الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الوادي

كلية العلوم والتكنولوجيا

رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليســــــانس أكـــــــــاديمي

مجـال : علوم المـادة

فرع : فيزيـــاء

تخصص: فيزيـاء إشعـاع

من إعداد :

غمام عماره سميه – معامير هادية

الموضوع

الشفافية في بعض أنواع الزجاج

نوقشت يوم: 2014/06/03

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

تيوه بلخير	الرئيس
غوقالي مبروك	المناقش
بقاص عز الدين	المؤطر

الموسم الجامعي 2014/2013

شكر وعرفان

الحمد الله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة و أعاننا على أداء هذا البحث ووفقنا لانجاز هذا العمل و نحمده سبحانه جل في علاه على نعمه التي أنعم بها علينا .

كما نتقدم بجزيل الشكر و الامتنان للأستاذ المشرف " **بقاص عز الدين** " الذي لم يبخل علينا بتوجيهه و نصائحه القيمة و لم يان لحظة واحدة في تقديمها التي كانت عونا لنا في إتمام هذا العمل .

كما نتوجه بجزيل الشكر و التقدير إلى أعضاء لجنة المناقشة

كما نتقدم بالشكر و الامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد لانجاز هذا العمل .

فهرس الأشكال

عنوان الشكل	الصفحة
الشكل (1-1): تغيرات الحجم v عند انتقال من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة بدلالة درجة الحرارة.	05
الشكل (1-2): يمثل بنية السيلسيوم الرباعية الوجوهٌ	07
الشكل (1-3): تمثيل مبسط في بعدين لبنية الأكسيد SiO_2 - (**b**) في حالته الزجاجية - (a) في حالته البلورية, الرابطة Si-O الرابعة تُتخيل عموديا وراء مستوي الشكل.	07
الشكل(1.3):منحني الشفافية لأنواع الزجاج التالية : زجاج الأكسيدي و زجاج الهالوجيني و زجاج الجالوكوجيني	21

فهرس الجداول

عنوان الجدول	الصفحة
الجدول (1.2): درجات الحرارة المميزة وTx والفرق بينهما (Tx- Tg) و قيم الكثافة لبعض لأنواع زجاج الفليوري.	14
الجدول (2.2): درجات الحرارة المميزة T_gوT_x والفرق بينهما(T_x- T_g)لبعض أنواع زجاج فلوريد.	14
الجدول (3.2):معامل التمدد الطولي لمختلف أنواع الزجاج	15
جدول (4.2):معامل انكسار لبعض أنواع زجاج الفلوريد	16
الجدول (5.2): تصنيف الزجاج الجالكوجيني اعتمادا على العناصرالمكونة للزجاج.	17
جدول (1.3): التراكيب الكيميائية للزجاج و تطبيقاتها	22

الفهرس

مقدمة عامة

الفصل الأول :الزجاج

مقدمة الفصل الأول 4
1-1- لمحة تاريخية.....4
1-2- تعريف الزجاج..... 5
1-3- بنية الزجاج..... 5
1-4-الزجاج الضوئي.....6
1-4-1-الزجاج الأكسيدي.....6
1-4-1-1- أكاسيد مشكِّلة للشبكة الزجاجية.....6
1-4-1-2-أكاسيد مغيِّرة للشبكة الزجاجية.....7
1-4-1-3- أكاسيد وسطية.....7
1-5- خواص الزجاج.....7
1-5-1- قرينة الانكسار.....7
1-5-2- التمدد الحراري.....8
1-5-3-اللزوجة.....8
1-5-4-الاستقرار الكيميائي.....9
1-5-5-الخصائص الكيميائية.....9
خلاصة.....9

الفصل الثاني :الزجاج الهالوجيني و الجالكوجيني

مقدمة الفصل الثاني 12
2-1-الزجاج الهالوجيني.....12
2 -2-الزجاج الكلوريري.....12
2-3-الزجاج الفليوري.....12
2-4- خواص الزجاج الهالوجيني 14
2-4 -1 الخواص الحرارية 14

2-4-2-معامل التمدد الحراري الطولي.....15
2-4-3- قرينة انكسار.....16
2-5- الزجاج الجالكوجيني 16
2-5-1- بنية الزجاج الجالكوجيني.....17
2-5-2-خواص الزجاج الجالكوجيني 18
2-5-2-1-الخواص الضوئية.....18
2-5-2-2-قرينة انكسار.....18
خلاصة.....18

الفصل الثالث :الشفافية

مقدمة الفصل الثالث.....20
3-1- ميكانيك ا لنيوتن.....20
3-2- الشفافية الزجاج.....20
3-3- استخدامات زجاج الفلوريد 22
3-4-استخدامات الزجاج الجالوكوجيني.....22

الخلاصة العامة

قائمة المراجع

الملخص

المقدمة العامة

مقدمة عامة

إن اكتشاف مادة الزجاج كان محض المصادفة واهتمام العلماء بهذه المادة جعل من الزجاج مادة ذات أهمية كبيرة في عالمنا هذا، حيث كان قديما يستعمل في صناعة الأواني والحلي ..., أما الآن أصبح يستخدم في شتى المجالات العلمية والتقنية ..... حيث يعتبر الزجاج أساس العديد من الصناعات في مختلف المجالات و تم استعماله مؤخرا في التركيبات الضوئية والطبية والعلمية والصناعية والبصرية.....

ولكون الاتصالات شيء مهم في حياة البشرية تم تطوير ألياف البصرية وتحسينها من أجل نقل الإشارات لمسافات بعيدة دون توهينها. ومن أجل استعمال الزجاج في تلك المجالات وجب علينا معرفة بعض أنواع الزجاج و خواصها, وبسبب سهولة التغير والتعديل في التركيب الكيميائي وسهولة عمليات تصنيعه أصبح للزجاج مكانة تكنولوجية كبيرة تجعل منه منتجا لا يمكن الاستغناء عنه في أغلب مجالات استعماله. حيث يعد الزجاج جسم صلب غير بلوري و يختلف الزجاج من نوع إلى آخر باختلاف العناصر المكونة أو اختلاف بعض الخصائص في نفس النوع ومن أنواعه: الزجاج ألأكسيدي والزجاج الهالوجيني والزجاج الجالكوجيني .

سوف ندرس في هذه المذكرة شفافية بعض أنواع الزجاج وهي الزجاج الأكسيدي والزجاج الهالوجيني والزجاج الجالكوجيني.

في الفصل الأول سنتطرق إلى مفهوم الزجاج ثم دراسة الزجاج الأكسيدي وخواصه, أما الفصل الثاني ندرس الزجاج الهالوجيني والزجاج الجالكوجيني وخواصهما. الفصل الثالث ندرس شفافية أنواع الزجاج الثلاث: الزجاج الأكسيدي و الهالوجيني و الجالكوجيني ومختلف الاستخدامات.

الفصـــــل الأول

الزجاج

1-1- لمحة تاريخية

1-2- تعريف الزجاج

1-3- بنية الزجاج

1-4- الزجاج الضوئي

1-4-1-الزجاج الأكسيدي

1-4-1-1- أكاسيد مشكِّلة للشبكة الزجاجية

1-4-1-2-أكاسيد مغيِّرة للشبكة الزجاجية

1-4-1-3- أكاسيد وسطية

1-5- خواص الزجاج

1-5-1- قرينة الانكسار

1-5-2- التمدد الحراري

1-5-3- اللزوجة

1-5-4- الاستقرار الكيميائي

1-5-5- الخصائص الكيميائية

الفصل الأول : الزجاج

مقدمة

يعتبر الزجاج من المواد أكثر قدما و جمالا حيث استخدم من قبل الإنسان في شتي المجالات منذ زمن قديم، فقد تم استعماله في صناعة الأواني للديكور والحلي وأدوات القطع والسهام....، ويعد الزجاج من المواد المهمة حيث أخذ اهتماما في المجال العلمي والتقني لفترة طويلة ومازال يتطور إلى اليوم لأن الزجاج يكتسب عدة أشكال فيكون على شكل سائل وذلك تحت درجات الحرارة المرتفعة وهذا ما يسمح بتغير خصائصه وتنوعها وذلك بحسب استعماله, حيث استخدم صوف الزجاج كعازل حراري, وفي الاتصالات والطب استعملت الألياف البصرية، واستعمل الزجاج في العديد من التخصصات تشمل الميكانيك والبصريات والكيمياء.....

