حساب طاقة التنشيط للمعالجة الحرارية وطاقة الفجوة للزجاج المشعع بجسيمات ألفا

حسن مكطوف جبر الطائي

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة المثنى ، العراق

E-mail:hassan_phy8@yahoo.com

(تاريخ الاستلام: ٢٢ / ٨ / ٢٠١٠ ---- تاريخ القبول: ١١ / ٥ / ٢٠١١)

الملخص

يهدف البحث إلى دراسة تأثير جسيمات ألفا وتأثير المعالجة الحرارية على الامتصاصية الضوئية للزجاج ولمدى أطوال موجية (– 240 700nm)ولجرعات مختلفة من(6.24-28.8 Mrad).وضمن مدى درجات الحرارة (125-175C) وفضلا عن ذلك فقد تم إيجاد طاقة تنشيط المعالجة الحرارية عن طريق نموذجين من النماذج النظرية الموضوعة لحسابهما ولزمن تسخين (0.5 hr). كانت قيم طاقة التنشيط للمعالجة الحرارية E_a ووجد أنها تساوي بين (0.1-0.552eV). ومعامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون وكذلك فجوة الطاقة فقد تم حسابهما ضن مدى مختلف من درجات الحرارة ($125-175C^o$) وكان معدل فجوة الطاقة يتراوح (4.1eV) وتعتمد بشكل أساسي على نوع الجسيمات الساقطة.ونوع الزجاج المستخدم

المقدمة

استخدم الزجاج منذ فترة طويلة في قياس الجرع الإشعاعية وحدثت تطورات كثرة في هذا المجال عن طريق مكونات الزجاج وتم التوصل إلى نوعية أفضل ففي عام (2001) توصل اليابانيون إلى نوعية جيدة(GD-450)وهونوع من زجاج الفوسفات المشوب بالفضة وأستخدم للكشف عن أشعة كاما ضمن مدى الطاقة (10KeV-10MeV)وجسيمات بيتاضمن المدى (30KeV-3MeV)والنيوترونات ضمن المدى(0.025eV-15MeV)ويحتوي على مجموعة من المرشحات البلاستكية والمعدنية[1]وان للزجاج استخدامات عديدة منها حفظ الأدوية والأمصال وفي صناعة التحف وصناعة المصابيح الكهربائية والأجهزة العلمية وأبحاث الكون والذرة والزجاج الميكروسكوبات والمرآة العاكسة والأنسجة البراقة غير القابلة للأحتراق والزجاج الغير قابل للكسر. وكذلك يستخدم في امتصاص الأشعة وتحويل الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة مرئية. ويمكن استخدام الزجاج لقياس الجرعات الإشعاعية للنيوترونات الحرارية والمتوسطة الطاقة أذ يتم امتصاص هذه النيوترونات من قبل الليثيوم والبورون والفضة المتواجدة في الزجاج ويرافق ذلك انطلاق أشعة مؤينة(α,β) [2,3] كذلك يستخدم لقياس الجرعة الإشعاعية لأشعة كاما.إذ إن هذه الأشعة تؤثر على التوصيلية الكهربائية والصلابة الميكانيكية والوزن الجزيئي والخواص البصرية للزجاج وغيرها [4] البراقة غير القابلة للحريق والزجاج الغير القابل للكسر. وكذلك يستخدم في امتصاص الأشعة وتحويل الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة مرئية. ويمكن استخدام الزجاج لقياس الجرعات الإشعاعية للنيوترونات الحرارية والمتوسطة للطاقة أذ يتم امتصاص هذه النيوترونات من قبل الليثيوم والبورون والفضة المتواجدة في الزجاج ويرافق ذلك انطلاق أشعة مؤينة(α,β) [2,3] ذلك يستخدم لقياس الجرعة الإشعاعية لأشعة كاما.إذ إن هذه الأشعة تؤثر على التوصيلية الكهربائية والصلابة الميكانيكية والوزن الجزيئي والخواص البصرية للزجاج وغيرها [4]

الجانب النظري

حاول (Green et al 1985) فهم سلوك الآثار (tracks_) في المواد الصلبة غير العضوية مثل الزجاج والتي تزداد فيها قطر الأثر أو طوله بزيادة درجة الحرارة وتم التوصل إلى العلاقة التجريبية الآتية. [6,5]

$$\ln\left(\frac{dDt, dLt}{Do, Lo}\right) = \ln A + n\ln t - \frac{Ea}{KT} \quad \text{.....(1)}$$

T: درجة حرارة التسخين ويقاس بوحدة كلفن .

A : ثابت التناسب ووحدته (□m/min) .

t : زمن التسخين .

D_o : قطر الأثر بدون تسخين .

D_t : قطر الأثر عند زمن تسخين t .

n : ثابت أس زمن التسخين (معامل أسي زمن المعالجة الحرارية).

K : ثابت بولتزمان والذي قيمته (1.38×10^{-27} J/°K) .

وبالإمكان أعادة صياغة المعادلة (1) بدلالة الامتصاصية الضوئية (η) والتي تقل مع زيادة درجة الحرارة وكما يلي :-

$$\ln\left(\frac{\eta - \eta o}{\eta o}\right) = \ln A + n\ln t + \frac{Ea}{KT} \quad \text{.....(2)}$$

اذ ان ηo :- تمثل الأمتصاصية الضوئية للعينة القياسية .

η : - تمثل الامتصاصية الضوئية للعينة المشععة والمسخنة.

