Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Al-Muthanna
College of Science
Department of Physics

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث
العلمي
جامعة المثنى
كلية العلوم \ قسم الفيزياء

دراسة تاثير التلدين وبدرجات حرارة مختلفة في الخواص الفيزيائية للاغشية الرقيقة (PMMA/Methyl-Violet)

مشروع بحث تخرج مقدم الى رئاسة قسم الفيزياء كلية العلوم- جامعة المثنى

وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في المرحلة الجامعية

من قبل الطلبة :-

فاطمه حامد جاسم **غفران سعدي صكر**

الحسيني صالح جباري

بأشراف :-

ا.م. عقيل شاكر الموسوي

1443هـ 2022م

بسم الله الرحمن الرحيم

(وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا ۖ وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي فَضَّلَنَا عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ (15))

صدق الله العظيم

سورة النمل اية (15)

الاهداء

-الى أرواح شهداء عراقنا الحبيب ومن نعتز بأسمائهم تمجيداً وتخليداً . .

-الى من أحمل اسمه بكل فخر الى الذي لا يبخل بشيء من أجل دفعي لطريق النجاح (والدي الغالي) .

- الى معنى الحب والحنان والتفاني ، الى من كان دعائها سر نجاحي (والدتي العزيزة) .

- إلى الغائب الذي لازال يوشحنا بنور الدعاء

-إلى نقطتي الكبيرة التي ظننت أني لن أبرح مكان نهايتها حتى استبدلت بألف سطر ونقطة .

- وإلى رفقاء الحب وحروف العلم إلى متاهات رفقتنا وحوارات ضحكتنا التي لا تنسى

- إلى المؤنسات الغاليات اخواتي

الشكر والتقدير

الحمد الله الذي لا اله الا هو رب السموات و الأرض الذي أنعم علينا بنعمة العلم و الدين و الصلاة و السلام على سيدنا محمد (صلى الله عليه وسلم) خاتم الأنبياء و المرسلين الى يوم الدين و على آله الطيبين الطاهرين .

وانا اخط السطور الأواخر في بحثي هذه بحمد الله تعالى ارى لزاما علي آن اقف فاسوق معاني الثناء بحق من أسدى و أحسن لي صنيعاً اذ أقدم عظيم تقديري و جزيل شكري لأستاذي الفاضل الأستاذ عقيل لاقتراحه موضوع البحث و متابعته و توجيهاته طيلة مدة البحث و التي كانت لها عظيم الأثر في إخراج هذه البحث بهذا الشكل فجزاه الله عني خيرا .

سطوراً كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلا من الذكريات وصور تجمعنا برفاق كانوا إلى جانبنا فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونحن نخطو خطوتنا الأولى في غمار الحياة ونخص بالجزيل الشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب عملنا وإلى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا الى الاساتذة الكرام في كلية العلوم - قسم الفيزياء

كما نتوجه بالشكر و المحبة الى زملاء الدراسة جميعا

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعين ادناه قد اطلعنا على هذا البحث الموسوم( )

والمقدم من قبل الطلبة :

1- غفران سعدي صكر

2- فاطمه حامد جاسم

3- الحسيني صالح جباري

وقد ناقشنا الطلبة في محتوياتها وما يتعلق بها كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء فوجدناها مستوفية لمتطلبات الشهادة وعليه نوصي بقبول البحث بتقدير ( )

رئيس اللجنة

/ /2022

عضوا

(2022 / /

عضوا

2022 / /

رئيس القسم

م . د . صلاح عبد الخضر حسن 2022 /

إقرار المشرف

اشهد ان هذا البحث الموسوم ب( ) والمقدم من قبل الطلبة:

1-غفران سعدي صكر

2- فاطمه حامد جاسم

3-الحسيني صالح جباري

جرى تحت اشرافي في كلية العلوم / جامعة المثنى كجزء من متطلبات الحصول على شهادة البكالوريوس في الفيزياء .

التوقيع :

الاسم :

التاريخ:

بناءا على التوصيات المتوفرة أرشح هذا البحث للمناقشة .

التوقيع :

الاسم :

التاريخ :

المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
	الاهداء	II
	الشكر والتقدير	III
	اقرار لجنة المناقشة	VI
	اقرار المشرف	V
	الخلاصة	IIX
	الفصل الاول	
(1-1)	المقدمة	1
(2-1)	اشباه الموصلات	1
(1-2-1)	انواع اشباه الوصلات	2
(2-2-1)	تصنيف اشباه الموصلات	3
(3-2-1)	تطبيقات اشباه الموصلات	3
(3-1)	المركبات الشبه الموصلة	5
(4-1)	التوصيلية الضوئية لاشباه الموصلات	5
(5-1)	الانتقالات المباشرة	6
(6-1)	الانتقالات غير المباشرة	7

(1-7-1)	الخصائص الفيزيائية لبوليمر بولي مثيل ميتا اكر يلات	8
(2-7-1)	الخصائص الفيزيائية لصبغة المثيل البنفسجية	9
(8-1)	تحضير الاغشيه الرقيقة	10
(1-8-1)	المميزات	11
(2-8-1)	الطرق الكيميائية	11
(3-8-1)	الطرق الفيزيائية	12
(9-1)	طريقة الصب المباشر	12
(10-1)	التلدين الحراري	13
(1-10-1)	التلدين الحراري التقليدي	13
(2-10-1)	التلدين الحراري السريع	14
(3-10-1)	فرن التلدين الحراري	14
(11-1)	تاثير التلدين الحراري السريع الخواص البصرية للاغشية الرقيقة	15
(12-1)	تطبيقات الاغشية الرقيقة	15
(13-1)	الدراسات السابقة	16
(14-1)	الهدف	16
الفصل الثاني الجزء العملي		

(1-2)	المقدمة	18
(2-2)	تهيئة الارضيات	19
(3-2)	تحضير الاغشية النقية و المشوبة	19
(4-2)	الاجهزة المساعدة لتحضير الاغشية الرقيقة	21
1	الميزان الكهربائي الحساس	21
2	المحرك المغناطيسي	21
3	منظومة	22
4	الفرن الحراري	23
(5-2)	عملية تلدين الاغشية الرقيقة	23
(6-2)	الاجهزة المستخدمة في عملية توصيف الاغشية الرقيقة	24
(7-2)	القياسات	25
(8-2)	قياس السمك	25
(9-2)	الطريقة الوزنية	26
(10-2)	طريقة التداخل الضوئي	26
(11-2)	القياسات البصرية	27
الفصل الثالث النتائج والمناقشة		
(1-3)	المقدمة	29

(2-3)	الخواص البصرية	29
(1-3-3)	النفاذية	29
(2-3-3)	الامتصاصية	30
(4-3)	معامل الامتصاص	31
(5-3)	فجوة الطاقة البصرية	32
(6-3)	نتائج التوصيلية البصرية	34
(7-3)	الانعكاسية	34
(8-3)	حساب معامل الخمود	35
(9-3)	حساب معامل الانكسار	36
(10-3)	ثابت العزل	37
	الفصل الرابع \ الاستنتاجات	39
	قائمة الاشكال والصور	
(1-1)	يوضح ذرتي السليكون والجرمانيوم	2
(2-1)	يوضح الأغلفة للخارجية لذرتي السليكون والجرمانيوم	2
(3-1)	يوضح رسم تخطيطي لخلية شمسية مصنوعة من السيلكون نوع (p-N)	4
(4-1)	انواع الانتقالات الالكترونية (a) انتقال مباشر مسموح (b) انتقال مباشر غير مسموح (c) انتقال غير مباشر مسموح	7

	(d) انتقال غير مباشر ممنوع	
(5-1)	التركيب الجزيئي لصبغة الميثيل البنفسجي Methyl (Violet (2B	9
(6-1)	تداخل الاغشية	15
(1-2)	الصورة توضح كيف تم تهيئة وغسل الدورق الزجاجية داخل المختبر و تجفيفها	20
(2-2)	الصورة توضح كيفية إجراء عملية الصب للأغشية النقية والمشوبة	21
(3-2)	صوره شكل الميزان الكهربائي الحساس	22
(4-2)	الصورة توضح جهاز Magnetic stirrer	23
(5-2)	الصورة توضح منظومة Hood داخل المختبر	23
(6-2)	الصورة توضح الفرن الكهربائي الحراري (oven) داخل المختبر.	24
(7-2)	الصورةتوضح الفرن الكهربائي المستخدم في عملية التلدين.	24
(8-2)	الصورة توضح جهاز UV/VIS SPECTROMETER	25
(9-1)	منظومة التداخل لقياس الاغشية الرقيقة	28
(1-3)	العلاقة بين قيم النقية للامتصاصية للبوليمر والصبغة كدالة للطول الموجي	29
(2-3)	العلاقة بين النفاذية والطول الموجي	30
(3-3)	العلاقة بين الامتصاصية والطول الموجي	31

(4-3)	العلاقة بين معامل كدالة لطاقة الفوتون	32
(5-3)	فجوة الطاقة كدالة لطاقة الفوتون	33
(6-3)	العلاقة بين التوصيلة البصرية كدالة لطاقة الفوتون	34
(7-3)	العلاقة بين الانعكاسية كدالة لطول الموجي	35
(8-3)	العلاقة بين معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتو	36
(9-3)	العلاقة بين معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون	37
(10-3)	العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون	38
(11-3)	العلاقة بين ثابت العزل التخيلي كدالة لطاقة الفوتون	38
الجداول		
(1-1)	خصائص PMMA	8
(2-1)	خصائص صبغة المثل البنفسجي	9
(1-2)	النسب العملية المستخدمة في عملية الصب لتكوين الاغشية النقية والمشوبة	21
(1-3)	قيم فجوة الطاقة لبوليمر PMMA ودرجة الحرارة	33

الخلاصة

في هذا البحث تم تحضير أغشية رقيقه لبوليمرPMMA بنوعيها (النقية والمشوبة)بعد تطعيمها بصبغة المثيل البنفسجي وترسيبها على قواعد زجاجية بطريقة الصب المباشر وتلدينها بدرجات حرارية مختلفة ،حيث تضمن البحث دراسة الخواص البصرية للأغشية المحضرة كافة كإيجاد فجوة الطاقة البصرية الانتقالات الكترونيه المباشرة وكذلك حساب معامل الامتصاص والانعكاسية ودراستها من خلال تسجيل طيفي النفاذية والامتصاصية للأغشية المحضرة ضمن مدى الأطوال الموجية nm (λ) وأظهرت النتائج أن قيم فجوة الطاقة تقل من ev(1.77) بزيادة درجات الحرارة

وتشمل القياسات البصرية أيضا حساب الثوابت البصرية المتمثلة ب(بمعامل الانكسار، معامل الخمود ، ثابت العزل بجزئية الحقيقي والخيالي) ووجد أن هناك زيادة في قيم كل من معامل الانكسار ومعامل الخمود عند زيادة درجات حرارة التلدين أما قيم ثابت العزل فأنها تقل بالنسبة لثابت العزل الحقيقي وتزداد بالنسبة لثابت العزل التخيلي بزيادة طاقة الفوتون ودرجات الحرارة،

أما نتائج التوصيلية البصرية فقد أوضحت انها تزداد بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة عند ev (٢-٢.٥)وزيادة درجات الحرارة .

ومن خلال ملاحظة النتائج نجد هناك زياده في كل من (الامتصاصية، معامل الامتصاص ،معامل الخمود ، التوصيلية البصرية ،ثابت العزل الحقيقي) بزيادة كل من الطول الموجي وطاقة الفوتون بسبب زيادة درجة الحرارة ونقصان في كل من (فجوة الطاقة، معامل الانكسار ،النفاذية ،الانعكاسية ،ثابت العزل التخيلي) .

الفصل الاول

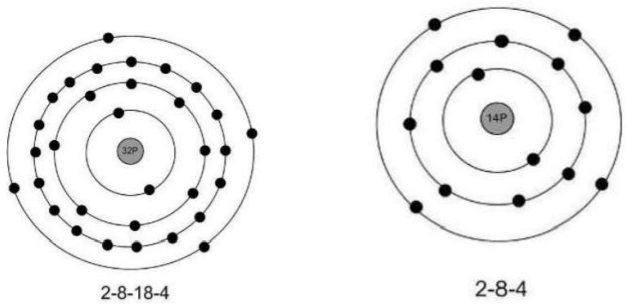
(1-1)المقدمة(Introduction):

لقد جذبت البوليمرات العديد من الدراسات والابحاث التي تستخدم في دراسة الخواص البصرية أو الفيزيائية أو الكيميائية للأغشية البوليميرية [1] والتي تعرف على انها مواد تتكون من طبقة واحدة أو عدة طبقات من ذرات المادة التي لا يتعدى سمكها الواحد ميكرون [2] ولقد دخلت هذه المواد البوليميرية ضمن المواد الشبه الموصلة التي تمتاز بكونها مواد تقع توصيليتها الكهربائية بين توصيلية المواد الموصلة والمواد العازلة[3] وعند درجات حراره معينة تقترب من صفات المواد الموصلة ويتزايد التيار المار من خلالها [4] ويعد بوليمر Poly (Methyl Methacrylate) (PMMA) المستخدم في بحثنا من البوليمرات الزجاجية المهمة صناعيا معد من حامض الاكريليك ويكون غير قابل للتحلل مع شفافية جيده [5] ويتم خلطه مع صبغة المثيل البنفسجي (Methlyvaliot) التي تعتبر من الاصباغ الكيميائية العضوية المهمة التي تستخدم لدراسة تأثير التلدين الحراري والخواص البصرية والفيزيائية للأغشية البوليمر [6]

(2-1)أشباه الموصلات (Semiconductors)

تعتبر أشباه الموصلات مواد رديئة التوصيل حيث تقع توصيليتها الكهربائية بين المواد الموصلة مثل النحاس والمواد العازلة مثل الزجاج [7] ويعتبر السيلكون (Si) والجرمانيوم (Gi)من اهم الامثلة على اشباه الموصلات المستخدمة في صناعة العناصر الالكترونية حيث تحتوي ذرة السليكون على 14الكترون في مدارها الالكتروني الاخير بينما تحتوي ذرة الجرمانيوم على ٣٢ إلكترون في مدارها الالكتروني الاخير كما في الشكل أدناه [8](١-١) استُخدم مصطلح أشباه الموصلات للمرة الأولى من قبل العالم أليساندرو فولتا (Alessandro Volta)عام 1782م، وفي عام 1833م لاحظ العالم مايكل فارداي طبيعة أشباه الموصلات، وتأثير الحرارة على موصليتها؛ إذ لاحظ انخفاض المقاومة الكهربائية لكبريتيد الفضة مع زيادة درجة الحرارة [9] ولتعرف على اشباه الموصلات أكثر سنأخذ ذرة السيليكون (si) منفردة على سبيل المثال ونقوم بفحصها سنرى أن هذا الذرة تحتوي على ١٤بروتون فالشكل (1-1 -أ) يوضح لنا أن الغلاف الاول المحيط بالذرة يحتوي على الكترونين فقط بينما في الغلاف الثاني على ثمانية إلكترونات وتبقى اربعة إلكترونات فقط من مجموع الالكترونات المحيطة بالذرة سنراها موزعة بالغلاف الخارجي للذرة بشكل مبدئي نحن نهتم بالطبقة الخارجية External shell لذرة السليكون (Si) والجرمانيوم وكنتيجة لذلك سنبسط هذه الذرات كما في الشكل (1-1-ب) الذي نرى فيه غلافا يمثل الغلاف الخارجي لذرة السليكون وبداخل هذا الغلاف سنرى ما يسمى بلب

