

دراسة طيفية لوصلات لا متجانسة تصدر اللون الأبيض تتكون من FTO/ZnS/CdSe(MPA)

الدكتور قيصر صلاح اليماني

مدرس في قسم الفيزياء
كلية العلوم- جامعة الفرات

الملخص

تم تحضير منظومة وصلات لامتجانسة نانوية البنية من أنصاف النواقل تتكون (FTO/ZnS/CdSe(MPA) باستخدام تقنيات مختلفة (البخ الحراري -المحلول الغروي). دُرست الخصائص الضوئية لهذه المنظومة على مرحلتين:

أولاً دراسة طيف الامتصاص الضوئي لهذه المنظومة حيث تم حساب طاقة الانتقالات الطيفية واقتراح السويات الطاقية و الاطوال الموجية الموافقة من خلال تحليل طيف الامتصاص الضوئي باستخدام الشكل الدوبلري لتعريض الخط الطيفي وباستخدام برنامج Mathcad ، كذلك حسب قيمة المهتز الكوانتي الموافق لكل انتقال طيفي، زمن الحياة للحالة المثارة و ثوابت أينشتاين في الإصدار والامتصاص التلقائي الموافقة لهذه الانتقالات. و أخيراً دُرست تغيرات زمن حياة الاكسيتونات المتشكلة مع تغير طول موجة الامتصاص.

ثانياً : من خلال دراسة طيف الفلورة الضوئية حيث أظهر طيف الفلورة لهذه المنظومة ستة قمم فلورة ضوئية تغطي كامل منطقة الطيف المرئي من الطيف الكهرطيسي وحسب قاعدة مزج الألوان فإن هذه المنظومة سوف تعطي اللون الأبيض، تم تحليل طيف الفلورة الضوئية باستخدام برنامج Mathcad وتم تحديد الانتقالات الالكترونية الموافقة مع حساب طاقتها وقيمة المهتز الكوانتي الموافق لها.

الكلمات المفتاحية: طيف الفلورة ،نقاط كوانتية ، سيلينيوم كادميوم، كبريتيد الزنك،

1- مقدمة:

يعتبر نصف الناقل سيلينيوم - كادميوم (CdSe) من أهم أنصاف النواقل للمجموعتين الثانية والسادس في الجدول الدوري [Q. Lu..et al.,2006]، حيث يمتلك خصائص فريدة جعلته محط اهتمام الكثير من الباحثين في العالم لإمكانية استخدامه في تطبيقات فيزيائية مختلفة [Y. Wang..et al., 2010]. و من أهم الخصائص التي يبيدها إمكانية تغير نصف قطره بنتيجة اختلاف درجة التقييد الكوانتي الذي يخضع له ضمن البنى المحضرة وبالتالي تغير طول موجة الامتصاص و الإصدار الموافقة له باختلاف درجة التقييد الكوانتي [N. Dipesh., 2012]، حيث أن المادة الأساسية (Bulk Material) منه تمتلك عرض مجال محظور يوافق القيمة 1.74eV تقابل طول موجة امتصاص 712.6nm أي تقع في منطقة الأحمر القريب ضمن المجال الكهروضوئي [K. Cat Cuong et al.2009]. إن وضع نصف الناقل هذا في منظومة تقييد كوانتي من النوع الأول تؤدي إلى زيادة عرض المجال المحظور له وبالتالي تناقص نصف قطر النقاط الكوانتية المتشكلة منه مما يؤدي إلى تغير في طول موجة الإصدار والامتصاص وذلك بحسب علاقة Brus المبني على تقريب السويات القطعية للطاقة، مما يجعله هدف لتعيينه كمادة فعالة في متصلات الانبعاث الضوئية متعددة الطبقات التي تصدر اللون الأبيض وكذلك في الخلايا الشمسية متعددة الطبقات لأنه يمتص ويصدر أطوال موجية تغطي كامل الطيف المرئي [S. Herman, et al .2011].

2- أهداف البحث :

في هذا البحث تم تحضير نقاط كوانتية من CdSe(MPA) ودراسة أثر التقييد الكوانتي في هذا النوع من المتصلات من خلال طيوف الامتصاص و الفلورة حيث تم تحضير عدة بنى من المتصلات للذرات الصناعية CdSe QDs ضمن النموذج الأول للتقييد الكوانتي أي أن الفجوة الطاقية للذرة الصناعية CdSe QDs تقع ضمن الفجوة

الطاقة لباقي طبقات المتصل لضمان حدوث ظاهر انقلاب إسكاني وبالتالي إصدار فلورة تعطي اللون الأبيض لهذه المتصلات.

3- مواد وطرائق البحث:

3-1- المواد الكيميائية المستخدمة

ماء مقطر-مسحوق معدن السيلينيوم Se - هيدرازين - أيتلين غليكول - نترات الفضة- شرائح زجاجية ،اسيتات الزنك ،كلوريد الكاديوم ، كرومات البوتاسيوم ،حمض الفلور، كلوريد القصدير، دي إيتيل أمين، ايزوبروبيل الكحول، الايثانول،كبريتيت الصوديوم.