1-1- لمحة تاريخية

بحسب المؤرخين فقد تم اكتشاف الزجاج بمحض الصدفة من حوالي 4000 سنة من قبل تجار بلاد ما بين النهرين أو المصريين الذين كانوا ينقلون كبريتات الصوديوم (البارود الأبيض) nitre من اجل تحنيط المومياء. حيث استخدموا حجارة من الـ nitre مساند لقدر طهي طعامهم في الصحراء على الرمل (السيلسية) حيث بفعل نار الموقد تفاعلت الحجار مع الرمل السيليسي فتكونت مادة صلبة شفافة (قطرات زجاجية). هذه قصة تاريخية أو أسطورة لكن هذا الاستنتاج يبدو معقولا. فيما بعد تم اكتشاف أجسام زجاجية: عقد وحلي وكؤوس وأواني (يونانية و رمانية)، حيث استخدم الزجاج الشفاف في صناعتها.

استخدم الزجاج المسطح في صناعة المرايا والزجاج النوافذ وذلك في سنة 1666.في سنة 1966 قام كل من Louis XIVوColbert بإنشاء شركة خاصة لتطوير صناعة الزجاج واستخدامه في مجالات أخرى هذه الشركة هي (Manufacture Royale des Glaces)

هذه الشركة طورت صناعة الزجاج بشكل جديد, وهي تقنية تصنيع الزجاج المسطح: بسكب سائل الزجاج على طاولة كبيرة من معدن فلزي حيث هذه التقنية تسمح بالحصول على قطع كبيرة من الزجاج الشفاف.

في القرن 18 حدثت ثورة كيميائية بفضلها تم في سنة 1863(Saint-Gobain) تثبت فائدة الجير على الاستقرار الكيميائي للزجاج .

الزجاج الضوئي كان يحتل المرتبة الثانية في تلك العصور, وبفضل التحسينات الكيميائية والفيزيائية وتقنية تحسين الزجاج وتجانسه قدمت خدمة كبيرة ومع مشاركة العلماء Zoiss و Abbue و Scholt في ألمانيا الذين قدموا الأكاسيد (SiO_2 ,GeO_2 , B_2O_3 , P_2O_5) طور الزجاج من جديد بحيث أصبح يحتل المرتبة الأولى.

وفي سنة 1930 Tamnann وجه بحوثه نحو دراسة الحالة الزجاجية واعتبرها الحالة الفيزيائية الرابعة للمادة وبعدها بعامين اقترح العالم "Zachariasen" نموذج الشبكة العشوائية للزجاج[2.1].

1-2- تعريف الزجاج

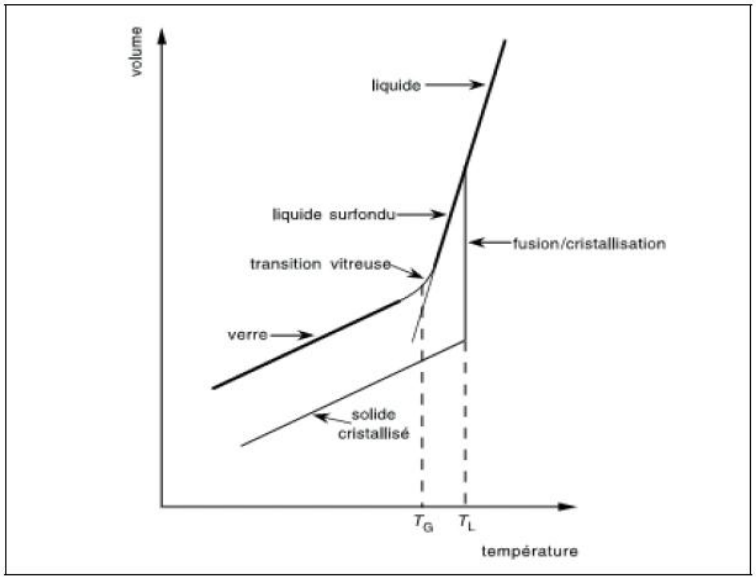
الزجاج هو مادة صلبة لا بلورية (عشوائية)[3]، ليس له ترتيب بلوري طويل المدى (ترتيب محلي) [1], يتميز بظاهرة الانتقال الزجاجي [4].

الشكل(1.1) يمثل تغيرات الحجم V عند الانتقال من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة (الزجاجية أو البلورية) بدلالة درجة الحرارة[2].

اعتمادا على هذا المنحنى نلاحظ أنه عند تبريد خليط مذاب فان الحجم يتناقص بتناقص درجة الحرارة, عند الوصول إلى درجة حرارة الانصهار يمكن أن نميز حالتين:

- إذا كان التبريد بطيئا فان درجة الحرارة تبقى ثابتة والحجم يتناقص (تترتب الذرات بشكل منتظم) ثم يواصل الحجم التناقص بعدها بتناقص درجة الحرارة لكن اقل مما كان عليه قبل درجة حرارة الانصهار ونحصل عندها على جسم بلوري.

- إذا كان التبريد سريعا فان درجة الحرارة تستمر في التناقص وكذالك الحجم مثلما كانت عليه قبل درجة حرارة الانصهار وبالتالي فان الذرات لا تترتب بل تبقى في توزعها غير المنتظم الذي يميز السائل, إلى أن نصل إلى درجة الحرارة T_G التي تسمى (درجة حرارة الانتقال الزجاجي) يواصل الحجم التناقص بعدها بتناقص درجة الحرارة لكن اقل مما كان عليه قبل T_G ونحصل على جسم صلب بترتيب غير منتظم لذراته وهو الزجاج.



الشكل(1.1) :تغيرات الحجم V عند الانتقال من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة بدلالة درجة الحرارة [1].

1-3- بنية الزجاج

هناك عدة فرضيات من أجل دراسة بنية الزجاج ومن بينها [1]:

1921 نظرية Lebedev

النظرية البلورية ومبدؤها أن الزجاج يتشكل من مجموعة من المجالات الذرية الصغيرة جدا والمرتبة تدعى البلورات داخل قالب.

1932 نظرية "Zachariasen"

ومبدؤها عدم وجود مجالات ذرية مرتبة حيث يعتبر النموذج الأقل انتقادا تجريبيا ويقوم على فرضية "الشبكة العشوائية".

1971 في مدنية Lenigrad تم اعتماد تصور"Zachariasen" .حيث صنف "Zachariasen" الأكاسيد من حيث وظائفها في الشبكة الزجاجية إلى ثلاثة أصناف هي: أكاسيد مشكِّلة للشبكة الزجاجية، أكاسيد مغيِّرة للشبكة الزجاجية و أكاسيد وسطية [1].

1-4-الزجاج الضوئي

يمكن تمييز ثلاث عائلات رئيسية للزجاج الضوئي وهي:
Les verres oxides , Les verres halogénures , Les verres chalcogènures سندرسها بشي من التفصيل.

