جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة

ماستر اكاديمي

مجل : علوم المادة

فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء المواد

من اعداد : رتيبة نسيل

بعنوان :

دراسة بعض الخصائص البصرية لزجاج فلورو- فوسفاتي

نوقشت يوم : 10/ 07 /2019

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

عبد الزين	أستاذ محاضر(أ)	جامعة ورقلة	رئيسا
إبراهيم غرمي	أستاذ مساعد (أ)	جامعة ورقلة	مناقشا
عمر بن طويلة	أستاذ محاضر (ب)	جامعة ورقلة	مشرفا

الموسم الجامعي:**2019/2018**

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة

ماستر اكاديمي

مجل : علوم المادة

فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء المواد

من اعداد : رتيبة نسيل

بعنوان :

دراسة بعض الخصائص البصرية لزجاج فلورو- فوسفاتي

نوقشت يوم : 10/ 07 /2019

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

عبد الزين	**أستاذ محاضر (أ)**	**جامعة** ورقلة	رئيسا
إبراهيم **غربي**	**أستاذ مساعد (أ)**	**جامعة ورقلة**	**مناقشا**
عمر بن طويلة	**أستاذ محاضر (ب)**	**جامعة ورقلة**	**مشرفا**

الموسم الجامعي:**2019/2018**

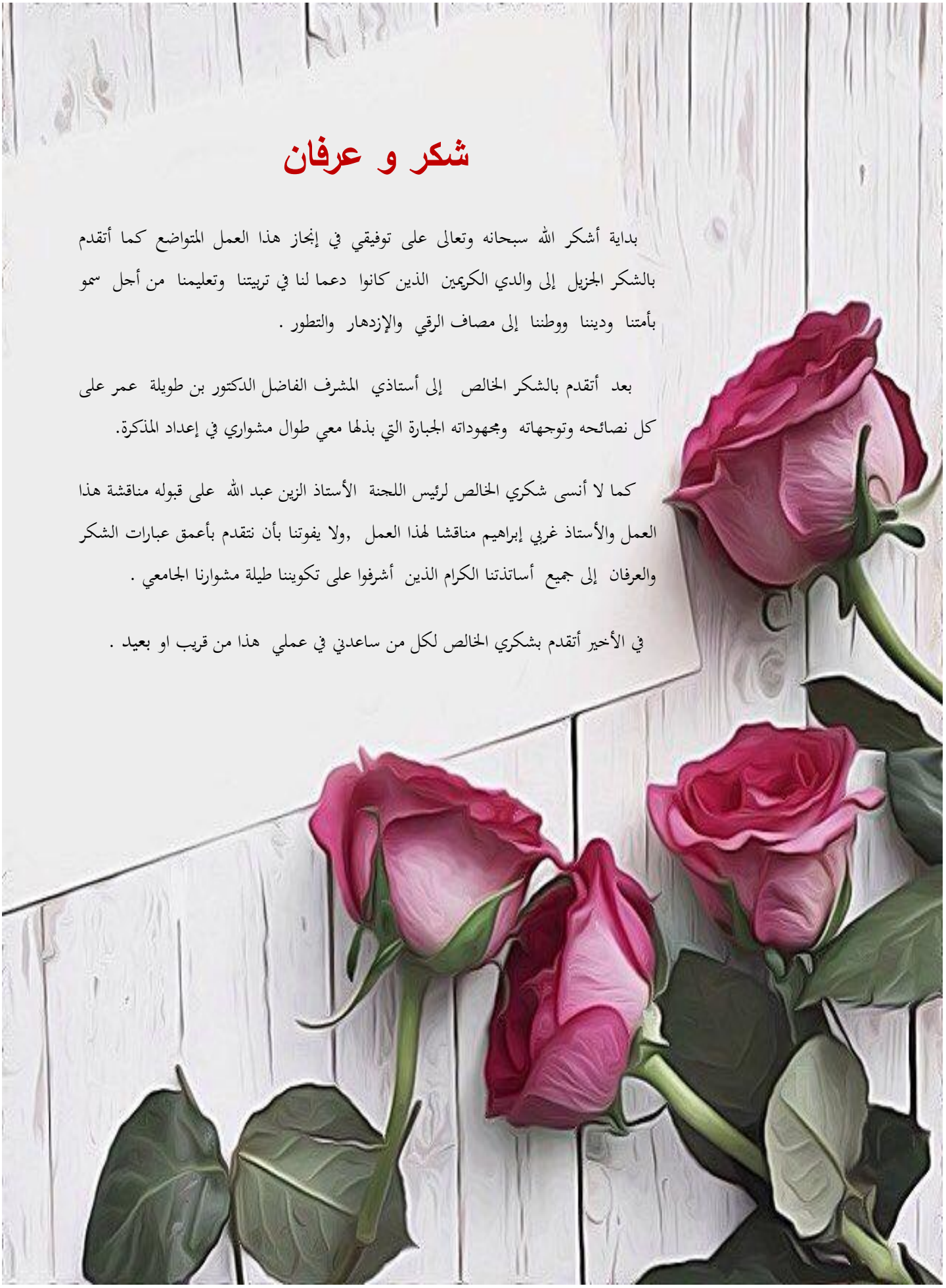
شكر و عرفان

بداية أشكر الله سبحانه وتعالى على توفيقي في إنجاز هذا العمل المتواضع كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى والدي الكريمين الذين كانوا دعما لنا في تربيتنا وتعليمنا من أجل سمو بأمتنا وديننا ووطننا إلى مصاف الرقي والإزدهار والتطور .

بعد أتقدم بالشكر الخالص إلى أستاذي المشرف الفاضل الدكتور بن طويلة عمر على كل نصائحه وتوجهاته ومجهوداته الجبارة التي بذلها معي طوال مشواري في إعداد المذكرة.

كما لا أنسى شكري الخالص لرئيس اللجنة الأستاذ الزين عبد الله على قبوله مناقشة هذا العمل والأستاذ غربي إبراهيم مناقشا لهذا العمل ,ولا يفوتنا بأن نتقدم بأعمق عبارات الشكر والعرفان إلى جميع أساتذتنا الكرام الذين أشرفوا على تكويننا طيلة مشوارنا الجامعي .

في الأخير أتقدم بشكري الخالص لكل من ساعدني في عملي هذا من قريب او بعيد .



فهرس المحتويات

شكر وعرفان	I
فهرس المحتويات	II
فهرس الأشكال	IV
فهرس الجداول	V
1 مقدمة عامة	**7**
الفصل الأول:مفاهيم عامة حول الزجاج	
مقدمة	**9**
1-1 لمحة تاريخية	**9**
1-2 حالات المادة	**12**
1-2-1 الحالة الغازي	**12**
1-2-2 الحالة السائلة	**12**
1-2-3 الحالة البلازمية	**12**
1-2-4 الحالة الصلبة	**12**
1-3 الحالة الزجاجية	**13**
1-4 تعريف الزجاج	**14**
1-5 بنية الزجاج	**14**
1-6 البنية البسيطة للزجاج	**14**
1-7 البنية المركبة للزجاج	**15**
1-8 أنواع الزجاج	**15**
1-8-1 الزجاج الأكسيدي	**15**
1-8-2 الزجاج الهالوجيني	**15**
1-8-3 زجاج العناصر الكالكوجينية	**16**
1-8-4 زجاج بعض الأملاح و المواد العضوية	**16**
1-9خواص الزجاج	**16**
1-9-1 الخواص الكهربائية	**16**
1-9-2 الخواص الميكانيكية	**16**
1-9-3 الخواص الحرارية	**17**
الخاتمة	**18**
المراجع	**19**
الفصل الثاني : الخصائص البصرية للزجاج الفلورو-فوسفاتي	
مقدمة	**21**

1.2الخواص البصرية	**21**
1.1.2النفاذية	**21**
2.1.2الإنعكاسية	**21**
3.1.2الإمتصاصية	21
4.1.2معامل الإمتصاص	22
5.1.2معامل الخمود	22
2.2قرينة الإنكسار الخطي	22
3.2إنتقال بصري	24
4.2إنتقال الأشعة فوق البنفسجية المرئية	24
5.2 مبدأ عمل جهاز تحليل الأشعة فوق البنفسجيةالمرئية	25
1.5.2مكونات جهاز جهاز تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية	25
2.5.2أنواع أجهزة التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية و المرئية	25
6.2فجوة الطاقة	25
2-7تحديد الفاصل الطاقي	25
8.2 طاقة أورباخ	28
خاتمة	30
الفصل الثالث: تعين بعض الخصائص البصرية لزجاج الفلورو–فوسفاتي	
مقدمة	33
1 تركيب الزجاج المدروس	33
2 الكتلة الحجمية والحجم المولي	34
3 الخصائص البصرية :تحليل منحنيات النفاذية	36
4معامل الإمتصاص	38
5 تحديد الفاصل الطاقي	38
الخاتمة	43
مراجع	44

قائمة الأشكال

الفصل الأول	
الشكل(I-1):أحجار النسيج المستعملة في صناعة بعض الأدوات	9
الشكل (I-2):يظهر قطعة من الزجاج الإسلامي وكذلك إناء كيميائي زجاجي مصنوع بأسلوب النفخ	10
الشكل (I-3):يمثل ظاهرة إنتقال الزجاج	13
الفصل الثاني	
الشكل(II -1):يمثل عبور الضوء في وسط زجاجي بقرنتين مختلفتين	23
الشكل(II -2): يمثل مكونات جهاز Abbé	24
الشكل(II -3): يمثل صورة لجهاز تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية	26
الشكل (II -4): يمثل مخطط لجهاز الأشعة فوق البنفسجية المرئية	26
الشكل (II -5):يمثل طاقة Eg في حالة النقل المباشر	28
الشكل (II -6): يمثل طاقة Eg في حالة النقل غير المباشر	28
الفصل الثالث	
الشكل(III -1): : يمثل تغير الحجم المولي وكثافة الحجمية بدلالة SrF_2	36
الشكل III (-2): منحنى النفاذية للعينات المدروسة	37
الشكل(III -3): تغير معامل الامتصاص بدلالة طاقة الفوتون	38
الشكل (III -4):منحنى يمثل تحديد الفاصل الطاقي من($\frac{(\alpha h\nu)^{2}}{h\nu}$) خلال تغيرات	39
الشكل (III -5) :منحنى يمثل تحديد الفاصل الطاقي من خلال تغيرات $(\alpha h\nu)^{1/2}$ وفقا لتغيرات الطاقة $(h\nu)$	40
الشكل (III -6):يمثل منحنى تغير طاقة في حالة النقل المباشر وغير المباشر مع زيادة في تركيز SrF_2	41

قائمة الجداول

الفصل الثالث	
الجدول (III –1):يمثل تراكيز العناصر الكيمائية الداخلة في تركيب الزجاج الفلورو–فوسفاتي	33
الجدول (III –2):يمثل قيم قرينة الإنكسار والسمك للعينات الأربعة	34
الجدول(III –3):يمثل قيم الكتلة الحجمية والحجم المولي للعينات الأربعة	35
الجدول(III –4):يمثل قيم الطاقة في حالة النقل المباشر وغير مباشر للعينات الأربعة	40
الجدول(III –5):يمثل قيم طول موجة القطع في حالة النقل المباشر وغير مباشر للعينات الأربعة	41

مقدمة عامة

يعتبر الزجاج من المواد المهمة في عالمنا ،حيث أخذ إهتماما كبيرا خاصة في المجال العلمي والتقني وهو أكثر مادة أستعملت في شتى المجالات منذ زمن قديم فكان يتم استخدامه في صناعة الأواني الزجاجية والحلي، منذ ذلك الحين والزجاج يعتبر أساس العديد من الصناعات في مختلف المجالات وقد ظهرت بشكل واسع في الحياة المعاصرة فهو يستخدم في مختلف التركيبات الضوئية والطبية والعلمية والصناعية ،فمثلا زجاج السيليكا ونظر لشفافيته العالية في المجال المرئي ، فهو يستخدم لنقل الإشارات لمسافات بعيدة دون توهينها ،وفي وقتنا الحالي وبسبب التغير والتعديل في التركيب الكيميائي وفي عمليات التشكيل ، أصبح للزجاج تكنولوجيا عالية جعلت منه منتجا لا يمكن الإستغناء عنه في أي مجال .

