Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Science
مجلة إبن الهيثم للعلوم الصرفة و التطبيقية
No. 2 Vol. 25 Year 2012
العدد 2 المجلد 25 السنة 2012

تحضير أغشية رقيقة من صبغة ليزرية ومطعمة بالبوليمر وقياس سمكها

غزلان سرحان أحمد الدليمي
قسم الفيزياء ، كلية التربية ابن الهيثم ،جامعة بغداد
استلم البحث في 21 حزيران 2011 قبل البحث في 12 شباط 2012

الخلاصة

حُضرت أغشية رقيقة من أذابة صبغة الكومرين C_2 في مذيب الداي مثيل فورمامايد (DMF)مع بولي مثيل ميثا أكريلايت (PMMA)وبنفس المذيب وبتراكيز (10^{-3} ¡1×10^{-2} 10^{-3} 1×5*) مولاري وأما ان تترك الاغشية على سطح مستوٍ مدة 24ساعة اوتوضع في فرن حراري مدة 5ساعات وبدرجة حرارة80C للتسريع من عملية تكوين الغشاء .وقيست لخواص الطيفية لهذه الاغشية من خلال قياس طيفي الفلورة والامتصاص فوجد انه بزيادة سمك الغشاء وزيادة التركيز تزداد الشدة النسبية لأطياف الفلورة والامتصاص لهذه الاغشية . كما قيس سمك هذه الاغشية بطريقة التداخل لمايكلسن .

الكلمات المفتاحية: الاغشية الرقيقة ،الصبغات الليزرية ،البوليمرات

المقدمة

يستعمل مصطلح الاغشية الرقيقة لوصف طبقة واحدة أو طبقات عديدة من الذرات قد لايتعدى سمكها مايكروناً واحداً [1] ونتيجة للتطور العلمي فقد تطورت طرائق تحضير الاغشية وأصبحت على درجة عالية من الدقة في تحديد سمك وتجانس الغشاء وتعددت طرائقها وأصبح لكل طريقة خصوصياتها وأمتيازاتها لتؤدي الغرض الذي أُستعملت من أجله ، ففي عام 1984قام (Avnir et al)) [2] ببناء ليزر صبغة بطريقة (sol.jel)باستعمال جهاز مرنان حلقي مكون من أغشية رقيقة للصبغة بحالتها الصلبة .

وفي عام 1988قام الباحث (Alekseev)وجماعته [3] بدراسة محاليل الصبغات المطعمة في المحاليل البوليميرية بوصفها تشكل أوساطاً فعالة في الليزرات المنغمة وذلك لأمتلاكها فوائد عملية مثل سهولة تحضيرها وصغر حجم الوسط المحضر .

وفي عام 2007درست الباحثة Hala[4] الخواص الطيفية لغشاء بوليميري PMMAالمطعم بصبغة الليزر العضوية نوع كومرين C_{102}فوجدت أن اطياف الفلورة والامتصاص للأغشية البوليمرية تزاح نحو الاطوال الموجية الاطول (طاقات واطئة) مع زيادة التركيز .

أما استعمالات هذه الاغشية فكثيرة ومتنوعة .فلا يخلو جهاز أومنظومة الكترونية منها بمختلف الاستعمالات والتطبيقات من الاغشية الرقيقة بأنواعها المختلفة لمعادن أولأشباه الموصلات وحتى العوازل .وإن استعمال الاغشية الرقيقة فيها له فوائد كثيرة منها تقليل التكلفة وتقليل الحجم والوزن وتحسين المواصفات والكفاية وكما لاحظنا من حساب كفاية الاغشية إذ تكون أعلى بكثير منها في حالة استعمال المحاليل .

كما أن واحدة من أهم هذه التطبيقات هي صناعة الخلايا الشمسية المصنوعة من الاغشية الرقيقة ،وتدخل في صناعة الكواشف البصرية ايضاً ضمن مديات طيفية محددة [5].كما تمتاز ليزرات الصبغة المستعملة في المنطقة الزرقاء-الخضراء أي صبغة (C_2) بأهميتها في مجال التطبيقات العملية ولا سيما في حقل الاتصالات تحت سطح الماء(under

(water communication وكذلك تستعمل في فصل النظائر(Laser Isotopic Separation) إذ يُستعمل الليزر للتهيج الانتقائي لأحد النظائرالمتعددة وبذلك الحث فأن النظيرالمرغوب فيه سوف يعاني تفاعلاً كيميائياً بسرعة أكبر[6] .

