كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء الليزر

المحاضرة : السابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

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

• القسم: الفيزياء • المحاضرة (7) نظري

• السنة: الرابعة

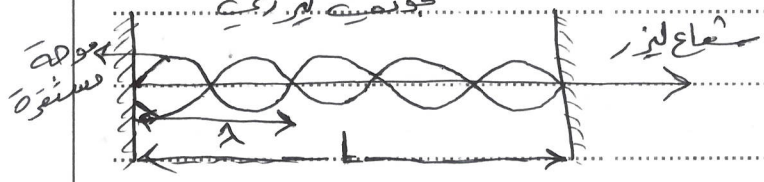
• المادة فيزياء الليزر

أنماط الليزر laser Modes

تقسم أنماط الليزر إلى نوعين:

* النوع الأول: الأنماط الطولية longimulatid Modes:

هي الأنماط الموجية الناتجة عن تراكب الأمواج الضوئية المنتشرة ذهاباً وإياباً بين مرآتي التجويف الليزري الذي طوله L والذي يحقق شرط البرين (التعاوب) على طول المحور البصري للتجويف كما بالشكل:



وشرط البرين (التعاوب) داخل التجويف البصري الليزري هو أن يكون طول التجويف L مساوياً عدداً صحيحاً "q" من نصف طول الموجة $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ أي $L = q\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ ... ①

من العلاقة ① نحصل على مايسمى تواتر البرين داخل التجويف الليزري

نعلم أن $\lambda\nu = c \Leftarrow \nu = \frac{c}{\lambda} \Leftarrow \lambda = \frac{c}{\nu}$

بتعويض ① $\Leftarrow L = q\left(\frac{c}{2\nu}\right)$

$$\Rightarrow \nu = \frac{qc}{2L}$$

وهذا أن هذه العلاقة تربط بعدد الصحيح (q) لذلك نكتب بالشكل التالي

$$\nu_q = \frac{qc}{2L} \quad \text{...②}$$ لحفظ

وهي عبارة عن تردد تواتر نمط الموجة (q)

حيث q عدد صحيح $q = 1, 2, 3, \ldots$

تردد الموجة (النمط) الأول الطولي $\nu_1 = \frac{c}{2L}$

تردد الموجة الطولي الثاني $\nu_2 = \frac{2c}{2L} = \frac{c}{L}$

تردد الموجة الطولي الخامس $\nu_5 = \frac{5c}{2L}$ ... وهكذا

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* تباعد المودات الطولية :

يقصد بتباعد المودات هو البعد في الليزر بالمسافة الترددية الفاصلة بين مودين متتالين وحسب كما يلي

$$\Delta\nu = \nu_{q+1} - \nu_q = \frac{(q+1)c}{2L} - \frac{qc}{2L}$$

$$= \frac{qc}{2L} + \frac{c}{2L} - \frac{qc}{2L} = \frac{c}{2L}$$

حيث : من ③ $\Delta\nu = \frac{c}{2L}$

• ملاحظة هامة :

المادة الفعالة لليزر قد تكون غازية أو صلبة أو سائلة أو بلازما وبالتالي فإن سرعة الضوء (c) تتغير حسب قرينة انكسار المادة الفعالة (n) أي أن سرعة الضوء في الغازات تختلف عن سرعته داخل الأجسام الصلبة .

• ونعلم أن قرينة الانكسار تعطى بالعلاقة التالية $n = \frac{c}{v}$

$$\Rightarrow v = \frac{c}{n} \quad \cdots ④$$

لذلك يجب أن نستبدل بالعلاقة ② و ③ سرعة الضوء في الخلاء بسرعة في المادة و نعيد العلاقة ② كما يلي

تحديد الخط q : من العلاقة ⑤ $\nu_q = \frac{qc}{2nL}$ ⋯ ⑤

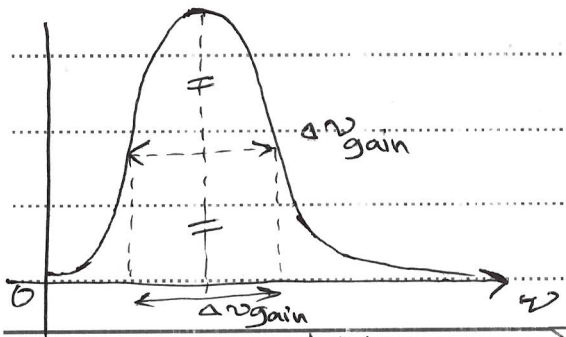
نعوض العلاقة ④ في ③ أي $c \to v$

$$③ \Rightarrow \Delta\nu = \frac{c}{2nL} \quad \cdots ⑥$$

تباعد المودات في الليزر

• عدد المودات الطولية هو عدد نطاقات أو الخط الطيفي الليزري أي هو نظام التددات الناتجة .

الخط الطيفي لليزر يأخذ الشكل المجاور :



الخط الطيفي لليزر

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

عرض الخط الطيفي الليزري هو الفرق البصري الليزري هو المسافة الترددية $\Delta\nu_{gain}$ التي يتم تضخيم عرض الوسط الليزري والمقدار $\Delta\nu_{gain}$ هو المسافة الترددية لعرض الخط الطيفي عند منتصف شدته.

