شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

ملخص شامل الوحدة الثامنة التداخل والحيود

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر العام

روابط مواد الصف الثاني عشر العام على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر العام والمادة فيزياء في الفصل الثالث

1	حل أسئلة الامتحان النهائي التعويضي
2	حل أسئلة الامتحان النهائي الالكتروني بريدج
3	أسئلة الامتحان النهائي الورقي بريدج
4	ملخص شامل الوحدة الثامنة التداخل والحيود
5	ملخص شامل الوحدة التاسعة نظرية الكم

ملخص شامل

الفصل الدراسي الثالث

للصف الثاني عشر عام

في مادة

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية
almanahj.com/ae

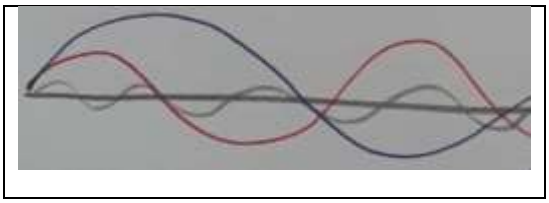
الفيزياء

للعام الدراسي 2023/2022 م

الوحدة الثامنة : التداخل والحيود

إعداد / محمد طلعت محمد الصاوي

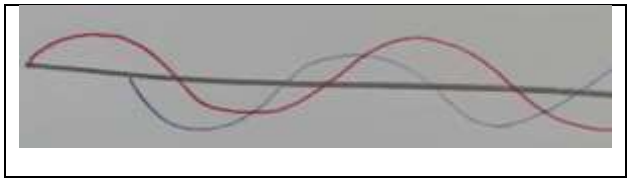
أولا : التداخل



ينقسم الضوء إلى ثلاثة أنواع

1- الضوء الأبيض :

موجات الضوء التي تختلف في الطول الموجي والتردد والقمم والقيعان



2- الضوء أحادي اللون :

متفق في الطول الموجي والتردد ويختلف بالاتجاه

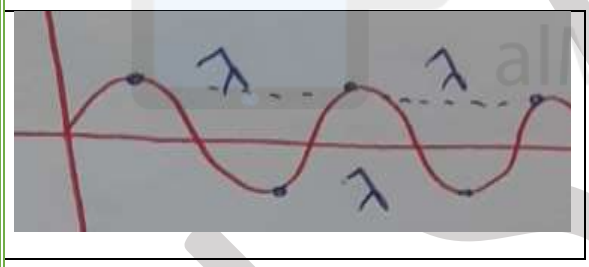
3- الضوء المترابط :

تتفق موجاته بالطول الموجي والتردد والاتجاه

مثل موجات الليزر

الطول الموجي : λ

هو المسافة بين قمتين متتاليين أو قاعين متتاليين (متر)



التردد : f

هو عدد الإهتزازات التي يحدثها الجسم بالثانية

ووحدته هرتز Hz

- **التحويل من μm إلى متر نضرب في 10^{-6}**
- **التحويل من nm إلى متر نضرب في 10^{-9}**
- **التحويل من cm إلى متر نضرب في 10^{-2}**
- **التحويل من mm إلى متر نضرب في 10^{-3}**

موجات غير مترابطة

موجات مترابطة

ELJAWI
موقع المناهج الإماراتية
almanahj.com/ae

تداخل الضوء المترابط

التداخل : التقاء (تلاقي) موجتين أو أكثر

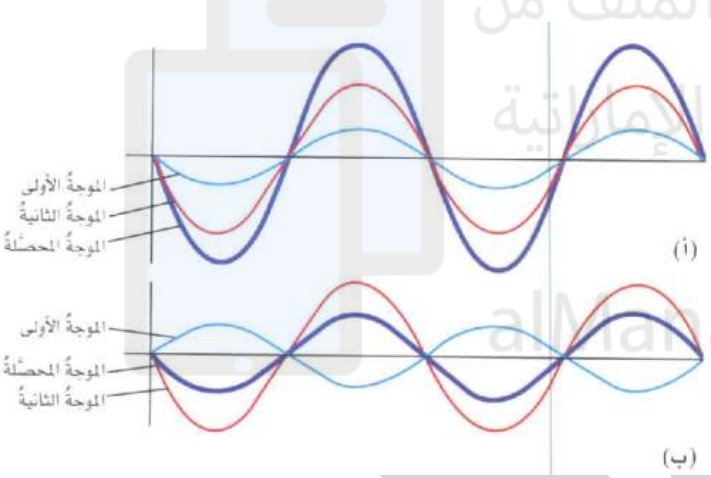
أهداب التداخل : نمط من حزم مضيئة ناتجة من تداخل بناء وحزم مظلمة ناتجة من تداخل هدام

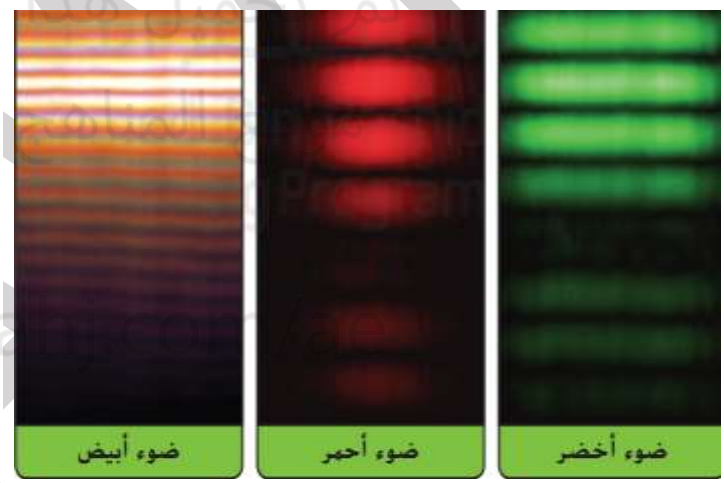
مكتشف التداخل : توماس يونج

الضوء المستخدم : ضوء أحادي اللون (ضوء له طول موجي واحد)

ينتج التداخل البناء حزمة مركزية مضيئة بلون معين على الشاشة تتناقص شدة إضاءة الحزم كلما إبتعدنا عن الحزمة المركزية وبين الحزم المضيئة حزم مظلمة ناتجة من تداخل هدام

