---- مجلة علوم الرافدين، المجلد 19، العدد 3، ص 120-127، 2008 ----

استخدام جهاز مطيافية القطع الناقص لدراسة تأثير تغيير معامل الامتصاص ودرجة الحموضة على نظام الخزن البصري MR/BDK

طه مصطفى المولى **نمير برهان الدين محمد**

قسم الفيزياء

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2007/11/28 ؛ تاريخ القبول 2008/6/9)

الملخص

في هذا البحث تمت دراسة تأثير معامل الامتصاص على نظام الخزن البصري MR/BDK. إذ تم تحضيرها من صبغة المثيل الاحمر MR مثال (Azo - dye) بدرجات حموضة مختلفة وخلطها مع البادئ الضوئي BDK مثال (Benzyl dimethyl ketal). بنسب حجمية معينة ان الخواص البصرية درست باستخدام جهاز مطيافية القطع الناقص متغير الزوايا. ودرست أيضاً علاقة الخواص البصرية للنظام ومعامل الأمتصاص وتبين بان زيادة التراكيز القاعدية للنظام يقابلها زيادة في الطاقة الارضية للنظام، وهذا يؤدي الى نقصان في الطول الموجي المستخدم مما يؤدي الى زيادة قابلية خزن البيانات، وهذا يعطي بأن الاقراص المحضرة بالتراكيز القاعدية أفضل من التراكيز الحامضية واضافة هذه المعلومات الى المكتبة البرمجية لجهاز المطيافية.

الكلمات الدالة: نظام الخزن البصري، معامل الامتصاص، البادئ الضوئي، مطيافية القطع الناقص.

Using a Device of Spectroscopic Ellipsometry for Studying the Effect of Changing of the Absorption Coefficient on the Optical Storage MR/BDK System of Different Concentration

Taha M. AL-Maula **Namir B. Mohammad**

Department of Physics

College of Science

Mosul University

ABSTRACT

The effect of absorption coefficient on the optical storage system MR/BDK have been studied, optical storage system was prepared from example of methyl red

(MR) in different degrees of acidity and mixed with benzyl dimethyl ketal (BDK) as aphotoinitiator in acertain rates of size, the optical properties measured by using a variable angle spectroscopic ellipsometry instrument. And the relation between the optical characterestics of the system and the absorption coefficient studied as well it has become clear that the increase of basic concentrations of the system, this leads to decrease of the used wave lenglength, and this in turn leads to increase of storage ability of the data, from this we obtain the result that the disks which prepared by basic concentras lions are better than that prepared from acid concentrations, and add this information to the library of programming of spectrum device.

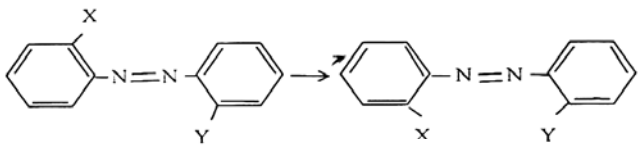
Keywords: optical storage system, absorptiom coefficient, benzyl dimethyl ketal (BDK), variable angle spectroscopic ellipsometry.

المقدمة

تعتبر دراسة سلوك معاملات الانكسار والامتصاص والنفاذية للاغشية الرقيقة المكونة من صـبغة الازو كمثال من المثيل الاحمر (Methyl Red) MR بدرجات حموضة مختلفة والمطعمة بالبادئ الضوئي (Benzil dimethyl ketal) BDK ذات أهمية كبيرة لان هذا النوع من الاغشية يستخدم كأحد الطبقـات الرئيسية المكونة للاقراص المضغوطة والتي يمكن حفظ وتخزين البيانات عليها، يستخدم المثيل الاحمـر MR كاشفا كيميائيا كغيره من الكواشف الكيميائية وفسر لون الكاشف حسب نظرية اسـتوالد الايونيـة اذ تتفكك هذه الصبغة حسب المعادلة التالية (ثابت الغبشة، 1988).

$$InOH \underset{OH^-}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} In^- + OH$$

حيث InOH تدل على قاعدة عضوية ضعيفة، تحتوي صبغة الازو على مجموعة الازو -N=N- وتقسم هذه الصبغة الى نوعين (وفائي، 1995) اولا: اصباغ ازو حامضية وثانيا: اصـباغ ازو قاعديـة. وتعتبر كل من صبغة المثيل الاحمر MR والبادئ الضوئي BDK بأنهما مواد حساسة للضوء وتسـتجيب للاشعة فوق البنفسجية تدعى هذه العملية بالتشاكل الضوئي pHotoizomerizotion حيث يتم الانتقال من التشاكل $Trans \Leftrightarrow Cis$ كما مبين في الشكل (1).