ويعطى عدد المودات الطولية الناتجة من التجويف الليزري بالعلاقة:

$$N = \frac{\Delta\nu_{gain}}{\Delta\nu} = \frac{\Delta\nu_{gain}}{\frac{c}{2nL}} \Rightarrow N = \frac{2nL\,\Delta\nu_{gain}}{c} \quad \dots (7)$$

$\Delta\nu_{gain}$: يعطى هذا التردد الذي يتم تضخيمه في الليزر في ظروف المسائل.

ملاحظة:

إذا كان الليزر يستخدم تجويف ليزري ممتلئ انكساره قريبة من (1) كليزر (He:Ne)

فإن قرينة انكساره $n = 1.000005 \approx 1$

ملاحظة هامة:

يقصد بالتردد المركزي لليزر بالتردد الناتج عن الطول الموجي الأساسي لليزر.

مثال: الطول الموجي لليزر (He-Ne) هو $\lambda_o = 632.8\,nm$

وبالتالي التردد المركزي لليزري (He-Ne) هو $\nu_o = \frac{c}{\lambda_o}$

* النوع الثاني: المودات العرضية (Transverse Elctro-Magnatic Mode)

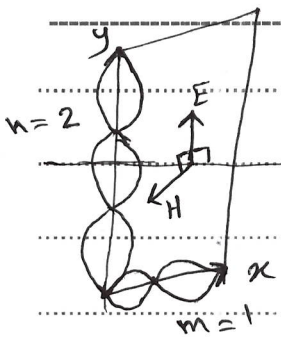
هي المودات (الأنماط) الناتجة عن التوزع المكاني لشعاع الليزر من المقطع العرضي لهذا الشعاع وعلى عادة يتم رصدها ونقاطها مظلمة في المستوي (x,y) المتعامد مع شعاع الليزر وهذه الأنماط ناتجة عن تشكيلات الحقل الكهربائي والمغناطيسي المتعامدان مع اتجاه انتشار شعاع الليزر ويرمز للنمط العرضي بالرمز TEM$_{mn}$

حيث m: عدد العقد المتشكلة وفق المحور x

n: عدد العقد المتشكلة وفق المحور y.

(شعاع الليزر اسطواني الشكل دائماً)

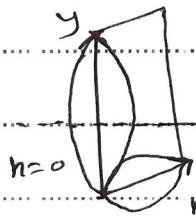
TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



شعاع الليزر

TME_{12}

مقطع عرضي لشعاع الليزر



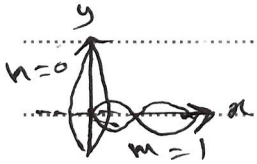
شعاع الليزر

TEM_{00}

① المقطع العرضي TEM_{00} يسمى بالمود الأساسي لليزر وهو عبارة عن نقطة ضوئية دائرية الشكل وتعبر عن أي مقطع من الحزمة الليزرية وهي أهم نمط (مود) في جميع أنواع الليزرات المعروفة حتى الآن.

نقطة ضوئية

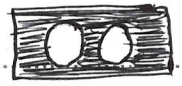
وفي الشكل الواقعي يتصور مقطع الحزمة الليزرية



ومرمز لها بالرمز O.

② المود العرضي TEM_{10} : $n=0$ ، $m=1$

الشكل الواقعي



مرمز لها بالرمز

③ المود العرضي TEM_{20} $n=0$ ، $m=2$

الشكل الواقعي :

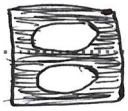
مرمز لها بالرمز

وهكذا...

لدينا أيضاً: ① المود العرضي TEM_{01} حيث $n=1$ ، $m=0$

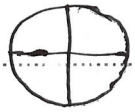
مرمز له بالرمز

الشكل الواقعي

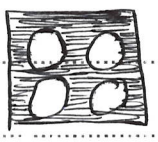


وعلى سبيل المثال TEM_{11} حيث $n=1$ ، $m=1$

مرمز له بالرمز



الشكل الواقعي



4 بقع مضيئة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

الأنماط العرضية تتعلق بعوامل متعددة في الليزر نذكر منها :

① شكل التجويف الليزري

② حجم التجويف الليزري

③ أنواع المرايا المستخدمة في التجويف الليزري .

④ المادة الفعالة المستخدمة في الليزر

⑤ زوايا الانعكاس والتداخل من التجويف الليزري .

⑥ قرينة انكسار التجويف الليزري

وبالتالي لا توجد علاقة نظرية تحدد عدد المودات العرضية لليزر

ملاحظة : ما انطبق على المودات الطولية لا ينطبق دائماً على العرضية .

ملاحظة هامة :

عدد البقع الضوئية N لأي مود عرضي يعطى بالعلاقة :

$$N = (m+1)(n+1)$$ حفظ

أمثلة :

① عدد البقع الضوئية في المود العرضي TEM_{00}

$N = (0+1)(0+1) = 1$

② عدد البقع الضوئية في المود العرضي TEM_{10}

$N = (1+1)(0+1) = 2$

③ عدد البقع الضوئية في المود العرضي TEM_{54}

$N = (5+1)(4+1) = 30$

— انتهت المحاضرة —

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة