كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء الليزر

المحاضرة : الثانية/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

الانفراج الزاوي لحزمة الليزر

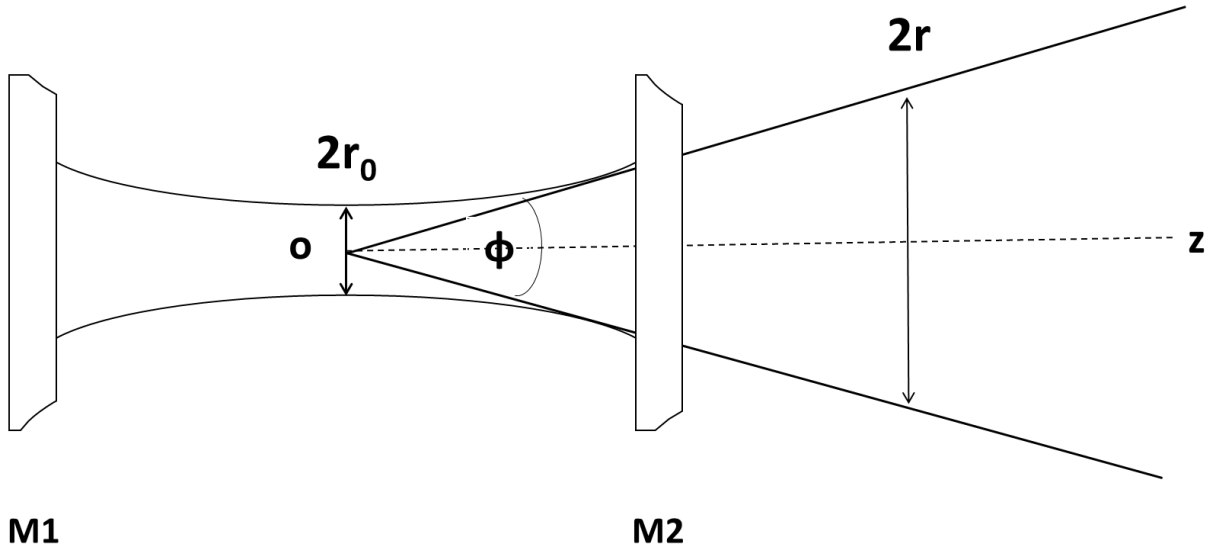
الغاية من التجربة: قياس زاوية الانفراج لحزمة ليزر هليوم – نيون

مقدمة نظرية:

يعتبر الليزر من أهم المنابع الضّوئيّة من حيث الاتّجاهيّة العالية حيث يمكن أن ينتقل إلى مسافات بعيدة جدّاً دون أن يحصل لحزمته توسّع كبير في القطر، والسّبب في ذلك يعود إلى أنّ الاهتزاز الكهرطيسي محصور بين مرآتين صغيرتين ويمرّ ضمن عمود المادّة الفعّالة الرّفيع جدّاً فيحدث لفوتوناته نوع من التّوازي والتّرابط وتزداد هذه الصّفة مع زيادة عدد الانعكاسات على مرآتي الليزر وهذه الخاصيّة تجعل شعاع الليزر ينتشر إلى عدّة كيلومترات بانفراج زاوي صغير جدّاً.

ويعرّف الانفراج الزّاوي للحزمة اللّيزرية بالزّاوية الكليّة للانتشار ϕ والتّي تساوي ضعف الزّاوية التّي يصنعها الشّعاع الأكثر بعداً عن مركز الحزمة مع محورها. الشكل (1)

يعرّف نصف قطر الحزمة الليزرية r أنّه المسافة بين مركز البقعة الضّوئيّة الدّائريّة (النّاتجة عن مقطع عرضي لشعاع الليزر والتّي تكون شدّة الإشعاع أعظم ما يمكن)، والنّقطة التّي تنخفض عندها شدّة الإشعاع بمقدار e^2 مرّة. إنّ قطر حزمة اللّيزر ليس ثابا بل يتغيّر على طول انتشار الحزمة اللّيزريّة وفق المحور oz ويمرّ بقيمة صغرى $2r_0$ عند مركز المرنان كما يوضح الشكل (1).



