



الفيزياء

# الفيزياء

الجزء الأول

الجزء الأول

١٠  
الصف العاشر

الصف العاشر

١٤٣٩ هـ / ٢٠١٨ م

ISBN 978-9957-84-715-9



9 789957 847159

المطبعة



# الفيزياء

## الجزء الأول

١٠

### الصف العاشر

الناشر  
وزارة التربية والتعليم  
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملاحظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:  
هاتف : ٨ - ٥ / ٤٦١٧٣٠٤ ، فاكس : ٤٦٣٧٥٦٩ ، ص.ب: ١٩٣٠ الرمز البريدي : ١١١١٨ ،  
أو بوساطة البريد الإلكتروني: E-mail: Scientific.Division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها،  
بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٦/٥٦) تاريخ ٦ / ٣ / ٢٠١٦، بدءاً من العام الدراسي  
٢٠١٦م / ٢٠١٧م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم  
ص . ب (١٩٣٠) عمّان - الأردن

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(٢٠١٦/٣/١٢٣٤)

ISBN: 978 - 9957 - 84 - 715 - 9

أشرف على تأليف هذا الكتاب كل من:

أ.د. خالد موسى أبو مراد (رئيساً) د. مفيد عبدالله عواودة  
بديع صالح الخطيب موسى محمود جرادات (مقرراً)

وقام بتأليفه كل من:

رائد محمد الدحلة نجاح أحمد أبو شملة  
حنان شوكت عبد اللطيف

التحرير العلمي: موسى محمود جرادات

التحرير اللغوي: ميسرة عبد الحليم صويص  
التحرير الفني: نداء فؤاد أبوشنب  
التصميم والرسم: هاني سلطي مقطش  
الإنتاج: د. عبد الرحمن سليمان أبو صعيك

دقق الطباعة وراجعها: شفاء طاهر عباس

٢٠١٦م / ١٤٣٧هـ

٢٠١٧ - ٢٠١٨م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

## قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٥
<b>الوحدة الأولى: طبيعة العلم</b>	<b>٧</b>
<b>الفصل الأول: الفيزياء والتكنولوجيا</b>	<b>٨</b>
١-١ الطريقة العلمية	١٠
٢-١ تاريخ علم الفيزياء وتطوره	١٦
٣-١ التطور التكنولوجي	٢١
<b>الوحدة الثانية: الضوء</b>	<b>٣١</b>
<b>الفصل الثاني: انعكاس الضوء</b>	<b>٣٢</b>
١-٢ خصائص الضوء	٣٤
٢-٢ انعكاس الضوء	٤٠
٣-٢ المرايا المستوية	٤٥
٤-٢ المرايا الكروية	٥٢
<b>الفصل الثالث: انكسار الضوء</b>	<b>٧٢</b>
١-٣ انكسار الضوء	٧٤
٢-٣ العدسات الرقيقة	٨٨
٣-٣ العين البشرية، والإبصار	٩٩
<b>الوحدة الثالثة: التذبذبات والموجات</b>	<b>١١١</b>
<b>الفصل الرابع: الطيف الكهرمغناطيسي</b>	<b>١١٢</b>
١-٤ الموجات	١١٤
٢-٤ الطيف الكهرمغناطيسي	١١٨
٣-٤ استخدامات الطيف الكهرمغناطيسي	١٢٢
قواعد السلامة العامة في مختبر الفيزياء	١٣٢
الرموز الخاصة بالعمل المخبري	١٣٣



## موضوعات إضافية

يتضمّن هذا الكتاب، موضوعاتٍ إضافيةٍ تثري معرفة الطالب، وتساعدُه على اتّباع الطريقة العلمية في التعلّم وحلّ المشكلات، وتكوين صورةٍ شاملةٍ عن العلوم. وهذه الموضوعات هي: (حقيقة علمية)، و(حلّ مشكلات)، و(التكامل بين الفيزياء وبعض العلوم الأخرى والمهن)، مثل: الكيمياء والفلك والطب والهندسة وغيرها، ويتضمّن الكتاب موضوعاتٍ أخرى، هي: (الفيزياء والمجتمع)، و(الفيزياء والتكنولوجيا)؛ لمساعدة الطالب على ربط ما يتعلّمه في حصّة الفيزياء داخل المدرسة، بالحياة العملية اليومية. وأدرج في نهاية كلّ درسٍ موضوعٌ عنوانه التوسّع، يحفّز الطالب على البحث والاطّلاع. وفي نهاية كلّ فصلٍ، مشروعٌ عمليٌّ عنوانه: (مختبر الفيزياء)، بهدف تنمية المهارات العملية، وتشجيع العمل التعاوني.

**تنويه:** نلفتُ انتباهَ زملائنا المعلمين وأبنائنا الطلبة، إلى أنّ هذه الموضوعات جميعها، لا تدخل في الاختبارات التقويمية للطالب.

فيسرُّنا وضعُ كتابِ الفيزياءِ للصفِّ العاشرِ الأساسيِّ بينَ يدي أبنائنا الطلبةِ الأعزَّاءِ، وزملائنا المعلمينِ الكرامِ؛ مكملًا لكتابِ الفيزياءِ للصفِّ التاسعِ، وكتبِ العلومِ التي درُستُ سابقًا، وانسجامًا معَ خطةِ التطويرِ التربويِّ، وتحقيقًا لنتائجِ التعلُّمِ العامَّةِ والخاصَّةِ؛ بغيةَ إعدادِ جيلٍ متعلِّمٍ قادرٍ على التعلُّمِ مدى الحياةِ، ومواكبةِ التطوُّراتِ العلميَّةِ والتكنولوجيةِ، والتعاملِ معها بصورةٍ صحيحةٍ، ما يُسهمُ في تلبيةِ حاجاته، والنهوضِ بالوطنِ.

يهدفُ هذا الكتابُ إلى بناءِ المفاهيمِ الفيزيائيةِ الصحيحةِ لدى الطالبِ، ويعتمدُ الكثيرُ منَ الأساليبِ التي تستندُ إلى استراتيجياتِ التدريسِ المرتكزةِ على الأنشطةِ الاستقصائيةِ المثيرةِ للتفكيرِ، باستخدامِ لغةٍ تحفُّزُ الطالبِ؛ ليتفاعلَ معَ المادَّةِ العلميَّةِ. ويحتوي الكتابُ عددًا منَ الرسومِ والأشكالِ التوضيحيةِ، وإضافاتٍ تتعلَّقُ بالمعرفةِ والتفكيرِ، وإضافاتٍ تتعلَّقُ بالتكاملِ، تربطُ علمَ الفيزياءِ بالعلومِ والمهنِ المختلفةِ، ويحتوي أمثلةً متنوِّعةً تثري موضوعاتِ الدرسِ، وتربطُهُ بواقعِ الحياةِ والبيئةِ والتطوُّرِ التكنولوجيِّ الحديثِ.

يشتملُ الكتابُ على أربعِ وحداتٍ رئيسيةٍ، تتضمنُ سبعةَ فصولٍ، في كلِّ فصلٍ منها عددٌ منَ الدروسِ، وأسئلةٌ تعزيزِ الفهمِ والاستيعابِ، والتفكيرِ الناقدِ والتفكيرِ الإبداعيِّ، وأسئلةٌ نهايةِ الدرسِ، التي تعزِّزُ المفاهيمَ الواردةَ فيه. تتناولُ الوحدةُ الأولى محورَ طبيعةِ العلمِ، وتطوِّرُ علمَ الفيزياءِ ومجالاته، وتعريفَ بالتكنولوجيا وتطوِّرها. وتتناولُ الوحدةُ الثانيةُ محورَ الضوءِ. أما الوحدةُ الثالثةُ فتتناولُ موضوعَ الموجاتِ الكهرمغناطيسيةِ وتطبيقاتها في الحياةِ، وتتناولُ الوحدةُ الرابعةُ محورَ الكهرباءِ والمغناطيسيةِ والتأثيرَ المتبادلَ بينهما.

وفي نهايةِ كلِّ فصلٍ، مشروعٌ مقترحٌ يهدفُ إلى تنميةِ مهاراتِ الطلبةِ العمليةِ، وقدراتهم على توظيفِ الخبراتِ العلميَّةِ لديهم في جوانبٍ عمليةٍ تطبيقيةٍ، ينفذونها ضمنَ مجموعاتٍ بمنهجيةِ التعلُّمِ والتعليمِ التعاونيِّ، معتمدينَ الطريقةَ العلميَّةَ في البحثِ والتجريبِ، ثمَّ أسئلةُ الفصلِ.

ونحنُ، إذ نقدِّمُ هذا الجهدَ المتواضعَ، فإننا نأملُ أن يحققَ أهدافه، وألا يقتصرَ الطالبُ عليه في بناءِ معارفه، فيطلُعَ على أحدثِ مصادرِ البياناتِ والمعلوماتِ، في وسائلِ المعرفةِ المتاحةِ المتعلقةِ بمحتوى الكتابِ. علمًا بأنَّ هذهِ الطبعةَ تجريبيةٌ، خاضعةٌ للمراجعةِ والتنقيحِ؛ لذا، نأملُ منَ زملائنا المعلمينِ وأولياءِ الأمورِ تزويدنا بأيةِ ملاحظاتٍ، تغني الكتابَ، ونُسهمُ في تحسينه.



## الوحدة الأولى

# طبيعة العلم

## NATURE OF SCIENCE



صفحة من كتاب (الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل) للجزري.

- قدّم العلماء العرب والمسلمون إلى البشرية، معرفةً علميةً كبيرةً، ووثّقوا ذلك في مخطوطاتهم التي كُتبت بخط اليد، ثم ترجمت إلى لغات عدّة، فأصبحت الأساس الذي قامت عليه الحضارة الغربية.
- يوضّح كتاب الجزري عشرات الاختراعات والآلات، التي لم يسبقه إلى تصنيعها أحد، ووصف كذلك استخداماتها وكيفية صنعها وعملها.
- ابحث في الإنترنت، عن العالم المسلم بديع الزمان أبي العزّ بن إسماعيل بن الرزاز الجزري؛ لتعرف موطنه وسيرة حياته وبعض اختراعاته.

# الفيزياء والتكنولوجيا

## Physics and Technology

١-١ الطريقة العلمية

٢-١ تاريخ علم الفيزياء وتطوره

٣-١ التطور التكنولوجي

### الأهمية

نعتمد في مواجهتنا لمشكلات الحياة وتحدياتها، على ما آتانا الله سبحانه وتعالى من علم وتكنولوجيا؛ فهما السلاح الذي يزودنا بالمعرفة والأدوات الضرورية؛ لذا، يجب على الطالب إتقان التعامل مع التكنولوجيا، وفهم المعرفة العلمية جيداً.

يفتك مرض الملاريا بملايين البشر سنوياً، إذ يعدّ من الأمراض التي يصعب الشفاء منها، كما أنّ الإصابة به سهلة، إذ تأتي عن طريق لدغة بعوضة (الأنوفليس)، التي تحقن في جسم المصاب ميكروبات متطفلة (باللون الأخضر في الصورة) تهاجم خلايا الدم الحمراء، فتقتحمها وتتكاثر داخلها، ثم تفتك بها.

تمكّن باحثون سويسريون باستخدام تكنولوجيا النانو، من تطوير جسيمات دقيقة يتم إدخالها داخل دم المصاب، وعند خروج الميكروبات من خلية الدم الحمراء؛ تتعرّف إليها هذه الجسيمات (باللون الأزرق في الصورة) وتعطل عملها، فتصبح غير قادرة على مهاجمة خلايا حمراء أخرى.

**فكر:** اقترح طريقة لإبصال هذه الجسيمات الصغيرة جداً إلى دم المريض.



## هل تأتي التكنولوجيا بالصدفة؟

هل يمكنك ذكر أسماء بعض المخترعين؟ سمعنا عن الكثير من المخترعين الذين اقترنت أسماءهم بمخترعات كبيرة اشتهرت عبر التاريخ، وما زالت تتطور إلى يومنا هذا، نشير إلى عباس بن فرناس، بأنه أول من فكر بالطيران، ونجح في التحليق مدة من الزمن، ونقول إن (أديسون) اخترع المصباح الكهربائي، و (غراهام بل) اخترع الهاتف. هل تعتقد أن هؤلاء الناس المتميزين توصلوا إلى فكرة اختراعهم بصورة مفاجئة من دون بذل الجهد، ومن دون الاعتماد على مفكرين آخرين، سبقوهم بالعلم والمعرفة؟ من المؤكد أن مثل هؤلاء المخترعين، استندوا إلى أعمال من سبقهم من العلماء والمفكرين، فهذه التكنولوجيا التي تحيط بنا في كل مجالات حياتنا، جاءت عبر مئات بل آلاف السنين من التطورات المتلاحقة، حتى وصلت إلى هذه الصورة التي هي عليها الآن.

### بعد دراستك هذا الفصل، يتوقع منك أن:

- ◀ تصف خطوات الطريقة العلمية.
- ◀ توظف الطريقة العلمية في الإجابة عن تساؤلات عملية في مجالات علم الفيزياء.
- ◀ تتبع الطريقة العلمية في التجريب، وتوثق خطواتها بتقرير.
- ◀ توضّح تطوّر علم الفيزياء، وعلاقته بالعلوم الأخرى.
- ◀ تستقصي أثر علم الفيزياء في تطبيقات تكنولوجية، أسهمت في تقدّم العلوم الأخرى.
- ◀ توضّح المقصود بكل من النموذج والقانون والنظرية.
- ◀ توضّح المقصود بالتكنولوجيا، وعلاقتها بعلم الفيزياء والمجتمع.
- ◀ تتعرّف خطوات التصميم التكنولوجي.

يبحث الإنسان عن إجاباتٍ لأسئلةٍ كثيرةٍ، في سعيه لفهم ما يجري حوله من ظواهرٍ وأحداثٍ؛ لذا، يجمع الملاحظات ويضع الفرضيات ويجري التجارب، فعندما تلاحظُ أمرًا وتريدُ معرفة المزيد حوله تسألُ، ثم تفترضُ إجابةً معينةً. ولاختبار صحة إجابتك؛ تلجأ إلى التجريب، وقد تعيدُ افتراضك عندما لا تعطيك التجربة تفسيرًا مقنعًا. بذلك، تكون قد اتبعت الطريقة العلمية، وهي طرح سؤالٍ علميٍّ، ثم الإجابة عنه بجمع الملاحظات وإجراء التجارب.

كان علماء الفيزياء الإغريق، وعلى رأسهم (أرسطو) يعدّون الفيزياء مجموعة أفكارٍ فلسفية قابلة للنقاش، وأن المعرفة تأتي من المناقشة والمنطق، من دون الحاجة إلى إجراء التجربة العملية، وتحليل النتائج. واستمرت هذه النظرة إلى عصر النهضة العلمية الإسلامية، إذ يُعدُّ عالم الفيزياء المسلم الحسن بن الهيثم، أول من اتبع الطريقة العلمية في البحث، وما زال العلماء والباحثون يتبعونها إلى وقتنا هذا؛ فالعلماء بطبيعتهم باحثون تواقون للمعرفة، وشكاكون ومتسائلون، وقد قادهم هذا إلى تطبيق الطريقة العلمية. فعلى الطالب أن يتقن هذه الطريقة المنظّمة في استقصاء المعرفة، ويتبع خطواتها للوصول إلى الإجابة التي يسعى إليها.

### نتائج الدرس

- تصف خطوات الطريقة العلمية.
- توظف الطريقة العلمية للإجابة عن تساؤلاتٍ عمليةٍ في مجالات علم الفيزياء.

### نشاط تمهيدي

ذهب أحمد بسيارته إلى الفني المختص بسبب ارتفاع درجة حرارتها، فأخبره أن ذلك ينتج عن عطل في مروحة التبريد، أو مضخة الماء، أو نقص في كمية الماء، وبدأ بجمع ملاحظات، فاكتشف أن المروحة تعمل بصورة جيدة، ولا يوجد نقص في الماء، ثم اختبر المحرك فوجد أن المضخة لا تعمل بصورة جيدة، فأخبر أحمد سبب المشكلة.



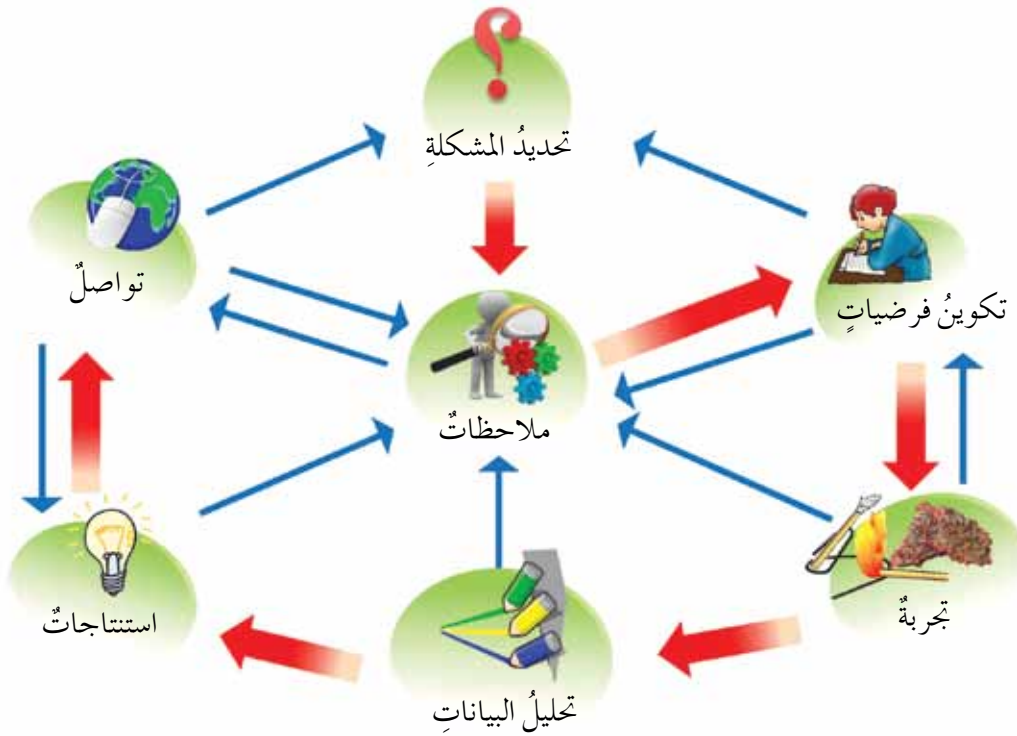
الشكل (١-١): فني الصيانة.

### فكرة مضيئة

كي تتمكن من طرح سؤالٍ جيدٍ، وتصميم تجربة مناسبة للإجابة عنه عليك أن تجمع الكثير من الملاحظات ومن مصادر متنوعة.

للطريقة العلمية خطوات متتالية منظمة؛ كي تتمكن من فهمها. اقرأ النشاط التمهيدي، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ١- ما المشكلة التي يبحث أحمد عن حل لها في النشاط التمهيدي؟
  - ٢- ما الافتراضات التي وضعها الفني؛ لتحديد سبب المشكلة؟
  - ٣- كيف توصل الفني للسبب الحقيقي للمشكلة؟
  - ٤- ما القرار الذي اتخذه الفني، بعد تحديد سبب المشكلة؟
  - ٥- ما أثر هذا القرار، في حل المشكلة؟
- يمثل ما قام به الفني، تطبيقاً للطريقة العلمية في حل المشكلات.



الشكل (١-٢): مخطط يوضح خطوات الطريقة العلمية.

يوضح الشكل (١-٢)، خطوات الطريقة العلمية في حل المشكلات، فعندما تلاحظ شيئاً غير مألوف وتريد معرفة المزيد عنه؛ تبدأ بجمع الملاحظات، إلى أن تتوصل إلى وجود مشكلة تتطلب دراسة. لاحظ أن الأسهم الحمراء في الشكل، تشير إلى اتجاه الانتقال من خطوة إلى

خطوة تالية، أما الأسهم الزرقاء فتشير إلى أنه يمكن للباحث الحصول على ملاحظات تفيد في تعديل الخطوات السابقة، مثلاً: عند تصميم التجربة، قد تظهر أمور تؤدي إلى تغيير الفرضية، أو العودة إلى تحديد المشكلة. أما الخطوة الأخيرة وهي التواصل مع الآخرين، فقد تفتح أبواباً لظهور مشكلات جديدة تحتاج إلى حلول، فهذه طبيعة العلم. وفيما يأتي، توضيح للمفردات الواردة في المخطّط:

- الإحساس بالمشكلة: إدراك وجود مشكلة ما، والانتباه إليها.
  - تحديد المشكلة: صياغة سؤال يتعلّق بظاهرة أو موضوع علمي، يحتاج إلى إجابة مبنية على التجريب.
  - الملاحظات: جمع معلومات وبيانات حول أمر ما باستخدام الحواس؛ رغبة في معرفة المزيد.
  - وضع الفرضية: صياغة جملة تفسّر الظاهرة بناءً على الملاحظات، ومن دون الاستناد إلى دليل عملي.
  - تنفيذ التجربة: إجراء سلسلة اختبارات عملية، ورصد نتائجها، بهدف التوصل إلى قرار حول الفرضية، مع مراعاة معايير الدقة اللازمة، للخروج بنتائج ثابتة دائمة، مهما اختلف مكان التجربة أو وقت إجرائها أو منفذوها.
  - تحليل البيانات: مقارنة نتائج التجربة مع الفرضيات، وتنفيذ تجارب أخرى إن دعت الحاجة.
  - الاستنتاج: اتخاذ قرار بناءً على نتائج التجربة، يؤكّد صحّة الفرضية أو دحضها، وصياغة علاقة أو قانون.
  - التواصل: نشر النتيجة باستخدام وسائل التواصل المختلفة، وتبادل الملاحظات حولها.
- إن غاية العلم، هي فهم ظواهر الكون، والسعي للتحكم بها ما أمكن، والسيطرة على بعض الأحداث، ثم التنبؤ بأحداث وظواهر أخرى من أجل تلافي أخطارها، ويتم هذا ضمن النواميس التي وضعها الله عزّ وجلّ لتدبير هذا الكون.



وضَّح غاية العلم في فهم الظواهر والتنبؤ بها وتجنُّب مخاطرها، مستخدماً مثلاً النشرة الجوية.

