جمهورية العراق

وزاره التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم فيزياء

ليزر ثنائي اوكسيد كاربون

بحث مقدم من قبل الطالبة (اسماء رضا كاظم) الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة

جامعة بابل كجزء نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

باشراف

د.خالد حسن بدر

1443

2023

بسم الله الرحمن الرحيم

{يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ}

صدق الله العلي العظيم

سورة المجادلة: الآية(11)

الاهداء

الى من بلغ الرسالة وادى الامانة , ونصح الامة , الى نبي الرحمة والنور سيدنا

محمد (صلي الله علُيه واله وسلم)

الى من علمني العطاء بدون انتظار , الى من احمل اسمه بكل افتخار

(والدي العزُيز)

الى معنى الحنان والتفاني , الى بسمة الحُياة وسر الوجود . الى من كان وعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي

(امي الحبُيبة)

الى من حبهم يجري في عروقي يُلهج بذكراهم فؤادي

(اخوتي)

الى من سرنا سوًيا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والابداع

(زملائي)

الى الذُين امدوني بالعلم والمعرفة والثقافة على مر اربع سنوات

(اساتذتي الاعزاء جميعا)

الشكر والتقدير

الحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد (صلى الله عليه واله وسلم) ، وبعد فاني احمد الله كثيرا واشكره شكرا وفيرا لما وفقني له واعانني في اتمام بحثي هذا وان اسجل اجلالا وعرفانا عظيم شكري وامتناني لأستاذي الفاضل (الدكتور خالد حسن)المشرف على هذا البحث لما بذله من جهد علمي صادق ، ولما غمرني به من خلق علمي وتوجيهات رشيدة كما ان شكري موجه الادارة كلية التربية للعلوم الصرفة بجامعة بابل قسم الفيزياء

للمجهودات المبذولة من قبل اساتذتنا الكرام في الجامعة لتوفير افضل بيئة للتدريس في افضل الاحوال التي تلائم طلبة العلم

كذلك شكري وحبي الى اسرتي و بالأخص ابي وامي واخوتي لما قدموه من تعاون ومشقه وصبر اثناء الانشغال بالدراسة .

المحتويات

الفصل الاول : الليزر

1-المقدمة 8

2-مبدأ عل الليزر..... 10

3-ضوء الليزر 13

4-نظرية الليزر 14

5-خواص الليزر 17

6-انواع الليزر 18

7-استعمالات الليزر 19

8-تصنيف الليزرات 20

9-مميزات شعاع الليزر 21

10-عيوب استخدام الليزر 21

الفصل الثاني : ليزر ثنائي اوكسيد كاربون

11-المقدمة 23

12-مبدا عمل 23

13-تاثير اشعة co_2 في الانسجة 24

14-القطع 27

15-التبخير..... 28

16اسباب استخدام ليزرات co_2 في مجال الطب 29

17-تصنيف اليزرات 30

الخلاصة

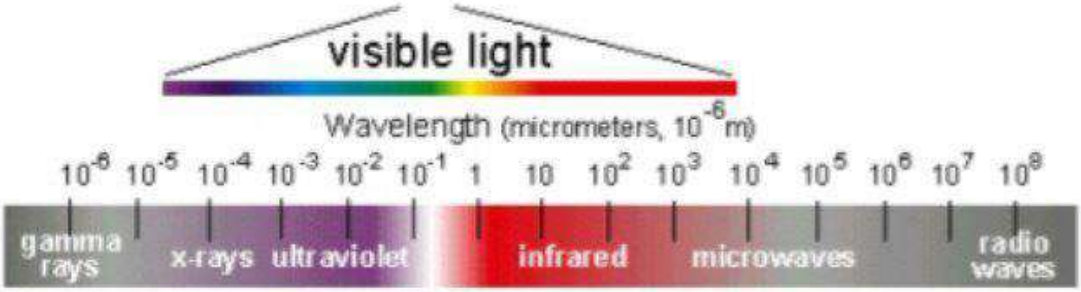
لقد تناولنا في هذا البحث فصلان الفصل الاول يتحدث عن الليزرات بشكل عام حيث مفهوم الليزر بشكل عام وتعني تضخيم الضوء بإنبعاث الإشعاع المحفز وهو عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك في ترددها وتتطابق موجاتها بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية ، بينما يشع المصدر الضوئي العادي موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها قوة الليزر حيث تحدثنا عن مبدا عمل الليزر و هناك ثلاث انواع من التفاعلات هي الامتصاص الانبعاث التلقائي والانبعاث المحفز وكذلك ضوء الليزر ونظرية الليزر خواص الليزر و وانواع الليزرات و استعمالات الليزر وتصنف الليزرات ومميزات شعاع الليزر وعيوب استخدام الليزرات هذا ماتطرقنا الية في الفصل الاول اما الفصل الثاني كان يتحدث عن ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون ليزر ثنائي أكسيد الكربون (ليزر-CO2) هو أحد أنظمة الليزر التي تعتمد على غاز ثنائي أكسيد الكربون (في تشغيلها، وهو واحد من أوائل أجهزة ليزر الغاز (التي تم تطويرها، وذلك في مختبرات بل)سنة1964 تعد أجهزة ليزر ثنائي أكسيد الكربون أحد أقوى أجهزة الليزر التي تعمل على مبدأ الموجة المستمرة، وتتميز بأنها ذات فعالية عالية، وهي تعطي شعاع ليزر في مجال الأشعة تحت الحمراء الحزمة الرئيسية بين 9.4 و 10.6 والمواضيع التي تحدثنا عنها في هذا الفصل هي مبدا عمل الليزر وتاثير شعاع co2 على الانسجة والقطع والتبخير و تصنيف الليزرات واسباب استخدامات شعاع co2 في مجال الطب هذا ماتطرقنا الية في البحث

