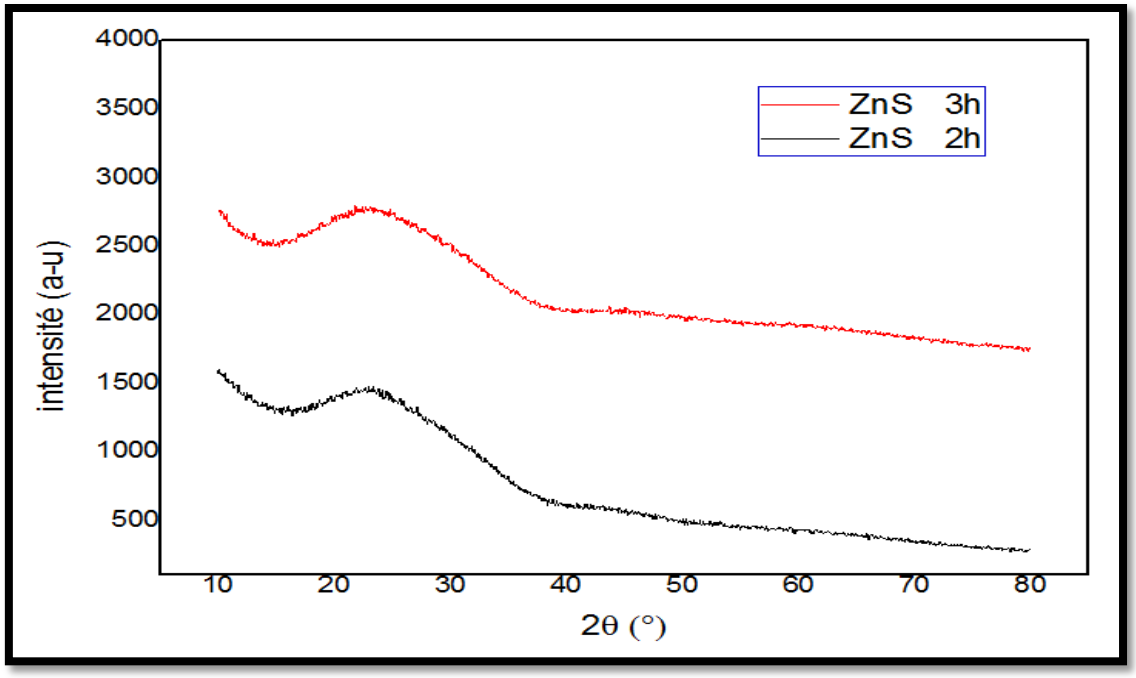
تمهيد:

بعد ما تعرفنا في الفصل السابق على كيفية تحضير شريحة (ZnS) بتقنية الترسيب بالحمام الكيميائي (CBD) وكيفية تحديد خصائصها البنيوية و الضوئية، سنتطرق في هذا الفصل إلى تحديد هذه الخصائص ومناقشتها وحساب بعض الثوابت التي نستطيع أن نستخلصها منها (الحجم الحبيبي، معامل الامتصاص، ثابت الخمود، الفاصل الطاقي ....).

III-1 الخصائص البنيوية:

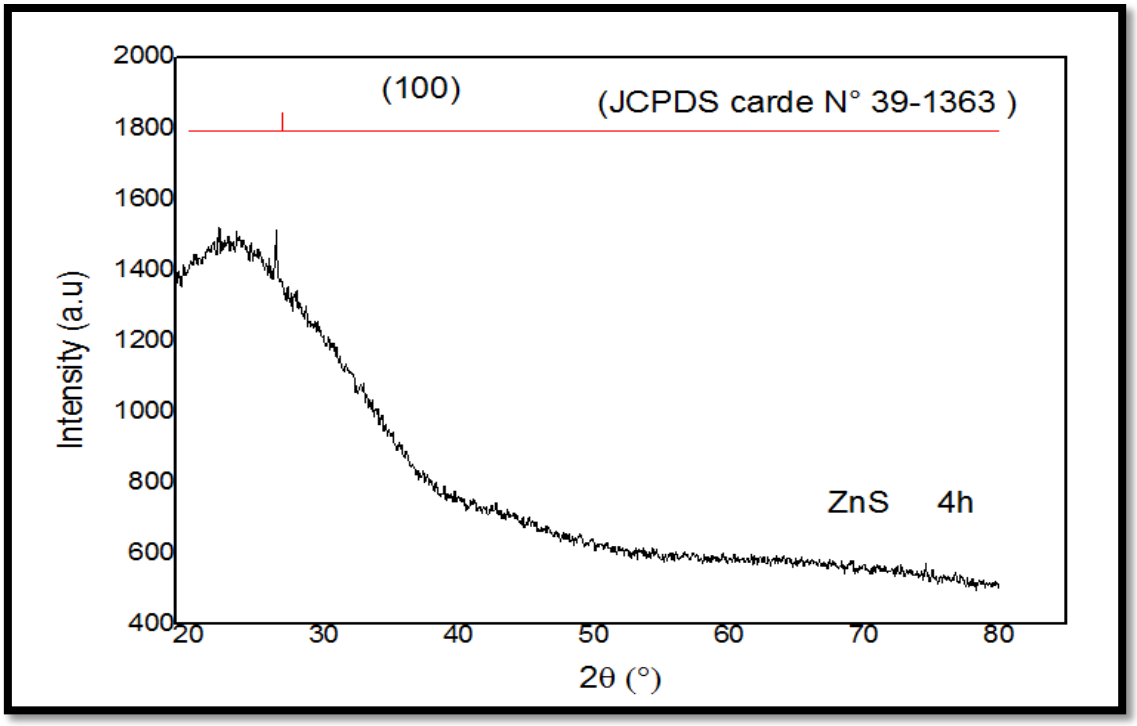
III-1-1 اطياف انعراج الاشعة السينية (DRX):