trans Cis

الشكل 1: التشاكل الضوئي لصبغة المثيل الاحمر

أي تمتلك نفس التركيب ونفس عدد الذرات لكنها تختلف في البنية الفراغية وتغير هذه العملية مع معامل الانكسار الاني (10^{-2}-10^{-3}) وتعود الصيغة الى وضعها الاصلي بعد ثواني، وهذا التأثير مهم جدا في تطبيقات الصور المجسمة Holgraphy الانية واللاخطية، (Pham *et al.* (a), 1995). وقام (Gang *et al.*, 1999) بدراسة اغشية من الازو وقدرتها على خزن المعلومات وامكانية مسحها عن طريق ضوء مستقطب دائري. لقد وجد (Prak and Juny, 2001) ان معامل الانكسار يزداد بزيادة زمن التعرض للاشعة فوق البنفسجية. وكذلك لاحظ (Al-Atar *et al.*, 2003) ان البادئ الضوئي BDK يتفكك الى جذور حرة عند تعريضها للأشعة الفوق البنفسجية باستخدام جهاز مطيافية القطع الناقص متغير الزوايا Variable angle spectroscopic ellipsometry (V.A.S.E)، ان الهدف من الدراسة الحالية هو ايجاد تأثير معامل الامتصاص على نظام الخزن البصري MR/BDK.

مواد وطرق العمل

تعتبر الانعكاسية والانفاذية من اهم الخواص البصرية للاغشية الرقيقة وتعتبر خاصية الامتصاص من الخواص المميزة لها ايضا. تعرف R على انها الانعكاسية، T هي الانفاذية، A الامتصاصية فان العلاقة التي تربط معادلة حفظ الطاقة للضوء (R+T+A=1) وفي كثير من الاحيان يتم اعتماد الثابتين البصريين (n,k) حيث ان n هو معامل الانكسار، k هو معامل الانطفاء، للتعبير عن الخواص البصرية للمادة (Azzam, 1977)، (Tompkins, 1999) تم تحضير محلول صبغة الازو، مثل المثيل الاحمر MR وذلك باضافة كمية معينة من مسحوق المثيل الاحمر الى حجم معين من مذيب الايثانول ورجه جيدا ثم ترشيحه بواسطة ورق الترشيح لاجل الحصول على المحلول النقي، ويمكن الحصول على تراكيز قاعدية وحامضية للمحلول MR باضافة هيدروكسيد الصوديوم NaOH بشكل قطرات الى المحلول ويتم تسجيل قراءة pH metar وبذلك يتم الحصول على تراكيز قاعدية مختلفة (pH=8,11) وبنفس الطريقة نحصل على محاليل بدرجات حامضية أقل من (pH=4.6) وذلك بإضافة حامض الهيدروكلوريك السائل المخفف HCl على شكل قطرات على محلول MR ثم تسجيل قراءة pH metar لكل حالة وبذلك نحصل على محاليل بدرجات حامضية مختلفة (pH=0,2,4.6,). كما تم تحضير محلول البادئ الضوئي BDK وذلك باضافة كمية معينة من مسحوق البادئ الضوئي BDK الى حجم معين من المذيب الايثانول ومن ثم رجه جيدا وترشيحه بواسطة ورق الترشيح لأجل الحصول على محلول نقي. وبعد ذلك تم خلط المثيل الاحمر بتراكيز مختلفة مع البادئ الضوئي BDK (بنسبة 1MR الى 3BDK بنسب حجمية). وكما تم تحضير الشرائح الزجاجية وذلك بتخديش السطح الخلفي للشريحة الزجاجية لمنع حصول عملية الانعكاس عند استخدامها اثناء القياس في جهاز مطيافية القطع الناقص وبعدها تغسل الشريحة بمادة الاسيتون والماء المقطر ثم تترك لفترة من الزمن حتى تجف من الماء الموجود عليها. وبعد ان تجف جيدا توضع كميات معينة من مادة العينة المحضرة بواسطة الماصة الزجاجية و إجراء عملية البرم (spin casting) لها