الفصل الاول

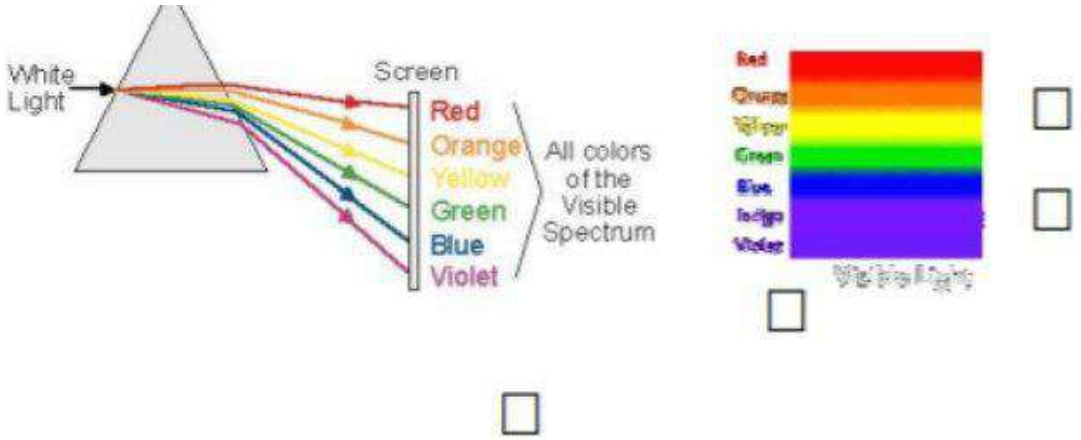
الليزر

(2-1) المقدمة

الليزر وتعني تضخيم الضوء بإنبعاث الإشعاع المحفز وهو 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 مراتين داخل بلورة الليزر فتنتظم الموجات وتتداخل وتخرج من الجهاز بالطاقة الكبيرة المرغوب فيها وتستخدم كلمة الليزر للتعبير عن أية منطقة من مناطق الطيف، ولمعرفة الليزر يجب في الواقع التعرف على الطيف الكهرومغناطيسي والذي يبدأ من الموجات الراديو الطويلة إلى الموجات القصيرة لأشعة جاما العالية الطاقة كما هو موضح في شكل رقم (1) . وكما هو معروف فإن المنطقة الضيقة من الطيف. والمعروفة لنا بالمرئية أو الضوء الأبيض. تتكون من الألوان الضوئية التالية: أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، وبنفسجي كما هو موضح في شكل رقم(2). كما أن ترددات هذه الإشعاعات وأطوالها الموجبة مختلفة ومضطربة، فهي أشبه بالضوضاء بمقارنتها مع الموجات الصوتية، بينما نجد أن ضوء أشعة الليزر منظم ومركز. وفي الليزر عمل الاضطراب الطبيعي للموجات على ترابطها Coherence، حيث تنبعث الفوتونات، الوحدات الأساسية لكل الإشعاعات الطيفية على شكل دفعات منتظمة ذات تردد واحد، ونظرا لأن الموجات تترابط فإن الفوتونات تقوي بعضها البعض وتزيد من قدرتها على نقل الطاقة أن تقنية الليزر توسعت لتشمل ما وراء منطقة الموجات فوق البنفسجية باتجاه الطاقة العالية للأشعة السينية، وكل طول موجي في هذه المناطق يعطي القدرة والمساعدة للإنسان على ابتكار تطبيقات متنوعة



شكل رقم (1)



شكل رقم (2)

والليزر ينتج حزمة ضوئية رفيعة جدا وقوية. وبعض الأحزمة رفيعة لدرجة أنها قادرة على ثقب مانتي حفرة فوق نقطة في حجم رأس الدبوس . وبسبب إمكانية تركيز أشعة الليزر إلى هذا الحد من الدقة وعلية فإن هذه الأشعة تكون قوية جدا. فبعض الأحزمة، على سبي المثال، تستطيع اختراق الماس ، وهو أصلب مادة في الطبيعة، وبعضها تستطيع إحداث تفاعل نووي صغير . ويمكن أيضا نقل حزمة الليزر إلى مسافات بعيدة دون أن تفقد قوتها وهذا يقودنا لدراسة خصائص شعاع الليزر، أي كانت مادته أو منطقة طيفه[1]

(2-1) مبدأ عمل الليزر

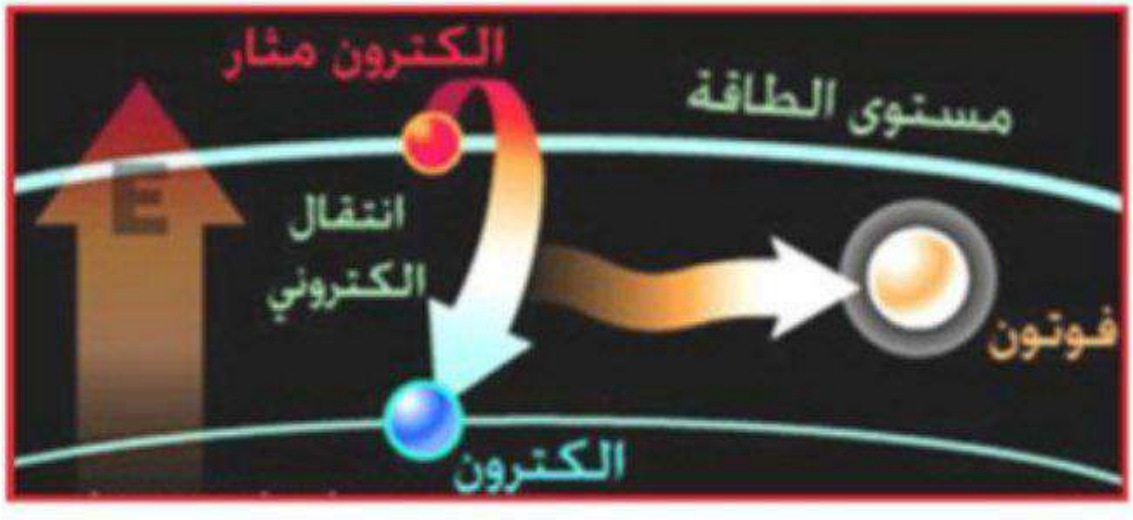
قام اينشتاين في عام 1917 بدراسة تفاعل الأمواج الكهرومغناطيسية أو ما يسمى اختصاراً بالإشعاع مع ذرات المادة ووجد أن هناك ثلاثة أنواع من التفاعلات و هي

1- **الإمتصاص :(Ahsorption)** و فيها تقوم ذرات المادة بامتصاص فوتونات الإشعاع المسلط عليها و تعمل طاقة الإشعاع الممتص على رفع الإلكترونات من مدارات منخفضة الطاقة إلى مدارات عالية(excited state) ، و لا يتم امتصاص الفوتونات من قبل المادة الطاقة و تصبح الذرات في حالة الإثارة إلا إذا كانت طاقتها تزيد عن فرق الطاقة بين مدارات الإلكترونات لدرات تلك المادة و لذا تكون المواد شفافة لجميع الإشعاعات التي تقل ترددتها عن قيم محددة تتحدد من التركيب الذري لتلك المواد كما هو الحال مع الزجاج.[2]

شكل رقم (3) يمثل حالة الامتصاص

2-الإنبعات التلقائي :(Spontaneous Emission) و فيها تقوم الذرات المثارة بإشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الإلكترونات من المدارات عالية الطاقة إلى المدارات منخفضة الطاقة . إن الإشعاع التلقائي الصادر عن المادة المثارة يسمى إشعاعا غير متشاكه (Noncoherent radiation) و ذلك لأن الالكترونات تنزل من تلقاء نفسها و بطريق

