دراسة تأثير مادة بروموثيمول الأزرق في الخصائص البصرية للبولي ستايرين (PS)

علي حسن رسن هذال العزاوي* عيد محمد مناور عنتر**

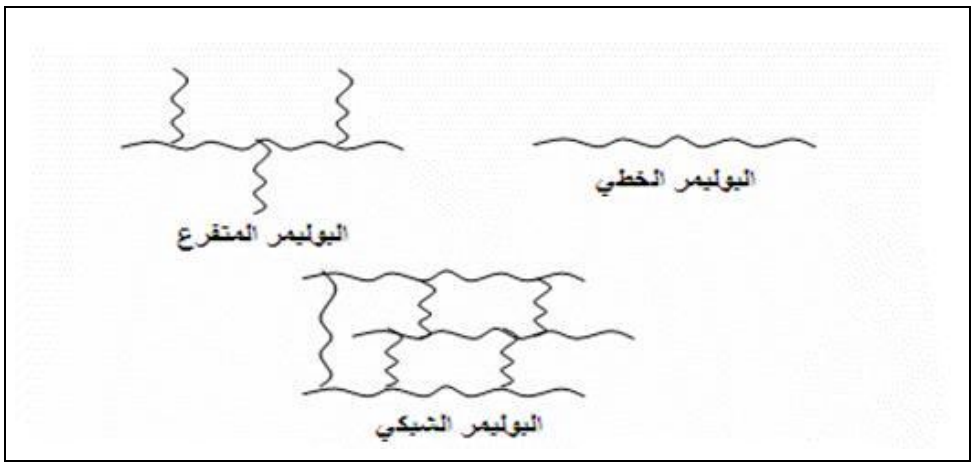
استلام البحث 10, تشرين الاول ,2011
قبول النشر 21 ,ايار ,2012

الخلاصة :
تم تحضير أغشية من البولي ستايرين (PS) النقية والمشوبة بمادة بروموثيمول الأزرق بنسبة (4%) لا على التعيين بطريقة الصب وفي درجة حرارة الغرفة ،وتم تسجيل طيفي الامتصاص والنفاذية لاغشية البوليمر النقي والمشوب ولمدى من الأطوال الموجية (200-900)nm ومن ثم حساب معامل الانكسار والانعكاسية وثابت العزل الحقيقي والخيالي وثابت الخمود من خلال تسجيل طيف الامتصاصية والنفاذية باستعمال جهاز المطياف (Spectrophotometer) اذ وجد تغير في الخواص .

الكلمات المفتاحية : البروموثيمول الازرق ، البولي ستايرين ، الخصائص البصرية للبولي ستايرين .

المقدمة:

تعد البوليمرات من المواد الطبيعية التي استعملها الانسان قبل مئات القرون اذ انه استعمل جلود الحيوانات والقطن والصوف والحرير في صناعة الملابس فضلا عن استعماله لها في غذائه كالزيوت النباتية والشحوم الحيوانية كما انه استعمل الراتنجات الطبيعية كاللواصق والاصماغ منذ الاف السنين كالصمغ العربي والاصماغ الحيوانية والنباتية وتم استعمال الاسفلت في طلاء القوارب [1] إن البوليمر كلمة لاتينية وتعني متعدد الاجزاء اذ إن جزيئة البوليمر هي جزيئة كبيرة تبنى بتكرار جزيئات صغيرة أو وحدات كيميائية بسيطة تدعى بالمونومير (Monomer) تكون مرتبطة مع بعضها باواصر كيميائية [2] وهذا الارتباط للجزيئات الصغيرة يتم بعملية البلمرة (polymerization) [1]كما إن طول سلسلة البوليمر يحدد بعدد الوحدات المتكررة في السلسلة . تأخذ السلاسل البوليمرية وضعيات هندسية مختلفة ، فقد تكون على شكل خطي أو متفرع (مشطي و سلمي و صليبي) أو متشابك [3] . كما موضحة في الشكل (1) .