## الطريقة العلمية في الاستقصاء

### نشاط ١-١

هدف النشاط: التطبيق العملي لخطوات الطريقة العلمية.

الأدوات: مصباح يدوي يعمل بالبطاريات الجافة.

خطوات تنفيذ النشاط

يوزع الطلبة في مجموعات، ثم تزود كل مجموعة بمصباح يدوي لا يعمل (مع اختلاف سبب المشكلة)، ويتناقش أفراد المجموعة عند تطبيق خطوات الطريقة العلمية، إضافة إلى كتابة كل إجراء.

١- يتبادل أفراد المجموعة طرح الأسئلة والإجابة عنها؛ لتحديد المشكلة.

٢- تتفق المجموعة على كتابة فرضية تفسر عدم إضاءة المصباح؛ معتمدين على الملاحظة.

٣- تتفق المجموعة على إجراء تجربة عملية، تقتضي تفكيك المصباح وفحص أجزائه.

٤- تعدل الفرضية في حال ظهور أسباب غير متوقعة لعدم عمل المصباح.

٥- تُنفذ تجارب إضافية بناءً على تعديل الفرضيات.

٦- تُجمع البيانات التجريبية حول تعطل المصباح عن العمل.

٧- تُحلل البيانات، ويُستنتج سبب تعطل المصباح عن العمل.

٨- تقدّم كل مجموعة تقريراً عن خطوات الطريقة العلمية، التي اتبعت في حل مشكلة المصباح، ويعرض أحد أفراد كل مجموعة تقريرها على طلبة الصف.



### الطريقة العلمية بالفطرة

إنَّ الأطفال الذين لم يتعلّموا العلوم، نجدّهم يطبّقون الطريقة العلمية بالفطرة في تعرّف ما حولهم من أشياء وأحداث، انظر الشكل (١-٣)، ثمّ علّق عليه.



الشكل (١-٣): الطريقة العلمية عند الأطفال.

## التوسّع

هل يمكن تطبيق الطريقة العلمية في مجالات أخرى؟

يتوجّه كثير من الباحثين إلى حلّ المشكلات الحياتية التي نواجهها، في الجوانب المختلفة للحياة الاجتماعية؛ باستخدام الطريقة العلمية. وتعدّ القضايا الاجتماعية التي تحتاج إلى الدراسة كثيرة. نذكر منها المثال الآتي:

تأثير وسائل التواصل الاجتماعي في المطالعة الإضافية وقراءة القصص، عند طلبة المدارس الأردنية. تمثل هذه حالة واحدة من قضايا إنسانية كثيرة جداً، يمكن تطبيق الطريقة العلمية في دراستها، بوضع الفرضيات واختبارها، واقتراح الحلول المناسبة، وتبادل الآراء للوصول إلى نتائج تفيد في حل المشكلة. لكن الدراسات الإنسانية تختلف عن الدراسات العلمية، إذ تستند الدراسات العلمية إلى استخدام مواد محددة محسوسة، يمكن قياسها وتحليلها تجريبياً في المختبر أو رياضياً، وتكون نتيجة التجربة واحدة في أي زمان ومكان؛ لذا، نجد أن قوانين الفيزياء واحدة في كل أنحاء العالم، خلافاً للعلوم الإنسانية التي تستند إلى سمات لا يمكن قياسها بدقة؛ لأنها تعتمد على متغيرات اجتماعية تختلف حسب المكان والظرف الذي تُدرس فيه؛ لذا، يمكن التوصل إلى النتيجة في الدراسات الاجتماعية أحياناً، بالحوار الموضوعي الذي يستند إلى الحجة والدليل، وليس إلى الأهواء والتعصب، الذي قد تختلف نتيجته حسب الزمان والمكان، وعلينا احترام آراء الآخرين؛ عندما نجدها لا تتوافق مع آرائنا.

١-١

## مراجعة الدرس

- ١- اذكر خطوات الطريقة العلمية.
- ٢- طبق خطوات الطريقة العلمية؛ لدراسة تأثير البيت الزجاجي في درجة حرارة محتوياته.
- ٣- بالرجوع إلى الشكل (١-٢)، وضح كيف تفيد التجربة أحياناً، في إعادة صياغة الفرضية.
- ٤- **تفكير ناقد:** لاحظت الأم في فصل الشتاء، وجود قطرات من الماء على زجاج نافذة الغرفة وجدرانها من الداخل، فسألت ابنها عن السبب، فذهب إلى المكان وجمع الملاحظات، إلى أن توصل إلى تحديد المشكلة، وصاغها على صورة سؤال: لماذا تظهر قطرات ماء في فصل الشتاء على الجدران والنوافذ من الداخل؟ لتطبيق الطريقة العلمية، عليك وضع فرضية تفسر الإجابة، وتصميم طريقة لاختبارها، ثم اقترح فرضية أخرى في حال عدم التوصل إلى نتيجة مقبولة.

السؤال الرابع يشبه أسئلة الاختبارات الدولية .

جميعنا يدرك العلاقة المتينة بين علم الفيزياء وحياتنا اليومية، فعندما تقرأ صفحات هذا الكتاب، عليك أن تتخيل دور الفيزياء في اختراع المطابع وتطويرها، وعندما تركب السيارة تدرك دور الفيزياء في تطورها لتصبح بهذه الصورة، ولا تكاد تخلو لحظات حياتنا جميعها من التطبيقات الفيزيائية. لكن، كيف كانت صورة هذه الأشياء قبل مئة عام أو أكثر؟ وكيف ارتبط تطوّر هذه الأدوات بتطوّر علم الفيزياء؟

## History of Physics

## تاريخ علم الفيزياء

١-٢-١

اقتصَرَ بناء المعرفة مع بداية التاريخ، على الملاحظة باستخدام الحواس، ثم بدأ الناس بنقل المعرفة بعضهم إلى بعض بصورة قصص وأساطير، كالتي تسرد للأطفال حول بعض الظواهر الطبيعية؛ مثل تفسير كسوف الشمس بأنه نذير بموت شخص، إلا أن قليلاً من الناس لم يقبلوا مثل تلك القصص، وبدأوا باستقصاء المعرفة؛ فحصلوا على صورة أكثر وضوحاً للعالم من حولهم، وهم في يومنا هذا يعرفون بالعلماء. وقد حثّ الإسلام على عدم قبول تلك الخرافات، كما جاء في الحديث الشريف، قال ﷺ: «إنَّ الشمس والقمر لا ينكسفان لموت أحد من الناس، ولكنهما آيتان من آيات الله، فإذا رأيتُموهما فصلّوا وتصدّقوا»، رواه البخاري.

بدأت دراسة أحداث الكون وظواهره منذ عهد الإغريق، فظهر علم الفيزياء، واشتهر في تلك الفترة الكثير من الفلاسفة والعلماء، ثم تطوّر علم الفيزياء على يد علماء المسلمين، فأدخلوا عليه التجربة

## نتائج الدرس

- توضّح تطوّر علم الفيزياء، وعلاقته بالعلوم الأخرى.
- توضّح المقصود بكلّ من النموذج والقانون والنظرية.

## نشاط تمهيدي

اعتقدَ الناس لآلاف السنين، أن الأرض تشكّل مركز الكون، والشمس والنجوم والكواكب تدور حولها، ومع تطوّر المعرفة، تمكّن العلماء من بناء نموذج للمجموعة الشمسية، يمثله الجسم المبين في الشكل (١-٤). يُعرض النموذج، ثم تُجرى مناقشة لوصف المجموعة الشمسية.



الشكل (١-٤): نموذج للمجموعة الشمسية.

## فكرة مضيئة

ارتبطت أسماء البروج بالأساطير، ثم أصبحت وسيلة تقويم استخدمت في مواسم الزراعة والحصاد.

وعلم الفلك هو علم كسائر العلوم، يهدف إلى دراسة النجوم والمجرات في السماء، وليس له علاقة بقدرات البشر أو التنبؤ بالغيب، كما يدعي بعض الناس.

العملية، ثم نُقلت أعمالهم إلى الغرب حتى شكّلت نواة العلم الحديث، فظهرت القوانين والنظريات على يد كثيرين من علماء الغرب، ومن أشهرهم (جاليليو) و (كبلر) و (نيوتن)، وتواصل تطوّر علم الفيزياء، فوضعت فيه النماذج، وصيغت النظريات المختلفة التي تفسّر الأحداث والظواهر.

## Development of Physics

## ٢-٢-١ تطوّر علم الفيزياء

تطوّرت المعرفة العلمية، حتى أصبحت تغطّي مجالات الحياة جميعها، من الجسيمات الدقيقة صغراً إلى المجرات والكون بأسره، واستخدم العلماء في تطويرهم لهذه المعرفة أدوات كثيرة، منها:

### ١- النموذج العلمي (Scientific Model)

صورة افتراضية يشكّلها العلماء لموضوع أو حدث أو عملية، من أجل توضيح ظاهرة ما، وقد تُمثّل هذه الصورة على شكل لوحة أو مجسم أو مخطّط أو برنامج حاسوب، أو تصور ذهنيّ لذلك الشيء. ويلجأ العلماء لاستخدام النموذج عند تعذّر الملاحظة المباشرة لموضوع الدراسة، بسبب صغره أو كبره، أو وجود خطورة في الوصول إليه. ومن الأمثلة على النماذج: نموذج الذرة الذي يصف الذرة بأنّها مجموعة كرات متحدة المركز، تشكّل النواة مركزها، ونموذج المجموعة الشمسية، وألعاب الحاسوب التي تحاكي التدريب الواقعيّ، مثل قيادة الطائرة، وافترض وجود غاز مثاليّ ومائع مثاليّ لتسهيل الدراسة.

### ٢- القانون العلمي (Scientific Law)

صياغة لفظية تقدّم وصفاً موجزاً للعلاقة بين مفهومين أو أكثر، ويعبّر عنها بصورة رياضية، والقانون العلمي لا يقدّم تفسيراً لتلك العلاقة. يمكن إدراك القوانين العلمية على أنّها القواعد التي أوجدها الخالق سبحانه وتعالى لتنظيم سير الكون، فقانون الجذب العام يبيّن أنّ الأجسام جميعها التي لها كتلة يجذب بعضها بعضاً. وباكتشاف هذه القوانين، تتطوّر المعرفة لدى الإنسان، حتّى تمكّنه من فهم القواعد التي تضبط الأحداث والظواهر سعيًا للسيطرة عليها.

### ٣- النظرية العلمية (Scientific Theory)

صياغة لفظية توضح ظاهرة أو تفسّر نتائج تجربة؛ بالاعتماد على مجموعة من الملاحظات والحقائق. والنظرية تُبنى على مجموعة من القوانين وتدعم بكثير من الأدلة، وعندما لا تتمكن النظرية العلمية من تفسير ظاهرة ما، أو نتائج تجريبية، فإن العلماء يحاولون تعديلها، أو يبحثون عن نظرية أخرى يمكنها تفسير الظاهرة. قبل ما يزيد على مئتي عام، كان العلماء يفسّرون الحرارة بأنها مائع غير مرئي ينساب من الجسم الساخن إلى الجسم البارد، عُرفت هذه النظرية **بالنظرية السعيرية (Caloric Theory)**، لكنها لم تتمكن من تفسير الحرارة المتولدة عن احتكاك جسمين ببعضهما، ما دفع العلماء لوضع نظرية جديدة عرفت **بالنظرية الحركية (Kinetic Theory)** تمكنت من تفسير الظواهر المتعلقة بالحرارة، بافتراض أن المادة تتكوّن من دقائق صغيرة (جزيئات وذرات)، وأن ارتفاع درجة حرارة الجسم، يتسبّب في زيادة حركة هذه الدقائق.

#### تفكير ناقد



معتمداً على كل من النظرية السعيرية والنظرية الحركية، فسّر العبارة الآتية:  
عند مرور تيار كهربائي في مصباح، يسخن المصباح وترتفع درجة حرارته. أيّ النظريتين  
نبحث في تفسير هذه الظاهرة؟

يتمثّل تطوّر علم الفيزياء، في تعديل المفاهيم الفيزيائية والقوانين والنماذج والنظريات؛ لتواكب ما يستجدّ من مشاهدات وظواهر وأحداث، وتتمكّن من تفسيرها. من الأمثلة على ذلك، ما حدث من تقدّم علمي في وصف حركة الكواكب في المجموعة الشمسية؛ إذ كانت الأرض تعدّ مركزاً للكون، ثمّ عدّل ذلك على يد العالم (كوبرنيكوس) الذي وصف الشمس بأنها مركز المجموعة الشمسية؛ كي يتمكّن من تفسير حركة بعض الكواكب، ثمّ وضع (كبلر) قوانينه الثلاثة التي تصف حركة الكواكب حول الشمس، ثمّ ظهر الوصف الكامل لحركة الأجسام في الفضاء، على يد (نيوتن) عندما وضع قوانين الحركة الثلاثة، وأضاف مفهوم الجاذبية، ووضع قانون الجذب العام من دون إجراء تجارب عملية لإثباته، ثمّ استخدم تلك القوانين في تفسير حركة الكواكب.



## التكامل مع منظومة القيم

## الأمانة العلمية

يتصف طالب العلم بالأمانة العلمية، فيكون أميناً في أخذه للعلم، وأميناً في نقله؛ فلا ينسبُه لنفسه. إنَّ تقديرَ جهودِ الآخرين ونسبةَ العلم لأصحابه فضيلةٌ من فضائل الأخلاق، وعلى طالب العلم أن يحترم الحقوق الفكرية للأفراد والمؤسسات. وكذلك، المعلم يقدرُ جهودَ طلبته المتميزين؛ فهم مصدرُ فخره واعتزازه، فالطالب المتميزُ عنوانٌ لمعلم متميز. وعكسُ الأمانة العلمية تُسمى سرقةً علميةً، كالعالم الذي ينسبُ عملَ غيره لنفسه، أو الطالب الذي يغشُ نفسه بنقله عن زميله في الامتحان؛ لذا، وُضعتُ قوانينُ لحماية الملكية الفكرية، كحقوق التأليف والنشر والابتكار والاختراع، فلا يجوزُ الاعتداءُ عليها ويحاسبُ من يخالفُها. وما قائمةُ المراجع التي وضعتُ في نهاية صفحات هذا الكتاب، وتوضعُ في غيره من الكتب، إلا صورةٌ من صور التوثيق التي تُعبّرُ عن الأمانة العلمية.

يعدُّ علم الفيزياء من أهمِّ فروع العلم والمعرفة، ويتعلّقُ بدراسةِ المادّةِ والطاقة والتفاعل بينهما، ولعلم الفيزياءِ علاقاتٌ وثيقةٌ مع العلوم الأخرى، ويتفرّعُ علمُ الفيزياءِ إلى مجالاتٍ رئيسةٍ، مثل: الميكانيكا، والضوء والحرارة، والكهرباء، والمغناطيسية، والتذبذبات والموجات، والفيزياء الذرية، والفيزياء النووية، إلا أنها لم تظهرْ جميعها في وقتٍ واحدٍ، إذ تعدُّ الميكانيكا من أقدمِ فروع الفيزياء، وفيزياء النواة والكم من أحدثها.

تطوّرت فروعُ علم الفيزياءِ وازدادَ عددها لتغطي مجالاتٍ دقيقةً لكثيرٍ من التخصصات، مثل: الفيزياء الفلكية والكونية، وفيزياء البلورات، وفيزياء الطاقة العالية، والفيزياء الإحصائية، وميكانيكا الكم. كما ظهرت فروعٌ أخرى نتيجةً تكاملِ علم الفيزياء في مجالاتٍ مختلفةٍ مع علومٍ أخرى، مثل: الفيزياء الحيوية، والفيزياء الطبية، وعلم الأرصاد الجوية، والجيوفيزياء، والإلكترونيات، وفيزياء النانو.

## نظرية الكم الحديثة

أدى عدم تمكن العلماء من تفسير بعض الظواهر والنتائج التجريبية، باستخدام قوانين الفيزياء التقليدية القديمة (الكلاسيكية)، إلى ظهور علم الفيزياء الحديثة (نظرية الكم)، التي تعدّ التطوّر الأكبر لعلم الفيزياء. مع نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، واجه العلماء الكثير من الظواهر التي لم تتمكن قوانين الفيزياء المعروفة حينذاك من تفسيرها؛ منها ظاهرة إشعاع الجسم الأسود، والظاهرة الكهروضوئية وغيرهما، ما دفع العلماء إلى التفكير بطريقة مختلفة، فطرح العالم (ماكس بلانك) (١٨٥٩-١٩٤٧م)، فكرة تكميم الطاقة؛ حيث افترض أن طاقة الإشعاع تعتمد على تردده وليس على شدته كما كانت تقول قوانين الفيزياء التقليدية.

### ٢-١

## مراجعة الدرس

- ١- وضح المقصود بالنموذج، وبيّن أهميته في تطوّر العلم.
- ٢- أعط مثلاً على كل من النظرية، والقانون، والنموذج.
- ٣- اذكر خمسة من أسماء الفروع الرئيسة لعلم الفيزياء.
- ٤- إلى أي فرع من فروع علم الفيزياء، تنتمي كل من الاختبارات العملية الآتية:
  - أ ( اختبار ملاءمة قطعة من مادة عازلة؛ لصناعة مقبض وعاء للطهو.
  - ب) اختبار أسلاك موصلة معزولة، لاستخدامها في جهاز إنذار.
  - ج) اختبار المادة التي تُصنع منها إطارات السيارات.
  - د ( اختبار المادة الموصلة التي يُصنع منها جسم البوصلة.

## نتائج الدرس

- توضُّح المقصود بالتكنولوجيا.
- توضُّح علاقة الفيزياء بالتكنولوجيا والمجتمع.
- تتعرَّف خطوات التصميم التكنولوجي.

## نشاط تمهيدي

قارن بين أجهزة الهاتف النقال في الشكل (١-٥). ما الفترات الزمنية التي تفصل بينها؟ من الممكن إجراء مثل هذه المقارنات، بين الكثير من الأجهزة والأدوات المتوافرة لدينا.



الشكل (١-٥): ثلاثة أجيال من الهواتف النقالة.

## فكرة مضيئة

ابتكر العالم تقي الدين محمد بن معروف، ساعة ميكانيكية تعرض الساعات والدقائق وأجزاء من الدقيقة، تستمد حركتها من ثقل رصاص يتدلى من خيط ملفوف حول بكرة يديرها عند نزوله فتدور دواليب الساعة جميعها، ولها رقاص يلامس أحد دواليبها، مهمته ضبط دقتها بالتحكم في طولها.

تعرفت الطريقة العلمية، وأهميتها في البحث العلمي وتقدم العلوم. لكن، كيف يظهر أثر ذلك في الحياة اليومية وفي المجتمع؟ إن التكنولوجيا هي الرابط بين العلوم الأساسية والحياة والصناعة. فكلمة **تكنولوجيا** تعود لأصل يوناني مركب من مقطعين (Techno) وتعني حرفة أو مهارة وفناً، والمقطع الثاني (Logy) ويعني العلم، وإذا بحثنا عن المعنى الحرفي للكلمة فهو علم الأداء، ويقابل ذلك بالعربية التقنية أو التقانة. ويقصد **بالتكنولوجيا**: الاستخدام الأمثل لتطبيقات المعرفة العلمية، وتطويرها لخدمة الإنسان ورفاهيته. لتقدير أهمية التكنولوجيا في الحياة، نفذ النشاط التمهيدي، ثم ناقش زملاءك في النقاط الآتية:

- لماذا لم تظهر نماذج متقدمة للهاتف النقال الذكي قبل عشرين سنة؟
  - ما الوسيلة المتبعة لتعديل مواصفات الهاتف مع كل جيل؟
  - اذكر أجهزة أخرى طورت بسرعة عدا الهاتف النقال.
- لقد أسهم تطور العلوم بشكل عام، وتطور علم الفيزياء بشكل خاص، في تقدم كبير في مجالات التكنولوجيا، مثل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتكنولوجيا المواصلات، ومجالات كثيرة لا يمكن حصرها، فأسهم ذلك في اتساع رقعة المعرفة اتساعاً كبيراً، واختصار المسافات بين الأماكن. لتعرف أثر التكنولوجيا في المواصلات، ناقش زملاءك في إجابات الأسئلة الآتية:

- كيف كان الإنسان يتنقل في العصور القديمة؟
  - ما أثر اختراع الدولاب (العجلة) في المواصلات؟
  - ما أثر الآلة البخارية في زمن التنقل، وكميات الأحمال المنقولة؟
  - ما أوجه التطور التكنولوجي في الملاحة الجوية؟
  - كيف أثر اختراع المحرك النفاث والخلايا الشمسية، في زيادة الفضاء؟
- إن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا علاقة تبادلية، لقد تبين لك أثر التقدم العلمي في تطوير التكنولوجيا. وبالمقابل؛ فإن تطور التكنولوجيا يفتح المجال واسعاً لمزيد من المعرفة العلمية. فعلى سبيل المثال، أسهم تطور المعرفة بالضوء في اختراع المجهر بأنواعه المختلفة، الذي كان له أثر كبير في تقدم مجالات العلوم المختلفة، والعلوم الحياتية خاصة، وكان لاكتشاف الكهرباء، وصناعة الأجهزة الكهربائية المختلفة، الأثر الكبير في تقدم علمي الفيزياء والكيمياء. اذكر أدوات تكنولوجية حديثة أخرى، لها آثار كبيرة في تقدم العلوم.

### ١-٣-١ خطوات التصميم التكنولوجي

تمر عملية تطوير الأجهزة والمنتجات التكنولوجية بخطوات محددة، تبدأ من تحديد الحاجة إلى ذلك المنتج، وتنتهي بطرحه في الأسواق لاستخدامه، ثم تُجرى عمليات تطوير متتابعة للمنتج كلما دعت الحاجة إلى ذلك. وفي ما يأتي هذه الإجراءات:

- ١- تحديد المشكلة الناتجة عن الحاجة إلى ذلك المنتج.
  - ٢- إجراء البحوث، وجمع البيانات المتعلقة في المشكلة.
  - ٣- تصميم نموذج لحل المشكلة، ومناقشة فريق العمل في ملاءمته.
  - ٤- بناء نموذج للمنتج، واختباره عملياً.
  - ٥- تقييم المنتج، وإجراء التعديلات اللازمة.
  - ٦- التواصل مع المستهلكين؛ لمعرفة إن كان المنتج مناسباً لحاجاتهم.
- وقد طبق الإنسان هذه الخطوات منذ القدم، كما في اختراع العجلة، إذ لاحظ الإنسان صعوبة جر الأثقال على سطح الأرض بسبب الاحتكاك، فأخذ يضع أسطوانات خشبية مصنوعة من سوق

الأشجار لتسهيل عملية الجرّ، إلى أن اخترعت العجلة الخشبية قبل الميلاد بثلاثة آلاف سنة، ووضع لها محور دوران ثابت، انظر الشكل (١-٦)، وعندما لوحظ تآكل الخشب وضع حولها إطار من الحديد، ثم أُضيف إطار من المطاط لامتصاص الاهتزازات الناتجة عن وعورة الطريق، ثم عُبئ المطاط بالهواء.



