جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية / كلية التربية
قسم الفيزياء

تشعيع البلورة $ZnWO_4$ عند الامتصاص الخطي واللاخطي

بحث تقدم به الطالبان
١-حيدر كاظم ناهي الجبوري ٢- خالدة ساعد توتي مليوي
الى مجلس كلية التربية كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

اشراف
م.د. حيدر كامل حنون

١٤٣٩ هـ ٢٠١٨ م

((اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا
مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ
مِن شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا
يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُّورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن
يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ))

صَدَقَ اللهُ العَلِيُّ العَظِيمُ

سورة النور (آية ٣٥)

الى اباءنا وامهاتنا (حفظهم الله):-

اباءنا

.....من وجهانا في مسالك الحياة

أمهاتنا

.....من سهرتا على تربيتنا

شكر وامتنان

نتقدم بوافر الشكر والعرفان الى استاذنا الدكتور (حيدر كامل حنون) الذي اشرف على بحثنا ، وبذل جهده ووقته في تعليمنا وارشادنا ، واننا ندين له بالتقدير والامتنان ، كما نتقدم بالشكر الى كل من ساعدنا وارشدنا في بحثان راجين من الباري (سبحانه وتعالى) ان يعم الجميع برحمته ويديم عليهم نعمته بالصحة والسعادة والرفاه وجزاهم الله جميعاً عنا خيراً .

الباحثان

الفصل الأول

المبحث الأول –

الليبرز وانواعه

المبحث الثاني –

تفاعل الاشعة الليبرزية مع المادة

الفصل الاول

المبحث الاول- الليزر وأنواعه

١- المقدمة :-

الليزر (LASER) هو تعريب يدعى في اللغة العربية (الاسم التاجي) نسبة إلى التاج، من معنى التتويج لاختصار شائع لتسمية علمية معروفة(Acronym) مكونة مما يدعى بالأحرف الاولية في اللغة الانكليزية :

(word formed from initials)

وفي الاصل فأن التسمية هي :

L*ight* **A***mplification* by **S***timulated* **E***mission* of **R***adiation*.

وتعني (تضخيم الضوء بإنبعاث الإشعاع المحفز) او (تضخيم الضوء بالانبعاث المحثوث للاشعاع).

ويطلق المصطلح على الجهاز الذي ينتج الليزر بانه الجهاز الذي ينتج حزمة قوية ضيقة من الاشعاع الذي يمكن الاستفادة منه في العمليات الطبية ولقطع المواد الصلبة و....الخ [١] .

قدماء اليونانيين ظنوا أن أعيننا تُخرِج أشعة مثل (الليزر) والتي تجعلنا قادرين على الرؤية، أول شخص لاحظ أن الضوء يدخل إلى العين ولا يخرج منها كان عالم رياضي وفيزيائي وفلكي مسلم، وهو الحسن بن الهيثم. حيث اكتشف أن الإبصار يحدث بسبب سقوط الأشعة من الضوء على الجسم المرئي مما يمكن للعين أن تراه.. ولكن العين لا تخرج أشعة من نفسها.. وإلا كيف لا ترى العين في الظلام؟ [٢] .

قبل تصنيع جهاز الليزر نجح مجموعة من الباحثين بتضخيم اشعة الميكروويف واطلق علي ذلك الجهاز اسم " مازر"Maser" " ، وذلك في مختبرات "بيل"، وفيما بعد تم تطوير "الميزر" من خلال دراسات تمت على الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء وتم اطلاق كلمة "الليزر" على اول جهاز لتضخيم الضوء المرئي عن طريق الانبعاث المحفز للأشعة [٣] .

ان العالم والفيزيائي الامريكي تشارلز هارد تاونز (Townes, Charles Hard) هو من وضع الاسس الرئيسية التي ادت الى اختراع جهاز الميزر كما مهد بالاشتراك مع ارثر ل . شاولو في سنة ١٩٥٨ لاختراع الليزر . وقد فاز تاونز في سنة ١٩٦٤ مع اثنين من العلماء الروس بجائزة نوبل للفيزياء نتيجة جهودهم في اختراع وتطوير جهاز الميزر وما ادى اليه من تطور في ابحاث الليزر [٤] .

عُرفتْ نظرية الليزر في بدايات القرن الميلادي الماضي بإسهامات آينشتاين العلمية . وقد بدأ انتاج أول ليزر عام ١٩٦٠ م في معامل هيوز بالولايات المتحدة حيث تمكن العالم ميمان من تشغيل ليزر الياقوت (Ruby) [٥] .

في العام ١٩٥٨ اقترح العالم تونز والعالم شاولو إيجاد مايزر جديد من نوعه يعمل في منطقة الترددات الضوئية. وفي عام ١٩٦٠ ابتكر العالم ثيودور مايمين أول مايزر يبعث الضوء قسرياً من مادة صلبة وأَطلق عليه اسم المايزر الضوئي أو الليزر .ثم أخذ العلماء يطورون تقنية الليزر بعد ذلك، من حيث تقوية الأشعة المتوفرة، ودراسة خصائصها بشكل متقن. واكتشف العلماء في أثناء تجاربهم أنواعاً من إشعاعات الليزر مثل ليزر الغازات ,وليزر السوائل ,ولكل منها حقلها الخاص في التطبيقات العلمية، وخصوصاً عند انتشار استعمال الليزر في الطب والمعامل، بالإضافة إلي انتشاره في حقول علم الفضاء الخارجي وتقنيات الأسلحة الحربية [٦].

(المايزر)بالإنجليزية Maser :اختصاراً لـ

(Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)أي تضخيم الموجات الدقيقة بواسطة الانبعاث القسري للأشعة .والواقع انه لا فرق بين الليزر والمايزر من حيث المبدأ، إلا أن كلا منهما يعمل في حقل موجات يختلف عن حقل موجات الآخر. فالمايزر يستعمل كمضخم للموجات الدقيقة المستعملة في الرادار والاتصالات الفضائية

الخارجية؛ ذلك نظراً لضعف التشويش فيه، بينما يستعمل الليزر في حقل الموجات الضوئية المرئية القريبة منها [٧] .

٢- تعريف الليزر :-

يعرف الليزر بانهُ اشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته مساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلا بناءً بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمانيا ومكانيا ذات زاوية انفراج صغيرة جدا وهو مالم يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات أخرى غير تحفيز الإشعاع . بسبب طاقتها العالية وزاوية انفراجها الصغيرة جدا تستخدم اشعة الليزر في عدة مجالات أهمها القياس كقياس المسافات الصغيرة جدا أو الكبيرة جدا بدقة متناهية ويستخدم أيضا في إنتاج الحرارة لعمليات القطع الصناعي وفى العمليات الجراحية خاصة في العين ويستخدم أيضا في الأجهزة الإلكترونية لتشغيل الأقراص الضوئية [٨] .

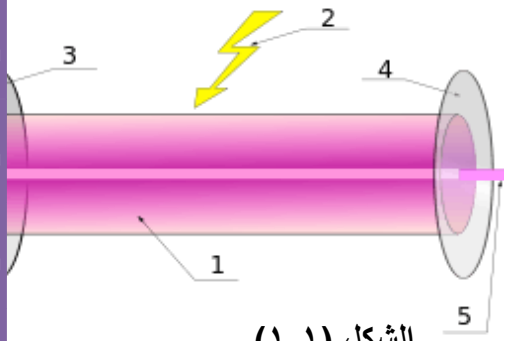
والليزر (كأشعاع) عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك في ترددها وتتطابق موجاتها بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية . بينما يشع المصدر الضوئي العادي موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها قوة الليزر . وباستخدام بلورات لمواد مناسبة (مثل الياقوت الأحمر) عالية النقاوة يمكن تحفيز انتاجها لأشعة ضوئية من لون واحد أي ذو طول موجة واحدة وكذلك في طور موجي واحد ، وعند تطابقها مع بعضها وانعكاسها عدة مرات بين مرآتين داخل بلورة الليزر فتنتظم الموجات وتتداخل وتخرج من الجهاز بالطاقة الكبيرة المرغوب فيها وتستخدم كلمة الليزر للتعبير عن أية منطقة من مناطق الطيف [٩] .

في الاصطلاح العلمي فان الليزر (الجهاز) عبارة عن نبيطة (أو أداة) تنتج حزمة ضوئية رفيعة جدًا وقوية. وبعض الأحزمة رفيعة لدرجة أنها قادرة على ثقب مائتي حفرة فوق نقطة في حجم رأس الدبوس. وبسبب إمكانية تبئير (تركيز) أشعة الليزر إلى هذا الحد من الدقة فإن هذه الأشعة تكون قوية جدًا. فبعض الأحزمة، على سبيل المثال، تستطيع اختراق الماس، وهو أصلب مادة في الطبيعة، وبعضها تستطيع إحداث تفاعل نووي صغير. ويمكن أيضًا نقل

حزمة الليزر إلى مسافات بعيدة دون أن تفقد قوتها، حيث وصلت بعض الأحزمة إلى القمر. وينتج الليزر حزمًا ضوئية رقيقة بقيم متغيرة الشدة. تستخدم الحزمة الصادرة عن ليزر حالة الصلابة لتقطيع لوح من فلز شديد الصلابة في جزء من الثانية [١٠] .