الشكل (1): شكل الحزمة اللّيزريّة داخل وخارج المرنان المؤلّف من مرآتين مقعّرتين.

r_0: نصف قطر دائرة العنق(خصر الحزمة).
r: نصف قطر حزمة اللّيزر عند مسافة معيّنة.
ϕ: زاوية انفراج الحزمة.
M1,M2: مرآتين مقعّرتين (المرنان).

تختلف زاوية انفراج حزمة الليزر من جهاز إلى آخر حيث أنّها تعتمد على الشّكل الهندسي لتجويف المرنان وكذلك على الطّول الموجي وبشكل عام تعطى زاوية الانفراج بالعلاقة التّالية:

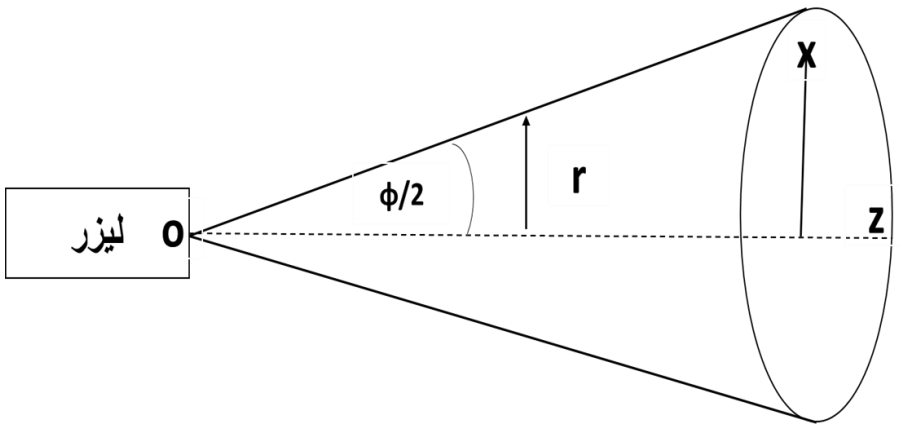
$$\emptyset = \frac{2\lambda}{\pi r_0} \qquad (1)$$

λ: طول موجة الليزر.

من أجل نقطة تبعد عن محور انتشار الليزر مسافة x كما في الشكل (2)، فان شدة اشعاع الليزر تعطى بالصيغة التالية:

$$I = I_0 e^{\frac{-2x^2}{r^2}} \qquad (2)$$

حيث أن:
I_0: الشدة العظمة للإشعاع (الليزر) عند نقطة تقع على محوره.



الشكل (2): انتشار حزمة الليزر على طول المحور oz.

من أجل $x=r$ فان شدة الاشعاع تساوي:

$$I = I_0 e^{-2} \Longrightarrow \quad \frac{I_0}{I} = e^2 \qquad (3)$$

خطوات العمل:

يمكن الاستفادة من العلاقة (2) في تحديد نصف قطر حزمة الليزر:

1 نضع الخلية الضوئية بشكل عامودي تماما على محور انتشار حزمة الليزر.

2- نحدد الشدة العظمة للشعاع عند نقطة تقع على محوره .

3- نزيح الخلية الضوئية حتى نصل الى نقطة تكون فيها شدة الليزر أخفض بمقدار e^2 من الشدة العظمة.

فتكون المسافة بين النقطتين التي ازيحت بينهما الخلية الضوئية هي نصف قطر حزمة الليزر.

النتائج:

بعد أن قمنا بقياس قطر حزمة الليزر r عند مسافات مختلفة z من منبع الليزر حصلنا على النتائج التالية:

المسافة z (cm)	80	160	240	320
قطر 2r mm	3	4	5	6

1. ارسم العلاقة $f(z) = 2r$، ثم احسب الميل وماذا تستنتج ؟

2. احسب r_0 من **العلاقة النظرية 1** ، بعد أن تحسب $\emptyset$ من العلاقة: $\frac{\emptyset}{2} = \frac{r}{z}$

علما ان طول موجة الليزر $\lambda = 632.8\ nm$

مسألة:

يُصدر ليزر $He - Ne$ (الهيليوم-نيون) ضوءًا بطولٍ موجيٍّ $\lambda = 632.8\ nm$. إذا كان قُطر الحزمة الليزرية عند فتحة الليزر $d = 1\ mm$، فاحسب زاوية الانفراج الزاوي 2θ $(divergence\ angle)$ للشعاع الليزري في الفضاء البعيد.