الشكل (١-٦): مراحل تطوّر العجلة الخشبية القديمة.

يُطوّر المنتج التكنولوجي على مراحل زمنية تصاحب التقدم العلمي، فلم يتمكن القدماء من اختراع العجلة قبل العصر البرونزي، ووجود الأدوات اللازمة لتشكيلها وثقبها، وقد أسهم اختراع المطاط الصناعي في وضع إطار مطاطي لها، ويعدّ البعض اختراع العجلة أهمّ اختراع في تاريخ البشرية.

### تفكير ناقد



الشكل (١-٧): أثر العجلات في الأرصفة.

- عند زيارتك مدينة جرش الأثرية، والنظر إلى أرضية شارع الأعمدة تلاحظ آثار العربات الرومانية في الأرصفة. معتمداً على الشكل (١-٧)، ما تصوّرك لشكل العجلات والعربة، التي كان يستخدمها الرومان؟
- عاش الإنسان البدائي حياته معتمداً على

أساسيات الحياة، ومع تطوّر العلوم والتكنولوجيا، دخلت وسائل رفاهية متعدّدة غيرت من نمط الحياة، فهل ترى أن التكنولوجيا أسهمت في رفاهية الإنسان أم في شقائه؟ بين ذلك بأمثلة، وناقشها مع زملائك.





الشكل (٨-١): أدوات النشاط (٢-١).

هدفُ النشاط: صناعةُ قاربٍ شراعيٍّ يمكنُهُ الطفوُّ وحملُ أكبرِ عددٍ ممكنٍ منَ البطارياتِ.

الأدواتُ: استخدمْ ما تحتاجُ منَ الأدواتِ الآتيةِ:

قطعةُ ورقِ ألومنيوم (٤٠ سم × ٤٠ سم)،

وقطعةُ أُخرى (١٠ سم × ١٠ سم)،

٣ بطارياتٍ منَ الحجمِ (AA)، حوضُ ماءٍ،

قطعةُ بولسترين رقيقةٍ (٢ سم × ٤ سم)،

قطْعُ خشبٍ رقيقةٍ عددُ (٦) (أخشابُ البوظة)، خيوطُ، مصاصاتُ عصيرٍ عددُ (٤)، حلقاتُ مطاطية.

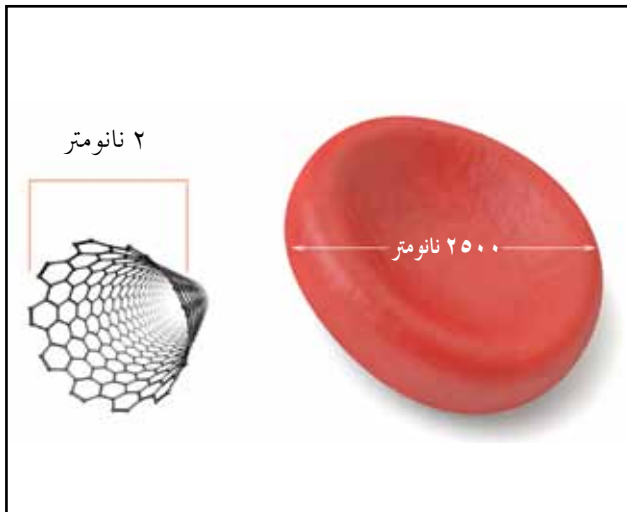
خطواتُ تنفيذِ النشاطِ

يوزَعُ الطلبةُ في مجموعاتٍ.

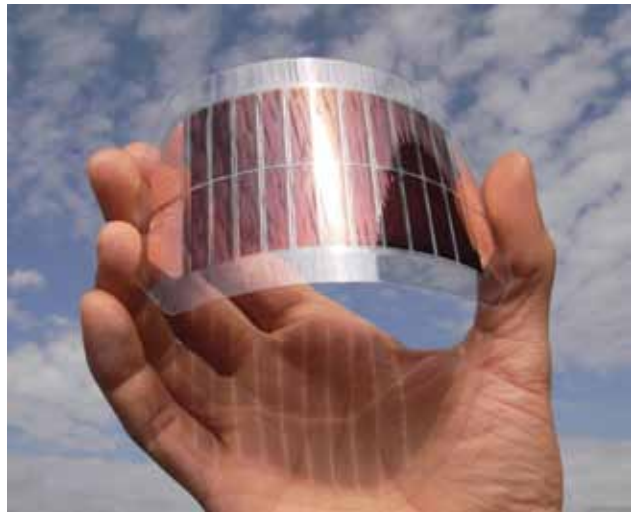
- ١- ارسمِ التصميمَ المناسبَ للقاربِ على ورقٍ؛ مستخدماً قياساتٍ تقريبيةً.
  - ٢- قدِّرْ حجمَ القاربِ اللازمَ لحملِ البطارياتِ جميعها، مقارناً وزنَ الماءِ المزاحِ بوزنِ البطارياتِ.
  - ٣- نفذِ التصميمَ عملياً باستخدامِ قطعةِ الألومنيومِ الكبيرةِ والبولسترين.
  - ٤- اختبرِ القاربَ في حوضِ الماءِ بوضعِ البطارياتِ واحدةً تلوَ الأخرى.
  - ٥- عدِّلِ التصميمَ إذا وجدتَ مشكلةً في طفوِ القاربِ، أو ضعفاً في الهيكلِ.
  - ٦- استخدمْ قطعةَ الألومنيومِ الصغيرةَ كشراعٍ، ثمَّ انفخْ فيه ليتحرَّكَ القاربُ.
  - ٧- إذا وجدتَ مشكلةً في الاتزانِ، عدِّلِ التصميمَ لإعادةِ الاتزانِ.
  - ٨- أضفْ لمساتٍ جماليةً للقاربِ.
- تعرضُ كلُّ مجموعةٍ القاربَ الذي صنعتُهُ أمامَ باقي الطلبةِ، ويصوَّتُ في غرفةِ الصفِّ للنموذجِ الأفضلِ منَ حيثِ الشكلِ والأداءِ.

علم النانو تكنولوجياي (تذكرُ بادئاتِ الوحداتِ: نانومتر =  $10^{-9}$  متر)

من العلوم الحديثة التي ظهرت في الآونة الأخيرة، علم (النانو تكنولوجياي)، أو ما يسميه البعض علم اللطائف، كناية عن الأشياء الصغيرة جدًا، وهو علم يقوم على تصميم أجهزة وأدوات ومجسات وأنظمة صغيرة جدًا، تقاس أبعادها بوحدة (نانومتر)، تقوم بوظائف ومهام محددة، ولهذا العلم استخدامات كثيرة في مختلف المجالات، منها مجال الطب؛ استخدمت دقائق النانو في علاج بعض الأمراض كالخلايا السرطانية، ومجال المياه، كاستخدام دقائق النانو في معالجة تلوث المياه وجعلها صالحة للشرب، إذ تعمل هذه الجسيمات الدقيقة، على التقاط البكتيريا والملوثات المعدنية من الماء، وتوجد الكثير من الأدوات التي تطورت باستخدام (النانو تكنولوجياي)، مثل شاشات الهواتف النقالة والبطاريات والخلايا الشمسية. لاحظ الشكل (١-٩)، الذي تظهر فيه خلية شمسية صنعت باستخدام تقنية النانو، وهي مرنة وقابلة للثني، ومنخفضة التكلفة بالمقارنة مع الخلايا المستخدمة حاليًا. كما صنعت ألياف كربونية دقيقة متعددة الاستخدامات. ويظهر في الشكل (١-١٠)، أنبوب كربوني لا يزيد قطره على (٢) نانومتر، وهو دقيق جدًا بالمقارنة مع خلية الدم الحمراء، التي يزيد طولها على ألف ضعف قطر هذا الأنبوب.



الشكل (١-١٠): مقارنة أنبوب من ألياف الكربون، مع خلية دم حمراء.



الشكل (١-٩): خلية شمسية مرنة.

- ١- وضح المقصود بالتكنولوجيا.
- ٢- عدد خطوات التصميم التكنولوجي.
- ٣- صممت شركة ملابس معطفًا مقاومًا للمطر والبرد، ما الفحوصات التي تقترحها للوصول إلى منتج أفضل وأكثر تسويقًا.
- ٤- وضح لماذا يستمر تطوير المنتج مدةً زمنيةً طويلة؟ ولماذا تأخر اختراع العجلة إلى العصر البرونزي؟
- ٥- **تفكير ناقد:** صمم طريقة لشحن الهاتف النقال، بالاعتماد على طاقتك الحركية في أثناء المشي.

## السجل الزمني لتطور فروع علم الفيزياء

### فكرة المشروع

إظهار التقدم العلمي في مجالات مختلفة لعلم الفيزياء، عن طريق تصميم لوحات تُعرض في الصف وممرات المدرسة، بإخراج فني جذاب، تلفت انتباه الطلبة والزائرين إلى التقدم العلمي عبر الزمن؛ ليكون دافعاً للطلبة نحو النقد والإبداع والابتكار.

### الخطّة

تُشكّل مجموعات من الطلبة حسب رغبة كلّ طالب، في اختيار المجال الذي يناسبه، على أن تغطي المجموعات فروع علم الفيزياء الرئيسة، لتبحث المجموعة في مكتبة المدرسة ومصادر المعرفة المتاحة. وأن تتضمن المجموعة طالباً أو أكثر ممن لديهم حسّ فني في التصميم والابتكار، لإعداد اللوحة وتضمينها السجل الزمني لتقدم كلّ فرع، وصوراً لبعض العلماء والإنجازات التاريخية، والفترة الزمنية لكلّ منهم. مع توثيق تلك المعلومات جميعها. كما في المثال الآتي:

**مثال:** تقدّم المعرفة المتعلقة بوصف حركة الكواكب في الميكانيكا

١- بطليموس، من فلاسفة الإغريق (قبل الميلاد)

- تعدّد الأرض مركزاً للكون.

- تدور الشمس والقمر والكواكب جميعها حول الأرض، من الشرق إلى الغرب.

- تتحرك بعض الكواكب أحياناً حركةً تراجعيةً من الغرب إلى الشرق.

٢- العلماء المسلمون (١٠٠٠-١٤٥٠ م)

- تعدّد الأرض مركزاً للكون، وهي تدور حول نفسها.

- قياس محيط الكرة الأرضية ونصف قطرها، وقياس السنة الشمسية بدقة.

- رصد حركة النجوم، ورفض بعض نظريات الإغريق؛ اعتماداً على الرصد والتجريب.

٣- كوبرنيكوس (١٥٤٣ م)

- الشمس مركز المجموعة الشمسية.

- تدور الأرض حول الشمس.

٤- كبلر (١٦٠٩ م)

- تدور الكواكب حول الشمس في مدارات على شكل قطع ناقص، تقع الشمس في إحدى بؤرتيه.
- تختلف سرعة الكوكب في دورانه حول الشمس، تبعاً لتغير بعده عنها.
- يتناسب مربع زمن دورة الكوكب، مع مكعب بعده عن الشمس.

٥- نيوتن (١٦٨٧ م)

- التأكيد على أن الشمس مركز المجموعة الشمسية.
- وضع قوانين الحركة الثلاثة.
- تفسير حركة الكواكب؛ باستخدام مفهوم الجاذبية.
- ابتكار حساب التفاضل والتكامل، واستخدامه في تفسير قوانين كبلر.

### الإجراءات

- ١- تحديد المجال، ثم جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بتقدمه.
- ٢- تصميم لوحة، وتخصيص مساحات مناسبة للنصوص والصور.
- ٣- استخدام أقلام وألوان مناسبة، تضيف جانباً جمالياً على اللوحة.
- ٤- مراجعة المعلومات وتحريزها علمياً، واستشارة معلمه بذلك.

### التقويم الذاتي

الرقم	المعيار	نعم	لا
١	تمكنت من التعبير عن فكرة المشروع بدقة ووضوح.		
٢	وضعت خطة مناسبة لتنفيذ التصميم.		
٣	تواصلت مع معلمي في أثناء تنفيذ المشروع.		
٤	راعت إجراءات السلامة العامة في أثناء العمل.		
٥	رصدت معوقات العمل، وعملت على تحسينه.		
٦	تعاونت مع زملائي، واحترمت آراءهم في أثناء العمل.		
٧	استطعت الحكم على دقة النتائج التي توصلت إليها.		
٨	أنجزت المشروع وفق الخطة الزمنية المحددة.		



## أسئلة الفصل الأول

١- اختر رمز الإجابة الصحيحة، لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) العالم والطالب اللذان يطبقان طريقة العلماء في تعلّمهما يتصفان بواحدة من الصفات الآتية:

أ ( يقبلان الأساطير ويقتنعان بالخرافات. ب ) لا يلتفتان إلى الملاحظة.

ج) يلاحظان ويسألان دائماً. د ) لا يطرحان الأسئلة لأنّهما يعرفان.

(٢) أولى خطوات الطريقة العلمية من الخطوات الآتية، هي:

أ ( إجراء التجربة. ب ) تحديد المشكلة.

ج) وضع الفرضية. د ) تحليل البيانات.

(٣) يُصمّم العالم التجربة، ثمّ ينفّذها بهدف التوصل إلى:

أ ( إقناع الآخرين بصحة فرضيته. ب ) تأكيد فرضيته أو نفيها.

ج) الاحتفاظ بالنتيجة لنفسه. د ) تحديد المشكلة التي يبحثها.

(٤) أقدم فروع علم الفيزياء، هو فرع:

أ ( الكهرمغناطيسية. ب ) الفيزياء النووية.

ج) الضوء. د ) الميكانيكا.

(٥) تأخذ العلاقة بين التكنولوجيا والعلم، أحد الأشكال الآتية:

أ ( تعتمد التكنولوجيا على العلم فقط. ب ) يعتمد العلم على التكنولوجيا فقط.

ج) يعتمد كلُّ منهما على الآخر. د ) لا يعتمد أيُّ منهما على الآخر.

(٦) الغاية النهائية للعلم، هي:

أ ( إجراء التجارب والاستنتاج. ب ) جمع الملاحظات، والتنبؤ بالظواهر.

ج) تحليل البيانات والتواصل. د ) تسخير الظواهر لخدمة الإنسان.

٢- أعط مثلاً لنموذج علمي يُستخدم للتعليم، في كلِّ حالة مما يأتي:

أ ( مجسم ماديّ مصغّر يوضّح شيئاً حقيقياً كبير الحجم، لا يمكن التعامل معه.

- (ب) مجسمٌ ماديٌّ مكبرٌ يوضّح شيئاً حقيقياً صغيراً، لا يمكنُ رؤيته بالعين.
- (ج) شكلٌ يُرسمُ على الورق، يوضّح ظاهرةً طبيعيةً لا يمكنُ وجودها في غرفة الصف.
- ٣- بينَ لماذا تكونُ النظرية العلمية عرضةً للتعديل أو التغيير؟
- ٤- فسّرِ العبارة الآتية: لا توجدُ تجربةٌ فاشلةٌ، لكنَّ التجربة تؤكّد الفرضية أو تدحضها.
- ٥- ”على العلماء وأساتذة الجامعات والباحثين في هذه الأيام، الاطلاعُ على المجلات والنشرات العلمية، التي تنشرُ إنجازات العلماء الآخرين، قبلَ شروعهم في إجراء تجربةٍ علميةٍ جديدةٍ“. أين يقعُ هذا الإجراء ضمنَ خطواتِ الطريقة العلمية؟
- ٦- منَ الأمثلةِ على تطوّر التكنولوجيا، فأرة الحاسوب؛ إذ تطوّرت صناعتها عبرَ أجيالٍ كثيرة: الجيل الأول: تحتوي الفأرة على كرة حديدية مثبتة داخلَ الفأرة، ولا يمكنُ إخراجها. الجيل الثاني: تغليف الكرة الحديدية بطبقة من المطاط، وتعديلها بحيثُ يمكنُ استخراجها. الجيل الثالث: الفأرة الضوئية، لا تحتوي على كرة حديدية، وتعملُ على السطوح جميعها. الجيل الرابع: الفأرة الضوئية اللاسلكية، تبعثُ البيانات إلى الجهاز بالموجات، من دون أن تتصلَ به.
- أ ( ما المشكلات التي ظهرت في كلِّ جيلٍ، ما دعا مهندسي الحاسوب إلى إنتاجِ البديل؟
- ب) ما الجيلُ القادمُ من فأرة الحاسوب، الذي تتوقّع طرحه في الأسواق؟
- ٧- وضحِ العلاقة بينَ العلوم والتكنولوجيا منَ الفقرة الآتية:
- يُعَدُّ الضوءُ أحدَ الفروع القديمة لعلم الفيزياء، وكانَ منَ أهمِّ تطبيقاته صناعةُ المجهر الضوئي في عام ١٦٦٥م، والذي أمكنَ بواسطته رؤية الخلية. ثمَّ اكتشفت في فرع الفيزياء الحديثة موجاتٌ أقصرُ من موجات الضوء، كانَ منَ أهمِّ تطبيقاتها صناعةُ المجهر الإلكتروني في عام ١٩٣١م، الذي مكّن العلماء منَ رؤية الفيروس، وأحدث تقدّمًا في علم الأمراض.

## الوحدة الثانية

# الضوء

## LIGHT



اشتهر العالم العربي المسلم الحسن بن الهيثم بدراسته الضوء، ورصده الظواهر الفلكية.

- ما أشهر نظريات الضوء والرؤية، التي كانت سائدة قبل الحسن بن الهيثم؟
- ما الفرق بين علماء الإغريق والعلماء المسلمين، في دراستهم العلوم الطبيعية؟
- يُقال إن الحسن بن الهيثم، هو مؤسس علم البصريات الحديث، ناقش هذا القول.

## انعكاس الضوء Light Reflection

١-٢ خصائص الضوء

٢-٢ انعكاس الضوء

٣-٢ المرايا المستوية

٤-٢ المرايا الكروية

### الأهمية

الضوء جوهراً الحياة على الأرض، فالضوء القادم من الشمس يعطيها الدفء والضياء، وبمساعدة الضوء تبني النباتات غذاءها، لتوفّر الغذاء لغيرها من المخلوقات.

تضفي الإضاءة جمالاً على الأجسام والمناظر، ولألوان وانعكاساتها دورٌ كبيرٌ في ذلك. يظهر في الصورة جسرٌ في اليابان، انتهى بناؤه في عام ١٩٩٣م، يسمّى جسر (قوس قزح)، يتكوّن من طابقيْن لحركة السيارات والقطارات، ويربط بين شمال مدينة (طوكيو) وجزيرة قريبة منها، طوله ٨٠٠ متر تقريباً، ولون هذا الجسر أبيض إلا أنه يضاء بألوان قوس قزح، ومن هنا جاءت تسميته. بقي أن نعرف أن إضاءة هذا الجسر تستمد الطاقة الكهربائية من خلايا شمسية في النهار.

**فكر:** هل فكرت يوماً ما اللون الذي ترتاح العين لرؤيته من ألوان الضوء، أكثر من الألوان الأخرى؟



## أهمية انعكاس الضوء لعملية الإبصار

فوائد الضوء كثيرة ومتعددة، لكن أهمها على الإطلاق عملية الإبصار؛ فالضوء يحمل إلينا رسائل من أرجاء الكون، ومن الأجسام المحيطة بنا، ويدخل إلى أعيننا فتستقبله، وترسل العين إشارات عصبية إلى الدماغ فيدرك ما نبصره. ينعكس الضوء عن الأجسام بطريقتين؛ الأولى كما يحدث في المرايا ويسمى انعكاساً منتظماً، والثانية على صورة تشتت عن عموم الأجسام غير المصقولة، وهذا النوع من الانعكاس يعدُّ أساس رؤيتنا للأجسام غير المضيئة.

### بعد دراستك هذا الفصل، يتوقع منك أن:

- ◀ تعدّد بعض خصائص الضوء، مثل: الانتقال في الفراغ في خطوط مستقيمة، واستقلالية الأشعة، وثبات سرعته في الوسط المتجانس.
- ◀ توظّف التجربة العملية في اكتشاف بعض خصائص الضوء.
- ◀ تذكر نص قانوني الانعكاس، وتوضّح المصطلحات الخاصة بهما.
- ◀ توضّح تكوّن الأخيلة في المرآة المستوية، وتعبر عنها بالرسم.
- ◀ تستنتج بالرسم صفات الأخيلة المتكوّنة في المرايا الكروية.
- ◀ تذكر قانون المرايا، وقانون التكبير، وتوظفهما في حلّ مسائل.
- ◀ تتوصّل إلى قانوني الانعكاس، وتحقّق من قانون المرايا بالتجربة.
- ◀ تستقصي صفات الأخيلة في المرايا عملياً.
- ◀ تبحث استخدامات المرايا في أجهزة وتطبيقات عملية.





يحيطُ الضوءُ بنا، ويملاً أرجاء المكانِ من حولنا، وهو سببُ رؤيتنا للأشياء؛ لذا، اهتمَّ العلماءُ بدراسةِ الضوءِ وسلوكه، ومن أبرزهم الحسنُ بنُ الهيثم. وحديثاً، يوصفُ الضوءُ بأنه شكلٌ من أشكالِ الطاقة، ينتقلُ من مصدره إلى الأجسامِ الأخرى التي يسقطُ عليها. وتصنّفُ مصادرُ الضوءِ إلى نوعين:

- **مصادر طبيعية (Natural Sources):** كالشمس والنجوم التي يصدرُ عنها الضوء، وأشكالٍ أخرى من الطاقة، وليس للإنسان دورٌ في عملها.