ويمكن إيجاد قيمة طاقة التنشيط من رسم العلاقة البيانية بين ln(η- η_o/η_0)و(1/T) ومن ثم إيجاد الميل ثم استخدام المعادلة

$$E_a = 8.625 \times 10^{-5} \times \text{slope} \quad \text{..... (3)}$$

حيث η_o :- تمثل الامتصاصية الإشعاعية القياسية

η :- تمثل الامتصاصية الضوئية بعد التشعيع والتسخين.

t:-تمثل الزمن المستغرق للتسخين .

ولقد وضع(Modgial, 1985) علاقة تجريبية تربط معدل المعالجة الحرارية (V_a)مع طاقة تنشيط المعالجة الحرارية(E_a) لكواشف الأثر النووي وهذه العلاقة هي :-[9, 8, 7,6]

$$V_a = A\, t^{-n} \exp(-Ea/KT) \quad \text{.....(4)}$$

ويمكن كتابة المعادلة(4) بدلالة الامتصاصية الضوئية(η) والتي تقل أيضا مع زيادة درجة الحرارة وكما يأتي:-

$$\ln(\frac{\eta-\eta o}{t})=\ln A-n\ln t-\frac{Ea}{KT} \quad \text{.....(5)}$$

ويمكن إيجاد قيمة طاقة التنشيط من رسم العلاقة البيانية بين ln(η-ηo/t) و(1/T) ومن ثم إيجاد الميل وباستخدام المعادلة(3) يتم إيجاد طاقة التنشيط.

إن معامل الامتصاص هو كمية ثابتة وصفة مميزة لكل جزيئة ماصة أو أيون لمادة معينة ، تم حساب معامل الامتصاص (α)باستخدام المعادلة(6) في أدناه لدرجات حرارة التسخين بين °C (125-175) .

$$\alpha=\frac{2.303}{x}A \quad \text{.....(6)}$$

حيث x : سمك المادة وحدته (cm)،و α : معامل الامتصاص ووحدته cm^{-1} .و(A)بالامتصاصية. وتعتمد كمية الأشعة الممتصة على نوع المادة (كثافة الوسط الممتص) وسمك المادة الممتصة .

أما فجوة الطاقة الضوئية $E_{opt.}$ فقد تم حسابها وذلك باستخدام العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون الساقط (E) التي تعطى بعلاقة تاوك [10] :

$$(\alpha E)^r = const(E-E_{opt}) \quad \text{...(7)}$$

حيث (r) تمثل مقدار ثابت وتأخذ القيم(1/2,3/2.2.3)[11]

الجزء العملي

أستخدم الزجاج من النوع المستخدم في المجاهر الضوئية (Slides)وكانت مساحته ($1x2\ cm^2$) وسمكه (1mm).استخدم لقياس تأثير جسيمات ألفا من خلال الامتصاصية الضوئية.واستخدام المصدر($_{84}{}^{210}Po$) المشع الباعث لجسيمات ألفا بطاقة(3.34MeV) حيث تم وضع عينات الزجاج ببعد 2سم من المصدر المشع.ذوالفعالية (0.1 μCi)وكان زمن التشعيع في الهواءهو من (26-120 hr) وثم سخنت العينات لمدة (30 min) لدرجات حرارة مختلفة في المدى ($125\text{-}175C^o$) وبزيادة ($25C^o$) في حين تركت مجموعة قياسية وعدت نموذجاً قياسياً لغرض المقارنة. ثم أجريت عملية حساب الامتصاصية الضوئية لأطوال موجية من(240-700nm) ، ثم حساب V_a وحساب E_aوطاقة الفجوة.

تم حساب طاقة التنشيط للمعالجة الحرارية للزجاج المشعع بجسيمات ألفا بالاعتماد على الطريقتين الأتيتين:-

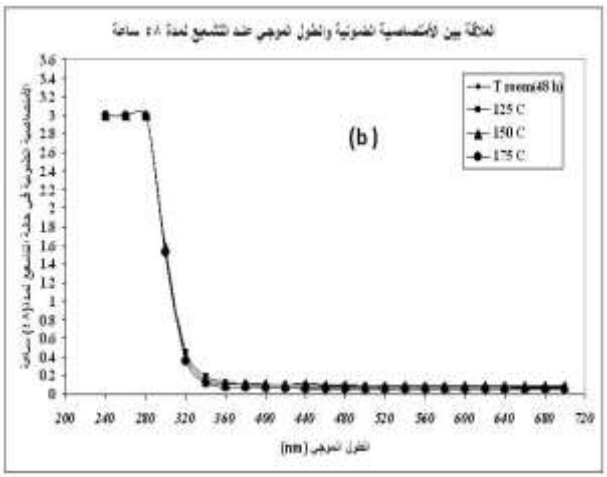
الطريقة الأولى :- اذ رسمت العلاقة بين (ln(η-ηo/ηo0و(1/T) ومن ثم إيجاد الميل واستخدام المعادلة(3) للحصول على طاقة التنشيط.

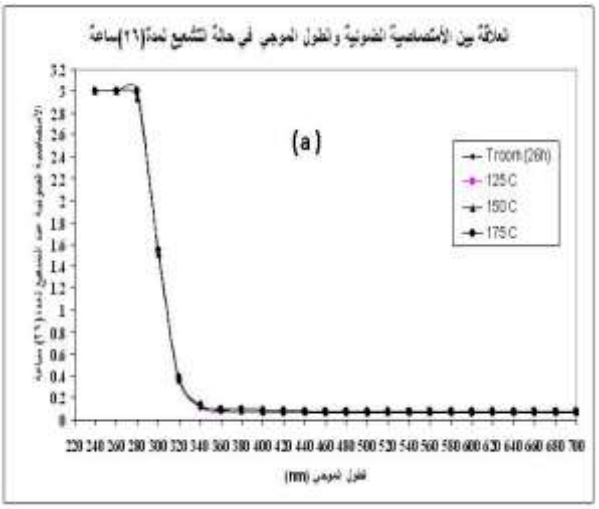
الطريقة الثانية:- اذ رسمت العلاقة بين (ln(η-ηo/t) و(1/T) ومن ثم إيجاد الميل واستخدام المعادلة(3) للحصول على طاقة التنشيط.

