دراسة بعض الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم الرقيقة

عبد المجيد عيادة ابراهيم[1] ، رائد عبدالوهاب اسماعيل[2] ، عبير سامي ذياب[1]

[1]قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[2]قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنلوجية ، بغداد ، العراق

(تاريخ الاستلام: 20 / 9 / 2011 ---- تاريخ القبول: 15 / 2 / 2012)

الملخص

تم في هذا البحث دراسة بعض الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري على قواعد من الزجاج، بدرجة حرارة (350C°) و عند سمك 1400A° . لقد تم دراسةالخواص البصر ية باستخدام مطياف من نوع (UV-Visible) ضمن مدى الاطوال الموجية nm(900-330). أظهرت نتائج الفحوصات البصرية ان قيم معامل الامتصاص للغشاء كانت اكبر من $(10^4)cm^{-1}$ مما يدل على وجود انتقالات الكترونية مباشرة. تم حساب بعض الخواص البصرية الأخرى مثل فجوة الطاقة البصرية والنفاذية و الانعكاسية و معامل الخمود كدوال لطاقة الفوتون .

1- المقدمة (Introduction) :

تعد تقنية الأغشية الرقيقة من التقنيات والإنجازات العلمية المهمة جدا في فيزياء الحالة الصلبة والتي تعد بمثابة المفتاح في تحريك التقنيات العلمية ودفعها إلى الأمام بخطو ات كبيرة، حيث كان لتطور تقنية الأغشية الرقيقة دورا مهما في تطور علم الفيزياء الذي يختص بدراسة الأجسام بحالتها الصلبة، إذ أتاحت تقنية دراسة المواد بهيئة طبقات رقيقة أو أغشية رقيقة إمكانية فهم كثير من الخواص الكهربائية والبصرية والالكترونية والتي يصعب الحصول على خواصها وفهمها وهي بشكلها الاعتيادي. كان التركيز الرئيسي لتطوير نبائط شبه الموصل لكي يكون أصغر حجماً واعلى كفاءة ، إذ كان حجمه مليمتر مثل الترانزستورات إلى نبائط بحجم المايكرومتر مثل الثنائي الباعث للضوء. وفي بداية القرن الحادي والعشرين، أصبحت نبائط أشباه الموصلات بحجم النانومتر الذي يمكن أن يتفاعل مباشرة مع الذرات والجزيئات الفردية في مستوى النانومتر مثل المتحسسات الكمية.

2- الجزء النظري (Theortical Part)

