تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/12

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/12

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر في مادة فيزياء الخاصة بـ اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/12

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade12

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot

مسائل تدريبية

12–1 التداخل (صفحة 166–157)

صفحة 161

1. ينبعث ضوء برتقالي مُصفر من مصباح غاز الصوديوم بطول موجي 596 nm، ويسقط على شقّين البعد بينهما 1.90×10^{-5} m. ما المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب الأصفر ذي الرتبة الأولى إذا كانت الشاشة تبعد مسافة 0.600 m من الشقّين؟

$$x = \frac{\lambda L}{d}$$

$$= \frac{(596\times10^{-9}\ \text{m})(1.90\times10^{-5}\ \text{m})}{0.600\ \text{m}}$$

$$= 1.88\times10^{-2}\ \text{m} = 18.8\ \text{mm}$$

2. في تجربة يونج، استخدم الطلاب أشعة ليزر طولها الموجي 632.8 nm. فإذا وضع الطلاب الشاشة على بُعد 1.00 m من الشقّين، ووجدوا أن الهدب الضوئي ذا الرتبة الأولى يبعد 65.5 mm من الخط المركزي، فما المسافة الفاصلة بين الشقّين؟

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

$$d = \frac{\lambda L}{x}$$

$$= \frac{(632.8\times10^{-9}\ \text{m})(1.00\ \text{m})}{65.5\times10^{-3}\ \text{m}}$$

$$= 9.66\times10^{-6}\ \text{m} = 9.66\ \mu\text{m}$$

صفحة 165

3. ارجع إلى المثال 2، ثم أوجد أقل سُمْك ممكن للغشاء لتكوين حزمة ضوء منعكسة لونها أحمر (λ = 635 nm).

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الزيت}}}$$

بالنسبة إلى الغشاء الأقل سمكًا

$$m = 0$$

$$d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الزيت}}}$$

$$= \frac{635\ \text{nm}}{(4)\ (1.45)}$$

$$= 109\ \text{nm}$$

4. وضع غشاء من فلوريد الماغنسيوم معامل انكساره 1.38 على عدسة زجاجية مطلية بطبقة غير عاكسة معامل انكسارها 1.52. كم يجب أن يكون سمك الغشاء بحيث يمنع انعكاس الضوء الأصفر المخضر؟

لأن $n_{\text{الغشاء}} > n_{\text{الهواء}}$ فإن هناك انقلابًا في الطور في الانعكاس الأول، ولأن $n_{\text{الزجاج}} > n_{\text{الغشاء}}$ فإن هناك انقلابًا في الطور في الانعكاس الثاني. ولمنع انعكاس الضوء الأصفر المخضر يجب أن يكون التداخل هدّامًا

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

بالنسبة إلى الغشاء الأقل سمكًا

$$m = 0$$

$$d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$$= \frac{555\ \text{nm}}{(4)\ (1.38)}$$

$$= 101\ \text{nm}$$

5. ما أقل سمك لغشاء صابون معامل انكساره 1.33 ليتداخل عنده ضوء طوله الموجي 521 nm تداخلا بنّاءً مع نفسه؟

حتى يتداخل الضوء تداخلا بناءً

$$2d = (m + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

بالنسبة إلى الغشاء الأقل سمكًا

$$m = 0$$

$$d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$$= \frac{521\ \text{nm}}{(4)\ (1.33)}$$

$$= 97.9\ \text{nm}$$

مراجعة القسم

1–12 التداخل (صفحة 161–153)

صفحة 166

6. سمك الغشاء يمسك خالد بلعبة الفقاعات، وينفخ في غشاء الصابون المعلق رأسيًّا في الهواء مكوّنًا فقاعات. ما العرض الثاني الأقل سمكًا لغشاء الصابون الذي يتوقع عنده رؤية شريط مضيء إذا كان الطول الموجي للضوء الذي يضيء الغشاء 575 nm؟ افترض أن معامل انكسار محلول الصابون 1.33.

سيكون هناك انقلاب واحد في الطور؛ لذا سيحدث التداخل البناء عندما:

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

بالنسبة إلى العرض الثاني الأقل سمكًا، تكون

$$m = 1$$

$$d = \left(\frac{3}{4}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$$= \frac{(3)\ (575\ \text{nm})}{(4)\ (1.33)}$$

$$= 324\ \text{nm}$$

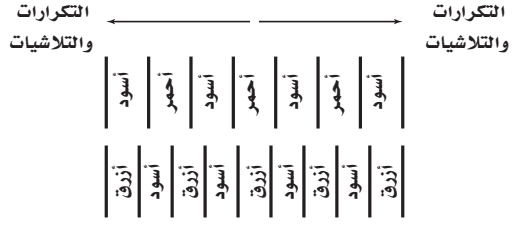
7. الأنماط المضيئة والمعتمة تم تكوين شقّين متقاربين جدًّا في قطعة كبيرة من الكرتون، وأُضيء الشقّان بضوء أحمر أحادي اللون. وعند وضع ورقة بيضاء بعيدًا عن الشقّين شوهد نمط من الأهداب المضيئة والمعتمة على الورقة. صف كيف تسلك الموجة عندما تقابل شقًّا؟ وفسّر لماذا تظهر أهداب مضيئة وأخرى معتمة؟