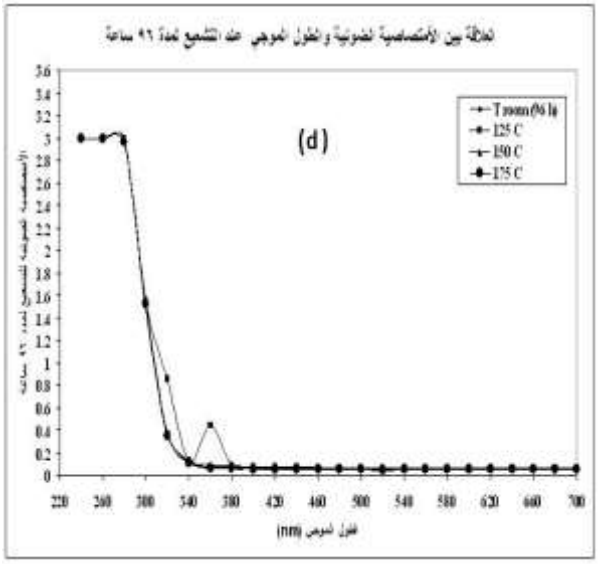
من رسم العلاقة بين $(\alpha E)^{1/2}$ وطاقة الفوتون الساقط (E) لدرجات حرارية مختلفة، تم تحديد نقطة التماس للجزء المستقيم من المنحني مع محور السينات (E) الذي يمثل طاقة الفجوة E_{opt} .

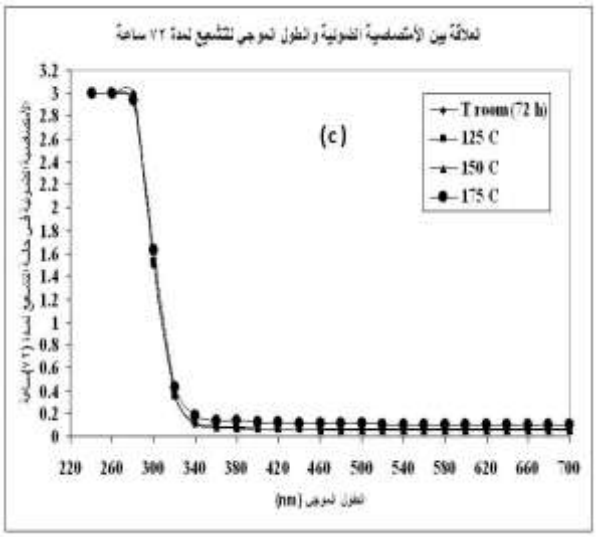
النتائج والمناقشة

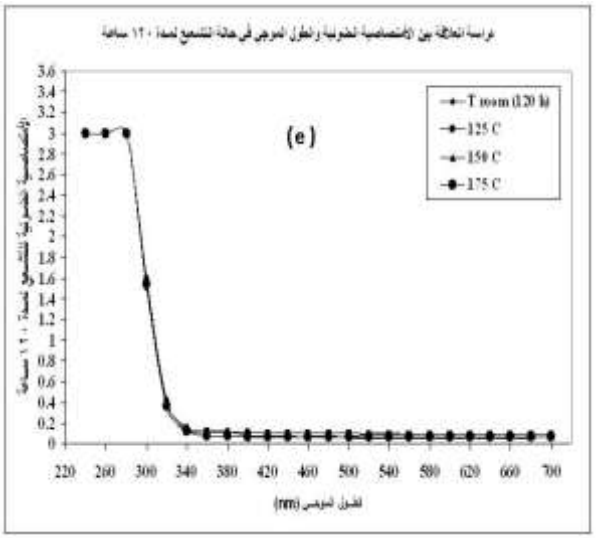
يعد الزجاج من المواد العازلة والشفافة المستخدمة كثيراً في الدراسات البصرية.اذ ان خواصه تتأثر كثيراً بعوامل بيئية مثل تعرض الزجاج للأشعة الكهرومغناطيسية ودرجات الحرارة العالية ومن هذه التغيرات التي تحد ث في خواصه هي تغير لونه وشفافيته.حيث قمنا بدراسة تأثير جسيمات ألفا بجرع مختلفة ضمن المدى(6.24-28.8 Mrad)كما موضح في الجدول (١) وتم تسخين هذه النماذج ضمن مدى درجات الحرارة($125\text{-}175C^o$)والشكل((a,b,c,d,e)-1) يوضح العلاقة بين قيم الامتصاصية الضوئية كدالة للأطوال الموجية (240–700 nm).أذ نلاحظ أن العلاقة بين الامتصاصية الضوئية للزجاج والطول الموجي علاقة عكسية. وكذلك نلاحظ أنه عند تسخن النماذج المشعة بجسيمات ألفا فأن الامتصاصية (تقل مع زيادة درجات الحرارة)، أما العلاقة بين الامتصاصية وجرعة جسيمات الفا فهي علاقة خطية (أي تزداد بزيادة الجرعة) كما في الشكل(3). وهذا يدل على أن شفافية الزجاج (تقل بزيادة جرعة جسيمات ألفا) بزيادة درجات الحرارة وهذا يتفق مع(العاملي1988، والسعدون٢٠٠٤). [8,12]



