جامعة طيبة
TAIBAH UNIVERSITY

التداخل عند مرآة فرينل: قياس الطول الموجي لضوء الليزر

دليل تجريبي ونظري

NotebookLM

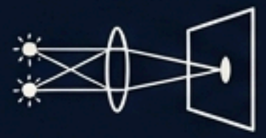
أهداف التجربة: من الظاهرة إلى القياس الدقيق

تم تصميم هذه التجربة لإرشادك خلال تحقيق علمي كامل. أهدافنا هي:

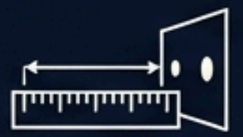
توليد مصدرين ضوئيين مترابطين: عن طريق انعكاس مصدر ضوئي نقطي على مرآة فرينل.

رصد نمط التداخل: ملاحظة التداخل الناتج عن المصدرين الضوئيين الافتراضيين.

قياس أبعاد نمط التداخل: قياس المسافة d بين أهداب التداخل.



إسقاط المصادر الافتراضية: توليد صور مسقطة للمصادر الضوئية الافتراضية.



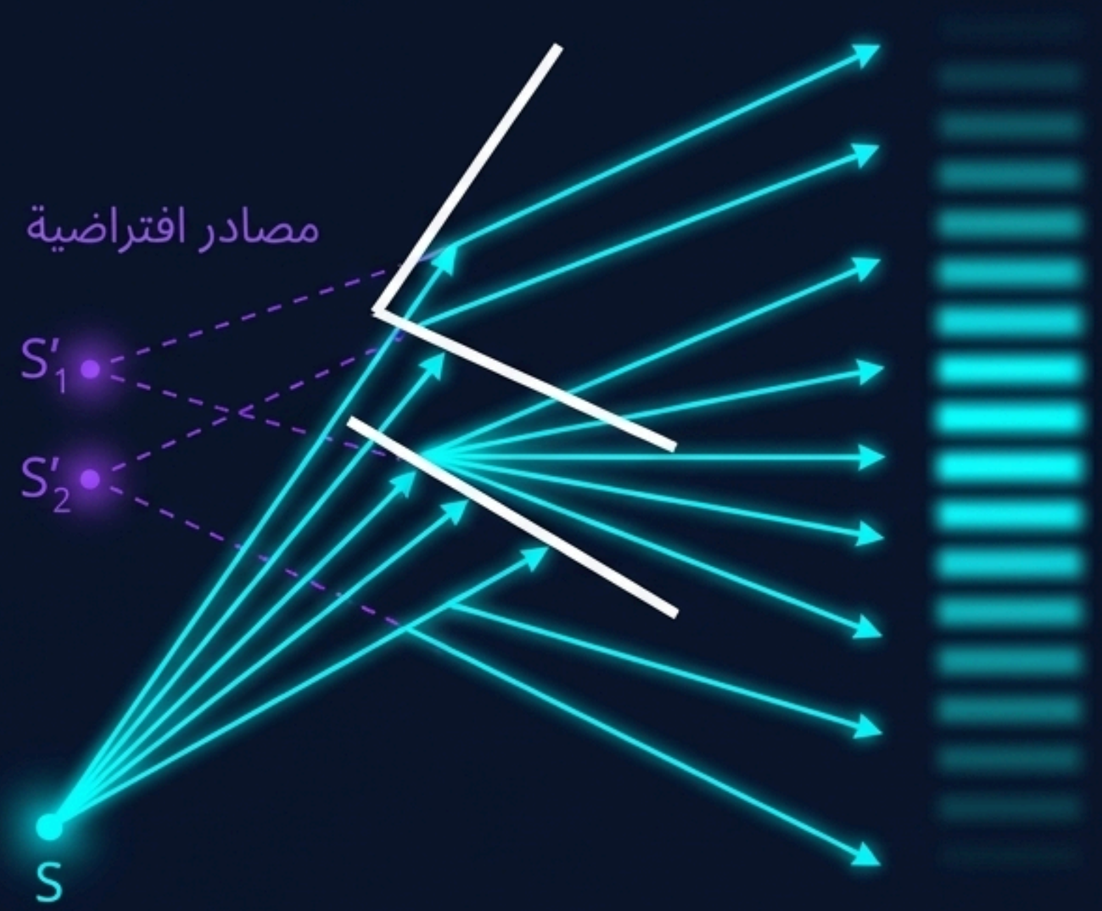
قياس أبعاد الإسقاط: قياس المسافة A للصور المسقطة.

