الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي
كلية العلوم و التكنولوجيا

رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: فيزياء

تخصص: فيزياء الإشعاع

من إعداد: بن حامد رقية

بن قدور هناء

الموضوع

الليزر وتطبيقاته

نوقشت يوم:2015/06/01

أمام لجنة المناقشة المكونة من

رحال عاشور	أستاذ مساعد ب	مناقشا
عيادي مريم	أستاذة مساعدة ب	مؤطر

الموسم الجامعي : 2015/2014

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وعرفان

ربي لك الحمد كما ينبغي لجلالي وجهك وعظيم سلطانك لك الحمد في الأولى والآخرة و لك الحمد على توفيقك لي في إتمام عملي وتسهيل دربي وتنوير بصرتي أتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى المشرفة على عملي هذا أستاذتي "عيادي مريم" لوقفها معنا طيلة هذا العمل بنصائحها وتوجيهاتها ومعلومتها القيمة

كما أتقدم بالشكر للأستاذ المناقش" رحال عاشور" لقبوله مناقشة هاته المذكرة و إفادتنا بتوجيهاته وآرائه القيمة . كما اشكر كل وقف معي طيلة هذا العمل والى كل أساتذتي بقسم المادة ،وأتقدم بالشكر إلى كل من ساهم في انجاز هذا العمل ولو بالنصح و الإرشاد.

هناء+رقية

الفهرس

فهرس المحتويات

فهرس **الأشكال**

ترميز

مقدمة عامة

الفصل الأول: مبادئ عامة حول الضوء

مقدمة.....04

1-1- نظريات الضوء وتطورها.....04

1-1-1-النظرية الجسيمية لنيوتن.....04

1-1-2- النظرية الموجية لهويجنز.....04

1-1-3- النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل.....04

1-1-4- النظرية الكمية لبلانك.....05

1-2-خصائص الضوء.....05

1-2-1-البصريات الهندسية.....05

1-2-2-البصريات الموجية.....05

1-2-3- البصريات الكمية.....05

1-3- تفاعل الضوء مع المادة.....06

1-3-1 **النماذج** الذرية.....07

1-3-2-التوزيع العكسي للإلكترونات في الذرة.....08

1-3-3-الانبعاث التلقائي.....09

1-3-4-الانبعاث المستحث.....09

خاتمة الفصل.....09

الفصل الثاني: الليزر

مقدمة.....11

2-1- نبذة تاريخية عن تطور الليزر.....11

2-2-تعريف الليزر.....11

2-3- جهاز الليزر.....12

2-3-1- **مكونات** جهاز الليزر.....12

2-3-1-1-مادة الوسط الفعل.....12
2-3-1-2-المرنان.....12
2-3-1-3- الضخ.....13
2-4-مبدأ عمل الليزر.....13
2-5-توليد أشعة الليزر.....13
2-6-خصائص أشعة الليزر 14
2-7- أنواع الليزر.....14
2-7-1- ليزر الحالة الصلبة.....14
2-7 -2- ليزر الحالة السائلة.....14
2-7 -3- ليزر الحالة الغازية.....15
2-7-4- ليزر الحالة الكيميائية.....16
2-7-5-ليزر أشباه الموصلات.....16
2-7-6- ليزر البلازما.....17
2-7-7- ليزر الإلكترون الحر.....17
خاتمة الفصل.....17
الفصل الثالث: تطبيقات الليزر
مقدمة.....19
3-2- استخدامات الليزر.....19
3-2-1-في المجال العلمي.....19
3-2-1-1-مجال الفضاء.....19
3-1-1-2-مجال الاتصالات.....19
3-1-3- مجال الكيمياء 19
3-1-2-في المجال الطبي.....19
3-1-3-في المجال العسكري 20
3-1-4في مجال الصناعة...20
3-2-مخاطر الليزر 21
3-3-عوامل ومقاييس الأمان.....22
3-3-1 مقاييس الأمان.....22
3-3-2-عوامل الأمان.....23

3-4-اتجاهات التطور المستقبلية لتقنيات وتطبيقات الليزر.....23
خاتمة الفصل.....24
خلاصة عامة.....26
قائمة المراجع.....28
ملخص

فهرس الأشكال

الفصـــــــــــــل الأول		
الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
1-1	الأطوال الموجية للطيف المغناطيسي	05
2-1	التوزيع العكسي للإلكترونات في الذرة	08
3-1	آلية حدوث الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث	09

الفصـــــــــــــل الثـــــــــاني		
الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
(1-2)	الأطوال الموجية لجهاز الليزر	12
(2-2)	رسم تخطيطي لجهاز الليزر	12
(3-2)	رسم توضيحي لإنتاج أشعة الليزر ر	13
(4-2)	جهاز الليزر الهليوم النيون	15
(5-2)	مكونات جهاز ليزر الأرغون	15
(6-2)	جهاز ليزر ثاني أكسيد الكربون	16
(7-2)	الوصلة المنتجة لأشعة الليزر	16

الفصـــــــــــــل الثـــــــــالث		
الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
(1-3)	جهاز يوضح مدفع الليزر	20
(2-3)	جهاز يوضح تثقيب المعادن بالليزر	21
(3-3)	إشارة تحذير بوجود الليزر	22

الترميز

الرمز	المدلول الفيزيائي
c	سرعة الضوء في الفراغ قيمتها $3. {}^{8}s/m\ 10$
E	تمثل الطاقة الضوئية
h	ثابت بلانك قيمته $6.62.10^{-34}$
N	التردد الموجي
c’	سرعة انتشار الأشعة في الوسط المادي
ni	معامل الانكسار
E_1E_2	مستويات الطاقة
Cr^{3+}	الكروم الثلاثي
Al_2O_3	أكسيد الألمنيوم
He	الهيليوم
Se	السلينيوم
dC	الكادميوم
Ar^{+}	الأرغون
F	الفلورين
H	الهيدروجين
pn	تمثل الوصلة

مقدمة
عامة

مقدمة

يشهد القرن الحالي تطورا سريعا في كافة مناحي الحياة و يرجع ذلك إلى البحث العلمي و تطبيقاته المتزايدة عبر الزمن، ومن أهم نتائج هذا البحث العلمي نجد الليزر إذ يعتبر اختراعه من أكثر الاختراعات إثارة في هذا العصر حيث لم يكن يخطر على بال أحد أن هذا المصدر الضوئي البسيط سيفتح أبواب لا حصر لها من التطبيقات ذات الأهمية البالغة في حياة البشر، فقد تساءل العلماء فيما بينهم بعد تصنيع أول ليزر عام 1960 م عن ما ستكون التطبيقات لهذا الجهاز العجيب، حيث أن الدافع وراء الأبحاث المكثفة التي أدت لاختراع الليزر كان لإشباع فضول العلماء ليس إلا و ذلك على العكس من كثير من الاختراعات والتي كانت الحاجة وراء اختراعها، و لكن و بعد مضي سنوات معدودة تلقف العلماء في مختلف التخصصات هذا الاختراع العجيب و استخدموه في تطبيقات لا حصر لها، حيث أحدث ثورة في حياة البشر فاقت كل التصورات، و أصبح مجال الليزر اليوم من المجالات المهمة في جميع نواحي الحياة المختلفة حيث أدى ظهوره إلى إحداث طفرة علمية وتقنية، ومن هنا نطرح التساؤل التالي: ما هو الليزر؟ وما هي أهم تطبيقاته؟وللإجابة على هاته الإشكالية المطروحة اتبعنا المنهج العلمي التحليلي، لدراسة جوانب هذا الموضوع وقد حاولنا الإلمام في هذه المذكرة "الليزر وتطبيقاته " بجوانب هذا الموضوع بالشمول والبسطة في العرض دون التعمق بالتفاصيل المعقدة، ويعطي القارئ فكرة مبسطة عن الليزر خصائصه أنواعه، وأهم تطبيقاته واستعمالاته.

حيث يطرح الفصل الأول" مبادئ عامة حول الضوء وتفاعله مع المادة، وأهم النظريات التي تفسر الضوء.....الخ.

بينما يوضح الفصل الثاني"عموميات حول الليزر" نبذة تاريخية عن الليزر مكوناته مبدأ عمله، كما بينا فيه أهم الخصائص التي يتميز بها ضوء الليزر عن باقي مصادر الضوء العادية.

أما الفصل الثالث فيغطي أهم التطبيقات التي تعتمد على الليزر، ونذكر منها التطبيقات في الطب والصناعة وأهم الأخطار التي تنجم عن الليزر إن لم نتخذ الإجراءات الوقائية اللازمة.

