دليل تقويم مناهج العلوم

مادّة الفيزياء – المستوى العاشر

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة 4: الموجات

تاريخ الإرسال (.....):

فهرس المحتويات

أولاً: الاختبارات 3

الاختبار التشخيصي 4

تطبيق الدرس الأوّل: خصائص الموجات 7

تطبيق الدرس الثاني: الانكسار 10

تطبيق الدرس الثالث: العدسات والصور 13

اختبار المهارات العمليّة 16

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 18

اختبار الوحدة الرابعة 20

ثانيًا: الإجابات 26

إجابات الاختبار التشخيصي 27

إجابات تطبيق الدرس الأوّل: خصائص الموجات 30

إجابات تطبيق الدرس الثاني: الانكسار 33

إجابات تطبيق الدرس الثالث: العدسات والصور 37

إجابات اختبار المهارات العمليّة 40

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 42

إجابات اختبار الوحدة الرابعة 45

أولاً: الاختبارات

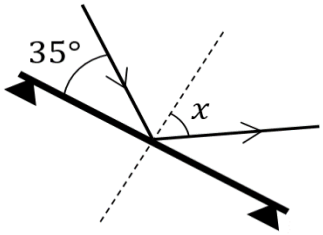
الاختبار التشخيصي

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 10

اختر الاجابة الصحيحة للأسئلة من 1–9:

1. يمثّل الرسم المجاور انعكاس شعاع ضوئي على سطح عاكس. ما مقدار الزاوية x؟

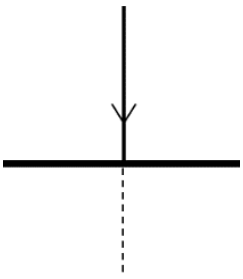


a. 35°
b. 55°
c. 90°
d. 130°

2. ما خصائص الصورة المتكوّنة في المرآة المستويّة؟

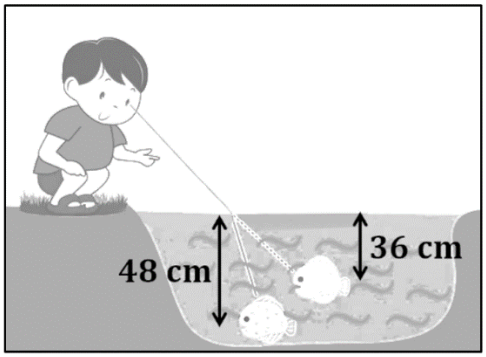
a. تقديريّة، مقلوبة ومساوية للجسم.
b. حقيقيّة، مقلوبة ومساوية للجسم.
c. تقديريّة، معكوسة جانبيًا ومساوية للجسم.
d. حقيقيّة، معكوسة جانبيًا واصغر من الجسم.

3. عندما يسقط شعاع ضوئي بشكل عمودي على سطح عاكس، ما مقدار زاوية انعكاس الشعاع المنعكس؟



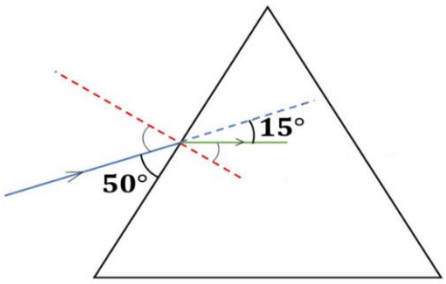
a. 10°
b. 45°
c. 90°
d. 0°

4. في الشكل الموضح، ما معامل انكسار الماء؟



a. 0.75
b. 1.33
c. 12
d. 84

5. ما قياس زاوية الانكسار في الشكل المجاور؟

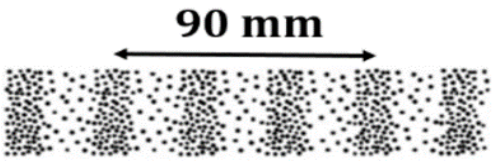


a. 15°
b. 25°
c. 35°
d. 40°

6. ما خصائص صورة جسم في الماء النّاتجة عن انكسار الضوء لمشاهد في الهواء؟

a. حقيقيّة، مقلوبة ونفس حجم الجسم الحقيقي.
b. حقيقيّة، معتدلة ونفس حجم الجسم الحقيقي.
c. تقديريّة، معتدلة ونفس حجم الجسم الحقيقي.
d. تقديريّة، معتدلة وأصغر من الجسم الحقيقي.

7. المخطّط المجاور يمثّل موجة صوتيّة، أيّ الجمل التالية تعطي الخصائص الصّحيحة للموجة؟

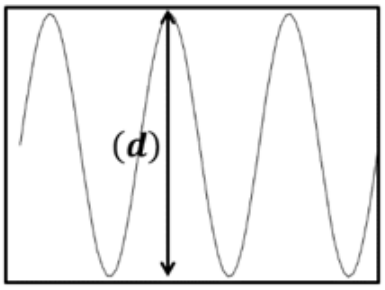


a. الموجة طوليّة والطول الموجي 30 mm.
b. الموجة طوليّة والطول الموجي 90 mm.
c. الموجة مستعرضة والطول الموجي 30 mm.
d. الموجة مستعرضة والطول الموجي 90 mm.

8. أيّ الجمل التالية صحيحة عندما يتضاعف تردّد الموجة في نفس الوسط؟

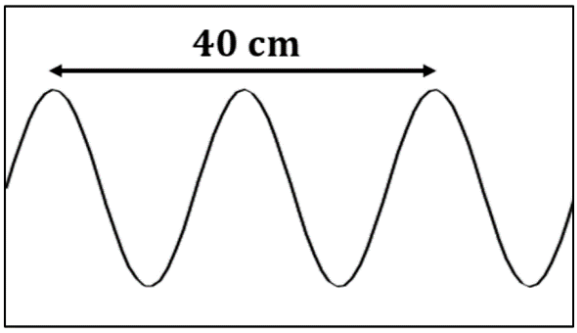
a. تتضاعف سرعة الموجة ويتضاعف الطول الموجي.
b. تبقى سرعة الموجة ثابتة ويتضاعف الطول الموجي.
c. تتضاعف سرعة الموجة ويقل الطول الموجي إلى النصف.
d. تبقى سرعة الموجة ثابتة ويقل الطول الموجي إلى النصف.

9. ماذا تمثّل المسافة (d) في الشكل المجاور؟



a. سعة الموجة.
b. الطول الموجي.
c. ضعف سعة الموجة.
d. ضعف الطول الموجي.

10. يستطيع الانسان سماع الموجات الصوتيّة ذات التردّد ما بين 20 Hz و20 kHz. هل يستطيع الانسان سماع الموجة الصوتيّة المبيّنة في الشكل المجاور علمًا أنَّ سرعة الصوت في الهواء 340 m/s.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

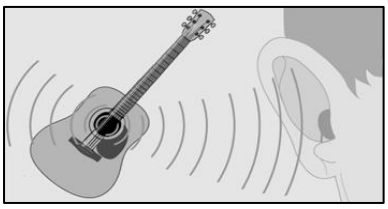
تطبيق الدرس الأوّل: خصائص الموجات

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 10

اختر الاجابة الصحيحة للأسئلة من 1-4:

1. ما الفرق بين النبضة في الاوتار والموجة الصادرة عنه؟



a. الموجة تحرّر الطاقة من خلال الاوتار.

b. النبضة تنقل الطاقة من الأوتار الى الأذن.

c. الموجة تنتج عن اهتزاز الأوتار فقط ولا تنقل الطاقة.

d. تحرّر النبضة الطاقة عبر الأوتار بينما تنقل الموجة الطاقة الى الأذن.

2. ما الخاصيّة المشتركة بين الموجات الطوليّة والموجات المستعرضة؟

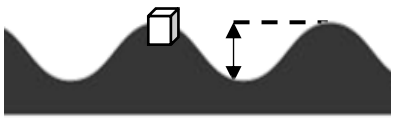
a. الموجات الطوليّة والموجات المستعرضة تنقل الطاقة والمادّة.

b. الموجات الطوليّة والموجات المستعرضة تنقل الطاقة ولا تنقل المادّة.

c. الموجات الطوليّة والموجات المستعرضة تنقل المادّة ولا تنقل الطاقة.

d. الموجات الطوليّة والموجات المستعرضة تنتقل بشكل متعامد مع اتجاه اهتزاز الجُزَيئات.

3. وضع أحد الطلاب قطعة من الفلين على سطح الماء حيث تمر موجة مائيّة ولاحظ بأنها تطفو وتتحرّك صعودًا ونزولًا مسافة 20 cm. ما هي خصائص الموجة المائيّة؟



a. موجة مستعرضة وسعتها 20cm، حيث تهتز جُزَيئات الماء أفقيًا في نفس اتجاه الموجة.

b. موجة طوليّة وسعتها 20cm، حيث تهتز جُزَيئات الماء عموديًا على اتجاه انتشار الموجة.

c. موجة طوليّة وسعتها 10cm، حيث تهتز جُزَيئات الماء عموديًا على اتجاه انتشار الموجة.

d. موجة مستعرضة وسعتها 10cm ، حيث تهتز جُزَيئات الماء عموديًا على اتجاه انتشار الموجة.

