جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء
الدراسات الاولية

دراسة نظرية لتأثير التشويب على الخصائص الفيزيائية للبوليمرات

مشروع بحث مقدم الى

مجلس قسم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة بابل لنيل شهادة البكالوريوس

في علوم الفيزياء

من قبل الطالبة:

خديجة محمد كاظم

بأشراف:

أ.م. د هدى بخيت حسن

١٤٤٥هـ ٢٠٢٤م

الآية الكريمة

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

(وَٱللَّهُ أَخۡرَجَكُم مِّنۢ بُطُونِ أُمَّهَٰتِكُمۡ لَا تَعۡلَمُونَ شَيۡـٔٗا وَجَعَلَ لَكُمُ ٱلسَّمۡعَ وَٱلۡأَبۡصَٰرَ وَٱلۡأَفۡـِٔدَةَ لَعَلَّكُمۡ تَشۡكُرُونَ)

صدق اللَّهُ العظيم

(النحل-٧٨-)

الإهداء

(وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ)

الهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار الا بطاعتك.... ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك.... ولا تطيب الاخرة إلا بعفوك.... ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك.

إلى من وضع المولى – سبحانه وتعالى – الجنة تحت قدميها الى ملاكي في الحياة... الى معنى الحنان... الى بسمه الحياة وسر الوجود... الى من كان دعائها سر نجاحي... وحنانها بلسم جراحي الى اغلى الحبايب الى من بها اكبر وعليها اعتمد.... الى الشمعة التي تنير ظلمة حياتي (امي الحبيبة).

الى من كلله الله بالهيبة والوقار.... الى من علمني العطاء بدون انتظار ..... الى من احمل اسمه بكل افتخار..... ارجو من الله ان يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار

وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بيها اليوم وفي الغد والى الابد

(والدي العزيز)

الى توأم روحي ورفيقة دربي... الى صاحبة القلب الطيب والنوايا الصادقة... الى من رافقتني منذ ان حملنا حقائب صغيرة ومعها سرت الدرب خطوة بخطوة وماتزال ترافقني حتى الان... اختي

الي اصدقائي ومعارفي الذين أجلهم واحترمهم.....

الى اساتذتي في الكلية .....

اهدي لكم بحثي هذا آملا ان يكتب لي الله التوفيق به وان يلهمني من العلم والمعرفة ما يمكنني من خدمة بلدي العزيز.

الشكر والثناء

الحمد لله رب العالمين حمد كثيرا الحمد لله الذي حمده عز للحامدين وشكره فوز للشاكرين وذكره شرف للذاكرين وطاعته نجاة للطائعين ،الحمد لله خالق الخلق اجمعين وفالق الحب والنوى والصلاة والسلام على خير خلقه اجمعين وخاتم الانبياء والمرسلين الرسول الاعظم والنبي الاكرم الذي جاء هاديا ومبشرا وعالما ونذيرا محمد الامين قائد الغر المحجلين وعلى اله الميامين واصحابه المنتجبين واتباعهم بإحسان اجمعين.

وبعد.... فعن الرسول الاكرم (صلى الله عليه واله)قال:

"من لم يشكر الناس ،لم يشكر الله"

فبعد الانتهاء من هذا البحث وبعد حمده الله على ما سهل علي به في طلب العلم يطيب لي المقام هنا في ان اشكر استاذتي الدكتورة هدى بخيت حسن واسجل امتناني وحبي وعرفاني العظيم، وكما اقدم شكري لكل من كان عونا لي في الوصول لهذه المرحلة من عائلتي واصدقائي وزملائي في الدراسة غير انني لن اذكر احدا منهم فعسى ان انسى واحد فأبخس حقه.

واخيرا فأني وان ذكرت بضع اسماء وشكرتها فهذا لا يعني انني اتنكر لغيرهم ممن كانوا سندا حقيقيا وعظيما ولا يعني ابدا عدم الوفاء ومن هنا اقدم بحثي لجميع بعد المعذرة وشكري الحار وتقديري المفعم بالمحبة .

الخلاصة البوليمرات

هي مركب كيميائي أو خليط من المركبات المكونه من جزئيات متكرره والتي تتشكل من خلال عملية البلمرة وأصبحت البوليمرات تلعب دورا أساسيا وكليا في استخدامات الحياة اليومية وتعد البوليمرات من المواد الطبيعية أو الاصطناعية التي تضم جزئيات كبيرة جدا من المونمرات ويوجد العديد من الأمثلة على البوليمرات في الكائنات الحية مثل البروتينات والسليوز وغيرها كما انها توجد في معظم مكونات التربة والنباتات والكائنات الحية وتتركب البوليمرات من جزئيات الكربون والأكسجين والهيدروجين المتكرر لتكوين سلسلة طويلة ولها خصائص فيزيائية وخصائص كيميائية وخصائص كهربائية وخصائص مكانيكية وعملية التشويب تتم لتحويل نبيطة شبه الموصل من كونها شبة موصل داخلي لتصبح موصل خارجي عن طريق النبيطة في سبيل تكوين فجوة إلكترونية أو لإيجاد إلكترون Electronicsإضافة إلى حر تختلف البوليمرات في قابليتها على تقبل نسبة الشوائب فلكل بوليمر نسبه اشباع معينة تعتمد على مجموعة من العوامل التي تخص كل من الخواص التركيبية والطريقة المستخدمة في التشويب تتم عملية التشويب بأطوار مختلفة تتنوع من حيث معاملة المادة الشائبة مع مادة البوليمر الاصلية فقد يكون التشويب عن طريق إضافة نسبة وزنية من المادة الشائبة الصلبة إلى البوليمر الصلب او إضافة محاليل المادة الشائبة بنسب حجمية إلى محلول البوليمر أو عن طريق تعريض مادة البوليمر إلى بخار المادة الشائبة يمكن تقسيم عمليات التشويب إلى نوعين أساسين هما الطريقة الكيميائية والطريقة الكهروكيميائية

جدول المحتويات

التسلسل	المحتويات	الصفحة
1	الاية الكريمة	ا
2	الاهداء	ب
3	الشكر والثناء	ج
4	الخلاصة	د
5	جدول محتويات	ه
6	الفصل الاول	1
7	البوليمرات	2
8	تركيب البوليمرات	3
9	درجة البلمرة	3
10	سلسلة العمود الفقري	4
11	انواع البوليمرات	5
12	الخصائص الفيزيائية للبوليمرات	6
13	الخصائص الكيميائية للبوليمرات	6
14	الفصل الثاني	7
15	الخصائص الريولوجية للبوليمرات	8
16	الخصائص البصرية	12
17	الامتصاصية	12
18	معامل الانكسار	13
19	الانعكاسية	14
20	زاوية بروستر	15
21	الموجات الميكانيكية	15
22	الخصائص الكهربائية	17

23	التشويب او التطعيم	18
24	تشويب البوليمرات	21
25	الجزء العملي تحضير البوليمرات	23
26	الفصل الثالث	25
27	مستقبل البوليمرات في حياة الانسان	26
28	استخدام البوليمرات	26
29	استخدامات البوليمرات وتطبيقاتها	26
30	استخدام البوليمرات في الصناعة	26
31	استخدام البوليمرات في الطب	27
32	استخدام البوليمرات في الزراعة	28
33	استخدام البوليمرات في تطبيقات الهندسية	28
34	استخدام البوليمرات في تطبيقات الطبية الحيوية	28
35	المصادر	29

الفصل الاول

١-١ البوليمرات

يشُير مفهوم البوليمر بالإنجليزية: (Polymer)إلى مركب كيميائي أو خليط من المركبات المكونة من جزيئات متكررة، والتي تتشكّل من خلال عملية البلمرة بالإنجليزية:(Polymerization)، [١] اذ إنّه يعرف باسم المبلمرة
حيث تعرف البلمرة بأنهّا تفاعل كيميائي يحدث بين جزيئين أو أكثر، حيث يتحّدان لتكوين مركب كيميائي [٢]يحتوي على جزيئات هيكلية متكررة [٣]عُدّ البوليمرات من المواد الطبيعية أو الاصطناعية التي تضم جزيئات كبيرة جًدًا من المونومرات (جزيئات كيميائية بسيطة)، كما أنّ البوليمرات تتكون من نوع واحد من المونومرات أو أكثر، وفي حال كان البوليمر يتكوّن من أكثر من نوع من المونومرات، فإنّه يطُلق عليها اسم البوليمرات المشتركة. [٤]يوجد العديد من الأمثلة على البوليمرات في الكائنات الحية مثل: البروتينات، والسليلوز، والأحماض النووية، كما تعدّ البوليمرات من مكونات المعادن مثل؛ الألماس، والكوارتز، والفلسبار، وفي بعض المواد المصنوعة مثل؛ الزجاج، والورق، والبلاستيك، والمطاط.