٣- طريقة عمل الليزر :-

يوضح الشكل (١-١) أجزاء جهاز الليزر [١١، ١٢] .



الشكل (١-١)
يوضح اجزاء الليزر

الوسط أو البلورة المنتجة لأشعة الليزر.
طاقة كهربائية لتحفيز الوسط الفعال على إصدار الموجات الضوئية .
عاكس للضوء(مرآة) عال الأداء.
عدسة خروج الشعاع وقد تكون مستوية أوعدسة مقعرة.
شعاع الليزر الخارج (خرج ليزري) .

حيث يعمل جهاز الليزر (الشكل (١-١))على انعكاس ضوء ذو لون واحد، أي ذو طول موجة واحدة بين المرآة الخلفية (٣) والعدسة. ويتم ذلك بتحفيز الوسط على إنتاج ذلك اللون من الضوء وهي خاصية من خصائص البلورة المختارة أو الوسط. وبعد انعكاس شعاع الضوء داخل الوسط عدة مرات تصل الموجات الضوئية المتجمعة إلى وضع اتزان. عندئذ تتميز بانتظام طورها(خطوتها) وتخرج كشعاع ليزر شديد الطاقة .

ولمواصفات عدسة الشعاع الخارج أهميتين:

أ- نصف قطر الانحناء:

قد يكون سطح العدسة الداخلي مستويا أو مقعرا وذلك بحسب الغرض المرغوب فيه. ويطلى السطح الداخلى للعدسة بطلاء فضي نصف عاكس حتى يستطيع شعاع الليزر الخروج من الوسط إلى الخارج. وإذا كانت هناك رغبة في تجميع الشعاع الخارج وتركيزة في بؤرة يكون السطح الخارجي للعدسة مقعرا. كما يطلى السطح الخارجي بطلاء يمنع الانكسار، لكي يتيح خروج شعاع الليزر الناتج من دون فاقد.

ب- معامل انعكاس العدسة:

يعتمد عدد الانعكاسات لأشعة الضوء المتراكمة داخل الوسط على نوع الوسط المستخدم. ففي ليزر الهيليوم- نيون نحتاج إلى درجة انعكاس للمرآة بنسبة ٩٩% لكي يعمل الجهاز. وأما في حالة ليزر النيتروجين فلا حاجة للانعكاس الداخلي (درجة انعكاس ٠%) حيث أن ليزر النيتروجين يتميز بدرجة فائقة عل إنتاج الأشعة. ومن جهة أخرى تعتمد خواص العدسة المتعلقة بانعكاس الضوء على طول موجة الضوء. ولهذا يُعطي للخواص الضوئية للعدسة عناية خاصة عند تصميم جهازا لليزر[١٣ ، ١٤] .

٤- بناء الليزر :-

الليزر يتكون من وسط فعال (المادة التي تنتج شعاع الليزر) (Medium)داخل تجويف عالي الانعكاس الضوئي، إضافة إلى وسيلة لتحفيز (إثارة) الوسط الفعال والتي قد تتم إما باستخدام شحنة كهربائية أو أشعة ضوئية أو تفاعل كيميائي بين مادتين يؤدي إلى تحفيز الوسط الفعال. كما ذكرنا سابقاً بأن الوسط الفعال ينحصر ضمن حجرة تسمح للفوتونات بان تسافر جيئةً وذهاباً داخل الوسط حتى يستمر التحفيز بشكل مستمر. تتم هذه العملية بواسطة مرآتين مقابلتين لبعضها البعض على طرفي الوسط الفعال. واحدة من هاتين المرآتين تكون عاكسة ١٠٠% وتكون الأخرى عاكسة جزئياً (أي أنها تمرر جزء من الضوء وتعكس المتبقي). عندما يتم توليد الفوتونات بواسطة التحفيز الكهربائي أو الضوئي، فإن هذه الفوتونات تسير في الوسط الفعال إلى أن تصطدم بالمرآة العاكسة تماماً فتعود إلى داخل الوسط الفعال محفزّةً إياه أكثر وأكثر إلى أن تلتقي بالمرآة العاكسة جزئياً، عندها ينعكس جزء من هذه الفوتونات مجدداً إلى داخل الوسط الفعال بينما يخرج الجزء الآخر إلى الخارج على شكل شعاع الليزر. باعتبار أن ليس كل الفوتونات المتولدة تخرج من الوسط الفعال وإنما فقط جزء منها، فإنه تم وضع مصطلح يسمى بالـ الكسب أو "Gain" والذي هو نسبة الطاقة المستهلكة في التحفيز (كهربائية، ضوئية الخ) إلى الطاقة الخارجة من الوسط الفعال على شكل شعاع ليزر . عملية توليد الطاقة اللازمة للتضخيم (التحفيز) تسمى بالضخ ."Pumping" تكون هذه الطاقة كما ذكرنا آنفاً إما شحنة كهربائية أو ضوء في طول موجة مختلفة. قد يولد الضوء بواسطة مصباح فلاش أو ربما ليزر آخر. يشارك في تحديد طول موجة وشكل شعاع الليزر

عدة عوامل مجتمعة منها: عملية الضخ أو التحفيز ، إضافة إلى خصائص وأبعاد وشكل الحجرة التي تحتوي على الوسط الفعال [١٥].

٥- انواع الليزر :-

تنتج معظم الليزرات الضوء في شكل حزمة متصلة أو نبضات. وتطلق الليزرات المولدة للنبضات، والتي تسمى الليزرات المنبَّضة، كل طاقتها في جزء من الثانية فقط. ونتيجة لذلك تنتج هذه الليزرات قدرة أكبر بكثير من القدرة التي تنتجها الليزرات المولدة للأحزمة المتصلة، والتي تسمى ليزرات الموجات المتصلة، حيث تتراوح القدرة الناتجة عن معظم ليزرات الموجات المتصلة بين أقل من ٠،٠٠١ واط وأكثر من ١٠،٠٠٠ واط، بينما تنتج بعض الليزرات المنبضة أحزمة ذات قدرة تبلغ عدة ترليونات واط لكل جزء من بليون جزء من الثانية [١٦].

يتحدد نوع الليزر ومواصفات الضوء الصادر عنه من نوع المادة الفعالة ونوع مصدر الضخ وكذلك طريقة التغذية الخلفية المستخدمة فيه .وتنقسم أنواع الليزر من حيث طبيعة المادة الفعالة إلى أنواع كثيرة أهمها ليزارات الحالة الصلبة والليزرات الغازية والليزرات شبه الموصلة وليزرات الأصباغ والليزرات الكيميائية وليزرات بخار المعادن[١٧] . ان هذه الانواع تعطي خطوط الليزر المتميزة وطول الموجة وابرزها [١٨] : -

١. ليزر الغاز (CO2ثاني أكسيد الكربونExcimer LASER,)
٢. ليزر السائل(Dye Laser)
٣. ليزر اشباه الموصلات(ليزر شبه الموصلات(Diode Laser)
٤. ليزر الحالة الصلبة(نيوديميوم ياغNeodymium-YAG LASER)

هناك موجات من الليزر متوفرة تجاريا. .ونذكر أدناه أنواع الليزر التي تصدر ضوءا في نطاق الموجة الطويلة، والتقنية المتبعة واللون ونوع مادة الليزر [١٩] :-

١- الليزر الغازي

تستخدم غازات كثيرة لإنتاج شعاع الليزر، وهي تستخدم في أغراض كثيرة (HeNe) . .ليزر الهيليوم النيون الذي ينبعث في مجموعة متنوعة من الموجات في نطاق ٦٣٣ نانومتر، وهو شائع في التعليم نظرا لتكلفتها المنخفضة [٢٠] .

٢- ليزر أيون الأرجون

ينبعث ضوء في نطاق طول الموجة من ٣٥١ نانومتر إلى- ٥٢٨,٧ نانومتر .اعتمادا على البصريات وأنبوب الليزر، وعلى عدد مختلف من الخطوط الصالحة للاستعمال، لكن الخطوط الأكثر شيوعا هي ٤٥٨ نانومتر و ٤٨٨ نانومتر و٥١٤,٥ نانومتر .والنيتروجين عرضية التفريغ الكهربائي في الغاز عند الضغط الجوي. الليزر الغازي رخيص والأشعة فوق البنفسجية الناتجة لها طول موجة 337.1 نانومتر.

.المعادن يزر ايون هي ليزر الغاز التي تولد موجات الأشعة فوق البنفسجية العميقة. الهليوم— فضية 224 (HeAg) نانومتر والنيون—النحاس 248 (NeCu)نانومتر مثالين .y .هذه الليزر بشكل خاص Is التذبذب الضيقة لأقل من ٣ غيغاهيرتز، مما يجعلهم مرشحين للاستخدام.