حيث قمنا في الفصل الأول بتقديم لمحة تاريخية عن الزجاج وبنيته وأنواعه وخواصه و الحالات المادة .

أما في الفصل الثاني قمنا بعرض الخواص البصرية وهي النفاذية ,الإنعكاسية ,الإمتصاصية وكذلك معامل الإمتصاص وقرينة الإنكسار , وكما تعرفنا على تقنية التحليل بالأشعة فوق البنفسجية المرئية التي تم بواسطتها العمل ,وعلى مبدأ عمله وأنواعه

كما قمنا بشرح فجوات الطاقة والفاصل الطاقوي لزجاج في حالة النقل المباشر وغير مباشر .

أما في الفصل الثالث الذي كان تجريبيا بحتا حيث قمنا بالتعريف على العينة ومكوناتها الكيميائية ,حيث وضعت العينة في جهاز تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية فتم رسم بعض المنحنيات كمنحنى الكتلة الحجمية والحجم المولي بدلالة تركيز SrF_2.كما قمنا برسم منحنيات النفاذية ومعامل الإمتصاص وبعدتحليل المنحنيات تحصلنا على قيم الطاقة في حالة النقل المباشروغير مباشرة والحصول على أطوال موجات القطع.

إذن يعتبر الزجاج جسم صلب لابلوري ولكي نبسط الطبيعة وخصائص الزجاج نقوم بدراسة الخصائص البصرية للزجاج الفلورو–فوسفاتي

الفصل الأول

الفصل الأوّل : مفاهيم عامة حول الزجاج

مقدمة:

يعتبر الزجاج من المواد المهمة حيث أخذ اهتماما كبيرا في المجال العلمي والتقني لفترة طويلة لأن الزجاج يكتسب عدة هياكل فيكون علي شكل سائل وذلك تحت درجات الحرارة المرتفعة وهذا ما يسمح بتغير خصائصه وتنوعها ،إلا أن تطبيق العلم لتحسين الزجاج والعمل على تطويره أخذ وقت طويل حيث تعمل التطبيقات الجديدة على تحسين بنية الزجاج هذا ما يزيد من تطوره التكنولوجي في ب المجالات وبإنتاج ضخم في الألياف البصرية والطلاء ،إن صناعة الزجاج تغطي كثير من التطبيقات في العديد من التخصصات تشمل الكيمياء ، الميكانيك والبصريات(1).

1-1. لمحة تاريخية:

عرف الإنسان الزجاج منذ العصر الحجري حيث استخدم حجر السبج (أو الأوبسيديان (Obsidian)، وهو حجر من الأحجار الكريمة، طبيعيّ البنية، أصله بركاني، ومن مسميّاته أيضا: الحجر الزجاجي الأسود) لتشكيل أدوات القطع والسهام والمرايا.

شكل (I-1): أحجار السبج المستعملة في صناعة بعض الأدوات

لا يُعرف الكثير عن المحاولات الأولى لصنع الزجاج، إذ أنّ أقدم جسم صنعه الإنسان من الزجاج وجد في مصر حوالي 3000 عام قبل الميلاد ، ومع ذلك يعتقد بعض المؤرخين أن اكتشاف الزجاج يعود إلى المصادفة حين استخدم تجار (أو بحّارة) فينيقيون حجارة النطرون (وهي مادة كلسيّة أقوى من الملح) لبناء مواقد لطهي طعامهم على شاطئ عكا الغني بالرمال، وبعد إشعال النار تفاعلت حجارة النطرون مع الرمال النقية وذابا معا لتشكيل سائل شفّاف أدّى إلى ظهور مادة زجاجية عند تصلّبه، إلاّ أنّ قسما آخر من المؤرخين، يعتقد أنه تم اكتشاف صناعة الزجاج منذ 4000 عام أو أكثر في بلاد ما بين النهرين. وكان هذا الزجاج ذا تركيب قريب جدا من الزجاج الحالي ويحصل عليه من خلال صهر مزيج من الرمل و رماد النباتات البحرية، بعدها انتقلت صناعة الزجاج إلى مصر، وصور، وصيدا، وبلاد فارس، وروما خلال هذه الفترة كانت صناعة الزجاج محدودة وغامضة و مقتصرة على الكهنة والسحرة وكانت الأواني والقطع الزجاجية تعتبر مجوهرات وتحف نادرة لا يمتلكها إلا الأغنياء فقط[3-1].

اشتهرت الإسكندرية في القرن الأول الميلادي بصناعة الزجاج الشفاف، وكانت معظم غنيمة روما بعد انتصارها على كليوباترا عام 13م من الزجاج. واهتم العالم الإسلامي بصناعة الزجاج وخاصة في بلاد الشام ومصر واسيا الوسطى والمغرب العربي. واشتهرت دمشق بصناعة الأواني الزجاجية والمذهّبة والمنقوشة بكتابات وآيات قرآنية لا تزال متاحف العالم تحتفظ بكثير منها.

شكل (I–2): (إلى اليمين) قطعة من الزجاج الإسلامي ترجع للقرن الثالث عشر الميلادي [4] (إلى اليسار) إناء كيميائي زجاجي مصنوع بأسلوب النفخ خالٍ من الزخارف ليسمح بملاحظة عمليات التفاعل الكيميائي يرجع إلى العصر العبّاسي (3–4هـ / 9–10م) [5]

ثم انتقل هذا الفن إلى أوروبا مع الحروب الصليبية بين القرنين 11 و 13م، واشتهرت في ايطاليا بين بيزا وجنوة والبندقية وفلورنسا. وما يزال الزجاج المنتج من جزيرة مورانو يحتل مكانة رائدة في العالم، ويعد الكتاب الذي ألفه عالم فلورنسا

"أنتونيو نيري" سنة 612م أول كتاب علمي يبحث في فن صناعة الزجاج واستخدام أكسيد الرصاص في صناعته ، وقد طور الإنكليزي "رافسكروفت" فن صناعة الزجاج البلوري (الكريستال)، وعمل الفرنسيون على تطوير تقنيات صب الزجاج ودرفلته تاج زجاج المرايا التي زين بها قصر فرساي ومع تطوير أفران صهر الزجاج من قبل الأخوة "سيمنس" وطريقة "سولفي" لتصنيع الصودا وظهور آلات تشكيل الزجاج وصبه ونفخة في القرن التاسع عشر تبدل حال الزجاج من حرفة إلى صناعة .

يميل أغلب العلماء اليوم إلى الاعتقاد بأن صناعة الزجاج قد تطورت على مدى فترة طويلة من الزمن من خلال تجارب باستخدام مزيج من رمل السيليكا أو حصى الكوارتز المطحونة والقلويات، كما قد تكون الصناعات الأخرى ذات الحرارة العالية، بما في ذلك السيراميك والأدوات المعدنية، مصدر إلهام لصانعي الزجاج الأوائل. لا أحد يعلم! [3] .

إن الفهم الجيد للطبيعة الفيزيائية والكيميائية للزجاج رافقه تقدم تقني مكّن الزجاج بأن يكون المكون الرئيسي في الأجهزة البصرية، إذ تمّ استخدامه لأول مرة في صناعة النظارات عام 1280م وفي تصنيع عدسات المناظير الفلكية عام 1590م في ايطاليا. وفي انكلترا، خلال القرن السابع عشر، تم استخدام الأفران التي تعمل بالفحم الحجري في صناعة الزجاج، وفي نهاية القرن الثامن عشر حدث تطور صناعي هائل بفضل علم الكيمياء حيث تم استبدال رماد النباتات البحرية بالصودا التي يتم إنتاجها باستخدام الملح البحري وكما أنه تم إضافة الجير إلى مكونات الزجاج لتحسين مقاومته الكيميائية. وخلال عام 1875م قام كل من Schott وZeiss في ألمانيا بإضافة الأكاسيد إلى مكونات الزجاج مما أدّى إلى صناعة أنواع جديدة من الزجاج، وفي السنوات الموالية حدث تطور كبير في المواد المشكلة للزجاج، وفي عام 1920م تم في بريطانيا بواسطة W.E.S Turner إجراء قياسات لخصائص الزجاج الفيزيائية وقد كانت هذه القياسات الأكثر دقة. كما كان لأعمال العالم Tammann المنشورة عام 1930م الفضل الكبير لتوجيه أنظار الباحثين لدراسة الحالة الزجاجية للمادة. وبعد الحرب العالمية الثانية حدث تطور كبير حيث ظهر بشكل واضح ما يُسمّى بـ" علم الزجاج" (Glass science)، وكان من نتائج هذا أن تطورت إستخدامات الزجاج فبعد أن كان يستخدم في الإستعمالات العادية مثل صناعة العدسات وزجاج النوافذ والسيارات وغيرها، أصبح الزجاج يستخدم في صناعة الألياف البصرية والليزرات [1].

1-2.حالات المادة:

للمادة أربع حالات: الغازية والسائلة والصلبة، والحالة الرابعة هي البلازما.

1.2.1. الحالة الغازية:

تكون الجزئيات متباعدة عن بعضها البعض، فهي تتحرك في كل الاتجاهات مما يفسر توسع الغاز في كامل الفضاء الذي يحيط به[6].

2.2.1. الحالة السائلة :

تكون جزئيات المادة في الجسم السائل قريبة من بعضها البعض وأكثر حركة وهذا ما يفسر قابلية السوائل للجريان واتخاذ شكل الإناء الذي يحويها[6].

3.2.1. الحالة البلازمية:

حالة مادية أخرى، وهي عبارة عن وسط غازي منأين يحوي عددا كبيرا وكافيا من الجسيمات المشحونة سلبيا و المشحونة إيجابيا والجسيمات الحيادية[6].

4.2.1. الحالة الصلبة:

تكون حبيبات المادة في الجسم الصلب متراصة ومتقاربة جدا وهي عمليا شبه ساكنة مما يجعل للأجسام الصلبة شكلا خاصة، ولها قسمان[6].