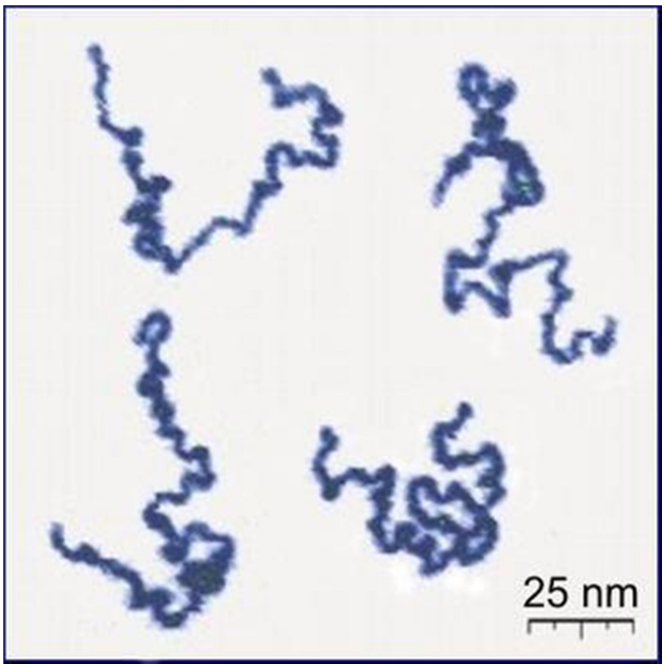
أصبحت البوليمرات تلعب دوراً أساسياً وكلّياً في استخدامات الحياة اليومية [7]وذلك بسبب بخواصها الفريدة. [8]فهي مواد أساسية في القطاعات الصناعية اليومية، مثل المواد
اللاصقة ،ومواد البناء ،والورق ،والملابس ،والألياف ،واللدائن ،والسيراميك ،والخرسانة ،والبلورات السائلة والمقاوم الضوئي. ،

كما أن البوليمرات متواجدة في معظم مكونات التربة، والنباتات ،والكائنات الحية. وهي مهمة في التغذية ،والهندسة الميكانيكية، وبنية الكائنات الحية ،والطب ،والحواسيب، واستكشاف الفضاء، والصحة، والبيئة

تستخدم كلمة بلاستيك أو لدائن استخدامًا خاطئًا للدلالة على البوليمرات، في حين أن البوليمرات تضم أصنافًا ضخمة من المواد التركيبية والطبيعية المتباينة في الخواص

تشمل البوليمرات الطبيعية غير
العضوية الألماس ،والجرافيت ،والرمل ،والأسبستوس ،والعقيق ،والصوان ،والفلسبار (سيليكاتالألومنيوم)، والميكا ،والمرو ،والتالك. تشمل البوليمرات الطبيعية العضوية عديد السكاريد مثل النشا ، **والسيليولوز** ،والحموض الأمينية ،والبروتينات. وتشمل البوليمرات التركيبية غير العضوية نتريد البورون ،والخرسانة، والعديد من الموصلات الفائقة لدرجات الحرارة العالية، والعديد من الزجاجيات. وتمثل مركبات السيلوكسين أو عديد السيلوكسين البوليمرات التركيبية العضوية

المبلمر أو (البوليمر) ملاحظة 1 (هو مركب ذو وزن جزيئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة. قد تكون هذه المواد عضوية أو غير عضوية أو عضوية معدنية، وقد تكون طبيعية أو اصطناعية في أصلها



الشكل (١-١)

مظهر **بوليمر** خطي حقيقي كما صور باستخدام مجهر القوة الذرية على سطح بوجود وسط نانومتر.0.4 نانومتر وسمك 204سائل. وطول سلسلة البوليمر حوالي

١-٢تركيب البوليمرات

تتركّب البوليمرات من جزيئات الكربون والأكسجين والهيدروجين المتكرر لتكوين سلسلة طويلة، إذ ترتبط فيما بينها بروابط كيميائية (الروابط التساهمية والروابط الثانوية)، وتدعى الوحدات الأساسية في البوليمرات بالمونومرات، كما يوجد من البوليمرات عدة أنواع، إذ إنّ لكلّ نوع منها ترتيب معين، بالإضافة إلى مجموعة معينة من الذرات التي تدخل في تركيبها تؤثّر شدة الصلابة ودرجة الانصهار وطريقة التوصيل في خصائص البوليمرات وتركيبها الداخلي،[٧]ويمكن أن تكون البوليمرات مادة عضوية مكونة من ذرات الكربون التي تحتوي على أربعة إلكترونات في الغلاف الخارجي، حيث إنها تستطيع تشكيل روابط تساهمية مع الذرات الأخر [٨]

١-٣درجة البلمرة

ويرمز لها بالرمز(DP) وهي تمثل عدد الوحدات التركيبية المتكررة في سلسلة جزئ البوليمر ويعبر عنها بالعدد (n) والتي توضع أسفل نهاية القوس الذي يحتوي على الوحدة التركيبية المتكررة وكلما ازدادت درجة البلمرة لأي بوليمر كلما دل ذلك على وزنه الجزيئي كبير

Mel polymer=DP×Mw(repeating unit)

١-٤سلسلة العمود الفقري

للبوليمير البوليمرات العضوية

تمُثل ذرة الكربون العنصر الأساسي في تركيب هذا النوع من البوليمرات

البوليمرات الغير عضوية

تتكون سلسلة البوليمر الرئيسية في هذا النوع من عناصر أخُرى غير الكربون.

التركيب البنائي

البوليمرات الخطية

تتكوّن البوليمرات الخطية من ارتباط المونمرات مع بعضها البعض على شكل سلاسل طويلة ومستقيمة، تكون ذات كثافة عالية، ودرجة انصهار عالية أيضاً.

البوليمرات المتفرعة

تتكون من سلسلة خطّية طويلة من البوليمرات، ويتفرّع من هذه السلسلة بوليمرات أخُرى، لذلك فهي تكون ذات كثافة قليلة، ودرجات انصهار منخفضة.

البوليمرات المتشابكة

في هذا النوع من البوليمرات ترتبط المونومرات مع بعضها البعض لتشكيل شبكة ثلاثية الأبعاد، وتحتوي هذه. المونومرات على روابط تساهمية قوية لأنهّا تتكون من طبيعة ثنائية وثلاثية الوظائف .

القوى بين الجزئيات

تعتمد خصائص البوليمرات مثل قوة الشد، والصلابة، والمرونة، وغيرها من الصفات على قوى الجذب بين جزيئات البوليمر الواحد، أو قوى الجذب مع سلاسل البوليمر المجاورة، وكُلمّا زاد طول سلسلة البوليمر، زادت قوى التجاذب ، وعلى أساس مقدار هذه القوى يتم تصنيف البوليمرات إلى عدة أنواع، منها ما يأتي:[٤]

المطاط

تكون الروابط بين الجزيئات في هذا النوع من البوليمرات ضعيفة، ويكون شكل الروابط فيها غير منتظم ويحتوي على عدد قليل من الروابط المتقاطعة، لذلك تكون مرنة جداً.

الدائن الحرارية

تكون قوى الجذب بين الجزيئات متوسطة، لذلك تكون ليّنة ويمكن تشكيلها بسهولة إلى الأشكال المرغوبة عن طريق التسخين ثم التبريد إلى درجة حرارة الغرفة، ويمكن تكرار عملية التسخين والتبريد عدّة مرات دون أن يحدث أي تغيير في التركيب الكيميائي والخصائص الميكانيكية للبلاستيك .

الألياف

تكون قوى الجذب عالية جداً في الألياف، لذلك فهي تكون صلبة جداً وأقل مرونة من البوليمرات الأخُرى.