الفصل
الأول

مقدمة

الضوء هو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية **تنتقل في الفراغ بسرعة** $c=3.10^8 m/s$ **وتتوقف** طاقته على ترددات موجاته فكلما زاد التردد تزداد معه **الطاقة، وللضوء خصائص** عديدة وقد اختلف العلماء في تفسير طبيعة الضوء فمنهم من اعتبره موجة والبعض **الآخر** اعتبره جسيم، ومن هنا جاء ت عدة نظريات لتفسيره وهذا ما سنوضحه في هذا الفصل.

1-1- نظريات الضوء وتطورها

اختلف العلماء في تفسير طبيعة الضوء ووضعت العديد من النظريات لتفسير هذه الطبيعة.

1-1-1-النظرية الجسيمية لنيوتن

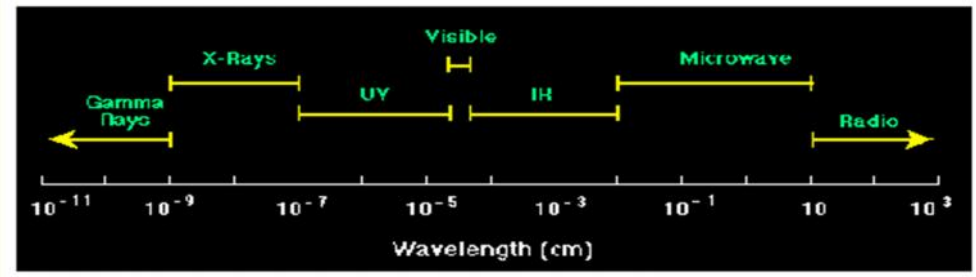
اعتقد نيوتن أن الضوء عبارة عن جسيمات دقيقة متناهية في الصغر تنتشر في الفراغ بسرعات عالية، وقد نجحت هذه النظرية في تفسير ظاهرة الانتشار و الانعكاس، و لكنها فشلت في تفسير ظاهرة الانكسار حيث افترضت أن سرعة الضوء في الوسط الأكبر كثافة ضوئية كالماء اكبر منها في حالة الوسط الأقل كثافة ضوئية**طاقة** كالهواء[1].

1-1-2-النظرية الموجية لهويجنز

افترضت هذه النظرية أن الضوء عبارة عن موجات و أن كل نقطة على صدر الموجة تعتبر مصدر **إطراب ثانوي**، وأنه لابد من وجود وسط مادي لكي تنتشر من خلاله هذه الموجات و قد أعطى هيجنز مواصفات خاصة لهذا الوسط و سماه الأثير، هذا و قد استطاعت هذه النظرية **من** تفسير ظاهرة **الانكسار** حيث اعتبرت أن سرعة الضوء في الوسط الأكبر كثافة ضوئية كالماء **أقل** منها في حالة الوسط الأقل كثافة ضوئية كالهواء، و لكنها فشلت في إيجاد هذا الأثير كما أنها فشلت في تفسير ظاهرة الاستقطاب[1].

1-1-3-النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل

حيث اعتبرت هذه النظرية **أن الضوء عبارة عن موجات** كهرومغناطيسية كما يوضح **الشكل** (1-1) **تنتشر في الفراغ**، و من المعروف أن الموجة الكهرومغناطيسية تتكون من مجالين متعامدين **إحداهما** كهربائي و الأخر هو مغناطيسي و كلاهما متعامد على اتجاه انتشار الموجة، و من المعروف أيضا أن مثل هذه الموجات هي **موجات مستعرضة، ومن** ثم استطاعت هذه النظرية تفسير ظاهرة الاستقطاب و أهملت وجود الوسط (حيث أن هذه الموجات تنتشر في الفراغ)، و لكن ظهرت حينئذ ظاهرة فيزيائية مهمة لم تستطع هذه النظرية من تفسيرها و هي الظاهرة الكهروضوئية[1].



الشكل (1-1): الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي[2].

1-1-4-النظرية الكمية لبلانك

قد تنجح أي نظرية من النظريات السابقة في تفسير الظواهر الضوئية المعتمدة على تفاعل الضوء مع الضوء (الحيود، التداخل، الاستقطاب و .....)، لكن عند دراسة تفاعل الضوء مع المادة (انبعاث وامتصاص والظاهرة الكهروضوئية)، فانه لا يمكن تفسير مثل هذه الظواهر إلا من خلال الطبيعة الكمية للضوء، حيث افترضت هذه النظرية أن الضوء عبارة عن سيل من الفوتونات (الكمات) وأن طاقة كل فوتون تعطى من العلاقة:

$$E = h\nu \qquad (1\text{-}1)$$

حيث أن :

h: ثابت بلانك.

ν: هو التردد لموجة الضوء (له علاقة بالطول الموجي وسرعة الضوء).

وقد استطاعت هذه النظرية من تفسير ظاهرة انبعاث الإلكترونات من أسطح بعض الفلذات عند سقوط الضوء عليها والتي تسمى الظاهرة الكهروضوئية[2].

1-2- خصائص الضوء

للضوء خصائص متعددة حيث يمكن تجميعها سويا في مجموعات وتصنيفها تحت واحد من ثلاث عناوين، البصريات الهندسية والبصريات الموجية والبصريات الكمية، وكل منها يمكن تقسيمه ثانية كما يلي:

1-2-1- البصريات الهندسية

يتمثل الانتشار بخطوط مستقيمة، السرعة المحدودة، الانعكاس، الانكسار و التشتت.

1-2-2- البصريات الموجية

تشمل التداخل، الحيود، الصفة الكهرومغناطيسية، الاستقطاب و الانكسار المزدوج.

1-2-3 - البصريات الكمية

تشمل المدارات الذرية، كثافة الاحتمالات، مستويات الطاقة، الكمات، الليزر الذي هو موضوع دراستنا[3].

3-1- تفاعل الضوء مع المادة

تتأثر المواد بالضوء أو الأشعة الكهرومغناطسية التي تتعرض لها، ويتوقف هذا التأثير على الكتلة والخواص الكهربائية والمغناطسية من جهة وعلى الخواص الجسمية والموجية من جهة أخرى، ويشمل هذا التأثير انتقال طاقة الأشعة الكهرومغناطسية إلى ذرات وجزيئات المكونة للمادة في ظرف يسمح بتحقيق قانون حفظ الطاقة، وينتج من هذا التأثير انحفاض طاقة الأشعة وانتقل الذرات والجزيئات إلى مستويات طاقة أعلى (امتصاص) وهذا الانتقال يشمل تغير خطي في تركيب الذرات والجزيئات والذي قد يكون تغير إلكتروني أو في موضع الذرات (انتقال اهتزازي)، أوتغير في اتجاه الحركة المغزلية للإكترونات أوأنوية الذرات (الرنين المغناطيسي)، وفي ظروف أخرى قد لا يحدث انتقال لطاقة الأشعة إلى المادة ولكن يحدث تغير في اتجاه الأشعة، إن مرور الأشعة الكهرومغناطسية على عينة من الذرات والجزيئات يحدث تأثير متبادل بينهما وهذا يعود إلى أن الأشعة الساقطة إما أن تمر خلال المادة مع حدوث تغير في سرعتها والذي يؤدي إلى انكسار الأشعة أوقد يحدث انعكاس، تشتت، تبعثر، امتصاص وسنوضح هذه المفاهيم في العناصر الموالية[4].

1- الإنكسار:

إن معدل انتشار الأشعة يعتمد على نوع وتركيز الذرات الموجودة في المادة، من هذه الملاحظة يتبين لنا أن الأشعة تتأثر بطريقة ما نتيجة لمرورها في الوسط المادي، والتأثير المحتمل حدوثه بين الاشعة والمواد هو عملية إمرار الأشعة، إن المجال الكهربائي المتناوب للأشعة يحدث تذبذب للإلكترونات المرتبطة في المادة بالنسبة لأنوية الذرات التي تعتبر ثابتة، وينتج بذلك استقطاب دوري لجسيمات المادة والطاقة المسببة في عملية الإستقطاب تنتقل لحظيا ولكنها تعاد في فترة وجيزة 10^{-14} الى 10^{-15} من الثانية وبالتالي لايحدث تغير نهائي في الطاقة أثناء هذه العملية وإنما سرعة الإنتشار تنخفض بمعدل يتناسب مع الوقت الذي تستغرق فيه عملية الإستقطاب اللحظي، يعبر معامل الإنكسار عن مدى التأثير المتبادل بين الوسط المادي والاشعة ويعرف بالمعادلة التالية :

$$\frac{c}{c'} = ni \qquad (2\text{-}1)$$

ni: قرينة الإنكسار.

c: انتشار الأشعة في الفراغ.

c': انتشار الأشعة في وسط مادي[4].

