وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة
كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة
قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة ضمن استكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي
فـي الكيـمياء.
التخصص: كيميـاء تحليـلية

من إعداد : باعلي صفاء النور و عواريب كنزة

بعنـوان

Elaboration des Matériaux Vitreux et Leur Etude Application

إعداد مواد زجاجية ودراسة تطبيقاتها

نوقشت علنا يوم : 2023/06/12

أمام لجنة المناقشة

الاستاذ	الرتبة	الجامعة	الصفة
هادف الدراجي	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيسا
بن طويلة عمر	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقشا
زنـخري الويـزة	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مـــقررا
باباعمي نور الهدى	طالب دكتوراه	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مدعوا

السنة الجامعية : 2022 / 2023

الإهداء

الحمد لله و كفى و الصلاة والسلام على الحبيب المصطفى ، الحمدلله الذي وفقني لاتمام هذه الخطوة في مسيرتي الدراسية وأهدي ثمرة جهدي ونجاحي بفضله وتعالى إلى الوالدين الكريمين حفظهما الله وأدامهما نور دربي ولكل إخوتي الذين ساندوني ودعموني أسئل الله تعالى أن يحفظهم إلى من شجعني على المثابرة طوال حياتي.

صفاء النور باعلي

الإهداء

اهدي ثمار عملي هذا لكل من كان له الفضل في إتمام هدا العمل.....

اهداء خاص للغالية التي ربتني واعانتني، الى أغلى إنسان في الوجود أمي الحبيبة أسال الله ان يوفقني لبرها .....

الى أبي الكريم الذي له كل الفضل.....

الى من قال فيهم الله تعالى "سنشد عضدك بأخيك" إخوتي وأخواتي سندي في الحياة.....

الى كل عائلتي الكريمة .....

كنزة عواريب

تشكرات

{بسم الله الرحمان الرحيم}

الحمدلله الذي بنعمته تتحقق الغايات و الصلاة و السلام على خير الأنام.

نتقدم بجزيل الشكر و التقدير إلى الأستاذة المشرفة "زنخري لويزة"

والأستاذ "بن طويلة عمر " على كل ما قدموه لنا من المجهودات

و المعلومات القيمة و ارشاداتهم و توجيهاتهم الحكيمة و الرشيدة جزاهم الله خيرا ، كما نتقدم بجزيل الشكر إلى أعضاء اللجنة الأساتذة كل من" هادف الدراجي"و" عمر بن طويلة" الذين تفضلوا بقراءة هذه المذكرة مع حسن الاصغاء و المتابعة ، و الشكر الموصول أيضا إلى كامل طاقم كلية الرياضيات وعلوم المادة –جامعة قاصدي مرباح ورقلة –وقسم الكيمياء خاصة من أساتذة و إداريين لهم منا كل التقدير و الإحترام .

كما نتقدم بالشكر والعرفان للذين ساهموا في هذا العمل، مخبر الأشغالالعموميةللجنوب بورقلة- SUD –LTPSوالارضية التقنية للتحاليل الفيزيائيةوالكيميائية ورقلة "CRAPC "ومخبر قسم الكيمياء"VPRS".

وإلى كل من ساعدنا وقدم لنا يد العون ولو بكلمة من بعيد أو من قريب .

صفاء النور باعلي /كنزة عواريب

الفهرس

المحتوى	الصفحة
الإهداء	I
التشكرات	II
قائمة الجداول	VII
قائمة الأشكال	VIII
المقدمة العامة	1
الفصل الأول: عموميات حول الزجاج	
المقدمة	2
I-عموميات حول الزجاج	2
1.I-لمحة تاريخية	2
2.I- تعريف الزجاج	2
3.I- ظاهرة انتقال الزجاجي	3
4.I-أنواع الزجاج	4
1.4.I- الزجاج الأكسيدي(Oxydes)	4
2.4.I- الزجاج الهالوجيني(Halogénures)	4
3.4.I- الزجاج الكالكوجيني (Chalcogénures)	5
5.I- بنية الزجاج	5
1.5.I- الأكاسيد المشكلة	5
2.5.I- الأكاسيد المغيرة	6
3.5.I-الأكاسيد الوسطية	6
6.I- زجاج الفوسفات	6
1.6.I- تعريفه	6
2.6.I- فوائده	7
3.6.I- بنية زجاج الفوسفات	7
7.I- أكسيد الزنك	9
الفصل الثاني:تحضير الزجاج والتقنيات المستخدمة	
المقدمة	11

II- تشكيل الزجاج والطرق المستخدمة لتوصيفه	11
1.II- العمل التجريبي	11
1.1.II- المواد الأولية	11
2.1.II- الادوات والأجهزة المستعملة	12
3.1.II- طريقة العمل	12
2.II- طرق توصيف الزجاج	14
1.2.II- المجهر الإلكتروني الماسح (MEB):	14
2.2.II- مطياف تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDS)	15
3.2.II- مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR)	16
الفصل الثالث:تحليل النتائج والمناقشة	
المقدمة	
1.III-التوصيف باستعمال انعراج الاشعة السينية(DRX)	18
2.III-التوصيف باستعمال المجهر الالكتروني الماسح(MEB)	19
3.III- مطياف تشتت الطاقةبالأشعة السينية (EDS)	20
4.III- مطيافية الاشعة تحت الحمراء(IR)	21
الخاتمة العامة	25

قائمة الجداول

الفصل الثاني		
الجدول (II-1)	الصيغة الكيميائية والكتلة المولية ودرجة انصهار المواد	11
الجدول(II-2)	الأدوات والمواد المستعملة	12
الجدول (II-3)	نسب التراكيب الكيميائية للعينات	12
الجدول(II-4)	مجالات الأشعة تحت الحمراء	16
الفصل الثالث		
الجدول (III-1)	يمثل نتائج التحليل الكمي والنوعي (EDS)	21

قائمة الاشكال

الفصل الأول		
الشكل(I-1)	يمثل ترتيب الذرات: aمادة بلورية، bمادة غير بلورية	3
الشكل (I-2)	ظاهرة انتقال (T_g)	3
الشكل (I-3)	تمثيل تخطيطي لمجموعات الفوسفات واسمائها	8
الفصل الثاني		
الشكل (II-1)	المواد الأولية المستخدمة	11
الشكل(II-2)	(أ) ميزان حساس، (ب) بوتقة	13
الشكل(II-3)	صورة البوتقة في فرن	13
الشكل (II-4)	صور توضع العينات المتشكلة	14
الشكل(II-5)	صورة جهاز المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)	15
الشكل(II-6)	صورة جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء (IR)	17
الفصل الثالث		
الشكل (III-1)	شكل طيف الاشعة السينية للزجاج	19
الشكل (III-2)	صورة للعينة NPZ0	20
الشكل (III-3)	صورة للعينة NPZ1	20
الشكل (III-4)	صورة للعينة NPZ2	20
الشكل (III-5)	صورة للعينة NPZ3	20
الشكل (III-6)	طيف الاشعة IR للعينة NPZ0	22
الشكل (III-7)	طيف الاشعة IR للعينة NPZ1	22
الشكل (III-8)	طيف الاشعة IR للعينة NPZ2	23
الشكل (III-9)	طيف الاشعة IR للعينة NPZ3	23

المقدمة العامة

المقدمة العامة

يعتبر الزجاج حالة خاصة من المادة فلا يمكن اعتباره مادة سائلة أو مادة صلبة، وإن كان يتشارك في صفات كليهما؛ وذلك لأنّه يفتقر للحدود الهيكلية الداخلية الموجودة في معظم المواد الأخرى، لذلك هو شفاف للضوء، على الرغم من أنّ هذا يمكن أن يعتمد أيضاً على تكوينه، ونتيجةً لذلك يمتاز الزجاج بأهميته الكبيرة في صناعة النوافذ، والحاويات، وأدوات المائدة وغيرها.

كلمة زجاج مشتقة من glaesum أو vitrum، مصطلح لاتيني يشير إلى مادة لامعة وشفافة. اكتشفه الإنسان منذ العصور القديمة وهو الآن جزء من حياتنا اليومية، يستخدم في تطبيقات عديدةولازال في تطور مستمر. الزجاج مادة لابلورية، يختص بعدةالسمات مميزة، ومزال هناك أبحاث تنشط لتعمق وفهم بنية الزجاج وسلوكيه وخواصه بهدف تحسين اداءه وذلك لتطوير أنواع جديدة من الزجاج، من بينها الزجاج الاكسيدي الذي له العديد من مجموعات منها الزجاج الفوسفاتي.

ركزت العديد من الابحاث على الزجاج الفوسفاتي وهذا لخصائصه المميزة في العديد من المجلات، وتمتطويرالزجاجالقائمعلىالفوسفاتلمجموعةواسعةمنالتطبيقاتالتكنولوجيةوالطبية، وهدا ماجعلنا نهتم بدراسة هذا النوع من الزجاج في هذا البحث، بحيث الهدف من هذا العمل هو تصنيع عيناتالزجاجبمركبات كيميائية بسيطة ودراسة تطبيقاتها. حيث تحتوي هذه المذكرة على ثلاث فصول:

الفصل الأول:عبارة عن دراسة عامة يتم فيها تقديم عموميات حول الزجاج بمختلف أنواعه وعائلاته كما سيتم التطرق إلى أحد أهم عناصر هذا العمل وهو ميتافوسفات الصوديوم $NaPO_3$ وخصائصه المميزة.

