

الباب الثالث: خصائص أشعة الليزر

Properties of Laser Radiation

عرض الخط الطيفي للليزر
انفراج الشعاع
ترابط الشعاع
اللمعان
تجميع أشعة الليزر
تبديل معامل – Q
مضاعفة التردد
مزاوجة الطور

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

الترابط Coherence

تعتبر أشعة الليزر أما الأشعة الصادرة من الشمس و أنبوبة الفلورسينت أو مصباح
تعود الدرجة
إلى خاصية الترابط.

لكي تكون الموجه الضوئية مترابطة يجب أن تحقق
الشرطين:

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

الترابط Coherence

شروط الترابط:

1. أن تكون أحادية التردد إلى درجة تقريبية كبيرة جداً.
أي أن الاتساع الطيفي $\Delta\nu$ يجب أن يكون صغيراً.
وعندها يكون الضوء له عالي.
2. جبهة الموجة يجب أن يكون لها شكل ثابت مع الزمن. فإذا تحقق هذا الشرط يقال بأن الضوء له .

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

الترابط الزمني Temporal coherence :

- هذا الترابط يعود إلى العلاقة بين المجال عند نقطة معينة وبين المجال عند نفس النقطة عند فترة زمنية.

$$E(x, y, z, t_1)$$

$$E(x, y, z, t_2)$$

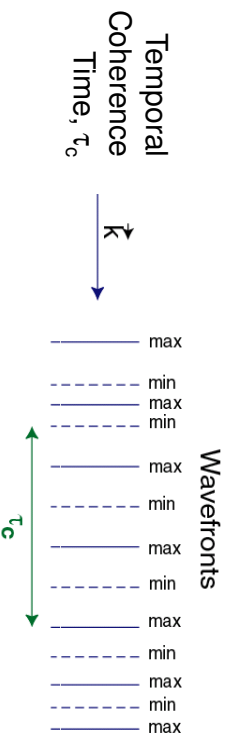
- فإذا كان $E(x, y, z, t_1)$ و $E(x, y, z, t_2)$ خلال تلك الفترة الزمنية فإنه يقال بأن الموجة لها ترابط زمني.
- أما إذا كان $E(x, y, z, t_1)$ و $E(x, y, z, t_2)$ غير مترابطة noncoherence. فإن الموجة تكون غير مترابطة noncoherence.

12/27/2009

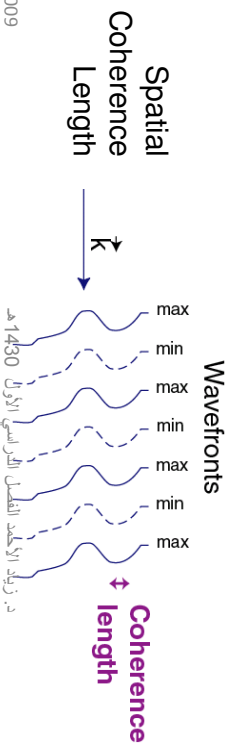
د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

The Temporal Coherence Time and the Spatial Coherence Length

The temporal coherence time is the time the wave-fronts remain equally spaced. That is, the field remains sinusoidal with one wavelength:



The spatial coherence length is the distance over which the beam wave-fronts remain flat:

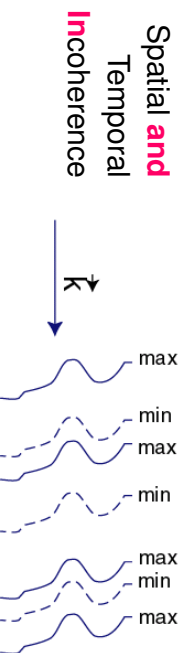
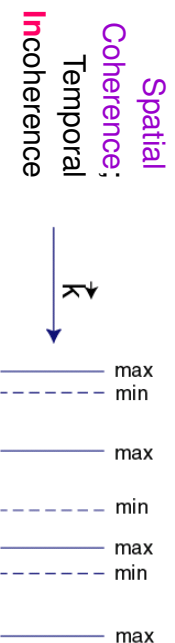
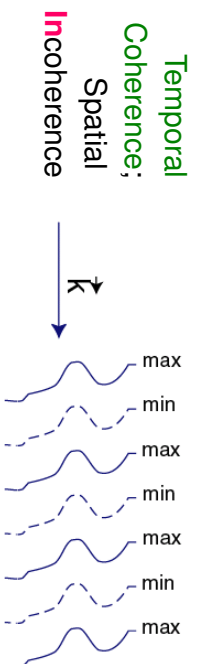
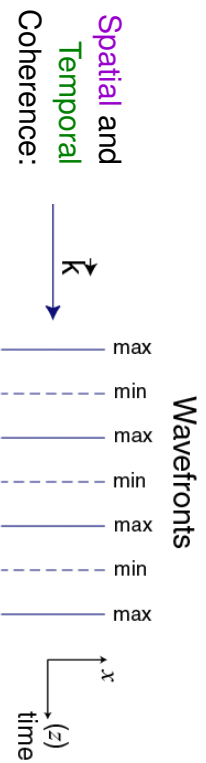


Since there are two transverse dimensions, we can define a coherence area.

12/27/2009

Spatial and Temporal Coherence

Beams can be coherent or only partially coherent (indeed, even incoherent) in both space and time.



12/27/2009

Dr. Zaid Al-Ahmed Al-Faisal Al-Rasheed 1430 H

The coherence time is the reciprocal of the bandwidth.

The coherence time is given by:

where $\Delta\nu$ is the light bandwidth (the width of the spectrum).
 L_c is coherence length.

Sunlight is temporally very incoherent because its bandwidth is very large (the entire visible spectrum).

Lasers can have coherence times as long as about a second, which is amazing; that's $>10^{14}$ cycles!

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

- مثال: ماهو طول الترابط لليزر الهيليوم – نيون إذا كان عرض الخط الطيفي 1500MHz و 1MHz؟ أيهما أكبر؟

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

اللمعان Brightness

القدرة المنبعثة لكل وحدة مساحة لكل وحدة زاوية
مجسمة.

وحدة اللمعان في نظام SI :
 $W.m^{-2}.sr^{-1}$

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

- مثال: ليزر He-Ne ذو قدرة $P=3mW$ وبانفراج للشمع مقداره $5.2 \times 10^{-5} rad$. ماهو اللمعان لهذا الشعاع؟
- الزاوية المجسمة :

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

خصائص تجميع أشعة الليزر

Focusing Properties of Laser Radiation

يمكن وضع عدسة مجمعة مناسبة في طريق الشعاع المنفرج فينتج عن ذلك شعاعاً مجتمعاً عند مسافة تساوي تقريباً f (البعد البؤري للعدسة) من العدسة. فإذا كان W_1 نصف قطر الشعاع عند العدسة فإن:

حيث r_s نصف قطر الشعاع المجمع.

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

فإن نصف قطر الشعاع المجمع يعطى بالعلاقة:
وإذا افترضنا أن الضوء يملأ فتحة العدسة فإن:

عدد F للعدسة.

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفصل الدراسي الأول 1430 هـ

Example:

A beam from an argon laser has a diameter of 1.0 mm, and is focused by a 10 cm focal length lens with diameter 2.5cm. Determine the spot size at the focus of the lens. Repeat the calculation if the beam is first expanded to fill the entire lens area. The wavelength of the light is 514.5nm.

12/27/2009

د. زياد الأحمد الفحل الدراسي الأول 1430 هـ