sec}$$

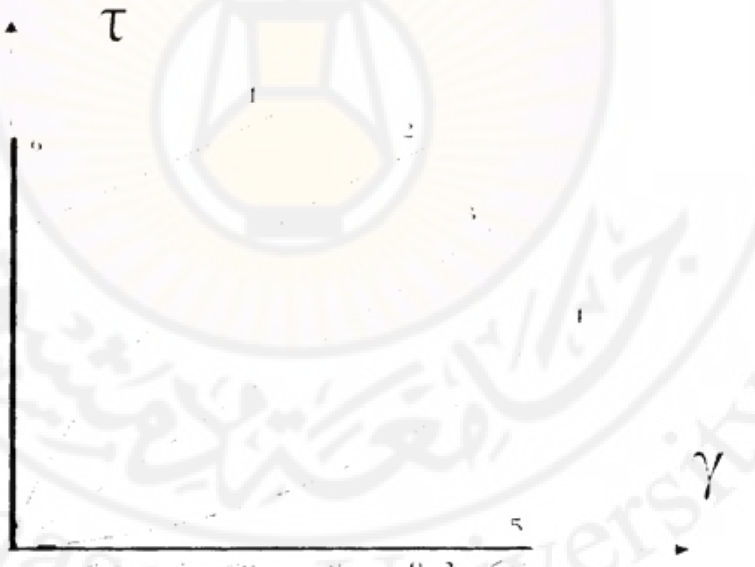
حيث إن:

τ = الجهد القصي = الجهد المماسي.

γ = معدل الانسياب أو معدل السرعة القصي.

μ = معامل اللزوجة = الثابت الذي يعتمد على نوع السائل.

وبالتالي يمكن تعريف اللزوجة على أنها مقاومة السائل أو الجسم الصلب لحركة أحد طبقاته على الطبقة المجاورة لها. وتتناسب اللزوجة تناسباً طردياً مع الجهد القصي وتتناسب تناسباً عكسياً مع معدل السرعة القصي. ويمكن تمثيل العلاقة بين الجهد القصي τ ومعدل سرعة القص γ أو $\frac{dU}{dy}$ بالشكل (3-8):