الفصل الثاني: يتم التحدث فيه عن المواد المستعملة في هدا العمل والأجهزة المستعملة

الفصل الثالث: تحليل ومناقشة النتائج التي تم التوصل اليها.وفي الأخير الخاتمة العامة.

الفصل الأول

عموميات حول الزجاج

المقدمة:

الزجاج مادة قديمة استخدمه الإنسان لعدة آلاف من السنين، وتم تحسين خصائصه بشكل كبير مع مرور الوقت، وبعد معرفة بنيتهاللابلورية وحساسيته للصدمات والخدوش وبأنه مادة شفافة للضوء أصبح له تطبيقات في جميع المجالات. حيث أثبتت المواد الزجاجية غير العضوية أنها مرشحة جيدة للتطبيقات البصرية لا سيما في مجال الاتصالات السلكية واللاسلكية. من بين هذه المواد،يمتلك زجاج الفوسفات إمكانيات مثيرة للاهتمام. في الواقع تتميز بنافذة إرسال كبيرة وشفافية جيدة في الأشعة فوق البنفسجية [1]. كما أنه يتميز زجاج الفوسفات عن السيليكات بدرجات حرارة انصهارها المنخفضة [2].

I- عموميات حول الزجاج

1.I-لمحة تاريخية:

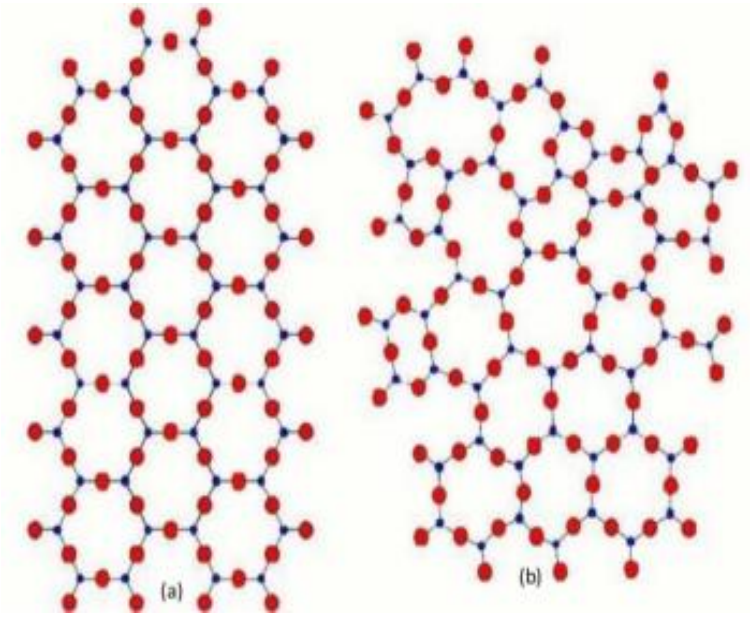
يعود أول استخدام للزجاج من قبل الإنسان إلى عصور ما قبل التاريخ، عندما تم صقل الزجاج البركاني لتشكيل أدوات حادة مثل السكاكين والفؤوس ورؤوس الأسهم.

يعود تاريخ أول زجاج مصنوع يدويًا إلى الألفية الثالثة قبل الميلاد، في الشرق الأوسط ومصر. كانت في البداية عبارة عن زجاج ملون (وبالتالي غير شفاف) تم تقطيعه لتشكيل جواهر أو زجاجات صغيرة، حتى القرن الثاني عشر قبل الميلاد ظل الإنتاج مقصورًا على هاتين المنطقتين، ومن القرن التاسع قبل الميلاد أصبحت سوريا مركزًا كبيرًا ثم انتشر النشاط في كل منطقة البحر الأبيض المتوسط على الرغم من تصنيع الزجاج الأكثر شفافية في فينيزي بفضل رمالها النقية للغاية[3].

اول تكوين للفوسفات تم ابلاغ عنه كان زجاجا ثنائيا مكون من Na_2O-P_2O_5، والذي تم اكتشافه منذ القرون تحت اسم هيكساميتافوسفات الصوديوم وجد هدا الزجاج استخداما محتملا على نطاق واسع نظرا لقدرته على تكوين معقدات مع الفلزات الارضية القلوية ولإظهار النشاط الغرواني في المحاليل[3].

2.I-تعريف الزجاج:

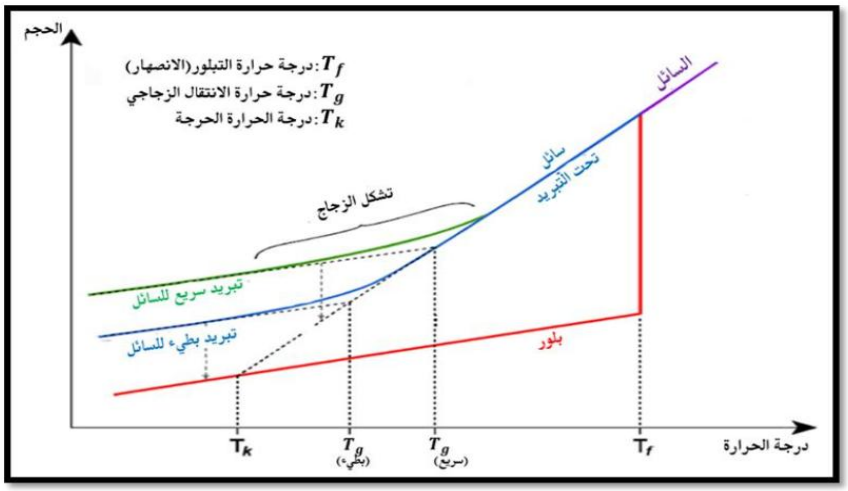
يعرف بأنه مادة صلبة تتوزع الذرات فيها بشكل عشوائي على مسافاتمتساوية مما يجعل منها مادة لا بلورية[4] ويتم الحصول عليه من تجميد سائل لم يتبلور[5].



الشكل(I-1): يمثل ترتيب الذرات: aمادة بلورية، bمادة غير بلورية[5]

3.I-ظاهرة الانتقال الزجاجي:

تمتاز هذه الحالة بالانتقال من الطور السائل اللزج إلى الطور الزجاجي، فعندما نقوم بتبريد سائل لزج زجاجي تبريداً سريعاًومتواصلا يحدث له تقلص في الحجم مع الانخفاض في درجة الحرارة حتى تصبح أقل من درجة حرارة الانصهار(T_f)، فكلما انخفضت درجة الحرارة ارتفعت نسبة اللزوجة و يبدأ السائل في التصلب إلى أن يتحول إلى بلورة و بمواصلة عملية التبريد و انخفاض درجة حرارة يثبت الحجم تقريباً و عندها تسمى درجة الحرارة بدرجة حرارة الانتقال الزجاجي(T_g) ، حيث (T_m) تمثل النقطة الحرجة ينتقل فيها من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة [6]



الشكل (I-2): ظاهرة انتقال الزجاجي[6]

من أهم ما يمكن ملاحظته أيضا من المنحنى (I-1)أنه في حالة إطالة فترة التبريد (أي تبريد بطيء) فيكونمعدل فقدان الحرارة بطيء ولذلك يكون لدينا(بطيءT_g) الموافقة للتبريد البطيء أقل من

(سريع T_g)الموافقة للتبريدالسريع، هذا يعني أن معدل التبريد له تأثير كبير على خواص الزجاج، فالزجاج الذي يبرد بسرعة أكبر تكونله (Tg) أعلى وبالتالي فله حجم مولي أكبر ونتيجة لذلك يكون أقل كثافة.

أما الخط الثاني (اللون الاحمر) في المنحنى (I-1)فإنه يمثل المادة المنصهرة التي تتحول إلى بلور، حيث نلاحظ أن له درجة حرارة حرجة(T_f) فيها مباشرة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة.[7] [8].

I.4-أنــواع الـزجــاج:

للزجاج عدة أنواع تختلف باختلاف مكوناتها، وهناك ثلاث عائلات كبرى للزجاج وهي:

I.4.1-الزجاج الأكسيدي(Oxydes):

يمثل هذا النوع أكبر عائلات الزجاج الصناعي، و له عدة أنواع منها زجاج أكسيد الجرمانيومGeO2، زجاج أكسيد السيليسيومSiO2،زجاج أكسيد البورB2O3، زجاج أكسيد الفوسفورP2O5، يتميز هذا النوع من الزجاج بخصائص ترموديناميكية ممتازة، و له شفافية للضوءالمرئي، و قرينة انكساره ضعيفة نسبيا ومتغيرة، و مع ذلك هذا الزجاج له استقرار حراري عالي و مقاومة عالية جداً للتآكل، كمايستعمل هذا النوع من الزجاج في صناعة الالياف الزجاجية البصرية، و يُستعمل أيضا في تطبيقات زجاج الليزر لأغراض الاندماجالنووي[9]

I.4.2-الزجاج الهالوجيني(Halogénures):

تُشكل بعض ُمركبات الفلوريدات أنواعاً من الزجاج اللاعضوي، خلائط فلوريدات الزركونيومZrF4 و الباريومBaF2و الألمنيومAlF3 و الصوديومNaF تُعطي أنواعاً من زجاج الفلوريدات ذات الأهمية التجارية الخاصة، نظراً لنفوذيتها للأشعةتحت الحمراءواستخدامها في التضخيم الضوئي في الألياف البصرية للاتصالات، كما أن أغلب أنواع الزجاج الهالوجينيغيرمستقرة كيميائياً،فنجد زجاج الفلورايد له خصائص ميكانيكية و كيميائية جيدة[9]

I.3.4-الزجاج الكالكوجيني (Chalcogénures):

أُكتشف هذا النوع من الزجاج في بداية سنة(1950) حيث يتشكل هذا النوع من الزجاج من عناصر المجموع (VIA) بعناصر أخرى[9].

