3 تجربة يونك -3-

المقدمة: أهم مظاهر التداخل وأولها تجربة يونك الذي استخدم الشقين الضيقين ليستطيع أثبات ان الضوء يتصرف كموجة عند عبوره من الحافات والفتحات الضيقة ومن ثم استطاع حساب الطول الموجي للضوء المستخدم بدلالة الأبعاد المقاسة والتي تمثل عرض الشقين والمسافة بينهما وكذلك المسافة من الشقين الى الشاشة او الحاجز الذي ظهر عليه نمط التداخل وان استخدام الليزر الذي يمتاز بالأحادية في الطول الموجي والجبهة المستوية وكل ميزات الضوء الذي يحدث منه نمط تداخل مثل التشاكه الزماني والمكاني.

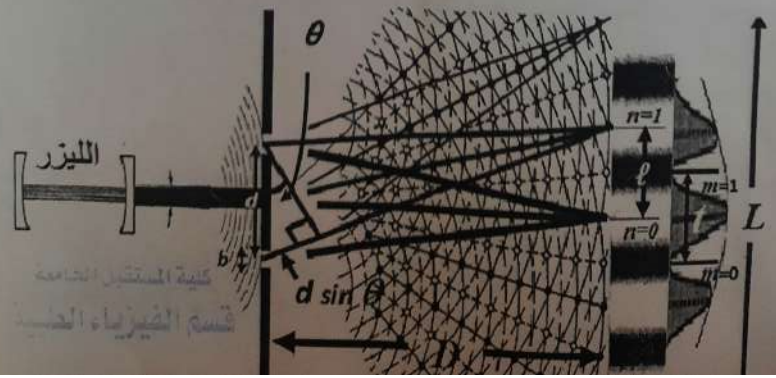
في الشكل التالي يحصل انقسام جبهة الموجة المستوية بعد عبور الليزر الشقين فينتج وبالاستناد الى مبدأ هايكينز موجتان يتداخلان لينتج نمط تداخل وحيود على الشاشة التي يجب ان تكون على مسافة كبيرة(D) نسبة الى عرض الشقين(b) والمسافة بينهما(d)سنلاحظ ان فرق المسار($d \sin\theta$) بين شعاعي الضوء الصادرة من الشقين عندما يساوي صفرا او عدد صحيح(n) من الطول الموجي لضوء الليزر فانه سيظهر هدب مضيء على الشاشة حيث ان الهدب المركزي للتداخل يكون عندما(n=0) .

اما عندما يساوي فرق المسار($d \sin\theta$) مضاعفات من نصف الطول الموجي فان الشدة تتضاءل الى الصفر ويكون الهدب المظلم ، وستجد ان عرض الهدب المظلم (ℓ) أو المضيء(t)متساويان ويساويان مقدار ثابت يعتمد على الطول الموجي والمسافة بين الشقين وكذلك المسافة بين الشقين والشاشة .

ان للمسافة بين الشقين التأثير الأكبر على نمط التداخل ، اما نمط الحيود والذي يمثل الغلاف (المنحني المنقط) الذي يحيط أهداب التداخل كما في الشكل فان عرض الشق يكون المؤثر فيه ، و إذا كان فرق المسار ($b \sin\theta$) بين الشعاعين الصادرين من حافتي الشق الواحد العلوية والسفلية يساوي عدد صحيح من الطول الموجي فانه يكون نهاية الشدة الى الصفر او (هدب الحيود المظلم) ، اما المسافة بين هدبي الحيود المظلمين(L) فتمثل عرض الهدب المركزي المضيء.

الهدف من التجربة: حساب الطول الموجي لضوء الليزر.

الأجهزة المستخدمة: ضوء الليزر ، ناشر حزمة 2D ،الشق المزدوج ، شاشة ، مسطرة مرآة ، ماسك وحامل.



كلية المستقبل الجامعة
قسم الفيزياء الطبية

النظرية: ان شدة نمط تداخل وحيود الضوء من خلال شق مزدوج يساوي

$$I = 4A^2\left(\frac{\sin^2\beta}{\beta^2}\right)(\cos^2\gamma)$$

حيث ان $(\cos^2\gamma)$ يمثل عامل التداخل و$\left(\frac{\sin^2\beta}{\beta^2}\right)$ يمثل عامل الحيود ، بحيث ان

$\beta = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right) b \sin\theta$ و $\gamma = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right) d \sin\theta$

وان (γ و β) تمثل فرق الطور ، اما($b \sin\theta$ و $d \sin\theta$) فتمثل فرق المسار و A سعة موجة الضوء الساقطة على الشقين و(d) المسافة بين الشقين و (b) عرض الشق و θ زاوية مقاسه بالقياس نصف القطري.rad اذن فالنهايات الصغرى او الهدب المظلم يجب إيجاده من كلا العاملين.

فعندما تكون $\gamma = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \ldots$ فان الشدة تصبح صفرا اذن

$$d \sin\theta = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \ldots\ldots \Longrightarrow d \sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad \text{حيث} \quad m = \mp 0, 1, 2, 3, \ldots$$

فلو كانت ($t \ll D$) حيث ان t يمثل عرض الهدب المضيء فان($\tan\theta \approx \theta \approx \sin\theta$)

فيكون موقع الهدب المظلم (m=0) عندما $t1 = \frac{1}{2}\frac{\lambda D}{d}$ عندما m=1 $t2 = \frac{3}{2}\frac{\lambda D}{d}$

$$\therefore t = (t2 - t1) = \frac{\lambda D}{d} \Longrightarrow \lambda = \frac{d\,t}{D} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اذن فالمسافة بين هدبين مظلمين متتاليين تتناسب طرديا مع D المسافة بين الشاشة والشقين و عكسيا مع d وطرديا مع λ.