٣- الليزر الكيميائي

.الليزر الكيميائية تعمل بواسطة تفاعل كيميائي، ويمكن أن تحقق القوى عالية في عملية مستمرة، فعلى سبيل المثال، في ليزر فلوريد الهيدروجين (٢٧٠٠-٢٩٠٠ نانومتر) وفلوريد الديوتيريوم الليزر (٣٨٠٠ نانومتر (في رد فعل هو مزيج من الهيدروجين أو الديوتريوم الغاز مع نواتج الاحتراق من الاثيلين في ثلاثي فلوريد النتروجين.. كانوا اخترعها جورج .C بيمنتل.

٤- ليزر ثاني أكسيد الكربون

يمكن أن ينبعث بقدرة عدة مئات كيلووات عند ٩,٦ ميكرومتر و ١٠,٦ ميكرومتر، وغالبا ما تستخدم في صناعة القطع واللحام. تبلغ كفاءة ليزر ثاني أكسيد الكربون أكثر من ١٠ ٪ ، وان له سرعة قطع كبيرة خصوصا في مجال البوليمرات وبما يدخل في الانتاج الصناعي بصورة كبيرة [٢١] .

٥- ليزر الجوامد

مواد الليزر الصلبة تحتوي في العادة على "المنشطات" حيث تشوب بلورة أحادية بالأيونات التي توفر الطاقة اللازمة. وعلى سبيل المثال، كان أول ليزر يعمل هوليزر الروبين وهو مصنوع من بلورة الياقوت (الكروم - أكسيد الألمنيوم .(كذلك يستخدم الكروم أو النيوديميوم كمشوبات.

وينتمي إلى فئة ليزر الجوامد أيضا ألياف الليزر، باعتبارها وسيلة فعالة وعملية ،وهي تستخدم في الكتابات على المصنوعات وأجزائها، كما تستخدم في لحام المعادن[٢٢] .

٦- ليزر اشباه الموصلات

هي نوع من أنواع ليزر الجوامد، ولكن في المصطلحات العرفية الليزر "ليزر الحالة الصلبة" تستثني اشباه الموصلات من هذا الاسم.

النيوديميوم هو مشترك تشويب في مختلف البلورات الأحادية، بما في ذلك إيتيريوم (الثانية : ايفو ٤)، إيتيريوم فلوريد الليثيوم (الثانية (YLF : وإيتيريوم الألومنيوم العقيق (الثانية : ان دي). كل هذه المشوبات يمكن أن تنتج ليزر عالي بلنسبة إلى طيف الأشعة تحت الحمراء بطول موجة ١٠٦٤ نانومتر .وهي تستخدم لقطع المعادن واللحام ووسم المعادن والمواد الأخرى، وأيضا في التحليل الطيفي ولإعادة ضخ صبغة الليزر .

ان ليزر شبه الموصلات أيضا شائعة الاستعمال في ترددات أو أطوال موجة مختلفة، تستهدم لإنتاج الضوء ٥٣٢ نانومتر (الأخضر، مرئيا)، ٣٥٥ نانومتر الأشعة فوق البنفسجية و ٢٦٦ نانومتر (الأشعة فوق البنفسجية) عندما يكون ضوء تلك الموجات مطلوبا .إتيربيوم، هولميوم، الثوليوم، والإيربيوم هي الأخرى مشتركة في ليزر الجوامد في النطاق ١٠٢٠-١٠٥٠ نانومتر. إتيربيوم يستخدم في بلورات مثل روب واي بي دي: ، روب واي: ، روب واي، روب واي : أنظمة هوائية، روب واي : بنين، روب واي CaF2 : ، وعادة ما تعمل في مختلف أنحاء ١٠٢٠-١٠٥٠ نانومتر. فهي فعالة جدا ويمكن أن تعمل بالطاقة العالية بسبب عيب صغير الكم ارتفاع قوى للغاية في البقول قصير جدا لا يمكن أن يتحقق مع روب واي بي دي .: هولميوم - مخدر يغ بلورات تنبعث منها في ٢٠٩٧ نانومتر وشكل فعال الليزر التي تعمل على أطوال موجات الأشعة تحت الحمراء بقوة تمتصه الأنسجة الحاملة للمياه.. من هو، ان دي عادة ما تعمل في وضع نابض، ومرت عبر الألياف الضوئية الأجهزة الجراحية للمفاصل تطفو على السطح، وإزالة تسوس من الأسنان، وتتبخر والسرطانات، ويطحنون الكلى والمرارة الحجارة [٢٣] .

٧- ليزر الاشعة تحت الحمراء

يستخدم ليزر الأشعة تحت الحمراء عادة كطيف ذو نبضة قصيرة جدا.ليزر التيتانيوم - الياقوت مشوّب (تي : الياقوت (تنتج غاية القيود الحرارية في ليزر الحالة الصلبة تنشأ عن السلطة صفهم المضخة التي تتبدى في شكل حرارة والطاقة الطاقة الصوتية. هذه الحرارة، وعندما يقترن الحرارية العالية البصرية معامل (د ن / د تي) يمكن أن تؤدي إلى يصور فوتوغرافيا الحرارية، فضلا عن انخفاض كفاءة الكم[٢٤] .

المبحث الثاني- تفاعل الاشعة الليزرية مع المادة

١- طبيعة المادة وتقسيماتها :-

المادة توجد في ثلاث حالات - الحالة الصلبة (الجامدة) كالصخور والسائلة كالماء والغازية كالهواء . والمادة كل ما تتكون منه جميع الأشياء. والأشياء يختلف بعضها عن بعض ولكن تتشابه في أنها تشغل حيزًا. لذلك فإن العلماء يُعرِّفون المادة بأي شيء يشغل حيزًا. ولكل مادة قصور ذاتي، وهذا يعني أنها تقاوم التغيير في ظروف السكون أو الحركة. وتسمى كمية المادة في الشيء الكتلة ولكن العلماء يُعرِّفون الكتلة بأنها مقياس للقصور الذاتي وجذب الجاذبية الأرضية لكتلة معينة من المادة يعطيها وزنها (ثقلها) [٢٥] .

ان المادة (Matter) في الفيزياء الكلاسيكية هي كل ما له كتلة وحجم . وللمادة خصائص مختلفة تشمل الحجم والكتلة والكثافة .وتشكل بذلك ما يعرف بالكون الملموس. لكن يستحيل حالياً تعريف المادة بهذا الشكل لسقوط الفاصل بين المادة والطاقة طبقا لمعادلة آينشتاين الشهيرة . $E=mc^2$. والمادة هي جزء من كوننا .وتبين القياسات الكونية بواقع عام ٢٠١٣ ً أن المادة تُشكل ٢٧% من كتلة الكون، ٤% فقط هي المادة الطبيعية، والتي تنقسم إلى نوعين رئيسيّين: مادة مضيئة وغير مضيئة، وتُشكل الأولى ٠,٤% من كتلة الكون، في حين أن الثانية تُشكل ٣,٦% من الكتلة الكلية. أما الـ٢٣% الأخرى فهي المادة المظلمة ، والـ٧٣% الباقية هي الطاقة المظلمة .أي أن كل ما نراه من نجوم وكواكب ومجرات لا يزيد عن ٤% من الكتلة الكلية للكون ، والباقي لا نراه ، ولكنه موجود وتدل عليه دلائل كونية. حاليا يحاول العلماء ابتكار طرق لقياس المادة المظلمة ، و الطاقة المظلمة ذاتها [٢٦] .

٢- تأثير الطول الموجي لـ (الليزر) على المادة :-

تكون المسافات البينية بين الذرات في الحالة الصلبة صغيرة جدا مقارنة بالحالة السائلة والغازية والبلازما. فعند سقوط ضوء الليزر علي اي مادة فانة يحدث تغيرات لهذه المادة ولكن يجب ان يكون معامل الامتصاص لهذا الطول الموجي للمادة عالي، مقارنة بنسبة الضوء المنعكس والنافذ [٢٧] .

ان طول الموجة هو المسافة التي تفصل بين الوحدات الموجية المتماثلة المتشابهة، أي أنه المسافة الفاصلة بين الأطوار المتشابهة (قمة مع قمة أو قعر مع قعر). هنالك عددًا من الأمواج التي نلاحظها يوميًا، كالأمواج الضوئية،أو الصوتية أو المائية .هنالك علاقة عكسية تربط طول الموجة بترددها، فإذا كان لموجتين نفس السرعة تكون الموجة الأقصر ذات ترددًا أكبر. وعمليًا، فإنّ الموجة هي اضطراب في الخواص المحلية، كالضغط في الأمواج الصوتية والمائية أو شدّة الحقل الكهرومغناطيسي في الأمواج الضوئية [٢٨] .