أ-المواد الصلبة المتبلورة:

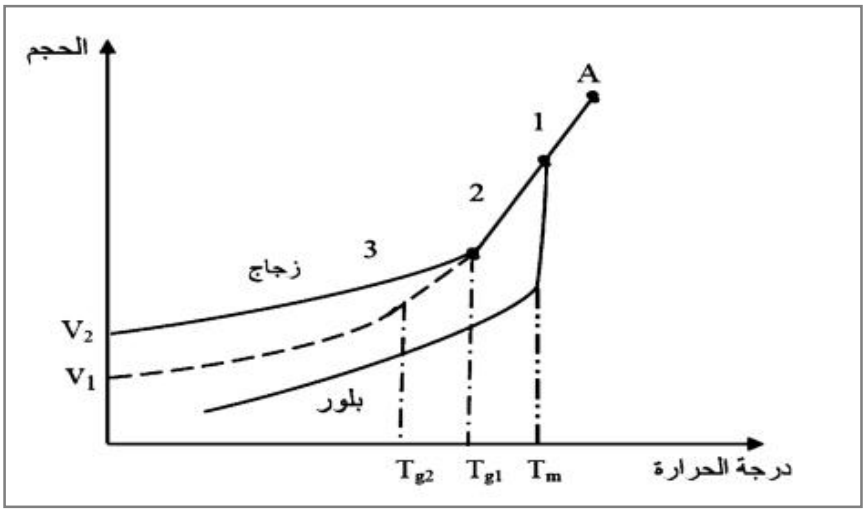
تكون ذراتها متبلورة بشكل دوري تملك نوعا من التماثل حيث يكون تكرار لخلية واحدة وتحتفظ البلورة التامة بهذه الدورية في أبعادها الثلاثة إلى مالا نهاية لكل محور.

ب-المواد الصلبة غير المتبلورة :

وزن ذراتها بشكل عشوائي بحيث لايكون لها خلية وحدة تتكرر وتعتبر السوائل ومنصهرات المعادن البلورية مواد عشوائية الترتيب الذري مثل الكربون والزجاج، عند إخضاع الزجاج لتحليل حراري تباييني فإنه يظهر تحولا خاصا يميزه عن باقي المواد اللامتبلورة ، يحدث ذلك عند درجة حرارية معينة تدعى درجة الانتقال الحراري .

1-3.الحالة الزجاجية:

عندما نبرد منصهر زجاجي لتركيب بلوري عشوائي يحدث له تقليص أي تناقص في الحجم مع انخفاض درجة الحرارة أي أن الزجاج السائل يكون في درجة حرارة أكبر من درجة حرارة الانصهار عندما يتعرض إلى درجة حرارة منخفضة فإن الذرات تفقد طاقتها وتتصلب حيث تكون خليط (صلب – سائل) لكنه لا يحمل صفات السائل ومع انخفاض درجة الحرارة يثبت الحجم وعندها تسمي درجة الحرارة بدرجة حرارة الانتقال الزجاجي[7]Tg.



الشكل (I-3): يمثل ظاهرة انتقال الزجاجTg

4.1.تعريف الزجاج

يُصطلح على الزجاج أنه مادة صلبة تتوزع الذرات فيها بشكل عشوائي على مسافات متساوية مما يجعل منها مادة تمتلك بنية لابلورية وتظهر تحولا زجاجيا عند تسخينها باتجاه تكوين السائل[4]

5.1 . بنية الزجاج :

لقد وضعت عدة فرضيات من أجل دراسة بنية الزجاج ومن بينها النظرية البلورية ومبدأها أن الزجاج يتشكل من مجموعة من المجالات الذرية الصغيرة والمرتبة تدعى بالبلورات أما النظرية الثانية التي وضعت من طرف(زاشرزان) سنة 1932م تحث على عدم وجود مجالات ذرية مرتبة تعتمد بنية الزجاج على طبيعة ونسبة الأكاسيد المكونة له. وتنقسم إلى قسمين [5]

6.1. البنية البسيطة للزجاج :

تشكل الزجاج البسيط من نوع واحد من الأكاسيد حيث يكون للجزيئات ترتيب عشوائي ويمثل بالشبكة العشوائية تأخذ هذه الأخيرة أشكال متعددة الأوجه وهي[8]. :

P_2O_5 الزجاج الفوسفات

SiO_2الزجاج السيلكا المكون من جزئ

B_2O_3 الزجاج المكون من البورات

نموذج Gold Smith

نموذجZachariazen

7.1.البنية المركبة للزجاج :

الزجاج المركب هو زجاج يتشكل من أكسيدين فأكثر من الأكاسيد ولقد صنفت هذه الأكاسيد من حيث وظائفها في الشبكة الزجاجية إلى مايلي [9].:

-الأكاسيد المغيرة لبنية الزجاج : والتي تكون صغتها من الشكل $AO_2..K2O.Li_2O.Na_2$

-. الأكاسيد الوسيطية : وهي الأكاسيد التي صغتها من الشكل$PbO.ZnO.Al_2O$.

- الأكاسيد المشكلة للشبكة في بنية الزجاج وهي$SiO_2.AO_2.B_2O_3.P_2O_5$

8.1. أنواع الزجاج :

هناك العديد من الزجاج من بينها :

1.8.1 الزجاج الأكسيدي :

وله عدة أنواع زجاج من أكسيد الجرمانيوم ، زجاج أكسيد السيلسيوم، زجاج اكسيد البور و زجاج أكسيد الفوسفور ،يتميز هذا النوع بخصائص ترموميكانيكية ممتازة ويستعمل لصناعة الألياف الزجاجية البصرية وبعض أنواع زجاج اللحام مع المعادن ويستعمل في تطبيقات زجاج الليزر لأغراض الاندماج النووي[10].

2.8.1الزجاج الهالوجيني:

تشكل بعض مركبات الفلوريدات أنواعا من الزجاج اللاعضوي وهي ذات أهمية تجارية خاصة نظرا لنفوذيتها للأشعة تحت الحمراء ولإستخدامها في الألياف البصرية للإتصالات[11].

3.8.1.زجاج العناصر الكالكوجينية :

تعد بعض العناصر الكالكوجينية مثل الكبريت السيلسيوم والتبلور وخلائطها أساس زجاج الكالكوجينات الذي يتميز بشفافيته لأشعة تحت الحمراء كما يستخدم نوافذ لهذه الأشعة وتتميز جزيئاته بروابط كيميائية متكافئة وقرنية إنكسار خطي أكبر من 2[11].

4.8.1.زجاج بعض الأملاح والمواد العضوية :

يمكن الإشارة أن مصهور بعض الخلائط بعض الأملاح مثل نترات البوتاسيوم ونترات الكالسيوم تتصلب على شكل مادة زجاجية كما يمكن تحويل كل من الإثانول بروبيل الغليكول الغليسرين والغلوكوز بالتبريد إلى بنية زجاجية[10]

9.1 .خواص الزجاج :

يوجد للزجاج أربعة خواص وهي :

1.9.1. الخواص الكهربائية :

الزجاج رديء التوصيل الكهرباء في درجات الحرارة العادية ويعد في هذه الناحية من المواد العازل وتختلف مقاومة الزجاج للكهرباء بإختلاف تراكيبة ولزجاج السيلكون خواص كهربائية ممتازة وتقل مقاومة الزجاج لتيار الكهربائي بإرتفاع درجة الحرارة كما أن السطح الخشن لزجاج يقلل من مقاومة التيار[12].

2.9.1 الخواص الميكانيكية :

في درجة حرارة عادية تختلف عن درجة حرارة الإنتقال إلى الحالة الزجاجية يسلك الزجاج سلوك جسم صلب مرن مثالي تقريبا وتحت تأثير إجهاد متزايد Tg

ناسب تشوه الزجاج خطيا مع الإجهاد حتى الإنهيار الذي يحصل من دون إنذار فإن الزجاج يظهر خاصية المرونة Tg أما عند درجة الحرارة التقريبية[12].

3.9.1 الخواص الحرارية:

1.3.9.1لتوصيل الحراري:

للزجاج توصيل حراري ضعيف حيث نجد معدل سريان الحرارة في الزجاج أقل مقارنة من بقية المعادن ,أي مهما تغير تركيب الزجاج فإن التوصيل الحراري لن يتغير كثيرا[12].

2.3.9.1 الكثافة:

تمثل كثافة الزجاج تجاريا وزن المتر المكعب بالكيلوغرامات وتعين بحاصل قسمة الكتلة على الحجم فتقدر كثافة الزجاج 2.4والزجاج المتعادل2.3والزجاج الحراري 2.2[12].

3.3.9.1 اللزوجة :

تعد اللزوجة من أهم الخواص التي تتحكم بسلوك الزجاج أثناء مراحل الإنصهار ,التشكيل والمعالجة الحرارية وتتعلق لزوجة الزجاج خصوصا بالتركيب الكيمياوي ودرجة الحرارة [12].

4.3.9.1 البقاء الكيميائي:

البقاء الكيميائي للزجاج هو مفهوم يعبر عن مدى مقاومة الزجاج للتآكل الناتج عن تعرضه للمحاليل المائية كالأحماض ورطوبة الجو والعوامل الكيميائية بصفة عامة ويتميز الزجاج السيليكاتي بمقاومة أكبر لهذه العوامل نظرا لقوة الروابط بين جزيئاته[12].

الخاتمة

يمتلك الزجاج مكانة مرموقة في الحياة اليومية بفضل خصائصه الفريدة , كمرشح اصطفائي للضوء و حاجز حراري و مقاوم للتآكل و مادة هندسية هذا ما شجع على تطوير الأنواع الجديدة من الزجاج و استكشاف تقنيات جديدة مثل زجاج الكالكوجينات , زجاج نصف ناقل ,زجاج الليزر فان صناعة الزجاج تصنف ضمن صناعات المستقبل, لا يتسع المجال إلا للإشارة إلى ابرز التطبيقات المستقبلية مثل الزجاج المشع لمعالجة الأورام , الزجاج لتخزين النفايات النووية الزجاج القابل للانحلال كأسمدة زراعية , الزجاج في الهندسة المدنية

قائمة مراجع

[1] Jerzy Zarzycki , Glasses and the vitreous state, Cambridge (1991)

[2] "History of Glass", https://www.historyofglass.com, Retrieved 06-06-2019.

[3] "The Origins Of Glassmaking" in *Corning Museum Of Glass*, https://www.cmog.org/article/origins-glassmaking, Retrieved 06-06-2019.

[4] "The Luck of Edenhall" in *Victoria and Albert Museum*, http://collections.vam.ac.uk/item/O3311/the-luck-of-edenhall-beaker-and-case-unknown, Retrieved 06-06-2019.

[5] Mona al-Moadin, "Glass vessel possibly for chemistry" in *Discover Islamic Art*, MuseumWith No Frontiers, 2019. http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=object;ISL;sy;Mus01;15;en, Retrieved 06-06-2019.