عندما تواجه الموجة شقًّا فإنها تنحني. فالضوء يحيد بواسطة الشقوق، والضوء النافذ من أحد الشقوق يتداخل مع الضوء النافذ من الشق الآخر، فإذا كان التداخل بنّاءً فسيتكون هدب مضيء، أما إذا كان التداخل هدّامًا فإن الهدب سيكون معتمًا.

8. أنماط التداخل وضّح بالرسم النمط الذي وصِف في المسألة السابقة.

ستكون شبيهة بالنمط الذي تشاهده للضوء الأحمر.

9. أنماط التداخل مثّل ما يحدث لنمط التداخل في المسألة 7 عند استخدام ضوء أزرق بدلا من الضوء الأحمر.



تصبح أهداب الضوء بعضها أقرب إلى بعض.

10. سمك الغشاء غشاء بلاستيكي عاكس معامل انكساره 1.83، ثُبِّت على نافذة زجاجية، فإذا علمت أن معامل انكسار الزجاج 1.52:

a. فما أقل سمك ينعكس عنده الضوء الأصفر المخضر؟

لمّا كان $n_{\text{الغشاء}} < n_{\text{الهواء}}$ فإن هناك تغيرًا في الطور في الانعكاس الأول، ولمّا كان $n_{\text{الزجاج}} < n_{\text{الغشاء}}$ فلن يحدث تغير في الطور في الانعكاس الثاني. وحتى ينعكس الضوء الأصفر المخضر يجب أن يكون التداخل بنّاءً

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$$m = 0$$

بالنسبة إلى الغشاء الأقل سمكًا

$$d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda_{\text{الأصفر المخضر}}}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$$= \frac{555\ \text{nm}}{(4)\ (1.83)}$$

$$= 75.8\ \text{nm}$$

b. إذا علمت أن هذا الغشاء لا يمكن صناعته بهذا السمك، فما السمك التالي الذي يحدث التأثير نفسه؟

$$m = 1$$

$$d = \left(\frac{3}{4}\right)\frac{\lambda_{\text{الأصفر المخضر}}}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$$= \frac{(3)\ (555\ \text{nm})}{(4)\ (1.83)}$$

$$= 227\ \text{nm}$$

11. التفكير الناقد تستخدم معادلة الطول الموجي المشتقة من تجربة يونج عندما تكون الزاوية θ صغيرة جدًّا، وعندها يكون $\sin\theta \approx \tan\theta$. إلى أيّ زاوية يبقى هذا التقريب جيدًا؟ وهل تزداد الزاوية العظمى للتقريب الجيد والصحيح أم تتناقص عندما تزيد دقة قياسك لها؟

$\sin\theta = \tan\theta$ لزاوية تتكون من رقمين معنويين حتى $9.9°$، وزيادة دقة القياس يقلل هذه الزاوية إلى $2.99°$.

مسائل تدريبية

12–2 الحيود (صفحة 175–167)

صفحة 169

12. يسقط ضوء أخضر أحادي اللون طوله الموجي 546 nm على شقّ مفرد عرضه 0.095 mm. إذا كان بُعد الشقّ عن الشاشة يساوي 75 cm، فما عرض الهدب المركزي المضيء؟

$$\lambda = \frac{x_{\text{أقل}}\, w}{L}$$

$$x_{\text{أقل}} = \frac{\lambda L}{w}$$

$$= \frac{(5.46\times10^{-7}\ \text{m})(0.75\ \text{m})}{9.5\times10^{-5}\ \text{m}}$$

$$= 4.3\ \text{mm}$$

عرض الهدب المركزي المضيء $= 2x_{\text{أقل}}$

$$2x_{\text{أقل}} = 2(4.3\ \text{mm})$$

$$= 8.6\ \text{mm}$$

13. سقط ضوء أصفر على شقّ مفرد عرضه 0.0295 mm، فظهر نمط على شاشة تبعد عنه مسافة 60.0 cm. فإذا كان عرض الهدب المركزي المضيء 24.0 mm، فما الطول الموجي للضوء؟