شكل 3-8: بين الجهد بدلالة معدل سرعة القص

1- مادة بلاستيك 2- سائل مستمر الانسياب 3- سائل نيوتن

4- مادة لدنة 5- سائل عجين 6- جسم لتصلب بلاستيك

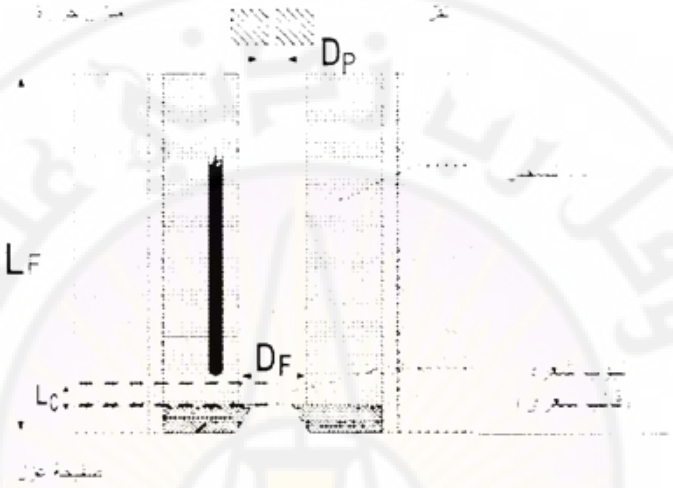
شكل 4-8 بين تسرعة الكهيروزول

2-8 وحدات اللزوجة

8-3- القياسات الريولوجية للجزيئات الضخمة

شكل 8.5 مقياس ميزاني

شكل 8.6 مقياس ميزاني ذي عروة



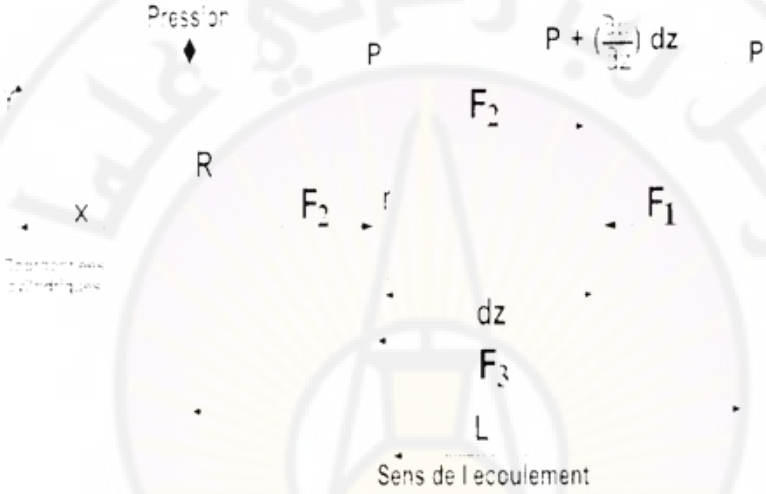
شكل 8-7 تفاصيل توزيع الحديد في الأعمدة

شكل 8-8 نموذج لتسليح عمود مكعبي أو دائري

Damascus University

١ تعيين لزوجة التحريك ومعامل المرونة

Damascus University


Pression
P
P + (∂P/∂z) dz
P
F2
R
F2
F1
X
dz
F3
L
Sens de l'écoulement

$$P = \frac{P \cdot R}{2 \cdot I}$$

P

R

I

4- تعيين معامل سرعة القص الظاهرية% على الخمر

$$= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot R^3}$$

Q

R

8-4-

شكل 8-10

$$n = \frac{d\log\tau}{d\log\gamma}$$

1

2

3

4

5

Damascus University

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \qquad (8-14)$$

ηa (poise)

$\dot{\gamma}_a(s^{-1})$

شكل 11 8 تحولات لزوجة ظاهرية η_a دلالة معدل سرعة قص ظاهرية $\dot{\gamma}_a$

8-5- تعيين مدة مكوث البوليمر في القالب أثناء الجريان

$$\tau = R \cdot I \qquad (8\text{-}16)$$

$$Q$$

$$\tau = R \cdot I$$

$$\tau = R \cdot I$$

$$I \qquad (8\text{-}17)$$

$$R$$

حيث أن:

R: مقاومة قصور الذاتية.

L: ثابت قوة الدفع.

Q: التدفق.

τ: زمن الإقامة أو زمن بقاء الجزيء في قوة الدفع (Temps residence).

I: معامل مدة النبض.

8-6- ظاهرة الانتفاخ عند خروج مادة منصهرة من قوة قالب التشكيل

عندما يتدفق مادة منصهرة في قوة قالب التشكيل تتأثر كل جزيء بقوة مقاومة تعيق حركة الجزيء وتحاول إعادته إلى الخلف، وهذه القوة تتناسب مع سرعة تدفق المادة، ويتعرض هذا الجزيء لقوة دفع تتناسب مع سرعة تدفق المادة، ويمكن تحديد وقوع تعاكس هذه القوتين بالعلاقة:

$$B \qquad D \qquad (8\text{-}18)$$

$$D$$

حيث أن:

D: قطر المادة منصهرة بعد خروجها من قوة قالب التشكيل.

D_0: قطر قوة التشكيل.

B: معامل الانتفاخ وهو يعتمد على معامل Barus المستخدم في المعادلة السابقة.