- **مصادر صناعية (Artificial Sources):** أدواتٌ من صنع الإنسان تحوّلُ الطاقة من صورٍ مختلفةٍ كالكهربائية والكيميائية إلى طاقةٍ ضوئية، كالمصباح الكهربائي والقنديل والشمعة، وغيرها. أمّا الأجسامُ التي نراها فتصنّفُ ضمنَ نوعين: أجسامٌ مضيئةٌ ذاتياً كمصادرِ الضوءِ الطبيعية والصناعية، وأجسامٌ مستضاءة، تعكسُ الضوءَ الساقطَ عليها فنراها؛ كأجسامنا والجدرانِ وصفحة الكتابِ وغيرها...

### خصائص الضوء

بعدَ تنفيذك النشاطَ التمهيدي، لا بدّ أنّك أدركتَ أولى خصائصِ الضوء، وهي:

#### ١- ينتقلُ الضوءُ في خطوطٍ مستقيمةٍ

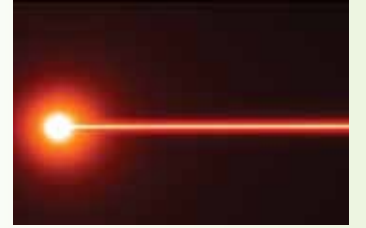
فعندما ينبعثُ الضوءُ من مصدره، ينتقلُ في الوسطِ الشفافِ المتجانسِ في خطوطٍ مستقيمةٍ، ويسمّى المسارُ الذي يسلكه

#### نتائجُ الدرس

- تتعرّفُ طبيعةَ الضوء.
- تعدّدُ بعضَ خصائصِ الضوء.
- توضّحُ المقصودَ بمبدأِ استقلالِ الأشعة.
- تستقصي خصائصِ الضوءِ عملياً.

#### نشاطُ تمهيديّ

أحضِرْ صندوقَ كرتون، وضعْ فيه عودَ بخورٍ بعدَ أن تشعله، انتظرْ مدّةً زمنيةً مناسبةً، ثم سلّطْ ضوءَ (ليزر) داخلَ الصندوق، صفْ ملاحظاتك.



الشكل (١-٢): ضوء ليزر.

#### فكرة مضيئة

عند قيادة السيارة ليلاً، يحرصُ السائقُ على استخدامِ الضوءِ الخافتِ عندما تقابله سيارةٌ أخرى، لأنّ الإضاءةَ القويّةَ تؤذي العين، ولا تتيحُ للآخرين رؤية الطريق بوضوح.



الشكل (٢-٢): خاصية استقلال الأشعة الضوئية.

الضوء شعاعاً ضوئياً. والوسط المتجانس هو الوسط الذي لا تتغير شفافيته من نقطة إلى أخرى.

## ٢- ينتقل الضوء في الفراغ

بالإضافة إلى انتقال الضوء في الأوساط الشفافة كالزجاج والماء والهواء، فهو ينتقل في الفراغ، إذ لا ضرورة لوجود وسط ناقل للضوء. ونستدل على ذلك، من وصول ضوء الشمس إلينا. وللتأكد؛ نفذ النشاط الآتي:

### الضوء ينتقل في الفراغ

#### نشاط ١-٢

هدف النشاط: التحقق من انتقال الضوء في الفراغ.

الأدوات: مفرغة هواء، منصّة وناقوس زجاجي، هاتف نقال.

خطوات تنفيذ النشاط

- ١- ركب التجربة بتوصيل أنبوب التفريغ بين المفرغة والمنصّة.
- ٢- ضع الهاتف النقال على المنصّة، ثم اقلب فوقه الناقوس.
- ٣- اتصل بالهاتف، ولاحظ ضوء الشاشة، واسمع نغمة الاتصال.
- ٤- شغل مفرغة الهواء، بينما الهاتف في وضع اتصال، ولاحظ ما يحدث.

أجب عن الأسئلة الآتية:

- هل تمكنت من سماع صوت الهاتف وروية ضوئه، قبل تفريغ الهواء؟
- ماذا حدث لكل من الصوت والضوء، مع تفريغ الناقوس تدريجياً من الهواء؟
- ماذا تستنتج حول أهمية وجود الهواء، لانتقال الصوت والضوء؟

## ٣- الأشعة الضوئية مستقلة عن بعضها

عندما يتقاطع شعاعان ضوئيان من مصدرين مختلفين، لا يؤثر أي منهما في مسار الآخر، بل يستمر كل شعاع في اتجاهه الذي كان عليه قبل التقاطع، لاحظ الشكل (٢-٢).

#### ٤ - سرعة الضوء ثابتة في الوسط المتجانس

عندما ينتقل الضوء خلال وسط واحد متجانس؛ فإنه يحافظ على سرعته ثابتة، بينما تتغير هذه السرعة، عندما ينتقل من وسط إلى آخر؛ أي أن خصائص الوسط الناقل للضوء تؤثر في مقدار سرعته، وأكبر مقدار لسرعة الضوء يكون عند انتقاله في الفراغ، فهي تساوي ٢٩٩٧٩٢٤٥٨ م/ث، أي ما يقارب  $3 \times 10^8$  م/ث. وكلما قلت شفافية الوسط قلت سرعة انتقال الضوء فيه. الماء أقل شفافية من الهواء مثلاً. والجدول (٢-١) يبين اختلاف سرعة الضوء من وسط إلى آخر.

الجدول (٢-١): سرعة الضوء في الأوساط المختلفة.		
الوسط الناقل	سرعة الضوء في الوسط (كم/ث)	نسبة سرعة الضوء في الوسط، إلى سرعته في الفراغ
الفراغ والهواء	٣٠٠ ألف كم/ث	١
الماء	٢٢٥ ألف كم/ث	ثلاثة أرباع
الزجاج	١٩٧ ألف كم/ث	ثلثان
الماس	١٢٤ ألف كم/ث	أربعة أعشار

وتوجد خصائص أخرى للضوء ستتعرفها في سنوات قادمة بشيء من التفصيل، كالانعكاس والانكسار والتداخل والحيود.



#### التكامل مع تاريخ العلوم



الحسن بن الهيثم  
مؤسس علم البصريات الحديث  
(٩٦٦-١٠٣٩م)

هو أبو علي الحسن بن الهيثم، ولد في البصرة في عام ٩٦٦م. وتلقى علومه فيها، ثم انتقل إلى بغداد، يعد من أشهر الفيزيائيين الذين أسهموا في تقدم العلوم، أبدع في مجال البصريات؛ لذا، يعد مؤسس علم البصريات الحديث. انتقل إلى مصر وأقام في القاهرة حتى وفاته في عام ١٠٣٩م.

نظرية الإبصار: سادت نظريات قديمة لتفسير عملية الإبصار، أهمها نظرية أئدها (بطليموس) وعلماء إغريق آخرون فسرت حدوث الإبصار، اعتماداً على أشعة تبعثها العين إلى الجسم الذي يقع عليه النظر فنبصره. إلا أن ابن الهيثم عارض هذه النظرية بقوله إن إبصارنا للأجسام البعيدة كالنجوم لا يمكن أن يتم في لحظة، إذ إن ذلك يتطلب خروج الضوء من العين ليصل إلى تلك النجوم كي نبصرها. ثم توصل بالتجربة العملية إلى نظرية جديدة تفسر عملية الإبصار بأنها تحدث نتيجة تشتت أشعة

الضوء من كل نقطة في الجسم، ووصولها إلى العين، وفي ما يتعلق بخصائص الضوء، اعتمد ابن الهيثم على فرضيات (أرسطو) وأثبت ما صح منها بالتجربة، وأضاف إليها حتى أصبحت تشكل أساس علم البصريّات الحديث.

تجارب الغرفة (القمرة) المظلمة: أجرى ابن الهيثم تجارب باستخدام غرفة مظلمة، في نافذتها ثقب يدخل منه الضوء، وتمكن من تكوين خيال حقيقي لمنظر خارجي على الجدار المقابل للنافذة، كانت أساس اختراع آلة التصوير، انظر الشكل (٢-٣)، وكتب ذلك في كتابه بعنوان (القمرة المظلمة) وعندما نقلت إلى اللاتينية تُرجمت إلى (Obscure Camera)، أي أن كلمة (كاميرا) تعود لأصل عربي (قمرة).



الشكل (٢-٣): تجارب ابن الهيثم في غرفة مظلمة.

إسهامه في الطب: قدّم وصفًا لتشريح الجسم وعلم وظائف الأعضاء، فوصف تشريح العين، كما في الشكل (٢-٤)، وبين أجزاءها ووظائفها، وكيفية حدوث عملية الإبصار وتكوين الخيال الحقيقي فيها، إذ وفّرت له تجاربه في الغرفة المظلمة مقارنة مع تركيب العين، وشبهه بدقة العين بالثقب في الجدار، وذكر اسم القرنية التي نُقلت إلى اللاتينية (Cornea)، إلا أنه وقع في الخطأ بموافقة لفكرة العالم المسلم ابن سينا، بأن الخيال يتكوّن في عدسة العين، والصحيح أن الخيال يتكوّن بفعل العدسة على شبكية العين، كما سنرى لاحقًا.



الشكل (٢-٤): رسم للعين من كتاب المناظر.

رائد الطريقة العلمية: يعدّ ابن الهيثم رائد الطريقة العلمية الحديثة في الاستقصاء، فقد وضع أنظمة صارمة لمراقبة التجارب العلمية للتحقق من الفرضيات النظرية واستخراج النتائج، كما استندت تجاربه العملية إلى الرياضيات وخاصة الهندسة.

كتاب المناظر: ألّف الحسن بن الهيثم كتابًا كثيرًا، تُرجمت إلى عدّة لغات، ودُرّس بعضها في الجامعات الأوروبية، أشهرها كتاب المناظر، الذي شكّل ثورة في ما كان يُعرف بعلم المناظر (البصريّات)، وبعد وفاة ابن الهيثم بما يزيد على مئتي سنة، درس العالم المسلم كمال الدين الفارسي كتاب المناظر، وعدّل بعض المعلومات فيه، وطوّره في كتاب جديد أسماه (تنقيح المناظر).

تقاس المسافات بين الأجرام السماوية بوحدة السنة الضوئية، وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة، وتساوي حاصل ضرب سرعة الضوء في زمن مقداره سنة، وتساوي  $9,46 \times 10^{12}$  كم. يبين الجدول (٢-٢)، أبعاد بعض الأجرام السماوية عن الأرض.

الجدول (٢-٢): التكامل مع الفلك.

الجرم السماوي	بعده عن الأرض / كم	بعده عن الأرض / سنة ضوئية
القمر (أقرب جرم سماوي إلى الأرض).	$3,85 \times 10^5$	١,٣ ثانية ضوئية
الشمس (مركز المجموعة الشمسية).	$1,5 \times 10^8$	٨,٣ دقيقة ضوئية
النجم قنطورس (أقرب النجوم بعد الشمس إلى الأرض).	$3,97 \times 10^{13}$	٤,٢ سنة ضوئية
مركز مجرة درب التبانة (المجرة التي تقع فيها الأرض).	$2,84 \times 10^{18}$	$3 \times 10^6$
مجرة المرأة المسلسلة (أقرب مجرة إلى مجرتنا).	$1,89 \times 10^{19}$	$2 \times 10^6$

## التوسّع

لدراسة الكون ومحتوياته؛ لا بد من وسيلة اتصال مناسبة تزودنا بالمعلومات، والضوء يوفر هذه الوسيلة بسرعه الكبرية، التي لم تُعرف سرعة كونية أكبر منها إلى وقتنا هذا؛ لذا، اهتم العلماء والمفكرون بدراسة الضوء وخصائصه، إضافة إلى أهمية الضوء لنا جميعاً، فهو مهم جداً بالنسبة إلى الفيزيائيين. وصف العالم (إسحق نيوتن) الضوء، بأنه جسيمات دقيقة تنتقل في الفراغ، وتنتقل خلال الوسط الشفاف، واستمر هذا الوصف حتى ظهرت النظرية الموجية للضوء، عند نهاية القرن التاسع عشر الميلادي، لتحل مكان النظرية الجسيمية، بسبب اكتشاف ظاهرتين لسلوك الضوء، هما التداخل والحيود. لم يتمكن العلماء من تفسيرهما إلا بوضع نظرية تفترض أن الضوء يتكوّن من موجات كهرومغناطيسية، وليس من جسيمات.



ولكن، مع اكتشاف ظواهر جديدة لسلوك الضوء في بدايات القرن العشرين، كظاهرة **التأثير الكهروضوئي (Photoelectric effect)**، التي لم يتمكن العلماء من تفسيرها إلا بعد أن دمجوا النموذجين معاً؛ الجسيمي والموجي، فأصبح يقال إن للضوء طبيعة مزدوجة؛ فعند سلوك الضوء كموجات، يختفي النموذج الجسيمي له، والعكس صحيح.

١-٢

## مراجعة الدرس

- ١- بين أن الضوء أحد أشكال الطاقة.
- ٢- اذكر خصائص الضوء، ثم وضحها.
- ٣- وضح المقصود بالوسط الشفاف المتجانس، وصف سرعة الضوء فيه.
- ٤- **تفكير ناقد:** عندما تنظر إلى مصباح فتيل (التنغستن) المتوهج مدة ٥ ثوانٍ، ثم تغمض عينيك، ما الذي تشاهده عندئذٍ؟ بين كيف وضح الحسن بن الهيثم نظريته في الإبصار؛ باستخدام هذه التجربة.

تحدث عملية الإبصار وفق نظرية الحسن بن الهيثم، عند دخول الضوء إلى العين قادمًا من الأجسام؛ فعندما يسقط الضوء على جسم معتم (غير منفذ للضوء) يرتدُّ عنه باتجاه جديد. يُعرف ارتداد الضوء هذا بالانعكاس، وتوجد حالات مختلفة لانعكاس الضوء. لتعرفها؛ نفذ النشاط التمهيدي، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

١- كيف تفسّر رؤية قمة الجبل بصورة مباشرة في الهواء؟

٢- كيف تفسّر رؤية خيال قمة الجبل في الماء؟

٣- صف مسار أشعة الضوء، في السؤالين السابقين.

يمكن تعريف **انعكاس الضوء** بأنه: ارتداد الأشعة الضوئية عن سطوح الأجسام. قد تكون هذه الأجسام غير مصقولة كما هي الحال في قمة الجبل، أو مصقولة كما هي الحال في سطح الماء، أي أن الضوء ينعكس في الحالتين. لكن، هل يختلف الانعكاس باختلاف طبيعة السطوح التي يسقط عليها؟ تأمل الشكل (٢-٦)، ماذا تلاحظ؟

يوضح الشكل (٢-٦/أ) كيفية حدوث الانعكاس المنتظم، إذ تسقط حزمة ضوء متوازية على سطح أملس مصقول، فترتدُّ باتجاه آخر متوازية أيضًا، أما الانعكاس غير المنتظم (التشتت) كما يظهر في الشكل (٢-٦/ب)، فيحدث عند سقوط حزمة ضوء متوازية على سطح خشن أو غير مصقول، وارتدادها متشتتة في عدة اتجاهات. وكذلك، يكون انعكاس الضوء عن المرايا الكروية منتظمًا، كما في الشكل (٢-٦/ج)، وكل انعكاس ينتج عنه تكوين أخيلة، يعدُّ منتظمًا، بينما لا تتكوّن أخيلة في حالة التشتت.

### نتائج الدرس

- توضّح المقصود بكلّ من: الانعكاس، انعكاس منتظم، انعكاس غير منتظم.
- تستقصي قانوني الانعكاس عمليًا.
- تذكر نص قانوني الانعكاس وتوضح المصطلحات الخاصة بهما.

### نشاط تمهيدي

تأمل الصورة في الشكل (٢-٥)، ثم أجب عن الأسئلة الواردة في الدرس.

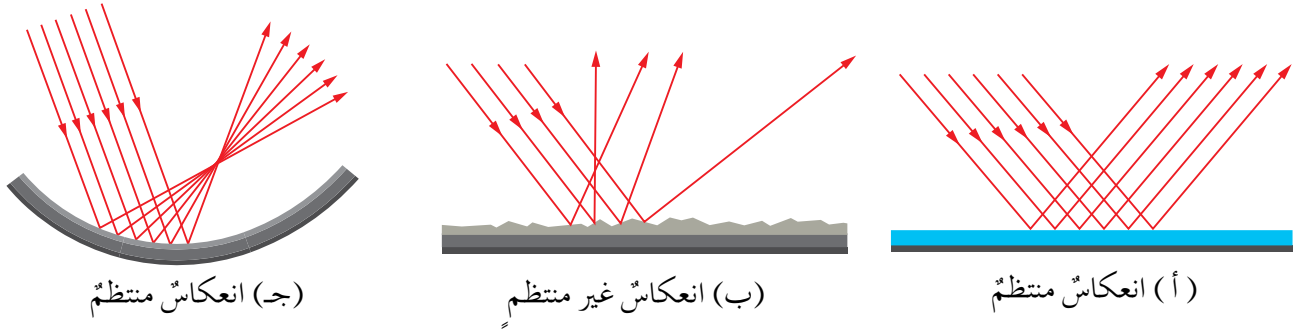


الشكل (٢-٥): نشاط تمهيدي.

### فكرة مضيئة

عندما يسقط الضوء على جسم، فيراه مشاهدون من مواقع مختلفة، فإن هذا يعني حدوث انعكاس غير منتظم، ما يفسّر أهمية الانعكاس غير المنتظم في عملية الإبصار.

وقد توصل العلماء بالتجربة، إلى علاقات رياضية تضبط حالات الانعكاس جميعها، تمت صياغتها في ما يُسمى (قانونا الانعكاس).



الشكل (٦-٢): انعكاس الضوء عن السطوح المصقولة أو الخشنة.

لاستنتاج قانوني انعكاس الضوء عملياً، نفذ النشاط الآتي:

## قانونا الانعكاس

### نشاط ٢-٢



الشكل (٧-٢): نشاط (٢-٢).

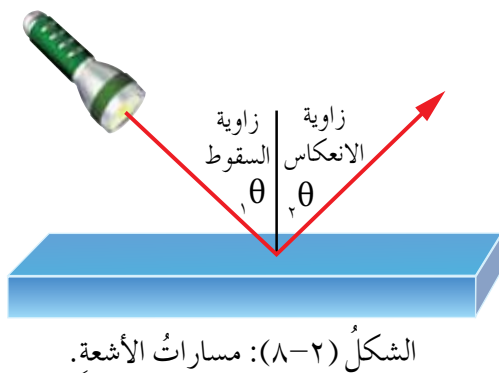
هدف النشاط: استقصاء قانوني انعكاس الضوء عملياً.  
الأدوات: ورقة بيضاء، صندوق ضوئي، مرآة، منقلة.

### خطوات تنفيذ النشاط

- ١- ضع الورقة البيضاء على سطح الطاولة.
- ٢- ثبت المرآة على الورقة بصورة رأسية.
- ٣- ارسم على الورقة، خطاً عمودياً على المرآة (يلتقي معها عند منتصفها).
- ٤- أسقط شعاعاً ضوئياً من الصندوق الضوئي على المرآة، بحيث يتلاقى مع العمود المقام عند سطح المرآة، كما في الشكل (٧-٢). وشاهد الشعاع المنعكس.
- ٥- باستخدام المنقلة؛ قس الزاوية  $(\theta_i)$  بين الشعاع الساقط والعمود المقام، وقيس الزاوية  $(\theta_r)$  بين الشعاع المنعكس والعمود المقام.

- ٦- كرّر الخطوة (٤) ثلاث مرّاتٍ أخرى، مع تغيير الزاوية  $(\theta_1)$ ، ثم دوّن نتائجك ضمن جدول.
- تأمل النتائج التي حصلت عليها، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:
- ما المستوى الذي انعكس فيه الشعاع؟
  - هل شكّل كلٌّ من الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام، مستوى واحدًا؟
  - استنتج علاقة رياضية بين الزاويتين  $(\theta_1)$ ،  $(\theta_2)$ .

يوضّح الشكل (٢-٨)، مسارات الأشعة الساقطة والأشعة المنعكسة في النشاط السابق، وتُسمى الزاوية  $(\theta_1)$  زاوية السقوط: وهي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على السطح العاكس (المرآة)، من نقطة السقوط، وتُسمى الزاوية  $(\theta_2)$  زاوية الانعكاس: وهي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام، على السطح العاكس (المرآة) من نقطة السقوط.



من الإجابة عن الأسئلة في النشاط السابق، نتوصل إلى قانوني الانعكاس؛

**قانون الانعكاس الأول:** الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام، على السطح العاكس من نقطة السقوط، تقع جميعها في مستوى واحد.

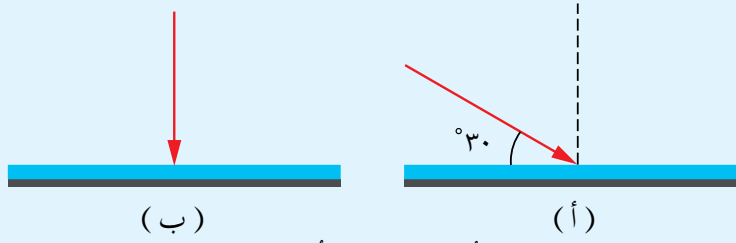
**قانون الانعكاس الثاني:** زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

**فكر**



هل ينطبق قانونا الانعكاس، في حالة الانعكاس غير المنتظم؟ فسّر إجابتك مستعينًا بالرسم؟

أكمل بالرسم مسار الشعاع الضوئي في الحالات المبينة في الشكل (٩-٢).



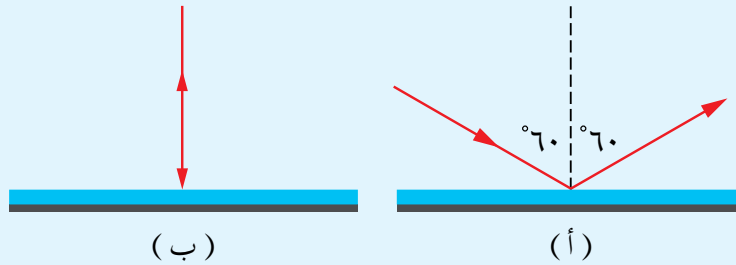
الشكل (٩-٢): المثال (٢-٢).

**الحل**

في الشكل (٩-٢/أ) تكون زاوية السقوط  $\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

وينعكس الضوء بزاوية انعكاس  $(60^\circ)$  أيضاً، كما في الشكل (١٠-٢/أ).