3-2- تحضير الوصلات اللامتجانسة:

3-2-1- تحضير طبقة FTO من النوع n:

أخذت مجموعة من الشرائح الزجاجية ونظفت باستخدام كرومات البوتاسيوم لمدة ساعتين ثم وضعت في حمض الفلور الممدد لمدة عشر دقائق لتخرش السطح الخارجي للشرائح ثم جففت و وضعت على سخان كهربائي لرفع درجة حرارة السطح الخارجي حتى الوصول للدرجة 500°C . تم حل 5gr من كلوريد القصدير في 20ml من ايزوبروبيل الكحول مع إضافة بضع قطرات من حمض الفلور إلى المحلول، رسب المحلول على الشريحة الزجاجية باستخدام تقنية البخ ثم قيست المقاومة الكهربائية السطحية للشرائح الزجاجية فوجد أن مقاومة الفلم المرسب من $\text{SnO}_2:\text{F}$ تتراوح بين $(13-40)\Omega$ [J.M.Caruge.. et al.,2008]. وبالتالي تم الحصول على شرائح زجاجية مرسب عليها طبقة رقيقة شفافة من $(\text{SnO}_2:\text{F}(\text{Fluoride Tin Oxide}(\text{FTO}))$ وناقلة للتيار الكهربائي بمقاومة صغيرة ومن النوع N.

3-2-2- تحضير محلول من ZnS

حُل 0.1mol من اسيتات الزنك في 100ml من الإيثانول تم إضافة لهذا المزيج 0.1mol من كبريتيت الصوديوم مع التحريك المستمر على خلاط مغناطيسي

مع التسخين حتى الدرجة 50C . يتشكل بنهاية التفاعل محلول معلق من كبريت الزنك رسبت طبقة من كبريت الزنك بطريقة السبين على شريحة FTO ثم لدنت الشريحة الزجاجية عند الدرجة 450C⁰.

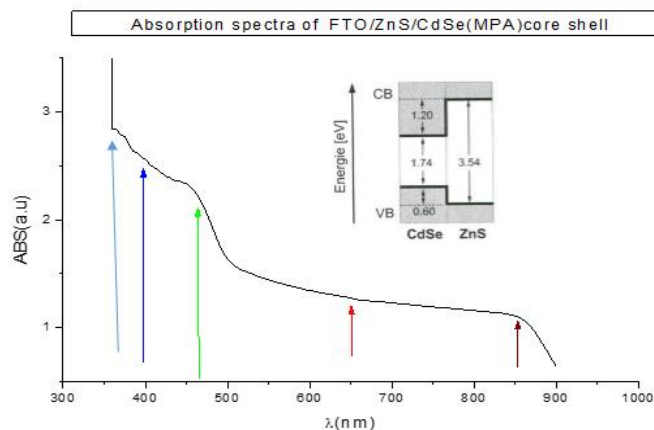
3-2-3- تحضير المنظومة (MPA) CdSe المشابة بالفضة:

تم حل 0.1mol من اسيتات الكاديوم في 100ml من الماء المقطر باستخدام خلاط مغناطيسي، أضيف إلى المحلول السابق 0.1mol من ميتابرابونك أسيد مع التحريك المستمر حتى تمام الانحلال ليتشكل محلول ابيض حليبي نسميه المحلول (A). نأخذ 0.1 mol من السيلنيوم ويوضع في 100ml من الماء المقطر يضاف إلى المزيج السابق 25ml من ايتلين غليكول ويوضع المزيج في حوجة زجاجية وتركب على دورة تبريد مرتد عند الدرجة 80C لمدة 6 ساعات يضاف إليها 25ml من هيدرازين دي هيدرات على المحلول السابق بنهاية التفاعل يتشكل محلول احمر خمري red wine نسميه المحلول (B). نحضر CdSe (MPA) بأن نأخذ نسبة 3/1 من المحلول الأول إلى المحلول الثاني فيتشكل محلول اصفر اللون يتحول لونه للون الأبيض مع زيادة الزمن نتيجة زيادة حجم العنقود الذري المتشكل [B.J. LeRoy..et al.,2005]. تمت إضافة 10ml من نترات الفضة ذات التركيز 0.01mol/L إلى المحلول السابق مع التحريك المستمر باستخدام خلاط مغناطيسي، وتم ترسيب المحلول على شرائح زجاجية شفافة ناقلة للتيار الكهربائي(FTO) من النوع n من بهدف دراسة الخصائص الضوئية لهذه الأقطاب بهدف تطبيقها في صناعة الخلايا الشمسية وامتصات الانبعاث الضوئية [J. Tian... et al.,2013]. تم ترسيب طبقة من كبريتيد الزنك ZnS بطريقة السبين فوق طبقة FTO و لدنت حتى الدرجة 450C باستخدام مرمدة كهربائية، رسبت طبقة من الذرات الصناعية CdSe(MPA) بطريقة السبين.

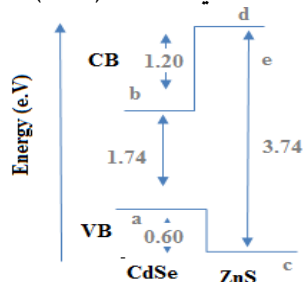
4- النتائج والمناقشة:

4-1- طيف الامتصاص الضوئي للمنظومة FTO/ZnS/CdSe(MPA)

أخذ طيف الامتصاص الضوئي باستخدام مطياف الأشعة الضوئية المرئية وفوق البنفسجية ضمن مجال من الأطوال الموجية (200-900nm). يبين الشكل (1) طيف الامتصاص المأخوذ عند درجة حرارة الغرفة حيث يظهر الطيف وجود أربع قمم امتصاص اكسيتونية (تسمى الانتقالات الالكترونية في النقاط الكوانتية بالانتقالات الاكسيتونية) واضحة متوافقة للأطوال الموجية (400-465-650-850nm) تطابق الأطوال الموجية للألوان الأحمر، الأخضر والأزرق وتوافق الطاقات على الترتيب (1.4-1.9-2.6-3.1 eV) ويبين الشكل (2) احتمالات الانتقالات الالكترونية المتوافقة ضمن بنية المنظومة.