١-٥انواع البوليمرات

البوليمرات الطبيعية

تصنّف البوليمرات الطبيعيّة إلى نوعين وهما: بوليمرات عضوية وغير عضوية، وتؤدي البوليمرات الطبيعية العضوية دورا مهمًا في الكائنات الحية، إذ تؤفر المواد البنائية الأساسية، وتشارك في العمليات الحيوية، وفيما يأتي مجموعة من الأمثلة عليها:

السليلوز

يعرّف السليلوز بأنّه مجموعة من المواد المتواجدة في النباتات، وتشُكل الأجزاء الصلبة منها، فالسيليلوز بالإنجليزية:

(Cellulose)هو عديد السكريات بالإنجليزيّة:(Polysaccharide) ، إذ إنّه يتكون

من جزيئات السكر.[٩] اللجنين والراتنجات

يعد اللجنين بالإنجليزية: (Lignin) شبكة معقدة ثلاثية الأبعاد من البوليمرات، أما راتنجات الخشب بالإنجليزية: (Various Resins)فهي بوليمرات مكونة من هيدروكربون بسيط وأيزوبرين. [٩]

البروتينات والاحماض النووية

تتكون بوليمرات البروتين بالإنجليزية: (Protein) من الأحماض الأمينية، في حين تتكوّن الأحماض النووية
بالإنجليزية: (Nucleic Acid) من النيوكليوتيدات، وهي جزيئات معقدة تتكوّن من قواعد تحتوي على النيتروجين والسكريات وحمض الفوسفوريك. [٩]

النشويات

تعدّ النشويات بالإنجليزية: (Starches) من مصادر الطاقة الغذائية، لأنهّا بوليمرات طبيعية تتكون من الجلوكوز.[٩]يوُجد بعض الأمثلة على البوليمرات غير العضوية في الطبيعة مثل؛ الألماس والجرافيت، اللذان يتكونان من الكربون، إذ ترتبط ذرات الكربون مكونة شبكة ثلاثية الأبعاد في الألماس؛ ممّا يمنحه خاصية الصلابة، كما يستخدم الجرافيت في عملية التشحيم وصنع أقلام الرصاص. [٩] البوليمرات الصناعية

البولي ايثلين

يتصّف البولي إيثيلين بالإنجليزية: (Polyethylene) بأنّه بلوري، وشفاف، ولدن (أي يصبح أملساً عند تعرضه لدرجة الحرارة)، كما أنّه يستخدم في الدهان وتصنيع الزجاج والحاويات

بولي بروبلين

يعُرّف البولي بربيلين بالإنجليزية: (Polyethylene) بأنّه مادة بلورية لدنة، حيث تستخدم في صناعة النسيج.

بولي بوتادين وبولي إيزوبرين وبولي كلوروبرين

تستُخدم كلّ من مادة بولي بوتادين بالإنجليزية: (Polyethylene) ، وبولي إيزوبرين بالإنجليزية:

(Polyethylene)، وبولي كلوروبرين بالإنجليزية: (Polychloroprene) في صناعة المطاط.

البوليسترين

يتصف البوليسترين بالإنجليزية: (Polystyrene) بكونه مادة زجاجية وشفافة ولدنة، كما أنهّا تستخدم في صناعة الألعاب، والمجسمات البلاستيكية .

بولي فينيل كلوريد

يعد بولي فينيل كلوريد بالإنجليزية: (Polyvinyl Chloride) من البوليمرات الاصطناعية، وهي مادة صلبة لا للونها، كما أنهّا لدنة وقابلة للتشكيل، حيث تستخدم كمادة لاصقة، وفي أعمال الدهان.

١-٦الخصائص الفيزيائية للبوليمرات

1-تتمتع بقوة شد كبيرة بسبب ازدياد طول السلسلة

٢- غير قابلة للذوبان إذ أنها تتحول من الحالة البلورية إلى شبة بلورية

٣- غير موصلة للحرارة وهي قابلة للتمدد الحراري بكميات واتجاهات مختلفة

١-٧الخصائص الكيميائية للبوليمرات

1-تتميز بقوة ربط عرضي نتيجة الترابط الهيدروجيني والأيوني

٢- تتميز بمرونة عالية بسبب الرابطة ثنائية القطب الناتجة عن السلاسل الجانبية

3-تمتلك درجة انصهار منخفضة بسبب السلاسل التي تربط بقوى فان دير فالس الضعيفة

4-تتميز بمعدل نفاذية متخفض جدا

الفصل الثاني

الخصائص الفيزيائية للبوليمرات والتشويب

الخصائص الريولوجية٢-١. Theological properties

تعد اللزوجة من الظواهر المهمة في المواد البوليميرية، ولقد عرفت لزوجة المحلول مقياس اً للوزن الجزيئي للبوليمر منذ العمل الأولي لشتا ودنكر عام (١٩٣٠) إذ تكون الزوجة المحلول أساس اً لمقياس حج م أو امتداد الجزيئات البوليميرية في الفضاء المشغول بجزيئات البوليمر

1-2-1اللزوجة القصية (ηs) Shear Viscosity

هي خاصية من خصائص الموانع، وتعرف بأنها مقياس المقاومة المائع للحركة النسبية لطبقاته، وإن اللزوجة العالية هي من الصفات المميزة للمحاليل البوليميرية التي تكون أكبر بكثير من لزوجة المذيب نفسه وذلك بسبب حجم جزيئات البوليمر الكبير وأبعاد جزيئاته في المحلول [١١]

تفسر الزوجة المحاليل المخففة للبوليمرات بأنها نتيجة لاحتكاك جزيئات البوليمر مع جزيئا ت المذيب عند حركتها دورانيا ً وانتقالياً في المحلول، كذلك احتكاك جزيئات المذيب مع بعضها عند حركتها بعضها على البعض الآخر [٤]

. تقاس لزوجة المحلول المخفف عادة باستخدام جهاز مقياس اللزوجة ذي الأنبوبة الشعرية نوع استو ك فينسك(Ostwald-Fenseke). إن أول تعبير رياضي عن انسياب السائل داخل الأنبوب الشعري وضعه العالم نيوتن، إذ عرف اللزوجة القصية بأنها النسبة بين اجهاد

القص (Shear Stress) ومعدل القص (dv/dx) الذي يعر ف بمنحدر سرعة المائع الجاري إذ [39] (1-2) ..... n = s/(dv/dx)

إذ (dv) سرعة المائع بين نقطتين تفصلهما المسافة (dx) وأن جهد القص (s) هو القوة. المسلطة بصورة مماسية على وحدة مساحة السطح. تحسب لزوجة المحلول بقياس زمن الجريان لحجم معين من المحلول خلال أنبوبة أستولد - فينسك ومقارنته بالزمن اللازم لجريان الحجم نفسه من مادة قياسية كالماء المقطر خلال الانبوبة نفسها وذلك باستخدام العلاقة الآتية]3.(9) (2- 2).....

ηs/ηo=tsρs/t0ρ0

ts, to زمن الجريان للماء المقطر والمحلول على التوالي.

ρs, ρ0 كثافة الماء المقطر والمحلول على التوالي.

ηs, ηo اللزوجة القصية للماء المقطر والمحلول على التوالي.

تقاس اللزوجة القصية بوحدة (gm/cm.s) أو(kg\m.s) وتسمى بالبويس (poise) وهنالك أنواع أخرى من اللزوجة هي:

2-2-1 اللزوجة النسبية Relative Viscosity (17rel) هي النسبة بين الزوجة المحلول البوليمري الى الزوجة المذيب النقي، أو هي النسبة بين الزمن المستغرق لمرور كمية من المحلول خلال الانبوبة الشعرية الى الزمن المستغرق لمرور الكمية نفسها من المذيب في الدرجة الحرارية نفسها (39,62, 3) كما في المعادلة الآتية:

ηrel=ηs/η0=ts/to..... ……(2 -3)

2-2 -1-2 اللزوجة النوعية specific viscosity

هي النسبة بين مقدار الزيادة في لزوجة المحلول نتيجة لذوبان البوليمر فيه ولزوجة المذيب النقي وتعطى بالعلاقة [39,40] (2- 4)……1 —ηs)=ηsp

ηo) /ηo=ηrel

Reduced viscosity(ηred) اللزوجة المختزلة

هي النسبة بي ن اللزوجة النوعية وتركيز المحلول (C) وتعر ف أيضا بالعدد اللزوجة تقاس بوحدات (d1/gm).[43,24,41] (5– 2)…… ……

ηred=ηsp/c.....

lntrinsic viscosity[η] : اللزوجة الذاتية

هي لزوجة المحلول المختزلة عند التركيز اللانهائي للمحلول أي عند اقتراب تركيز المحلول من الصفر[44،20]

إن العالم اينشتاين عام (1906) هو أول من وضع العلاقات الرياضية لقياسا اللزوجة ويعرف الاشتقاق باسمه [3,2]

Lam [(η/ηo) –1/Φ]=ηs/Φ.....(6–2)

Φ-- o .

إذ (Φ) تمثل حجم الجزيئات الكروية بسبب اعتماد اللزوجة على التركيز ولصعوبة قياس جزء الحجم الذي تشغله بوليمرات عالية الوزن الجزيئي فمن الضروري تعريف اللزوجة الذاتية بالعلاقة [39]:

$$[\eta]=\lim_{C\to 0} \eta sp/C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7-2)$$

$$[\eta] =\eta sp/C)c=0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8-2)$$

وتمثل العلاقة الأخيرة اللزوجة الذاتية.