أما الشعاع الساقط كما في الشكل (٩-٢/ب)؛ فإنه ينعكس منطبقاً على نفسه، كما في الشكل (١٠-٢/ب). لماذا؟



الشكل (١٠-٢): المثال (٢-٢).





الشكل (١١-٢): تبدو السماء زرقاء، بينما تظهر الغيوم بيضاء.

نرى السماء زرقاء ونرى الغيوم بيضاء.

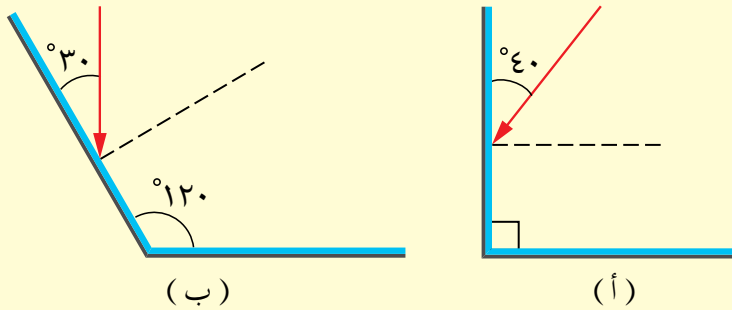
من طبيعة الغلاف الجوي، أنه يشتت في النهار إحدى مركبات ضوء الشمس وهي المركبة الزرقاء، أكثر من تشتيته باقي المركبات، فيأتينا الضوء الأزرق من أرجاء السماء كافة، فتظهر باللون الأزرق.

لكن، عندما يسقط ضوء الشمس على الغيوم، فإن مركبات الضوء جميعها تشتت في كل الاتجاهات، كما في الغيوم التي يكون لها امتداد رأسيّ مواجهة للشمس، فإنها تعكس مركبات الضوء جميعها، ويصل إلى أعيننا ضوء أبيض؛ فتبدو لنا الغيمة بيضاء. انظر الشكل (١١-٢).

## ٢-٢

## مراجعة الدرس

- ١- وضح المقصود بانعكاس الضوء.
- ٢- اذكر نص قانوني الانعكاس.
- ٣- بين نوع الانعكاس إن كان منتظماً أم غير منتظم (مع ذكر الدليل الذي اعتمدت عليه) عند سقوط الضوء على كل من السطوح الآتية: زجاج النافذة، ملعقة الطعام، غلاف الكتاب، السطح الخارجي لشاشة الحاسوب، جسم الإنسان.



الشكل (١٢-٢): السؤال الرابع.

- ٤- أكمل مسار الشعاع الضوئي بعد انعكاسه عن المرآتين في كل من الحالتين (أ)، (ب)، المبيّنتين في الشكل (١٢-٢).

## نتائج الدرس

- تستقصي صفات الأخيلة في المرآة المستوية عملياً.
- تكون أخيلة في المرآة المستوية بالرسم.
- تبحث استخدامات المرآة المستوية، في الأجهزة والتطبيقات العملية.

يهتم كل واحد منا بحسن مظهره وأناقته؛ فقبل قدومك إلى المدرسة صباح هذا اليوم، لا بد أنك نظرت في المرآة لترى خيالك فيها. لقد استخدم الإنسان المرآة المستوية منذ قرون بعيدة، فهي من أبرز التطبيقات البصرية وأقدمها، وللمرآة سطح أملس مصقول، ينعكس الضوء عنه انعكاساً منتظماً؛ لذا، فهي تكون أخيلة للأجسام التي توضع أمامها.

## صفات الأخيلة في المرآة المستوية

١-٣-٢

## نشاط تمهيدي

تأمل الصورة في الشكل (٢-١٣)، ثم استنتج إن كان ما تراه خدعة بصرية أم تلاعباً باستخدام برامج الحاسوب.



الشكل (٢-١٣): نشاط تمهيدي.

## فكرة مضيئة

يستخدم مصممو الديكور، المرآة المستوية في الغرف الضيقة؛ لإعطاء إحاء بمساحة أكبر.

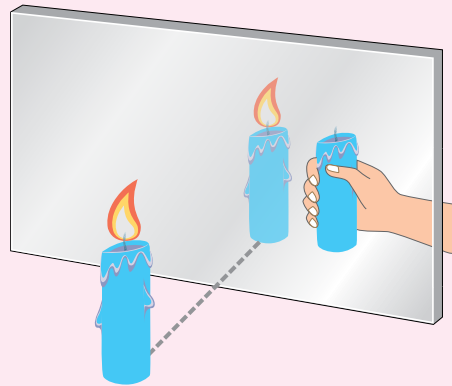
هل فكرت بخيالك الذي تراه عند النظر في مرآة مستوية؟ ما طبيعته؟ وما صفاته؟ لتعرف صفات خيال جسم في مرآة مستوية؛ نفذ النشاط الآتي:

## صفات الأخيلة في المرآة المستوية

٣-٢

## نشاط

هدف النشاط: تعرف صفات الخيال في المرآة المستوية عملياً:  
الأدوات: لوح زجاجي، ومرآة مستوية، وشمعتان متماثلتان، ومسطرة، وقلم، وورقة.



الشكل (٢-١٤): النشاط (٣-٢).

## خطوات تنفيذ النشاط

- ١- أشعل شمعة، وضعها أمام اللوح الزجاجي، ولاحظ خيال الشمعة المتكون خلف اللوح.

٢- ضع الشمعة غير المشتعلة خلف اللوح الزجاجي، ثم غير موقعها إلى أن تتطابق مع خيال الشمعة المشتعلة.

٣- ضع إصبعك فوق الشمعة غير المشتعلة، ألا يبدو أصبعك فوق اللهب؟ (تستخدم مثل هذه الخدع البصرية في السينما والسيرك).

٤- قس المسافة بين الشمعة واللوح، ثم بين الخيال واللوح، ودون النتيجة.

٥- كرر الخطوة السابقة عدّة مرّات، ودون النتيجة في كل محاولة.

٦- قارن بين طول الشمعة غير المشتعلة، وطول خيال الشمعة المشتعلة.

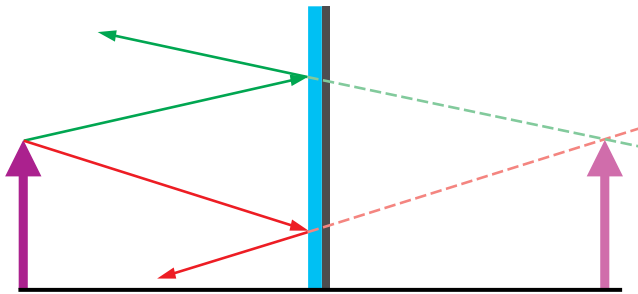
٧- استخدم المرآة المستوية بدل اللوح الزجاجي، ثم دون ملاحظتك.

٨- اكتب كلمة (فيزياء) على ورقة، وضعها أمام المرآة، حاول قراءة خيال الكلمة في المرآة.

• هل يمكن جمع الخيال المتكوّن في المرآة المستوية على حاجز؟

• استنتج صفات الخيال المتكوّن في مرآة مستوية.

لتحديد صفات الخيال الذي تكوّنه مرآة مستوية، ومعرفة أبعاده، نستخدم طريقة هندسية، نمثّل فيها مسارات الأشعة بخطوط مستقيمة، انظر الشكل (٢-١٥) الذي يبيّن سهمًا موضوعًا أمام مرآة مستوية، لاحظ صدور شعاعين عن رأس السهم، وانعكس كل منهما بزاوية انعكاس مساوية لزاوية سقوطه، ثم لاحظ تباعد الشعاعين المنعكسين، بينما يتقارب امتداداهما خلف المرآة،



الشكل (٢-١٥): مسارات الأشعة لجسم أمام مرآة مستوية.

حيثُ ممثّل الشعاع بخط متّصل، وامتداده بخط متقطع. ويحدّد خيال رأس السهم هنا، بنقطة التقاء امتدادي الشعاعين، ثم ننزل من خيال رأس السهم عمودًا على المحور؛ ليحدّد موقع خيال ذيل السهم. معتمدًا على الشكل، أجب عن الأسئلة الآتية:

• أين تكوّن الخيال؟

• هل تكون الخيال من التقاء الشعاعين المنعكسين، أم من التقاء امتداديهما؟

• ما نوع الخيال المتكوّن؟

• هل ستختلف صفات الخيال، باختلاف بعد الجسم عن المرآة؟

لاحظت أنّ الخيال وهمي لا يمكن تكوينه على حاجز، وأنّ طولهُ مساوٍ لطول الجسم، وبعده عن المرآة مساوٍ لبعده الجسم عنها، كما أنّ الخيال في المرآة المستوية يكون مقلوبًا جانبيًا.

فكر



الشكل (٢-١٦): سيارة إسعاف.

لماذا تكتب كلمة: **إسعاف** (AMBULANCE)، مقلوبة على مقدمة سيارة الإسعاف، كما في الشكل (٢-١٦)، بينما تكتب بصورة صحيحة على الجوانب والخلف؟

## Plane Mirror Uses

## استخدامات المرآة المستوية

٢-٣-٢

لا يمكن الاستغناء عن النظر في المرآة يوميًا، فقد أصبحت من ضرورات الحياة، إضافة إلى ذلك، توجد استخدامات خاصة أخرى، منها: استخدام طبيب الأسنان مرآة مستوية صغيرة كما

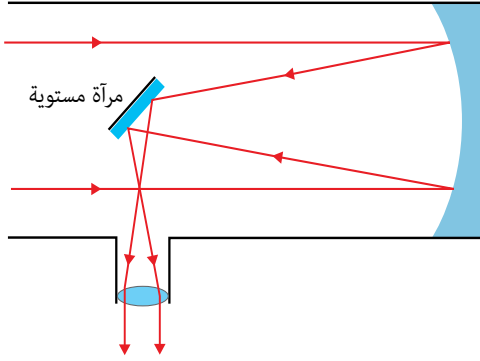


الشكل (٢-١٧): مرآة طبيب الأسنان.

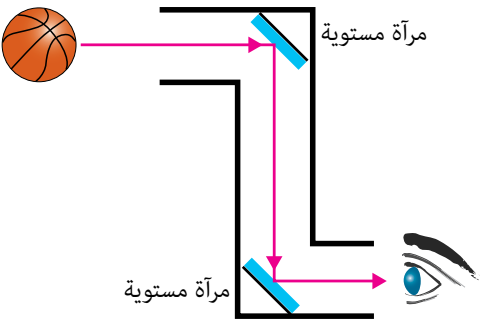
في الشكل (٢-١٧)؛ ليرى فيها الأسنان من زوايا لا يمكن الوصول إليها بصورة مباشرة، وتختلف مرآة طبيب الأسنان عن المرايا العادية بأنّ سطحها العاكس يكون أمام الزجاج وليس خلفه، كي تكون خيالًا واضحًا لا يمكن الحصول عليه في المرايا العادية. واستخدام مرآة



الشكل (٢-١٨ أ): وضعية الراصد بجانب المقراب.



الشكل (٢-١٨ ب): المرآة المستوية في المقراب الفلكي.



الشكل (٢-١٩): البيرسكوب.

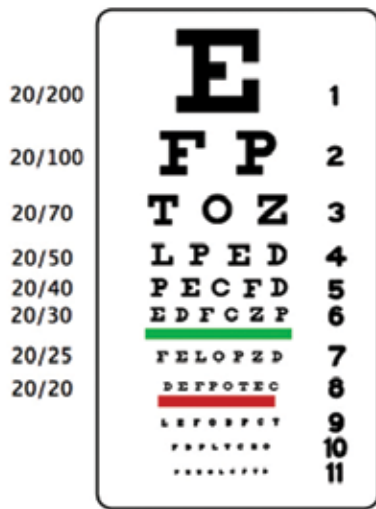
مستوية في آلة التصوير (الكاميرا)؛ لتعكس الضوء القادم من الجسم إلى الفتحة التي ينظر منها المصور، فيرى الجسم قبل أن يصوره، كما توجد مرآة مستوية داخل المقراب الفلكي العاكس، وظيفتها تحويل مسار الضوء القادم من النجم؛ ليتمكن الراصد من النظر إليه، وهو يقف بوضعية مناسبة، انظر الشكل (٢-١٨). وتوجد مرآة مستوية في المجهر تعكس الضوء وتسقطه على الشريحة، فتتير العين.

واستخدام المرآة المستوية في (البيرسكوب) وهو أنبوب مثبت في طرفيه مرآتان مستويتان متقابلتان، تميل كل منهما عن الأفق بزاوية (٤٥°). والشكل (٢-١٩) يوضح وضع المرآتين ومسارات الأشعة، إذ ينعكس الضوء القادم من الجسم عن إحدى المرآتين إلى الأخرى ثم إلى عين الناظر، فيتمكن من رؤية جسم لا يمكنه رؤيته بصورة مباشرة.

**سؤال:** بين أهمية استخدام هذا الجهاز في الغواصات قديماً. وما الجهاز التكنولوجي البديل الذي يُستخدم في الغواصات الحديثة؟



بعد تخرّجك في الجامعة، فتحت مركزاً متخصصاً في البصريات، وعند تجهيز غرفة الفحص كان طولها (٣ م)، بينما يجب أن تكون المسافة بين لوحة الفحص المبيّنة في الشكل (٢-٢٠) والمفحوص (٦ م). كيف يمكنك التغلب على هذه المشكلة؟



الشكل (٢-٢٠): لوحة فحص النظر.

### صناعة المرايا عبر التاريخ

استخدمت قديماً أوانٍ مملوءة بالماء كمرايا مستوية، وقبل الميلاد بستّة آلاف سنة، استخدم حجر (الأوبسيديان) البركاني (obsidian) مرآة، بينما صنعت أول مرآة فلزية في عام ٤٠٠٠ ق.م. أمّا المرآة الزجاجية فلم تظهر إلا في القرن السادس عشر الميلاديّ. تصنع المرآة بطلاء شريحة مستوية من الزجاج بالفضة أو الألمنيوم، ويشرط أن يكون سطح الزجاج مصقولاً ونظيفاً. توجد عدّة طرائق لطلاء الزجاج بأحد الفلزين، أكثرها إتقاناً تتطلب صهر الفلز وتبخيره، ثمّ تكثفه على سطح الزجاج مكوناً طبقة رقيقة جداً تشكّل السطح العاكس، ثمّ يُصبغ الفلز من الخلف لحمايته من العوامل الجوية.

أمّا الطريقة الأكثر سهولة فتكون بمزج محلول نترات الفضة مع محلول هيدروكسيد

الصوديوم، ثمّ إضافة الأمونيا والتسخين، ثمّ سكّب المزيج على لوح زجاجي مصقول ونظيف، فيحدث التفاعل وترسّب الفضة النقية على الزجاج، من دون الحاجة إلى تبخيرها.



مرآة مستوية حديثة



حجر بركاني زجاجي

الشكل (٢-٢١): تطوّر صناعة المرايا.



هل لفت انتباهك عددُ الأخيلة الكثيرة، التي تشاهدها لرأسك في صالونِ الحلاقة، وفي غرفِ قياسِ الملابس؟ إذ ينعكس الضوء عدّة انعكاساتٍ متتالية؛ عندما يسقطُ على مرآتين بينهما زاوية، كيف نحصلُ على ذلك العدد من الأخيلة؟

يشكّل الخيال الناتج عن المرآة الأولى، جسمًا بالنسبة إلى المرآة الثانية، ويشكّل الخيال في المرآة الثانية، جسمًا للمرآة الأولى، ثم تتكرّر العملية مرّة أخرى في المرآتين، ويعتمد عدد تلك الأخيلة على مقدار الزاوية بين المرآتين، والجدول (٢-٣) يبيّن عدد الأخيلة المتكوّنة بين المرآتين لعدد من الزوايا.

الجدول (٢-٣): العلاقة بين عدد الأخيلة والزاوية بين المرآتين.	
الزاوية $\theta$	عدد الأخيلة المتكوّنة
$120^\circ$	٢
$90^\circ$	٣
$60^\circ$	٥
$45^\circ$	٧

وقد وُجدَ عمليًا، أن عدد الأخيلة المتكوّنة في مرآتين بينهما زاوية، يُعطى بالعلاقة الرياضية الآتية:  
 عددُ الأخيلة =  $1 - \frac{360}{\theta}$ ، حيث  $\theta$  الزاوية بين المرآتين بالدرجات.

**سؤال:** استنتج مقدار الزاوية بين المرآتين في الشكل (٢-٢٢)؟

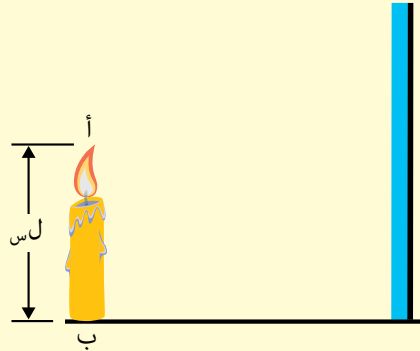


الشكل (٢-٢٢): الأخيلة في مرآتين بينهما زاوية.

- ١- اذكر صفات الأخيلة المتكوّنة في المرآة المستوية.
- ٢- يوضّح الشكل (٢-٢٣) شمعة موضوعة أمام مرآة مستوية. باستخدام الرسم؛ حدّد مكان خيال الشمعة فيها.
- ٣- اذكر استخدامين للمرآة المستوية.
- ٤- **تفكير ناقد:** عندما تجلس في صالون الحلاقة، تشاهد خيال رأسك من الخلف بواسطة مرآتين مستويتين، كما في الشكل (٢-٢٤)، إذا كانت الأولى أمامك على بُعد متر ونصف، والثانية خلفك على بُعد (٣٠ سم)، كم سيكون بُعد الخيال الذي تشاهده لمؤخرة رأسك عنك؟



الشكل (٢-٢٤): السؤال الرابع.



الشكل (٢-٢٣): السؤال الثاني.



الشكل (٢-٢٥): مرآة كروية مقعرة في سقف أحد المتاجر.

بعض الأخيلة المتكوّنة للأجسام في مرايا معينة، تبدو مشوّهةً وبعيدةً عن الواقع، مثل هذه المرايا التي تغيّر في طبيعة الخيال، لا تكون مستوية، إذ تتخذ المرآة شكلاً كروياً، فالمرآة

**الكروية** هي مرآة يكون السطح العاكس فيها، جزءاً من سطح كرة.

تصنّف المرايا الكروية إلى نوعين، تبعاً للسطح العاكس؛ فإذا كان السطح العاكس من الداخل، كانت **المرآة مقعرة (Concave)**، وهي: مرآة كروية سطحها الداخلي عاكس للضوء، وإذا كان السطح العاكس من الخارج كانت **المرآة محدبة (Convex)**، وهي: مرآة كروية سطحها الخارجي عاكس للضوء. يبيّن الشكل (٢-٢٧) مرأتين كرويتين، إحداهما مقعرة والأخرى محدبة.



(ب) مرآة محدبة.



(أ) مرآة مقعرة.

الشكل (٢-٢٧): المرايا الكروية، وتكوّن الأخيلة فيها.

### نتائج الدرس

- توضّح المقصود بالمرآة الكروية، والمصطلحات الهندسية الخاصة بها.
- تستقصي صفات الأخيلة في المرايا الكروية عملياً وبالرسم.
- تطبق قانون المرايا وقانون التكبير في حل المسائل
- توضّح بعض التطبيقات العملية للمرايا الكروية.

### نشاط تمهيدي

تثبت في بعض زوايا المتاجر، مرايا من نوع خاص، كالتي في الشكل (٢-٢٥). لاحظ أخيلة الأجسام التي تبدو في المرآة، هل تشبه الأخيلة في المرايا المستوية؟

### فكرة مضيئة

في المصابيح اليدوية ومصابيح الأضواء الكاشفة (Spot Lights)، يثبت مصدر الضوء في موضع محدد بالنسبة إلى مرآة كروية، فتصدر حزمة مركزة من الضوء وغير متوازية، كما في الشكل (٢-٢٦).



الشكل (٢-٢٦): مصابيح كاشفة.

تعكس المرايا الكروية الضوء بطريقة تختلف عن المرايا المستوية. يخضع انعكاس الضوء عنها لقانوني الانعكاس، حيث تجمع المرآة المقعرة الأشعة المتوازية الساقطة عليها؛ لذا، تُسمى **مرآة مجمعة** (Convergent Mirror)، بينما تفرق المرآة المحدبة الأشعة المتوازية الساقطة عليها؛ لذا، تُسمى **مرآة مفرقة** (Divergent Mirror).

## Spherical Mirror Focus

## بؤرة المرآة الكروية

١-٤-٢

للمرآة المقعرة خاصية تجمع الأشعة في نقطة محددة، وللمرآة المحدبة خاصية تفريق الأشعة لتبدو كأنها قادمة من نقطة محددة، وقد أطلق على هاتين النقطتين اسم **البؤرة** (Focus)، ولتعرّف بؤرة كل من المرآتين المجمعة والمفرقة، نفذ النشاط الآتي:

### بؤرة المرآة المقعرة (المجمعة)

٤-٢

### نشاط



تحذير: لا تنظر إلى الشمس مباشرة أو في المرآة.  
هدف النشاط: تحديد بؤرة مرآة مقعرة عملياً.  
الأدوات: مرايا مقعرة مختلفة، ورقة بيضاء، مسطرة.

### خطوات تنفيذ النشاط

الشكل (٢-٢٨): ترتيب أدوات النشاط.

١- ضع المرآة المقعرة بوضع يكون فيه سطحها العاكس مواجهاً للشمس.

٢- ضع الورقة البيضاء رأسياً على هيئة حاجز بين المرآة والشمس، بحيث لا تحجب ضوء الشمس عن المرآة، حتى تظهر بقعة مضيئة على الورقة، كما في الشكل (٢-٢٨).

