

The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Babylon
College of Education for Pure Science
Department of Physics



Impact of Nano Silicon dioxide on the Optical Properties for Some Blended Polymers

A research Submitted to
The Council of the College of Education for Pure Sciences at the University of
Babylon in Partial Fulfillment of the Requirements of the Degree of higher
diploma Education/ physics of materials and its applications

By
(Mohamed Abd Al Halim Saleh Globe)
B.Sc. Physics/ University of Al-Qadisiyah 2005/2006

Supervisor

Prof. Dr. Ehssan Dhiaa Jawad Al-Bermany

2022 A. D

1444 A. H



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

تأثير ثنائي أوكسيد السيليكون النانوي على الخصائص البصرية لبعض الخلائط البوليمرية

بحث مقدم

إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة بابل
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدبلوم العالي
تربية/ فيزياء المواد وتطبيقاتها

من قبل الطالب

محمد عبد الحلیم صالح جلوب

بكالوريوس علوم فيزياء

(جامعة القادسية 2005 م)

بإشراف

أ.د. إحسان ضياء جواد البيرماني

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

﴿فَمَنْ حَاجَّكَ فِيهِ مِنْ بَعْدِ مَا جَاءَكَ مِنَ الْعِلْمِ فَقُلْ

تَعَالَوْا نَدْعُ أَبْنَاءَنَا وَأَبْنَاءَكُمْ وَنِسَاءَنَا

وَنِسَاءَكُمْ وَأَنْفُسَنَا وَأَنْفُسَكُمْ ثُمَّ نَبْتَهِلْ فَنَجْعَلْ لَعْنَتَ اللَّهِ عَلَى

الْكَٰذِبِينَ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة ال عمران

الاية 61

الإهداء

- إلى من أشرقت السماوات والأرضون بنومره محمد ﷺ
- إلى من ذكراه رفیق مشوار حياتي والدي رحمه الله
- إلى ملاكي في الحياة وسر الوجود والدي
- إلى العيون التي تترقب نجاحي أختي
- إلى من امرى التفاؤل بعينها والسعادة في ضحكتها نروجتي
- والى اولادي مصطفى وحسين وامير محبة واعتزازا .
- إلى مشاعل الدرب ومنازة العلم أساتذتي
- إلى كل الذين مرددوا لي دعوات التوفيق والنجاح

محمد



شكر و تقدير

الحمد لله رب العالمين على نعمه التي من بها علي والصلاة والسلام

على سيدنا محمد وعلى إله الطيبين .

يسرني ان اتقدم بالشكر والتقدير الى الاستاذ الدكتور

(احسان ضياء جواد البيرماني)

لتفضله بالأشراف على البحث ومتابعته المستمرة التي ساعدت

بإخراجه بشكله الحالي ولا يفوتني ان اتقدم بالشكر الى اساتذتي في

كلية التربية للعلوم الصرفة لما قدموه لي من معرفة علمية واخيرا شكري

وتقديري الى جميع من ساعدني في اعداد هذا البحث وفاتني ذكر اسمه.

محمد

الخلاصة

تم تحضير المترابكات النانوية عن طريق اذابة البوليمرات اوكسيد ابولي اثلين وبولي فينيل بيروليدون وبولي اكريل امايد المذابة بالماء المقطر وبدرجة حرارة 70°C وبنسب مختلفة كذلك وبتطعيمها بنسب وزنية مختلفة من جسيمات ثنائي أوكسيد السيليكون (SiO_2) النانويه هي (0 و 3 و 5 و 7%) نسبة وزنية، وتم استخدام طريقة الصب في طبق البتريدش للحصول على اغشية من ($\text{PEO-PVP-PAAm/SiO}_2$). تم دراسة بعض الخواص التركيبية والبصرية للمترابكات النانوية، حيث تضمنت الخواص التركيبية صور المجهر الضوئي. وبينت صور المجهر الضوئي اذابة متجانسة للبوليمرات مع توزيع جيد لجسيمات لثنائي اوكسيد السيليكون النانوي داخل مخاليط البوليمر (PEO-PVP-PAAm). كما بينت نتائج الخواص البصرية للمترابكات النانوية ($\text{PEO-PVP-PAAm/SiO}_2$) زيادة كل من الامتصاصية ومعامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وثوابت العزل الحقيقي والخيالي للمخاليط البوليمري (PEO-PVP-PAAm) مع زيادة نسب المادة النانوية. اظهرت النتائج تاثير واضح لكل من للتطعيم البوليمرات بجسيمات ثنائي أوكسيد السيليكون النانوية (SiO_2) ولزيادة تركيزها تاثيرا واضحا على زيادة طاقة الفوتون وكذلك الامتصاصية. حيث نجد ان حافة الامتصاص زحفت نحو الاطوال الموجية القصيرة أي الطاقات العالية بينما النفاذية وفجوة الطاقة تقل بزيادة تركيز الجسيمات النانوية. من خلال دراسة طيف الامتصاصية للمترابكات النانوية ($\text{PEO-PVP-PAAm/SiO}_2$) تبين انها تمتلك امتصاصية عالية في المنطقة فوق البنفسجية، ومن خلال نتائج هذه الخصائص وعلية يمكن أن يستخدم هذا المترابك لأغراض الحماية أو غطاء واقى من اشعة الشمس لذلك يستخدم في الخلايا الشمسية والاجهزة البصرية وكذلك طلاء النوافذ الزجاجية أو صناعة أنواع من الزجاج.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع	ت
I	الخلاصة	
II	قائمة المحتويات	
IX	قائمة الأشكال	
XII	قائمة الجداول	
XIII	قائمة الرموز	
الفصل الأول: المقدمة والدراسات السابقة		
1	المقدمة	1 - 1
2	العوامل المؤثرة في خصائص البوليمر	2 - 1
2	تركيب البوليمر وحالته	1- 2 - 1
2	معدل الوزن الجزيئي	2 - 2- 1
2	الأواصر الكيميائية والقوى الرابطة	3 - 2- 1
3	الدراسات السابقة	3 - 1
6	الهدف من البحث	4- 1
الفصل الثاني: الجزء النظري		

7	المقدمة	1- 2
7	المفهوم العلمي للبوليمرات	2 - 2
7	تحضير البوليمرات	3 - 2
7	تركيب البوليمر	4 - 2
8	المخاليط البوليمرية	5 - 2
9	تصنيف البوليمرات	6 - 2
9	تصنيف البوليمرات وفقاً لتأثرها بدرجة الحرارة	1- 6 -2
9	البوليمرات المطاوعة للحرارة	1- 1 - 6 - 2
10	البوليمرات المتصلبة حرارياً	2 -1- 6 -2
10	البوليمرات المرنة	3 -1 - 6 -2
10	الألياف	4 -1 - 6 -2
11	التصنيف الكيميائي للبوليمرات	2- 6 -2
11	البوليمرات الخطية	1 -2 - 6 -2
11	البوليمرات المتفرعة	2 -2 - 6 -2
11	البوليمرات المتشابكة	3 -2 - 6 -2

11	البوليمرات الشبكية	4 - 2 - 6 - 2
12	البوليمرات المعتمدة على تجانس البوليمر	3 - 6 - 2
12	البوليمرات المتجانسة	1 - 3 - 6 - 2
12	البوليمرات المشتركة	2 - 3 - 6 - 2
12	البوليمرات المركبة	3 - 3 - 6 - 2
12	الاضافات البوليمرية	7 - 2
12	المائتات	1 - 7 - 2
13	الملدنات	2 - 7 - 2
13	المثبتات	3 - 7 - 2
14	الصبغات	4 - 7 - 2
14	مثبطات اللهب	5 - 7 - 2
14	المواد المتراكبة	8 - 2
15	تصنيف المواد المتراكبة	1 - 8 - 2
16	طبيعة المادة الاساس	2 - 8 - 2
16	المواد المتراكبة ذات الاساس المعدني	1 - 2 - 8 - 2

16	المواد المترابطة ذات الاساس السيراميكي	2 - 2- 8 -2
16	المواد المترابطة ذات الاساس من البوليمر	3 - 2- 8 -2
17	المواد النانوية	9 - 2
18	المركبات النانوية	1- 9 -2
19	الخواص البصرية	10 - 2
19	الامتصاصية	1- 10 -2
20	النفذية	2 - 10 -2
20	حافة الامتصاص الاساسية	3 - 10 -2
20	منطقة الامتصاص العالي	1- 3 - 10 -2
20	المنطقة الاسية	2- 3 - 10 -2
20	منطقة الامتصاص الضعيف	3 - 3 - 10 -2
21	الانتقالات الالكترونية	4 - 10 -2
21	الانتقالات المباشرة	1- 4 - 10 -2
22	الانتقالات غير المباشرة	2 - 4 - 10 -2
23	الثوابت البصرية	5 - 10 -2

23	معامل الامتصاص	1- 5-10 -2
23	معامل الانكسار	2- 5- 10 -2
23	معامل الخمود	3- 5 -10 -2
24	ثابت العزل الكهربائي	4- 5- 10 -2
25	التوصيلية البصرية	5- 5- 10 -2
الفصل الثالث: الجزء العملي		
26	المقدمة	1-3
26	المواد المستخدمة	2-3
26	اوكسيد البولي اثلين	1- 2-3
26	بولي اكريل امايد	2- 2 -3
27	بولي فينيل بيروليدون	3- 2-3
27	ثنائي اوكسيد السيليكون	4 - 2 -3
28	تحضير المتراكبات	3-3
28	تحضير الخلائط البوليمرية النانوية	1- 3-3
29	الاجهزة والقياسات المختبرية	4-3

29	المجهر الضوئي	1- 4 -3
30	جهاز قياس الخواص البصرية Spectrophotometer	2- 4 -3
31	ميزان الكتروني حساس	3- 4 -3
32	الخلاط المغناطيسي	4- 4 -3
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة والاستنتاجات		
33	المقدمة	1- 4
33	فحوصات المجهر الضوئي	2- 4
35	الخواص البصرية	3- 4
35	الامتصاصية	1- 3- 4
36	النفاذية	2- 3- 4
36	معامل الامتصاص	3- 3- 4
37	فجوة الطاقة البصرية	4 - 3- 4
39	معامل الخمود	5 - 3- 4
40	معامل الانكسار	6 - 3- 4

40	ثابت العزل الكهربائي	7- 3- 4
42	التوصيلية البصرية	8 - 3- 4
43	الاستنتاجات	4 - 4
43	المشاريع المستقبلية	5 - 4
44	المصادر	
57	Summary	

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
9	صورة توضيحية لخليط بوليمرين	(1 - 2)
9	صور توضح السلاسل البوليمرية للبوليمرات المطاوعة للحرارة	(2 - 2)
10	صور توضح السلاسل البوليمرية للبوليمرات المتصلبة حراريا	(3 - 2)
12	a.البوليمر الخطي b البوليمر المتفرع - cالبوليمر المتشابك d-الشبكية	(4 - 2)
18	صورة توضح متراكب نانوي	(5 - 2)
21	حافة الامتصاص ومناطق الامتصاص الرئيسية	(6 - 2)
22	الانتقالات الألكترونية: (a) الانتقال المباشر المسموح (b) الانتقال المباشر الممنوع (c) الانتقال غير المباشر المسموح (d) الانتقال غير المباشر الممنوع	(7 - 2)
29	جهاز المجهر الضوئي من نوع (Nikon - 73346)	(1- 3)
30	رسم بياني يوضح مكونات جهاز قياس الخواص البصرية	(2 - 3)
31	صورة توضح ميزان الكتروني حساس	(3 - 3)
32	صورة توضح الخلاط المغناطيسي	(4 - 3)
34	صور المجهر الضوئي ذات قوة تكبير (40x) (100x) للمترابكات البوليمرية (PEO-PAAm-PVP /SiO ₂)	(1 - 4)

35	تغير الامتصاصية (A) للمترابكات البوليمرية (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(2 - 4)
36	تغير النفاذية (T) للمترابكات البوليمرية (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(3 - 4)
37	تغير معامل الامتصاص (α) للمترابكات البوليمرية (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع طاقة الفوتون ولتركيز مختلفة النانوي	(4 - 4)
38	تغير $(\alpha h\nu)^{1/2}$ كدالة لطاقة الفوتون الساقط للمترابكات النانوية (PEO-PAAm- PVP /SiO ₂)	(5 - 4)
38	تغير $(\alpha h\nu)^{1/3}$ كدالة لطاقة الفوتون الساقط للمترابكات البوليمرية (PEO-PAAm- PVP /SiO ₂)	(6 - 4)
39	تغير معامل الخمود (K) للمترابكات البوليمرية (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(7 - 4)
40	تغير معامل الانكسار (n) للمترابكات البوليمري (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(8 - 4)
41	تغير ثابت العزل الحقيقي (ϵ_1) للمترابكات (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(9 - 4)
41	تغير ثابت العزل الخيالي (ϵ_2) للمترابكات البوليمرية (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(10 - 4)
42	تغير التوصيلية البصرية (σ_{op}) للمترابكات البوليمرية (PEO · PAAm · PVP · SiO ₂) مع الطول الموجي ولتركيز مختلفة من النانوي	(11 - 4)

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
27	بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية ل بولي فينيل بيروليدون	(1 - 3)
28	بعض الخواص الفيزيائية ل ثنائي أكسيد السيليكون	(2 - 3)
28	النسب الوزنية الأغشية المترابكات النانوية	(3- 3)
39	قيم فجوة الطاقة للأنقالات غير المباشرة المسموحة والممنوعة للمترابكات النانوية	(1 - 4)

قائمة المصطلحات والرموز

الرمز	المصطلح
k_B	ثابت بولتزمان
E_{act}	طاقة التنشيط
P	متجه الاستقطاب
N	عدد الجزيئات القطبية لوحدة الحجم في العازل
E	شدة المجال الكهربائي
P_e	الاستقطاب الالكتروني
P_i	الاستقطاب الايوني
P_d	الاستقطاب الاتجاهي
P_o	الاستقطاب البيئي
i	العدد الخيالي
V_m	الفولتية العظمى
ω	التردد الزاوي
I_p	تيار التوصيل
I_q	تيار السعة
C_p	السعة
ϵ^o	سماحية الفراغ
ϵ_r	السماحية النسبية

ϵ'	ثابت العزل الكهربائي
ϵ''	الفقدان العزلي
C_0	سعة المتسعة في الفراغ
R_p	مقاومه موازيه
$\sigma_{a.c}$	التوصيلية الكهربائية المتناوبة
A	الامتصاصية
T	النفذية
I_A	شدة الضوء الممتص
I_0	شدة الضوء الساقط
$E_g^{opt.}$	فجوة الطاقة البصرية
I_T	شدة الضوء النافذ
E_{ph}	طاقة الفوتون
A	معامل الامتصاص البصري
D	سمك المادة
$V.B$	حزمة التكافؤ
$C.B$	حزمة التوصيل
E_g^{opt}	فجوة الطاقة البصرية
V	التردد
K_0	معامل الخمود

n^*	معامل الانكسار المعقد
H	ثابت بلانك
N	معامل الانكسار
ΔK	التغير في متجه الموجه
λ	الطول الموجي
ϵ_1	ثابت العزل الحقيقي
ϵ_2	ثابت العزل الخيالي
σ_{op}	التوصيلة البصرية

1-1 مقدمة عامة

General Introduction

بشكل عام يمكن تقسيم المواد الى ثلاثة أنواع هي المعادن والسيراميك والبوليمرات ذات خصائص مختلفة بالاعتماد على طريقة ترابط الذرات أو الجزيئات مع بعضها البعض. تعد المواد البوليميرية من أكثر المواد استخداما في حياتنا اليومية وذلك بسبب سهولة تصنيعها ورخص ثمنها بالإضافة الى ان المواد البوليميرية تمتلك مواصفات مرغوبة ذات جودة عالية. ومن اهم الخصائص التي تتميز بها المواد البوليميرية انها مواد عازلة وأن هذه الخاصية مكنتها من الدخول في الصناعات الكهربائية والإلكترونية منذ وقت ليس بالقليل بصفتها مادة مساعدة إلا أن الخواص الجيدة لهذه المواد قادت إلى إدراجها ضمن قائمة المواد المرشحة للدراسة من أجل استخدامها كمادة أساسية في الصناعات الكهربائية والإلكترونية [1]. منذ المراحل الأولى من تطور صناعة البوليمر، تم إدراك أنه يمكن الحصول على مواد مفيدة إذا تم إدراج بعض الإضافات الضرورية في المادة الأساس للبوليمر، في عملية تعرف عادة باسم المتراكبات. إضافات تمنح البوليمر توسعات كبيرة في الخصائص في واحد أو مزيد من الاتجاهات مثل المتانة العامة والصلابة والقوة ومقاومة الصدمات والمقاومة الحرارية ومقاومة التآكل والعزل الصوتي ... إلخ [2].

يمكن تقسيم المواد المضافة إلى إضافات خاملة كيميائياً ومواد مضافة نشطة كيميائياً. على سبيل المثال الملدنات ليست متفاعلة كيميائياً، من ناحية أخرى فان مثبطات اللهب لا تكون تفاعل كيميائي لكنها تصبح متفاعلة كيميائياً عند بدء عملها الوقائي [3]. ان شكل وحجم الدقائق المضافة وطريقة توزيعها في المادة الأساس إضافة الى منطقة السطح البيني وطبيعة الترابط بين الدقائق والمادة الأساس كلها عوامل تؤثر في الخواص النهائية للمادة المتراكبة. ويشترط في تحضير المادة المتراكبة ان لا يحدث تفاعل كيميائي بين المادة الأساس وأي من مواد التدعيم وان تحتفظ بخواصها الأساسية وهي منفردة، إذ أظهرت الدراسات ان التوزيع غير المتجانس للجسيمات النانوية داخل المادة الأساس لا يؤدي الى تحسين واضح في بعض الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمترابكات النانوية، فيما أظهرت العديد من الأبحاث ان الانتشار المنتظم المتجانس للدقائق السيراميكية النانوية في البوليمر (المادة الأساس) أدى الى تحسين واضح في الخواص البصرية والميكانيكية للمترابكات [4].

2-1 العوامل المؤثرة في خصائص البوليمر

Factors Affecting in the Polymer Properties

تتحدد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبوليمرات بثلاثة عوامل رئيسية هي [5، 6، 7]: -

Polymer Structure and Status

1-2-1 تركيب البوليمر وحالته

إن ترتيب الوحدة المتكررة المكونة للبوليمر وكيفية ارتباطها ونوعية المجاميع المعوضة والأواصر الكيميائية ومن حيث الانتظام الفراغي في حيز ثابت (انتظام وحداتها الأساس) أو عشوائيتها تمنح البوليمر هوية خاصة ولتتميز بذلك خواصه الفيزيائية والكيميائية [8].

Average of Molecular Weight

2-2-1 معدل الوزن الجزيئي

تتميز البوليمرات عن المواد الأخرى بتمتعها بوزن جزيئي كبير نسبياً إذ تعتمد معظم خصائص المواد البوليمرية الفيزيائية على أوزانها الجزيئية إذ إن البوليمر الواحد تتغير خصائصه الفيزيائية بتغير الوزن الجزيئي من القوة والمتانة والصفات الكهربائية وقابلية الذوبان في المذيبات [8].

Chemical Bonds and Binding Force

3-2-1 الأواصر الكيميائية والقوى الرابطة

تتحكم الأواصر الكيميائية والقوى الرابطة في خصائص البوليمر الفيزيائية وتقسّم إلى نوعين الأول الأواصر الكيميائية الأساس (تساهمية وأيونية وهيدروجينية وفلازية، ... الخ) والتي تعد مسؤولة عن ارتباط الذرات المكونة لجزيئة البوليمر إذ تغلب الأصرة التساهمية (Bond Covalent) في تكوين البوليمرات خاصة العضوية منها، أما النوع الثاني فهي القوى الثانوية (Secondary Forces) التي تقوم بربط جزيئات البوليمر في السلسلة نفسها أو بين السلاسل المختلفة مؤدية إلى تشابك البوليمر وتماسكه ومن أهم تلك القوى قوى فاندر فالز [8].

