# LECTURE NO.7

## الصمام الثنائي الليزرDiode laser

انه عبارة عن صمام ثنائي ذو الوصلة (p-n) يصدر اشعاعا (موجات كهرومغناطسية) مركزا بنفس التردد عندما يكون منحازا انحياز امامي .اسمه مشتق من

(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

أن أشعة الليزر تعتمد على وسائط صلبة أو سائلة أو غازية كبيرة أو صغيرة

- نبضية أو مستمرة (CW)
- بأطوال موجية متشابه في أي مكان من الأشعة تحت الحمراء البعيدة إلى منطقة الأشعة السينية
- لايستخدم لاغراض الاضاءة

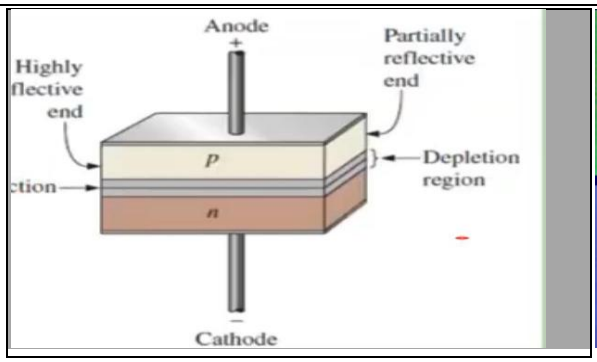
عناصر رئيسية مشتركة لاجهاز الليزر" :
الوسط المادي، مصدر الطاقة، والمرنن

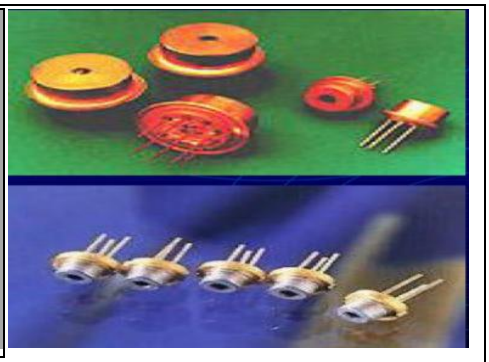
### خصائص الاشعاع الليزري

1. أحادي اللون
2. التشتت في الاشعاع الضوئية يكون معدوماً، كما أنها تكون مركزة دون حاجة لاستخدام عدسات، وقطرها قد يصل إلى أقل من قطر الدبوس، ويمكنها أن تنتقل إلى مسافات طويلة بفقد قليل
3. شدة ا شعاع عاليه ومركزة في حزمة ذات قطر ضيق لا يتجاوز الواحد مليمتر

## تركيب الصمام الثنائي الليزري Diode laser

تستخدم اشباه الموصلات مثل زرنيخيد الغاليوم في صناعة الصمام الثنائي الليزري ويتالف من عدة طبقات