يبين الشكل (III-1) نتائج انعراج الأشعة السينية (DRX) لشرائح كبريتيد الزنك (ZnS) المرسبة بتقنية الحمام الكيميائي (CBD) في الأزمنة 2h و 3h وهذا بعد رسمها باستخدام برنامج Origin Pro 9.0، حيث يَظهر من طيف الانعراج أن الغشاء ذو تركيبة عشوائية (Amorphous) وهذا ما يتفق مع نتائج الباحثين [1،2].



الشكل (III-1): طيف الانعراج الاشعة السينية لشرائح كبريتيد الزنك ZnS المرسبة في 2h و 3h.

ومع زيادة مدة الترسيب إلى 4h الشكل (III-2)، نلاحظ ظهور قمة واحدة (100) عند الزاوية $2\theta = 26,47°$ في طيف انعراج الأشعة بحيث تظهر بشدة صغيرة نوعا ما، ومن هذا المبدأ نستطيع القول انه كلما زدنا مدة الترسيب وفي نفس الشروط المتبعة أو باستعمال المعالجة الحرارية سنلاحظ ظهور قمم جديدة و بشدات أكبر، وتبين هذه القمة ان بنية كبريتيد الزنك المشكل هي البنية السداسية الموافقة للملف المرجعي لكبريتيد الزنك (ZnS) (JCPDS card N° 39- 1363) .



الشكل (2-III): طيف الانعراج الاشعة السينية لشرائح كبريتيد الزنك (ZnS) المرسبة في 4h.

2-1-III حساب المسافة الشبكية d_{hkl} وثوابت الشبكة:

لحساب المسافة الشبكية عند القمة (100) نستعمل العلاقة (2-II) حيث:

$$d_{100} = \frac{1.54}{2\sin(13{,}235)} = 3{,}363 \text{ nm}$$

ولحساب ثوابت الشبكة نستخدم العلاقة (4-II) نجد أن:

$$a = 3{,}88 \text{ nm}$$

3-1-III حساب القد الحبيبي D:

تم حساب القد الحبيبي لشريحة كبريتيد الزنك المرسبة في 4h وهذا باستعمال العلاقة (5-II) والنتائج موضحة في الجدول التالي:

الجدول (1-III): يبين حساب الحجم الحبيبي.

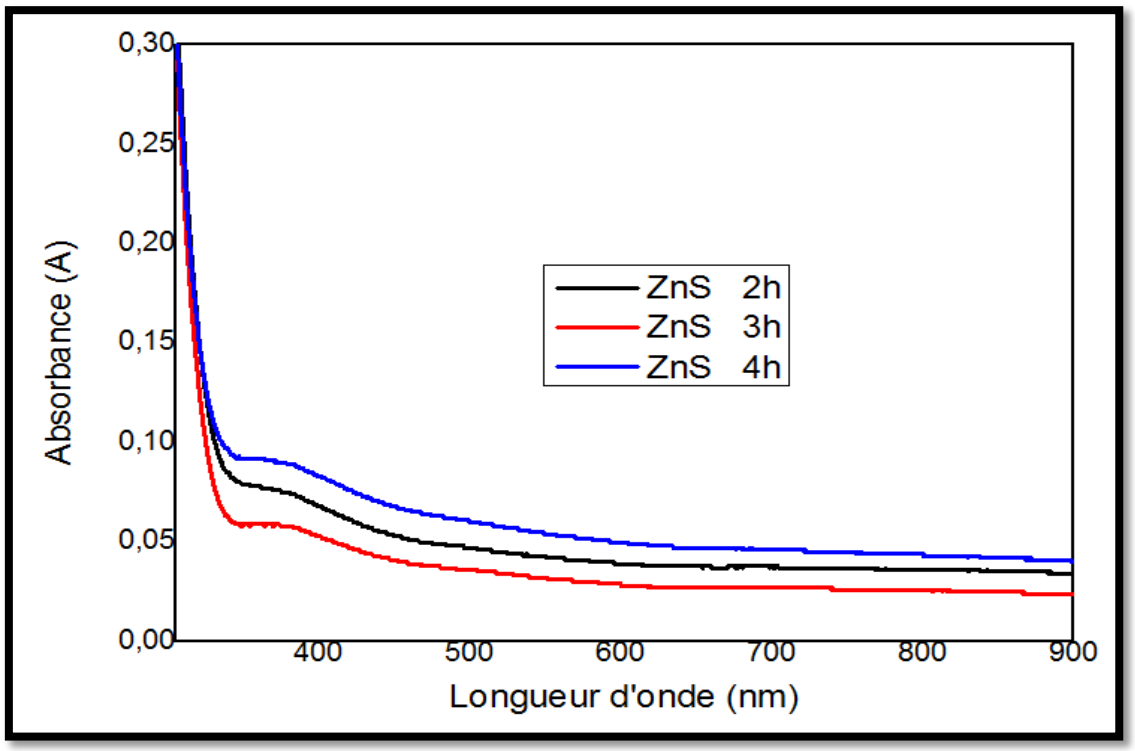
Taille de grain (D) (nm)	FWHM (rad)	θ(rad)	2θ(°)
77,89553171	0,001828527	0,230899	26,47252