السيليكون وقد أحاط به الغلاف الخارجي الذي يحتوي على أربعة إلكترونات [10]



ذرة سيليكون(ا) ذرة جرمانيوم (ب)

الشكل (1-1) يوضح ذرتي السليكون والجرمانيوم

(ا)الغلاف الخارجي لذرة السيليكون (ب)الغلاف الخارجي لذرة الجرمانيوم

الشكل (1-2) يوضح الأغلفة للخارجية لذرتي السليكون والجرمانيوم

(1-2-1)انواع اشباه الموصلات (Types Of Semiconductors)

يوجد نوعين من أشباه الموصلات وهي:-

١-اشباه الموصلات النقية (pure semiconductor) :- هي مجموعة من المواد النقية التي تحتوي على كمية ضئيلة جدا من الشوائب ويمثل هذه المجموعة عدد من عناصر المجموعة الرابعة كالسيلكون مثلاً والجرمانيوم [11] وتسمى أيضاً بالمواد الشبه الموصلة ذات التوصيلية الذاتية اي أن التوصيل في هذه المواد ينتج عن طريق اصطياد فجوة الالكترون او ظهور فجوة نتيجة انتقال الالكترون من حزمة التكافؤ إلى حزمة توصيل اي أن التوصيل الكهربائي ناتج من تولد الزوج (إلكترون – فجوة) الذي يسبب ظهور تيار متولد متنقل من هذه العملية وهذا يحدث بعدة طرق أما برفع درجة حرارة المادة ذاتية التوصيل او بتسليط مجال كهربائي خارجي او تعرضها لإشعاع كهرومغناطيسي بتردد مناسب[12,13] ومستوى فيرمي لهذه المواد يقع في منتصف فجوة الطاقة بين حزمة التكافؤ وحزمة توصيل [14]

٢- أشباه الموصلات المطعمة (Grafted semiconductors):- تعد طريقة التشويب لأشباه الموصلات المطعمة (Doping) من أكثر الطرق فعالية في عملية التحكم في توصيلية الكهربائية للمواد الشبة الموصلة والتي تتكون من إضافة ذرات عناصر أو جزيئات مركبات تعمل على زيادة نوع واحد من حاملات الشحنة الاغلبية وأن عملية إضافة نسب محددة من الشوائب الى المادة الشبه الموصلة النقية تتم باستعمال نوعين من الذرات أما أن تكون ثلاثية

التكافؤ أو خماسية التكافؤ لتنتج مستويات طاقه موضعية تجعل قمة حزمة التكافؤ قريبة من قعر حزمة التوصيل [15,16] .

(2-2-1)تصنف أشباه الموصلات إلى:-

١-شبه الموصل الموجب (P-Type):- وهي مواد شبه موصله يتم تطعيمها بذرة شائبة ثلاثية التكافؤ وتدعى بالعناصر القابلة وذلك لأن الذرة الشائبة بعد عملية تطعيمها تعمل على تكوين المستوى القابل الاقرب الى حزمة التوصيل ليزيح مستوى فيرمي باتجاه حزمة التكافؤ لذا يكون تركيز الفجوات هي الحاملات الاغلبية للشحنة والالكترونات الحرة هي الأقل [10]

٢- شبه الموصل السالب (N-TYPE):-وهي مواد شبه موصله يتم تطعيمها بذرة شائبة خماسية التكافؤ مثل الفسفور (P) و الأنتيمون (Sb) وتدعى بالعناصر المانحة وذلك لأن الذرة الشائبة بعد عملية تطعيمها تعمل على تكوين المستوى المانح القريب إلى حزمة التكافؤ ليجعل مستوى فيرمي اقرب إلى حزمة توصيل لذا يكون تركيز الالكترونات الحرة هي الحاملات الاغلبية وتركيز الفجوات هي الحاملات الأقلية [17، 4]

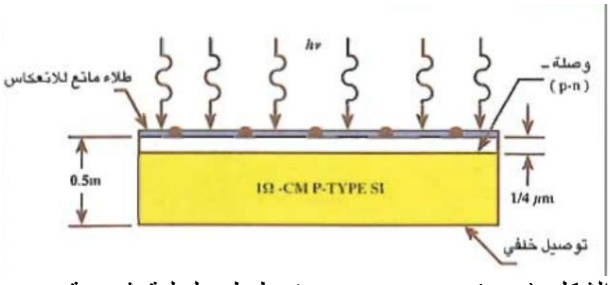
[3-2-1]تطبيقات أشباه الموصلات (semiconductor applications)

توجد العديد من التطبيقات التي تعتمد على استخدام أشباه الموصلات منها [18]

١-الخلايا الشمسية: الشكل (1-3) يوضح الخلايا الشمسية وحالتها المبسطة التي تكون عبارة عن وصلة (p - n) - وطبقة توصيل تغطي السطح (p) الخلفي واسلاك رفيعة لتوصيل التيار على السطح الأمامي (n) المواجه للشمس إضافة إلى طلاء على هذا السطح لتقليل انعكاس الأشعة الساقطة عند سقوط الأشعة من الشمس على الخلية تعمل بعض هذه الأشعة - في الواقع فوتونات – على إثارة الإلكترونات من شريط التكافؤ إلى شريط التوصيل . ومن الفوتونات المناسبة هنا التي تكون طاقتها مساوية أو أكبر من فجوة الطاقة لمنطقة الاستنزاف في الوصلة (p - n) ونتيجة لذلك تحدث حركة جماعية للإلكترونات وحركة معاكسة للثقوب

بحيث لو وصل بين طرفي الخلية بسلك موصل لتولد تيار كهربائي في الدائرة وفي أنظمة الطاقة الشمسية الحديثة تستخدم خلايا مكونة من (Hetrostructure) وتصف أعداد ضخمة من هذه الخلايا بجوار بعضها للحصول في على تيار كهربائي كبير نسبيا يستفاد منه تشغيل العديد من الأجهزة خاصة تلك التي يصعب فيه استعمال مصادر الطاقة التقليدية كالأقمار الصناعية مثلاً وتصنع الخلايا الشمسية من أنواع عدة من أشباه الموصلات منها السيليكون والجاليوم المزود بالزرنيخ (GaAs) و فوسفيد الإنديوم (InP) وغيرها.

٢- الدوائر المتكاملة في كثير من التطبيقات قد يلزم أكثر من جهاز في وقت واحد فمثلاً قد يلزم ترانزستور ، و ليزر شبه موصل ومنظم حراري مع بعضها لنظام اتصال بصري وبدلاً من وضع هذه القطع المختلفة في صندوق واحد منفصلة بعضها عن بعض وفي حيز كبير نسبيا فإنه بالإمكان تصنيع هذه القطع على بلورة شبه موصل أحادية والربط بين هذه الأجزاء بلحام دقيق تحت المجهر الحصول على ما يعرف بالدائرة المتكاملة (IC) نستغرق عملية التصنيع عدة مراحل فهي تبدأ أولا بشريحة رقيقة مصقولة تماما ثم تنمى عليها شرائح من اشباه موصل مختلفة بطرق عدة يتبع ذلك عملية التطعيم بطريقة الانتشار أو الغرس أو غيرها ، يلي ذلك وضع أقنعة (Masks) متباينة تنزع بشكل متدرج مع عمليات التبخير أو الترسيب للمواد المختلفة حسب التطبيق لا نتاج دائرة متكاملة .



الشكل (1-3) يوضح رسم تخطيطي لخلية شمسية مصنوعة من السيلكون نوع (p-N)

(3-1)المركبات الشبه الموصلة (Semiconductor Compounds)

عدد كبير من العناصر والمركبات لها خصائص شبه موصلة : [19]

تم العثور على عناصر نقية معينة في المجموعة(14) من الجدول الدوري والمهم أكثر تجاريا من هذه العناصر هي السيليكون و الجرمانيوم حيث يتم استخدام السيليكون والجرمانيوم هنا بشكل فعال لأن لديهم 4 إلكترونات تكافؤ في غلافهم الخارجي مما يمنحهم القدرة على اكتساب أو فقدان الإلكترونات بالتساوي في نفس الوقت.

المركبات الثنائية خاصة بين العناصر في المجموعتين (13 و 15) مثل زرنيخيد الجاليوم و المجموعتان(12 و 16) و المجموعات (14 و 16) وبين عناصر المجموعة 14 المختلفة مثل كربيد السيليكون وهو المركب الثنائي الوحيد المكون من عناصر أشباه الموصلات في المجموعة الرابعة من الجدول الدوري هذا هو مادة اشباه الموصلات مع فجوة نطاق من (2.8-3.1) فولت اعتماداً على التعديلات ويستخدم كربيد السيلكون في تصنيع اجهزة أشباه الموصلات التي تعمل في درجات حرارة عالية تصل إلى 700 درجة مئوية [20]

مركبات ثلاثية وأكاسيد وسبائك معينة أن أشباه موصلات العضوية مصنوعة من مركبات عضوية وان أكثر مواد شبه الموصلة شيوعًا هي المواد الصلبة البلورية ولكن أشباه الموصلات غير المتبلورة والسائلة معروفة أيضًا. وتشمل هذه السيليكون غير المتبلور المهدرج وخليط من الزرنيخ ، السيلينيوم و التيلوريوم في مجموعة متنوعة من النسب. تشترك هذه المركبات مع أشباه الموصلات المعروفة في خصائص الموصلية الوسيطة والتغير السريع في التوصيل مع درجة الحرارة وكذلك المقاومة السلبية العرضية حيث تفتقر مثل هذه المواد المضطربة إلى البنية البلورية الصلبة لأشباه الموصلات التقليدية مثل السيليكون. لقد استخدمت بشكل عام في هياكل الأغشية الرقيقة التي لا تتطلب مواد ذات جودة إلكترونية أعلى كونها غير حساسة نسبيًا للشوائب والأضرار الإشعاعية.

(4-1)التوصيلية الضوئية لأشباه الموصلات (Scientific Connectivity for Semiconductors) [21,22,23]

اظهر ماكس ويل منذ سنوات عديده أن الضوء عباره عن موجة كهرومغناطيسية تنتقل في الفضاء ويتفاعل مع الوسط بسبب يمكن لمتجه المجال الكهربائي للضوء أن يستقطب وينتج تيار يعتمد على الزمن حيث تتأثر توصيلية شبه الموصل بالحرارة والضوء والمجال المغناطيسي وأيضاً تؤثر فيها وجود كميات ضئيلة من الذرات

الشائبة .وتعرف التوصيلية الضوئية على أنها الزيادة الحاصلة في عدد من حاملات الشحنة والفجوات نتيجة لسقوط حزمة ضوئية على شبه الموصل ويمكن حساب التوصيلية الضوئية (Optical connection) من العلاقة الآتية

$$\sigma_{opt} = \frac{\alpha n c}{4\pi} \ldots\ldots\ldots (1-1)$$

αمعامل الامتصاص، nمعامل الانكسار ، cسرعة الضوء

و تقاس التوصيلية الضوئية sec^{-1}

(5-1)الانتقالات المباشرة (Direct transfers) :

تسمى أشباه الموصلات التي يحدث فيها هذا النوع من الانتقالات بأشباه الموصلات المباشرة ، حيث ينتقل الالكترون من قمة حزمة التكافؤ الى قعر حزمة التوصيل عند النقطة نفسها في فضاء k وبشكل عمودي إذ (0 = Δk) وبصورة مباشرة عندما يمتص إلكترون في حزمة التكافؤ (المملؤة تماماً) فوتوناً طاقته أكبر أو تساوي طاقة الفجوة (hv = E ،) لينتقل الى مكاناً شاغراً في حزمة التوصيل حيث يتحقق قانون حفظ الطاقة والزخم وتكون الانتقالات الالكترونية المباشرة على نوعين [3,24]

1 - الانتقال المباشر المسموح (Direct allowed transition):- يحدث هذا النوع من الانتقالات عندما ينتقل الإلكترون بصورة مباشرة من قمة حزمة التكافؤ (VB) الى قعر حزمة التوصيل (CB) وعندما يتطابق موقع قمة حزمة التكافؤ وموقع قعر حزمة التوصيل وعند نفس قيمة المتجه الموجي أي عندما (Δk=0)

٢-الانتقال المباشر الممنوع(Direct forbidden transition) :- عند حدوث الانتقال بين النقاط المجاورة الأعلى وأوطأ نقطة وبشكل مباشر أيضا وعند نفس قيمة المتجه الموجي أي أن Δk = 0 معامل الامتصاص للانتقال المباشر المسموح والممنوع يمكن حسابة من خلال العلاقة

$$(ahv) = B_x(hv - E_g)^r \ldots\ldots (2-1)$$

B_x-:ثابت يعتمد على طبيعة المادة

E_g-فجوة الطاقة البصرية

(hv):-طاقة الفوتون الممتص

(r):-قيمة تعتمد على طبيعة الانتقالات تأخذ قيم (2\1,2\3) للانتقالات المباشرة و(2,3) للانتقالات غير مباشرة

فإذا كان (r = 2 / 1) يكون الانتقال مباشراً مسموحاً ، أما

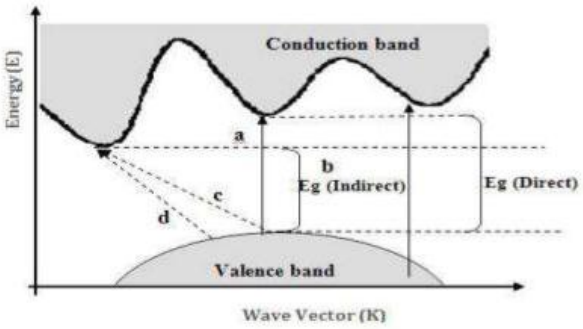
إذا كان (r = 2 / 3) فان الانتقال يكون مباشراً ممنوعاً ، كما موضح في الشكل (1-4)

(6-1) الانتقالات الغير مباشرة (Indirect transfers) :-

تسمى المواد شبه الموصلة التي تحدث فيها هذه الانتقالات بأشباه الموصلات غير المباشرة تحدث هذه الانتقالات الالكترونية عندما ينتقل الكترون من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل بصورة غير عمودية ولا تتساوى قيمة متجه الموجة للإلكترون إذ ($\Delta K=0$) قبل وبعد الانتقال لذلك تحدث هذه الانتقالات بمساعدة الفوتون من اجل حفظ الزخم (Conservation of momentum) الناتج عن تغير متجه الموجه (k) (Wave vector) للإلكترون تكون الانتقالات غير المباشرة على نوعين [3,25]

1- **الانتقال الغير مباشر المسموح (Indirect allowed transitions)** :- يحدث عندما تكون الانتقالات بين أعلى نقطة في حزمة التكافؤ وأوطأ نقطة من حزمة التوصيل في مناطق مختلفة لفضاء (k) .

2 - **الانتقال الغير مباشر الممنوع (Indirect forbidden transitions) :-** الانتقالات التي تحدث بين نقاط مجاورة لأعلى وأوطأ نقطة في حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل . وكما موضح بالشكل (1-4) .