3-1 الدراسات السابقة

Literature Survey

ازداد الاهتمام في السنوات الأخيرة في حقل البحوث العلمية التي تتناول تحوير خصائص البوليمرات من خلال الإضافات الكيميائية إلى البوليمرات عموماً، ومن هذه الدراسات هي: -

- 1- درس Yan-Ling Luo وجماعته، في عام (2012) [9]، تشكيل وخصائص جسيمات النحاس النانوية في المخاليط (PVA-PAAm). وأظهرت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح مورفولوجيا السطحية لل (PVA-PAAm-Cu) وتظهر أطياف FT-IR المتجانسة والمتماصة أنه لا يوجد تفاعل كيميائي وان الامتصاصية تزداد مع زيادة تركيز جسيمات النحاس النانوية.
- 2- درس الباحث حيدر محمد في عام (2014) [10] بعض الخصائص الفيزيائية للمترابكات النانوية (PVA-PAAm-CoO) ومن هذه الخصائص الخصائص الكهربائية المستمرة والمتناوبة وبينت نتائج الخواص الكهربائية المتناوبة تناقص ثابت العزل والفقدان العزلي بزيادة تردد المجال الكهربائي المسلط ويزدادان مع زيادة تراكيز جسيمات الكوبلت النانوية. وكذلك أظهرت النتائج أن التوصيلية الكهربائية المتناوبة والمستمرة تزداد بزيادة التراكيز النانوية وتبقى ثابتة تقريباً عند الترددات العالية. اما الخصائص البصرية للمترابكات النانوية وجد أن الامتصاصية تزداد بزيادة تركيز جسيمات أكسيد الكوبلت كما وجد ان المترابكات النانوية ذات امتصاصية عالية في المنطقة فوق البنفسجية وامتصاصية قليلة في المنطقة المرئية والقريبة من تحت الحمراء. ان فجوة الطاقة غير المباشرة (المسموحة والممنوعة) للمترابكات النانوية تقل بزيادة تراكيز جسيمات اوكسيد الكوبلت النانوية. ان معامل الانكسار ومعامل الخمود وثابت العزل (الحقيقي والخيالي) يزداد بزيادة تراكيز جسيمات اوكسيد الكوبلت النانوية.
- 3- درس مجيد ووليد في عام (2014) [11] الخواص البصرية للمترابكات (PVA-PVAC-Ti) النانوية إذ تم تحضير المترابك النانوي باستخدام طريقة الصب مع نسب وزنية مختلفة من التيتانيوم النانوي و اظهرت النتائج البصرية ان الامتصاصية تزداد مع زيادة تركيز جسيمات التيتانيوم النانوي بينما النفاذية تقل بزيادة التركيز والانتقالات الالكترونية تكون غير مباشرة أما الثوابت البصرية فأنها تزداد مع زيادة التركيز.
- 4- درس الباحثان (Patel and Sureshkuma) [12] في عام (2014) الخصائص البصرية لأغشية (PAAm-PEO) ووجد زيادة اطياف الامتصاص للأغشية النقية والمشوبة مع زيادة نسبة وزن PEO وزيادة معامل الامتصاص. أما فجوة الطاقة للخليط البوليمري النقي تتناقص مع زيادة نسبة PEO.
- 5- درس آسيا حسين في عام (2015) [13] تأثير إضافة PAAm على الخواص الريولوجية والكهربائية والبصرية ل PVA حيث أظهرت النتائج زيادة كل من اللزوجة بأنواعها والكثافة والتوصيلية الكهربائية وكل الخصائص البصرية مع زيادة التركيز بينما التوصيلة المولارية ودرجة التفكك والنفاذية والزواية الحرجة والعمر الزمني الطبيعي فأنها تقل مع زيادة التركيز.

6- درس ضفاف حسين عام (2015) [14] الخصائص الفيزيائية لبوليمر (PEG) الذي وزنه الجزيئي (6000 g/mol) المذاب بالماء المقطر بتركيز مختلفة تراوحت بين (0.6%-1.3%)g/mol قبل اضافة اوزان مختلفة من بوليمر PAAm ذي الوزن الجزيئي (5×10^6 g/mol) وبينت النتائج للأغشية البوليمرية ان الخصائص البصرية تزداد مع زيادة طاقة الفوتون ونسبة تركيز PAAm. أما الخصائص الكهربائية المستمرة والمتناوبة (DC،AC) فقد اظهرت نتائج الفحوصات ان كليهما يزداد مع زيادة التردد والتركيز، اما ثابت العزل الكهربائي والقدان العزلي فيزدادان بزيادة التركيز ويتناقصان بزيادة التركيز.

7- قامت سارة عبد الحسين [15] عام (2016) بتحضير المترابكات البوليمرية (PVA-PEG-ZnO) بإضافة اوكسيد الخارصين النانوي (ZnO) بتركيز وزنية مختلفة (0,2,4,6,8) wt.% الى خليط بولي فاينيل الكحول وبولي اثيلين كلايكول باستخدام طريقة الصب ومن ثم دراسة الخصائص الكهربائية (A.C,D.C) والبصرية. وفيما يخص دراسة الخصائص البصرية تم تسجيل طيف الامتصاصية بطول موجي (220-760) نانومتر وحساب كل من النفاذية ومعامل الامتصاص وفجوة الطاقة ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وثابت العزل (الحقيقي والخيالي) والتوصيلية البصرية. أظهرت النتائج بأن النفاذية وفجوة الطاقة تقلان بزيادة تركيز (ZnO) النانوي، وزيادة كل من معامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وثابت العزل (الحقيقي والخيالي) بزيادة تركيز المضاف.

8- درس وليد هادي في عام (2017) [16] تأثير جسيمات (TiC) النانوية على الخواص التركيبية والبصرية والكهربائية لمخاليط (PVA-PAAm) وتطبيقاتها وبينت نتائج الخواص البصرية للمترابكات النانوية (PVA-PAAm-TiC) زيادة الامتصاصية، معامل الامتصاص، معامل الخمود، معامل الانكسار، ثوابت العزل الحقيقي والخيالي للخليط البوليمري (PVA-PAAm) بزيادة تركيز الجسيمات TiC النانوية بينما النفاذية وفجوة الطاقة تقل بزيادة تركيز الجسيمات النانوية TiC.

9- قام الباحث Bera عام [2017] [18] بدراسة اضافة مادة اوكسيد الجرافين النانوية الى بولي يوريثين TPU حيث قام بخلط المحاليل وتم فحص الخواص الميكانيكية وجد ان الخصائص تحسنت كثيرا بعد الاضافة بقوة شد 48.9 MPa اي زيادة بمقدار 280 % عن قوة الشد في البوليمر قبل اضافة ال GO واجهاد شد يزداد بمقدار 140 % مقارنة مع TPU النقي وهذا التحسن بالخواص حصل بسبب التشتت المتجانس لـ GO في محلول TPU.

10- قام الباحثان Evingür و Pekcan في عام [2018] [19] باستخدام أكسيد الجرافين (GO) كمتقبل للإلكترونات للبوليمرات. يرتبط توليد الإكسيتون في مثل هذه المواد ارتباطاً وثيقاً بفجوة النطاق البصري. تم تحضير بولي أكريلاميد (PAAm) - مركبات أكسيد الجرافين (GO) عبر البلمرة المشتركة للربط المتشابه للجزور الحرة مع محتوى GO متفاوتاً في النطاق بين 5 و 40 ميكرو لتر من GO. يتميز تأثير محتوى GO على الخصائص البصرية للمركبات بمقياس الطيف المرئي فوق البنفسجي. تم حساب

فجوة النطاق البصري للمركب باستخدام نموذج Tauc. تم حساب عرض الذيل للحالات المحلية باستخدام علاقة Urbach ، وتم العثور على قيم طاقة Urbach مع تباين GO من 2،89 إلى 2،96 eV. أظهرت النتائج أن GO يمكن أن تكون مشتتة جيداً في مركبات PAAm-GO ، وبالتالي فإن فجوة النطاق البصري مرتبطة بكميات مختلفة من GO.

- 11- درس الباحث Nazanin Hamedi وجماعته في عام (2018) [24] الخصائص الميكانيكية لمركبات البولي يوريثين النانوية مع السيليكا المختلفة حيث تم اضافته محتويات مختلفة من جزيئات السيليكا النانوية وغير النانوية وظهرت النتائج التجريبية الى ان معظم المركبات لها قوة شد واستطاله اعلى.
- 12- درس عايد فاضل في عام (2018) [17] تحسين الخصائص البصرية لخلائط (PVA-PAAm) بأضافة (Al₂O₃) النانوية وبينت نتائج الخواص البصرية للمترابكات النانوية (PVA-PAAm-Al₂O₃) زيادة الامتصاصية، معامل الامتصاص، معامل الخمود، معامل الانكسار، ثوابت العزل الحقيقي والخيالي للخليط البوليمري (PVA-PAAm) بزيادة تركيز الجسيمات (Al₂O₃) النانوية بينما النفاذية وفجوة الطاقة تقل بزيادة تركيز الجسيمات النانوية (Al₂O₃).
- 13- قام الباحث احمد فليح العارضي في عام (2019) [20] من جامعة بابل كلية التربية للعلوم الصرفة بدراسة إضافة اوكسيد الغرافين النانوي GO بتركيز 0,01wt الى خليط بولي فاينيل الكحول وبولي اثيلين كلايكول فأظهرت النتائج ان ثابت العزل الكهربائي والفقدان العزلي للمترابكات البوليمرية
- 14 - درس الباحث Hatem Ezzaouio وجماعته في عام (2020) [21] تحسين الخصائص البصرية والكهربائية الضوئية للسليكون المسامي المعالج بأكسيد الانديوم حيث تم اجراء الترسيب بطريقة الغمر البسيط وظهرت القياسات [FTIR][EDX][SEM] تحسنا مهما في (PS) للسليكون المسامي.
- 15- درس هند احمد في عام (2021) [22] التركيب والخصائص الطيفية والالكترونية للهياكل الجديدة (البولسترين - البورون - السليكون) من خلال نظرية الكثافة الوظيفية مع حزمة البرامج الوظيفية الهجينة (DFT) حيث اشارت النتائج الى ان الهياكل المصممة فيها فجوة طاقة (0.77 eV) ومجموعة واسعة من الامتصاص في المناطق المرئية والاشعة تحت الحمراء.
- 16- درس احمد هاشم وجماعته في عام (2022) [23] الخصائص البصرية المحسنة لهياكل الناوية لكربيد السليكون /أكسيد النحاس حيث أظهرت النتائج ان امتصاص البوليمر زاد بنسبة 62.2% وانخفض الانتقال بحوالي 53.8% في (λ = 200 nm) في منطقة طيف الاشعة فوق البنفسجية بوزن (6 wt.%) مما جعله يمكن استخدامه في العديد من أجهزة الموصلات النانوية لتكلفة القليلة وخصائصه الفيزيائية والكيميائية الممتازة.

17- درس اثمار الشمري و احسان البيرماني (2022)[25] تاثير مجاميع البوليمرات الوظيفية على الخصائص التركيبية و الميكانيكية و الحرارية لبوليمر PAA , PAAm المخلوطة مع ال PVA و المعززة بصفائح اوكسيد الكرافين النانوية. حيث بينت الدراسة تحسن كبير بالخصائص الحرارية والميكانيكية بسبب تاثير كل مجاميع البوليمر الوظيفية وكذلك تعزيز الصفائح النانوية مما يمكن استخدامها كمتحسسات حرارية او درع للوقاية من الاشعة المؤينة.

Aim of The Research

1 - 4 الهدف من البحث

تحضير و دراسة الخصائص البصرية للخليط البوليمري (PVP-PAAm-PEO) و دراسة تأثير إضافة ثنائي اوكسيد السيلكون النانوي SiO_2 على هذه الخليط البوليمري و خصائصه كمتراكب نانوي.

Introduction

1-2 المقدمة

يتضمن هذا الفصل بشكل عام دراسة المفاهيم الفيزيائية والعلاقات والقوانين المستخدمة في حساب النتائج التي توصلنا إليها في الفصل الرابع. ويكون متعلقاً بدراسة الخصائص البصرية والمتمثلة بالامتصاصية والنفاذية وفجوة الطاقة والثوابت البصرية وغيرها من الخصائص.

Scientific concept of polymer

2-2 المفهوم العلمي للبوليمرات

ظهرت البوليمرات في عشرينيات القرن الماضي وسط جدل طويل وقبولها مرتبط ارتباطاً وثيقاً باسم H. Staudinger الذي حصل على جائزة نوبل في عام 1953. يمكن ذكر العديد من الأمثلة على البوليمرات الاصطناعية، بعضها يستخدم يومياً، مثل البوليستر، والبعض الآخر أقل شهرة، مثل تلك المستخدمة في التطبيقات الطبية للأعضاء والخيوط القابلة للتحلل، إلخ. [26]. يتحد تفاعل المونومرات لتكوين البوليمر المعروف باسم البلمرة. البلمرة هي تفاعل كيميائي لمادتين أو أكثر تتحد مع أو بدون تطور أي شيء مثل الماء أو الحرارة أو أي مذيبات أخرى لتكوين جزيء ذي وزن جزيئي مرتفع [27].

Preparation of Polymers

3-2 تحضير البوليمرات

يمكن تحضير البوليمرات بواسطة طريقتين :

1. بلمرة الإضافة: تتكون عن طريق الإضافة المتكررة لجزيئات المونومر التي تمتلك روابط مزدوجة أو ثلاثية، وتسمى البوليمرات المتكونة عن طريق إضافة المونومرات بشكل متكرر دون إزالة المنتجات الثانوية بوليمرات الإضافة. على سبيل المثال، تكوين البولي إيثيلين من الإيثان والبولي بروبين من البروبان.
2. بلمرة التكثيف: تتكون من مزيج من مونومرين بإزالة جزيئات صغيرة مثل الماء أو الكحول أو NH_3 .ex. نايون 6، 6، 6، على سبيل المثال، يتكون النايلون 6.6 بتكثيف هيكساميثيلين ديامين بحمض الأديبيك [28].

Polymer Structure

4-2 تركيب البوليمر

البوليمر يتكون من جزيئات عضوية كبيرة ترتبط مع بعضها على شكل سلاسل تختلف في أطوالها وهذه الجزيئات تبنى بتكرار وحدات صغيرة تدعى المونيمرات (monomers) بواسطة عملية تدعى البلمرة (Polymerization) [30,29] كلمة بوليمر (Polymer) هي كلمة لاتينية عبارة عن مقطعين الأول (Poly) أي المتعدد والثاني (Mer) ويعني الجزء أي ان كلمة بوليمر تعني متعدد الأجزاء [31]. حيث تشتق تسمية (بوليمر) من اسم وحداته المكونة له بإضافة المقطع (Poly) الى بداية أسم مونيمر، مثال ذلك يسمى ناتج بلمرة الاثيلين بولي اثيلين وهذه الطريقة تُعد من أبسط الطرق في تسمية البوليمر واكثرها شيوعاً [30]. السلسلة البوليمرية تتكون نتيجة ارتباط كيميائي بين عدد كبير من المونيمرات وهذا الارتباط يسمى بدرجة

البلمرة (D.P) ويمكن تعريف درجة البلمرة على أنها جزيئات البوليمر (N) في أي لحظة من التفاعل مقسوماً على عدد جزيئات المونيمر (N₀) عند بداية التفاعل وتمثل أيضاً طول السلسلة.

$$D.P. = \frac{N}{N_0} \quad \text{Degree of polymerization} \quad \dots\dots\dots (1-1)$$

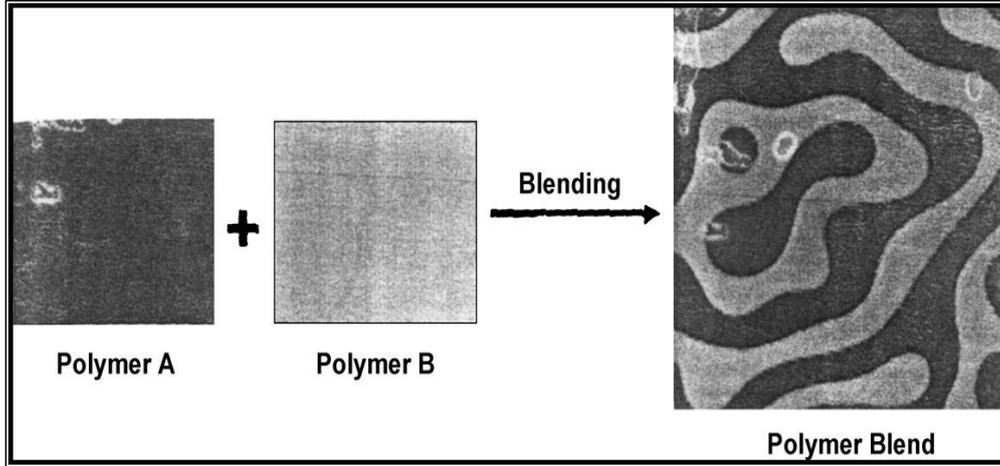
ويمكن حساب الوزن الجزيئي لأي بوليمر من حاصل ضرب درجة البلمرة في الوزن الجزيئي للجزيئات الصغيرة المتكررة

الوزن الجزيئي = درجة البلمرة x الوزن الجزيئي للجزيئات الصغيرة المتكررة [30]. تعتمد تسمية البوليمر على درجة البلمرة حيث تسمى البوليمرات ذوات درجة البلمرة الكبيرة بالبوليمرات العالية (High Polymer) بينما ذوات درجة البلمرة الصغيرة تسمى البوليمرات الواطئة (Oligomer). والبوليمرات العالية تكون أوزانها الجزيئية عالية، وبشكل عام فكلمة بوليمر تطلق على المركبات التي أوزانها الجزيئية عالية [32].

Polymer Blends

5-2 المخاليط البوليمرية

يحضر هذا النوع من البوليمرات من خلط بوليمرين أو أكثر من البوليمرات مزجاً فيزيائياً وعملية تحضير المخاليط البوليميرية بواسطة مزج البوليمرات حسب حالة المادة: سائلة أو صلبة أو في الطور المنصهر [33]. الغاية من تحضير المخاليط البوليميرية هو الحصول على صفات جديدة (new properties) من المستحيل وجودها في البوليمرات المنفردة ويكون اعتمادنا عند الخلط بصورة رئيسية على قابلية امتزاج البوليمرات (Miscibility) [34]، مثلاً عندما يتم خلط بوليمر بيوتادين مع البولي ستايرين بنسب قليلة للحصول على مرونة للبولي ستايرين بيوتادين المرن، كذلك الهدف من تحضير المخاليط البوليميرية هو الحصول على مواد بوليميرية تمتلك خصائص ميكانيكية وكهربائية وبصرية جديدة، وهناك أمثلة كثيرة لمخاليط بوليميرية تمتزج فيها مواد عازلة كهربائياً وشفافة مع بوليمرات أخرى موصلة كهربائياً مثل مخاليط (PT/PVC) ومخاليط (PPY/PVC) وذلك لجعل المخاليط البوليميرية الجديدة ذات شفافية أكثر وزيادة خصائصها الميكانيكية والكهربائية لاستخدامها في التطبيقات المختلفة [35]. توجد طرق عديدة يمكن الاعتماد عليها في تحضير المخاليط البوليميرية مثل طريقة الحالة الصلبة والتي بموجبها تم إذابة البوليمر الأول وهو في الحالة الصلبة (مسحوق) في المذيب ومن ثم إضافة البوليمر الثاني وهو على شكل مسحوق أيضاً وبعدها تتم إذابتهما معاً في المذيب المناسب إذ إن هذه الطريقة هي أكثر الطرق استخداماً في الصناعة أما الطريقة الثانية فهي طريقة الحالة السائلة أو طريقة التفاعل، حيث يتم خلط البوليمر الأول مع بوليمر ثانٍ في الطور السائل، إذ تتم بلمرة البوليمر الثاني من خلال البوليمر الأول بعد عملية الخلط وفي هذا البحث تم اعتماد الطريقة الأولى [36]. ويوضح الشكل (1-2) صورة توضيحية لخليط بوليمرين.