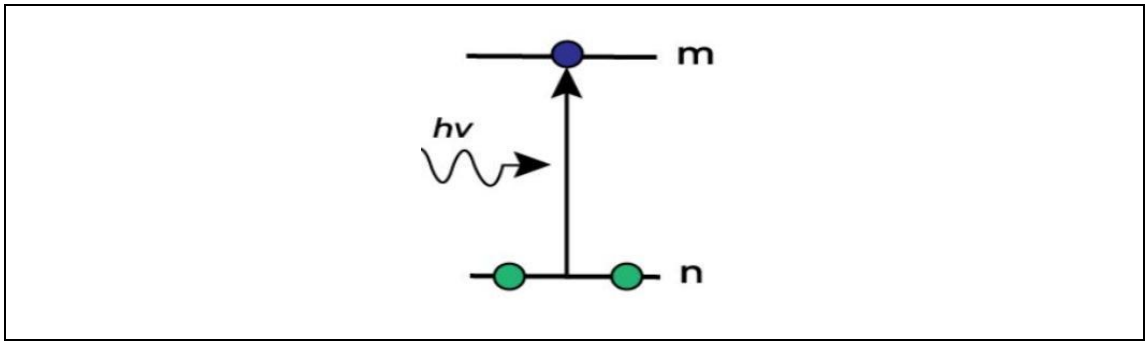



التركيب الداخليDiode laser الشكل الخارجيDiode laser

- يتالف الصمام ثنائي من طبقة رقيقة من الوصلة (p-n) منحازا انحياز امامي تعبر كل من الالكترونات من ( n type) والفجوات من ( p type)عبر الوصلة الثنائية (p-n) وتتحد مع بعضها البعض ينتج عنها اعادة تركيب ويطلق شعاعا على شكل ضوء وكلما زاد الجهد الانحياز الامامي انتج ضوء اقوى
- يحتوي كل طرف من طرفي الصمام الثنائي الليزري على مراتين احدهما عاكسة بالكامل والاخره عاكسة جزيئا حيث تنتقل فوتونات الليزر بين المرآتين ذهابا وإيابا من أجل تضخيمها.
- تربط اطراف الادخال بالالواح معدنية التي تقع بين الطبقات من ( n type) و( p type)

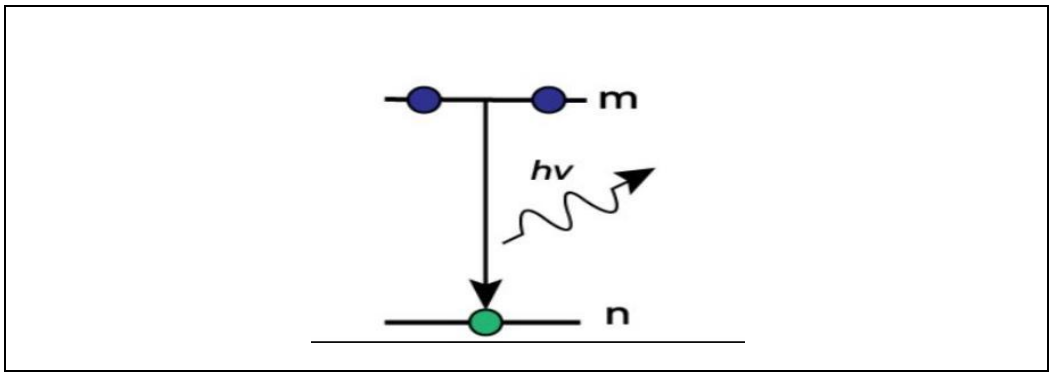
**للحصول على اشعاع الليزري يجب توفر كل من ما يلي :**

- امتصاص : الالكترونات تدور حول النواة في مدارات معينة ويعتمد بعد الالكترون عن النواة على طاقة الالكترون فعند اكتساب الطاقة من المصدر سواء كان (كهربائي او ضوئي) فتزداد طاقة الذرات فتصعد من مستوى طاقة ادنى ( $E_1$) كانت فيها قبل امتصاص الطاقة إلى مستويات طاقة أعلى ($E_2$) . يسمى هذا الانتقال بالامتصاص .كما موضح في الشكل ادناه

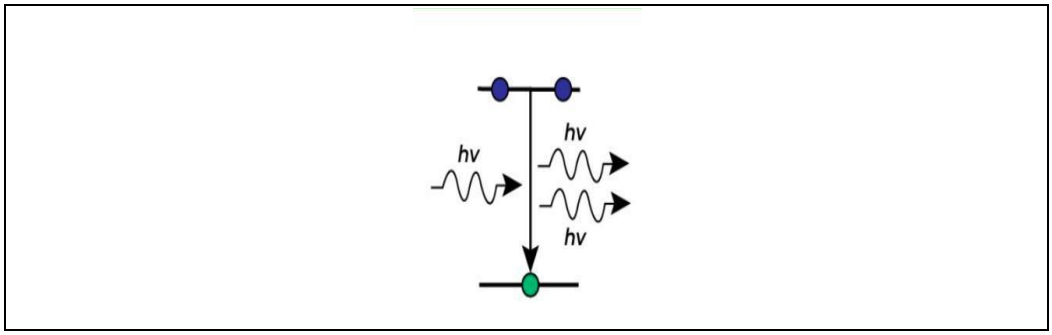



- انبعاث التلقائي : وعندما تكون الذرات في حالة تهيج تكون الالكترونات في مستوى طاقة اعلى تبعث فوتونات للتخلص من الطاقة الزائدة والنزول الى مستوى طاقة ادنى