الشكل (1-4) انواع الانتقالات الالكترونية (a) انتقال مباشر مسموح (b) انتقال مباشر غير مسموح (c) انتقال غير مباشر مسموح (d) انتقال غير مباشر ممنوع

(1-7-1)الخصائص الفيزيائية لبوليمر بولي مثيل ميتا أكريلات(Poly (Methyl (Methacrylate)(PMMA)

توجد العديد من البوليمرات التي تمتاز بصفات فيزيائية وكيميائية متعددة لكن في بحثنا سنتطرق لبوليمر PMMA الذي يكون عبارة عن بوليمر شفاف عديم الشكل وذلك لأنه لم يخضع لأي إضافة من الجزيئات البوليمر ويمتاز بالصفات الفيزيائية الآتية

1-مقاومة الاشعة فوق البنفسجية

2-يمتاز بالشفافية العالية

3-المتانة

4-يعد مادة عالية البلمرة ولدنة حرارياً

5-يمتاز بخصائص ضوئية جيدة ومقاومة عالية الطقس [1,26]

جدول خصائص (PMMA)

الجدول (١-١) يوضح بعض الخصائص العامة لبوليمر PMMA

الوزن الجزيئي	$1 \times 10^6 - 3 \times 10^6$
الكثافة gm/cm^3	1.19
معامل الانكسار عند الطول الموجي(600nm)وعند(25°c)	1.48
قوة التصادم (N/cm)	0.17-0.34
معامل المرونة MPA	2240-3240
ثابت العزل الكهربائي عند التردد 10^6 وعند 25°	2.5-3
ظل زاوية الفقدان عند التردد10^6 وعند 25°	0.017
تأثير الاشعة	لا يتأثر
درجة الانتقال الزجاجي$C^\circ T_g$	100
درجة الانصهار$C^\circ T_m$	185

(2-7-1)الخصائص الفيزيائية لصبغة المثيل البنفسجية (Methyl violet dye)

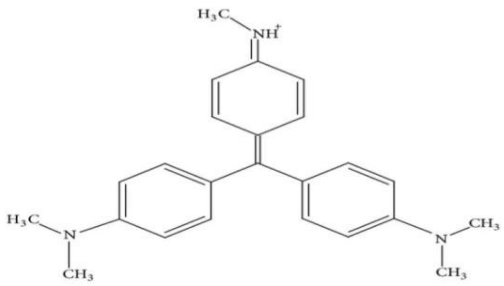
يعتبر بنفسجي الميثيل (methyl violet 2B)من المركبات الكيميائية العضوية التي تستخدم بشكل رئيسي كصبغات حيث يعتبر صبغة أساسية بسبب وجود شحنة موجبة على المجموعة الامينية الخاصة به ويعتمد تغير لون الصبغة على عدد مجموعات الميثيل المرتبطة به [27,6] وتكون صبغة الميثيل البنفسجي ذات لمعان وكثافة عالية ويظهر الشكل (5) التركيب الجزيئي لصبغة المثيل البنفسجي و أيضا تعتبر مادة سامة مطفرة وانقسامية قد تسبب السرطان ويمكن أن تسبب تهيجا شديدا للعين من خلال الابتلاع أو ملامسة الجلد وتوجد تقنيات فيزيائية وكيميائية لإزالة صبغة المثيل البنفسجي من محلولها المائي مثل الاكسدة والتبادل الايوني والامتزاز ويعد الامتزاز أحد أكثر عمليات المعالجة الاشعة لإزالة صبغة المثيل البنفسجي [28] ويظهر الجدول

(2) بعض الصفات والخواص الفيزيائية والكيميائية التي تتميز بها صبغة الميثيل البنفسجي [29]

جدول خصائص صبغة المثل البنفسجي

(2-1) جدول يوضح الصفات الفيزيائية والكيميائية لصبغة المثيل البنفسجي

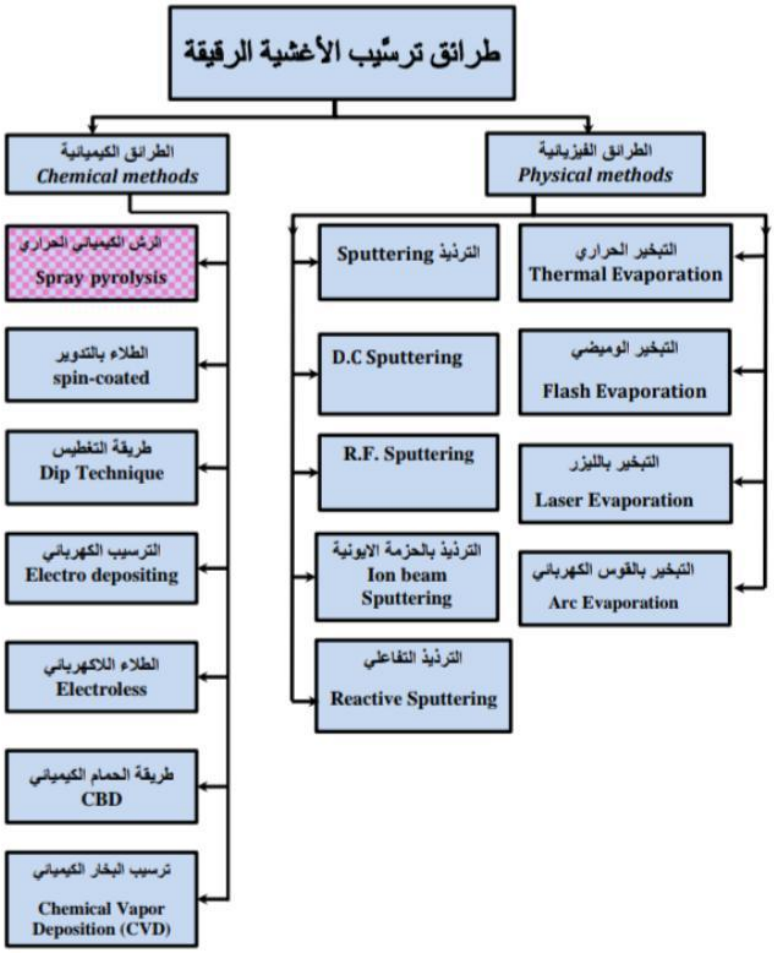
الاسم الكيميائي	Methyl violetdye
الصيغة الجزيئية	$C_{24}H_{27}N_3$
الوزن الجزيئي	357.5
متوسط الكتلة	407.979Da
نقطة الانصهار	410 K،C137
الكتلة احادية النظير	407.212830Da



يوضح الشكل (1-5) التركيب الجزيئي لصبغة الميثيل البنفسجي (Methyl Violet (2B

(8-1)تحضير الأغشية الرقيقة (Thin film preparation)

صنفت طرائق تحضير الأغشية الرقيقة بشكل عام إلى الطرق الفيزيائية والطرق الكيميائية كما مبين في المخطط (١-١)



المخطط (١-١) يمثل طرائق تحضير الأغشية الرقيقة

وتشمل الطرق الكيمياوية طريقة الرش الكيميائي والتي تسمى ايضا بطريقة التحلل الحراري تتمثل طريقة الرش الكيميائي الحراري برش محلول أملاح المادة المراد تحضير الغشاء منها على أرضيات (Substrate) ساخنة من الزجاج او الكوارتز او الالمنيوم بدرجة حرارة معينة تعتمد على نوع المادة المستعملة حيث يتم رش المحلول باستخدام جهاز رش ذي فوهة مناسبة ويتم دفع رذاذ المحلول بوسيلة دفع الهواء تحت ضغط معين عند سقوط رذاذ المحلول وبشكل عمودي على الأرضيات حيث تتم عملية التحلل الحراري

(Thermal Decomposition) للمركبات ثم يبدأ نمو الغشاء باستمرار عملية الرش على سطح الأرضيات الساخنة لتعطي نواتج مستقرة للمادة المطلوبة [3]

تعد طريقة الرش الكيميائي الحراري (Chemical thermal spraying) من طرائق الترسيب الكيميائية المهمة والاكثر شيوعاً في تحضير الأغشية الرقيقة ومنها اغشية أكاسيد المعادن ، لما تمتاز به هذه الطريقة من مميزات ومنها :-

(1-8-1)المميزات :-

1- قلة تكاليف الاجهزة المستخدمة وسهولة التحضير وسهولة التعامل معها في تحضير الأغشية ولا تحتاج الى أجهزة معقدة كباقي طرائق الترسيب .

2-يمكن العمل بها ضمن الظروف الجوية الاعتيادية دون الحاجة الى ظروف الفراغ

(Vacuum) التي تستخدم في طريقتي التبخير والترذيذ

3- تحضير أغشية من مزج مادتين او اكثر لها درجات انصهار مختلفة وقد تكون

4- امكانية الحصول على أغشية ذات التصاقيه جيدة و استقراريه في الصفات ذات درجات انصهار عالية يصعب تحضيرها بالطرائق الأخرى . الفيزيائية

5- ادخال نسب مختلفة من المواد بما يسمى بالتشويب من أجل تحسين بعض الخصائص للمركبات و المواد المستخدمة [30,31,32]

وهناك عدة طرق أخرى لتحضير الأغشية الرقيقة مثل :-

أ- طريقة التبخير الحراري بالفراغ

ب- طريقة الترذيذ

(2-8-1)الطرق الكيميائية وتشمل :-

١-طريقة الترسيب الكيميائي(أغشية الكاثود)

٢-طريقة الترسيب الكهربائي (أغشية البنود)

٣-طريقة الترسيب الكيمائي الحراري وتم التطرق إليها أعلاه [33]

(3-8-1)الطرائق الفيزيائية فتشمل :

١-الترسيب اللأ كهربائي

٢- الترسيب الكهربائي

٣-ترسيب البخار الكيميائي

٤- التبخير بالليزر

٥-التسخين بالمقاومة

٦-التسخين بالحزمة الالكترونية

٧- التبخير بالقوس

٨-الترذيذ تحت ضغط واطئ

٩-الترذيذ بالحزمة الايونية

١٠- الترسيب بالتحلل [34]

(9-1) طريقة الصب المباشر (casting Method):-

يتم تحضير أغشية رقيقة بطريقة الصب عن طريق إذابة كمية معينة من المادة البوليميرية في أحد المذيبات العضوية المناسبة مثل(الكلوروفورم ،CHCI 3 والمثيلين كلورايد2 CH2 C1 ، Tetrahydrofuran), THF))بعدها توضع كمية منه على قواعد زجاجية (Glass bases)عن طريق صب المادة البوليميرية بمنتصف القاعدة والاستمرار بالصب إلى ان تنتهي الكمية المأخوذة وبمستوى أفقي تماما بعد فحص استواء القاعدة بواسطة شاقول البناء ويليها تبخر تدريجي للمذيب . حيث توضع في درجة الحرارة المناسبة للتفاعل الكيميائي ، وكلما كانت سرعة تبخر المذيب قليلة كان الغشاء أكثر تجانسا وتماسكا

(10-1)التلدين الحراري ((Annealing Temperature)) :

أن التلدين الحراري هو معالجة حرارية بسيطة بدرجات حرارية معينة على الاغشية الرقيقة وهو من الطرق التقليدية الشائعة في معالجة العيوب خاصه تلك المحتثة اثناء عملية الانماء البلوري لمادة القاعدة التي يصنع منها الكاشف [35] ويطبق التلدين الحراري على نطاق واسع على المواد المستعملة في الصناعة الالكترونية [36] .

ويعتبر الصلب في علم المواد معالجة حرارية يمكن أن يغير بعض الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية في بعض الأحيان من مادة ما لزيادة الليونة والحد من قدرته ويستخدم التلدين الحراري لتحقيق الكثير من الخصائص المطلوبة [37].

إن المعاملة الحرارية تمنح الذرات الطاقة الحركية اللازمة لأعادة ترتيب نفسها في الشبيكة البلورية ومن ثم تؤدي إلى تنظيم التركيب البلوري للمادة و التقليل من العيوب البلورية الموجودة فيها لذلك تستعمل المعاملة الحرارية في بعض الاحيان للحصول على الحالة المتبلورة للمواد في حالة كون الاغشية المحضرة من الاغشية العشوائية كما ان عملية تلدين الاغشية الرقيقة قد تسبب احياناً تقليل مقاومة الغشاء نتيجة لتكوين مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة ومن ثم زيادة التوصيلية ، أو تسبب زيادة في مقاومة الغشاء ومن ثم نقصان في التوصيلية نتيجة لازالة المستويات الموضعية داخل فجوة الطاقة أو نتيجة لتفاعل مادة الغشاء مع الاوكسجين عند اجراء التلدين في حيز من الهواء .[38]

طرق التلدين الحراري:

هناك نوعين من طرق المعالجة الحرارية أو التلدين Annealing)). وهي

1- التلدين الحراري التقليدي (البطيء).

2- التلدين الحراري السريع .

(1-10-1)التلدين الحراري التقليدي(البطيء)(Class Theraml Annealing)

يعد التلدين الحراري التقليدي الذي يسمى بالفرن الحراري احد انواع التلدين الحراري الايزوثرمي وهو أحد أنواع التلدين الفعالة حين يمكن إجراء عملية التلدين بصورة عامه من الشريحة المراد معالجتها كما تمتاز ببساطة الاجهزة المستخدمة من حيث زمن تعرض النموذج للحرارة وكيفية مقارنة هذا الزمن مع زمن الاستجابة لمادة شبة الموصل والذي يعطى بالعلاقة :

$$T = s^2 / K1 \qquad \text{.... (3-1)}$$

حيث أن

S طول الإنتشار الحراري

K الانتشارية الحرارية [35]

(2-10-1)التلدين الحراري السريع (Rapid Theraml Annealin) :

يعتبر التلدين الحراري السريع مجموعه فرعية من المعالجة (RTA) يستخدم في تصنيع جهاز اشباه الموصلات الذي يتكون من تسخين رقاقة واحده في وقت واحد لتأثير على خصائصه الكهربائية [39] وله تأثير في ثابت العزل الكهربائي بجزئية الحقيقي والخيالي [35] وبالمقارنة مع المعالجة الحرارية التقليدية فإن التلدين الحراري السريع بدرجات الحرارة العالية في نظام التسخين بالحث بالترددات الراديوية يمكن أن يقلل أو يزيل الضغوط المتبقية في الاغشية الرقيقة [40]و يؤثر التلدين الحراري السريع تأثيراً واضح في معامل الامتصاص للأغشية المحضرة [41].

(3-10-1)فرن التلدين الحراري :

يتم استخدام الأفران الكبيرة لعملية التلدين و داخل الفرن يكون كبير بما يكفي لوضع قطعة العمل في موضع لتلقي أقصى قدر من التعرض للهواء الساخن المتداول لعمليات التلدين ذات الحجم الكبير غالبًا ما تستخدم أفران ناقلة تعمل بالغاز بالنسبة لقطع العمل الكبيرة أو الأجزاء ذات الكميات الكبيرة ، يتم استخدام أفران أسفل السيارة حتى يتمكن العمال من تحريك الأجزاء للداخل والخارج بسهولة. بمجرد اكتمال عملية التلدين بنجاح تُترك قطع العمل أحيانًا في الفرن بحيث تبرد الأجزاء بطريقة يمكن التحكم فيها بينما تُترك بعض قطع العمل في الفرن لتبرد بطريقة خاضعة للرقابة ، تتم إزالة المواد والسبائك الأخرى من الفرن بمجرد إزالتها من الفرن ، غالبًا ما يتم تبريد قطع العمل بسرعة في عملية تُعرف باسم التصلب بالإخماد تتضمن الطرق النموذجية لإخماد مواد التصلب وسائط مثل الهواء أو الماء أو الزيت أو الملح. يستخدم الملح كوسيط للتبريد عادة في شكل محلول ملحي (ماء مالح) يوفر المحلول الملحي معدلات تبريد أسرع من الماء. هذا لأنه عندما يتم إخماد جسم ما في فقاعات بخار الماء تتشكل على سطح الجسم مما يقلل من مساحة السطح التي يتلامس معها الماء يقلل الملح الموجود في المحلول الملحي من تكوين فقاعات البخار على سطح الجسم ، مما يعني وجود مساحة أكبر من الجسم الملامس للماء ، مما يوفر معدلات تبريد أسرع لتقسية المروية قابلة للتطبيق بشكل عام على بعض السبائك الحديدية ، ولكن ليس سبائك النحاس[37].

