# الليزر

جاءت تسمية كلمة ليزر **LASER** من الأحرف الأولي لفكرة عمل الليزر والمتمثلة في الجملة التالية:

**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**

وتعني تكبير الضوء بواسطة الانبعاث المحفز للإشعاع الكهرومغناطيسي.

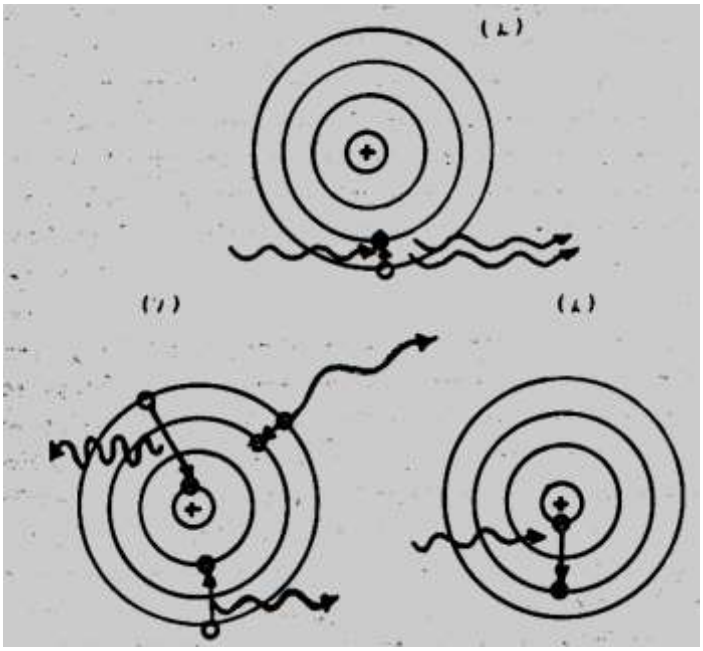
ضوء الليزر يختلف عن الضوء العادي حيث يكون له الخصائص التالية:

1. الضوء المنبعث أحادي اللون **monochromatic** أي أن لة طول موجي واحد يحدد الطول الموجي لون الضوء الناتج وكذلك طاقته.

2. الضوء المنبعث من الليزر يكون متزامن **coherent** أي إن الفوتونات كلها في نفس الطور مما يجعل شدة الضوء كبيرة فلا تلاشي الفوتونات الضوئية بعضها البعض نتيجة لاختلاف الطور بينها.

3. 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.

المسئول عن هذه الخصائص هي عملية الانبعاث المحفز **stimulated emission** بينما في الضوء العادي يكون الانبعاث تلقائي حيث يخرج كل فوتون بصورة عشوائية لا علاقة له بالفوتون الآخر. كما موضح بالشكل ادناه



**1.عملية الانبعاث الذاتي العشوائي 2. عملية امتصاص لفوتون ساقط 3. عملية الانبعاث المحفز**

إذا فالليزر عبارة عن ضوء وليس نوع من الإشعاع كما يعتقد الكثير.

## عناصر إنتاج الليزر

هناك نوعان من شعاع الليزر فإما أن يكون الشعاع على شكل نبضات متقطعة pulsed أو أن يكون الشعاع موجباً مستمرا cw ولتوليد شعاع الليزر بشكل عام ينبغي توفر ثلاثة عناصر رئيسية وهي الضخ والمادة الفعالة والمرنان.

## طرق الضخ :

تدعى الطريقة التي يمكن بواسطتها رفع الذرات من المستوى الأرضي إلى المستوى الثالث ( الضخ لثلاث مستويات ) او إلى المستوى الرابع (الضبخ لأربع مستويات ) وتعتمد نوع الضخ على -١ نوع المادة الفعالة ٢ – المدى الطيفي المطلوب .

## هناك ثلاث أنواع للضخ :

**١- طريقة الضخ البصري ٢- طريقة الضخ الكهربائي ٣- طريقة الضخ الكيميائي**

# تجربة رقم( 1)

# ليزر الهيليوم نيون (He-Ne)

## النظرية

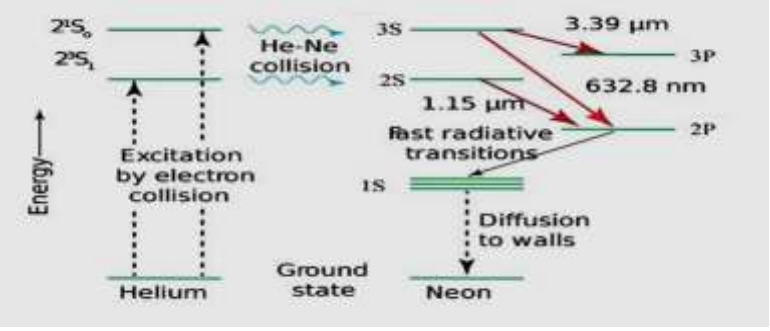
ليزر الهيليوم نيون هو من اكثر انواع الليزرات الغازية شيوعا وهو اول ليزر غاز تم تشغيله بموجه مستمرة وبطول موجي مقدارة( 1.15 Mm) في عام 1960 من قبل( Javen) ان الوسط الفعال في هذا الليزر هو عبارة عن انبوبة زجاجية تحتوي على خليط من غاز الهيليوم والنيون بنسبة (10-1). بصورة عامة يتم تهييج الليزرات الغازية بطريقة التفريغ الكهربائي خلال ذرات الغاز وهناك طريقتان لحدوث عملية التفريغ الكهربائي اما بواسطة التردد الراديوي( RF) بأستخدام اقطاب توضع على الجدار الخارجي للأنبوب وتجهز بقدرة كهربائية ترددها 30 MHz او بواسطة التفريغ الكهربائي المستمر الحاصل بين اقطاب داخلية وبتيار يتراوح بين( 5-50 mA) وفي هذه الحالة يكون قطبا الكاثود والانود على شكل اسطوانة معدنية تلصق مع المراةَ عند نهايتي الأنبوب.

ان المرنان يتكون من مراتَين يتم لصقهما عند نهايتي الأنبوب حيث يمثل تجويف الأنبوبة بين هاتين المراتَين تجويف المرنان ,ان هاتين المراتَين تكون احداهما عاكسة كلياً والأخرى عاكسة جزئياً لتمثل مراةَ خرج الليزر وتطلى هاتين المراتَين بمادة معدنية تدعى (dichroic) ,ويتم طلائهما بعدة طبقات

يعتمد ليزر الهيليوم نيون في عمله على حدوث التعداد المعكوس بين المستويين المتهيجين لذرة النيون ،ان ميكانيكية تشغيل ليزر الهيليوم نيون تعتمد على التفريغ الكهربائي خلال غاز الهيليوم حيث ان تصادم الالكترونات بذرات غاز الهيليوم سوف تصل ذرات غاز الهيليوم الى الحالات شبة المستقرة ($^3$2S$^1$,2S)

للنيون على التوالي .(3S,2S) للهيليوم قريبين جدا من المستويين( $^1$2S$^3$,2S) ويكونان المستويان

المستقرة حيث يتم (Ne) سوف تتصادم مع ذرات النيون( $He^*$) وعندئذ فان ذرات الهيليوم المتهيجة( تبادل الطاقة الداخلية (التصادم من النوع الثاني) بين الذرات بعملية انتقال الطاقة الرنيني فتكون نتيجة ( 3S,2S) حيث تصل فيه الذرات الى مستويات الحالة الغير مستقرة ($Ne^*$ التصادم ذرات نيون متهيجة) وذرات هيليوم مستقرة ان لهذا الليزر ثلاثة انتقالات اثنان منها يقع ضمن المنطقة تحت الحمراء والثالث يكون عند المنطقة المرئية كما في الشكل رقم( 1).




**الشكل رقم( 1) انتقالات ليزر الهليوم نيون**

من الشكل رقم( 1) نلاحظ ان الانبعاث المحفز قد تحقق بين مستويات( 3S) ومستويات( 3P) وبين مستويات( 2S) ومستويات( 2P). ان الانتقال بين المستوي( 3S) والمستوي( 3P) يكون ضمن الطول الموجي( 3.39 µm) وينبعث الطول الموجي( 632.8 nm) عند الانتقال من المستوي( 3s) الى المستوي( 2p) اما الطول الموجي( 1.15 µm) فهو يتحقق عند الانتقال من المستوي( 2s) الى المستوي( 2p).

ان الطول الموجي (632.8 nm) هو ضمن المدى المرئي حيث يعطي اللون الاحمر القاني اذ يتميز ليزر الهيليوم نيون بهذا اللون وهو شائع الاستعمال.