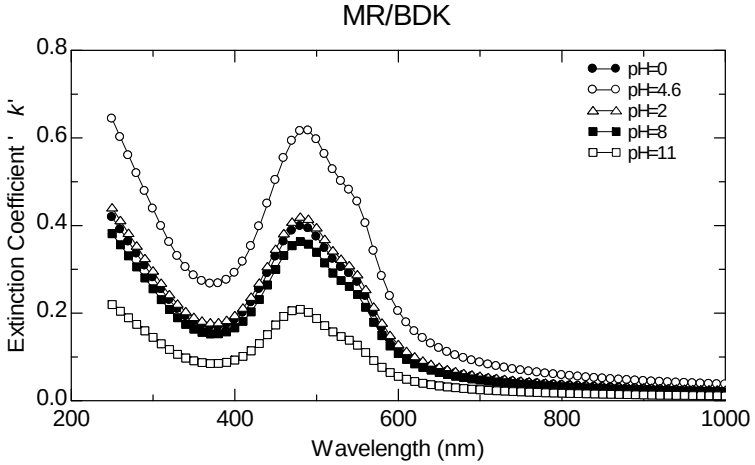
(وذلك للتخلص من بقية الشوائب العالقة ويحدد سمك العينة وذلك إما بزيادة كمية المذيب أو زيادة السرعة الزاوية في عملية البرم أو بالاثنين معاً للحصول على أغشية رقيقة، في حالة الاغشية السميكة نقوم بالتقليل من السرعة الزاوية وجعل المحتويات ذات لزوجة أعلى أما في حالة الأغشية الرقيقة نقوم بزيادة السرعة الزاوية وجعل المحتويات ذات لزوجة قليلة وبذلك تكون كمية المذيب كثيرة). ثم توضع العينة المحضرة على قاعدة عينة الجهاز، بعدها تم انتقاء الطول الموجي المستخدم وزوايا السقوط الملائمة وتسجيل قراءات الجهاز هي عبارة عن اقترانات لبعض المتغيرات الفيزيائية التي يمكن تمثيلها بـ ψ، Δ والتي تعود الى النسبة العائدة لمعلمات انعكاس فرينل R_p ، R_s للضوء المستقطب باتجاه الاستقطاب الموازي p والاستقطاب العمودي s.

$$\widetilde{\rho}=\frac{\widetilde{R}_p}{\widetilde{R}_s} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\widetilde{\rho}=\tan\psi\exp(i\Delta) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

اذ ان R_p معامل فرينل العقدي للانعكاس في حالة الاستقطاب الموازي، R_s معامل فرينل العقدي للانعكاس في حالة الاستقطاب العمودي، ρ النسبة بين معاملي فرينل العقديين للانعكاس في حالتي الاستقطاب الموازي والعمودي، ψ يمثل الزاوية بين مستوى الانعكاس R ومركبة الانعكاس المستقطبة عموديا R_s ، Δ فرق الطور نتيجة الانعكاس لحالتي الاستقطاب الموازي والعمودي، $\tan\psi$ النسبة بين سعة الاهتزاز للموجة في الاتجاه الموازي الى الاتجاه العمودي.

وتعتبر الكمية المقاسة عالية الدقة وبعد الحصول على معامل القطع الناقص $\widetilde{\rho}$، يتم تحليل ومقارنة النتائج العملية مع النموذج القياسي الموجود في المكتبة البرمجية للجهاز، وذلك عن طريق تغيير قيم المعاملات البصرية للحصول على قراءات محسوسة بحيث لا تتجاوز نسبة الخطأ المسموح بها وهي (5%) في الجهاز. وبعد ان يتم تحليل جميع البيانات من قبل الجهاز نحصل منه على الشكل (2).



الشكل 2: سلوك معامل الانطفاء k للمركب MR/BDK عند درجات حموضة مختلفة

تم تحديد نقاط كل من معامل الانطفاء والطول الموجي المستخدم من الشكل (2) عند حالات متعددة، بعد تحديد قيم كل من معاملات الانطفاء والاطوال الموجية تم حساب قيمة الطاقة وفقا للمعادلة التالية.

$$E=h\nu \quad \text{..... (3)}$$

$$\nu = c/\lambda \quad \text{..... (4)}$$

بتعويض المعادلة 4 في المعادلة 3 نحصل على :

$$E= h\, c/\lambda \quad \text{..... (5)}$$

إذ ان h: ثابت بلانك ($6.6x\ 10^{-34}$ J.s)، c: سرعة الضوء في الفراغ ($3x10^{8}$ m/s)، λ: الطول الموجي.