تحسب اللزوجة الذاتية

عملياً من الرسم البياني للزوجة المختزلة مع التركيز وتستنتج قيمتها عند تقاطع المنحني مع المحور العمودي عند التخفيف اللانهائي

(C =0)

كما يمكن حساب اللزوجة الذاتية نظرياً باستخدام معادلتي ن نظريتين اضافة الى المعادلة التجريبية اعلاه وهما معادلة Arrhenius Philip [32,42]

off

معادلة Philipp off (9–2) ……. .8[η]c/8†1]=ηrel

Ln ηrel =[η]c. ……(10–2) Arrhenius

معادلة

نصف قطر الجزيئة الفعال Effective Moleculer(r)

ان نظرية محاليل البوليمرات معقدة جداً الا انه يعتقد بأن جزيئات البوليمر توجد فالمحلول على شكل لفات عشوائية)[1] (Random coils ولكن هناك رأيان متعاكسان لتفسير هذه الأشكال الملتفة في أثناء السيولة الأول تعد اللغة كتكوي يسمح بمرور المذيب من خلاله بسهولة وحرية والأخر باحتواء الجزء الملفوف على كمية معينة من المذيب في داخله وتتحرك معه سوية خلال الوسط. إذ يمكن افتراض مثل هذه السلاسل الجزيئية على شكل لفة كروية ذات نصف قطر مؤثر [2]. ولاحظ العالم أينشتاين (Einstein) أن النسبة بين الزوجة المحلول ولزوجة المذيب النقي لها علاقة بالدالة (D) التي تمثل النسب ة الحجمية للجزيئات الكروية فلمحلول وقد وضع المعادلات الآتية:[٣] (11-2)……$\eta sp = 2.5\Phi$ حيث أن (Φ) تعطى بالعلاقة:

$$\Phi = cm\ v0. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12-2)$$

حيث (vo) يمثل الحجم النوعي في المحلول حجم جزئيات المحلول (cm)التركيز المولاري للمذاب وعلى أساس أن الجزئيات كروية لذا فأن حجمها
($\square/^3\pi r^3$)وهي تمثل حجم الجزئية الواحدة) r(نصف قطر الجزئية الفعال ولذلك فأن (13–2)

$$vo = \square/^3\pi r^3 NA \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13-2)$$

إذ) (NA)عدد أفوكادرو ويساوي $6.02x\ 10^{23}$)جزئية لكل مول ومن المعادلتين(2–12) و(2– 13)نحصل على:

$$\Phi = Cm(\square/^3\pi r^3 NA)\ . \ldots\ldots\ldots\ldots (14-2)$$

وبتعويض قيمة (Φ) في المعادلة (2–11)وكما يأتي:

$$\eta sp = 2.5(\square/^3\pi NA)\ r^3 Cm.. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15-2)$$

وبتعويض (πNA) نحصل على:

$$\eta sp = 6.3*10^2 \square r^3 Cm.. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16-2)$$

وهذه المعادلة تبين أن لزوجة البوليمر تعتمد على حجم البوليمر الذائب]12،7[ومن المعادلة (4–2) و (2–16)نحصل على:

$$\eta rel = 1+6.3*10^2 \square r^3 Cm \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17-2)$$

وبرسم مخطط بياني بين اللزوجة النسبية (ηrel) و التركيز (Cm) نحصل على خط ميلة يعطى بالعلاقة الآتية:

$$slope = 6.3x10^2 \square r^3.. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18-2)$$

و بإعادة الترتيب تصبح المعادلة

$$r = \sqrt[3]{slope/6.3x10^2 \square} \ldots\ldots\ldots (19-2)$$

وتستخدم هذه المعادلة اللزوجي للوزن الجزيئي:

Viscosity-Average Molecular Weight (M)

إن لزوجة المحاليل المخففة في الحقيقة هي إحدى طرائق قياس الوزن الجزيئي وأن أهميتها كطريقة لتعيين الوزن الجزيئي جاءت من حقيقة كونها ذات علاقة تجريبية مع الوزن الجزيئي ولعدة أنظمة بوليمرية ومن خلالها تنبأ شتودنكر عام (1930)بأن

اللزوجة المختزلة تتناسب مع الوزن الجزيئي مع تحوير طفيف إذ تعوض اللزوجة الأصلية بدلاً من المختزلة ويوضح بالمعادلة التالية وتدعى معادلة مارك - هونك (Mark Huggins) التي تطبق على البوليمرات الخطية [1،8]

$$[\eta]=KMav \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20–2)$$

a, k ، ثوابت خاصة لكل بوليمرف ي مذيب معين ودرجة حرارة معينة، حيث قيمة الثابت 2 هي)8.0(للمذيب الجيد [3،40]. كما يمكن تعيين قيمة الثابت Kللخلائط البوليمرية باستخدام العلاقة التالية [44,32,02,18]

$$bm=Kn[\eta m]^{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21–2)$$

حيث ان (bm) تمثل ميل المنحني للخلائط البوليمرية ما بين اللزوجة المختزلة والتركيز. (Km) معامل هون ك للخليط البوليمري .[ηm] اللزوجة الذاتية للخليط البوليمري التي يتم تعينها عملياً من المعادلة المذكورة سابقاً.

٢-٢الخصائص البصرية optical properties :

تتمتع المواد البوليمرية بخصائص بصرية مهمة أهمها شفافيتها العالية وترجع هذه الشفافية الى عدم وجود الالكترونات الحرة في التركيب البنائي لها، كما في حالة المواد الفلزية حيث تتداخل تلك الإلكترونات مع الفوتونات الضوئية الساقطة محولة اياها لماد ة معتمة [٤]ومن أهم الخواص البصرية

٢-٣الامتصاصية

عند سقوط الضوء على مادة فان عدة تفاعلات تحدث نتيجة تفاعل الأشعة الساقطة مع المادة منها عملية الامتصاص حيث ان جزء من الضوء الساقط يمتص من قبل المادة ويتحول الى حرارة والجزء الآخر يمر من خلال المادة ويدعى بالضوء النافذ و الجزء المتبقي يعاني عملية انعكاس ويدعى بالضوء المنعكس

[٤٥]

طالما أن جهاز قياس الطيف (Spectrophotometer) يحسب القيمة النسبي للضوء النافذ فان هذه القيمة لها علاقة وثيقة بالامتصاصية حسب قانون لامبرت بيرLambert - Beer law الذي ينص على ان الجزء الممتص من الأشعة الساقطة يتناسب طردياً مع عدد الجزيئات الماصة وسمك النموذج حسب المعادلة الآتية

[45,46]

dl/I=-HCmdx……(22–2)

إذ (I) شدة الضوء المار خلال المحلول (dI) التغير في شدة الضوء الناتج من امتصاص سمك صغير مقداره(dx)(H) ثابت . فاذا انتشرت حزمة الضوء الساقط باتجاه(X) داخل الخلية التي سمكها (L) وشدة الضوء الساقط على الخلية (I0)وبأخذ التكامل للمعادلة السابقة تحصل على[48 ،47]:

In I/I0=2.303Iog I/I0=-HCml.. ……(23–2)

بإجراء التبسيطات على المعادلة(2–23) نحصل على:

log I/I0=A=-α0pCml.. ……(24–2)

إذ (αop) معامل امتصاص الضوء (A) الامتصاصية.

ان المقدار (I/Io) يسمى النفاذية (T) (Transmittance) التي يمكن تعريفها بانها النسبة بين الطاقة الضوئية التي تنفذ من السطح الى الطاقة الضوئية الساقطة على السطح وترتبط بعلاقة مع الامتصاصية كما موضح بالعلاقة ادناه [3437, 38]

T=e-2.303A……(25-2)

العمر الزمني الطبيعي Nature life Time

يمكن التعبير عن العمر الزمني الطبيعي للمستويات المتهيجة في المنطقة الطيفية للموجات فوق البنفسجية وذل ك باستخدام المعادلة [49,50]

Tl=10-□/αop(max) . ……(26–2)

إذ max (αop)هو معامل الامتصاص البصري للموجات الكهرومغناطيسية.

٢-٤ معامل الانكسار

هو احدى الصفات البصرية المهمة التي يتصف بها الوسط البصري و يعرف على انها النسبة بين سرعة الضوء (c) في الفراغ إلى سرعته (v) في أي وسط معين ولطول موجي معين، ويعطى بالمعادلة الآتية: [2528]

.n=c/v… ……(27–2)

إن سرعة الموجات الكهرومغناطيسية واحدة بالفراغ وهي أكبر من سرعتها فالأوساط المادية، أن معامل الانكسار تردد مجرد وقيمته أكثر من الواحد ويتناسب طردياً مع كثافة الوسط ويعتمد على درجة الحرارة[45]. كذلك يعتمد

معامل انكسار البوليمرات بصورة رئيسة على طول سلسلة البوليمر والتركيب الجزيئي للبوليمر والطول الموجي الساقط على المادة [46].