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$\lambda = \frac{(2x_1)w}{2L}$$

$$= \frac{(24.0\times10^{-3}\ \text{m})(0.0295\times10^{-3}\ \text{m})}{(2)(60.0\times10^{-2}\ \text{m})}$$

$$= 5.90\times10^{2}\ \text{nm}$$

14. سقط ضوء أبيض على شقّ مفرد عرضه 0.050 mm، فإذا وضعت شاشة على بُعد 1.00 m منه، ووضع طالب مرشّحًا أزرق– بنفسجيًّا (λ=441 nm) على الشقّ، ثم أزاله ووضع مرشّحًا أحمر (λ=622 nm)، ثم قاس الطالب عرض الهدب المركزي المضيء:

a. فأيّ المرشّحين ينتج هدبًا ضوئيًّا أكثر عرضًا؟

الأحمر؛ لأن عرض الهدب يتناسب طرديًّا مع الطول الموجي.

b. احسب عرض الهدب المركزي المضيء لكل من المرشّحين.

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

للأزرق:

$$2x_1 = \frac{2(4.41\times10^{-7}\ \text{m})(1.00\ \text{m})}{5.0\times10^{-5}\ \text{m}}$$

$$= 18\ \text{mm}$$

للأحمر:

$$2x_1 = \frac{2(6.22\times10^{-7}\ \text{m})(1.00\ \text{m})}{5.0\times10^{-5}\ \text{m}}$$

$$= 25\ \text{mm}$$

صفحة 172

15. يسقط ضوء أبيض من خلال محزوز على شاشة. صف النمط المتكوّن.

يُشاهد طيف ضوئي كامل للألوان جميعها. وبسبب اختلاف الأطوال الموجية فإن الأهداب المعتمة لأحد الأطوال الموجية ستسقط عليها أهداب مضيئة لطول موجي آخر.

16. يسقط ضوء أزرق طوله الموجي 434 nm على محزوز حيود، فتكوّنت أهداب على شاشة على بعد 1.05 m. إذا كانت الفراغات بين هذه الأهداب 0.55 m، فما المسافة الفاصلة بين الشقوق في محزوز الحيود؟

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

$$d = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

حيث إن

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

$$d = \frac{\lambda}{\sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{L}\right)\right)}$$

$$= \frac{434\times10^{-9}}{\sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{0.55\text{ m}}{1.05\text{ m}}\right)\right)}$$

$$= 9.4\times10^{-7}\text{ m}$$

17. يُضاء محزوز حيود تفصل بين شقوقه مسافة 8.60×10^{-7} m بضوء بنفسجي طوله الموجي 421 nm. فإذا كان البعد بين الشاشة والمحزوز 80.0 cm، فما مقدار المسافات الفاصلة بين الأهداب في نمط الحيود؟

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

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{d}$$

$$\tan\theta = \frac{x}{L}$$

$$x = L\tan\theta$$

$$= L\tan\left(\sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{d}\right)\right)$$

$$= (0.800\text{ m})\left(\tan\left(\sin^{-1}\left(\frac{421\times10^{-9}\text{ m}}{8.60\times10^{-7}\text{ m}}\right)\right)\right)$$

$$= 0.449\text{ m}$$

18. يسقط ضوء أزرق على قرص DVD في المثال 3، فإذا كانت المسافات الفاصلة بين النقاط المتكوّنة على جدار يبعد 0.65 m تساوي 58.0 cm، فما مقدار الطول الموجي للضوء؟

$$\lambda = d\sin\theta = d\sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{L}\right)\right)$$

$$= (7.41\times10^{-7}\text{ m})\left(\sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{0.58\text{ m}}{0.65\text{ m}}\right)\right)\right)$$

$$= 490\text{ nm}$$

تابع الفصل 12

19. يمر ضوء طوله الموجي 632 nm خلال محزوز حيود، ويكوّن نمطًا على شاشة تبعد عن المحزوز مسافة 0.55 m. فإذا كان الهدب المضيء الأول يبعد 5.6 cm عن الهدب المركزي المضيء، فما عدد الشقوق لكل سنتمتر في المحزوز؟

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

هناك شق واحد خلال المسافة d، لذا فإن المقدار $\frac{1}{d}$ يعطي عدد الشقوق لكل سنتمتر.

$$d = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

$$= \frac{\lambda}{\sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{L}\right)\right)}$$

$$= \frac{632\times10^{-9}\ \text{m}}{\sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{0.056\ \text{m}}{0.55\ \text{m}}\right)\right)}$$

$$= 6.2\times10^{-6}\ \text{m} = 6.2\times10^{-4}\ \text{cm}$$

$$1\ \text{شقّ}/6.2\times10^{-4}\ \text{cm} = 1.6\times10^{3}\ \text{شقّ}/\text{cm}$$

مراجعة القسم

12–2 الحيود (صفحة 175–167)

