جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

الليزرات الغازية

مشروع تخرج مقدم إلى قسم فيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في فيزياء

من قبل الطالبة
حوراء نجاح كريم

بأشراف
مهند حسن عليوي

١٤٤٧هـ ٢٠٢٦م

بسم الله الرحمن الرحيم

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا ۖ إِنَّكَ أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

صدق الله العلي العظيم

سورة البقرة، الآية ٣٢

الأهداء

إلى من بنوره اهتديت وعليه توكلت

... ذو الجلال والكَرام ...

إلى من لَ يضاهيهما أحد في الكون ...أبي وأمي ....

الى كل تلك الرَوام البريئة التي انتزعت بغير حق

الى كل شهيد من شهداء ثورة تشرين...

... الى أرواح شهداء العراق جميعا...

الى كل طالب يحاول أن يشعل شمعة بدل أن يلعن الظلام...

الى من قيل له "لتَكثر من التفكير والبحث"

فعصى وعرف أن أفضل حمد لله على نعمة العقل هي استخدامه...

الى أستاذي الفاضل *مهند حسن عليوي* الذي وجهني الى كل خطوة في بحثي.

الى كل من علمني وأخذ بيدي نحو الشواطئ المفعمة بالعلم والنور وأرسى في نفسي...

شكر وتقدير

الحمدالله رب العالمين يشرفني ان اهدي أخلص مشاعر الاحترام الى كل من سدد خطاي، ومنحني حسن عنايتة فيت حضير هذا البحث بما انار لي بعلمه وفي موقعه ومجال اختصاصة من معالم الطريق وبما افاضه لي من مبادئه الصائبة وآرائه المستنيرة التي أرتقت بها أفكار البحث الى المستوى الأفضل المنشود أتقدم بالشكر الجزيل لأستاذي المشرف مهند حسن عليوي لاقتراحه موضوع البحث ولمجهوده الرائع وتوجيه القيم في مراحل البحث المختلفة والذي كان له الدور الكبير في خروج البحث بالصورة التي هي علية الآن.

وشكري وتقديري إلى أهلي الأعزاء لما كان لهم من دعم وتشجيع متواصل طيلة مدة الدراسة والى كل من قدم لي الدعم في مسيرتي الدراسية ...

قائمة المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
	الفصل الأول: مقدمة عامة	
1-1	المقدمة	2
2-1	طريقة عمل الليزر	3
3-1	أنواع الليزر	6
4-1	استخدامات الليزر	6
5-1	في الصناعة	7
6-1	تركيب الليزر	8
7-1	مصدر الضخ	9
8-1	الوسط الليزري	9
9-1	المجاوبة	10
10-1	أنواع ومبادئ تشغيل الليزر	11
	الفصل الثاني: الجانب النظري	
1-2	المقدمة	14
2-2	تطبيقات	15
3-2	الليزر والسَلحة	16
4-2	حاجز الليزر	16
5-2	تصنيف الليزرات الغازية	17
	الفصل الثالث: الاستنتاجات والتوصيات	
1-3	الاستنتاجات	22
2-3	التوصيات	23
	المصادر	27-26
	Abstract	28

الخلاصة

تعتبر الليزرات الغازية من التطورات الهامة في ميدان الفيزياء والتكنولوجيا، حيث تمثل مصدر ضوء ذو فعالية عالية يعتمد على التفاعلات الضوئية في الغازات. تتميز هذه التقنية بقدرتها على إنتاج أشعة ضوء ذات تمركز هائل وتركيز دقيق، مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في العديد من التطبيقات الصناعية والطبية. يعود الفضل في تطوير هذه التقنية إلى التقدم المستمر في مجال البحث العلمي والهندسة، حيث توفر الليزرات الغازية حلاً فعالاً لمشاكل توليد الضوء وتحكمه. سيتم استكشاف في هذا البحث مفهوم الليزرات الغازية، وتاريخ تطورها، والمبادئ الفيزيائية التي تقوم عليها، بالإضافة إلى التطبيقات المتعددة التي تجعلها ذات أهمية استراتيجية في مجالات عديدة من البحث والتطوير.

علاوةً على ذلك، تعد الليزرات الغازية موضوعاً حيوياً في دراسة الديناميات الجزيئية والطيفية، حيث تمثل أداة قوية لاستكشاف تفاعلات الجزيئات على المستوى الذري والجزيئي. يتيح التحكم الدقيق في خصائص الليزر وتردده وشدة استحداث فحوصات دقيقة للهياكل الجزيئية وديناميكاتها، مما يسهم في فهم أعمق للظواهر الفيزيائية والكيميائية.

وكذلك، تستخدم الليزرات الغازية في تطوير تقنيات الاتصالات الضوئية عبر الألياف البصرية ونقل البيانات بسرعات هائلة، مما يسهم في تحسين أداء الاتصالات وتوسيع نطاق استخدام التكنولوجيا الحديثة. تتيح هذه الابتكارات استحداث حلول فعالة في مجالات مثل الاتصالات عن بُعد، والطب، والأبحاث العلمية، مما يعزز من تقدم المجتمع التقني والعلمي بشكل عام.

الفصل الأول

المقدمة

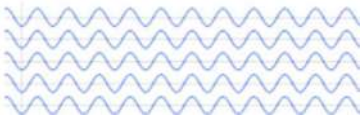
الفصل الأول: المقدمة

1.1 المقدمة

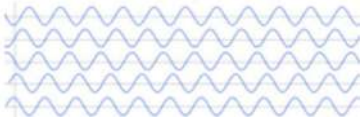
الليزر أو تكييف الضوء بالانبعاث المحفز للإشعاع Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation اختصاراً (LASER) هو جهاز ينبعث منه الضوء من خلال عملية تضخيم ضوئي تعتمد على الانبعاث المستحث للإشعاع الكهرومغناطيسي. تكون فوتوناته متساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل الموجات وقد تعضد بعضها البعض مما يُحدث تقوية للشعاع الضوئي. عملية تداخل الموجات أَيْمَكَن أن يكون تداخلاً بناءً بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمنياً ومكانياً ذات زاوية انفرادها صغيرة جداً؛ أو تتداخل الموجات تداخلاً غير بناء فيختفي الضوء[3][2][1] . تم بناء أول ليزر في عام ١٩٦٠ من قبل ثيودور هارولد مايمان في مختبرات أبحاث هيووز ، بناءً على العمل النظري الذي قام به تشارلز هارد تاونز وآرثر ليونارد شاولو[4] .

بسبب طاقتها العالية وزاوية انفرادها الصغيرة جداً تستخدم أشعة الليزر في عدة مجالات أهمها القياس كقياس المسافات الصغيرة جداً أو الكبيرة جداً بدقة متناهية ويستخدم أيضاً في إنتاج الحرارة لعمليات القطع الصناعي وفي العمليات الجراحية خاصة في العين ويستخدم أيضاً في الأجهزة الإلكترونية لتشغيل الأقراص الضوئية.