٢-٥ الانعكاسية

تعرف الانعكاسية على أنها نسبة طاقة الضوء المنعكسة إلى طاقة الضوء الساقطة تعطى قيمة الانعكاسية بالنسبة للسقوط العمودي عند زاوية السقوط بالمعادلة: [37,46,49]

$$R=[n-1/n+1].^{2} \ldots\ldots\ldots\ldots (28-2)$$

كذلك نستطيع حساب الانعكاسية من العلاقة الآتية[38]:

$$R=1-A-T \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (29-2)$$

الانعكاسية المولارية : Molar Reflectance(Rm)

تسمى العلاقة التي تربط الكثافة والوزن الجزيئي بالانعكاسية المولارية وهي تقاس بوحدات (m^3/mole)وتعطى بالعلاقة : [25]

$$Rm=n^2-1\ /n^2+1\ M/p. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (30-2)$$

وتعرف على أنها حاصل ضرب الانعكاسية النوعية في الوزن الجزيئي

معامل الرقة : Coefficient of Fineness

يعرف معامل الرقة على أنه مقياس لحدة أهداب التداخل ويقاس من المعادلة] 50[:

$$F=4R/(1-R)^2. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (31-2)$$

الزاوية الحرجة : Critical Angle(Θc) .

تعرف الزاوية الحرجة لسطح فاصل بين وسطين بصريين بأنها زاوية السقوط التيتكون قيمة زاوية انكسارها(90°) وينعكس عندها الضوء انعكاساً كلياً (انعكاس داخلي). بمعنى أنه لا يحدث أي فقدان للطاقة عند الانعكاس وتعطى بالعلاقة: [45,46]

$\theta c=\sin^{-1}(1/n)$ ……(32–2)

٢-٦ زاوية بروستر Brewster Angle(θB)

هي زاوية السقوط التي يكو ن عندها الضوء المنعكس مستقطباً كلياً وبنمط استقطاب عمودي فقط ومتعامد مع الشعاع المنكسر (المستقطب جزئيا)ويعتمد مقدارها على معامل انكسار المادة . لقد كان بروستر أول من اكتشف أن الشعاعين المنعكس والمنكسر متعامدان ومن هنا تستطيع ربط الاستقطاب بمعامل الانكسار بالعلاقات الآتية: [51]

$\sin \theta B/\sin\theta R=n$..... ……(33–2)

ونضرا لأن زاوية الانكسار (θR)= (90–θB) يكون لدينا

$\text{Sin } \theta B = n\text{Sin } (90-\theta B)$ ……(34–2)

$\text{Sin}\theta B/\sin\theta R=\sin\theta B/\cos\theta B=n$ $n=\tan \theta B$……(35–2)

$\theta B=\tan^{-1}(n)$.. ……(36–2)

Mechanical properties :

٢-٧ الموجات الميكانيكية

هي الموجات التي تحتاج الى وسط مادي لانتقالها قد يكون هذا الوسط صلب أو سائل أو غاز وتكون هذه الموجات تعلى نوعين النوع الأول:
الموجات الطولية التي يكون اهتزاز جسيمات الوسط فيها باتجاه موازي لاتجاه انتشار الموجة مثل الموجات الصوتية وفوق الصوتية. أما النوع الثاني هي الموجات المستعرضة التي يكون اهتزاز جسيمات الوسط فيها باتجاه عمود ي على

اتجاه انتشار الموجة مثل الموجات المتولدة عن الاوتار المهتزة عرضياً وسنتناول بعض الخواص المكانيكية المتعلقة بهذه الموجات وهي:

1-سرعة الموجات فوق السمعية Ultrasonic Velocity(V) :

إن سرعة الموجات فوق السمعية تقل لمعظم السوائل النقية بزيادة درجة حرارة الوسط، كذلك وجد من العلاقة التجريبية أن سرعة الصوت في الماء تتغير متدرجة الحرارة حسب العلاقة الاتية [13,52] :

$$V=1557-0.0245(74-t)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(37-2)$$

إذا(V) تمثل سرعة الصوت (t) درجة الحرارة بوحدات (°C) . إن أي تغيير فالضغط يحصل عند أي نقطة سيكون مصاحباً لتغير في كثافة السائل، ولهذا فالجزيئات السائل ستغير موقعها مقتربة أو متباعدة بعضها عن بعض ولذلك سوف يتغير الضغط والكثافة بشكل سريع خلال السائل، إذ أن سرعة الموجات فوق السمعية تختلف باختلاف الوسط الناقل لها [14]. ويمكن حساب سرعة الموجات فوق السمعية في الأوساط المختلفة بدلالة كثافة الوسط (ρ) ومعامل المرونة(Y)وتسمى هذه العلاقة بصيغة نيوتن (53)

$$v= \sqrt{Y/\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(38-2)$$

2- معامل امتصاص الموجات فوق السمعية:

Absorption Coefficient of Ultrasonic Waves(A)

إن جسيمات أي وسط سوف تهتز حول مواقع اتزانها نتيجة لانتشار الموجات فوق السمعية في ذلك الوسط، إذ يقابل كل جسيم مهتز نوعاً من القوى المقاومة لتلك الحركة وتسبب حصول توهين (Attenuation) في حركته الاهتزازية تدريجياً مع الزمن [15]، فلو تصورنا شريحة رقيقة من الوسط عمودية على خط انتشار الموج وذات سمك مقداره(dx) وتقع على بعد (X) من نقطة الاصل ففي حالة كون التوهين منتظماً فان الفقدان النسبي للطاقة لوحدة الطول يمكن ايجاده من العلاقة التالية : [16،54]

$$dE/ E =-2\alpha dx.. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(39-2)$$

إذ (E) تمثل كثافة الطاقة الابتدائية للموجة . (α) معامل امتصاص الوسط.

أن شدة الموجات الصوتية (I) تتناسب طردياً مع كثافة الطاقة لذا يكون لدين ما يأتي:

$$dI/I\bullet=-2\alpha dx... \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(40-2)$$

وبتطبيق الشروط الحدودية •(I=I) عندما(X=0) وعند تكامل المعادلة (2–40) نحصل على:

$$I=I\bullet\exp(-2\alpha x) \quad . \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(41-2)$$

إذ أن الشدة تتناسب طرديا مع مربع السعة فأن[17]:

$$\varepsilon = \varepsilon . \exp(-\alpha X) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (42–2)$$

وبإعادة ترتيب المعادلة الأخيرة نحصل:

$$\alpha = -\ln\varepsilon/\varepsilon . /X .. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (43–2)$$

إذ (ε) السعة الابتدائية للموجة الساقطة(ε) السعة المتناقصة على المسافة (X) نتيجة لامتصاصها من قبل المادة.

3-الاسترخاء في السوائل Relaxation in Liquids

العملية الاسترخائية هي العملية التي تقوم على اساس تعريض النظام الموجود بحالة اتزان الى اضطراب مفاجئ (كتعريض احد المتغيرات التي تصف حالة مادة مثل الضغط . الاجهاد الكهربائي درجة الحرارة لهذا التغير المفاجئ ثم متابعة سير النظام نحو حالة الاتزان الجديدة [13]، وغالباً ما يلاحظ وجود صفات او متغيرات اخرى . وهذه العملية تحدث خلال زمن معين يعر ف بزمن الاسترخاء ويرمز له (τ) (Relaxation Time)الذي يعر ف بأنه المعدل الزمني اللازم لقفز الجزيئات بين موقعين متماثلين يمكن أن تتميز بها وتكتسب الجزيئة طاقة كافية للتغلب على حاجز الطاقة ليحدث الانتقال، لذلك يعتبر زمن الاسترخاء مقياساً لسرعة تبدد طاقه الموجة. ونتيجة لمرور الموجات فوق السمعية في السائل فأن العديد من العمليات تحصل وأهمها :

١- الاسترخاء اللزوجي
٢- الاسترخاء الحراري
٣- الاسترخاء التركيبي

2-4-4 الانضغاطية B (compressibity)

يمكن حساب الانضغاطية من معادلة لابلاس[57،63،31]

$$B = (\rho V^2)^{-1} .. \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (46–2)$$

٢- 4-5معامل المرونة Bulk Modulus(Y) :

وهو مقلوب الانضغاطية وتعطى بالعلاقة الآتية [59،58]

$$Y = B^{-}1 = \rho V^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (47–2)$$

6,4,2. الممانعة الصوتية النوعية: specific Acoustic Impedance (Z)

تم حساب الممانعة الصوتية النوعية من العلاقة الآتية [60،32]

$$Z = \rho V . \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (48–2)$$

فتعرف على أنها حاصل ضرب كثافة(ρ)المحلول بسرعة الموجات فوق السمعية (V)

٢-٨ الخصائص الكهربائية

تتميز معظم المواد البوليمرية بضعف توصيلها الكهربائي، ويرجع ضعف التوصيل الكهربائي في البوليمرات الى عدم توفر الإلكترونات الحرة في تركيبها البنائي للمساهمة في حمل الشحنة الكهربائية [4،61]، ومع ان المواد البوليمرية ضعيفة التوصيل لذلك فان وجود الشوائب فيها يزيد من قابليتها على التوصيل الكهربائي وذلك لعدة اسباب منها قدرة المواد البوليمرية على احتواء مواد التشويب (وذلك بسبب إمكانية تحويل هذه المواد إلى مواد سائلة (. احتمال ارتباط المواد الشائبة مع السلاسل البوليمرية تكون كبيرة وذلك بسبب توافر قدر كبير من مواقع الارتباط مع هذه المركبات العملاقة، وكذلك توافر العديد من العناصر التي يمكنها التجانس مع المواد البوليمرية في الحالة السائلة[62].