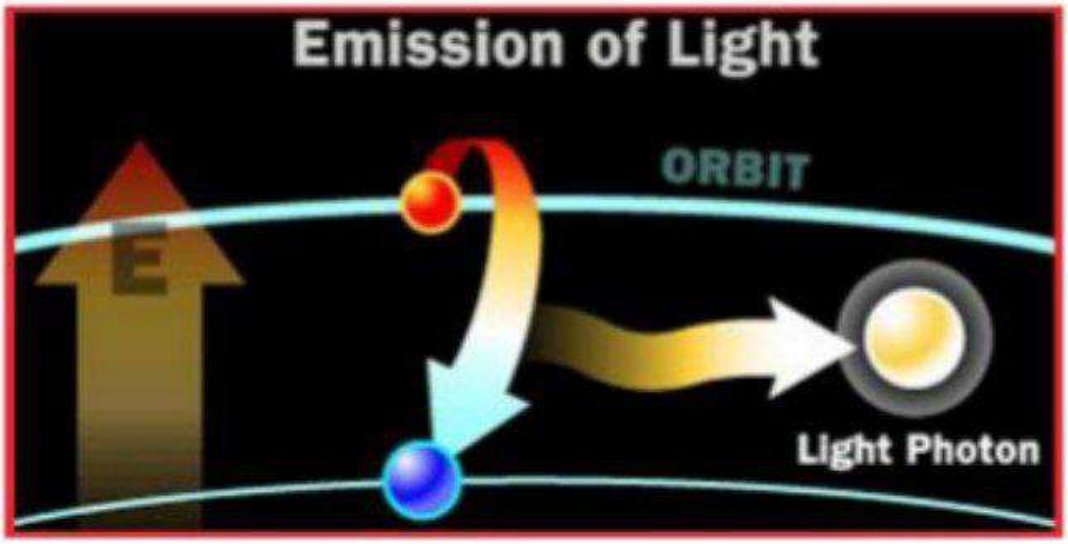
عشوائية بين مدارات الترة المختلفة و لذلك فإن هذا الإشعاع يحتوي على عدد كبير جدا من الترددات و تعتمد مصادر الضوء العادية على ظاهرة الانبعاث التلقائي في عملها.



شكل رقم (4) يمثل حالة الانبعاث التلقائي

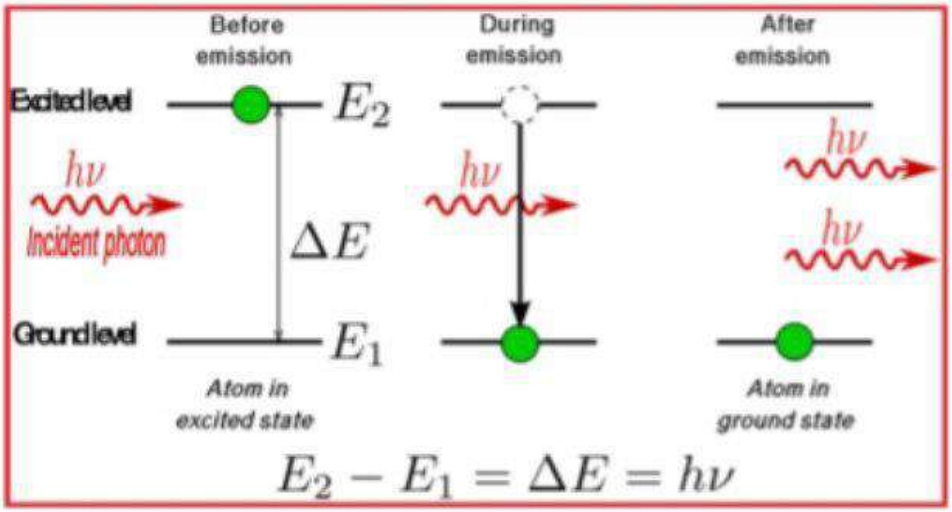
3-الانبعات المحفز (Stimulated Emission): و فيها تقوم الذرات المثارة بإشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الإلكترونات من المدارات عالية الطاقة إلى المدارات منخفضة الطاقة و لكن ليس بطريقة تلقائية و عشوائية كما في الإنبعاث التلقائي بل نتيجة لحثها بإشعاع له تردد محدد إن الإشعاع المحفز الصادر عن المادة المثارة يسمى إشعاع متشاكه (Coherent) و ذلك لأن الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة عن نزول الإلكترونات لها تردد (Frequency) و طور (Phase)تماما يساويان تردد وطور الأمواج التي قامت بحث الإلكترونات على الإشعاع و لذلك فإن هذا الإشعاع له تردد واحد من الناحية النظرية.

و يمكن حساب تردد الإشعاع المنبعث من المادة من حال تقسيم فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الإلكترون بثابت بلانك.



شكل رقم (5)يمثل حالة انعباث المحفز

يمكن ايجاز مراحل هذا الظاهرة بالشكل التالي



شكل رقم (6)يمثل مراحل الامتصاص والانبعاث التلقائي و الانبعاث المحفز للاكترون

ان المبدأ الرئيسي الذي يقوم عليه عمل الليزر هو ظاهرة الانبعات المحفز التي شرحناها آنفا و هناك شروط ثلاثة أساسية لكي يولد الليزر ضوءاً متشاكها من خال هذه الظاهرة.

الشرط الأول فهو توفر ما يسمى بالتوزيع العكسي (Population inversion) للإلكترونات

في ذرات المادة التي ستولد الضوء و الذي يعني أن عدد الإلكترونات في الحالة المثارة يجب أن يكون أعلى منها في الحالة غير المثارة. و هذا الشرط لا يتحقق إلا في مواد معينة تسمى الوسط الفعال (active medium) التي يكون عدد المدارات في نطاق توصيلها (conduction band)ثلاثة أو أكثر وبحيث يوجد مدار شبه مستقر (metastable بين المدار منخفض الطاقة و المدار عالي الطاقة.

توجد شروط معينة كي يحدث ضمنها الإصدار المحثوث و هي توازي ما تنها به اينشتاين. فلو كان لدينا N ذرة ذات مستويين للطاقة N و E في الحالة الأساسية و N و E في الحالة المثارة. و الانبعات المحفز يتناسب مع عدد الذرات في المستوى العلوي و للحصول على إنبعاث محفز كبير يجب أن يكون Ne > N: أي يجب قلب التوزيع الإلكتروني و يطلق عليه في حالة اثارة خارجية اسم الضخ[2]

(3-1)ضوء الليزر (Laser's Light)

يختلف عن الضوء العادي حيث يكون له الخصائص التالية:

الضوء المنبعث أحادي اللون monochromatic أي أن له طول موجي واحد، يحدد الطول الموجي لون الضوء الناتج وكذلك طاقته. الضوء المنبعث من الليزر يكون متزامن coherent أي ان الفوتونات كلها في نفس الطور مما يجعل شدة الضوء كبيرة فلا تلاشي الفوتونات الضوئية بعضها البعض نتيجة لاختلاف الطور بينها. الضوء المنبعث له اتجاه واحد directional حيث يكون شعاع الليزر عبارة عن حزمة من الفوتونات في مسار مستقيم بينما الضوء العادي يكون مشتت وينتشر في أنحاء الفراغ . المسؤول عن هذه الخصائص هي عملية الانبعاث الإستحثاثي stimulated emission بينما في الضوء العادي يكون الإنبعاث تلقائي حيث يخرج كل فوتون بصورة عشوائية لا علاقة له بالفوتون الآخر.