كما أن بعض الجهود المبذولة حالياً لتحقيق الاندماج النووي للهيدروجين تستخدم أجهزة ليزر ضخمة للتوصل إلى اندماج الهيدروجين وتحوله إلى هيليوم، وهو التفاعل الذي يتم في الشمس والنجوم وتنتج حرارتها، (انظر اندماج بحصر القصور الذاتي).



موجات في نفس الطور، كل القمم الموجية فوق بعضها البعض وكل القيعان فوق بعضها البعض، أي أن الموجات في نفس الطور (كما في الليزر).



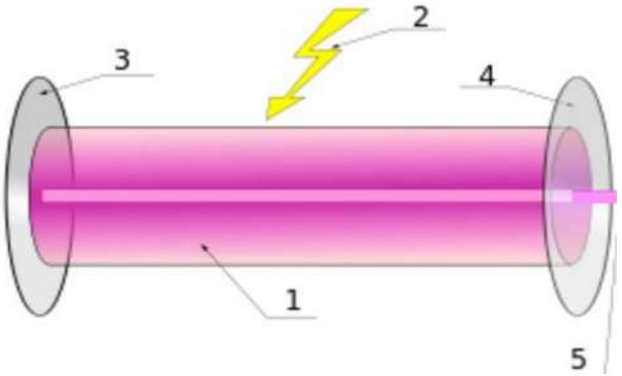
موجات مختلفة الأطوار، (كالضوء المنبعث من مصباح عادي). الشكل رقم (١) أشكال الموجات

يستخدم الليزر أشعة ضوئية احادية الطول الموجي أي لها نفس طول الموجة وهي تتولد في أنواع معينة من البلورات النقية. ويعمل جهاز الليزر على تسوية طور الموجات الضوئية بحيث تكون جميعها في نفس الطور، فتشتد طاقتها. بين الشكل المجاور الموجات الضوئية التي هي في نفس الطور، فيحدث ما يسمى في الفيزياء تداخل بناء للموجات الضوئية.

ويمكن تشبيه نبضة شعاع الليزر بالكتيبة العسكرية حيث يتقدم جميع العسكر بخطوات متوافقة منتظمة. وبينما يشع المصباح عادي الضوء في موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها طاقة الليزر، فتكون كالناس في الشارع كل منهم له اتجاه غير الآخر. ولكن باستخدام لبلورات من مواد مناسبة (مثل

الياقوت الأحمر) (عالية النقاوة) يمكن تحفيز إنتاجها لأشعة ضوئية من لون واحد (أي ذو طول موجة واحدة) وكذلك تكون في طور موجي واحد. عندئذ تتطابق الموجات على بعضها البعض - عن طريق انعكاسها عدة مرات بين مرآتين داخل بلورة الليزر فتصبح كالعسكر في الكتيبة - فتنتظم الموجات وتتداخل تداخلا بناء وتخرج من الجهاز بالطاقة الكبيرة المرغوب فيها.

2.1 طريقة عمل الليزر

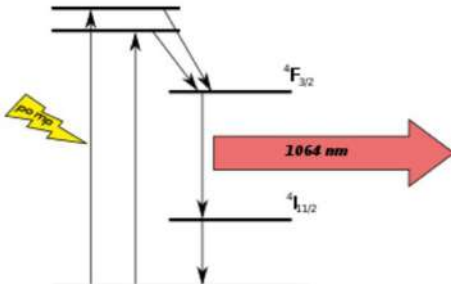


الشكل رقم (٢) يوضح أجزاء جهاز الليزر:

١. مادة توليد الليزر
٢. مضخة طاقة لإثارة إلكترونات الوسط الليزري
٣. مرآة عاكسة قوية
٤. مخرج الأنبوب (مرآة نصف شفافة)
٥. خروج شعاع الليزر

- (1) الوسط أو البلورة المنتجة لأشعة الليزر.
- (2) طاقة كهربائية لتحفيز الوسط الليزري على إصدار موجات ضوئية ذات طول موجة واحدة (ضوء بلون واحد) ،
- (3) عاكس للضوء (مرآة) ،
- (4) عدسة خروج الشعاع وقد تكون مستوية أو عدسة مقعرة.
- (5) شعاع الليزر الخارج (خرج ليزري)

ويعمل جهاز الليزر على توليد وانعكاس ضوء ذو لون واحد، أي ذو طول موجة واحدة بين المرآة الخلفية (٣) وعدسة خروج شعاع الليزر (٤). ويتم ذلك بتحفيز الوسط الليزري (١) على إنتاج ذلك اللون من الضوء؛ وهي خاصية من خصائص البلورة المختارة أو الوسط الليزري (يمكن أن يكون الوسط غاز معين، مثل ثاني أكسيد الكربون. (وبعد انعكاس أشعة الضوء داخل الوسط عدة مرات بين (٣) و (٤) تصل الموجات الضوئية المتجمعة إلى وضع التناسق. عندئذ تتميز الموجات الضوئية بانتظام طورها (خطوتها) وتخرج من العدسة (٤) كشعاع ليزر شديد الطاقة.



الشكل رقم (١.٣): مثال للوسط الليزري بلورة النيوديميوم كوسط كسب ليزر. عندما تتأثر الإلكترونات في النيوديميوم بواسطة المصباح الكهربائية (أصفر) وتعلو إلى مستوى طاقة عالي ومنه تهبط فوراً لمستوى الطاقة الوسطي F وتبقى فيه مدة (تلك خاصية لمادة الليزر). ثم تهبط فجأة إلى مستوى الطاقة I، فينبعث منها ضوء ١٠٦٤ نانومتر. عند انتقال الإلكترونات من F إلى I كمجموعة في ذرات النيوديميوم تخرج جميعها بضوء طول موجته ١٠٦٤، وتخرج من البلورة متناسقة كشعاع ليزر قوي.

الشكل رقم (١.٣): يوضح مستويات الطاقة للإلكترونات في ذرة النيوديميوم. في حالة عدم إثارة ذرة النيوديميوم تشغل الإلكترونات المستوى القاعي (مستوى الطاقة السفلي في الشكل). ولكن يمكن إثارة الإلكترون بواسطة جهاز يصدر أشعة من الخارج أو كهرباء (تسمى مضخة) فيثار الإلكترون ويرتفع إلى مستوى طاقة أعلى؛ إلا أنه لا يبقى فيه طويلاً وخلال ما هو أقل من ثانية يهبط إلى مستوى طاقة متوسط، وفي هذا المستوى من الطاقة يستطيع الإلكترون البقاء فيه عدة ثوان.