2-8-1التوصيلية الكهربائية: Electrical conductivity(σ)

تعر ف التوصيلية الكهربائية بأنها عملية انتقال الشحنات الكهربائية من موقع الآخر في وسط ما تحت تأثير مجال كهربائي ويكون التوصيل أيونياً في البوليمرات نظراً للحركة الحرة لأيونات الشوائب فيها. إن التركيب الكيميائي للبوليمر ذو تأثير محدد في حركة الأيونات إذ تزداد توصيلية البوليمرات بزيادة درجات الحرارة اعتماداً على المعادلة [19]:

$$\sigma = \Psi E^{-} \Delta u/RT \ldots\ldots\ldots\ldots (49–2)$$

(Ψ) ثابت يعتمد بصورة حقيقية على معكوس الحرارة ((Ψα1/T،(R) الثابت العام للغازات ،(Δu)طاقة التنشيط. وتعتمد التوصيلية بصورة أساسية على عاملي أساسيين هما حاملات الشحنة (n^{-}) وقابلية الحركة (Mobility) (σ)(2-5-2) التوصيلية المولارية : Molar conductivity

تعر ف التوصيلية المولارية على أنها النسبة بين التوصيلية الكهربائية للمحلول التركيز المحلول المولاري ،

2-5-3 درجة التفكك: تمثل درجة التفكك الجزء المتفكك من مول واحد من المحلول في حالة الاتزان

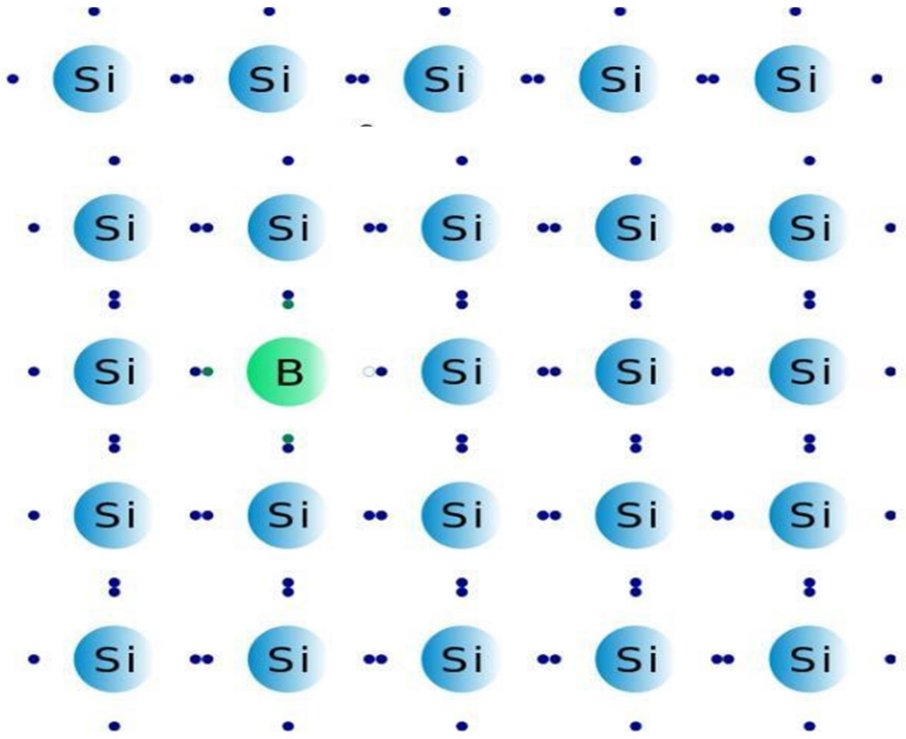
٢-٩التشويب أو التطعيم Doping

عملية مصنعية تتم لتحويل نبيطة شبه الموصلين كونها شبه موصل داخلي لتصبح شبه موصل خارجي عن طريق إضافة إلىElectronics النبيطة في سبيل خلق فجوة إلكترونية أو لإيجاد إلكترون حر فعند إضافة كمية قليلة من مادة مانحة تحتوي 5 إلكترونات مثل الأنتيمون أو الفوسفور أو الزرنيخ أو غيرها من عناصر المجموعة الخامسة بالجدول الدوري و بهذه الطريقة تصبح بلورة المادة المشوبة حينها بلورة شبه موصل سالب أما إذا أضي فللبلورة النقية مادة متقبلة من عناصر المجموعة الثالثة تحتوي ذراتها على ثلاثة الكترونات فعندها ستشكل الالكترونات الثلاث رابطة تساهمية مع الكترونا فالذرات المجاورة وتبقى الرابطة الرابعة غير مكتملة مما يؤدي إلى تكون فجوة الكترونية وتسمى البلورة من هذا النوع بلورة شبه موصل موجب.

مثال على ذلك تستخدم زرنيخيد غاليوم ثلاثي النقي كحامل للإشابة، فهو شبه موصل. عند إضافة كمية قليلة من مادة مانحة تحتوي 5 إلكترونات مثل الأنتيمون الفوسفور أو الزرنيخ أو غيرها من عناصر المجموعة الخامسة بالجدول الدوري إلى السيليكون النقي تصبح بلوراته مشوبة حينها بلورة شبه موصل سال بأما إذا أضيف للبلورة النقية مادة متقبلة من عناصر المجموعة الثالثة تحتوي ذراتها على ثلاثة الكترونات فعندها ستشكل الالكترونات الثلاث رابطة تساهمية معالكترونات الذرات المجاورة وتبق ى الرابطة الرابعة غير مكتملة مما يؤدي إلى تكون فجوة إلكترونية وتسمى البلورة من هذا النوع بلورة شبه موصل موجب بعض الأنواع مثل نوع III-V-Gas وهو زرنيخيد غاليوم ثلاثي نقي يشوب بقليل من الكربون فيكون فجوات إلكترونية موجب الشحنات(، أما إذا طعم بتلوريوم فيصبح غنيا بالإلكترونات وبالتالي يحتوي على شحنات سالبة .

مادة شبه موصلة تستخدم كثيرا في الإلكترونيات هي أكسيد السيليكون النقى حيثيكن إشابة ، بالبورون أو ب الفسفور. وينتج منه زجاج بورفوسفات سليكات BPSG الذي تنخفض درجة انصهاره نحو 700 درجة مئوية عن نقطة انصهار أكسيد السيليكون. لهذا يستخدم في صناعة الويفر .

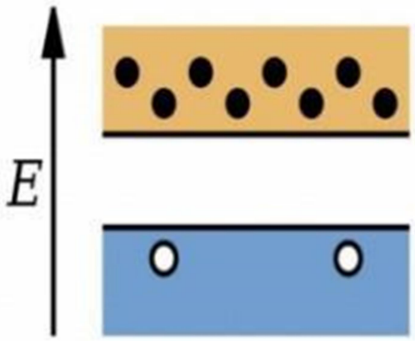
1(إشابة السيليكون لينتج النوع N من شبه موصل اضفتا ذرة فوسفور تمد السيليكون بإلكترون حر (أحمر)



إشابة السيليكون : لينتج النوع P

2(إشابه السيليكون لينتج النوع p من شبه موصل هنا أضيفت ذرة بورون إلى لسيليكون النقي فكونت فيه فجوة إلكترونية

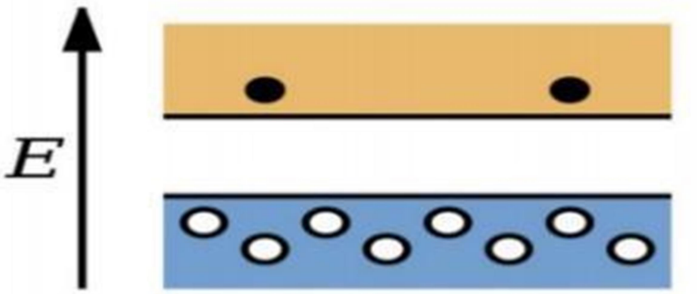
1-شبه الموصل السالب



مستويات الطاقة في شبه الموصل نوع "إن" . النقط السوداء في نطاق التوصيل هي إلكترونات ، والحلقات في نطاق التكافؤ هي فجوات. ويبين الشكل أن الإلكترونات تمثل أغلبية حاملات الشحنات .