الشكل (2-1): صورة توضيحية لخليط بوليمرين [37].

Classification of polymers

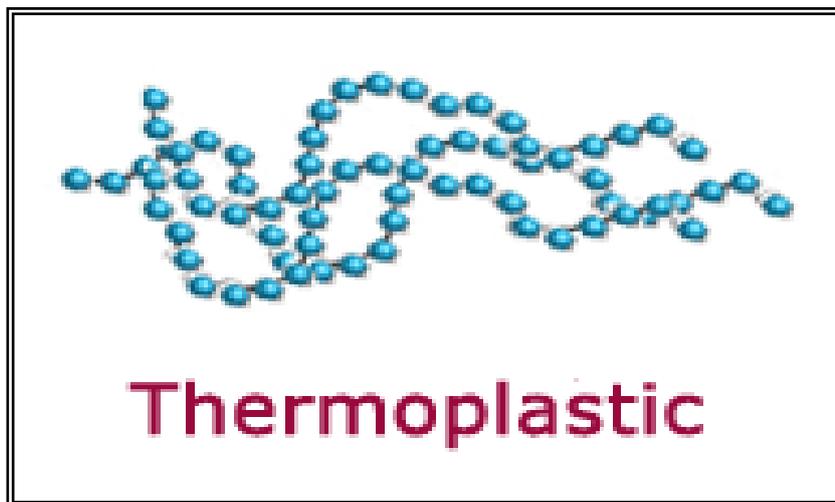
2-6 تصنيف البوليمرات

2-6-1 تصنيف البوليمرات وفقاً لتأثيرها بدرجة الحرارة [37]:

Thermoplastic Polymers

2-6-1-1 الحرارة المطاوعة البوليمرات

يتم تغيير خصائص هذه البوليمرات بواسطة تأثير درجة الحرارة. عندما تزيد درجة الحرارة فإنها تصبح مرنة ولزجة. اما عن طريق خفض درجة الحرارة، تعود هذه البوليمرات إلى حالتها الصلبة الأصلية [11]. ويرجع ذلك إلى أن الجزيئات الموجودة في البوليمرات المطاوعة للحرارة ترتبط بقوى صغيرة بين الجزيئات ضعيفة نسبياً تسمى (قوى فان دير فالز)، وعند تسخينها، تنزلق هذه الجزيئات على بعضها البعض كما هو الحال في كحول بولي فينيل والبولي إيثيلين والبولي بروبيلين وكلوريد البولي فينيل [38] والشكل (2-2) يفسر التكوين الذري للبوليمرات المطاوعة للحرارة [39].

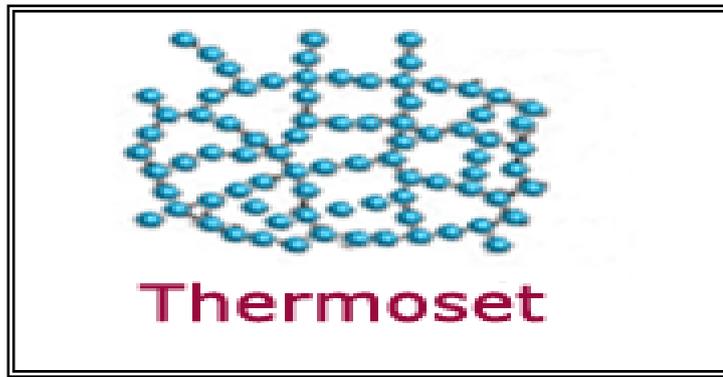


الشكل (2-2): السلاسل البوليمرية للبوليمرات المطاوعة للحرارة [39].

Thermoset Polymers

2-1-6-2 البوليمرات المتصلبة حرارياً

عند تعرض هذه البوليمرات الى درجات حرارة مرتفعة فإنها تعاني من تغيرات كيميائية تؤدي الى تشابك السلاسل البوليمرية مع بعضها البعض وبالنتيجة تظهر هذه البوليمرات بعد المعاملة الحرارية بمواصفات جديدة مثل عديمة الذوبان وريئة التوصيل للحرارة والكهربائية وغير قابلة للانصهار نتيجة لارتباط جزيئات هذا النوع بأواصر تساهمية قوية حيث تشترك بذرة أو مجموعة ذرات مشكلة كتلة ثلاثية الإبعاد ومثال هذا النوع بوليمرات الفينول فورمالديهايد ووبوليمرات اليوريا فورمالديهايد وغيرها [40]. كما موضح في الشكل (2-3) صورة تبين التركيب الذري في البوليمرات المتصلبة حرارياً [39].



الشكل (2-3): السلاسل البوليمرية للبوليمرات المتصلبة حرارياً [39].

Elastomers Polymers

3-1-6-2 البوليمرات المرنة

أطلق عليها هذا الاسم بسبب قابليتها على التمدد والتقلص وامتلاكها صفة الاستطالة (Elongation) مثل المطاط. حيث ان صفة المرونة التي تميزها عن باقي الاصناف من البوليمرات ترجع الى طبيعة تكوين وتركيب الجزيئات فيها حيث توجد على شكل سلاسل طويلة مرتبة في وضعيات ملتفة على بعضها البعض بصورة عشوائية بحيث إن معدل المسافة بين نهايتي جزيئة البوليمر اقل بكثير من المسافة عندما تكون الجزيئة في الوضعية الممتدة وكذلك تمتلك صفات اخرى كانهخفاض درجة انتقالها الزجاجية (T_g) ومن الأمثلة على هذا النوع المطاط الطبيعي و مطاط الداين و مطاط البيوتيل [39, 41].

Fibers

4-1-6-2 الألياف

القوة والمتانة وقابليتها على التبلور أبرز ما يميز به هذا الصنف من البوليمرات بمواصفات خاصة وتكون هذه السلاسل البوليمرية قادرة على الترتيب باتجاه محور الليف لكي تكسبه القوة والمتانة وتتميز أيضاً بدرجة انتقالها الزجاجية المرتفعة نسبياً لتقاوم ظروف الاستخدام كالغسل والكوي وغيرها ويجب ان تكون السلاسل البوليمرية خطية وليست متفرعة حتى تتمكن من التراصف باتجاه محورالليف [41].

2-6-2 التصنيف المعتمد على الشكل البنائي لجزيئات البوليمر

Classification Based on the Structural Shape of Molecules

تصنف البوليمرات على أساس الشكل البنائي للجزيئات البوليميرية إلى ثلاثة أصناف رئيسية تختلف في خواصها الفيزيائية والميكانيكية وفي استخداماتها:

Linear Polymers

1-2-6-2 البوليمرات الخطية

في هذه البوليمرات تكون الوحدة التركيبية مرتبطة مع بعضها بشكل خطي متواصل، كما في الشكل (a 4-2). تحضر هذه البوليمرات بطرق خاصة ومن مونومرات معينة. تكون هذه البوليمرات ذات قابلية على التبلور أكثر من الأصناف البوليميرية الأخرى وتمتاز بخواصها الميكانيكية والفيزيائية المرغوبة. ومن الأمثلة على هذه البوليمرات البولي إيثيلين العالي الكثافة (high density – polyethylene) [42].

Branched Polymers

2-2-6-2 البوليمرات المتفرعة

تتكون البوليمرات المتفرعة إما بسبب استخدام مونومرات متعددة المجاميع الفعالة أو بسبب حدوث بعض التفاعلات الجانبية، تكون جزيئة البوليمر بشكل متفرع ويختلف التفرع من حيث طول الفرع الجانبي وموقعه على سلسلة البوليمر فقد تكون هذه الفروع مرتبة بشكل صليبي على السلسلة الرئيسية أو بشكل مشطي أو سلمي كما هو مبين في الشكل (b 4-2). لهذه التفرعات تأثير كبير على صفات البوليمر الفيزيائية كقابليتها على التبلور ودرجة انصهارها (T_m) ودرجة انتقالها الزجاجية (T_g) وعلى صفاتها الميكانيكية المختلفة. ومن الأمثلة على هذه البوليمرات بولي إيثيلين المنخفض الكثافة (LowDensityPolyethylene) [41].

Cross-linked polymers

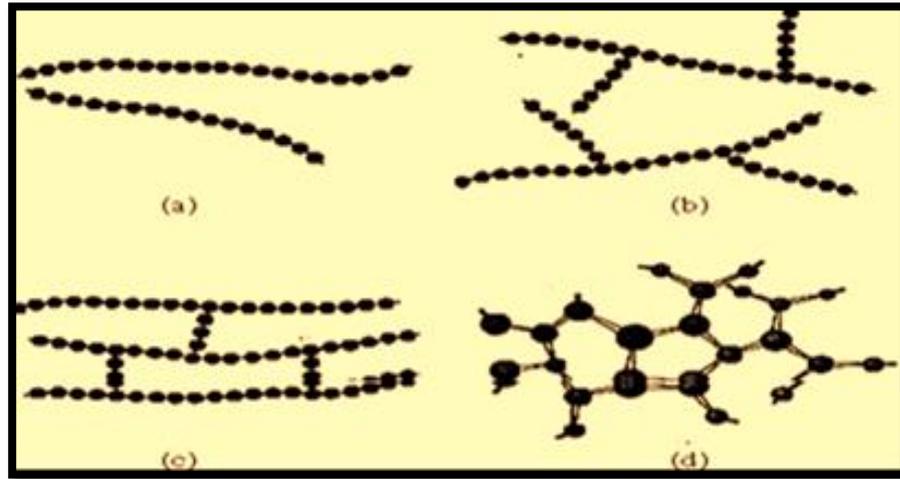
3-2-6-2 البوليمرات المتشابكة

تكون السلاسل البوليميرية في هذا الصنف من البوليمرات متشابكة مع بعضها ومرتبطة مع بعضها بأكثر من موقع واحد كما في الشكل (c 4-2). ان لدرجة التشابك (degree of crosslinking) تأثير كبير على صفات البوليمر الفيزيائية والميكانيكية، حيث بازدياد درجة التشابك تقل الصفات المطاطية وترتفع درجة الانصهار [41].

Network Polymer

4-2-6-2 البوليمر الشبكية

شبكات ثلاثية الأبعاد مصنوعة من طبقات ثلاثية الوظائف. أمثلة: الإيبوكسيات والفينول فورمالدهيد كما في الشكل (d 4-2) [41].



الشكل (2-4) : مخطط لأنواع مختلفة من السلاسل البوليمرية [43].

3-6-2 التصنيف المعتمدة على تجانس البوليمر

Polymer Dependent on Homogeneity of Polymer

تصنف البوليمرات اعتماداً على تجانس الوحدات المتكررة الى :

Homo polymers

1-3-6-2 البوليمرات المتجانسة

وفيها تكون الوحدات البنائية للبوليمر من نوع واحد كما في بولي ثيرفتالات الاثلين Poly ethylene therphethals [43].

Copolymers

2-3-6-2 البوليمرات المشتركة

وفيها تكون الوحدات البنائية للبوليمر أكثر من نوع كما في بوليمر (ستايرين - بيوتادايين) [43].

Composite Polymers

3-3-6-2 البوليمرات المركبة

هي إضافة بعض المواد إلى البوليمرات المتجانسة بغية التغيير في بعض خصائصها وإدخال

صفات جديدة عليها مثل البولي ستايرين (Polystyrene) [43].

Polymer Additives

7-2 الاضافات البوليمرية

معظم خصائص البوليمرات هي خصائص ذاتية -أي، مميزة أو أساسية للبوليمر المحدد. ترتبط بعض هذه الخصائص بالهيكل الجزيئي ويتم التحكم فيها. ومع ذلك فمن الضروري في كثير من الأحيان تعديل الخصائص الميكانيكية والكيميائية والفيزيائية إلى درجة أكبر بكثير مما هو ممكن من خلال التعديل البسيط لهذا التركيب الجزيئي الأساسي. يتم إدخال المواد المضافة لتعزيز أو تعديل العديد من هذه

الخصائص، وبالتالي جعل البوليمر أكثر خدمة. تشمل الإضافات النموذجية مواد الحشو والملدنات والمثبتات والملونات ومثبطات اللهب [44].

Fillers

1-7-2 المائات

تضاف مواد الحشو إلى البوليمرات لتحسين قوة الشد والضغط ومقاومة التآكل والصلابة والأبعاد والاستقرار الحراري وخصائص أخرى. وتشمل المواد المستخدمة كمواد حشو جسيمية دقيقة الخشب (مسحوقاً ناعماً) ودقيق السيليكا والرمل والزجاج والطين ولتالك والحجر الجيري وحتى بعض البوليمرات الاصطناعية. تتراوح أحجام الجسيمات من 10 نانومتر إلى الأبعاد العيانية. يمكن أيضاً تصنيف البوليمرات التي تحتوي على مواد مالئة كمواد مركبة. في كثير من الأحيان تكون مواد الحشو من المواد الرخيصة التي تحل محل بعض حجم البوليمر الأكثر تكلفة، مما يقلل من تكلفة المنتج النهائي [44].

Plasticizers

2-7-2 الملدنات

يمكن تحسين المرونة والليونة والمتانة للبوليمرات بمساعدة المواد المضافة التي تسمى الملدنات. كما يؤدي وجودها إلى انخفاضات في الصلابة والتصلب. تكون الملدنات بصفة عامة سوائل ذات ضغوط بخار منخفض وأوزان جزيئية منخفضة. تشغل جزيئات الملدنات الصغيرة مواقع بين سلاسل البوليمر الكبيرة، مما يزيد فعلياً المسافة البينية مع تقليل الترابط بين الجزيئي الثانوي. تستخدم الملدنات عادة في البوليمرات التي تكون هشة جوهرياً في درجة حرارة الغرفة، مثل بولي (كلوريد الفينيل) وبعض الأسيئات المشتركة. يخفض الملدن درجة حرارة الانتقال الزجاجي، بحيث أنه في الظروف المحيطة يمكن استخدام البوليمرات في التطبيقات التي تتطلب درجة من المرونة والليونة. وتشمل هذه التطبيقات ألواح رقيقة أو أفلاماً وأنايبب ومعاطف مطرية وستائر [45].

Stabilizers

3-7-2 المثبتات

تخضع بعض المواد البوليميرية في ظل الظروف البيئية العادية للتدهور السريع، بصفة عامة من حيث السلامة الميكانيكية. تسمى الإضافات التي تتصدى للعمليات التدريجية المثبتات. وينتج أحد أشكال التدهور الشائعة عن التعرض للضوء [خاصة الإشعاع فوق البنفسجي]. الإشعاع فوق البنفسجي يتفاعل مع ويؤدي إلى قطع بعض الروابط التساهمية على طول السلاسل الجزيئية، والتي قد تؤدي أيضاً إلى بعض التشابك.

هناك طريقتان للحماية من ضرر الأشعة فوق البنفسجية: -

1- إضافة مادة ماصة للأشعة فوق البنفسجية، وغالبا ما تكون طبقة رقيقة على السطح. هذا أساسا بمثابة واقية من الشمس والأشعة فوق البنفسجية قبل أن تتمكن من اختراق وتلف البوليمر.

2- إضافة المواد التي تتفاعل مع الروابط المكسورة بالأشعة فوق البنفسجية قبل أن تتمكن من المشاركة في التفاعلات الأخرى التي تؤدي إلى تلف البوليمر.

نوع آخر من التدهور (deterioration) المهم هو الأكسدة. وهو نتيجة للتفاعل الكيميائي بين الأكسجين [إما كغاز ثنائي الأكسجين (O_2) أو الأوزون (O_3)] وجزيئات البوليمر. إن المثبتات التي تحمي ضد الأكسدة تستهلك الأكسجين قبل وصولها إلى البوليمر، أو تمنع حدوث تفاعلات الأكسدة التي من شأنها أن تضر أكثر بالمواد [44].

Colorants

4-7-2 الصبغات

تمنح الصبغات لوناً محدداً للبوليمر، وهي مركبات كيميائية إما أن تكون على شكل مواد تذوب في البوليمر وبالتالي فهي غير موجودة كجزيئات منفصلة وتسمى (dyes). أو تكون على شكل مواد جسيمية منفصلة ذات حجم حبيبي صغير جدا غير ذائبه في البوليمر تدعى (pigments) [44].

Flame Retardants

5-7-2 مثبتات اللهب

تعتبر قابلية اشتعال المواد البوليمرية مصدر قلق كبير، خاصة في صناعة المنسوجات ولعب الأطفال. معظم البوليمرات قابلة للاشتعال في شكلها النقي. وتشمل الاستثناءات تلك التي تحتوي على محتويات كبيرة من الكلور أو الفلور، مثل بولي فاينيل الكلورايد. مقاومة القابلية للاشتعال يتم تحسينها بواسطة إضافات تسمى مثبتات اللهب. هذه المثبتات قد تعمل من خلال التدخل مع عملية الاحتراق خلال الطور الغازي، أو عن طريق بدء تفاعل احتراق مختلف يولد حرارة أقل، وبالتالي يقلل من درجة الحرارة، هذا يسبب تباطؤ أو وقف الاحتراق [45].

Composite Materials

8-2 المواد المترابطة

يعرف المترابك على انه مادة تنشأ من اتحاد مادتين أو أكثر لكل منهما خواص مختلفة عن الأخرى تجتمعان لتكوين مادة جديدة خواصها تختلف عن خواص كل من المواد المشتركة في تركيبها وذات بنية متماسكة ناتجة من تجانس مادتين مختلفتين من حيث التركيب ويتكون المترابك من عنصرين أساسين هما مادة الأساس أو الوسط (matrix) والمواد المضافة (Additive) [46]. مادة الأساس هي المادة الأكثر كمية والتي تحيط بالمكونات الأخرى وتعمل على تماسك عناصرها وربط الأجزاء معا " لتكوين نظام مترابك [47]. أما المواد المضافة فهي مواد تضاف الى المواد البوليميرية بهدف اكسابها صفات محددة وتحسين بعض الخواص الأخرى وتضاف هذه المواد في صورة حبيبات أو كريات صغيرة ويكون تأثير الإضافات في خواص المواد البوليميرية في تحسين قابلية التوصيل الكهربائي، تخفيض المسامية، المحافظة على ثبات

الإبعاد، رفع مقاومة البوليمر للصدمات تحسين خاصية الاحتكاك والحصول على بعض الخواص المغناطيسية. [49,48].

1-8-2 تصنيف المواد المتراكبة Classification of Composite Materials

ان معظم المواد المتراكبة التي تم تطويرها لحد الان صنعت خصيصا لغرض تحسين الخصائص الفيزيائية مثل القوة (Strength) او المتانة (Toughness) والأداء بدرجات الحرارة المرتفعة، وان امتلاك المواد المتراكبة لخاصية معينة ترجع الى طبيعة المادة الاساس او نوع التدعيم المستعمل [50]، ولذا يمكن تصنيف المواد المتراكبة بحسب طبيعة المادة الاساس او نوع التدعيم المستخدم. احتلت المواد المتراكبة المطاطية باختلاف انواع المطاط مجالا واسعا من مجالات الدراسة والبحث لامتلاك المطاط خواص جيدة وقد تم تحسين الأنواع المختلفة من المطاط الممزوج (Blend Rubber) باستعمال طرق التقوية، مثل الجسيمات (Particles) والألياف لتكوين مواد مركبة مطاطية تحسن من الخواص الديناميكية. [52,51]، حيث تندمج مع بعضها بشكل مكتمل وتتكون من:

1-المادة الاساس "Matrix Material"

2-مادة التقوية "Reinforcement Material"

لا تعد عملية تحويل البوليمرات العملية الوحيدة التي تؤدي الى تغير صفات البوليمر ففي حالات كثيرة يمكن الوصول الى النتائج نفسها بطرق أسهل وأكثر فاعلية واقتصادية، وذلك بمزج البوليمرات مع بوليمرات أخرى أو مواد أخر. وتعتمد الخواص الجديدة على الحالة الفيزيائية وطبيعة البوليمر الأصلي والمادة الممزوجة معه، كما تعتمد على نسبة المزج وطبيعة التداخل بين المادتين وظروف التشكيل التي يمر بها المتراكب النهائي. ويمكن أن تكون المادة الممزوجة مع بوليمر أو سيراميك أو معدن، ولهذا السبب فان مزج البوليمر مع مواد أخر يوفر مدى واسع من التراكيب الجديدة. يسمى الطور المستمر في المادة المتراكبة بـ (Continuous Phase) بالأساس او (Matrix) بينما الطور المتوزع (distribution phase) يسمى بالمقوي او مادة الحشو (Reinforcement or filler) [53,54,55]

وهناك ثلاث خواص تحدد صفات المادة المركبة وهي مادة الحشو (Filler) والمادة الاساس (Matrix) والتفاعل الحاصل فيما بينهما (Interaction) [56].

2-8-2 طبيعة المادة الاساس

وفقا للمادة الاساس يمكن تصنيف المواد المركبة الى ثلاثة انواع:

1-2-8-2 المواد المتراكبة ذات الأساس المعدني Metal Matrix Composite (MMCs)

تصنع المواد المتراكبة ذات الاساس المعدني بعدة طرائق منها رش البلازما للمادة الاساس على طبقات الألياف المناسبة. وبواسطة صهر المادة الاساس ومزجها بطور التدعيم واستعمال الاساس المعدني بشكل مسحوق ومزجه مع طور التدعيم ومن ثم كبسهما وتليدهما معا، والطلاء الكهربائي لطور التدعيم بواسطة المادة الاساس وطرائق اخرى. وتمتاز بكونها ذات كفاءة جيدة عند درجات الحرارة العالية ولها مقاومة قص وانضغاطية عالية ينتج من قوة ومتانة المادة الاساس وارتباط السطح البيني الجيد، ومن الأمثلة على هذه المتراكبات استعمال ألياف البورون في أساس من الالمنيوم وألياف الكربون في أساس من المغنيسيوم [57,58].

2-2-8-2 المواد المتراكبة ذات الأساس السيراميكي Ceramic Matrix Composite (CMCs)

وقد كانت هذه المتراكبات تستعمل لزمان طويل بشكل الكونكريت المدعم وبفعل مقاومة الشد الواطئة لهذه المتراكبات فان استعمالها يكون محدود على التراكيب الخاضعة لحمل الانضغاط ولكون السيراميك جيدا بمقاومته للتأكسد عند درجات الحرارة العالية وبمقاومته للزحف ولذلك تم السيطرة على تصرفها الهش [59]. فان هذه المواد تكون مناسبة بصورة ممتازة للاستخدام في الأجزاء المعرضة للحرارة في توربينات الطائرات ومن الأمثلة على هذا النوع من المتراكبات هي متراكبات نتريد السيلكون (Si_3Ni_4) المدعم بكاربيد السيلكون (SiC) [60].

3-2-8-2 المواد المتراكبة ذات الأساس من البوليمر Polymer Matrix Composite (PMCs)

تعتبر المواد المتراكبة من المواد الشائعة حيث ان البوليمر يعد مادة أساس يحتوي على المواد المائنة مثل الكربون الاسود اما المادة الاساس ممكن ان تكون من ثرموسيت، ثرموبلاستيك، الاستومير، وتعد هذه المواد أفضل الأنواع وذلك لما تتمتع به من صفات ميكانيكية عالية نسبة الى الكثافة فضلا عن سهولة تصنيعها [61]. حيث تعد المواد المتراكبة ذات الاساس البوليمري واحده من أكثر انواع المواد المتراكبة شيوعا، فقد زاد الاهتمام بهذه المواد بشكل كبير في الآونة الأخيرة، اذ استعملت في تطبيقات كثيرة ابتداءا من تصنيع القوالب، وأجزاء الطائرات وذلك لما تتمتع به من خفة الوزن والمتانة العالية التي قادت الى الحصول على مواد متراكبة مثالية كلفتها قليلة واستهلاكها للطاقة قليل، ونتيجة لذلك فقد اكتسبت الراتنجات شهرة واسعة كمادة حديثة تدخل في الصناعة، وعدة بدائل للمواد التقليدية وسبائكها في العديد من الاستعمالات [62,63]. ولكون البوليمرات تمتاز بأنها منخفضة الكثافة ولكنها تفقر الى القوة والمتانة ولذلك يتم اضافة بعض المكونات

الآخري الى البوليمر المتجانس وتكوين البوليمرات المترابطة بغية تغير بعض خواصه وإدخال صفات جديدة عليها ومنها [64]

1. زيادة صلابة (Stiffness) البوليمر وقوته (Strength) وثبات أبعاده.
2. تحسين خاصية الشد والمرونة.
3. رفع درجة حرارة التشوه (Distortion Temperature).
4. تقليل نفاذية البوليمر للغازات والسوائل.
5. تقليل كلفة المترابك.

وان أسباب التوسع في استخدام المترابكات ذات الأساس البوليمري الى عدة أسباب أهمها [65].

1. إمكانية تشكيلها بأشكال وإحجام مختلفة.
2. مقاومتها للتآكل.
3. خفيفة الوزن وذات متانة عالية.
4. عازلة جيدة للكهربائية.
5. توهين الموجات الراديوية والميكروية

ان صفات المواد المترابطة ذات الأساس البوليمري تحددها صفات المكونات المضافة للبوليمر وطبيعة دقائقها وطبيعة التداخل الفيزيائي بين البوليمر والمواد المضافة والنسبة المئوية الوزنية للمواد المضافة التي تلعب دورا كبيرا في تحديد الخواص الميكانيكية للمواد المترابطة البوليميرية [66,67].

Nanomaterials

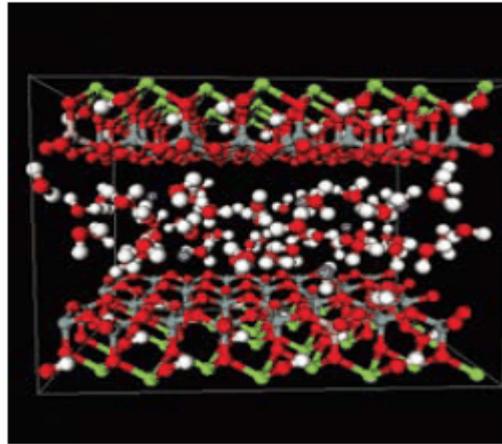
9-2 المواد النانوية:

هي مواد يكون واحد من ابعادها او أكثر أقل من (100nm) ولديها خصائص فردية من نوعها باختلاف حجم المواد ويمكن تطبيق هذه الخصائص في مختلف المجالات مثل نانو الالكترونيات والمستحضرات الدوائية ومستحضرات التجميل وقد تم دراسة العديد من الطرق لتحضير التراكيب النانوية التي تشمل استئصال بالليزر وترسب الأبخرة الكيميائية او التركيب الكيميائي للأبخرة [68]. والمواد النانوية يمكن تصنيفها حسب ابعادها المختلفة (x-y-z) ووفقاً لشكلها وتكوينها التصنيفات الأكثر استخداماً هي (0D) مثل (quantumdot) (1D) مثل (الانابيب النانوية - اسلاك النانوية) (2D) مثل (الاعشية النانوية) (3D) مثل مواد حجمه تتكون بواسطة الجسيمات النانوية [69] وهناك عدة اشكال للانابيب النانوية مستقيمة ولولبية ومتعرجة ومخرطية وهذه الانابيب لها خصائص غير عادية من حيث القوة والصلابة والتوصيلية الكهربائية [69].

Nanomaterials

1-9-2 المركبات النانوية

هي مادة صلبة متعددة الأطوار حيث يكون أحد المكونات بأبعاد أقل من (100) نانومتر، ان استخدام (Nanocomposite) ذات الأبعاد النانومترية لتكوين مواد جديدة ذات مرونة غير مسبوقه وتحسين خصائصها الفيزيائية [70]. توجد مركبات نانوية في الطبيعة مثل العظام. [71] التحقيق في أصل عمق اللون ومقاومة الأحماض والتآكل الحيوي للطلاء الأزرق، وعزو ذلك إلى آلية جسيمات متناهية الصغر. منذ منتصف خمسينيات القرن العشرين، تم استخدام الأواني العضوية النانوية للتحكم في تدفق محاليل البوليمر (على سبيل المثال، كمرشحات طلاء) [72]. يمكن أن تتكون مادة التقوية النانوية من جزيئات (مثل المعادن)، أو ألياف (مثل أنابيب الكربون النانوية أو الألياف الكهربية) [73]. عندما تكون المادة المضافة بالمقياس النانوي يمكن أن يكون لها تأثير ملحوظ على الخواص المجهرية للمركب، مثل إضافة أنابيب الكربون النانوية يحسن التوصيل الكهربائي والحراري، قد تؤدي أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص البصرية، وخواص العزل الكهربائي، ومقاومة الحرارة أو الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة، والقوة، ومقاومة التلف. وتكون المتراكبات النانوية على عدة أنواع حسب نوع مادة التقوية والتي هي المتراكبات النانوية السيراميكية، والمتراكبات النانوية المعدنية، والمتراكبات النانوية البوليمرية [74]. تصنع المواد النانوية بعدة اشكال هي: (Graphen Nanoparticles، Nanoballs، Fullerene quantum dots) Nanofibres, Nanowires, [75]. يمكن أن يشمل هذا التعريف الوسائط المسامية والغرويات والمواد الهلامية والبوليمرات المشتركة، ولكن ما يكون الجمع بين خليط صلب وطور نانوي الأبعاد، سنلاحظ اختلاف في الخصائص الميكانيكية والكهربائية والحرارية والبصرية والكهروكيميائية والحفزية للمركب النانوي عن المواد المكونة لها [76]. الشكل (2-5) يوضح متراكب نانوي.



الشكل (2-5): متراكب نانوي [77].

Optical properties

10-2 الخواص البصرية

يمكن تعريف الخصائص البصرية على أنها التفاعل بين الضوء أو الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة التي تشمل انعكاس وتأثيرات التشتت. الامتصاص والاستقطاب، إلخ. [78]. تهدف دراسة الخصائص البصرية للمواد البوليمرية إلى زيادة المعرفة بجودة البنية الداخلية للبوليمر وطبيعة الروابط، وكذلك توسيع أفق مجالات التطبيق الممكنة. يتم وصف الخصائص البصرية بشكل شائع باستخدام تقنيات التحليل الطيفي بما في ذلك التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية والتألق الضوئي، وكلاهما يعطي معلومات حول التركيب الإلكتروني للجسيمات النانوية. توفر التقنيات البصرية ذات الصلة، مثل (Raman NIR) ، معلومات حول التركيب البلوري مثل الفونون أو الترددات الاهتزازية والمراحل البلورية [79]. تمثل الخواص البصرية أحد العوامل الرئيسية في نتائجه، والتي استندت إلى الكثير من التحليلات حول طبيعة التركيب الذري للمادة أو تأثير مادة امتصاص فوتونات الضوء في حدوث انتقال إلكتروني. ضمن حزم التثبيت. يوضح هذا تركيب حزم الطاقة وكذلك فجوة الطاقة سواء بشكل مباشر أو غير مباشر. أن يتم تزويدها بمعلومات عن طبيعة ثوابت التغيير المرئية مثل معامل الامتصاص ومعامل الانكسار ومعامل الانقراض وغيرها [80]. وبالتالي يتم حجب الخصائص البصرية للبوليمر الأساسي. من ناحية أخرى، وضوح النقل البصري للعديد من البوليمرات وحقيقة أنها عديمة اللون تقريباً، إلى جانب كثافتها المنخفضة وخصائصها الميكانيكية الممتازة. هذه هي أسباب استخدامها لاستبدال الزجاج في العديد من التطبيقات [81]. توفر البوليمرات مزايا ملحوظة في التطبيقات البصرية مقارنة بالزجاج غير العضوي الشائع، خاصة فيما يتعلق بخفة وزنها وتأثيرها ومقاومتها للكسر. على سبيل المثال، تؤدي المواد البوليمرية إلى ظهور تصميمات بصرية مفيدة مثل المرشحات، والموجهات الموجية للطلاء المضاد للانعكاس، وعواكس Bragg (أي المرايا عالية الجودة). معظم البوليمرات متناحية الخواص بسبب هيكلها غير المتبلورة. لذلك، لا تُظهر معظم البوليمرات مؤشرات انكسار تعتمد على الزاوية. ومع ذلك، فإن القليل من البوليمرات تكون متبلورة وتظهر خصائص ثنائية الانكسار مثل بولي (إيثيلين)، بولي (كلوريد فينيلدين)، بولي (أميد)، سليولوز وبعض مشتقاته، مطاط بلوري وبولي (رباعي فلورو إيثيلين) [82].

Absorbance (A)

1-10-2 الامتصاصية

يمكن تعريف الامتصاصية (A) بأنها النسبة بين شدة الضوء الممتص (I_A) إلى شدة الضوء

الساقط (I_0) [83].

$$A = I_A / I_0$$

..... (1-2)

Transmission (T)

2-10-2 النفاذية

تعرف بأنها النسبة بين شدة الأشعة النافذة (I_T) خلال الغشاء إلى شدة الأشعة الساقطة (I_0) عليه كما في العلاقة الآتية [84]:

$$T = I_T / I_0 \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

Fundamental Absorption Edge

3- 10-2 حافة الامتصاص الأساسية

هي الزيادة السريعة في الامتصاص عندما تكون طاقة الإشعاع الممتصة مساوية تقريباً لفجوة الطاقة، لذا فإن حافة الامتصاص الأساسية تمثل اقل فرق في الطاقة بين أعلى نقطة في حزمة التكافؤ وأوطأ نقطة في حزمة التوصيل [85]، وتقسّم مناطق الامتصاص الى ثلاث مناطق وهي:

High Absorption Region

1-3- 10-2 منطقة الامتصاص العالي

يكون مقدار الامتصاص في هذه المنطقة ($\alpha \geq 10^4 \text{ cm}^{-1}$) بذلك تكون طبيعة الانتقالات الالكترونية هنا مباشرة [86]. ويمكن من خلال هذه المنطقة التعرف على فجوة الطاقة البصرية المحظورة (E_g^{opt})، كما هو موضح في الجزء (A) من الشكل (6-2) إذ تأخذ العلاقة الشكل الآتي [87]:

$$\alpha \text{ } h\nu = b(h\nu - E_g^{opt})^r \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

إذ إن $h\nu$ طاقة الفوتون، b ثابت التناسب، E_g^{opt} فجوة الطاقة البصرية.

Exponential Region

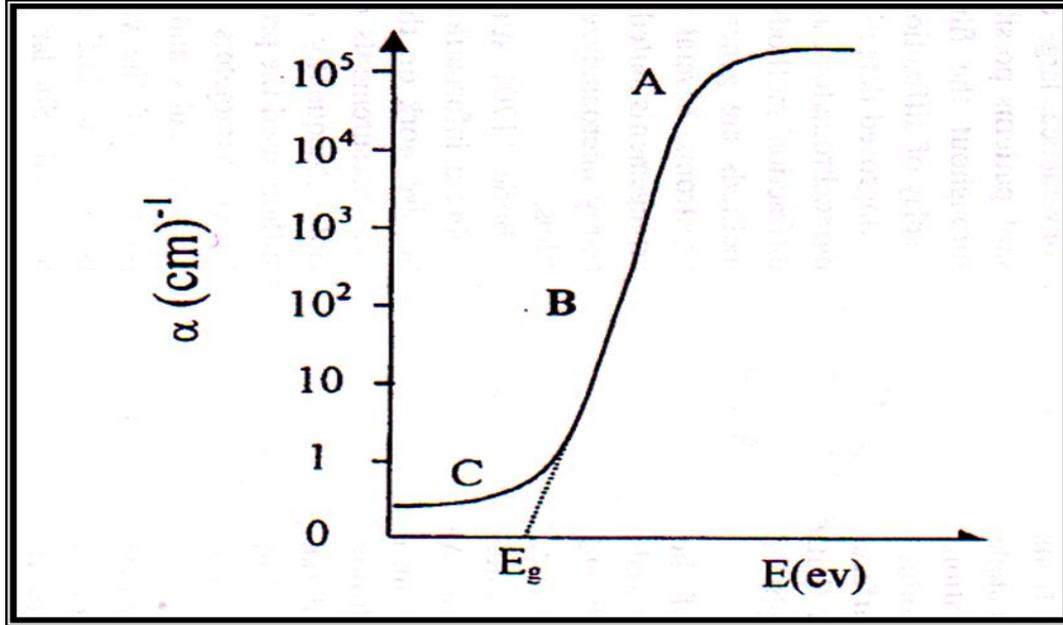
2-3- 10-2 المنطقة الاسية

تتراوح قيمة معامل الامتصاص في هذه المنطقة بين $1 < \alpha < 10^4 \text{ cm}^{-1}$. إذ يوضح هذه المنطقة الجزء (B) من الشكل (6-2)، وتمثل الانتقالات بين المستويات الممتدة في حزمة التكافؤ الى المستويات الموضعية في حزمة التوصيل وكذلك من المستويات الموضعية في قمة حزمة التكافؤ الى المستويات الممتدة في قعر حزمة التوصيل [88].

Low Absorption Region

3-3- 10-2 منطقة الامتصاص الواطي

إن الانتقالات بين الأنطقه هنا تعزى الى كثافة الحالات داخل الفسحة الحركية الناتجة عن العيوب التركيبية كما هو موضح في الجزء (C) من الشكل (6-2) إذ يكون معامل الامتصاص في هذه المنطقة صغيراً جداً ($\alpha < 1 \text{ cm}^{-1}$) [89].



الشكل (6-2): حافة الامتصاص ومناطق الامتصاص الرئيسية [89].

Electronic Transitions

4-10-2 الانتقالات الإلكترونية

تقسم الانتقالات الإلكترونية إلى نوعين:

Direct Transitions

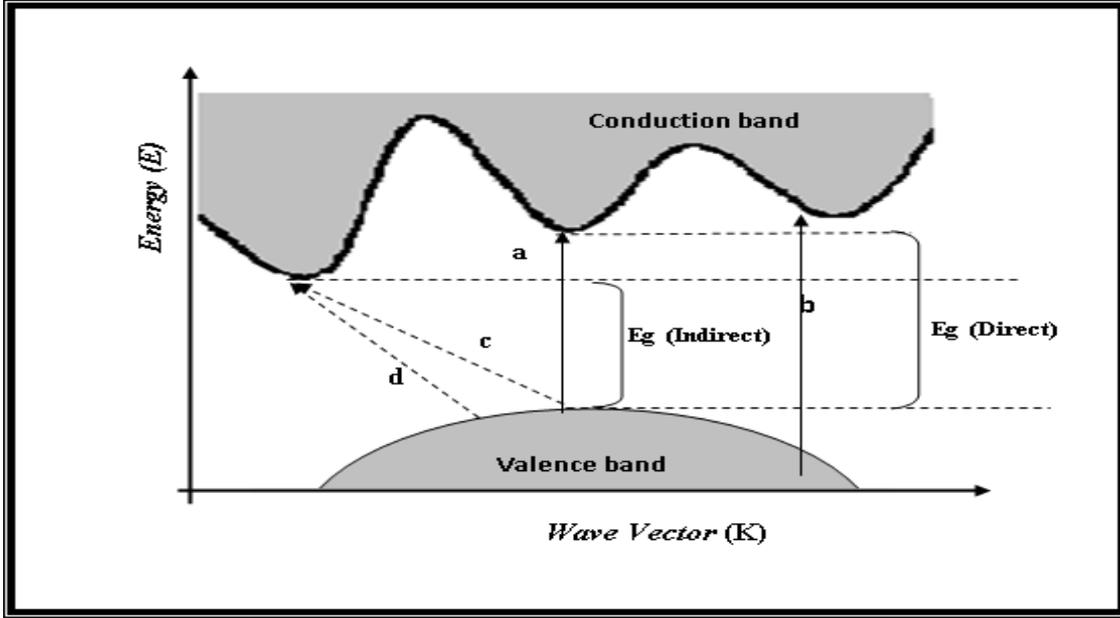
1- 4-10-2 الانتقالات المباشرة

هذا النوع يحدث من دون تغير ملحوظ في الزخم ويكون فيها قعر حزمة التوصيل وقمة حزمة التكافؤ عند النقطة نفسها في فضاء K ($\Delta K=0$) ، وفي هذه الحالة سيطهر الامتصاص عند ($h\nu=E_g$)، وهناك نوعان من الانتقالات المباشرة، فعند حدوث الانتقال بين أعلى وأوطأ نقطة لحزمتي التكافؤ والتوصيل على التوالي فإنه يسمى الانتقال المباشر المسموح (Direct Allowed Transition)، أما عند حدوث الانتقالات بين النقاط المجاورة لأعلى وأوطأ نقطة فإنه يسمى الانتقال المباشر الممنوع (Direct Forbidden Transition). ومعامل الامتصاص لهذا النوع من الانتقالات يمكن حسابه بالمعادلة التالية [90]:

$$(\alpha hu) = b (hu - E_g)^r \quad \dots\dots\dots (4-2)$$

b ثابت يعتمد على نوع المادة.