الهدف النهائي: تحديد الطول الموجي λ لليزر He-Ne باستخدام المسافات d و A والأبعاد الهندسية للتجربة.

NotebookLM

مبدأ العمل: كيف تخلق مرآة فرينل التداخل؟

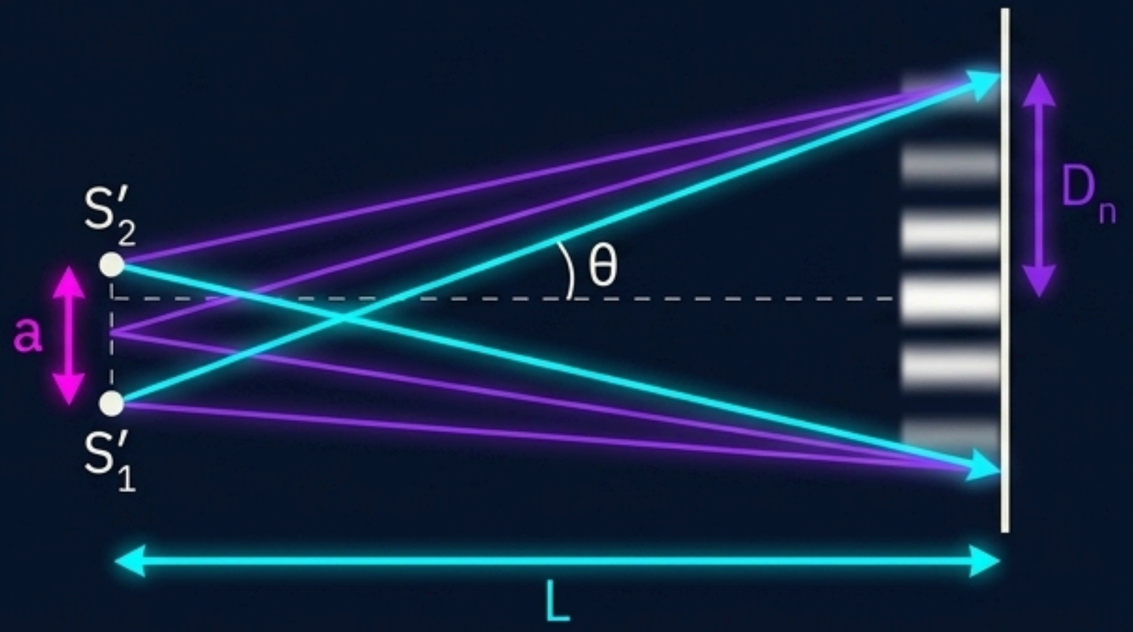
- تتكون مرآة فرينل من مرآتين مستويتين بينهما زاوية طفيفة جدًا.
- عندما ينعكس ضوء من مصدر نقطي واحد (S) على المرآتين، فإنه يبدو وكأنه ينبعث من مصدرين افتراضيين متقاربين جدًا (S'_1 و S'_2).
- هذان المصدران الافتراضيان 'مترابطان' (coherent) لأنهما نشأ من نفس المصدر الأصلي. هذا الترابط هو الشرط الأساسي لحدوث تداخل واضح ومستقر.



NotebookLM

المعادلة الأولى: ترجمة نمط التداخل إلى الطول الموجي

$$\lambda \approx \frac{a \cdot d}{n \cdot L}$$



- λ الطول الموجي لضوء الليزر (الكمية المجهولة).
- a المسافة بين المصدرين الافتراضيين S'_1 و S'_2.
- d المسافة بين الهدب المضيء المركزي (الرتبة 0) والهدب المضيء من الرتبة n.
- L المسافة بين مستوى المصادر الافتراضية وشاشة الرصد.
- n رتبة الهدب المضيء.

