كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء الليزر

المحاضرة : الاولى/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z



يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

# / جهاز الليزر Laser Device /

**مقدّمة:**

جاءت تسمية كلمة LASER من الأحرف الأولى لفكرة عمل الليزر والمتمثّلة في الجملة:

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

وتعني تضخيم الضّوء بوساطة الإصدار المحثوث للإشعاع الكهرطيسي.
وقد تنبّأ بوجود الليزر العالم ألبرت إينشتاين حيث وضع الأساس النظري لعمليّة الإصدار المحثوث وتمّ تصميم أوّل جهاز ليزر في عام 1960 بوساطة العالم T.H.Maiman باستخدام بلورة الياقوت.

**سؤال:** ما هي خصائص ضوء الليزر وبما يختلف عن الضوء العادي؟

1- الضّوء المنبعث أحادي اللون أي أنّ له طول موجي واحد. حيث يحدد الطّول الموجي لون الضّوء النّاتج وطاقته.

2- الضّوء المنبعث من الليزر يكون متزامن أي أن الفوتونات جميعها تملك نفس الطّور ممّا يجعل شدّة الضّوء كبيرة.

3- الضّوء المنبعث له اتجاه واحد حيث يكون شعاع الليزر عبارة عن حزمة من الفوتونات في مسار مستقيم بينما الضّوء العادي يكون مشتّت وينتشر في أنحاء الفراغ.

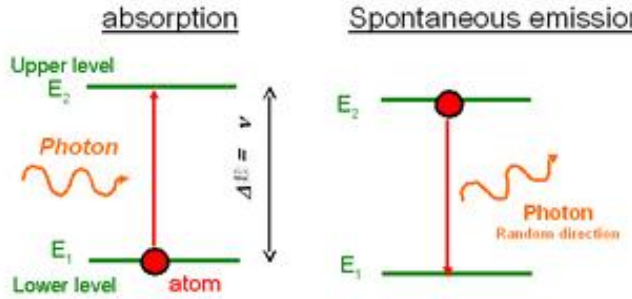
يشير مصطلح التّرابط المكاني والزّماني على أن الأمواج التي تشكّل حزمة الليزر تكون مترابطة في التّواتر والطّور والاستقطاب وهذا ما يميّزها عن الضّوء العادي الذي ينتشر في كافة الاتجاهات.

**الامتصاص والإصدار والإسكان المعكوس:**

<u>الامتصاص:</u>

يمكن للإلكترونات التي تدور حول نواة الذرّة أن تشغل مدارات مختلفة، وعند انتقال الإلكترون من مدار إلى آخر أكثر بعداً عن النّواة يترافق مع تزايد الطّاقة الدّاخلية للذرّة.

يقابل كل مدار طاقة محدّدة، يطلق اسم الحالة الأساسيّة (الأرضيّة) على الحالة التي توافق النّهاية الصّغرى للطّاقة، أمّا الحالات الأخرى ذات الطّاقات التي تزيد عن الحالات الأساسيّة فيطلق عليها اسم الحالات المثارة، والانتقال من الحالة الأساسيّة إلى الحالة المثارة يتم بامتصاص طاقة من خارج الذرّة ويمكن أن تكون هذه الطّاقة حركيّة (تصادم الجسيمات أو الذرّات أو الجزيئات) أو يمكن أن تكون طاقة إشعاعيّة حيث تمتص الذرّة الإشعاع السّاقط عليها.




تعطى طاقة الإشعاع (الفوتون) بالعلاقة $E = h\upsilon$
ويحدث الامتصاص إذا كانت طاقة الإشعاع الوارد تساوي الفارق الطّاقي بين السّوية الأساسيّة $E_1$ والسّوية المثارة $E_2$ :

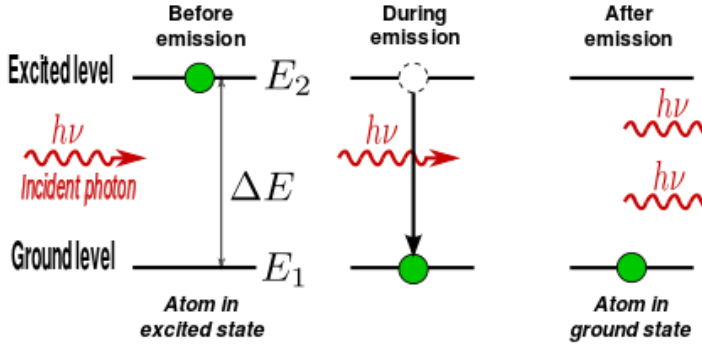
$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\upsilon$$