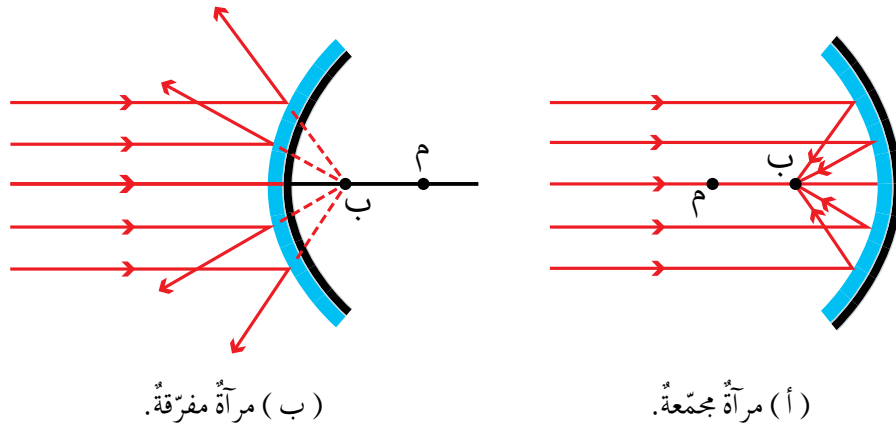
٣- غير البعد بين المرآة والورقة، حتى تصبح البقعة الضوئية أصغر ما يمكن، ثم قس المسافة.

٤- غير المرآة المقعرة، ثم أعد الخطوات السابقة جميعها.

أجب عن الأسئلة الآتية:

- إذا سقطت أشعة الشمس على المرآة بصورة متوازية، هل تنعكس عنها بالصورة نفسها؟
- لماذا ركزت المرآة الضوء في بقعة صغيرة؟ وماذا تسمى هذه البقعة؟
- ما مقدار المسافة بين المرآة والورقة؟ وماذا تسمى هذه المسافة؟

يتضح من النشاط، أن الأشعة الضوئية المتوازية القادمة من الشمس، سقطت على المرآة ثم تجمعت بعد انعكاسها، وتمثل البقعة المضاءة التي حصلت عليها **بؤرة (Focus)** المرآة المقعرة. وتوصف هذه البؤرة بأنها حقيقية لأنها تكونت على حاجز أمام المرآة. والرسم المبين في الشكل (٢-٢٩ أ)، يوضح كيفية انعكاس الأشعة وتجمعها في البؤرة.

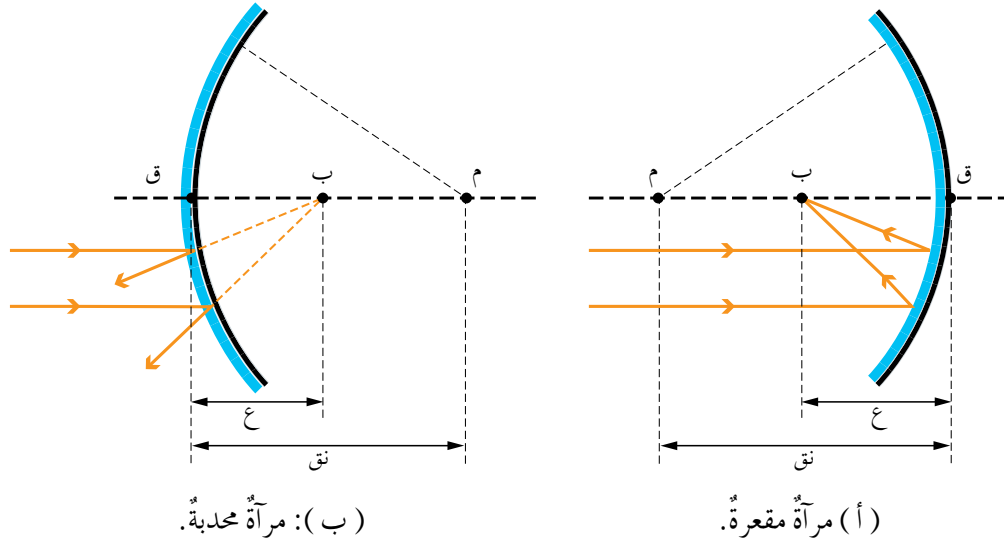


الشكل (٢-٢٩): البؤرة الحقيقية والبؤرة الوهمية.

أما المرآة المحدبة (المفرقة) فإنها تفرق الضوء، ولا تتكون بؤرتها على حاجز؛ فهي بؤرة وهمية تقع خلف المرآة، وتنتج عن التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة، كما يبين الشكل (٢-٢٩ ب).

عند وصفنا للمرايا الكروية والأخيلة المتكونة فيها، نحتاج إلى استخدام مصطلحات خاصة بكل من نوعي المرايا الكروية، يوضحها الشكل (٢-٣٠).





الشكل (٢-٣٠): المصطلحات الخاصة بالمرايا الكروية.

- قطب المرآة (ق): نقطة تقع في منتصف سطح المرآة.
  - مركز تكوّر المرآة (م): مركز الكرة التي تعدّ المرآة جزءاً من سطحها.
  - نصف قطر تكوّر المرآة (نق): المسافة بين مركز التكوّر وقطب المرآة.
  - المحور الرئيس: الخطّ الواصل بين قطب المرآة ومركز تكوّرهما، وتقع عليه البؤرة الرئيسة.
  - بؤرة المرآة المقعرة (ب): نقطة تجمع الأشعة بعد انعكاسها، عندما تسقط موازية للمحور الرئيس.
  - بؤرة المرآة المحدبة (ب): نقطة التقاء امتدادات الأشعة بعد انعكاسها، عندما تسقط موازية للمحور الرئيس.
  - البعد البؤري للمرآة (ع): المسافة بين البؤرة وقطب المرآة.
- وقد وجدَ عملياً، أنّ نصف قطر تكوّر المرايا الكروية الصغيرة، يساوي مثلي البعد البؤري لها؛ أي أن: (نق = ٢ع).

## Images in Concave Mirror

## الأخيلة في المرآة المقعرة

٢-٤-٢

تعلم أنّ أخيلة الأجسام المتكوّنة في المرايا المقعرة تختلف صفاتها باختلاف صفات المرآة، وباختلاف بُعد الجسم عنها، ولتعرّف بعض صفات الأخيلة بطريقة عملية، نفّذ النشاط الآتي:

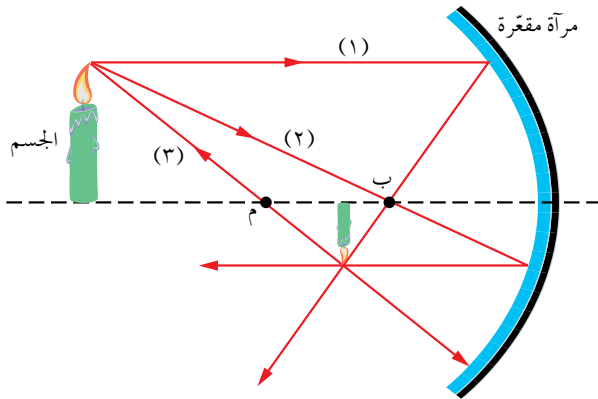
هدف النشاط: استقصاء صفات الأخيلة في المرآة المقعرة عملياً.

الأدوات: مرآة مقعرة، وشمعة، وحاجز أبيض.

خطوات تنفيذ النشاط

- ١- تثبت مرآة مقعرة محددة البعد البؤري رأسياً على حامل خاص.
- ٢- ضع الشمعة على حامل قرب المرآة، بحيث تكون المرآة والشمعة في المستوى الأفقي نفسه.
- ٣- ضع الحاجز مقابل المرآة رأسياً، بحيث تقع الشمعة بين المرآة والحاجز.
- ٤- غير موقع الحاجز؛ كي تحصل على خيال للشمعة.
- ٥- دوّن صفات الخيال في دفترك.
- ٦- كرر الخطوات السابقة، بحيث يكون الحاجز بين المرآة والشمعة، ثم احصل على خيال واضح، ودوّن صفات الخيال المتكوّن.
- ٧- ضع الشمعة في بؤرة المرآة، وحاول الحصول على خيال واضح لها، بتحريك الحاجز. أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما صفات الخيال المتكوّن، عندما كانت الشمعة أقرب إلى المرآة من الحاجز؟
- ما صفات الخيال المتكوّن، عندما كانت الشمعة أبعد عن المرآة من الحاجز؟
- هل تمكنت من الحصول على خيال، عندما كانت الشمعة في بؤرة المرآة؟ ما صفاته؟



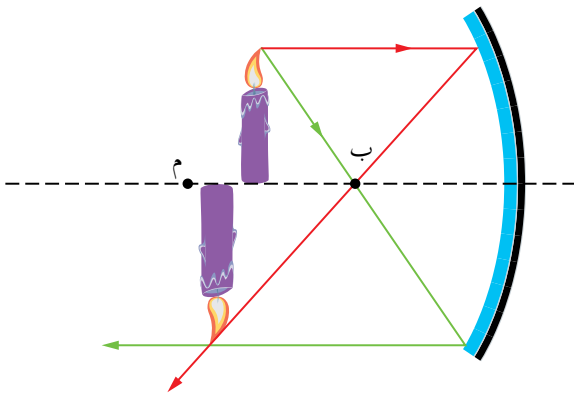
الشكل (٢-٣١): الأشعة الرئيسة الثلاثة، وكيفية انعكاسها عن المرآة المقعرة.

توصلنا في النشاط السابق إلى صفات الأخيلة المتكوّنة في المرآة المقعرة بطريقة عملية. لكن، هل يمكن تحديد صفات الخيال بطرائق أخرى؟ إن طريقة الرسم الهندسي الدقيق تمكّننا من معرفة صفات الخيال، وقبل أن نتعلّم هذه الطريقة، علينا اتباع بعض قواعد الانعكاس الضرورية، التي يوضّحها الشكل (٢-٣١).

- ١- كلُّ شعاعٍ يسقطُ موازيًا للمحورِ الرئيسِ، ينعكسُ مارًّا بالبؤرةِ.
- ٢- كلُّ شعاعٍ يسقطُ مارًّا بالبؤرةِ، ينعكسُ موازيًا للمحورِ الرئيسِ.
- ٣- كلُّ شعاعٍ يسقطُ مارًّا بمركزِ التكوُّرِ، ينعكسُ منطبقًا على نفسه.

وعندَ تحديدِ صفاتِ الخيالِ، نرسمُ الجسمَ على صورةٍ سهمٍ، بحيثُ تنطبقُ قاعدتهُ على المحورِ الرئيسِ، ويكفي رسمُ شعاعينِ من الأشعةِ الثلاثةِ المذكورةِ يصدرانِ عن رأسِ السهمِ، ونكملُ رسمَهما بعدَ الانعكاسِ، وقد يلتقي الشعاعانِ أمامَ المرآةِ، أو يلتقي امتداداهما خلفَ المرآةِ، ونقطةُ الالتقاءِ هذه تحدّدُ موقعَ خيالِ رأسِ السهمِ، والعمودُ النازلُ من خيالِ الرأسِ على المحورِ الرئيسِ، يمثّلُ خيالَ الجسمِ.

يُعزى اختلافُ صفاتِ الخيالِ في المرآةِ المقعّرةِ إلى اختلافِ موقعِ الجسمِ، إذ يمكنُ أن يوضعَ في أيٍّ من المواقعِ الآتية: (بينَ البؤرةِ والمرآةِ)، (في بؤرةِ المرآةِ)، (بينَ البؤرةِ ومركزِ التكوُّرِ)، (في مركزِ التكوُّرِ)، (أبعدُ من مركزِ التكوُّرِ)، وقد يكونُ الجسمُ على بعدٍ كبيرٍ جدًّا من المرآةِ، كما هي الحالُ عندَ تكوينِ خيالٍ للشمسِ. والشكلُ (٣٢-٢) يبيّنُ واحدةً من تلكِ الحالاتِ، يكونُ الجسمُ فيها بينَ البؤرةِ ومركزِ تكوُّرِ المرآةِ. تمعّنْ في الشكلَ جيّدًا، ثمّ أجبْ عن الأسئلةِ التي تليه.



- حدّدْ إن كان خيالُ الجسمِ حقيقيًّا أم خياليًّا، أي أمامَ المرآةِ أم خلفها.

- قارنْ بينَ طولِ الجسمِ وطولِ الخيالِ، مستخدمًا المسطرة، وحدّدْ إن كان الخيالُ مكبّرًا أم مصغّرًا.

- هل كان الخيالُ معتدلًا أم مقلوبًا؟

الشكلُ (٣٢-٢): الخيالُ المتكوّنُ لجسمٍ بينَ البؤرةِ ومركزِ التكوُّرِ.

**سؤال:** حدّدْ بطريقةِ الرسمِ، صفاتِ الخيالِ المتكوّنِ لجسمٍ في مرآةٍ مقعّرة، في كلٍّ من الحالاتِ الآتية:

- ١- الجسمُ في مركزِ التكوُّرِ.
- ٢- الجسمُ أبعدُ من مركزِ التكوُّرِ.
- ٣- الجسمُ بينَ البؤرةِ وقطبِ المرآةِ.



ينطبق قانون الانعكاس على المرايا الكروية؟ فسّر إجابتك موضحًا بالرسم.

## Images in Convex Mirror

## الأخيلة في المرآة المحدبة

٣-٤-٢

لتعرّف سلوك الأشعة الضوئية عند سقوطها على المرآة المحدبة، وصفات الخيال المتكوّن فيها، نفذ النشاط الآتي:

### صفات الأخيلة في المرآة المحدبة

٦-٢

### نشاط

هدف النشاط: استقصاء صفات الخيال في مرآة محدبة، عمليًا.  
الأدوات: شمعة، وحاجز، ومرآة محدبة، ومسطرة.

خطوات تنفيذ النشاط

- ١- ثبت مرآة محدبة معلومة البعد البؤري على حامل.
  - ٢- ضع الشمعة على بعد أكبر من مثلي البعد البؤري للمرآة.
  - ٣- ضع الحاجز مقابل المرآة وأقرب إليها من الشمعة، ثم حرّكه مبتعدًا ومقترّبًا من المرآة.
  - ٤- انظر في المرآة، ولاحظ خيال الشمعة فيها.
  - ٥- كرر الخطوات السابقة، بحيث تغيّر موقع الشمعة، فتقرّبها من المرآة في كلّ مرّة.
- دوّن ملاحظتك حول الخيال المتكوّن في الحالات جميعها، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:
- هل تكوّن خيال حقيقي للشمعة على حاجز، في أيّ من المحاولات السابقة؟
  - أين كان موقع الخيال في كلّ محاولة؟
  - اكتب صفات الخيال المتكوّن في الحالات جميعها.

لاحظنا من النشاط، أنَّ صفات الخيال المتكوّن في مرآة محدّبة لا تتغير مهما كان بُعد الجسم عن المرآة، وفي الحالات جميعها يكون الخيال: وهميًا ومصغّرًا ومعتدلًا، ولا تكون المرآة المحدّبة أخيلة حقيقية للأجسام التي توضع أمامها.

## تعميم

الخيال الحقيقي الذي تكونه مرآة لجسم ما، يكون دائمًا مقلوبًا بالنسبة إلى هذا الجسم، والخيال الوهمي الذي تكونه مرآة لجسم ما، يكون دائمًا معتدلًا بالنسبة إلى هذا الجسم.

### Mirrors formula

### قانون المرايا

٢-٤-٤

بالإضافة إلى الطريقتين التجريبية والهندسية، في تتبّع مسارات الأشعة وتكوّن الخيال وتعرّف صفاته، فإنّه توجد علاقة رياضية تمكّننا من ذلك، وتطبّق في أنواع المرايا جميعها؛ المستوية والمعقّرة والمحدّبة، تعرف **بقانون المرايا**، ويمكن التحقق منها تجريبيًا، وهي:

$$\frac{1}{ع} + \frac{1}{ص} = \frac{1}{(٢-٢)}$$

والتكبير (ت)، يُحسب بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$ت = \frac{ص}{س} = \frac{ل_{ص}}{ل_{س}} \dots (٢-٢)$$

حيث: (س) بعد الجسم عن المرآة، (ص) بعد الخيال عن المرآة، (ل<sub>س</sub>) طول الجسم، (ل<sub>ص</sub>) طول الخيال. وعند تطبيق قانون المرايا في الحالات جميعها، يجب مراعاة الأمور الآتية:

١- يكون بعد الجسم عن المرآة (س) موجبًا، إذا كان الجسم حقيقيًا، وسالبًا إذا كان وهميًا.

٢- يكون بعد الخيال (ص) موجبًا، إذا كان الخيال حقيقيًا، وسالبًا إذا كان وهميًا.



٣- البعد البؤري (ع) للمرآة المقعرة يكون موجباً، وللمحدبة سالباً، وللمستوية يكون كبيراً جداً (لا نهائياً).

أما تكبير الخيال وتصغيره فتدل عليه القيمة المطلقة للتكبير |ت| ، كما في الجدول (٢-٤) الآتي:

الجدول (٢-٤): التكبير والتصغير.	
قيمة التكبير	صفة الخيال
ت  < ١	الخيال مكبر
ت  > ١	الخيال مصغر
ت  = ١	الخيال مساوٍ للجسم في أبعاده

### فكر



- ماذا نقصد بقولنا إن  $t = -٤$  ؟
- لا تخصص للتكبير وحدة قياس، لماذا؟

### حقيقة علمية

للمرآة الكروية خاصية تسمى قوة المرآة (Mirror Power)، تعبر عن مقدرتها على تجميع الأشعة أو تفريقها، وتقاس بوحدة ديوبتر (dioptr)، وهي تساوي مقلوب البعد البؤري مقاساً بوحدة المتر، فالمرآة التي بعدها البؤري (٤, ٠ م) تكون قوتها:

$$\text{قوة المرآة} = \frac{1}{ع} = \frac{1}{٠,٤} = ٢,٥ \text{ ديوبتر.}$$

وَضِعَ جِسْمٌ أَمَامَ مِرَاةٍ مَقْعَرَةٍ عَلَى بَعْدِ (٣٠ سم) مِنْهَا، إِذَا كَانَ بَعْدُهَا الْبُورِيَّ (٢٠ سم).  
جَدُّ مَا يَأْتِي:

(١) مَوْضِعُ خِيَالِ الْجِسْمِ بِالنِّسْبَةِ إِلَى الْمِرَاةِ. (٢) تَكْبِيرُ الْخِيَالِ، وَصِفَاتُهُ.

**الحلُّ**

لَا حَظَّ أَنْ: س = ٣٠ + سم؛ لِأَنَّ الْجِسْمَ حَقِيقِيَّ، ع = ٢٠ + سم؛ لِأَنَّ الْمِرَاةَ مَقْعَرَةً.

$$\begin{aligned} (١) \quad \frac{1}{ص} + \frac{1}{س} &= \frac{1}{ع} \\ \frac{1}{ص} + \frac{1}{٣٠} &= \frac{1}{٢٠} \\ \frac{1}{٣٠} - \frac{1}{٢٠} &= \frac{1}{ص} \\ \frac{1}{٦٠} &= \frac{٢-٣}{٦٠} = \frac{1}{ص} \end{aligned}$$

ص = ٦٠ سم، لَا حَظَّ أَنْ بَعْدَ الْخِيَالِ مُوجِبٌ، أَيَّ أَنَّهُ حَقِيقِيٌّ وَيَتَكَوَّنُ عَلَى حَاجِزٍ.

(٢) ت =  $\frac{ص}{س} = \frac{٦٠}{٣٠} = ٢$  مَرَّةً، أَيَّ أَنَّ الْخِيَالَ مَكْبَرٌ، وَبِمَا أَنَّ الْخِيَالَ حَقِيقِيٌّ فَهُوَ مَقْلُوبٌ.

وَضِعَ جِسْمٌ عَلَى مَسَافَةِ (٤٠ سم) أَمَامَ مِرَاةٍ كُرْوِيَّةٍ؛ فَتَكُونُ لَهُ خِيَالٌ مُعْتَدِّلٌ عَلَى بَعْدِ (٢٠ سم) مِنَ الْمِرَاةِ.

(١) احْسَبْ تَكْبِيرَ الْخِيَالِ.

(٢) احْسَبِ الْبَعْدَ الْبُورِيَّ لِلْمِرَاةِ، وَحَدِّدْ نَوْعَهَا.

(٣) مَا صِفَاتُ الْخِيَالِ؟

## الحل

$$(١) \text{ التكبير: } ت = \frac{ص}{س} = \frac{٢٠}{٤٠} = ٠,٥ \text{ مرّة.}$$

(٢) بما أنّ الخيال معتلّ، فهو وهميّ وبعده سالب؛ أي أنّ: ص = -٢٠ سم

$$\frac{١}{ع} + \frac{١}{س} = \frac{١}{ص}$$

$$\frac{١}{ع} + \frac{١}{٤٠} = \frac{١}{٢٠-}$$

$$\frac{١-}{٤٠} = \frac{٢}{٤٠} - \frac{١}{٤٠} = \frac{١}{٤٠}$$

ع = -٤٠ سم، لاحظ أنّ البعد البؤريّ سالب، ما يعني أنّ المرآة محدّبة.

(٣) بذلك، تكون صفات الخيال: معتلّ ووهميّ ومصغّر.

## Applications of Spherical Mirrors

### تطبيقات المرايا الكروية

٢-٤-٥



الشكل (٢-٣٣): مرآة ضخمة لتجميع الضوء.

تُستخدم المرآة المقعّرة عند الحاجة إلى تكبير خيال وهميّ معتلّ؛ لرؤية التفاصيل رؤية واضحة، كما في مرآة الحلاقة. وتوجد استخدامات علمية مهمة للمرايا المقعّرة، كما يأتي:

### ١- الأفران الشمسية

تُستخدم لتجميع أشعة ضوء الشمس لاستغلاله بأوجه كثيرة. يبيّن الشكل (٢-٣٣) فرنًا شمسيًا يوجد في فرنسا،

يُستخدم لصهر الفولاذ بالطاقة الشمسية؛ باستخدام مرآة مقعّرة كبيرة، كما توجد أفران شمسية بسيطة، يمكن استخدامها لطهو الطعام، كالمرآة التي تظهر في الشكل (٢-٣٤).

## ٢- المقرابُ العاكسُ



الشكل (٢-٣٤): فرنٌ شمسيٌّ بسيطٌ.

تستخدمُ المرآةُ المقعّرةُ في مقرابٍ فلكيةٍ عملاقةٍ، لتجميعِ الضوءِ القادمِ منَ النجومِ والمجراتِ البعيدةِ، وقد يصلُ قطرُ المرآةِ الواحدةِ إلى ستّةِ أمتارٍ، وتُستخدمُ حديثًا مجموعةٌ منَ المرايا المقعّرةِ السداسيةِ الشكلِ، ويضبطُ وضعُها بالحاسوبِ؛ فتشكّلُ مرآةً واحدةً كبيرةً، كما في الشكل (٢-٣٥).