III-2 الخصائص البصرية:

تمت دراسة الخصائص البصرية لأغشية كبريتيد الزنك (ZnS) في أزمنة ترسيب مختلفة (4h،3h،2h) ومن خلال أطياف النفاذية و الامتصاصية المسجلة للعينات ضمن مجال الأطوال الموجية [300 nm - 900]، تم حساب الفاصل الطاقي Eg، طاقة أورباخ Eu، معامل الامتصاص α، طيف الانعكاس R والثوابت البصرية (معامل الانكسار n ومعامل الخمود K).

III-2-1 الامتصاصية A:

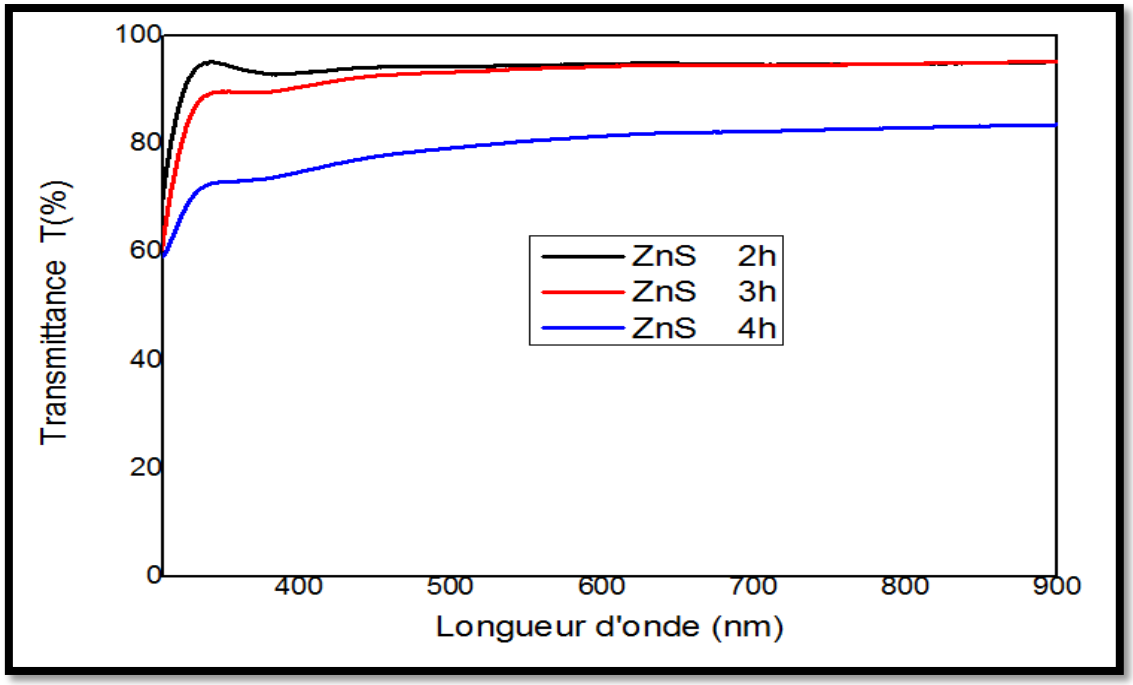
الشكل التالي (III - 3) يبين أطياف الإمتصاصية بدلالة الأطوال الموجية λ في المجالين (المرئي و الفوق البنفسجي) لأغشية كبريتيد الزنك (ZnS) المرسبة بتقنية الحمام الكيميائي (CBD) في أزمنة مختلفة (4h،3h،2h) إذ نلاحظ في المجال المرئي [400nm- 900] أن الامتصاصية تتغير في حدود[0.05 - 0.02] وهذا لمختلف الشرائح الرقيقة، وتبدأ بالارتفاع في المجال الفوق بنفسجية في الأطوال الموجية الأقل من 400 nm بشكل ملحوظ .



الشكل (III -3): طيف الامتصاصية لكبريتيد الزنك ZnS المرسب في(4h،3h،2h) بدلالة الطول الموجي λ.

III-2-2 النفاذية T:

تم قياس النفاذية لشرائح (ZnS) المرسبة بطريقة الحمام الكيميائي (CBD) في أزمنة مختلفة بدلالة الطول الموجي λ كما يبينه الشكل (III -4) التالي:

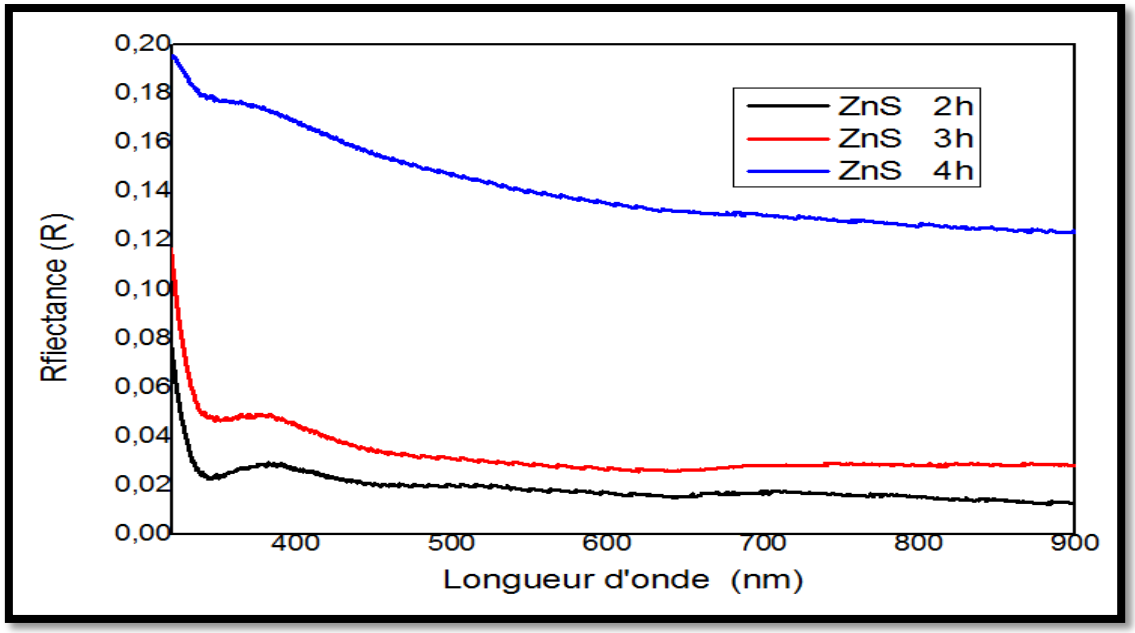


الشكل (III -4): طيف النفاذية لكبريتيد الزنك ZnS المرسب في (4h،3h،2h) بدلالة الطول الموجيλ.

حيث نلاحظ أن طيف النفاذية بالنسبة للشرائح المرسبة في 2h و 3h مرتفع ومتطابقان في المجال المرئي [800 - 400 nm] في حدود 95%، أما بالنسبة للشريحة المرسبة في 4h تكون النفاذية منخفضة نسبيا حوالي 80%. ويمكن تفسير هذا التناقص لزيادة السمك مع زيادة مدة الترسيب، وفي بعض الحالات الاخرى يمكن ارجاع التناقص إلى الحالة البنيوية للمادة اي وجود بلورات صغيرة مما يؤدي إلى ضياع في الأشعة الصادرة.

III-2-3 الإنعكاسية R:

تم حساب الانعكاسية من خلال طيفي الامتصاصية والنفاذية وهذا باستخدام العلاقة (II-7) إذ يبين الشكل (III-5) طيف الانعكاسية كدالة لطول الموجي لشرائح (ZnS)، حيث نلاحظ زيادة الانعكاسية كلما زادت مدة الترسيب، إذ نلاحظ إن طيف الانعكاسية بالنسبة للشريحة المرسبة في 4h تكون مرتفعة نوعا ما في حدود (0.1303) عند طول الموجة 700 nm مقارنة مع الشرائح المرسبة في 2 h و 3h تكون حوالي (0,028 - 0,0176) عند نفس الطول الموجي.

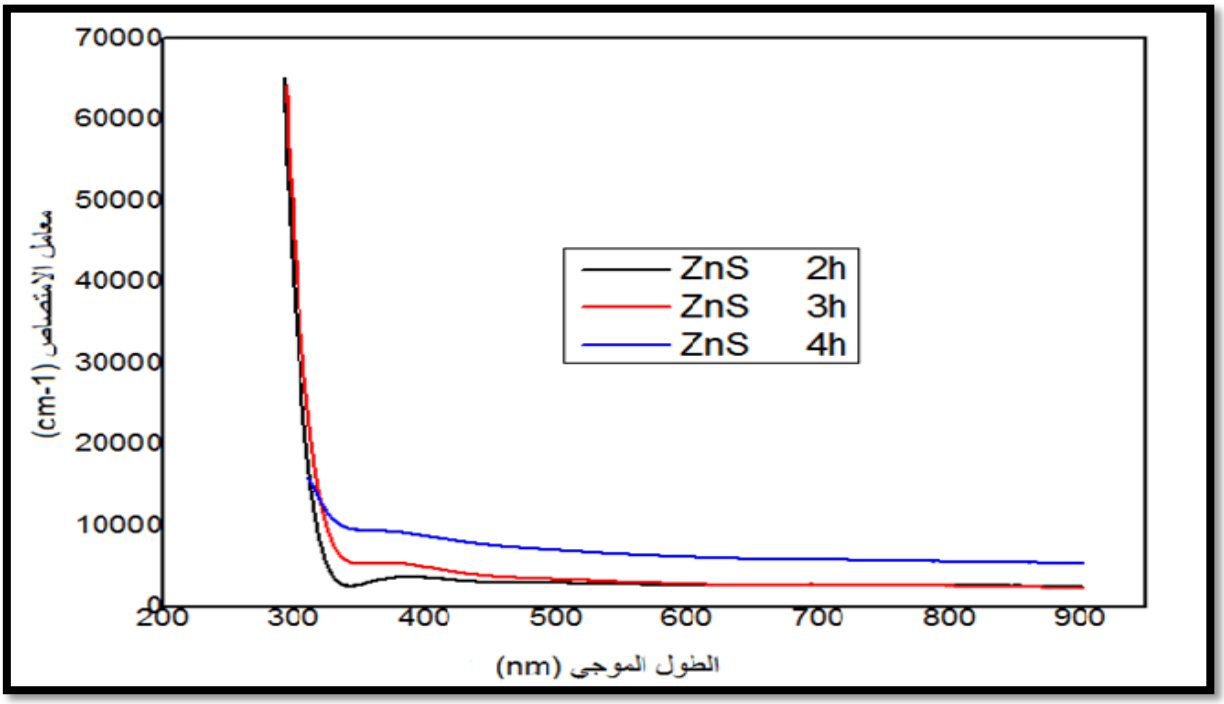


الشكل (III – 5): طيف الانعكاس لكبريتيد الزنك (ZnS) بدلالة الطول الموجي λ .