مثل طول الموجة عادة بالحرف الإغريقي لامدا .(λ) ويسري القانون الفيزيائي التالي لجميع الأمواج الدوريّة:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

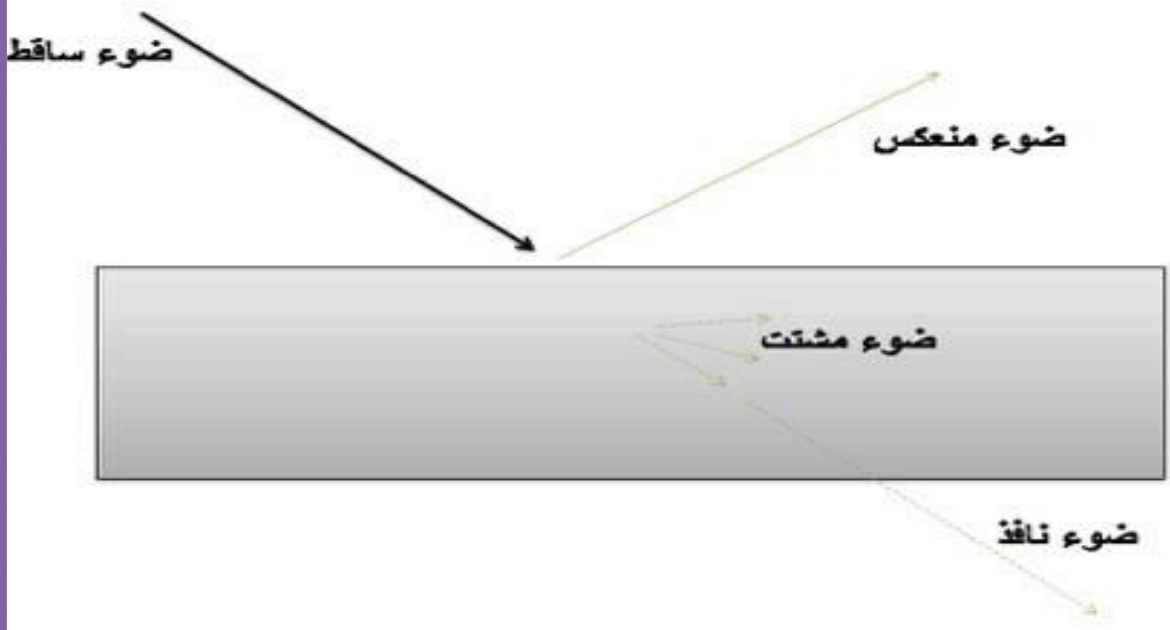
بحيث أنّ: v هي سرعة تقدم الموجة و f هو تردد الموجة.

تنطبق هذه العلاقة العامة في مجالي البصريات و الصوت . في دراسة الصوت تمثل v سرعة الصوت في الهواء (أو تمثل سرعة الصوت في الماء إذا كان الوسط ماء)هذا مهم بالنسبة إلى الغواصات (أو سرعة الصوت في الحديد إذا كان الوسط حديدا) . اما في حالة الضـــــوء تنطبق العلاقة السابقة بين طول الموجة والتردد أيضا في حالة الضوء مع استبدال سرعة الموجة v بوضع سرعة الضوء c بدلا منها في المعادلة [٢٩] .

يعتبر معامل الامتصاص أو معامل توهين في الكيمياء والفيزياء وبالإنجليزية: (attenuation coefficient) هو قيمة تحدد نفاذية الضوء في مادة ، أو نفاذية الصوت في مادة ، أو نفاذية جسيم في مادة. ومعامل امتصاص كبير معناه أن الشعاع النافذ في المادة يتوهن) يضعف) خلال تخلله المادة ، ويعني معامل امتصاص صغير أن المادة تكون شفافة للشعاع المار فيها. ويُعين معامل الامتصاص بمقلوب الطول ، أي أن وحدته ١/سنتيمتر، وأحيانا يسمى معامل الامتصاص معامل التوهين الخطي [٣٠] .

عندما يقابل شعاع من الموجات الكهرومغناطيسية سطح جسم ينعكس جزء منه وينفذ جزء آخر في مادة الجسم ويُمتص جزء في الجسم .وتُزيد الطاقة الممتصة الطاقة الداخلية للجسم. ويعطي عن معامل الامتصاص)وبالتالي معامل الامتصاص الطيفي) مقدار الجزء الممتص من الشعاع الأولي الداخل. ومقدار ذلك الجزء يقع بين ٠ و ١ فإذا أقترب معامل الامتصاص من الصفر فتكون المادة شفافة للشعاع وبالعكس إذا زاد معامل الامتصاص واقترب من ١ معناه الشعاع الداخل يكاد أن يمتص بالكامل. ويعتمد معامل الامتصاص على تردد الشعاع الساقط [٣١] .

في حالة المواد المعتمة لا يكون هناك نفاذ وكون التركيز الأكبر علي الضوء الممتص والمنعكس . وايضا يختلف طول موجي عن الأخر وذلك حسب معامل النفاذية له في هذه المادة، مما يشكل نسبة امتصاص اكبر واختراق اكبر للمادة ((كما هو موضح بشكل ٢- ١)) [٣٢] .



((شكل ٢- ١))

يوضح ميكانيكية الضوء مع المادة من حيث الأمتصاص، الانعكاس، النفاذ والتشتت

٣- التفاعلات الناتجة من (الليزر) على المادة :-

وينقسم التفاعلات الناتجة من الليزر مع المادة حراريا الي عدة انواع وهي كالاتي : -

أ- تفاعل ينتج عنه تسخين

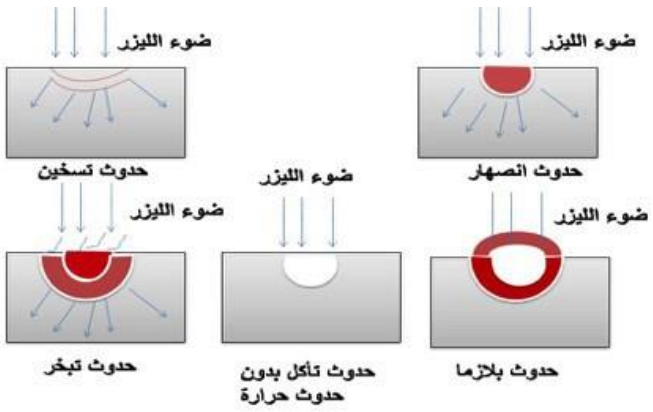
ب- تفاعل يحدث انصهار

ج- تفاعل يحدث تبخر

د- تفاعل يحدث بلازما

وجميع هذه التفاعلات تحدث نتيجة مدي قدرة المادة علي أمتصاص ضوء الليزر و مدي التغير الذي يمكن ان يحدثة فيها حسب خصائصها الحرارية ودرجة حرارة انصهارها وتبخرها [٣٣] .

وهناك تفاعل اخر يسمي التفاعل الغير حراري وهو عند تفاعل ضوء الليزر في مدي الاشعة فوق البنفسجية ويحدث هذا التفاعل نزع لذرات المادة من علي السطح دون حدوث اي تفاعلات حرارية داخل جسم المادة المتفاعلة مع الليزر ((كما هو موضح بشكل ٣- ١)).



((شكل ٣- ١))

يوضح ميكانيكية تفاعل الليزر مع المادة

٤- معالجة الليزر للمواد :-

في التفاعلات الموضحة في الاشكال السابقة يتضح ان اهم تطبيق معالجة الليزر للمواد تتم للمواد الصلبة لأن الليزر يقوم بتشكيلها ، غير ان هناك مجموعة من الشروط الازم توافرها قبل العمل بالليزر علي سطح المادة الصلبة وهي :-

أولا - خصائص شعاع الليزر [٣٤ ، ٣٥]

أ- مدي اتساع قطر الليزر وشكل الشعاع الساقط علي المادة

ب- قدرة شعاع الليزر و تقاس watt ونوع العمل بالليزر هل هو مستمر أم متقطع

ج- استقطاب ضوء الليزر

د- الطول الموجي لهذا الليزر

ثانيا - الالة الناقلة لليزر قد تكون روبوت أو ماكينة الية او يدوية ولكن الخصائص تكون واحدة لهذه الآلات .

أ- سرعة الناقل (سرعة الماكينة الحاملة لشعاع الليزر)

ب- بعد هذه الماكينة عن الجسم المراد التعامل مه بالليزر

ثالثا - معظم حالات معالجة الليزر للمواد يوجد غاز مساعد يجب معرفة اشياء مهمه لذلك الغاز وهي :-

أ- سرعة الغاز المركز علي العينة و ذلك بواسطة فتحة للغاز

ب- موقع تلك الفتحة بالنسبة للعينة، وشكلها

ج- نوع الغاز المستخدم (وتلك الخصائص علي حسب نوع المادة)

رابعا - خصائص المادة المراد معالجتها فيجب معرفة بعض الخصائص الهامة وهي :-

أ- خصائصها الحرارية (حتي يتسنى معرفة درجة الحرارة اللازمة لحدوث التفاعل و ما مقدار التفاعل المطلوب)

ب- خصائصها البصرية (لأنه يمكن حدوث انعكاس لشعاع الليزر في اطوال موجية معينة) .

ج- وبمعرفة تلك الخصائص يمكننا التعامل مع الليزر بشتي انواع معالجته للمادة مثل القطع واللحام والحفر وغيرها من مميزات لليزر يمكن ان نستخدمها في التصنيع [٣٦] .

الفصل الثاني

المبحث الأول –

ليزر النديميك LASER Nd-YAG

المبحث الثاني –

تشخيص البلورة ZnWo4 عند

الامتصاص الخطي و اللاخطي

الفصل الثاني

المبحث الاول- ليزر الانديك LASER Nd-YAG

٦- التسمية :-

(YAG) يلفظ في بعض المصادر العربية الياگ بالكاف الفارسية واحياناً الياق ويتم لفظه في بعض المصادر الياغ هو تعريب يدعى في اللغة العربية (الاسم التاجي) نسبة إلى التاج، من معنى التتويج لاختصار شائع لتسمية علمية معروفة(Acronym) من الاصل [٣٧] :

Y*ttrium*, A*luminum*, G*arnet* .

وتعني الاحرف الانكليزية الاولى لـ (الاتريوم ، الالمنيوم،الگارنيت) في حين ان مصطلح (ليزر الانديك LASER Nd-YAG) [٣٨] يسمى في اللغة العربية ليزرات النيوديميوم: غارنيت اليتريوم والألومنيوم [٣٩] .

ان طبيعة التسمية اشتقت من العناصر والمركبات التي تتكون منها المادة حيث ان الاسم والتركيبة الكاملة للمادة هي :-

Nd:YAG (neodymium-doped yttrium aluminium garnet; Nd:$Y_3Al_5O_{12}$)

وان هذه التركيبة تتالف من مجموعة من العناصر والمركبات وكالاتي :-

أ- النيوديميوم عنصر كيميائي في الجدول الدوري له الرمز Nd والعدد الذري ٦٠ وهو من اللانثانيدات وهو عنصر فلزي نادر لونة أبيض فضي ، يتآكسد بسهولة في الهواء و يتفاعل في الماء البارد بسرعة أكثر كلما سخن وهو يحترق ويشتعل بسهولة [٤٠] .

ب- الاتريوم هو عنصر كيميائي له الرمز Yb والعدد الذري ٧٠ في الجدول الدوري وهو من اللانثانيدات وهي تتكون من ١٤ عنصر أرضي نادر تبدأ من سيريوم إلى لوتيتيوم في الجدول الدوري، بالأرقام الذرية من ٥٨ إلى ٧١ ، وبعض العلماء

يضيف إليهم عنصر لانثانوم ٥٧ الذي يسبقهم في الجدول الدوري. وترجع تسمية سلسلة اللانثينيدات إلى عنصر اللانثانوم رغم أنه لا يوجد فيها (طبقا لبعض العلماء) . وتلى سلسلة اللانثينيدات سلسة الأكتينيدات [٤١] .

ج- الالمنيوم عنصر في الجدول الدوري له الرمز Alوالعدد الذري ١٣ .وهو فلز ذو لون أبيض فضي من مجموعة البورون من العناصر الكيميائية .وهو معدن مطيلي أي قابل للسحب .وهو عنصر غير ذواب في الماء في الشروط العادية.وهو من أكثر الفلزات وفرة في القشرة الأرضية، وترتيبه الثالث من بين أكثر العناصر وفرة في الكرة الأرضية بعد الأكسجين والسيليكون .يشكل الألومنيوم ٨% من وزن سطح الأرض الصلب. ويعتبر الألومنيوم من أكثر المعادن فعالية كيميائية كمعدن حر، ولذلك نجده مرتبطا بأكثر من ٢٧٠ معدن مختلف .المصدر الرئيسي للألومنيوم هو معدن خام البوكسيت .يمتاز الألومنيوم بمقاومته للتآكل وبخفة وزنه حيث يدخل في صناعة الطائرات [٤٢] .

د- الغارنيت نوع من المعادن اللامعة الصلبة، له ستة أنواع رئيسية: الماندراين، أندرادايت، جروسيولارايت، بيروب، سبسارتايت، ويوفاروفايت. يتكون الغارنيت من ثاني أكسيد السليكون وعناصر أخرى كالألومنيوم والكالسيوم والحديد والمغنسيوم والمنجنيز. وتتراوح ألوانه بين الأحمر والبني والأسود والعديد من درجات الأصفر والأخضر. ويوجد الغارنيت بشكل رئيسي في الصخور المتحولة [٤٣] .

٧- الطبيعة والتركيب :-

يعتبر (ليزر الانديك LASER Nd-YAG) من الليزرات الحديثة نسبياً وطول موجته ١٠٦٤ nm ، لكن الناحية السلبية الوحيدة هي أن ليزر الجيل الجديد لم ير النور إلا منذ عقد من الزمن تقريباً وما زال قليل الانتشار . يعتبر ((Nd:Yag (NIR) 1064 (nm)) حيث يقصد بـ (NIR) منطقة أشعة تحت الحمراءِ تقريباً مِنْ الطيفِ تحت الأحمرِ مِنْ الضوءِ فهي مختصر لـ (Near-infrared) ، في حين ان (nm) تمثل وحدة الطول الموجي وتعادل (١/٠٠٠،٠٠٠،٠٠٠،١ متر) [٤٤، ٤٥ ، ٤٦] .

ان الخصائص والصفات الفيزيائية والكميائية لليزر الانديغ كالاتى [٣٩] :-

- الصيغة Formula: Y3Al5O12
- الوزن الجزئي Molecular weight: 596.7
- التركيبة البلورية (مكعبة) Crystal structure: Cubic
- السمك والثخن Hardness: 8–8.5 (Moh)
- نقطة الذوبان Melting point: 1950 °C (3540 °F)
- الكثافة Density: 4.55 g/cm3

يوجد الان العشرات من ليزرات الحالة الصلبة ويستخدم في معظم هذه الأنواع أجسام بلورية اصطناعية كمثل حجر الياغ

(Yttrium Aluminium Garnet (YAG) Y3Al5O12)

وهو حجر كريم اصطناعي يعطي ألوان مختلفة عند تطعيمه بالعناصر المختلفة . وعند استخدامه في الليزر يتم تطعيمه بعناصر فعالة تكون في الغالب من العناصر الأرضية النادرة (rare earth elements) لتعطي طيفاً واسعاً من الترددات .

ان (ليزر الانديام Nd-YAG LASER) من ليزرات حالة الصلابة ويكاد يكون الى حد بعيد من النوع الاكثر استخداماً ضمن هذه الحالة والتي تستخدم قضيبًا من مادة صلبة وسطًا فعالاً، حيث يصنع القضيب في العادة من مادة بلورية أو زجاجية. ويحتوي أكثر الليزرات البلورية شيوعًا على كمية صغيرة من عنصر النيوديميوم (رمزه الكيميائي Nd)، ضمن بلورة من غارنيت اليتريوم والألومنيوم (YAG). ويسمى هذا النوع من الليزرات ليزرات النيوديميوم: غارنيت اليتريوم والألومنيوم. وفي بعض الليزرات يذاب النيوديميوم في الزجاج. وتستخدم المصابيح الومضية بصفة عامة لضخ الوسط الفعال في ليزرات حالة الصلابة .

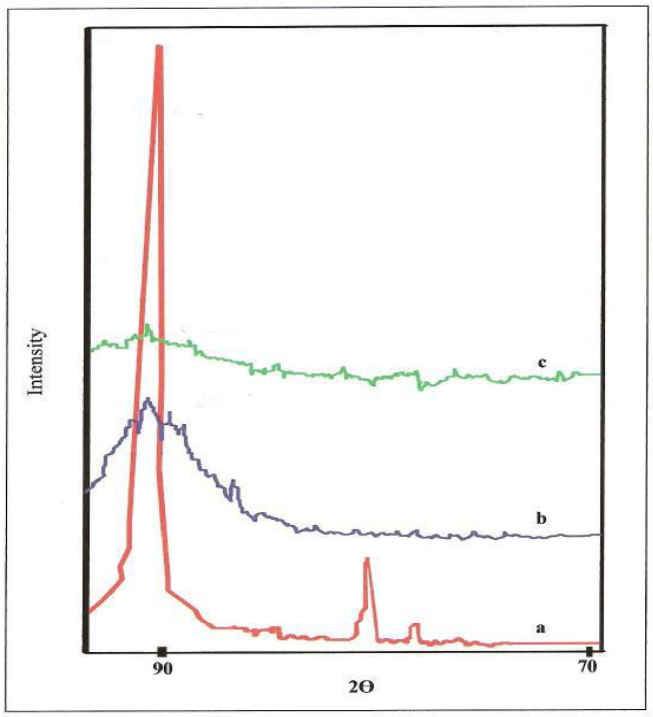
أن أكبر الليزرات في العالم وأقواها ليزر نيوديميوم: زجاج، يوجد في معمل لورنس ليفرمور الوطني في ليفرمور بكاليفورنيا بالولايات المتحدة. ويبلغ طول هذا الليزر المسمى نوفا طول ملعب كرة القدم، وينتج ضوء الليزر في شكل نبضات، ويستخدم في أبحاث الطاقة النووية. وينشطر ضوء هذا الليزر إلى ١٠ أحزمة، تُضخَّم لتبئير (تركيز) أكثر من ١٠٠ ترليون واط من القدرة على هدف في كل جزء من بليون جزء من الثانية ، وتُستخدم ليزرات

النيوديميوم: غارنيت اليتريوم والألومنيوم وليزرات النيوديميوم: الزجاج بكثرة في الصناعة، لثقب ولحم الفلترات، كما تستخدم أيضًا في معينات المدى ومحددات الأهداف.