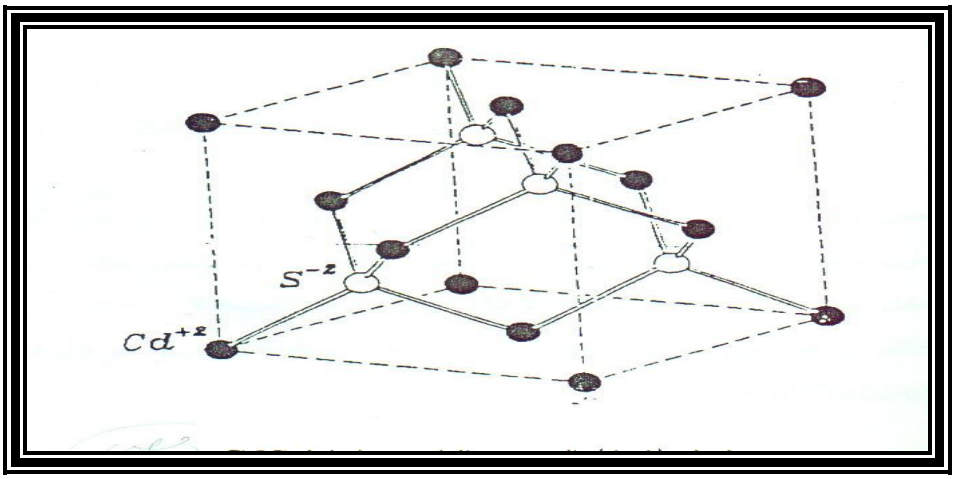
تعتمد جميع الأجهزة الإلكترونية الحديثة اعتمادا اساسياً في عملها على مواد ذات خصائص فيزيائية وكيميائية خاصة تدعى بالمواد شبه الموصلة تمتلك خواص العوازل عند درجات الحرارة المنخفضة قرب (الصفر المطلق)، ولها القابلية على التوصيل الكهربائي عندما ترتفع درجة حرارتها الى حد معين .[1] . حيث يرجع اهتمام العلماء بدراسة طبيعة المواد شبه الموصلة وفهمها الى بداية القرن التاسع عشر [2]، إذ استطاع العلماء التوصل إلى أن الخواص الكهربائية والبصرية لأشباه الموصلات تتأثر بشكل كبير بعدد من المتغيرات والعوامل مثل درجة الحرارة والضوء والمجالات المغناطيسية والكهربائية، وكذلك إضافة الشوائب إلى هذه المواد بنسب كبيرة أو صغيرة أو وجود العيوب البلورية داخل هذه المواد[3]. إن التقدم الذي حصل في مجال تطور الأغشية الرقيقة أدى إلى تنوع البحوث الخاصة بدراسة الخواص الفيزيائية لهذه الأغشية، إذ أسهمت الطرائق الحديثة والمتقدمة إلى تحضير أغشية رقيقة ذات مواصفات على درجة عالية من النقاوة والدقة والسيطرة على سمك الغشاء وتجانسه مما يتطلب منظومات وأجهزة دقيقة[4]. و يطلق مصطلح الأغشية الرقيقة على طبقة (layer) أو عدة طبقات [5] لمواد معينه يتراوح سمكها بين عشرات النانومترات الى واحد مايكرون [6] . ونظرا لدقة طبقة الغشاء فإنها تترسب على مواد بخصوصية معينة وحسب الاستخدام تعرف بالقواعد يعتمد اختيارها على طبيعة الدراسة وظروف استخدام الأغشية ومن هذه المواد الزجاج بأشكاله المختلفة والسليكون وبعض الأملاح والمعادن والسيراميك ...الخ [7] .

(كبريتيد الكادميوم) (CdS)

تعد مادة كبريتيد الكادميوم من المواد الصلبة ذات اللون الأصفر إذ تترسب بإضافة كبريتيد الهيدروجين أو ايون الكبريتيد الى محلول حامض من ملح الكادميوم، ووجود ايون الكلوريد يمكن ان يقلل من تركيز محلول (Cd^{+2}) الى درجة كافية بحيث يمنع عملية الترسيب ويتم الكشف عن وجود الكادميوم (Cd) بتفاعل المحلول المائي (Cd^{+2}) مع ايون الكبريتيد الذي يعطي (CdS) الأصفر اللون. ان التركيب البلوري لمادة (CdS) هو من نوع بلوري سداسي (Hexagonal) أو مكعب (Cubic) ووحدة الخلية لهذا التركيب متمركزة الوجوه (Face centered cubic) (f.c.c)، وهذا يشابه تركيب الماس وكبريتيد الخارصين (ZnS) وكلوريد الصوديوم (Nacl) ويتكون مركب (CdS) من اتحاد ايونين هما الكادميوم (Cd^{+2}) والكبريت (S^{-2}) والذي يكون تركيبا سداسيا، اذ يحاط كل ايون كبريت بأربعة ايونات من الكادميوم ترتبط معه بأواصر تساهمية ناتجة عن اشتراك الكترونين بين ذرتي الكادميوم والكبريت[8].

تعد أغشية كبريتيد الكادميوم من المواد شبه الموصلة نوع (n-type) ذات طاقات فجوة مباشرة تقدر بحدود 2.42)eV). أما اهم التطبيقات التي استخدمت لهذا المركب هو استخدامه في الخلايا الشمسية والضوئية كبديل عن الخلايا السليكونية لكونه رخيص الثمن ، فضلا عن سهولة تحضير ه بشكل أغشية رقيقة بنوعية جيدة بدرجة حرارة الغرفة وتوفره بشكل محاليل كيميائية وكذلك فهو يمتلك فجوة طاقة

مباشرة أي ان لـه معامل امتصاص عالي[9].والشكل (1) يوضح التركيب البلوري للمركب (CdS) [10] .



الشكل (1) التركيب البلوري للمركب (CdS). [10].