وهذة العملية تكون عشوائية والفوتونات المنبعثة لاتكون مترابطة مع بعضها البعض اي ليست بنفس الطور. كما موضح في الشكل ادناه




- الانبعاث المحفز : وعند اصطدام فوتون ذو طاقة مساوية للفرق بين مستويين الطاقة مع ذرة في مستوى طاقة اعلى يعمل هذا الفوتون على حث الذرة في انبعاث فوتون اخر يملك نفس طاقة الفوتون الاول فيكون في حالة ترابط الطور معه يحدث هذا تحت ظروف طبيعية اعتيادية ونادر ما يحدث هذا الانبعاث لقلة عدد وجود الذرات في مستوى طاقة عالية تحت هذه الظروف.كما موضح في الشكل ادناه




- **التعداد المعكوس**

ويتطلب انبعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا، أي زيادة اعدادها عن الحالة الطبيعية فيها باستخدام طاقة خارجية مثلاً، وعند مايكون عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أكثر من عدد ا لذرات في مستويات الطا قة الدنيا هذا ما سميناه بالتعداد المعكوس

وتحت هذه الشروط يكون احتمال حدوث الانبعاث المحتث Population.

Inversion

- **التكبير الضوئي** عندما تكون مجموعة من الذرات في وضع متهيج، أي تملك طاقة عليا، فإن انبعاث فوتون مفرد خلال انتقال الذرة إلى مستوى أقل سوف يحث غالبية الذرات الأخرى الموجودة في نفس مستويات الطاقة للانتقال وبعث الطاقة الزائدة على شكل فوتون يسمى الليزر بالليزر النبضي

أما بالنسبة لليزرات التي تنتج إشعاع مستمرفيحتاج ثلاث مستويات الطاقة لإحكام شرط التعداد المعكوس بدلاً من المستويين في حالة الشعاع النبضي.

يتم التعبير عن طاقة الفوتون عادة من حيث (eV) ويمكن حسابة بالعلاقة الرياضية الاتية

$$E(eV) = 12400/\lambda$$

$E(eV)$: تمثل الفرق بين الطاقة المستويين

$\lambda$ :تمثل الطول الموجي

مثال : يعد ليزر ثاني أكسيد الكربون من أقوى أنواع الليزر، حيث يبلغ فرق الطاقة بين مستويي الليزر (eV) 0.117 حدد تردد وطول موجة الإشعاع

الحل :

$$E(eV) = \frac{12400}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{12400}{E(eV)} = \frac{12400}{0.117} = 10.5\mu m$$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.8*10^{8}}{10.5*10^{-6}} = 2.9*10^{13} Hz$$

| LED | Laser diode |
|---|---|
| 1.الضوء العادي ليس أحادي اللون ذو كفاءة منخفضة<br>2. الضوء من مصدر عادي وينتشر في كل الاتجاهات.<br>3. الضوء العادي ليس متماسكا<br>4.ينتقل بمسافات اقل و تشتت اكثر | 1. شعاع الليزر أحادي اللون بدرجة كبيرة.ذو كفاءة عالية<br>2. ينتقل كشعاع متوازي عالي التركيز في اتجاه معين.<br>3 . شعاع الليزر متماسك بدرجة كبيرة.<br>4. .ينتقل بمسافات ابعد و تشتت اقل |