[6]عرباوي صالح, نمذجة التبادل الأيوني في الزجاج,مذكرة ماستر أكاديمي ,جامعة قاصدي مرباح,ورقلة 2016/06/01

[7]ذكار صليحة ,صندالي فطيمة الزهراء,تعين المقاطع الفعالة للإصدار لأيون الإيربيوم في بعض أنواع الزجاج ,مذكرة ماستر أكاديمي جامعة قاصدي مرباح ورقلة . 2017/05/25

[8]سعود بن حميد الليحاني,الليزر وتطبيقاته,كتاب إلكتروني

https://www.alfreed-ph.com/2013/10/blog-post-29.html

[9]Adbeenour BOURZAMA " Etud de laSur face de verre et du verre silanise par AFM dynamique et par spectroscopie laser :Application a l'écoulement d'un liqude".Mémoire de Magister ,Université Badji Mokhtar-Annaba.2009 .

[10] TIOUA Belkheir. "Etude spectroscopique des ions trivalents de terre rares dans les verre sb 2o3-M2o",mémoir de magister ,centre universitaire EL-oude 2010 .

[11]شهاب أحمد زيدان الجبوري ,علم السيراميك والزجاج,قسم العلوم التطبيقية ,الجامعة التكنولوجية.

http://uotechnology.edu.ip/appsciences/material/Lacture-material/thrid-class/3-seramic.pdf

[12] J le Person. "verre de sulfures:spectroscopie des ions de terres –rares ,fibres micostructurées et nouvelles compositions" , thése de doctorat ,université de Rennes1,2008 .

الفصل الثاني

الفصل الثاني : الخواص البصرية للزجاج

مقدمة

تعتمد دراسة الخصائص البصرية لعينة من الزجاج علي مجموعة من الوسائط المهمة التي من خلالها ندرس تغيرات أطياف هذه الوسائط بدلالة الطول الموجي .ومن أبرز هذه الوسائط (النفاذية –الامتصاصية –الانعكاسية)وباستغلال هذه الأخيرة نتحصل على المزيد من الخواص البصرية (سمك العينة –قرينة الانكسار –معامل الخمود).

1.2 . الخواص البصرية

تمثل الخصائص البصرية في ثلاثة ظواهر أساسية تجاه الأمواج البصرية(الضوئية)وهي : الانعكاس ،الانكسار و النفاذية ، بحيث تمثل هذه الظواهر في ثلاثة متغيرات النفاذية الانعكاسية والامتصاصية وكذلك معامل الامتصاص [1].

1.1.2 النفاذية T

وهي النسبة بين شدة الضوء النافذة ($\emptyset T$) من خلال المادة وشدة الضوء الواردة على سطحها ($\emptyset_0$)[1] .

$$T=\frac{\emptyset T}{\emptyset 0} \qquad \text{و} \qquad T\%=100*T$$

وكما يمكن حساب النفاذية بالعلاقة التالية:

$$T=(1-R)e^{-\alpha d} \qquad (1-II)$$

2.1.2 الانعكاسية R

معامل الانعكاسية بالتعريف هو شدة الضوء ($\emptyset R$) التي تنعكس على مستوى المادة بالنسبة لشدة الضوء الواردة ($\emptyset_0$)[1] .

$$R=\frac{\emptyset R}{\emptyset 0} \qquad \text{و} \qquad R\%=100*R$$

3.1.2 الإمتصاصية A

إن الامتصاصية لمادة معينة هي عبارة عن شدة الضوء الممتصة ($\emptyset A$)من طرفها بالنسبة لشدة الضوء الواردة ($\emptyset_0$)[1] .

$$A=\frac{\emptyset A}{\emptyset 0} \qquad \text{و} \qquad A\%=100*A$$

ويعطي التدفق الكلي بالعلاقة التالية :

$$Ø_0=ØT+ØR+ØA$$

$$A+R+T=1 \quad (2-II)$$

4.1.2. معامل الامتصاص α :

من أجل تحديد هذا المعامل نستخدم علاقة (Beer Lambert)التي تربط معامل الامتصاص مع النفاذية والانعكاسية[2].

$$\alpha = \frac{1}{d}\ln\left(\frac{1-R}{T}\right) \quad \text{أو} \quad T=(1-R)\,e^{-\alpha d} \quad (3-II)$$

$\alpha(cm^{-1})$: معامل الامتصاص

R: معامل الانعكاس

d(cm):سمك الطبقة

5.1.2 معامل الخمود K:

يمثل معامل الخمود كمية الطاقة الممتصة في المادة أي الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطسية , أي الفقدان الطاقة بسبب التفاعل بين الموجة والمادة وغيرهما من العوامل التي تسبب الفقدان في طاقة الموجة , ويمكن حساب معامل الخمود بالعلاقة التالية [3].:

$$K=\frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad (4-II)$$

2.2 قرينةالإنكسار الخطي n :

عندما يمر الضوء عبر وسطين مختلفين من معامل الانكسار , فانه ينكسر . يرجع هذا الانكسار إلى اختلاف في سرعة الضوء في هاتين البيئتين إذا مرت أشعة ضوئية بالهواء و بسرعة c في زجاج فان سرعة انتشارها تقل إلى v.نتيجة التفاعلات التي تحدث بين الإشعاع المضيء الايونات التي تشكل الزجاج. يتم بعد ذلك تعريف معامل الانكسار n بواسطة

النسبة التالية[4] :

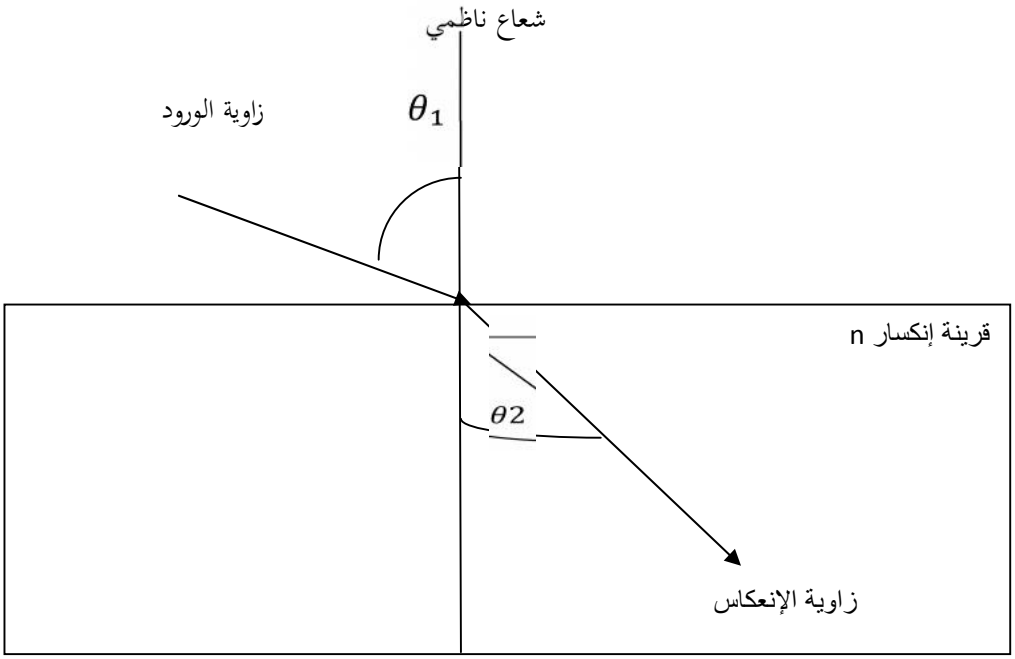
$$n = \frac{c}{v} \qquad (5\text{-II})$$

c: متوسط سرعة الضوء في الفراغ ($\mathbf{m/s}$)

v: سرعة الضوء في وسط زجاجي (m/s) كما يمكن وصف هذه الظاهر بقانون الإنكسار

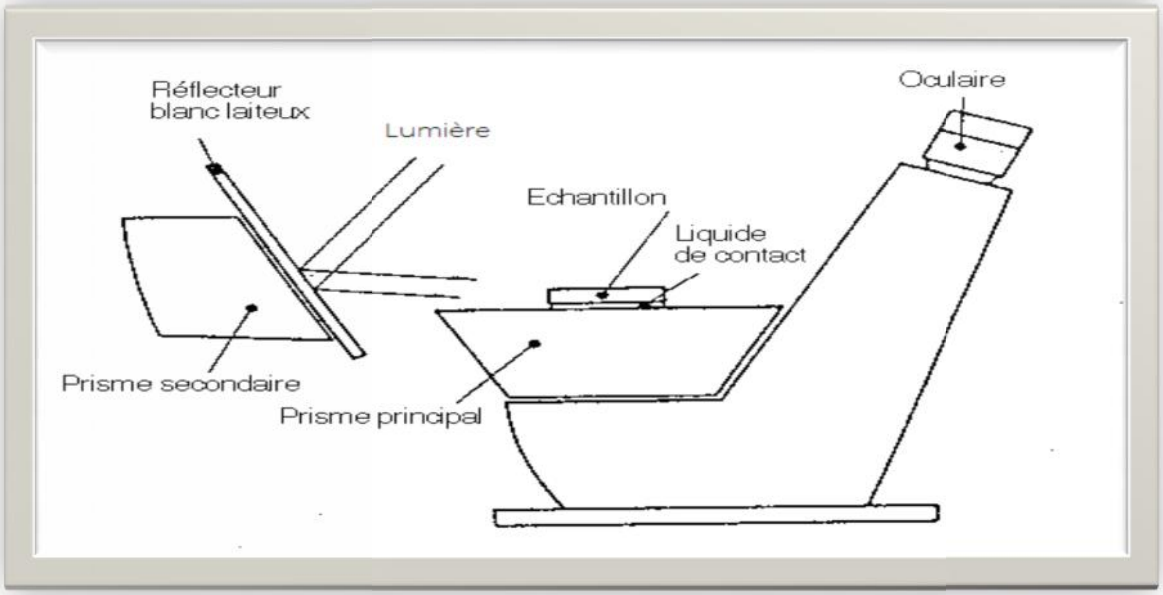
$$n = \frac{c}{v} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \qquad (6\text{-II})$$

في هذه المعادلة تشير θ_1 و θ_2 إلى زاوية شعاع الضوء في الطبيعة و زاوية شعاع الهواء في الزجاج على التوالي و يمثلn مؤشر الانكسار الزجاج حيث يرتبط باستقطاب الوسط و يعتمد على تكوين الزجاج في الفراغ ,وتكون سرعة الضوء ثابتة وبغض النظر عن طول الموجة ,و هذا ليس هو الحال في جميع الوسائط الأخرى لذلك يعتمد معامل الانكسار على طول الموجة , وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التشتت كلما زاد طول الموجة تنخفض قيمة الانكسارn



الشكل(II – 1):يمثل عبور الضوء في وسط زجاجي بقرينتين مختلفتين

و يتم قياس معامل الانكسار باستخدام مقياس إنكسار أبي فقط و التراكيب التي تجعل من الممكن الحصول على عينات مناسبة لها وجهان عموديان على الأقل قادران على الصقل يتم الإحتفاظ بها من أجل قياس معامل الإنكسار . وخطأ القياس هو 0.005[4].