ولتحضير غشاء معين فأن أختيار الطريقة المناسبة لتحضيره تعتمد على عوامل متعددة منها :نوع المواد المستعملة في التحضير ،وكلفة التحضير ،ومجال استعمال الغشاء .

أما الاغشية التي تم تحضيرها في هذا البحث فحضرت بطريقة التبخير .

تحضير النماذج

في هذا البحث حُضّرت الاغشية الرقيقة من تداخل مواد متعددة وهي :.

1. صبغة الكومرين . C_2ـ :هي صبغة ليزرية بشكل مسحوق صلب ذي لون أصفر باهت واسمها العلمي Coumarin 450:Dimethyl. 7ethylaminocoumarin[7]

وذي صيغة جزيئية $C_{13}H_{15}NO_2$ووزن جزيئي $217.27gm.mol^{-1}$ وتذوب هذه الصبغة في الكحولات مثل الميثانول والايثانول وفي الاميدات مثل داي مثيل فورمامايد.

2. بوليمر بولي مثيل ميثا أكريلايتPMMA

هو مادة بلاستيكية شفافة عديمة اللون وتمتاز بمرونة عالية وصفة الشفافية العالية مع معامل الانكسار العالي يجعلها مهمة في استعمالها مع الصبغات العضوية والصيغة الكيميائية لـه$CH_2C(CH_3)COOCH_3$ ودرجة أنصهاره (213C°)ووزنه الجزيئي $4000gm\ mol^{-1}$

وكثافته ($1.2gm.cm^{-3}$).

3. مذيب الداي مثيل فورمامايد

هو مذيب عضوي اسمه العلمي (NN Dimethyl formamide) ويُرمز له مختصراً DMF ذو الصيغة الجزيئية C_3H_7NOووزن جزيئي ($73.10gm.mole^{-1}$)ودرجة غليانه

(153 C°) وكثافته ($0.9445gm.cm^{-3}$)حيث أستعمل لأذابة الصبغة والبوليمر في آن واحد.

حُضّر محلول الصبغة وبتراكيز مختلفة وذلك بإذابة كمية مناسبة من مسحوق الصبغة في حجم معين من المذيب المستعمل وذلك حسب العلاقة الاتية :

$$W=C*V*M/1000 \qquad (1)$$

W:وزن الصبغة اللازم للحصول على التركيز المطلوب بوحدة (الغرام)

C :التركيز المولاري الذي يراد تحضيره (مول/لتر)

V:حجم المذيب المستعمل لأذابة الصبغة ويمثل حجم القنينة

M:الوزن الجزيئي للصبغة المستعملة (غم/مول).

أما تحضير الاغشية الرقيقة فتم من إذابة أوزان مناسبة من مسحوق الصبغة C_2وبالاوزان (-0.007- 0.01 0.001)غم.على التوالي وحسب المعادلة المذكورة أعلاه مع بوليمر PMMAالمذاب في كمية محددة من مذيب الداي مثيل فورمامايد ومن ثم أخذ مول واحد من محلول الصبغة مع مول واحد من محلول البوليمر ورجَ هذا المحلول جيدا ليتجانس فيُصب على طبق زجاجي شفاف يسمى (petridish)وهوعبارة عن طبق زجاجي صغير ويوضع عليه أناء بشكل مقلوب ويغطى بأحكام.ولأن المذيب المستعمل لايتبخر بسرعة ويحتاج الى حرارة لذلك يوضع في فرن حراري لتبخيره وبدرجة حرارة ($80c^o$)والفرن الذي استعمل هو Vacuum oven من نوع gallen kamp الماني الصنع ومزود بمضخة تفريغ Rotary هذه المضخة تعمل على تفريغ السائل المتبخر لتسرع من عملية تكوين الغشاء.وقيس سمك الاغشية المحضرة بأستعمال