وكذلك تم حساب معامل الامتصاص بدلالة كلاً من الطول الموجي ومعامل الانطفاء (Milesv *et al.*, 1986)، (Tiwald, 1998) وفقا للمعادلة الاتية.

$$\alpha = \frac{4\pi k}{\lambda} \quad \text{..... (6)}$$

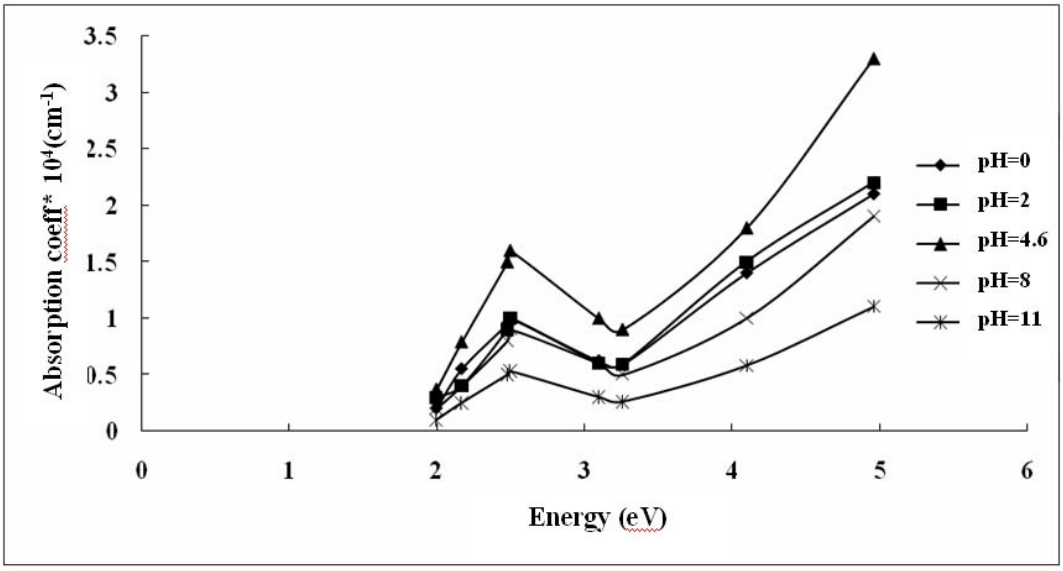
إذ ان α: معامل الامتصاص، k: معامل الانطفاء، λ: الطول الموجي.

وقيم كلا من الطاقة E ومعامل الامتصاص α المستخلصة من المعادلات 5،6 مبينة في الجدول (1).

الجدول 1: مقدار التغير في قيم معامل الامتصاص والطاقة للمركب MR/BDK عند درجة حموضة pH=0

λ (nm)	k	$\alpha * 10^5$ (cm^{-1})	E (eV)
250	0.42	0.021	4.96
300	0.26	0.014	4.1
380	0.18	0.059	3.26
400	0.2	0.0062	3.1
480	0.4	0.01	2.5
500	0.38	0.0095	2.48
570	0.25	0.0055	2.17
600	0.1	0.002	1.6

ومن البيانات المدرجة اعلاه تم رسم العلاقة بين E، α كما موضح في الشكل (3) وذلك عند درجات حموضة مختلفة.



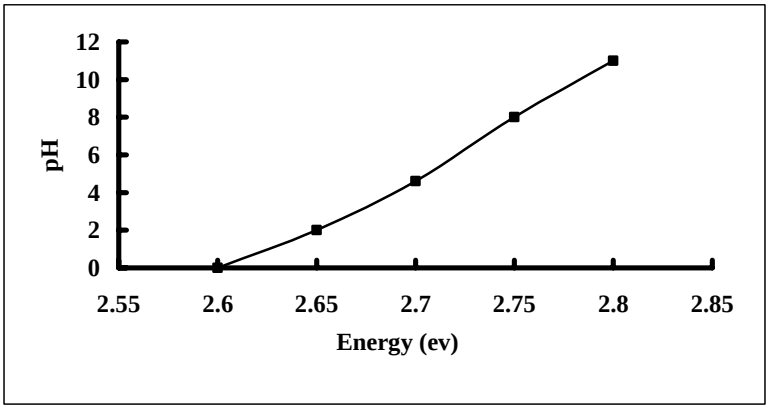
الشكل 3: سلوك معامل الامتصاص α بدلالة الطاقة للمركب MR/BDK عند درجات حموضة مختلفة.