الشكل (II –2) يمثل مكونات جهازAbbé

3.2 الإنقال البصري:

يتم إعاقة أي مادة لنقل الضوء بسبب التفاعل بين هذه المادة و الطاقة الضوئية ,و التي يمكن إن تحدث في حالة المواد التي تحتوي على الكترونات حرة مثل المعادن التي تكون غير شفافة تماما للضوء و يتم تحديد نافذةإنتقال أو شفافية الزجاج من قبل إثنين من الحدود في الطيف الكهرومغناطيسي . تتوافق حدود فجوة النطاق بأطوال موجبة قصيرة مع إمتصاص الضوء بواسطة التحولات الالكترونية من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل المادة,وترجع حدود الأضلاع المعتمدة , بأطوال موجبة طويلة , إلى اهتزازات الروابط الكيميائية و توافقياتها يقال أن هذين النوعين من الامتصاص متأصلان في المادة ,و يعتمدان بشكل مباشر على العناصر الكيميائية للمكون لها [4]

4.2 إنتقال في الأشعة فوق البنفسجية المرئية:

إن امتصاص الضوء في الأشعة فوق البنفسجية المرئية مشروط بتفاعله مع الايونات الزجاجية ,وبالتالي فان حد الامتصاص يتوافق مع العتبة التي يمتص منها كل الإشعاع تتوافق طاقة اصغر طول موجي ينقله الزجاج مع فجوة الطاقة بين شريط التوصيل و نطاق التكافؤ في المصفوفة الزجاجية بالنسبة إلى الأطوال الموجبة الأقصر ستكون طاقة الإشعاع اكبر و سنحصل على الامتصاص بالانتقال بين هذين الشريطين و لم يعد الزجاج شفاف

تم تسجيل أطياف إنتقال الأشعة فوق البنفسجية المرئية بإستخدام مقياس طيف Elmen Perkin Lambda والذي يعمل بين 200إلى 3000 نانومتر [5].

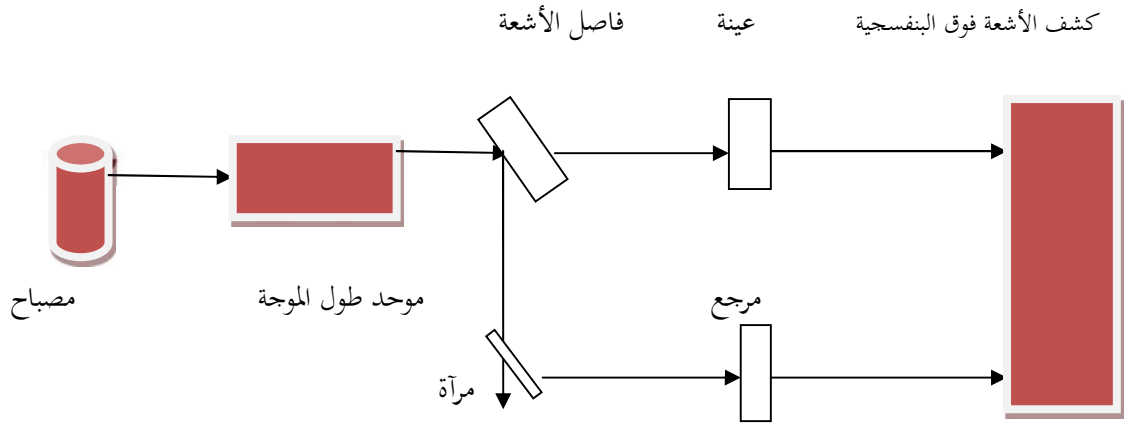
2. 5 مبدأ عمل جهاز تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية :

يعتبر التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية أوالطيف المرئي بالأشعة فوق البنفسجية تقنية طيفية تشتمل على فوتونات ذات أطوال موجية لها في مدى الأشعة فوق البنفسجية (100 نانو متر – 400 نانومتر),أو المرئي (400 نانومتر – 750نانومتر)أو بالقرب من الأشعة تحت الحمراء (750 نانو متر –1400نانو متر), عندما تتعرض للإشعاع في نطاق الطول الموجي هذا فمن المحتمل أن تخضع الجزيئات أو الأيونات لعملية إنتقال الإلكترون واحد أو أكثر , هذا التحليل الطيفي جزء من طرق التحليل الطيفي الإلكتروني.غالبا ماتكون الركائز التي تم تحليلها في محلول ,ولكن قد تكون أيضا في مرحلة الغاز ونادرا ما تكون في الحالة الصلبة .حيث أن طيف الإلكترون هو الوظيفة التي تربط شدة الضوء التي تمتصها العينة ويتم تحليلها كدالة الموجة وغالبا مايتم تقديم الطيف كدالة إمتصاص بدلالة الطول الموجي[1].

1.5.2 مكونات جهاز تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية :

- المصدر
- خلية العينة
- موحد طول الموجة
- الكاشف
- الشاشة

الشكل (II – 3):يمثل صور لجهاز تحليل الأشعة فوق بنفسجية المرئية



الشكل (II – 4):يمثل مخطط لجهاز الأشعة فوق بنفسجية المرئية

بحيث تمر حزمة الضوء الناتجة عبر موحد الطول الموجي وهذا من أجل تحديد هذا الأخير ,بعد عملية معالجة الموجة بموحد الطول الموجي تنتج حزمة فوتونات في كل مرة لها طول موجي معين فتوجه هذه الحزمة نحو مرآة نصف عاكسة لتقسيم حزمة الفوتونات إلى حزمتين واحدة تمر عبر العينة والأخرى تمر عبر مرجع يكون عادة من الزجاج (لأنه لا يمتص الضوء في المجال الطيفي). بعد ذلك توجه الحزمتان نحو الكاشف لمقارنة النتائج ورسمها على الشاشة[5]

2.5.2أنواع أجهزة التحليل الطيفي للأشعةفوق البنفسجية و المرئية :

توجد هنالك العديد من هذه الأجهزة الحديثة إلا أن فكرة عملها واحدة في كل المنتجات وتنقسم هذه الأشعة إلى ثلاثة أقسام من حيث إستخدامها :

1– أجهزة تقيس طيف الأشعة المرئية فقط أو تقيس طيف الأشعة فوق البنفسجية فقط:وهي أجهزة وحيدة الشعاع , وهي نوعين الأول يستخدم أنابيب في عملية التحليل والنوع الأخر يستخدم خلايا من الكوارتز أو الزجاج في عملية التحليل

2– أجهزة تقيس طيف الأشعة المرئية وطيف الأشعة فوق البنفسجية معا في جهاز واحد. وهي أجهزة ثنائية الإشعاع .

عند سقوط الضوء على جسم ما فإن قسما منه ينعكس وقسما ينكسر وقسما آخر يمتصه الجسم .وما يحدث للضوء يحدث للأمواج الكهرومغناطسية أي أن[1]. :

الطاقة الساقطة =الطاقة المنعكسة +الطاقة النافذة +الطاقة الممتصة .

6.2فجوة الطاقة :

تعرف فجوة الطاقة بأنها الطاقة اللازمة لإثارة (نقل)الإلكترونات من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل، أو هي فجوة الطاقة الموجودة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل وقد سميت بالمحظورة أو الممنوعة لأنها مكان خالي تقريبا من المستويات ولا تستقر فيها الإلكترونات في أشباه الموصلات المشوبة وهذه الفجوة تحدد نوع المادة الصلبة. حيث تعد واحدة من أهم الثوابت البصرية التي يعتمد عليها في فيزياء أشباه المواصلات لتصنيع العديد من الوسائل الإلكترونية من الخلايا الشمسية والكواشف الثنائيات الضوئية وغيرها .حيث أن طاقة الفجوة الممنوعة تقارن بطاقة الفوتونات ضمن الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي و الفوتونات المؤثرة على الغشاء UVوIR على مقدار ما ينفذ أو يمتص منه وينعكس[8].

7.2 تحديد الفاصل الطاقيEg :

في مجال إمتصاص عالي من أجل فاصل طاقي مباشر كما في الزجاج نقوم بتطبيق العلاقة التي تربط بين المعامل الإمتصاص α و الفاصل الطاقي.Eg تعطى بالمعادلة التالية[8]

$$(\alpha h\nu)^2=B(h\nu-Eg) \qquad (7-II)$$

$\nu(Hz)$:تردد الشعاع الساقط

$H(J.S)$:ثابت بلانك

(cm^{-1}) α: معامل الامتصاص

B: ثابت

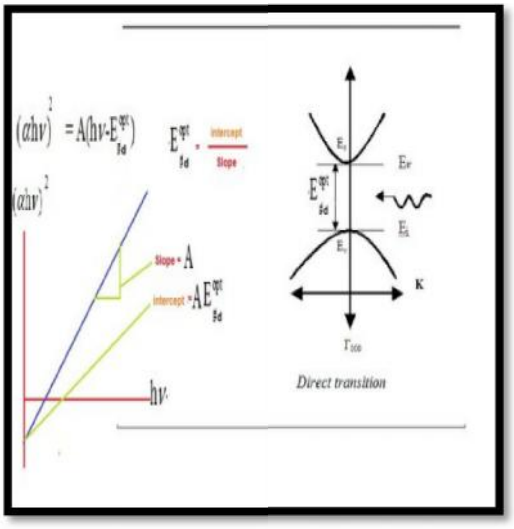
Eg(ev): فجوة الطاقة

hv طاقةالفوتون

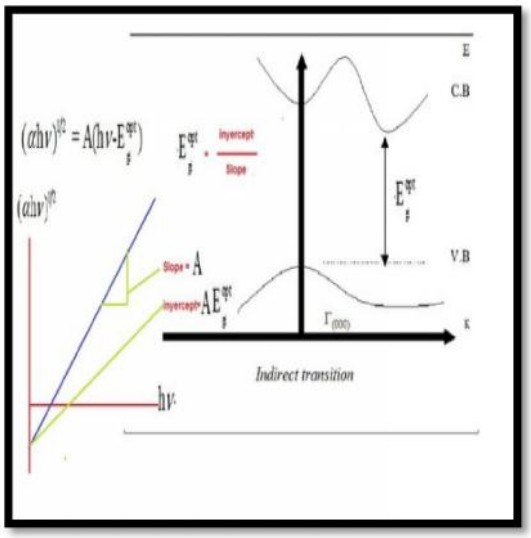
Eg(ev): تحديد عتبة الامتصاص

طاقةالفوتون $E = hv$ بدلالة $(\alpha hv)^2$ حيث يتم رسم $hv(ev) = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12400}{\lambda(A0)}$

تكمن أهمية التمثيل البياني $(\alpha hv)^2$ بدلالة طاقة الفوتون في تحديد فاصل الطاقي لطبقة الزجاج ويتم ذلك بأخذ الجزء الخطي من هذا بيان ورسم المماس في هذا المجال حيث تقاطع مماس هذا المنحنى مع محور الطاقة نتحصل على فاصل الطاقي Eg[9].