(1-11)تأثير التلدين الحراري السريع الخواص البصرية للأغشية الرقيقة

يؤثر التلدين الحراري السريع على دراسة الخصائص البصرية للأغشية الرقيقة التي يكون لها اهمية بالغة في إيجاد الثوابت التي يمكن عن طريقها التعرف على قيمة فجوة الطاقة البصرية على وفق ظروف التحضير المحددة (الضغط ، درجة الحرارة ،سمك الغشاء ،...الخ) وكذلك يمكننا معرفة الثوابت الأخرى من امتصاصية ونفاذية المادة ومعاملاتها وكذلك معامل الخمود ومعاملات العزل الكهربائي الحقيقي والخيالي [42]

حيث يتم تلدين الأغشية الرقيقة تلدينا حرارياً سريعاً عن طريق وضعها في الفرن الحراري (oven) بعد أن يتم ترسيبها على قواعد زجاجية ولدرجات حرارية مختلفة مثل (300,400,500،) ولزمن معين [43]

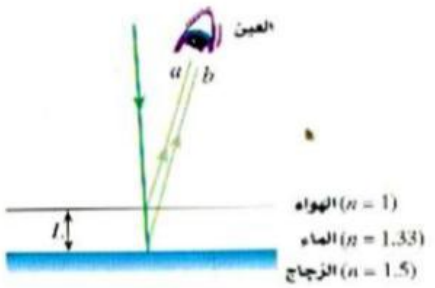
(1-12) تطبيقات الاغشية الرقيقة:

توجد العديد من التطبيقات على الاغشية الرقيقة منها

1- تستخدم في الطلائات البصرية ومن الامثلة على ذلك المرايا الطلائات المضادة للانعكاسات على نظارات والسدادت العاكسة على مصابيح الأمامية للسيارات والمرشحات الضوئية عالية الدقة[44]

2- الأغشية الرقيقة في الخلايا الشمسية :الاغشية الرقيقة في الخلايا الشمسية هي الجيل الثاني من الخلايا الشمسية التي تعتمد على تصنيع الخلايا الشمسية من طبقات متعددة من مواد كهروضوئية (تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كهربائية) وتعد ابرز المواد المستخدمة في صنع الخلايا الشمسية هي كتيلو الكاديوم (CdTe) أو سيليندات نحاس انديوم جاليوم (CIGs) وقد تم بالفعل اقتراح خلايا الجيل الثالث الشمسية والمعتمدة كذلك بصورة عامة على الاغشية الرقيقة .[45]

3- الهدبات الملونة التي كثيرا ما نراها في أغشية الزيت أو الصابون وتعد من أكثر مظاهر التداخل شيوعاً وانتشارا ويبين الشكل (1-6) غشاء رقيق من الماء طولهL فوق شريحة زجاجية والضوء الذي نراه منعكسا من الغشاء قد انعكس جزء منه من السطح العلوي وجزء آخر من السطح الفاصل بين الزجاج والماء .[36]



الشكل (1-6)تداخل الاغشية

(13-1)الدراسات السابقة :-

توجد العديد من الدراسات التي مواضيعها تكون مقاربه لمواضيع بحثنا هذا ومنها

١- في عام (2005) درس (S.H .Deshmukh) وآخرون التوصيل الكهربائي في الأغشية الرقيقة لشبه الموصل PMMA-PVC . [١]

٢- في عام (٢٠١١) قامت الباحثة (Taghrid) وآخرون بدراسة الخصائص البصرية لبوليمر بولي مثيل ميثا اكريلات (PMMA) المطعمة بواسطة يوديد البوتاسيوم بسماكة مختلفة [2]

٣- في عام (٢٠١٧) درس الباحث (Dr.Ali Salman) الخصائص البصرية للاغشية الرقيقة لبوليمر PMMA/MR-Eosin المحضرة بطريقة الصب (casting method). [3]

٤- في عام (٢٠١٧) قامت الباحثة (Linda) وآخرون بتشكيل الكرافيت من بقايا بوليمر (PMMA) أثناء عملية التلدين .[4]

٥-في عام (٢٠١٨) قامت الباحثة (Asmahan) واخرون بدراسة الخصائص البصرية للاغشية بولي ميثيل ميثا كريلات (PMMA) المطعمة بصبغة (Fluoresion Eosin _Y). [٥]

6- في عام (٢٠١٩) درس كل من (Ahmed Shaker) وآخرون تأثير السماكة على الخواص البصرية للاغشية الرقيقة لبوليمر (PMMA)المحضرة بطريقة (Rotation method) [٦]

(14-1)هدف البحث:.

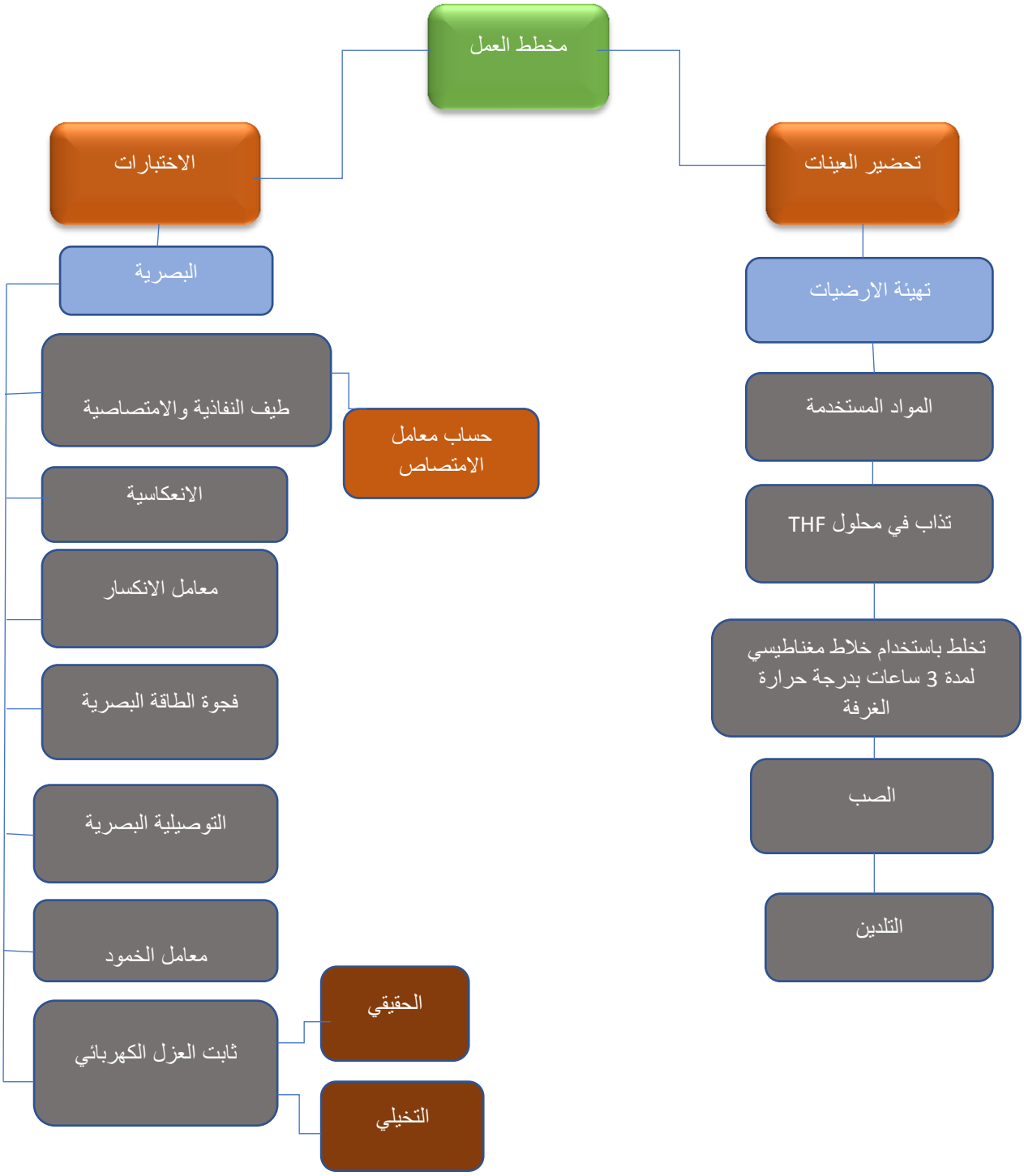
1. تحضير أغشية (PMMA/Methyl-Violet) بطريقة الصب المباشر .
2. دراسة تأثير التلدين بدرجات حرارة مختلفة وفترات متغيرة في تركيب الأغشية المحضرة.
3. معرفة نوع الانتقالات الالكترونية وإيجاد قيم فجوة الطاقة البصرية للأغشية .
4. دراسة تأثير كل من درجات الحرارة وفترات التلدين المختلفة في التوصيلية البصرية للأغشية المحضرة.

الفصل الثاني

الجزء العملي

(1-2) المقدمة(Introduction):

لتقنية الأغشية الرقيقة أهمية كبرى ودورا فعالا في دراسة المواد ومنها أشباه الموصلات والمواد البوليميرية والتعرف على خواصها الفيزيائية والكيميائية و دراستها ومعرفة مدى تأثير هذه الخواص على المادة ، وسنتناول في هذا الفصل الجانب العملي لبحثنا هذا والتعرف على الخطوات العملية المستخدمة في تحضير الأغشية ومنها الأجهزة والمواد المستخدمة وكذلك المحاليل وقواعد الصب .



(2-2) تهيئة الأرضيات (Floors Prepared):-

تم تهيئة الأرضيات المستخدمة في عملية تحضير الأغشية وذلك من خلال استخدام دوارق زجاجية(Glass Beaker) تم غسلها بمادة حمض الهيدرو كلوريك(HCl) اولا لضمان التخلص التام من العوالق اثر التجارب السابقة بعد ذلك تم غسل هذه الدوارق بالماء والصابون جيداً لإزالة تأثير مادة حمض الهيدرو كلوريك وتم استخدام قواعد زجاجية من نوع (Microscope slide) صينية المنشئ سمكها حوالي (mm-1.2mm1) وأبعادها (m76.2-25.4)وتم غسل هذه القواعد أيضاً بالماء والصابون جيداً ثم غسلها بالماء المقطر لتأكد من تخلصها النهائي من العوالق ، بعد ذلك تم تهيئة المنضدة الخاصة بصب القواعد التي تحتوي على المحاليل المعدة لتحضير الأغشية بصورة غير مائلة وذلك بقياس استقامتها باستخدام الميزان الشاقولي (Vertical Scale).

بعد إجراء عملية التنظيف تم تجفيف كل من الدوارق والقواعد الزجاجية باستخدام فرن التجفيف الحراري (oven) ولمدة (٢٤) ساعة عند درجة حرارة معينه لغرض استخدامها في عملية تحضير الأغشية .

الصورة (2-1)توضح كيف تم تهيئة وغسل الدورق الزجاجية داخل المختبر و تجفيفها

(3-2) تحضير الأغشية النقية والمشوبة(Preparation of Pure and Doped Membranes):-

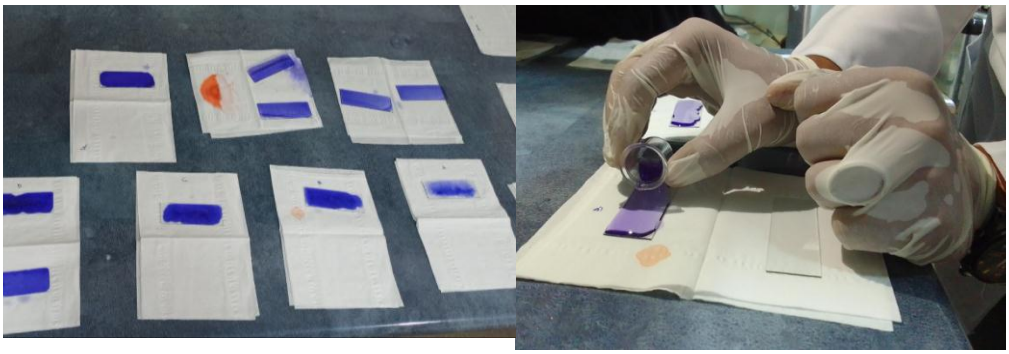
بعد اكتمال مرحلة تنظيف الأرضيات يتم تهيئتها لغرض إجراء عملية تحضير الأغشية وذلك من خلال قياس وزن المواد اولا باستخدام جهاز الميزان الكهربائي الحساس (Sensitive Scale) حيث تم وضع وسيلة لقياس المواد (ورقه) وحسابها كجزء من الميزان لتفادي الزيادة في وزن المواد بعد ذلك تم قياس وزن (1 gm.) من (PMMA)

و(gm0.0225) من صبغة المثيل البنفسجي (Methyl Violet) وبعد التأكد من قياس وزن هذه المواد تم وضعها داخل دوارق زجاجية مناسبة للبدء في المرحلة التالية وهي مرحلة تحضير المحاليل والتي تبدأ بسحب (ml٣٠) من مذيب (THF) بواسطة ابره حقن ومزجها مع بوليمر (PMMA) ووضعها داخل دورق زجاجي مناسب وكذلك بالنسبة لصبغة المثيل البنفسجي حيث يتم مزجها مع (ml30) من مذيب (THF) ووضعها في دورق زجاجي أيضا بنفس طريقة اضافه المذيب لبوليمر (PMMA)، بعد عملية تحضير محاليل كل من الصبغة والبوليمر يتم اضافه أداة المازج المغناطيسي وغلق الدوارق جيداً بأحكام باستخدام مادة السيليفون وذلك لضمان

عدم تطاير المحاليل أو تلفها، وبعد اكتمال عملية تحضير المحاليل تبدأ مرحلة ترسيب (إذابة) المحاليل باستخدام جهاز (Magnetic stirrer) داخل منظومة (Hood) بعدد دورات (400 rpm) دوره خلال الدقيقة وبدرجة حرارة معينه بالنسبة للصبغة ودرجة (٣٠°C) بالنسبة لبوليمر (PMMA)ولمدة (٣) ساعات ، ولتحسين ذوبان بوليمر (PMMA) تم رفع درجة ذوبانه إلى (١٥٠°c) داخل جهاز (magnetic stirrer) وتم مزج المكونات داخل الدوارق الزجاجية التي تحتوي على أداة المازج المغناطيسي لتسهل عملية مزج وذوبان المحاليل بواسطه جهاز (magnetic stirrer) وبعد إنتهاء عملية ترسيب المحاليل تصبح هذه المحاليل معده للاستخدام في المرحلة التالية وهي مرحلة دمج كل من محلول الصبغة مع محلول بوليمر (PMMA) وبنسب معينه كما موضحة في الجدول أدناه لكي تكون جاهزة لصبها على القواعد الزجاجية خلال مرحلة الصب في هذه المرحلة يتم صب المزيج المعد لتحضير الأغشية في دورق زجاجي مناسب على قواعد زجاجية على ارضيه مناسبه حيث تبدأ العملية بصب المحلول في منتصف القاعدة وعلى استقامة واحده والاستمرار بالصب نحو الأعلى والاسفل تدريجياً إلى أن تنتهي النسبة المأخوذة من مزيج المحلول من دون أن ينسكب المحلول بعد اكتمال عملية الصب تترك القواعد الزجاجية (Glass Bases) التي تحتوي على محلول الأغشية إلى أن يجف وتتكون الأغشية وتصبح جاهزة للاستخدام ويتم حفظها داخل حوافظ بلاستيكية للمحافظة عليها من التلف ولغرض إجراء الفحص عليها باستخدام جهاز (UV _Visibl) .