3- الجزء العملي (Experemntal Part):

حضرت نماذج اغشية كبريتيد الكادميوم من إذابة مادة كلوريد الكادميوم المائي$CdCl_2-4H_2O$ ذو الوزن الجزيئي (255.31gm/mol) وهو عبارة عن مادة صلبة ذات لون ابيض سريعة الذوبان بالماء المقطر وهو مصدر للكادميوم مع مادة الثايويوريا $CS(NH_2)_2$ ذات الوزن الجزيئي(76.12gm/mol) وهي عبارة عن بلورات بيضاء سريعة الذوبان بالماء المقطر وهي مصدر للكبريت حيث تم إذابة مادة كلوريد الكادميوم في (50ml) من الماء المقطر إذابة تدريجية باستخدام خلاط مغناطيسي Magnetic Stirrer (MSH300)، حتى يتم إذابة المادة بشكل كامل ومن ثم يتم إذابة مادة الثايويوريا أيضاً في(50ml) من الماء المقطر إذابة تدريجية وذلك بأستخدام الخلاط المغناطيسي حتى يتم إذابتها بشكل كامل ايضاً تخلط المحاليل الذائبة وتوضع في قنينة حجمية بسعة(250ml) وتوضع مرة أخرى على الخلاط لكي تتجانس المحاليل مع بعضها وتكون جاهزة لعملية الرش.

4-النتائج والمناقشة (Results 0f Discussion):

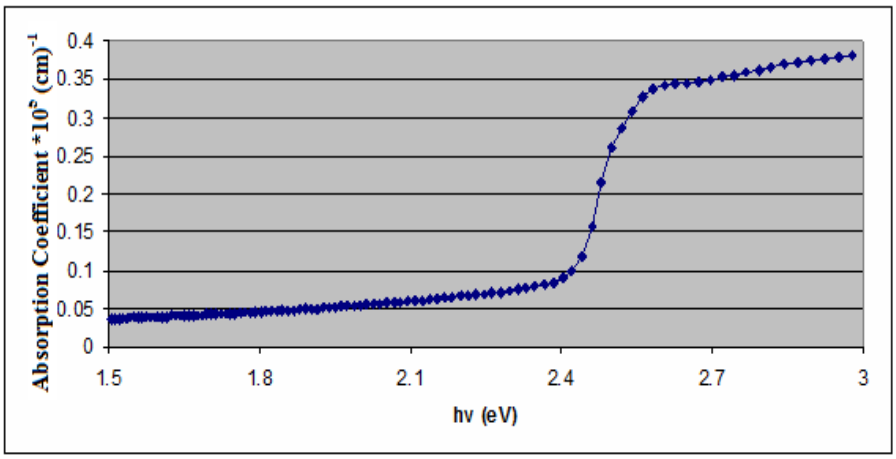
(4-1) معامل الامتصاص :

يعرف معامل الامتصاص بأنّه النقصان الحاصل في فيض طاقة الإشعاع أو الشدة بالنسبة لوحدة المساحة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط [11]. فعند سقوط حزمة ضوئية على الغشاء الرقيق فإنّ جزءا" منها سينعكس وجزءا" سينفذ وجزءا" سوف يمتص وكمية كل من الطاقة المنعكسة والنافذة والممتصة تعتمد على طبيعة المادة وسطح الغشاء الرقيق والطول ألموجي للحزمة الضوئية الساقطة وتم استخدام العلاقة الاتية لحساب معامل الامتصاص [12].

$$\alpha = 2.303\ A / t \quad ----(1)$$

حيث إن t: سمك الغشاء الرقيق - α : معامل امتصاص مادة الغشاء

وكذلك نلاحظ من الشكل (2) بان معامل الامتصاص يزداد مع زيادة طاقة الفوتون ولمدى واسع من طاقة الفوتون ونلاحظ بان معامل الامتصاص يمتلك قيما عالية حيث ان من خلال طبيعة تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون يمكن استنتاج انواع الانتقالات الالكترونية التي تحدث بين حزم الطاقة للاغشية الرقيقة وان القيم العالية لمعامل الامتصاص ($\alpha>10^4$) تشير الى حدوث انتقالات الكترونية مباشرة كما يدل على ان الطاقات التي حسبت عندها هذه القيم هي طاقات فجوة مباشرة بينما تدل القيم الواطئة لمعامل الامتصاص ($\alpha<10^4$) الى حدوث انتقالات الكترونية غير مباشرة بين حزم الطاقة.وظهرت النتائج مقاربة لنتيجة الباحث [13].