4. عندما يسقط حجر على سطح ماء راكد تتكوّن موجة مائيّة، ما نوع الموجة وجبهاتها؟

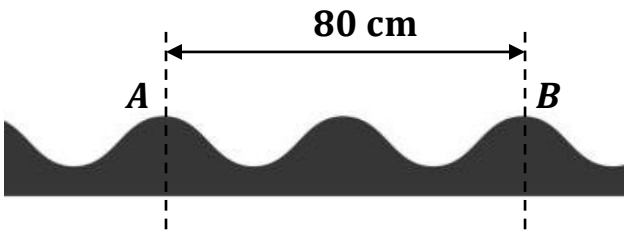
a. تتكوّن موجة طوليّة وجبهاتها دائريّة.

b. تتكوّن موجة مستعرضة وجبهاتها دائريّة.

c. تتكوّن موجة طوليّة وجبهاتها خطوطًا مستقيمة.

d. تتكوّن موجة مستعرضة وجبهاتها خطوطًا مستقيمة.

5. يمثّل الشكل المقابل موجة مستعرضة على سطح الماء حيث أنها تحتاج 4 ثوان كي تقطع المسافة من A إلى B.



a. أحسب الطول الموجي.

.....

.....

.....

b. أحسب تردّد الموجة.

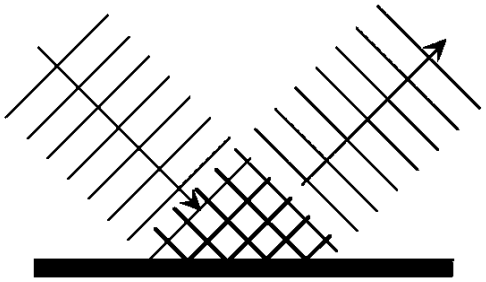
.....

.....

.....

6. موجة ساقطة طولها الموجي 2 cm وزمنها الدوري 2.5×10^{-4} s.

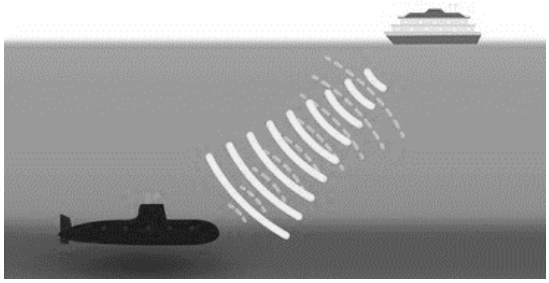
أحسب سرعة الموجة المنعكسة.



.....

.....

.....



7. يرسل جهاز السونار موجة أولى في المياه ذات تردّد 40kHz وطول موجي 3.75cm

أحسب الطول الموجي لموجة أخرى أطلقها نفس الجهاز في الماء ذات تردّد 50kHz.

.....

.....

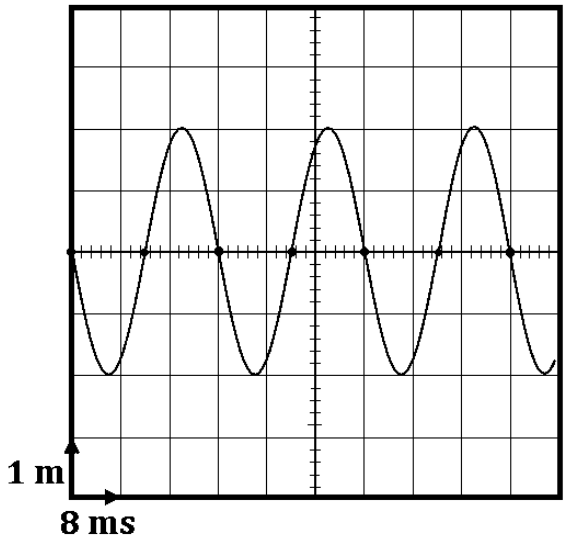
.....

.....

.....

8. يبيّن الشكل المجاور موجة مستعرضة.

a. أحسب سعة الموجة.



.....

.....

.....

.....

.....

b. أحسب تردّد الموجة.

.....

.....

.....

.....

تطبيق الدرس الثاني: الانكسار

الاسم: الصف: التاريخ:

اختر الاجابة الصحيحة للأسئلة من 1-4: الدرجة: \ 10

1. أيّ العبارات التالية تفسّر الانكسار عندما ينتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء؟

a. تزيد سرعة الضوء وتكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط.

b. تقل سرعة الضوء وتكون زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط.

c. تزيد سرعة الضوء وتكون زاوية الانكسار أصغر من زاوية السقوط.

d. تقل سرعة الضوء وتكون زاوية الانكسار أصغر من زاوية السقوط.

2. يسقط الضوء من الهواء إلى الزّجاج $n = 1.5$ بزاوية $70°$. علمًا أنَّ الزاوية الحرجة للانتقال من الزجاج الى الهواء $41.8°$، أيّ من الظواهر التالية تحدث؟

a. انعكاس كلي داخلي.

b. انكسار الشعاع وزاوية الانكسار تساوي $70°$.

c. انكسار الشعاع وزاوية الانكسار أقل من $70°$.

d. انكسار الشعاع وزاوية الانكسار أكبر من $70°$.

3. أراد تاجر أن يختبر إذا كان الزجاج مطعّمًا بالرصاص $n = 1.7$ أم لا، فقام بتسليط شعاع ليزر بزاوية سقوط $60°$ على سطح الزجاج، ولاحظ أنَّ زاوية الانكسار $30.6°$ علمًا أنَّ معامل انكسار الهواء 1.0003. هل هذا الزجاج مطعّم بالرصاص؟

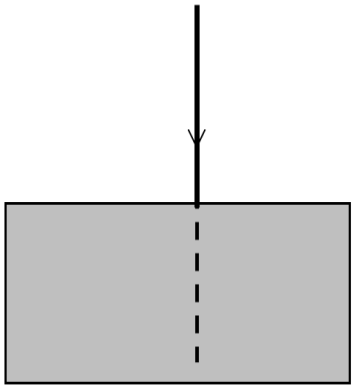
a. مطعّم بالرصاص.

b. غير مطعّم بالرصاص لأن زاوية الانكسار أقل من زاوية السقوط.

c. غير مطعّم بالرصاص لأن معامل انكساره أكبر من معامل انكسار الهواء.

d. غير مطعّم بالرصاص لأن الضوء يتعرض لانعكاس داخلي عند سقوطه من الهواء الى الزجاج.

4. ينتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء بشكل متعامد مع سطح الماء.



ما مقدار الزاوية بين الشعاع الضوئي الذي يعبر الى الماء والخط العمودي على المساحة الفاصلة بين الوسطَين؟

a. 0°
b. 48°
c. 90°
d. 180°

5. إذا كان معامل انكسار وسط السقوط n_i ضعف معامل انكسار وسط الانكسار n_r، ما مقدار جيب الزاوية الحرجة $\sin\theta_c$ وزاوية الانكسار θ_r؟ اشرح اجابتك.

.....

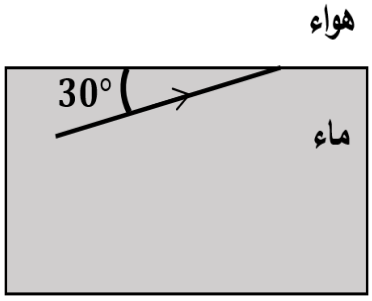
.....

.....

.....

6. لاحظ أحد الطلاب أنَّ الشعاع الليزري السَّاقط من الماء على السطح الفاصل مع الهواء لا يستطيع المرور. علمًا أنَّ معامل انكسار الهواء 1.0003 ومعامل انكسار الماء 1.33

a. أحسب الزاوية الحرجة للضوء من الماء إلى الهواء.



.....

.....

.....

.....

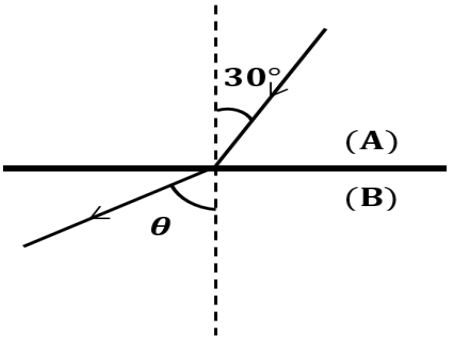
b. فسّر لماذا لم يمر الشعاع من الماء إلى الهواء.

.....

.....

.....

7. ينتقل شعاع ضوئي من وسط A وبسرعة $2 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$ إلى وسط B $(n_r = 1.33)$ حسب ما هو مبيّن في مخطط الأشعّة المجاور. علمًا أنَّ سرعة الضوء في الفراغ $3 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$.



a. أحسب معامل انكسار الوسط A.

.....

.....

.....

.....

.....

b. أحسب زاوية الانكسار في B.

.....

.....

.....

.....

.....

c. أحسب مقدار الزاوية الحرجة للضوء من الوسط A الى الوسط B.

.....

.....

.....

.....

.....

تطبيق الدرس الثالث: العدسات والصور

الاسم: الصف: التاريخ:

اختر الاجابة الصحيحة للأسئلة من 1-4: الدرجة: \ 10

1. إذا أردنا قراءة كتاب أحرفه صغيرة جدا، نستعين بعدسة مكبّرة ذات بعد بؤري f، ما أهم خصائص هذه العدسة؟

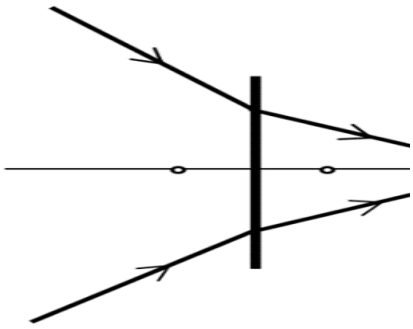
a. عدسة مقعّرة والأحرف على مسافة $d_o < f$.

b. عدسة محدّبة والأحرف على مسافة $d_o < f$.

c. عدسة محدّبة والأحرف على مسافة $d_o > f$.

d. عدسة محدّبة والأحرف على مسافة $f < d_o < 2f$.

2. الشكل المجاور يبين انكسار شعاع ضوئي بعد مروره خلال عدسة، ما نوع هذه العدسة؟



a. العدسة محدّبة لأنها جمعت أشعّة الضوء الساقطة عليها.

b. العدسة محدّبة لأن الأشعة الضوئيّة تتقاطع مع المحور الرئيسي خلف العدسة.

c. العدسة محدّبة لأنها عملت على انحراف الأشعة الضوئيّة بعيدًا عن المحور الرئيسي.

d. العدسة مقعّرة لأنها عملت على حرف الأشعة الضوئيّة بعيدًا عن المحور الرئيسي للعدسة.

3. العدسة الموجودة في الباب الرئيسي للمنزل تساعدنا على رؤية الزائرين خلف الباب فهي تعطي لصاحب البيت صورة للزائر تقديريّة معتدلة أصغر حجمًا من الحقيقة، ما نوع هذه العدسة؟

a. محدّبة لأنها تعطي صورة أصغر من الحجم الحقيقي.

b. محدّبة لأنها عدسة الباب تعطي صورة تقديريّة ومعتدلة.

c. محدّبة لأنَّ الجسم الحقيقي وصورته في نفس الجهة خلف العدسة.

d. مقعّرة لأنَّها تعطي صورة تقديريّة ومعتدلة وأصغر من الحجم الحقيقي.

4. يعاني بعض الشباب من قصر النظر. أيّ العدسات يستعملون لتصحيح قصر النظر؟

a. عدسة مقعّرة لأنها تعطي دائمًا صورة معتدلة.

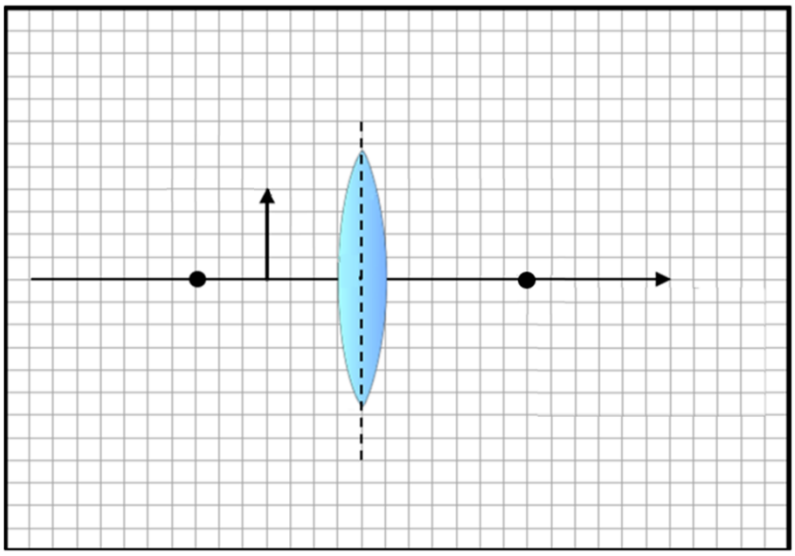
b. عدسة مقعّرة لأنها تفرق أشعة الضوء كي تشكل صورة أبعد قليلًا.

c. عدسة محدّبة لأنها تجمع أشعة الضوء كي تشكل صورة أقرب قليلًا.

d. عدسة محدّبة لأنها ممكن أن تعطي صورة أكبر من الحجم الحقيقي.

5. وضع طالب جسمًا بطول 40cm على بعد 40cm من عدسة محدّبة ذات بعد بؤري 70cm؟

a. ارسم الصورة المتكوّنة للجسم.



b. هل الصورة التي حصلت عليها حقيقيّة أم تقديريّة؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

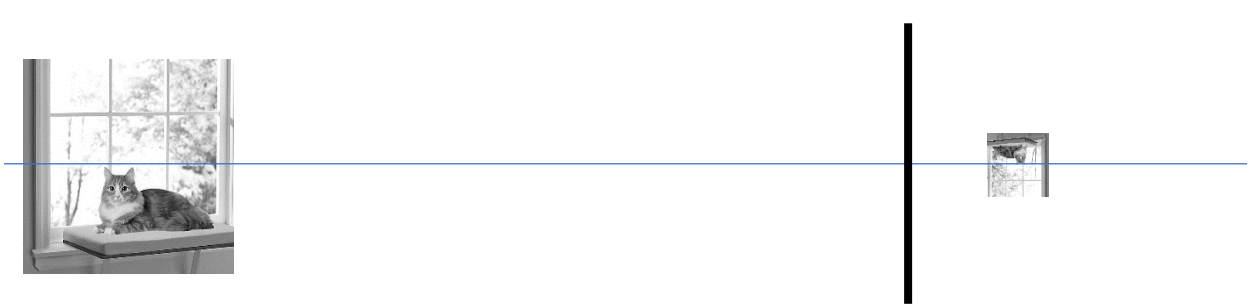
6. البعد البؤري للعدسة التي توضع في الباب الرئيسي للبيت يبلغ مقداره $-5cm$، أحسب المسافة بين الصورة والعدسة إذا كان الشخص يقف أمام العدسة على مسافة 1m.

.....

.....

.....

7. أراد طالب أن يعرف خصائص عدسة، استطاع أن يشكِّل على شاشة صورة مصغّرة ومقلوبة لقطّة بعيدة عدة أمتار عن العدسة، وجد الطالب بأنَ المسافة بين العدسة والصورة **20cm**.



a. هل العدسة محدّبة أم مقعّرة؟ اشرح اجابتك.

.....

.....

.....

.....

b. ماذا تمثل المسافة **20cm**؟ اشرح اجابتك.

.....

.....

.....

c. كم يجب أن تكون المسافة بين القطّة والعدسة إذا اراد الطالب تشكيل صورة للقطّة على مسافة **60cm** من العدسة؟ اشرح اجابتك.

.....

.....

.....

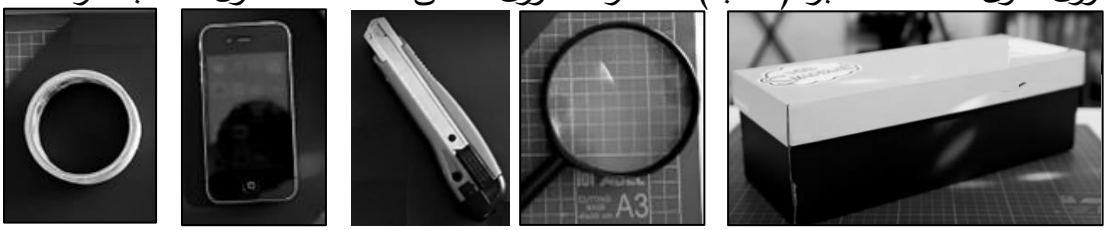
اختبار المهارات العمليّة

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 5

الدرس الثاني	العدسات
النشاط	جهاز عرض لصور الهاتف الجوال
سؤال الاستقصاء	كيف نستطيع تحويل الهاتف الجوال الى شاشة عرض؟

المواد المطلوبة: ورق مقوى – عدسة مكبر (محدّبة) – مشرط – ورق لاصق – هاتف محمول – علبة فارغة

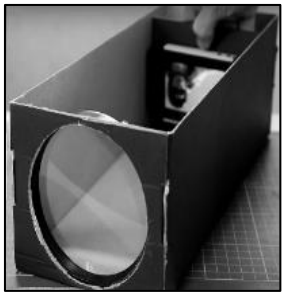


نحتاج أحيانًا إلى تكبير صورة ضوئيّة لعرضها على مجموعة من الأشخاص. لذلك يتمّ الاستعانة بآلة عرض لتكبير الصورة وعرضها على شاشة، ما يطرح السؤال الآتي: كيف نستطيع الحصول على صورة حقيقيّة مكبّرة ذات أبعاد محدّدة ؟

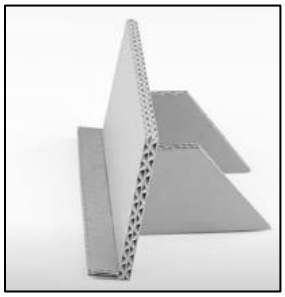
الخطوات:

(a)

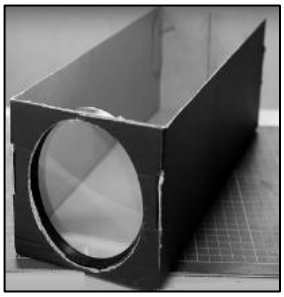
a. ضع العدسة مقابل شجرة بعيدة وشاشة خلف العدسة كي نحصل على صورة واضحة للشجرة على الشاشة وقس المسافة (d) بين العدسة والشاشة.
b. الصق العدسة في فتحة على المساحة الصغيرة من العلبة الفارغة.
c. اصنع قاعدة الهاتف كي تضع الهاتف عليها بشكل مقلوب عموديًّا.
d. حرّك الهاتف أمام العدسة بين نقطتين بشرط $f < d_o < 2f$ وحرّك الشاشة لتتشكّل صورة الهاتف عليها.