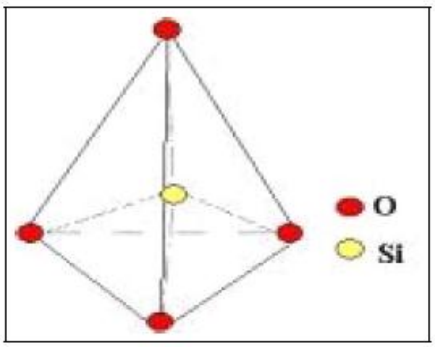
1-4-1-الزجاج الأكسيدي

1-4-1-1- أكاسيد مشكِّلة للشبكة الزجاجية

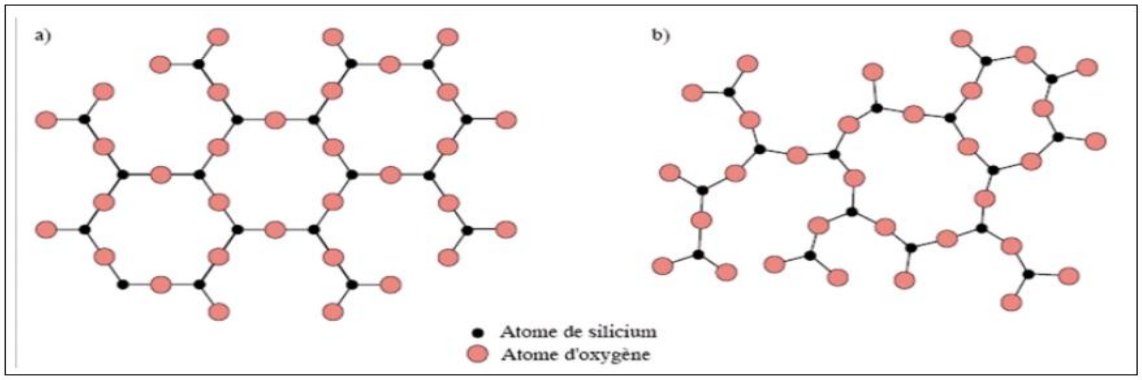
وهي العناصر التي يمكن بمفردها تشكيل الزجاج, الأكثر شيوعا هي (le bore , le silice (SiO_2) (P_2O_5). (GeO_2), (B_2O_3) حيث تكون هذه العناصر عالية التكافؤ (عادة 3 أو4) وهذه الأكاسيد تشكل الأشكال متعددات السطوح (رباعي السطح في حالة SiO_2 الشكل (2.1) والمثلثات السطح في حالةB_2O_3 على سبيل المثال) [3]. ترتبط متعددات السطوح من خلال ذروته بترتيب عشوائي وتشكل شبكة (بنية زجاجية)
درجة انصهار أكاسيد مشكله تكون عالية. وضع العالم "Zachariasen" قواعد تخص الأكاسيد فقط والتي يجب أن تتبعها الاكاسيد لتشكيل زجاج أكسيدي وهي[3] :

1- يكون عدد الجوار الأقرب للكاتيون صغيرا, ثلاثة أو أربعة .
2- كل أكسجين لا يمكنه الارتباط بأكثر من كاتيونين.
3- تشترك متعددات الوجوه برؤوسها فقط, لا بأحرفها ولا بوجوهه
4- كل متعدد وجوه له على الأقل ثلاثة رؤوس مشتركة مع متعددات الوجوه الأخرى[3].

هذه الشروط مستوفاة من أجل الأكاسيد A_2O_3, AO_2, A_2O_5 وهي أكيدة لتشكيل زجاج الأكاسيد التالية:SiO_2 , As_2O_3, B_2O_3 GeO_2 و P_2O_5 [3] .
السيليكي هو أول أكسيد تم استخدامه في تصنيع العدسات. عرف منذ 4500 سنة حيث يتميز هذا النوع بخصائص ترموميكانيكية ممتازة ويستعمل لصناعة الألياف الزجاجية البصرية, لأن هذا النوع يتميز بشفافية زجاجية عالية وخلو من العيوب البنيوية و الشوائب[1].



الشكل(2.1):يمثل بنية السيلسيوم الرباعية الوجوهُ [1].



الشكل (3.1): تمثيل مبسط في بعدين لبنية الأكسيد SiO_2 - (**b**) في حالته الزجاجية - (a) في حالته البلورية,

الرابطة Si-O الرابعة تُتخيل عموديا وراء مستوي الشكل [1]

1-4-1-2-أكاسيد مغيِّرة للشبكة الزجاجية

لا يمكنها بمفردها أن تشكل الزجاج, وهي أكاسيد تضاف إلى التركيبة الأولية للزجاج لإحداث تغييرٍ في بنية شبكته الزجاجية, بغية الحصول على خصائص فيزيو-كيميائية معينة. والعناصر الأكثر شيوعا هي الألكانات A_2O مثل K_2O ,Li_2O ,Na_2O والألكانات التربية AO مثل CaO , MgO ,BaO[3] .

1-4-1-3- أكاسيد وسطية

هي أكاسيد يمكنها القيام بالوظيفتين السابقتين إما كأكاسيد مشكِّلة أو كأكاسيد مغيِّرة, وذلك متوقف على تركيبة الزجاج المضافة إليه, والعناصر الأكثر شيوعا هي Al_2O_3 , PbO , ZnO[4]

1-5- خواص الزجاج

1-5-1- قرينة الانكسار

تعرف قرينة انكسار مادة ما على أنها النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في هذه المادة, إذا في حالة الزجاج تعطى قرينة الانكسار بالعلاقة [3]:

$$n = c / c_v \qquad (1.1)$$

حيث:

n: قرينة انكسار الزجاج.

c: سرعة انتشار الضوء في الفراغ.

c_v: سرعة انتشار الضوء في الزجاج.

يعتبر الزجاج من الأوساط المشتتة للضوء.

في الفراغ, سرعة الضوء هي نفسها مهما كان الطول ألموجي (λ), وفي الأوساط الأخرى تتغير السرعة بتغير الطول ألموجي في نفس الوسط, إذا قرينة انكسار الزجاج تتعلق بالطول ألموجي للضوء الوارد (λ). نسمي هذا التغير بالتشتت ويعطى بالعلاقة [3]:

$$D = \frac{dn}{d\lambda}$$

حيث: D معامل التشتت للزجاج.

1-5-2- التمدد الحراري

إن تسخين مادة معينة يؤدي إلى زيادة طاقتها الحرارية وبالتالي زيادة سعة اهتزازاتها الذرية, فإذا كانت قوى الربط بين الذرات لاهارمونية فإن هذه الاهتزازات تؤدي إلى زيادة في طول الروابط الذرية ومنه زيادة في حجم العينة, تسمى هذه الظاهرة بظاهرة التمدد الحراري [4].

1-5-3- اللزوجة

تعرف اللزوجة على أنها المقاومة للجريان المنتظم وبدون اضطراب الحادث في الكتلة المادة. حيث أن الزيادة في الزوجة تقلل من حركة السائل (سرعة الجريان).

يمكن أن نُعرف اللزوجة بالقوة المماسية اللازمة لنقل سطحين متوازيين فوق بعضهما مسافة معينة بسرعة معطاة. و تعتبر العامل الأساسي المعبر عن صلادة الزجاج.

باعتبار الزجاج سائلا مثاليا أو نيوتنيا, فإن معامل لزوجته η يعطى بالعلاقة [3]:

$$\eta = \frac{d\gamma}{\tau . dt} \qquad (2.1)$$

حيث:

η : معامل اللزوجة, وحدته هي:" pascale.seconde", عادة تستعمل الوحدة"Poise" بالنسبة للزجاج حيث: 1P = 0.1p.s.

τ : إجهاد القص.

dγ/dt: سرعة التشوه الزاوي (سرعة القص).

1-5-4- الاستقرار الكيميائي

الاستقرار الكيميائي (Durabilité chimique) هو قدرة المادة على مقاومة تأثير العوامل الجوية وهذه الأخيرة كثيرا ما تؤثر كمحاليل حمضية أو ملحية (قاعدية) أوكغازات...الخ.