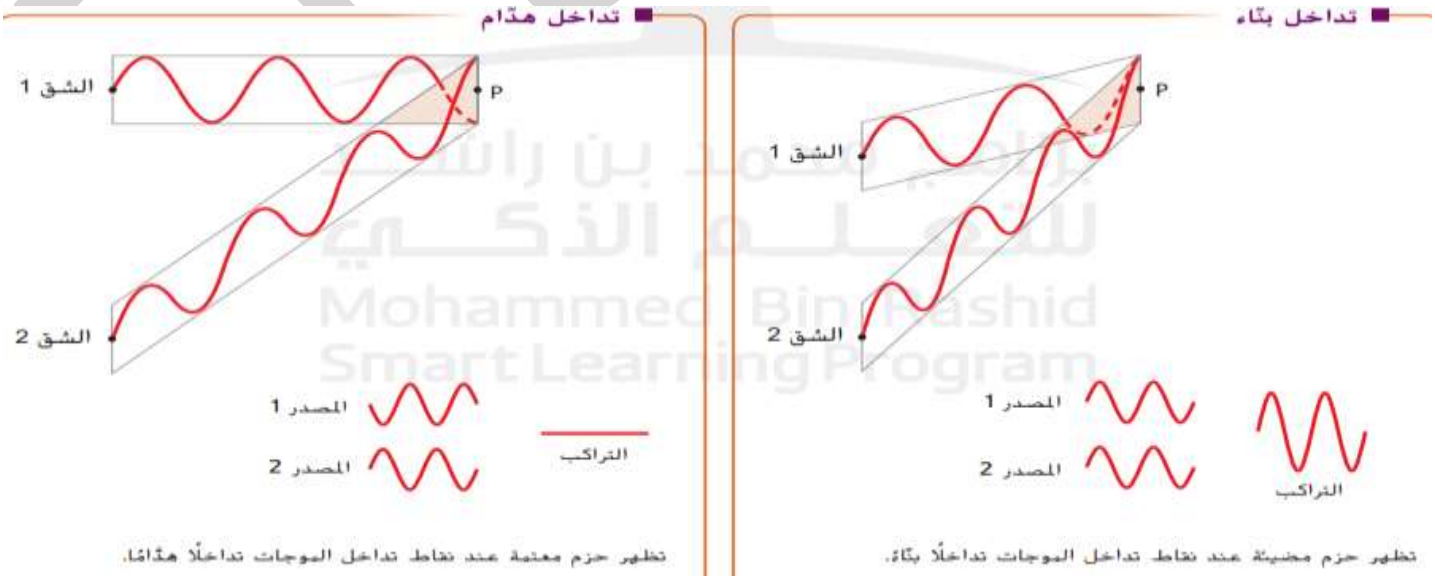
مواقع الحزم المضيئة تعتمد على الطول الموجي للضوء





كيف يمكن توليد ضوء مترابط

بوضع حاجز ضوئي ذي شق ضيق أمام ضوء أحادي اللون

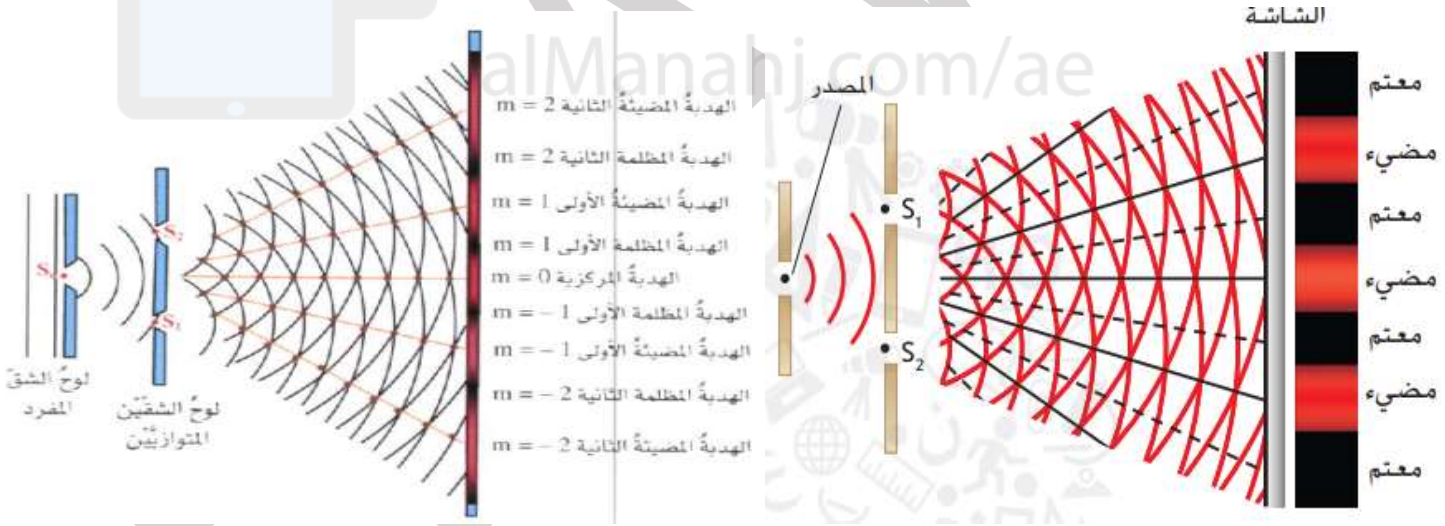


توليد الضوء المترابط يُنتج الضوء الصادر من مصدر أحادي اللون ضوءًا غير مترابط. أما عند وضع حاجز ضوئي ذي شق ضيّق أمام ضوء أحادي اللون، ينتج ضوء مترابط. ونظرًا إلى أنّ عرض الشق صغير جدًا، لا ينفذ عبر الشق إلا الضوء الصادر من جزء صغير جدًا من المصدر. ثم يحيد هذا الجزء بواسطة الشق (وسيتم التطرق للحيود بشكل مفصل في القسم التالي). فتنتج مقدمات موجات أسطوانية الشكل تقريبًا. كما هو مبيّن في **الشكل 4**. أما الحاجز الثاني، فله شقان ضيقان جدًا. ونظرًا إلى تماثل مقدمات الموجة الأسطوانية، فإن جزأيْ مقدمة الموجة يصلان إلى الحاجز الثاني متفقين في الطور. فينتج عن شقَّي الحاجز الثاني مقدمات موجات أسطوانية الشكل تقريبًا. ثم تتداخل مقدمات الموجات الناتجة عن هذين الشقين. كما هو مبيّن في **الشكل 4**. ويكون هذا التداخل بنّاءً أو هدّامًا اعتمادًا على العلاقة بين طوريهما، كما هو مبيّن في **الشكل 5**. إذا كان التداخل بنّاءً عند سقوط الضوء على حاجز، فستظهر حزمة مضيئة. أما إذا كان هدّامًا، فستظهر حزمة معتمة.

نلاحظ من الرسم السابق

1- التداخل البناء (إضاءة) ينتج من تلاقي موجتين لهما نفس الاتجاه

2- التداخل الهدام (ظلام) ينتج من تلاقي موجتين مختلفين بالاتجاه



الهدبة المركزية : **تلاقي قمة الموجة الأولى مع قمة الموجة الثانية وفيها فرق الطور = 0**

تلاقي موجتان لهما نفس الاتجاه

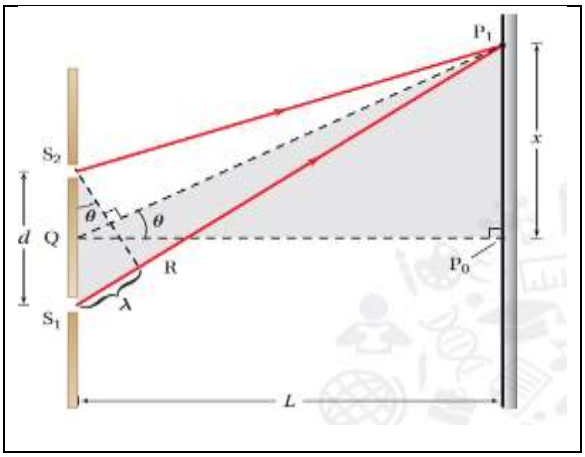
الهدبة المضيئة الأولى : **تلاقي قمة الموجة الأولى مع قمة الموجة الثانية وفيها فرق الطور = 1λ**

الهدبة المظلمة الأولى : **تلاقي قمة الموجة الأولى مع قاع الموجي الثانية وفيها فرق الطور $\frac{1}{2}$ λ**

تلاقي موجتان مختلفتان بالاتجاه

نلاحظ أنا

الهدبة المضيئة N بها فرق الطور Nλ بينما الهدبات المظلمة بها فرق الطور λ (N - $\frac{1}{2}$)



الطول الموجي من تجربة الشق المزدوج

يحسب من العلاقة $\lambda = \frac{x\ d}{L}$

حيث d هي المسافة بين شقي يونج

و L بعد الشاشة (المسافة بين الشقين والشاشة)

و x بعد الهدبة المركزية عن المضيئة الأولى

الطول الموجي من تجربة الشق المزدوج

يساوي الطول الضوئي المقيس بتجربة الشق المزدوج المسافة بين الحزمة المركزية المضيئة والحزمة المضيئة الأولى على الشاشة، مضروبة في المسافة بين الشقين، ومقسومة على المسافة بين الشقين والشاشة.

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

يحدث تداخل بنّاء عند مواقع x_m على جانبَي الحزمة المركزية المضيئة. ويتم تحديد هذه المواقع من خلال المعادلة $m\lambda = x_m d/L$. حيث $m = 0, 1, 2$. وهكذا. وتتكوّن الحزمة المركزية المضيئة عند $m = 0$. وتُسمى الحزمة عند $m = 1$ بحزمة الرتبة الأولى غالبًا. وهكذا لبقية المواقع.

تمارين 1/

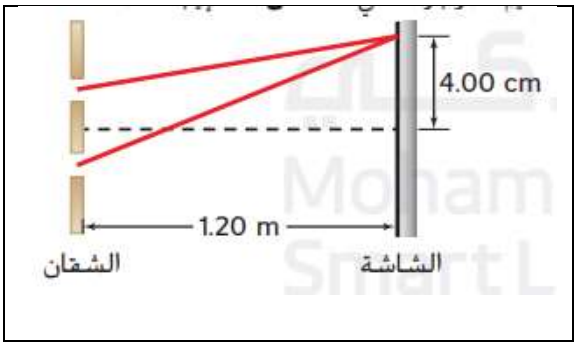
1) أجريت تجربة الشق المزدوج لقياس الطول الموجي للضوء الأحمر وكان البعد بين الشقين 0.019mm والمسافة بين الشقين والشاشة 0.60m والمسافة بين الحزمة المركزية والمضيئة الأولى 21.2mm أوجد الطول الموجي للضوء الأحمر ؟

.....

.....

2) سلط ضوء من مصباح بطول موجي 500nm على شقين بينهما مسافة $1.9x10^{-5}m$ ما المسافة بين الحزمة المركزية والحزمة المضيئة الأولى إذا كانت الشاشة تبعد مسافة 0.60m ؟

.....

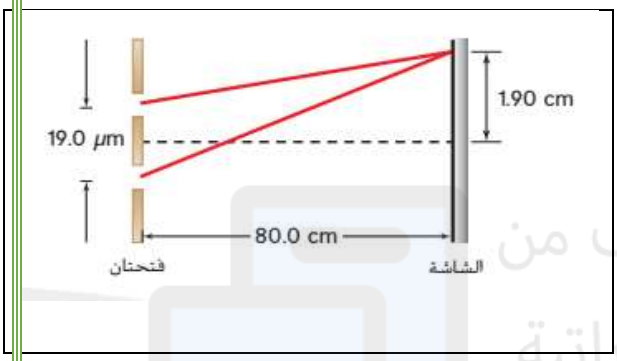


3) مستعينا بالشكل المقابل عند سقوط ضوء طوله الموجي 550nm أوجد المسافة بين الشقين ؟

.....

.....

.....

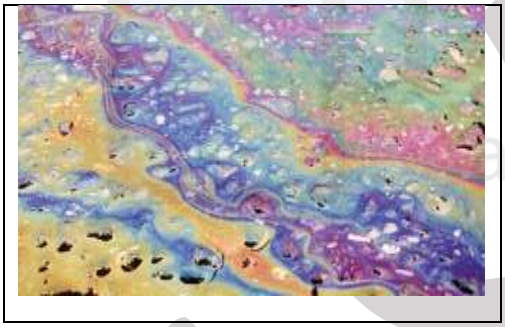


4) من الرسم المقابل أوجد الطول الموجي للضوء المستخدم ؟

.....

.....