الشكل (2) تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون

(2-4) فجوة الطاقة: (Energy Gap)

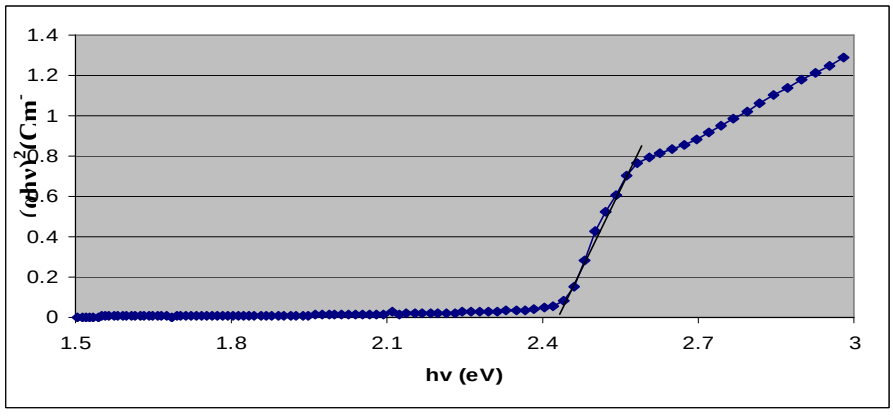
تعرف فجوة الطاقة بأنها الطاقة اللازمة لإثارة (نقل) الالكترونات من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل وقد سميت بالمحظورة أو الممنوعة وذلك لان المدة الزمنية التي يمتلك فيها الإلكترون الطاقة خلال هذه المنطقة تكون قصيرة جدا [14].وتم في هذه الدراسة حساب فجو ة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح لأغشية كبريتيد الكادميوم .والمعادلة الاتية توضح هذا النوع من الانتقال.

$$(a\,hn) = A_{\circ}(hn - E_g)^r \quad \ldots\ldots(2)$$

حيث إنَّ . α:تمثل معامل الامتصاص Cm^{-1} - hn : طاقة الفوتون. Eg:فجوة الطاقة

r:معامل آسي يحدد طبيعة الانتقال وهنا قيمة r=1/2 انتقال مباشر مسموح .

تم حساب فجوة الطاقة البصرية الممنوعة للانتقال المباشر المسموح وذلك برسم العلاقة بين $(\alpha hv)^2$ وطاقة الفوتون وبمد الجزء المستقيم من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون عند النقطة $(\alpha hv)^2=0$ نحصل على قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح ومن الشكل(3) نلاحظ بأن فجوة الطاقة التي تم الحصول عليها هي (2.4218eV) وهي نتيجة مقاربة لما توصل اليه الباحث[15].

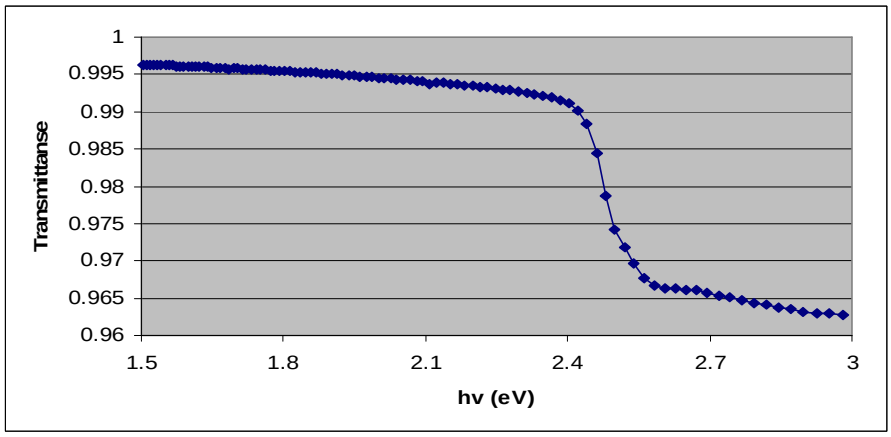


الشكل (3) حساب فجوة الطاقة

3-4

()النفاذية:(Transmision)