شكل (1) بنية السلاسل البوليمرية

تصنف البوليمرات بحسب سلوكها الحراري إلى نوعين هما المواد اللدنة حراريا (Thermoplastic) واللدائن المتصلبة حراريا) (Thermoses فالمواد اللدنة حراريا تكون مطاوعة للتشكيل والتغيير بتأثير الحرارة والضغط وهذا التأثير يؤدي إلى تغير خصائصها الفيزيائية أما اللدائن المتصلبة حراريا فلا تتأثر بالحرارة نتيجة وجود الأواصر القوية الرابطة والسلاسل المتشابكة (Cross Linking) داخل البوليمرات

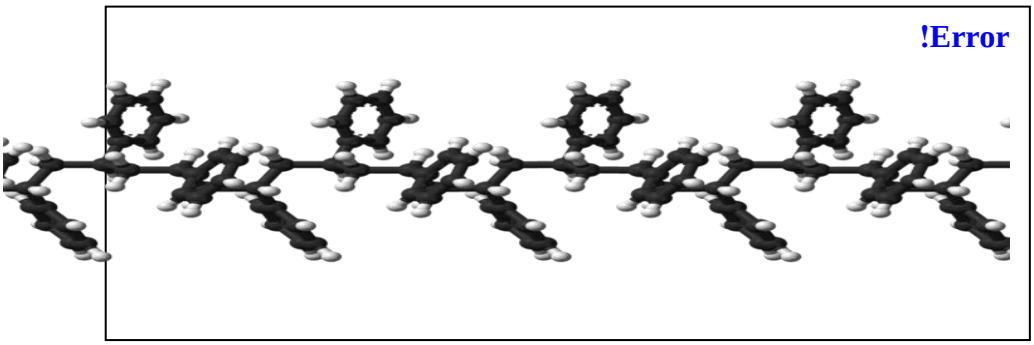
*جامعة الكوفة / كلية العلوم / قسم الفيزياء
** الجامعة المستنصرية / كلية التربية / قسم الفيزياء

وبذلك سوف تحافظ على خصائصها ضد ارتفاع الحرارة النسبي [4,1, 5].

ان الاشعة الكهرومغناطيسية عندما تسقط على سطح مادة ما فان العديد من الظواهر البصرية يمكن ان تحدث منها النفاذية ، الامتصاصية ، الانعكاسية والانكسار اذ تحدث هذه الظواهر اعتمادا على طبيعة المادة والطول الموجي الخاص بالاشعة المستعمله. اذ تعرف النفاذية (Transmissivity) لاي طول موجي بانها قابلية المادة على امرار الطاقة الكهرومغناطيسية لتلك الاطوال الموجية . اما الامتصاصية (Absorption) فهي قابلية المادة على امتصاص الطاقة الكهرومغناطيسية وتعرف الانعكاسية (Reflectivity) بانها نسبة شدة الاشعة المنعكسة من السطح الى شدة الاشعة الساقطة عليه.

تعد مادة البولي ستايرين من البوليمرات غير المكلفة الشائعة الاستعمال ولها تطبيقات تقليدية كثيرة منها في التغليف ، بوصفها صفائح شفافة ، في لعب الأطفال وأغطية الكومبيوتر [7,6] .

ان التركيب البلوري لمادة البولي ستايرين يكون على شكل سلاسل (chains) متفرعة مرتبطة مع بعضها كما موضحة في الشكل (2) .



شكل (2) التركيب الهندسي للبولي ستايرين

وتتمايز هذه المادة بأنها ذات خواص كيميائية وفيزيائية جيدة اذ إنها كيميائيا تعد مادة مقاومة للحوامض والمواد الكيميائية القلوية المخففة لكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الكلورفورم أما من الناحية الفيزيائية فان مادة البولي ستايرين تعد من البوليمرات المتأثرة بالحرارة (لدنة حراريا) (Thermoplastic) كما إن لها ميزة الشفافية العالية تعد مادة بروموثيمول الازرق صباغ ينتمي الى اصبغة ثلاثي فينيل الميثان ضمن فصيلة فثالين الفوسفون ويحضر من برومة (اضافة بروم) لصباغ ازرق الثيمول . كما يتصف بكونه سائلاً ازرقاً عندما يكون معرضا الى الهواء فهو يتخذ هذا الشكل عندما يكون مغذى بالاوكسجين ويتبدل الى اللون الاخضر المصفر في وجود ثاني اوكسيد الكاربون (CO2) وذلك نتيجة لانخفاض قيمة الاس الهيدروجيني للوسط (انخفاض الPH) بسبب انحلالية غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الماء وله نقطة انصهار تتراوح ما بين (200- 202) درجة سيليزية وله انحلالية ضعيفة في الماء لكنه ينحل في الايثانول . يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير إضافة البرومو ثيمول الأزرق في الخصائص البصرية للبولي ستايرين من خلال دراسة طيفي الامتصاصية و النفاذية ومن ثم حساب الثوابت البصرية مثل الانعكاسية ،معامل الخمود ومعامل الانكسار.

المواد وطرائق العمل :

لقد استعملت طريقة الصب لتحضير غشاء البولي ستايرين (ps) والتي يمكن بوساطتها تحضير نماذج ذات مساحة كبيرة نسبيا وذات سمك متساوي تقريبا . تم تحضير النماذج على شكل أفلام مكونة من خليط من البوليمر النقي المجهز من شركة (Dentaurum) الألمانية ومادة بروموثيمول الأزرق (Bromothymol blue) المجهز من شركة (Hi Media Laboratories pvt. Ltd.23 , Vadhani Lnd Est,LBs Marg Mumbai -400 086 , India) عن طريق إذابة البولي ستايرين (ps) في الكلورفورم ثم صب الخليط في أحواض زجاجية للحصول على اغشية بوليمرية بسمك (20مايكرون) وبنسب شائبة مقدارها (4%) . تم قياس سمك النماذج المحضرة باستعمال جهاز (indicating micrometer 0.25nm) ذي المدى (0-100)µm ، كما تم تسجيل طيفي الامتصاصية والنفاذية باستعمال مطياف من نوع (UV-160A UV-VIS Recording Spectrophotometer) المصنع من قبل شركة شيمادزو اليابانية ولمدى من الأطوال الموجية يتراوح بين (200-900)nm وقد سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة .

النتائج والمناقشة :

يمثل الشكل (3) طيف الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية (UV) والضوء المرئي (VIS) لبولي ستايرين (PS) النقي والمشوب ببرومو ثيمول الازرق ($C_{27}H_{28}Br_2O_5S_1$) ونلاحظ زيادة في الامتصاصية للبوليمر المشوب عن البوليمر النقي إذ يصل إلى أعلى قيمة له (4.46)عند الطول الموجي (220nm) بينما تصل قيمة البولي ستايرين النقي الى (4) عند الطول الموجي (200nm)، ومن ثم تقل قيمة الأمتصاصية بزيادة الطول الموجي ويرجع سبب الزيادة في الامتصاصية بوجود الشائبة الى كون المادة برومو ثيمول الازرق ($C_{27}H_{28}Br_2O_5S_1$) مادة غير شفافة أدت إضافتها إلى تحويل الفلم من الحالة الشفافة الى حالة شبه شفافة مائلة الى الزرقة

النفاذية (T) هي النسبة بين شدة الضوء النافذ إلى شدة الضوء الساقط. يمثل الشكل (4) تغير منحني النفاذية مع الطول الموجي للبوليمر النقي والمشوب ونلاحظ بان النفاذية للبوليمر المشوب اقل من البوليمر النقي ،إذ تكون أوطأ قيم للنفاذية عند الطول الموجي nm(280-200)ومن ثم تزداد قيم النفاذية بزيادة الطول الموجي .

اذ يلاحظ ازاحة منحنيي الامتصاصية والنفاذية نحو الاطوال الموجية القصيرة ونلاحظ السلوك المعاكس بين الامتصاصية والنفاذية بسبب العلاقة اللوغارتمية التي تربط بين الامتصاصية و النفاذية [8]

$$A = 2 - \log (T\%) \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

تم حساب الانعكاسية (R) باستعمال العلاقة الاتية. :[8]

$$R + T + A = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

يمثل الشكل (5) تغير منحني الانعكاسية بوصفه داله للطول الموجي للبولي ستايرين النقي والمشوب , ونلاحظ من الشكل بان الانعكاسية في البداية تتزايد بزيادة الطول الموجي مع ملاحظة إن الانعكاسية للبولي ستايرين المشوب تكون أعلى من البولي ستايرين النقي إلى أن تصل إلى القيمة (0.64) للنقي و(0.69) للمشوب ، ومن ثم تبدأ الانعكاسية بالتناقص مع زيادة الطول الموجي مع بقاء الانعكاسية للبولي ستايرين المشوب أعلى من النقي إلى أن تصل إلى أوطأ نقطة لها في (0.23) للبولي ستايرين النقي و (0.27) للبولي ستايرين المشوب.تم حساب معامل الخمود للبوليمر النقي والمشوب باستعمال المعادلة[9] :

$$K_0 = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

ونلاحظ من خلال الشكل (6) تغير معامل الخمود بوصفه دالة لطاقة الفوتون إذ أن معامل الخمود للبولي ستايرين النقي يسلك السلوك نفسه بعد التشويب ، مع ملاحظة إن معامل الخمود للبولي ستايرين المشوب بصورة عامة أعلى من البولي ستايرين النقي.