الشكل (II – 5):تمثل طاقة Egفي حالة النقل المباشر



الشكل(II – 6):يمثل طاقة Eg في حالة النقل غير مباشر

8.2 طاقة أورباخ Eu:

تعد طاقة اورباخ(Urbach) من الثوابت المهمة التي تميز الخصائص البصرية والبنيوية للزجاج(

والعلاقة التي تربط طاقة أورباخ ومعامل الامتصاص يعبر عنها كالتالي [10].

$$\ln \alpha = \ln \alpha_0 + \left(\frac{h\nu}{Eu}\right) \Rightarrow Eu = \left(\frac{\ln \alpha}{\ln \alpha_0}\right)^{-1} . h\nu \qquad (8 - II)$$

α_0:معامل الامتصاص التي من أجله تكون قيمة الامتصاص دنيا .

Eu: طاقة أورباخ

h: ثابت بلانك ν, :تردد الضوء

الخاتمة:

في هذا الفصل قمنا بعرض دراسة نظرية حول الخواص البصرية المميزة للزجاج ، كما تطرقنا إلى شرح تقنية تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية وعرض مكونات جهاز UV-Visible المستخدم في هذه التقنية ومبدأ عمله . والهدف من هذا الفصل هو فهم الآلية التجريبية ومعرفة الخواص البصرية من دراسات سابقة ومقارنتها مع نتائج دراستنا التجريبية التي ستعرض لاحقا.

قائمة المراجع

[1].شراحي محمد العيد,الدراسة الطيفية لطبقات أكسيد النحاس المتوضعة على ركائز من أكسيد الزنك (CuO/ZnO) بالغمس ,مذكرة ماستر أكاديمي ,جامعة قاصدي مرباح ,ورقلة 2017

[2].خنساء بن ساسي و نورة مبروكي ,دراسة تأثير مصدر النيكل على الخصائص البصرية والكهربائية لطبقات رقيقة لأكسيد النيكل ,مذكرة ماستر أكاديمي ,جامعة قاصدي مرباح ,ورقلة 2017/05/25

[3].K.L.MENOUER ,Etude de réalisation d'une celluie solaire multicouches du type SiO2-Sno2-ZnO par APCVD ,THESE, université mouloud mammeri de TIZIOUZOU(2010)

[4]ب.سميحة,دراسة التركيب الجزيئي لرمل كثبان منطقة ورقلة بإستخدام مطيافية الإمتصاص ماتحت الأحمر وحيود السينية شهادة ماستر أكاديمي ,جامعة قاصدي مرباح ,ورقلة 2012

[5].Bahi azzoum Ahmed.Etude des couches minces du monoxyde de nickel Nio ,Mémoire magister de université des sciences et de la technologie d'oran mouhamed boudiaf (12/02/2014)

[6].براء لله مروة ودبة نبيلة ,تأثير درجة الحرارة على الخصائص الفيزيائية للطبقات الرقيقة لأكسيد النيكل (NiO) ,مذكرة ماستر أكاديمي ,جامعة قاصدي مرباح , ورقلة 2017/05/24

[7]. أسامة زيد عبد,دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية NiO ,مذكرة لنيل شهادة الماجستير ,جامعة ديالى,(2012)

[8]R.Jurgen,Meyer-Arend,Introduction to classical and modern optics,Fourth edition, Published by prentice-Hall Inc, 1995

[9] G.D.Cody,Urbach edge of crystalline and amorphous silicon:a personal review.Journal of Non-Crystalline Solids,vol.141,p.3-15,1992

[10]X.Huat,Synthesis of highly conductive and transparent ZnO nanowhisker films using aqueous solution,Journal of the Ceramic Society of Japan,vol116,p384-388,2008

الفصل الثالث

الفصل الثالث: تعيين بعض الخصائص البصرية لزجاج فلورو-فوسفاتي

مقدمة:

ما تزال الخصائص الفيزيائية للزجاج هدفا لكثير من الدراسات، هذه لخصائص الفيزيائية تتعلّق ببنية الزجاج وتركيبه، لذلك يبدو من الضروري متابعة تطور هذه الخصائص وفقًا للتركيب من أجل استخراج القواعد العامة، والتي يمكن من خلالها إعطاء الزجاج خاصيةً مرغوبةً عن طريق تعديل بسيط في تركيبه.

من بين هذه الخصائص نجد الخصائص البصرية التي لها من أهمية كبيرة في مجال اختيار نوع الزجاج المناسب من أجل تطبيق معيّن.

سنقوم في هذا الفصل بتحديد ومعرفة قيم فيزيائية لبعض الخواص الفيزيائية لزجاج الفلورو-فوسفاتي

1- تركيب الزجاج المدروس:

العيّنات المدروسة هي عبارة عن سلسلة من زجاج فليورو فوسفاتي تركيبه المولي هو[1]:

$80NaPO_3$-$(2-x)ZnF_2$-$xSrF_2$، حيث: x=0, 0.5, 1, 1.5

نرمز اختصارا لهذه العينة بالرمز(NPZSF(8 (2-x) x)، والجدول (III-1) يوضّح التركيب المولي لهذه العينات.

الجدول (III-1):يمثل تراكيز العناصر الكيميائية الداخلة في تركيب الزجاج الفلورو-فوسفاتي

رمز العينة	$NaPO_3$(mol/g)	ZnF_2 (mol/g)	SrF_2(mol/g)
NPZSF(8 2 0)	80	20	00
NPZSF(8 1.5 0.5)	80	15	05
NPZSF(8 1 1)	80	10	10
NPZSF(8 0.5 1.5)	80	05	15

في الجدول (III–2) نجد قيم قرينة الانكسار وكذا سمك العيّنات المدروسة[1].

الجدول (III–2):يمثل قيم قرينة الإنكسار سمك العينات الأربعة

رمز العينة	سمك العينة (cm)	قرينة الإنكسار n
NPZSF(8 2 0)	0.3437	1,494±0,001
NPZSF(8 1.5 0.5)	0.4189	1,493±0,001
NPZSF(8 1 1)	0.6734	1,494±0,001
NPZSF(8 0.5 1.5)	0.3953	1,494±0,001

2 –الكتلة الحجمية والحجم المولي :

تم قياس الكتل الحجمية للعينات المدروسة بواسطة تقنية ترتكز على مبدأ أرخميدس، حيث تُغمر العينات في الماء المُقطّر الذي كتلته الحجمية معروفة. تعيين الكتلة الحجمية يتمّ بوزن العينة في الهواء ثم وزنها داخل الماء المقطّر، وتحسب قيمتها بواسطة العلاقة:

$$\rho = \frac{m_a \times \rho_L}{m_a - m_L} \qquad (1\text{-III})$$

حيث:

m_a: كتلة العينة في الهواء

m_L: كتلة العينة في الماء المقطر

ρ_L: الكتلة الحجمية للماء المقطّر

دقّة القياس الكتلة الحجمية هي $0.002 g/cm^3$. القيم المتحصّل عليها معطاة في الجدول (III–2)، ومُمثّلة في الشكل (III– 6) يمكننا ايجاد الحجم المولي لمادة ما بالعلاقة التالية :

$$V = \frac{M}{\rho} \qquad (2\text{-III})$$

وإذا كانت العينة مزيجا محتويا على Nمكون,يمكننا حساب الحجم المولي بالعلاقة التالية :

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i . M_i}{\rho_i} (3 - III)$$

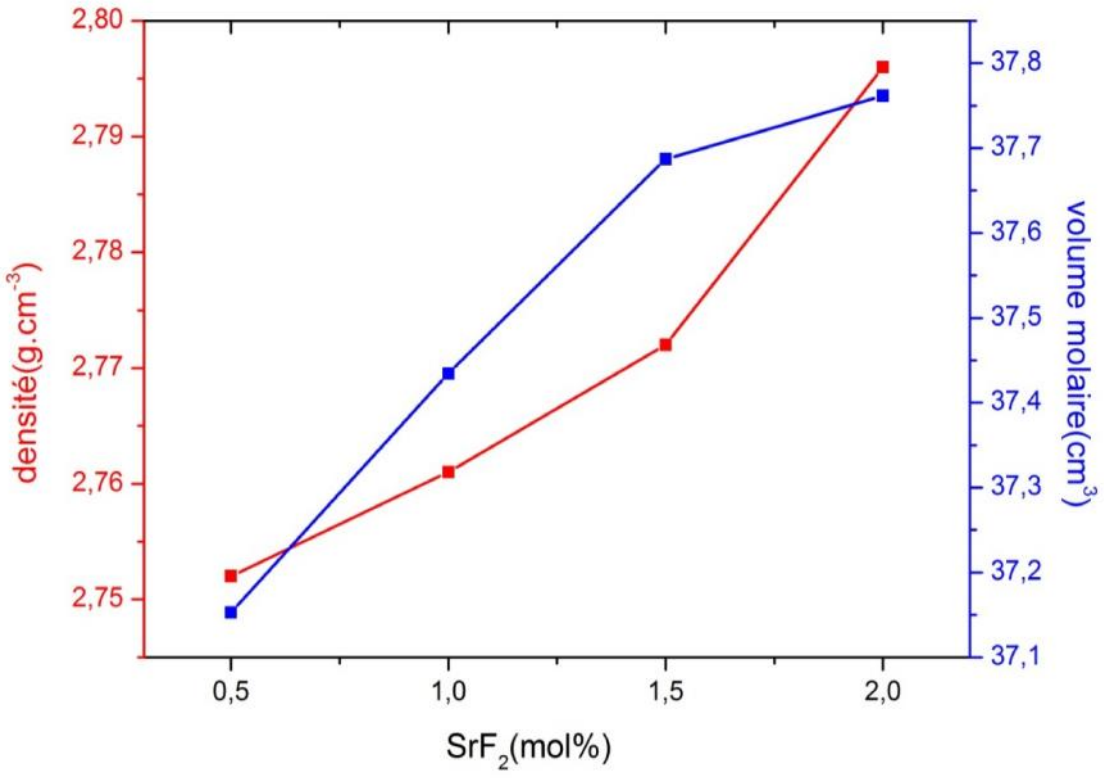
الجدول (III–3):يمثل قيم الكتلة الحجمية والحجم المولي للعينات الأربعة

رمز العينة	الكتلة الحجمية $\rho(g/cm^3)$	الحجم المولي(cm^3/mol)
NPZSF(8 2 0)	2.752	37,153
NPZSF(8 1.5 0.5)	2.761	37,435
NPZSF(8 1 1)	2.772	37,687
NPZSF(8 0.5 1.5)	2.796	37,761

الكتلة الحجمية للزجاج، والتي هي من أبسط خصائصه، غالبا ما تكون غنية بالمعلومات حول بنيته، إذ تُعدّ الكتلة الحجمية أداة للكشف عن درجة التغير في بنية الزجاج مع التغيّر في التركيب. في العمل الحالي، زادت الكتلة الحجمية وكذلك الحجم المولي زاد بزيادة محتوى SrF_2في الزجاج. يظهر الشكل (III –6) تغيّر الكثافة والحجم المولي مع محتوى SrF_2.

يمكن توقع زيادة الكثافة الناجم عن استبدال Znبـ Srكما هو موضّح بالشكل (III –6) طالما أن الأيون Sr^{2+}أكبر وأثقل من الأيون Zn^{2+}، ينتج عن هذا عدد أقل من الأيونات لكل وحدة حجم. يقترن هذان العاملان (الحجم والوزن الذري) بزيادة الكتلة الحجمية.