8-7- التطبيقات

تمرين 1 :

حل

Damascus University

$$F = 5 \times 1000 \times 981 \quad (dyne \cdot cm)$$

$$A = \pi \times R^2 = 3.14 \times (0.45)^2$$

$$P = \frac{2 \times 1000 \times 981}{3.14 \times (0.45)^2}$$

$$P = \frac{(5000 \times 220) \times 981}{3.14 \times (0.45)^2}$$

$$P = 805353503.1 \quad (dyne \cdot cm^2)$$

$$Gm = \frac{(0.512 + 0.516 + 0.520)}{3} = 0.516 \quad gr$$

$$Q = \frac{Gm}{sec} = \frac{0.516}{12} \approx 0.043 \quad gr$$

$$II = \frac{Gm}{sec} \times 600 = \frac{0.516}{12} \times 600 \approx 25.8 \quad (gr \cdot 10min)$$

13,05 0,0422

شكل 13، 8: مقطع نزاحة

الحل:

h = 9,50 − 9,00 = 0,5 cm

V = 50 cm

t = 126,4 sec

D = 12,54 − 0,0422 = 12,4978 cm

$$v = \frac{3,14 \times (12,54 - 0,0422) \times (0,5 \times 2,54) \times 981 \times 126,4}{128 \times 50 \times (3,05 \times 2,54)}$$

v = 1,07 (سنتي ستوك) ⇒ 107 (سنتي ستوك)

تمرين 3 :

الفصل التاسع

المبادئ الأساسية في الغرويات

9-1- الجمل الغروية

تعتبر الغرويات كثيرة في الطبيعة هذه الجمل الغروية في مجالات تطبيقية متنوعة ولا سيما منها مجالات الزراعة والصناعة الطب والصيدلة. يصنع من الأهمية بمكان التعرف على طبيعة هذه الجمل وبيان أهم خواصها.

تتميز الحالة الغروية بشكل خاص للمادة وخاصة عندما تكون ذات وزن جزيئي كبير، حيث يتشكل عندئذ جزيئات أو أكثر تصغر متبعثر Disperse phase وهي مادة متبعثر Dispersion medium.

تسمى الجمل الغروية ذات درجة تبعثر عالية بالمحاليل الغروية Lyosols وهي مادة متبعثر عادة في وسط سائل المحاليل العضوية Organsols (وهي مادة متبعثر سائل عضوي). وعندما يكون وسط متبعثر غازيا تسمى المحاليل الغروية Aerosols وهي إما جمل غروية سائلة (كالدخان) أو جمل غروية صلبة (كالغبار). وهذان الجملان تحتويان على متبعثرات Suspension ومستحلبات Emulsions.

كما تتميز في الجمل متبعثرة تبعا قويا أو كرها بين جمل حلوية أو محبة للمحل Lyophilic وجمل كارهة أو معادية للمحل Lyophopic. وتعتبر الجمل الحلوية

1
2
3
4

- المحاليل الحقيقية والمحاليل الغروية

المحاليل الحقيقية

المحاليل الغروية

9-2- خواص المحاليل الغروية

9-2-1- الخواص الكهربائية للمحاليل الغروية

9-2-2- خواص حركية لمحاليل غروية

1- تضغط حلول في محاليل غروية

P = C.R.T = ١٠٠٠ C = ٧٠٠ C .....

P

C

٧

٧١

I

R

2 عمليات الانتشار في الحالة الغازية

a

شكل 1 ـ 9 عملية الانتشار

$$dG = -D.F.\frac{dC}{dX}.dt$$

Damascus University

$D \quad \frac{R.I}{L}$

B

D

$B = 3.D.\ldots.N$

$B = 6.\ldots.\eta.r.N$

$D \quad \frac{R.T}{6.N.\ldots.\eta.r}$

3) الحركة العشوائية في الهياكل الغروية – حركة براون

شكل 2 ـ 9 حركة براون

9-2-3- الخواص الضوئية للمحاليل الغروية – ظاهرة تندال

1- مجرى حلزوني 2- مجرى حلزوني

الشكل 3-9 طاحونة تيدل

9-3- التخثر

4-9- المستحلبات Emulsions

مثال:

$$m\,AlOH_3 + n\,Al^{3+} + 3nCl^- \rightarrow m\,AlOH_3.nAl^{3+} + 3nCl^-$$

و تجويفات. هذا ويشترط في مسحوق المشكل للمستحب أن يكون ناعما جدا (أصغر من قصرة مستحب بعشر مرات على الأقل)، وقابلا للسيلان من فتحة ضيقة بسهولة. وفي هذه الحالة يبقى القسم الأكبر من حجيرة القصرة خاليا من الخرجات للقصرة ويحميها من الكسر.