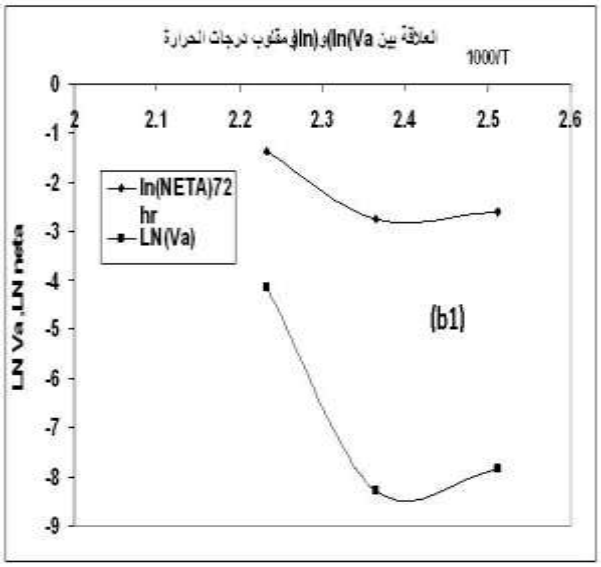


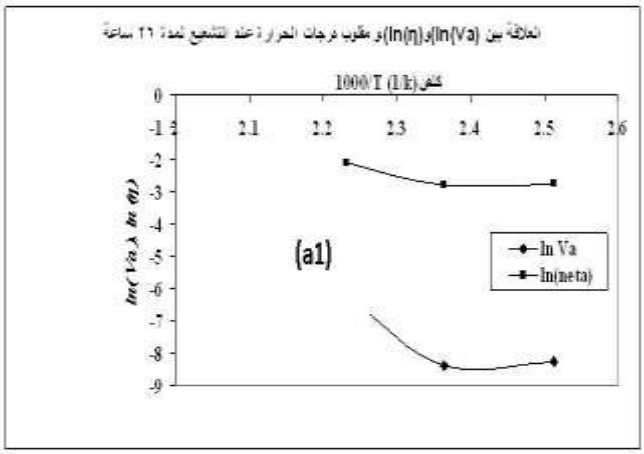


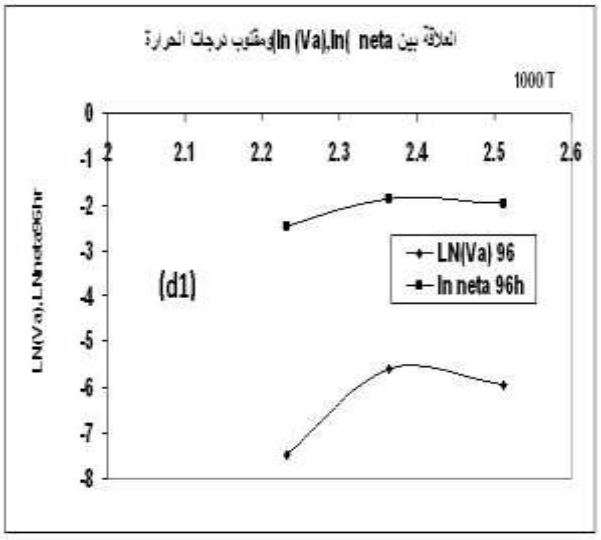


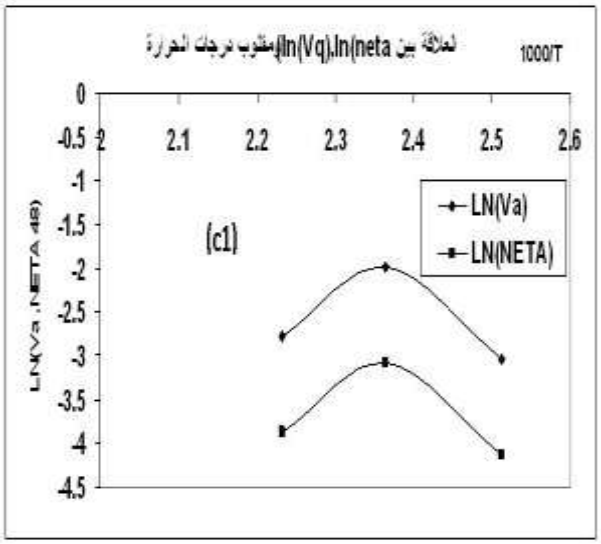


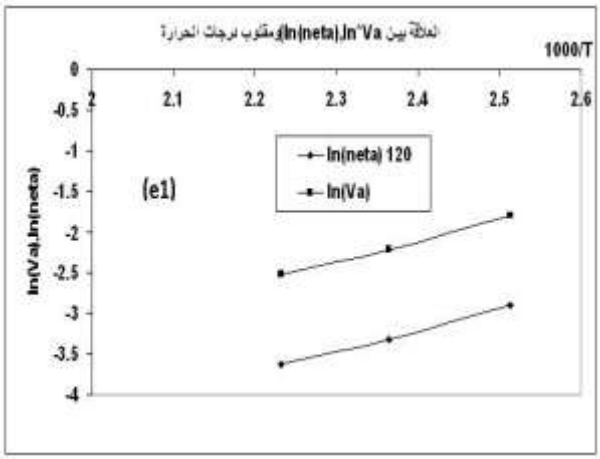
شكل(١) يبين العلاقة ين الامتصاصية الضوئية والطول الموجي