الجدول (2-1) يوضح النسب العملية المستخدمة في عملية الصب لتكوين الأغشية النقية والمشوبة .

نسبة البوليمر	درجة الحرارة	رمز العينة
2.7	30	A
2.4	40	B
2.1	50	C
1.8	60	D
1.5	70	E



الصورة (2-2) توضح كيفية إجراء عملية الصب للأغشية النقية والمشوبة

(4-2) الاجهزة المساعدة لتحضير الأغشية الرقيقه (Auxiliary devices for preparing thin films) :-

1- الميزان الكهربائي الحساس (sensitive electric balance):

تم قياس اوزان المواد المستخدمة لتحضير نماذج الأغشية الرقيقة في بحثنا باستخدام الميزان الالكتروني الحساس من انتاج شركة (AccuLB Sartorius group) وهو جهاز ميكانيكي يستخدم لتحديد كتلة الاجسام ويكون غالي الثمن وان أقصى مدى لقياس الأوزان في هذا الميزان هو (210 g) .

صوره (2-3)شكل الميزان الكهربائي الحساس

٢- المازج المغناطيسي (Magnetic stirrer):

وهو جهاز يمكن العثور عليه في أي مختبر يستخدم لخلط المحاليل الكيميائية ويتكون أساسا من المغناطيس الدوار بوساطة المغناطيس وغالبا ما يتم تزويده بلوحات حرارية لتسخين الخليط عادة حيث يتم توصيل أحد المغناطيسين الدائمين بمحرك كهربائي عندما يدور المغناطيس السفلي ، فسيتأثر الشريط المغناطيسي المغمور بهذا الدوران ويحاول الدوران فيه بالاتجاه نفسه من مدار المغناطيس دون أي اتصال ميكانيكي.

الصورة (2-4) توضح جهاز Magnetic stirrer

3-منظومة Hood:-

عباره عن منظومة مصممه للتخلص من جميع الأبخرة السامة والضارة ، وبالتالي حماية الأجهزة المكلفة والشخص الذي يعمل في المختبر حيث أن مدى درجة الحرارة لهذه المنظومة هي (50-30-)درجة مئوية حيث أن سطح طاولة العمل مزود ببلاط مقاوم (للأحماض والقلويات والفولاذ المقاوم للصدأ) وحوض غسيل صغير مزود بوصلات لمدخل ومخرج المياه. يتحرك الباب الأمامي عموديًا لأعلى ولأسفل بوزن متوازن مخفي ،إذا كانت الوحدة مزودة بمصباح فلورسنت ومحبس غاز لتزويد الغاز / الهواء، يمكن توفير المساحة الموجودة أسفل محطة العمل مع حجرات تخزين لأغراض التخزين، اللوحة الأمامية مزودة بمقبس (5/15) أمبير مع مفاتيح لنظام العادم وضوء فلورسنت للعمل على (220-230) فولت تيار متردد وفي بحثنا تستخدم منظومة (Hood) لحماية جهاز (Magnetic stirrer) لكونه جهاز مكلف الثمن ويتطلب الدقة أثناء العمل.

الصورة (2-5)توضح منظومة Hood داخل المختبر

٤- الفرن الحراري (oven):

استخدم الفرن الكهربائي الحراري من انتاج شركة (Memmert)لتجفيف الادوات المستخدمة في عملية تحضير الأغشية البوليمرية بعد عملية غسلها لضمان تخلصها النهائي من العوالق وكذلك في عملية تلدينها في بحثنا هذا وله إمكانية التحكم بدرجة حراره ضمن المدى (0-200°C).

الصورة (2-6) توضح الفرن الكهربائي الحراري (oven) داخل المختبر.

(5-2) عملية تلدين الأغشية الرقيقة (Thin film annealing process):

بعد اكتمال عملية صب الأغشية الرقيقة وتكونها يتم حفظ النماذج داخل حوافظ بلاستيكية ((plastic walletsبعدها نقوم بعملية تلدين لنماذج الأغشية الرقيقة المتكونة وذلك لغرض فحصها باستخدام جهاز (UV/VIS SPECTROMETER) لتأكد من خواصها ومميزاتها البصرية.

حيث تمت عملية تلدين نماذج الأغشية الرقيقة النقية والمشوبة باستعمال فرن كهربائي من نوع (Memmert) ذو مدى حراري (0-200) درجة مئوية اذ لدنت العينات ضمن مدى من درجات الحرارة (30-100) درجة مئوية بوجود الهواء الاعتيادي ولمدة ساعتين لكل نموذج ،

الصورة(2-7) توضح الفرن الكهربائي المستخدم في عملية التلدين.

(6-2) الأجهزة المستخدمة في عملية توصيف الاغشية الرقيقة (Devices used in the characterization of thin films):-

١-جهاز مطياف الأشعة المرئية – الفوق البنفسجية :-

تم استخدام جهاز مطياف الأشعة المرئية – الفوق البنفسجية (UV/VIS SPECTROMETER) ذو الموديل (T80) من صنع المملكة المتحدة البريطانية (UK) وانتاج شركة (PG Instruments timited) ذو طول موجي (190-1100) وقدرة (180)واط ، في فحص وتوصيف نماذج الأغشية الرقيقة بعد عملية تلدينها لغرض قياس كل من الامتصاصية والنفاذية والانعكاسية .

الصورة (2-8) توضح جهاز UV/VIS SPECTROMETER

٢- طريقة التداخل الضوئي بطريقة التداخل البصري :- يتكون هذا الجهاز من ليزر الهيليوم – نيون (He-Ne) ذو الطول الموجي nm (632) وشاشة (Screen) وحامل (stand) وعدسة لامه (Lens) إضافة إلى القاعدة الزجاجية التي تحتوي على الغشاء الذي يثبت على الحامل لغرض ايجاد إهداب التداخل ،حيث استخدم هذا الجهاز في بحثنا كجهاز لتوصيف الأغشية ولغرض ايجاد سمكها.

(7-2) القياسات (Measurements) :

أن عملية القياسات تمت بمراحل عدة منها

(1-7-2) طريقة قياس وزن المواد (الطريقة الوزنية) وتم في هذه المرحلة قياس وزن المواد المستخدمة لتحضير المحاليل باستخدام جهاز الميزان الالكتروني الحساس (sensitive scale) المستخدم لقياس كتل المواد .

(2-7-2) قياس سمك الغشاء باستخدام طريقة التداخل البصري: وفي هذه الطريقة تم قياس سمك الغشاء الرقيق بعد تكون الاهداب المظلمة و المضيئة باستخدام جهاز التداخل الضوئي .

(3-7-2) القياسات البصرية: تمت دراسة القياسات البصرية في بحثنا هذا باستخدام جهاز مطياف الأشعة المرئية – الفوق البنفسجية (UV/VIS Spectrometer) حيث تم قياس كل من طيف الامتصاصية والنفاذية والانعكاسية.

(8-2) قياس السمك (thickness Measurement):-

يعد سمك الغشاء من العوامل المهمة للغشاء فهو يدخل في عملية صلاحيته للقياسات لغرض دراسة الخواص الفيزيائية ، نتيجة لذلك تعددت طرائق قياس السمك واختلفت فيما بينها بمبدأ العمل والدقة ، ومن أهمها :

(1-8-2) الطرائق الكهربائية (Electrical Methods) .

(2-8-2)الطرائق الميكانيكية (Mechanical Methods)

(3-8-2)طريقة التداخل الضوئي (Optical Interference Method)

(4-8-2)طرائق الوزن الدقيق . ومنها :

(1-4-8-2) مرقاب بلورة الكوارتز (Quartz – Crystal Monitor)

(2-4-8-2)الطريقة الوزنية (Weight Method).

وفي بحثنا سنتناول الطريقة الوزنية وطريقة التداخل الضوئي .

(9-2) الطريقة الوزنية (Weight Method) :-

تعتبر هذه الطريقة من الطرق المهمة لقياس سمك الأغشية المحضرة ، ويتطلب استخدام ميزان حساس ذو حساسية ودقة عالية ، اذ توزن القاعدة الرقيقة قبل ترسيب الغشاء عليها ثم يعاد الوزن بعد الترسيب كذلك تحسب أبعاد الغشاء (مساحة الغشاء) وكثافة المادة المرسبة وبعدها يحسب سمك الغشاء المحضر وفق العلاقة الاتية :

$$t = \frac{m}{(A * \rho)} \dots \dots . . (1 - 2)$$

اذ ان

t سمك الغشاء (cm)

m كتلة مادة الغشاء (g)

A مساحة الغشاء(cm^2)

P كثافة المادة المرسبة(g/cm^2)

(10-2) طريقة التداخل الضوئي (Optical Inteference Method)

تعد هذه الطريقة من طرائق القياس والدقيقة جدا في قياس سمك الأغشية وكان كل من (Tolansky 1984;Winer 1887 اول من استخدموا هذه الطريقة لقياس سمك الغشاء خلال منظومة التداخل المبينة في الشكل (9) إذ تم استعمال ليزر الهيليوم-نيون (He-Ne) بطول موجي 632.8 nm حيث يسقط الليزر بزاوية ((45°على الغشاء والأشعاع المنعكس يمرر من خلال عدسة لامة ليسقط على شاشه لرؤية الاهداب كما مبين في الشكل (9)حيث عند الحصول على الاهداب يمكن حساب سمك الغشاء على وفق المعادلة الآتية :

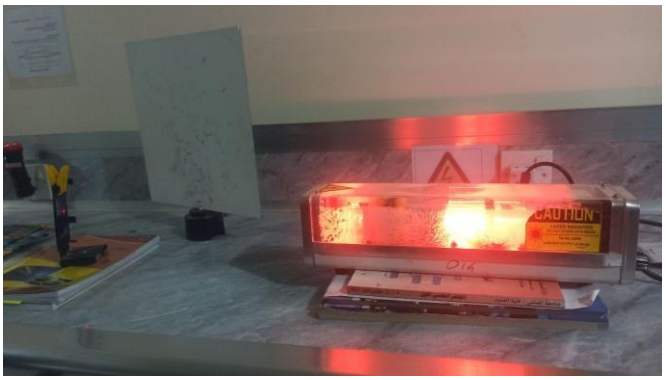
$$t = \frac{\lambda}{2} . \frac{\Delta x}{x} \dots \dots \dots (2 - 2)$$

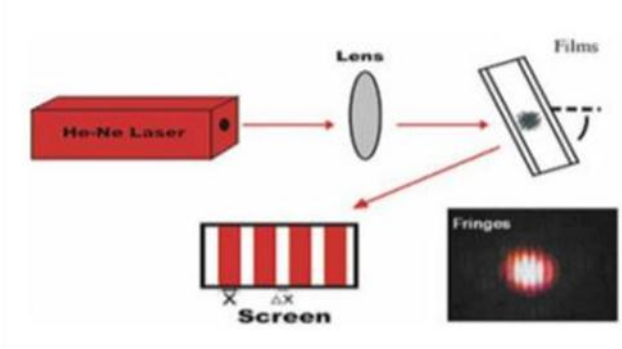
حيث ان

Δx عرض الهدب المظلم (cm)

x عرض الهدب المضيء(cm)

λ الطول الموجي





شكل (1-9)يمثل منظومة التداخل لقياس الاغشية الرقيقة

(11-2) القياسات البصرية (Optical Measured) :

تمت القياسات البصرية لأغشية بوليمر PMMA المرسبه على قواعد زجاجية من خلال قياس أطياف الامتصاصية والنفاذية والانعكاسية ولجميع الأغشية باستخدام مطياف الأشعة المرئية – الفوق البنفسجية (UV/VIS SPECTROMETER بريطاني المنشئ ومن إنتاج شركة (PG Instruments timited) ضمن مدى الاطوال الموجية (190-1100) ومن طيف الامتصاصية تم حساب معامل الامتصاص وفجوة الطاقة ،وكذلك تم حساب الثوابت البصرية المتمثلة ب(بمعامل الانكسار ،معامل الخمود، ثابت العزل بجزئية الحقيقي والخيالي).

الفصل الثالث

النتائج و المناقشة

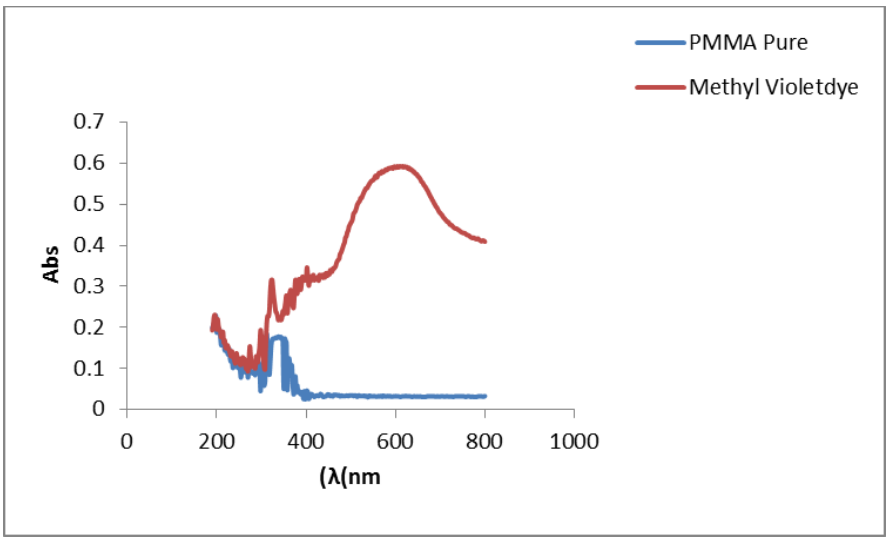
(1-3) المقدمة :-

يتضمن هذا الفصل عرض النتائج التي تم الحصول عليها من خلال دراسة الخواص البصرية لأغشية بوليمر (PMMA) والمطعمة بصبغة المثيل البنفسجية (Methyl violet dye) والمحضرة بطريقة الصب المباشر ودراسة تأثير درجات حرارة التلدين عليها ،ومناقشتها على وفق الدراسات المتوافرة ضمن مجال دراستنا وعرض الاستنتاجات بعد الانتهاء من البحث .