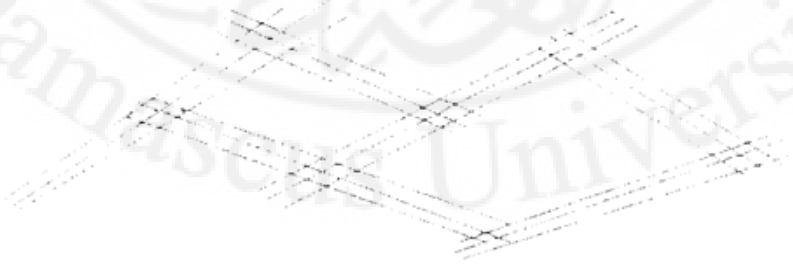
9-5- التهلم وتشكل المواد الهلامية

يستطيع بعض الحيوانات العوالق الحيوانية حيث تدير شروطا محيطية مختلفة حيث يتحول المحلول العوالقي المجمع من كتلة كثيفة تدعى بالهلام وتدعى هذه الظاهرة بالتهلم.

المثال:

يتقلب محلول هلامي من جلاتين تركيزه 2 % بين هلام في ماء الغدار بعد فترة من الوقت. يعود هذا الهلام فيتقلب المسحون إلى محلول عوالقي ويتشكل مرة هلامية ويكون مختلفا في هذه الحالة عن الأصلي.

تتشكل المواد الهلامية وفق مقطعيات حقيقية من مركبات ذات أوزان جزيئية مرتفعة التي تستطيع جزيئاتها أن ترتبط على شكل سلاسل وتحيط فيما بينها تشابكات هذه السلاسل حيث تشكل شبكة واحدة معقدة تملأ خلاياها بالسائل شكل (4-9):

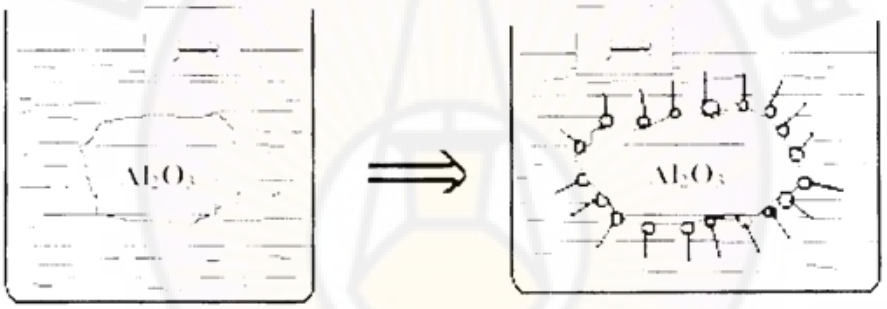


شكل 4-9 شكل هلام

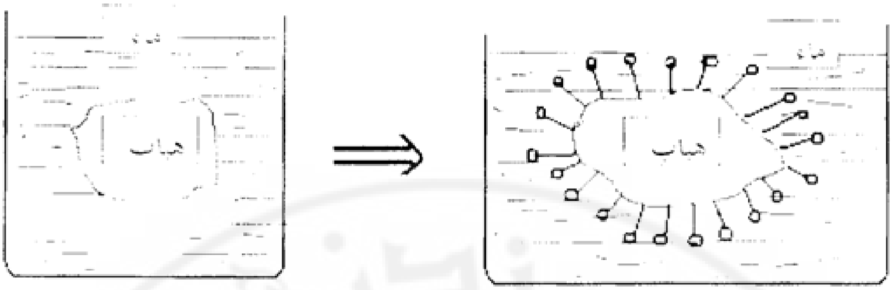
9-6- العرويات الحلولة والعرويات الجافة

9-8- تعقيدات تعويضية

Damascus University



شكل (5-9) نعلق Al_2O_3 في وسط غضروي



الشكل (9-6) معلق لهباب في ماء

وهكذا، فإن معلقات المساحيق الفحمية في حالات الفحمية ومعلقات المساحيق [illegible]