ونرى من خلال الشكل (III –6) أيضا أن التغير في الكتلة الحجمية وفي الحجم المولي بدلالة SrF_2يكون متزايدا بصورة خطّية تقريبا.



الشكل III – 1 : يمثل تغير الحجم المولي وكثافة الحجمية بدلالة SrF_2

3- الخصائص البصرية: تحليل منحنيات النفاذية

تعد النفاذية البصرية (UV + Visual + Near IR) واحدة من الخصائص الفيزيائية التي تحدد التطبيقات المحتملة للزجاج. ترجع هذه النافذة البصرية، والتي تتوافق مع الحساسية الطيفية للعين البشرية، إلى كون أن الانتقالات الإلكترونية من عصابة التكافؤ إلى عصابة النقل تتوافق مع مجال الأشعة فوق البنفسجية بينما الاهتزازات الطبيعية للأيونات المكونة للشبكة تنتج آثارها في مجال الأشعة تحت الحمراء.

يكون الزجاج شفافًا بمرور الضوء المرئي لأن طاقة الفوتون غير كافية لرفع الإلكترونات الموجودة في الزجاج إلى مستوى طاقة مرتفع بما يكفي لجعلها تتفاعل مع الفوتونات، أي أن الفوتونات تمر مباشرة من خلال الزجاج.

يرجع حد النفاذية في مدى الأشعة فوق البنفسجية – المرئية إلى الانتقالات الإلكترونية في الزجاج. إن طاقة أصغر طول موجي ينقله الزجاج، تقابل فجوة الطاقة بين عصابة التوصيل وعصابة التكافؤ في الزجاج. بالنسبة إلى الأطوال الموجية الصغيرة، ستكون طاقة الإشعاع أكبر وبالتالي لا يُصبح الزجاج شفافًا.

لتحديد قيمة فجوة الطاقة هذه ، يجب تطبيق المعادلة التالية:

$$E_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \qquad (4\text{- III})$$

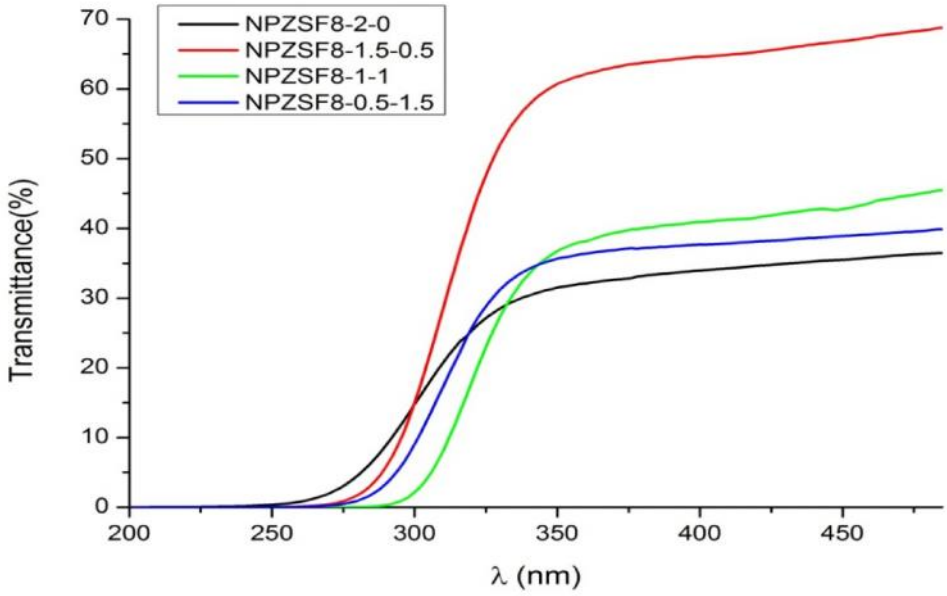
E_0: طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي (Joule)

h: ثابت بلانك ($h = 6.62x10^{-34} J.s$)

c: سرعة الضوء في الفراغ ($c = 3x10^{8}\ m.s^{-1}$)

λ_0: طول موجة الإشعاع الكهرومغناطيسي (m)

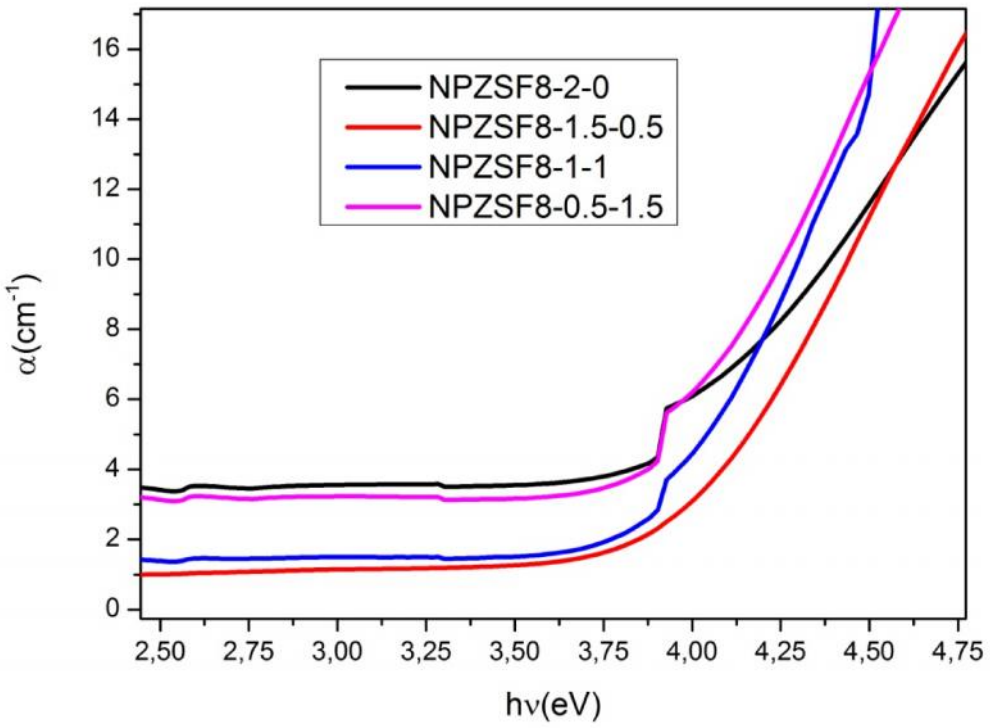
حدود الامتصاص في نطاق الأشعة فوق البنفسجية من منحنيات النفاذية لعينات الزجاج الفليوروفوسفاتي المدروسة هي في حدود 250–275نانومتر ، مما يدل على أن هذه العينات الزجاجية هي شفافة إلى حد ما للإشعاع فوق البنفسجي.



الشكل (III –2): منحنى النفاذية للعينات المدروسة

-4معامل الإمتصاص :~

تغيرات معامل الإمتصاص بدلالة طاقة الفوتون للعينات الأربعة المدروسة ممثّلة في الشكل (III -3). كما هو ملاحظ الشكل، فإن قيم معامل الامتصاص تتزايد بصورة ملحوظة مع تزايد طاقة الفوتون في المجال [3,75eV-4,75eV] العالية لمعامل الامتصاص في هذا المجال تدلّ على حدوث انتقالات إلكترونية مباشرة بين عصابة التكافؤ وعصابة النقل.



الشكل (III -3): تغير معامل الامتصاص بدلالة طاقة الفوتون

5- تحديد الفاصل الطاقي:

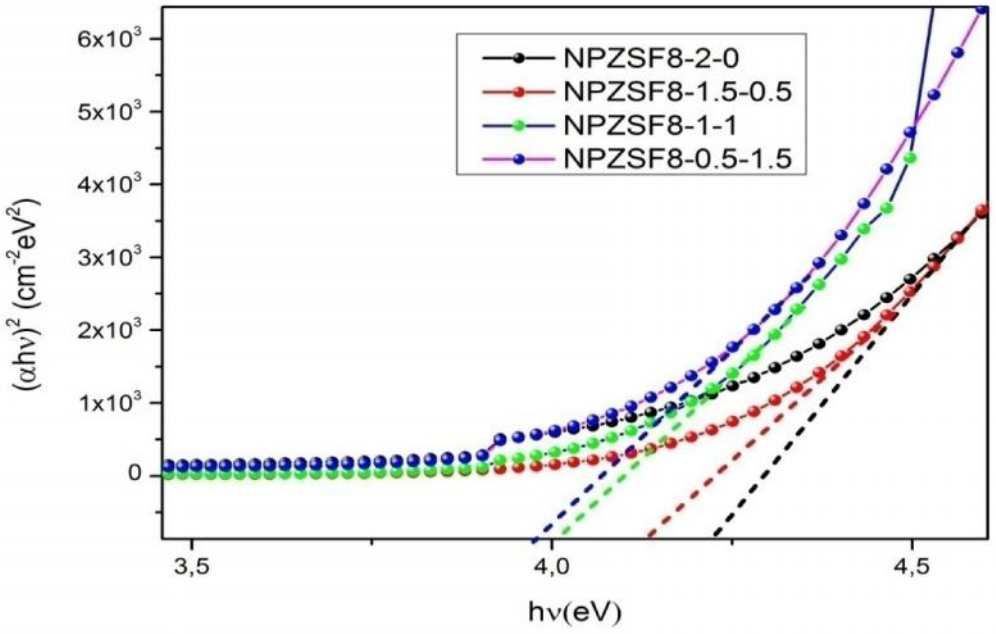
تعد فجوة الطاقة من الثوابت البصرية المهمة، إذ تزداد قيمة فجوة الطاقة في بعض أنواع الزجاج وتقل في أنواع أخرى، حيث توجد مستويات طاقوية مختلفة ناتجة عن العيوب التركيبية للزجاج. تحديد فجوة الطاقة من شأنه أن يحدّد إمكانية استعمال الزجاج في

تطبيقات كثيرة لأنها تقدّم صورة عن امتصاص الضوء، فالزجاج يكون شفافا للضوء إذا كانت طاقته أقل من فجوة الطاقة ويكون ماصا للضوء الذي طاقته أكبر من فجوة الطاقة.

:يمكن حساب فجوة الطاقة من خلال نموذج توك

$$(\alpha h\nu)^2 = B(h\nu - Eg) \qquad (5- III)$$

يتم تحديد فجوة الطاقة المباشرة عن طريق رسم بياني بين $(\alpha h\nu)^2$بدلالة hν واستقراء مستقيم إلى $(\alpha h\nu)^2=0$.