(2-3) الخواص البصرية (Optical Properties): -

لدراسة الخواص البصرية أهمية كبيرة من الناحية التقنية والتطبيقية حيث تزودنا بالعديد من المعلومات عن نوع الانتقالات التي تحدث في المادة ومن خلال قياس طيفي الامتصاصية والنفاذية يمكن الحصول على معلومات عن الخواص البصرية للمادة ويتم عن طريقهما أيضاً الحصول على الثوابت البصرية الاخرى .[51]

حيث يوضح الشكل (3-1)العلاقة بين قيم النقية للامتصاصية للبوليمر والصبغة كدالة للطول الموجي



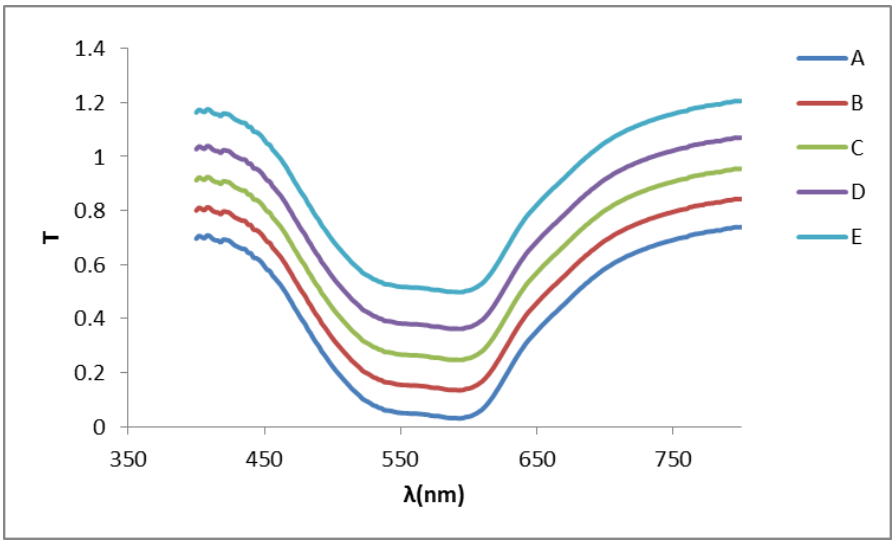
الشكل (3-1)يوضح العلاقة بين قيم النقية للامتصاصية للبوليمر والصبغة كدالة للطول الموجي

(1-3-3) النفاذية(Transmittance) :- وتعرف على أنها النسبة بين شدة الإشعاع النافذ عبر المادة إلى الشدة الابتدائية للإشعاع الساقط على المادة وتحسب من خلال العلاقة الآتية :

$$T = \frac{I_T}{I_\circ} \dots\dots\dots\dots (1-3)$$

حيث تعتمد الشدة النافذة على طاقة الفوتونات الساقطة وخصائص مادة شبة الموصل .[52]

نلاحظ من الشكل (3-2)العلاقة بين قيم النفاذية (T) والطول الموجي (λ)



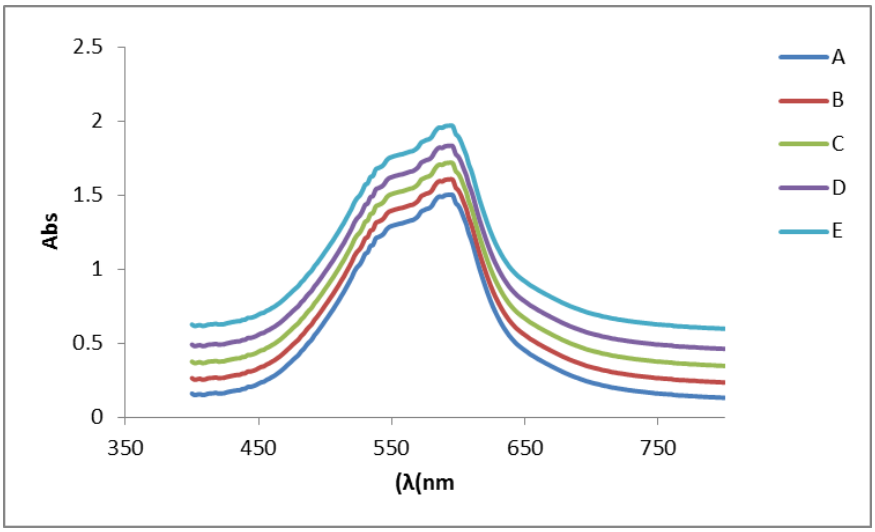
الشكل (3-2) يوضح العلاقة بين النفاذية والطول الموجي

حيث أن النفاذية تم حسابها من المعادلة (3-1) ونلاحظ أن قيم النفاذية قلت بزيادة الطول الموجي ،ويعود السبب في ذلك لزيادة درجة حرارة التلدين للأغشية البوليميرية حيث تكون العلاقة بين النفاذية والطول الموجي هي علاقة عكسية .

(3-3-2) الامتصاصية(Absorbance) :- تعرف الامتصاصية على أنها النسبة بين شدة الاشعاع الممتص (IA) إلى الشدة الأصلية الاشعاع الساقط عليها (I°) وتكون كمية خالية من الوحدات وتعطى بالعلاقة الآتية : [3]

يلاحظ من الشكل (3-3) العلاقة بين قيم الامتصاصية (Abs) وقيم الطول الموجي (λ)

$$A = \frac{I_A}{I_\circ} \dots\dots\dots (2-3)$$



الشكل (3-3) يوضح العلاقة بين الامتصاصية والطول الموجي

،حيث أن قيم الامتصاصية تزداد بزياده الطول الذي يقع ضمن مدى منطقة الأشعة التحت الحمراء ويعزى سبب زيادة الامتصاصية إلى زيادة درجة حرارة الأغشية الملدنة حيث تكون درجة الحرارة أعلى عند العينة (E)وأقل عند العينة (A)

(4-3)معامل الامتصاص(Attenuation Coefficient):- وهو نسبة النقصان في فيض طاقات الاشعاع الساقط بالنسبة إلى وحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط ويعتمد على طاقة الفوتونات الساقطة وعلى خواص شبه الموصل ويمكن ايجاده من العلاقة الآتية : (3-3) يوضح الشكل(4-3) تغيير معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون الساقط (hv)[53]

$$I = I_{\circ} e^{-\alpha\lambda} \ldots\ldots..(3-3)$$

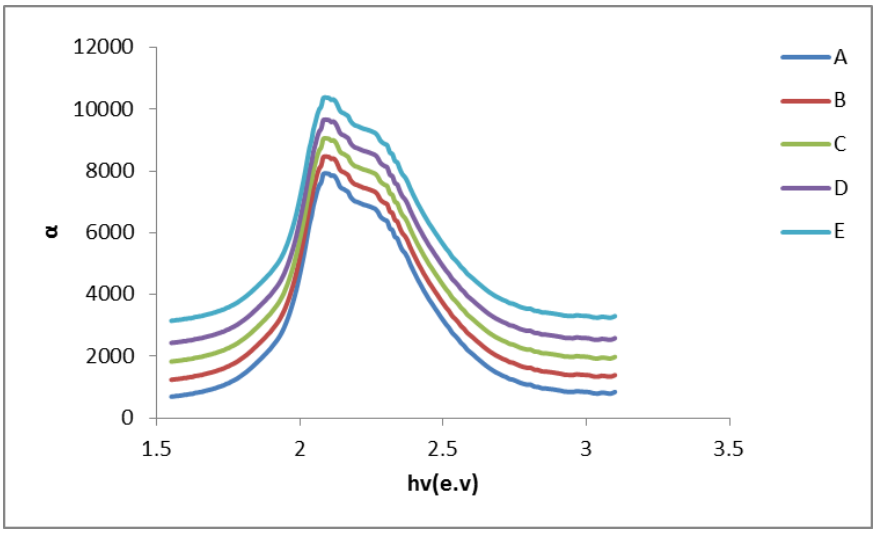
$I_{\circ}$و I شدة الاشعاع الساقط والنافذ على التوالي

α: معامل الامتصاص

t سمك الغشاء

وبعد صياغة المعادلة تصبح العلاقة

$$\alpha = \frac{2.303}{t} \ldots\ldots\ldots..(4-3)$$



الشكل (3-4) يوضح العلاقة بين معامل كدالة لطاقة الفوتون

لأغشية بوليمر PMMA النقية والمشوبة ، اذا يتضح من الشكل أن معامل الامتصاص يتصرف بسلوك مشابه لسلوك طيف الامتصاصية حيث تم حسابه باستخدام المعادلة (3-4) ، وكما يلاحظ أن معامل الامتصاص يزداد تدريجياً مع زيادة طاقة الفوتونات الساقطة والسبب في ذلك يعزى إلى أن أغشية بوليمر PMMA لكونها ملدنه بدرجات حرارية مختلفة بحيث تمتلك أعلى معامل مع احتمالية حدوث الانتقالات الإلكترونية المباشرة .

ومن خلال نتائج معامل الامتصاص تبين أن $(\alpha < 10^4)cm^{-1}$ وهذا دل على احتمالية حدوث الانتقالات الكترونيه المباشرة للأغشية بوليمر PMMA[54]

(3-5) فجوة الطاقة البصرية (Energy Gap) :- مقدار الطاقة التي يحتاج إليها الالكترون للانتقال من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل او المستوى الموضعي الاقرب للانتقال ويتأثر عرض فجوة الطاقة بنسب الشوائب لطاقة مادة الغشاء ودرجة الحرارة ويتم حساب فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح والغير مسموح من معادلة كاوس التجريبية كالاتي[17].

$$\alpha h\nu = B_{\circ}(h\nu - E_g^{opt})^r \ldots\ldots\ldots\ldots (5-2)$$

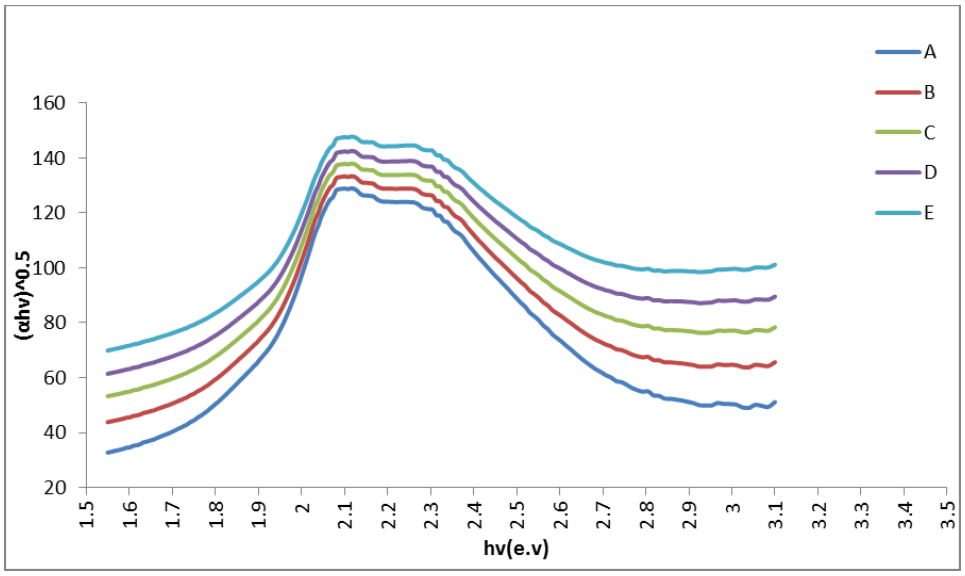
حيث :

B : ثابت يعتمد على طبيعة المادة .

hu : طاقة الفوتون بوحدات (eV .)

Eg :فجوة الطاقة البصرية بوحدات (eV) .

r : معامل اسي يأخذ القيم (2/3 ، 2/1 ، 3 ، 2) اعتماداً على نوع المادة ونوع الانتقال الالكتروني .

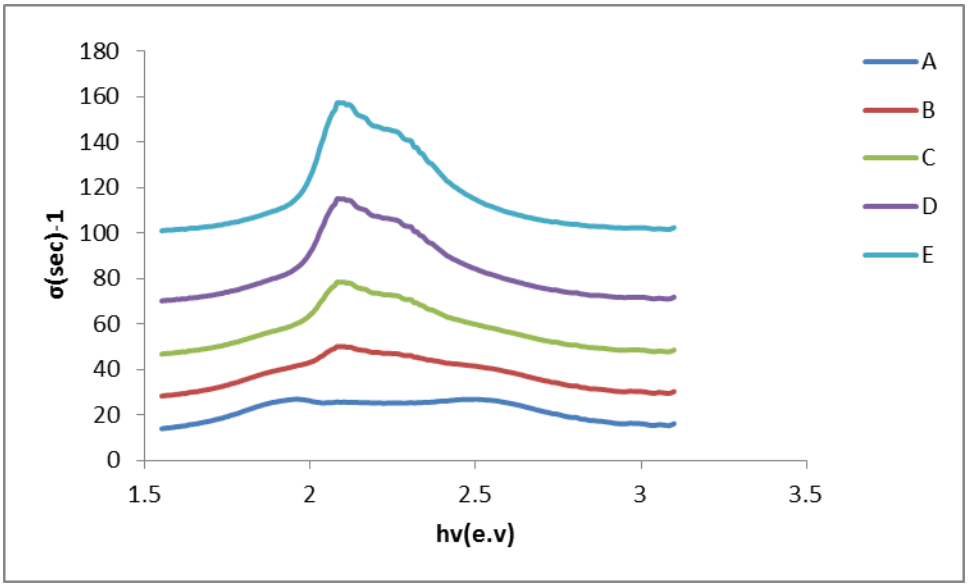


الشكل(3-5) يوضح فجوة الطاقة كدالة لطاقة الفوتون

(3-1)جدول قيم فجوة الطاقة لبوليمر PMMA ودرجة الحرارة

Sample	Temperatur	Energy Gap
A	30	1.81
B	40	1.8
C	50	1.79
D	60	1.78
E	70	1.77

(3-6) نتائج التوصيلية البصرية(Optical Conductivity):- تعرف التوصيلية البصرية على أنها الزيادة الحاصلة في عدد حاملات الشحنة (الالكترونات أو الفجوات)نتيجة لسقوط حزمة ضوئية على شبه الموصل وتحسب التوصيلية البصرية من خلال العلاقة الآتية [55]: [3-6] يلاحظ من الشكل (3-6) تغيير التوصيلية البصرية كدالة لطاقة الفوتونات الساقطة (hv) لأغشية بوليمر PMMA النقية والمشوبة،



الشكل(3-6) يوضح العلاقة بين التوصيلة البصرية كدالة لطاقة الفوتون

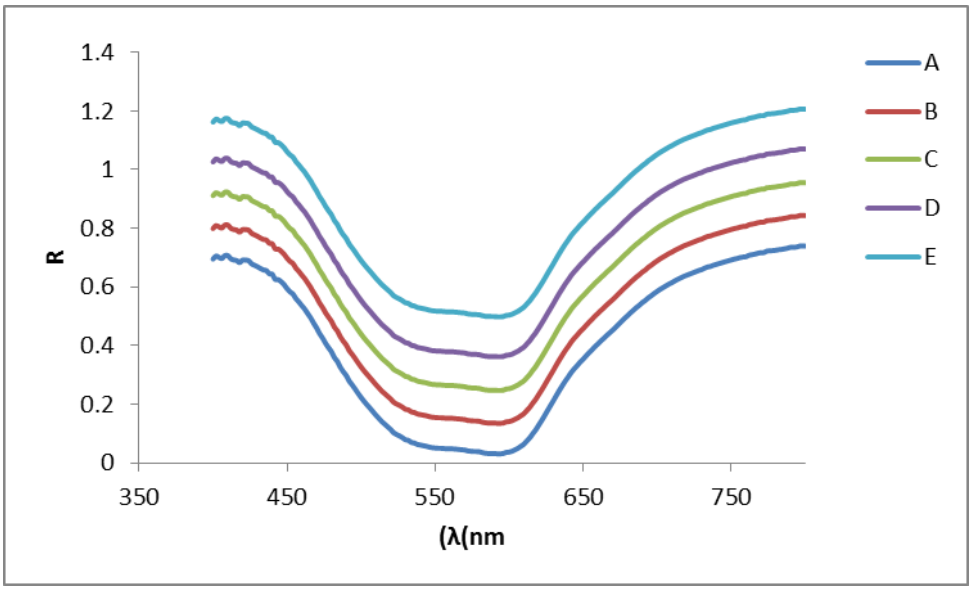
حيث يلاحظ من خلال الشكل أن قيم التوصيلية البصرية لنماذج اغشية بوليمر PMMA تزداد من (40-160) بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة عند ev (2-2.5) ويعزى ذلك لزيادة درجة حرارة التلدين العينات من (30-70) K.