من الشكل (3) تم الحصول على قيمة الطاقة الأرضية (E_g) عند درجات حموضة مختلفة كما تبين في الجدول (2) :

الجدول 2: سلوك الطاقة الارضية للمركب MR/BDK عند درجات حموضة مختلفة

pH	0	2	4.6	8	11
E_g (eV)	2.65	2.7	2.75	2.8	2.85

ومن الجدول (2) تم رسم العلاقة بين E_g و pH عند درجات حموضة مختلفة وحصلنا على النتائج المبينة في الشكل (4)



الشكل 4: يوضح سلوك الطاقة الارضية للمركب MR/BDK عند درجات حموضة مختلفة.

النتائج والمناقشة

يبين الشكل (3) ان المنحنيات البيانية بدأت بالزيادة مع زيادة قيمة الطاقة ونقصان الطول المـوجي المستخدم الى ان وصلت قمة الامتصاص (2.5 eV) ومن ثم بدأ معامل الامتصاص بالنقصـان الـى ان وصل أدنى قيمة له عند (3.1 eV) وذلك نتيجة تفكك البادئ الضوئي BDK الى جذور حرة. وبعدها يبدأ بالزيادة ليأخذ مساراً شبه مستقيماً وذلك نتيجة لارتباط الجذور الحرة المتكونة من تفكك البادئ الضـوئي BDK واعادة ارتباطها مع الاصرة OH الموجودة في صبغة المثيل الأحمر، ويأخذ المماس لهذا المسـار حددت قيمة الطاقة الارضية لدرجات حموضة مختلفة، ويتضح من الشكل (4) بان زيادة التراكيز القاعدية ستؤدي الى زيادة قيم الطاقات الارضية وهذا يؤدي بدوره الى نقصان في الطول الموجي والـذي يـؤدي الى زيادة قابلية خزن البيانات على الاقراص المحضرة.

الاستنتاجات

من هذه الدراسة تم التوصل الى بعض النتائج المهمة

1- ان الاقراص المحضرة بتراكيز قاعدية للمركب MR/BDK تكون افضل من الاقـراص المحضـرة بتراكيز الحامضية للمركب MR/BDK. وذلك لانه طاقة الحالة الارضية للتراكيز القاعدية هي اكبـر من التراكيز الحامضية وبذلك يمكن الاستنتاج بان العلاقة عكسية بين كل من الطاقة الارضية والطول الموجي المستخدم.

2- نتائج البحث الحالي تدل على ان الحالة القاعدية هي الافضل لان التراكيز الحامضية يتفق بشكل كبير مع سلوك الحالة المتعادلة pH=4.6.

3- وكذلك يمكن الاستنتاج بانه كلما زادت التراكيز القاعدية كلما قل معامل الامتصاص وبـذلك تـزداد الطاقة.

المصادر العربية

الغبشة، ثابت سعيد وعزوز، عادل سعيد، 1988، الكيمياء التحليليـة الفيزياويـة، دار الكتـب للطباعـة والنشر، جامعة الموصل، ص 45-46.

المـولى، طـه مصـطفى خضـر، 2005، الخصـائص البصـرية لأنظمـة الخـزن البصـرية PMMA/BDK/Azo-dye باستخدام مطيافية القطع الناقص، رسالة ماجستير، جامعة آل البيت، الاردن، ص 55.

حقي، وفائي والقدسي، يحيى وفلوح، فايز، 1995، الكيمياء العضوية، مطبوعات جامعة دمشق، ص 68.

المصادر الأجنبية

AL-Attar, H., and Tagatqa, O., 2003, Pure and Applied Optics, Journal of Optics, Vol. 5, No. 6, pp.487 – 492.

Azzam, R., and Bashara, N., 1977, Ellipsometery and Polarized Light, First Edition, North – Holland Physics Publishing, Amesterdam, 8p.

Gang, S.; Xuchum, P.; Zha and Yuquan 1999, Opt. Com, Vol. 159, No. 1, 88p.

Tompkins, H.G and Megaham, W.A., 1999, Spectroscopic Ellipsometry and Reflectivity, User's Guide, John Wiley and Sons, New York. pp.70–71.

Park, D., and Juny, J., J.Mater, 2001, Rs. Vol. 16, No. 2, 17p.

Pham, M., 1995, Growth and Characterization of Materials, Vol. 242, No. a, 9p.

Tiwald, T.E.; Thompson, D.W., Woollam, J.A., 1998, J. Val. Sci. Technol. B. 16, No. 1, 312p.

Mlesv – Klein Thomase. Furtak, 1986, Optics, John Wiley and Sons, pp.70 – 71.