NotebookLM

تحدي القياس: كيف نقيس المسافة 'a' غير الملموسة؟

المسافة 'a' بين المصدرين الضوئيين الافتراضيين S'_1 و S'_2 هي مفتاح الحساب، ولكن لا يمكن قياسها مباشرة لأن المصادر 'افتراضية' وليست حقيقية.

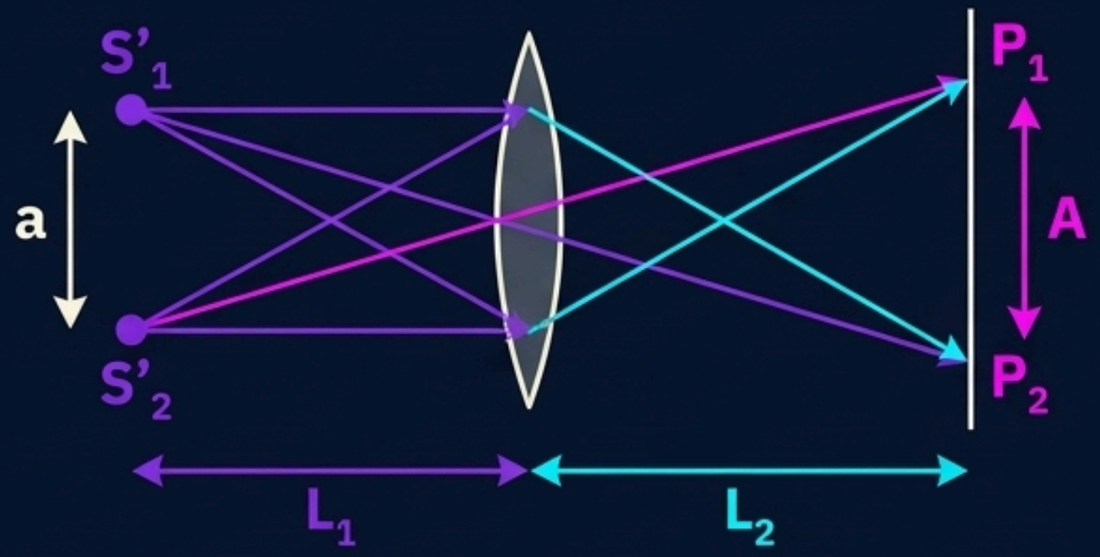
للتغلب على هذه المشكلة، نستخدم عدسة ثانية لإسقاط صورة حقيقية ومكبرة لهذه المصادر الافتراضية على الشاشة.

من خلال قياس أبعاد هذه الصورة المسقطة، يمكننا حساب قيمة 'a' بدقة.

NotebookLM

المعادلة الثانية: الكشف عن المسافة ‘a’ باستخدام الإسقاط

$$a = A \cdot (L_1 / L_2)$$



a: المسافة (المجهولة) بين المصدرين الافتراضيين.

A: المسافة (المقاسة) بين الصورتين المسقطتين P_1 و P_2.

L_1: المسافة بين المصادر الافتراضية والعدسة.

L_2: المسافة بين العدسة والصورة المسقطة.

NotebookLM

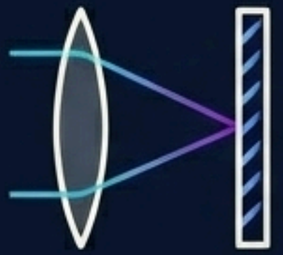
الأدوات والمكونات: عتاد التجربة

أدوات القياس

قاعدة سرج

قدمة ذات ورنية، بلاستيك

شريط قياس



المكونات البصرية

مرآة فرينل، قابلة للتعديل

عدسة، f=+5 ملم

عدسة، f +200 ملم

قضيب بصري، 1 متر

حامل مكونات (3)