- تأثير المحاليل الحمضية:

يعتبر الزجاج من المواد الحساسة للمحاليل الحمضية المائية. إذ يتم الهجوم الكيميائي (Attaque chimique) عليه بآلية التبادل الأيوني بين H^+ أو $H3O^+$ المتواجدة بالحمض وأيونات ألأكاسيد المغيرة المتواجدة به. يرتبط الهجوم الكيميائي على الزجاج بالطاقة اللازمة لاقتلاع أيون من فجوته الذرية داخل البنية الزجاجية من جهة و بالطاقة التي تحثه على الحركة فيها من جهة أخرى؛ ففي حالة زجاج سيليكاتي قلوي SiO_2-A_2O يتم الهجوم عليه حسب التفاعل المبسط التالي[3]:

$$\equiv Si - O - A + H^+ \rightarrow \equiv Si - O - H + A^+$$

1-5-5- الخصائص الكيميائية

يقاوم الزجاج بشكل عام المحاليل الكيميائية عدا حامض فلور الماء والمصهرات القلوية التي تذيبه بسهولة. ويؤثر الماء على الزجاج بعد تعرضه لفترة طويلة, وخاصة في أنواع الزجاج التي تحتوي كمية كبيرة من أكسيدي الصوديوم والكالسيوم, بينما لا تتأثر الأنواع التي تحتوي أكسيدي البور والسيليسيوم. كما يزداد تأثير الزجاج بالأحماض عند ارتفاع درجة الحرارة, و يمكن ربط الثبات الكيميائي للزجاج بشكل عام بكمية أكسيد السيليسيوم الذي يزيد الثبات الكيميائي بعكس القلويات التي تقلله[1].

خلاصة

الزجاج مادة صلبة لا بلورية, الشفافية هي أهم خواصه, يتميز أيضا بأنه إذا سخن إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة انتقاله الزجاجي فإنه يصبح لزج للحد الذي يسهل تشكيله (.... tirage de fibres, moulage) وبالتالي فإنه يمكن تصنيعه بسهولة وبأبعاد كبيرة.

نلاحظ من خلال هذا الفصل أن خصائص الزجاج متداخلة فتغير إحداها يعني تغير الأخر, لذي من الصعب الحصول على عينة زجاجية بالخصائص المرغوب فيها. يستعمل الزجاج الأكسيدي كثيرا في مجال تكنولوجيا البصرية وذلك بسبب شفافيته الجيدة وتجانسه, صلابته وأيضا استقراره الكيميائي, وسهولة تصنيعه وتكلفته المتواضعة تجعل منه الزجاج الأكثر استعمالا في صناعة الألياف الضوئية وفي العديد من مجالات الصناعة المختلفة .

الفصـــل الثـــــاني
الزجاج الهالوجيني و الجالكوجيني

2-1- الزجاج الهالوجيني

2 -2- الزجاج الكلوريري

2-3- الزجاج الفليوري

2-4- خواص لزجاج الهالوجيني

2-4 -1 الخواص الحرارية

2-4-2- معامل التمدد الحراري الطولي

2-4-3- قرينة انكسار

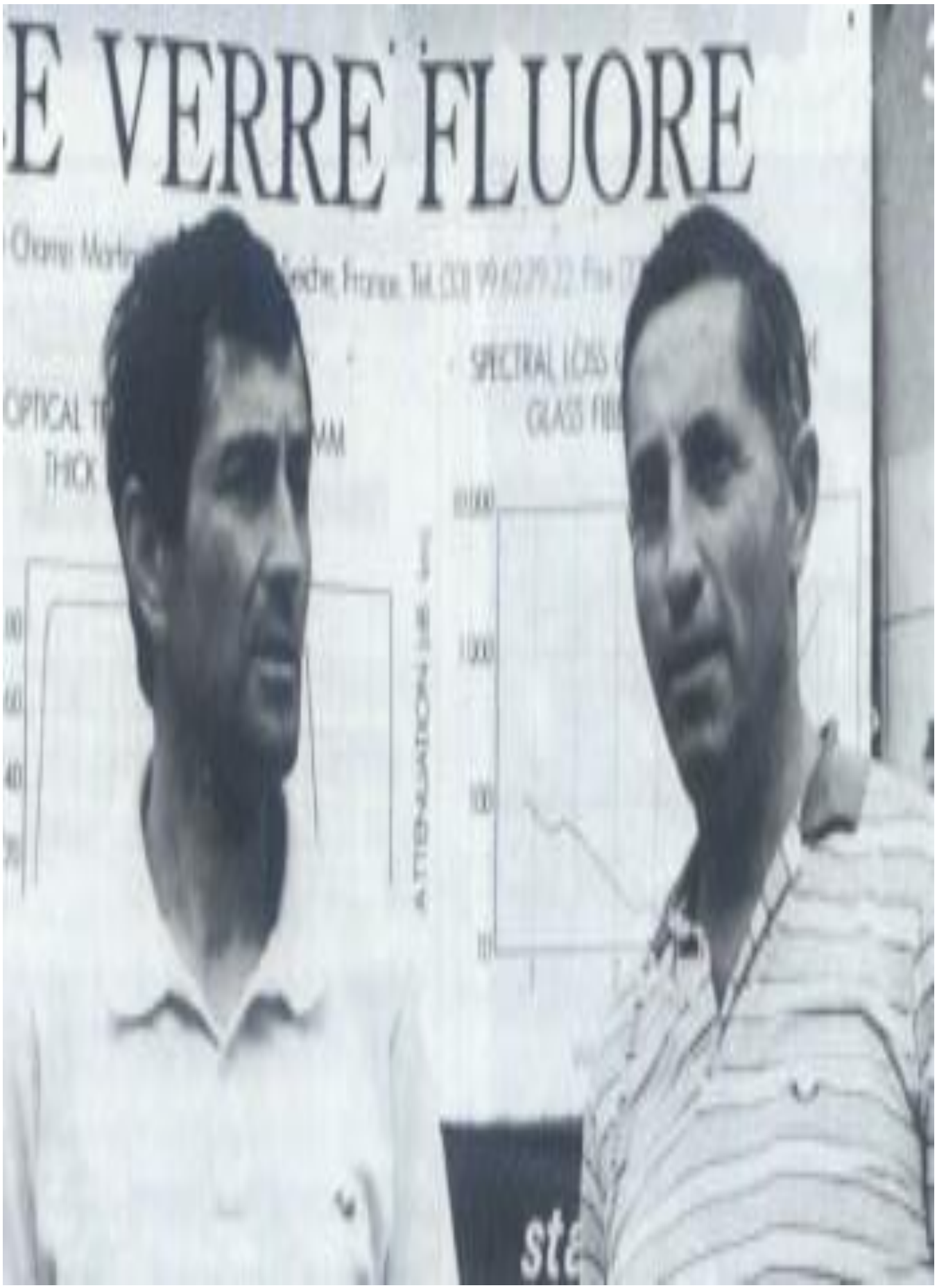
2-5- الزجاج الجالكوجيني

2-5-1- بنية الزجاج الجالكوجيني

2-5-2- خواص الزجاج الجالكوجيني

2-5-2-1- الخواص الضوئية

2-5-2-2- قرينة انكسار



مارسيل(على اليسار)وميشيل (على اليمين)الأخوين الذين اكتشافا زجاج الفلوريد(les verres fluorés)[5].

الزجاج الهالوجيني والجالكوجيني

مقدمة

الزجاج غير الأكسيدي يشمل مجموعة كبيرة تطورت خلال السنوات الأخيرة تطورا ملحوظا من أهم هذه الأنواع الزجاج الهالوجيني (Verres Halogènes) والزجاج الجالكوجيني (Verres Chalcogènes) سنتعرض في هذا الفصل إلى كل منهما بشيء من التفصيل.

2-1-الزجاج الهالوجيني

الزجاج الهالوجيني (فلوريد – كلوريد – بروميد – ايوديد)، نحصل عليه باستبدال الأكسجين بعناصر أخرى أثقل منه واقل شحنة مثل الفلور – الكلور – اليود – البور. أغلب أنواع الزجاج الهالوجيني غير مستقرة كيميائيا فقط الزجاج الفليوري الذي يتميز بخواص ميكانيكية وكيميائية مهمة [5].

2 -2-الزجاج الكلوريري

الزجاج الكلوريري الأكثر شهرة حيث هذا النوع من الزجاج يعتمد على $ZnCl_2$ الذي يملك بنية رباعي السطوح مثل الزجاج السيلسي.
$ZnCl_2$: تشكل بنية القاعدة للشبكة الزجاجية، العديد من مركبات الزجاج التي أساسها الكلور تم اكتشافها مثل ($ThCl_4$،NaCl، KCl) و ($CdCl_2$،$BaCl_2$، Na Cl) هذه الأنواع من الزجاج غير مستقرة وعمليا ليست ذات فائدة [6]. الدارسات الحديثة تعمل على استعمال الكادميوم Cd وعلى إضافة الفوسفور من أجل تحسين الاستقرار الكيميائي لها. عدم الاستقرار اتجاه الماء ناتج عن التبادل الأيوني بين Cl^- و OH^- على سطح الزجاج مما يؤدي إلى تغلغل شوارد OH^- داخل الزجاج.