(d)



(c)



(b)

1. **ماذا تمثّل المسافة (d) بين العدسة والشاشة؟ فسّر اجابتك.**

.....

.....

.....

2. **ما خصائص صورة الهاتف عندما نضعه أمام العدسة على مسافة** $f < d_o < 2f$.

.....

.....

.....

.....

3. **ما حجم الصورة بالنسبة للهاتف الحقيقي عندما نضع الهاتف على مسافة** $\boldsymbol{d_o = 2f}$**؟**

.....

.....

.....

.....

4. **أين نضع الهاتف الحقيقي كي نحصل على أكبر حجم ممكن للصورة؟**

.....

.....

.....

.....

5. **أحسب المسافة** $\boldsymbol{d_o}$ **بالنسبة للبعد البؤري بين الهاتف والعدسة إذا أردنا الحصول على صورة وراء العدسة على مسافة** $\boldsymbol{d_i = 2d_o}$.

.....

.....

.....

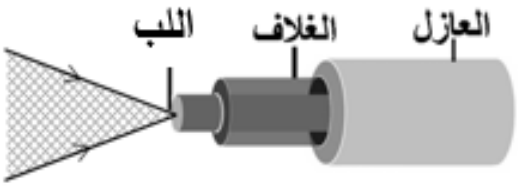
.....

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 5

الدرس الثاني	الانكسار
النشاط	الألياف الضوئيّة
سؤال الاستقصاء	ما مقدار أكبر زاوية سقوط شعاع ضوئي يؤدّي إلى انعكاسات متتالية داخل الليف الضوئي؟

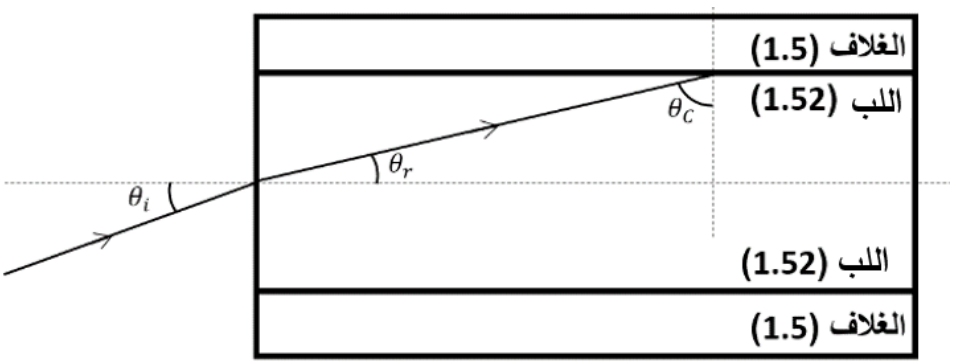


تصنع **الألياف الضوئيّة** من زجاج خاصّ، وتستخدم في نقل الإشارات الضوئيّة لمسافات بعيدة جداً يقوم مبدأها على ظاهرة الانعكاس الكلّي على السطح الفاصل بين محيطين (اللب والغلاف) من الزجاج ذات معاملين انكسار مختلفين 1.5 و1.52.

من أجل فهم كيفيّة عمل الألياف الضوئيّة، يُطرح سؤال الاستقصاء الآتي: ما مقدار أكبر زاوية سقوط شعاع ضوئي يؤدّي إلى انعكاسات متتالية داخل الليف الضوئي؟

للإجابة عن هذا السؤال، قامت مجموعة من الطلاّب بإسقاط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين الهواء واللب بزوايا سقوط مختلفة بدءًا من الصفر، وقياس زاوية الانكسار الناتجة عنها:

θ_i	0	2	6	11	14	17
θ_r						
θ_C						



تتضمّن التجربة عدّة متغيّرات، منها: معامل انكسار القلب والغلاف والهواء – الزاوية الحرجة – زاوية السقوط – زاوية الانكسار.

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. من بين المتغيّرات أعلاه، حدّد: المتغيّر الثابت، المتغيّر المستقل، المتغيّر التابع.

.....

.....

2. علمًا أن معامل انكسار الهواء 1.0003، املأ الجدول المتعلّق بالزاوية θ_r أولاً ومن ثمّ θ_C.

θ_i	0	2	6	11	14	17
θ_r						
θ_C						

3. ما المقدار الأقصى للزاوية $\theta_{C_{max}}$ التي ينتج عنها انكسار الشعاع الضوئي؟

.....

.....

.....

4. أحسب الزاوية الحرجة بين السطح الفاصل بين اللب والغلاف وقارنها بالزاوية $\theta_{C_{max}}$.

.....

.....

.....

5. استنتج الشرط المتعلّق بزاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين الهواء واللب الذي يؤدّي إلى انعكاسات متتالية داخل الليف الضوئي.

.....

.....

.....

اختبار الوحدة الرابعة

الاسم: الصف: التاريخ:

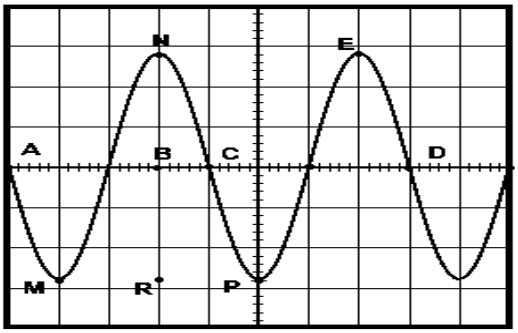
الدرجة: \ 20

اختر الإجابة الصحيحة في الأسئلة من 1–8:

1. إذا كان معامل انكسار وسط السقوط 2 ومعامل انكسار وسط الانكسار1.6، ما العلاقة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار؟

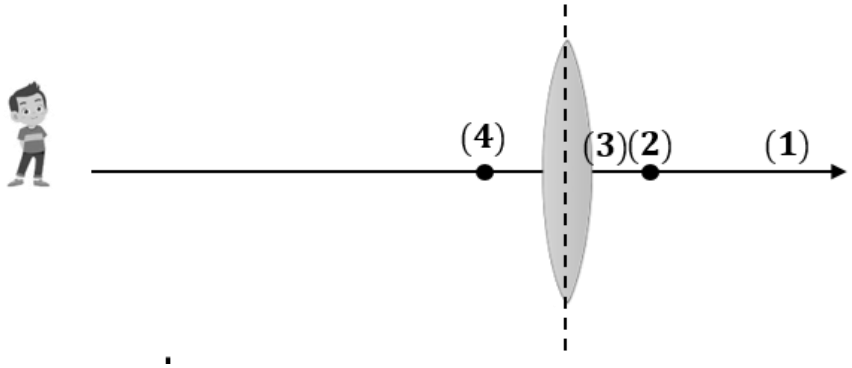
a. 1
b. 0.8
c. 1.25
d. 3.2

2. يمثّل الشكل المجاور موجة دوريّة، ما الطول الموجي والازاحة القصوى؟



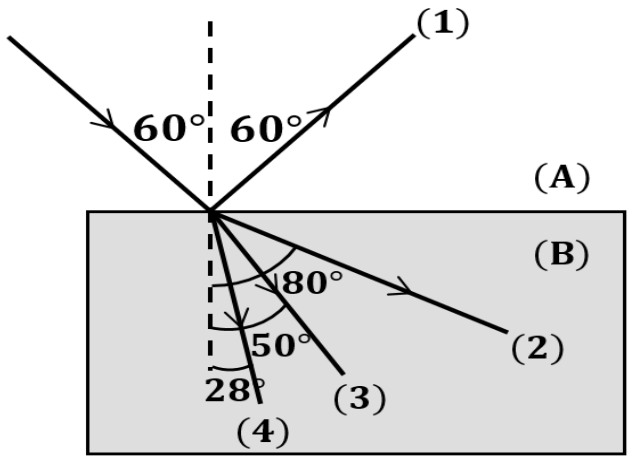
a. الطول الموجي: (BC) والإزاحة القصوى (RN).
b. الطول الموجي: (NE) والإزاحة القصوى (BN).
c. الطول الموجي: (AC) والإزاحة القصوى (RN).
d. الطول الموجي: (AD) والإزاحة القصوى (BR).