**مزايا ليزر He-Ne :**

- أكثر اتجاهية وأحادية اللون من ليزر الحالة الصلبة.
- لديها ثبات عالي للتردد.
- يمكن أن يعمل بشكل مستمر دون الحاجة إلى التبريد كما هو الحال في ليزر الياقوت.
- تكلفة منخفضة.

**عيوب ليزر He-Ne:**

- تعد طاقة خرج ليزر He-Ne معتدلة مقارنةً بليزر الحالة الصلبة.
- انخفاض الكفاءة.
- منخفض الربح الليزري.

**تطبيقات ليزر He-Ne:**

- يستخدم ليزر He-Ne في معالجة البيانات.
- يستخدم ليزر He-Ne في التصوير المجسم.
- دراسة أنماط التداخل والحيود.

**<u>الغرض من التجربة</u>** لمعرفة قيم القدرة النسبية الخارجة باستخدام طريقة الضخ الكهربائي حيث تعتبر القدرة هي دالة لموقع الأنبوب الداخلي للمرنان وتيار الأنبوب

**<u>الأجهزة المستخدمة</u>** جهاز ليزر He-Ne , كاشف ضوئي , فولتميتر

**<u>طريقة العمل</u>**

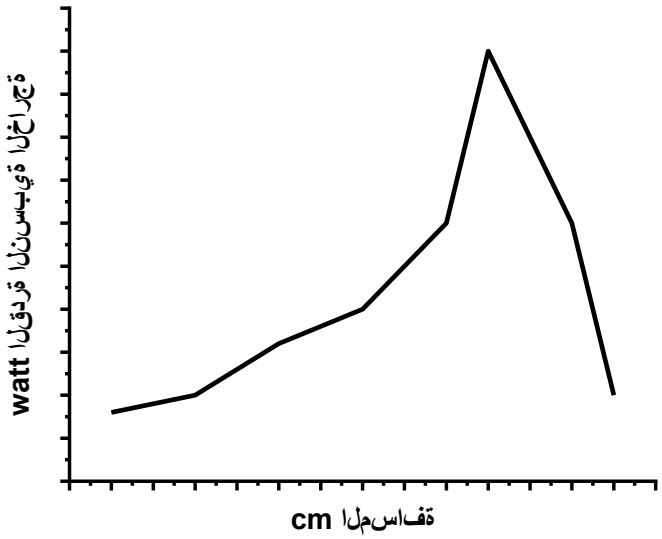
1- يثبت جهاز الليزر على بعد مناسب من كاشف ضوئي يتحرك افقيا على مسطرة مدرجة بحيث نضمن سقوط اشعة الليزر على حافة الكاشف.

2- يحرك الكاشف افقيا امام شعاع الليزر بمسافات صغيرة( 10 cm) ونسجل قيمة الشدة النسبية الخارجة (Watt) عند كل ازاحة ( X) كما في الجدول.

3- يرسم بيانيا بين قيم موضع الكاشف على المحور السيني وقيم الشدة الخارجة على المحور الصادي.

**النتائج والحسابات:**

| القدرة النسبية الخارجة ( watt ) | المسافة ( cm ) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |




**اسئلة المناقشة**

1- هل ان ليزر الهيليوم نيون من منظومات المستويات الرباعية ام الثلاثية؟

2- اذا كانت انتقالات ليزر الهيليوم نيون تنشأ من الانتقال من مستويات النيون فلماذا يستخدم غاز الهيليوم اذا؟

3- كيف يتم الحصول على طول موجي واحد فقط وهو الطول الموجي( 632.8 nm) فقط من خرج ليزر الهيليوم نيون؟

4- ناقش الرسم البياني وبين اعلى قدرة يصل لها؟

# تجربة رقم 2

## ليزر Neodymium - Yttrium Aluminum Garnet (ND –YAG)

ليزر النيوديميوم - ياج : يعد هذا الليزر من أهم أنواع الليزر الموجودة حاليا ، ويتفوق على ليزر الياقوت بكثير من المزايا ، وكلمة الياج هي مختصر لمادة بلورية هي ( Yttrium Aluminum Garnet ) ( Y3 AL G2) و تطعم هذه البلورة بأيونات النيوديميوم ( Nd3 + ) بنسبة ٢,٥% حيث تحل هذه البلورة محل أيونات الاتريوم الموجودة في الياج.

الضوء الصادر عن هذا النوع غير مرئي ويقع ضمن نطاق الموجات تحت الحمراء.