2-3-الزجاج الفليوري

من أهم أنواع الزجاج الهالوجيني، حيث هذا النوع من الزجاج تطور تطورا ملحوظا خلال السنوات الأخيرة حيث انتقل خلال الثلاثين سنة الأخيرة منحالة الفضول المخبري إلى مواد للتطبيق في مجال البصريات .
الزجاج الفليوري مثل ما يدل على ذلك تسميته يتكون من خليط من الفلوريدات يختلف عن الزجاج الأكسيدي في كونه لا يحتوي على أي من العناصر المألوفة (البورون BوالجرمانيومGe والفوسفور P والسيلسيوم Si)، وأنها مزيج من الفلوريدات ومن المعادن الثقيلة. وأن الزجاج الفليوري الذي أساسه المعادن الثقيلة هو زجاج يتشكل من واحد أو أكثر من الفلوريدات التالية :ZrF_4، HfF_4، BaF_2 ، ThF_2،ZnF_2،AlF_3إن الاستقطابية الضعيفة للفلور ينتج عنها قرينة انكسار ضعيفة لهذا النوع من الزجاج[5] .

في سنة 1975 تم اكتشاف زجاج الفلوريد(les verres fluorés) في مخبر الكيمياء غير العضويةفي جامعة Rennes في باريس فرنسا من طرف العالمين (الشقيقين) مارسيل وميشيل بولان (Marcel et Michel Poulain) عن طريق الصدفة وذلك لأن الحالة الزجاجية لمثل هذه المواد ليست حالة طبيعية من خلال تسخين أنبوب من النيكل يحوي الفلوريدات من الزركونيوم والباريوم والصوديوم و الانتانيدات حتى 950 درجة مئوية، بدلا من الحصول على مركب بلوري تم الحصول على مادة شفافة شبه سائل بعد تجميدها تبين أنها زجاج[5،6]، يشمل زجاج الفلوريد عدة عائلات: فلوريدات زركونيوم وفلوريدات ألمنيوم وفلوريدات الباريوم. les fluorozirconates،fluoroaluminates les fluorobéryllates)et les).

بنية زجاج الفلوريد لا تخضع لقواعد Zachariasen (باستثناء BeF_2)،أغلب الكاتيونات les cations تترتب على شكل متعدد الوجوه مثل AlF_6.، ZrF_8، BaF_{10} حيث تشارك متعدد الوجوه بحوافها أو بقممها هذا النموذج هو المشترك لجميع أنواع زجاج الفلوري وهو مماثل لنموذج زجاج المعادن [7]، وجدير بالملاحظة في هذا النوع من الزجاج انه لا يحتوي على أي أثر من العناصر المألوفة (المشكلة) مثل أكسيد البورون B، الجرمانيوم Ge والفوسفور P ،انه نتيجة مزيج من الفلوريدات والمعادن الثقيلة (في مجالات تركيب محدودة نوعا ما)، ويستند زجاج الفلوريد على نظامثلاثي يستخدم فيه مزيج من ثلاثة فلوريدات الزركونيوم Zr والباريوم Beو الصوديومNa .

كان الباحثين ميشيل ومارسيل يعتقدان أن تشكيل زجاج الفلوريد مرتبط بوجود عنصر الزركونيوم Zr والذي كان بطريقة أو بأخرى مماثل لسيليسيوم في مجموعة الأكسيد، يبدو في الواقع أن بنية الزجاج يمكن الحصولعليها بسهولة فيكثير من مجموعات الفلوريد مع أو بدون عنصر الزركونيوم.

يمكن تمييز عائلتين رئيستين من زجاج الفلوريد(verres fluorés):

-المعادن الثقيلة، تسمى كذلك HMFG(Heavy Metal Fluoride Glasses) المعادن الثقيلة لزجاج الفلوريد مثل(ZBLA(57ZrF_4-36BaF_2-3LaF_3-4ALF_3وZBLAN (57ZrF_4-18BaF_2-3LaF_3-5AlF_3-17NaF[5].هذا الزجاج هو الأكثر استخداما على نطاق واسع في مجال البصريات.هذه العائلة اكتشفت سنة 1975م في جامعة Rennes

-المعادن الانتقالية، تسمى أيضا TMFG (Transition Metal Fluoride Glasses) المعادن الانتقالية لزجاج الفلوريد مثل الزجاج (PBI (PbF_2-BaF_2-InF_3) PM(Zn)G (PbF_2-Mn(Zn)Fe-GaF_3) وأخيرا زجاج (BYZIT (BaF_2-YbF_3-ZnF_2-InF_3-hF_4)تم اكتشاف هذه السلالة في سنة 1978 [1].

المجموعتان لهما خواص فيزيائية مختلفة، دراسات عديدة أثبتت أن البنية الزجاجية للفلوريدات HMFG تتشكل من متعدد سطوح ZrF_7،ZrF_8 متصلة بواسطة رؤوسها وأضلاعها بينما الأيونات Ba^{+2} تكون موزعة عشوائيا [5].

بالنسبة للزجاج TMFG الدراسات دلت على أنه يتكون من ثماني وجوه $M^{+3}F_6$(M=Ga وFe)،In،Mn)،$M^{+2}F_6$(M=Zn مرتبطة فيما بينها برؤوسها من أجل الشبكة الزجاجية .

2-4-خواص الزجاج الهالوجيني

2-4 -1- الخواص الحرارية

تأثير درجة الحرارة على الزجاج يكون مكمم، وذلك من خلال عملية قياس درجات الحرارة المميزة :درجة حرارة انتقالية الزجاجية T_g ودرجة حرارة بداية التبلور T_x[8].

درجات الحرارة المميزة

يعرّف الزجاج انه سائل جامد، انتقال من حالة صلبة إلى الحالة السائلة يحدث عند درجة حرارة مميزة يسمي بدرجة الحرارة الانتقالية الزجاجية T_g .

معرفة درجة الحرارة هذه أمر مهم لأن بعد ذلك يكون الزجاج في الحالة السائلة ويتصرف مثل المادة لينة (العجينة) وبتالي تكون حركة أيونات معتبرة، يمكن لمختلف مكونات الزجاج أن تهاجر (تتحرك في الداخل الزجاج)في الطور السائل لإعادة ترتيبها لتشكل بنية أكثر استقرار: البلورات، انتقال إلى الزجاج البلوري وذلك عند درجة حرارة معينة T_x (ظاهرة التبلور يرافقها انتشار حراري)

	T_g (°C)	T_x (°C)	ρ (g/cm3)
PZG	270	325	5.85
PBI	283	351	5.70
ZBLAN	272	363	4.40

الجدول (1.2): درجات الحرارة المميزة وTx والفرق بينهما (Tx- Tg) وقيم الكثافة لبعض لأنواع زجاج الفليوري[8].

Composition (%mol)	T_g (°C)	T_x (°C)	T_x-T_g (°C)
40Al-40Ca-20Y	422	509	87
30Al-50Pb-20Y	322	432	110
30Al-50Cd-20Y	352	466	114
30Al-40Cd-30Y	369	482	113

جدول(2.2): درجات الحرارة المميزة T_gوT_x والفرق بينهما(T_x- T_g) لبعض أنواع زجاج فلوريد[8].

الفرق بين درجة حرارة الانتقال الزجاجي Tg ودرجة حرارة بداية التبلور Tx هو وسيلة بسيطة لتقيم استقرار الزجاج من نوع إلى أخر. نلاحظ أن تأثير درجة الحرارة على استقرار الزجاج يبدو أكثر وضوحا في تلك العائلات التي تحتوي على الرصاص Pb وألمنيوم Al والكادمنيوم.(الفرق بين T_x-T_g يكون مرتفع في المجموعة (30Al-50Cd-20Y) حيث تكون 114 درجة مئوية،لأن الزجاج يكون أكثراستقرارا إذا كان الفرق أكبر من 100 درجة مئوية)[7]. درجة حرارة انصهار زجاج الفلوريد منخفضة قياسا بالزجاج الأكسيدي حيث تتراوح بين 500 و600 درجة مئوية (في المقابل أن درجة حرارة انصهار زجاج أكسيدي حوالي 2000 درجة مئوية).