طريقة التداخل لمايكلسن ، تعمل هذه الطريقة بأستعمال ليزرالهيليوم نيون (He.Ne) الذي يعمل بموجة مستمرة (cw)وبقدرة ضوئية مقدارها (1mw) ،إذ تنبعث منه حزمة أحادية الطول الموجي عند المنطقة الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي بطول موجي مقداره (632.8nm) وبتطبيق المعادلة الاتية نستطيع قياس سمك الاغشية المطلوبة. [8]

$$T = \Delta x \div x * \lambda \div 2 \quad (2)$$

: äÇÐÅ

T:سمك الغشاء (مايكرومتر).

Dx : الفرق بين قمة كل هدبين(مايكرومتر).

X :عرض الاهداب(مايكرو متر).

/ :الطول الموجي للَيزر المستعمل (Ne.He) ويساوي 632.8nm.

وقد قمنا بأخذ ثلاث قراءات من أماكن مختلفة لكل أنموذج وأخذ المعدل لها للحصول على أدق قراءة وكما موضح في الجدول رقم (1).

النتائج والمناقشة

لقد حُضّرت أغشية رقيقة من إذابة الصبغة الليزرية C_2 في مذيب الداي مثيل فورمامايد الذي يعمل بالوقت نفسه على إذابة البوليمر المستعمل PMMA ،إذ قمنا باختبار أكثر من مذيب مثل الميثانول والايثانول والماء فلم نجد مذيباً يعمل على اذابة الصبغة والبوليمر في آن واحد وبعد تجارب عديدة توصلنا الى مذيب الداي مثيل فورمامايد .وفضلاً عن أن هذا المذيب يعمل على أذابة المادتين فأنه لايعمل في المدى الطيفي الذي تعمل به الصبغة التي تعمل في المنطقة(Blue-green) (400- 500)nm í Ç .والشيء نفسه ينطبق على البوليمر فأنه لايعمل بهذه المنطقة ويكون استعماله لجعل الغشاء أكثر تماسكاً وبذلك تمكنا من قياس الخواص الطيفية للصبغة الليزرية فقط .

أظهرت النتائج أن أستعمال أغشية الصبغات البوليمرية بوصفها أوساطاً فعالة لليزرات يُعد أكثر أهمية من المحاليل السائلة ،فعند دمج الصبغة في قالب بوليمري يتوقف انتشار الجزيئات الى السطح مما يقلل الانحلال وهذا يؤدي الى زيادة الاستقرارية الضوئية وذلك لعدم تشكيل الدايمرات التي تُعرف بأنها (عبارة عن تجمع جزيئتين من جزيئات الصبغة وهذا غالباً مايكون أقل تفلور من جزيئات المونمير(monomer) ويكون مستقراً في الحالة الارضية ومتفككاً في الحالة المتهيجة ويتكون الدايمرعند التراكيز العالية [9]وكما في المعادلة الاتية:

D (3) ¾® M+M

M ÐÅ :جزيئة الصبغة

D:الدايمر

لذلك يمكن استعمال العناصر البوليمرية بتراكيزعالية للصبغات (وهذا فرق جيد عن المحاليل)ويُستفاد منها لتقليل الامتصاص الذاتي ايضاً كما يمكن الاحتفاظ بالغشاء مدة طويلة من دون تلف وذلك لأن تحضير الصبغات بشكل بوليمري يقلل من عملية اختزال الصبغات [3] .كما لوحظ أنه بزيادة التركيزيزداد سمك الغشاء المحَضر الذي يجعله أكثر فائدة واستعمالاً.