3. إذا كان الشخص بعيدًا جدًا عن عدسة محدّبة، ما المكان الصحيح لصورة هذا الشخص على المحور الرئيس؟



a. (1)
b. (2)
c. (3)
d. (4)

4. يمر الشعاع الضوئي من وسط (A) إلى وسط (B). أيّ شعاع يمثّل الضوء المنكسر، علمًا أنّ $n_A < n_B$ وأنَّ الزاوية الحرجة للضوء من (B) إلى (A) $40°$.



a. (1)
b. (2)
c. (3)
d. (4)

5. يحتاج العرض السينمائي عدسة تعطي صورة كبيرة على شاشة. ما نوع العدسة المستعملة في آلة عرض السينما؟

a. عدسة مقعّرة حيث يمكن أن يكون الجسم في أيّ موضع.
b. عدسة محدّبة على أن يكون الجسم على مسافة $d_o < f$.
c. عدسة محدّبة على أن يكون الجسم على مسافة $d_o > 2f$.
d. عدسة محدّبة على أن يكون الجسم على مسافة $f < d_o < 2f$.

6. يعاني كبار السّن عادة من طول النظر بحيث لا يرى الأشياء القريبة بشكل جيد. ما نوع العدسة التي يمكن استخدامها في هذه الحالة لتصحيح النظر؟

a. عدسة مقعّرة لأنها تعطي صورة معتدلة أبعد عن شبكيّة العين.
b. عدسة محدّبة لأنها تعطي صورة مقلوبة أبعد عن شبكيّة العين.
c. عدسة محدّبة لأنها تعطي صورة مقلوبة أقرب من شبكيّة العين.
d. عدسة مقعّرة لأنها تعطي دائمًا صورة معتدلة أقرب من شبكيّة العين.

7. ما مقدار معامل انكسار وسط الانكسار اذا كان معامل انكسار وسط السقوط 1.5 والزاوية الحرجة $42°$؟

a. 1.004
b. 1.11
c. 2.02
d. 2.24

8. أراد محضّر المختبر أن يكبّر علامات المسطرة ليقرأها بوضوح فاستعمل عدسة كما هو مبيّن في الشكل أدناه. تفاجأ بتصغير العلامات بدل تكبيرها، ما الخطأ الذي ارتكبه؟

a. استعمل عدسة مقعّرة بدل المحدّبة.

b. استعمل عدسة محدّبة، ولكنَّه وضع المسطرة على مسافة $d_o < f$.

c. استعمل عدسة محدّبة، ولكنَّه وضع المسطرة على مسافة $d_o > 2f$.

d. استعمل عدسة محدّبة ولكنَّه لم يضع المسطرة على مسافة $f < d_o < 2f$.

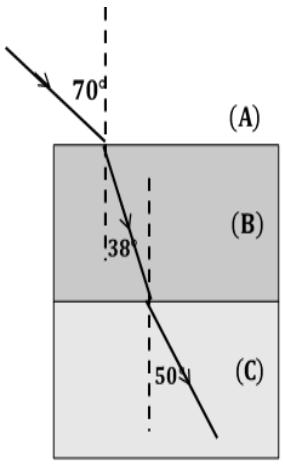
9. تعطي آلة التصوير صورة مساوية للجسم الحقيقي، ولكن مقلوبة إذا كانت المسافة بين الصورة والجسم الحقيقي 100 cm. ما مقدار البعد البؤري لعدسة آلة التصوير؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

10. الشعاع الضوئي في الصورة البيانيّة يمر من وسط (A) الى وسط (B) ثم إلى وسط (C).



a. رتّب، من دون عمليّات رياضيّة، معامل انكسار الأوساط الثلاثة من الأكبر إلى الأصغر.

.....

.....

.....

.....

b. أحسب معامل انكسار الوسط (B) ثم الوسط (C) إذا كان الوسط (A) هواء ومعامل انكسار الضوء فيه 1.0003 .

.....

.....

.....

.....

.....

11. ما العمق الحقيقي لماء بركة السـباحة إذا كان عمقه الظاهري $2.3\,m$ ومعامل انكسـار الماء 1.33؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

.....

.....

12. يستطيع الإنسان أن يسمع الموجات الصوتيّة بتردّد من $20\,Hz$ إلى $20\,kHz$.

a. اشرح لماذا لا يسمع الإنسان الموجات الصوتيّة الصادرة عن الخفاش حيث زمنها الدوري $2\,\mu s$.

.....

.....

.....

b. أحسب الطول الموجي لموجة صادرة عن الخفاش وزمنها الدوري $2.4\,\mu s$ إذا كانت سرعة الصوت $340\,m/s$.

.....

.....

.....

13. أراد شخص أن يستعمل عدسة محدّبة ذات بعد بؤري $15\,cm$ كي يتفحَّص جسمًا صغيرًا.

a. هل يمكنه وضع الجسم الصغير على مسافة $10\,cm$ من العدسة؟ علِّل اجابتك.

.....

.....

b. أحسب المسافة بين الصورة والعدسة عند وضع الجسم على مسافة $10\,cm$ من العدسة.

.....

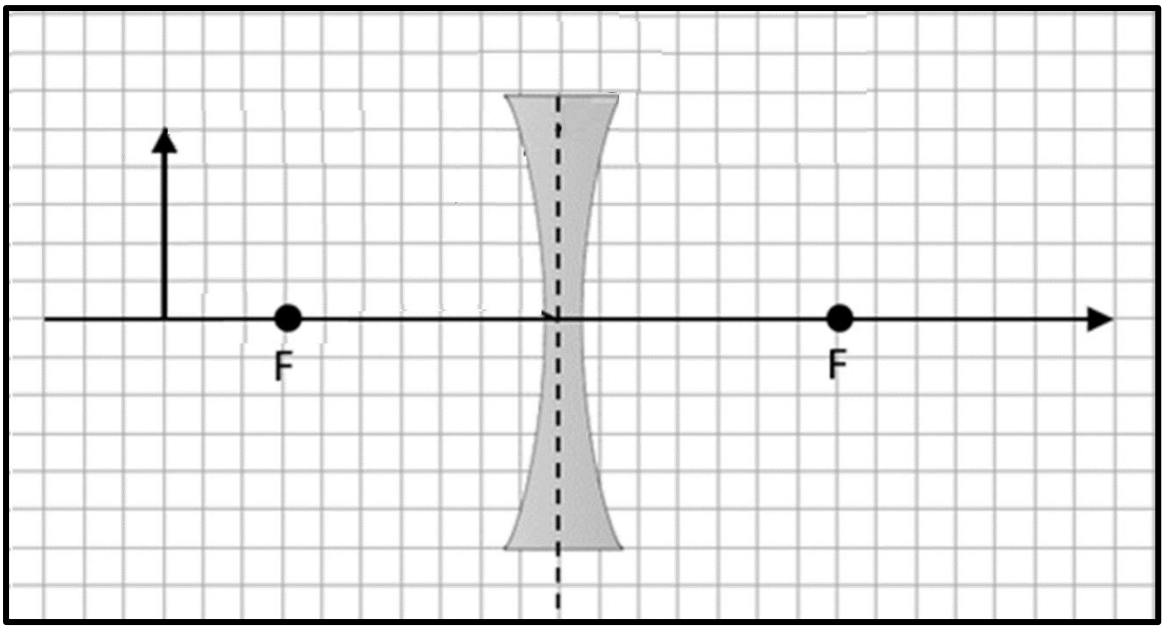
.....

.....

.....

14. وضع طالب جسمًا بطول 50cm على بعد 100cm من عدسة مقعّرة ذات بعد بؤري 70cm.

a. ارسم الصورة المتكوّنة للجسم.



b. استنتج خصائص الصورة.

.....

.....

.....

15. نستعمل عدسة محدّبة لإعطاء صورة لجسم صغير مكبّرة عشرات المرّات وعلى شاشة. أحسب البعد البؤري لهذه العدسة إذا كانت المسافة بين العدسة والشاشة 3m والمسافة بين الجسم الحقيقي والعدسة 20cm؟

.....

.....

.....

.....

.....

16. إذا كانت المسافة بين العدسة والصورة هي ضعف المسافة بين الجسم الحقيقي والعدسة، أحسب المسافة بين العدسة والصورة إذا كان البعد البؤري للعدسة 80cm.

.....

.....

.....

.....