2-4-2-معامل التمدد الحراري الطولي

التحريض الحراري للذرات يزداد مع زيادة درجة الحرارة، حيث يؤدي هذا إلى زيادة سعة اهتزاز الذرات وبتالي تزداد مسافة ابتعاد الذرات على بعضها البعض بزيادة درجة الحرارة، ومنه زيادة حجم المادة يعرفα معامل التمدد الحراري الطول يعلى نحو التالي:

$$\alpha = \left(I - I_0 \right) \Big/ \left(I_0 * \Delta T \right)$$

حيث أن:

I_0:طول العينة في درجة الحرارة النظامية.

I: طول العينة في درجة الحرارة T.

T:الفرق بين درجة الحرارة Tودرجة الحرارة النظامية.

في الواقع معامل التمدد الحراري الطولي يعبر عن مدى مقاومة الزجاج للصدمات الحرارية، ومن ناحية أخرى فأن درجة الحرارة تؤثر على اختلاف معامل الانكسار dn / dT.

معامل التمدد الحراري الطولي لزجاج الفلوريد مرتفع بالمقارنة مع الزجاج الأكسيدي ولكن لا تزال أقل من معامل التمدد للزجاج الجالكوجيني [8].

الجدول التالي يبين معامل التمدد الطولي الزجاج الأكسيدي والهالوجيني والجالكوجيني .

Verres	α (10^{-7} K^{-1})
Silice	5.5
Fluorozirconates	150-180
Chalcogénures	240-250

الجدول (3.2):معامل التمدد الطولي لمختلف أنواع الزجاج[8].

2-4-3- قرينة انكسار

زجاج الفلوريد غير مستقطب مما يجعل قيمة انكسار ضعيفة نسبيا، بينما الكاتيونات الثقيلة مثل الرصاص تكون أكثر استقطاب وبالتالي زيادة في معامل الانكسار.

الخصائص البصرية لزجاج الفلوريد لافتة للانتباه: حيث أن التشتت منخفض ومجال الشفافية البصرية واسع حيث يمتد بشكل مستمر من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأشعة تحت الحمراء (200-700)نانو متر. حيث يبين الجدول التالي بعض قرائن انكسار لأهم بعض أنواع زجاج الفلوريد.

Composition	nd
30AlF3-35PbF2-15CdF2-10MgF2-10YF3	1.574
30AlF3-30PbF2-20CdF2-10MgF2-10YF3	1.569
30AlF3-25PbF2-25CdF2-10MgF2-10YF3	1.561
30AlF3-20PbF2-30CdF2-10MgF2-10YF3	1.556
30AlF3-30PbF2-15CdF2-15MgF2-10YF3	1.559
30AlF3-30PbF2-20CdF2-10MgF2-10YF3	1.569
30AlF3-30PbF2-25CdF2-05MgF2-10YF3	1.572
30AlF3-30PbF2-30CdF2-00MgF2-10YF3	1.577
PZG	1.577
PBI	1.504
ZBLAN	

جدول (4.2):معامل انكسار لبعض أنواع زجاج الفلوريد[8].

2-5- الزجاج الجالكوجيني

تم اكتشاف هذا النوع من الزجاج في سنة 1950م [1]،حيث يحتوى الزجاج الجالكوجيني على عنصر واحد على الأقل من احد عناصر المجموعة السادسة مثل الكبريت والسلينيوم والتيرتيوم (Te، Se، S) ترتبط عادة مع عناصر المجموعة الرابعة ك :الجرمانيوم والسيلسيوم Ge)،(Si أو عناصر المجموعة الخامسة ك: Sb)،(As من الجدول الدوري بواسطة روابط تساهمية الروابط التساهمية ناتجة من تلك الإلكترونات المنفردة (زوج إلكترون واحد من الجالكوجيني والأخر من المجموعتينIV أوV القادرين على تشكيل رابطة تساهمية)،لكن هذه الأزواج ليست لها دورا هاما في الخصائص البصرية للزجاج من خلال التركيب البنيوي، حيث تشكل بذلك عدة أنواع من الزجاج نذكر منها:

Ge-S)،(Ge-Se-Te) ، Ge-Sb-Se، La-Ga-Ge-Se، Ge-P-S، Ge-As-Se، Ge-Se، As-Se [9].

الزجاج الأكسيديهي مركبات عازلة كهربائياEg=10ev الروابط فيها روابط كيميائية أيونية بينما في الجالكوجيني الروابط تكافؤية ولهذا فإن الزجاج الجالكوجيني يعتبر مركبات نصف ناقل Eg=1-3ev .[10].
هذه المركبات لها أهمية كبرى لعدة أسباب نذكر منها خصوصا سهولة الحصول على هذه المركبات بشكل زجاج بالتقنيات المعروفة لتشكيل الزجاج و كذلك سهولة تشكيله بإشكال مختلفة. ونشير كذلك إلى الاستقرار الكبير الذي تتميز به المركبات (S-Se) وأيضا ميولاتها الضعيفة إلى التبلور[10]. هذا الزجاج ليس هيدروسكوبي ويتميز بخواص فيزيائية وضوئية معتبرة والتي تفتح المجال لهذا النوع من الزجاج لتحتل مكانا مرموقا في التطبيقات العلمية والتكنولوجية .

2-5-1- بنية الزجاج الجالكوجيني

أول دراسة للخواص الضوئية لهذا النوع من الزجاج كانت في سنة 1870،حيث أثبتت شفافية الزجاج (AS_2S_3) بالأشعة تحت الحمراء في سنة 1950 فريكس وجد أن الزجاجAS_2S_3 شفاف وتمتد شفافيته إلى$\lambda =8\mu m$.[10]
لقدتم تصنيف الزجاج الجالكوجيني إلى ست عائلات كبرى ويعتمد هذا التصنيف على المجموعة التي تنتمي إليها العناصر المكونة للزجاج :

صنف	مثال
جالكوجان صاف	Te،Se،S
نيكتوجان –جالكوجان(V-VI)	P-Se،As-S
تيترا-جالكوجان (IV-VI)	Ge-S،Si-Se
III-VI	In-Se،B-S
جالكوجان معدني	Ag-S-Ge،W-S،Mo-S
هالوجين –جالكوجين	Te-Se-As-I،As-Se-I

الجدول (5.2): تصنيف الزجاج الجالكوجيني اعتمادا على العناصر المكونة للزجاج [10].

ثلاثي كبريت الارستيك (As_2S_3) هو أول زجاج جالكوجان تم تصنيعه تجاريا خلال خمسينات القرن الماضي. ويعتبر الزجاج الضوئي الأكثر استقرارا من السيليس SiO_2.
الوحدة البنيوية للزجاج (V-VI) As_2S_3هي من نوع البنيات الهرمية أي تحتل ذرة الارستيك رأس الهرم وقاعدته تشمل ثلاث ذرات كبريت شبيه بالزجاج الثلاثي مثل (As-S-Se) يكون وحدة متعددة الوجوه مركزها ذرة As[10] .

2-5-2-خواص الزجاج الجالكوجيني

2-5-2-1-الخواص الضوئية

الجالكوجان ذو البنية الأمورفية عبارة عن أنصاف نواقل حيث Eg=1-3ev وتختلف باختلاف مكونات الزجاج، فمثلا الزجاج الكبريتيEg=2-3ev، و مركبات السلينيوم(Eg=1-2ev)Se التيرتيوم Te حيث Eg=0.8-1.5ev مما يعني أن هذا الزجاج يكون عاتما بالنسبة لضوء المرئي الترددات ev<hv<4ev [10].2

2-5-2-2-قرينة انكسار

زجاج جالكوجيني لديه قوة استقطاب كبيرة و بالتالي تكون لديه قرينة انكسار كبيرة، بمؤشرات انكسار خطية للزجاج عالية حيث n من رتبة (2.2-2.6) للزجاج الكبريتي (2.4-2.8) للزجاج السلينيوم (2.6-3.5)للزجاج التيرتيوم [10].