(4-1)نظرية الليزر (Laser Theory)

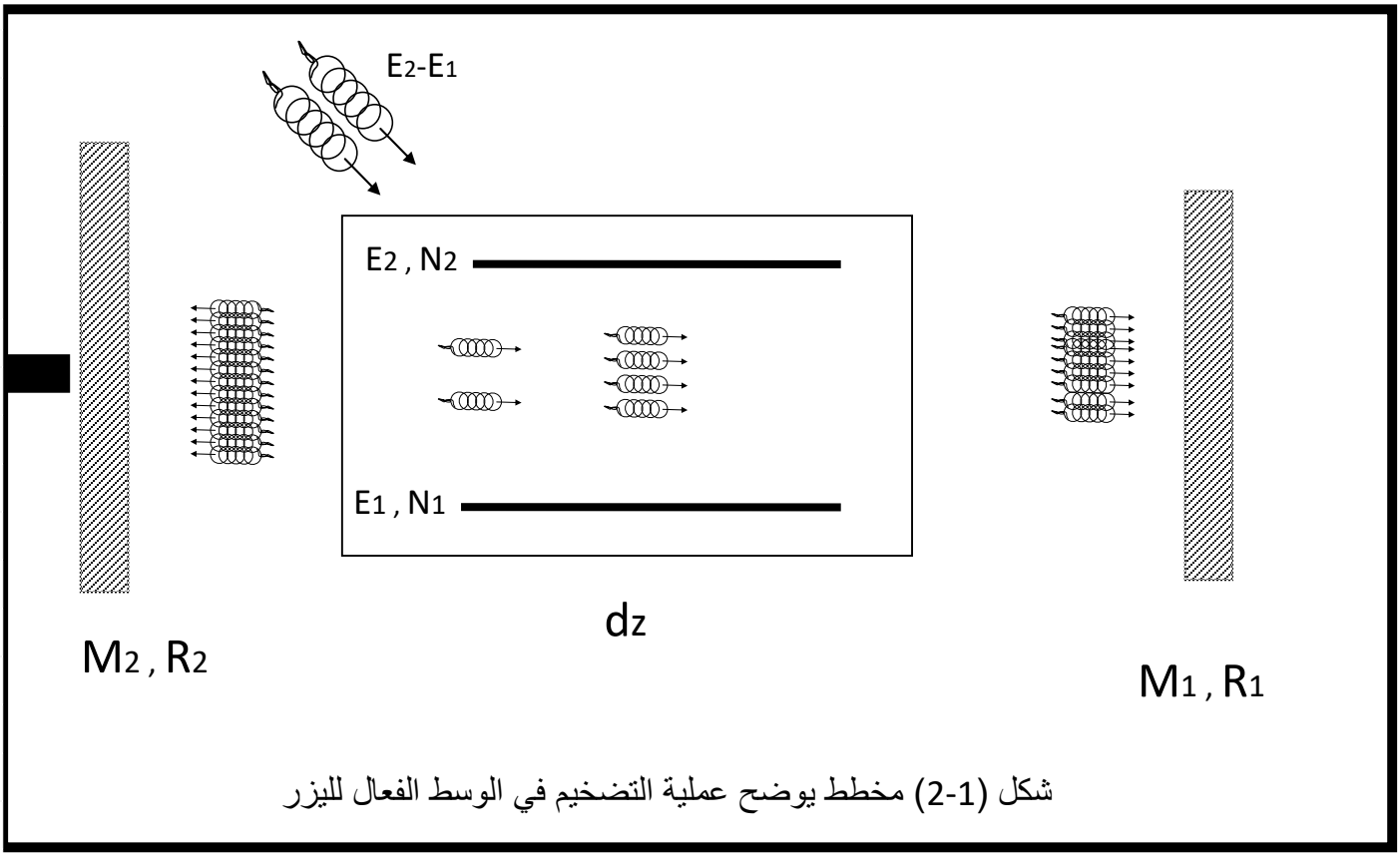
في حالة مستويي الطاقة (E_2, E_1) لمادة معينة فيهما عدد الذرات لوحدة الحجم (N_2, N_1) على التوالي , وسقط فيض من الفوتونات (Ø) ذو طاقة (E_2-E_1) على هذه المادة باتجاه المحور (Z) كما في الشكل (1-2) وكان سمك المادة (dz) , فان التغيير الحاصل في قيمة الفيض لهذه الفوتونات (Ø) أما ان ينتج عن امتصاص الطاقة أو الانبعاث المحفز (على فرض إهمال الانبعاث التلقائي) ، كما في المعادلة [3] .

$$d\emptyset / dz = \sigma \emptyset (N_2 - N_1) \quad \text{..... (1-6)}$$

وهذه المعادلة توضح ان هذه المادة تسلك سلوك الوسط المضخم لفيض الفوتونات (Ø) لسمك المادة (dz) عند تحقق الشرط ($N_2 > N_1$) أي ان [1] :

$$d\emptyset / dz > 0 \quad \text{.....(1-7)}$$

في هذه الحالة يزداد فيض الفوتونات الخارجية من الوسط .



شكل (1-2) مخطط يوضح عملية التضخيم في الوسط الفعال لليزر

اما اذا كان ($N_2<N_1$) فان المادة تسلك سلوك الوسط الممتص (Absorber) وفي حالة الاتزان الحراري

(عند درجة حرارة الغرفة مثلا) فان N_2 تكون دائماً أقل من N_1 وفق إحصاء بولتزمان حسب المعادلة الآتية [3] :

$$N_2/N_1 = \exp [-(E_2-E_1) /K_B T] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-8)$$

حيث ان T درجة الحرارة المطلقة (K^o) , K_B ثابت بولتزمان (1.38×10^{-23} J/K^o).

ان الشرط ($N_2>N_1$) هو شرط التوزيع المعكوس (Population inversion) وان المادة التي يمكن إحداث توزيع معكوس للمستويات الطاقيه في الذرات أو

الجزيئات المكونة لها يمكن ان تكون وسطاً فعالاً (Active medium) لإنتاج الليزر .

بشكل عام يحدث التوزيع المعكوس بين مستويات الطاقة للمادة من خلال عمليات الضخ التي تتم بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية (مصدر ضوئي أو ليزر آخر) أو التصادم الالكتروني , أو التصادم بين جزيئتين متشابهتين أو مختلفتين , أو بواسطة تفاعل كيمياوي معين .

ان عملية التذبذب الفوتوني (Photonic oscillation) تتطلب وجود تغذية عكسية (Feedback) لإدامة التذبذب. وان التغذية العكسية في منظومة الليزر تتم باستخدام تجويف بصري يسمى المرنان (Resonator) ويتألف من مرآتين تنقل بينهما الفوتونات المتولدة ذهابا وإيابا على طول المحور البصري للتجويف .

من خلال إجراء التكامل على المعادلة (1-6) يمكن وصف مقدار الربح (Gain) الحاصل في الفيض الفوتوني بالمعادلة الاتية [3] :

$$\int d\emptyset / \emptyset = \int \sigma (N_2 - N_1)\, d_z \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1\text{-}9)$$

حيث L تمثل طول الوسط الفعال , ($N_2 - N_1$) قيمة التوزيع المعكوس بين مستويات الطاقة الليزرية .

وبأخذ الخسائر الناجمة عن انعكاسية مرآتي المرنان البصري بنظر الاعتبار , فإن التذبذب يحدث عندما يتحقق شرط العتبة والذي يعطى بالعلاقة التالية :

$$R_1 R_2 \exp[2\sigma (N_1 - N_2)] = 1$$

$$R_1 R_2 \exp (G_l) = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1\text{-}10)$$

حيث ان R_1 و R_2 انعكاسية المرآة الأمامية والخلفية على التوالي , و g الربح لوحدة الطول اذا كانت إحدى المرآتين عاكسة تماماً (الرماة الخلفية) أي ان $R_1= 1$ وكانت الاخرى عاكسة جزئياً (الأمامية) , فان الحد R_1R_2 يمكن ان يعبر عنه بمقدار الانعكاسية R , وتصبح المعادلة (1-9) كالآتي [3] :

$$R \exp [2\sigma (N_2 – N_1) L] = 1 \quad \text{..... (1-11)}$$

هنالك قيمة حرجة للتوزيع المعكوس عند قيمة معينة للانعكاسية (R) يبدأ عندها أو أعلى منها تذبذب شعاع الليزر وتعطى هذه القيمة بالمعادلة الاتية [3] :

$$(N_2-N_1) = - Ln (R) / 2\sigma L \quad \text{..... (1-12)}$$

يمكن ان يقوم فوتون منبعث تلقائياً باتجاه المحور (Z) وعمودي على محور مراتي التجويف البصري بإحداث عملية الانبعاث المحفز اللازمة لبدء تذبذب شعاع الليزر .

(1-5)خواص الليزر

يمتاز شعاع الليزر بأربعة مميزات أساسية هي:

1-أحادية الطول الموجي (Monochromatic) (أحادية التردد)، وتعني أن شعاع

الليزر له طول موجي واحد فقط أي تردد منفرد.

2-التشاكه(Coherency) ، ويعني أن الفرق بين أي نقطتين على موجة شعاع

الليزر يكون ثابت عند حركة الشعاع زمانياً ومكانياً. يعتبر الليزر المصدر الضوئي

الوحيد الذي يمتلك صفة التشاكه مقارنة بالمصادر التقليدية الأخرى.

3-الاتجاهية(Directionality) ، وهي انتشار الحزمة باتجاه واحد ولمسافات طويلة جداً دون إنفراجها عن محورها (أو إنفراج قليل جداً لا يتجاوز بضعة سنتمترات لكل كيلومتر.

4-السطوع(Brightness) ، وهو يعني أن كثافة قدرة شعاع الليزر في وحدة المساحة تكون عالية جداً. تسمى كثافة قدرة شعاع الليزر في وحدة المساحة بالشدة(Intensity)وعلى سبيل المثال تكون شدة مصباح التنجستن الاعتيادي ذي القدرة(100)حوالي ($200\ w/cm^2$) بينما شعاع ليزر بنفس القدرة تصل شدته إلىحوالي $22 \times 10\ w/cm^2$أي أكبر بمقدار مليون مرة من مصباح التنجستن الاعتيادي[4].

(6-1)أنواع الليزرات (Types Of LASER)

تصنّف الليزرات تبعا لنوع مادة الوسط الفعّال فيها إلى عدة أنواع وهي :

1- ليزر الحالة الصلبة (مثل ليزر الياقوت ، وليزر النيديميوم) .

2- ليزر الحالة الغازية (مثل ليزر الهيليوم- نيون ، وليزر ثنائي أوكسيد الكاربون) .

3- ليزر الحالة السائلة (مثل ليزر الصبغة العضوية) .

4- ليزر شبه الموصّل (ليزر زرنيخيد الكاليوم) .

5- الليزر الكيمياوي (مثل فلوريد الديتريوم) .

(7-1)إستعمالات الليزر (Uses Of LASER)

من الطبيعي أن تكون لأشعة الليزر إستخدامات وتطبيقات متعددة في كثير من المجالات وذلك نظرا للمميّزات الخاصة لهذه الأشعة ، ومن هذه الإستعمالات :

- **المجالات التقنية (Technical Fields)**

1- لحام الصفائح والقطع المعدنية من غير تشويه يعيبها .

2- قطع وتثقيب المعادن والخزف بفضل الحرارة التي تولّدها .

3- الإنارة في المسارح .

4- إثارة بعض التفاعلات النووية .

5- تستعمل في التصوير المجسّم للحصول على صورة ذات أبعاد ثلاث .

6- قياس المسافة وتحديد المدى لأغراض مختلفة منها (مسح المحيطات ، التخطيط الزلزالي ، المسوحات الجغرافية ، تعيين مدارات التوابع الأرضية) .

7- توجيه المكائن بمسارات مستقيمة وقيادة الالات التي تحفر الأنفاق والجسور .

- **المجالات الطبية (Medical Fields)**

1- تستخدم في الجراحة كأداة للقطع .

2- تجميل الجلد وعلاج بعض أمراضه كالأورام الخبيثة .

3- علاج بعض أمراض العيون .

4- تستخدم في مجال طب الأذن والأنف والحنجرة .

5- معالجة بعض أمراض الأسنان .

(8-1)-تصنيف الليزرات

تنقسم الليزرات الى عدة أنواع رئيسية تبعاً لطبيعة الوسط الفعال المستخدم , وهذه الأنواع هي ليزرات الحالة الصلبة (Laser-Solid-State) ليزرات الصبغة (Laser-Dye) , الليزرات الكيمياوية (Laser-Chemical) ليزر الإلكترون الحر (Laser-Free-Electron) ليزر الأشعة السينية (X-ray Laser) والليزرات الغازية (Gas Laser) , والتي احد أنواعها هو ليزر Co_2 . الليزرات الغازية عموما تستخدم الغازات كأوساط فعالة لإنتاج الليزر , وهي تنقسم بدورها الى عدة أنواع اعتماداً على طبيعة الغاز المستخدم , إذ يمكن ان يكون الوسط الغازي الفعال ذرات متعادلة (He – Ne) أو ايونات (Ar) .أو جزيئات تعتمد الانتقالية الدورانية – الاهتزازية (Co_2) , أو الانتقالات الالكترونية (N_2) , أو أناه تعتمد انتقالات الترابط الحـــــــر (Bound–Free Transition) مثل ليزرات الاكسايمر (Excimer) .

يتم عادة تهيج معظم الليزرات الغازية بواسطة امرار تيار كهربائي مناسب (مستمراو نبضي) خلال الوسط الغازي الفعال , تتهيج الذرات المتعادلة نتيجةً تصادمها مع الالكترونات إذ تكتسب الذرة المتعادلة الطاقة من الإلكترون . عندما تتهيج الذرات الى مستويات طاقة عليا فاناه قد تهبط الى مستويات أدنى , ومن ضمنها الحالة الأرضية .

ان عملية الحصول على توزيع معكوس في الغازات هي أكثر تعقيداً مما في المواد الصلبة والصبغات السائلة بسبب الظواهر العديدة المنتضمة في عمليات تهيج الغازات (Excitation) , ويمكن القول ان التوزيع المعكوس بين أي مستويين في الغاز يحدث تحت احد أو كلا الشرطين الآتيين :

1- ان معدل التهيج للمستوي العلوي أكبر مما هو للمستوي السفلي .

2- ان عمر المستوي العلوي أطول من المستوي السفلي .

والشرط الثاني هو الشرط الضروري لتشغيل الليزر بالنمط المستمر (CW Operation) [5] .