أما معامل الأنكسار (n_o) فأنه يرتبط مع انعكاسية الغشاء وفقا للعلاقة الاتية[9] :

$$n_0 = \left[\left(\frac{1+R}{1-R}\right)^2 - (K_0+1)\right]^{\frac{1}{2}} + \frac{1+R}{1-R} \quad \ldots\ldots (4)$$

ونلاحظ من خلال الشكل (7) تغير معامل الانكسار بوصفه دالة لطاقة الفوتون للبولي ستايرين النقي والمشوب ، إذ نلاحظ من الشكل أن معامل الانكسار يزداد سريعا بزيادة طاقة الفوتون للبوليمر النقي والمشوب لكن قيم معامل الانكسار للبولي ستايرين النقي تصل ذروتها عند القيمة (5 .4) عند الطاقة (4.42) ev اما في حالة البوليمر المشوب فتصل الى ذروتها عند القيمة (5.2) في الطاقة (4.42) ev ثم تقل سريعا .

تم حساب ثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي(εr) والخيالي (εi) من خـــــلال المعادلتين (6)و(7) على التوالى .[10] :

$$\varepsilon = \varepsilon_r - i\varepsilon_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\varepsilon_r = n^2 - k_0^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$\varepsilon_i = 2nk_0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

يبين الشكل (8) تغير ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع طاقة الفوتون الساقطة اذ نلاحظ من الشكل أن ثابت العزل الحقيقي يزداد بزيادة طاقة الفوتون الساقط للبولي ستايرين النقي والمشوب على السواء كما يلاحظ ان منحني ثابت العزل الحقيقي يتصرف مثل تصرف منحني معامل الانكسار. أما الشكل (9) فيبين العلاقة بين ثابت العزل الكهربائي الخيالي وطاقة الفوتون الساقط للبوليمر النقي والمشوب .

النتائج :

1- إن تشويب البولي ستايرين (PS) بمادة بروموثيمول الازرق($C_{27}H_{28}Br_2O_5S_1$) يؤدي إلى زيادة في

قيم كل من الامتصاصية والانعكاسية ومعامل الخمود وثابت العزل الحقيقي و الخيالى ومعامل الانكسار، ونقصان في النفاذية بسبب الممانعة البصرية التي سببتها مادة الشائبة اذ اسهمت الشائبة بروموثيمول الازرق($C_{27}H_{28}Br_2O_5S_1$) في زيادة الامتصاصية ضمن المدى nm (500 – 280) وكما يلاحظ من الشكل (3) اي زحزحة

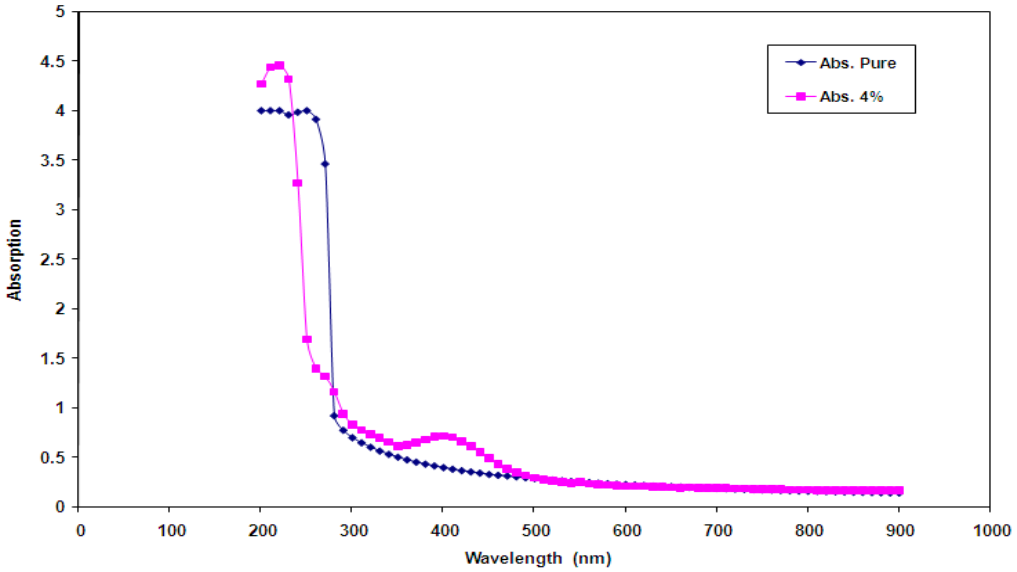
الامتصاصية نحو الاطوال الموجية القصيرة وبسبب العلاقة اللوغارتمية [8]

$$A=2-\log(T\%)$$

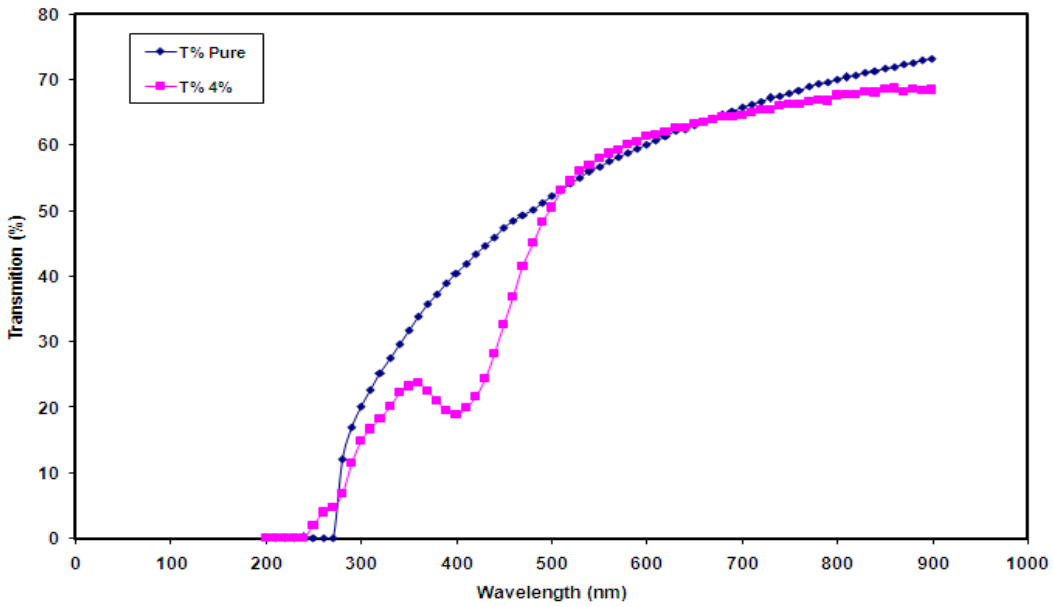
التي تربط الامتصاصية مع النفاذية نلاحظ نقصان النفاذية في المنطقة نفسها من الاطوال الموجية ومن ثم التأثير الواضح في الثوابت الاخرى التي اعتمدت رياضيا على النفاذية والامتصاصية في حسابها.

2- من علاقة معامل الخمود مع طاقة الفوتون الساقط نلاحظ ازاحة المنحني نحو الطاقات العالية (الاطوال الموجية القصيرة) ومنه نستدل على امكانية استعمال الغشاء المحضر في المواد المضادة للانعكاس ضمن الاطوال الموجية القصيرة.