فإذا كان ($r=1/2$) يكون الانتقال مباشراً مسموحاً، أما إذا كان ($r=3/2$) فإن الانتقال يكون مباشراً ممنوعاً، كما هو في الشكل (7-2).



شكل (7-2): الأنتقالات الألكترونية: (a) الانتقال المباشر المسموح (b) الانتقال المباشر الممنوع (c) الانتقال غير المباشر المسموح (d) الانتقال غير المباشر الممنوع [90].

Indirect Transitions

2-4-10-2 الانتقالات غير المباشرة

وهذه الانتقالات تحدث بمساعدة الفونون من اجل حفظ الزخم (Conservation of Momentum) الناتج عن تغير متجه الموجة (Wave Vector) للإلكترون. في هذا النوع من الانتقالات يكون قعر حزمة التوصيل وقمة حزمة التكافؤ في مناطق مختلفة من الفضاء (K)، وهناك نوعان من الانتقالات غير المباشرة، فعندما تكون الانتقالات بين أعلى نقطة في حزمة التكافؤ وأوطأ نقطة من حزمة التوصيل الموجودة في مناطق مختلفة من الفضاء (K) فإنه يسمى الانتقال غير المباشر المسموح، أما إذا كان الانتقال بين نقاط مجاورة لأعلى وأوطأ نقطة في حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل فإنه يسمى الانتقال غير المباشر الممنوع كما هو في الشكل (7-2) [90].

ومعامل الامتصاص لهذا النوع من الانتقالات يمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية [91]:

$$\alpha_{hu} = b (hu - E_g \pm E_{ph})^2 \dots\dots\dots (5-2)$$

حيث ان α تساوي (2) في الانتقالات غير المباشرة المسموحة، وتساوي (3) في الانتقالات غير المباشرة الممنوعة. E_{ph} طاقة الفونون المساعد. (+) امتصاص الفونون و (-) انبعاث الفونون.

Optical Constants

5-10-2 الثوابت البصرية

Absorption Coefficient (α)

1-5-10-2 معامل الإمتصاص

ان معامل الإمتصاص يمكن تعريفه بأنه نسبة التناقص في فيض طاقة الإشعاع الساقط بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه إنتشار الموجة داخل الوسط، ويعتمد معامل الإمتصاص على طاقة الفوتون ($h\nu$) وعلى خصائص المادة، من حيث نوع الإنتقالات الإلكترونية وفجوة الطاقة. وان معامل الامتصاص يعطي بالعلاقة التالية [92]:

$$\alpha = (2.303 A) / t_t \dots\dots\dots (6-2).$$

حيث ان t_t هو السمك

Refractive Index (n)

2-5-10-2 معامل الانكسار

ان معامل الانكسار هو أحد الصفات البصرية المهمة التي يتصف بها الوسط البصري و يعرف بأنه النسبة بين سرعة الضوء (c) في الفراغ إلى سرعته (v) في أي وسط معين ولطول موجي معين، ويعطى بالمعادلة الآتية [93]:

$$n = \frac{c}{v} \dots\dots\dots (7-2)$$

أن معامل الانكسار عدد مجرد وقيمه أكثر من الواحد ويتناسب طردياً مع كثافة الوسط ويعتمد على درجة الحرارة [94]. كذلك يعتمد معامل انكسار البوليمرات بصورة رئيسة على طول سلسلة البوليمر والتركيب الجزيئي للبوليمر والطول الموجي الساقط على المادة [95].

ومعامل الانكسار يعتمد على قيم الإنعكاسية حسب العلاقة الآتية [96]:

$$n = \left[\frac{(1+R)^2}{(1-R)^2} - (k^2 + 1) \right]^{1/2} - \frac{(R+1)}{(R-1)} \dots\dots\dots (8-2)$$

حيث تمثل (n) معامل الإنكسار، (R) تمثل الإنعكاسية، (k) معامل الخمود.

Extinction Coefficient (k_0)

3-5-10-2 معامل الخمود

إن معامل الخمود يمثل الخمود الحاصل في الموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة، ويمكن تعريف معامل الخمود بأنه مقدار الفقدان النسبي في الطاقة الذي تعانیه الموجة الكهرومغناطيسية عند مرورها خلال المادة [97]. ان الجزء الخيالي من معامل الانكسار المعقد (Complex Refractive Index-n) يسمى بمعامل الخمود، كما هو موضح بالمعادلة الآتية [97].

$$N=c/v = n - i k_0 \quad \dots\dots\dots (9-2)$$

إذ (n): الجزء الحقيقي من معامل الانكسار. يمكن حساب معامل الخمود باستخدام المعادلة الآتية [97]:

$$k_0 = \alpha\lambda / 4\pi \quad \dots\dots\dots (10-2)$$

حيث (λ): الطول الموجي للشعاع الساقط.

Dielectric Constant

4-5-10-2 ثابت العزل الكهربائي

يقصد بثابت العزل (ε) هو مقياس لمقدار عازلية المادة ويمكن حساب ثابت العزل من خلال معامل الانكسار، وعند الترددات البصرية التي تتمثل بالموجات الضوئية يكون الاستقطاب الالكتروني هو السائد. يمكن حساب ثابت العزل الحقيقي وثابت العزل الخيالي من خلال المعادلات الآتية [98]:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - i\varepsilon_2 \quad \dots\dots\dots (11-2)$$

$$\varepsilon = (n^*)^2 \quad \dots\dots\dots(12-2)$$

$$(n - ik_0)^2 = \varepsilon_1 - i\varepsilon_2 \quad \dots\dots\dots (13-2)$$

$$\varepsilon = (n^2 - k_0^2) - i(2nk_0) \quad \dots\dots\dots(14-2)$$

من خلال معادلة (13-2) و (14-2) يمكن كتابة ثابت العزل الحقيقي والخيالي بالشكل الآتي:

$$\varepsilon_1 = (n^2 - K_0^2) \quad \dots\dots\dots (15-2)$$

$$\varepsilon_2 = (2nK_0) \quad \dots\dots\dots (16-2)$$

ε₁ ثابت العزل الحقيقي ، ε₂ ثابت العزل الخيالي.

Conductivity Optical(σ_{op})

4-5-10-2 التوصيلية البصرية

لوحظ أن الموصلية الضوئية تحدث عندما يسقط ضوء على مادة ذات توصيلية ضعيفة (مثل عازل أو شبه موصل)، وتكون طاقة الفوتون عالية بما يكفي لإثارة إلكترون من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل. في مثل هذه الحالات، يساهم كل من الإلكترون والفجوة في التوصيل الكهربائي إذا تم تطبيق الجهد عبر العينة، وبما أن الحد الأدنى للموصلية الضوئية يحدث عندما $h\omega = E_g$ ، فيمكن استخدام قياس الموصلية الضوئية لتحديد فجوة الطاقة بالنسبة للمواد غير الموصلة. غالبًا ما تكون الموصلية الضوئية هي المفهوم المستخدم لتصميم أجهزة الكشف البصرية العملي [99].

ان التوصيلية البصرية يتم ايجادها من خلال العلاقة الاتية وتقاس بوحدة (1/s) [100]:

$$\sigma_{op} = \alpha n c / 4\pi \dots\dots\dots (17-2)$$

Introduction

3-1 المقدمة

يتضمن هذا الفصل شرح مرحلة تحضير نماذج المتراكبات النانوية مع وصف عام للمواد المستخدمة في تحضير النماذج و مراحل إجراء القياسات و الفحوصات من أجل معرفة تأثير خلط البوليمرات مع بعضها بالإضافة الى تأثير إضافة ثنائي اوكسيد السيلكون في الخصائص البصرية مع وصف عام للأجهزة المستخدمة والمواد المستخدمة في مرحلتي التحضير والقياس.

Materials used

3-2 المواد المستخدمة

Poly ethylene oxid (PEO)

3-2-1 اوكسيد البولي اثيلين:

وهو من البوليمرات ذات الكتلة الجزيئية أكبر من 20000 gm/mol ويمتلك الصيغة الجزيئية $(HO-(CH_2CH_2O)_n H)$ [101] ، ويصنف البولي اثيلين اوكسايد من البوليمرات الخطية التي ترتبط ذراتها بسلاسل خطية مفردة [102] ، اما مميزاته فيمتاز بأنه يذوب في الماء والايثانول ويمتلك درجة انصهار $(48-58^{\circ}C)$ [103]. اما كثافته فهي في المدى $(1.1-1.2)gm/cm^3$ ، ويكون على شكل صلب ابيض رائحته معتدلة ويمتلك ضغط بخار منخفض جدا وبزيادة الوزن الجزيئي ينخفض ضغط البخار ويمتاز بأنه مستقر في الظروف الاعتيادية للاستخدام والخرن كما انه يمتلك قابلية ذوبان ممتازة واستقرار حراري جيد [104]. كما معروف عن اوكسيد البولي اثيلين ان خصائصه الميكانيكية ضعيفة نسبيا لذلك يتم تقويته بأنواع مختلفة من مواد التقوية لتغير الصلادة hardness والمتانة toughness ومتانة الكسر fracture toughness [105]. يمتاز بقابليته على الانحلال وتكوين الجذور الحرة والتي تؤدي الى تكوين الربط التشابكي (cross-link) والذي يؤدي بدوره الى تحويل البوليمير من الحالة الشفافة الى الحالة المعتمة بسبب تكون المناطق البلورية [106]. تتأثر خواصه الاخرى مثل اللزوجة (viscosity) والكثافة (density) وزمن الانسياب (flow time) بالإشعاع وخاصة الأشعة فوق البنفسجية (UV radiation) ذات الطول الموجي القصير والطاقة العالية والتسخين بدرجة حرارة معينة بسبب ان هذه المواد تتحمل جزءا من الاجهاد المسلط عليها بواسطة الاشعاع او التسخين [107]. ينتج PEO بطرق اخرى باستعمال عوامل مساعدة مختلفة ومن اهم هذه الطرق طريقة هالكون (Halcon process) وطريقة تايجن (Teijin process) وطريقة ديوبونت [108].

Polyacrylamide (PAAm)

3-2-2 بولي اكريل امايد

هو بوليمر قابل للذوبان بالماء ووزنه الجزيئي $(5 \times 10^6 g/mol)$. وهو على شكل مسحوق ابيض اللون غير سام لان نسبة النتروجين فيه 19.7% أما نسبة مجاميع الهيدروكسيل فهي 3.6% وهذه النسبة تمنح البوليمر تقنية بخواص متعددة الأقطاب [109] ولزوجته البولي اكريل امايد متغيرة حسب الوزن الجزيئي وطريقة القياس .

Polyvinylpyrrolidone

3-2-3 بولي فينيل بيروليديون

بولي فينيل بيروليديون Polyvinylpyrrolidone، وأختصاراً بالـ PVP، أو بوفيدون وهو عبارة عن مسحوق أو رقائق بيضاء أو بيضاء مصفرة، مسترطب، سهل الانحلال في الماء والإيثانول والميثانول، وضعيف الانحلال في الأسيتون [110].

تمتاز الأنواع المختلفة من البوفيدون بلزوجتها العالية في المحاليل

بودرة: بيضاء مائلة للصفرة منقشرة، عديمة الرائحة

الانحلالية : ينحل بالماء لغاية 60%، ينحل بحرية بالمحلات العضوية، ينحل بالميتانول و الإيثانول و الكلوروفورم، و لا ينحل بالايتر

الحفظ: من الممكن أن يتم تخزينه في الشروط العادية من دون أن يتفكك أو يتخرب، لكن مسحوقه مسترطب لذلك يجب تخزينه في عبوات محكمة لإغلاق، [111] في أماكن باردة وجافة، فيما يلي بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية الموضحة في الجدول (3-1).

جدول (3-1): يوضح الخواص الفيزيائية والكيميائية بولي فينيل بيروليديون [111]

الخواص الفيزيائية والكيميائية	
الصيغة الجزيئية	$(C_6H_9NO)_n$
الكتلة المولية	$2.500 - 2.500.000 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
المظهر	white to light yellow, hygroscopic, amorphous powder
الكثافة	1.2 g/cm^3

Silicon Dioxide (SiO₂)

3-2-4 ثنائي أكسيد السيليكون

ثنائي أكسيد السيليكون مادة بلورية صلبة وعديمة اللون. لا تتفاعل ثاني أكسيد السيليكون بالماء ومقاوم للأحماض. الصيغة الجزيئية للمادة هي SiO₂. يتفاعل أكسيد السيليكون، وهو عضو في مجموعة أكاسيد تكوين الزجاج الحمضية، مع زيادة درجة الحرارة مع القلويات والأكاسيد الأساسية، القابلة للذوبان في حمض الهيدروفلوريك، [112] إلى تشكيل اندماج عصر الصوت، أي الزجاج هو عزل ممتاز. فيما يلي بعض الخصائص الرئيسية الموضحة في الجدول (3-2)

جدول (3-2): يوضح بعض الخواص الرئيسية لثنائي أوكسيد السيليكون [112]

الخصائص الرئيسية	
2634 kg/m ³	الجسيمات النانوية SiO ₂ شفافة وكثافتها
.60.0843 g/mol	الكتلة المولية من SiO ₂
1986 K	نقطة الانصهار
2503 K	نقطة الغليان
الكوارتز، cristobalite أو تريديميت.	هيكلها البلوري

Preparation of composites

3-3 تحضير المتراكبات

3-3-1 تحضير الخلائط البوليمرية النانوية:

اذيب بوليمر اوكسيد البولي اثلين لأربعة عينات وبمقدار (0.5 g) لكل عينه في 50 ml من الماء المقطر وبدرجة حرارة 70 درجة سيليزية ثم دورت باستخدام جهاز التدوير المغناطيسي لمدة 60 دقيقة ثم تركه فتره زمنييه نصف ساعه لغرض الوصول المذاب الى درجة حرارة الغرفة واضافه البوليمرات كما موضح في الجدول ادناه وتركه فتره زمنييه نصف ساعه على جهاز التدوير المغناطيسي. ثم تم اضافة ثنائي اوكسيد السيلكون النانوي الى المتراكب البوليمري كما موضح في الجدول (3-3)

الجدول (3-3): النسب الوزنية لأغشية المتراكبات النانوية.

	PEO	PAAm	PVP	SiO ₂
تراكيز المتراكبات النانوية	0.5	0.1	0.4	0
	0.5	0.12	0.35	0.03
	0.5	0.15	0.3	0.05
	0.5	0.13	0.25	0.07

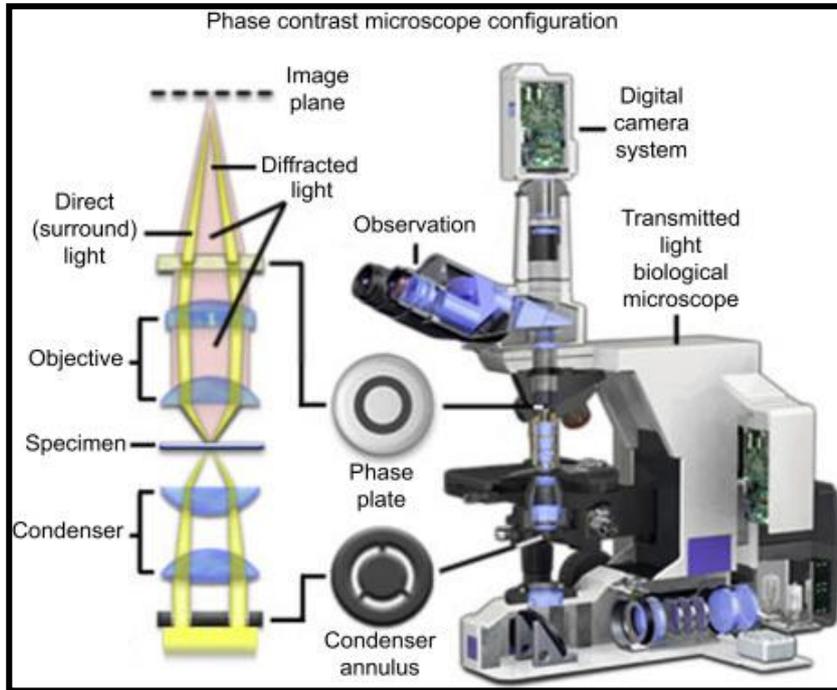
إذ تم استخدام جهاز (Stirrer Magnitic) لمدة 1 ساعة في تمت عملية الخلط للحصول على محلول أكثر تجانساً بعد ذلك يبرد المحلول الى درجة حرارة الغرفة. ثم استخدمت طريقة الصب (Casting Method) لتحضير اغشية من هذه الخلائط إذ صبت كل واحدة من هذه النسب على طبق من الزجاج (Petri dish) ذات قطر (5cm) الموضوع على سطح أفقي بعد موازنته بوساطة ميزان تسوية بعد أن تم تنظيفها جيداً لعدة مرات بالماء المقطر والاسيتون ثم تركت لتجف في درجة حرارة الغرفة ولمدة سبعة أيام بعد ذلك أخرجت وقطعت الى قطع مناسبة للقياس، قيس السمك باستخدام (مايكروميتر رقمي).

4-3 الاجهزة والقياسات المختبرية

Optical Microscope

1-4-3 المجهر الضوئي

من اجل معرفة مقدار تجانس الخلائط البوليميرية PEO-PVP-PAAm ومقدار انتشارالمادة النانوية SiO_2 تم اجراء اختبار للعينات بتركيز مختلفة من المادة المضافة باستخدام المجهر الضوئي الذي جهز من قبل (Olympus) من نوع Nikon-73346 كما مبين في الشكل (1-3)، والذي يحتوي على آلة تصوير ذات شدة خفيفة مسيطر عليها آليا. تحت قوة تكبير (X40 او X100) والموجود في جامعة بابل/ كلية التربية للعلوم الصرفة- قسم الفيزياء.