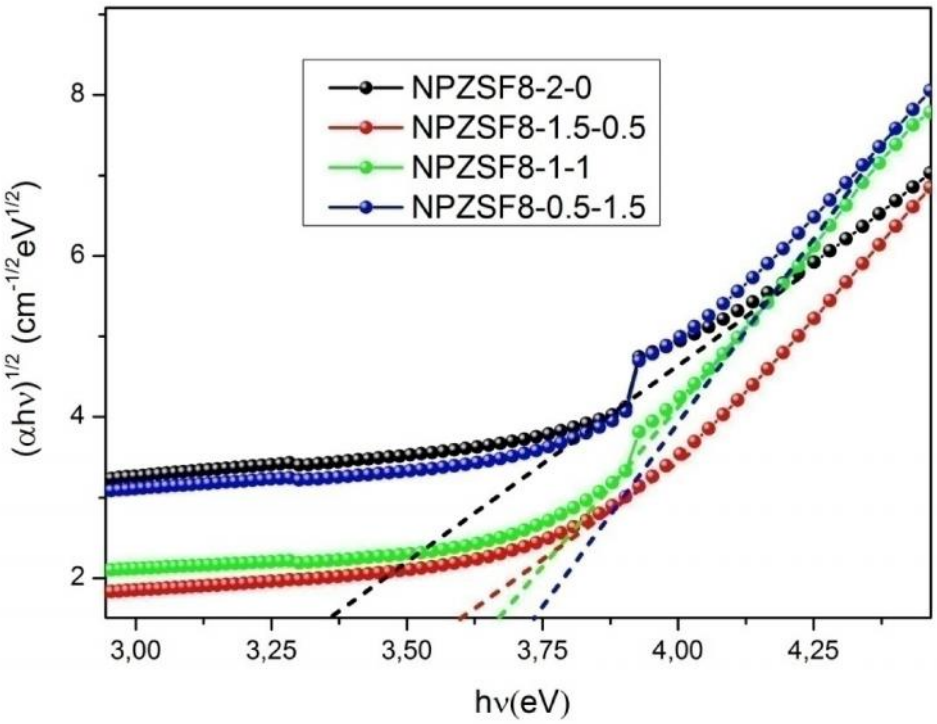


الشكل (III –4):منحنى يمثل تحديد الفاصل الطاقي من خلال تغيرات(ħ~)²وفقا لتغيرات الطاقة(ħ)

كما تكمن أهمية البيان $(\alpha h\nu)^2$بدلالة طاقة الفوتون الموضح في الشكل (III –4) في تحديد الفاصل الطاقي للزجاج، ويتم بأخذ الجزء الخطي من البيان ورسم المماس في هذا المجال، حيث تقاطع مماس هذا المنحنى مع محور الطاقة يعطي الفاصل الطاقي.

كما أن هناك عصابة نقل غير مباشرة في مادة الزجاج حيث تكون علاقتها كتالي :

$$(\alpha h\nu)^{1/2} = B(h\nu - Eg) \qquad (6- III)$$



الشكل (III – 5) :منحنى يمثل تحديد الفاصل الطاقي من خلال تغيرات ½($\alpha h\nu$) وفقا لتغيرات الطاقة($h\nu$)

بعد رسم المماس لكل منحنى تحصلنا على قيم الفاصل الطاقي لكل من النقل المباشر وغير المباشر

الجدول(III – 4):يمثل قيم الطاقة في حالة النقل المباشر وغير مباشر للعينات الأربعة

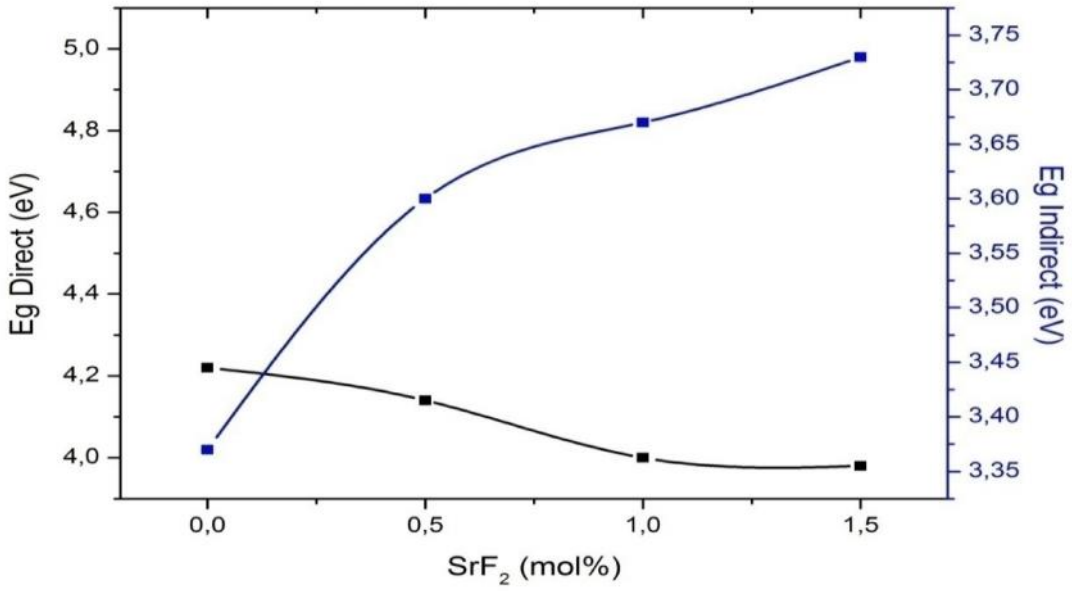
Eg Indirect (eV)	Eg Direct (eV)	العينة
3,37	4,22	NPZSF(8 2 0)
3,60	4,14	NPZSF(8 1.5 0.5)
3,67	4,00	NPZSF(8 1 1)
3,73	3,98	NPZSF(8 0.5 1.5)

نلاحظ أن قيم الطاقة Eg في حالة النقل المباشر تكون أكبر من قيم الطاقة في حالة النقل غير المباشر في كل العينات وذلك يمكن أن يكون بسبب انتقال الإلكترونات بشكل أسهل في حالة النقل مباشر، حيث أن هذا الزجاج في حالة النقل المباشر يكون لديه القدرة على الامتصاص بشكل جيد أما الزجاج في حالة النقل غير مباشر يكون لديه شفافية عالية.

الجدول(III –5):يمثل قيم طول موجة القطع في حالة النقل المباشر وغير مباشر للعينات الأربعة

λ_{cutoff} (nm) Indirect	λ_{cutoff} (nm) Direct	العينة
368	294	NPZSF(8 2 0)
344	300	NPZSF(8 1.5 0.5)
338	310	NPZSF(8 1 1)
332	312	NPZSF(8 0.5 1.5)

نلاحظ من الجدول أ ن قيم الأطوال الموجية في حالة النقل مباشر تكون أقل مقارنة بقيم الأطوال الموجية في حالة النقل غير مباشر ومنه نستنتج أن كلما قل الطول الموجي زادت إمتصاص العينة



الشكل (III –6):يمثل منحنى تغير طاقة في حالة النقل المباشر وغير المباشر مع زيادة في تركيز SrF_2

نلاحظ من المنحني نقصان الطاقة Eg في حالة النقل المباشر مع زيادة في تركيز SrF_2وهذا يدل على الامتصاص العالي للمادة، ويصاحب هذا التناقص زيادة في طاقة Eg في حالة النقل غير مباشر مع زيادة في تركيز SrF_2 وهذا يدل على الشفافية العالية للعينات.

الخاتمة

قمنا في هذا الفصل بتعيين بعض الخصائص الفيزيائية كالكتلة الحجمية والحجم المولي بالإضافة إلى الخصائص البصرية كقرينة الإنكسار وأطياف الإمتصاص، لزجاج فليوروفوسفاتي ذي التركيب المولي $NaPO_3$-(2-x)ZnF_2-x$SrF_2$80. أظهرت النتائج أن الكتلة الحجمية والحجم المولي زادا بزيادة محتوى SrF_2في الزجاج، وقرينة الانكسار كانت ثابتة تقريبا لجميع العينات، ومن خلال أطياف الإمتصاص للعينات المدروس، قمنا بحساب معاملات الإمتصاص وقيم فجوات الطاقة المباشرة وغير المباشرة وأطوال موجات القطع الموافقة لها. وجدنا أن هذه الزجاج يمتلك امتصاص عالي عند عدة أطوال موجية.

الخاتمة العامة

يمتلك الزجاج مكانة مرموقة ي حياة الإنسان حيث يعد من أهم المواد المستعملة في الحياة اليومية , ومن أجل ذلك قمنا بدراسة بعض الخصائص البصرية لهذا النوع من الزجاج والمعروف بإسم الزجاج الفلورو-فوسفاتي ذو الصيغة الكيميائية التالية

$80NaPO_3-(2-x)ZnF_2-xSrF_2$, حيث قمنا بدراسة هذا النوع بتقنية تحليل الأشعة فوق البنفسجية المرئية حيث أعطت هذة التقنية منحنيات أستغلت في إيجاد عدة قيم وخواص بصرية متعلقة بهذا الزجاج .

كما قمنا بتحليل هذه منحنيات النفاذية وهي أحد الخواص البصرية لهذا الزجاج وتوصلنا أن لهذا الزجاج شفافية عالية في الإشعاع الفوق بنفسجي , أما منحنى معامل الإمتصاص فوجدنا أن هذه العينات تمتلك إمتصاص عالى في عدة أطوال موجية .

كما قمنا أيضا بتحديد قيم فجوات الطاقة في حالة النقل المباشر وغير المباشر حيث لاحظنا أن قيم الطاقة تكون صغيرة في حالة النقل مباشر مقارنة بقيم الطاقة في حالة النقل غير المباشر , وأن أطوال موجات القطع تكون كذلك صغيرة في حالة النقل مباشر أي في مجال الإشعاعات الفوق البنفسجية .

وفي الأخير فإن لهذا الزجاج عدة مميزات تمكنه من إستخدامه في عدة مجالات وتطبيقات مستقبلية مثل الزجاج المشع لمعالجة الأورام ,الزجاج لتخزين النفايات النووية القابلة للإنحلال كأسمدة زراعية .

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تعيين بعض الخصائص البصرية لزجاج الفلورو- فوسفاتيNPZSF , ومن أجل هذا قمنا بعرض مفاهيم عامة حول الزجاج , تعريفه ,أنواعه, ثم تطرقنا بشيء من التفصيل حول الخصائص البصرية لهذا النوع من الزجاج وبعرض مختلف المعادلات التي تصفها، وتعرفنا على التقنية تحليل الأشعة فوق البنفسجية-المرئية التي ساعدتنا على معرفة هذه الخصائص. من خلال أطياف الامتصاص للعينات المدروسة، قمنا بحساب معاملات الامتصاص وقيم فجوات الطاقة المباشرة وغير المباشرة وأطوال موجات القطع الموافقة لها. وجدنا أن هذه الزجاج يمتلك امتصاص عالي عند عدة أطوال موجية.

الكلمات المفتاحية : الزجاج الفيلور-فوسفاتي ، الخواص البصرية للزجاج، فجوة الطاقة، طول موجة القطع.

Abstract

The aim of this work is to determine some optical properties of a fluoro-phosphate glass (NPZSF). We present general notions about glass: definition, types, properties… Then we were presented the optical properties with some details. Uv-Vis technique was presented; this technique helps us to determine these properties. From absorption spectra of the samples, we calculated absorption coefficients, direct and indirect bandgap energies and corresponding wavelengths. We find that these samples have a high absorption in many wavelengths.

Keywords: Fluoro-phosphate glass, optical properties of glass, bandgap energy, cutoff wavelenght.