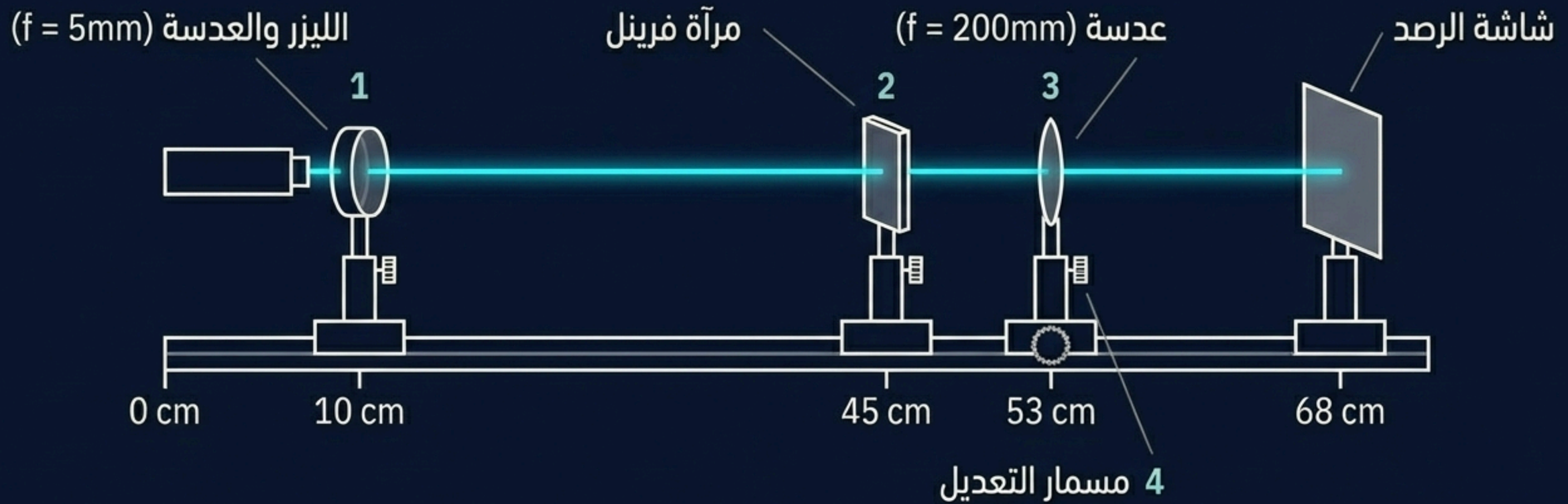
شاشة نصف شفافة

مصدر الضوء

ليزر هيليوم-نيون، 0.2/1 ميلي واط

NotebookLM

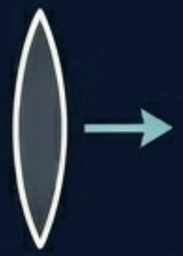
إعداد التجربة: تجميع النظام البصري



ملاحظة: تمثل الأرقام مواقع المكونات على القضيب البصري (بالسنتيمتر).
يجب وضع شاشة الرصد على بعد 2 متر على الأقل من المصدر البصري.

NotebookLM

المرحلة الأولى: رصد وقياس أهداب التداخل



1. **إزالة العدسة الثانية:** قم بإزالة العدسة (f=200mm) من حاملها.

2. **ضبط المرآة:** استخدم مسمار التعديل (4) للحصول على نمط تداخل عالي التباين. يمكنك استخدام ورقة بيضاء أمام الشاشة للمساعدة في الرؤية.

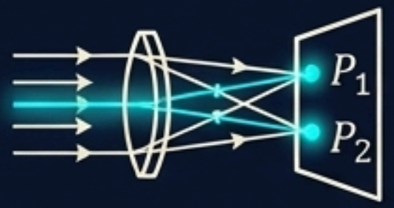
3. **القياس:** باستخدام القدمة ذات الورنية، قم بقياس المسافة d عبر عدد معين من الأهداب المضيئة (مثلاً، 10 أهداب). سجل هذه القيمة.