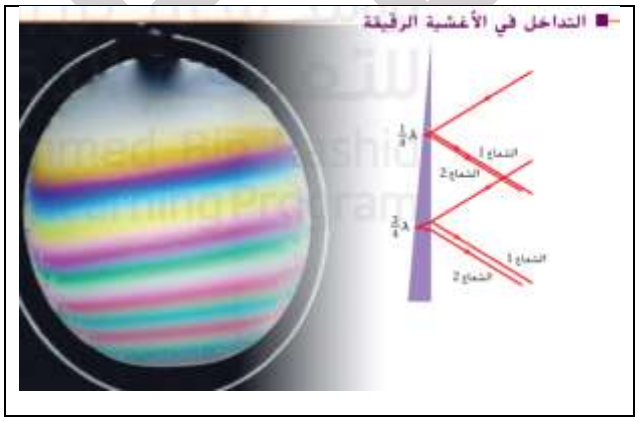
.....



التداخل في الأغشية الرقيقة

مثل المكونة من فقاعات الصابون أو بقعة زيتية على سطح مائي وذلك بسبب التداخل البناء والهدام للموجات الضوئية المنعكسة وفيه يزداد السمك تدريجيا من أعلى لأسفل

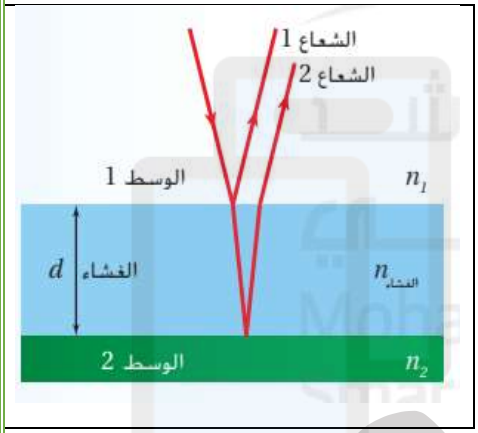
عند سقوط موجة ضوء على السطح الأمامى للغشاء ينعكس جزء منها وينفذ جزء آخر ويكون للموجات المنعكسة والنافذة نفس التردد



عندما تكون درجات سمك الغشاء $\frac{\lambda}{4}$ أو $\frac{3\lambda}{4}$ أو $\frac{5\lambda}{4}$ وغيرها يكون الضوء الذي طوله الموجي λ متفقا في الطور وتكون حزم هذا الضوء الملون مرئية

تطبيقات التداخل في الأغشية الرقيقة يتضمن مثال غشاء الماء المحتوي على الصابون في الهواء تداخلًا بنّاءً مع انقلاب إحدى الموجتين عند الانعكاس. ففي مثال محلول الفقاعات أو الغشاء الزيتي الرقيق العائم على تجمع مائي. كلما تغيّر سُمك الغشاء أو تغيّرت الزاوية التي يصنعها الضوء مع الغشاء، يتغيّر الطول الموجي الذي يحدث له تداخل بنّاء. يؤدي هذا إلى لون مُزاح على سطح الغشاء عندما يُضاء بضوء أبيض.

وفي الأمثلة الأخرى للتداخل في الأغشية الرقيقة، يمكن أن تنقلب كلتا الموجتين أو لا تنقلب أي منهما، حيث يعتمد انقلاب الموجة على معاملات انكسار الأوساط التي تنفذ من خلالها. وإذا انتقلت كلتا الموجتين من وسط ذي معامل انكسار أقل إلى وسط ذي معامل انكسار أكبر، فستنقلب كلتاهما. في هذه الحالة، ستكون درجات سُمك الغشاء التي تحقق شرط حدوث التداخل البنّاء $1\lambda/2$ و λ و $3\lambda/2$ و 2λ و $5\lambda/2$ وما إلى ذلك. يمكنك أن تحل المسألة التي تتضمن تداخل الغشاء الرقيق باستخدام الاستراتيجية التالية.



ملاحظات في الحل

1) عند زيادة سطوع الضوء المنعكس تكون الموجة المنعكسة قد تداخلت تداخلا بناءا والعكس صحيح

2) إذا تغير معامل الانكسار من قيمة أقل لقيمة أكبر تكون الموجة منقلبة والعكس صحيح

3) إذا أردنا تداخلا بناءا وكانت إحدى الموجتين مقلوبة أو تداخلا هداما وكلتا الموجتين مقلوبة أو غير مقلوبة

فإن فرق المسافة يكون عددا فرديا من أنصاف الأطوال الموجية $\lambda\ (m+\frac{1}{2})$ حيث m= 0 , 1 , 2

4) إذا أردنا تداخلا بناءا وكانت كلتا الموجتين مقلوبة أو غير مقلوبة أو تداخلا هداما وكانت إحدى الموجتين مقلوبة فإن الفرق في المسافة يكون عدد صحيحا من الأطوال الموجية $m\lambda$ حيث m=1 , 2

5) حدد المسافة الإضافية التي يقطعها الشعاع الثاني بحيث تساوي ضعف سمك الغشاء 2d

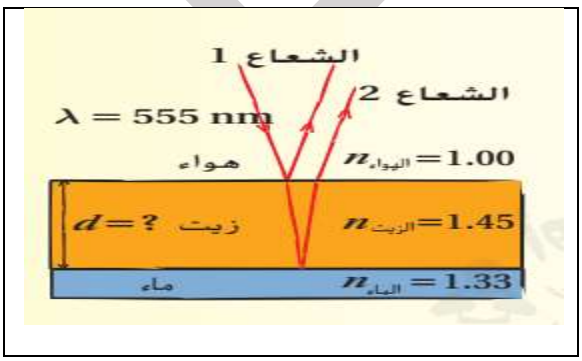
$2d = (m+\frac{1}{2})(\frac{\lambda}{n})$ أو $2d = m\frac{\lambda}{n}$ حيث n معامل الانكسار

6) عندما يطلب أقل سمك تكون m = 0

تمرين 2/

1) مستعينا بالشكل المقابل

أوجد أقل سمك لطبقة الزيت ؟



.....

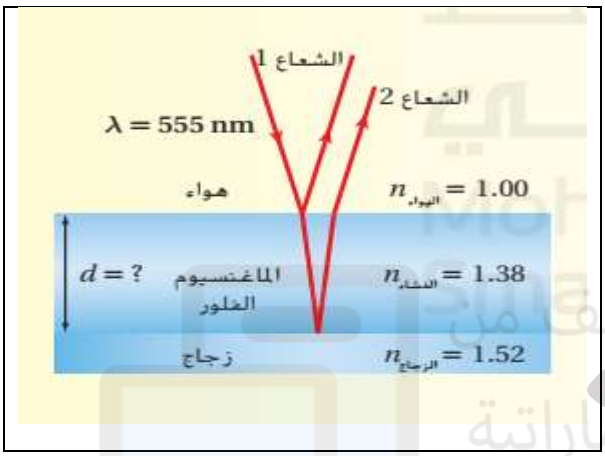
.....