2- الانعكاس:

إن انتقال الأشعة من وسط إلى آخر يختلف عنه في الكثافة (معامل الانكسار)، يحد انكسار للشعاع ودرجة الانكسار (انحراف) في اتجاه الأشعة، تزداد بزيادة الاختلاف في معامل الانكسار للوسطين، وعند درجة معينة من الاختلاف بين الوسطين فإن الأشعة لا تنفذ إلى الوسط الآخر ولكن تنعكس عند السطح الفاصل بين الوسطين[4].

3- الحيود:

في الحالة العادية نلاحظ أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر عادة في مسار مستقيم ولكن عند مرور الأشعة عبر فتحة صغيرة يحدث انحراف لبعض هذه الموجات عن هذا المسار ويطلق على هذه الموجات بالموجات الثانوية، بينما الموجات الأصلية يطلق عليها اسم الموجات الأولية، يحدث بينهما تداخل مما يؤدي تكوين حزم يطلق عليها اسم حزم الحيود والتي هي عبارة عن حزم التداخل[4].

4- التداخل:

تتفاعل الموجات الكهرومغناطيسية مع بعضها البعض نتيجة لتداخلها، وينتج بذلك موجة جديدة قد تكون كثافتها أقل أو أكبر من الموجات المتداخلة، ويتوقف ذلك على علاقة زاوية الطور لكل من الموجتين والسعة الموجية للموجة الجديدة[4].

5- الامتصاص:

عند مرور حزمة الأشعة التي تحتوي على أطوال موجية مختلفة على المادة سواء كانت صلبة، سائلة أو غازية، فإننا نلاحظ بعض الأطوال الموجية قد اختفت من حزمة الأشعة نتيجة امتصاصها، وفي هذه الحالة فإن طاقة الأشعة قد انتقلت إلى المادة وينتج بذلك انتقال الجسيمات من مستوي طاقة أصلي(الحالة المستقرة) إلى مستوي طاقة أعلى (الحالة المثارة)[4].

1-3-1 النماذج الذرية

1- نموذج دالتون:

أعطى تفسير لقانوني بقاء المادة والنسب ثابتة من خلال فروض نظريته التالية: تتكون المادة من جسيمات صغيرة صلبة لا تفنى ولا تتغير تسمى الذرات، تكون متماثلة في الشكل والحجم والكتلة وتختلف عن ذرات العناصر الأخرى في الشكل والحجم والكتلة، وبين أن الذرة أصغر جزء في المادة يدخل التفاعلات الكيميائية، ولا تقسم خلالها، بحيث تتكون المركبات الكيميائية من ذرات لعناصر مختلفة متحدة بنسب وزنية ثابتة[5].

2- نموذج طومسون:

ينص هذا النموذج على أن الذرة تتكون من كرة من الكهرباء مغروساً فيها عدد من الإلكترونات تكفي لضمان الحيود الكهربائي[5].

3- نموذج رودرفورد :

معظم الذرة تنتشر في الفراغ، يوجد في وسط الذرة جسيم صغير جداً وعالي الكثافة يسمى النواة صغيرة الحجم ثقيلة في الوزن تحوي جسيمات موجبة الشحنة تسمى البروتونات، بما أن الذرة متعادلة كهربائيا والنواة موجبة الشحنة لذلك يدور حول النواة الكترونات سالبة الشحنة في مدارات تبعد عنها مسافات كبيرة[5].

4- نموذج بور :

الأسس التي بنى عليها بور نموذجه دراسة الطيف الخطي لذرة الهيدروجين (سلسلة ليمان -سلسلة بالمر -سلسلة بلشن)، ثم نموذج رذرفورد لتركيب الذرة النظرية الكمية لبلانك، افترض بور تركيب الذرة بعد استخدمه بعض فروض رذرفورد عن تركيب الذرة، وأضاف بور الفروض التالية يدور الإلكترون حول النواة في عدد محدد من مستويات الطاقة الثابتة والمحددة دون أن يفقد أو يكتسب طاقة في الحالة العادية للذرة، و لكل إلكترون أثناء دورانه حول النواة طاقة معينة تتوقف على بعد مستوى الطاقة الذي يدور فيه عن النواة، حيث تتزايد طاقة المستوى بزيادة نصف قطره، و أكبر عدد لمستويات الطاقة في الحالة العادية للذرة سبعة مستويات يعبر عن طاقة كل مستوى بعدد صحيح يسمى عدد الكم الرئيسي، وفي الحالة المستقرة للذرة يدور الإلكترون في مستوى الطاقة المناسب لطاقته وعند إثارة الذرة يقفز الإلكترون مؤقتا إلى مستوى الطاقة الأعلى ويتوقف ذلك على مقدار الكم المكتسب من الطاقة، بعد وقت قصير جدا يفقد الإلكترون نفس الكم الذي اكتسبه من الطاقة، وتتحول الذرة تلقائيا من حالة الإثارة إلى الحالة الأرضية المستقرة وينبعث هذا الكم من الطاقة في صورة إشعاع من الضوء بطول موجي وتردد محدد مما ينتج طيفا خطيا مميزا[5].

5- التصور الحديث لنموذج الذرة:

يفترض أن الذرة تتكون من قسمين أساسيين:

النواة: جسيم صغير في الحجم موجب الشحنة ثقيل الوزن يمثل99.9%من وزن الذرة تقريباً وتحتوي على:

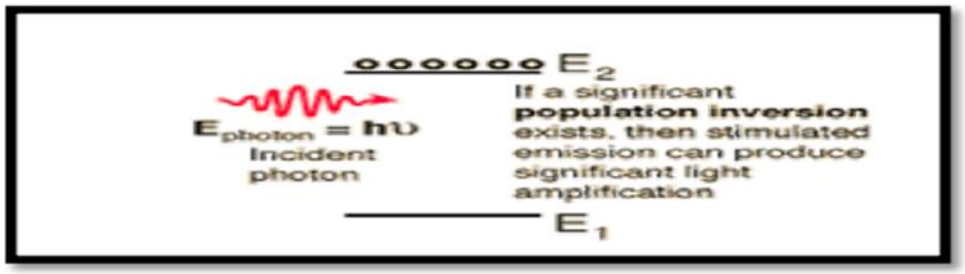
البروتونات: جسيمات موجبة الشحنة وثقيلة في الوزن.

النيوترونات: جسيمات متعادلة الشحنة ثقيلة في الوزن تعادل كتلة البروتونات تقريباً.

المحيط الخارجي: هو مجموعة من المستويات تسمى مدارات تتحرك فيها الالكترونات حول النواة بسرعة عالية جداً وحجم المحيط الخارجي للذرة كبير جداً إذا ما قورنت بحجم النواة[5].

1-3-2- التوزيع العكسي للإلكترونات في الذرة

عندما تكون الذرة مثارة تكون الذرات في مستويات الطاقة العليا أكثر من عدد الذرات في مستويات الطاقة الدنيا، نستطيع القول انه حدث انقلاب في التوزيع وهذا ما يسمى"بالتوزيع العكسي"، ويتطلب انبعاث أشعة الليزر، العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أي زيادة تعدادها على الحالة الطبيعية كما يوضحه الشكل (1-2) [6].



الشكل(1-2): التوزيع العكسي[6].

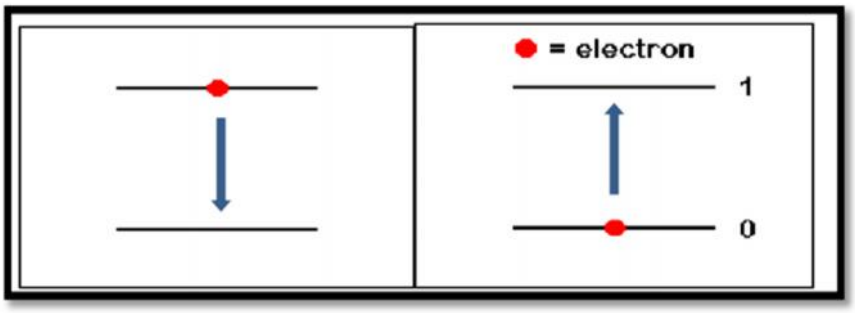
1-3-3- الانبعاث التلقائي

عند اصطدام الفوتون بذرة فإن الذرة تمتصه، ويؤدي ذلك إلى انتقال إلكتروناتها من المستوي E_1 إلى E_2 وتصبح في حالة إثارة، وبعد فترة وجيزة يميل الإلكترون للعودة للمستوي E_1 بشكل تلقائي فاقدا جزء من طاقته على شكل فوتون حسب العلاقة (3-1)، ويطلق على هذه العملية اسم "الانبعاث التلقائي"[7] كما هو موضح في الشكل (3-1).

$$h\nu = E_2 - E_1 \qquad (3\text{-}1)$$

1-3-4 - الانبعاث المستحث

عندما تكون الذرة في حالة إثارة أي الكتروناتها في المستوي E_2، فإذا سقط عليها فوتون له تردد ν فانه سيحث هذه الذرة على الرجوع إلى المستوي الأرضي E_1 قبل أن يمضي زمن بقائها الطبيعي في المستوي E_2، وكنتيجة لهذا الانتقال يتم إشعاع فوتون علاوة على الفوتون الساقط ويسمى هذا" بالانبعاث المستحث" المحفز كما هو موضح في الشكل (3-1)، ويتميز بفوتونات لها نفس التردد والاتجاه، الطور، وتتفق في كل ذلك مع الفوتونات الساقطة وهذا يوضح أن الانبعاث المستحث يؤدي إلى عملية تغيير الإشعاع ويعتبر الأساس في عملية الليزر[8].