وعندما يكون $\beta = \pi, 2\pi, 3\pi$ في عامل الحيود فان الشدة تصبح صفرا اذن

$$b \sin\theta = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \ldots \Longrightarrow b \sin\theta = p\lambda \quad \text{حيث} \quad p = \mp 1, 2, 3, \ldots\ldots$$

حيث p تمثل رتبة الحيود للهدب المظلم أي عندما ($p = \mp 1$) و ($L \ll D$) حيث L عرض هدب الحيود

فيكون عرض هدب الحيود المركزي المضيء بينهما يساوي

$$L = \frac{2\lambda D}{b} \Longrightarrow \lambda = \frac{L\,b}{2\,D} \ldots\ldots\ldots (2)$$

اما موقع النهايات العظمى او الهدب المضيء فيجب إيجاده بصورة تقريبي جيدة من حد التداخل دون حد الحيود على اعتبار ان حد الحيود مهمل اذا كان عرض الشقان ضيق جدا .

اذن عندما يكون ..... $\gamma = 0, \pi, 2\pi,$ فالشدة أعلى ما يكون وفرق المسار يساوي

$$d \sin\theta = 0, \lambda, 2\lambda, \ldots\ldots \Longrightarrow d \sin\theta = n\lambda \quad \text{حيث} \quad n = 0, 1, 2, \ldots$$

قسم الفيزياء

تمثل هنا رتبة التداخل أي عندما n=0 فأنها تعني الهدب المركزية للتداخل والتي تكون في
منتصف. وبما ان عرض الهدب المظلم (ℓ) صغير جدا نسبة الى D فان المسافة بين هدبين مضيئين
تساوي كذلك $\frac{\lambda D}{d}$ لماذا ؟ اذن المسافة بين أي هدبين مظلمين او مضيئين لأهداب التداخل داخل
هدب الحيود المركزي تساوي مقدار ثابت أي ان ($\ell = t$) لماذا ؟. أي ان $\ell = (\lambda D)/d$
وان عدد الأهداب المظلم او المضيء تساوي

$$z = 2\frac{d}{b} \quad \ldots\ldots(3)$$

طريقة العمل :

1. ضع الشاشة على مسافة كبيرة من الشقين واضبط سقوط بقعة الليزر على كلا الشقين.
2. جد عرض الشق الواحد b وكذلك المسافة بينهما d (يمكن قياسهما باستخدام المايكروسكوب).
3. قس المسافة D من الشاشة الى الشقين .
4. احسب عدد الأهداب المضيئة او المظلمة Z وحقق المعادلة رقم (3).
5. احسب عرض عدد محدد من أهداب التداخل (مظلم ومضيء) داخل هدب الحيود المركزي.
6. احسب عرض هدب واحد (عرض الأهداب المضيء او المظلمة ÷ عدد الأهداب المضيء و المظلمة).
7. احسب الطول الموجي من المعادلة رقم (1) .
8. كرر الخطوات 5 و 6 و 7 لعدد اهداب مختلف.
9. قس عرض هدب الحيود المركزي المضيء واحسب الطول الموجي لليزر من المعادلة رقم (2).
10. احسب معدل الطول الموجي من الخطوات السابقة .
11. قارن بين مقدار الطول الموجي المحسوب من أهداب التداخل والحيود.

المناقشة:

1. اشتق المعادلة رقم 2 والمعادلة رقم 3 ، واثبت ان عرض الهدب المظلم يساوي عرض المضيء؟
2. ما نوع التداخل الذي يحصل في تجربة يونك وضح ؟وما نوع الحيود ؟ ولماذا ؟
3. ما هي المواصفات الخاصة بالليزر التي مكنتنا من أجراء تجربة يونك ؟
4. وضح كيف تثبت تجربة يونك ان لضوء الليزر تشاكه مكاني تام ؟
5. ماذا تتوقع عندما تزداد المسافة بين الشقين او يزداد عرض الشق ؟ ولماذا ؟
6. قارن بين اهداب التداخل والحيود ؟ ولماذا تبدو اهداب التداخل غير متساوية العرض ؟

كلية المستقبل الجامعة
قسم الفيزياء الطبية

2- تجربة يونك $\lambda = \frac{Lb}{2D}$

λ :- الطول الموجي للمصدر ليزر He-Ne 632.8

L :- المسافة بين 5 أهداب

D :- المسافة بين منتصف الشاشة.

$$\lambda = \frac{5.3cm * 0.01}{800} = \frac{0.05}{800}$$

$$\lambda = 0.0000625 \Rightarrow 625\ nm$$

$mm \rightarrow cm \times 10^{-1}$

$m \rightarrow cm \times 100$

$cm \rightarrow nm \times 10^{-7}$

الهدف من التجربة/

ايجاد λ

الاجهزة المستخدمة/

1- شاشة 2- ليزر He-Ne 3- مسطرة متريه

4- فتحة الكترونية.

3- الانعراجية او الانغراجية.

الغرض من التجربة:-

حساب نصف قطر فتحة الليزر

الاجهزة المستخدمة/

شاشة - مرآه - فتحة الكترونية.