2) ما أقل سمك لغشاء الصابون الذي معامل إنكساره 1.33 ليتداخل عنده ضوء طوله الموجي 520nm تداخلا بناءا مع نفسه ؟

.....

.....

3) من الشكل المقابل ما سمك الغشاء غير العاكس لمنع إنعكاس الضوء الاخضر الذي طوله الموجي555nm ؟



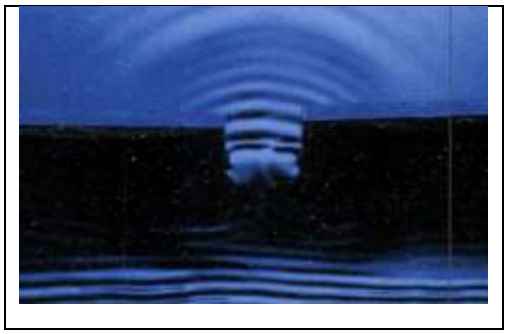
.....

.....

.....

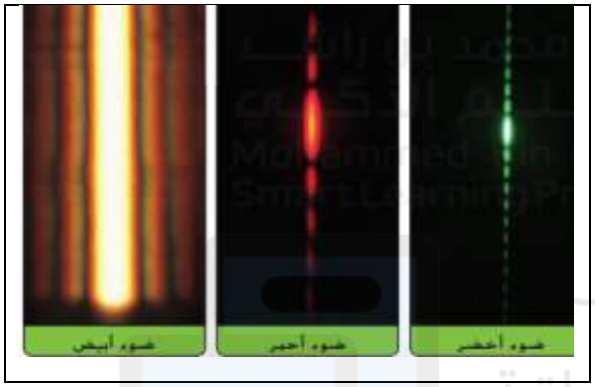
لشكل 10 يرجع اللون الأخضر اللامع للخنفساء إلى التداخل في الأغشية الرقيقة.

كما يحدث تداخل الضوء بشكل طبيعي في الطبقة الخارجية من قشرة العديد من الخنافس. كما هو موضّح في **الشكل 10**. يرجع اللون الأخضر المتلألئ للخنفساء إلى انعكاس عن الطبقات الرقيقة المتوازية من مادة الكايتين ومواد أخرى أحيانًا مختلفة في معامل الانكسار. وتوضّح صور المجهر الإلكتروني هذه الطبقات المتوازية. يوضّح الرسم التخطيطي في **الشكل 10** طريقة عمل هذه العاكسات متعددة الطبقات. تعكس الطبقات العديدة للهيكل الخارجي الضوءَ. فيحدث تداخل بنّاء للضوء الأخضر. ومن ثم ينتج هذا المظهر المتلألئ. كما يرجع تلألؤ العديد من الخنافس والفراشات الأخرى وكذا الحجر الكريم أوبال إلى تداخل الضوء.

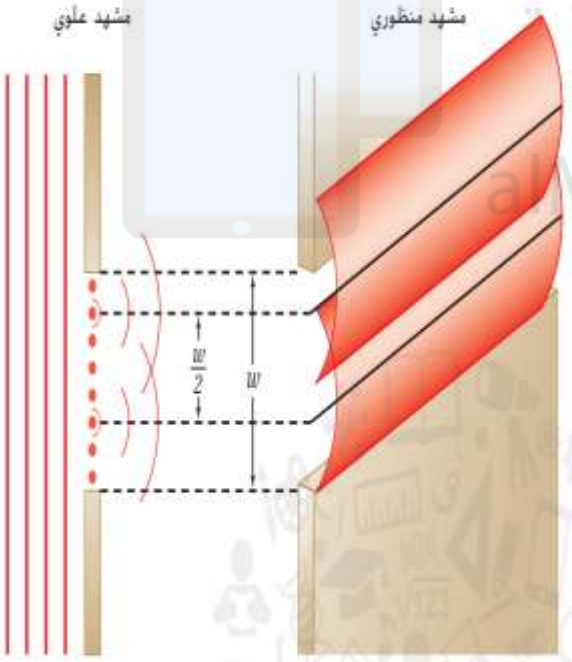


ثانيا : الحيود

هو تغير (إنحراف) مقدمة الموجة عند مرورها عبر شق ضيق أو إصطدامها بحافة حائل

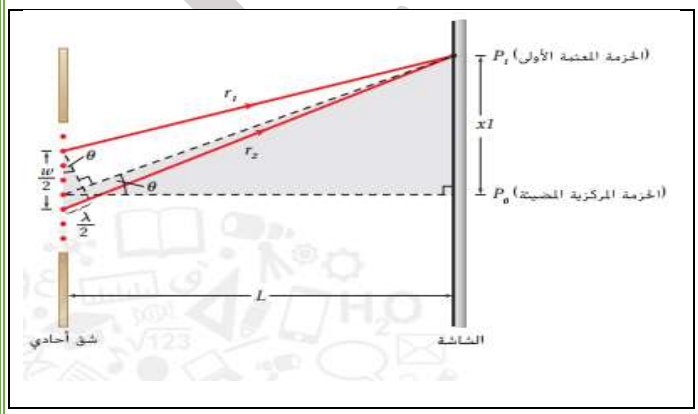


- **عند إستخدام ضوءا أخضرا يزيد عرض الحزمة المركزية (أخضر اللون)**
- **عند إستخدام ضوء أبيض يكون النمط مزيجا من ألوان الطيف**
- **تستخدم مويجات هيجنز لملاحظة نمط الحيود**



مويجات هويجنز لملاحظة طريقة إنتاج مويجات هويجينز نمط الحيود، تخيّل شقًا عرضه W مجزّأ إلى عدد زوجي من نقاط هويجنز، كما هو موضّح في **الشكل 13**، حيث تعمل كل نقطة كمصدر لمويجات هويجنز. جزّئ الشق إلى جزأين متساويين، واختر مصدرًا واحدًا من كل جزء، بحيث يبعد كل جزء عن الآخر مسافة $W/2$. سيُنتج هذا الزوج من المصادر الموجات الأسطوانية المترابطة التي ستتداخل.