صفحة 175

20. المسافة بين الأهداب المعتمة ذات الرتبة الأولى يسقط ضوء أخضر أحادي اللون طول موجته 546 nm على شقّ مفرد عرضه 0.080 mm. ويقع الشقّ على بُعد 68.0 cm من شاشة. ما المسافة الفاصلة بين الهدب المعتم الأول على أحد جانبي الهدب المركزي المضيء والهدب المعتم الأول على الجانب الآخر؟

$$2x_{\text{أقل}} = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$= \frac{(2)(546\times10^{-9}\ \text{m})(68.0\times10^{-2}\ \text{m})}{0.080\times10^{-3}\ \text{m}}$$

$$= 9.3\ \text{mm}$$

21. معيار ريليه نجم الشِّعرى اليمانية (سيريوس) أكثر النجوم سطوعًا في السماء في فصل الشتاء في نصف الكرة الأرضية الشمالي. ونجم الشعِّرى – في الحقيقة– نظام مكوّن من نجمين يدور كل منهما حول الآخر، فإذا وجّه تلسكوب هابل الفضائي (قطر فتحته 2.4 m) نحو هذا النظام الذي يبعد 8.44 سنوات ضوئية عن الأرض، فما أقل مسافة فاصلة بين النجمين تلزمنا للتمييز بينهما باستخدام التلسكوب؟ (افترض أن متوسط الطول الموجي للضوء القادم من النجمين يساوي 550 m).

$$x_{\text{الجسم}} = \frac{1.22\,\lambda\,L_{\text{الجسم}}}{D}$$

$$= \frac{1.22\ (550\times10^{-9}\ \text{m})(7.99\times10^{16}\ \text{m})}{2.4\ \text{m}}$$

$$= 2.2\times10^{10}\ \text{m}$$

تابع الفصل 12

22. التفكير الناقد شاهدت جهاز مطياف، إلا أنك لا تعلم ما إذا كان الطيف الناتج عنه باستخدام منشور أو محزوز. كيف تعرف ذلك من خلال النظر إلى طيف الضوء الأبيض؟

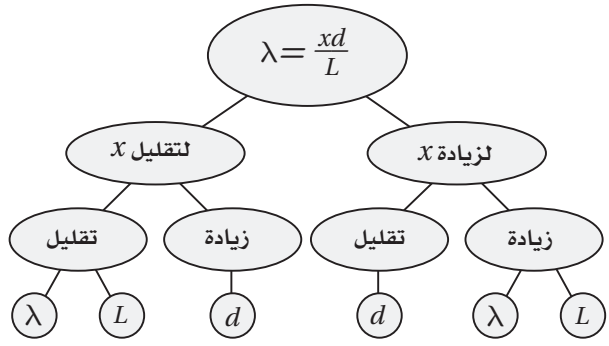
حدّد ما إذا كان اللون البنفسجي أم الأحمر في نهاية الطيف يصنع زاوية أكبر مع اتجاه حزمة الضوء الأبيض الساقط. يكسر المنشور اللون البنفسجي الذي يقع في نهاية الطيف بدرجة أكبر، في حين يحيد المحزوز الأطوال الموجية للضوء الأحمر بمقدار أكبر.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 180

23. يضيء ضوء أحادي اللون طوله الموجي λ شقّين في تجربة يونج. فإذا كانت المسافة الفاصلة بين الشقّين d، وتكوّن نمط على شاشة تبعد مسافة L عن الشقّين، فأكمل خريطة المفاهيم التالية مستخدمًا λ و L و d لتبين كيف يمكنك تغييرها لتحصل على التغير المشار إليه في الفراغ بين الأهداب المضيئة المتجاورة x.



إتقان المفاهيم

صفحة 180

24. لماذا يُعدّ استخدام ضوء أحادي اللون مهمًّا في تكوين نمط التداخل في تجربة التداخل ليونج؟ (1–12)

عندما تستخدم الضوء الأحادي اللون، تحصل على نمط تداخل دقيق المعالم؛ وإذا كنت تستخدم ضوءًا أبيض فستحصل على مجموعة من الأهداب الملونة.

25. وضّح لماذا لا يمكن استخدام موقع الهدب المركزي المضيء لنمط تداخل الشقّ المزدوج لحساب الطول الموجي لموجات الضوء؟ (1–12)

الأطوال الموجية جميعها تنتج الهدب المركزي في الموقع نفسه.

26. صف كيف يمكنك استخدام ضوء معلوم الطول الموجي لإيجاد المسافة بين شقّين؟ (1–12)

أسقط الضوء على الشق المزدوج، ودع نمط التداخل يسقط على ورقة، ثم قس المسافات بين الأهداب المضيئة x، واستخدم المعادلة $d = \frac{\lambda L}{x}$.

27. يشع ضوء أبيض خلال محزز حيود. هل تكون الفراغات بين الخطوط الحمراء الناتجة متقاربة أم متباعدة أكثر مقارنة بالخطوط البنفسجية الناتجة؟ ولماذا؟ (2–12)

تتناسب المسافة طرديًّا مع الطول الموجي. ولمّا كان للضوء الأحمر طول موجي أطول منه للضوء البنفسجي، فإن الخطوط الحمراء ستفصلها مسافات أكبر من الخطوط البنفسجية.

28. ما لون الضوء المرئي الذي ينتج خطًّا ساطعًا قريبًا جدًّا من الهدب المركزي المضيء بالنسبة لمحزوز حيود معين؟ (2–12)

الضوء البنفسجي هو اللون ذو الطول الموجي الأقصر.

29. لماذا يكون التلسكوب ذو القطر الصغير غير قادر على التمييز بين صورتين لنجمين متقاربين جدًّا؟ (2–12)

للفتحات الصغيرة أنماط حيود كبيرة تُحدّ من القدرة على التمييز بين الصورتين.

تطبيق المفاهيم

صفحة 181–180

30. حدّد في كل من الأمثلة التالية ما إذا كان اللون ناتجًا عن التداخل في الأغشية الرقيقة، أم عن الانكسار، أم نتيجة وجود الأصباغ.

a. فقاعات الصابون

التداخل

b. بتلات الوردة

الأصباغ

c. غشاء زيتي

التداخل

d. قوس المطر

الانكسار

31. صف التغيرات في نمط حيود الشقّ المفرد عندما يتناقص عرض الشقّ.

تأخذ الأهداب في الاتساع، وتأخذ إضاءتها في الخفوت.

32. معرض العلوم أحد المعروضات في معرض العلوم عبارة عن غشاء كبير جدًّا من الصابون ذي عرض ثابت تقريبًا، ويُضاء بواسطة ضوء طوله الموجي 432 nm، فيظهر السطح كاملا تقريبًا على شكل ظل أرجواني اللون. فماذا ستشاهد في الحالات التالية؟

a. عندما يتضاعف سمك الغشاء.

تداخل هدّام كامل.

b. عندما يزداد سمك الغشاء بمقدار نصف الطول الموجي للضوء الساقط.

تداخل بنّاء كامل.

c. عندما يتناقص سمك الغشاء بمقدار ربع الطول الموجي للضوء الساقط.

تداخل هدّام كامل.

33. تحدّي مؤشر الليزر إذا كان لديك مؤشرا ليزر، أحدهما ضوؤه أحمر، والآخر ضوؤه أخضر، واختلف زميلاك أحمد وفيصل في تحديد أيهما له طول موجي أكبر، وأصرّ أحمد على أن اللون الأحمر طوله الموجي أكبر، بينما فيصل متأكد أن الضوء الأخضر له طول موجي أكبر. فإذا كان لديك محزوز حيود فَصِف العرض الذي ستنفّذه بواسطة هذه الأداة، وكيف يمكنك توضيح النتائج التي توصّلت إليها لكل من أحمد وفيصل لحل الخلاف بينهما؟

سلط كل مؤشر ليزر خلال المحزوز على جدار قريب، فسيُنتج الضوء ذو الطول الموجي الأكبر نقاطًا تفصلها مسافات كبيرة على الجدار؛ لأن المسافة بينها تتناسب طرديًّا مع الطول الموجي. (الصحيح هو قول أحمد: الطول الموجي للضوء الأحمر أكبر من الطول الموجي للضوء الأخضر).

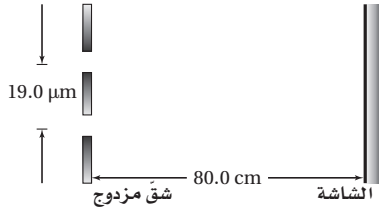
إتقان حل المسائل

صفحة 181

12–1 التداخل

صفحة 181

34. يسقط ضوء على شقّين متباعدين بمقدار 19.0 µm، ويبعدان عن شاشة 80.0 cm، كما في **الشكل 17–12**. فإذا كان الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى يبعد 1.90 cm عن الهدب المركزي المضيء فما مقدار الطول الموجي للضوء؟



■ **الشكل 17–12**

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

$$= \frac{(1.90\times10^{-2}\ \text{m})(19.0\times10^{-6}\ \text{m})}{80.0\times10^{-2}\ \text{m}}$$

$$= 451\ \text{nm}$$

35. البقع النفطية خرج أسامة وعمر في نزهة قصيرة بعد المطر، ولاحظَا طبقة نفطية رقيقة معامل انكسار مادتها 1.45 على سطح بركة صغيرة تُنتج ألوانًا مختلفة. ما أقل سمك لطبقة النفط، عندما تُكوّن تداخلا بنّاءً لضوء طوله الموجي 545 nm؟