الشكل (1) طيف الامتصاص الضوئي للمنظومة FTO/ZnS/CdSe(MPA).



الشكل (2) الانتقالات الالكترونية الممكنة ضمن بنية المنظومة.

والجدول (1) يبين قيم الأطوال الموجية المتوافقة لقمم الامتصاص والانتقالات الإلكترونية المحتملة وطاقاتها المتوافقة بوحدة eV .

والجدول (1) يبين الانتقالات الإلكترونية وطاقة الانتقالات ضمن الوصلات اللامتجانسة.

القيمة	طول موجة الامتصاص nm	طاقة الانتقال (e V) الطيفي	الانتقالات الإلكترونية الموافقة على المخطط
(1)	850	1.458	a-e $Trap(CdSe) \rightarrow Trap(ZnS)$
(2)	650	1.907	a-d $VB(CdSe) \rightarrow CB(ZnS)$
(3)	465	2.666	c-b $VB(ZnS) \rightarrow CB(CdSe)$
(4)	400	3.100	c-e $VB(ZnS) \rightarrow Trap(ZnS)$
(5)	538	3.263	a-e $VB(CdSe) \rightarrow Trap(ZnS)$

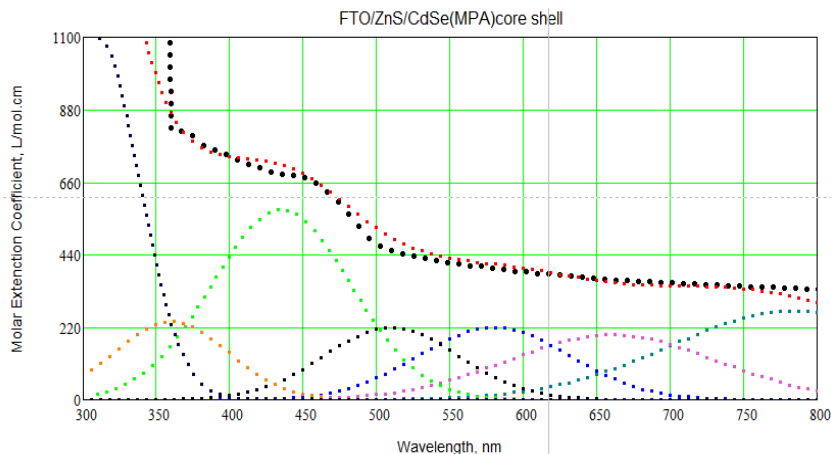
4-2- تحليل طيف الامتصاص الضوئي وتحديد الانتقالات الإلكترونية

لـ FTO/ZnS/CdSe(MPA)

بهدف تحديد الانتقالات الإلكترونية الموجودة ضمن طيف الامتصاص الضوئي للمنظومة FTO/ZnS/CdSe(MPA)، تم إجراء التحليل الطيفي لطيف الامتصاص الضوئي باستخدام الشكل الغوسي لتعريض الخط الطيفي بالاعتماد على برنامج Mathcad، حيث تم إدخال قيم المتحولات للتابع الغوسي المعطى بالعلاقة التالية [P.R.Bueno et al., 2000]:

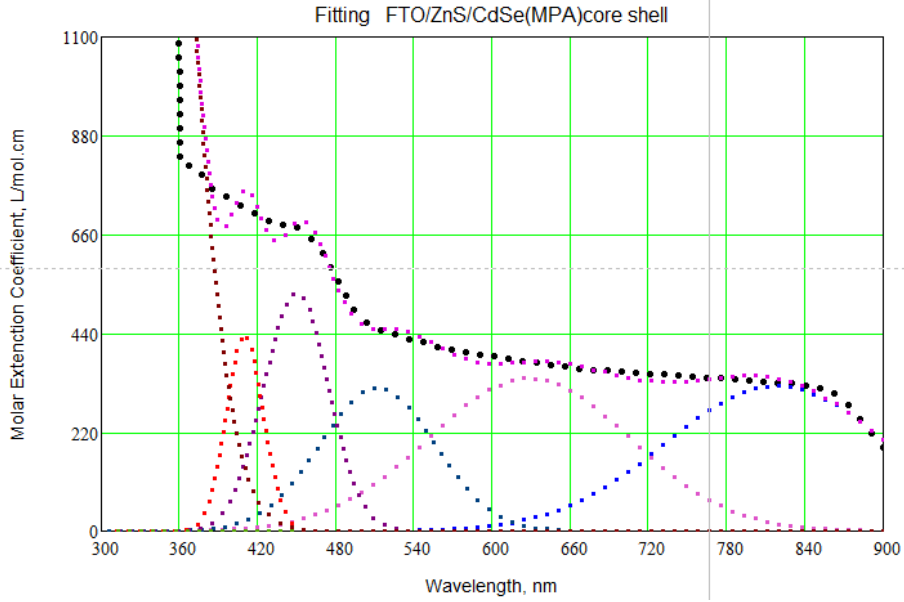
$$\text{Gaussian}(x, a) = \sum_{n=0}^m a_{mn+1} \exp \left[- \left(\frac{a_{mn+2} - x_i}{a_{mn+3}} \right)^2 \right]$$

حيث m العدد الكلي للتتابع الغوسية التي ستدخل ضمن عملية الموائمة (fitting) وهي تشير الى عدد الحزم الطيفية الثانوية حيث $n=0,1,2,\dots,m$ ، a_{mn+1} يشير الى قيمة معامل الامتصاص الضوئي المرتبط بطول الموجة، a_{mn+2} يمثل طول موجة الحزمة الطيفية ، a_{mn+3} عرض الشدة عند المنتصف لارتفاع الحزمة الطيفية، x_i عدد الأطوال الموجية المقاسة لكامل الطيف. تم إدخال القيم النظرية للانتقالات الإلكترونية الموجودة ضمن هذه المنظومة وإجراء عملية التكامل التقافي (Convolution) بين القيم النظرية للانتقالات الإلكترونية مع طيف الامتصاص التجريبي كما يوضح الشكل (3).