يعتمد طيف النفاذية في الأغشية الرقيقة على التركيب الكيميائي والبلوري للمادة، ويعتمد على سمك الغشاء وتضاريس السطح من خلال اعتمادها على طيف الانعكاسية والامتصاصية. اذ تتناسب النفاذية عكسيا مع سمك الغشاء، فزيادة السمك توفر فرصة اكبر لحصول ظواهر الامتصاص البصري المختلفة في الغشاء وبالتالي توهين جزء اكبر من الشعاع الساقط[16]. كما تتغير النفاذية مع الطول الموجي وطاقة الفوتون الساقط. ونلاحظ من االشكل (4) بان قيم النفاذية تقل مع زيادة طاقة الفوتون وهذه النتيجة مقاربة جدا لنتيجة الباحث [17].



الشكل (4) تغير النفاذية كدالة لطاقة الفوتون

(4-4) معامل الخمود : (Extinction Coefficent)

يعرف معامل الخمود بأنه الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة وهو كمية ما تمتصه الالكترونات من طاقة الفوتونات الساقطة ويرتبط معامل الخمود بمعامل الامتصاص وفق العلاقة الأتية والتي من خلالها تم حساب معامل الخمود للغشاء المحضر[20].

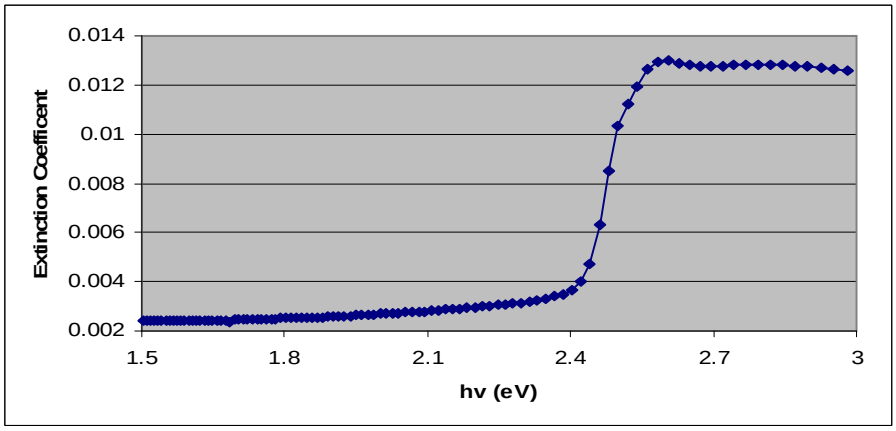
$$k=\alpha\lambda/4\pi \quad ---(5)$$

حيث إنَّ

α :معامل الامتصاص

λ :الطول ألموجي للشعاع الساقط

ونلاحظ من الشكل(5) ان معامل الخمود يتصرف تقريبا بنفس طريقة تصرف معامل الامتصاص، حيث يزداد معامل الخمود بزيادة طاقة الفوتون بشكل تدريجي بتزايد طاقة الفوتون ثم يعقبها زيادة سريعة جدا عند الطاقات الفوتونية العالية والمقابلة لكل امتصاص، وهذه الزيادة قد تكون ناتجة عن الزيادة السريعة لمعامل الامتصاص عند هذه الطاقات مما يدل على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة وهي نتيجة مقاربة لنتيجة الباحث[15].



الشكل (5) تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون

5- الاستنتاجات :(Conclusions)

1- أظهرت النتائج ان غشاء (CdS) يمتلك معامل امتصاص عالي وهذا يدل على حدوث انتقالات الكترونية مباشرة .

2- اظهرت النتائج ان زيادة سمك الغشاء يؤدي الى النقصان في قيمة فجوة الطاقة

6- المصادر : (References)

1-نيران فاضل عبد الجبار، "دراسة الخواص البصرية والتركيبية لآغشية أوكسيد الكادميوم النقية والمشوبة قبل وبعد التلدين"، رسالة ماجستير، جامعة تكريت (العراق-تكريت) (2002).

2- B.Sapoval & Hermann "Physics of Semicoductors", New York (1995).