$$\sigma = \frac{\alpha n c}{4\pi} \ldots\ldots\ldots (6-3)$$

n : معامل الانكسار

C: سرعة الضوء

(3-7) الانعكاسية(Reflexivity) :- وهي النسبة بين شدة الإشعاع المنعكس إلى شدة الإشعاع الساقط وتحسب من العلاقة الآتية[56] : [3-7] نلاحظ من الشكل (3-7) العلاقة بين قيم الانعكاسية (R)والطول الموجي (λ)



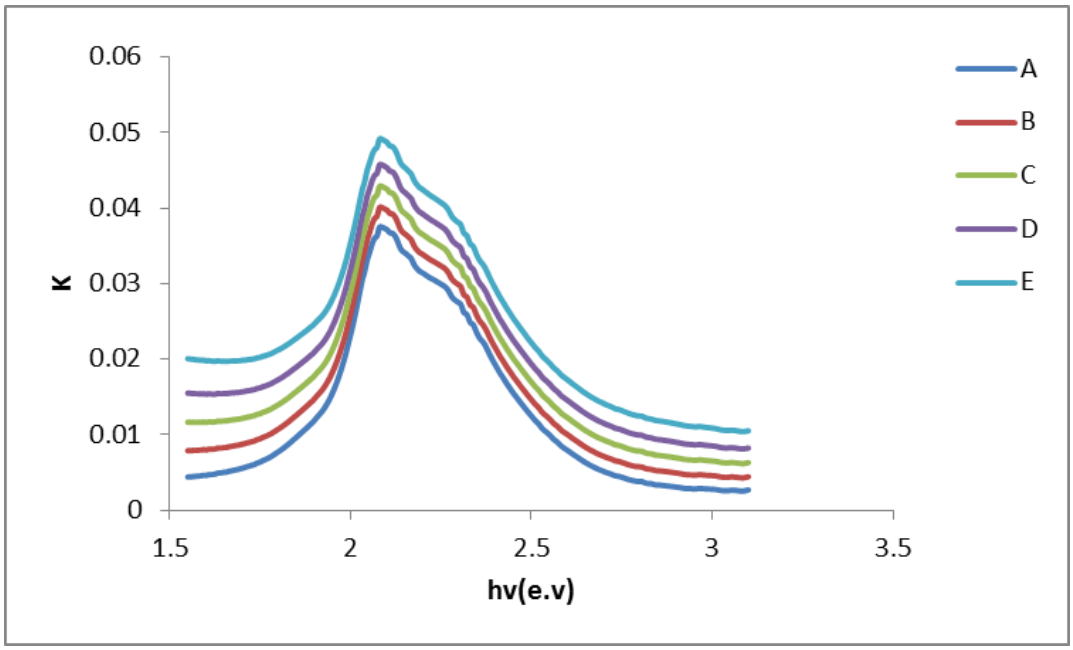
الشكل(3-7) يوضح العلاقة بين الانعكاسية كدالة لطول الموجي

حيث تم دراسة الانعكاسية بنفس ظروف النفاذية واوضحت النتائج أن الانعكاسية تقل.

$$R\% = \left(\frac{I_R}{I_\circ}\right) * 100 \ldots\ldots..(7-3)$$

(3-8) حساب معامل الخمود (°k)(Extinction Coefficient):- يعرف على أنه مقدار التوهين الحاصل في شدة الاشعة الكهرومغناطيسية نتيجة تفاعل الاشعة الكهرومغناطيسية وجسيمات مادة الغشاء الرقيق ويحسب معامل الخمود باعتماد المعادلة التالية التي يرتبط فيها بمعامل الامتصاص [57] يلاحظ من الشكل(3-8) تغيير معامل الخمود (K) كدالة لطاقة الفوتونات الساقطة (hv)لأغشية بوليمرPMMAالنقية والمشوبة

$$k = \frac{\lambda\alpha}{4\pi} \ldots\ldots\ldots.(8-3)$$

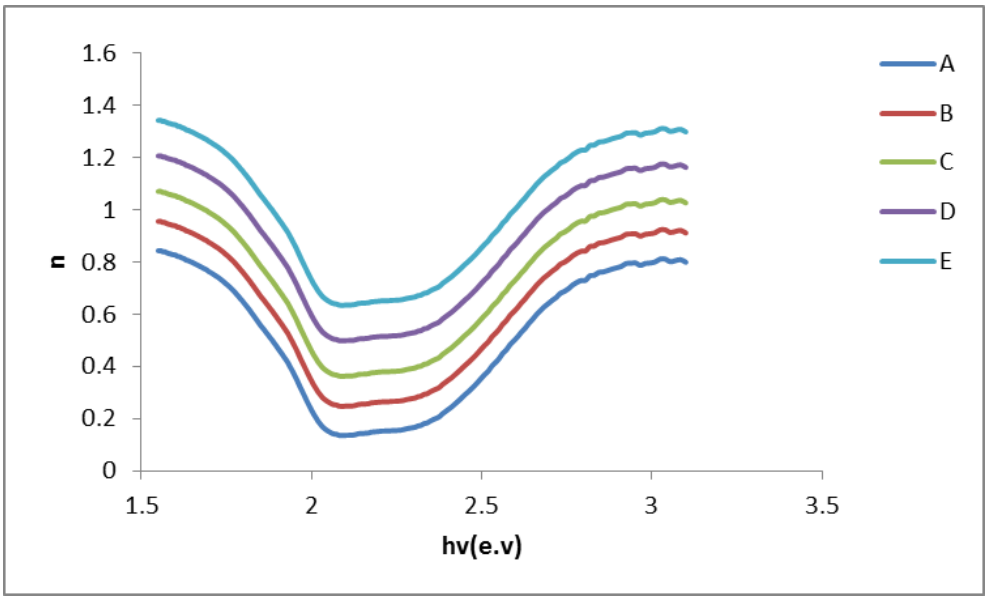


الشكل (3-8)يوضح العلاقة بين معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون

، ومن ملاحظه منحنيات معامل الخمود ومدى تشابهها مع منحنيات معامل الامتصاص إذ أن هذا التشابه ناتج عن اعتماد حساب قيم معامل الخمود على قيم معامل الامتصاص وفقاً للمعادلة (3-8) ، حيث يلاحظ أن معامل الخمود يزداد بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة ويعود السبب في زيادة قيم معامل الخمود إلى زيادة درجة حرارة التلدين لعينات أغشية بوليمر PMMA فتكون أعلى عند العينة E وأقل عند العينة A

(3-9) حساب معامل الانكسار :- ويعرف على أنه النسبة بين سرعة الضوء في الفضاء الحر وسرعته في المادة ويرتبط مع انعكاسية الغشاء بالعلاقة الاتية [3-9] [58]يلاحظ من الشكل (3-9)تغيير معامل الانكسار (n)كدالة لطاقة الفوتونات الساقطة (hv) لأغشية بوليمر PMMA النقية والمشوبة

$$n = \frac{c}{v} = \left[\left(\frac{1+R}{1+R}\right)^2 - (k^2+1)\right]^{1/2} + \left(\frac{1+R}{1+R}\right) \ldots\ldots (9-3)$$



الشكل(3-9) يوضح العلاقة بين معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون

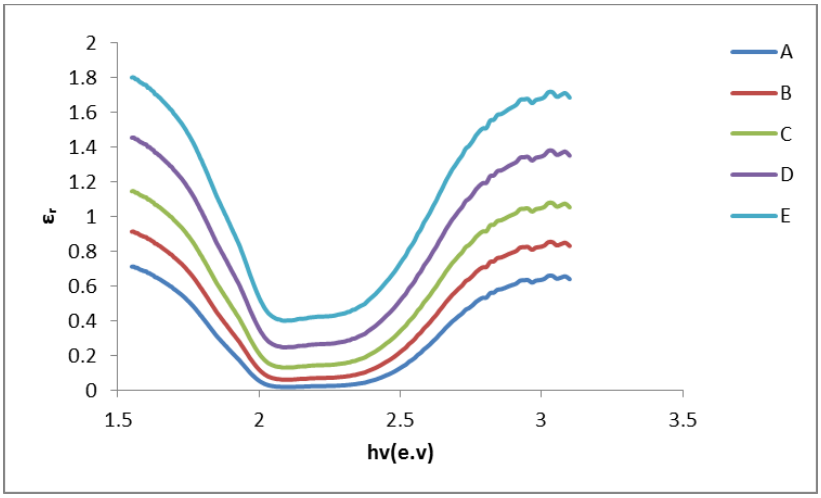
،حيث يتضح من الشكل أن طبيعة منحني معامل الانكسار مشابه لطبيعة منحني الانعكاسية وذلك لارتباط الانعكاسية مع معامل الانكسار وفقاً للمعادلة (3-9) ، حيث يلاحظ أن قيم معامل الانكسار تقل تدريجيا مع زيادة طاقة الفوتونات الساقطة ويعود السبب في ذلك لزيادة درجة حرارة الأغشية الملدنة حيث تكون العلاقة بين معامل الانكسار وطاقة الفوتون علاقة عكسية.

(3-10) ثابت العزل(Dielectric Constant):- عندما يحدث التفاعل بين الضوء وشحنات الوسط بسبب عملية امتصاص الطاقة في المادة ينتج من هذا التفاعل استقطاب ذلك الوسط ويوصف هذا الاستقطاب عادة بثابت العزل المعقد للوسط والذي يعطى بالعلاقة . [59]

$$\varepsilon = \varepsilon_r - \varepsilon_i \dots \dots (3-10)$$

ثابت العزل الحقيقي :-

يلاحظ من الشكل (3-10) تغيير ثابت العزل الحقيقي (ε_r) كدالة لطاقة الفوتونات الساقطة (hv)

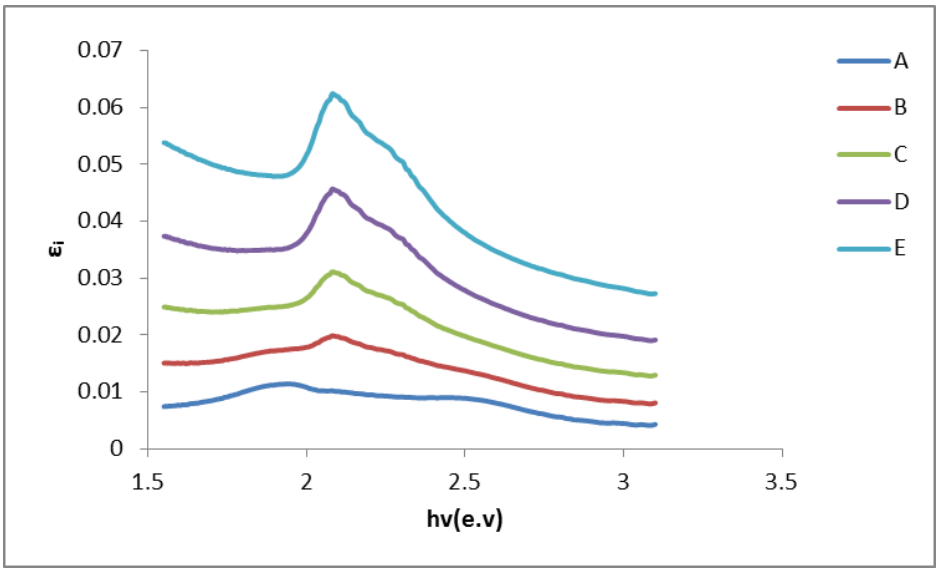


الشكل (3-10)يوضح العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون

،حيث يلاحظ من الرسم أن ثابت العزل الحقيقي يقل بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة لجميع نماذج الاغشية وعند طاقة مقدارها ev(2.5-2) ويعزى ذلك لزيادة درجة الحرارة لجميع النماذج من (30-70) حيث نلاحظ أن العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي وطاقة الفوتون هي علاقة عكسية.

ثابت العزل التخيلي :-

يلاحظ من الشكل (3-11)تغيير ثابت العزل التخيلي (ε_i) كدالة لطاقة الفوتون(hv)



الشكل(3-11) يوضح العلاقة بين ثابت العزل التخيلي كدالة لطاقة الفوتون

، حيث أن ثابت العزل التخيلي لجميع نماذج اغشية PMMA يزداد بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة وعند طاقة (٢-٢.٥) ويعزى ذلك لزيادة درجة حرارة التلدين من (30-70) لنماذج الأغشية البوليميرية.

الفصل الرابع
الاستنتاجات

الاستنتاجات :-

من خلال النتائج التي تم التوصل اليها يمكن وضع الاستنتاجات وكما يلي :

1-تم تحضير أغشية بوليمر PMMA النقية والمشوبة بعد تطعيمها بصبغة المثيل البنفسجية وترسيبها على قواعد زجاجية باستخدام طريقة الصب المباشر.

2-تم دراسة تأثير التلدين بدرجات حرارة مختلفة وبفترات متغيره لجميع نماذج اغشية بوليمر PMMA وتم التعرف على خواصها ومميزاتها البصرية.

3- تم التعرف على نوع الانتقالات الالكترونية حيث كانت انتقالات إلكترونية مباشرة وتحديد قيم فجوة الطاقة بالاعتماد على تحديد قيمة معامل الامتصاص.

4- تم دراسة تأثير درجات الحرارة على أغشية بوليمر PMMA وبفترات مختلفة في التوصيلية البصرية ووجد أن قيم التوصيلية البصرية تزداد بزياده طاقة الفوتونات الساقطة ودرجات الحرارة.

5-ومن خلال ملاحظة النتائج نجد هناك زياده في كل من (الامتصاصية، معامل الامتصاص ،معامل الخمود ، التوصيلية البصرية ،ثابت العزل الحقيقي) بزيادة كل من الطول الموجي وطاقة الفوتون بسبب زيادة درجة الحرارة ونقصان في كل من (فجوة الطاقة، معامل الانكسار ،النفاذية ،الانعكاسية ،ثابت العزل الخيالي) .

المصادر والمراجع

1. لينا بهنام "دراسة الخصائص الفيزيائية للبوليمرات المشاركة لمادة بولي ستايرين " جامعة المستنصرية، كلية التربية (2003)

2. (K.L,chopra,"than film Phenomena"New York :MC Grow _Hill Inic .,(1969

3. اقبال عبد الجليل مهدي " تحضير ودراسة أغشية رقيقة من [Ti,co]zro2 نانوية التبلور بطريقة الترسيب الكيميائي والحصول على متحسس غازي " جامعة القادسية – كلية التربيه

4. S. S. Al- Rawi , J. S. Jaber , Y. M. Hassan " Solid State Physics " Al – Mousul University , Arabic Version , (1988)

5. ايمان ناصر فاضل "تأثير المضافات على تحلل الحراري وعمر بقاء البوليمر" كلية التربيه للعلوم الصرفة _ ابن الهيثم ،جامعة بغداد (2016)

6. Suhad Shaker,Mohammed Dhafir T.A. Al-Heetimi, "Adsorption of Methyl Violet Dye from Aqueous Solution by Iraqi Bentonite and Surfactant – Modified Iraqi Bentonite", (2019) Department of Chemistry, College of Education for Pure Science Ibn Al– Haitham, University of Baghdad, Baghdad, Iraq

7. M.H. Jones, “A Practical Introduction to Electronic Circuits”, 2nd - edition, Cambridge University Press (UK), 1985

8. م.علاءالدين احمد ابراهيم "كتاب أشباه الموصلات" _قسم الإلكترونيات والكهرباء -2014-فبراير6- صفحة 6

9. Mary Bellis (5/1/2020)"what is the semiconductos and what Does it Do"? Thoughtco ,Retrieved 23/8/2021 Edited

10. المؤلف مالفينو ، اسم الناشر أسامة عمر مسعود العشي "مقالة في أشباه الموصلات" ليبيا _2008 - ص 1و2.