الشكل (٢-٣٥): مرآةٌ مرصّدةٌ فلكيًّا.



الشكل (٢-٣٦): مصباحُ السيارةِ الأماميُّ.

## ٣- مصابيحُ الإنارةِ

يوضعُ مصباحٌ في بؤرةِ مرآةٍ مقعّرةٍ لتنعكسَ عنها الأشعّةُ بصورةً متوازيةً، كما في المصابيحِ الأماميةِ للسيارةِ، انظرِ الشكل (٢-٣٦)، إضافةً لاستخدامِ مثلِ هذهِ المصابيحِ في المنازلِ والمحلاتِ التجارية.

أمّا استخداماتُ المرايا المحدّبةِ؛ فإنّها تقومُ على كشفِ مساحةٍ واسعةٍ للرؤيةِ، فهي تفرّقُ الأشعّةَ وتكوّنُ صورًا مصغّرةً للأجسامِ، فتُستخدمُ في السياراتِ للرؤيةِ الخلفيةِ، وفي المجمّعاتِ التجاريةِ وتقاطعاتِ الطرقِ، التي لا يمكنُ رؤيتها بصورةٍ مباشرةٍ، انظرِ الشكل (٢-٣٧).



الشكل (٢-٣٧): استخداماتُ المرآةِ المحدّبةِ.

## مقرب هابل الفضائي (Hubble Space Telescope)

يدورُ مقربُ (هابل) حولَ الأرضِ خارجَ الغلافِ الجويّ دورةً كلَّ (٩٧) دقيقةً، منذُ أن وُضِعَ في ذلكَ المدارِ سنةَ ١٩٩٠ م. انظرِ الشكلَ (٣٨-٢).



الشكل (٣٨-٢): المقربُ الفضائي هابل.

يمتازُ عنِ المراصدِ الأرضيةِ، بأنّه لا يتأثّرُ بالتشوّهاتِ الناتجةِ عنِ الغلافِ الجويّ، فهو يلتقطُ صورًا للكونِ واضحةً ودقيقةً، إذ تلتقطُ مرآةً مقعّرةً قطرها (٢,٤ م)، كميةً كافيةً من الضوءِ للحصولِ على صورةٍ واضحةٍ، بعدَ ذلكَ يرسلُها المقربُ إلى قمرٍ صناعيّ يدورُ حولَ الأرضِ، ليرسلُها الأخيرُ بدوره إلى محطةٍ أرضيةٍ يعملُ فيها فريقٌ من العلماءِ، وقد أرسلَ المقربُ صورًا نادرةً للكونِ يقدرُ عددها بمئاتِ آلافِ الصورِ. فأضافَ للبشريةِ معرفةً جديدةً بأسرارِ الكونِ، ما يزيدنا إيمانًا بعظمةِ الخالقِ سبحانه وتعالى.

واعتمادًا على صورِ المقربِ، أعادَ العلماءُ تقديرَهم لعمرِ الكونِ الذي كانَ يقدرُ بينَ (١٠-٢٠) مليارَ سنةٍ، إذ أصبحَ يقدرُ بينَ (١١-١٨) مليارَ سنةٍ. وتجدرُ الإشارةُ إلى أنّه قد أُطلقَ على هذا المقربِ اسمُ عالمِ الفلكِ الأمريكيِّ (إدوين هابل) (Edwin Hubble) الذي اكتشفَ أنّ الكونَ في حالةٍ تمديدٍ مستمرٍّ.



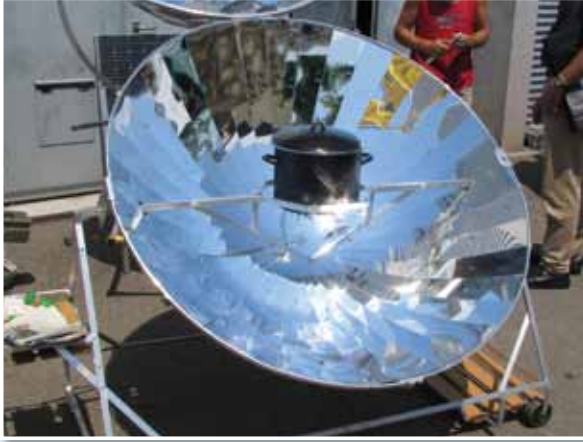
- ١- ما المقصود بالمرآيا الكروية؟
- ٢- قارن بين المرآة المقعرة والمرآة المحدبة من حيث: شكل المرآة، السطح العاكس، نوع البؤرة، انعكاس الأشعة التي تسقط على هيئة حزمة متوازية.
- ٣- وضح بالرسم صفات خيال جسم، موضوع بين البؤرة ومركز التكور لمرآة محدبة.
- ٤- اذكر استخدامًا واحدًا لكل من المرآة المقعرة، والمرآة المحدبة.
- ٥- **تفكير ناقد:** تُستخدم أطباق لاقطة تشبه المرآيا المقعرة، توجه إلى القمر الصناعي لاستقبال الأشعة الواردة منه، ويوضع اللاقط في بؤرة الطبق. علمًا بأنه توجد أطباق يمكنها الاستقبال من قمرين أو أكثر في آن واحد، بوضع لاقط آخر يجاور البؤرة، كما في الشكل (٣٩-٢). فسّر كيف يمكن ذلك.



الشكل (٣٩-٢): السؤال الخامس.

السؤال الخامس يشبه أسئلة الاختبارات الدولية .

## الطاقة المتجددة: بناء فرن شمسي



الشكل (٢-٤٠): الفرن الشمسي

### فكرة المشروع

يعاني الأردن باستمرار من أعباء فاتورة الطاقة، وتسعى الجهات المسؤولة إلى التحوّل نحو مصادر الطاقة البديلة، ومنها طاقة الشمس والرياح والغاز العضوي، ولعل أكثر هذه المجالات انسجامًا مع موضوعات الفصل، هو الطاقة الضوئية للشمس، واستغلالها في التسخين مباشرة. يُمثّل المشروع مبادرة للتدرب

عن طريق التطبيق العملي للفصل، ولفت الاهتمام نحو المصادر البديلة للطاقة.

### الخطوة

ضع فرضية تتعلق بتصميم مرآة مقعرة لتجميع الضوء في بؤرة، واستخدامها في طهي الطعام أو تسخينه، إذ تقوم أنت وأفراد مجموعتك بتصميم المرآة، مستخدمين أدوات بسيطة من البيئة، ثم تجريبها عمليًا وحصر العيوب والمشكلات، والعمل على تعديل الممكن منها.

ترسم المجموعة مخططًا مناسبًا للتصميم، وتحصر الأدوات الضرورية لتنفيذ العمل، وتضع خطة زمنية، يمكن الاستعانة بالشكل (٢-٤٠). ثم تحضر المجموعة قائمة بالمواد والأدوات، ومن ذلك: شمسية، ورق ألومنيوم، شريط لاصق، صمغ، أسلاك للتربيط، قضبان حديدية مختلفة، عبوات مختلفة، صمغ أسود، قطع طوب.

**تحذير:** النظر إلى الشمس بصورة مباشرة، أو من خلال المرايا المستوية والكروية، يُسبب ضررًا لشبكية العين، قد لا يمكن الشفاء منه.

### الإجراءات

١- استعن بالشكل (٢-٤٠)؛ لتثبيت ورق الألومنيوم داخل الشمسية، ليشكّل سطحًا عاكسًا.

٢- وجهه داخل الشمسية نحو الشمس، وأجر القياسات اللازمة لتحديد موضع البؤرة.

مشروع ٢

٣- ضع قضبان الحديد لتثبيت الشمسية في مواجهة الشمس، وأخرى لتثبيت قاعدة في البويرة.

٤- ادهن العبوات باللون الأسود، وضعها فوق القاعدة في بويرة المرآة.

مناقشة النتائج

تناقش المجموعات إجابات الأسئلة الآتية:

- ما نوع المرآة التي صنعت؟

- ما العوامل التي يعتمد عليها مقدار الطاقة الحرارية المتولدة في البويرة؟

- هل يمكن استخدام الشمسية بعد تثبيت السطح العاكس، لتكوين أخيلة حقيقية للأجسام؟ فسّر إجابتك.

- اقترح إضافات على النموذج، يمكن أن تؤدي إلى تحسين الأداء، وزيادة مقدار الطاقة الحرارية.

التقويم الذاتي

الرقم	المعيار	نعم	لا
١	تمكنت من التعبير عن فكرة المشروع بدقة ووضوح.		
٢	صغت فرضية تتعلق بطريقة عمل النموذج.		
٣	وضعت خطة مناسبة لتنفيذ التصميم.		
٤	ركبت الجهاز وجربته عملياً.		
٥	تواصلت مع معلمي في أثناء تنفيذ المشروع.		
٦	راعت إجراءات السلامة العامة في أثناء العمل.		
٧	رصدت معوقات العمل، وعملت على تحسينه.		
٨	تعاونت مع زملائي، واحترمت آراءهم في أثناء العمل.		
٩	استطعت الحكم على دقة النتائج التي توصلت إليها.		
١٠	أنجزت المشروع وفق الخطة الزمنية المحددة.		

## أسئلة الفصل الثاني

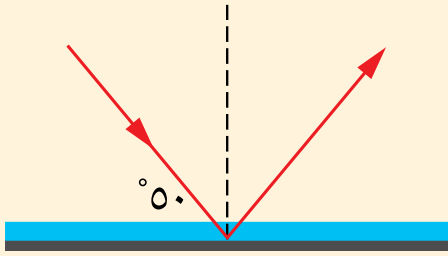
### الجزء الأول: أسئلة قصيرة الإجابة

١- اختر رمز الإجابة الصحيحة، لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) في الشكل (٢-٤١)، زاوية الانعكاس تساوي:

أ ( صفر ) ب ( ٤٠

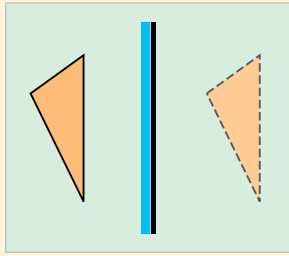
ج ( ٥٠ د ( ١٠٠



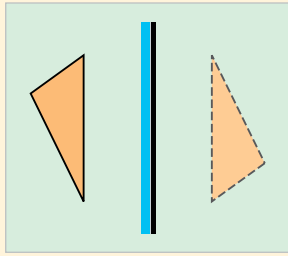
الشكل (٢-٤١): السؤال الأول،  
الفرع الأول.

(٢) الشكل الصحيح الذي يمثل خيال مثلث موضوع

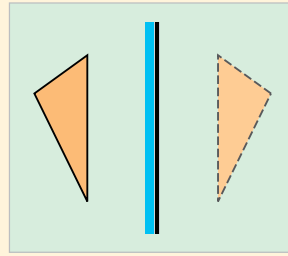
أمام مرآة مستوية، هو:



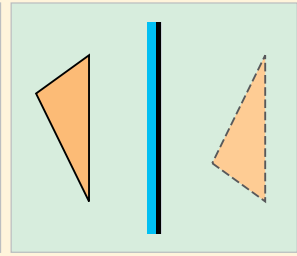
د



ج



ب



أ

(٣) أحد الانعكاسات الآتية، يمثل انعكاساً غير منتظم:

أ ( انعكاس الضوء عن لوح خشبي. ب ( انعكاس الضوء عن زجاج النافذة.

ج ( انعكاس الضوء عن مرآة مستوية. د ( انعكاس الضوء عن مرآة مقعرة.

(٤) تكون المرآة المقعرة خيالاً وهمياً للجسم؛ إذا وضع:

أ ( بين البؤرة وقطب المرآة. ب ( في مركز التكوّر.

ج ( بين البؤرة ومركز التكوّر. د ( أبعد من مركز التكوّر.

(٥) وُضع جسم أمام مرآة كروية، فتكوّن له خيال تكبيره  $(\frac{1}{2})$ . يعني هذا أن الخيال:

أ ( حقيقي ومصغّر. ب ( حقيقي ومكبّر.

ج ( وهمي ومصغّر. د ( وهمي ومكبّر.

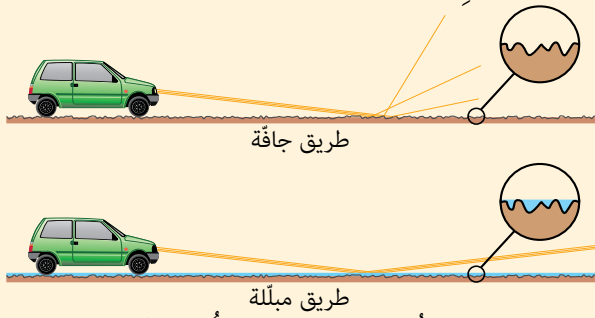
٢- فسّر العبارات الآتية:

أ) تكون المرآة الجانبية في السيارة محدبة قليلاً.

ب) تصمّم المصابيح اليدوية بوضع المصباح في بؤرة مرآة مقعرة.

ج) يكون السطح الأمامي لمرآة طبيب الأسنان هو العاكس.

٣- في الأيام الماطرة وفي أثناء القيادة ليلاً، يعاني بعض السائقين من التوهج الناتج عن انعكاس أضواء السيارات الأخرى عن الطريق. بالاستعانة بالشكل (٢-٤٢)، فسّر هذا التوهج.



الشكل (٢-٤٢): السؤال الثالث.

٤- ثبت مهندس تصميم داخلي مرآة مستوية

على حائط غرفة طولها (٣م) وعرضها (٣م)

وارتفاعها (٣م)، حيث تغطي المرآة الحائط

كاملاً. كم ستبدو أبعاد الغرفة، بالنسبة إلى

شخص يقف داخلها؟

٥- يريد صاحب متجر، وضع مرآة في زاوية المتجر المقابلة لمكتبه؛ ليرى أكبر مساحة ممكنة من المتجر. ما نوع المرآة التي تنصحه باستخدامها؟ فسّر إجابتك.

٦- تُستخدم مرآة مقعرة نصف قطر تكورها (١٥٠ سم) في مقراب عاكس؛ لتجميع الضوء القادم من نجم بعيد جداً. على أي بعد من المرآة تقريباً سيتجمع الضوء؟ وما صفات الخيال الناتج؟



الشكل (٢-٤٣): السؤال السابع.

٧- استعمل العرب قديماً المزولة، لتحديد الوقت كما

في الشكل (٢-٤٣). تأمل الشكل، ثم أجب عن

الأسئلة الآتية:

أ) ما خصيصة الضوء التي يقوم عليها عمل المزولة؟

ب) هل يكون طول ظل العصا ثابتاً طوال ساعات

النهار؟ فسّر إجابتك.

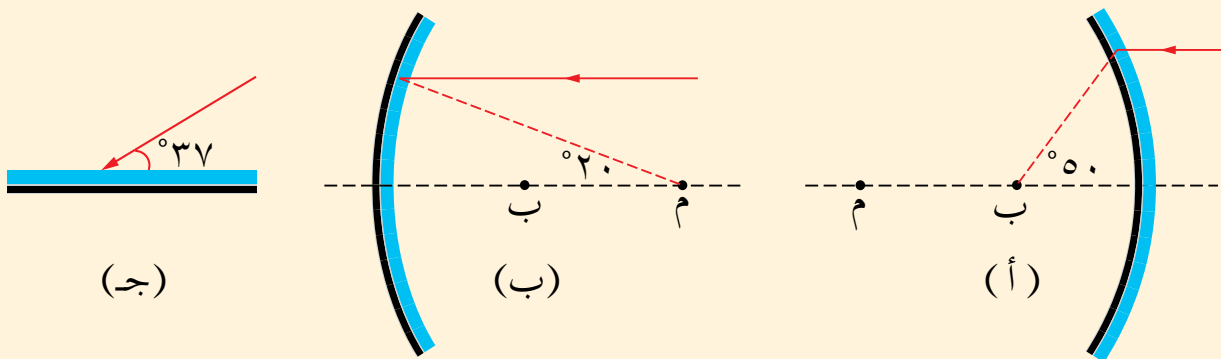
ج) هل يمكن لهذه الساعة أن تقيس الزمن بعد الغروب؟



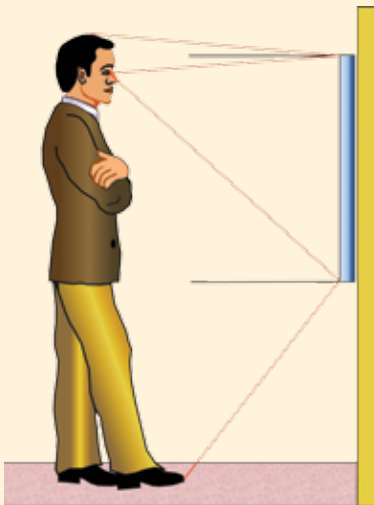
## الجزء الثاني: أسئلة حسابية

٨- استخدم (أرخميدس) مرآة وضوء الشمس، لحرق أشعة سفن تبعد عنه مسافة مئتي متر. ما نوع المرآة التي استخدمها؟ ما بعدها البؤري؟ وما الجسم الذي كَوّن له الخيال؟

٩- تتبّع مسار الشعاع الضوئي في كل من الحالات الواردة في الشكل (٢-٤٤)، ثم وضح مقدار كل من زاوية السقوط، وزاوية الانعكاس.



الشكل (٢-٤٤): السؤال التاسع.



١٠- يقف رجل طوله (١٧٠ سم) أمام مرآة مستوية، كما في الشكل (٢-٤٥). تتبّع مسار شعاعين ضوئيين أحدهما قادم من قدميه والآخر من رأسه؛ لتعرف أقل طول للمرآة يُمكن الشخص من رؤية نفسه فيها كاملاً.

١١- ينظر شخص في مرآة، وهو على مسافة (٢٥ سم) منها، فيرى خيالاً معتدلاً لوجهه خلف المرآة، وعلى بُعد (٥٠ سم) منها.

الشكل (٢-٤٥): السؤال العاشر.

أ) احسب البعد البؤري للمرآة وحدد نوعها؟

ب) احسب التكبير.

١٢- مرآة مقعرة تُستخدم في عرض شرائح على شاشة، تبعد عنها مسافة (١٠ م)، فيتكون للشريحة خيال مكبر (١٠٠) مرة. احسب:

أ) البعد بين الشريحة والمرآة.

ب) البعد البؤري للمرآة.

ج) إذا استخدمت مرآة محدبة لها البعد البؤري نفسه. أين سيتكون الخيال؟ ما صفاته؟

١٣- **تفكير ناقد:** استخدمت مرآة مقعرة بعدها البؤري (٢٥ سم)؛ لتجميع أشعة الشمس على حاجز، يبعد عنها ٢٥ سم (في البؤرة)، بين ما يحدث للبؤرة عند وضع مرآة مستوية بين البؤرة والمرآة المقعرة، وسطحها العاكس نحو المرآة المقعرة وعلى بُعد (٢٠ سم) منها. موضحاً إجابتك بالرسم.

## انكسار الضوء Light Refraction



١-٣ انكسار الضوء

٢-٣ العدسات الرقيقة

٣-٣ العين البشرية والإبصار

### الأهمية

من فهمنا الانكسار، توصلنا إلى صناعة النظارات الطبية، وغيرها من الأجهزة البصرية، كما أمكن تفسير الكثير من الظواهر الضوئية، مثل السراب، وقوس قزح، وتأرجح النجوم القريبة من الأفق.

ابتكر الحسن بن الهيثم آلة التصوير قبل ألف سنة، وسماها القمرة، ثم نقلت إلى اللاتينية ليصبح اسمها كاميرا، وهي غرفة مظلمة في جدارها ثقب، تكون أحيلاً مقلوبة للأجسام على الجدار المقابل، وبعد ابن الهيثم بستمئة سنة، وضعت عدسة مكبرة مكان الثقب، ما أتاح دخول كمية أكبر من الضوء وتكوين خيال أكثر وضوحاً، ومع بدايات القرن العشرين، أخذت آلات التصوير تظهر في الأسواق، كذلك القديمة المبنية في الشكل، ثم تطورت بصورة أكثر تسارعاً، حتى ظهرت آلات تصوير تضبط الأبعاد والإضاءة بصورة تلقائية، ثم انتشرت آلات التصوير الرقمية الحديثة، والهواتف النقالة المزودة بآلات التصوير مع بدايات هذا القرن.

**فكر:** ما دور علم الفيزياء في تطوير التصوير الضوئي، وآلات التصوير؟

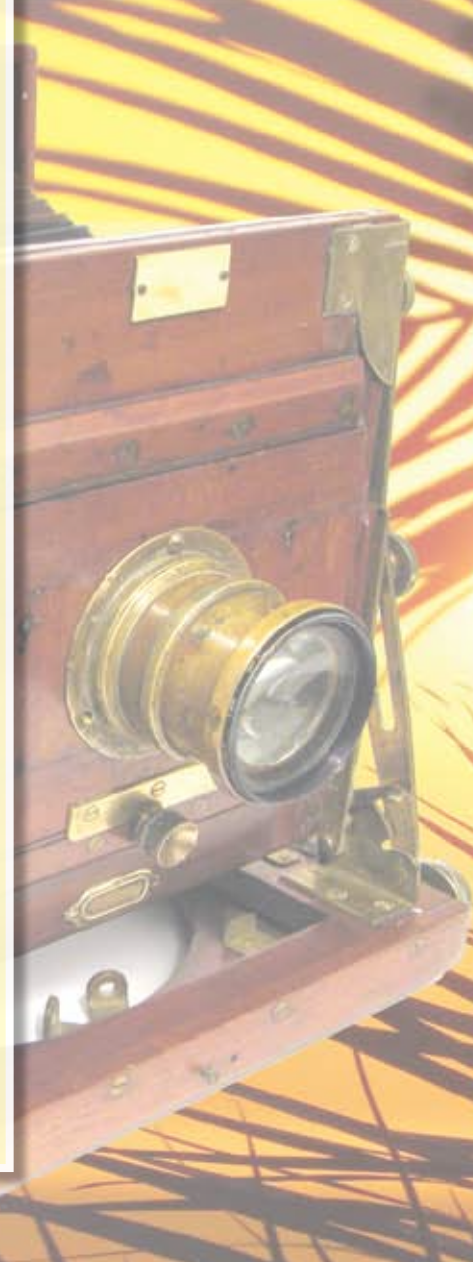


## الضوء عبر التاريخ

إضافةً إلى استخدام النار لطهو الطعام، إلا أنها استُخدمت في الاتصالات منذ القدم، فكان إشعال النار وانبعاث الدخان في القلاع وفوق التلال، يرسل إشارات يفهمها الآخرون، أي أن الضوء استُخدم في الاتصالات منذ القدم، ثم عاد الضوء في عصرنا الحديث ليستخدم في الاتصالات من جديد، لكن على هيئة شعاع (ليزر)، يحمل معه البيانات وينتقل داخل الألياف الضوئية حول الأرض في جزء من الثانية، ليفكّ تشفيره ويتحوّل إلى بيانات مرةً أخرى.