إنالاهتمام الأكبر سيكون بدراسة الزجاج الأكسيدي، حيث يمثل هذا النوع أكبر عائلات الزجاج الصناعي،كما سيكون التركيز الأدق في ذلك على الزجاج الفوسفاتي لأنه ركيزة هذا الفصل.

I.5- بنية الزجاج:

منذ بداية القرن العشرين تم وضع العديد من الفرضيات التي تهدف لدراسة بنية الزجاج الذي شغل الكثير منالعلماء، فكانت أهم الاقتراحات حول بنية الزجاج كالتالي:

- ✓ في عام(1921) طور العالملبديف (Lebdev)فرضيته التي كان مبدؤها أن الزجاج يتكون من مجموعة منالمجالات الذرية الصغرى والمرتبة وتدعى بالبلورات.
- ✓ في عام (1932) وضع العالم زكريازان (Zachariazen)نظريته التي تدعى " نموذج الشبكة العشوائية "والتي تنص على عدم وجود مجالات ذرية مرتبة وإنما تعتمد بنية الزجاج على طبيعته ونسبة الاكاسيدالمكونة له.
- ✓ في عام (1971) في مدينة (Leningrad)اتفق العلماء على اعتماد نموذج زكريازان (Zachariazen) الذي يقسم الاكاسيد الى ثلاث مجموعات وذلك حسب وظائفها داخل الشبكة [10].

I.1.5-الأكاسيد المشكلة:

يكفي توفرها بمفردها لتشكل الزجاج، و الأكثر استعمالا: السيليسيوم(SiO_2) ، البور (B_2O_3) ، الفوسفات (P_2O_5) ، الأرسينيك(As_2O_3) ، الجرمانيوم (GeO_2) ،....إلخ ، وتصنف إلى نوعين حسب بنيتها الفراغية :

- الأكاسيد ذات هندسة مستوية: (B_2O_3 , As_2O_3 , P_2O_3…)
- الأكاسيد ذات هندسة فضائية: (Si_2O_3 , GeO_3 , P_2O_3…)

وتتميز هذه الأكاسيد بطاقة ربط كبيرة ودرجة انصهار عالية [11].

ولقد فرض Zachariazen في نموذجه ان الاكاسيد المشكلة للزجاج تخضع الى مجموعة من القواعد وهي كالتالي:

- لا ترتبط الاكسجين بأكثر من كاتيونين (أيونين موجبين).
- يجب ان يكون عدد الجوار الاقرب للكاتيون صغيرا.
- تشترك متعددات الوجوه برؤوسها فقط، ولا يمكن لها الاشتراك لا بأحرفها ولا بوجوهها.
- كل متعدد وجوه له على الاقل ثلاثة رؤوس مشتركة مع متعددات الوجوه الاخرى.

I.2.5-الأكاسيد المغيرة:

هي أكاسيد لا يكفي توفرها بمفردها لتشكل الزجاج، بل تضاف الى التركيبة الأولية للزجاج لإجراء تغيير على بنيته البلورية وذلك قصد الحصول على خصائص فيزيوكيميائية معينة تؤذي لتحسين خصائص الزجاج [11].

ان الاكاسيد المغيرة الاكثر شيوعا هي: اكاسيد المعادن القلوية مثل Na_2O أو اكاسيد المعادن القلوية الترابية مثل MgO.

I.3.5-الأكاسيد الوسطية:

هي اكاسيد التي يمكن ان تكون مشكلة او مغيرة وذلك حسب الزجاج الذي تضاف اليه ونسبها المضافة الى تركيبة الزجاج والاكثر استعمالا: الألمنيوم (Al_2O_3)، الزنك(ZnO)...الخ، تعمل هذه الاكاسيد على استقرار الشبكة الزجاجية وذلك بمنحها خاصية عدم التغير والذوبان[12] .

I.6-زجاج الفوسفات

I.1.6-تعريفه:

يمكن إنتاج زجاج الفوسفات بالطرق التقليدية وبشكل عام عند درجات حرارة أقل من السيليكاتفي الحالة المنصهرة تكون السوائل سائلة، مما يسهل تكرير الزجاج، ولكن من جهة أخرى فهي شديدة العدوانية من الناحية الكيميائية، ومجال التزجيج واسعة جدا وتقبل تقريبا جميع الأكاسيد ويسهل دراسة العلاقات بين الخصائص الهيكلية، ويعتبر من المواد المفضلة لتطوير تقنيات التحليل الجديدة للزجاج.

2.4.I-فوائده :

يعتبر زجاج الفوسفات له خصائص التي يحتمل ان تكون مثير للاهتمام والتي يمكن استغلالها في تطبيقات مختلفة. على سبيل المثال:

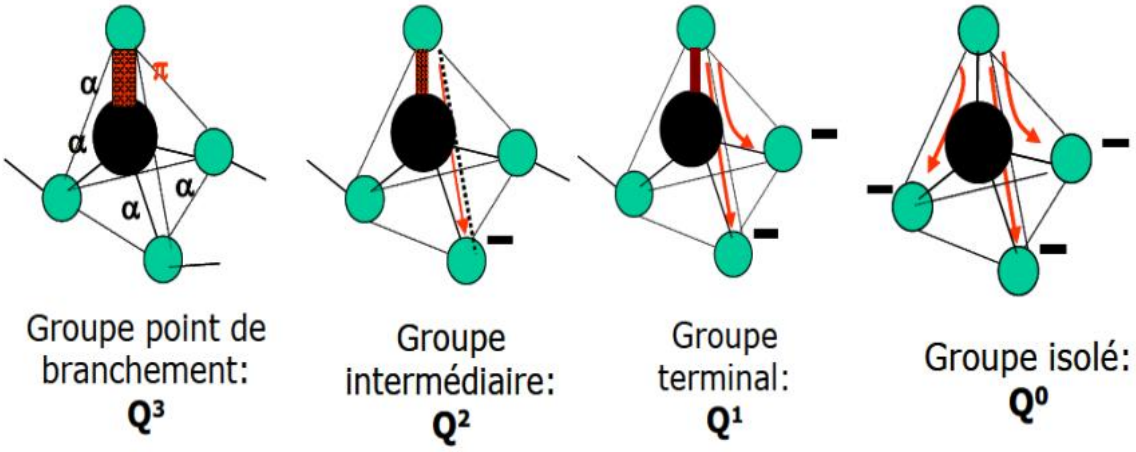
الخصائص الحرارية كمصفوفة مضيفة ليزر لحماية العين، اندماج النووي الحراري، معامل التمدد العالي لختم الزجاج المعدني في الإلكترونيات، توافقها الحيوي كمواد بديلة للعظام...، ولازال في تطوير تركيباته الزجاجية[13] .

يبدأ وصف زجاج الفوسفات بالتعامل مع هيكلها وتزجيجها. فيما بعد موصوفة:

- ❖ عواقب التكافؤ الخماسي للفوسفور على الطبيعة المحددة للشبكة الزجاجية للفوسفات.
- ❖ الكيانات الهيكلية المكونة لشبكة الفوسفات وتسمياتها.
- ❖ تطور هذه الشبكة فيما يتعلق بطبيعة وتركيز الكاتيونات والأنيونات المدمجة.
- ❖ وصف النماذج الهيكلية التي تتضمن تكوين شبكات مختلطة أنيونية وكاتيونية[13].

3.6.I-بنية زجاج الفوسفات :

مركبات الفوسفات لها هياكل متنوعة على نطاق واسع، يمكنهم تشكيل مصفوفات ثلاثية الأبعاد أو خطية. في جميع الحالات تستند هذه الشبكات على ترتيب PO_4 رباعي السطوح في الواقع يشكل الفوسفور عند دمجه مع الأكسجين خمسة روابط تساهمية مع أربعة أكسجين (ثلاثة روابط فردية ورابطة مزدوجة واحدة). يمكن أن يكون الأكسجين الذي يحتوي على رابطة واحدة مع الفوسفور طرفيًا(P-O) أو مرتبطة بذرة فوسفور أخرى (P-O-P). هذا هو عدد الأكسجين النهائيوالجسور التي ستحدد طبيعة موقع الفسفور. هناك تسمية لوصف PO_4 رباعي السطوح. هذا رباعي الوجوه يسمى Q^n، حيث n هو عدد الذرات الأكسجينالتي تربط الجسور. لذلك هناك أربعة أنواع محتملة من Q رباعي السطوح:



الشكل (I-3) : تمثيل تخطيطي لمجموعات الفوسفات واسمائها [14]

- **رباعي الأسطح Q^3:**

ذرات الأكسجين الثلاث التي تشكل رابطة واحدة مع الفوسفور هي الجسور أي مرتبط بفوسفور آخر، في هذه الحالة ترتيب رباعي السطوح PO_4 يشكل شبكة ثلاثية الأبعاد والمركب المتكون يسمى فوق الفوسفات.