الشكل(3-1): آلية حدوث الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث [10].

خاتمة الفصل

لقد تطرقنا في هذا الفصل إلى الضوء وأهم النظريات التي تفسر طبيعته، وأشرنا إلى أبرز خصائصه وإلى أهم تفاعلاته مع المادة التي ينتج عنها الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث الذي يعد هو الأساس في عملية توليد الليزر، وسنتطرق لها بالتفصيل في الفصل الموالي.

الفصل
الثاني

مقدمة

يعتبر اكتشاف الليزر من أهم الانجازات التي حققها العلم في القرن الماضي فقد عم تطبيقه في جميع المجالات واعتمد ذلك على تفسير طبيعة الضوء التي لم تفسر إلا عن طريق مكانيك الكم وكذلك على عدة ظواهر وشروط فيزيائية لتوليده والسؤال الذي يطرح نفسه ما هو الليزر؟ وما هو مبدأ عمله؟.

2-1- نبذة تاريخية عن تطور الليزر

لقد تمكن الفيزيائي "الفذ ألبرت أينشتاين" (**Albert Einstein**) في عام 1917م من وضع أسس النظرية التي يقوم عليها عمل الليزر وذلك في أبحاثه حول الظاهرة الكهروضوئية (**photoelectric**)، وعند دراسته للتفاعلات بين الإشعاعات الكهرومغناطيسية و ذرات المادة تمكن من وضع المعادلات التي سميت فيما بعد باسمه وقد تنبأ من خلال هذه المعادلات بوجود ما يسمى بظاهرة "الإشعاع المستحث" (**Stimulated Emission**) التي يقوم عليها عمل الليزر، وهنا لاحظ العلماء أنه عند تسليط إشعاع كهرومغناطيسي ضوئي على سطح معدني فإن الإلكترونات تنبعث من هذا السطح فقط إذا تجاوز تردد الضوء قيمة حدية معينة، أما إذا كان تردد الضوء أقل من ذلك فإن الإلكترونات لا تنبعث أبدا مهما بلغت شدة الضوء المسلط، وبقيت هذه الظاهرة لغزا يحير العلماء إلى أن تمكن "أينشتاين" في عام 1905م من حله بعد أن اثبت أن الضوء ذي طبيعة موجية وجسيمية، وذلك على العكس من الاعتقاد السائد حينئذ هو أن الضوء ذي طبيعة موجية فقط، وقد أثبت أن الضوء وبقية أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية ليست سيلا متصلا من الطاقة بل تتكون من وحدات صغيرة يحمل كل منها كمية محددة من الطاقة أطلق عليها اسم الفوتونات (photons)، وتتناسب كمية الطاقة التي يحملها الفوتون الواحد طرديا مع تردد الضوء.

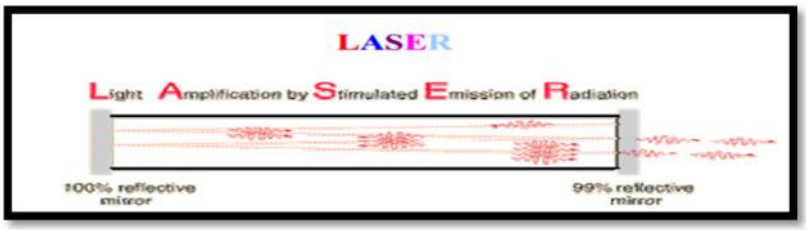
ولقد حاول العلماء جاهدين للحصول على الإشعاع المستحث إلا أن جهودهم باءت بالفشل وأنكروا وجود هذه الظاهرة الضوئية، وتوصل الفيزيائي الأمريكي "وليس لامب "(**Willis Lamb**) 1947م من إثبات وجود ظاهرة الإشعاع المستحث، وفي عام 1954م تمكن الفيزيائي الأمريكي" تشارلز تاون" (**Charles H. Townes**) من الحصول على إشعاع مستحث في نطاق الأمواج الدقيقة (**micro wave**) وأطلق اسم الميزر (**Maser**) على هذا الجهاز وهو مختصر للجملة الإنكليزية (**Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation**)، وبهذا الإنجاز تجددت آمال العلماء للحصول على إشعاع مستحث في النطاق الضوئي المرئي أو غير المرئي ومن ثم تصنيع الليزر، وفي عام 1955م اقترح الفيزيائيان الروسيان "بروكوروف" و"باسوف" (**Prokhorov and Basov**) لاستخدام الضخ الضوئي (**Optical pumping**) للحصول على ما يسمى التوزيع المقلوب للإلكترونات وهو أحد شروط عمل الليزر [13].

2-2- تعريف الليزر

(Laser) هي الأحرف الأولى لكلمات الجملة الانجليزية

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

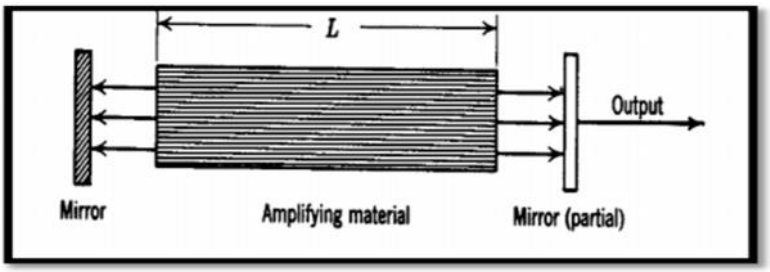
والتي تعني تضخيم الضوء بواسطة الإشعاع الكهرومغناطيسي **المستحث**، وهو عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات لها نفس التردد تتطابق موجاتها، بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية [6].



الشكل(2-1): يوضح الأطوال الموجية لجهاز الليزر[2].

2-3- جهاز الليزر

عبارة عن مصدر للضوء يعمل على تجميع الإشعاعات الضوئية التي تتولد داخل الجهاز وتركيزها وتقويتها على شكل حزمة ضوئية رفيعة جدا في اتجاه واحد مركز، وهي أشعة كهرومغناطيسية متجانسة و ومتماسكة وتستطيع قطع مسافات لا نهائية في خط مستقيم، وتتميز بأنها تزداد شدتها ويقوي بعضها بعض **عند الانطلاق** [10].



الشكل رقم (2-2):رسم تخطيطي لجهاز الليزر[11].

2-3-1- مكونات جهاز الليزر

يتكون جهاز الليزر عادة من العديد من المكونات الكهربائية والالكترونية و أجهزة التضمين، **ومن** أهم المكونات الرئيسية التي يشترط وجودها في أجهزة الليزر هي:

2-3-1-1- مادة الوسط الفعال

وهي **المسؤولة عن إنتاج أشعة** الليزر وقد تكون مادة صلبة مثل الياقوت الصناعي أو سائلة مثل مادة النيوديوم المذابة في أكسيد كلوريد الصوديوم، أو تكون غازية مثل الهليوم والنيون أو ثنائي أكسيد الكربون، والوسط الفعال شديد التركيز والتماسك إذا وجه له طاقة مثل التيار الكهربائي أو إشعاع ضوئي[12].

2-3-1-2-المرنان

يقوم **المرنان (الذي هوعبارة عن** مرآتان إحداهما عاكسة كليا، والأخرى عاكسة جزئيا) **بمساعدة الفوتونات المنبعثة** لتنعكس ملايين المرات في الثانية ذهابا وإيابا بين المرآتين، **مارة في كل جولة خلال**

الوسط الفعال لتحفيز عدد كبير من الذرات أو الجزيئات المهيجة، لكي تنبعث فوتونات جديدة أخرى لها نفس الطور والطاقة وبالتالي نتحصل على حزمة الليزر [13].