٨- دراسات باستخدام ليزر الانديك LASER Nd-YAG :-

تم استخدام (ليزر الانـدياق Nd-YAG LASER) في العديد من الدراسات النظرية والتطبيقات العلمية المختبرية والاستفادة من خصائصه في الحصول على نتائج علمية مفيدة ومثمرة ، ومن الامثلة على ذلك :-

١- ان تفاعل الليزر مع شبه الموصل (السليكون على سبيل المثال) من العمليات المهمة جداً التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار عند استخدام الليزر في التطبيقات الصناعية . إذ إن هذا التفاعل له دور كبير في التأثير على ميكانيكية الانتشار المحتث بالليزر والذي يرتبط أساسا بأداء الكواشف من خلال الخصائص البصرية لشبه الموصل . إن العيوب الحاصلة من جراء التشعيع بليزر Nd-YAG في السليكون أحادي البلورة وبطول موجي ١،٠٦ µm وامد نبضه ١٠ ms تتضمن تلفاً على شكل (تكسرات ، تحدبات ، تقعرات ، ثقوب) واعتماداً على كثافة القدرة .



a. نمط الحيود لسليكون احادي البلورة قبل التشعيع بليزر Nd:YAG .
b. نمط الحيود بعد التشعيع بليزر Nd:YAG بذروة قدرة (0.75 KW).

((شكل ٢- ١))

يوضح نمط حيود الاشعة السينية لسليكون احادي البلورة مشععة بليزر الانديا غ

٢- أجريت العديد من الدراسات النظرية والعملية لتفسير ظاهرة البلازما والانهيار البصري . فقد درس دوشيو (Docchio,١٩٨٨) الانبعاث الطيفي للبلازما المستحثة بواسطة نبضة مفردة من ليزر النيوديميوم ياج Nd:YAG في الماء المقطر والغلاف الزجاجي المستخلص .و ذلك باستخدام ثلاثة اطوال لنبضة الليزر تغطي مدى من النانو ثانية إلى العشرات من البيكو ثانية .كما ناقشت هذه الدراسة أيضا الدور الذي تلعبه عملية إعادة الاتحاد بين الإلكترون والأيون والتصاق الإلكترون بالجزيئات المتعادلة وعلاقة هذه العمليات بالانبعاث الطيفي المشاهد في السوائل .

٣- يستخدم ليزر الاشعة تحت الحمراء عادة كطيف ذو نبضة قصيرة جداً وقد ثبت ان ما ينتج منها يصل الى كيلوواط من الكهرباء ، وان ليزر الياغ المطعم بالإربيوم - Er (YAG laser) يصدر في مجال الأشعة تحت الحمراء البعيدة ، وهو الليزر الأكثر شيوعاً في عيادات الأسنان وذلك بسبب طول موجته . في حين ان ليزر الياغ المطعم بالنيوديميوم (Nd - YAG laser) فيصدر في مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة ويستخدم في الابحاث والعيادات المختبرية الخاصة بطب الاسنان .

٤- في العام ٢٠٠٧ قام زهانج ومجموعته (Zhang et al, 2007) بإجراء قياسات معملية لتحديد التكون الزمني للموجات التصادمية المتكونة خلال الانهيار المستحث في الهواء بواسطة أشعة الليزر. استخدم في ذلك نبضات لأشعة الليزر بطول 7 ns لمصدر ليزر النيوديميوم ياج Nd: YAG والذي يعمل عند التوافقية الثانية له بطول موجي 0.532 µm وطاقة عظمى تساوي 1.4 J. وقد شوهد تركيب عقدي للموجة التصادمية أعزي إلى وجود بؤر ميكروسكوبية طويلة ومتعددة نتيجة الانحراف البصري لحزمة الليزر. كما لوحظ تمدد تدريجي للموجات التصادمية الكروية المتكونة بواسطة

كل بؤرة، وتصادمات نتيجة لهذا التركيب العقدي المشاهد. ومن جهة أخرى استخدمت البلازما الناتجة عن انهيار الهواء المستحث بواسطة ليزر ثاني أكسيد الكربون لمعالجة سطح هدف من الزنك لتحويله إلى طبقة مسامية ذات تركيب نانوي لأكسيد الزنك. وقد لوحظ وميض فوتوني قوي لشريط الإكسايتون يقع في منطقة الأشعة فوق البنفسجية بطول موجي 0.380 µm. وبناءاً على ذلك وجد أن مادة أكسيد الزنك المصنع يمكن أن تعمل كأساس لوسط يستخرج منه أشعة الليزر بكفاءة عشوائية. حيث يؤدي تلازم التشتت القوي وضوء الضخ المضخم إلى انبعاث لأشعة ليزر تتولد في حيز طيفي ضيق دون استخدام مرايا، وذلك بأطوال موجية تقل عن 0.5 nm داخل شريط الإكسايتون .

٩- تطبيقات ليزر الانديك LASER Nd-YAG :-

إن التطور التقني لعمليات المعالجة الليزرية في مختلف المجالات يتم من خلال التوسع في استخدام تلك الطاقة العالية وتركيزها على شكل إشعاع ليزري.حيث إن تلك الطاقة والتي تفوق معظم الطاقات الأخرى المتوفرة لاتوثر في رفع الإنتاجية فحسب وإنما الحصول على نتائج عالية ومواد ذات خواص ومواصفات جيدة والتي لايمكن الوصول اليها او إنتاجها باستخدام الطرائق التقليدية الأخرى .

ان من ابرز التطبيقات لـ (ليزر الانديك LASER Nd-YAG) هي:-

أ- في مجال البصريات

في السنوات الأخيرة لاقت أجهزة الليزر ذات النبضات القصيرة اهتماما متزايدا لعديد من التقنيات والتي تشمل التطبيقات الطبية والبيولوجية و الصناعات الدقيقة و تكوين الأغشية الرقيقة بالإضافة إلى تنظيف الأسطح بأشعة الليزر . مثال على ذلك النبضات القصيرة التي تعتبر أداة قوية لتصميم الأسطح (مثل الدوائر المتكاملة على سطح من الميكا في الإلكترونات)حيث أن الضرر الناتج من تفاعل شدة الاستضاءة العالية المصاحبة لهذه النبضات يكون في نطاق ميكروسكوبي . وتستغل هذه الظاهرة في الميكنة الدقيقة مثل عمل مصفوفة من

مناطق الضرر تستخدم في الذاكرات البصرية التي تتصف بكثافة عالية لتخزين البيانات .

ب- في مجال الطب والعلاجات .

اولاً - علاج الحالات الجلدية

ان طول موجته 1064 nm وهذه الموجة هي من أفضل الموجات للجلد الأسمر حيث أن امتصاص صبغة الميلانين تكون ضعيفة إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى من ليزر التصبغات (مثل الروبي Ruby أو الاكساندرايت Alexanderite). وقد فرحت كثير من الشركات حينما أثبت هذا النوع من الليزر جدواه في علاج كثير من الأمراض الجلدية وخاصة للجلد الأسمر وهذا الليزر يمكن استخدامه:

أ- كليزر لإزالة الوشم.

ب- لإزالة الوحمات السمراء مثل (Nevus of Ota) وحمة أوتا.

ج- إزالة الشعر.

د- علاج الوحمات الحمراء.

هـ- الدوالي.

ثانياً - طب الاسنان

من أهم استطباباتة في طب الأسنان:

أ - تعقيم الأقنية الجذرية وحتى الأقنية الملتوية والضيقة الصعبة.

ب - تجريف الجيوب اللثوية.

ج - الجراحة البسيطة. في تخثير الأوعية الدموية النازفة.

د - في علاج اللثة والأنسجة الطرية.

ثالثاً – الاوعية الدموية

يأتي بشكل جهاز يصدر شعاعاً ضوئياً على موجة واحدة ويصوّب باتجاه معيّن، ويسمح بالحصول على بقعة ضوئية صغيرة جداً وكثيفة فيتحوّل الشعاع إلى حرارة عندما يلامس هدفه. تُستعمل في هذه التقنية موجات مختلفة بحسب الأهداف. ويستهدف الليزر الوعائي اللون الأحمر في خضاب الدم . وتؤدي قوة الليزر إلى تخثّر الوعاء المستهدف فوراً. أما ليزر الجيل الجديد من تقنية Laser Nd: Yag فيمحو الأوعية القبيحة كافة.

طريقة سحرية، فلا وخز بالإبر ولا أثر للدماء ولا ازرقاق ولا داعي لاستعمال الضمادات .