سيقابل أيّ مويجة هويجنز تتكوّن في النصف العلوي مويجةٌ أخرى تتكوّن في النصف السفلي، وتفصلهما مسافة $W/2$، مما يؤدي إلى تداخلهما تداخلًا هدّامًا وتكوين حزمة معتمة على الشاشة. تتداخل كل الأزواج المماثلة من مويجات هويجنز تداخلًا هدّامًا عند الحزم المعتمة. والعكس صحيح، تكون الحزمة المضيئة على الشاشة نتيجة تداخل أزواج من مويجات هويجنز تداخلًا بنّاءً. أما في المناطق ذات الإضاءة الخافتة بين الحزم المضيئة والمعتمة، فيحدث تداخل هدّام بشكل جزئي.



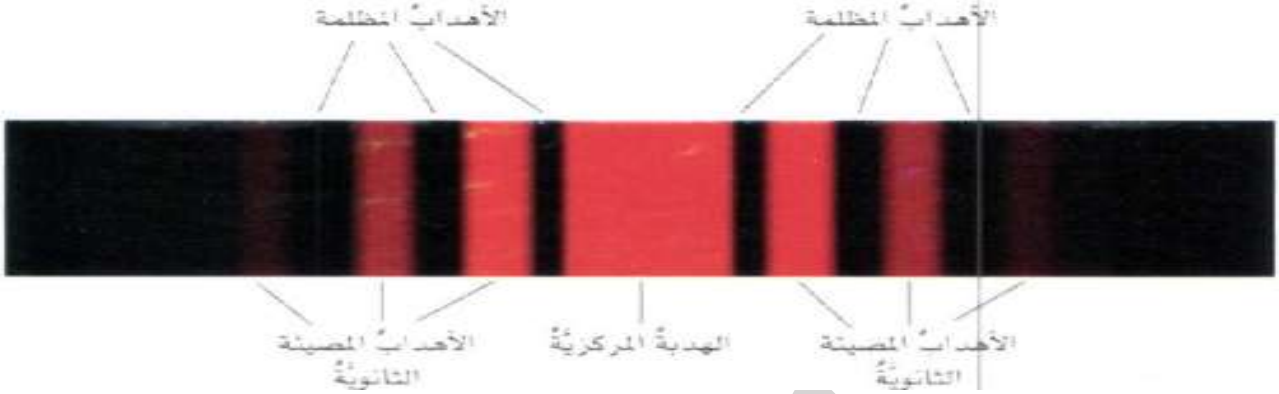
عرض الحزمة المضيئة في حيود الشق الأحادي

تحسب من العلاقة $2x_1 = \frac{2\lambda L}{W}$

حيث $2x_1$ عرض الحزمة المركزية المضيئة

و L البعد عن الشاشة

و W عرض الشق



تمرين 3/

1) يسقط ضوء أخضر أحادي اللون طوله الموجي 546nm على شق أحادي عرضه 0.095mm ويبعد عن الشاشة مسافة 75cm فما عرض الحزمة المركزية المضيئة ؟

.....

.....

.....

2) يمر ضوء أصفر طوله الموجي 589nm عبر شق عرضه 0.110mm فنتج نمط على الشاشة فأوجد بعد الشاشة علما بأن عرض الحزمة المركزية 2.60×10^{-2} m ؟

.....

.....

3) يسقط ضوء أصفر على شق أحادي عرضه 0.0295mm وكان عرض الحزمة المركزية المضية 24mm وتبعد الشاشة 60cm فأوجد الطول الموجي للضوء ؟

.....

.....

التحويلات الهامة

1- التحويل من nm إلى متر m نضرب في 10^{-9}

2- التحويل من μm إلى m متر نضرب في 10^{-6}

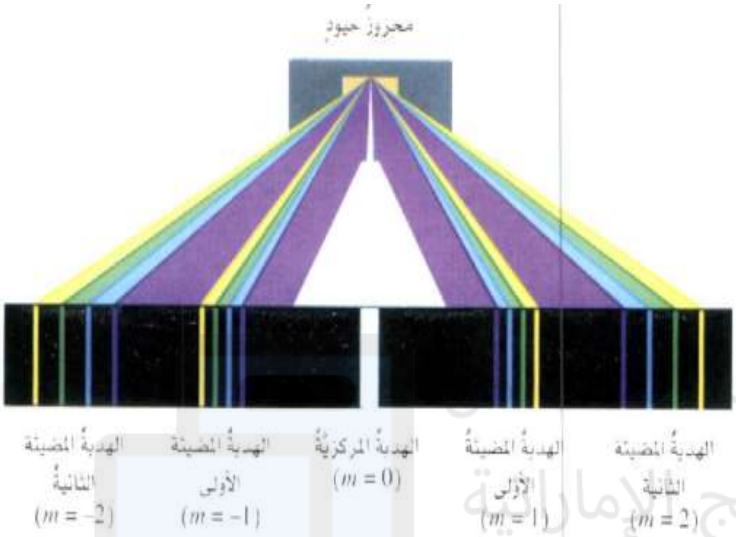
3- التحويل من cm إلى m متر نضرب في 10^{-2}

4- التحويل من mm إلى m متر نضرب في 10^{-3}

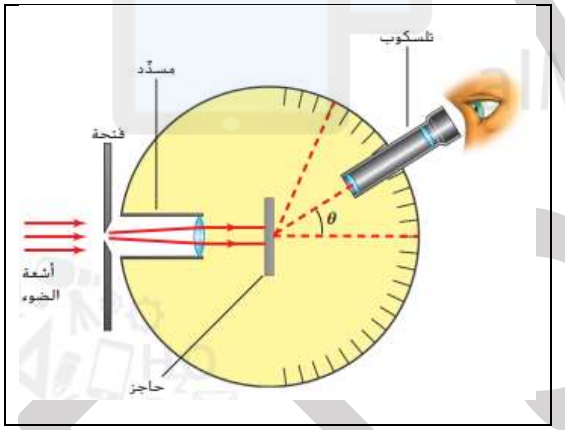
محزوز الحيود

أداة مكونة من عدد كبير من الشقوق الصغيرة تسبب حيود الضوء

ويتم بها دراسة الضوء والأجسام التي تبعث الضوء أو تمتصه



مثل



محزوز الانعكاس : كما في الاقراص المدمجة وأقراص DVD

قياس الطول الموجي :

يستخدم جهاز يسمى المنظار الطيفي ذو المحزوز

وكلما زاد عدد الشقوق لكل وحدة طول من المحزوز كانت الخطوط أضيق في نمط الحيود وكلما كانت الخطوط أضيق زادت دقة قياس المسافة بين الخطوط المضيئة