كما قيست الخواص الطيفية لهذه ألاغشية من خلال قياس طيفي الفلورة والامتصاص باستعمال جهاز مقياس الطيف من نوع Shimadzo recording Spectro Fluorophotometer Model

RF 510[10] [10]لقياس طيف الفلورة وجهاز CARY100 Conc un visible spectrophotometerالمجهز من شركة (Varian) اليابانية لقياس طيف الامتصاص مع زيادة سمك الاغشية ،فوجد أنه بزيادة سمك الغشاء وزيادة التركيز

أيضا تزداد الشدة النسبية لأطياف الامتصاص والفلورة لهذه الاغشية وكما مبين في الاشكال (3,4,5)وكذلك يكون مقدار التداخل بين طيفي الفلورة والامتصاص في حالة الغشاء اقل مما هو عليه في حالة المحاليل وهذه هي الفائدة الاساسية من استعمال الاغشية الرقيقة بدلا من المحاليل مما يقلل احتمالية حدوث عمليات الامتصاص الذاتي .

كذلك حسبت الكفاية الكمية للأغشية المحضرة (وتُعرف **الكفايـة الكميـة** Quantum Efficiency بانها النسبة بين عدد الفوتونات المنبعثة من نظام جزيئي عن طريق الفلورة الى عددفوتونات التهيج عن طريق الامتصاص)وخلال استعمال برنامج حسابي MATLAB6.5 [11] وباستعمال العلاقة الاتية وجد أن كفاية الكمية لأغشية البوليمر المطَعمة بصبغة الكومرين C_2 في مذيب DMF تزداد بزيادة التركيز وذلك للقطبية العالية لمذيب الداي مثيل فورمامايد[12].

q_{fm}= المساحة تحت منحني طيف الفلورة النسبي / المساحة تحت منحني طيف الامتصاص النسبي

المصادر

1. زياد طارق خضير،(2003) "دراسة الخواص البصرية وبعض الخواص الكهربائية لأغشية أوكسيد الكادميوم المشَوب بأوكسيد الفضة والمحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي الحراري" ’رسالة ماجستير . كلية التربية . الجامعة المستنصرية .

2. Fukuda .M and Milto. K.(2000),"Solid State Dye laser with photo induced distributed feed back ,J.APPl.phys.39, 5859-5863.

3. Alekseev. N.N, Gorelen,A.Y, KO.Kalasho,I.I and serona, V.H. (1988),J.APPl.spectry, 49, 1232.

4. حلا فدعم سعد الله،(2007)"دراسة الخواص الطيفية لغشاء بوليميري PMMA المطعَم بصبغة الليزر العضوية نوع C_{102} "،رسالة ماجستير ،علوم فيزياء الجامعة المستنصرية .

5. http://www.hazem sakeek.com/physics Lectures /Laser /Laser lectures.

6. principles of lasers,Orazio.svelto,(1988),second Edition,Plenum Press,Newyork and London.

7 .Laser Dyes,Mitsuo.Maeda,(1984),Academic press,Inc,Newyork.

8. زينب ارحيم حسين جاسم الاسدي (2008) "تأثير اللي على أنتشار حزمة النبضات في الالياف البصريه "،رسالة ماجستير ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية .

9.Birks.J.B,(1970),"Photophysics of Aromatic molecules;Wiley-Interscence, London.

10. manual of the shimadzu recording spectro fluorphotometer mode RF 570 shemadzu Corporation(1980) Jyoto Japan.

11. هادي والي صاحب ،(2008) دراسة تأثير تركيز المذيبات القطبية على بعض الخواص الطيفية لليزر عامل النوعية السلبي رسالة ماجستير ،كلية العلوم الجامعة المستنصرية.

12.عدنان خالد حسن القيسي ،(2002) "قياس الخواص الطيفية لغشاء بوليمري مطعم بصبغات الليزر العضوية "،رسالة ماجستير ،الكلية الهندسية العسكرية .