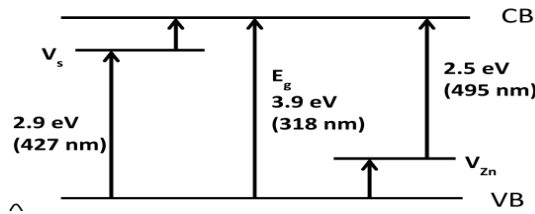
الشكل (3) تحليل طيف الامتصاص بالاعتماد على برنامج Mathcad.

تمت معالجة البيانات باستخدام برنامج Mathcad وذلك عن طريق مطابقة الانتقالات الإلكترونية النظرية مع الانتقالات الإلكترونية في الطيف التجريبي للحصول على أفضل تطابق ومن ثم رسمها. تم استخدام الشكل الغوسي لتعريض الخط الطيفي حيث تم تقسيم طيف الامتصاص أثناء المعالجة إلى سبع عصب امتصاص تعطي كامل طيف الامتصاص التجريبي. يبين الشكل (4) موثمة طيف الامتصاص التجريبي حيث يلاحظ وجود عصب طيفية عريضة ناتجة عن الطيوف الالكترونية و الاهتزازية والدورانية وعلى الاغلب الالكترونية ويمثل مركز العصبه الانتقال الإلكتروني الموافق لكل عصبه طيفية تم إيجادها باستخدام الشكل الغوسي لتعريض الخط الطيفي.



الشكل (4) الانتقالات الإلكترونية الناتجة عن موائمة طيف الامتصاص الضوئي التجريبي مع الانتقالات النظرية

إن قمم الامتصاص الموجودة عند الأطوال الموجية-410-449-511-628 التي تم الحصول عليها باستخدام التحليل الغوصي كانت قريبة من الانتقالات النظرية الموجودة ضمن الذرات الصنعية ZnS التي تتضمن الانتقالات من عصابة التكافؤ إلى فراغات الكبريت والانتقالات من عصابة التكافؤ إلى فراغات الزنك ضمن البنية وكذلك الانتقالات الناتجة عن الفجوة الطاقة المباشرة كما يبين المخطط الطاقى لبنية هذه الذرات الممثل بالشكل (5) [X. Wang..etal.,2011].



الشكل (5) الانتقالات الإلكترونية ضمن ZnS.

وباستخدام العلاقة التي تربط بين المقطع العرضي للامتصاص الضوئي مع قوة الاهتزاز الكوانتي للحالات المثارة تم حساب قوة الاهتزاز لقمم الامتصاص الخمس الأولى بالاعتماد على العلاقة [P. Yu, et al.,2005]:

$$f = \frac{4.m.\varepsilon_0.c}{e^2} \int \sigma(v) dv$$

حيث σ تمثل المقطع العرضي للامتصاص الضوئي، m كتلة الإلكترون، c سرعة الضوء، e شحنة الإلكترون، ε_0 سماحية الخلاء. إن قيمة قوة الاهتزاز منسجمة مع الانتقالات الالكترونية المتعددة للإلكترون والملاحظة في قيم طيف الامتصاص و بمعرفة قيمة قوة الاهتزاز يمكن حساب معامل أينشتاين B_{12} والذي يرتبط بقوة الاهتزاز بالعلاقة [J. R. Albani.,2007]:

$$f = \frac{mh\nu}{\pi e^2} B_{12} \Rightarrow B_{12} = \frac{\pi e^2 f}{mh\nu}$$

حيث U تردد الموجة الموافقة ل قمة العصبية الناتجة عن التحليل الغوصي لطيف الامتصاص، h ثابت بلانك، m كتلة الإلكترون، e شحنة الإلكترون. وبالاعتماد على العلاقة التي تربط بين معاملات اينشتاين للامتصاص والإصدار يمكن حساب

$$A_{21} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} B_{12} \quad [J.I.Gersten., 2005]$$

كما يمكن حساب عزم ثنائي القطب الضوئي D والذي يرتبط بمعامل أينشتاين للإصدار التلقائي A_{21} بالعلاقة التالية [S. A. Crooker...etal.,2002]:

$$A_{21} = \frac{32\pi^3 \nu^3}{3C^3 \eta} D \Rightarrow D = \frac{A_{21} 3C^3 \eta}{32\pi^3 \nu^3}$$

وكذلك يمكن حساب زمن حياة الانتقال المشع في الحالة المثارة بالاعتماد على معامل اينشتاين للإصدار التلقائي A_{21} والذي يعطى بالعلاقة [M. Brandt,2010]:

$$A_{21} = \frac{1}{t_{sp}}$$

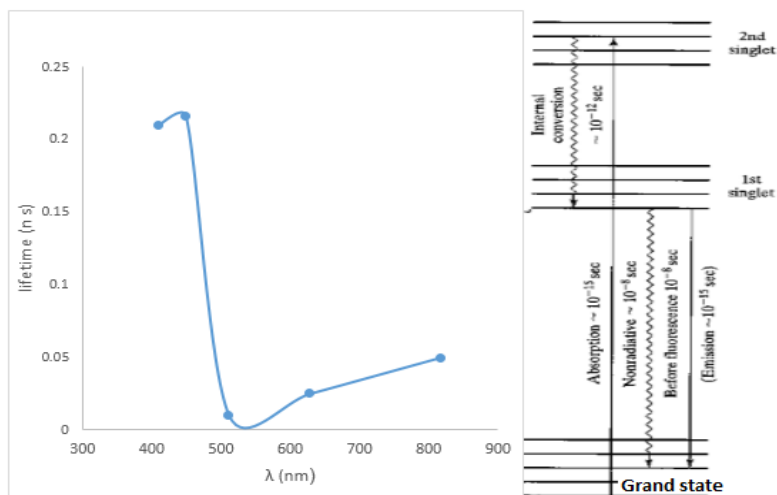
والجدول (2) يلخص النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام العلاقات السابقة بعد الاستفادة من قيم معامل الامتصاص في طيف الامتصاص الضوئي.

الجدول (2) حساب معاملات اينشتاين للإصدار التلقائي.

الاهتزاز	مركز العصبية nm	عرض العصبية nm	$\nu \times 10^{14} \text{ Hz}$	f	$B_{12} \times 10^{23} \text{ (1/S)}$	$A_{21} \times 10^{+10} \text{ (1/S)}$	$D^* \times 10^{-45} \text{ m}^3 \text{ J}$	t(sec)
①	817	123	3.67	2.01	6.57	2	3.4	4.98E-11
②	628	109	4.77	2.38	5.98	4.02	3.1	2.48E-11
③	511	62	58.7	3.90	7.98	9.95	4.2	1.00E-11
④	449	34	6.68	0.14	0.25	0.46	0.13	2.16E-10
⑤	410	19	7.31	0.12	0.19	0.47	0.10	2.10E-10

4-3- دراسة تغيرات زمن حياة الاكسيتون مع طول موجة الامتصاص:

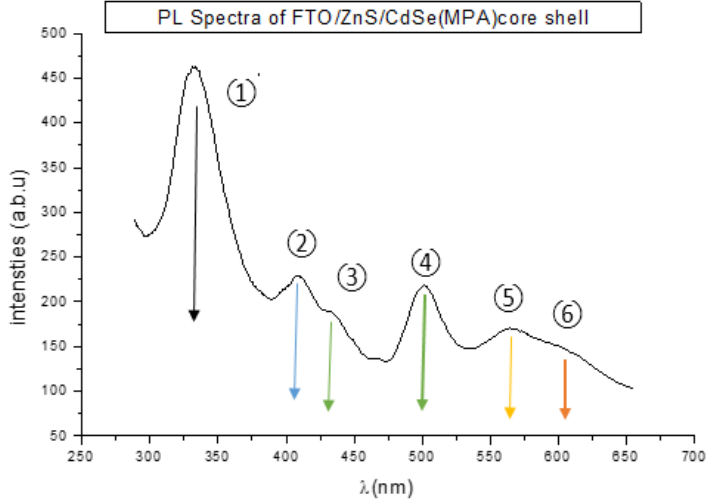
برسم تغيرات زمن حياة الاكسيتون المتشكل (ثنائي القطب الضوئي) عند كل قمة للامتصاص الضوئي كتابع لطول موجة الامتصاص كما يبين الشكل (6)، نلاحظ أن زمن الحياة للاكسيتونات المتشكلة عند الاطوال الموجية القصيرة 400 nm (الاكسيتونات المتشكلة عند تداخل طبقة FTO/ZnS) يكون كبير وهذا ناتج عن تداخل الفجوات الطاقية في البنية المتشكلة للمنظومة ويتناقص هذا الزمن مع ازدياد طول موجة الامتصاص حتى يصل للطول الموجي 510nm حيث يبدأ بالزيادة مع ازدياد طول موجة الامتصاص (الاكسيتونات المتشكلة ضمن الذرات الصناعية CdSe) وهذا يتطابق مع مخطط أزمنة الانتقالات الالكترونية المرافقة لعملية الإصدار والامتصاص [S. A Crooker, et al. 2002].



الشكل (6) تغيرات زمن حياة الاكسيتون مع طول موجة الامتصاص الضوئي.

4-4- طيف الفلورة الضوئية للمنظومة (MPA)/ZnS/CdSe/FTO

تم قياس طيف الفلورة الضوئية لهذه المنظومة باستخدام مطياف الفلورة الضوئية Hatich-FL250، باستخدام طول موجة إثارة 250nm . يظهر الشكل (7) طيف الفلورة الضوئية لهذه المنظومة حيث يظهر وجود أربع قمم فلورة عند أطوال موجية مختلفة متفاوتة في الشدة وهذا ناجم عن فلورة الطبقات التي تتألف منها هذه المنظومة.



الشكل (7) طيف الفلورة الضوئية للمنظومة FTO/ZnS/CdSe(MPA) Core Shell.

تعود قمة الفلورة الأولى عند الطول الموجي 325nm لفلورة طبقة FTO ويلاحظ من هذه القمة أنها حادة وذات شدة عالية بالنسبة لبقية قمم الفلورة وهذا ناتج عن انتقال أحادي مباشر ضمن عرض المجال المحظور لطبقة FTO . تعود قمة الفلورة الثانية عند الطول الموجي والتي تتمركز عند الطول الموجي 410nm وتمتد على مجال 50nm على جانبي هذا الطول الموجي عن فلورة كبريتيد الزنك حيث يلاحظ أن هذا العرض في طيف الفلورة ناتج عن كثافة في الانتقالات الالكترونية ضمن المجال المحظور لـ ZnS, CdSe وهي انتقالات الكترونية من $S \rightarrow P$ وهي منزاحة نحو الأطوال الموجية الأقصر نتيجة التقيد الكوانتي الحاصل ضمن هذه البنية

[V. Perumal .etal.,2012]. في حين أن قمة الفلورة الموجودة عند الطول الموجي 500nm عائدة للذرات الصناعية CdSe(MPA)core shell المغلفة بمادة ميتابرابونك اسيد ويلاحظ أن هذه القمة متناظرة نتيجة فلورة الذرات الصناعية CdSe المقيدة كوانتياً بمادة MPA كما يلاحظ وجود قمة فلورة ضعيفة الشدة وعريضة وغير متناظرة ناتجة عن فلورة الذرات الصناعية CdSe المقيدة كوانتياً بشكل جزئي وكذلك ناتجة عن الانتقالات الاهتزازية و الدورانية الموجودة ضمن الذرات الصناعية

وأخيراً تشكل ذرات صناعية ذات احجام مختلفة.والجدول (3) يبين قمم الفلورة الضوئية والطاقات الموافقة.

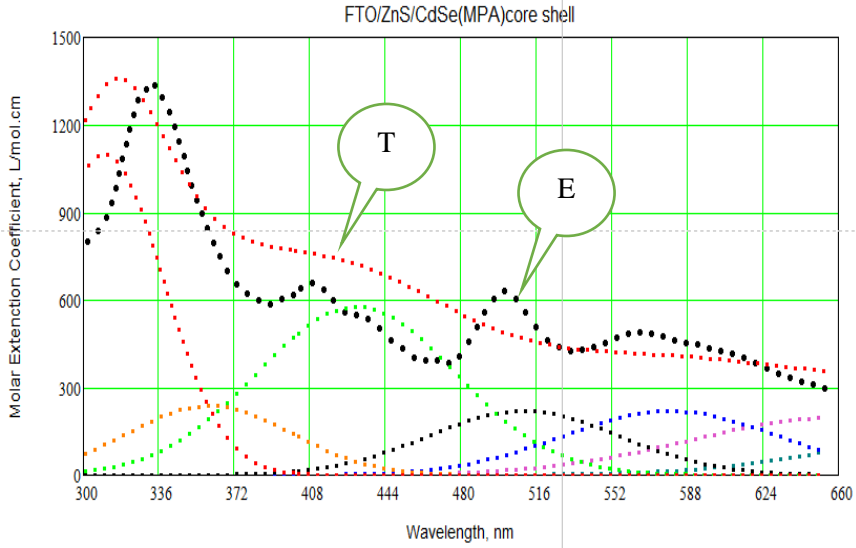
الجدول (3) الأطوال الموجية للفلورة الضوئية وطاقتها الموافقة

N	λ (nm)	E_g (ev)
①	340	3.64
②	400	3.10
③	430	2.88
④	500	2.48
⑤	565	2.14
⑥	610	2.02

إن انزياح قمة الفلورة للذرات الصناعية المغلفة بمادة MPA عن الذرات الصناعية CdSe ناتج عن التقييد الكوانتي وهذا يتطابق مع طيف الامتصاص الضوئي لهذه المنظومة، إن الانتقالات الالكترونية الحاصلة ضمن الذرات الصناعية هي انتقالات ستوكسية معاكسة وهذا يظهر بمقارنة طيف الفلورة الضوئية مع طيف الامتصاص الضوئي لهذه المنظومة.

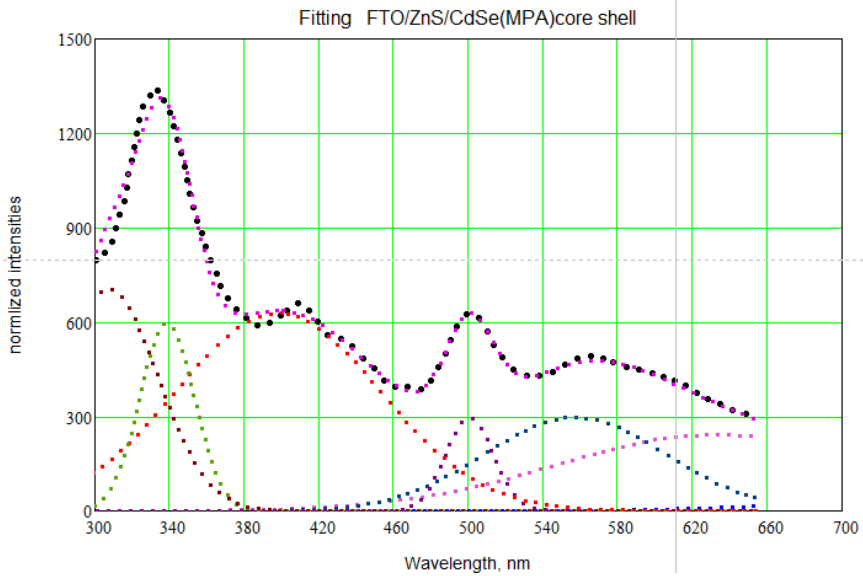
4-5- موائمة طيف الفلورة باستخدام الشكل الغوسي لتعريض الخط الطيفي:

لا يمكن تحديد الانتقالات الالكترونية بين السويات الالكترونية المختلفة بدقة بسبب العرض الكبير لقمم الفلورة الناتجة عن الانتقالات الاهتزازية و الدورانية والالكترونية وكذلك التعريض التصادمي الناتج الاثارة الضوئية (الأساسية والمثارة). وبإجراء موائمة بين طيف الفلورة التجريبي و طيف الفلورة النظري مع فرض أن جميع أشكال الخطوط الطيفية الناتجة عن الانتقالات الالكترونية من الشكل الغوسي وبإجراء فك الارتباط (DE convolution) باستخدام برنامج Mathcad مع استخدام الشكل الغوسي لتعريض الخط الطيفي ضمن الأطوال الموجية من 300-660 nm ،بافتراض وجود سبع عصب طيفية ،حيث يمثل مركز كل عصب الانتقال الالكتروني الرئيسي والذي يتطابق إلى حد كبير مع الانتقالات النظرية الموجودة ضمن هذه البنية كما يبين الشكل (8).



الشكل (8) طيف الفلورة الضوئي التجريبي (E) والانتقالات النظرية (T) الموجودة ضمن هذه البنية.

تمت معالجة البيانات للانتقالات النظرية مع طيف الفلورة التجريبي باستخدام برنامج Mathcad ليعطي أفضل موثمة بين الطيف التجريبي العملي والطيف النظري حيث تم الحصول على سبع طيفية ذات قمم متمركزة عند الأطوال الموجية (790.5-632.48-557-500-398-338.6-307.4 nm) كما يبين الشكل (9).



الشكل (9) موائمة بين طيف الفلورة التجريبي والطيف النظري لتعريض الخط الطيفي.

يلاحظ من طيف الفلورة التجريبي تفاوت في عرض قمم الفلورة المتشكلة عند إثارة هذه المنظومة ويفسر هذا الاختلاف بتشكيل حجوم مختلفة من العناقيد الذرية في طبقات هذه المنظومة بالإضافة للتعريض الناتج عن الطيوف الاهتزازية و الدورانية، التعريض التعريض التصادمي الناتج عن تفاعل الفوتون مع طبقات المنظومة، إضافة لاسترخاء الإلكترونات المثارة من عدة سويات إلى سويات مختلفة محققة قواعد الاصطفاء المشع للعزوم الذرية وينتج عن هذا تداخل في قمم الفلورة الضوئية الناتج عن السويات المتقاربة من بعضها البعض ضمن هذه المنظومة مما يؤدي الى إتساع في عرض قمة الفلورة وهذا يبدو واضحاً عند قمة الفلورة الضوئية الموافقة للطول الموجي 557 nm والعائدة لفلورة الذرات الصناعية CdSe(MPA) Core Shell ، الطول الموجي 398 nm والعائدة إلى تداخل عصب الفلورة للذرات الصناعية CdSe(MPA) Core Shell مع عصب الفلورة العائدة للذرات الصناعية ZnS . أما اختلاف شدة الإضاءة لهذه القمم فهو عائد لكثافة الذرات الصناعية المتواجدة ضمن السويات القابلة للفلورة فمثلاً الشدة المرتفعة للفلورة عند الطول الموجي 308 nm عائد لوجود عدد كبير من

الذرات الصناعية في هذه المنظومة تتقلور عند هذا الطول الموجي. إن وجود قمم فلورة ضوئية عند أطوال موجية مختلفة توافق الألوان الأزرق والأصفر والأحمر وحسب قاعدة مزج الألوان (احمر + اصفر + ازرق = اللون الأبيض) ينتج لدينا اللون الأبيض. كما تم حساب قوة الاهتزاز الكوانتي لكل قمة من قمم الفلورة السابقة والذي يمثل احتمال حصول الفلورة على هذه القمة باستخدام العلاقة التالية [P. Yu, et al.,2005]:

$$f = \frac{4 \cdot m \cdot \epsilon_0 \cdot c}{e^2} \int \sigma(v) dv$$

حيث σ تمثل المقطع العرضي للامتصاص الضوئي، m كتلة الإلكترون، c سرعة الضوء، e شحنة الإلكترون، ϵ_0 سماحية الخلاء. يلاحظ من الجدول (4) أن شدة الفلورة الضوئية ضعيفة عند الطول الموجي 632.48nm مع احتمالية كبيرة لقوة الاهتزاز وهذا يمكن تفسيره أن العرض عند منتصف الشدة لهذه القمم كبير وإن الشدة الفلورة متناسبة مع المساحة تحت المنحني وفي حالة الطول الموجي 632.48nm فإن المساحة المحصورة تحت هذه القمة أكبر من باقي قمم الفلورة الضوئية مما يوافق قوة الاهتزاز الكوانتي مرتفعة.

والجدول (4) يبين قيم قوة الاهتزاز الكوانتي الموافق لكل قمة فلورة ضوئية.

n	λ (nm)	E(e v)	f
①	307.4	4.03	3.123×10^{-5}
②	338.6	3.66	1.542×10^{-4}
③	398	3.11	3.309×10^{-4}
④	500	2.48	1.013×10^{-4}
⑤	557	2.22	6.243×10^{-4}
⑥	632.48	1.96	1.585×10^{-3}

5- الاستنتاجات والتوصيات:

تم تحضير وصلات لا متجانسة متعددة الطبقات من FTO/ZnS/CdSe(MPA) درست الخصائص الضوئية لهذه المنظومة، اظهر طيف الامتصاص الضوئي وجود عدة انتقالات امتصاص اكسيوتونية تغطي كامل طيف

المرئي، تم إجراء تحليل طيف الامتصاص الضوئي ومعرفة الانتقالات الاكسيتونية مع طاقاتها الموافقة. أظهر طيف الفلورة الضوئية وجود عدة قمم إصدار تغطي مناطق اللون الأحمر، الأخضر والأزرق وبحسب قاعدة مزج الألوان فان الضوء الذي تصدره هذه المنظومة هو اللون الأبيض. نوصي باستخدام هذه المنظومة كمادة فعالة في صناعة متصلات الانبعاث الضوئي متعدد الطبقات لإصدار اللون الأبيض.