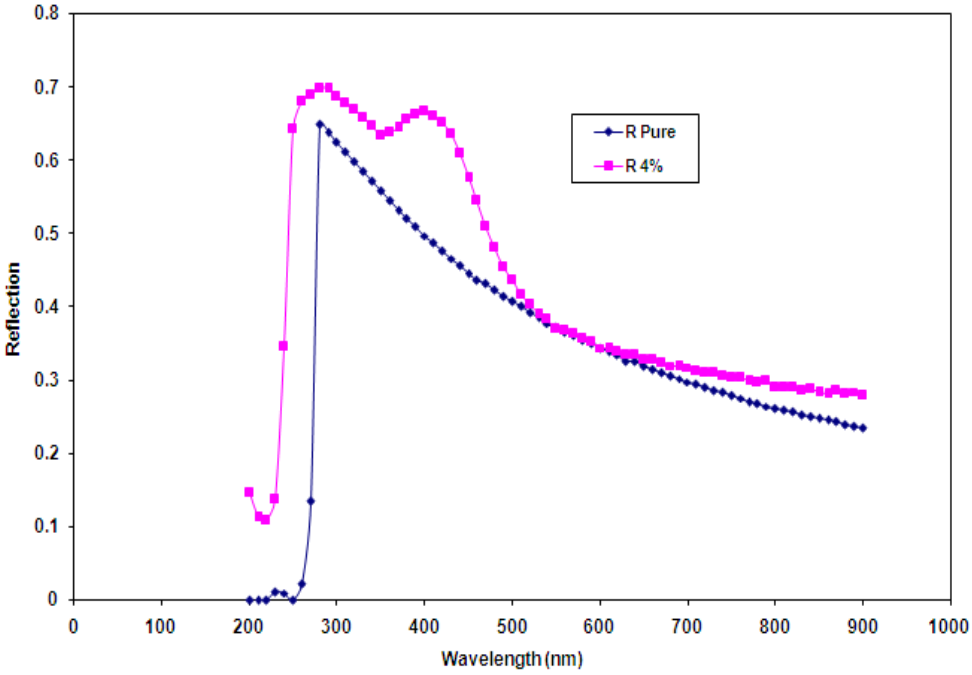
3- أن ثابت العزل بجزئه الحقيقي يسلك سلوك معامل الانكسار نفسه .



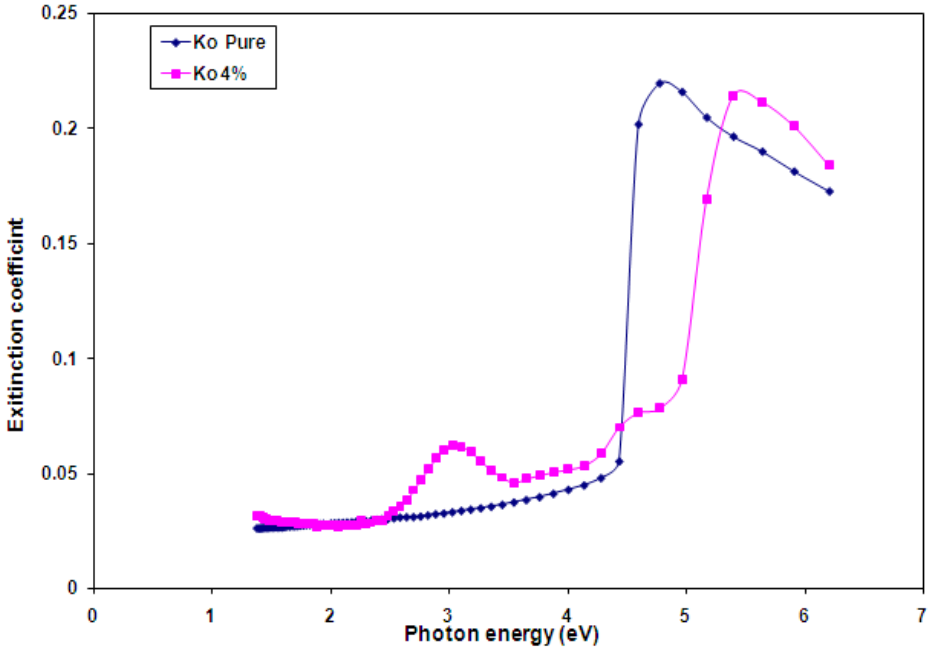
شكل (3) العلاقة بين الامتصاصية والطول الموجي للبوليمر(PS) النقي والبوليمر المشوب بـ (بروموثيمول الأزرق)