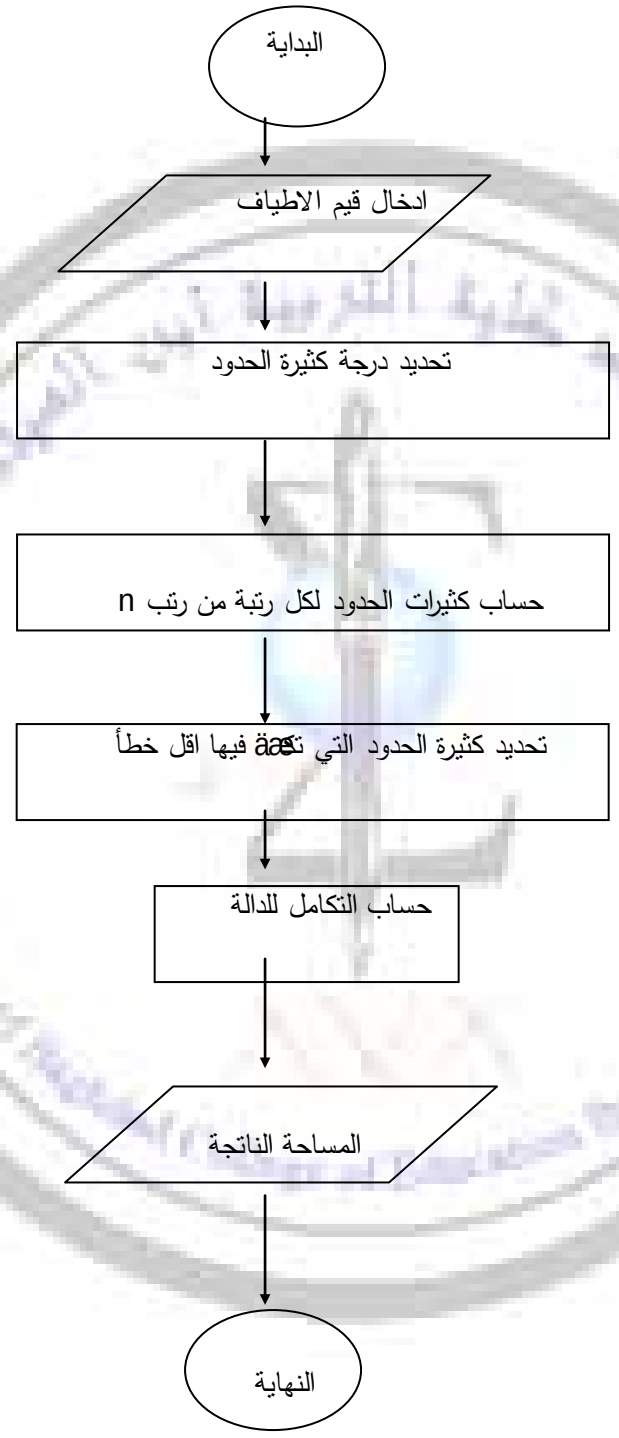
جدول (1): يبين قيم سمك الاغشية الرقيقة للصبغات الليزرية

التركيز Concentration(Molary	لسمك Thickness(µm)
$1*10^{-2}$	0.902
$5*10^{-3}$	0.873
$1*10^{-3}$	0.699

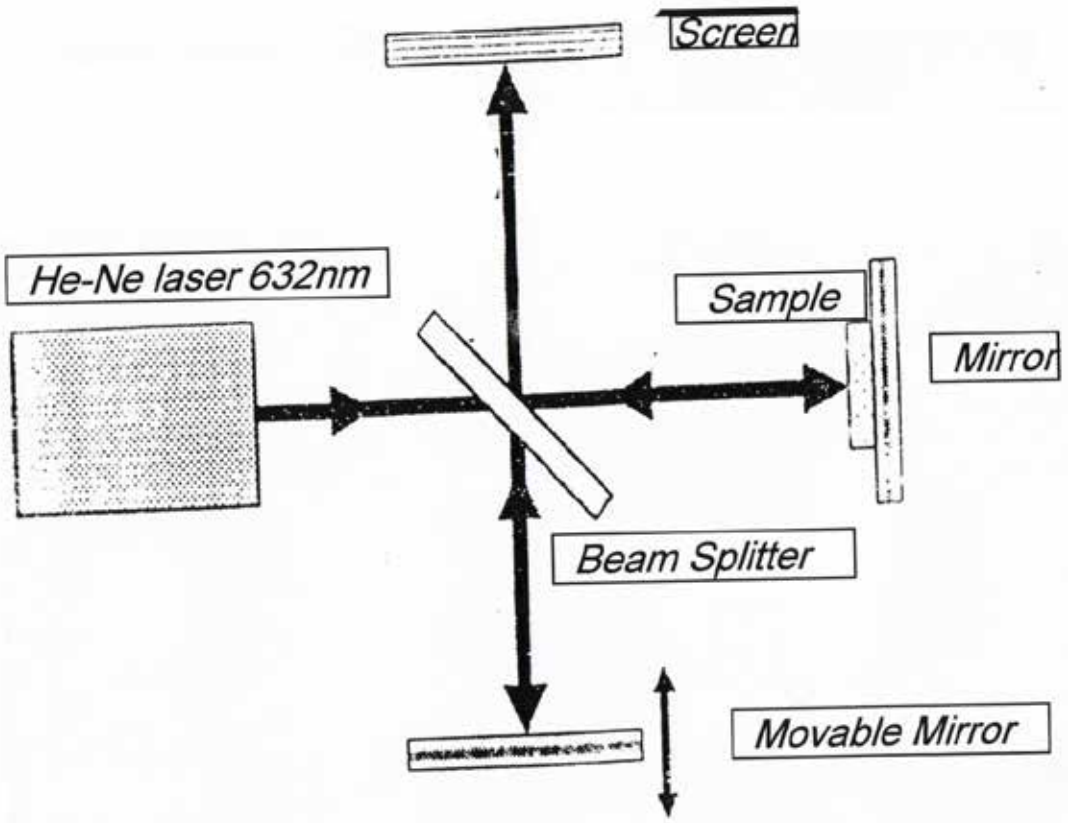
جدول (2): يبين قيم كفاية كمية الفلورة لأغشية صبغة C_2 في مذيب DMF .

التركيز Concentration(Molary)	Quantum efficuncy%
$1*10^{-2}$	87.22 %
$5*10^{-3}$	80.53%
$1*10^{-3}$	70.36%

جدول (3): يوضح المخطط الانسيابي لبرنامج MATLAB6.5 وبشكل مبسط



شكل (1):يوضح طريقة التداخل لمايكلسن لقياس سمك ألاغشية



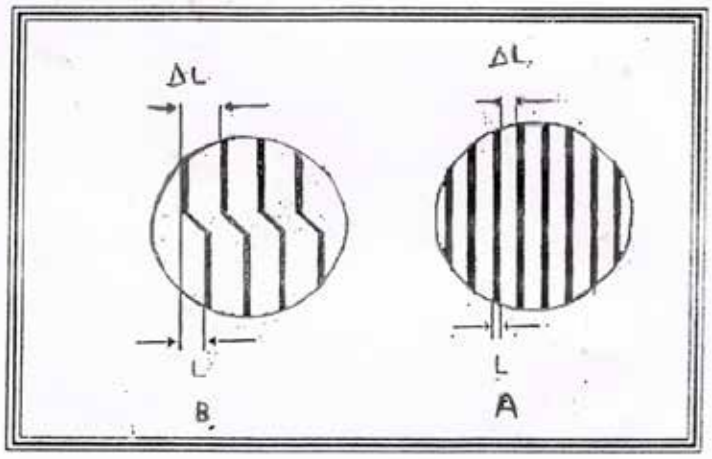
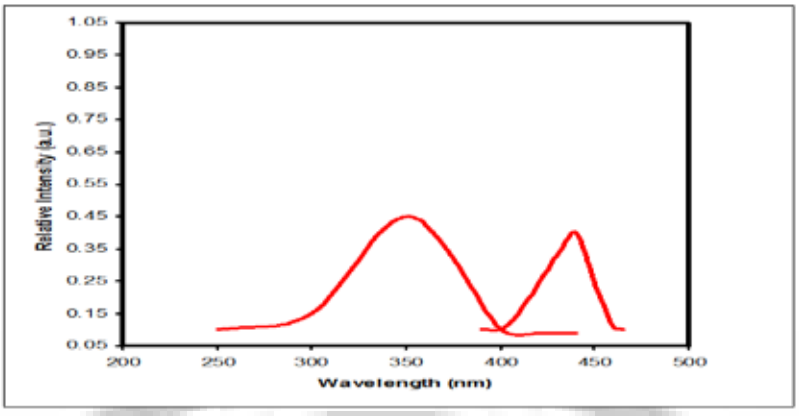
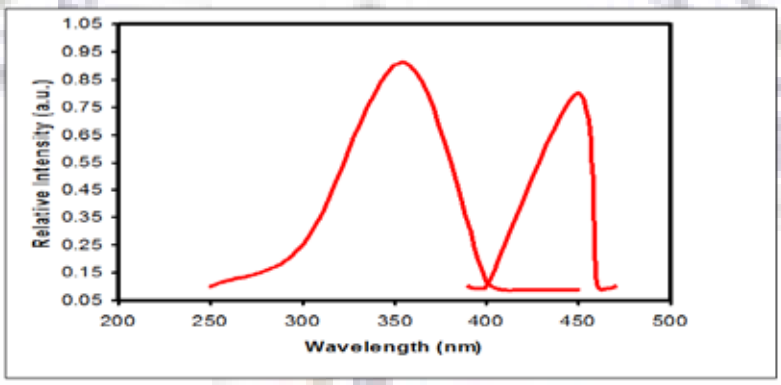