تطبيقاتها

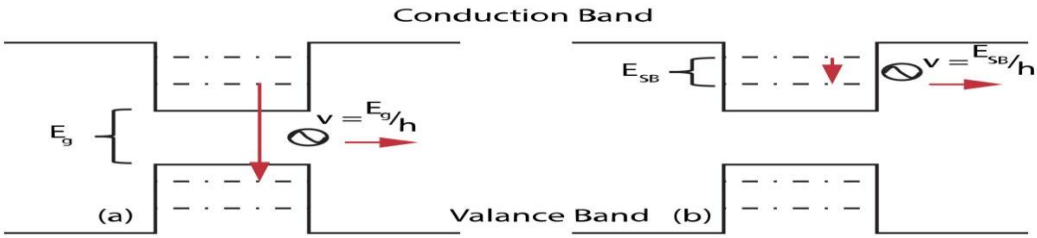
- يستخدم في نطاق واسع في الالتصالات الالياف البصرية
- يستخدم في طابعات الليزر وكتابة الاقراص المضغوطة
- وفي التطبيقات الطبية

## تقنية الليزر الكم المتسلسل

- وهي اجهزة شبه موصلة يـ صدر شعاع تقع ضمن منطقة طيف الأشعة تحت الحمراء المتوسطة والبعيدة من الطيف الكهرومغناطيسي.

تعمل بشكل مختلف عن اجهزة الليزر التقليدية حيث يحدث الانتقالات ضمن النطاقات الفرعية ويختلف من حيث طول موجة الفوتون المنبعث

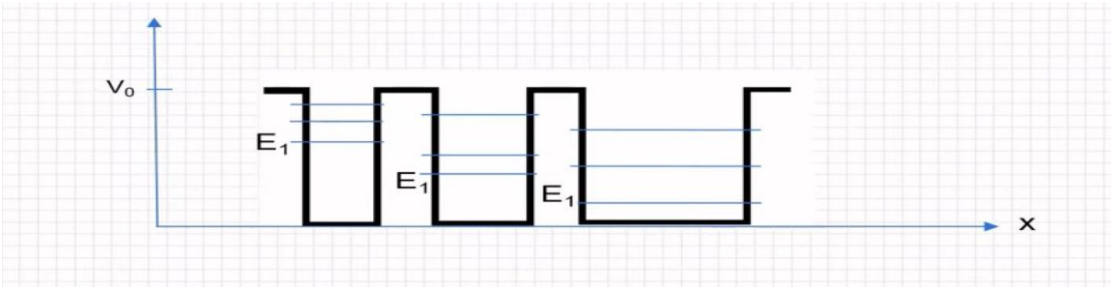
- يمكن للالكترونات الانتقال بين النطاقات الفرعية وتنبعث منها الفوتونات مستمرة



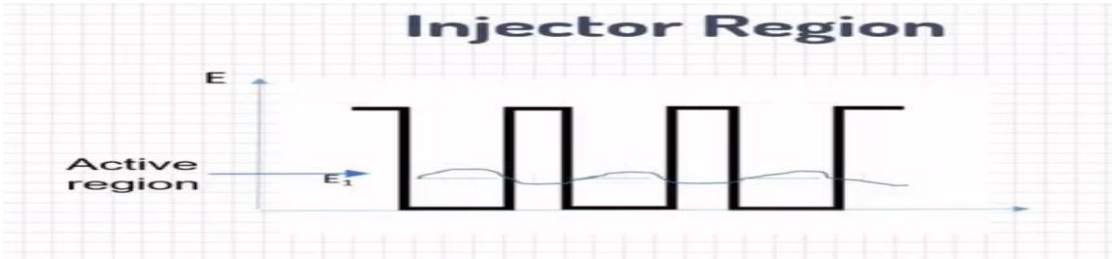

الليزر التقليدي الليزر الكم

- اما في الليزر التقليدي تنتقل الالكترونات من حزمة التوصيل الى حزمة التكافؤ وتتحد مع الفجوات وتنبعت منها فوتون واحد