تعمل المضخة الضوئية على إثارة عدد كبير من الإلكترونات في الوسط الليزري وتبقى عدة ثوان في المستوىF؛ إلا أنها سرعان ما تهبط كمجموعة من مستوى الطاقة F إلى مستوى الطاقة المنخفض I. انتقال الإلكترونات في البلورة من مستوى الطاقة المرتفع F إلى مستوى الطاقة المنخفض I يكون مصحوبا بإطلاقه شعاع ضوء ذو طول موجة طولها نانومتر (هذه خاصية بلورة الليزر). تنطلق تلك الأشعة ذات طول الموجة نانومتر دفعة واحدة وتتعاكس عدة مرات بين المرآتين فتتناسق أطوال تلك الموجات وتخرج من المرآة النصف شفافة (٤ في الشكل س) وتكون بذلك قد تناسقت ووصلت إلى قوتها وتصيب الهدف.

فمن مواصفات الشعاع الخارج (شعاع الليزر) الهامة أن لون ضوءه واحد، أصفر أو أزرق أو بنفسجي، أو قد يكون أشعة تحت الحمراء، كما توجد ليزرات تصدر أشعة إكس. وبالنسبة إلى جهاز الليزر فله خاصيتان مهمتان:

- **نصف قطر الانحناء:**

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

- **معامل انعكاس العدسة:**

يعتمد عدد الانعكاسات لأشعة الضوء المتراكمة داخل الوسط الليزري على نوع الوسط المستخدم. ففي "ليزر الهيليوم-نيون" نحتاج إلى درجة انعكاس للمرآة بنسبة 99% لكي يعمل الجهاز بكفاءة. وأما في حالة "ليزر النيتروجين" فلا حاجة للانعكاس الداخلي (درجة انعكاس 0%) حيث أن ليزر النيتروجين

يتميز بدرجة فائقة على إنتاج الأشعة. ومن جهة أخرى تعتمد خواص العدسة المتعلقة بانعكاس الضوء على طول موجة الضوء. ولهذا يُعطي للخواص الضوئية للعدسة عناية خاصة عند تصميم جهاز ليزر.

3.1 أنواع الليزر

- ليزر الغاز CO_2 ثاني أكسيد الكربون، Excimer LASER
- ليزر السائل (Dye Laser)
- ليزر اشباه الموصلات ليزر شبه الموصلات Diode Laser
- ليزر الحالة الصلبة (نيوديميوم ياغ) Neodymium-YAG LASER

4.1 استخدامات الليزر

يستخدم الليزر حاليا في مجالات متعددة كاستعمالها في الأقراص المدمجة وفي صناعة الإلكترونيات وقياس المسافات بدقة -خاصة أبعاد الأجسام الفضائية- وفي الاتصالات. كما تستخدم أشعة الليزر في معالجة بعض أمراض العيون حيث يتم تسليط أشعة ليزر عالية الطاقة على شكل ومضات في نقطة معينة في العين لزمن قصير -أقل من ثانية-. ومن أمراض العيون التي يستخدم فيها الليزر:

- اعتلال الشبكية السكري.
- ثقب الشبكية.
- انسداد أو تخثر الوريد الشبكي.
- الزرق ارتفاع ضغط العين.
- عيوب الانكسار الضوئي في العين طول أو قصر النظر واللابؤرية.
- انسداد القنوات الدمعية.
- بعض الأورام داخل العين.
- عمليات التجميل حول العين.
- حالات اندثار البقعة الصفراء.

كما يستخدم الليزر في العمليات الجراحية مثل جراحة المخ والقلب والأوعية الدموية والجراحة العامة إزالة الشعر. في عام ١٩٦٠ اخترع جهاز الليزر الذي يطلق الأشعة وحيدة اللون والاتجاه ويمكن أن تتركز بدرجة عالية بواسطة عدسة محدبة. كما أن هناك الكثير من المواد القادرة على إطلاق أشعة الليزر منها المتجمدة (الياقوت الأحمر وزجاج النيوديميوم، والغازية الهيليوم والنيون والزيتون (مواد شبه موصلة) زرنخ، الجاليوم وانتيمون الإنديوم.

5.1 في الصناعة

عندما يجري تحفيز جهاز الليزر بوساطة الكهرباء أو الضوء ترتفع طاقة ذرات الوسط (ولتكن بلورة) من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى، وتعاود الانخفاض إلى مستوى الطاقة الأدنى مرورا بالمستوى الأوسط نتيجة عدم استقرار الإلكترونات الواقعة في مستوى طاقة عال، عندها تنبعث الفوتونات من الإلكترونات المثارة في جهاز الليزر وتخرج الفوتونات (الإشعة) بعد تناسقها من الجهاز بطاقة كبيرة.

- ويأمل العلماء باستعمال تلك الطريقة في التوصل إلى الاندماج النووي للعناصر الخفيفة مثل الهيدروجين الثقيل والتريتيوم والليثيوم بغرض إنتاج طاقة الاندماج الحرارية البالغة وتحويلها إلى طاقة كهربائية تستخدم في المصانع والبيوت والإنارة. في تجربة حديثة أعلنت عنها وزارة الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية بتاريخ ١٣ يونيو ٢٠٢٢ عن نجاح منشأة الإشعال الوطنية في احراز تقدم كبير بطريقة الحصر والإشعال بالليزر (أن آلة الاندماج اندماج بحصر القصور الذاتي المختبرة في معمل برينستون لفيزياء الليزر (والتجربة تعمل بتسليط ١٩٢ جهاز ليزر قوي يصدروا أشعة إكس مركزة على حبيبة وقود نووي) قد أنتجت ٢٠% من الطاقة زيادة عن طاقة تشغيل الجهاز.

- وتستخدم أنواع من أجهزة الليزر كالموصوفة أعلاه ولكن تعمل بطاقات أقل، تصل حرارتها إلى بين ١٠٠٠ و١٨٠٠ درجة مئوية في الصناعة في قطع ألواح الصلب، قد يصل سمك اللوح منها ٣ سنتيمتر. وميزتها أنها تقطع بدقة متناهية حيث يُوجه جهاز الليزر بوساطة الحاسوب.

- ومن استخدامات الليزر لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي تتمتع بدرجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع بسبب إطلاقها لحزمة كثيفة ضيقة مركزة، كما تستطيع أشعة الليزر فتح

ثقب قطره ٥ مايكرومتر خلال ٢٠٠ ميكروثانية في بعض المواد الصلبة (الماس والياقوت الأحمر والتيتانيوم (وبفضل قصر زمن التنقيب لا يحدث أي تغير في طبيعة المادة (لا يحدث انصهار أو تحولات في بنية المادة) .