ثانيًا: الإجابات

إجابات الاختبار التشخيصي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P0803.1	1	2
2	P0803.3	1	1
3	P0803.1	1	2
4	P0804.2	1	1
5	P0804.2	1	2
6	P0804.2	1	1
7	P0901.3	1	2
8	P0901.4	1	1
9	P0901.3	1	1
10	P0902.2	1	1
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	b. $55°$ زاوية السقوط: $90 - 35 = 55°$ زاوية الانعكاس = زاوية السقوط $= 55°$
2	c. تقديريّة، معكوسة جانبيًا ومساوية للجسم. الصورة المتكوّنة في المرآة المستويّة تقديريّة، لأنها لا يمكن استقبالها على حائل وبنفس حجم الجسم الأصلي، لأنها مسطّحة ومعكوسة جانبيًا، بحيث تبدو اليد اليمنى وكأنَّها اليد اليسرى.
3	d. $0°$ عندما يسقط شعاع ضوئي بشكل عمودي على سطح عاكس، ينعكس بشكل عمودي، ولكن باتجاه معاكس تمامًا لاتجاه الشعاع الضوئي الساقط.
4	b. 1.33 معامل الإنكسار، هي نسبة العمق الحقيقي إلى العمق الظاهري. $n = \frac{d}{d'}$ $= \frac{48}{36}$ $= 1.33$
5	b. $25°$ زاوية الانكسار بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمودي على السطح: $90 - (15 + 50) = 25°$
6	c. تقديريّة، معتدلة ونفس حجم الجسم الحقيقي. الصورة الناتجة عن انكسار الضوء تقديريّة، لأنها لا يمكن استقبالها على حائل، وبنفس حجم الجسم الحقيقي.
7	a. الموجة طوليّة، والطول الموجي 30mm الموجة طوليّة لأن اهتزاز جُزَيئات الهواء في نفس اتجاه انتشار الموجة الصوتيّة. الطول الموجي: $\frac{90}{3} = 30\text{mm}$
8	d. تبقى سرعة الموجة ثابتة ويقلّ الطول الموجي إلى النّصف. عندما يتضاعف تردّد الموجة في نفس الوسط لا تتغير السرعة، ولكن يقلّ الطول الموجي إلى النصف لأنَّه يتناسب مع التردّد عكسيًا تطبيقًا للمعادلة: $v = \lambda \times f$

9	c. ضعف سعة الموجة. السعة هي الازاحة القصوى لجُزَيئات المادّة بعيدًا عن موضع الاستقرار، لذلك فإنَّ (d) تمثل ضعف السعة.
10	$\lambda = \frac{40}{2}$ $= 20\text{cm}$ $v = \lambda \times f$ $f = \frac{v}{\lambda}$ $= \frac{340}{0.2}$ $= 1700\text{Hz}$ لذلك، فإنَّ الانسان يستطيع سماع الموجة الصوتيّة، لأنَّ تردّدها ما بين 20Hz و 20kHz.

إجابات تطبيق الدرس الأوّل: خصائص الموجات

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P1008.1	1	1
2	P1008.2	1	1
3	P1008.2	1	1
4	P1008.2	1	1
5a	P1008.2	1	1
5b	P1008.2	1	1
6	P1008.2	1	1
7	P1008.2	1	2
8a	P1008.2	1	2
8b	P1008.2	1	1
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	d. تحرر النبضة الطاقة عبر الأوتار بينما تنقل الموجة الطاقة الى الأذن. تنتج النبضة من خلال تحريك الوتر واضطرابه فتتحرر الطاقة وتقوم الموجات بنقل الطاقة عبر الوسط أي الهواء وتنتقل الطاقة الى الأذن.
2	b. الموجات الطوليّة والمستعرضة تنقل الطاقة ولا تنقل المادّة. الموجات كافة تنقل الطاقة ولا تنقل المادّة لانَّ جُزَيئات المادّة تتحرك حول موضع الاستقرار وتبقى في نفس المكان دون الانتقال إلى مكان آخر.
3	d. موجة الماء مستعرضة وسعتها 10cm وتهتز جُزَيئات الماء عموديًا على اتجاه انتشار الموجة. الموجة المائيّة مستعرضة لأنَّ جُزَيئات الماء تتحرك بشكل متعامد مع اتجاه انتشار موجات الماء، والسعة هي نصف الازاحة القصوى من الجهتين.
4	b. تتكوّن موجة مستعرضة وجبهاتها دائريّة.
5a	الطول الموجي هو المسافة بين قمّتَين متتاليتَين. بين النقطتين A و B ثلاث قمم متتالية، لذلك فإنَّ الطول الموجي: $\lambda = \frac{AB}{2}$ $= \frac{0.8}{2}$ $= 0.4\ \text{m}$
5b	لحساب التردد لابد من حساب الزمن الدوري. الزمن الدوري هو الفترة الزمنيّة بين قمّتَين متتاليتَين، وبين النقطتين A و B ثلاث قمم متتالية، لذلك فإنَّ الزمن الدوري: $T = \frac{4}{2}$ $= 2\ \text{s}$ $f = \frac{1}{T}$ $= \frac{1}{2}$ $= 0.5\ \text{Hz}$

6	$v = \frac{\lambda}{T}$ $= \frac{0.02}{2.5 \times 10^{-4}}$ $= 80 \text{ m/s}$ وبسبب الانعكاس، تحافظ الموجة على كافة خصائصها ما عدا اتجاه الانتشار، لذلك فإنَّ سرعة الموجتَين الساقطة والمنعكسة متساوية.
7	سرعة موجة السونار ثابتة في الماء: $v_1 = v_2$ $v = \lambda_1 \times f_1$ $= \lambda_2 \times f_2$ $3.75 \times 40 = \lambda_2 \times 50$ $\lambda_2 = \frac{3.75 \times 40}{50}$ $= 3 \text{ cm}$
8a	السعة هي الإزاحة القصوى للموجة عن موضع استقرارها: $A = 2 \times 1$ $= 2 \text{ m}$
8b	الزمن الدوري للموجة: $T = 3 \times 8$ $= 24 \text{ ms}$ $= 24 \times 10^{-3} \text{s}$ $= 0.024 \text{ s}$ التردّد: $f = \frac{1}{T}$ $= \frac{1}{0.024}$ $= 41.67 \text{ Hz}$

إجابات تطبيق الدرس الثاني: الانكسار

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P1009.1	1	2
2	P1009.3	1	2
3	P1009.4	1	2
4	P1009.1	1	1
5	P1009.2	1	2
6a	P1009.4	1	1
6b	P1009.3	1	1
7a	P1009.2	1	1
7b	P1009.2	1	2
7c	P1009.4	1	2
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	d. تقل سرعة الضوء وتكون زاوية الانكسار أصغر من زاوية السقوط. معامل الانكسار وسرعة الضوء يتناسبان عكسيًا تطبيقًا للمعادلة: $n = \frac{c}{v}$ لذلك تقل سرعة الضوء عندما ينتقل الضوء من الهواء إلى الماء. وتطبيقًا لقانون سنل، $n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$ ، فإنَّ زاوية السقوط أوالانكسار يتناسبان عكسيًّا مع معامل الانكسار للوسط لذلك فإنَّ زاوية الانكسار أصغر من زاوية السقوط.
2	c. انكسار الشعاع وزاوية الانكسار أقل من $70°$. زاوية الانكسار في الزجاج أصغر من زاوية السّقوط في الهواء لأن معامل انكسار الضوء في الزجاج أكبر، وبما أن زاوية السقوط $70°$، لذا زاوية الانكسار يجب أن تكون أقل من $70°$.
3	a. مطعم بالرصاص. $n_i \times \sin\theta_i = n_r \times \sin\theta_r$ $1.0003 \times \sin 60° = n_r \times sin\, 30.6°$ $1.0003 \times \sin 60° = n_r \times sin\, 30.6°$ $n_r = \frac{1.0003 \times sin\, 60°}{sin\, 30.6°}$ $n_r = \frac{1.0003 \times 0.866}{0.509}$ $= 1.70$ نستنتج بأنّ الزجاج مطعم بالرصاص.
4	$0°$ .a زاوية السقوط هي الزاوية بين الشعاع الساقط والعمودي، وبما أنَّ الشعاع الساقط متعامد مع سطح الماء، لذلك فإنَّ زاوية السقوط $0°$. $n_i \times sin\, 0° = n_r \times sin\, \theta_r$ $0 = n_r \times sin\, \theta_r$ $sin\, \theta_r = 0$ $\theta_r = \sin^{-1} 0 = 0$

5	بما أنّ معامل انكسار وسط السقوط أكبر من معامل انكسار وسط الانكسار، تكون الزاوية الحرجة في وسط السقوط. اعتمادا على قانون سنل: $n_i \times \sin\theta_c = n_r \times \sin\theta_r$ $\sin\theta_c = \frac{n_r \times \sin\theta_r}{n_i}$ وعند الزاوية الحرجة $\theta_r = 90°$ $\sin\theta_c = \frac{n_r \times 1}{2n_r} = 0.5$ $\sin\theta_c = 0.5$
6a	$\sin\theta_c = \frac{n_r}{n_i}$ $= \frac{1.0003}{1.33}$ $= 0.752$ $\theta_c = \sin^{-1} 0.752$ $= 48.8°$
6b	زاوية السقوط هي الزاوية بين الشعاع الساقط والعمودي: $\theta_i = 90 - 30$ $= 60°$ وبما أنَّ زاوية السقوط $60°$ أكبر من الزاوية الحرجة $48.8°$ والضوء يحاول المرور من الماء إلى الهواء، لذلك فإن الضوء يتعرّض للانعكاس الكلّي الداخلي ولا يستطيع المرور إلى الهواء.