المبحث الثاني- تشعيع البلورة ZnWo4

١- التسمية :-

تسمية البلورة (ZnWo4) هي تنجستات الزنك او الخارصين وهي تسمية كيمياوية مشتقة من العناصر المكونة لجزيئاتها وكالاتي :-

الزنك Zn

الزنك أو الخارصين عنصر رمزه الكيميائي Zn. وهو فلز لامع ذو لون أبيض ضارب إلى الزرقة، ويتمتع بأهمية في الصناعة. فالزنك يمكن تشكيله كيفما اتفق باستخدام الطرائق التقليدية لتشكيل الفلزات. ويتم جلفنة الفلزات مثل الحديد والفولاذ - أي صقلها بالزنك - لمنع الصدأ. والعدد الذري للزنك ٣٠ ووزنه الذريّ ٦٥،٣٩. وينصهر الزنك عند٤١٩،٥٩ °م، ويغلي عند ٩٠٧°م [٤٧] .

التنجستن W

التنجستن عنصر كيميائي يسمى أيضًا ولفرام، وهو فلز فضي أبيض متوسط الصلابة ورمزه الكيميائي W. وله استعمالات كثيرة، حيث يمتاز بأعلى درجة انصهار بين جميع الفلزات، كما يبقى قوياً في درجات الحرارة العالية. ولهذه

الأسباب يُستخدم في المعدات التي تُقاوم درجات الحرارة العالية. والعدد الذري لفلز التنجستن ٧٤، ووزنه الذري ١٨٣،٨٥. وينصهر عند حوالي ٣٤٠٠،٥°م ويغلي عند درجة ٥٦٠٠،٥°م . وقد اكتشفه العالمان الكيميائيان الأسبانيان فاوستو دي إلهويار وأخوه خوان خوزيه عام ١٧٨٣م [١] .

الاوكسجين O

الأكسجين غاز وعنصر كيميائي ضروري لاستمرار الحياة، رمزه الكيميائي O. تحتاج إليه جميع الكائنات الحية تقريباً لكي تبقى على قيد الحياة. وذلك من خلال اتحاد الأكسجين مع المواد الكيميائيّة الأخرى لإنتاج الطاقة اللاّزمة لعمليات الحياة . العدد الذري للأكسجين ٨، ووزنه الذري ١٥،٩٩٩٤ .

٢- الطبيعة الخصائص الكيمياوية العامة :-

في الكيمياء فان التنجستات هي عبارة عن مركب يتكون من الاوكسيدات والتنجستن ، او هو مركب متكون من مزيج اوكسيدي يحتوي على التنجستن وان ابسط ايونات التنجستات هو ("orthotungstate" ,WO_4^{-2}) . ويوجد التنجستن في الطبيعة في معادن الشيليت (تنجستات الكالسيوم CaWO4) والوولفرامايت (تنجستات الحديدوز والمنجنيز Fe,Mn)WO4) اضافة الى مركبات اخرى .

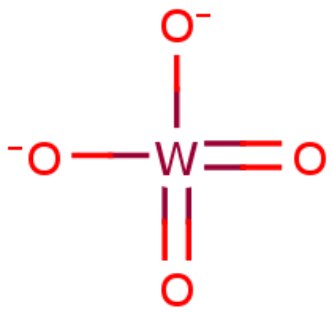
ان الخصائص الكيمياوية لمكون التنجستات الاساسية يمكن اجمالها في الجدول الاتي :

Name	TUNGSTATE(VI)ION	الاسم
Identifiers	dioxido-dioxo-tungsten	المعرفات

(١)مجموعة من المؤلفين ، المصدر السابق ، موضوع التنجستن ، ج ٢٨، ص ١٣١-١٣٢ .

Formula	WO4	الصيغة
Molecular Weight	247.84	الوزن الجزيئي
Type	NON-POLYMER	النوع
Isomeric SMILES	[O-][W]([O-])(=O)=O	التعريف الكيماوي للجزيء بتركيبات مختلفة

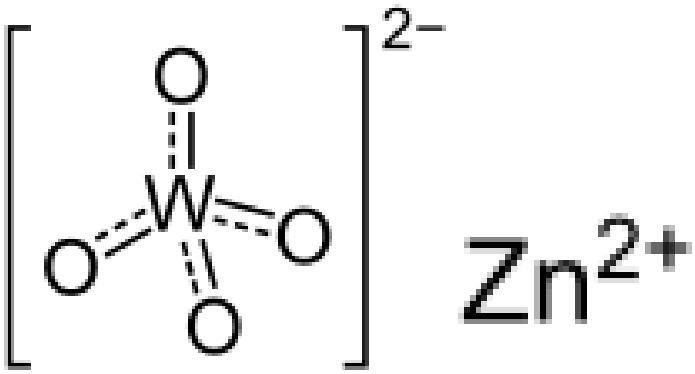
وان الشكل الكيمياوي للتنجستات WO4 (TUNGSTATE(VI)ION) كالاتي:-



((شكل ٢- ٢))

يوضح التركيب الكيمياوي لايون التنجستات (Wo4)

ويدخل الزنك في تركيبة المركب لانتاج المادة التي يكون تركيبها الكيميائي كالاتي :-



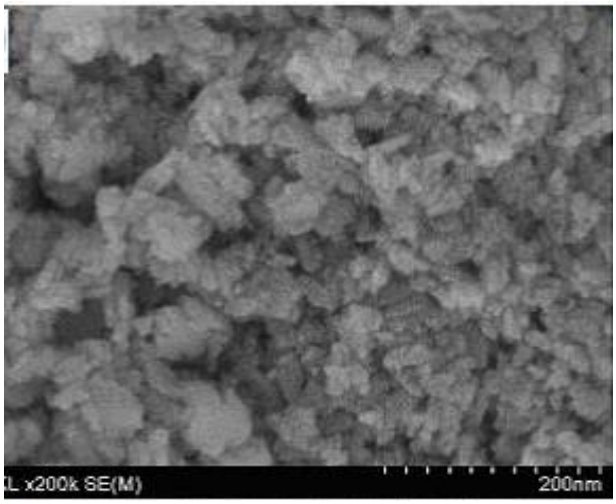
((شكل ٢- ٣))

يوضح التركيب الكيمياوي تنجستات الزنك او الخارصين (ZnWo4)

٣- التركيب البلوري للبلورة ZnWo4

البلورة في الكيمياء وعلم المعادن وعلم المواد جسم صلب تكون فيه الجسيمات المكونة من الذرات أو الجزيئات أو الشوارد(الأيونات) مصطفة بترتيب منتظم وبنموذج متكرر يمتد في الفضاء ثلاثي الأبعاد. فيمكن تصور البلورة الكبيرة مكونة من خلايا بلورية صغيرة متماثلة ومتراصة بجانب بعضها البعض. تدعى العملية التي يتم فيها تشكيل البلورات بالتبلور، كما يدعى العلم الذي يعنى بدراسة خصائص وأشكال البلورات بعلم البلورات .فالبلورة هي جسم صلب متجانس له سلسلة ذرية متكررة ثلاثية الأبعاد، وبنية داخلية منظمة، تحدها أسطح مستوية تكونت بفعل العوامل الطبيعية تحت ظروف مناسبة ويسمى كل سطح وجه بلوري .

تعتبر تنجستات الزنك او الخارصين (ZnWo4) مادة متبلورة وتظهر بالشكل (٢-٤) ادناه :-



((شكل ٢- ٤))

صورة تمثل بلورة (ZnWo4)

٤- الخواص البصرية الخطية و اللاخطية :-

هناك اهتمام كبير في ايجاد الخواص البصرية الخطية وغير الخطية للمواد. هذا الاهتمام قاد الى البحث عن تقنية او نظام يمكن من خلاله دراسة الخواص البصرية حيث تعتبر البصريات الخطية مفيدة اذ بواسطتها يمكن تسخير خصائص شعاع الليزر وتحويل الاشعة المستمرة الخارجة من الليزر الى سلسلة من النبضات.

ان الاستجابة البصرية اللاخطية تحدث عندما يتم تشعيع بعض المواد عن طريق مجال كهرومغناطيسي مكثف وفي مجال البصريات الخطية يعطي الاستقطاب الناجم عن العيانية (macroscopic) ومنتصف الشعاع بواسطة الاشعاع الكهرومغناطيسي .

تختلف المادة الخطية عن اللاخطية حيث ان الخطية تحول الاشعة المستمرة الخارجة من الليزر الى سلسلة من النبضات اما غيرالخطية بانها المواد التي تكون الكتروناتها مرتبطة بنوابض قصيرة فاذا ما مر الضوء من خلالها وكان ذا شدة كافية بحيث يمكن للمجال الكهربائي سحب الالكترونات بعيدا بحيث تصل الى نهاية النابض، وبذلك تكون علاقة الطاقة المخزونة غير خطية مع المسار التي سحب النابض اليها ، وبذلك تسحب الالكترونات الى الخلف قليلا وبسرعة ، ولا تعود الى امكنتها الطبيعية، وبذلك تتذبذب بترددات غير تردد الضوء الساقط عليها، وعندها تشع هذه الالكترونات الضوء بهذا التردد المختلف عن تردد الضوء الساقط عليها .