11. د.مبارك درار عبد الله (2014) الطاقة الشمسية - جامعة الخرطوم ،السودان _ مجلة العلوم والتكنولوجيا

12. [12 Y.N.Al – Jammal " Solid State Physics " Al- Mousul University , (Arabic Version , (1990

13. S.M. Sze " Semiconductors Devices Physics and Technology Translated (to Arabic by F. G. Hayaty and H. A. Ahmed , Baghdad , (1990

14. M. G. Yousif Solid State Physics " Vol.1 , Baghdad University Arabic (Version , (1989

15. Tribble "Electrical Engineering Materials and Deivesity"University Of (Lowa(2005

16. عامر عباس ابراهيم وهناء مكي عبد المجيد " الكترونيات أشباه الموصلات " الجزء الاول _ مطبعة جامعة المستنصرية 1990

17. سلام حميد الفياظ " تحضير ودراسة الخواص التركيبية والبصرية للاغشية cdTe:Cu" ،رسالة ماجستير

18. عبد الله بن صالح الضوبان "أشباه الموصلات " العلوم والتقنية -مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (1998 -نوفمبر) ص 3640

19. [19 BG Yacobi، "مواد أشباه الموصلات :مقدمة للمبادئ الأساسية" ، Springer 2003 ISBN،ص(١-٣)

20. Louis Nashelsky , Robert L.Boylestad . "Electronic Devices and Circuit Theory (9th ed .)" , India : Prentice – Hall of India Private Limited . pp . 7-10 . . ISBN 978-81-203-2967-6

21. Razeghi, M. (n.d.). "Optical Properties of Semiconductors"Fundamentals (of Solid State Engineering,(p4

22. (Kang, K. et al. Nature 520, 656–660 (2015 .

23. Johnson, R. L.,(2005),"Characterization of piezoelectric (ZnO) thin films and the fabrication of piezoelectric micro-cantilevers", M. Sc. Thesis, Iowa state .university, Ames, Iowa. 5

24. عبد الفتاح الشاذلي ، " فيزياء الجوامد " ، الطبعة الأولى ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، مدينة نصر (٢٠٠٣) .

25. C.kittel , " Introduction to Solid State Physics " , 6th Edition , Wiley ((1986

26. د. جمال الرفاعي ،د. فارس سليم " كتاب البوليمرات " المملكة العربيه السعوديه - مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (2011)

27. "Pyoctanin – Methyl-Violet – ،G.Gorgas, Ferdinand J. S. (1901)- Pyoctanine

28. Marcelo Gio Vanilla,"Removal of methyl violet 2B dye from aqueous solution using magnetic composite as an adsorbent Cross" (2015),Journal of Water Process Engineering

29. A. B.J .RW Sapphese, (March 29, 2010). "Dyeing and Biological Hooks": Synthesis and Industrial Applications

30. J.R . Davis " Handbook of Thermal Technology " , ASM International , -30 (1st Edition America (2004

31. T . Schneller , R. Waser , M. Kosec and D. Payne " Chemical Solution (Deposition of Functional Oxide Thin Film " , Springer , New York , (2013

32. R.R Champerlin and J. S. Skarman , " Chemical Spray Deposition Process for Inorganic Film " , J. Electrochemical , Soc , Vol . 113 , 86-89 , No.1 (, (1966

33. National Audubon Society . " Field Guide to North American Rocks and (Minerals " (1979

34. B. Ray " II – IV Compound" Fst Edition Neil Co. ltd . (1969)

35. مكرم عبد المطلب " تاثير التلدين الحراري التقليدي للنبيطة المهجنة نوع cdo/si المحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي " مجلة الهندسة والتكنولوجيا العدد 14 _ 2009المجلد 27

36. زكريا ظالم ،ناصر سعد الدين،خالد كفيل " تاثير التلدين بواسطة الليزر نبضي على Eg للافلام رقيقة نصف ناقلة من cuInse _ جامعة البعث -حمص سوريا

37. D. Shiu, and J. Kahn, Differential Pulse Position Modulation for Power-Efficient OpticalCommunication, IEEE Transactions on Communications, Vol. 47 No. 8, 19

38. 38. عباس حيدر (1998) ، "دراسة الخواص التركيبية والبصرية لاغشية cdse:Al الرقيقة كدالة لنسب التشويب ودرجة حرارة التلدين " جامعة بغداد _ كلية التربية للعلوم الصرفة _ ابن الهيثم ، رسالة ماجستير

39. د. لين فولر "المعالجة الحرارية السريعة" (2010_27)

40. تشين تشانغ ،يونغ جي تشانغ ،مان وونغ ، تشارك زوهار "النظام الكهروميكانية الدقيقة 1998364-3566(4)(27)"

41. دكتور مسلم فاضل جواد ،هبه سلام طارق "تاثير التلدين الحراري السريع على غشاءcuo المحضر بطريقة الترسيب النبضي لليزر النيديمومياك " مجلة الهندسة والتكنولوجيا – مجلد 28 العدد (10) _2010

42. J. Pattar , S. N. Sawant , M. Nagaraja , N. Shashank , K. M. Balakrishna ، G. Sanjeev & H. M. Mahesh " Structural Optical and Electrical Properties ofVacuum Evaporated Indium Doped Zinc Telluride Thin Films" Int. J. (Electrochem. Sci., Vol. 4,pp 369-376 , (2009

43. Mornol,Ivan,Araize.JJ.Avendano_Aljo,M(2005)"Thin Flim spatial filters" optics Letter .30(8):914_6

44. Krishna Seshan, " HANDBOOK OF THIN-FILM DEPOSITION PROCESSES AND TECHNIQUES Principles, Methods, Equipment and Applications Second Edition", Intel Corporation Santa ClaraCalifornia ,2002 by Noyes Publications

45. "Field Guide to North American Rocks and ،National Audubon Society ((1979،Minerals"

46. S.H. Deshmukh,D.K. Burghate, V.S. Deogaonkar,P.T. Deshmukh,"Electrical conduction in semiconducting PVC-PMMA thin film"(2005)Indian Journal of Physics 79(11):1263-1265

47. Tagreed K. Hamad,Mohammed T. Abdul nab,"The optical properties of Poly methyl methacrylate (PMMA) polymers doped by Potassium Iodide with "different thickness
Al-Nahrain University,Baghdad Science Journal 8(2):538-542 ،(2011)

.48 ALAA J. MOHAMMED ,ALI S. Ali,"THE OPTICAL PROPERTIES OF THIN FILMS OF POLYMER PMMA / MR – EOSIN PREPARED BY CASTING METHODS" (2017) Physics Dept. College of Sci .,Al – Muthanna Univ . Assist Professor ,Iraq

.49 Linda Helena Karlsson,J. Birch,"Graphene on graphene formation from PMMA residues during annealing"(2017),Ruhr-Universität Bochum Arni Sigurdur Ingason

.50 Ahmed Shaker Hussein , Mohammed Hadi Shinen , Mohammed Sami Abdali ,"Study the Effect of Thickness on Optical Properties of Polymer PMMA Thin Films Preparated by Spin Coating Method " , Department of physics Science , College of Department of Environmental , College of Science , University of Al – Qadisyah , Iraq

[51] عادل حبيب عمران ، " دراسة الخواص البصرية والكهربائية لأغشية (Cuo , CdO)ومزيجهما بطريقة الرش الكيميائي الحراري " رسالة ماجستير ، جامعة بابل ، (١٩٩٨) .

[52] M.Fox , " Optical Properties Of Solide " , Oxford University Press Inc , (New York , (2001

[53] M.A.Omar, "Elementary Solid State Physics Principl and Applications," (p.35-578, (1985

(54)صبري جاسم محمد، خالد حمدي رزيج ،محمد شياع مرعي "دراسة الخواص البصريه لغشاء كبريتيد الكادميوم (CdS) الرقيق " جامعة تكريت - كلية التربيه- قسم الفيزياء. (٢٠٠٧)

[55] امير عبد الحسين صالح العبادي ، " دراسة تأثير درجة حرارة القاعدة والتشويب بالنحاس على بعض الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم النانوية " ، رسالة ماجستير ، الجامعة المستنصرية ، (٢٠١٢)،

[56] Z.W. Quan , L.S. Wang and J. Lin a , " Synthesis and characterization of spherical ZrO_2 : Eu^3 phosphors by spray pyrolysis process " , Materials Research Bulletin . 40. 810-820 . (2005) .

[57] D. A. Neamen , " Semiconductor Physics and Devices " , University of New Mexico , (1992) .

[58] K.L.Chopra , " Thin Film Phenomena " , McGraw – Hill , NewK

[59] K. L. Chopra , " Thin Film Devices Application " , Plenum Press , New York , (1983)

مصادر الدراسات السابقة :-

1- S.H. Deshmukh,D.K. Burghate, V.S. Deogaonkar,P.T. Deshmukh,"Electrical conduction in semiconducting PVC-PMMA thin film"(2005)Indian Journal of Physics 79(11):1263-1265

2- Tagreed K. Hamad,Mohammed T. Abdul nab,"The optical properties of Poly methyl methacrylate (PMMA) polymers doped by Potassium Iodide with different thickness"
Al-Nahrain University,Baghdad Science Journal 8(2):538-542 ،(2011)

3- ALAA J. MOHAMMED ,ALI S. Ali,"THE OPTICAL PROPERTIES OF THIN FILMS OF POLYMER PMMA / MR – EOSIN PREPARED BY CASTING METHODS" (2017) Physics Dept. College of Sci .,Al – Muthanna Univ . Assist Professor ,Iraq

4- Linda Helena Karlsson,J. Birch,"Graphene on graphene formation from PMMA residues during annealing"(2017),Ruhr-Universität Bochum Arni Sigurdur Ingason

5- A,Asmahan and And others"Student visual characteristics of poly-methyl (mitta meat (PMMA) grafted with fluoresion eosin "(2018

6- Ahmed Shaker Hussein , Mohammed Hadi Shinen , Mohammed Sami Abdali ,"Study the Effect of Thickness on Optical Properties of Polymer PMMA Thin Films Preparated by Spin Coating Method " , Department of physics Science , College of Department of Environmental , College of Science , University of Al – Qadisyah , Iraq

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
AL- Muthanah University
College Of Science
Department of Physics

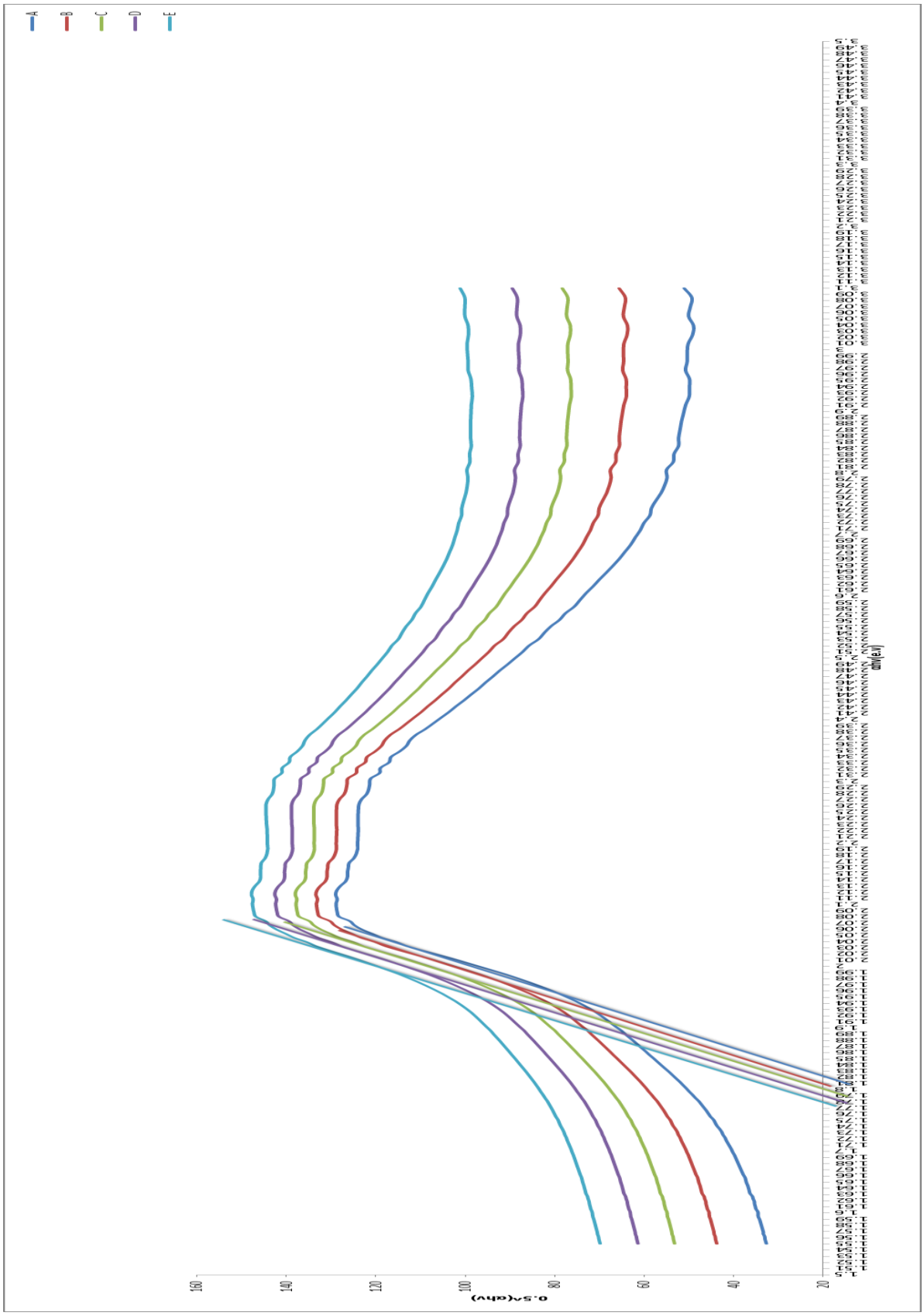
studying the effect of annealing at different temperatures on the physical properties of thin films.

The graduation research project submitted to the Presidency of the Department of Physics , College of Science , as part of the requirements for obtaining a bachelor's degree at the undergraduate level by:

Ghofran Saadi Sakr
Fatima Hamed Jassim
AL-Husseini Saleh Jabari

Supervised by: A.M.Aqeel Shakir AL-Musawi

1443 2022


160
140
120
100
80
60
40
20
0.5A(dhv)
1.E+00
1.E-01
1.E-02
1.E-03
1.E-04
1.E-05
1.E-06
1.E-07
1.E-08
1.E-09
1.E-10
1.E-11
1.E-12
1.E-13
1.E-14
1.E-15
1.E-16
1.E-17
1.E-18
1.E-19
1.E-20
1.E-21
1.E-22
1.E-23
1.E-24
1.E-25
1.E-26
1.E-27
1.E-28
1.E-29
1.E-30
1.E-31
1.E-32
1.E-33
1.E-34
1.E-35
1.E-36
1.E-37
1.E-38
1.E-39
1.E-40