(1-9)مميزات شعاع الليزر:

- الحزمة الضوئية لشعاع الليزر لا تملك كتلة. نظرا لأن كتلة الفوتونات المكونة لهذا الشعاع الليزري تساوي صفرا.
- يمكن أن تكون الحزمة الضوئية مستمرة التدفق(Continuous wave (C. W)، أو نبضةpulse ، وتتخذ هذه النبضات أشكالا متعددة ومعدلات إعادة مختلفة، تبدأ من نبضة في الثانية الواحدة أو أجزائها إلى ملايين النبضات في الثانية.
- سهولة السيطرة على حزمة الليزر خصوصا ذات الترددات الضوئية المرئية للعين المجردة.
- سهولة إدارة وإدامة الليزر إذا ما قورنت بالإشعاعات الذرية والنووية الأخرى[1].

(1-10)عيوب استخدام الليزر:

- حزمة خطرة وخصوصا عند تعرضها لحاسة البصر.
- تحتاج إلى قدرة عالية للتشغيل، وحيث أن طرق البحث يمكن أن تأخذ أشكالا متنوعة، وهي في مجملها تحويل الطاقات المختلفة إلى طاقة ضوئية.
- . تحتاج إلى دقة متناهية في تطابق المستويات البصرية لبدء الانبعاث الليزري.**[1]**

الفصل الثاني

ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون

(2-1) المقدمة

ليزر ثنائي أكسيد الكربون (ليزر-CO2) هو أحد أنظمة الليزر التي تعتمد على غاز ثنائي أكسيد الكربون (في تشغيلها، وهو واحد من أوائل أجهزة ليزر الغاز (التي تم تطويرها، وذلك في مختبرات بل (سنة1964) تعد أجهزة ليزر ثنائي أكسيد الكربون أحد أقوى أجهزة الليزر التي تعمل على مبدأ الموجة المستمرة، وتتميز بأنها ذات فعالية عالية، وهي تعطي شعاع ليزر في مجال الأشعة تحت الحمراء الحزمة الرئيسية بين 9.4 و 10.6 ميكرومتر إن وسط الليزر الفعال عبارة عن جهاز تفريغ كهربائي في الغاز مبرّد بالهواء (وأحياناً بالماء). تحوي أنبوبة التفريغ على غاز ثنائي أكسيد الكربون (CO2) بنسبة 10-20%، وغاز النتروجين (N2) بنسبة 10-20% أيضاً، مع وجود نسبة نزيرة من الهيدروجين(Xe) ، في حين أن النسبة الباقية تكون من غاز الهيليوم تقوم جزيئات N2 في جهاز الرنّان بالتهيّج نتيجة تطبيق دارة تردد مرتفع في الجهاز، وتنتقل الطاقة الاهتزازية إلى جزيئات ثنائي أكسيد الكربون، والتي بدورها تعطيها إلى جزيئات الهيليوم[6]

(2-2) مبدأ العمل

تعد أجهزة ليزر ثنائي أكسيد الكربون أحد أقوي أجهزة الليزر التي تعمل على مبدأ الموجة المستمرة، وتميز بأنها ذات فعالية عالية، وهي تعطي شعاع ليزر في مجال الأشعة تحت الحمراء، تكون فيه أطوال موجة الحزمة الرئيسية بين 9.4 و 10.6 ميكرومتر .

إن وسط الليزر الفعال عبارة عن جهاز تفريح كهربائي في الغاز ميرد بالهراء (واحيانا بالماء). تحوي أنبوبة التفريغ على غاز ثنائي أكسيد الكربون (C02) بنسبة 10-20%، وغاز النتروجين (N2) بنسبة 10-20% أيضا، مع وجود نسبة نزيرة من الهيدروجين (H2) و/أو الزينون(Xe) ، في حين أن النسبة الباقية تكون من غاز الهيليوم (He)

تقوم جزيئات 2 في جهاز المرنان بالتهيج نتيجة تطبيق دارة تردد مرتفع في الجهاز، وتنتقل الطاقة الاهتزازية إلى جزيئات ثنائي أكسيد الكربون، والتي بدورها تعطيها إلى جزيئات الهيليوم وتصدر الطاقة على شكل شعاع ليزر [7]

(3-2) تأثير أشعة ليزر CO2 في الانسجة

يختلف للتأثير البيولوجي للأنواع المختلفة من الأشعة في الأنسجة المختلفة ، وبذلك يكون هناك استخدام معين لكل نوع من أنواع الليزرات ، وتستخدم الأنواع الثلاثة بصورة متكاملة ومتضامنة في العلاج ويعتمد التأثير العلاجي للأنواع الثلاثة على انتشار الحرارة الناتجة من الاشعة خلال الانسجة . ويمكن دراسة طبيعة هذا التأثير استانا على .

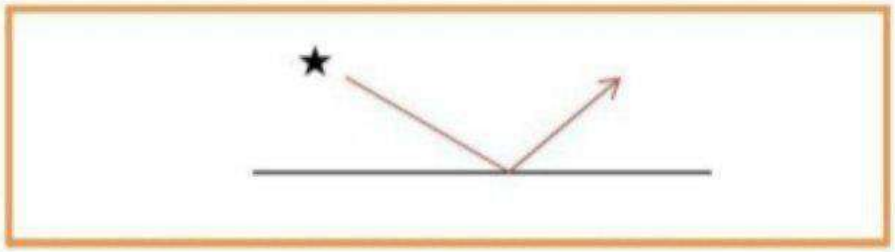
1– الانعكاس

2-النفاذ

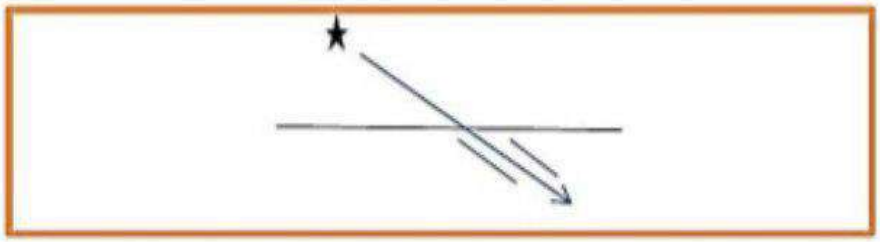
3-التشتت

4-الامتصاص

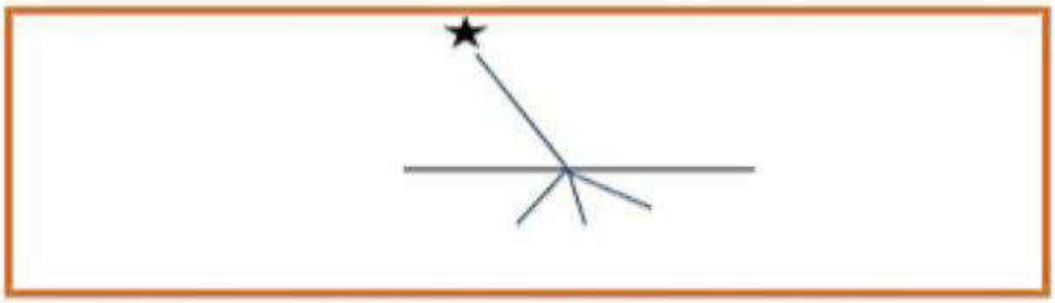
ولكي تكون الاشعة ذات تثير على نسيج ما يجب أن تمتص من قبله لما أذا نفذت او انعكست فلا تأثير لها فيه وفي حالة تشتت الأشعة فهذا يعني امتصاصها من مساحة أكبر من النسيج من الضروري أن يكون للشخص المستخدم الليزر في العلاج اطلاع على صفات الاشعة الأربعة السابقة وتأثيراتها في الأنسجة ليختار الليزر المناسب للحالة التي لديه[7]



شكل رقم (1)الانعكاس . ينعكس شعاع الليزر من على سطح النسيج ولا يكون له أي تأثير فيه



شكل رقم (2)النفاذية ينفذ شعاع الليزر من خلال النسيج ولا يكون له أي تأثير فيه، أو يكون تأثيره قليلا



شكل رقم (3) الامتصاص : يمتص شعاع الليزر من قبل مساحة صغيرة من النسيج وينحصر تأثيره بهذه المساحة . ولسوء الحظ فأن الشعاع الذي يمتص من قبل الانسجة قد يسبب الاعراض الاتية

التخثير cogulation

النخر Necrosis

قطع النزيف HEMOSTASIS

التبخير VAPORIZATION

القطع CUTING

التسامي DEBULKING

تشقق في الانسجة MEMBRANE DISRUITION

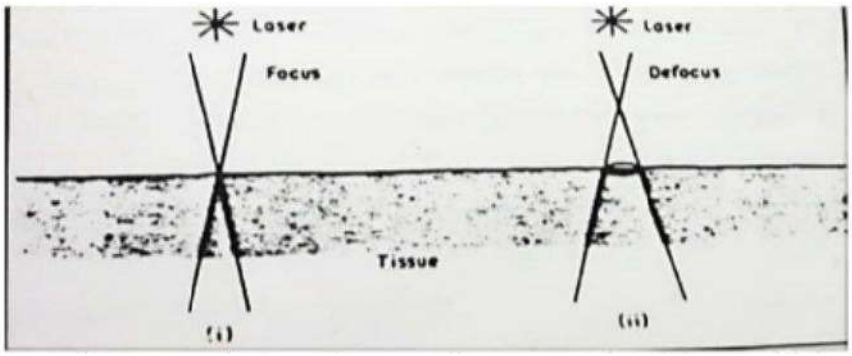
لقطع الانسجة يستخدم ليزر ثني أوكسيد الكاربون ، وذلك بتبخيرها ، وتفسر ميكانيكية التبخير على اساس الانتقال السريع للحرارة من الشعاع الى الخلايا اذ يسخن ماء الخلية إلى حد درجة الغليان ، وهذا يؤدي الى تلف بروتين الخلية ومن ثم الخلية ذاته

ونتيجة الارتفاع المفاجئ لدرجة حرارة الغاية والضغط الداخلي لها تنجر وتنتشر شظاياها على شكل بخار . وهذه تنبعث من منطقة سقوط الشعاع ويمكن ملاحظتها بوضوح وتبقى في مسار الشعاع معطية وميضا الى ان تتكرين وتسود يستخدم التأثير الحراري للشماع على النسيج ، ويحدد لون الشعاع مدى كفاءة هذا التأثير في الأنسجة المختلفة ، فتتبخر العظام والغضاريف بطريقة مختلفة عن طريقة تبخر الانسجة الطرية وذلك لفة وجود الماء فيها ، للعظام لقابلية على التوصيل الحراري الى الانسجة المجاورة لها ، وبذلك تستخدم نبضات سريعة من الأشعة ، وهذه تبدو وكأنها شعاع مستمر ولكنها في الواقع ليست الا سلسلة من النبضات الشريعة والمتواصلة إلى حد عدة آلاف من النبظات في الثانية ، وبقدرة تصل إلى حد (500 واط) القيمة العظمي للنبضة ، وهذا يؤدي الى قطع العظم أو الغضروف درن تسخينه كليا ، وبذلك يقلل من درجة حرارة العظم عند القطع فلا تصل الى حد درجة حرارة الانقاذ فيلتهب.

ويمكن السيطرة على كمية الطاقة في كل نبضة وعدد النبضات وزمن النهضة الواحدة باستخدام الأجهزة المسيطرة المرفقة مع جهاز الليزر ، ولم تكن عمليات قطع العظام بواسطة الليزر بالصورة المرضية و المطلوبة لحد الآن ، ليزر ثاني أوكسيد الكاربون (CO_2) يعتبر ليزر ثاني اوكسيد الكاربون أول الليزرات التي استخدمت في الجراحة ، حيث يعتص ماء الخلية طوله الموجي البالغ (10.6 ما يكرون) (يقع ضمن الاشعة تحت الحمراء) دون الاعتماد على لون النسيج ، كما في ليزر الاركون ، ولايتشتت داخل الأنسجة كما هو الحال في ليزر النيوديرم / يك وبذلك فمسلحة النسيج التالف تكون قابلة ، وامتصاصية الأنسجة العالية له جعلت تأثيره في الانسجة المجاورة قليلة جدا ، لذلك يعتبر نبرر ثاني أوكسيد الكاربون أفضل الأنواع في الجراحة ، واستخدمه يعتمد أساسا على الدقة المتناهية في العمل .وبذلك يستخدم في عمليات القطع ، التبخير ، والتخثير (قطع النزف) ، وغيره[7]

(4-2) القطع (Culting)

عند استخدام شعاع الليزر في عمليات القطع ، يركز على النسيج كنقطة صغيرة وبذلك يستخدم الجراح شعاعا دقيقا له مساحة مقطع صغيرة جدا ، وتكون الجراحة نظيفة نتيجة للحم الشعاع الأوعية الدموية كافة التي تقطع اثناء الجراحة وبذلك لا يحصل نزف دموي ، وهذا يسهل ويسرع العملية الجراحية كثيرا . وتحدد كثافة القدرة وزمن التعريض عمق القطع ، أما عملية شفاء الجرح فلا تختلف عن عملية شفاء الجرح الاعتيادي من الناحية النسيجية ، وأثر الجرح يكون مشابها أيضا خلال العشرين أو الثلاثين يوما لأثر الجرح الاعتيادي ، على رغم اختلاف ميكانيكية عملية الشفاء قليلا ويلاحظ الكثير من الجراحين عدم وجود اختلاف الت الجردين بعد مضي مسرعة إلى عشرة أيام فقالاتي[7]



شكل رقم (5) الأشعة المركزة والأشعة غير المركزة في أركز الشعاع في مساحة صغيرة من النسيج وفي 2 ركز الشعاع امام النسيج وبذلك كانت مساحة الشماع على النسيج الكبر ،ولهذا تكون كثافة القدرة اقل

(5-2)التبخير (Vaporization)

يمكن تبخير الانسجة باستخدام شعاع الليزر المركز أو غير المركز وفي الأخير لحتاج إلى قدرة أكبر ، ويستخدم هذا لإزالة طبقة واحدة من الخلايا في كل مرة ، وخاصة مع الأنسجة الحساسة التحتير (قطع النزف) :(Coagulation) يمكن عند استعمال الليزر ، قطع النزف مباشرة من الوعاء الدموي الذي لا تزيد قطره عن (0.5) ملم وذلك باستخدام تعط الشعاع المركز ، ويستخدم نمط الشماع غير المركز مع الأوعية الدموية الأكبر ويمكن الوصول الى الدقة المطلوبة في لحم الشرايين في العمليات الجراحية المجهرية (الدقيقة) وفي لحم الأوعية الدموية الصغيرة والأعصاب[7]

(6-2) خصائص ليزر CO2

1- ذو قدرة عالية حيث تصل قدرته لي أكثر من 10,000 واط

2- ذو كفاءة عالية حيث تصل إلى أكثر من 35 %

3-يبلغ متوسط القدرة الناتجة حوالي 75 واط/ليمتر للتدفق البطيء للغاز، و حتى لبضع مدات واطا متر تقدفق السريع للغاز .