يحسب الطول الموجي من محزوز الحيود من العلاقة $\lambda = d \sin\theta$

وتحسب الزاوية من العلاقة $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{x}{L}\right)$

حيث d تمثل المسافات بين الفراغات في المحزوز و x المسافة الفاصلة بين الخطوط في نمط الحيود و L البعد بين المحزوز والجدار

الطول الموجي من محزوز الحيود

يساوي الطول الموجي للضوء المسافة الفاصلة بين الشقوق مضروبةً في جيب الزاوية التي يحدث عندها الخط المضيء ذو الرتبة الأولى.

$$\lambda = d \sin\theta$$

تمرين 3/

1) يسقط ضوء طوله الموجي 500nm على محزوز حيود المسافة بين فراغاته على الشاشة التي يظهر عليها الضوء 1.29m وتبعد عن الجدار مسافة 1.25m فما المسافة بين الفراغات بمحزوز الحيود ؟

.....

.....

2) يضاء محزوز حيود تفصل بين شقوق مسافة $8.60x10^{-7}m$ بضوء بنفسجي طوله الموجي 421nm إذا كانت الشاشة تبعد 80.0cm من المحزوز فما مقدار المسافات الفاصلة بين بين الخطوط في نمط الحيود ؟

.....

.....

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

قدرة التحليل للعدسات

معيار ريليه :

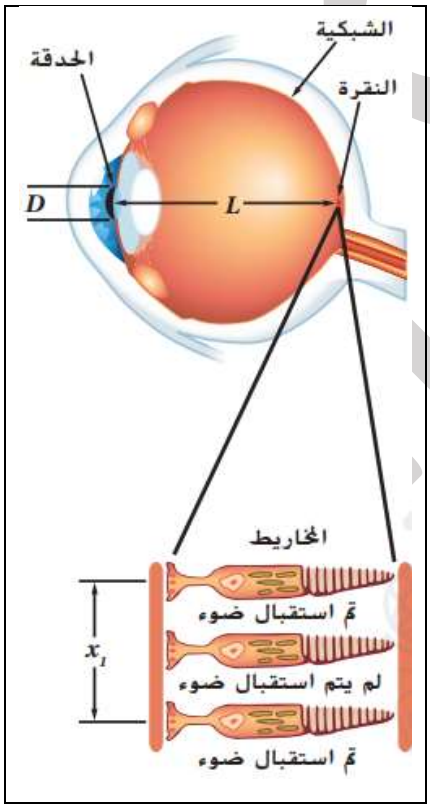
إذا سقط مركز البقعة المضيئة لصورة أحد النجمين على الحلقة المعتمة الأولى للنجم الثاني فإن الصورتين تكونان عند حد التمييز

وإذا كانت صورتا النجمين عند حد التمييز فسيكون المشاهد قادرا على تحديد وجود نجمين بدلا من نجم واحد فقط

وتحسب المسافة الفاصلة بين نجمين عندما يكونان عند حد التمييز من العلاقة $x_{obj} = \frac{1.22\ \lambda\ L_{obj}}{D}$

حيث L_{obj} تمثل المسافة من الفتحة المستديرة إلى الجسمين

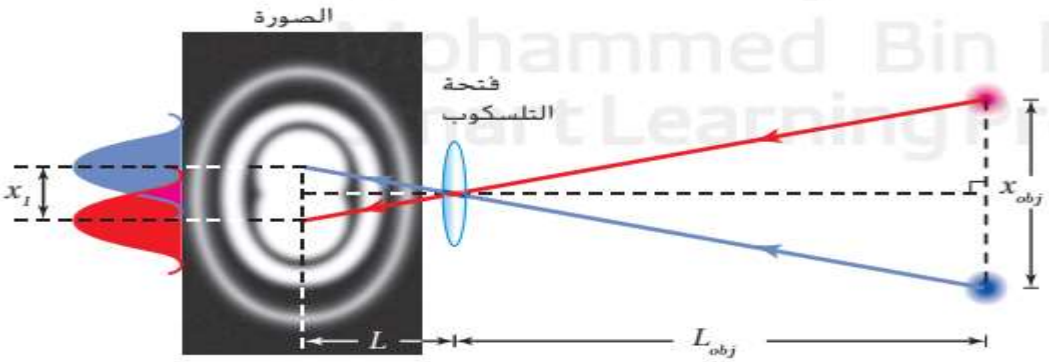
و D تمثل قطر الفتحة المستديرة



معيار ريليه

تساوي المسافة الفاصلة بين جسمين عندما يكونان عند حد التمييز 1.22 مضروبًا في الطول الموجي للضوء والمسافة من الفتحة المستديرة إلى الجسمين مقسومًا على قطر الفتحة المستديرة.

$$x_{obj} = \frac{1.22\lambda L_{obj}}{D}$$



مثال

1) يبعد نجمان عن الأرض بمقدار $6.4X10^4$ سنة ضوئية وتصل المسافة بينهما 3.1 سنة ضوئية
ما أصغر قطر لتلسكوب يمكن أن يميز بينهما باستخدام ضوء طول موجته 610nm ؟

.....

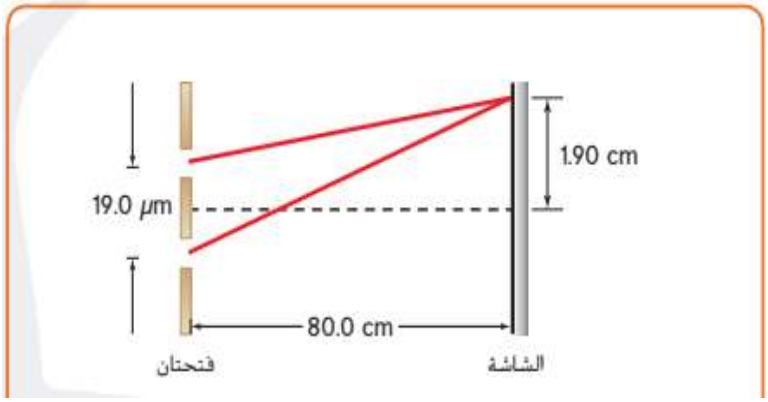
.....