. شبه الموصل السالب أو شبه موصل نوع N-typ هو شب ه موصل ذاتي
فيه (semiconductor) تركيز كبير للإلكترونات أعلى من تركيز الفجوات . ونقول "نوع إ ن " لأنه تكثر فيه الشحنات السالبة negative charge وهي إلكترونا ت تكون الإلكترونات والفجوات في شبه الموصل نوع إن " . هي حاملات الشحنة وتغلب فيها الإلكترونات عن الفجوات . وتصن ع "أشباه الموصلات نوع إن " م نشبه موصل ذاتي أ ي شبه موصل في حالته النقية ، ويتم تشويه بمشوب عاطي للإلكترونات donor منها ما يكو ن شبه الموصل من السيليكون ومشوب بالفوسفور فيعتبر الفسفور عاطي لإلكترونات(في النوع إن يكون مستوى طاق فيرمي أعلى من مستوي الطاقة في شب ه الموصل النقي، ويكون مستواها أقرب لـنطاق التوصيل من نطاق التكافؤ.

2-شبة الموصل الموجب



نطاقات الطاقة في شبه موصل نوع بي. النقاط السوداء في نطاق التوصيل هي إلكترونات، والحلقات في نطاق التكافؤ هي فجوات . ويوضح الشكل أن الفجوات هنا تمثل أغلبية حاملات الشحنات .

شبه الموصل الموجب أو شبه الموصل نو ع ب ي" " ، يختل ف عن النوع إن " فيكونه يحتوي على تركيز أعل ى للفجوات بالمقارنة بتركيز الإلكترونات ويسمى "نوعبي" حيث تكثر فيه الشحنات الموجبة positive charge وهي شحنة الفجوات .
وتمثل الفجوات أغلبية حاملات الشحنة في "شبه الموصل نوع بي" وتقل في فالإلكترونات وتصنع أشباه الموصلات نوع بي عن طريق تشوي ب شبه موصل ذات بشوائب تأخذ إلكترونات . أحد أنواعها يتكون من السيليكون مشوب بـ البوروني كون مستوى طاقة فيرمي في "النوع بي" أقل من طاقة فيرمي لشبه الموصل الذاتي (السيليكون). ويكون فيه مستو ى طاقة فيرم ي أقرب إلى نطاق التكافؤ عنقربه إلى نطاق التوصيل.

١٠-٢التشويب في البوليمرات

أن اكتشاف فكرة أمكانية زيادة التوصيل الكهربائي في البوليمرات بعد تعريفها إلى بعض المعالجات الفيزيائية وكيميائية المختلفة قد حظي باهتمام كبير في مجال التطور لعلم البوليمرات والذي أضاف بعدا أخر في مجال استخدام المواد البوليمرية في الصناعات المختلفة وخصوصا في التطبيقات الكهربائية والالكترونية بعد أن كان استخدامها مقتصرا على الاستفادة من صفة

العزل العالي فعلى سبيل المثال تم تحسين زيادة التوصيل الكهربائي للبوليمر بولي استلين من$^{-1}$) 10×7.1^{-9} Ω.Cm) الى $(\Omega.Cm)^{-1}$ 235 عند تشويبة بمادة(TeF_6) والى $(\Omega.Cm)^{-1}$180عند تشويبه بـ (SeF_6).

أن المبدأ الأســـاســـي في زيادة التوصـــيلية الكهربائية هو زيادة كل من تركيز الحاملات n أو ألتحركيه μ أو كلاهما معا حيث ترتبط كل من μ و q وn بالعلاقة التالية حيث أن q شحنة الإلكترون .

$$\delta = n \times q \times \mu \qquad \text{.....(1)}$$

حيث ان:-

(Δ)التوصيلية ، (n)التركيز

(q)الشحنة ، (μ) التحركية

تلف البوليمرات في قابليتها على تقبل نسبة الشوائب فلكل بوليمر نسبة إشباع معينة تعتمد على مجموعة من العوامل التي تخص كل من الخواص التركيبية والطريقة المستخدمة في التشويب. تتم عملية التشويب بأطوار مختلفة تتنوع من حيث معاملة المادة الشائبة مع مادة البوليمر الأصلية فقد يكون التشويب عن طريق إضافة نسبة وزنيه من المادة الشائبة الصلبة إلى البوليمر الصلب أو إضافة محاليل المادة الشائبة بنسب حجميه إلى محلول البوليمر أو عن طريق تعريض مادة البوليمر إلى بخار المادة الشائبة. يمكن تقسيم عمليات التشويب إلى نوعين أساسيين هما الطريقة الكيميائية و الطريقة الكهروكيميائية. في الطريقة الكيميائية تضاف المادة الشائبة أو بخارها إلى محلول البوليمر حيث تتم عملية الأكسدة والاختزال ويكون ناتج عملية الأكسدة فقدان إلكترون من مصفوفة البوليمر وترك فجوة لذلك يسمى هذا النوع من البوليمر بنوع (p-type) أما ناتج الاختزال فيكون إضافة إلكترون إلى مصفوفة البوليمر وجعله من نوع (n-type). أما الطريقة الكهروكيميائية فتتصف بتجانس المادة الشائبة داخل غشاء البوليمر أثناء عملية بلمرته على القطب العامل ويمكن السيطرة على درجة التشويب من خلال التحكم بعوامل الترسيب من تيار وزمن الترسيب وتركيز المحلول الالكتروليتي.

١١-٢الجزء العملي

تحضير البوليمر

تم تحضـــير البوليمر قيد الدراســـة من تكثيف البولي بارا- امينو بنزلديهايد مع البنزين ، وذلك من تفاعل
مول واحد من البولي بـارا- امينو بنزلـديهـايـد مع(100.0) مول من البنزين مع اضـــافـة قطرات من حـامض

Al (1-2mm)

(Al)الفورميك عامل مساعد وتتضمن خطوات العمل النقاط التالية: -

١. يبين الجدول رقم(2) مواصفات اسود الكاربون المجهز من شركة (Mert-Germany)

جدول رقم (2) مواصفات اسود الكاربون المجهز شركة من (Mert-Germany)

ت	الخاصية	القيم ة
1	قيمة معامل قياس السوادية	64
2	شدة آو درجة التظليل أو اللون	0.86
3	امتصاص الزيت	100/880 gm
4	المحتويات المتطايرة	5%
5	أقصى قيمة للرطوبة	6%
6	المستخلص بالأسيتون	0.3%

7	الرماد في المسحوق	0.02%
8	المتبقي في المنخل	0.05%
9	الكثافة الحجمية	0.13g/ml
10	معدل حجم الدقيقة	130 ^{0}A

2- تشويب البوليمر بأسود الكاربون

تمت عملية تشـويب البوليمر بأسـود الكاربون وذلك بإضـافة نسـب وزنيه مختلفة من اسـود الكاربون إلى البوليمر وكما مبين في الجدول رقم (3) .

جدول رقم (3) النسب الوزنية المضافة من اسود الكاربون الى نماذج البوليمر

رقم النموذج	النسب الوزنية المضافة
1	0.19
2	0.26
3	0.38

الخصائص الكهربائية للبوليمر المشوب بأسود الكاربون يجب التنويه انه في هذا الجزء من الدراسة أن النماذج المحضرة قد قيست لها التوصيلية الكهربائية السطحية فقط وذلك لصعوبة أو تعذر أجراء قياسات التوصيلية الكهربائية ألحجمية وذلك بسبب طبيعة دقائق أسود الكاربون .يمثل الشكل رقم (2) مخطط توضيحي لعينة البوليمر موضحا عليها أقطاب القياس وقنوات الاتصال الموصولة من تراصف ذرات الكاربون .

شكل رقم (2) مخطط لصيغة توضيح اتصال ذرات اسود الكاربون

الفصل الثالث تطبيقات البوليمرات في الحياة

١-٣مسقبل البوليمرات في حياة الانسان

تعُد البوليمرات ضرورية في حياة الإنسان ومستقبله، إذ تسهم في رفع مستوى معيشته نتيجة تكلفتها المنخفضة، بالإضافة إلى أنهّا تجعل ممتلكاته خفيفة وآمنة ومتينة [٥] ، كما أنهّا تؤدي دورًا في إيجاد وسائل للتعامل مع التحديات التي يواجهها الإنسان في المستقبل فيما يتعلق بالطاقة، والموارد، والغذاء، والصحة، والنقل، والبنية التحتية، والاتصالات ،ويتضح ذلك فيما يأتي

1-تدخل في صنع الأجهزة الطبية، والأعضاء الصناعية .

2-ستخدم في توفير الطاقة، وتطوير تقنيات الطاقة المتجددة

٣- تسهم في إيجاد بيئة اقتصادية عن طريق استخدامها في صنع أدوات حفظ المواد الغذائية، وتناول الطعام والشراب والتخزين، والألواح البلاستيكية.