ومن خلال دراسة الأطياف السابقة نستنتج بأن عامل مدة الترسيب يؤثر على الخصائص الضوئية للشرائح الرقيقة الـ ZnS .

4-2-III معامل الامتصاص α:

تم حساب معامل الامتصاص من العلاقة (9-II) كدالة للطول الموجي λ لأغشية كبريتيد الزنك ومن الشكل (III - 6).

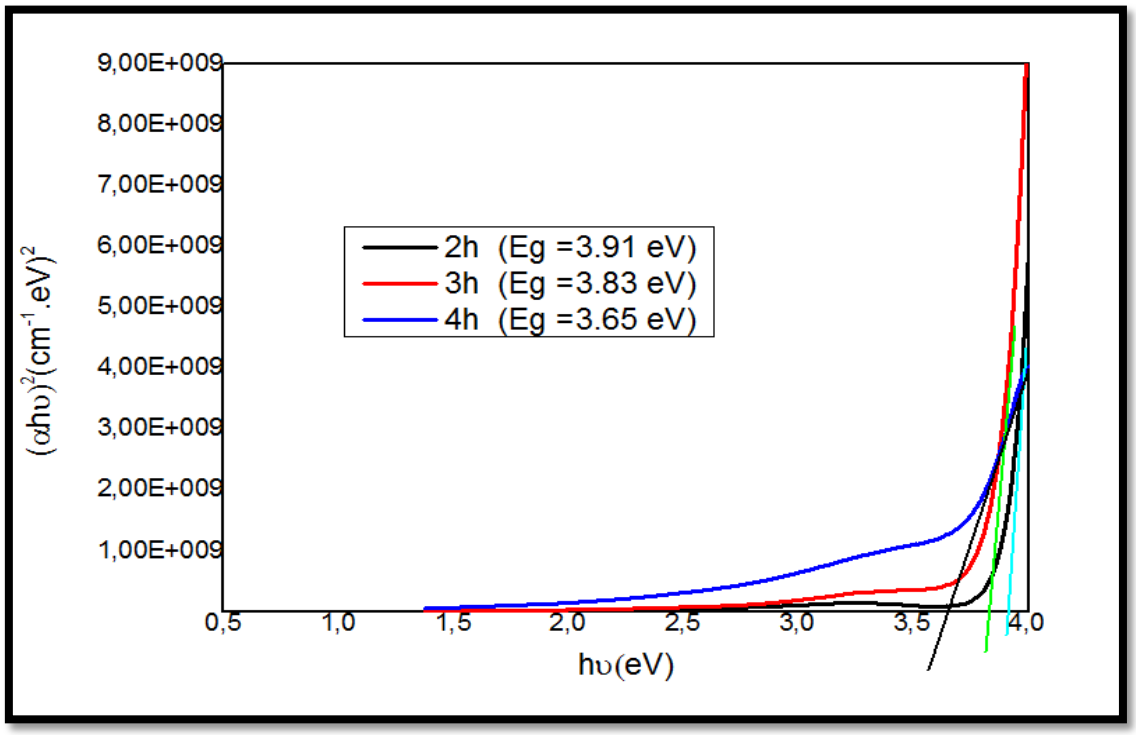


الشكل(III - 6): منحنى معامل الامتصاص لكبريتيد الزنك (ZnS) بدلالة الطول الموجي.

نرى أن معامل الامتصاص يتناقص بشكل طفيف جدا عند الاطوال الموجية الكبيرة [900 -400 nm] ويتزايد عند الاطول الموجية الصغيرة الاقل من 400 nm ونلاحظ وقيمه أكبر من 10^4 عند الطول الموجي 300 nm هذا ما يدل على أن له فاصل الطاقي مباشر[3]، و أنه يتناقص مع زيادة مدة الترسيب وهذا ربما راجع للزيادة في السمك .

III-2-5 الفاصل الطاقي Eg:

تم حساب الفاصل الطاقي لأغشية كبريتيد الزنك (ZnS) المرسب في أزمنة مختلفة (2h،3h،4h)، وذلك من خلال رسم مخطط $(\alpha h\nu)^2$ كدالة لطاقة الفوتون (علاقة Tauc) وهذا بتمديد مماس الجزء المستقيم من المنحني حتى يقطع محور طاقة الفوتون أي أن نقطة التقاطع تمثل قيمة فجوة الطاقة Eg كما يبينه الشكل (III - 7) التالي :

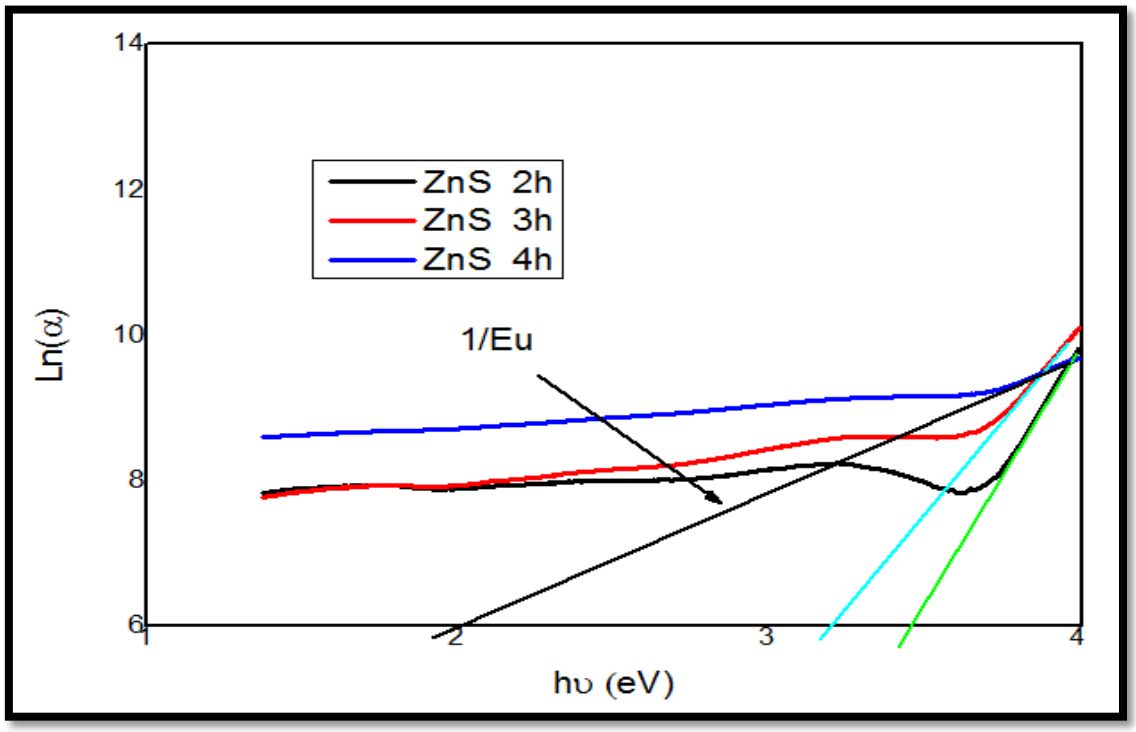


الشكل (III - 7): منحنى يبين كيفية تحديد الفاصل الطاقي لشرائح كبريتيد الزنك.

نلاحظ أن قيم الفاصل الطاقي بالنسبة للشرائح المرسبة في 2h و 3 h تكون 3,91 eV- 3,83eV على الترتيب ثم تتناقص كلما زادة مدة الترسيب 4h حتى تصل قيمتها الى 3.65eV وهذه النتيجة تتوافق مع نتيجة الباحثان [5.4] و يعود سبب نقصان الفاصل الطاقي إلى ظهور مستويات موضعية في المنطقة المحصورة بين حزمة التكافؤ والتوصيل أدت إلى تقليل طاقة الفوتون المطلوبة لحصول الانتقالات الالكترونية المباشرة مما يجعل انتقال الالكترونات من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل أسهل [5].

III-2-6 طاقة أورباخ Eu:

تم حساب طاقة أورباخ لأغشية كبريتيد الزنك المرسبة في أزمنة مختلفة وذلك بإستخدام العلاقة (12-II). كما يبينه الشكل (III - 8).



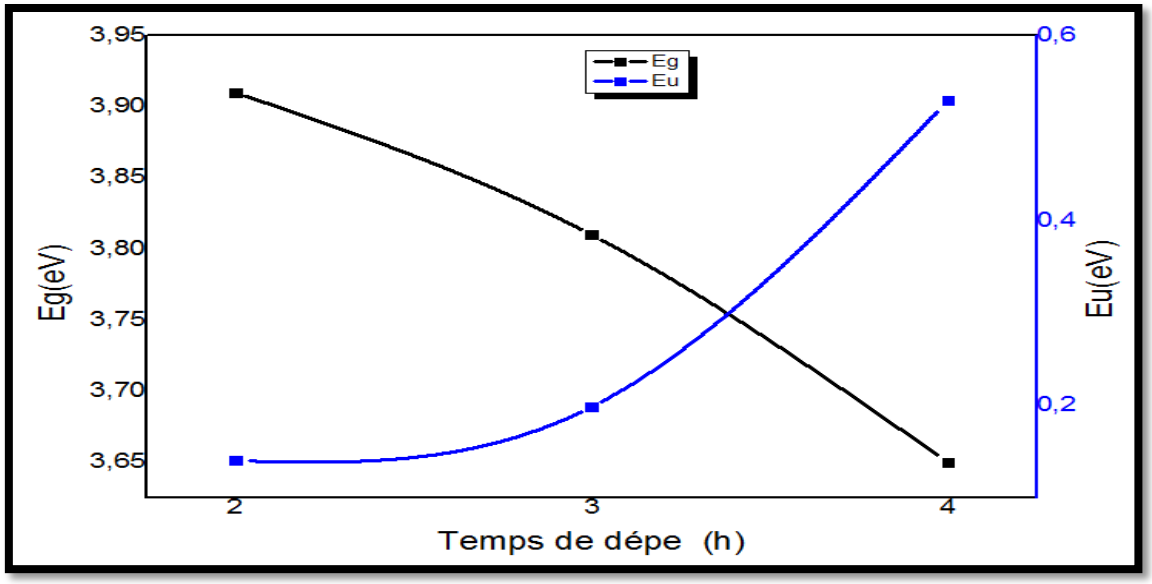
الشكل (III -8): منحنى يبين كيفية تحديد طاقة اورباخ.

قيم طاقة أورباخ لشرائح كبريتيد الزنك ممثلة في الجدول التالي:

الجدول (III -2): يبين تأثير مدة الترسيب على طاقة أورباخ.

مدة الترسيب(h)	طاقة أورباخ Eu(eV)
2	0,1403
3	0,1986
4	0,5296

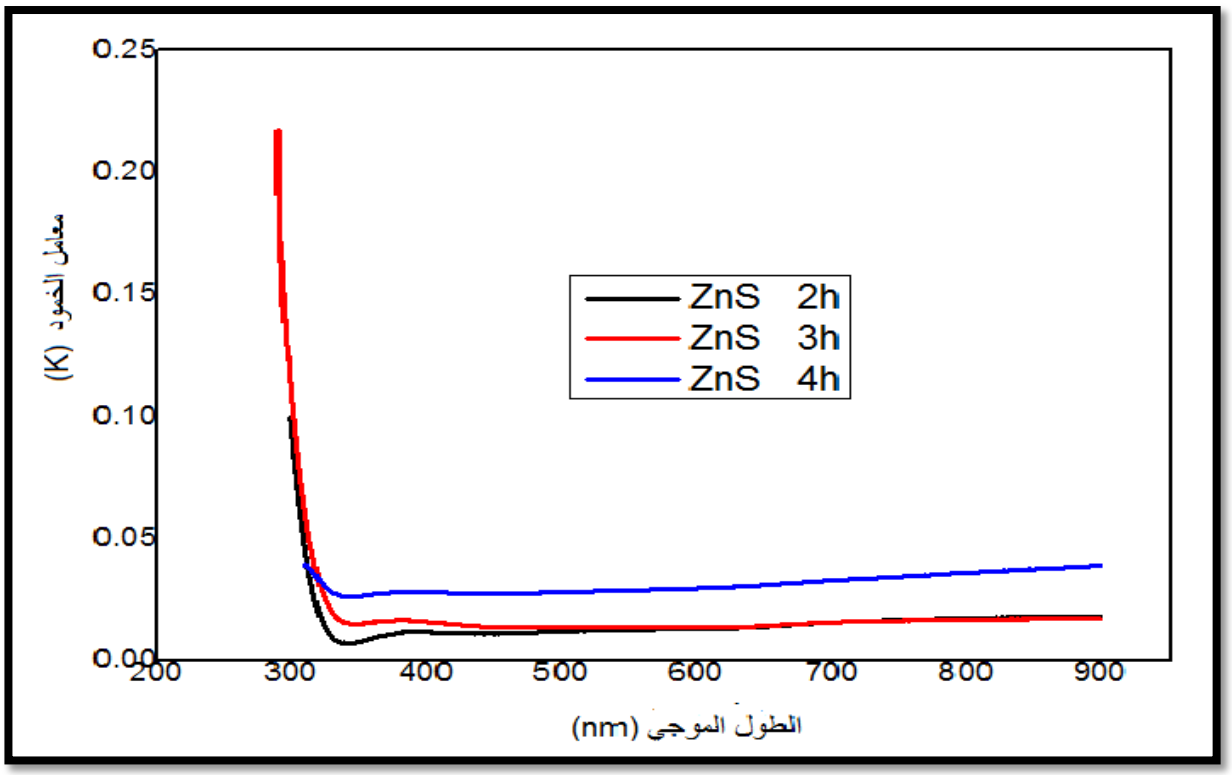
نلاحظ أن قيمة الطاقة تتزايد بزيادة مدة الترسيب، وبذلك تزداد ذيول أورباخ وهذا يؤدي إلى نقصان فجوة الطاقة، وهذا يفسر أن سلوك قيمة طاقة أورباخ يكون معاكس لسلوك قيمة فجوة الطاقة البصرية كما يوضحه الشكل (III -9) وهذه النتائج تتوافق مع دراسات أخرى [6].



الشكل (III-9): تغيرات طاقة أورباخ والفاصل الطاقي بدلالة مدة الترسيب.

III- 2-7 معامل الخمود K:

تم حساب قيمة معامل الخمود وذلك بإستخدام العلاقة (II-13)، و رسم المنحنيات التالية الشكل (III-10) يبين قيم معامل الخمود لشرائح الـ ZnS بدلالة الطول الموجي.



الشكل(III -10): منحنى معامل الخمود لكبريتيد الزنك ZnS بدلالة الطول الموجي λ.

نلاحظ أن معامل الخمود تقريبا ثابت في المجال [900 nm - 400] ويتزايد بشكل مباشر في الاطوال الموجية الأقل من 400 nm مما يؤكد حصول انتقالات الكترونية مباشرة (الامتصاصية للكبريتيد الزنك في هذا المجال تزيد) [8،3]، ونلاحظ أنه كلما زادت مدة الترسيب يتغير ثابت الخمود [0,020 -0,013].

III-2-8 حساب السمك d:

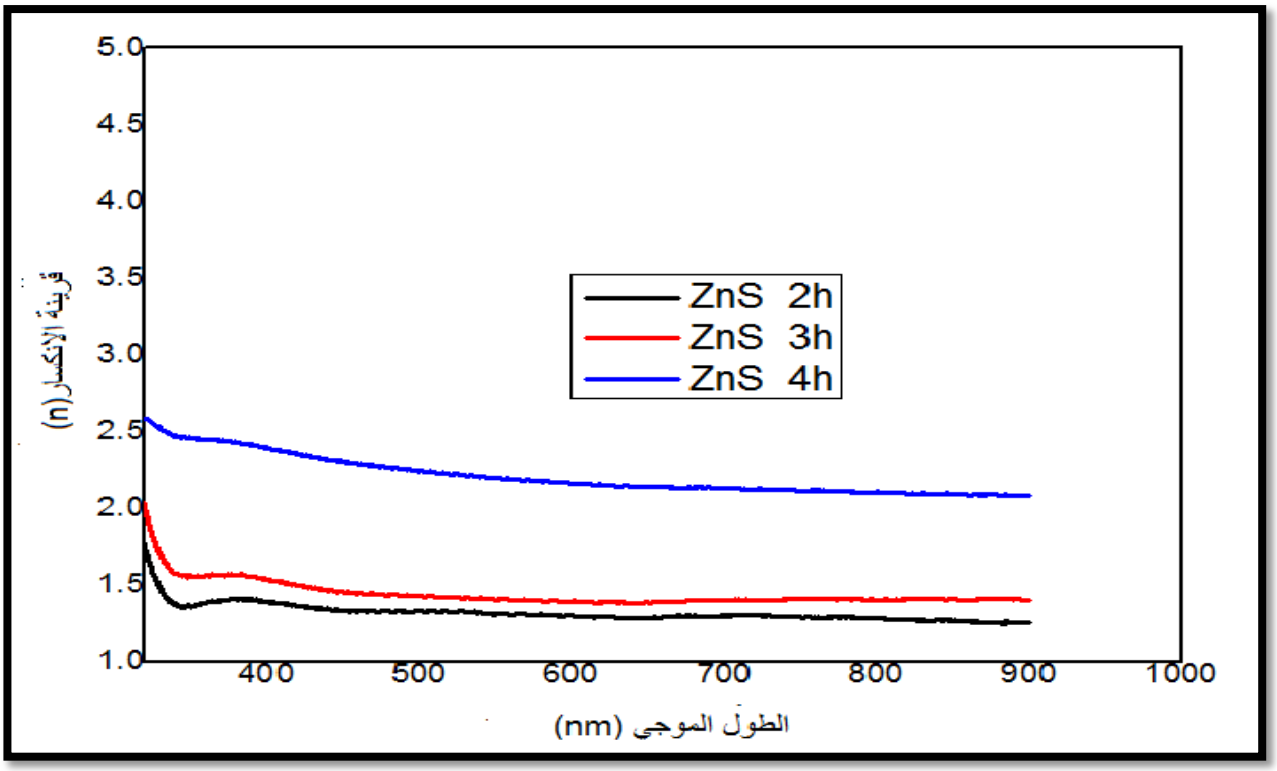
تم حساب السمك لشرائح كبريتد الزنك (ZnS) باستعمال برنامج (Hebel Optic) وهذا من خلال قيم النفاذيةT، إذ نلاحظ بأن سمك الغشاء يزيد مع زيادة مدة الترسيب وهذه النتائج موضحة في الجدول التالي:

الجدول (III-3): يبين تأثير مدة الترسيب على السمك.

مدة الترسيب (h)	السمك d (nm)
2	**195.5**
3	**201.47**
4	**331**

III-2-9 حساب قرينة الانكسار n:

تم حساب قرينة الانكسار لشرائح كبريتيد الزنك (ZnS) وهذا باستعمال المعادلة (II-15) حيث تم رسم جميع المنحنيات نسبة للطول الموجي كما يبينه الشكل (III-11).



الشكل (III-11): منحنى يبين تغير قرينة الانكسار بدلالة الطول الموجي λ.

ومن الشكل (III-11) نلاحظ ان قرينة الانكسار ثابتة عند الاطوال الموجية الاكبر من 500 nm. تبدأ بالزيادة ببطئ عند[500 nm - 400]، ونلاحظ قرينة الانكسار تكون قيمتها عند الطول الموجي 500 حوالي 2,23 بالنسبة للشريحة المرسبة في 4 h وهذه النتيجة تتوافق مع [7]، وتتغير قيمها في حدود (1,33- 1,4) بالنسبة للشرائح المرسبة في 2h، 3h.

خـلاصة:

في هذا الفصل قمنا بتحديد الخصائص البنيوية والبصرية لشرائح كبريتيد الزنك المرسبة في ازمنة مختلفة، ومن خلال النتائج المتحصل عليها عن طريق انعراج الاشعة السينية (DRX) والتحليل الطيفي (UV-VIS) لاحظنا في الخصائص البنيوية إن الشرائح المرسبة في(2h، 3h) عبارة عن أغشية ذات بنية عشوائية والشريحة المرسبة في (4h) شريحة بلورية، وفي الخصائص الضوئية رأينا أن مدة الترسيب تؤثر على مختلف الثوابت البصرية.