2) تلسكوب هابل (قطر فتحته 2.4m) يتم توجيهه نحو نجم يبعد 8.44 سنة ضوئية
فما أقل مسافة بين النجمين للتمييز بينهما ؟ λ = 550nm

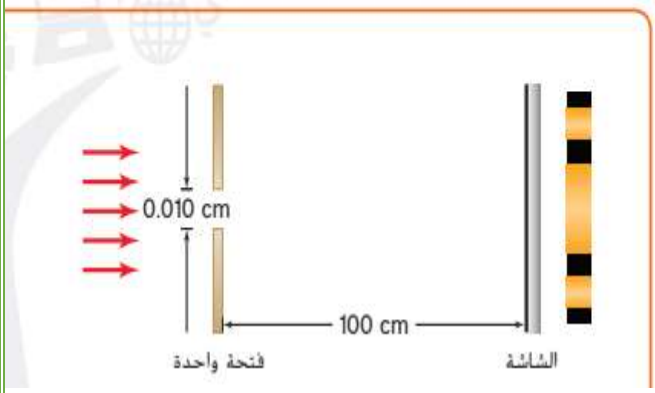
.....

.....

35. سقط ضوء على شقين متباعدين بمقدار 19.0 μm ويبعُدان مسافة 80.0 cm عن شاشة، كما في **الشكل 23**. وكانت الحزمة المضيئة ذات الرتبة الأولى تبعُد 1.90 cm عن الحزمة المركزية المضيئة. فما الطول الموجي للضوء؟



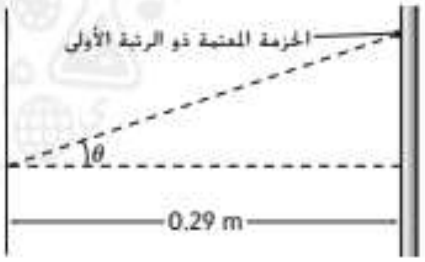
47. يمرّ ضوء أحادي اللون خلال شق أحادي عرضه 0.010 cm ويسقط على شاشة تبعُد 100 cm. كما في **الشكل 25**. إذا كان عرض الحزمة المركزية 1.20 cm، فما مقدار الطول الموجي للضوء؟



الهدبة	شرط حدوثها
المركزية	فرق المسار بين موجات المصدرَيْن يساوي صفرًا $\Delta x = 0$
المضيئة الأولى	فرق المسار بين موجات المصدرَيْن يساوي طولاً موجيًا واحدًا $\Delta x = \lambda$
المضيئة الثانية	فرق المسار بين موجات المصدرَيْن يساوي طولَيْن موجيَّيْن $\Delta x = 2\lambda$
المضيئة الثالثة	فرق المسار بين موجات المصدرَيْن يساوي ثلاثة أطوال موجية $\Delta x = 3\lambda$

1. ما أفضل تفسير محتمل لسبب تغيّر ألوان الغشاء الرقيق. مثل فقاعة الصابون أو الزيت على الماء وتحركها كما ترى؟
   A. لأنّ موجات الحمل الحراري في الهواء بجانب الغشاء الرقيق تشوه الضوء
   B. لأنّ سُمك الغشاء في موقع معيّن يتغيّر مع مرور الزمن
   C. لأنّ أطوال موجة ضوء الشمس تختلف مع مرور الزمن
   D. لأنّ رؤيتك تختلف إلى حد ما مع مرور الزمن

2. يظهر الضوء عند 410 nm من خلال شق ويسقط على شاشة مسطحة كما هو موضّح في الشكل التالي. يبلغ عرض الشق 3.8×10^{-6} m. ما عرض الحزمة المركزية المضيئة؟
   A. 0.024 m
   B. 0.031 m
   C. 0.048 m
   D. 0.063 m



3. في ما يتعلق بالحالة الموضّحة في المسألة 2. ما زاوية (θ) للحزمة الأولى المعتمة؟
   A. 3.1°
   B. 6.2°
   C. 12°
   D. 17°

4. يبعد نجمان عن الأرض بمقدار 6.2×10^4 سنة ضوئية وتصل المسافة بينهما إلى 3.1 سنوات ضوئية. ما أصغر قطر لتلسكوب يمكن أن يميّز بينهما باستخدام ضوء طول موجته 610 nm؟
   A. 5.0×10^{-5} m
   B. 6.1×10^{-5} m
   C. 1.5×10^{-2} m
   D. 1.5×10^{7} m

5. تبعد شقوق محزوز عن بعضها بمقدار 0.055 mm. ما زاوية الخط المضيء ذي الرتبة الأولى لضوء طول موجته 650 nm؟
   A. 0.012°
   B. 0.68°
   C. 1.0°
   D. 11°

6. يضيء شعاع ليزر طول موجته 638 nm شقين ضيقين. تبعد الحزمة ذات الرتبة الثالثة للنمط الناتج عن الحزمة المركزية المضيئة بمقدار 7.5 cm. تبعد الشاشة عن الشقوق بمقدار 2.475 m. ما المسافة الفاصلة بين الشقين؟
   A. 5.8×10^{-8} m
   B. 6.3×10^{-7} m
   C. 2.1×10^{-5} m
   D. 6.3×10^{-5} m

7. وُضعت شاشة مستوية على بُعد 4.200 m من شقّين مضائين بواسطة شعاع ضوء أحادي اللون. على الشاشة. تصل المسافة الفاصلة بين الحزمة المضيئة المركزية والحزمة المضيئة ذات الرتبة الثانية إلى 0.082 m. تبلغ المسافة بين الشقين 5.3×10^{-5} m. حدد طول موجة الضوء.
   A. 2.6×10^{-7} m
   B. 5.2×10^{-7} m
   C. 6.2×10^{-7} m
   D. 1.0×10^{-6} m

8. ينفخ مهرج فقاعات صابون وتلاحظ أنّ لون جزء واحد من الفقاعة الكبيرة بشكل خاص يوافق لون أنفه. إذا كانت الفقاعة تعكس موجات الضوء الأحمر بمقدار 6.5×10^{-7} m وكان معامل الانكسار لغشاء الفقاعة 1.41. فما الحد الأدنى لسمك فقاعة الصابون في الموقع الذي تعكس فيه الضوء الأحمر؟
   A. 1.2×10^{-7} m
   B. 3.5×10^{-7} m
   C. 9.2×10^{-7} m
   D. 1.9×10^{-6} m

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

9. يُنتج محزوز حيود يتكون من 6000 شق لكل cm نمط حيود يتضمن خطًا مضيئًا من الرتبة الأولى عند 20° من الخط المركزي المضيء. فما الطول الموجي للضوء؟