خلاصة

الزجاج الهالوجيني زجاج حديث و من أهم أنواعه الزجاج الفليوري الذي يمتلك عدة خواص ومن أهمها خاصية انكسار في الحدود(1.5) ومجال الشفافية البصرية واسع حيث يمتد بشكل مستمر من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأشعة تحت الحمراء.

الزجاج الجالكوجيني هي مركبات أساسها الكبريت والسلينيوم أو التيرتيوم توجد العديد من المركبات الجالكوجينية ذات البنية الأمورفية الأكثر دراسة وشهرة لهذه المركبات المصنفة (V،VI)، (IV،V،VI) (IV،VI) هذه المركبات تملك قرنية انكسار في الحدود (2.5) ومجال شفافية الذي يمتد إلى المجال أشعة تحت الحمراء. هذه الخواص فتحت الباب واسعا للبحث في هذه المركبات من أجل تطبيقات علمية.

الفصـــــل الثـــــالث

الشفافية

1-1- ميكانيك نيوتن.

2-1- شفافية الزجاج .

3-1- استعمالات الزجاج الفليوري.

4-1- استعمالات الزجاج الجالكوجيني .

الفصل الثالث :الشفافية

مقدمة

الشفافية تعد من الخواص المهمة للزجاج لهذا سندرس في هذا الفصل خاصية الشفافية لأنواع الزجاج الثلاث التالية :زجاج الأكسيدي و زجاج الهالوجيني و زجاج الجالوكوجيني و كذلك استخداماتها بشي من التفصيل .

3-1- ميكانيك نيوتن

الاهتزازات الجزئية يمكن أن تعالج باستعمال ميكانيك نيوتن (كلاسيكي) وذلك من أجل حساب تواتر الاهتزاز ,الفرضية الأساسية في أن كل اهتزاز تعالج و كأنها نابض.في التقريب التوافقي النابض يخضع لقانون هووك[11]:

القوة اللازمة لتمدد النابض تتناسب مع تمدده .ثابت التناسب يعرف بثابت القوة F .

$$F = -Kr$$

حسب قانون نيوتن الثاني[11] :

$$F = m\frac{d^2r}{dt^2}$$

بمساواة العلاقتين نحصل على المعادلة :

$$r(t) = A\cos(2\pi\nu t) , \qquad \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

A:القيمة الأعظمية للسعة .

في حالة جزئي يتكون من ذرتين

نأخذ في هذه الحالة الكتلة المختزلة μ المعرفة كالتالي[11] :

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m1} + \frac{1}{m2}$$

و منه تواتر في حالة جزئي ثنائي الذرة

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$$

3-2- شفافية الزجاج

نافذة إرسال أو شفافية الزجاج تحدد بواسطة حدين في الطيف الكهرومغناطيسي .حد الفاصل الطاقي بالنسبة لموجات القصيرة والتي توافق امتصاص الضوء بالانتقالات الالكترونية[12],و الحد الثاني هو حد متعدد الفوتونات و الذي يوافق أشعة الطويلة ويسببه اهتزاز الروابط الكيميائية[12], هذين النوعين للامتصاص تعتبر خاصية للمادة .

حد متعدد الفوتونات

حد متعدد الفوتونات ناتج عن تفاعل الضوء مع أنماط اهتزاز الروابط الكيميائية المتواجد في المادة التوتر الأساسي لجزئي ثنائي الذرات:

$$\mu = \frac{m1m2}{m1+m2} \qquad \nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

حيث

K : ثابت قوة الترابط .

μ: الكتلة المختزلة للجزئي .

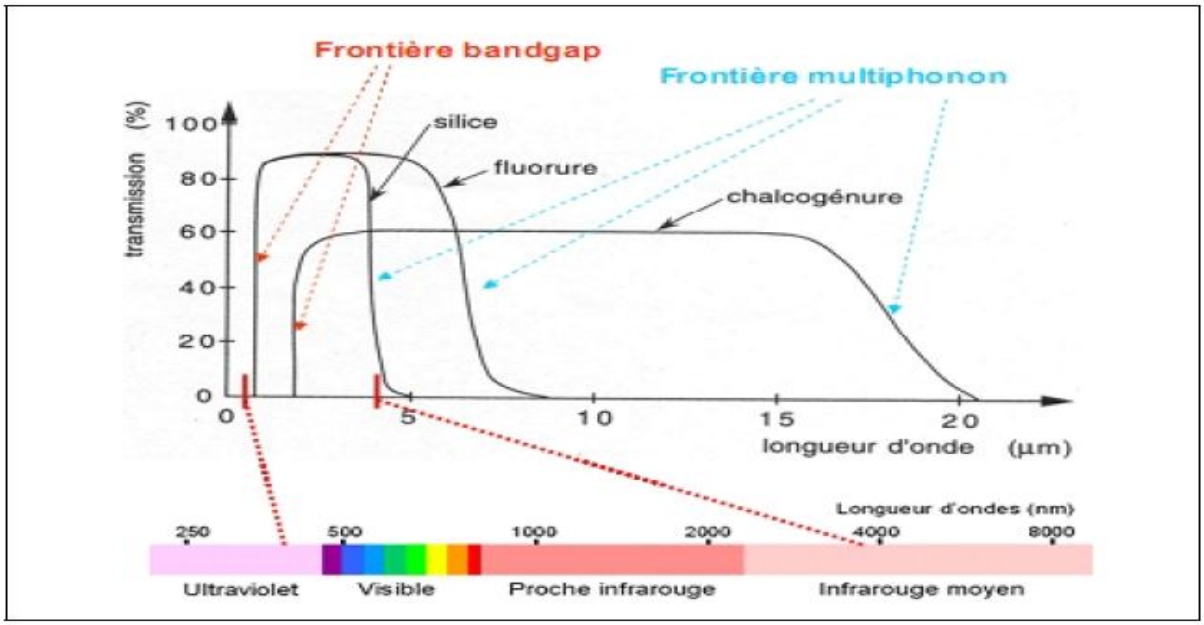
m_1, m_2الكتل الذرية للذرات المستعملة في الجزئي .

بالنسبة لهزاز يحتوي على ثلاث ذرات في الجزئي يكون لدينا

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m1} + \frac{1}{m2} + \frac{1}{m3} \qquad K = K1+K2$$

من هذا نستنتج أن طاقة الفوتون ترتبط بكتل الذرات والربط بين الذرات, كلما كانت الكتل أكبر أو قوة الترابط أضعف كلما انزاح حد متعدد الفوتونات في اتجاه الأشعة تحت الحمراء البعيدة وهذا يفسر الشفافية الممتده للإشعاع الطويل الموجة تحت الحمراء للزجاج الجالكوجيني، لهذا الزجاج كتل مولية(S=32g/mol) وهذه الكتلة كبيرة تؤدي إلى انزياح شفافية هذا النوع من الزجاج إلى الأشعة الطويلة تحت الحمراء حيث تتميز بعض التراكيب من الزجاج الجالكوجيني بشفافية إرسال قد تصل إلى أكثر من 20µm [5] للأشعة تحت الحمراء, بينما بالنسبة للزجاج الفليوري الكتلة المولية (F=19g/mol)، فشفافية محدودة في مجال أشعة تحت الحمراء الطويلة (من 12µm إلى 14µm) [5]، ومحدودية أقل للزجاج الاكسيدي (من 6µm إلى 8µm) و ذلك حسب الكتلة المولية [5](O=16g/mol) .

الشكل (1.3) يمثل منحني الشفافية لأكبر ثلاث عائلات الزجاج: الأكسيدي ممثلا بالزجاج السيليسي والزجاج الهالوجيني ممثلا أساسا بالزجاج الفليوري والزجاج الجالوكوجيني.