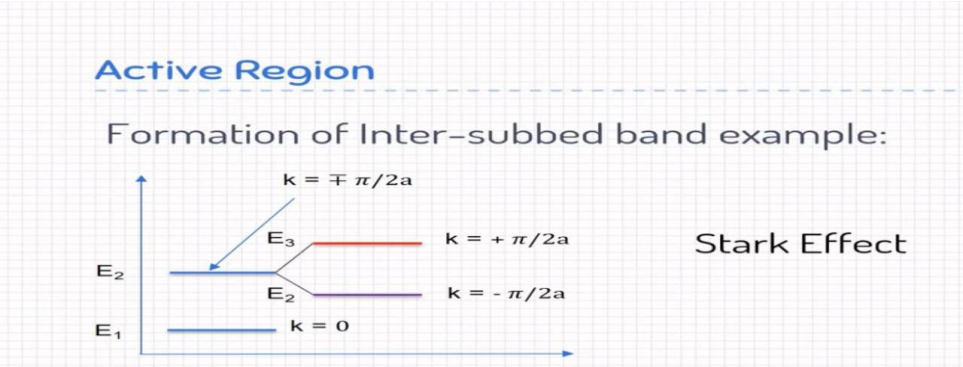
- حيث الهيكل عام مثل الليزر التقليدي حيث تتكون بلورة شبة موصلة من طبقات من مادتين او اكثر تكون بشكل بنية دورية بسمك نانومترات تكون على شكل ابار باحجام مختلفة وهذة الابار الكمية لها حاجز جهد محدود وتوجد الالكترون خارج كل بئر كمي ولها قابلية على الانتقال من بئر الى اخر . كما موضح



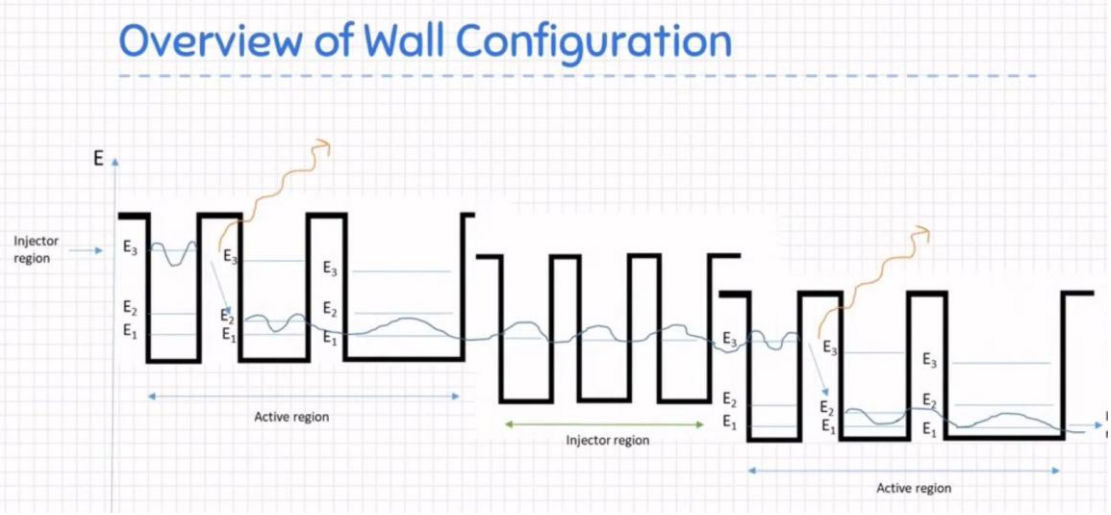

- وان بنية ليزر الكم تكون مقسومه الى منطقة الحاقن والمنطقة النشطة مع تناوب بعضها البعض



- منطقة الحاقن دورها رئيسي في استقبال الالكترون وسماح للالكترون بالانتقال بشكل سلس حيث تعمل كخزان للالكترونات توفر الالكترونات مما يسمح لليزر في نطاق ديناميكي مع الحفاظ الضوئية
- والمنطقة النشطة تسمى بهذا الاسم لان الفوتون يتم اطلاقه هنا وهي تتالف من ثلاثة اباركمية متفرقة تحتوي على حالتين محدودتين من الطاقة وعند تطبيق مجال كهربائي فان مستوى الطاقة الثاني ينقسم الى مستويين للطاقة




ان النطاقات الفرعية تنتقل بينها الالكترونات في بئر كمي واحد ممايؤدي الى اطلاق الفوتونات ولايهم المسار الذي يسلكة الالكترون




من التطبيقات العملية لليزر الكم هو

- استشعار الغاز
- والتشخيصات الطبية