لا يوجد انقلاب في الطور، لذا سيحدث التداخل البنّاء عندما

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الطبقة النفطية}}}$$

وعند أقل سمك تكون

$$m = 0$$

$$d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الطبقة النفطية}}}$$

$$= \frac{545\ \text{nm}}{(4)(1.45)}$$

$$= 94.0\ \text{nm}$$

36. يوجّه علي مؤشر ليزر أحمر نحو ثلاث مجموعات من الشقوق المزدوجة المختلفة. فإذا كانت المسافة الفاصلة بين الشقّين في المجموعة A 0.150 mm، وبُعد الشاشة عن الشقّين 0.60 m، أما في المجموعة B فكانت المسافة الفاصلة بين الشقّين 0.175 mm، وبُعد الشاشة عنهما 0.80 m، وفي المجموعة C كانت المسافة الفاصلة بين الشقّين 0.150 mm وبُعد الشاشة عنهما 0.80 m، فرتّب المجموعات الثلاث اعتمادًا على المسافة الفاصلة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذي الرتبة الأولى، وذلك من المسافة الفاصلة الأصغر إلى الأكبر.

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

$$x = \frac{\lambda L}{d}$$

لما كانت λ هي نفسها للمجموعات جميعها فإنه ينبغي أن تحسب المقدار $\frac{x}{\lambda}$؛ وذلك للمقارنة بين المجموعات.

$$\frac{x}{\lambda} = \frac{L}{d}$$

المجموعة A:

$$= \frac{0.60\ \text{m}}{1.50\times10^{-4}\ \text{m}}$$

$$= 4.0\times10^{3}$$

المجموعة B:

$$= \frac{0.80\ \text{m}}{1.75\times10^{-4}\ \text{m}}$$

$$= 4.6\times10^{3}$$

المجموعة C:

$$= \frac{0.80\ \text{m}}{1.50\times10^{-4}\ \text{m}}$$

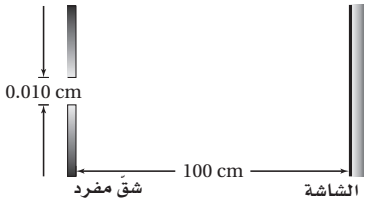
$$= 5.3\times10^{3}$$

$$x_C > x_B > x_A$$

12–2 الحيود

صفحة 181

37. يعبر ضوء أحادي اللون خلال شقّ مفرد عرضه 0.010 cm، ثم يسقط على شاشة تبعد عنه مسافة 100 cm، كما في **الشكل 18–12**. فإذا كان عرض الهدب المركزي المضيء 1.20 cm، فما مقدار الطول الموجي للضوء؟



■ **الشكل 18–12**

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

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

$$= \frac{(0.60\ \text{cm})(0.010\ \text{cm})}{100\ \text{cm}}$$

$$= 600\ \text{nm}$$

38. يمرّ ضوء طوله الموجي 4.5×10^{-5} cm خلال شق مفرد ويسقط على شاشة تبعد 100 cm. فإذا كان عرض الشق 0.015 cm، فما مقدار المسافة بين مركز النمط والهدب المعتم الأول؟

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

وتمثل الكمية $2x_1$؛ عرض الهدب المضيء، ولإيجاد المسافة بين مركز النمط والهدب المعتم الأول ينبغي التقسيم على 2.

$$x_1 = \frac{\lambda L}{w}$$

$$= \frac{(4.5\times10^{-5}\ \text{cm})(100\ \text{m})}{0.015\ \text{cm}}$$

$$= 0.3\ \text{cm}$$

39. يمر ضوء أحادي اللون طوله الموجي 425 nm خلال شقّ مفرد، ويسقط على شاشة تبعد 75 cm. فإذا كان عرض الحزمة المركزية المضيئة 0.60 cm، فما عرض الشقّ؟

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$w = \frac{2\lambda L}{2x_1}$$

$$= \frac{\lambda L}{x_1}$$

$$x_1 = \left(\frac{1}{2}\right)(2x_1)$$

$$= 0.30\ \text{cm}$$

$$w = \frac{(4.25\times10^{-5}\ \text{cm})(75\ \text{cm})}{0.30\ \text{cm}}$$

$$= 1.1\times10^{-2}\ \text{cm}$$

40. المطياف يستخدم في جهاز المطياف محزوز حيود يحوي 12000 خط/cm. أوجد الزاويتين اللتين توجد عندهما الأهداب المضيئة ذات الرتبة الأولى لكل من الضوء الأحمر الذي طوله الموجي 632 nm، والضوء الأزرق الذي طوله الموجي 421 nm.