2-3-1-3- الضخ

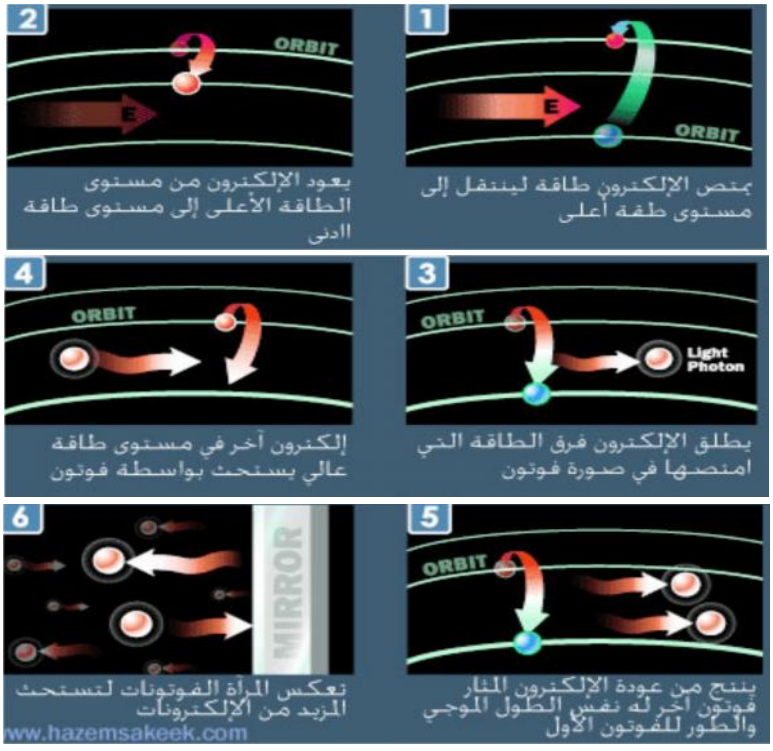
تقوم الطاقة الضاخة بإثارة الذرات المستقرة في الوسط الفعال لتنتقل إلى المستويات المتهيجة لكي يتحقق التوزيع العكسي المناسب الذي يضمن توليد الليزر، وهناك ثلاث تقنيات للضخ وهي: الضوئي، الكهربائي، الكيميائي [13].

2-4- مبدأ عمل الليزر

ويعمل جهاز الليزر على انعكاس ضوء أحادي اللون أي له طول موجي واحد بين المرآتين الخلفية والعاسة، 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 التوازن، عندئذ تتميز بانتظام طورها ويخرج كشعاع ليزر شديد الطاقة [14].

2-5- توليد أشعة الليزر

عملية توليد أشعة الليزر تنتج عن تعريض المواد المختلفة لمصادر الإثارة وتغذية خارجية، ويختلف الطول الموجي لأشعة الليزر الناتجة باختلاف المادة التي تنتجه مع احتفاظها بطبيعتها الأساسية وخصائصها العامة بوصفها موجة ضوئية، والخصائص العامة للموجات الكهرومغناطيسية [14].



شكل (2-3): توضيح إنتاج أشعة الليزر[13].

2-6- خصائص أشعة الليزر

يوجد الكثير من لا يعرف الفرق بين الضوء العادي وضوء الليزر ويطرحون تساؤلات ما الفرق بين الليزر **والضوء؟** وتكون الإجابة أن ضوء الليزر يتميز عن الضوء العادي بالخصائص الأربعة التالية:

1-أحادي اللون (Monochromatic):

تعني أن الليزر له عرض طيفي ضيق ينتج عنه تردد مفرد نقي، وهذا ما يميزه عن الضوء العادي وهذه الخاصية كانت تتميز به أشعة الراديو دون سواها .

2- توازي الحزمة الضوئية (Collimation Directionality):

الضوء الصادر عن الليزر له اتجاه واحد بحيود مهمل [2].

3- الترابط (Coherece) :

وهو أهم صفة لشعاع الليزر بحيث يكون بين **موجات الحزمة عالي جدا ومتزامن**، وهذا يساعد الموجات الضوئية أو الفوتونات في تقوية بعضها البعض لتعطي طاقة ذات قدرة عالية للحزمة، ويكون هذا **الترابط إما بناء** (فرق الطور بين الموجات يساوي الصفر)، أو هدام (فرق الطور بين الموجات يختلف عن **الصفر**)[9].

4- الشدة الضوئية (Light Intensity):

وتكون عالية ومركزة ذات قطر ضيق لا يتجاوز الميليمتر، المسؤول عن هذه الخصائص هي عملية **الانبعاث الاستحثاثي** بينما في الضوء العادي يكون الانبعاث التلقائي[9].

2-7- أنواع الليزر

يمكن تقسيم الليزر إلى عدة أنواع وذلك طبقا للحالة الفيزيائية للمادة وطريقة ضخ الطاقة التي ترفع **الالكترونات من الحالة المستقرة إلى الحالة المثارة.**

2-7-1- ليزر الحالة الصلبة

في الغالب ليزرات الحالة الصلبة تكون المادة الفعالة عبارة عن مادة عازلة بلورية أو **زجاج مضاف** إليه نسبة ضئيلة من الشوائب، **وأكثر** هذه البلورات شيوعا هي بلورة الياقوت الثلاثية (Al_2O_3/Cr^{3+}) وهو عبارة عن أكسيد الألمنيوم مضاف إليه 0.05% من ايونات الكروم الثلاثية[15].

2-7-2- ليزر الحالة السائلة

ويتميز بسهولة تحضيره في المختبرات، كما أن المواد المستخدمة فيه اقتصادية إلى درجة كبيرة بالمقارنة بأجهزة الليزر الأخرى، بحيث تكون المادة الفعالة إما محاليل سائلة أو صبغات عضوية **أوسوائل**

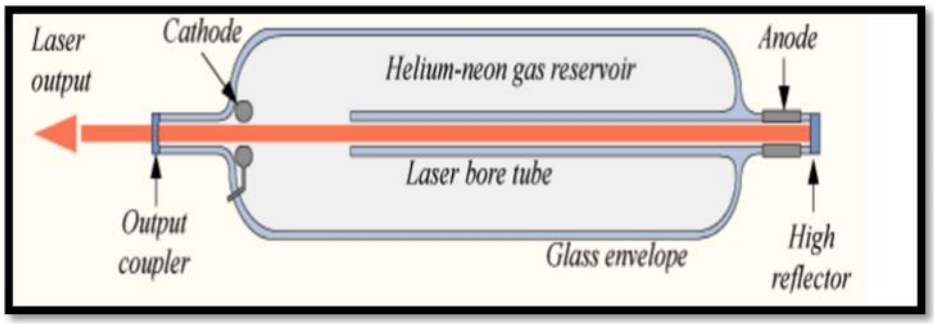
تم تحضيرها مع إضافة أيونات بعض العناصر الأرضية النادرة مثل ايونات النيوديميوم أو الأربيوم، وتقسم السوائل إلى سوائل عضوية معدنية (شيلات) وغير عضوية (ابروتونيك)[15].

3-7-2 - ليزر الحالة الغازية

يعد الليزر الغازي أكثر الأنواع استعمالا نظرا لقلة تكلفته والأشعة الصادرة منه أفضل بكثير من ليزر المواد الصلبة وينقسم إلى:

1- ليزر الحالة الغازية (الذرية):

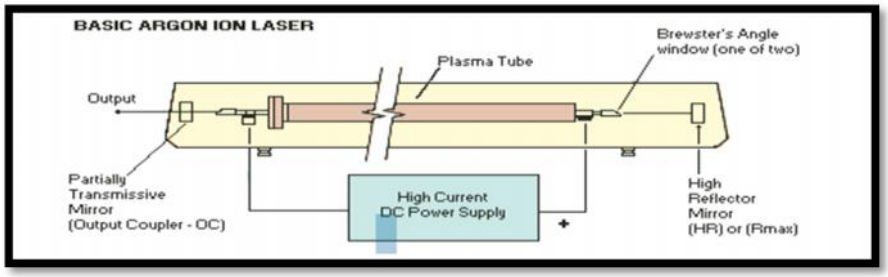
وهو الذي تتكون مادته الفعالة من خليط من غازي الهليوم والنيون بنسبة 1% إلى 10%، ويقع شعاع الليزر الصادر من هذا الخليط في المنطقة الحمراء من الطيف المرئي، كما توجد أيضا أنواع أخرى من الليزر تستخدم من مخاليط الهليوم و السلينيوم والكادميوم(He- Se- Cd)، ويقع إشعاعها في المنطقة الزرقاء من الطيف المرئي[15].



الشكل (2-4): جهاز ليزر الهيليوم- نيون [2].