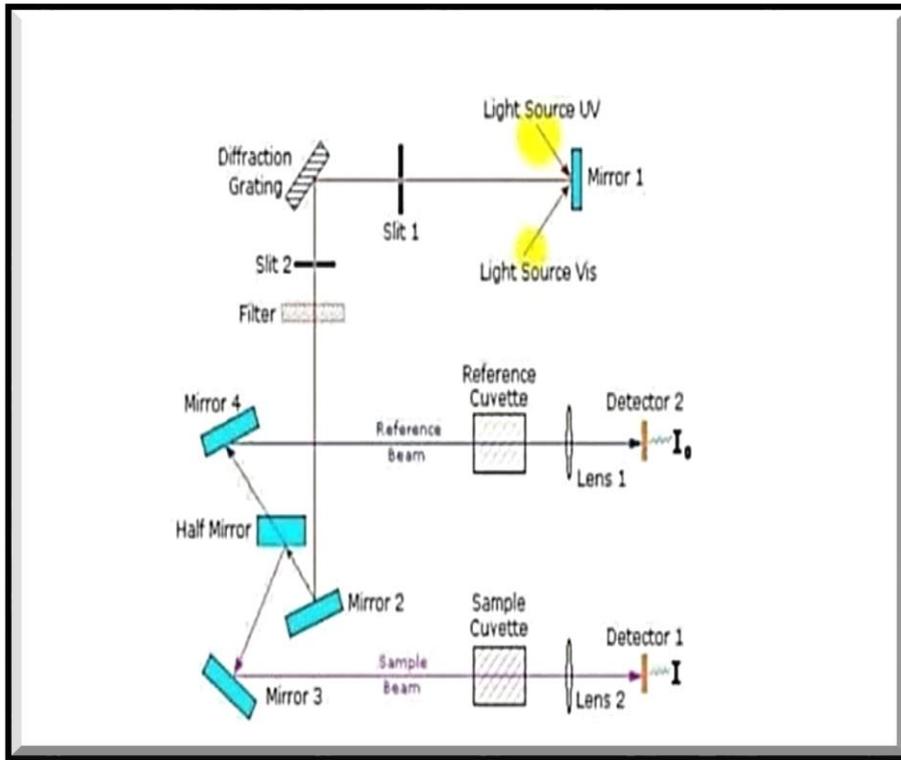


الشكل (1-3): صورة لجهاز المجهر الضوئي [119].

Spectrophotometer

1-4-3 جهاز قياس الخواص البصرية

تم تسجيل طيف الامتصاصية للمترابكات البوليميرية (PEO-PVP-PAAm) المحضرة باستخدام جهاز (UV-Spectrophotometer model UV-1800) والمصنع من قبل شركة (Shimadzo) عند درجة حرارة الغرفة ولمدى من الأطوال الموجية (190-1100) nm كما هو مبين في الشكل (2-3)، ومن نتائج طيف الامتصاصية تم حساب النفاذية وفجوة الطاقة ومعامل الامتصاص وبقية الثوابت البصرية، وقد أجريت القياسات في (كلية التربية للعلوم الصرفة-جامعة بابل)



الشكل (2-3): رسم بياني يوضح مكونات جهاز قياس الخواص البصرية [120]

Sensitive Electronic Balance

3-4-3 ميزان الكتروني حساس

ميزان الكتروني حساس دقيق من نوع (SARTORIUS) ذو حساسية عالية بدقة 10^{-4} gram ،
وتتم عملية وزن المواد اللازمة بوساطة بالطريقة التالية: بعد تشغيل الميزان ووضع الإناء الزجاجي على
حامل العينات، تغلق الحجرة الزجاجية لتتم معايرة الميزان على وضعية الصفر، ثم توضع البودرة المراد
وزنها ضمن الإناء الزجاجي بعناية ودقة حتى يكتمل الوزن المطلوب.



شكل (3-3): توضيح الميزان الالكتروني الحساس.

4-4-3 الخلاط المغناطيسي

Magnetic Stirrer

تم استخدام خلاط مغناطيسي لخلط المركبات بعد عملية حلها بالماء المقطر، حيث تعتمد عملية الخلط على وضع قطعة مغناطيسية مغطاة بمادة لا تتفاعل مع المركبات الكيميائية بحيث توضع هذه القطعة في المحلول الموجود في الاناء الزجاجي ويوضع الاناء فوق الخلاط المغناطيسي وبأمرار تيار كهربائي تدور القطعة المغناطيسية في المحلول وتقوم المحلول، ومن مميزات هذا الجهاز انه يمكن التحكم بعدد دورات القطعة المغناطيسية حتى 1200 دورة في الدقيقة وكذلك يمكن التحكم بدرجة حرارته.



شكل (4-3) : يوضح الخلاط المغناطيسي.

Introduction

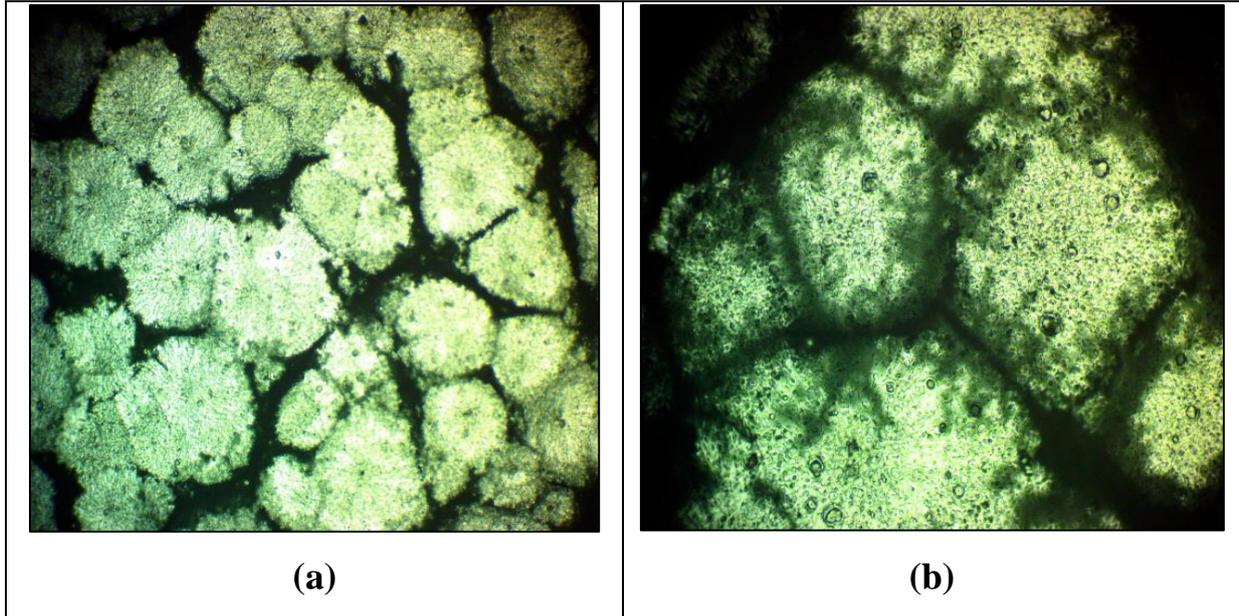
4-1 المقدمة

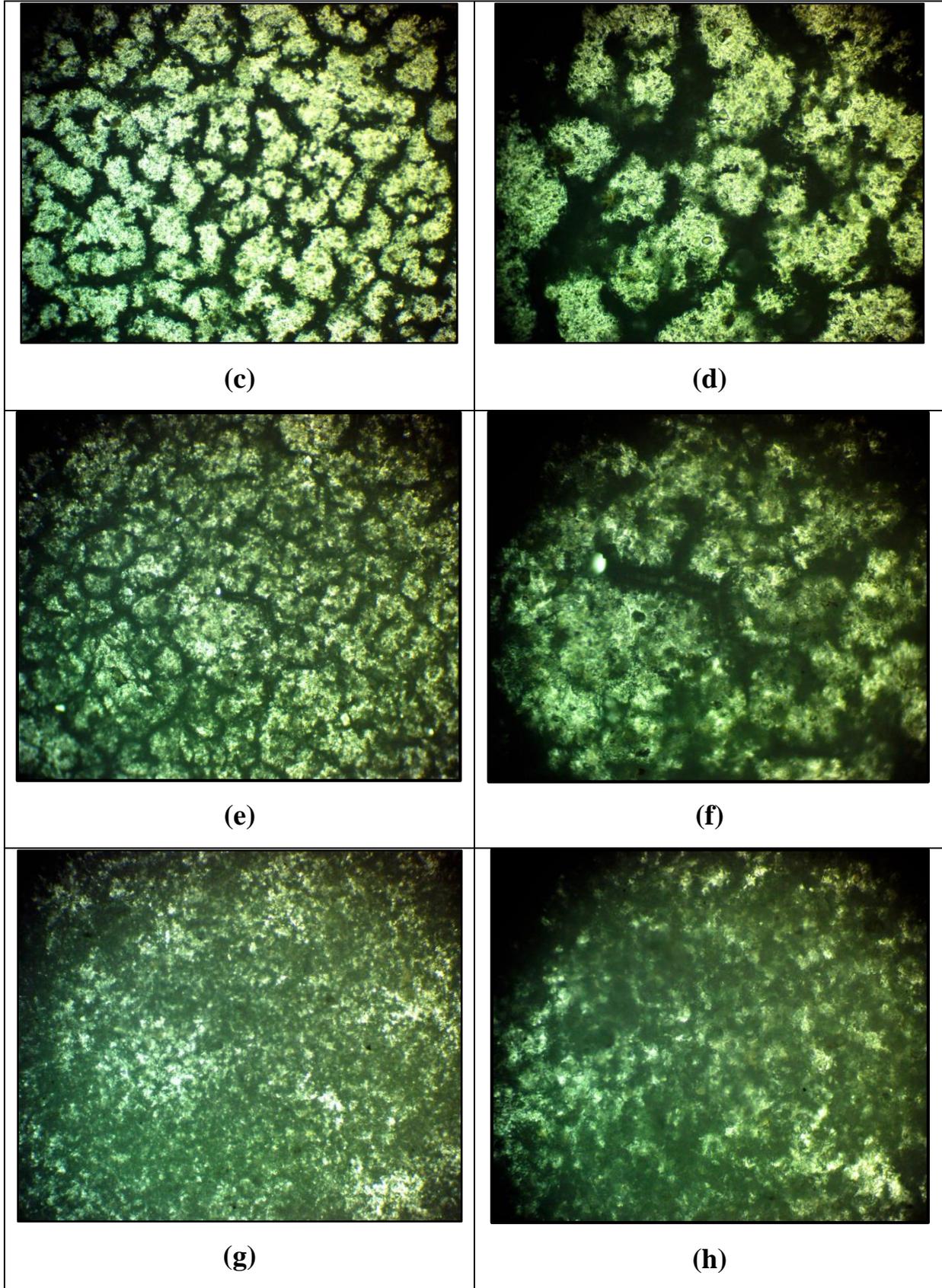
يتضمن هذا الفصل نتائج القياسات التركيبية والبصرية للخليط البوليمري والمترابكبات النانوي (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) المحضرة بطريقة الصب ومناقشة نتائج تأثير إضافة ثنائي اوكسيد السيليكون النانوي على البوليمرات المخلوطة.

Optical Microscope

4-2 المجهر الضوئي

الشكل (4-1) يمثل البنية التركيبية للمترابكبات النانوية (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) وتوضح الصور المأخوذة بواسطة المجهر الضوئي كيفية انتشار ثنائي اوكسيد السيليكون النانوي وبتركيز مختلفة داخل اغشية (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) بدرجة وضوح عالية وبقوة تكبير (100X). بعد اضافة المادة النانوية الى الخليط النقي وانتشارها خلاله تؤدي الى تكوين شبكة في داخل الخليط (PEO-PVP-PAAm)، عندما يزداد محتوى الجسيمات النانوية SiO₂ تتشكل مسارات أكثر ترابطاً. تحتوي هذه الشبكة على مسالك حيث يتم السماح لحاملات الشحنة بالمرور عبرها.





شكل (1-4): صور فوتوغرافية ذات قوة تكبير (40 و 100 X) لكل من (a و b) خليط البوليمري والمترابكات النانوية مع تعزيز باوكسيد السليكون بنسب (c و d) 3 wt. % و (e و f) 5 wt. % و (g و h) 7 wt. %

Optical Properties

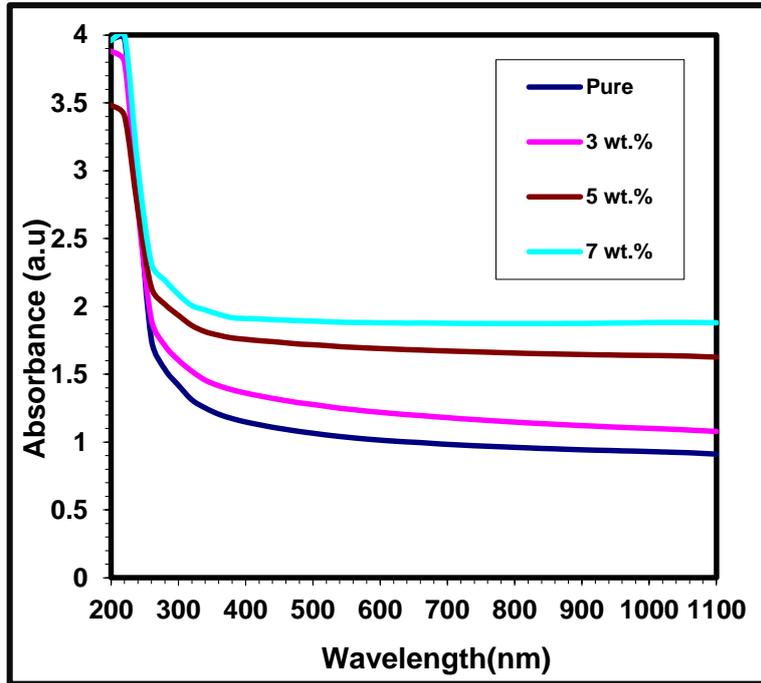
3-4 الخواص البصرية:

إن الهدف من دراسة الخواص البصرية للأغشية البوليمرية النقية والأغشية المشوبة هو لتحديد مدى تأثير تشويب المواد البوليمرية النقية ببعض المركبات الكيميائية على الخواص البصرية لهذه المواد، ومن خلال دراسة الخواص البصرية للأغشية البوليمرية يمكن الحصول على صورة شبه دقيقة عن درجة امتزاج المواد المشوبة مع السلاسل البوليمرية النقية وتجانسها وتداخلها، من ما يجعلها طريقة مناسبة لتحديد أي من المركبات الكيميائية التي تكون أكثر ملائمة لتكون مادة شائبة ضمن سلسلة بوليمرية معينة.

Absorbance (A)

1-3-4 الامتصاصية

تأثير ثنائي اوكسيد السليكون (SiO_2) على الامتصاصية لمتراكب (PEO-PVP-PAAm) عند طول موجي (200-1100) نانومتر كما مبين في الشكل (2-4) اذ نلاحظ زيادة الامتصاصية المتراكب (PEO-PVP-PAAm) بزيادة تركيز ثنائي اوكسيد السليكون، وهذا يعزوا الى زيادة في حاملات الشحنة وبالتالي يؤدي الى زيادة الامتصاصية [113]. الزيادة في طيف الامتصاصية يعكس التفاعل الجيد بين دمج الفوتون الساقط والجسيمات النانوية داخل الخليط البوليمري [114].

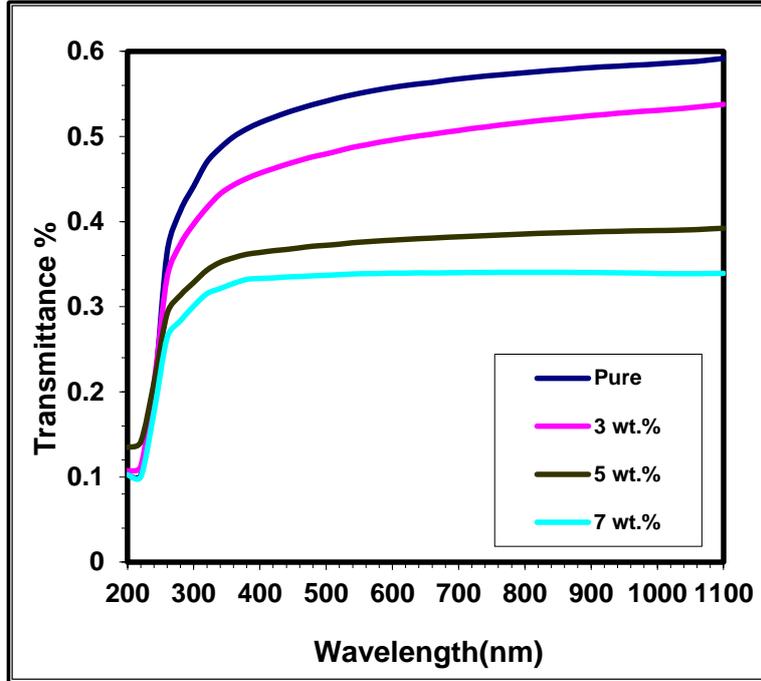


شكل (2-4): الامتصاصية كدالة للطول الموجي للمترابك (PEO-PVP-PAAm/ SiO_2). .

Transmission (T)

2-3-4 النفاذية

يوضح شكل (3-4) النفاذية البصرية للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) اذ نلاحظ من خلال الشكل نقصان في النفاذية بزيادة تركيز SiO₂ النانوي. طاقة الفوتون الساقط تكون كافية لتمتصه الإلكترونات وتنتقل من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل لذلك، تقل النفاذية وتزداد الامتصاصية [115].

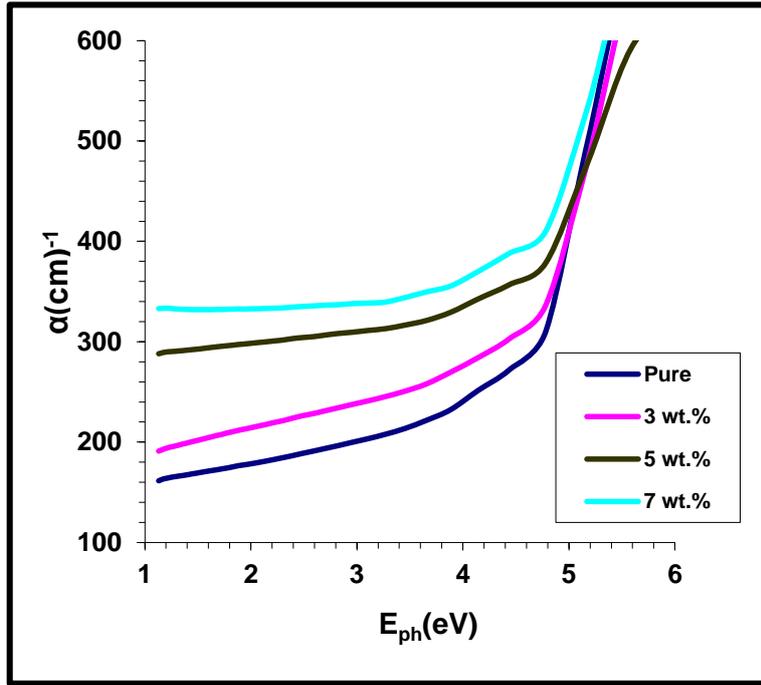


الشكل (3-4): تغير النفاذية كدالة للطول الموجي للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂).

Absorption Coefficient (α)

3-3-4 3 معامل الإمتصاص

معامل الامتصاص (α) للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) والذي تم حسابه من معادلة (2-5). شكل (4-4) يمثل العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون، اذ نلاحظ بان معامل الامتصاص يزداد بزيادة تركيز SiO₂ النانوي. هذه الزيادة تعزوا الى زيادة امتصاصية الضوء [113]. من خلال شكل (4-4) نلاحظ ان معامل الامتصاص اقل من 10^4cm^{-1} هذا يعني ان المترابك يمتلك فجوة طاقة غير مباشرة.

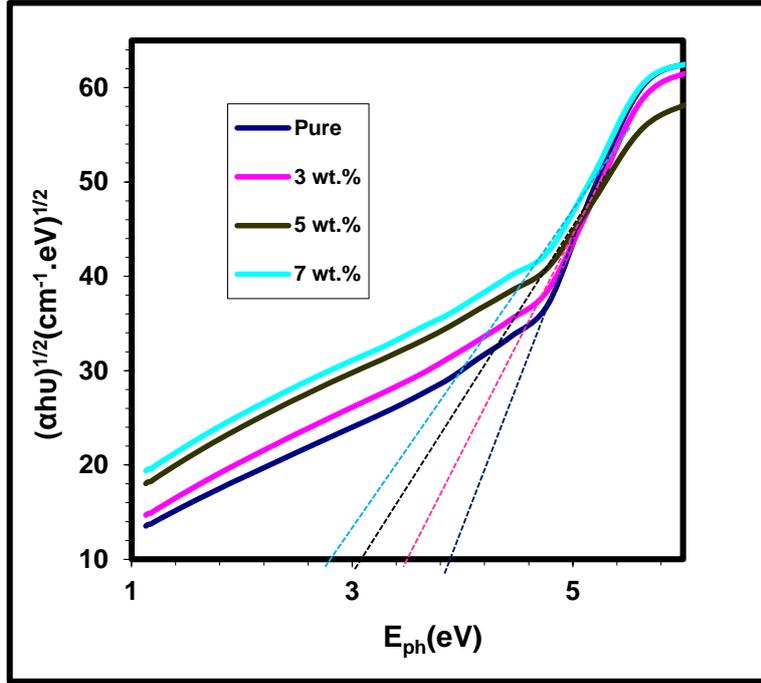


شكل (4-4): تغير معامل الامتصاص للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) مع طاقة الفوتون.