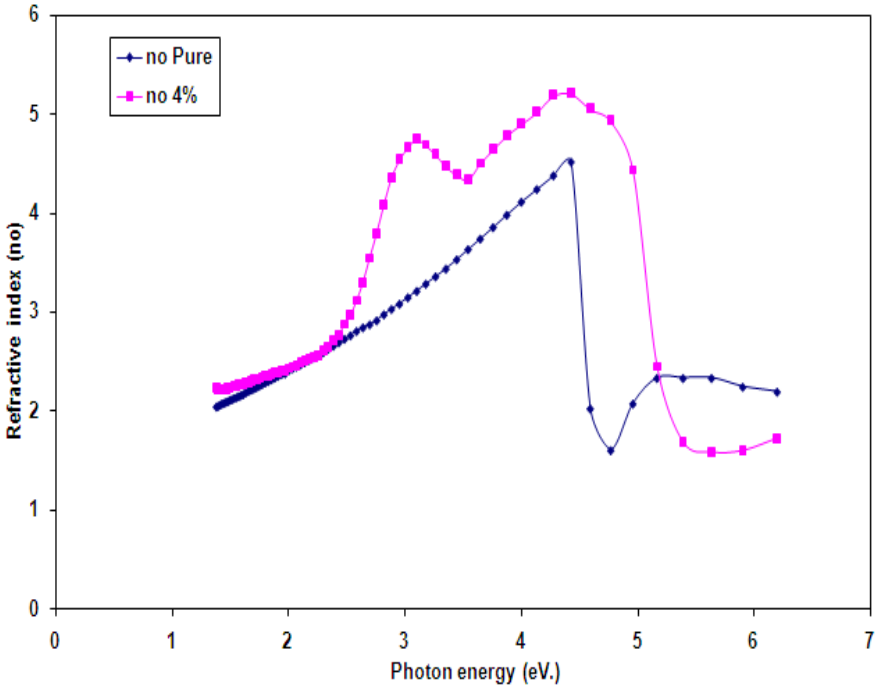
شكل (4) العلاقة بين النفاذية والطول الموجي للبوليمر(PS) النقي والمشوب بـ (بروموثيمول الأزرق)



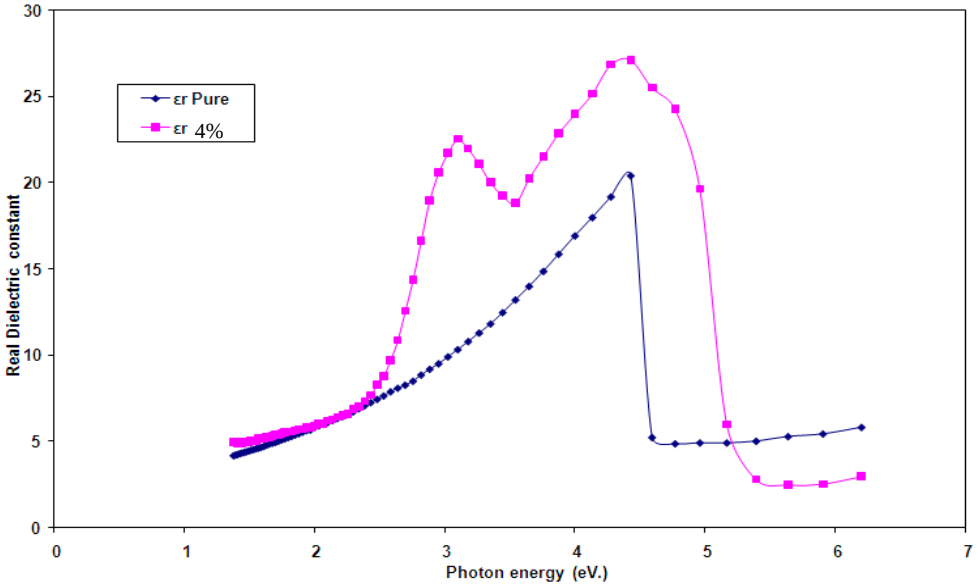
شكل(5) العلاقة بين الانعكاسية والطول الموجي للبوليمر(PS) النقي والمشوب ب(بروموثيمول الأزرق)



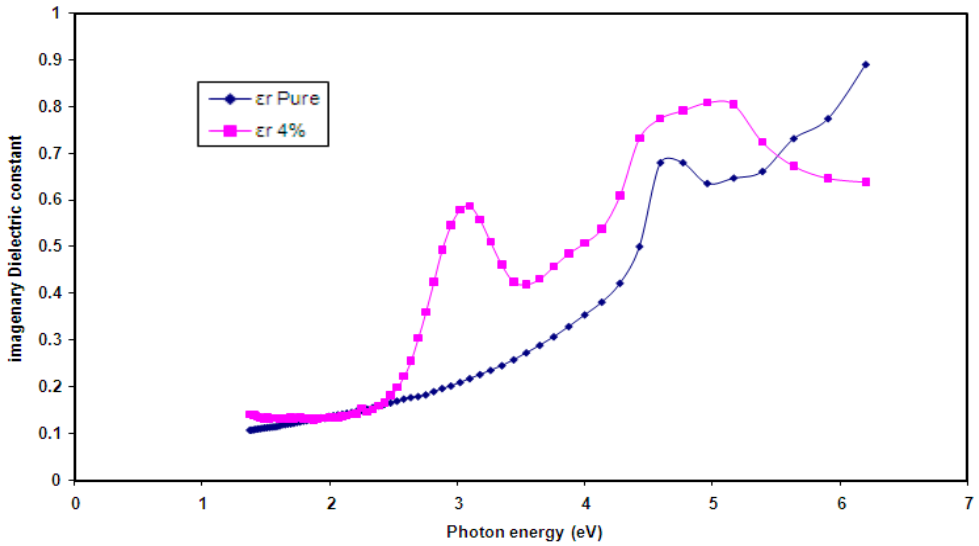
شكل (6) العلاقة بين معامل الخمود وطاقة الفوتون للبوليمر(PS) النقي والمشوب بـ (بروموثيمول الأزرق)