٤- تسُتخدم في الصناعات الإلكترونية والكهربائية مثل المقابس وعزل الأسلاك والكابلات، وفي الصناعات الخزفية 5

5-توظف في تقنية الخلايا الجذعية .

6-تسُتعمل في عملية في التعبئة والتغليف. تدخل في صناعة السيارات، والمركبات الفضائية

7-تسهم في تطوير أجهزة الحاسوب والهواتف الذكية

8- تساعد على توفير الوقود الأحفوري

٢-٣استخدامات البوليمرات وتطبيقاته

تسُتخدم البوليمرات في عدة مجالات مثل الصناعة، والطب، والزراعة، والتطبيقات الهندسية،

والتطبيقات الطبية الحيوية ويمكن توضيح ذلك فيما يأتي:

٤-٣استخدامات البوليمرات في الصناعة

تستُخدم أنواع عدة من البوليمرات في الصناعة، وفيما يأتي توضيح لها:

البولي بروبين

يستُخدم في صناعة المنسوجات، وأدوات التعبئة والتغليف والقرطاسية والحبال والألعاب، أيضًا يستخدم في صناعة البلاستيك وهياكل الطائرات، وفي عملية البناء

البوليسترين

يستُخدم في صناعة أدوات التعبئة والتغليف، والعبوات الزجاجية، والألعاب، كما يدخل أيضًا في صناعة الحاويات والنظارات، والخزائن، والأغطية، بالإضافة إلى الأدوات المنزلية التي تستخدم لمرة واحدة، كما أنّه يستخدم في عملية العزل .

الباكليت

يستُخدم في صناعة المفاتيح الكهربائية، والمواد العازلة، والأسلحة النارية، وأدوات المطبخ مثل الأكواب ودلال القهوة كما يستخدم أيضًا في تصنيع الألعاب، والمجوهرات، وأقراص الكمبيوتر.

بولي فينيل كلوريد

يَدخل في صناعة الأنابيب المستخدمة في شبكات الصرف الصحي، كما يعد عازلاً كهربائياً، إذ إنّه يستخدم في صنع الكابلات الكهربائية

كلوريد البوليفينيل

يستُخدم في صناعة الملابس والأثاث، ويدخل أيضًا في صناعة أرضيات الفينيل، وفي صناعة الأبواب والنوافذ.

راتنجات اليوريا فورمالدهايد

يدخل في صناعة القوالب، والحاويات غير القابلة للكسر، والمواد اللاصقة، والألواح المصفحة، والقوالب .

يستُخدم في صناعة أنواع مختلفة من الدهانات

٥-٣استخدامات البوليمرات في الطب

يوُجد عدة استخدامات للبوليمرات في المجال الطبي، وهي كما يأتي

تسُتخدم في أجهزة توصيل الأدوية (نظام تقديم الدواء)، والدعامات الوعائية، والخيوط الجراحية، والأجهزة المساعدة فالتخلص من الجلطات .

تدخل في علاج تمدد الأوعية الدموية، وانسداد القناة الشريانية، وتقويم الأسنان .

تستخدم في غسيل الكلى

تسُتخدم في تثبيت العظام وإصلاح الأربطة والأوتار .

تسُاعد على تحفيز صناعة الدواء وتجريبه؛ بسبب استجابتها للمثيرات الخارجية للجسم مثل؛ الإجهاد الميكانيكي، الكهرباء التغير في درجة الحرارة.
تسُتخدم في الجراحة التجميلية مثل؛ تكبير محيط الجمجمة والوجه
تسُتعمل كبديل للنواة اللّبية.

٦-٣استخدامات البوليمرات في

الزراعة

تستخدم البوليمرات في الزراعة كما يأتي:

1-إنتاج المياه بدون ترك أثر سلبي على الموارد الطبيعة.

2-زيادة جودة المبيدات الحشرية، وتحسين كفاءة المبيدات العشبية.

3-توفير التهوية والتغطية عند إضافتها للتربة، وتحسين نموّ النباتات وصحّتها.

4-أزالة الأيونات المعدنية من التربة والماء

٧-٣استخدامات البوليمرات في التطبيقات الهندسية

تستخدم البوليمرات في عدة تطبيقات هندسية مثل:
1-البناء والنقل والإلكترونيات.

2-المعالجة الكيميائية، فتعد البوليمرات مواد بديلة عن المعادن المختلفة والسبائك .

3- هندسة الإلكترونيات والآلات الصناعية

٨-٣ستخدامات البوليمرات في التطبيقات الطبية الحيوية

تستخدم البوليمرات في صناعة المواد الطبية الحيوية مثل:

1-صمام القلب، والأوعية الدموية التي تصنع من الداكرون، والتفلون، والبولي يوريثين.

2-صناعة خيوط الجراحة، والزارعات

3-صناعة عدسات العين، وأجهزة تصريف مياه العين الزرقاء.

المصادر

↑ "polymer", merriam-webster, Retrieved 6/12/2021. Edited.

"POLYMERS", torjoman, Retrieved 8/12/2021.Edited

↑ "polymerization", merriam-webster, Retrieved 6/12/2021. Edited

^ أ ب The Editors of Encyclopaedia Britannica (22/10/2021), "polymer", britannica, Retrieved 6/12/2021. Edited

^ أ ب Carolyn Wilke (29/6/2020), "Scientists Say: Polymer",

^ أ ب Polymer Structure", nde-ed, Retrieved 6/12/2021. Edited

↑ "Plastics", bbc.co, Retrieved 6/12/2021. Edited ↑ Andrea Becker, "How to Name a Polymer", sciencing, Retrieved 6/12/2021. Edited..

.1 Roiter and S. Minko, AFM Single Molecule Experiments at the Solid-Liquid Interface: In Situ Conformation of Adsorbed Flexible Polyelectrolyte Chains, Journal of the American Chemical Society, vol. 127, iss. 45, pp. 15688-15689 (5002) نسخة محفوظة واي باك مشين على موقع 9. مايو 2020.

أ أ أ تعدى إلى الأعلى ل:أ ^ 2.
.3 McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, 10th Edition, Volume 14 (PLAS-QUI),page.162

أ.م .د نادية عاشور حسي ن تماضر

الفنش التدقيق بواسطة وسام درويش

McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, 10th Edition, Volume 14 (PLAS-QUI),page.162

.1
McCrum N. G., Buckley C. P., Bucknall C. B., *Principles of Polymer Engineering*, Oxford University Press, 1997, p1.

Painter P. C., Coleman M. M., *Fundamentals of Polymer Science: an Introductory Text*, CRC Press, 1997, p1.

^ أ ب "Polymers - Types, Classification, Properties, and Uses of Polymers", byjus

↑ "Classification of Polymers", toppr.

↑ "Classification of Polymers on the

^أ ب ت ث "History and Future of Plastics", sciencehistory, Retrieved 6/12/2021. Edited.

↑ "Future Scope of Polymer Science", omicsonline, Retrieved 6/12/2021. Edited.

^أ ب ت "Polymers - Types, Classification, Properties, and Uses of Polymers", byjus, Retrieved 6/12/2021. Edited.

^أ ب M.F.Maitz, "Applications of synthetic polymers in clinical medicine", sciencedirect, Retrieved 7/12/2021. Edited

↑ "Polymer Applications in Agriculture ", bioline.org, Retrieved 7/12/2021. Edited.

What are new engineering materials?", nzdl, Retrieved 7/12/2021. Edited

↑ "What are Polymers?", matse1.matse.illinois, Retrieved 6/12/2021. Edited

J Polym Sci B Polym Phys, "Biomedical Applications of Biodegradable Polymers", ncbi.nlm.nih, Retrieved 6/12/2021. Edited.

^ ب أM.F.Maitz, "Applications of synthetic polymers in clinical medicine", sciencedirect, Retrieved 7/12/2021. Edited

ترجمة Dopingفي بنك باسم للمصطلحات التقنية[وصلة مكسورة] انسخة محفوظة 30 ديسمبر 2017

على ى المصادر :- 1. "معلومات عن شبه موصل مشو ب على موقع

britannica.com

britannica.com". مؤرشف من الأصل في 18 مارس 2019.

2 "معلومات عن شبه موصل مشوب على موقع
zthiztegia.elhuyar.eus"."مؤرشف من الأصل في 09 ديسمبر 2019
zthiztegia.elhuyar.eus

Neamen, Donald A. (2003)._3 Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles (3rd ed.). McGraw-Hill Higher .Education. ISBN 0-07-232107-5

4_ أيقونة بواب بوابة كهرباء

1- أيقونة بواب بوابة إلكترونيا ت

جامعة بابل – كلية التربية الاساسية -محمد حامد سعيد -سناء سالم نجم- شيماء عبد العالي مخيف

رسالة ماجستير تقدمت بها – صفا أحمد جبار بكالوريوس علوم في الفيزياء
2010 رمضان 1433ه تموز 2012م