[illegible]

[illegible]

9-9- الرغويات Foams

[illegible]

Damascus University

9-10- تحضير الخلايا الغروية

شكل 9-7 تحضير الخلايا الغروية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الرموز الشائعة للبوليمرات

LIST OF ABBREVIATIONS FROM THE 1974 DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO (1043 – 1986)

Homopolymers and natural polymers

CA	Celluloseacetate
CAB	Cellulose acetobutyrate
CAP	Celluloseacetopropionate
CF	Cresol/formaldehyde
CMC	Carboxymethylcellulose
CN	Cellulosenitrate
CP	Cellulosepropionate
CS	Casein
EC	Ethylcellulose
EP	Epoxide (Epoxy)
MF	Melamineformaldehyde
PA	Polyamide
PB	Poly (1- butane)
PBA	Polybutylacrylate
PBT	Poly (butylene terephthalate)
PC	Polycarbonate
PDAP	Poly (diallyl phthalate)
PF	Phenol-formaldehyde
PUR	Polyurethane
PVAC	Polyvinylacetate

PVFM [illegible]

PVS [illegible]

PVP [illegible]

SI [illegible]

TF [illegible]

UP [illegible]

LIST OF ABBREVIATIONS FROM THE IUPAC RECOMMENDATIONS (1974)

PAN [illegible]

PCTFE [illegible]

PDI [illegible]

PE [illegible]

PETP [illegible]

PIB [illegible]

PMMA [illegible]

POM [illegible]

PP [illegible]

PS [illegible]

PTFE [illegible]

PVAC [illegible]

PVAL [illegible]

PVC [illegible]

PVDC [illegible]

PVDF [illegible]

PVF [illegible]

Copolymeric materials

ABS	Acryonitrial Butadiene styrene Copolymers
AMMA	Acryonitrial Methylmethylacryiate-Copolymers
ASA	Acrylonitrile styrene acrylate Copolymers
AEPDMS	Acryonitrial ethylene-propen.diene styrene -Copolymers
EEA	Ethylene ethylacrylate Copolymers
EP	Ethylene propylene Copolymers
EPDM	Ethylene propene diene Copolymers
EVAC	Ethylene vinyl acetate -Copolymers
FEP	Perfluoro ethylene propylene Tetrafluoroethylene Copolymers
MPF	Melamine phenol formaldehyde Copolymers
SAN	Styrene-Acrylonitrile-Copolymers
SB	Styrene-Butadiene Copolymers
SMS	Styrene-α Methylstyrene Copolymers
VCE	Vinyl chloride ethylene -Copolymers
VCEMA	Vinyl chloride ethylene methyl acrylate -Copolymers
VCEVAC	Vinyl chloride ethylene vinyl acetate -Copolymers

ABBREVIATIONS

VCMA	Vinyl chloride methyl acetate -Copolymers
VCMMA	Vinyl chloride methyl methacetate -Copolymers
VCVAC	Vinyl chloride vinyl acetate -Copolymers
VCVDC	Vinyl chloride vinylidene chloride -Copolymers

The following abbreviactions are not standardized but generally used in literature

PI	Polyimide
PMP	Polymethylpentene
PPO	Polyphenylenoxide
MDI	Diphenylmethane-4,4-diisocyanate
TDI	Toluylene-Diisocyanate

Damascus University

المصطلحات العلمية

عربي	انكليزي
	١
حمض	Acid
	Activation
	Addition
	Additive
	Adhesion
	Adsorbate
	Adsorbent
	Adsorption
	Aerosol
	Agitation
	Aggregate
	Aggregative stability
	Alignment
	Amorphous
	Analogical
	Anode
	Antiseptic Agents
	Apparent