Reference:

B.J. LeRoy, J. Kong, V.K. Palhiwani, C. Dekker, S.G. Lemay, **Individual single-walled carbon nanotubes as nanoelectrodes for electrochemistry**. Phys. Rev. B72, 075413 (2005).

J. R. Albani **“Principles and Applications of Fluorescence Spectroscopy”**. ISBN 978-1-40513891-8,2007.

J.IGersten, **“Theory of fluorophore-metallic surface interactions, in Topics in Fluorescence Spectroscopy”**, Vol. 8:197- 221. (2005).

J.M.Caruge , J.E.Halpert **“Colloidal Quantum-Dot Light-Emitting Diodes with metal –oxide charge transport layers ”**journal of Natural Photonics Vol2, April 2008.

J Tian,Xuanhui Qu,Qifeng Zhang,Shengen Zhang,Evan Uchaker , Zhiqiang Liang,and Guoz,hong Cao Rui Gao” **Constructing ZnO nanorod array photoelectrodes for highly efficient quantum dot sensitized solar cells”** J. Mater. Chem. A, 2013, 1, 6770

K. Cat Cuong, T. Duc Thien, **“Sol-Gel Synthesis And Particle Size Characterization Of CdSe(MPA) Quantum Dots”** .Vnu Journal Of Science, Mathematics - Physics 25 (2009) 207-211.

M. Brandt **“Introduction to Spectroscopy. Spectroscopic techniques are widely used to detect molecules, to measure the fluorescence intensity**, solution manual spectroscopy 4th edition 2010

N. Dipesh. **“Structural And Optical Investigation Of CdSe(MPA) Quantum Dots”**.

Kathmandu University Journal Of Science, Engineering And Technology Vol. 8, No. Ii, Dec, 2012, Pp 83-88

P.R.Bueno, C.Santos, G.Belmonte, **”Nature of the Schottky-type barrier of highly dense SnO2 systems displaying nonohmic behavior”**, Journal of Applied Physics 88, 6545-6548 (2000).

- P. Yu, et al., **“Absorption Cross-Section and Related Optical Properties of Colloidal InAs Quantum Dots.”** Journal of Physical Chemistry B, 2005. 109: p. 7084-7087.
- Q. Lu, G. Shan And Y. Bai **“Synthesis And Characterization Of CdSe(MPA)/Zno Core/Shell Nanocrystals”** International Journal Of Nanosciencevol.5·Nos.2 & 3 (2006) 299-306.
- S. Herman, **‘CdSe(MPA) Quantum Dots Stabilized By Carboxylic-Functionalized Pva: Synthesis And Uv–Vis Spectroscopy Characterization’** Materials Chemistry And Physics 125 (2011) 709–717
- S. A. Crooker, J. A. Hollingsworth, S. Tretiak, and V. I. Klimov, **”Spectrally Resolved Dynamics of Energy Transfer in Quantum Dots Assemblies : Towards Engineered Energy Flow in Artificial Materials”**, Phys.Rev. Lett. 89, 186802 (2002).
- Y. Wang, J. P. Lu **”Rapid Synthesis Of CdSe (MPA) Nanocrystals In Aqueous Solution At Room Temperature”** .Bull. Mater. Sci., Vol. 33, No. 5, October 2010, Pp. 543–546.
- V. Perumal ,Devarajan,K. Yong,D. Nataraj,**“Molecular conformation dependent emission behavior (blue, red and white light emissions) of all-trans-b-carotene-ZnS quantum dot hybrid nanostructures”** J. Mater. Chem., 2012, 22, 18454.
- X. Wang, J. Shi, Z. Feng, M. Li and C. Li **”Visible emission characteristics from different defects of ZnS nanocrystals”**Phys. Chem. Chem. Phys., 2011, 13, 4715–4723.

Spectral Study of Non-Homogeneous Hetrojunction Emitting White Color Consisting of: FTO / ZnS / CdSe (MPA)

Dr. Kaesar Alyamani

Physics department,
Faculty of science, Al- Furat University

abstract

Multilayers system of Hetrojunction nanostructure was prepared of semiconductors :FTO / ZnS / CdSe (MPA) by using multi technique (heat spray – sol-gel). The optical properties of this system were studied in two stages:

First, by studying the absorption spectra of this system by calculating the spectral transitions energy , proposing the energy levels and the wavelengths through analyzing absorption spectra by using the Doppler shape of broadening spectral line by using the Mathcade program. The value of the quantum oscillator corresponding to each spectral transmission was also calculated ,The life-time of the excited state and Einstein's constants in the automatic release and absorption of these transitions. The changes in the life time of the exceton formed with the change in absorption wavelength were also studied.

Second, by studying PL spectra of multi layers system which showed six photovoltaic peaks covering the whole visible range of the electromagnetic spectral spectrum. According to the color mixing base, this system will produce white. The optical fluorine spectroscopy was analyzed using Mathcade. Electronic transitions Approval with its energy account and corresponding quantum oscillator value.

Keywords: PL spectra , quantum dots, cadmium selenium, zinc sulphide,