كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء الليزر

المحاضرة : الرابعة/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

مداخل مايكلسون

هدف التجربة:

- ✓ تركيب مداخل مايكلسون.
- ✓ ملاحظة نموذج التداخل.
- ✓ حساب طول موجة الهليوم نيون ليزر.

المبدأ النظري:

إن مقياس التداخل هو أداة دقيقة وحساسة تُستخدم على سبيل المثال لتحديد التغير في الأطوال، قرائن الانكسار، والأطوال الموجية.

مداخل مايكلسون ينتمي إلى عائلة **المداخلات ذوات الحزمتين** والتي تعمل على المبدأ التالي:

إذا كان لدينا حزمة ضوئية صادرة عن منبع مترابط فتستطيع أن نقسم هذه الحزمة إلى حزمتين ضوئيتين بواسطة عناصر ضوئية، هذه الحزم الضوئية الجزئية تسلك مسارات ضوئية مختلفة ومن ثم تعكس على بعضها وتوجه إلى عنصر ضوئي آخر حيث تتراكب وتتطابق ونحصل على نموذج تداخل.

إذا تغير طول مسار إحدى الحزمتين (والذي هو حاصل ضرب قرينة الانكسار بالمسار الهندسي الضوئي) يسبب تغيراً في الطور بالمقارنة مع الحزمة الأخرى التي لم تعانِ أية تغير، وهذا بدوره يسبب تغيراً في نموذج التداخل. وهذا ما يسمح لنا باستنتاج أن التغيرات ستحدث إما بسبب قرينة الانكسار أو بسبب المسار الضوئي وذلك حين تبقى كافة العوامل الأخرى ثابتة. وهذا يعني أنه، عندما تبقى قرينة الانكسار ثابتة فإننا نستطيع أن نحدد الفروق في المسار الضوئي فمثلاً يمكن حساب التغير في أبعاد المادة الناشئ من الحرارة أو تأثيرات الحقلين الكهربائي أو المغناطيسي.

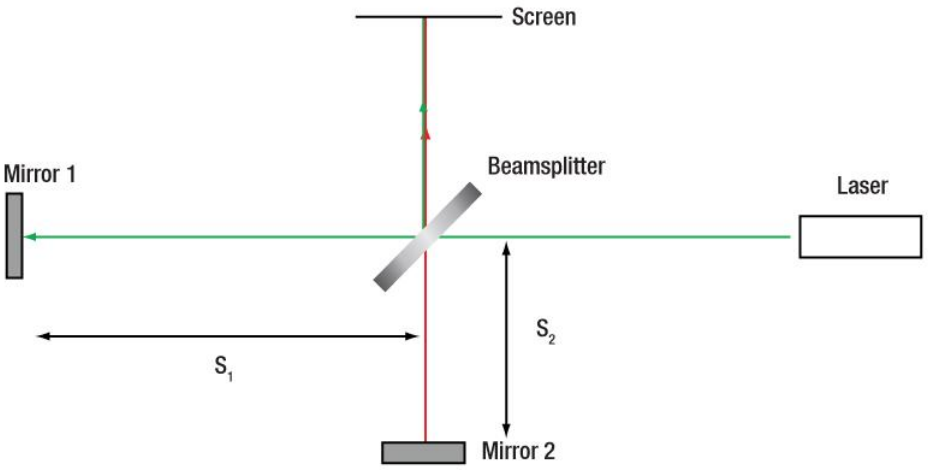
من جهة أخرى إذا كان الطريق الضوئي الهندسي ثابتاً فنستطيع تحديد قرائن الانكسار والمقادير والعوامل ذات التأثير على قرائن الانكسار مثل التغيرات في **الضغط أو الحرارة أو الكثافة**.

من أجل قياس طول موجة ضوء الليزر تُزاح إحدى المرآتين المستويتين بمسافة قابلة للقياس بدقة باستعمال تقنية ضبط دقيقة. إزاحة المرآة سيؤدي إلى تغير في الطريق الضوئي لإحدى الحزمتين الجزئيتين. خلال عملية الإزاحة، أهداب التداخل تتحرك على طول شاشة المراقبة. لحساب طول الموجة يمكن حساب عدد الأهداب المضيئة والمظلمة المارة من نقطة ثابتة على الشاشة أثناء تحريك إحدى المرآتين.

يُعد مداخل مايكلسون أداة قياس عالية الحساسية لدراسة تأثير الاهتزازات الميكانيكية والاضطرابات الهوائية على المسار الضوئي، حيث تؤدي هذه التأثيرات إلى تغيرات في أهداب التداخل. كما يُستخدم في الكشف عن مصادر التشويش البصري وتحليلها، خاصة في التطبيقات الدقيقة مثل الهولوغرامات.

تُعطى عبارة حساب الطول الموجي لليزر المستخدم وفق تداخل مايكلسون بالعلاقة:

$$\lambda = \frac{2\,\Delta S}{Z}$$



الجزء العملي لتجربة Michelson Interferometer

1- الأجهزة المستخدمة(Apparatus)

- ليزر هيليوم-نيون He-Ne Laser
- مداخل مايكلسون (مرآتان + مرآة نصف شفافة)
- ميكرومتر دقيق (لتحريك المرآة)
- شاشة لرصد الأهداب
- عدسة مجمِّعة (اختياري لتحسين النمط)

2- خطوات إجراء التجربة(Procedure)

أولاً: ضبط الجهاز

- يتم تشغيل الليزر وتوجيهه نحو المرآة نصف الشفافة .
- تُضبط المرآتان بحيث تتراكب الحزمتان الضوئيتان على الشاشة .
- يتم الحصول على نمط تداخل دائري (أهداب متحدة المركز كما في الصورة) .

ثانياً: تحسين نمط التداخل

- ✓ باستخدام أداة ضبط المرآة (Adjust Mirror) يتم الحصول على أهداب واضحة ومستقرة .
- ✓ يجب أن تكون الأهداب دائرية ومتماثلة .

ثالثاً: إجراء القياس

- ➢ يتم تحريك إحدى المرآتين باستخدام الميكرومتر بمقدار معلوم ΔS.
- ➢ أثناء الحركة، يتم **عد عدد الأهداب** Z التي تمر عبر نقطة ثابتة على الشاشة.

الجزء العملي:

من أجل تحديد الطول الموجي لليزر باستخدام مداخل مايكلسون Michelson Interferometer، تم تحريك المرآة المتحركة بواسطة الميكرومتر. أثناء تحريك المرآة، تم عدّ عدد أهداب التداخل Z التي تمر عبر نقطة مرجعية ثابتة على الشاشة.

تم تسجيل القيم المقاسة لعدد الأهداب Z كما هو موضح في الجدول التالي:

الإزاحة $\Delta S\ (mm)$	عدد الأهداب Z	$\Delta S\ (\mu m)$	$\lambda = \frac{2\ \Delta S}{Z}$ (μm)	$\lambda(nm)$	$\bar{\lambda}(nm)$
0.02	63				
0.04	126				
0.06	189				
0.08	252				
0.10	316				

المطلوب:

1- أكمل الجدول السابق.
2- ارسم $Z = f(\Delta S)$.
3- احسب الخطأ النسبي والنسبي المئوي والمطلق والقيمة الفعلية المرتكب في قياس ΔS علماً أن $\Delta\lambda = 0.05\ m$.
4- ابحث عن هذه القيمة التي حصلت عليها $\bar{\lambda}(nm)$ لأي ليزر عائدة.

انتهت المحاضرة