2- ليزر الحالة الغازية (الأيونية):

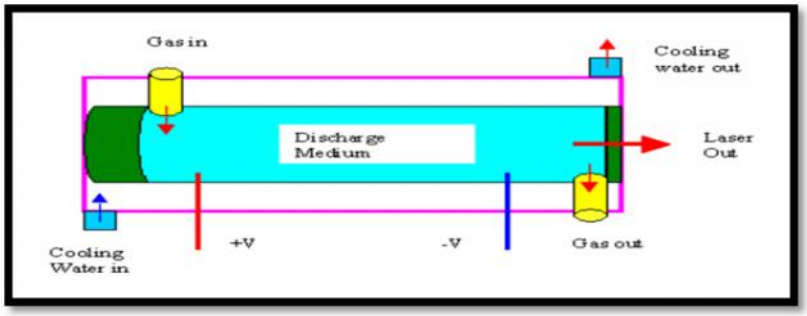
وهو الذي تتكون مادته الفعالة من غاز أحادي التأين يتولد في البلازما الساخنة الناتجة من إحداث تفريغ كهربائي في الذرات المتعادلة لهذا الغاز النقي، ونتيجة للتفريغ تتكون ذرات أحادية التأين في المستويات المثارة، وما تلبث هذه الأخيرة أن تعود إلى المستويات المنخفضة (المستقرة) مطلقة أشعة ليزرية، وأهم هذه الأنواع ليزر الأرغون (Ar^+) الذي يصدر شعاعين أحدهما في منطقة الضوء الأخضر والآخر في منطقة الضوء الأزرق[15].



الشكل (2-5): مكونات جهاز ليزر الأرغون[2].

3- ليزر الحالة الغازية (الجزيئية):

يعد ليزر ثاني أكسيد الكربون أشهر هذه الأنواع بسبب استخداماته المتعددة في مجال الطب والصناعة وتوليد الطاقة، كما أن مادته الفعالة تتكون أساسا من جزيئات ثاني أكسيد الكربون، وتنتج أشعته من انتقال الإلكترونات بين المناسيب التذبذبية في الجزيئات ويقع الطول الموجي لليزر في منطقة الأشعة تحت الحمراء الغير مرئية[15].



الشكل (2-6): جهاز ليزر ثاني أكسيد الكربون [2].

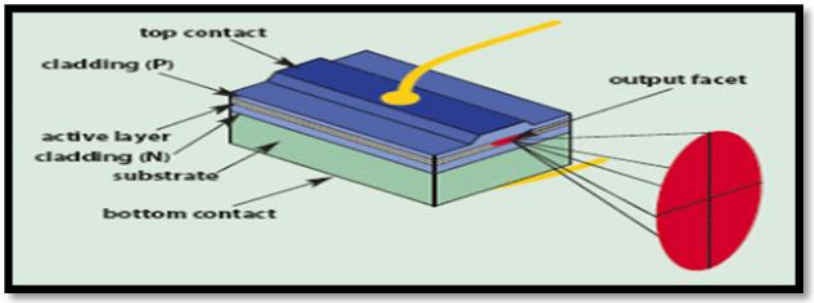
2-7-4- ليزر الحالة الكيميائية

وفيه يتم إطلاق الطاقة الكيميائية المخزنة في بعض المواد عن طريق التفاعلات الكيميائية وتحويلها لطاقة ضوئية في صورة أشعة الليزر، وأكثر هذه المواد استخداما الهيدروجين(H) و الفلورين (F) فإذا حدث تفاعل بينهما ينتج جزئ فلوريد الهيدروجين في منسوب مثار، وتنطلق طاقة طبقا للمعادلة التالية[15]:

$$2F+2H_2 \rightarrow 2HF+H_2 + Energy \qquad (1\text{-}2)$$

2-7- 5 - ليزر أشباه الموصلات

يعد ليزر أشباه الموصلات من احدث أنواع الليزرات، ولهذا النوع أهمية خاصة حيث يستخدم في الاتصالات وفي الحسابات الرقمية وفي الأجهزة الالكترونية الضوئية المعقدة، ويبنى ليزر أشباه الموصلات على الوصلة (pn)، ولذلك فإن المادة الفعالة تكون مادة شبه موصلة تمتاز بصغر حجمها وقلة تكلفتها وهذا أدى إلى تصنيع ليزرات بحجوم صغيرة تصل أبعادها إلى ملليمترات، وقد تمكن العلماء من الحصول على أشعة ليزر بأطوال موجية تقع بين منطقة الأشعة تحت الحمراء والأشعة الفوق بنفسجية [15].



الشكل (2-7): الوصلة المنتجة لأشعة الليزر[2].

2-7- 6- ليزر البلازما

المادة في أطوارها الثلاثة تتكون من ذرات متعادلة كهربائيا, وهذه الأخيرة تتكون بدورها من إلكترونات وأنويه ترتبط ببعضها البعض بقوة تجاذب كهروستاتيكي، وإذا ضخت كمية كافية من الطاقة في المادة (مثل إحداث تفريغ كهربائي)، فإن الإلكترونات السالبة تتحرر مخلفة وراءها أيونا موجبا وتكون حالة المادة التي تكون فيها الإلكترونات سالبة الشحنة والأيونات موجبة الشحنة في حالة حرة ومتلاطمة يتصادم بعضها ببعض وتسمى هذه الظاهرة بالحالة الرابعة للمادة أو حالة البلازما, وتتميز هذه الحالة بعمر قصير إذ لا تلبث الأيونات أن تتحد بالإلكترونات مكونة ذرات متعادلة كهربائيا, وتنطلق طاقة تسبب رفع الإلكترونات إلى المناسيب العليا في الذرات ويقل عددها في المناسيب الأرضية (يحدث انقلاب إسكاني) مما يؤدي في النهاية انبعاث أشعة الليزر [15].

2-7-7- ليزر الإلكترون الحر

وعبارة الإلكترون الحر تأتي من حقيقة الوسط الفعال في هذا الجهاز هو الشعاع الالكتروني، وهذه الإلكترونات محررة تماما من الذرات، وهذا الليزر يمكن التعامل معه بسهولة بحيث تتجمع هذه الإلكترونات ذات الشحنة السالبة في بؤرة واحدة، ويجرى حاليا تطوير نماذج هذه الأشعة لاستعمالها في مهام متنوعة في الدفاع الاستراتيجي [16].

خاتمة الفصل

لقد تناولنا في هذا الفصل إلى تقنية عمل الليزر، وأهم مكوناته وخصائص هذه الأشعة وكيفية الحصول عليها، وسنرى في الفصل الموالي أهم تطبيقاته في مجالات متعددة، ومع أن هذه الأشعة مميزة إلا أنها لا تخلو من العيوب والمخاطر.

الفصل
الثالث

مقدمة

يستخدم الليزر بسبب خصائصه الضوئية المميزة في تطبيقات لا حصر لها بدأت منذ اختراعه في عام 1960م، وعادة ما يعتمد التطبيق على خاصية واحدة أو أكثر من خصائص ضوء الليزر التي شرحناها سابقا، ولذلك نجد أن لكل تطبيق يوجد أنواع معينة من الليزرات التي تناسبه، فبعض التطبيقات تحتاج لأطوال موجات وبعضها يحتاج لقدرات ضمن مدى محدد قد تكون منخفضة أو عالية، ومن الصعب جدا حصر استخدامات الليزر لكثرتها وسنبين فيما يلي بعض التطبيقات الرئيسية لليزرات.

3-1- استخدامات الليزر

3-1-1في المجال العلمي

3-1-1-1- مجال الفضاء

يستخدم الليزر في استعادة الأقمار الصناعية التالفة بواسطة مكوك الفضاء، وتستخدم منصات عاكسة فوق هذه الأقمار لتعكس أشعة الليزر إلى جهاز الكمبيوتر الموجودة في المكوك، ليتمكن من تحديد قياسات دقيقة لموقع القمر المطلوب استعادته، ومن ثم توجيه المكوك في الاتجاه الصحيح[17].

3-1-1-2- مجال الاتصالات

يمكننا بث المعلومات عن طريق أشعة الليزر بتحويل هذه المعلومات إلى نبضات كهربائية تعبر عنها ثم توجيهها إلى جهاز الليزر، فيصدر أشعة تتحول وتتطابق مع النبضات الكهربائية ومتساوية في الشدة، لأن المعلومات قد تحولت إلى أشعة ليزرية معدلة يمكنها أن تطلق ومضاتها عبر ألياف بصرية[17].

3-1-1-3- مجال الكيمياء

نتمكن بفضل أشعة الليزر من فصل النظائر (مثل اليورانيوم والديتيريوم) والفكرة الأساسية في هذه العملية تقوم على الإثارة الانتقائية لنوع النظير المرغوب فيه بواسطة حزمة أشعة الليزر [10].

3-1-2-في المجال الطبي

تستخدم أشعة الليزر بمختلف أنواعها في مجال الطب لعلاج الأنسجة الحية المصابة وسنتطرق إلى أهم استعمالاته في هذا المجال.

1-طب الأسنان:

تستخدم أشعة الليزر في معالجة الأسنان المصابة بالتسوس، وذلك عن طريق توجيه أشعة إلى مكان التسوس لحرقه، ومن ثم منعه من القضاء على السن تماما نظرا لطاقته العالية وسهولة توجيهه إلى الأماكن الدقيقة، وهذه العملية لا تسبب ألما كما لا يستخدم أي تخدير موضعي وكذلك فإن المناطق السوداء في الأسنان هي التي تمتص أشعة الليزر، والسمة تبقى دون تأثر ويستخدم ليزر النيوديوم ياغ النبض خصوصا في هذا النوع[15].