يشكل خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 هذا النوع من الشبكات، يحتوي هذا المركب الفوسفاتي على نوعين متميزين من روابط الفوسفور والأكسجين:

- المحطة الطرفية P = روابط مزدوجة O.
- روابط (P-O) أحادية الجسر التي تربط PO_4 رباعية السطوح (روابط P-O-P).

- **رباعي الأسطح Q^2:**

في هذه الحالة، من بين الأوكسجين الثلاثة التي تشكل رابطة واحدة مع الفوسفور، يوجد جسرين من الأوكسجين وأكسجين واحد طرفي، ثم يشكل ترتيب PO_4 رباعي السطوح سلسلة أحادية البعد ويسمى المركب ميتافوسفات. في هذه الحالة تقوم الكاتيونات بتثبيت الأكسجين الطرفي سالب الشحنة. على سبيل المثال، من الصوديوم ميتافوسفات $NaPO_3$. يمكن أن تحتوي هذه السلاسل على أبعاد متغيرة للغاية ومن المعتاد عمومًا إعطاء متوسط طول السلاسل، ثم يتم وصف المركب بواسطة $(NaPO_3)_n$، n هو متوسط

عدد رباعي السطوح المدرجة في هذه السلاسل الخطية. يحتوي هذا المركب أيضًا على نوعين من روابط اكسيد الفسفور:

- تجسير الروابط (P-O).
- روابطP-O)(الطرفية. نعتبر الرابطة المزدوجة)(P = Oوالأخرى (P-O-)الرابطة الطرفية متطابقة لأن هناك صدى بين الجسور[14].

- **رباعي الأسطح Q^1:**

من بين الأوكسجين الثلاثة التي تشكل رابطة واحدة مع الفوسفور، يوجد أكسجين واحد يعمل كجسر والاثنان الآخران طرفيانمشحونان سلبا ومثبتان بواسطة الكاتيونات،تسمى هذه الأشكال الرباعية السطوح بيروفوسفات ويشار إليها أحيانًا بـ PO_3^{2-} ثم هناك اثنانالاحتمالات: يتم وضع رباعي الوجوه Q^1 في نهاية سلسلة الميتافوسفات وبالتالي يرتبط الصوديوم $NaPO_3$ في نهاية السلسلة أو فقط في شكل ثنائيات. مثال في بيروفوسفات الصوديوم $Na_4P_2O_7$.

يحتوي بيروفوسفات رباعي السطوح أيضًا على نوعين من روابط الفوسفور أوكسيجين: روابط (P-O) الطرفية وروابط(P-O).

- **رباعي الأسطح Q^0:**

في هذه الحالة، تكون جميع الأكسجين المرتبط بذرة الفوسفور أطرافًا لذلك يتم عزل PO_4رباعي السطوح تسمى هذه المركبات بمركبات أورثوفوسفات وأحيانًا رباعي السطوحيرمز PO_4^{3-} على سبيل المثال اورثوفوسفات الصوديومNa_3PO_4 . يحتوي رباعي السطوح الفوسفاتي على نوع واحد فقط من روابط الفوسفور والأكسجين لأن الرابطة المزدوجة تتفاعل مع جميع الأكسجين [14] .

I.7- اكسيد الزنك

يحتوي أكسيد الزنك (ZnO) على مجموعة واسعة جدًا من الخصائص الفيزيائيةوالكيميائية؛ إنها ذات فائدة عملية كبيرة. خصائصه الكهروضوئية، خواصه الكهرواجهادية، ثباتهالكهروكيميائي، ووفرته في الطبيعة وخصائصه.

قلة السمية تجعله مركبًا يستخدم على نطاق واسع في مختلف المجالات التكنولوجية مثل الصناعات الكيميائية (تخليق الميثانول، وتثبيت البوليإيثيلين، والبلاستيك، ...الخ) والإلكترونيات (عناصر لحماية الأجهزة الإلكترونية من الجهد الزائد ، والمكونات الصوتية) ، وأجهزة الكشف عن الغاز والموجهات الموجية الضوئية والمحولات الكهروضغطية

يعتبر ZnO أكسيدا متوسطا، إن أيون Zn^{2+} ثنائي التكافؤ فقط ولكنه يتمتع بقدرة كهربائية عالية في تنسيق رباعي السطوح (قريب من 1.6 وفق لمقياس باولينج)Pauling.[15]

تم استخدام اكسيد الزنك ZnO في هدا البحث والذي هو من الاكاسيد الوسيطة التي تضاف للأكسيد المشكل (NaPO3)لتحسين الخصائص الزجاج.

المراجع

الرقم	المرجع
[1]	K. Richard ; J. Non-Cryst. Solids 263–264 1-28 (2000)
[2]	P. Y. Shih ; Materials Chemistry and Physics 84 151–156 (2004)
[3]	EA Abou.Neel, J C Knowles,"Biocompatibility and other properties of phosphate-based glasses for medical applications ", University Colege London, UK, (2014).
[4]	A.BOURZAMA " Etude de la Surface de verre et du verre silanisepar AFM dynamique et par spectroscopie laser : Application à l'écoulement d'unliquide", Université Annaba,(2009).
[5]	ن. ماصري، خ. يحي الشريف، " تأثير مركبات الزجاج الثنائي القائم على Sb_2O_3وNa_2O على لون الليزر المشكل والمطعم بالأتربة النادرة " ،جامعة بسكرة، (2021) .
[6]	أ.م.د. شهاب احمد زيدان الجبوري «علم السيراميك و الزجاج(Ceramic & Glass Science) » قسم العلوم التطبيقية / الجامعة التكنولوجية _ y.edu.iq/appsciences/material/Lacture_material/thrid_class/3-seramic.pdf
[7]	A, Ayadi, "Technologie du verre", office des publication-universitaires, Alger, (2004).
[8]	W. David Kingery, H. K. Bowen, Donald R. Uhlmann, "Introduction to Ceramics", 2nd end (1976).
[9]	T, Belkhier, "Etude spectroscopique des ions trivalents de terre rares dans les verres Sb2O3-M2O", mémoire de magister, centre universitaire d'Eloued, Algérie, (2010)
[10]	A, Beggas, "Etat d'art des verres dopés aux ions terres rares (Application Amplificateur Optique)", mémoire de magister, centre universitaire d'Eloued, Algérie, (2010).
[11]	غوقالي، م.، "نمذجة ومحاكاة ظاهرة التبادل الأيوني في الزجاج السيليكاتي القلوي تطبيق بيان قرينة الانكسار لموجه بصري مستو سطحي"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، (2005).
[12]	F.Rehouma,"Etude de l'échange d'ions à l'argent dans un verre aluminoborosilicate : Application a un procédé d'enterrage sélectif desguides ", (1994).
[13]	V.Jean-Jacques, Le Flem Gilles, "Les Verres Phosphates De la spécificité de l'atome de phosphore à la formation, la structure et la durabilité chimique de phosphates vitreux", Université de Bordeaux, (2010).
[14]	M. MAKHLOUFI Rachid, " Synthèse et caractérisation de nouveaux verres à base d'oxysulfure d'antimoine ", Université Biskra, (2017).

[15] V. Jean-Jacques et Le Flem Gilles, " Les Verres Phosphates De la spécificité de l’atome de phosphore à la formation, la structure et la durabilité chimique de phosphates vitreux ", Université de Bordeaux, (2010).

الفصل الثاني

تحضير الزجاج والتقنيات المستخدمة

المقدمة:

يعتبر الزجاج من بين المواد التي تقبل تغيرات او إضافات في تركيبة الكيميائية ، حيث تم تطوير تركيبات زجاجية أساسها الفوسفات تتراوح بين التراكيب الثنائية والثلاثية والرباعية والأكثر تعقيدًا، نقدم في هدا الفصل طريقة تحضيرعينات زجاجية بتشكيل ثنائية قائمة على $NaPO_3$-ZnO بنسب مختلفةبالإضافة يتم تقديم موجز لمبدأ كل تقنية والأجهزة المستخدمة (المجهر الالكتروني الماسح (MEB) ومطياف تشتت طاقة الاشعة السينية (EDS) ومطيافية الاشعة تحت الحمراء (IR)).

II- تشكيل الزجاج والطرق المستخدمة لتوصيفه

II.1- العمل التجريبي

II.1.1- المواد الأولية:

الاكاسيد المستخدمة في تصنيع الزجاج عبارة عن منتجات تجارية على شكل مساحيق بلورية لها نقاوة عالية: ميتافوسفات الصوديوم، أكسيد الزنك محضرة بنسب مختلفة.