ويتم حساب الطول الموجي للضوء الجديد بدقة باستخدام مبدأ حفظ الطاقة، اذا يجب ان تكون طاقة الفوتونات الخارجة مساوية لطاقة الفوتونات الداخلة .

ان عملية تفاعل الضوء مع المادة جذبت اهتمام الباحثين لأكثر من عقد من الزمان . وفي حلول منتصف القرن العشرين تم توضيح العلاقة بين القوانين البصرية العيانية الاساسية للبصريات وقوانين تفاعل الضوء على المستوى الذري ، ففي العمليات الفوتونية الخطية نجد بان الذرة تتفاعل في كل عمل اساسي مع فوتون واحد فقط ، ومع ذلك فان اكتشاف الليزر غيرت من عملية تفاعل الاشعاع حيث اصبح التفاعل بكثافة اكثر على عكس

أي مصدر ضوئي اخر فهناك عملية امتصاص متعدد للفوتونات اوعند سقوط الاشعة الليزرية على البلورة (ZnWo4) تتغير شدة الاشعاع وفقاً للمعادلة التالية :

$$\frac{dI}{dZ} = -\propto I - BI^2$$

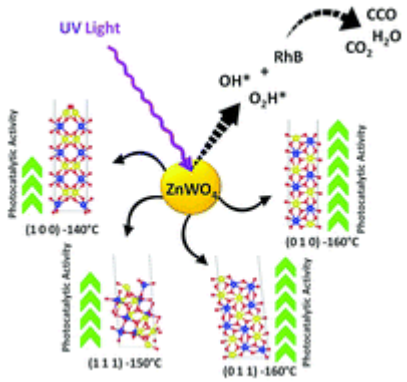
والذي يكون حلها بالشكل التالي

$$I(z) = \frac{I\,o e^{-\alpha z}}{1+(\beta/\alpha) I\,o(1-e^{-\alpha z})}$$

$I(z)$	الشدة الخارجة
$I\,o$	الشدة الساقطة
Z	طول البلورة
α	معامل الامتصاص الخطي
β	معامل الامتصاص اللا خطي

من خلال حل معادلة اشعة الليزر الساقطة نجد بان الشدة الخارجة تعتمد بشكل غير خطي على الشدة الداخلة ، ومن خلال هذه العلاقة ممكن ان نجد قيمة الاشباع التي عندها لا يحدث امتصاص للشدة الساقطة .

ان بلورة (ZnWo4) عند تعرضها لمصدر اشعاع بصري تبدي استجابات محددة وفق الزمن ، ويمثل الشكل ادناه البلورة معرضة لمصدر اشعاع ضوئي .



((شكل ٢- ٥))

صورة تمثل بلورة عند تعرضها لمصدر اشعاع ضوئي(ZnWo4)

قائمة المصادر

[١] منير البعلبكي، قاموس المورد [قاموس عربي إنكليزي] ، مطبعة دار العلم للملايين ، ط ٣٨ ، [بيروت – لبنان] :٢٠٠٤ ، ص ٣١٤ .

[٢] باول فاليلي ، موسوعة البحوث والمقالات العلمية ، ترجمة واعداد علي بن نايف الشحود ، الرياض – السعودية : ٢٠٠٨ ، ص ٣.

[٣] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع المايزر ، في ٢٠١٨/١/٢٨ .

[٤] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مترجمة بتصرف عن دائرة المعارف العالمية مع التنقيح والمواءمة للثقافة الإسلامية العربية ، ط ١ ، مؤسسة أعمال الموسوعة للنشر والتوزيع [الرياض : السعودية] ، [١٤١٦ هـ / ١٩٩٦ م] ، موضوع تاونز تشارلز هارد ، ج ٢٢، ص ١١٣ .

[٥] عبد الله صالح الضويان ، تطبيقات الليزر العسكرية ، منشورات مركز الدراسات والبحوث ، جامعة نايف العربية للعلوم الامنية ، الرياض – السعودية : ٢٠٠٥ ، ص٤ .

[٦] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[٧] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع الليزر ، ج١٧، ص ١٣٣ .

[٨] الويكبيديا ، المصدر السابق ، موضوع الليزر .

[9] سامي طه صالح ومحمد عبد المنعم طحيمر ، المثالي في الفيزياء ، القاهرة : ١٩٩٠ م ، ص ٢١٨ - ٢١٩ .

[10] مجموعة من المؤلفين ، مصدر سابق ، موضوع الليزر ، ج١٠ ، ص ٣١٤ .

[11] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[12] نبيل وليد الحوراني ، مصدر سابق ، ص ٣٤ .

[13] نبيل وليد الحوراني ، مصدر سابق ، ص ٣٤ .

[14] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[15] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[١٦] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع الليزر ، ج١٧، ص ١٣٩ .

[17] نبيل وليد الحوراني ، مصدر سابق ، ص ٣٦ .

[18] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[19] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[20] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع الليزر ، ج١٧، ص ١٤١ .

[21] احمد ناجي عبد ، دراسة سرعة القطع لبعض مواد البوليمر باستخدام ليزر CO_2 ، مجلة علوم المستنصرية ، [العراق : ٢٠١١] ، المجلد ٢٢ ، العدد ٤ ، ص ١٦٨ .

[٢٢] نبيل وليد الحوراني ، مصدر سابق ، ص ٣٧ .

[٢٣] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع الليزر ، ج١٧، ص ١٤٣ .

[24] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

[25] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع المادة ، ج١٨، ص ٨٧ .

[26] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع المادة ، في ٢٠/ ٢٠١٥/١١.

[27] يحيى حمدي محمد البشار ، تفاعل الليزر مع المادة وتطبيقاتها في معالجة الليزر للمواد ، مجلة الفيزياء العصرية ، مصر ، العدد ١٧ في ١٩ / ٩ / ٢٠١٥ ، ص ٢٣ .

[28] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع الطول الموجي ، ج ٩، ص ١٥٧ .

[٢٩] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع الطول الموجي ، في ٢٠/ ١١ / ٢٠١٥ .

[٣٠] مجموعة من المؤلفين ، الموسوعة العربية العالمية ، مصدر سابق ، موضوع معامل الامتصاص ، ج ٧، ص ٢٣٤ .

[٣١] الويكبيديا [الموسوعة الحرة] ، مصدر سابق ، موضوع معامل الامتصاص ، في ٢٠/ ١١ / ٢٠١٥ .

(32) يحيى حمدي محمد البشار ، تفاعل الليزر مع المادة وتطبيقاتها في معالجة الليزر للمواد ، مجلة الفيزياء العصرية ، مصر ، العدد ١٧ في ١٩ / ٩ / ٢٠١٥ ، ص ٢٣ .

(33) يحيى حمدي محمد البشار ، مصدر سابق ، ص ٢٧ .

(34) يحيى حمدي محمد البشار ، مصدر سابق ، ص ٢٩ - ٣١ .

(35) الويكبيديا (الموسوعة الحرة) ، مصدر سابق ، موضوع الليزر .

(36) يحيى حمدي محمد البشار ، مصدر سابق ، ص ٢٩ - ٣١ .

(37) Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Encarta Dictionary , YAG .

(38) "YAG". Encyclopedia Britannica Ultimate Reference Suite.2012.DVD. Chicago: , 2012.

(39) مجموعة من المؤلفين ، مصدر سابق ، موضوع الليزر ، ج١٧، ص ١٣٥ .

(40) مجموعة من المؤلفين ، مصدر سابق ، موضوع الغارنيت ، ج ٢٦، ص ٥٢ .

(41) الويكبيديا ، المصدر السابق ، موضوع لانثانيدات .

(42) الويكبيديا ، المصدر السابق ، موضوع الالمنيوم .

(43) مجموعة من المؤلفين ، مصدر سابق ، موضوع الغارنيت ، ج ٢٦، ص ٥٢ .

(44) احمد بن محمد العيسى ، ليزر الانديام Nd-YAG LASER ، موقع اطباء الجلد العرب ، بتاريخ ٢٦/ ١ / ٢٠١١ ، منشور على الصفحة :

http://www.panarabderm.org/19-2013-05-11-04-39-48/2013-05-11-04-45-58/201-nd-yag-laser.

(45) محمد مصطفى ، مقال عن ليزر الانديام Nd-YAG LASER ، موقع منتديات الفيزياء الجامعية المتخصصة ، بتاريخ ١/ ٩ / ٢٠٠٩ ، منشور على الصفحة :

http://www.hazemsakeek.org/vb/showthread.php?11991-Laser-Nd-Yag.

(46) خالد عبد الحميد الخطيب ، د .وليد خلف حمودي ، ضوئيات الكم والليزر ،منشورات الجامعة التكنولوجية ، (بغداد – العراق : ١٩٨٦) ، ص ١٧ .

(٤٧) مجموعة من المؤلفين ، مصدر سابق ، موضوع الزنك ، ج ٧، ص ١١٨-١٢٠ .