2- تسييل الجلطات:

هي عملية تجري لإزالة تخثر الدم عن طريق نبضات ليزرية زمنها في حدود ميكرو ثانية، **وترسل إلى العضو الداخلي من خلال قسطرة وإزالة التجلط**، ينتج عنه استعادة سريان الدم مع المحافظة على تكامل الأوعية الدموية، وأمراض القلب تحدث نتيجة تضييق الأوردة والشرايين بتكون جلطات دموية تعترض مجرى الدم فيها مما يؤدي بدوره لظروف بالغة الخطورة[15].

3- علاج الأمراض الباطنية:

أمكن استخدام أشعة الليزر في علاج الأمراض التي تصيب **المعدة، وخاصة** قرحة المعدة ويتم ذلك عن طريق إطلاق أشعة الليزر، من جهاز الاندسكوب إذ أنه يستخدم أنبوبا لفحص الجزء الداخلي من أي **عضو أجوف في الجسم كالمعدة**، بحيث يمر هذا الجهاز من حنجرة المريض دون أن يسبب أي مضايقة كما يحتوي الجهاز على أنابيب إضافية دقيقة لتوفير الهواء والماء، والقيام بعمليات امتصاص لتنظيف المكان الذي يعمل به أشعة الليزر ويستخدم في هذه الحالة ليزر الأرغون[15].

3-1-3-في المجال العسكري

يستخدم الليزر في التطبيقات العسكرية لأداء مهام مختلفة من أهمها:

- تحديد أهداف الرمي الأرضي والجوي وتوجيه القذائف إلى الأهداف المرسومة بدقة سواء كانت هذه الأهداف ثابتة أو متحركة.
- تدمير الأقمار والصواريخ النووية بواسطة مدافع الليزر.

شكل (3-1): يوضح مدفع الليزر[19]

- **استخدام** الليزر الحارق على أفراد جند العدو على بعد يزيد 6 كيلومترات مؤديا إلى الموت المحقق.
- **الكشف** عن أماكن وجود العتاد العسكري ومواقع الدبابات والمدفعية والقيام بتفجيرها [18].

3-1-4في مجال الصناعة

يقوم الليزر بمهام لا حصر لها في قطاع الصناعة حيث يستخدم شعاع الليزر عالي التركيز في:

- **قص وقطع الألواح** المعدنية والخشبية والبلاستيكية والمطاطية والزجاجية والخزفية كما هو موضح في **الشكل** (3-2).

- عملية لحام مختلف أنواع المعادن دون أن يترك آثار اللحام التي تتركها معدات اللحام التقليدية.
- إنشاء الثقوب بمختلف المقاسات في مختلف أنواع المعادن مهما بلغت صلابتها، وكذلك ثقب الماس الذي لا يمكن لأي مثقب معدني أن يثقبه.
- انصهار وتبخير المعادن في مواضع محددة دون التأثير على المناطق المجاورة [8].

الشكل (2-3):تثقيب المعادن بالليزر[19].

2-3- مخاطر الليزر

بات أمرا مؤكدا أن أشعة الليزر لا تخلو من المخاطر، فشعاع الليزر ينتج عنه طاقة عالية مع كثافة ضوئية عالية، ولقد بدأ الاهتمام بمخاطر الليزر وعوامل الأمان عند استخدامه منذ 1965م عندما أصبح الليزر حقيقة خصوصا في عالم الطب وسنتطرق في هذا الفصل إلى مخاطر الليزر وتأثيراته السلبية وعوامل الوقاية منه، هناك العديد من مخاطر أشعة الليزر نذكر أهمها[15].

3-2-1- تأثيره على العين

تعد العين أكثر حساسية لأشعة الليزر لأن آلية التبئير الذاتي يرفع من كثافة الطاقة أو الاستطاعة المقدمة عبر حزمة الليزر بشكل واضح، إن المكونات الأمامية لكرة العين تسمح بمرور الضوء المرئي بأطوال موجية تتراوح للوصول إلى الشبكية، لذا فإن الليزرات المركبة التي تقع أطوالها الموجية في هذا المجال يمكنها الوصول إلى شبكة العين وتحدث أضرار لأن شبكة العين لها قابلية كبيرة في امتصاص أشعة الليزر، أما الليزرات غير المركبة التي تكون أطوالها أقل من nm0.4 وأكبر من nm 1.4 لا يمكنها الوصول إلى العين لأن المركبات الأمامية للعين تقوم بامتصاصها[18].

3-2-2- تأثيره على الجلد

قد يصاب الجلد بحروق عند التعرض لليزر المباشر أو المنعكس، وكلما كانت مساحة السطح المعرض كبيرة كان التأثير حادا ومزمنا، وهذا ما يجعل الجلد أكثر عرضة لأضرار الليزر[18].

3-2-3- حوادث الليزر

في حالة عدم إتباع عوامل الأمان اللازمة لكل ليزر قد تحدث بعض الحوادث، فقد تسقط ألياف الليزر المرنة فجأة من جهاز الليزر المرنة فجأة من جهاز المنظار أو يد الجراح، وقد تؤدي إلى حوادث وأضرار غير متوقعة نتيجة انتشار الليزر كحدوث انفجار أو حريق[15].

3-3- مقاييس وعوامل الأمان

3-3-1 مقاييس الأمان

يتوقف الأمان عند استخدام أجهزة الليزر المختلفة على الدراية الدقيقة بطبيعة كل جهاز على حدة وتأثيره على الأنسجة المختلفة وعليه فإن:

- التدريب على استخدام أجهزة الليزر ومنظوماته من أهم أساليب الوقاية من مخاطرها، إذ ينبغي لتحقيق ذلك تدريب جميع العاملين في هذا المجال على كيفية تشغيل واستخدام هذه الأجهزة بصورة صحيحة.
- كما يجب على مصنعي أجهزة الليزر تصنيف أجهزتهم المعدة للبيع بحسب شدة الخطر الناتج عن الحزمة عند الاستخدام العادي، ويجب أن تحدد هذه الشركات أصناف الليزر إلى:[18].

التصنيف الأول: هذا يعنى أن شعاع الليزر ذو طاقة منخفضة ولا يشكل درجة من الخطورة، ويستخدم هذا الصنف في المختبرات، قدرته لا تتجاوز 0.4mW لليزر المرئي و0.79Mwلليزر الغير المرئي، ومن أمثلته ليزر الكاليوم ارسنايد.

التصنيف الثاني: هذا يشير إلى ليزر ضوئه مرئي وطاقته لا تتعدى(1mW)، ولذا يشترط تثبيت لوح التحذير الخاص بهذا الصنف.

التصنيف الثالثA: طاقة الليزر متوسطة ويتضمن هذا الصنف الليزر المرئي التي لا تبلغ قدرته 1-5 mW، وخطورته تكون على العين إذا دخل الشعاع المباشر فيها ومن أمثلته ليزر الهليوم والنيون.

التصنيف الثالثB: طاقة هذا الليزر أكثر من المتوسط بحيث لا تزيد قدرته على 50 mW كما أنه يسبب خطر ملحوظ على العين.

التصنيف الرابع: وهي أنواع الليزر ذات طاقة عالية وقد تصل إلى 50 mW كما يكتب على لوح تحذيرها كلمة خطر ومن أمثلته ليزر ثاني أكسيد الكربون[10].

التصنيف الخامس: هذا الصنف قدرته عالية ويستخدم في المجالات الصناعية كما يجب أن تكون المنظومة الليزرية مسيجة وحاوية على مفاتيح خاصة، لأن هذا الصنف أضراره بليغة فلا يمكن تشغيلها إلا عند توفير كافةشروط السلامة [13].

شكل(3-3): إشارة تحذير بوجود الليزر[13].

3-3-2- عوامل الأمان

للحصول على الوقاية من مخاطر أشعة الليزر يجب إتباع النصائح التالية:

1- يجب على المصنع أن يحترم التصنيف، كما يجب أن يشير إلى الصنف في دليل الاستخدام وعلى الجهاز نفسه بفضل لاصقة نظامية.

2- تحديد قواعد الأمان لكل جهاز ليزر بلاصقة تسمح بمعرفة الخطر والضرر.

3- تزويد المستخدم بأساليب الوقاية الخاصة كالملابس وواقيات العينين، ويجب أن تخضع نظارات الحماية من أشعة الليزر إلى مواصفات ومعايير عالية[18].

4- الحذر من العمل الانفرادي في المخبر عند تشغيل المنظومة الليزرية.