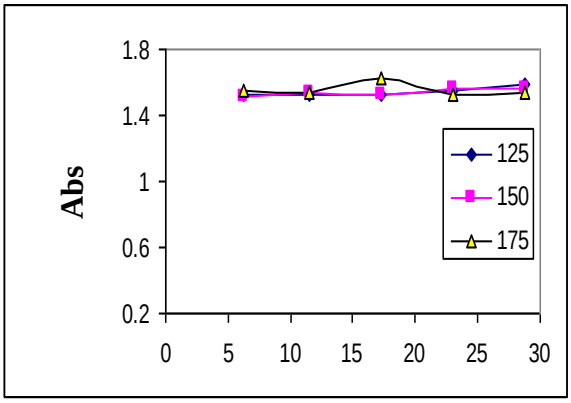




الشكل (٢) يمثل العلاقة بين$\ln(Va)$و $\ln(\eta-\eta_0/\eta_0)$ومقلوب درجات الحرارة

جدول (1) يمثل العلاقة بين الجرعة وزمن التعرض وطاقة التنشيط

T(hr)	Dose (Mrad)	E_{a1}(eV)	E_{a2}(eV)
26	6.24	0.3105	0.3079
48	11.52	0.1440	0.09806
72	17.28	0.4743	0.552
96	23.04	0.2397	0.23028
120	28.8	0.2217	0.2294