4-سهل التشغيل، و يعتبر من الغازات الغير سامة .

يعتبر ليزر CD أقدم ليزر مستخدم في المجال الطبي و يحتاج العمل به إلى خبره و نفه

و مهارة، و كان هذا الليزر أكثر شيوعا في الماضي، إلا أن استعمالاته قلت في مجال طب الأسنان في السنوات الأخيرة و ذلك لظهور أنواع أكثر فعالية و حساسية

(7-2) اسباب استخدامات ليزر CO2 في المجال الطبي

1-امتصاص طاقة شعاع ليزر Co2 يكون جيد من قبل النسج الرخوة ذات المحتوى الماني المرتفع، أما النسيج المجاورة للنسج المستهدف علاجها فامتصاصها لأشعة ليزر يكون في حدوده الدنيا، و تعد هذه الميزة من ميزات شعاع ليزر Con الهامة في جراحة النسج الرخوة القمرية والوحيدة (القطع السريع والعميق للنسج والعظم مع أقل نزف دموي)

2- شعاع ليزر CO2 يمكن الطبيب من الوصول إلى أصعب المناطق في الفم والبلعوم.

3- أن شعاع ليزر Cos ينطلق بشكل مستمر أو بشكل نبضي حسب ما يتطلبه نهج العمل الجراحي

4-استخدم ليزر CO2 في مجال جراحة العظم بما في ذلك جراحة عظام الفكين أظهرت الفحوص المجهرية ودراسة الصور الشعاعية العظام المعالجة بشعاع ليزر Co2 آن الترميم العظمي في منطقة الشق كان إما مساريا أو أسرع من الترميم العظمي في الشقوق العظمية المماثلة التي شقت في العظام بالأدوات الجراحية التقليدية. [8]

(8-2)تصنيفات الليزر

يصنف الليزر باربعة تصنيفات تعتمد على خطورتها على الخلايا الحية. فعند التعامل مع الليزر يجب الانتباه إلى الإشارة التي توضح تصنيفه .

شكل (6) إشارة تحذير بوجود ليزر

تصنف أنواع الليزرات طبقا لقوانين السامة في المقاييس الدولية بناء على درجة ضررها على جسم الإنسان وي لا بد من التذكير بأن أكثر الأضرار الناتجة عن استخدام الليزر ليست بسبب أشعنه و إنما بسبب سوء استعمال مصادر الطاقة اللازمة لبعض أجهزة الليزر خاصة الكبيرة

من ذلك أجهزة توليد الطاقة عالية الجهد أو المواد الكيميائية المؤدية للإنسان ما العضرر الناتج ر من أشعتها فيكون غالباً على مين مستخدمه و هذا لا يعني عدم خطورتها على الأعضاء الأخرى، تعتمد الأضرار التي قد يتسبب به، الليزر الدين البشرية على التالي :

1-مدة التعرض للأشعة

2 - شدة الأشعة .

3-لون اليزي (أو ما يعرف بالطول الموجي)

4 - خطورة الليزر على العين

ان أقصى شدة إضاءة لتحملها عين الإنسان دون أن تصاب باضرار تبلغ حوالي 5 مبكر وجول على السنتيمتر المربع. و لما كانت الطاقة التي تتعرض لها عين الإنسان نقل كلما ابتعد عن مصدر أشعة الليزر، فإن مسافة الأمان في أقل مسافة بين العين و جهاز الليزر، بحيث إذ تعرضت العين لنبضة البزار مباشرة فا تصاب بضرر. وتختلف هذه المسافة حسب العرامل

ا. حالة لجو .

ب - أجهزة التكبير الصوفية المستخدمة في أجهزة الرؤية .

ج - الانعكاسات الضارة

د - درجة تركيز شعاع الليزر - .

هـ - نوع مادة الليزر .

و - نوع شعاع اليزر، نبضي أو مستمر

التصنيف الأول Class هذا يعني أن شعاع الليزر تو طاقة منخفضة ولا يشكل درجة من الخطورة .

و هي أمنة بحيث لا تتجاوز طاقتها الحد الأقصى من مستوى الإشعاع المسموح به على العين

التصنيف الأول Class IA هذا التصنيف بشير إلى أن الليزر بصر العين إذا نظرنا في اتجاه الشعاع و يستخدم في السوبرماركت كماسح ضوئي و تبلغ طاقة الليزر الذي يندرج تحت هذا التصنيف 40

التصنيف الثاني||Class هي هذا يشير إلى ليزر ضونه مرئي و طاقته منخفضة لا تتعدى 1 mW و هي أمنة و مصدر الأمان هذا حماسية العين بالإغماض الارادي عند تعرضها لهذه الأشعة مباشرة أي بعد ربع ثانية .

التصنيف الثالث Class IIIA طاقة الليزر متوسطة و تبلغ 1-5mw و خطورته على العين إذا دخل الشعاع المباشر في العين، و معظم الأقلام المؤشرة و ليزرات ألعاب الأطفال تقع في هذا التسليف

التصنيف الثالث Class |||B طاقة هذا الليزر أكثر من المتوسط

التصنيف الرابع Class IV و هي أنواع الليزر مرئية و غير مرئية (سواء تحت حمراء أو فوق بنفسجية) ذات الطاقة العالية وتصل إلى 500mv للشعاع المتصل بينما لليزر النبضات فتقدر طقته $10j/cm^2$ و يشكل خطورة على العين و على الجلد و استخدام هذا الليل يتطلب العديد من التجهيزات و إجراءات الوقاية

التصنيف الخامس Class V و هي ليزرات القدرة العالية و تبعث أشعة مرئية و غير مرتبة و هنا يجب الحذر من انعكاس الأشعة ولو من أجسام خشنة أو معتمة وهذا الفرع قد يؤدي إلى حدوث حريق في الممتلكات

المصادر

1-سعود بن حميد اللحياني –الليز وتطبيقاته –الأستاذ المارك بسم الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة –جامعة ام القرى

2-رسل احمد-تطبيقات الليزر الطبيه –كلية التربية للعلوم الصرفة قسم فيزياء – جامعة بابل – 2920

3- عدي عطا حمادي الياسين / 2001م / ليزر Co_2 المستمر لقطع البلاستيك / الجامعة التكنولوجية

4-عدي عطا حمادي – اساسيات لليزر وتقنيات - رسالة ماجستير –موقع الفريد في الفيزياء - 2004

5- مصطفى الأطروشي و يوسف مولود حسن/الطبعة الاولى2007 / تقنية الليزر واستخداماته

6 – LASER.jpg:ويكيبيديا(wikipedia.org)

7-سجى سلمان ,طيبة عبد الحسين –استخدامات ليزر co2 الطبية والصناعية –كلية العلوم قسم فيزياء جامعة المثنى -2020

8-النيزر و تطبيقاتها الطبية بجامعة الاندلس، سوري