انكليزي	عربي
Asymmetry	
Atactic Polymer	
Auto Clave	

B

Bakelite	
Balance	
Block	
Blow molding	
Branched Polymers	
Brittle	
Brownian motion	

C

Capillary	
Casting moulding	
Chain	
Circulation	
Clamp	
Classification	
Closed	
Coagel	

Damascus University

عربي	انكليزي
	Coagulate
	Coagulation
	Coating
	Cohesion
	Collector
	Colloid
	Colloid system
	Colophony
	Coloring Substances
	Comportement
	Compressibility
	Compression moulding
	Concentration
	Condensation
	Construction
	Copolymerization
	Cross-linked Polymers
	Crushing
	Crystal
	Curing
	Cylinder

عربي	انكليزي

D

Deformation	تشوه
Degradation	تحطيم
Degree of Polymerization	درجة البلمرة
Density	الكثافة
Destruction	تخريب
Diagram	المخطط
Die	قالب
Die Sewell	انتفاخ
Diffusion	انتشار
Dilatable	ممدد (قابل للتمدد)
Dilatants Liquid	سائل ممدد
Dispersion	تبعثر
Dispersion degree	درجة التبعثر
Dispersion medium	وسط التبعثر
Dispersion method	طريقة التبعثر
Dispersion pitas	تشتت التبعثر
Dispersion system	جملة متبعثرة
Dissipation factors (loss modulus)	معامل الخمود
Duration	مدة الإختبار
Dynamic viscosity	لزوجة الحركية

E

Elastic	
Elastic Modulus	
Emulsion	
Extruder head	
Extrusion moulding	

F

Factor	
Fillers	
Film	
Filtration	
Fire	
Flame Retardants	
Flexible	
Flexure	
Flocculation	
Flow	
Flotation	
Fluid	
Fluidity	

عربي	انكليزي
	Foams
	Fraction
	Frost line
	Fusion

G

	Gas
	Gel
	Gelation
	Gradient
	Growth
	Grinding media

H

	Hammer
	Hardness
	Head
	Heterogeneous
	Homogenous
	Hydrolysis
	Hydration
	Hydrophilic
	Hydrophobic

عربي	انكليزي
	I
جمد	Ice
دليل	Index
عطالة	Inertia
تأثير	Influence
قولبة بالحقن	Injection molding
جهاز	Instrument
تشابك فاصل	Interface
أيوني	Ionic
غير انعكاسي	Irreversible
بوليمر متماثل	Isotactic Polymer
متساوي درجة الحرارة	Isotherm
	K
لزوجة حركية	Kinematic Viscosity
	L
جريان صفحي	Laminar flow
معلق من المطاط	Latex
خط	Line
مواد مزلقة	Lubricants
محب للماء	Lyophilic

عربي	إنكليزي
	M
ماكرو	Macro
جزيء ماكرو	Mas macromoleecule
كتلة	Mass
مادة	Matter
مصهور (مصهورة)	Melt
دليل سيولة	Melt flow index
تخامد ميكانيكي	Mechanical damping
	Metastable
طريقة	Method
قابل للمزج (ممزوج)	Miscible
مزج	Mixing
مزيج المخلط	Mixer
تعديل (تحوير)	Modification
بوليمرات معدلة	Modification Polymers
معامل مرونة	Modulus of Plasticity
جزيء غرامي	Mole
جزيء	Molecule
أحادي	Mono
مجموعة وحيدة التبعثر	Mono despersed system
وحيد (أحادي) مونومر	Monomer
محرك	Motor

N

Natural	طبيعي
Newtonian Liquid	سائل نيوتوني
non- Newtonian Liquid	سائل غير نيوتوني
Notch	نقير – حفرة
Nylon	نايلون (اسم تجاري)

O

Oleic	زيتي
Oleic acid	حمض زيتي
Orifice	فتحة
Osmometer	مقياس ضغط حلولي
Osmosis	حلول (تحلل)
Osmotic pressure	ضغط حلولي