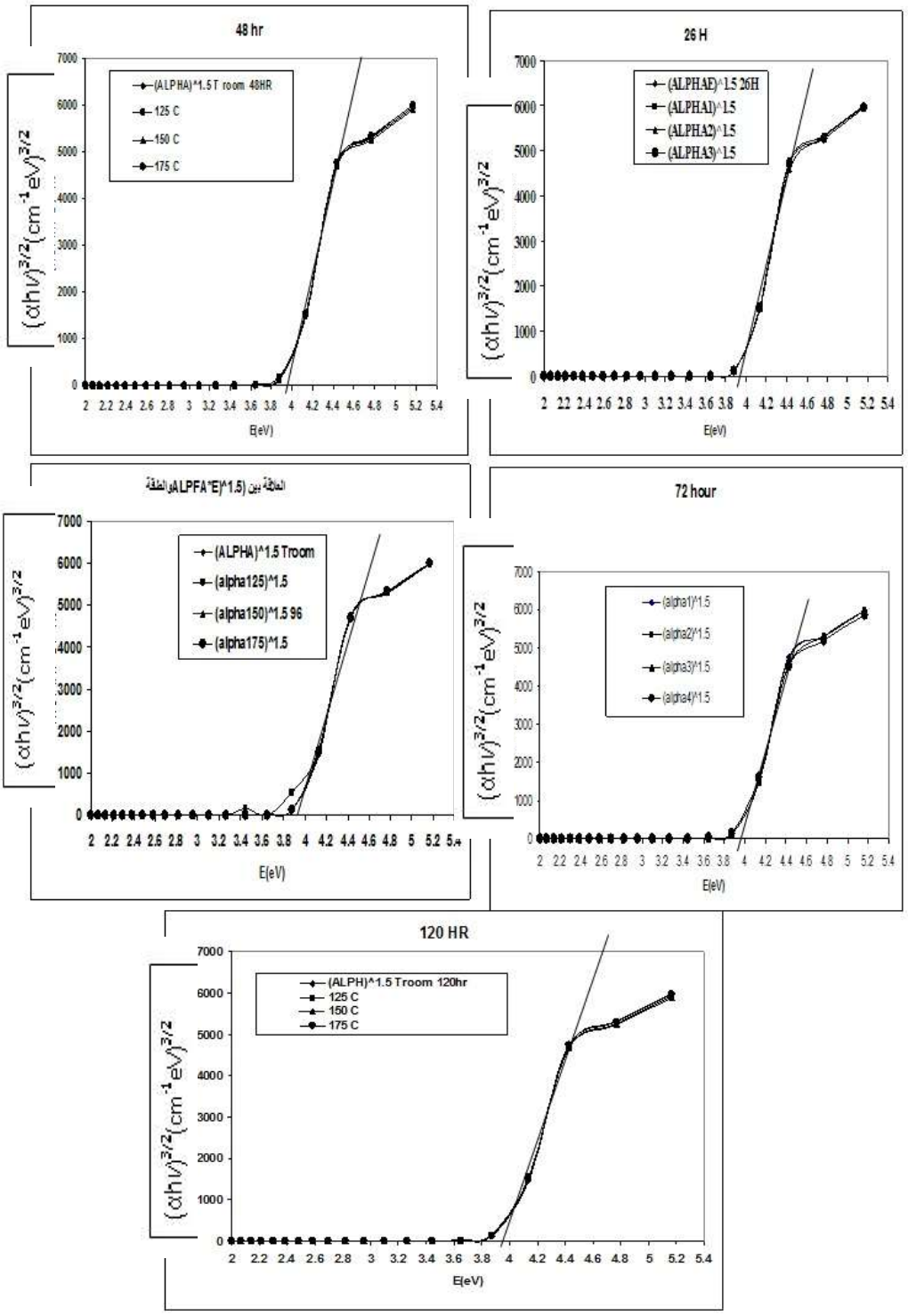


شكل(3) يمثل العلاقة بين الامتصاصية الضوئية والجرعة لجسيمات ألفا

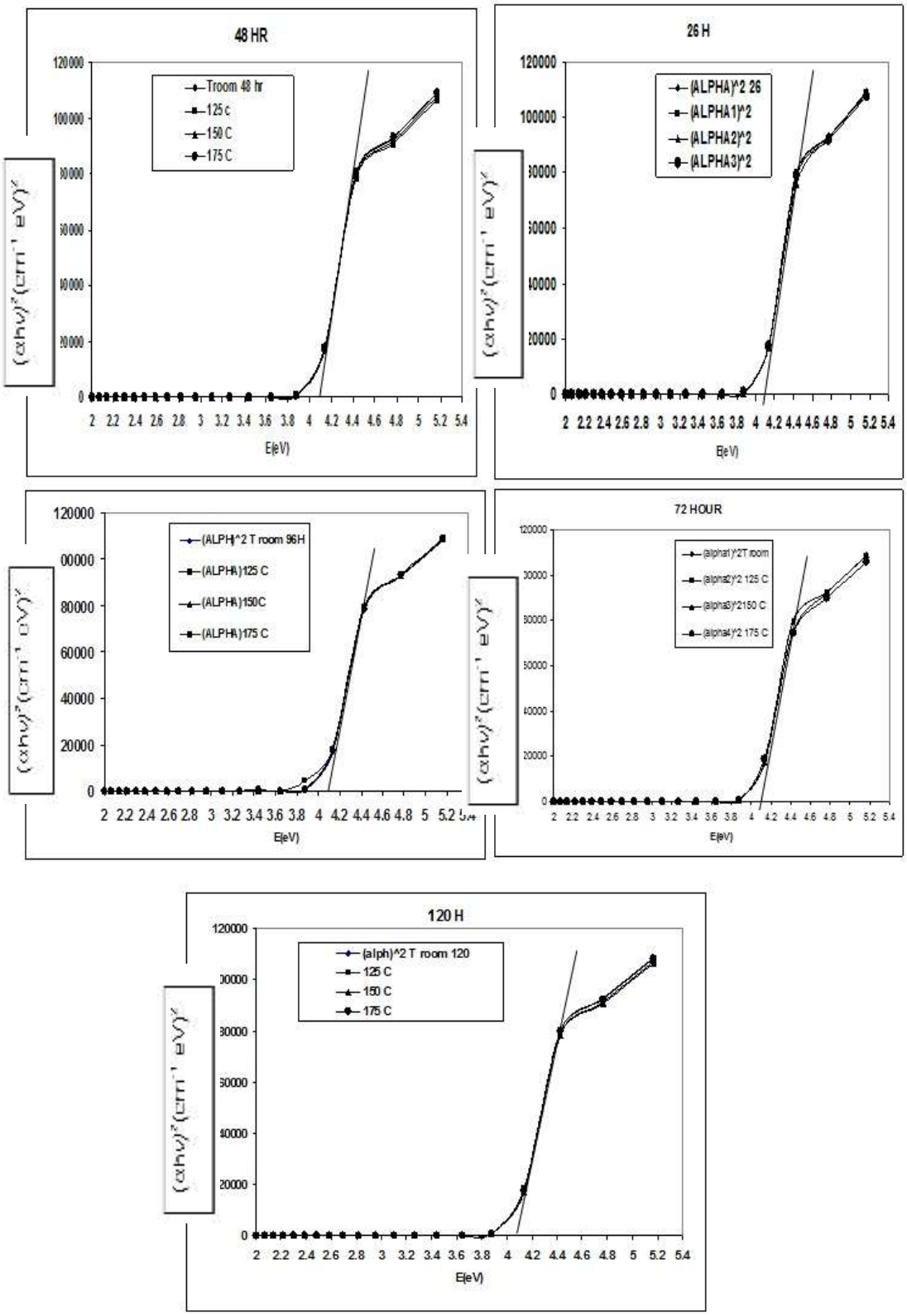
وتم حساب طاقة تنشيط المعالجة الحرارية وللجرع الإشعاعية المختلفة، وتبين لنا الجداول من(6-2) البيانات اللازمة لحساب طاقة التنشيط لدرجات الحرارة المختلفة وزمن التسخين ثابت (0.5 hr). وتم التوصل إلى أيجاد طاقة التنشيط وأعطت الطريقتان تقريبا النتيجة نفسها لقيمة طاقة التنشيط وتوضح الأشكال ((a1,b1,c1,d1,e1))-2) الرسومات البيانية الخاصة لحساب طاقة التنشيط. والجدول (1) يبين قيم طاقة تنشيط المعالجة الحرارية عند جرعات إشعاعية مختلفة التي تم التوصل إليها من خلال الدراسة الحالية وهذه القيم متذبذبةً وتتراوح بين (0.22 - 0.30 eV) .

وكذلك تم حساب طاقة الفجوة للزجاج وذلك بأخذ قيم مختلفة لـ(r) وهي (3/2,2,3) كما موضح في الجدول (٧). في حالة التأثير المباشر غير المسموح (r=3/2) كانت تقريباً ثابتة عند جميع درجات الحرارة المختلفة ولجرع مختلفة وهي بحدود (3.9eV) كما في الشكل(٤). وفي حالة التأثير غير المباشر المسموح (2) كانت قيمة طاقة الفجوة تقريباً ثابتة عند جميع درجات الحرارة المختلفة ولجرع مختلفة بحدود (4.1eV) كما في الشكل (٥).