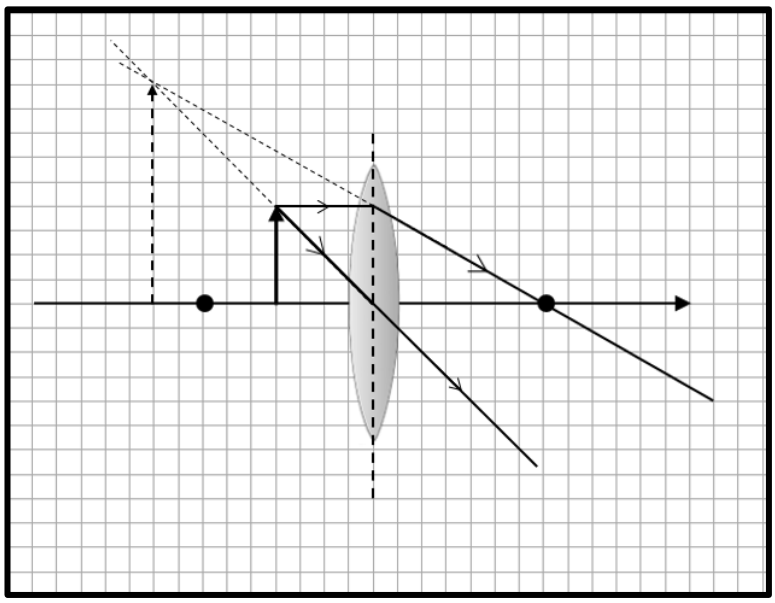
$n = \frac{c}{v}$ $= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8}$ $= 1.5$	**7a**
$n_i \times sin\,\theta_i = n_r \times sin\,\theta_r$ $sin\,\theta_r = \frac{n_i \times sin\,\theta_i}{n_r}$ $sin\,\theta_r = \frac{1.5 \times \sin 30°}{1.33}$ $sin\,\theta_r = \frac{1.5 \times 0.5}{1.33} = 0.56$ $\theta_r = \sin^{-1} 0.56$ $\theta_r = 34.33°$	**7b**
$\sin\theta_c = \frac{n_r}{n_i}$ $= \frac{1.33}{1.5}$ $= 0.887$ $\theta_c = \sin^{-1} 0.887$ $= 62.46°$	**7c**

إجابات تطبيق الدرس الثالث: العدسات والصور

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P1010.4	1	2
2	P1010.1	1	3
3	P1010.3	1	1
4	P1010.5	1	1
5a	P1010.2	1	1
5b	P1010.2	1	2
6	P1010.2	1	2
7a	P1010.2	1	1
7b	P1010.1	1	1
7c	P1010.2	1	2
المجموع		**10**	

- **الإجابات**

1	b. عدسة محدّبة والأحرف على مسافة $d_o < f$. العدسة المكبّرة تعطي صورة أكبر من الحجم الحقيقي، لذلك يجب أن نستعمل عدسة محدّبة، وبما أنَّ الصورة يجب أن تكون معتدلة ممّا يعني أن الجسم يجب أن يوضع على مسافة أقل من البعد البؤري f.
2	d. العدسة مقعّرة لأنها عملت على انحراف الأشعة الضوئيّة بعيدًا عن المحور الرئيسي للعدسة حسب اتّجاه الأشعة الضوئيّة، فإنَّ العدسة أبعدت الأشعة وفرقتها عن بعضها رغم الالتقاء وراء العدسة، إلّا أن العدسة أبعدت نقطة الالتقاء لمسافة أبعد.
3	d. العدسة مقعّرة لأنّها تعطي صورة تقديريّة ومعتدلة وأصغر من الحجم الحقيقي. عندما ننظر من خلال العدسة في الباب الرئيسي، نرى صورة الزائر معتدلة، أصغر من الحجم الحقيقي وتقديريّة وهذا ما تعطيه العدسة المقعّرة.
4	b. عدسة مقعّرة لأنها تفرق أشعة الضوء كي تشكل صورة أبعد قليلًا. تتكوّن الصورة أمام شبكيّة العين عند المصابين بقصر النظر، لذلك يجب ابعاد الصورة قليلًا كي تتجمع الصورة على الشبكيّة، وهذا ما تفعله العدسة المقعّرة التي تفرق الأشعة وتبعد الصورة قليلًا.
5a	
5b	الصورة تقديريّة لا يمكن عرضها على شاشة لأنها أمام العدسة.

6	$\frac{1}{f}=\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{-0.05}=\frac{1}{1}+\frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{d_i}=-\frac{1}{0.05}-\frac{1}{1}=\frac{-20-1}{1}=\frac{-21}{1}$ $d_i=-\frac{1}{21}=-0.0476\ \text{m}=-4.76\ \text{cm}$ إذًا مكان الصورة أمام العدسة بمسافة $4.76\ \text{cm}$.
7a	العدسة محدّبة لأنها شكّلت صورة حقيقيّة ومقلوبة للقطّة على الشاشة.
7b	20cm تمثل البعد البؤري للعدسة لأنها المسافة بين العدسة وصورة جسم بعيد جدًا عن العدسة.
7c	$\frac{1}{f}=\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{0.2}=\frac{1}{d_o}+\frac{1}{0.6}$ $\frac{1}{d_o}=\frac{1}{0.2}-\frac{1}{0.6}$ $=\frac{30-10}{6}$ $=\frac{20}{6}$ $d_o=\frac{6}{20}$ $=0.3\ \text{m}$ $=30\ \text{cm}$ يجب ان تكون القطّة أمام العدسة بمسافة 30cm .

إجابات اختبار المهارات العمليّة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P1010.1	1	1
2	P1010.2	1	1
3	P1010.2	1	1
4	P1010.2	1	1
5	P1010.2	1	1
المجموع		**5**	

- **الإجابات**

1	تمثّل المسافة (d) البعد البؤري للعدسة، لأن صورة الجسم الحقيقي تتكون عند البؤرة عندما يكون الجسم الحقيقي بعيدًا.
2	تكون الصورة حقيقيّة، مكبّرة ومقلوبة عندما نضع الجسم الحقيقي عند مسافة $f < d_o < 2f$.
3	تكون الصورة متساوية بالحجم مع الجسم الحقيقي عند وضعه على مسافة $d = 2f$ من العدسة.
4	عندما يقترب الجسم الحقيقي من العدسة يزداد حجم الصورة، ونحصل على أكبر حجم للصورة عندما نضع الجسم الحقيقي على مسافة أكبر بقليل من f.
5	$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{2d_o}$ $\frac{1}{f} = \frac{2+1}{2d_o}$ $\frac{1}{f} = \frac{3}{2d_o}$ $d_o = \frac{3}{2}f$

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P1009.3	1	1
2	P1009.3	1	2
3	P1009.1	1	2
4	P1009.3	1	3
5	P1009.3	1	2
المجموع		**5**	

- **الإجابات**

1

المتغيّرات الثابتة: معامل انكسار اللب والغلاف والهواء.

المتغيّرات المستقلة: زاوية السقوط.

المتغيّرات التابعة: زاوية الانكسار.

2

$\boldsymbol{\theta_C = 180 - (90 + \theta_r)}$

$\boldsymbol{\theta_i}$	**0**	**2**	**6**	**11**	**14**	**17**
$\boldsymbol{\theta_r}$	0	1.3	4	7.2	9.2	11
$\boldsymbol{\theta_C}$	–	88.7	86	82.8	80.8	79

3

80.8^o المقدار الأقصى للزاوية $\theta_{C_{max}}$ التي ينتج عنها انكسار الشعاع الضوئي، لأنّ الشعاع سينعكس كليًا بعدها.