3- S.M.Sze, "Semiconductors devices physics and Technology" (Translated to Arabic by F.G.Hayaty and H.A.Ahmed. Baghdad), (1990).

4- سعد فرحان مطر، "دراسة الخواص البصرية والكهربائية لاوكسيد النحاس CuO المشوب بمجموعة الهالوجينات" رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية (العراق-بغداد) (1996).

5- بان يوسف حنا، "الصفات البصرية لاغشية ZnO ، CdO ولمزيجهما بنسب مختلفة" رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية (العراق-بغداد) (1991).

6- O.S.Heavens, "Thin Film Physics", Methum & Colted (1970).(بغداد- العراق)

7- مظفر علي محمد، "ترسيب غشاء من مادة كبريتيد الكادميوم ودراسة الخصائص البصرية والتركيبية" اطروحة ماجستير، مقدمة الى قسم العلوم التطبيقية في الجامعة التكنلوجيا (العراق-بغداد) (1990).

8- Hand Book of Chemistry & Physics 59th Edition CRC Press Inc. (1978-1979).

9- A. E. Rakhshani, and A. S. Al-Azab, "CdS thin films" Journal Colloid Interface Sci. Chemical Process Engineering Research Institute, jul (2005).

10- B.K.Cupta & O.P.Agnihotn, "Journal of Applied Phys, V.18.No.2, Feb (1979).

11- J.I.Ponkove, "Optical Processes in Semiconductors" Dove Publications, Inc. New York, (1975).

12- R. S. Longhrst. "Geometrical and Physical Optics" Longman Group . L T D . London -2nd Ed. (1976)

13- محمد شياع مرعي "دراسة تأثير السمك والتلدين على الخواص التركيبية والبصرية لاغشية كبريتيد الكادميوم " رسالة ماجستير كلية التربية الجامعة تكريت (2006).

14- زهير ناجي مجيد " دراسة تأثير التشويب بالنحاس على الخواص البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم" رسالة ماجستير كلية التربية الجامعة تكريت (2006).

15 - J.S.Blakmore, "Solid State Physics", (Cambridge Press, 2nd ed, (1986).

16- جنان حميد سعدي الطائي، "تحضير غشاء CdTe الشبه الموصل بطريقة الرش الكيميائي الحراري ودراسة خواصه الفيزيائية المختلفة"، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم العلوم التطبيقية/ الجامعة التكنلوجية (العراق-بغداد) (2002).

17- تحسين علي أسود سالم "دراسة تأثير التشويب بالكوبلت على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية (CdS) الرقيقة. رسالة ماجستير كلية التربية الجامعة تكريت (2010).

18- A.F.AL-Ameen "Optical prosperities of (CdS) and (PbS) Thin Films and their mixtures" M.Sc.Thesis University of Baghdad (Iraq-Baghdad) (1996).

19-عبد احمد خليفة . "دراسة تاثير التشعيع اشعة ليزر الاركون المستمر على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية CdS المحضرة بطريقة الرش الكيميائي " . رسالة ماجستير كلية التربية . جامعة تكريت (2007) .

20- "الخلايا الشمسية"، ترجمة الدكتور يوسف مولود حسن، (1989).

STUDY OF SOME OPTICAL PROPERTIES OF CdS THIN FILMS

A.E.IBRAHI[1] , R.A.ISMAIL[2] , A.S.THYAB[1]

[1] *Physics Department , College of Education , Tikrit University , Tikrit , Iraq*

[2] *Department of Applied Science , University of technology, Iraq*

(Received: 20 / 9 / 2011 ---- Accepted: 15 / 2 / 2012)

Abstract

In this research some optical properties of CdS thin films have been studied. CdS thin films were prepared by the method of chemical spray pyrolysis deposition on glass substrates which were heated to (350Cº).The thikness of prepared film was (1400Aº).The absorption and transition spectra were recorded using (uv_visible) spectrophotometer in the range of wave lengths (330_900)nm. It is found that the absorption coefficient was more than(10^4)cm^{-1},which indicate that we have adirect allowed transition.Some other optical properties such as energy gap ,transmitlance ,Reflectivity, and extinction coefficient have been studied as afunction of photon energy.