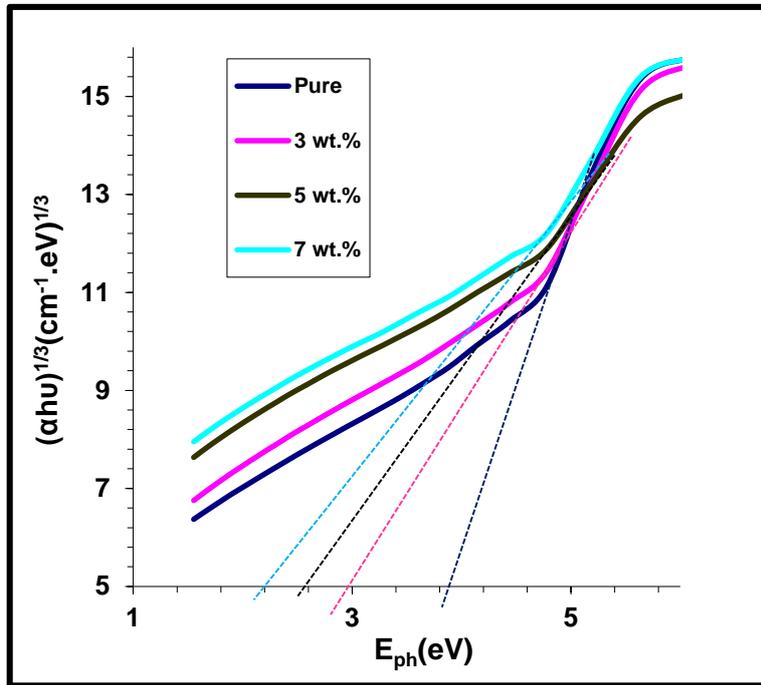
Optical energy gap

4-3-4 فجوة الطاقة البصرية

الطريقة المتبعة لحساب فجوة الطاقة وذلك برسم العلاقة البيانية بين $(\alpha h\nu)^n$ وطاقة الفوتون $(h\nu)$ ونجد قيمة فجوة الطاقة والتي تعطى افضل رسم بياني خطي . وهذه القيمة n تعطي طبيعة فجوة الطاقة او طبيعة الانتقال. قيمة فجوة الطاقة تعطى برسم مماس يتقاطع مع محور فجوة الطاقة. من خلال الشكل (4-5) و (4-6) والذي يبين فجوة الطاقة الغير مباشرة المسموحة والممنوعة على التوالي نلاحظ نقصان فجوة الطاقة بزيادة تركيز SiO₂ النانوي وهذا يشير الى تكوين شبكة داخل المترابك (PEO-PVP-PAAm). قيم فجوة الطاقة المسموحة والممنوعة تم ادراجها في جدول (4-1)



شكل(4-5): رسم فجوة الطاقة الضوئية للانتقال غير المباشر المسموح به $(\alpha hu)^{1/2}$ كدالة لطاقة الفوتون للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂).



شكل(4-6): رسم فجوة الطاقة الضوئية للانتقال غير المباشر الممنوع $(\alpha hu)^{1/3}$ كدالة لطاقة الفوتون للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂).

جدول (1-4): قيم فجوة الطاقة للأنقالات غير مباشرة المسموحة والممنوعة

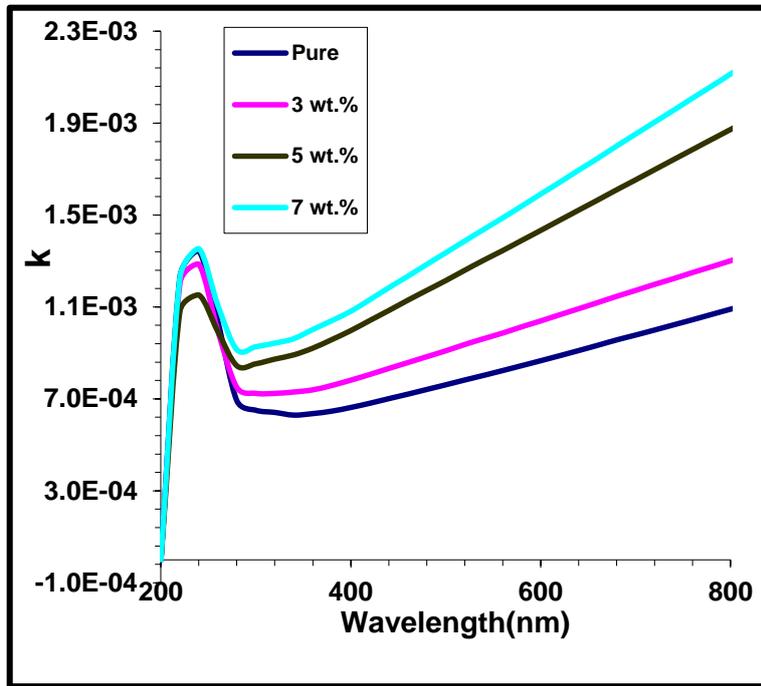
للمترابك النانوية (PEO-PVP-PAAm/SiO₂).

ثنائي اوكسيد السليكون (wt.%)	E _g (eV)	
	المسموح	الممنوع
0	3.9	3.9
3	3.5	2.95
5	3.1	2.6
7	2.8	2.4

Extinction Coefficient (k₀)

3-4-5 معامل الخمود

معامل الخمود (k₀) تم حسابه من خلال المعادلة (10-2). الشكل (7-4) يمثل معامل الخمود كدالة للطول الموجي للمترابك (PEO-PVA-PAAm/SiO₂). اذ نلاحظ معامل الخمود يزداد بزيادة تركيز SiO₂ النانوي وهذا السبب يعزوا الى زيادة معامل الامتصاص مع زيادة تركيز SiO₂ [116].

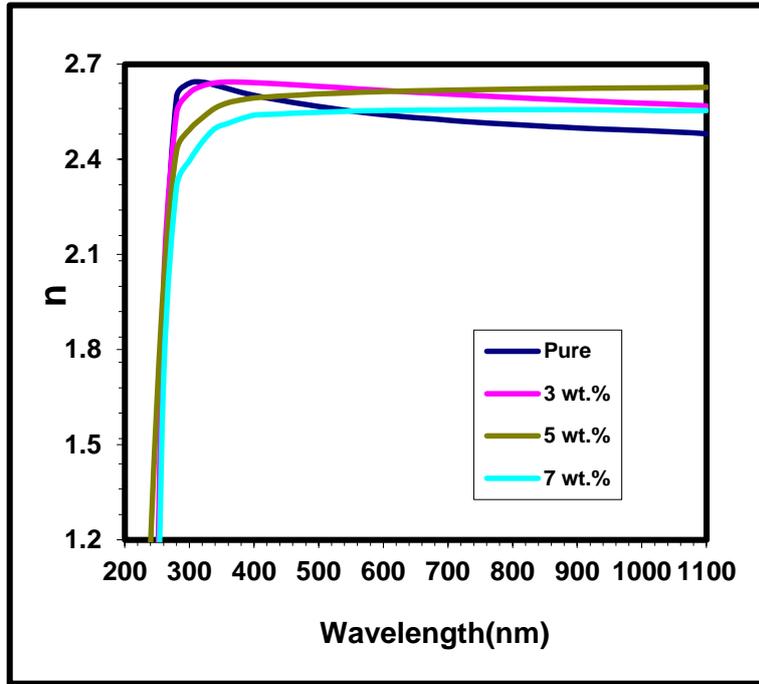


شكل (7-4): تغيير معامل الخمود كدالة للطول الموجي للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂).

Refractive Index (n)

6-3-4 معامل الانكسار

معامل الانكسار (n) للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) تم حسابه من المعادلة (2-7) . الشكل (4-8) يبين زيادة معامل الانكسار مع زيادة تركيز SiO₂ النانوي. وهذا يعني أن زيادة عدد الانكسارات الذرية بسبب زيادة الاستقطاب الخطي في الاتفاق مع لورنتز -صيغة لورنتز [117].



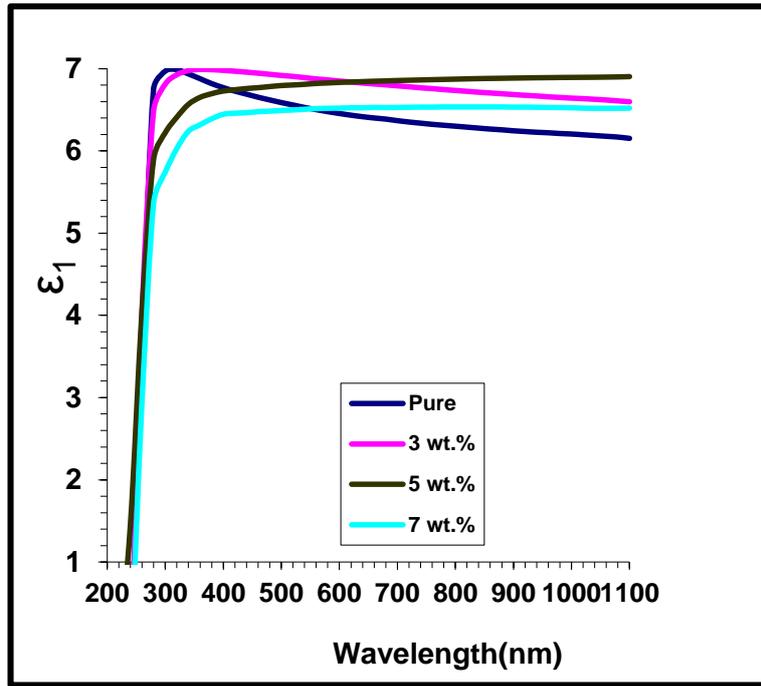
شكل (4-8): العلاقة بين معامل الانكسار والطول الموجي للمترابك

(PEO-PVP-PAAm/SiO₂).

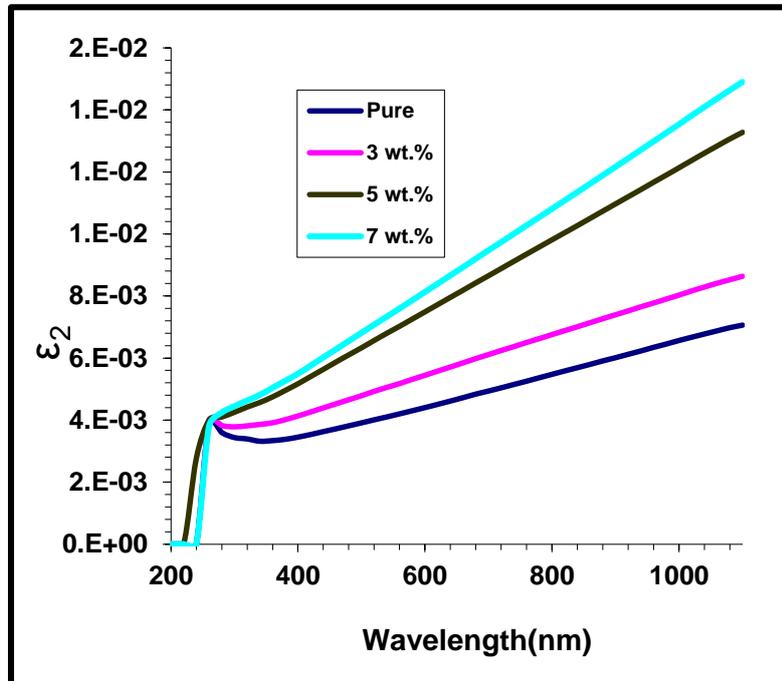
Dielectric Constant

7-3-4 ثابت العزل الكهربائي

شكل (4-9) و (4-10) يوضح ثابت العزل الحقيقي والخيالي للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) مع الطول الموجي عند تراكيز مختلفة لثنائي اوكسيد السليكون النانوي. من خلال الشكل نلاحظ بان ثابت العزل الحقيقي والخيالي للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) يزدادان بزيادة تركيز SiO₂ النانوي. هذه الزيادة تعود الى زيادة امتصاصية الضوء الساقط وزيادة في الكثافة للمترابك [118].



شكل (4-9): العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي للمترابك (PEO-PVA-PAAm/SiO₂) مع الطول الموجي.

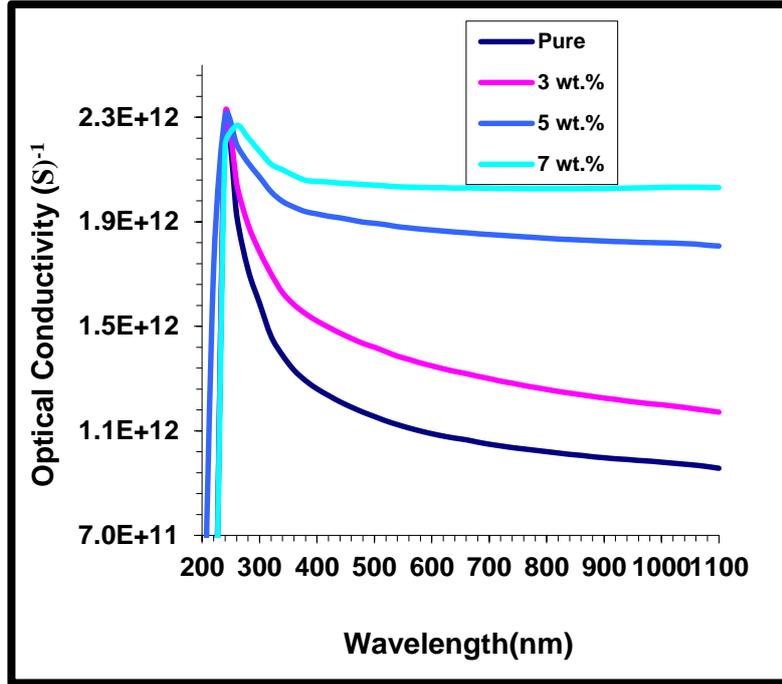


شكل (4-10): العلاقة بين ثابت العزل الخيالي للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) مع الطول الموجي.

8-3-4 التوصيلية البصرية

Optical Conductivity (σ_{op})

التوصيلية البصرية للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) تم حسابها من خلال المعادلة (2-17). الشكل (4-11) يبين التوصيلية البصرية للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) مع الطول الموجي عند تراكيز مختلفة لثنائي اوكسيد السليكون النانوي. من خلال الشكل نلاحظ بان التوصيلية البصرية تزداد بزيادة تركيز SiO₂ النانوي [121].



شكل (4-11): التوصيلية البصرية للمترابك (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) مع الطول الموجي.

4-4 الاستنتاجات

Conclusions

- 1- تبين من خلال الدراسة إضافة جسيمات ثنائي أوكسيد السيليكون النانوية الى الخليط البوليمري (PEO -PVP-PAAm) ادى إلى تحسين الخصائص البصرية نتيجة لظهور تغيراً مستمراً في المعاملات البصرية المحسوبة مع زيادة التركيز في هذه الدراسة.
- 2- معامل الامتصاص اقل من ($\alpha < 10^4 \text{ cm}^{-1}$) وهذا يبين ان الانتقالات الالكترونية تكون غير مباشرة للمترابكات (PEO -PVP-PAAm/SiO₂).
- 3- ان الامتصاصية للمترابك (PEO -PVP-PAAm/SiO₂). تزداد بزيادة تركيز ثنائي أوكسيد السيليكون النانوي بينما النفاذية تقل بزيادة تركيزه. معامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وثابت العزل الحقيقي والخيالي للمترابك (PEO -PVP-PAAm/SiO₂). جميعها تزداد بزيادة تركيز ثنائي اوكسيد السيليكون اما فجوة الطاقة البصرية فإنها تقل بزيادة تركيز ثنائي اوكسيد السيليكون.

5-4 المشاريع المستقبلية

Future Projects

من هذه الدراسة يمكن اعتماد اعمال مستقبلية اخرى كما هو مقترح ادناه:

- 1- دراسة الخواص الكهربائية للمترابكات (PEO -PVP-PAAm/SiO₂).
- 2- دراسة الخواص الحرارية والتركيبية للمترابكات (PEO -PVP-PAAm/SiO₂).
- 3- دراسة تأثير الاشعاع (الفا وكاما) في بعض الخواص البصرية والكهربائية للمترابكات (PEO -PVP-PAAm/SiO₂).

References

- [1] Al-Naimi, Asmaa Emad, "Study of the electrical and optical properties of pure linear polymers dotted with compounds, [ZnO, CuSO₄], Master's thesis, College of Science, University of Mosul.(2005)
- [2] C.J. Jan Bart, "Additives in Polymers Industrial Analysis and Applications", John Wiley & Sons,. P:2,(2005).
- [3] Fink, Johannes Karl. A concise introduction to additives for thermoplastic polymers. John Wiley & Sons, 2010.
- [4] Bara' Jamal Rashad, Ahmad Hammad Al-Falahi, & Balqis Muhammad Al-Dabbagh, "Studying some mechanical properties and thermal conductivity of (Epoxy/TiO₂-ZnO) hybrid nanocomposites", Journal of Anbar University for Pure Sciences, 30-36, (2017).
- [5] Corgis Abdul-Adam, Hussain Ali Kashif Al-Ghifa, "Technology of Polymer Chemistry", University of Basra, (1983).
- [6] Rodriguez F., "Principle of polymer systems", 2nd ed., John Wiley and Sons, New York, (1983).
- [7] Akram Aziz Muhammad, "Plastic Chemistry", University of Mosul, (1993).
- [8] Anna Tucker, translated by Akram Aziz Muhammad, "Physical Chemistry of Polymers", University of Mosul, (1984).
- [9] Luo, Yan-Ling, et al. "Fabrication and characterization of copper nanoparticles in PVA/PAAm IPNs and swelling of the resulting nanocomposites." Metals and Materials International 18.5: 899-908(2012).
- [10] M.A.Habeeb, R.G.Kadhim and Hiader Mohammed," Effect of (CuO) Nanoparticles on Someoptical Properties of (PVA- PAAm)

- Composite" J.of Engineering Research & Technology, Vol. 3, Issue 5, (2014).
- [11] Habeeb, Majeed Ali, and Waleed Khalid. "Study the Optical Properties of (PVA-PVAC-Ti) Nanocomposites" Journal of Engineering and Applied Sciences 9.4,(2014).
- [12] M. J. K .Chee , J. Ismial , C. Kummerlowe , H.W. Kummer , "Study on Misibility of PEO and PCl in Blends with PHB by Solution Viscometry", Polymer Journal, Vol. 43, pp:1235-1239, (2002).
- [13] Assia Hussein Kazem, "The effect of adding polyacryl amide on some physical properties of polyvinyl alcohol and the possibility of its industrial applications", Master's thesis, University of Babylon, College of Science, (2015).
- [14] Difaf Hussein Sobeih Al-Ajili, "The Effect of Polyacryl Amide on the Physical Properties of Polyethylene Glycol", Master's Thesis, University of Babylon, College of Education, Department of Physics, (2015).
- [15] Sarah Abdel-Hussein, "Studying the electrical and optical properties of the composite" (PVA-PEG-ZnO) Master's thesis, University of Babylon, College of Education, (2016).
- [16] Walid Hadi Rady, "The Effect of (TiC) Nanoparticles on the Structural, Optical and Electrical Properties of (PVA-PAAm) Mixtures and Their Applications" Master's Thesis, University of Babylon, College of Education, (2017).
- [17] Ayed Fadel, Improving the optical properties of (PVA-PAAm) mixtures by adding (Al₂O₃) nanoparticles, high diploma research, University of Babylon, College of Education, (2018).