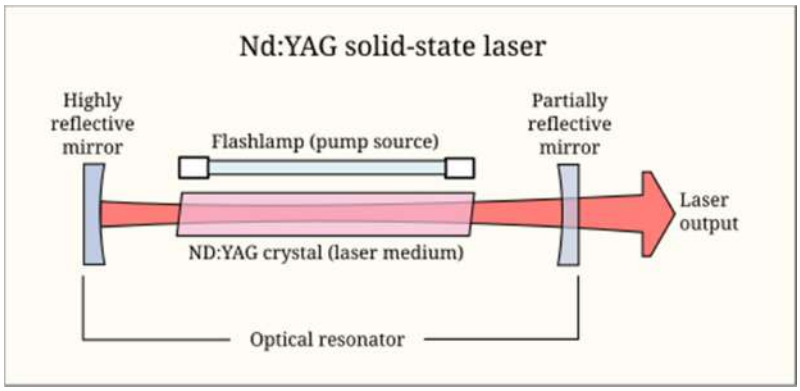
- كما لها استخدام مهم آخر وهو قياس المسافات بدقة متناهية، سواء المسافات القصيرة أو الطويلة. وأشعة الليزر تستطيع قياس عشرة أمتار دون إحداث خطأ يتجاوز واحد على عشرة آلاف من المتر. كما استخدمت أشعة الليزر في تحديد بعد القمر عن الأرض. وقد تم ذلك في السبعينيات حيث وضع رواد الفضاء على القمر

مرآة لعكس الليزر عند سقوطه عليها، وبعد ذلك وُجه شعاع ليزر من الأرض إلى القمر وانعكاسه على المرآة على سطح القمر وعودته إلى الأرض استطاع العلماء حساب بعد القمر عن الأرض بدقة لم يتوصلوا إليها من قبل.

- وهي تستخدم أيضا في تحديد الأهداف بدقة بالغة جدا، حيث أن كان الهدف على مسافة ٢٠ كم ووجهنا شعاع ليزر فسوف ينحصر مقطع الشعاع في دائرة ضوئية قطرها ٧ سم فقط. وإذا أطلقت إلى القمر فسيكون قطر الدائرة المشكلة ٣,٢ كم فقط.

- وتجري في أمريكا أبحاثا هائلة لاستخدام الليزر ذو طاقة عالية جدا لتدمير الصواريخ المعادية عالياً في الفضاء قبل وصولها إلى أمريكا، واستطاعوا تحقيق بعض النجاح على هذا الطريق ولكن الأبحاث لا زالت مستمرة، أولا لإتقان هذه التكنولوجيا الجديدة، ثم بناء شبكة عظمى لاكتشاف الصواريخ المعادية حين انطلاقها، ويتبع ذلك توجيه أجهزة الليزر القوي (أو سلاح الليزر) على الصاروخ المعادي لتدميره في الفضاء، وتتضمن هذه التكنولوجيا أيضا استخدام الأقمار الصناعية وقيامها بدور في هذا النطاق. وقد رصدت الولايات المتحدة أموالا باهظة لإحداث تقدم في هذا المشروع.

6.1 تركيب الليزر



رسم تخطيطي لليزر تقليدي يظهر أجزائه الأساسية الثلاثة

يتكون جهاز الليزر من ثلاثة أجزاء رئيسية:

- مصدر للطاقة عادة ما يشار إليه باسم مضخة أو مصدر الضخ
- وسط ليزري،
- اثنين أو أكثر من المرايا التي تشكل المجاورة.

7.1 مصدر الضخ

مصدر الضخ هو الجزء الذي يوفر الطاقة لنظام الليزر. أمثلة على طرق الضخ ك (الضخ الضوئي، أنفراغ كهربائي، تفاعل كيميائي، تطبيق فرق كمون مستمر، إثارة بواسطة البلازما، ضخ بواسطة الحزم الإلكترونية) (ليزر الهليوم نيون (HeNe) يستخدم طريقة الأنفراغ الكهربائي في خليط من غازي الهيليوم والنيون، بينما ليزر Nd:YAG يستخدم طريقة الضخ الضوئي بواسطة فلاش زينون أو ليزر نصف ناقل، والليزر المستثار يستخدم طريقة التفاعل الكيميائي.

8.1 الوسط الليزري

الوسط الليزري أو الوسط الفعال هو العامل الرئيسي لتحديد الطول الموجي للعملية، ولخصائص الليزر الأخرى. الأوساط الليزرية للمواد المختلفة لها طيف خطي أو طيف واسع. الأوساط الليزرية ذات الطيف الواسع تسمح بضبط ترددات الليزر. هناك المئات إن لم يكن الآلاف من الأوساط الليزرية التي تم توليد شعاع الليزر بها. (انظر قائمة أنواع الليزر للحصول على قائمة الأكثر أهمية). الوسط الليزري يتم إثارته عن طريق مصدر الضخ لتحقيق الأسكان المعكوس، وفي الوسط الليزري ينتج الأصدار التلقائي أو المحثوث للفوتونات، ثم يتم تضخيمها في المجاورة.

أمثلة للأوساط الليزرية تشمل:

- السوائل مثل صبغة الليزر. وعادة ما تكون مذيبات عضوية كيميائية، مثل الميثانول، إيثانول أو الإيثيلين جلايكول، والتي تضاف إليها الأصباغ الكيميائية مثل الكومارين، رودامين، فلوريسين. التكوين الكيميائي الدقيق لجزيئات الصبغة يحدد الطول الموجي لعملية الليزر السائل.
- الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون، الأرجون، الكريبتون والخلطات مثل الهيليوم-النيون. هذا الليزر غالبا ما يتم ضخه عن طريق التفريغ الكهربائي.
- المواد الصلبة مثل البلورات والزجاج. المادة الصلبة /المضافة عادة ما تكون مخلوطة مع بعض الشوائب مثل الكروم، النيوديميوم، الإربيوم أو التيتانيوم. المضافات النموذجية تشمل: الإيتريوم الألومنيوم العقيق (Y) الإيتريوم الليثيوم الفلورايد، الياقوت (أكسيد الألومنيوم) ومختلف أنواع الزجاج. أمثلة أوساط ليزر الحالة الصلبة تشمل: ياقوت تيتانيوم، الياقوت الكروميوم (عادة معروفة باسم روبي)، كروميوم ليثيوم (الكروم مع الليثيوم السترونتيوم الألومنيوم فلوريد).
- أشباه الموصلات نوع من البلورات الصلبة مع توزيع أحادي أو مادة بمستويات أحادية مختلفة والتي بها تسبب حركة الإلكترونات عمل الليزر. ليزر أشباه الموصلات عادة ما يكون صغيراً، ويمكن ضخه بواسطة تيار كهربائي بسيط، مما يمكن استخدامهم في أجهزة استهلاكية مثل مشغلات القرص المضغوط. انظر ليزر نصف ناقل.