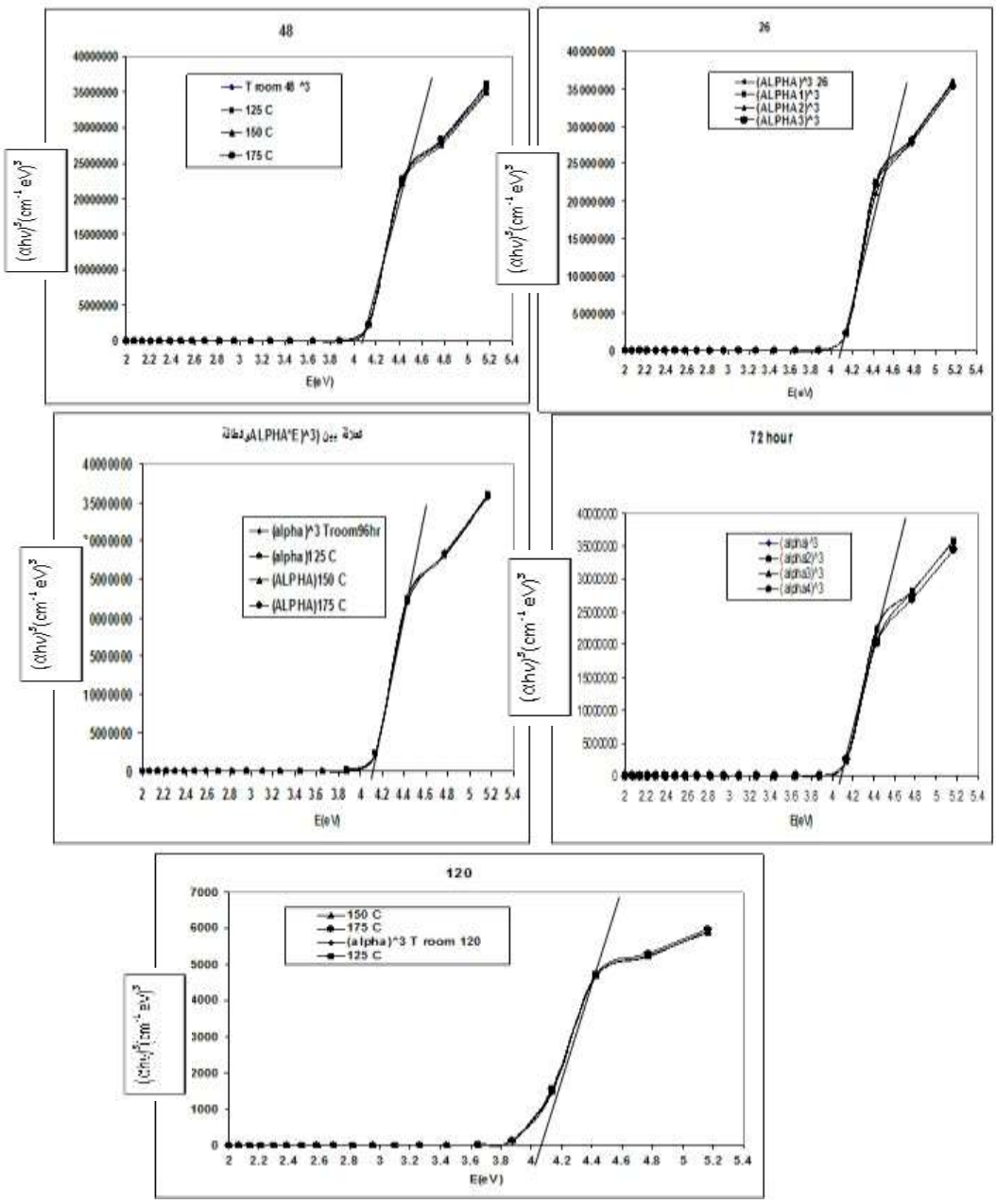
وفي حالة التأثير غير المباشر الممنوع (r=3)كانت قيمة طاقة الفجوة تقريباً ثابتة عند جميع درجات الحرارة المختلفة ولجرع مختلفة بحدود(4.1eV) كما في الشكل (٦). فنلاحظ أن قيمة طاقة الفجوة تقريباً ثابتة في قيمتها في حالتي التأثير غير المباشر والتأثير غير المباشر المسموح أي في حالة(r=2,3).



شكل(٤) يمثل العلاقة بين التأثيرالمباشرغيرالمسموح والطاقة لجميع الجرع جسيمات ألفا



شكل(٥) يمثل العلاقة بين التأثيرغيرالمباشرالمسموح والطاقة لجميع الجرع جسيمات ألفا



شكل(٦) يمثل العلاقة بين التأثير غير المباشر الممنوع والطاقة لجميع الجرع جسيمات ألفا

جدول (2) يبين القيم التجريبية للامتصاصية الضوئية للزجاج عند الجرعة D=6.24 Mrad وزمن تسخن ثابت t=0.5hr وطول موجي λ =300 nm و η_0 = 1.503

		26 hours		
T(C°)	(T) K	1000/T(K^{-1})	lnVa	$\ln(\eta-\eta_0/\eta_0)$
125	398	2.512	-3.442	-4.569
150	423	2.364	-3.506	-4.6152
175	448	2.232	-3.4304	-3.5335

جدول (3) يبين القيم التجريبية للامتصاصية الضوئية للزجاج عند الجرعة D= 11.52 Mrad وزمن تسخن ثابت t=0.5hr وطول موجي λ =300 nm و η_0 = 1.503

		48 hours		
T(C°)	(T) K	1000/T(K^{-1})	lnVa	$\ln(\eta-\eta_0/\eta_0)$
125	398	2.512	-3.036	-4.141
150	423	2.364	-1.98	-3.081
175	448	2.232	-2.78	-3.882

جدول (4) يبين القيم التجريبية للامتصاصية الضوئية للزجاج عند الجرعة D=17.28 Mrad وزمن تسخن ثابت t=0.5hr وطول موجي λ =300 nm و η_0= 1.503