الجدول (II-1): الصيغة الكيميائية والكتلة المولية ودرجة انصهار المواد

المركب	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية (g/mol)	درجة الانصهار(C°)
ميتافوسفات الصوديوم	$NaPO_3$	101.90	628
أكسيد الزنك	ZnO	81.38	1975

الشكل (II-1):المواد الأولية المستخدمة

II.1.2- الادوات والأجهزة المستعملة :

الجدول(II-1): الأدوات والمواد المستعملة

الأدوات والاجهزة	النوع	الخصائص
1-بوتقة Creuset	بورسلين عالية الجودة Creusets en porcelaine forme haute	- البورسلين الصلب المينا - درجة حرارة تصل إلى 1000 درجة مئوية - التوافق الكيميائي الفائق مع الزجاج - مقاومة ممتازة للأحماض
2- الميزان	EXORERPL	- حساس/ دقيق - يظهر ثلاث أرقام بعد الفاصلة
3- الفرن	FOUR A MOUFLE NABERTHERM LE 6/11/R7	- درجة الحرارة تصل الى 1100 درجة مئوية
4 ملقط	- مقاوم للحرارة	- حامل للبوتقة

II.1.3- طريقة العمل :

نسب التراكيب الكيميائية للعينات المحضرة :

تم تحضير العينات وفق التركيبة الكيميائية المولية$(100-x)\ NaPO_3\text{-}\ (x)ZnO$ وتم الرمز للعينات ب NPZ حيث NP أكسيد فوسفات الصوديوم $ZgNaPO_3$ اكسيد الزنك ZnO.

الجدول (II-3): نسب التراكيب الكيميائية للعينات

رمز العينة	NaPO3 (mol%)	ZnO(mol%)
NPZ0	100	0
NPZ1	90	10
NPZ2	80	20
NPZ3	70	30

تحضير العينات الزجاجية:

تم وزن المواد الكيميائية وفق التراكيب المختارة$NaPO_3$،ZnOبواسطة ميزان حساس، حيث يصل وزن الخليط الى 5 غرام، ويتم خلط المواد الموزونة مع بعضها البعض ثم توضع في بوتقة ثم يتم نقل المزيج إلى الفرن .

(أ) (ب)

الشكل(II-2): (أ) ميزان حساس،(ب) بوتقة

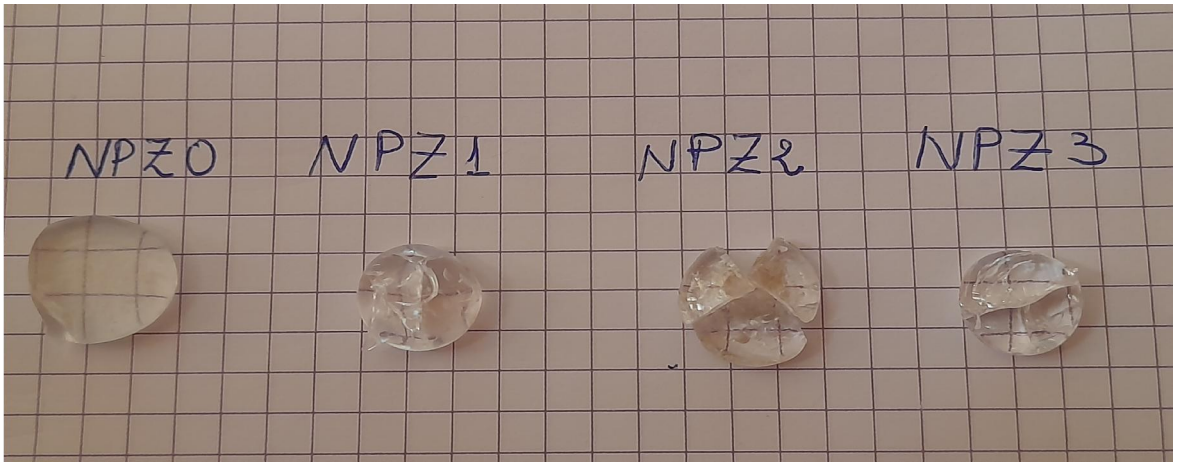
الانصهار:

يتم تسخين الفرن وضبطه عند درجة حرارة$1000C^{\circ}$ عندما يصل الى درجة الحرارة المطلوبة، ندخل البوتقة الى الفرن بواسطة الملقط، نترك البوتقة داخل الفرن لمدة ساعة حتى تنصهر المتفاعلات وتتحول الى حالة فيزيائية سائلة ، تم نخرج البوتقة من الفرن بحذر شديد نسكب الخليط في صفيحة نحاسية.

الشكل(II-3):صورة البوتقة في فرن

التبريد:

تم الحصول على العينات الزجاجية بعد عملية التبريد وهذا من خلال سكب الخليط المنصهر في صفيحة نحاسية ولا تتفاعل مع مواد المنصهرة، في درجة حرارة الغرفة كما هو موضح في الشكل II-4



الشكل (II-4): صور توضع العينات المتشكلة

عادة يتم تبريد السائل المنصهر بطريقة تدريجية، حيث نسكب الخليط في قوالب نحاسية مسخنة في درجة حرارة قريبة من درجة حرارة التحول الزجاجي، ثم يتم وضعها في الفرن الذي يكون بنفس درجة حرارة الصفيحة أي درجة حرارة تساوي 260 درجة مئوية لمدة (6 الى 9ساعات) وتسمى بعملية التلدين او المعالجة الحرارية، نقوم بها إذا كنا نريد الحصول على عينات زجاجية من اجل دراستها وهذا للتخلص من العيوب.

غسل البوتقة:

السائل المنصهر لزج ويبرد بسرعة، بعد تفريعه من البوتقة يتبقى البعض منه لاصق في سطح البوتقة يتم نزعه بغسلها بحمص كلور الماء المخفف (10%) او كمية قليلة من الماء الملكي (0.5ml-1ml) وهي ساخنة نحرك جيدا ثم نفرغ نغسلها بالماء المقطر.

2.II- طرق توصيف الزجاج:

1.2.II- المجهر الإلكتروني الماسح (MEB):

المجهر الإلكتروني الماسح (أو Scanning Electron Microscope:SEM) هوجهاز يمكنه توفير معلومات حول التشكل والتركيب الكيميائي لجسم صلب، استخدامه شائع في علمموا د المجهر الإلكتروني الماسح تم تحليل العينة في مركز (CRAPC الأرضية التقنية للتحاليل الفيزيائية والكيميائية بورقلة)من نوع ZEISS.

يستخدم MEBشعاعًا إلكترونيًا بدلاً من الفوتونات المستخدمة في المجهر الضوئي ، الطول الموجي لحزمة الإلكترون أضعف بمئة ألف مرة من طول الضوء ، ومن ناحية أخرى فإن فتحة هذا الشعاع صغيرة جدًا. نتيجة لذلك تسمح الأجهزة الحديثة بتكبير يصل إلى 100000 مرة على معظم المواد الصلبة مع الحفاظ على عمق المجال المتوافق مع مراقبة الأسطح المعذبة.

الشكل(II-5): صورة جهاز المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)

II.2.2- مطياف تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDS):

يعد التحليل الطيفي EDS (التحليل الطيفي المشتت للطاقة) طريقة للتحليل الكيميائي الدقيق يدرس توزيع الطاقة للفوتونات الأولية والثانوية المنبعثة من عينة تحت تأثير شعاع الإلكترون الساقط، وبالتالي يمكن إجراء تحليل EDS للعناصر الموجودة في العينة باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (MEB). يقترن المجهر الإلكتروني الماسح بنموذج أكسفورد لنظام Link Isis للتحليل الدقيق (EDX). يتكون نظام التحليل المجهري من كاشف الأشعة السينية الذي يجمع الفوتونات التي تنتجها الحزمة الإلكترونية الأولية، وبالتالي فإن المنطقة التي تم تحليلها ستكون هي المنطقة التي تجتازها الحزمة.

3.2.II- مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR):

ضوء الأشعة تحت الحمراء هو اشعاع كهرومغناطيسي لذلك لها خصائص اساسية مثل الانتشار، الانعكاس، الانكسار، الانعراج، الاستقطاب ... الخ ، اكتشف العالم هيرشل في عام (1800) اشعاع الاشعة تحت الحمراء غير مرئي للعين ويغطي نطاق التردد البصري بين المرئي و الميكروويف وهي نفسها الى عدة مناطق: القريب IR، المتوسط والبعيد مثل الموضح في الجدول[1].

الجدول(II-4): مجالات الأشعة تحت الحمراء

500µm	25µm	2.5µm	0.8µm	
الميكروويف	البعيدة من IR	المتوسطة من IR	القريبة من IR	المرئي
	$20cm^{-1}$	$400\ cm^{-1}$	$4000\ cm^{-1}$	$12500\ cm^{-1}$

مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء:

يعتمد مطياف الأشعة تحت الحمراء على طاقة الاهتزاز للجزيئات والتي تتمثل في طاقة الجهد والطاقة الحركية التي تمتلكها الجزيئات بسبب حركتها الاهتزازية حيث ان هذه الطاقة تكون مكممه، عندما يحدث تغير في ثنائية الاستقطاب للمركب يحدث امتصاص الأشعة تحت الحمراء بحيث يجب أن تكون طاقة الفوتونات مساوية لطاقة الجزيء التي تمكنه من الانتقال من حالة طاقة منخفضة إلى حالة طاقة مثارة وتحول هذه الطاقة إلى طاقة اهتزاز[3].

جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء:

هدا الجهاز من نوع (FTIR-8300) مجهز من شركة (SHIMADZU) موجود في جامعة ورقلة في مخبر "VPRS" في مجال الموجي

الشكل(II-6): صورة جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء (IR)

يعمل على إرسال حزمة من الأشعة تحت الحمراء على العينة المدروسة لتسقط فيما بعد هذه الأشعة على الكاشف ليحوله بدوره إلى إشارة كهربائية وبواسطة عملية تحويل رياضية تدعى تحويل فوريه للإشارة الملتقطة نتحصل على طيف انعراج يمثل العدد الموجي بدلالة الامتصاص. ومنه للقيام بعملية التحليل الطيفي للمادة المدروسة يكفي تحديد التناسب بين أطوال الموجات الفعالة الممتصة مع المجموعات الكيميائية الحاضرة في المادة [12].

الفصل الثالث

تحليل النتائج والمناقشة

المقدمة

أظهرت العديد من الدراسات أن الزجاج الفوسفاتي المنفرد لا يتمتع باستقرار كيميائي جيد مقارنة بزجاج الفوسفات الذي يحتوي على عدة مكونات، كما أثبتت أنه يمكن تحسين الخصائص العيانية للفوسفات الحيوي، عن طريق إجراء تغييرات طفيفة في التركيز المولي للأكاسيد المعدلة وشبكة وسيطة.[1]

الزجاج الفوسفاتي المشكل انطلاقا منثنائية $NaPO_3_ZnO$له خصائص مميزة ، في هذا نظام تكون أيونات Zn^{2+} بشكل أساسي في تنسيق رباعي السطوح في الزجاج تركيبة ثنائي الفوسفات مسؤولة عن تكثيف قوي جدا للشبكة مما يجعل من الممكن تقليل خطوة إزالة القلوي وبالتالي نشاط الترطيب في هذه الزجاجات[2] ،والتي هي من اهم خصائص الزجاج الفوسفاتي ،تم تحضير أربعة عينات من هذه الثنائية بنسب مختلفة وفقة التركيبة الكيميائية المولية المئوية التالية :

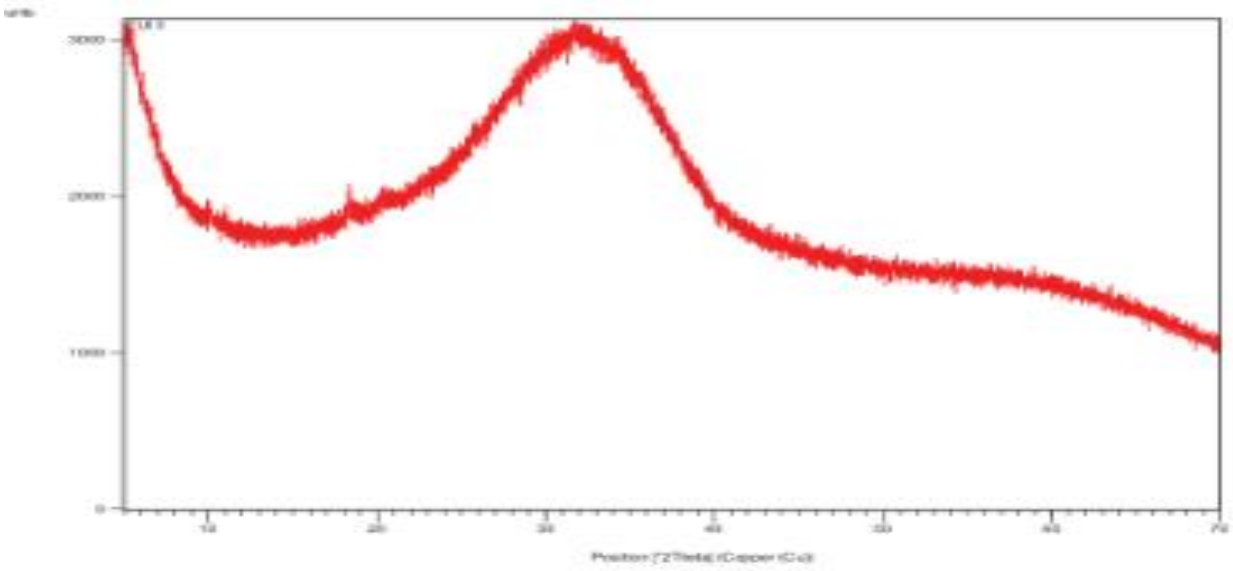
NaPO3(100)_ZnO(0)	NaPO3(90)_Zno(10)
NaPO3(80)_ZnO(20)	NaPO3(70)_ZnO(30)

تم اجراء مجموعة من تحاليلوالقياسات لهذة العينات لدرسة الخصائصالفيزيوكيميائية والضوئية لهدا النظام ،سنقوم في هدا الفصل بمناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليهامن تقنيات المستعملة (الاشعة السينية ،المجهرالالكتروني الماسح (MEB\EDS)، الاشعة تحت الحمراء (IR))

1.III- التوصيف باستعمال انعراج الاشعة السينية:

استنادا الى اعمال سابقة فإن طيف الاشعة السينية للمواد الزجاجية تاخد الملمح الموضح في الشكل بخلاف من القمم الحادة التي تظهر عادة في انعراج الاشعة السينية على المساحيق او البلورات التي تملك شبكة بلورية منتظمة. علما انه معروف ان الزجاج غير منتظم الشبكة البلورية.

تتميزأطيافDRX بنطاقات واسعة عند زوايا منخفضة. لايلاحظ أيذر وةدقيقة للحيود علىالأطياف المسجلة للزجاج المصنع، هذه هي خاصية المواد غيرالمتبلورة. في الواقع، يتم التأكيدعلى الطابع الغير المتبلور للعينات الزجاجية المصنعة.



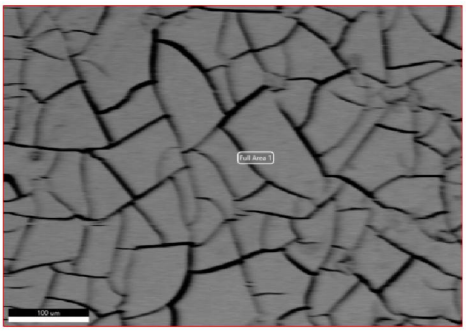
شكل(III-1):شكل طيف الاشعة السينية للزجاج

III.2-التوصيف باستعمال المجهر الالكتروني الماسح(MEB):

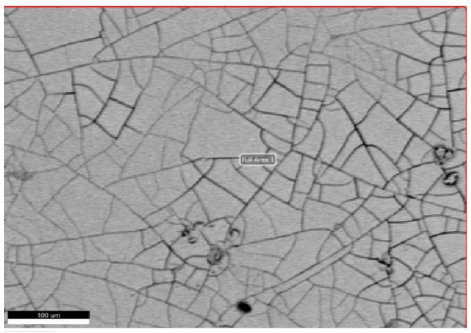
تمثل الاشكال **III.2** ، **III.3** ، **III.4** و**III .5**صور العينات الملتقطة بواسطة المجهر الالكتروني الماسح MEB.

قبل اجراء تحاليل تم ترك العينات لمدة شهر في مكان يوفر لها الرطوبة للملاحظة العينية للتغير الذي يمكن ان يحدث لها. بعد مرور هده المدة ظهر تحول طفيف في العينة الاولى.

من خلال الصور الملتقطة بواسطة المجهر الالكتروني الماسح(MEB) نلاحظ أنه يوجد اختلاف كبير من الشكل (III.2) حتى الشكل (III.5) ، يفسر هذا الاختلاف الى اختلاف نسبة أكسيد الزنك ZnO في العينات ، حيث نلاحظ انه يوجد تشققات كبيرة جدا في الشكل (III.2) وتشقق واضح في الشكل (III.3) ثم في الشكل (III.4) والشكل (III.5) لاتوجد التشققات وسطح العينات (الزجاج) املس أي ملتم

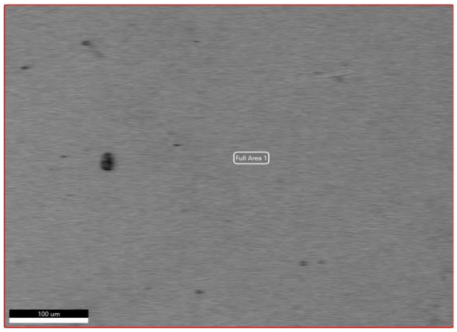


الشكل (III-2):صورة للعينة NPZ0



لشكل (III-3):صورة للعينة NPZ1

الشكل (III-4):صورة للعينةNPZ2



الشكل (III-5):صورة للعينةNPZ3

تحلل وتفسر هذه النتائج ان زيادة أكسيد الزنك ZnO بنسبة 20%حتى 30% يحسن من الخصائص الزجاج ويجعله اكثر استقرارا كيميائيا، كما هو معروف عن الزجاج الفوسفاتي انه يتفاعل بسرعة مع الماء في درجة حرارة الغرفة و بتعرضه لرطوبة وزيادة الزنك يقلل من هذه الخاصية.

كما نلاحظ وجود بعض الشوائب على سطح الزجاج تعود الى المواد الكيميائية المستخدمة اوعدم اتخاد كل إجراءات الازمة عند غسل الأدوات المستعملة.