4

$$sin\theta_C = \frac{n_r}{n_i}$$
$$= \frac{1.5}{1.52}$$
$$= 0.987$$
$$\theta_C = sin^{-1}0.987$$
$$= 80.7°$$

$\theta_{C_{max}} \approx \theta_C$; $80.7° \approx 80.8°$

$\theta_r = (80.7 - 90)$ $= 9.3°$ $n_i\ sin\theta_i = n_r\ sin\theta_r$ $1.0003 \times sin\theta_i = 1.52 \times sin9.3$ $sin\theta_i = \frac{1.52 \times sin9.3}{1.0003}$ $= \frac{0.246}{1.0003}$ $= 0.2455$ $\theta_i = sin^{-1}0.2455$ $= 14.22°$ كـي ينتشـر الضـوء فـي الليـف الضـوئي، يجـب أن تكـون زاويـة السـقوط علـى السـطح الفاصـل بـين اللـب والغـلاف أكبـر مـن الزاويـة الحرجـة $80.7°$، لـذلك فـإنَّ الزاويـة θ_r يجـب أن تكـون أصـغر مـن $9.3°$، ممـا يسـتتبع أن تكـون زاويـة السـقوط علـى السـطح الفاصـل بـين الهـواء واللـب الـذي يـؤدّي إلـى انعكاسـات متتاليـة داخـل الليـف الضـوئي أقـل من $14.22°$.	**5**

إجابات اختبار الوحدة الرابعة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

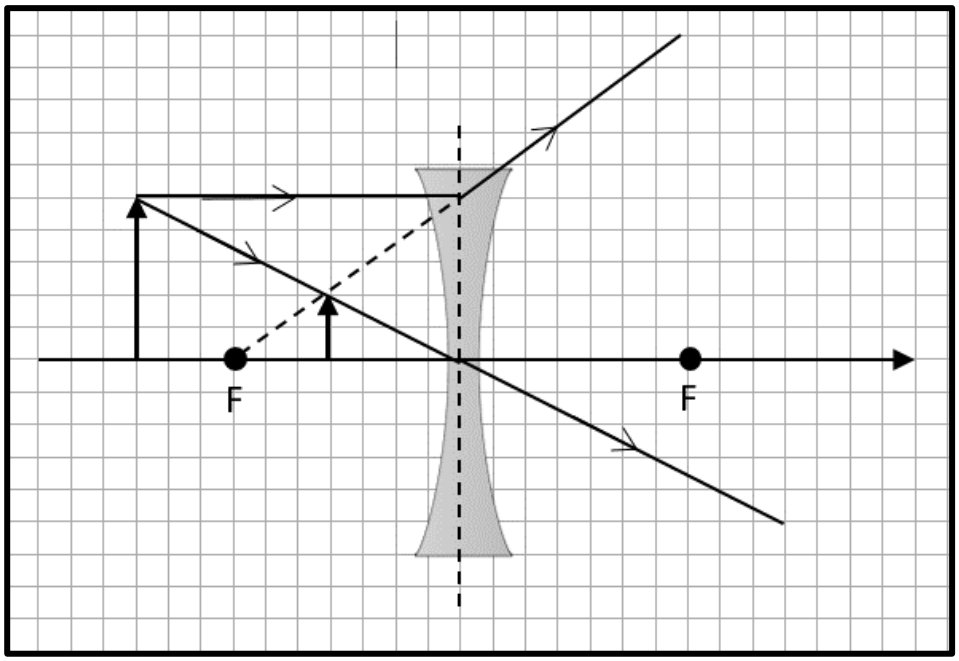
السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	P1009.1	1	1
2	P1008.1	1	1
3	P1010.1	1	2
4	P1009.3	1	2
5	P1010.4	1	2
6	P1010.5	1	1
7	P1009.4	1	1
8	P1010.3	1	2
9	P1010.4	1	2
10a	P1009.1	1	2
10b	P1009.2	1	2
11	P1009.2	1	1
12a	P1008.2 P0902.2	1	2
12b	P1008.2	1	3
13a	P1010.3	1	1
13b	P1010.2	1	2
14a	P1010.3	1	1
14b	P1010.3	1	1
15	P1010.2	1	1
16	P1010.2	1	2
المجموع		**20**	

- **الإجابات**

1	. b $\frac{sin\,\theta_i}{sin\,\theta_r} = 0.8$ $n_i \times sin\theta_i = n_r \times sin\theta_r$ $\frac{sin\,\theta_i}{sin\,\theta_r} = \frac{n_r}{n_i}$ $= \frac{1.6}{2}$ $= 0.8$
2	b. الطول الموجي: (NE) والإزاحة القصوى (BN). الطول الموجي هو المسافة بين قمّتَين متتاليتَين N و E، والازاحة القصوى هي المسافة بين موضع استقرار الموجة والازاحة القصوى لجُزَيئات الوسط .
3	(2) .b صورة الشخص البعيد جدًا تتجمع عند بؤرة العدسة المحدّبة لأن الأشعة الضوئيّة القادمة من جسم بعيد جدًا هي موازية للمحور الأساسي للعدسة.
4	(4) .d لذلك فإنَّ زاوية الانكسار أصغر من زاوية السقوط وأقل من الزاوية الحرجة. $n_A < n_B$
5	d. عدسة محدّبة ونضع الجسم على مسافة $f < d < 2f$. بما أنَّ الصورة على الشاشة، أي حقيقيّة، لذلك علينا أن نستعمل عدسة محدّبة ولكي نحصل على صورة أكبر من الجسم الحقيقي يجب أن نضع الجسم على مسافة $f < d < 2f$.
6	c. عدسة محدّبة لأنها تعطي صورة مقلوبة أقرب من شبكيّة العين. عند اللذين يعانون من طول النظر، تتجمع الصورة أبعد من مكان شبكة العين، لذلك نحتاج الى عدسة محدّبة كي تقرّب أشعة الضوء أكثر الى المحور الرئيسي، وتقرّب الصورة كي تتجمّع عند شبكة العين.
7	1.004 .a $sin\,\theta_c = \frac{n_r}{n_i}$ $n_r = n_i \times sin\,\theta_c$ $= 1.5 \times sin42°$ $= 1.5 \times 0.669$ $= 1.004$

8	a. استعمل عدسة مقعّرة بدل المحدّبة. الصورة معتدلة وأصغر من الجسم الحقيقي لذلك هو استعمل عدسة مقعّرة التي لا يمكن لها أن تعطي صورة مكبّرة كالعدسة المحدّبة.
9	العدسة المحدّبة في آلة التصوير تعطي صورة متساوية بالحجم مع الجسم الحقيقي. عندما نضع الجسم على مسافة $2f$ من العدسة وتكون الصورة أيضًا على مسافة $2f$ من العدسة، وبما أن المسافة 100cm، لذلك $4f = 100\text{cm}$، لذلك فإنَّ البعد البؤري $f = 25\text{cm}$.
10a	معامل انكسار الوسط يتناسب عكسيًا مع زاوية السقوط والانكسار، وبما أنّ: $\theta_B < \theta_C < \theta_A$، نستنتج أنّ: $n_B > n_C > n_A$
10b	$n_A \times \sin\theta_A = n_B \times \sin\theta_B$ $1.0003 \times sin\,70° = n_B \times sin\,38°$ $n_B = \frac{1.0003 \times sin\,70°}{sin\,38°}$ $n_B = \frac{1.0003 \times 0.939}{0.615}$ $= 1.52$ $n_B \times \sin\theta_B = n_C \times \sin\theta_C$ $1.52 \times sin\,38° = n_C \times sin\,50°$ $n_B = \frac{1.52 \times sin\,38°}{sin\,50°}$ $n_r = \frac{1.52 \times 0.615}{0.766}$ $= 1.22$
11	$n = \frac{d}{d'}$ $d = n \times d'$ $= 1.33 \times 2.3$ $= 3.059\ \text{m}$

$T = 2 \times 10^{-6}$ $= 0.000002\ \text{s}$ $f = \frac{1}{T}$ $= \frac{1}{0.000002}$ $= 500000\ \text{Hz}$ $= 500\ \text{kHz}$ لذلك لا يستطيع الانسان سماع هذه الموجة الصوتيّة، لأنَّ تردّدها يقع خارج حدود مدى الموجات التي يسمعها الانسان وهي من 20Hz إلى 20kHz .	**12a**
$T = 2.4 \times 10^{-6}$ $= 0.0000024\ \text{s}$ $f = \frac{1}{T}$ $= \frac{1}{0.0000024}$ $= 416666.67\ \text{Hz}$ $= 416.67\ \text{kHz}$ $v = \lambda \times f$ $\lambda = \frac{v}{f}$ $= \frac{340}{416.67}$ $= 0.000816\ m$ $= 816\ \mu m$	**12b**

13a	إذا أراد شخص أن يستعمل عدسة محدّبة كي يتفحّص جسمًا صغيرًا، عليه أن يستعملها كعدسة مكبّرة، أيّ أنَّ الصورة يجب أن تكون تقديريّة، غير مقلوبة وأكبر من الجسم الحقيقي، لذلك علينا أن نضع الجسم على مسافة $d < f$. لذلك نستطيع أن نضع الجسم الصغير على مسافة 10cm لأنها أصغر من البعد البؤري 15cm
13b	$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_o}$ $= \frac{1}{15} - \frac{1}{10}$ $= \frac{2-3}{30}$ $= \frac{-1}{30}$ $d_i = -30\text{ cm}$
14a	
14b	الصورة تقديريّة، معتدلة الاتّجاه، أصغر من الجسم الحقيقي، طولها 20cm.

$3\text{ m} = 3 \times 100$ $= 300\text{cm}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{300}$ $= \frac{15+1}{300}$ $= \frac{16}{300}$ $f = \frac{300}{16}$ $= 18.75\text{cm}$	**15**
$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $= \frac{1}{d_o} + \frac{1}{2d}$ $= \frac{2+1}{2d_o}$ $= \frac{3}{2d_o}$ $\frac{1}{80} = \frac{3}{2d_o}$ $2d_o = 240$ $d_o = \frac{240}{2}$ $= 120$ $d_i = 2d_o$ $= 2 \times 120$ $= 240\text{ cm}$	**16**