$$d = \frac{1}{12000\ \text{خط/cm}}$$

$$= 8.33\times10^{-5}\ \text{cm}$$

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

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{d}$$

للضوء الأحمر

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{6.32\times10^{-5}\ \text{cm}}{8.33\times10^{-5}\ \text{cm}}\right)$$

$$= 49.3^\circ$$

للضوء الأزرق

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{4.21\times10^{-5}\ \text{cm}}{8.33\times10^{-5}\ \text{cm}}\right)$$

$$= 30.3^\circ$$

مراجعة عامة

صفحة 182

41. يوضع طلاء مانع للانعكاس معامل انكساره 1.2 على عدسة، فإذا كان سمك الطلاء 125 nm، فما لون/ألوان الضوء التي يحدث عندها تداخل هدّام بصورة كاملة؟ تلميح: افترض أن العدسة مصنوعة من الزجاج.

لمّا كانت $n_{\text{الطلاء}} < n_{\text{الهواء}}$، فإن هناك انقلابًا في الطور في الانعكاس الأول، ولمّا كانت:

$$n_{\text{العدسة}} = 1.52 > n_{\text{الطلاء}}$$

فإن هناك انقلابًا في الطور في الانعكاس الثاني.

وحتى يحدث التداخل الهدّام:

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الطلاء}}}$$

$$\lambda = \frac{2dn_{\text{الطلاء}}}{\left(m + \frac{1}{2}\right)}$$

$$= \frac{(2)(125\text{ nm})(1.2)}{\left(m + \frac{1}{2}\right)}$$

$$= \left(m + \frac{1}{2}\right)^{-1}(3.0\times10^{2}\text{ nm})$$

وعندما تكون، $m = 0$

$$\lambda = \left(\frac{1}{2}\right)^{-1}(3.0\times10^{2}\text{ nm})$$

$$= 6.0\times10^{2}\text{ nm}$$

لذا فإن الضوء مائل إلى الحمرة (محمر)–برتقالي. وبالنسبة إلى قيم أخرى لـ m يكون الطول الموجي أقصر منه لهذا الضوء.

التفكير الناقد

صفحة 182

42. تطبيق المفاهيم سقط ضوء أصفر على محزوز حيود، فتكوّنت ثلاث بقع على الشاشة خلف المحزوز؛ إحداها عند الدرجة صفر حيث لا يحدث حيود، والثانية عند $30°+$، والثالثة عند $30°-$. فإذا أسقطتَ ضوءًا أزرق متماثل الشدة في اتجاه الضوء الأصفر نفسه، فما نمط البقع التي ستراها على الشاشة الآن؟

بقعة خضراء عند $0°$، بقع صفراء عند $30° +$ و $30°-$، وبقعتان زرقاوان متقاربتان إلى حد ما.

43. تطبيق المفاهيم يمر ضوء أزرق طوله الموجي λ عبر شقّ مفرد عرضه w، حيث يظهر نمط حيود على شاشة. فإذا استخدمت الآن ضوءًا أخضر طوله الموجي 1.5λ بدلا من الضوء الأزرق، فكم يجب أن يكون عرض الشقّ للحصول على النمط السابق نفسه؟

تعتمد زاوية الحيود على النسبة بين عرض الشق والطول الموجي، لذا يزيد العرض ليصبح $1.5\,w$.

الكتابة في الفيزياء

صفحة 182

44. ابحث، ثم صِف مساهمات العالم توماس يونج في الفيزياء. وقوّم تأثير أبحاثه في الفكر العلمي حول طبيعة الضوء.

قد تختلف إجابات الطلاب، ولكنها يجب أن تتضمن تجربة الشق المزدوج ليونج التي تتيح لهم القدرة على قياس الطول الموجي للضوء بدقة.

45. ابحث ثم فسر دور الحيود في كل من الطب وعلم الفلك، وصِف على الأقل تطبيقين لكل منهما.

قد تختلف إجابات الطلاب، ولكنها يجب أن تتضمن الحيود في التلسكوبات والميكروسكوبات والمطياف.