III.3- مطياف تشتت الطاقةبالأشعة السينية (EDS):

يظهر الجدول نتائج التحليل الكمي والنوعي، حيث يعطي تحليل العناصر الكيميائية الموجودة في العينات والنسبة المئوية الكتلية والذرية لكل عنصر:

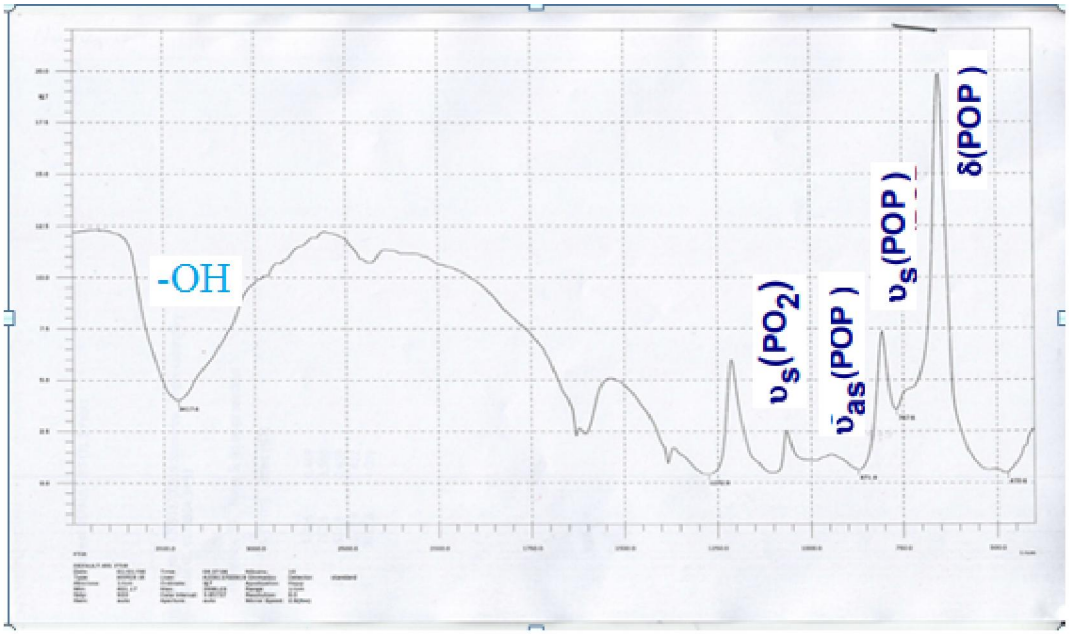
الجدول (III-1) :يمثل نتائج التحليل الكمي والنوعي (EDS)

الرمز	NPZ0		NPZ1		NPZ2		NPZ3	
العنصر	**الكتلي (%)**	الذري (%)	**الكتلي (%)**	الذري (%)	**الكتلي (%)**	الذري (%)	**الكتلي (%)**	الذري (%)
O(K)	**48.96**	61.92	**44.07**	50.77	**42.34**	61.28	**36.26**	53.64
P(K)	**30.11**	19.66	**18.54**	11.03	**21.16**	15.82	**31.07**	23.74
Na(K)	**20.93**	18.42	**13.65**	10.94	**15.28**	15.39	**16.17**	16.65
Zn(L)	\\	\\	**7.33**	2.07	**21.21**	7.51	**16.50**	5.97

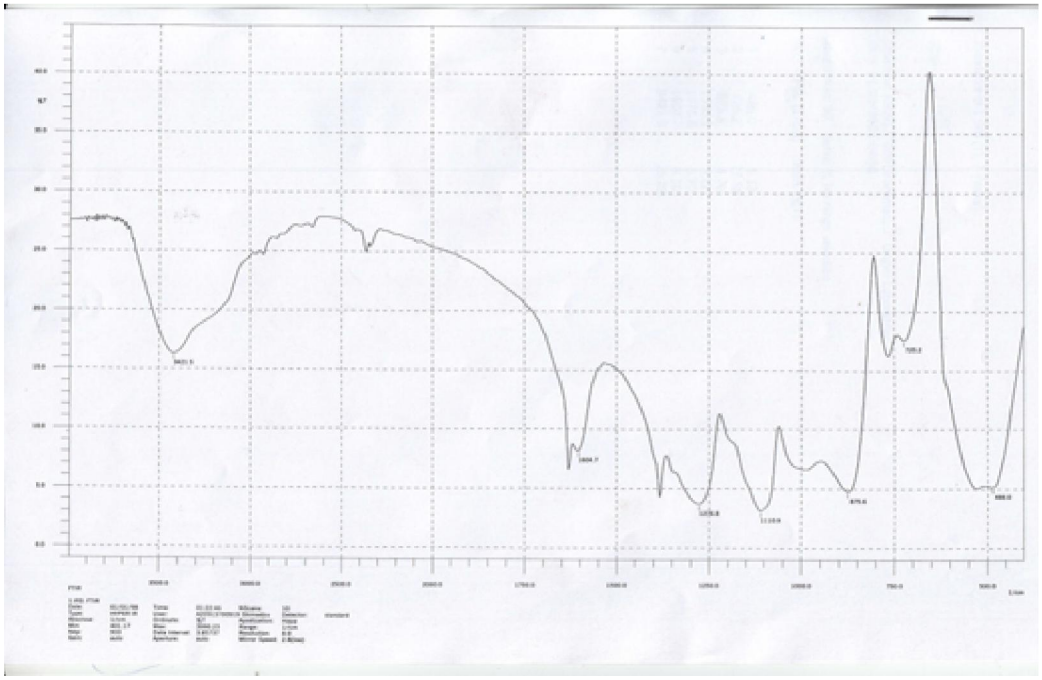
من خلال نتائج الجدول يتضح ان العينة المرجعية NPZ0 تتكون من الصوديوم والفوسفورو الاكسحين فقط في الحين العينات الثلاث المتبقية دخل فيها عنصر الزنك كما يتضح ان التركيب النوعي للعينات الثلاث متشابه ولكن التركيب الكمي مختلف وهدا يتفق مع البروتوكول التجريبي المتبع.

4.III- مطيافية الاشعة تحت الحمراء(IR):

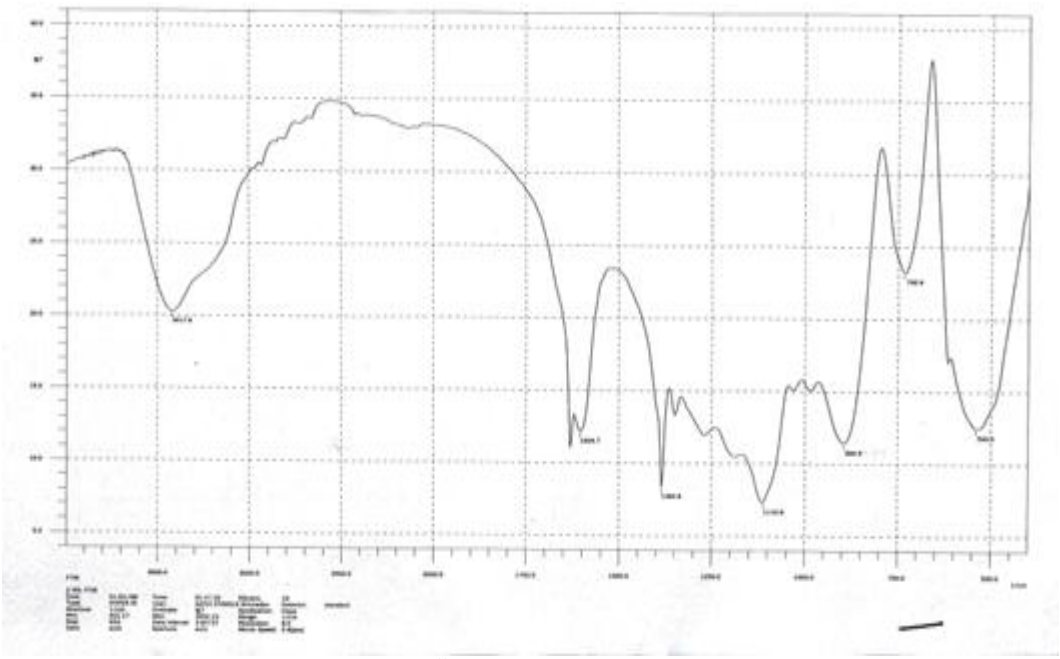
تمثل الاشكال اطياف الامتصاص الاشعة تحت الحمراء للعينات المشكلة انطلاقا من ثنائية NaPO3_ZnO في المجال من [$4000cm^{-1}$-$400cm^{-1}$]:



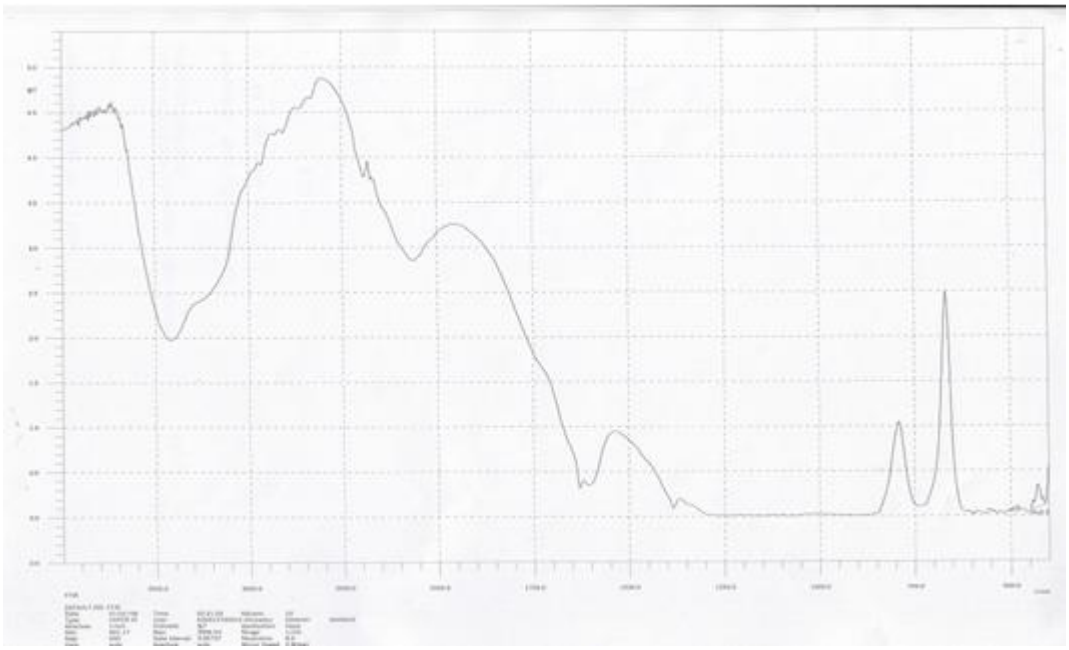
الشكل (III-5): طيف الاشعة IR للعينة NPZ0



الشكل (III-6): طيف الاشعة IR للعينة NPZ1



شكل(III-7): طيف الاشعة IR للعينةNPZ2



الشكل(III-8): طيف الاشعة IR للعينةNPZ3

- من خلال النتائج المتحصل من مطيافية الاشعة تحت الحمراء IR عليها نلاحظ تشابه كبير بنسبة للاطياف الثلاثة الأولى الشكل (III-5) والشكل (III-6) والشكل (III-7) ، حيث يوجد بعض الاختلافات والازاحات البسيطة في العصابات ناتج هذا عن تغير في التراكيب والنسب الكيميائية في العينات الذي يؤدي الى تغير البنية.

- اما الشكل (8-III) نلاحظ تغير كبير في طيف الامتصاص IR بنسبة للاطياف الأخرى وهذا لتغير في البنية والروابط المتشكلة عند زيادة أكسيد الزنك بنسبة 30% .
- نلاحظ عصابة الرابطة (O-H) في المجال [$3417.6\text{-}3421.5cm^{-1}$] في جميع الاطياف [2].
- في الشكل (5-III) عند الاهتزاز [$1272.9cm^{-1}$] وفي الشكل (6-III) عند [$1276.8cm^{-1}$] والشكل (7-III) عند[$1384.8cm^{-1}$] مجال عصابة الرابطة (P=O) تظهر عند تشكل بنية ميتافوسفات الصوديوم (Q^2).[3]
- الاهتزاز [$1110.9cm^{-1}$] في أطياف الاشكال (8-III،7-III،6-III،5-III) يعود الى الرابطة $(PO_3)^{2-}$ تنتج هذه الرابطة عند تشكل بني بيروفوسفات الصديوم (Q^1).[2]
- في الشكل (8-III) عند الاهتزاز [$1000cm^{-1}$] الرابطة $(PO_4)^{2-}$ ناتجة عن تشكل بنية اورثوفوسفات الصديوم (Q^0).[3]
- مجال [$850cm^{-1}$-$894.9\ cm^{-1}$] في الاطياف الأربعة الرابطة (P-O-P).[3]
- مجال [$750cm^{-1}$-$725.2cm^{-1}$] في الاطياف الشكل (6-III) والشكل(7-III) والشكل (8-III) الرابطة (P-O-Zn). اما في شكل (5-III) يعبر عنها ب الرابطة (P-O-P)

المراجع

المراجع:

[1]	Y. Er-rouissi, Z. Chabbou, N. Beloued, S. Aqdim,Chemical Durability and Structural Properties of Al_2O_3-CaO-Na_2O-P_2O_5 Glasses Studied by IR Spectroscopy, XRD and SEM(2017)
[2]	H. Sinouh,LahcenBih,ElBouariAbdeslam,T. Baudin,<Glass and glass-ceramics along the SrTiO 3 -NaPO 3 line>(2013)
[3]	L. Montagne , G. Palavit, R. DelavalM,Effect of ZnO on the properties of(100 - x)(NaPO 3) -xZnO glasses,(1997)

الخاتمة

الخاتمة العامة

تم تخصيص هذه المذكرة لدراسة النظام الثنائي القائم أساسا على أكسيد الفوسفات الصوديوم أي "الزجاج الفوسفاتي" الذي له مجموعة من الخصائص المثيرة التي جلبت له اهتمام الباحثين له (كمعامل التمدد الحراري العالي، درجات حرارة انتقالية عالية وانخفاض انصهار ونشاط الحيوي) ركزت العديد من الأبحاث في هذا نوع من الزجاجيات على خاصية نشاط الحيوية وهذا لاستخدامها في مجال الطب كمواد مشابهة للعظام.

حيث قمنا في الفصل الأول بالتطرق الى بعض المفاهيم الأساسية التي يرتكز عليها هذا البحث أولها الزجاج وانواعه ثم سلطنا الضوء على الزجاج الفوسفاتي وخصائصه وفوائده.

أما في الفصل الثاني تطرقنا الى الطرق التجريبية التي تم استعمالها خلال هذا العمل التجريبي أولا تم تعريف بالمواد والأدوات المستعملة تم تطرقنا الى طريقة تحضير العينات حيت تم تحضير أربع عينات زجاجية بالطريقة تقليدية ذات النظام الثنائي $NaPO_3_ZnO$ والتي تركيبها المولي:

$NaPO_3(90)_Zno(10)$ $NaPO_3(100)_ZnO(0)$

$NaPO_3(70)_ZnO(30)$ $NaPO_3(80)_ZnO(20)$

في الفصل الثالث تم تحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها بعد توصيف الزجاج حيث باستعمال المجهر الالكتروني الماسح توصلنا الى أنه زجاجيات الفوسفات المنفرة غير مستقرة كيميائية وان التغيرات في التركيبة الكيميائية المولية تجعلها اكثر استقرارا ، كما توصلنا من خلال التحليل الكمي والنوعي (EDS) يتفق مع البروتكول التجريبي للعينات ، كما كشفت دراسة الخواص البصرية باستعمال مطياف الاشعة تحت الحمراء ان بنية الزجاج في العينات الأربعة الثلاثة الاولى متشابهة ووجود نفس الروابط وبينما الثالثة تختلف في البنية، وفي الأخير توصلنا الى ان الخصائص الفيزيوكيميائية والبصرية تعتمد على التركيبة الكيميائية للزجاج وبالأخص على تغير نسبة الزنك، كما أن هذا الزجاج المصنع يمكن ان يحسن ويستعمل في العديد من المجالات أهمها مجال الطب والتكنولوجيا.

الملخص

تقوم دراستنا حول النظام الثنائي للزجاج القائم على أكسيد الفوسفات، وتم إضافة له أكسيد الزك لتغير بعض الخصائص، من أجل استخداماته العديدة في مجال الطب وتكنولوجيا خاصة الليزر والبصريات وذلك وفقا التركيبات المولية المختارة التالية :

كما تم تحديد الخصائص الفيزوكيميائية والضوئية باستخدام تقنيات التالية :

NaPO3 (100)_ZnO(0) NaPO3(90)_ZnO(10)

NaPO3 (80)_ZnO(20) NaPO3(70)_ZnO(30)

المجهر الالكتروني الماسح (MEB) والمطياف تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDS)

المطيافية الاشعة تحت الحمراء (FTIR)

Résumé

Notre étude est basée sur le système binaire de verre à base d'oxyde de phosphate et l'oxyde ZAC a été ajouté pour modifier certaines propriétés, pour ses nombreuses utilisations dans le domaine de la médecine et de la technologie laser et optique selon les formulations molaires sélectionnées suivantes:

Les propriétés physiochimiques et photovoltaïques ont également été identifiées à l'aide des techniques suivantes:

NaPO3 (100)_ZnO(0) NaPO3(90)_ZnO(10(

NaPO3 (80)_ZnO(20) NaPO3(70)_ZnO(30(

Scanner au microscope électronique (MEB) et spectromètre de dispersion d'énergie à rayons X (EDS (Spectrométrie infrarouge (FTIR(

Summary

Our study is based on the phosphate oxide-based glass binary system and ZAC oxide has been added to change certain properties, for its many uses in the field of medicine and laser and optical technology according to the following selected molar formulations:

Physiochemical and photovoltaic properties have also been identified using the following techniques:

NaPO3 (100)_ZnO(0) NaPO3(90)_ZnO(10(

NaPO3 (80)_ZnO(20) NaPO3(70)_ZnO(30(

Electron Microscope Scanner (MEB) and X-ray Energy Dispersion Spectrometer (EDS(

Infrared Spectrometry (FTIR(