**الغرض من التجربة** لمعرفة قيم القدرة النسبية الخارجة باستخدام طريقة الضخ البصري.

**الأجهزة المستخدمة** جهاز ليزر ( ND- YAG) , كاشف ضوئي , فولتميتر

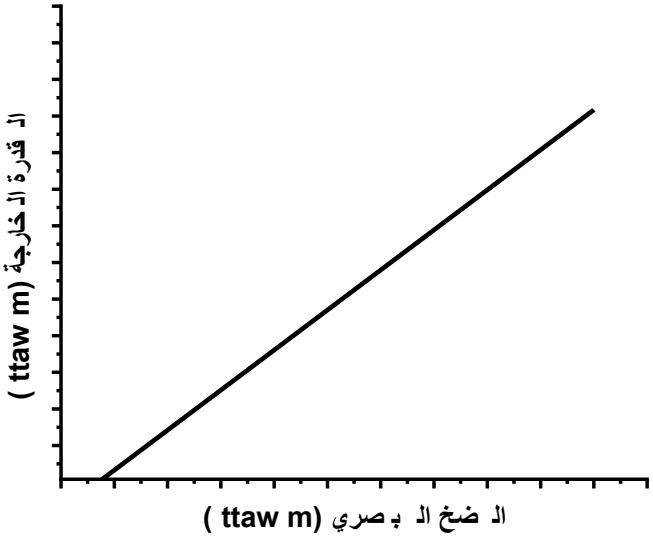
**طريقة العمل**

1. يثبت جهاز الليزر على بعد مناسب من كاشف ضوئي بحيث نضمن سقوط اشعة الليزر على حافة الكاشف.
2. سجل مقدار القدرة الخارجة عند كل قيمة للضخ البصري كما في الجدول.
3. يرسم بيانيا بين مقدار القدرة الخارجة على المحور الصادي وقيمة الضخ البصري على المحوؤ السيني.

**النتائج والحسابات:**

| القدرة الخارجة (m watt ) | الضخ البصري (m watt ) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| | |
|---|---|
| | |

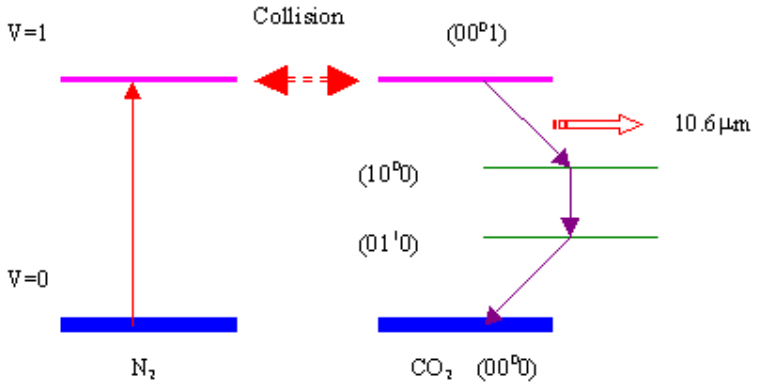



**اسئلة المناقشة**

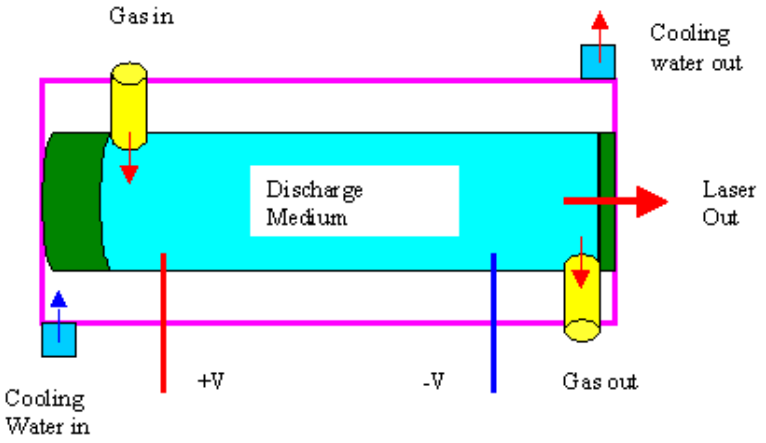
1. ناقش النتائج والرسم البياني.
2. هل ان ليزر النيوديميوم – ياج من منظومات المستويات الرباعية ام الثلاثية؟
3. كم تبلغ قيمة قدرة العتبة في التجربة؟
4. كيف يستدل على ليزر النيوديميوم – ياج؟
5. ما هي اهم استخداماته؟

# تجربة رقم 3 (ليزر ثاني اوكسيد الكاربون Co2)

يعتبر ليزر ثاني أكسيد الكربون من أهم أنواع الليزر الغازية ، بسبب كفاءته العالية التي تبلغ ٣٠٪ وكبر القدرة الناتجة عنه بسبب أن هذا الليزر يصدر إشعاعاً في منطقة الأشعة تحت الحمراء ومنطقة المايكروويف . وبسبب الحرارة العالية الصادرة عن هذا الليزر فإنه يصهر كل شيء يعترضه .