الشكل(1.3):منحني الشفافية لأنواع الزجاج التالية : زجاج الأكسيدي و زجاج الهالوجيني و زجاج الجالوكوجيني[1].

3-3- استخدامات زجاج الفلوريد

يستخدم زجاج الفلوريد في كل ما يتعلق بتحليل طيفي لأشعة تحت الحمراء ,و كذلك في المجال الطبي لجراحة بالمنظار الموجات المعنية هي(2.9 إلى 5.5)ميكرون لأن هذه الأمواج تتميز بقوة امتصاصها من طرف الأنسجة

و أيضا يستخدم في إنتاج الألياف البصرية حيث يتم تطوير الألياف زجاج الفلوريد لتصنيع مضخمات ضوئية هذه الأنظمة تستعمل لتحديد إشارة الإرسال عبر مسافات طويلة.

3-4- استخدامات الزجاج الجالوكوجيني

في المجال البصريات النشطة :و ذلك باستخدام عناصر الترابية نادرة لصنع مكبرات الصوت البصرية و ذلك بفضل ارتفاع معامل انكسار حوالي 500 مرة من سيليسي حيث أظهر زجاج chalcogènres إمكاناته في المجال البصري الغير خطي .

في المجال التطبيقات السلبية : يتعلق بالشفافية استثنائية لهذه المواد التي تقع في منتصف مجال الأشعة تحت الحمراء (MIR), مثل صنع العدسات الكاميرات للرؤية الليلية ,دليل الموجي البصريات متكاملة أو أجهزة الاستشعار بالأشعة تحت الحمراء.

Matrices	Etudes – Intérêts	Exemples
Ge-Ga-S-bS	Transparence dans le visible Possibilité d'incorporer des terres-rares	$Ge_{20}Ga_5Sb_{10}S_{65}$ (**2S2G**) $Ge_{22}Ga_3Sb_{10}S_{65}$ (2S2G gaine) $Ge_{25}Sb_{10}S_{65}$ (2S1G)
Te-As-Se	Large transparence dans l'infrarouge Stable vis à vis de la cristallisation	$Te_{20}As_{30}Se_{50}$ (**TAS**)
Ge-Ga-Sb-Se	Hautes températures de transition vitreuse	$Ge_{25}Sb_{10}Ga_5Se_{60}$ (**2S2G-Se**)

جدول (1.3): التراكيب الكيميائية للزجاج و تطبيقاتها [13].

الخلاصة العامة

خلاصة عامة

إن التعديلات و التحسينات في التركيبة الكيميائية للزجاج والتي نسعى من خلالها إلى المحافظة على محاسن هذا الزجاج ومقاومة العيوب وتجاوز المساوئ قدر الإمكان وكذا سهولة تصنيعه، هذه الميزات أكسبته أهمية كبيرة وخاصة في مجال الاتصالات وبفضل خصائصه الفريدة أصبح للزجاج مكانة مرموقة حيث تصنف صناعة الزجاج ضمن الصناعات المستقبلية.

قمنا في هذا العمل بدراسة شفافية بعض أنواع الزجاج. حيث تناولنا هذا الموضوع في ثلاث فصول. حيث تطرقنا في الفصل الأول لمفهوم الزجاج ودراسة الزجاج الأكسيدي وخواصه. وفي الفصل الثاني تمت دراسة الزجاج الهالوجيني والزجاج الجالكوجيني وخواصهما. وفي الفصل الثالث مقارنة شفافية هذه الأنواع الثلاثة للزجاج حيث تعد هذه الخاصية من أهم خواص الزجاج, حيث عرفنا من خلال هذه الخاصية مجالات الشفافية لكل منها وبالتالي مجال استعمال كل منها، ونظرا لاختلاف ألأطوال الموجية لحدود الشفافية بالنسبة لهذه الأنواع من الزجاج مما سمح للباحثين بتطوير صناعة الزجاج وذلك في استعماله في تخزين النفايات النووية إذا كان إشعاعها خارج مجال الشفافية. استعماله في تخزين النفايات النووية القابلة لانحلال كالأسمدة الزراعية.

المراجع

- ✓ الكتب

[2] James barton et claude guillemet « le verre » science et technologie 2005.

- ✓ المذكرات

[1]A. Baggas. etat d.art des verres dopés aux ions terres rares pour les applications. mém. magister. centre universitaire d.el-oued.2010.

[3]عوقالي مبروك نمذجة و محاكاة ظاهرة التبادل الأيوني في الزجاج السيليكاتي القلوي . ماجستير جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2005 .

[4] بوزيان بختة , المحاكاة العددية بطريقة التحريك الجزيئي لمادة زجاجيةso2. ماستر جامعة قاصدي مرباح ورقلة2013 .

[5] M. El jouad, modélisation et spectroscopie des vitrocéramiques fluorées dopéspar des ions de terres rares pour applications en amplification dans l'infrarouge, thèse doctorat université d'angers, angers, france (2010).

[6] I. Vasilief, guides d.onde canaux ampli.cateurs en verres de .uorures dopés erbium:spectroscopie et ampli.cation optique, thèse doctorat, université claude bernard-lyon i, (2003).

[7] Olivier peron guide d'ondes planaires en verre et vitrocéra-

mique fluorés :elaboration par pvd et spectroscopie d'ions de terres rares . mém. docteur. de l'université de maine.2007.

[8] C. benhamidéche.verres fluores a base de cta ions lourds. thèse doctorat. l'universite mentouri de constantine.2006.

[9] V. Balan.2003. verres chalcogenures pour l'optique intégrée. thèse doctorat. l'universit´e sciences et techniques du languedoc montpellier ii.2003.

[10] J . F . Viens, optique intégrée en verres infrarouges chalcogenures, thèse doctorat , université laval (1997).

[11]J. E. Shelby. introduction to glass science and technology, 2nd edition (2005).

[12] Y.A. georges, verres et vitrocéramiques a base de chalco-halogénures dopés par des ions de terres rares pour la luminescence dans le visible. thèse doctorat, université de rennes (2010).

[13] M. laure anne guides d'ondes en verres de chalcogenures pour la détection infrarouge d'espèces (bio) chimiques. mém. docteur .devant l'université de rennes. 2007.

الملخـــــــــــــــــص

خصص هذا العمل لدراسة شفافية الزجاج، في المجال الضوئي الشفافية هي خاصية مرور الضوء عبر المواد. لما يواجه الضوء مادة يمكن أن تتفاعل معه بطرق مختلفة. هذا التفاعل يتعلق بالطول الموجي للضوء وكذلك بطبيعة المادة. الزجاج من بين المواد التي تسمح بمرور الضوء، امتصاص الضوء الفوق بنفسجي والمرئي ناتج عن الانتقالات الالكترونية بينما بالنسبة للأشعة تحت الحمراء ناتجة عن اهتزاز الجزيئات. إن حدي الامتصاص متعدد الفوتونات و طاقة الفصل يتعلقان بتركيبة الزجاج.

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة نظرية لبعض أنواع الزجاج: الزجاج الأكسيدي والهالوجيني و الجالكوجيني ومقارنة بين نوافذ إرسالها و أنجزتها.

كلمات مفتاحيه: الشفافية, الزجاج الأكسيدي, الزجاج الهالوجيني والزجاج الجالكوجيني .

ABSTRACT

This work is devoted to the study of transparency glasses. In the field of optics, transparency is the physical property of allowing light to pass through the material without being scattered. When light encounters a material, it can interact with it in several different ways. These interactions depend on the wavelength of the light and the nature of the material. Glasses are among the few solids which transmit light.

Absorption of light in the ultraviolet and visible regions of the spectrum is due to electronic transitions. While in the infrared region of the spectrum, absorptions in this region in glasses are due to vibrational transitions (multiphonon edge). The multiphonon and gap edges depend of the compositions of the glasses.

a theoretical study of some types of glasses: oxides glasses, halogen glasses and Chalcogenide glasses was carried out, then a comparison between their transmission window was treated.

Key words: transparency**,**oxides glasses, halogen glasses, Chalcogenide glasses.