الإصدار التلقائي:

يمكن للذرّة المثارة أن تفقد تلقائيّاً الطّاقة المكتسبة وذلك بانتقال الإلكترون من السّوية المثارة إلى الأرضيّة ونتيجة لذلك يصدر إشعاع كهرطيسي تعطى طاقته بالعلاقة: $\Delta E = h\upsilon$ وهذا الإصدار لا يحدث في آن واحد عند جميع الذرّات المثارة لأنّه غير مترابط فكل ذرة تصدر الإشعاع بشكل مستقل عن باقي الذرّات.

الإصدار المحثوث:

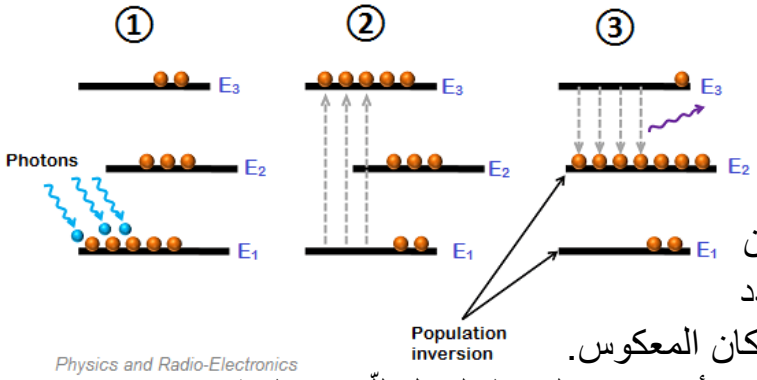
يحدث نتيجة تحرير فوتون من ذرّة معيّنة مثارة لدى انتقالها إلى مستوى طاقي أخفض عند مرور فوتون آخر وهنا يجب ملاحظة أنّ الفوتونات السّاقطة والصّادرة لها نفس الطّور والاتجاه والاستقطاب ولا يوجد أي فارق فيزيائي بينها.




$$E_2 - E_1 = \Delta E = h\nu$$

الانقلاب السكّاني(الإسكان المعكوس):

عند درجة حرارة الوسط المحيط، عمليّاً لا توجد ذرّات في الحالة المثارة أي أنّ عدد الذرّات في الحالة المستقرّة يفوق عدد الذرّات في الحالة المثارة، وبالتّالي إنّ أي إشعاع وارد يكون احتمال تحريضه لإصدار محثوث قريب جدّاً من الصّفر، لأن الإصدار المحثوث يتناسب مع عدد الذرّات في الحالة المثارة على عكس احتمال امتصاص الإشعاع الوارد الذي سيكون كبير جدّاً.




ومن أجل الحصول على إصدار محثوث يجب أن يكون عدد الذرّات في الحالة المثارة أكبر من عدد الذرّات في الحالة المستقرّة أي يجب تحقيق الإسكان المعكوس.

ولتحقيق ذلك يجيب القيام بعملية الضخ Pumping أي تزويد الوسط الفعّال للّيزر بطاقة.

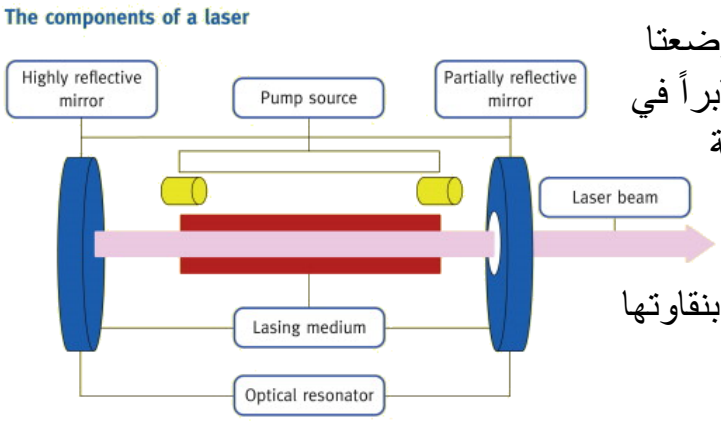
ويتم ذلك بعدّة طرق منها:

1- الضّخ الضّوئي: يستعمل هذا الضخ مع الأوساط الصّلبة والسّائلة حيث يتم امتصاص الضّوء القوي لتنتقل الذرّات إلى الحالة الأعلى، حيث يوضع المصباح الوميضي والوسط الفعّال داخل حجرة جدرانها الدّاخلية عاكسة بشكل جيّد لتسمح بانعكاس ضوء المصباح عدّة مرّات داخلها لكي تحسّن وتزيد كفاءة تشغيل الليزر.

2- الضّخ الكهربائي: يستخدم هذا النّوع في الليزرات الغازية أو ليزرات أنصاف النّواقل حيث في حالة الغازات يتم الضخ بالانفراغ الكهربائي حيث يوضع الغاز بين قطبين كهربائيّين وبتوتّر عالٍ حيث تنتج أيونات وإلكترونات حرّة تتسارع بالمجال الكهربائي لتحصل على طاقة حركيّة إضافيّة تؤهلها لتهييج ذرّات أو جزيئات الغاز.

3- الضّخ الكيميائي: يلاحَظ في بعض التّفاعلات الكيميائيّة ضوء منبعث من المواد المتفاعلة.

## أجزاء الليزر وآلية عمله:




يتكوّن جهاز الليزر من وسط فعّال ومن مرآتين وضعتا بحيث يمكن للضّوء أن يرتد عنهما ذهاباً وإياباً عابراً في كل مرّة الوسط الفعّال، تكون إحدى المرآتين عالية الانعكاسيّة في حين تكون الأخرى عاكسة جزئيّاً لتصدر منها حزمة الليزر.

إنّ الوسط الفعّال في الليزر هو مادّة يمكن التّحكم بنقاوتها وأبعادها وتركيزها وشكلها، يمكن أن تكون هذه المادّة صلبة أو سائلة أو غازيّة أو بلازما.

يمتص الوسط الفعّال الطّاقة المقدّمة له من عملية الضّخ (ولتكن على شكل إشعاع) فتنتقل الذرّات إلى مستويات مثارة وعند الوصول إلى حالة الإسكان المعكوس فإن الفوتونات السّاقطة على الذرّات المثارة تجبرها على النزول إلى حالة أقل إثارة في آن واحد ونتيجة لذلك يتم إصدار مجموعة من الفوتونات لها نفس تواتر الفوتونات السّاقطة وهكذا يتم توليد حزمة من ضوء الليزر.

تساعد المرايا على عكس بعض الفوتونات إلى داخل مادّة الليزر عدّة مرّات لتعمل هذه الفوتونات على حثّ ذرّات مثارة أخرى لتطلق مزيداً من الفوتونات بنفس الطّول الموجي ونفس الطّور.

وهذه هي عمليّة تضخيم الضّوء، كما تصمّم إحدى المرآتين لتكون عاكسيّتها أقل من 100% لتسمح لبعض الفوتونات من الخروج عبرها وهو شعاع الليزر الذي نحصل عليه.

---

## استفسارات وقضايا للبحث:

1- من أنماط تشغيل الليزر المستمر والنّبضي ابحث في ذلك.

2- من تطبيقات الليزر قياس المسافات بدقّة، ما هو نوع الليزر المستخدم وما الآليّة المتّبعة في القياس.

### مسألة:

لدينا نظام ذري ليزري مؤلف من مستويين طاقيين $E_1 = 1.51\ eV$ و $E_2 = 3.4\ eV$ يصدر شعاعًا ليزريًا وحيد اللون، طول موجته $\lambda$ **والمطلوب:**

1- احسب طاقة وطول موجة وتواتر كل فوتون منبعث عن النظام الليزري.

2- احسب عدم تعيين تواتر الفوتون المنبعث $\Delta\nu$ خلال زمن الإثارة $\Delta t = 10^{-8}\ s$

3- احسب عدم تعيين الطول الموجي $\Delta\lambda$ وتأثيره على طيف الإصدار.