9.1 المجاورة

الشكل رقم (١.٤) مقارنة حرق صورة جغرافية لشعاع غاوس لثاني أكسيد الكربون بشكل مستعرض ضغط الليزر المستحث، التي تم الحصول عليها خلال عملية التحسين عن طريق ضبط المرايا المحاذية.

المجاوب أو المرنان البصري، في أبسط أشكالها هي مرآتين متوازيتين توضعان حول الوسط الليزري لتؤدي إلى انعكاس الضوء وتضخيمه. يتم تغطية المرآة مما يحدد الخصائص الانعكاسية. حيث تتألف المجاورة من مرآتين الأولى عاكسة بشكل كلي والثانية عاكسة بشكل جزئي. والمرآة الثانية هي التي تولد الحزمة الليزرية لأنها تسمح لبعض الضوء بترك المجاورة لإنتاج الشعاع الليزري.

الضوء الصادر عن الانبعاثات التلقائية، يتم عكسه بواسطة المرايا ثانياً داخل الوسط الفعال، حيث يتم تضخيمه بواسطة الانبعاث المستحث. الضوء قد ينعكس عن المرايا ويمر خلال الوسط الليزري عدة مئات من المرات قبل أن يخرج من التجويف. في أجهزة ليزر أكثر تعقيداً، يتم استخدام تكوينات من أربعة مرايا أو أكثر لتكوين التجويف. تصميم وتنسيق المرايا نسبة إلى الوسط الليزري يعتبر حاسماً لتحديد الطول الموجي الدقيق وغيره من سمات نظام الليزر.

الأجهزة البصرية الأخرى مثل المرايا الدوارة، المحولات، المرشحات والماصات يمكن وضعها داخل المرنان البصرية لإنتاج مجموعة متنوعة من التأثيرات على مخرج الليزر مثل تغيير الطول الموجي للعملية أو أنتاج نبضات من ضوء الليزر.

بعض أجهزة الليزر لا تستخدم تجويف بصري، ولكن بدلا من ذلك تعتمد على وسط بصري عال جدا لإنتاج تضخيم الانبعاثات المستحثة دون الحاجة إلى الارتداد من الضوء مرة أخرى إلى الوسط الليزري. أشعة الليزر هذه توصف بكونها شديدة الإضاءة، وتبعث ضوء قليل الاتساق ولكن ذا عرض نطاق مرتفع. لأنها لا تستخدم الارتداد البصري لا تصنف هذه الأجهزة في كثير من الأحيان بانها أجهزة ليزر.

10.1 أنواع ومبادئ تشغيل الليزر

موجات من الليزر متوفرة تجاريا. أنواع الليزر المبينة أعلاه تعطي خطوط الليزر المتميزة وطول الموجة. ونذكر أدناه أنواع الليزر التي تصدر ضوءا في نطاق الموجة الطويلة، والتقنية المتبعة واللون ونوع مادة الليزر.

1. 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.

2. ليزر ثاني أكسيد الكربون

يمكن أن ينبعث بقدرة عدة مئات كيلووات عند ٩.٦ ميكرومتر و١٠.٦ ميكرومتر، وغالبا ما تستخدم في صناعة القطع واللحام. تبلغ كفاءة ليزر ثاني أكسيد الكربون أكثر من ١٠%.

3. 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 خطوط الطيف الصالحة للاستعمال، لكن الخطوط الأكثر شيوعا هي ٤٥٨ نانومتر و٤٨٨ نانومتر و٥١٤.٥ نانومتر.

والنيتروجين عرضية التفريغ الكهربائي في الغاز عند الضغط الجوي. الليزر الغازي رخيص والأشعة فوق البنفسجية الناتجة لها طول موجة ٣٣٧.١ نانومتر.

المعادن يزر ايون هي ليزر الغاز التي تولد موجات الأشعة فوق البنفسجية العميقة. الهليوم—فضية ٢٢٤ (HeAg) نانومتر والنيون—النحاس ٢٤٨ (NeCu) نانومتر مثاليين. هذه الليزر بشكل خاص Is التذبذب الضيقة لأقل من ٣ غيغاهيرتز، مما يجعلهم مرشحين للاستخدام.

4. 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 الديوتيريوم الغاز مع نواتج الاحتراق من الاثيلين في ثلاثي فلوريد النتروجين.. كانوا اخترعها جورج .C بيمنتل.

5. 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.

6. 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 العتيق (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.

ليزر شبه الموصلات أيضا شائعة الاستعمال في ترددات أو أطوال موجة مختلفة، تستهزم لإنتاج الضوء ٥٣٢ نانومتر (الأخضر، مرئيا)، ٣٥٥ نانومتر الأشعة فوق البنفسجية و٢٦٦ نانومتر (الأشعة فوق البنفسجية) عندما يكون ضوء تلك الموجات مطلوب. إيتيريوم، هولميوم، الثوليوم، والإيربيوم هي الأخرى مشتركة في ليزر الجوامد في النطاق ١٠٢٠-١٠٥٠ نانومتر. إيتيريوم يستخدم في بلورات مثل روب واي بي دي: روب واي، روب واي: أنظمة هوائية، روب واي: بنين، روب واي، 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 تتبعث 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، ومررت عبر الألياف الضوئية الأجهزة الجراحية للمفاصل تطفو على السطح، وإزالة تسوس من الأسنان، وتتبخر والسرطانات، ويطحنون الكلى والمرارة الحجارة.

٧. ليزر الأشعة 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 والطاقة الصوتية. هذه الحرارة، وعندما يقرن الحرارية العالية البصرية معامل (د ن / د تي) يمكن أن تؤدي إلى يصور فوتوغرافيا الحرارية، فضلا عن انخفاض كفاءة الكم..

يمكن لهذه الأنواع من المسائل يمكن التغلب عليها عن طريق الصمام الثنائي رواية أخرى، ضخت ليزر الحالة الصلبة، الصمام الثنائي ضخ رقيقة قرص ليزر.. القيود الحرارية في هذا النوع من الليزر يمكن تخفيفها باستخدام هندسة الليزر المتوسطة التي سمك هو أصغر بكثير من قطر شعاع مضخة.. هذا يسمح لمزيد من الانحدار حتى الحرارية في المواد. قرص ليزر رقيقة وقد ثبت أن تنتج ما يصل إلى مستويات كيلووات من الكهرباء.

الفصل الثاني

الجزء النظري

الفصل الثاني: تطبيقات الليزرات الغازية

1.2 المقدمة

تستخدم الليزرات الغازية غازًا كوسط لتوليد الليزر. يُسخن الغاز إلى درجات حرارة عالية أو يتم تنشيطه بوسائل أخرى، مثل الضوء أو التفريغ الكهربائي. هناك العديد من الأنواع المختلفة من الليزرات الغازية، ومن بينها:

1. ليزرات CO_2:

- تستخدم غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) كوسط نشط.
- تستخدم في مجالات مثل القطع بالليزر والحفر والتصنيع.