شكل (7) العلاقة بين معامل الانكسار وطاقة الفوتون للبوليمر (PS) النقي والمشوب بـ (بروموثيمول الأزرق)



شكل (8) العلاقة بين ثابت العزل الكهربائي الحقيقي وطاقة الفوتون للبوليمر (PS) النقي والمشوب بـ (بروموثيمول الأزرق)



شكل (9) العلاقة بين ثابت العزل الكهربائي الخيالي وطاقة الفوتون للبوليمر (PS) النقي والبوليمر المشوب بـ (بروموثيمول الأزرق)

المصادر :

1- د. نادر حبوبي ، علي طاهر و رشدي ابراهيم . 2010 . " دراسة فجوة الطاقة للبولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) المشوب بثاني كلوريد الحديد (Fecl2) "، مجلة كلية التربية، الجامعة المستنصرية ،العدد الاول :125- 136.

2- Alcock H. R. , Lampeand F.W.and Mark J.E. . 2003 . " Contemporary Polymer Chemistry " ,3rd Edition . peverson Education, Inc . , Newjersey : 377.

3- Lin S., Chen P. , Hsiao Y.and Whang W. . 2008 . " Fabrication and Characterization of poly(Methyl Methacrylate) Photopolymer Doped with 9,10 Phenanthrenquinone (PQ) Based Derivatives For Volume Holographic Data Storage", Optics Communications, 281 (5) :559-568 .

4 – Ahmed A.H., Awatif A.M. and Zeid Abdul- Majied . 2007 . " Dopping Effect on Optical Constants of Polymethacrylate (PMMA)" , Eng. Technol., 25(4) : 328-338 .

5- Capan I. , Tarimci C. , Hassoni A.K.and Tanrisever T. , . 2009." Characterisation and Optical Vapour Sensing Properties of PMMA Thin Films ", Mat. Sci. Eng., 29(2):140 .

6- Sheu M. S. , Hudson D.M., Loh and Loh I . H . , . 1995 ." Encyclopedia Handbook of Biomaterials and Bio – Eng part A", Marcel Dekker, Newyork :377-397 .

7- Hang R.Y. , Li J.H. , Chen L.L. , Liu D.Q. , Li H.Z., Zheng Y. and Ding J.,2009. "Synthesis, Surface Modification and photocatalytic property of Zno Nanoparticles ", Mat.Sci.Eng.,189(5) : 426 – 432.

8 – Filiz Karaomerlioglu , . 2008. " Optical properties of Multilayer Antireflection Coating Systems on Aferroelectric Base" , ph Dthesis , Department of physicsinstute of Natural and Applied Sciences University of cukurova , Adana : 154-165 .

9 –Habubi N.F., Mishjil K.A.and Hassoni M.H., . 2005. " Effect of (γ – Rays) on the Optical properties of (SnO2 : Al) Thin Films" , J.of College of Education , 5(1):410.

10 –Mutter S.F. , Ibrahim A.E. and Tawfig S.A., .2000., Si. J. Iraqi Atomic Energy Commission , 2(1): 167 .

Study the effects of bromothymol blue material on the optical properties for polystyrene (PS).

Ali Hassan R.H.Al-Azzawi* ***Eid Mohammed Mnawir entir*****

*University of Kufa / College of Science / Physics Department
**University of Mustansiriyah / College of Education / Physics Department

Abstract :

Films of pure polystyrene (ps) and doped by bromothymol blue material with percentages(4%) prepared by using casting technique in room temperature , the absorption and transmission spectra has been recorded in the wavelength rang (200-900)nm and calculated refractive index , reflectivity, real and imaginary parts of dielectric constant and extinction coefficient . this study has been done by recording the absorption and transmission spectra by using spectrophotometer .