مستويات الطاقة لثاني اكسيد الكربون




مكونات جهاز الليزر لثاني اكسيد الكربون

**الغرض من التجربة** لمعرفة قيم القدرة النسبية الخارجة باستخدام طريقة الضخ الكهربائي.

**الأجهزة المستخدمة** جهاز ليزر ثاني اوكسيد الكاربون Co2 , كاشف ضوئي , فولتميتر

**الجزء العملي**

1.تسليط الإشعاع الساقط على الجهاز لقياس قدرة الأشعة الخارجة.

2.سجل مقدار كفاءة الأشعة الخارجة.

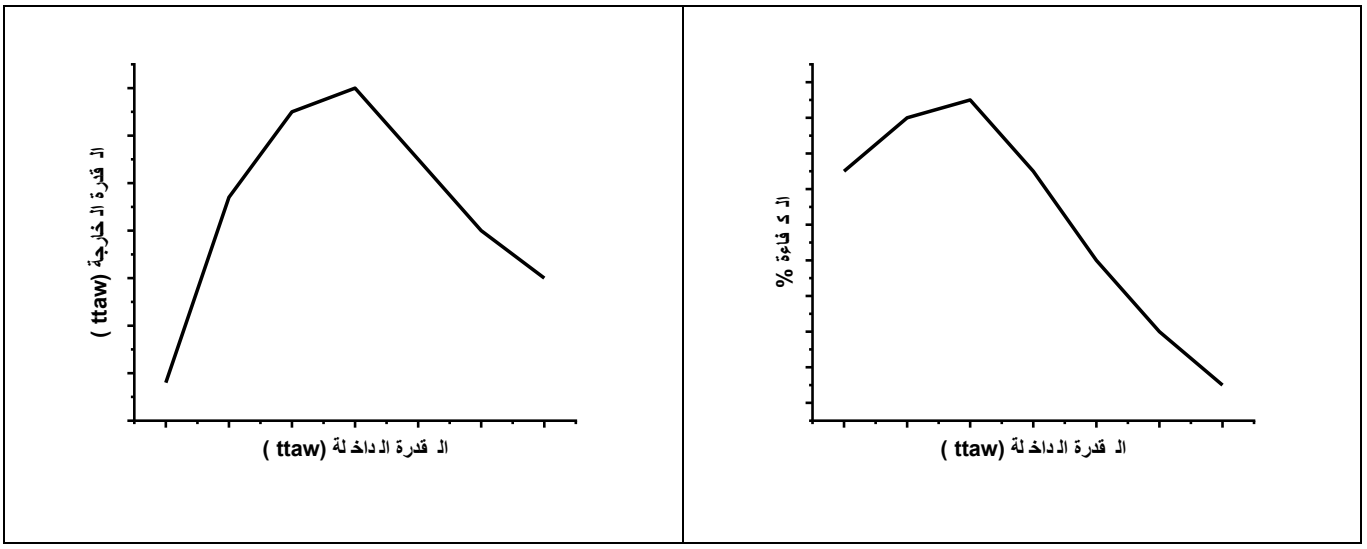
3.ارسم مخطط بياني بين القدرة الداخلة والقدرة الخارجة.

4.ارسم مخطط بياني بين الأشعة الداخلة والكفاءة.

## النتائج والحسابات:

| القدرة الداخلة (watt ) | القدرة الخارجة (watt ) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

| القدرة الداخلة (watt ) | الكفاءة % |
|---|---|
| | |
| | |
| | |




## اسئلة المناقشة

1. ناقش النتائج والرسم البياني.
2. هل ان ليزر ثاني أكسيد الكربون من منظومات المستويات الرباعية ام الثلاثية؟
3. لماذا يسمى ليزر ثاني أكسيد الكربون باشعة الموت؟
4. ما هي العناصر الموجودة في داخل المرنان كوسط مساعد في ليزر ثاني أكسيد الكربون؟