		72 hours		
T(C°)	(T) K	1000/T(K^{-1})	lnVa	ln(η-η_0/η_0)
125	398	2.512	-3.218	-4.3199
150	423	2.364	-3.442	-4.5469
175	448	2.232	-1.386	-2.4877

جدول (5) يبين القيم التجريبية للامتصاصية الضوئية للزجاج عند الجرعة D=23.04 Mrad وزمن تسخن ثابت t=0.5hr وطول موجي λ =300 nm و η_0 = 1.503

		96 hours		
T(C°)	(T) K	1000/T(K^{-1})	lnVa	ln(η-η_0/η_0)
125	398	2.512	-2.282	-3.384
150	423	2.364	-2.103	-3.206
175	448	2.232	-3.036	-4.1414

جدول (6) يبين القيم التجريبية للامتصاصية الضوئية للزجاج عند الجرعة D=28.8 Mrad وزمن تسخن ثابت t=0.5hr وطول موجي λ =300 nm و η_0 = 1.503

		120 hours		
T(C°)	(T) K	1000/T(K^{-1})	lnVa	ln(η-η_0/η_0)
125	398	2.512	-1.795	-2.896
150	423	2.364	-2.225	-3.327
175	448	2.232	-2.525	-3.626

جدول(7) يبين قيم طاقة الفجوة في جميع الحالات لـ(r=1/2,3/2,2.3) لجميع ازمان التشعيع

Eg(eV) / T(hr)	3/2	2	3
٢٦	3.9	4.1	4.1
48	3.9	4.1	4.1
72	3.9	4.1	4.1
96	3.9	4.1	4.1
120	3.9	4.1	4.05

الاستنتاجات

أهمية التسخين تكمن انه بالإمكان إرجاع الزجاج إلى حالته الطبيعية قبل التشعيع.بالإمكان إيجاد طاقة تنشيط المعالجة الحرارية للزجاج .وكذلك تم حصول تلف إشعاعي للزجاج وظهور قمة في الامتصاصية عند الطول الموجي(300nm).وتبين أن طاقة تنشيط المعالجة الحرارية لا تعتمد على نوع التسخين وإنما تعتمد بشكل أساسي على الزجاج ووجدنا إن طاقة الفجوة غيرثابتة للزجاج ولم تتأثر بالتسخين. وانما تتغير مع تغير قيمة(r)

المصادر

1- Mehta S.K. and Sengupta S.S.(2003),Gamma Dosimetry with Al2O3 Thermoluminescent Phosphor, Health Phys. Div., Bhabha Atomic Res. Center, Trombay, Bombay, India

٢-رؤوف النحاس (1968)، صناعة الزجاج، مطبعة دار النهضة العربية،القاهرة ، مصر.

٣-الأحمد، خالد عبيد (1993)، مقدمة في الفيزياء الصحية، مطبعة جامعة الموصل،ا لموصل.

4- Higazzy A.A, Hussein A. (1989), Glass Technology, P (72-74).

5- Glenn F, Knoll(1979),Radiation Detection and Measurement. John Wiley & Sonc. Inc. USA.

6- Green P.F., Duddy I.R., Glea dow W. and Tingate P.R. (1985) ,fission-track Annealing in A patita: Track Length Measurments and the from of the Arrhenius t.Nucl.Tracks.10(3):323-328.

7- Modgil S.K. and Virk H.S.(1985), Annealing of Fission Fragment tracks in Inorganic Solid, Nucl. Inst. And Meth. In Phys, Resea B12:212-218.

٨- السعدون، سليمان حسين محمد ،"استخدام الزجاج والبوليمر في قياس الجرعة الإشعاعية لأشعة كاما"،(٢٠٠٤)، رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية التربية ، جامعة الموصل.

٩-محمد، اسماعيل رمضان، ،"تأثير التسخين في الأمتصاصية الضوئية لكاشف الأثر النووي PM-355المشعع بجسيمات الفل"،(٢٠٠٦)، رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية التربية، جامعة الموصل.

١٠-Tauc J.R., Grigonovici and Vaneu (1966) , "*Physics Status Solidi*", .

11-Al- Tememi, Ali S. Ali ,"Preparation of PBBOT , PBBOT/PVCand PBBOT-TBAClO4 Polymer Films and Study of Some of Their PhysicalProperties", MSc. Thesis, Basrah Univ., College of Science , (2007).

12- العاملي، محمد أمين (١٩٨٨)، دراسة الخواص الفيزيائية للزجاج المستعمل في معاملة النفايات النووية، رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية العلوم، جامعة بغداد.

Calculation of activation energy for annealing treatment and energy gap for glass irradiated by alpha particles

Hassan.M.J.AL-Tai'i
Depath physics, College of Science University of Muthanna
E-mail:hassan_phy8@yahoo.com

(**Received:** 22 / 8 / 2010 ---- **Accepted:** 11 / 5 / 2011)

Abstract

The aim of the work is to study the effect of alpha particle and annealing treatment on the absorption of the glass on the glass, for range of wavelengths (240-700) nm with different doses (6.24-28.8) Mrad and range of temperature (125-175) °C respectively. Furthemore, the activation energy through two specimens of the used samples at fixed annealing time (0.5 hr)was founded. The value of activation energy was between(0.1–0.552)eV. The absorption coefficient (α) as a function of photon energy and the optical gap (E_{opt}) has been also calculated at different temperature within the range (125-175) °C. The average value of the energy gap was found to be (4.1) eV. and it depends basically on the radiation types & glass type

Key words:- alpha particle, activation energy