الهدف من هذه المرحلة: الحصول على قياس دقيق للمسافة d.

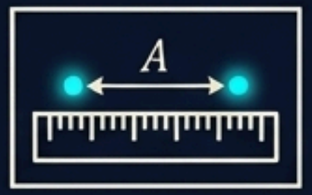
NotebookLM

المرحلة الثانية: إسقاط المصادر الافتراضية وقياسها

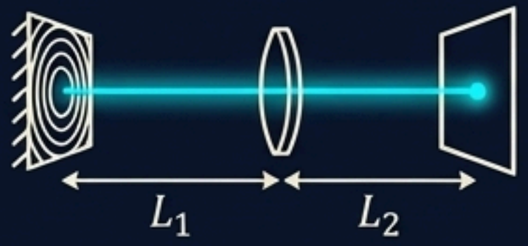
1. **إدخال العدسة الثانية:** أعد العدسة (f=200mm) إلى مسار الشعاع.



2. **التركيز:** اضبط موضع العدسة والشاشة للحصول على صورتين نقطيتين واضحتين (P_1 و P_1) على الشاشة. هاتان هما الصورتان المسقطتان للمصادر الافتراضية.



3. **القياس:** قم بقياس المسافة A بين الصورتين المسقطتين.



4. **قياس المسافات:** قم بقياس المسافة L_2 (من العدسة إلى الشاشة) والمسافة L_1 (من مرآة فرينل إلى العدسة). سجل جميع القيم.

الهدف من هذه المرحلة: الحصول على قياسات دقيقة للمسافات A، و L_1، و L_2.

NotebookLM

البيانات المسجلة: مثال للقياسات

المتغير (Variable)	القيمة (Value)	الوصف (Description)
d	3.9 mm	المسافة عبر أهداب التداخل
A	4.3 mm	المسافة بين المصادر المسقطة
L_0	22.7 cm	المسافة بين مصدر الليزر والشاشة
L_2	230.5 cm	المسافة بين العدسة والشاشة

- **ملاحظة 1:** المصدر النقطي للضوء يقع في البؤرة للعدسة 5mm، وبالتالي L_1 = 5mm.
- **ملاحظة 2:** المسافة الكلية من المصادر إلى الشاشة هي $L = L_1 + L_2$.

NotebookLM

الحسابات النهائية: من القياسات إلى الطول الموجي

الخطوة 1: حساب المسافة 'a'

$$a = A \cdot \frac{L_1}{L_2}$$

$$a = 4.3\ \text{mm} \cdot \frac{5\ \text{mm}}{2305\ \text{mm}}$$

$$a \approx 0.41\ \text{mm}$$

الخطوة 2: حساب الطول الموجي λ

$$\lambda = \frac{a \cdot d}{L}$$

أولاً، حساب L:

$$L = L_1 + L_2 = 5\ \text{mm} + 2305\ \text{mm} = 2310\ \text{mm}$$

$$\lambda = \frac{0.41\ \text{mm} \cdot 3.9\ \text{mm}}{2310\ \text{mm}}$$

$$\lambda \approx 640\ \text{nm}$$

NotebookLM

النتيجة والتحقق: هل نجحت التجربة؟

القيمة المرجعية لليزر He-Ne

$$\lambda = 632.8 \text{ nm}$$

القيمة المحسوبة تجريبياً

$$\lambda \approx 640 \text{ nm}$$

تتفق هذه النتيجة جيدًا مع القيمة المرجعية المعروفة.

NotebookLM

⚠ ملاحظة هامة حول السلامة

- ليزر He-Ne المستخدم في هذه التجربة يفي بالمعايير الفنية الألمانية للسلامة للمعدات التعليمية (ليزر الفئة 2).
- **لا تنظر أبدًا بشكل مباشر إلى شعاع الليزر المباشر أو المنعكس.**
- **تجنب الوهج** الشديد: لا ينبغي أن يتعرض أي ملاحظ للوهج المبهر.

NotebookLM

كلية العلوم-قسم الفيزياء

أ.محمد الميلبي