2. ليزرات هيليوم-نيون (HeNe):

- تستخدم غازات هيليوم ونيون كوسط نشط.
- تستخدم في التطبيقات البسيطة مثل العرض والإشارات.

3. ليزرات أرغون (Ar):

- تستخدم غاز الأرجون كوسط نشط.
- تستخدم في علوم الليزر وتطبيقات البحوث.

4. ليزرات الديوديميوم (Nd:YAG):

- تستخدم أيونات النيوديميوم في مادة) YAGيتريوم ألمنيوم غارنيت.(
- تستخدم في القطع بالليزر واللحام وتطبيقات الطب.

5. ليزرات الهليوم-كادميوم (HeCd):

- تستخدم هليوم وكادميوم كغازات نشطة.
- تستخدم في التطبيقات الطبية والبحث العلمي.

2.2 تطبيقات:

لليزر تتراوح في حجمها من ليزر ديود المجهري (أعلى) مع العديد من التطبيقات، على ملعب لكرة القدم الحجم النيوديميوم. ليزر الزجاج (أسفل) تستخدم للانصهار بالقصور الذاتي الحبس، الأسلحة النووية وغيرها من بحوث الطاقة العالية الكثافة تجارب الفيزياء

عندما تم اختراع الليزر في عام ١٩٦٠، كانت تسمى «البحث عن حل للمشكلة». [٢٣] ومنذ ذلك الحين، لأنها أصبحت في كل مكان، وإيجاد أداة في الآلاف من تطبيقات متنوعة للغاية في كل قسم من المجتمع الحديث، بما في ذلك الإلكترونيات الاستهلاكية، المعلومات التكنولوجيا، العلوم، الطب، الصناعة، لإنفاذ القانون، والترفيه، والعسكرية. . . أول تطبيق لأشعة الليزر وضوحا في الحياة اليومية للسكان عامة كان

السوبر ماركت الباركوود ماسحة ضوئية، وأدخلت في عام ١٩٧٤. لاعب، أدخلت في عام ١٩٧٨، كان أول نجاح المنتجات الاستهلاكية لتشمل ليزر، ولكن القرص المضغوط لاعب كان أول ليزر مجهزة الجهاز ليصبح حقا مشتركا في بيوت المستهلكين، بدءا من عام ١٩٨٢، بعد وقت قصير من طابعات الليزر.

- قد تشمل التطبيقات قطع المعادن بالليزر.
- علوم الطب الليزري والجراحة.
- التصوير الليزري والقياسات العلمية.

يجب العلم أن هناك العديد من المستجدات في مجال الليزر والتكنولوجيا الليزرية، والبحوث والابتكارات مستمرة لتحسين الأداء وتوسيع نطاق التطبيقات.

بعض التطبيقات الأخرى

في الطب: الجراحة دون دماء، وتضميد الجراح بالليزر والعلاج الجراحي، حصص الكلى، العلاج، وعلاج العيون، وطب الأسنان

في الصناعة: قطع واللحام والمواد المعالجة الحرارية،

في الدفاع: تمييز الأهداف، وتوجيه الذخائر، الدفاع الصاروخي، مضادة الكهربائية الضوئية الرادار، المسببة لقوات العدو بالعمى.

في البحث العلمي: التحليل الطيفي، التدوير الليزر، الصلب ليزر، ونثر ليزر، التداخل بالليزر، ليدرا

في تطوير المنتجات التجارية: طابعات الليزر، الأقراص المدمجة، ماسحات الباركود، الحرارة، مؤشرات ليزر، الصور المجسمة.

3.2 الليزر والاسلحة

تشتهر أشعة الليزر في نظام الأسلحة المستخدمة كما في أفلام الخيال العلمي، فكرة عملها تتكون من انبثاق ضوء الليزر إلى سطح الهدف وتقوم بتسخينه وتبخيره مما يلحق ضررا بالغا ويتلف الجسم المستهدف.

أما القوات الجوية الأمريكية فهي تستخدم حاليا الليزر المحمول جوا، المستخدم في طائرة من طراز بوينغ ٧٤٧، لإسقاط صواريخ العدو على أرض العدو.

وفي مجال الطيران، فإن مخاطر التعرض لأشعة الليزر الأرضية عمدا التي يصوبها بعض الشباب المتهور من الأرض على مقصورة الطائرة وقت هبوطها بهدف بلبلة وزغللة الطيارين قد نمت إلى حد أن سلطات الطيران المدني لديها إجراءات خاصة للتعامل مع هذه المخاطر. تلك الزغللة قد تتسبب في اصطدام الطائرة بالأرض وتعرض الركاب بالمئات إلى الموت.

في يوم ١٨ مارس ٢٠٠٩ شركة نورثروب غرومان أعلنت أن مهندسيها قد نجحوا في اختراع آلة ليزر كهربائية قادرة على إنتاج الكهرباء من ١٠٠ كيلواط / شعاع من الضوء بما يكفي لتدمير طائرة أو دبابة من الناحية النظرية، وفقا لما قاله براين ستريكلاند مدير جيش الولايات المتحدة.

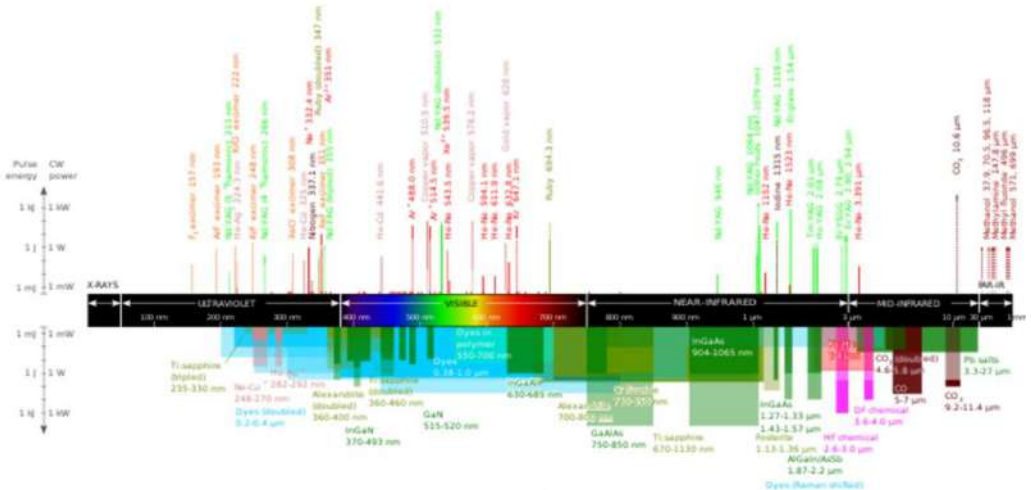
4.2 حاجز الليزر

سياج أو حاجز الليزر (Laser fence) هو عبارة عن آلية تستخدم للكشف عن الأجسام التي تمر بخط الرؤية أو الأفق ما بين مصدر الليزر والمقدر. ومن الممكن استخدام أشعة الليزر الأكثر قوة لجرح أو لإيذاء شخص ما أو شيء ما يمر به شعاع الليزر. هذا يعتمد على نوع وقوة الليزر (أنظر: ليزر البعوض).

وأحيانا ما يتم استخدام حاجز الليزر في الخيال والروايات لقدرته على وقف المتسللين أو الدخلاء بمنعهم أو بإيذائهم. ويستخدم هذا المفهوم كثيرا في ألعاب الفيديو. ويمكن مقارنة تلك المفاهيم الخاصة بأسوار الليزر الخيالية بمفاهيم أخرى مثل أشعة الجر أو الصد.

5.2 تصنيف الليزرات الغازية

صنف الليزرات حسب (الاستخدام ونوع الوسط الفعال ونمط التشغيل ونوع الضخ)، وتأتي على عدة أنواع مختلفة متميزة بالطول الموجي لضوء الليزر المنبعث منها فتوجد ليزرات تعمل ضمن المدى المرئي وحتى مدى الأشعة السينية.



الأطوال الموجية لليزرات الشائعة تجارياً، الليزرات التي تقع فوق الخط هي الليزرات التي تملك طول موجي معين ثابت، بينما الليزرات التي تعطي مدى من الأطوال الموجية تظهر أسفل الخط.[10]

نوع الليزر والوسط الفعال	الأطوال الموجية المولدة	أسلوب الضخ	الاستخدامات وملاحظات
هيليوم-نيون	632.8 nm (543.5 nm)، 593.9 nm 611.8 nm) ، (1.1523 µm)	تفريغ كهربائي	يستخدم في: مقياس التداخل، التصوير المجسم، المطياف، قارئ الرموز الشريطية، التراصف، الدراسات البصرية.
آرغون	µm ١.٥٢، µm ٣.٣٩١٣ nm ٤٥٤.٦، nm ٤٨٨.٠، nm ٥١٤.٥، nm ٣٥١، nm ٣٦٣.٨، nm ٤٥٧.٩، nm ٤٦٥.٨، nm ٤٧٦.٥، nm ٤٧٢.٧، nm ٥٢٨.٧ بالإضافة إلى الترددات التوافقية الثانية التي تعطي قيم: (nm257، nm244)		يستخدم في: العلاج الضوئي لشبكية العين، الطباعة الحجرية، المجهز البؤري، كمصدر ضخ لليزرات أخرى.
كريبتون	nm ٤١٦، nm ٥٣٠.٩، nm ٥٦٨.٢، nm ٦٤٧.١، nm ٦٧٦.٤		يستخدم في: البحوث العلمية، العروض الضوئية عند مزجه مع الأرغون لتوليد الضوء الأبيض.
زينون-ايون	nm752.5، nm799.3 يعطي مدى كبير من الأطوال الموجية يمتد من الفوق البنفسجية إلى تحت الحمراء.		يستخدم في: البحوث العلمية.
نيتروجين	nm ٣٣٧.١		يستخدم في: قياس تلوث الهواء البحوث العلمية،

الفصل الثالث

الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الثالث
الاستنتاجات والتوصيات

1-3 الاستنتاجات

بناءً على البحث المنجز حول الليزرات الغازية في ميدان الفيزياء والتكنولوجيا، يمكن الوصول إلى استنتاجات مهمة تلخص الجوانب الرئيسية والآثار الواعدة لهذه التقنية المتقدمة:

١. أهمية الليزرات الغازية في التطور التكنولوجي:
تتبنى الليزرات الغازية دورًا محوريًا في تحسين الأداء التكنولوجي، حيث تسهم في تطوير تقنيات الإنتاج وتحسين جودة العمليات الصناعية.
٢. التطورات في مجال البحث العلمي:
تفتح الليزرات الغازية أفقًا جديدًا للبحث العلمي، خاصة في دراسة الديناميات الجزيئية والظواهر الفيزيائية على المستوى الذري والجزيئي.
٣. تقدم الليزرات في مجال الطب والتشخيص:
تشكل الليزرات الغازية حلاً فعالًا في تطوير تقنيات العلاج الطبي وتحسين عمليات التشخيص، مما يعزز من تقدم الرعاية الصحية.
٤. تأثير الليزرات على التواصل ونقل البيانات:
يتبين أن استخدام الليزرات في تقنيات الاتصالات الضوئية يعزز سرعات نقل البيانات ويفتح أفقًا جديدًا لتحسين أداء الشبكات الرقمية.
٥. التحديات البيئية والسلامة:
يشير البحث إلى ضرورة دراسة التأثير البيئي والسلامة في استخدام الليزرات الغازية، وتبني إجراءات للتحكم في المخاطر وضمان استخدامها بشكل آمن.
٦. الحاجة إلى الابتكار والتطوير المستمر:
يبرز البحث أهمية الابتكار المستمر في مجال الليزرات الغازية، وضرورة تطوير تقنيات جديدة لتعزيز فعاليتها وتوسيع نطاق تطبيقاتها.

باختصار، يظهر البحث أن الليزرات الغازية ليست مجرد تقنية متطورة في الفيزياء والتكنولوجيا، بل تشكل محركاً للتقدم العلمي والتكنولوجي، وتعتبر حلاً متعدد الاستخدامات في مجالات متعددة.

2.3 التوصيات

١. توسيع أبعاد التطبيقات الصناعية:
يُوصى بدراسة وتحليل تأثير الليزرات الغازية في مختلف الصناعات مثل الصناعات الكيميائية، والطب، والتصوير الطبي، والتصنيع الدقيق. يمكن استكشاف فعالية الليزرات في تحسين عمليات الإنتاج وتقديم حلاً للتحديات الصناعية الحديثة.
٢. البحث في التقنيات المتقدمة:
يُقترح إجراء بحث معمق حول أحدث التقنيات المتعلقة بالليزرات الغازية، مثل تقنيات الليزرات الفائقة السرعة وتطبيقاتها في البحث العلمي والتكنولوجيا المتقدمة.
٣. تحليل التأثير على البيئة والسلامة:
ينبغي أخذ في الاعتبار تحليل تأثير استخدام الليزرات الغازية على البيئة وسلامة الإنسان، واقتراح سبل للتحكم في المخاطر وضمان استخدامها بشكل آمن.

٤. الابتكار في تطبيقات الطب والعلاج:
يمكن استكشاف تقنيات الليزرات الغازية في مجال الطب، مثل العلاجات الطبية الدقيقة والتشخيصات الطبية، والبحث في كيفية تحسينها وتطوير تطبيقات جديدة.
٥. لتطورات في تقنيات الاتصالات:
يمكن توجيه البحث نحو فهم كيف يمكن استخدام الليزرات الغازية في تحسين تقنيات الاتصالات الضوئية، وتوفير سرعات نقل بيانات أعلى وأداء أفضل في شبكات الاتصالات.
٦. دراسة التأثير على الديناميات الجزيئية:
يُفضل استكشاف كيف يمكن استخدام الليزرات الغازية في فهم الديناميات الجزيئية وتقديم إسهامات للبحوث الكيميائية والفيزيائية.
٧. تطوير تقنيات جديدة:
يمكن توجيه البحث نحو تطوير تقنيات وأساليب جديدة في توليد واستخدام الليزرات الغازية، مما يفتح المجال لابتكارات تكنولوجية مستقبلية.

المصادر

References

[1] Mayer, B., et al. "Long-term mutual phase locking of picosecond pulse pairs generated by a semiconductor nanowire laser." Nature Communications 8 (2017): 15521 نسـخة محفوظـة ٢٨ مـايو ٢٠١٧ علـى موقـع واي باك مشين.

[2] Mompart ،J ؛Corbalán ،R. (2000). "Lasing without inversion". J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt :3.ج . ٢ع . R7–R24. Bibcode:2000JOptB...2R...7M. DOI:10.1088/1464-4266/2/3/201 .٢٠٢٠-٠٣-١٦ مؤرشف من الأصلPDF في

[3] Charles H. Townes (2003). "The first laserفي "Laura Garwin ؛Tim Lincoln. (المحررون) A Century of Nature: Twenty-One Discoveries that Changed Science and the World. University of Chicago Press. ISBN:0-226-28413-1 ص١٠٧-١٢. اطلع علية مؤرشف من الأصل في ٢٠٢٠-٠١-٠٨. بتاريخ ٢٠٠٨-٠٢-٠٢.

[4] "December 1958: Invention of the Laser". www.aps.org. (بالإنجليزية). Archived from the original on 2021-12-10. Retrieved 2022-01-27.

[5] https://www.freepatentsonline.com/3825916.html accessed 26 Jan 2011 نسخة محفوظة ١٣ سبتمبر ٢٠١٨ على موقع واي باك مشين.

[6] Guth, Robert A (2009). "Rocket Scientists Shoot Down Mosquitoes With Lasers". . Wall St. Journalنسخة محفوظة ٠٦ أغسطس ٢٠١٣ على موقع واي باك مشين .

[7] http://www.giantbomb.com/laser-fence/92-5889-2020 /-١٥ نسخة محفوظة ٠٥ على موقع واي باك مشين.

[8] https://cnc.fandom.com/wiki/Laser_fence نسخة محفوظة ٢٧ مارس ٢٠١٨ على موقع واي باك مشين.

[9]ليزر أشباه الموصلات - أنواع مختلفة ' - الأطوال الموجية المتاحة ليزرات أشباه الموصلات

[10]

[11] Handbook of laser wavelengths. Boca Raton: CRC Press. 1999. ISBN:0-8493-3508-6. OCLC:39024709.٢٠٢٠-٠٤-٢٥ في الأصل مؤرشف من .

[12] Tunable laser optics (ط. Second edition). Boca Raton, FL. ISBN:978-1-4822-4530-1. OCLC:900602679. مؤرشف يحتوي على نص زائد =طبعة: {استشهاد بكتاب} في ٢٠٢٠-٠٤-٢٥ الأصل من (مساعدة)

[13] Payziyev, Sh. D.; Bakhramov, S. A.; Kasimov, A. K. (2011-09). "Transformation of concentrated sunlight into laser radiation on small

parabolic concentrators". Journal of Renewable and Sustainable Energy ٣ (٥): ٠٥٣١٠٢ (بالإنجليزيــة). DOI:10.1063/1.3643267. ISSN:1941-7012. Archived from the original on 13 أغسطس ٢٠١٩ .

[14] Tokurakawa, Masaki; Takaichi, Kazunori; Shirakawa, Akira; Ueda, Ken-ichi; Yagi, Hideki; Yanagitani, Takagimi; Kaminskii, Alexander A. (12 Feb 2007). "Diode-pumped 188fs mode-locked $Yb^{3+}:Y_2O_3$ ceramic laser". Applied Physics Letters ٩٠ (٧): ٠٧١١٠١ (بالإنجليزية). DOI:10.1063/1.2476385. ISSN:0003-6951. Archived from the original on 2019-08-13.

[15] Storrie-Lombardi, M. C.; Hug, W. F.; McDonald, G. D.; Tsapin, A. I.; Nealson, K. H. (2001-12). "Hollow cathode ion lasers for deep ultraviolet Raman spectroscopy and fluorescence imaging". Review of Scientific Instruments ٧٢ (١٢): ٤٤٥٢–٤٤٥٩ (بالإنجليزيــة). DOI:10.1063/1.1369627. ISSN:0034-6748. Archived from the original on 13 أغسطس ٢٠١٩ .

Abstract

Gas lasers are an important development in the field of physics and technology, as they represent a highly effective light source based on light reactions in gases. This technology is characterized by its ability to produce light rays of tremendous concentration and fine focus, which makes it of great importance in many industrial and medical applications. The development of this technology is thanks to continuous advances in scientific research and engineering, where gas lasers provide an effective solution to the problems of light generation and control. In this paper, the concept of gas lasers, the history of their development, the physical principles underlying them, as well as the multiple applications that make them strategically important in many areas of research and development will be explored.

Furthermore, gas lasers are a vital topic in the study of molecular and spectral dynamics, as they represent a powerful tool for exploring molecular interactions at the atomic and molecular levels. Precise control of laser characteristics, frequency and intensity makes it possible to develop accurate examinations of molecular structures and their dynamics, contributing to a deeper understanding of physical and chemical phenomena.

Also, gas lasers are used in the development of optical communication technologies over optical fibers and data transmission at high speeds, which contributes to improving communication performance and expanding the use of modern technology. These innovations enable the development of effective solutions in areas such as telecommunications, medicine, and scientific

research, enhancing the progress of the technical and scientific community at large.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Babylon
College of Education for Pure
Sciences
Department of Physics

Gaseous lysis

A graduation project submitted to the Department of Physics / College of Education for Pure Sciences / University of Babylon and is part of the requirements for obtaining a bachelor's degree in physics

By the student
Hawraa Najah Karim

By supervision
Muhannad Hassan Aliwi

1447 A.H 2026 A.D