- [18] Bera, Madhab, and Pradip K. Maji. "Effect of structural disparity of graphene-based materials on thermo-mechanical and surface properties of thermoplastic polyurethane nanocomposites." *Polymer* 119: 118-133(2017).
- [19] Evingür, G. A., & Pekcan, Ö. Optical energy band gap of PAAm-GO composites. *Composite Structures*, 183, 212-215(2018).
- [20] A. Falih, E. Al-Bermayy "The effect of nanoscale graphene oxide on the electrical properties of the mixture (PVA-PEG) "Higher Diploma Research submitted University of Babylon College of Education for Pure Sciences 2019.
- [21] Laatar, Fakher, Afef Harizi, and Hatem Ezzaouia. "Optical and Optoelectronic Properties Enhancement of Porous Silicon Treated with Indium Oxide." *Silicon* 12.2: 373-380(2020).
- [22] Al-Aaraji, Noor Al-Huda, et al. "Synthesis and Enhanced Optical Characteristics of Silicon Carbide/Copper Oxide Nanostructures Doped Transparent Polymer for Optics and Photonics Nanodevices." *Silicon* :1-8(2022).
- [23] Hamedi, Nazanin, Shadi Hassanajili, and Mohammad Taghi Sajedi. "An investigation of mechanical properties of polyurethane nanocomposites with various silicas: Experimental study and modeling of finite deformation response." *Silicon* 10.4 (2022): 1243-1255.
- [24] Ahmed, Hind, and Ahmed Hashim. "Exploring the Design, Optical and Electronic Characteristics of Silicon Doped (PS-B) New Structures for Electronics and Renewable Approaches." *Silicon* : 1-8(2021).
- [25] Al-shammari, Athmar K., and Ehssan Al-Bermayy. "Polymer functional group impact on the thermo-mechanical properties of polyacrylic acid,

- polyacrylic amide-poly (vinyl alcohol) nanocomposites reinforced by graphene oxide nanosheets." *Journal of Polymer Research* 29.8: 1-12(2022).
- [26] D. Feldman, "Polymer history," *Des. Monomers Polym.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–15, 2008.
- [27] T. Dalgleish, J. M. G. Williams, A. M. J. Golden, N. Perkins, L. F. Barrett, P. J. Barnard, C. Au Yeung, V. Murphy, R. Elward, and E. Watkins, "Polymers," *J. Exp. Psychol. Gen.*, vol. 136, no. 1, pp. 23–42, 2007.
- [28] B. I. Khalil, "Introduction of Polymers," p. 7, 2011.
- [29] S. Bhattacharya, V.K.Sachdev & R. P.Tandon, "Electrical properties of Graphite Filled Polymer Composites", University of Dilhe, 2nd National Conference Mathematical Techniques, (2008).
- [30] Thanoun Muhammad Aziz Beyariadi, Corgis Abd Al Adam, "Macromolecular Chemistry Updated", University of Basra, College of Science, (1989)
- [31] H. R. Allcock and F. W. Lampe, "Contemporary polymer chemistry", Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, (1990).
- [32] Sen. M.; Uzun, C.; Kantoglu, O.; Erdogan, S.M.; Deniz, V.; Guven, O.: "Effect of gamma irradiation conditions on the radiation-induced degradation of isobutylene-isoprene rubber, Kocaeli" University, Turkey (2003).
- [33] L. A Utracki,. "Introduction to polymer blends" *Polymer blends handbook*, Springer Netherlands, pp:1-21, (2003).
- [34] Paul, Donald R and Clive B. Bucknall. "Polymer blends", Wiley, (2000).

- [35] Porsche, Petra, and D. R. Paul. "Formation of co-continuous structures in melt-mixed immiscible polymer blends " *Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews* 43.1, PP:-87 141,(2003).
- [36] Salha Mustafa, "Engineering Chemistry" Arab Society Library for Publishing and Distribution, Jordan, (2008).
- [37] C.A. Harper, "Handbook of plastics, elastomers and composites", McGraw-Hill,4th ed. New York, (2002).
- [38] A. Mohammed Akram, "plastics Chemistry", University of Mosul, (1993).
- [39] Bayrak Abdul-Karim Al-Salihi, "The Effect of Nano-Copper Oxide on the Electrical and Optical Properties of Polymer (PMMA)", Master's Thesis, University of Babylon, College of Education, (2016).
- [40] M. Richardson, "Polymer Engineering Composites", 1st Ed. Applied Science Publishers Ltd. London, (1977).
- [41] O.George, "Principle of Polymerization", 4th Edition, University of New York , Wiley and Sons, Inc, Publication, (2004).
- [42] Muhammad Ezzedine Dahshan, "An Introduction to Material Science and Engineering", Part Two, King Saud University, (2002).
- [43] Iwao Teraoka," Polymer Solutions: An Introduction to Physical Properties", P:2, (2002).
- [44] Callister, William D., and David G. Rethwisch. *Materials science and engineering: an introduction*. Vol. 9. New York: Wiley, 2018.

- [45] Michael Bolgar, Jack Hubball, Joe Groeger, Susan Meronek, "Handbook for the chemical analysis of plastic and polymer additives", PP:171-185, (2008).
- [46] A.Hamed, P.Mohammad A Study on the Effect of Temperature in Synthesis and Magnetic Properties of W-Type Hexaferrites Barium Nano Composites with Radar Wave Absorbing Properties Natural and Social Sciences, Vol.3, No.3 pp. 580-588,(2014).
- [47] Rethon R. " Particulate – Filled Polymer – Composites " , Longman Scientific & Technical , New York , pp. 371 , (1995) .
- [48] C.Sun Chang, K.Sun, P.Chui "Microwave absorption properties of e-substituted M-type barium ferrite" Journal of Magnetism and Magnetic Materials 324 ,p.p.802–805, (2012)
- [49] S.M. Abbasa, A.K. Dixit, R. Chatterjee, T.C. Goel Complex permittivity, complex permeability and microwave absorption properties of ferrite–polymer composites " Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol.309, p.p. 20–24, (2007)
- [50] D.Garmo's, Materials and Processes in Manufacturing " Wiley,10th Edition,(2007).
- [51] Al-Maamory M. "Mechanical and Physical Properties of Rubber Composite for Engine Mounting" Ph.D. thesis, University of Technology, (2005).
- [52] Zbigiew D. J.," Nature and Properties of Engineering Materials "second edition, John wiley & sons, Inc ,(1976).
- [53] Muhannad K.D."Design and industrialization recipes of clothdrawing rollers from rubber composites materials" M.Sc. thesis, University of Babylon, 2007.

- [54] Al-Mosawi A.I., Ammash H.K., Salman A.J., "Properties of composite materials databook" Composites and rubbers, Lambert academic publishing, (2012).
- [55] Chandrasegaran V.C., "Essential Rubber formulary" William Andrew INC (2007).
- [56] Eatan Globel Hose "Hose Hand Book" seventh addition, published by the rubber manufactured INC,(2003).
- [57] Al-Enesie N.K., "The effect of carbon Black on the Mechanical properties of Sidewall Tyre Rubber" PH.D. Thesis, University of Technology, 2013
- [58] Branden R., "Rubber compounding chemistry and applications" Marcel Dekkers, INC. newyork. basel ,2004).
- [59] Eirich, F. R., and A. Y. Coran, "Science and Technology of Rubber", Academic Press, New York, 1994.
- [60] Schaefer, Ronald J. "Mechanical properties of rubber." Harris' Shock and Vibration Handbook, Sixth edition, A. Piersol, T. Paez (Eds), McGraw-Hill Companies Inc : 33-1. (2010).
- [61] Coran A. Y., "Vulcanization–Conventional and Dynamic ", Journal Rubber Chemistry and Technology, Vol. 37, pp.679, (1970).
- [62] Layer R. W., " Vulcanization and Vulcanizing “, Journal Rubber Chemistry and Technology, Vol.65, pp. 211, (1992).
- [63] Young, R. J., and P. W. R. Beaumont. "Failure of brittle polymers by slow crack growth." Journal of Materials Science 12.4: 684-692 (1977).
- [64] Brown, Roger P., Tracy Butler, and Steve W. Hawley. Ageing of rubber: accelerated heat ageing test results. iSmithers Rapra Publishing, 2001..

- [65] L.C. Jefferson, R.C. Valeska, O.Tsuneharu and S.P.Magali Performance of Radar Absorbing Nanocomposites by Waveguide Measurements " Materials Research, Vol. 11, No. 3,p.p. 319-324,(2008).
- [66] Zum Gahr K. H., "Wear by Hard Particle", Tribol. Int., Vol.37, pp. 587, 1998.
- [67] Brown R.P., "Physical testing of rubber", Applied Science Publishers, London, pp. 214–223, (1979).
- [68] J. Furer,"Growth of Single-Wall Carbon Nanotubes by Chemical Vapor Deposition for Electrical Devices",Ph.D thesis, Basel University,(2006).
- [69] P. Avouris, B. Bhushan, K. von Klitzing, H. SAkaki and R.Wiesendanger,"Nanosciens and Technology" .Verlage Barlin Heidelberg, (2005).
- [70] Dr. Mohammed Hamza Al-Mamouri and m. Ali Ibrahim Al-Moussawi (Polymer Technology) First Edition, 2015.
- [71] José-Yacamán, Miguel, et al. "Maya blue paint: an ancient nanostructured material." *Science* 273.5272 (1996): 223-225.
- [72] B.K.G. Theng "Formation and Properties of Clay Polymer Complexes", Elsevier, NY 1979; ISBN 978-0-444-41706-0.
- [73] P.M. Ajayan; L.S. Schadler; P.V. Braun (2003). Nanocomposite science and technology. Wiley. ISBN 3-527-30359-6.
- [74] Tian, Zhiting; Hu, Han; Sun, Ying (2013). "A molecular dynamics study of effective thermal conductivity in nanocomposites". *Int. J. Heat Mass Transfer*. 61: 577–582. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.02.023.
- [75] Mayama, H., et al. "Self-oscillating polymer chain." *Chemical Physics Letters* 330.3-4: 361-367, (2000).

- [76] Kamigaito, Osami. "What can be improved by nanometer composites?." *Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy* 38.3: 315-321(1991).
- [77] <https://www.sigmaaldrich.com/technicaldocuments/articles/material-matters/polymer-clay-nanocomposites.html>.
- [78] J. I. Kroschwitz, *Electrical and electronic properties of polymers: A state-of-the-art compendium*. Wiley-Interscience, 1988.
- [79] C. Guozhong and B. C. Jeffrey, *Annual review of nano research*, vol. 1. World Scientific, 2006.
- [80] R. T. Kivaisi, "Optical properties of obliquely evaporated aluminium films," *Thin Solid Films*, vol. 97, no. 2, pp. 153–163, 1982.
- [81] D. I. Bower, "An introduction to polymer physics." American Association of Physics Teachers, 2003.
- [82] A. N. Alias, Z. M. Zabid, A. M. M. Ali, M. K. Harun, and M. Z. A. Yahya, "Optical Characterization and Properties of Polymeric Materials for Optoelectronic and Photonic Applications," *Int. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 5, pp. 11–38, 2013.
- [83] M.A.Omer, "Elementary of Solid State Physics", AdisonWesely Pub, CoLon , (1975).
- [84] N. M. Saeed and A. M. Suhail." Enhancement the Optical Properties of Zinc Sulfide Thin Films for Solar Cell Applications", *Iraqi Journal of Science* , Vol.53, No.1, (2012).
- [85] Yahya Nouri Al-Jammal, "Solid State Physics", University of Mosul, (2000).

- [86] C.F. Klingshirs, "Semiconductor Optic.", Verlag Berlin Heidelberg, New.York,(1997) .
- [87] S. M. SZe and Kwok, and K.Ng "Physics of semiconductor devices"^{3rd} , National Chiao Tung Uni.,John Wiley and Sons ,Inc, Publication,(2007).
- [88] N. D. Mott, and A.D. Davis," Electronic processes in non- crystalline Materials ", Oxford University Press,(1971).
- [89] Y. Matsui, Y. Yamamoto, and S. Takeda, " Stability in Electrical Properties of Ultra Thin tin oxide Films ", Mat. Res. Soc. SymPP. Proc, Vol .621, 8, (2000).
- [90] S. Shanthi, C. Subramanian, and PP. Ramasmy Cryst. "Investigation on the optical properties undoped fluorine doped and antimony doped tin oxide films", Cryst. Res. Technol , Vol. 34, PP. 1037-1046, (1999).
- [91] A.K.J Al-Bermany, S. Hussien, "Enhancement Rheological and Electrical Properties of Polyvinyl Alcohol by adding Methyl Cellulose", Advances in Physics Theories and Applications, Vol.17, PP.58-68, (2013) .
- [92] A. N. Donald, "Semiconductor Physics and Devices", Irwin, USA, (1992).
- [93] H.A. Macleod," Thin Film Optical Filter", McGraw-Hill, New York, (2001).
- [94] A. N. Alias, Z. M. Zabidi, A. M. M. Ali, M.K. Harun and M.Z.A.Yahya," Optical Characterization and Properties of Polymeric Materials for Optoelectronic and Photonic Applications", Journal. of Applied Science and Technology, Vol .3, No.5, (2013).
- [95] Joy George, and C. K. Valsala kumari, J "Growth and characterization of tin disulphide crystals grown by physical vapour transport method" Journal of Crystal Growth, Vol. 63, Issue ,2, PP.233-238, (1983).

- [96] El-Sherbiny, Hassan and El-Khayat, Batoul and Hassoun, Sobhi Kamal, "Physical Optics", College of Education, University of Baghdad, PP 36-63, (1982).
- [97] G. R. Fowels, "Introduction to Modern Optics", Holt Rinehart and Winston, Inc., 2nd Edition, PP.70-160, (1975) .
- [98] B.H.F. AL-Khayat and F. A. Awni ,J. Am. "Ceramic Materials for Electronics". Soc. Bull.Vol. 64,No , 4 , PP. 598-601, (1985).
- [99] M. S. Dresselhaus, "SOLID STATE PHYSICS PART II", Wiley, New York, P:108,1975.
- [100] M.Nithyaprakasha, Ramamurthya, PP.Thirunavukarasub, T. Balasubramaniamc. J. Chandrasekarana , and PP. Maadeswarana," Effect of substrate temperature on structural, optical and thermal properties of chemically sprayed ZnS thin films" Journal of Optoelectronic and Biomedical Materials", Vol.1, Issue ,1,PP.42-51, (2009) .
- [101] Blackledge,. "Quasistatic and continuous dynamic characterization of the mechanical properties of silk from the cobweb of the black widow spider *Latrodectus hesperus*". The Company of Biologists, (2009).
- [102] Mayama, H., Nomura, S. M., Oana, H., & Yoshikawa, K. Self-oscillating polymer chain. Chemical Physics Letters, 330(3-4), 361-367(2000).
- [103] Yixing "Poly Ethylene Glycol 4000 "., All rights city yuntian Chemical Co.,Ltd, (2007).
- [104] Zhou, Jun, et al. "The structural transition and compaction of human telomeric G-quadruplex induced by excluded volume effect under cation-deficient conditions." Biophysical chemistry 136.2-3: 124-127, (2008).
- [105] Elices, Manuel, et al. "Finding inspiration in *Argiope trifasciata* spider silk fibers." Jom 57.2: 60-66(2005).

- [106] Muhammad Ezz, "An Introduction to Material Science and Engineering, Part Two, Riyadh - Saudi Arabia. (2002).
- [107] Waterman J., "The Life of Composite Materials", Desktop Engineering Magazine April(2007) .
- [108] Gauchel, Gisela, et al. "Clinical use of polyethylene glycols as marker substances and determination in urine by liquid chromatography." *Journal of Chromatography B* 787.2: 271-279, (2003).
- [109] Fred W. Bilmeyer, "Textbook of polymer science 2nd ed", John Wiley & Sons. Inc. New York, (1971).
- [110] Haaf, F., A. Sanner, and F. Straub. "Polymers of N-vinylpyrrolidone: synthesis, characterization and uses." *Polymer Journal* 17.1: 143-152(1985).
- [111] Fischer, F., and S. Bauer. "Ein tausendsassa in der chemie polyvinylpyrrolidon." *Chem. Unserer Zeit* 43 (2009): 376-383.
- [112] abcde Haynes, William M., ed. *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (92nd e d.). Boca Raton, Florida: CRC Press. ISBN 1439855110. (2011).
- [113] Taymour A., Hamdalla, Hanafy T. , Bekheet A., Influence of erbium ions on the optical and structural properties of polyvinyl alcohol, *J of spectroscopy*, 7(2015).
- [114] Aziz, S. B., Ahmed, H. M., Hussein, A. M., Fathulla, A. B., Wsw, R. M., & Hussein, R. T. Tuning the absorption of ultraviolet spectra and optical parameters of aluminum doped PVA based solid polymer composites. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26(10), 8022-8028. (2015).

- [115] Soliman, Tarek S., Sergey A. Vshivkov, and Shimaa I. Elkalashy. "Structural, thermal, and linear optical properties of SiO₂ nanoparticles dispersed in polyvinyl alcohol nanocomposite films." *Polymer Composites* 41.8: 3340-3350(2020).
- [116] Kurt, A. Influence of AlCl₃ on the optical properties of new synthesized 3-armed poly (methyl methacrylate) films. *Turkish Journal of Chemistry*, 34(1), 67-80,(2010).
- [117] Rabee B., Khudair T., Study of optical properties for (PS-Y₂O₃) nanocomposites, *Intern. J of sci. and research (IJSR)*, 4(2015).
- [118] ABDUL NABI, Mohammed, et al. Effect of nano ZnO on the optical properties of poly (vinyl chloride) films. *International journal of polymer science*, 2014.
- [119] Paddock, Stephen W., ed. *Confocal microscopy: methods and protocols*. Vol. 122. Totowa: Humana Press, 1999.
- [120] Mohanta, Dambarudhar. A DETAILED STUDY ON OPTICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF RICE AND ITS BY-PRODUCTS. Diss. Tezpur University, 2017.
- [121] H. R. Maher AL-humairi, "Study the Optical and Electrical Properties of (PVA-Ag) and (PVA-TiO₂) Nanocomposites", M.Sc. thesis, University of Babylon, College of Education for pure sciences, (2013) .

Abstract

The nanocomposites were prepared by dissolving polyethylene oxide, polyvinylpyrrolidone and polyacrylamide polymers with distilled water at a temperature of 70 °C and in different proportions as well as by grafting it with different weight percentages of silicon dioxide (SiO₂) nanoparticles. They are (0, 3, 5 and 7%) by weight, and the method of casting in a petri dish was used to obtain films from (PEO-PVP-PAAm/SiO₂). Some of the structural and optical properties of nanocomposites were studied, as the structural properties included optical microscopy images. The optical microscopy images showed a homogeneous dissolution of the polymers with a good distribution of silicon dioxide nanoparticles within the polymer mixtures (PEO-PVP-PAAm). The results of the optical properties of the nanocomposites (PEO-PVP-PAAm/SiO₂) also showed an increase in the absorbance, absorption coefficient, damping coefficient, refractive index, and real and imaginary isolation constants of the polymeric mixture (PEO-PVP-PAAm) with the increase of the nanomaterial ratios. The results showed a clear effect of grafting the polymers with silicon dioxide nanoparticles (SiO₂) and increasing their concentration a clear effect on increasing the photon energy as well as the absorbance. Where we find that the absorption edge creeps towards short wavelengths i.e. high energies, while the transmittance and energy gap decreases with increasing nanoparticle concentration. By studying the absorption spectrum of nanocomposites (PEO-PVP-PAAm/SiO₂), it was found that they have high absorption in the UV region, and through the results of these properties and on it, this compound can be used for the purposes of protection or a protective cover from the sun's rays, so it is used in solar cells and optical devices, as well as coating glass windows or the manufacture of types of glass.