كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء الليزر

المحاضرة : الوظيفة 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

استفسارات وقضايا للبحث

أولاً- هو أنماط تشغيل الليزر المستمر والنبضي أحدهما في الأعلى.

أنماط تشغيل الليزر تنقسم إلى نوعين رئيسيين: التشغيل المستمر (CW) والتشغيل النبضي (PW)، ولكل نمط خصائص واستخدامات مختلفة.

1) نمط التشغيل المستمر (Continuous Wave - CW):

الوصف: يصدر الليزر شعاعاً مستمراً وثابتاً من الطاقة بدون انقطاع طوال فترة التشغيل.

الخصائص:

أ- طاقة ثابتة على مدى الزمن.

ب- قدرة حرارية أعلى.

ج- يستخدم في تطبيقات تتطلب طاقة مستمرة ومنتظمة.

أمثلة عن الاستخدامات:

أ- القطع واللحام في الصناعات.

ب- بعض العلاجات الطبية مثل إزالة الشعر بالليزر.

ج- الاتصالات البصرية.

2) نمط التشغيل النبضي (Pulsed Wave - PW):

الوصف: يصدر الليزر الطاقة على شكل نبضات قصيرة جداً تتعاقب زمنياً.

أنواع النبضات:

أ- نانو ثانية: Nanosecond (ns)

ب- بيكو ثانية: Picosecond (ps)

ج- فمتو ثانية: Femtosecond (fs)

الخصائص:

أ- طاقة عالية جداً في كل نبضة.

ب- إمكانية التحكم بالمدة الزمنية لكل نبضة.

ج- تقليل الأثر الحراري مقارنة بالتشغيل المستمر.

أمثلة عن الاستخدامات:

أ- النقش الدقيق والقطع بالليزر.

ب- إزالة الموشوم أو التصبغات بالليزر.

ج- تصنيع الدوائر الإلكترونية الدقيقة.

ثانياً - من تطبيقات الليزر قياس المسافات بدقة، ما هو نوع الليزر المستخدم وما الآلية المتبعة في القياس.

الليزر المستخدم لقياس المسافات بدقة يُعرف غالباً باسم ليزر المسافة (Distance Meter laser) أو Rangefinder، ويعتمد على نوع خاص من الليزر، وهو عادة من الفئة Class 1 أو Class 2، ويستخدم أشعة ليزر حمراء أو غير مرئية (أشعة تحت الحمراء IR) وعادة هو ليزر ديود (Diode Laser)، يعمل بطول موجي في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (مثل $\lambda = 650nm$ أو $\lambda = 850nm$).

الآلية المتبعة في القياس:

تستخدم إحدى الطريقتين الرئيسيتين:

1- طريقة وقت الطيران (Time of Flight - ToF):

أ- يرسل الليزر (جهاز الليزر) نبضة ليزر قصيرة نحو الهدف.

ب- تنعكس النبضة عن السطح وتعود إلى الجهاز.

ج- يُحسب الزمن الذي استغرقته الرحلة ذهاباً وإياباً.

د- بمعرفة سرعة الضوء، يُحسب

$$\text{البعد} = \frac{\text{الزمن} \times \text{سرعة الضوء}}{2}$$

2- طريقة قياس الطور (Shift Phase)

أ- يُرسل شعاع ليزر مستمر ذو تردد معين.

ب- تُقارن التغيرات في طور الموجة بين الإشارة المرسلة والمنعكسة.

ج- تُحسب فرق الطور لتحديد المسافة بدقة أعلى من طريقة ToF.

ميزات الليزر المستخدم:

أ- شعاع ليزر دقيق ورفيع.

ب- مدى طويل (بعض الأجهزة تصل إلى مئات الأمتار).

ج- استهلاك منخفض للطاقة

التجربة الأولى - ليزر

مسألة:

لدينا نظام ذري ليزري مؤلف من سويتي طاقة $E_1 = 1,51\ eV$ و $E_2 = 3,4\ eV$، يصدر شعاع ليزري وحيد اللون طول موجته λ.

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

الحل:

1- طاقة الفوتون ΔE:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 3,4\ eV - 1,51\ eV = 1,89\ eV = 1,89 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\ J$$
$$= 3,03 \cdot 10^{-19}\ J$$ وهي طاقة الفوتون المنبعث

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}\ J.s \cdot 3 \cdot 10^{8}\ m.s^{-1}}{3,03 \cdot 10^{-19}\ J} = 6,56 \cdot 10^{-7}\ m = 656\ nm$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}\ m.s^{-1}}{6,56 \cdot 10^{-7}\ m} = 4,57 \cdot 10^{14}\ s^{-1}$$ وهو تواتر الفوتون المنبعث

2- $$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} \Rightarrow \Delta E \geq \frac{\hbar}{2\,\Delta t} = 5 \cdot 10^{-27}\ J$$

وبالتالي:

$$\Delta\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{5 \cdot 10^{-27}\ J}{6,62 \cdot 10^{-34}\ J.s} = 7,6 \cdot 10^{6}\ s^{-1}$$

حساب عدم تعيين الطول الموجي $\Delta\lambda$.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \Rightarrow \frac{d\lambda}{d\nu} = -\frac{c}{\nu^2} \Rightarrow \frac{\Delta\lambda}{\Delta\nu} = \frac{c}{\nu^2} \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{c}{\nu^2}\Delta\nu$$

$$\Delta\lambda = \frac{3 \cdot 10^{8}\ m.s^{-1} \cdot 7,6 \cdot 10^{6}\ s^{-1}}{(4,57 \cdot 10^{14}\ s^{-1})^2} = 1,1 \cdot 10^{-14}\ m = 11 \cdot 10^{-15}\ m$$
$$= 11\ fm \quad (femtometer - fm),$$

رغم أن هذا الرقم صغير جداً إلا أنه يمثل عرض الخط الطيفي في طيف الإصدار - وكلما كان الزمن الذي تبقى فيه الذرة في الحالة المثارة أقل، كلما زاد عدم التعيين واتسع عرض الخط الطيفي.