Figure : Show the shape of the fringes by using
A: Laser B: Sodium Light

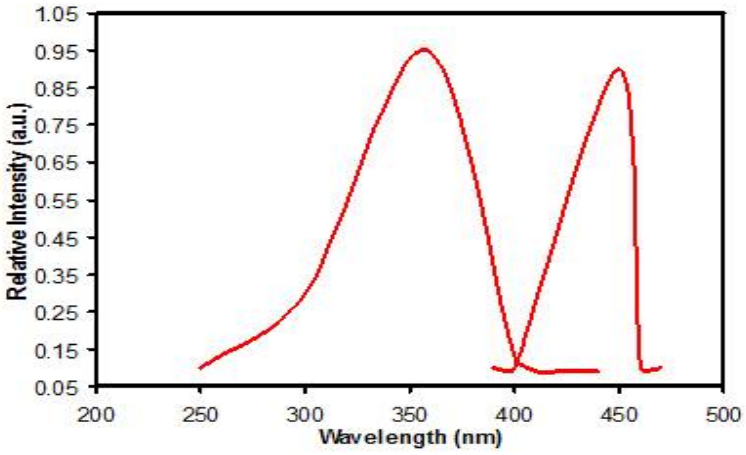
شكل(2):يوضح شكل الاهداب في حالة استعمال الضوء العادي والليزر



شكل(3): يبين طيفي الامتصاص والفلورة على الترتيب لغشاء بتركيز ($1*10^{-3}$)مولاري



شكل (4):يبين طيفي الامتصاص والفلورة لغشاء بتركيز ($5*10^{-3}$)مولاري



شكل(5): يبين طيفي الامتصاص والفلورة لغشاء بتركيز ($1*10^{-2}$)مولاري

Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Science
مجلة إبن الهيثم للعلوم الصرفة و التطبيقية
No. 2 Vol. 25 Year 2012
العدد 2 المجلد 25 السنة 2012

Preparing the Thin Films from Laser Dye Dopped with Polymer and Measuring Thickness

G. S. A.Al-Dulaimi
Department of Physics,College of Education Ibn-Al-Haithem, University of Baghdad
Received in: 21 June 2011, Accepted in: 12 February 2012

Abstract

Thin films were prepared from melting coumrin C_2 dye in solvent DMF with PMMA with the same solvent and concentrations($1*10^{-2}$ $5*10^{-3}$, $1*10^{-3}$)M ,Films were either left on Flat surface for24hours or dried in avacuum oven for five hours at a temperature of 80c.The relative intensity of both the absorption and fluorescece spectrum are found to be increased with the increase of thickness of these films and concentration .Also the thickness of these films was measured by Mickelsons interfearing method.Also quantum efficiency of these films were measured too.

Key Words: Polemers,Laser Dye,Thin films.