5- عند تشغيل منظومة الليزر يجب وضع ضوء أحمر متقطع في بوابة المخبر للتحذير من الدخول.

6- عند تشغيل أجهزة الليزر يجب أن تكون الإضاءة عالية بقدر كافي لبقاء العين أصغر ما يمكن لتقليل دخول أشعة الليزر.

7- يجب إجراء الفحوصات الطبية للعاملين في مجال الليزر للاطمئنان على صحتهم [18].

3-4 - اتجاهات التطور المستقبلية لتقنيات وتطبيقات الليزر

قد تميزت الأعوام الأخيرة بظواهر ومكتشفات جديدة في مجال الليزر يمكن تلخيصها فيما يلي:

1- مجال البحوث العلمية والأكاديمية:

- سيتجه الطلب نحو نظم الليزر ذات النبضات القصيرة جدا، وكذا النظم التي يمكن توليفها في نطاق ترددي عريض، بحيث يمكن استخدامها في مجال بحوث الكيمياء الحيوية والهندسة الوراثية.
- قد أمكن الحصول على نبضات ليزرية قصيرة جداً، وأهمية هذا التطوير تكمن في قياس بعض الظواهر الطبيعية السريعة أو قياس ورصد بعض العمليات الكيماوية التي تحدث داخل الخلية البشرية[17].

2- مجال الكمبيوتر:

- وقمة التزاوج بين الليزر والكمبيوتر سيكون كمبيوتر بصري يستخدم أشعة الليزر لتخزين المعلومات ومعالجتها، ومثل هذا الكمبيوتر سيكون أسرع ألف مرة من أجهزة الكمبيوتر العادية التي بدأت تواجه القيود التي فرضتها عليها سرعة تحرك الإلكترونات خلال الدوائر ذات الأساس السيليكوني.
- يعمل حاليا العلماء في الولايات المتحدة وأوروبا واليابان على ابتكار نظائر بصرية لكمبيوتر اليوم الإلكتروني[17].

3- مجال الطب:

- أما مجالات التطوير المستقبلية في الطب فتشمل استخدام ثاني أكسيد الكربون لإذابة الجلطات في الشرايين التاجية وتكسيرها أو لإزالة الرواسب من جدران الأوعية الدموية، والتي قد تؤدي إلى الأزمات القلبية وتصلب الشرايين[17].

- تجرى الآن التجارب الطبية لاستخدام أحدث أنواع الليزر، والتي تستخدم الليزر الناتج من بخار الذهب أو النحاس، لعلاج بعض أنواع الأورام الخبيثة، وقد بلغت طاقة الخرج المستخدمة حوالي 10 واط [17].

4-في مجال الاتصالات:

هناك اهتمام كبير باستخدام الليزر في الاتصال بالغواصات، إذ ترسل الإشارات والمعلومات بمعدل إرسال سريع عن طريق الأقمار الصناعية أو من خلال منظومة محمولة جواً، ويوفر ذلك إمكانية استمرار الغواصات في الأعماق والتحرك بسرعتها العادية[17].

5- الليزر الشمسي:

الليزر الشمسي هو أحد التطبيقات المستقبلية للاستفادة من شدة الضوء العالية في توليد الليزر، وفي هذه الحالة يدخل الضوء الشمسي من أحد طرفي بلورة الليزر فيحث الذرات فيها على إصدار ضوء ذي ترددات معينة، وينتقل هذا الضوء ذهاباً وإياباً بين مرآتين موضوعتين خارج البلورة وتنفذ بعض الطاقة الضوئية عبر إحدى المرآتين مولداً حزمة الليزر التي تنطلق إلى خارج الجهاز[17].

خاتمة الفصل

لقد قمنا في هذا الفصل بمعرفة أهم تطبيقات الليزر في مجالات متعددة كالطب والصناعة والمجال العلمي، كما تطرقنا إلى المخاطر التي تنجم عنه وتعرفنا على عوامل الوقاية الواجب اتخاذها لتجنب هذه المخاطر و كذلك قدمنا بعض الاتجاهات المستقبلية لهذا الجهاز.

خلاصـــــة
علمـــــة

خلاصة عامة

لقد سعينا في مذكرتنا هذه إلى معرفة الضوء وخصائصه والنظريات التي يبنى عليها، وتطرقنا إلى معرفة خصائص الضوء التي من بينها الخصائص الكمية التي يندرج تحتها الليزر.

وأشعة الليزر هي عبارة عن حزمة ضوئية ذات شدة عالية تنتشر فوتوناتها في اتجاه واحد، كما بينا أن الليزر يعمل على تحويل الضوء العادي المتعدد الأطوال الموجية إلى طول موجي واحد بواسطة المرنان، الذي يحوي المادة الفعالة المسؤولة على إنتاج أشعة الليزر.

ولهاته الأشعة تطبيقات كثيرة في حياتنا، لذلك يجب الاستفادة منها في تسهيل الأمور وحفظ الوقت وذلك عن طريق تشجيع البحث العلمي و الاختراع في وطنا العربي لنتمكن من الوصول إلى القمم.

قائمـــــة
المراجع

المراجع

* الكتب باللغة العربية

[1] د. سعود الليحاني، الضوء، كلية العلوم، جامعة أم القرى.

[2] دسعود الليحاني، الليزر وتطبيقاته، جامعة أم القرى.

[3] ستيفن كلافن، الضوء، ترجمة عاشور بوجانة، بوشامة عمار، قسم الفيزياء، المدرسة العليا للأساتذة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر.

[4] أ.د.عبد المنعم محمد السيد الأعسر، التحليل الطيفي للأنظمة الكيميائية و البيوكيميائية، جامعة كاليفورنيا، أمريكا، أستاذ بكلية الزراعة جامعة عين شمس، ط

[6] د. صالح مصطفى الاتروشي، د.رياض وديع يوسف، الليزر وأسس استخداماته، كلية الهندسة جامعة دهوك، ط1، 2008.

[7] د.الطاهر تربدار، الاهتزازات والأمواج، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر،1983.

[8] د.سمير عاشور، مقدمة في الليزر وتطبيقاته، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة،2007.

[9] بيلا آليكيل، الليزرات، جامعة فيرناردو، ترجمة فاروق عبودي قصير، جامعة الموصل،1984.

[10] د.محمد كوسا، فيزياء الليزر وتطبيقاته، منشورات جامعة دمشق، 2006.

[11] باباي ابتسام، مذكرة الماستر دراسة الأطياف الصادرة عن طريق التسامي بالليزر لكيبريدات البور، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، 2014.

[13] د. يوسف مولود حسن، صالح مصطفى الاتروشي، تقنيات الليزر واستخداماته، دار دجلة، الأردن،2008.

[14] أ.د .محمد إبراهيم الجار الله،أشعة الليزر، العدد الأربعون، جامعة فهد للبترول والمعادن يناير، 1992.

[15] د.احمد الناغي، رشاد فؤاد السيد، سلسلة الفكر العربي للتنوير العلمي،ج3، أشعة الليزر واستخداماتها في الطب، دار الفكر العربي، القاهرة،2001.

[17] مجلة "العلوم والتكنولوجيا"، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، المجلد6، العدد337، الصادر في يناير2013.

[18] د.هشام إبراهيم الخطيب، استشاري الأشعة التشخيصية، مبادئ الإشعاع والوقاية الإشعاعية، الطبعة العربية، 2005.

[19] د.منصور أبو شريعة العبادي، مدخل إلى الهندسة الكهربائية، جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية.

* اللغة الأجنبية

[5] (Ed) Akhlesh Lakhtakia, Models and Modelers of Hydrogen, publisher=World 1-2302-02-981ISBN.Scientific

[12] Jean-Loup Delcroix et Abraham Bers, "physique des Plasma", Inter CNRS Editions .

[16] Didier D'angoisse, Damil Hennequin, veronique Zehnlé , Les laser 2e Edition, Donod paris pour la novelle, Edition 179.

ملخص

قمنا في هذا العمل بدراسة الليزر وتطبيقاته التي مست جميع مجالات الحياة بفضل خصائصه التي تميزه عن الضوء العادي، حيث تعرفنا على ما يلي:

- معني كلمة الليزر و هي اختصار للأحرف الأولى للجملة الانجليزية

(Emission of Radiation Light Amplification by Stimulated)التي تعني تضخيم الضوء بالانبعاث المستحث للإشعاع.

- خصائص الليزر (الترابط، الشدة العالية،....الخ) و أنواعه وذلك طبقا للحالة الفيزيائية للمادة(ليزرات سائلة ، صلبة، غازية.....الخ).

- مجالات تطبيقاته العديدة منها المجال العلمي والصناعي.

- مخاطر الليزر والاحتياطات اللازمة أخدها أثناء التعامل معه.

الكلمات المفتاحية: الليزر، تطبيقاته، أنواع الليزر.