مراجعة تراكمية

صفحة 182

46. ما الأطوال الموجية لموجات الميكروويف في فرن إذا كان تردّدها 2.4 GHz؟ (الفصل 7)

$$c = f\lambda$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00\times10^{8}\ \text{m/s}}{2.4\times10^{9}\ \text{Hz}}$$

$$= 0.12\ \text{m}$$

47. وضع جسم طوله 2.0 cm أمام مرآة مقعرة نصف قطرها 48.0 cm، وعلى بُعد 12.0 cm منها. احسب بُعد الصورة وطولها. (الفصل 10)

$$f = \frac{r}{2}$$

$$= \frac{48.0\ \text{cm}}{2}$$

$$= 24.0\ \text{cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$d_i = \frac{d_o f}{d_o - f}$$

$$= \frac{(12.0\ \text{cm})(24.0\ \text{cm})}{12.0\ \text{cm} - 24.0\ \text{cm}}$$

$$= -24.0\ \text{cm}$$

$$m \equiv \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

$$h_i = \frac{-d_i h_o}{d_o}$$

$$= \frac{-(-24.0\ \text{cm})(2.0\ \text{cm})}{12.0\ \text{cm}}$$

$$= 4.0\ \text{cm}$$

48. وضعت شمعة طولها 2.00 cm على بُعد 7.50 cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 21.0 cm. استخدم معادلة العدسة الرقيقة لحساب بُعد الصورة وطولها. (الفصل 11)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$d_i = \frac{d_o f}{d_o - f}$$

$$= \frac{(7.50\ \text{cm})(21.0\ \text{cm})}{7.50\ \text{cm} - 21.0\ \text{cm}}$$

$$= -11.7\ \text{cm}$$

$$m \equiv \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

$$h_i = \frac{-d_i h_o}{d_o}$$

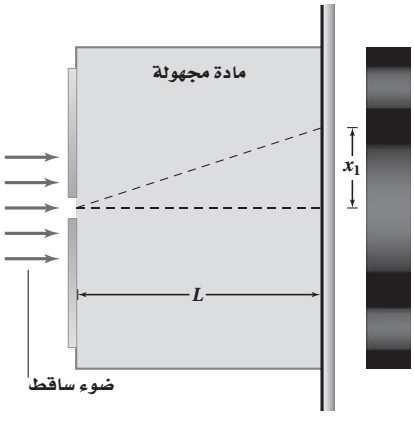
$$= \frac{-(-11.7\ \text{cm})(2.00\ \text{cm})}{7.50\ \text{cm}}$$

$$= 3.11\ \text{cm}$$

مسألة تحفيز

صفحة 169

لديك مجموعة من المواد غير المعروفة، وأردت أن تتعرف أنواعها باستخدام أدوات حيود الشقّ المفرد، فقرّرت وضع عينة من المادة المجهولة في المنطقة بين الشقّ والشاشة، واستخدمت البيانات التي حصلت عليها لتحديد نوع كل مادة، وذلك بحساب معامل الانكسار. اعتمادًا على ذلك، أجب عما يأتي:



1. اكتب صيغة عامة لمعامل الانكسار لمادة مجهولة بدلالة الطول الموجي للضوء في الفراغ $\lambda_{\text{الفراغ}}$، وعرض الشق w، والمسافة بين الشقّ والشاشة L، والمسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المعتم الأول x_1.

استخدم (1) $\lambda = \frac{x_{\text{الأقل}}\, w}{L}$

(2) $v_{\text{المادة}} = \lambda_{\text{المادة}} f$ **وكذلك**

(3) $n_{\text{المادة}} = \frac{c}{v}$

بناءً على دمج (2) و(3) فإن

$$n_{\text{المادة}} = \frac{\lambda_{\text{الفراغ}} f}{\lambda_{\text{المادة}} f}$$

$$= \frac{\lambda_{\text{الفراغ}}}{\lambda_{\text{المادة}}} \quad (4)$$

تم اختصار التردد من البسط والمقام؛ لأنه يبقى ثابتًا عندما يقطع الضوء الحد الفاصل.

أعد كتابة المعادلة (1) بدلالة المادة الموجودة في الفراغ بين الشق والشاشة.

$$\lambda_{\text{المادة}} = \frac{(x_{\text{الأقل}}\, w)}{L} \quad (5)$$

بناءً على دمج (4) و (5) وحل المعادلة الناتجة بالنسبة إلى المتغير (x) نحصل على

$$n_{\text{المادة}} = \frac{\lambda_{\text{الفراغ}}}{\frac{x_{\text{الأقل}}\, w}{L}}$$

$$x_{\text{أقل}} = \frac{\lambda_{\text{الفراغ}} L}{n_{\text{المادة}}\, w}$$

2. إذا كان الطول الموجي لضوء المصدر الذي تستخدمه 634 nm، وعرض الشقّ 0.10 mm، والبعد بين الشقّ والشاشة 1.15 m، وغمرت الأدوات في الماء ($n_{\text{المادة}} = 1.33$)، فكم تتوقع أن يكون عرض الهدب المركزي؟

$$x = \frac{\lambda_{\text{الفراغ}} L}{n_{\text{المادة}}\, w}$$

$$= \frac{(634\times10^{-9}\,\text{m})(1.15\,\text{m})}{(1.33)(0.10\times10^{-3}\,\text{m})}$$

$$= 5.5\times10^{-3}\,\text{m}$$