P

Pigment	مادة ملونة
Pendulum	بندول
Perfect	مثالي
Phase	طور
Plastic	بلاستيك (بلاستيت)
Plasticity	ليونة – مرونة

عربي	انكليزي
	Plasticizers
	Plexiglas
	Poly
	Polymer
	Polymerization
	Polymerization Reactions
	Powder
	Propagation
	Properties

R

	Rate
	Ratio
	Reaction
	Reactor
	Relaxation
	Resistance
	Rheology
	Rubber

S

Semi - molten	
Semi - synthetic	
Shear	
Shear rate	
Sinusoidal	
Specimen	
Sol	
Solution	
Stability	
Stabilizer	
Stabilizing Substances	
Stereo regular Polymer	
Stiffness	
Stored modulus	
Strain	
Strength	
Stress	
Surface tension	
Suspension	

عربي	انكليزي
متناظر	Symmetric
بوليمر متناوب	Syndiotactic Polymer
نظام	System

T

تكتيكية	Tacticity
شد	Taretion
تيفلون	TefEon
شد	Tensil
حمض تيرفثاليك	Terphthalic acid
تيريلين	Terylene
لدائن حرارية	Thermoplastics
لدائن حرارية التصلب	Thermosetting Plastics
فتل	Torsion
متانة	Toughness
قولبة بالنقل	Transfer moulding
شفافية	Transparency

V

فراغ	Vacuum
تكافؤ	Valency
قيمة	Value

انكليزي	عربي
Valve	
Vapour	
Vibration	
Visco-elastic	
Viscose	
Viscosimeter	
Viscosity	
Volume	
Vulcanization	

W

Weight	
Wetting	
Winding roll	
Wire	
Work	

Y

Yields stress	

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

REFERENCES

Damascus University

16- J. L. Leblanc. Rheologie experimental des polymers a l'etat fondu. Cebedoc Liege (1974).

17- W. Bolotov. Engineering materials technology. 3rd ed. Butter worthe. Heinmann. London (1998).

18- Jacqueline I. Kroschwitz. Concise encyclopedia of polymer science and engineering. John wily and sons pub. New York. U.S.A. (1990).

19- William. B. Seymour. Modern plastics technology. Reston publishing company. Inc. Virginia. U.S.A. (1975).

20- Plastics materials and processing. A. Brent strong. Brigham young university. Prentice – Hall. Englewood Cliffe. New jers. Columbus. Ohio. (1986).

21- IUPAC. List of standard abbreviations (symbols) for synthetic polymers and polymer materials 1974. Pure Appl. Chem. 40, 475-476 (1974).

22- ISO. International Standard ISO 1043 – 1986. Plastics – Symbols and Codes – Part 1: Symbols for basic polymers and their modifications, and for plasticizers.

23- IUPAC. Use of abbreviations in the chemical literature (recommendations 1979). Pure Appl. Chem. 52, 2229 – 2237 (1980).

24- V. Tager. Physical chemistry of polymers. Translated from the Russian by David Sobolev. Mir publishers. Moscow (1972). Revised from the Russian edition.

25- Robert. Ebewele. Polymer science and technology. Faculty of Engineering. university of Benin. Benin city. Nigeria. (2000) by CRC press LLC.

26- [illegible] (1979).

27- [illegible] (1907).

28 - د. محمد جميل بلقيزي - شاعر من كيفا - مطبوعات مصلحة جامعة حلب - الطبعة الثانية - (1982 - 1983).

29 - محمد بكر حقي - الوساطة بين المتنبي - الطبعة الأولى.

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

اللجنة العلمية:

أ.د. محمد شهير هاشم

أ.د. عدنان شحادة

أ.د. فواز الدبري

المدقق اللغوي:

د. برهان أبو غسلي

حقوق الطبع والترجمة والنشر
محفوظة لمديرية الكتب و المطبوعات

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University