### بعد دراستك هذا الفصل، يتوقّع منك أن:

- ◀ تتعرّف سرعة الضوء في الأوساط المختلفة، وتفسّر ظاهرة الانكسار.
- ◀ توضّح المقصود بمعامل الانكسار.
- ◀ تذكر نصّ قانوني الانكسار، وتوضّح المصطلحات الخاصة بهما.
- ◀ تطبّق قانون (سنل) في الانكسار في حلّ مسائل حسابية.
- ◀ توضّح المقصود بكلّ من الزاوية الحرجة والانعكاس الداخلي الكليّ.
- ◀ تحسّب الزاوية الحرجة لعدد من الأوساط الشفافة.
- ◀ تتبّع مسار شعاع ضوئيّ ساقط على سطح منشور.
- ◀ تفسّر تطبيقات عملية خاصة بالانكسار، مثل الألياف البصرية والسرّاب.
- ◀ تصف أنواع العدسات وتوضّح المصطلحات الهندسية الخاصة بها.
- ◀ تذكر نصّ قانون العدسات، وتستخدمه في حلّ مسائل حسابية.
- ◀ تتحقّق عملياً من قانون العدسات.
- ◀ تستقصي عملياً صفات الأخيلة في العدسات، وترسم مسارات الأشعة.
- ◀ تتعرّف بعض تطبيقات العدسات؛ كالمقراب الكاسر والمجهر.
- ◀ تشرح تركيب العين وحالتي قصر النظر وطوليه، وكيفية علاجهما.



عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف كالهواء، إلى وسط شفاف آخر كالماء، ويكون مساره لا يتعامد مع السطح الفاصل بينهما؛ فإنه يعاني انحرافاً في مساره. ويُعرف انحراف الشعاع الضوئي عن مساره المستقيم بظاهرة انكسار الضوء؛ ويحدث الانحراف بسبب تغير في سرعة الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين، ويعتمد مقدار الانحراف على نسبة سرعة الضوء في الوسطين؛ إذ تختلف سرعة الضوء باختلاف مادة الوسط. ولتعرّف ظاهرة انكسار الضوء، نقدّ النشاط الآتي:

### نتائج الدرس

- تصف انكسار الضوء وتطبيقاته العملية.
- توضّح المقصود بكل من معامل الانكسار، والزاوية الحرجة، والانعكاس الداخلي الكلي.
- تطبق قانون سنل في حل مسائل.
- تفسّر ظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي.
- تتنبّع مسار شعاع ضوئي ساقط على سطح منشور.
- تحسب الزاوية الحرجة لعدّة من الأوساط الشفافة.

### انكسار الضوء

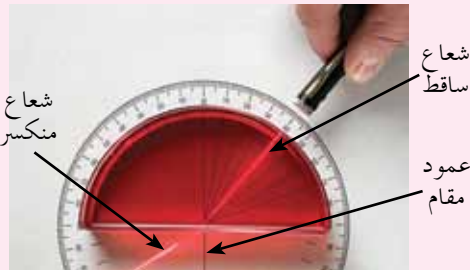
### نشاط ١-٣

هدف النشاط: تعرّف ظاهرة الانكسار عملياً.

الأدوات: مصباح يدوي أو صندوق ضوئي، قرص زجاجي نصف أسطواني، وورقة بيضاء.

#### خطوات تنفيذ النشاط

١- ارسم دائرة على ورقة بيضاء، وقسمها إلى درجات مستخدماً منقلة.



٢- ضع القرص الزجاجي فوق الدائرة، بحيث ينطبق مركزه على مركز

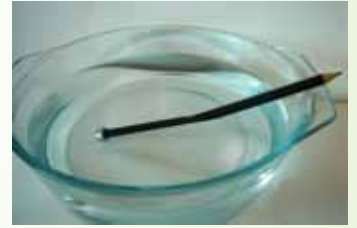
الدائرة.

الشكل (٢-٣): نشاط (١-٣).

٣- عتّم الغرفة، ثم أسقط حزمة ضوئية رفيعة على القرص عند مركزه بصورة مائلة، كما في الشكل (٢-٣).

### نشاط تمهيدي

تأمل الشكل (١-٣)، ثم فسّر لماذا يبدو القلم مكسوراً عند النظر إليه؟



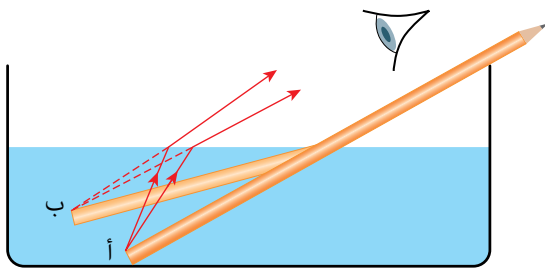
الشكل (١-٣): نشاط تمهيدي.

### فكرة مضيئة

عندما نشاهد شروق الشمس أو غروبها، فإنّ الشمس لا تكون في الموقع الذي ننظر إليه في تلك اللحظة، بسبب انكسار أشعة الشمس في الغلاف الجوي.



- ٤- ارسم على الورقة عموداً مقاماً على القرص من نقطة السقوط.
- ٥- عيّن كلاً من الشعاع الساقط والشعاع المنكسر.
- ٦- قس الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام على القرص، وسمّها زاوية السقوط  $\theta_1$ .
- ٧- قس الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود المقام على القرص، وسمّها زاوية الانكسار  $\theta_2$ .
- ٨- أعد الخطوات السابقة عدّة مرّات، وغيّر زاوية السقوط كلّ مرّة.  
راقب مسار الشعاع الضوئي عند انتقاله من الزجاج إلى الهواء، ودوّن ملاحظتك، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:
- أي الوسطين تعتقد أنّ سرعة الضوء فيه أقلّ: الزجاج أم الهواء؟
- هل انكسر الشعاع الضوئي مقترباً أم مبتعداً عن العمود المقام على سطح الزجاج، عند نفاذه من الزجاج إلى الهواء؟
- هل اختلف مقدار زاوية الانكسار، عند تغيير مقدار زاوية السقوط في كلّ مرّة؟



الشكل (٣-٣) : رؤية القلم مكسوراً

تفسّر ظاهرة الانكسار التي شاهدتها في النشاط السابق، رؤية القلم مكسوراً في الماء. وذلك لأنّ الأشعّة الضوئية التي نفذت من الماء إلى العين منحرفة، وما نراه هو خيال للقلم في الماء، تكون من امتدادات هذه الأشعّة. كما في الشكل (٣-٣).

لاحظت في النشاط السابق، أنَّ الشعاع الضوئي ينحرف عن مساره عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين، ويعتمد مقدار الانحراف في مسار الضوء على نوع مادة كلٍّ من الوسطين، فلكلِّ وسطٍ شفافٍ خصيصةٌ فيزيائيةٌ تميّزه عن غيره من الأوساط الشفافة، يعبر عنها **بمعامل انكسار** الضوء لذلك الوسط، ويعرّف بأنه: نسبة سرعة الضوء في الهواء إلى سرعة الضوء في الوسط. ولاستقصاء معامل الانكسار لبعض المواد الشفافة، نفّذ النشاط الآتي:

### معامل انكسار الضوء

٢-٣

### نشاط

الجدول (١-٣): سرعة الضوء في أوساط شفافة مختلفة.

الوسط	ع (م/ث)	$\frac{س}{ع}$
الهواء	$3 \times 10^8$	
الماس	$1.25 \times 10^8$	
الزجاج	$2 \times 10^8$	
الماء	$2.25 \times 10^8$	
الجليد	$2.3 \times 10^8$	

هدف النشاط: استقصاء معاملات الانكسار لأوساط مختلفة.

قيست سرعة الضوء في الهواء فكانت:  $س = 3 \times 10^8$  م/ث، وقيست في كثير من الأوساط الشفافة. الجدول (١-٣) يبيّن سرعة الضوء في بعض تلك الأوساط. أكمل الجدول بحساب نسبة سرعة الضوء في الهواء (س)، إلى سرعته في الوسط (ع).

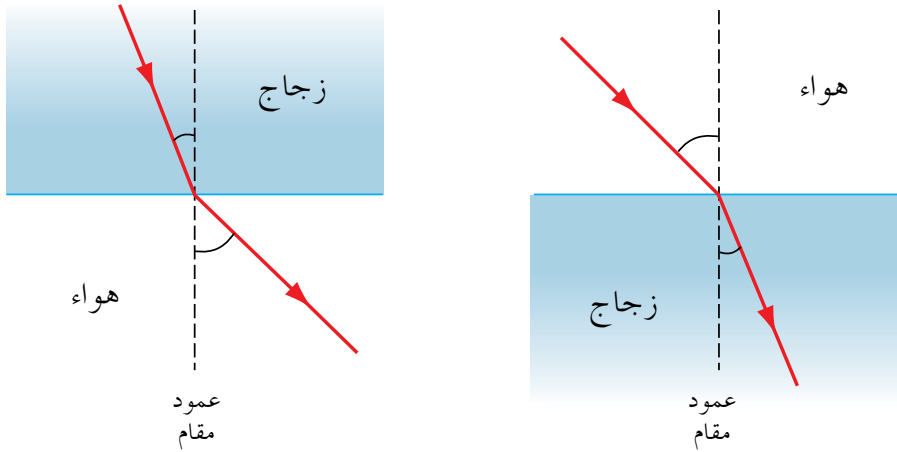
تمثّل النسبة  $\left(\frac{س}{ع}\right)$  التي حصلت عليها لكلِّ وسطٍ في النشاط، معامل انكسار الضوء في الوسط بالنسبة إلى الهواء؛ لذا، يحسب معامل الانكسار بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$م_{وسط} = \frac{س}{ع_{وسط}} \dots \dots \dots (١-٣)$$



- ما وحدة قياس معامل الانكسار؟
- هل يمكن أن يكون معامل انكسار وسط ما، أقل من واحد؟ فسّر إجابتك.

عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف معامل انكساره صغير، إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره كبير، فإن سرعة الضوء تقل، وينكسر الشعاع مقترباً من العمود المقام من نقطة السقوط، على السطح الفاصل بين الوسطين، كما شاهدنا في النشاط السابق. وبذلك، تكون زاوية انكسار الشعاع في الوسط الثاني أقل من زاوية سقوطه في الوسط الأول، كما في الشكل (٣-٤ / أ). أما عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره صغير، فإن سرعة الضوء تزداد وينكسر الشعاع مبتعداً عن العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين، وتكون زاوية انكساره أكبر من زاوية سقوطه، كما في الشكل (٣-٤ / ب)



(أ): ينكسر مقترباً من العمود المقام. (ب): ينكسر مبتعداً عن العمود المقام.

الشكل (٣-٤): انتقال الضوء بين وسطين مختلفين في الكثافة.

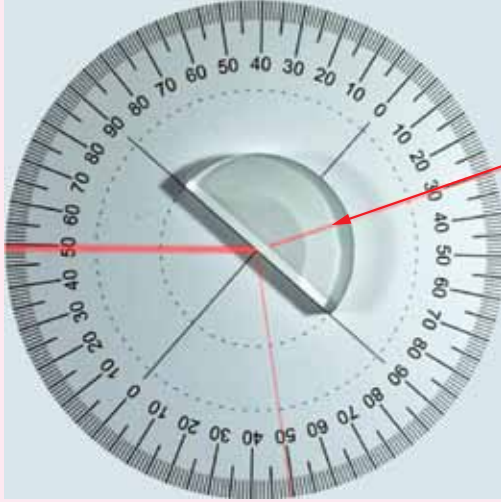
**سؤال:** هل يتأثر معامل انكسار الزجاج عند انتقال الضوء من الزجاج إلى الهواء، أو انتقاله من الهواء إلى الزجاج؟

لتعرّف قانوني انكسار الضوء، نفّذ النشاط الآتي:

### قانون الانكسار

٣-٣

### نشاط



هدف النشاط: استقصاء قانوني الانكسار عملياً.

الأدوات: صندوق ضوئي، وقرص زجاجي نصف أسطواني، ومنقلة، وورقة بيضاء.

خطوات تنفيذ النشاط

١- ارسم دائرة على ورقة بيضاء، وقسمها إلى

درجات باستخدام منقلة.

٢- ضع القرص الزجاجي فوق الدائرة، بحيث

ينطبق مركز القرص على مركز الدائرة.

٣- عتّم الغرفة، ثم أسقط حزمة ضوئية رفيعة من الصندوق الضوئي على القرص، بحيث

تكون موازية لسطح الورقة، كما في الشكل (٣-٥).

٤- عيّن كلاً من الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام، على السطح المستوي

للقرص الزجاجي، عند نقطة سقوط الضوء، وحدّد زاويتي السقوط والانكسار.

٥- قس كلاً من زاوية السقوط ( $\theta_i$ ) وزاوية الانكسار ( $\theta_r$ ).

٦- غير زاوية السقوط إلى قيم مختلفة، ثم دوّن قياس زاويتي السقوط والانكسار، كي تكمل

الجدول (٣-٢).

٧- أكمل الجدول بحساب القيم ( $\sin \theta_i$ ،  $\sin \theta_r$ )، بالاستعانة بالآلة الحاسبة للمحاولات

جميعها.

٨- ارسم العلاقة البيانية بين ( $\sin \theta_i$ ،  $\sin \theta_r$ )، بحيث يكون  $\sin \theta_i$  على محور السينات،  $\sin \theta_r$

على محور الصادات، ثم احسب ميل الخط.

أجب عن الأسئلة الآتية:

- هل وقع الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود المقام في مستوى واحد؟ حدده.
- صف شكل منحنى العلاقة الناتجة؟
- إن كانت العلاقة خطًا مستقيمًا، فما ميل هذا الخط؟

الجدول (٣-٢): قيم زاويتي السقوط والانكسار.

المحاولة	$\theta_1$	$\theta_2$	جا $\theta_1$	جا $\theta_2$
١	١٥°			
٢	٣٠°			
٣	٤٥°			
٤	٦٠°			
٥	٧٥°			

تمثل النتائج التي حصلت عليها في النشاط السابق، قانوني الانكسار، وهما:

قانون الانكسار الأول: الشعاع الساقط، والشعاع المنكسر، والعمود المقام على السطح الفاصل بين الوسطين من نقطة السقوط، تقع جميعها في مستوى واحد.

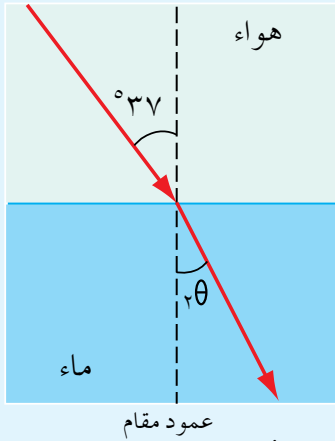
قانون الانكسار الثاني: نسبة جيب زاوية السقوط إلى جيب زاوية الانكسار بين وسطين شفافين مختلفين، تساوي مقدارًا ثابتًا. وتمثل القانون الثاني للانكسار بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots (3-2)$$

حيث (م) معامل انكسار الوسط الذي نفذ إليه الضوء من الهواء. وتمثل هذه العلاقة الرياضية قانون (سنل) في الانكسار، نسبة إلى العالم (سنل) الذي توصل إلى العلاقة بطريقة عملية. وقد وجد عمليًا أن المقدار (جا  $\theta_1$  / جا  $\theta_2$ ) يساوي معامل انكسار الوسط الثاني م، إذا كان الوسط الأول هواء.

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n_2$$





الشكل (٦-٣): مثال (١-٣).

سقط شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء، بزاوية سقوط تساوي  $(37^\circ)$ ، كما في الشكل (٦-٣). إذا علمت أن معامل انكسار الماء بالنسبة إلى الهواء  $(1,33)$ .

(١) احسب زاوية انكسار الشعاع في الماء.

(٢) احسب سرعة الضوء في الماء.

**الحل**

(١) بتطبيق قانون (سنل)، حيث:  $\theta = 37^\circ$ ،  $n_2 = 1,33$  (للماء) =  $n_1$

$$\frac{n_2 \sin \theta_2}{n_1 \sin \theta_1} = 1 \quad \text{وحيث إن الوسط الأول هو الهواء، فإن:}$$

$$\frac{1,33 \sin \theta}{1 \sin 37} = 1$$

$$\sin \theta = \frac{1 \sin 37}{1,33} = 0,45$$

$$\theta = 27^\circ$$

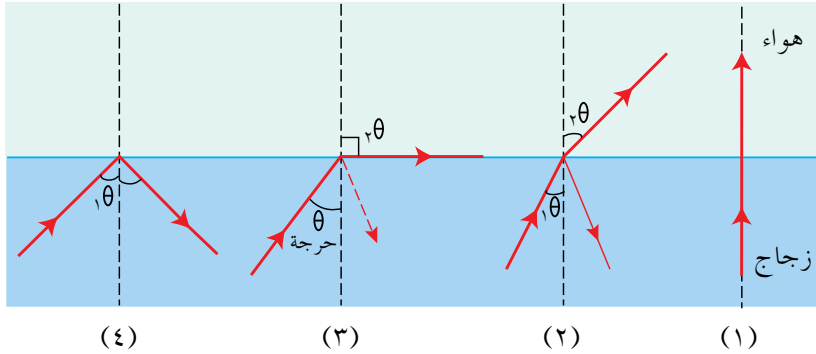
(٢) لحساب سرعة الضوء في الماء ( $v_2$ )، نطبق العلاقة (١-٣):

$$\frac{c}{v_2} = n_2$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \times 10^8 \text{ م/ث}}{1,33} = 2,26 \times 10^8 \text{ م/ث}$$

تعلّمت أنّ الشعاع الضوئي ينكسر مبتعداً عن العمود، عند نفاذه من وسط شفاف إلى وسط آخر، معامل انكساره أقل، والشكل (٧-٣) يبيّن حالات مختلفة لنفاذ شعاع ضوئي من وسط شفاف إلى الهواء؛ ففي الحالة (١)، يسقط الشعاع عمودياً على السطح الفاصل وينفذ عمودياً، وفي الحالة (٢)، ينكسر مبتعداً عن العمود، بحيث تكون زاوية الانكسار في الهواء ( $\theta$ ) أكبر من زاوية السقوط في الوسط ( $\theta$ ). ماذا لو واصلنا زيادة ( $\theta$ )؟ أي الزاويتين ستصل قيمتها إلى ( $90^\circ$ ) أولاً، السقوط أم الانكسار؟

لاحظ الحالة (٣)، حيث زاوية الانكسار ( $\theta = 90^\circ$ ) بينما زاوية السقوط ( $\theta$ ) تكون أقل من ذلك، وهنا تُسمّى زاوية السقوط الزاوية الحرجة (Critical Angle)، وتعرّف الزاوية الحرجة بأنها: زاوية سقوط في وسط معامل انكساره كبير تنتج عنها زاوية انكسار في وسط معامل انكساره صغير مقدارها  $90^\circ$ ، ويُرمز لها بالرمز ( $\theta$  حرجة).



الشكل (٧-٣): الزاوية الحرجة.

وبين كلّ وسطين شفافين زاوية حرجة خاصّة بهما.

وبتطبيق قانون (سنل) عند الحالة (٣) في الشكل (٧-٣)، نجد أن:

$$\frac{\sin \theta_{\text{حرجة}}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$$

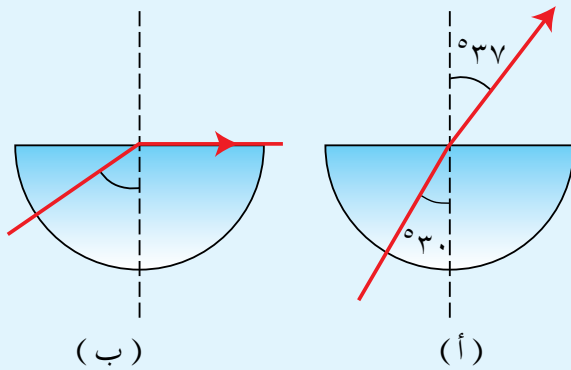
$$\sin \theta_{\text{حرجة}} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{..... (٣-٣)}$$

**ملحوظة:** ستقتصر دراستنا في هذا المستوى على الزاوية الحرجة للوسط، عندما يكون الوسط الثاني هواء.

يوضّح الشكل (٣-٨) حالتين لسقوط شعاع ضوئي من قطعة بلاستيكية شفافة إلى الهواء، معتمداً على قيم الزوايا المبينة على الشكل، جد ما يأتي:

(١) معامل انكسار المادة البلاستيكية.

(٢) الزاوية الحرجة للمادة البلاستيكية.



الشكل (٣-٨): مثال (٢-٣).

**الحل**

(١) بتطبيق قانون (سنل) عند الوضع (أ):

$$\frac{n_2 \sin \theta_2}{n_1 \sin \theta_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

حيث: (م) معامل انكسار الهواء، (م) معامل انكسار الوسط الأول

$$1,2 = \frac{0,6}{0,5} = \frac{37 \text{ جا}}{30 \text{ جا}} = \frac{1}{\sin \theta_2}$$

(٢) بتطبيق العلاقة (٣-٣) عند الوضع (ب)، الذي يوضّح حالة الزاوية الحرجة:

$$\sin \theta_c = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1,2} = 0,83$$

$$\theta_c = 56^\circ \quad (\text{باستخدام الآلة الحاسبة})$$

ماذا يحدث إذا زادت زاوية السقوط على الزاوية الحرجة؟ عند زيادة زاوية السقوط في الوسط على الزاوية الحرجة، فإن الشعاع لن يخرج إلى الهواء مطلقاً بل ينعكس كلياً داخل الوسط، لاحظ الحالة (٤) في الشكل (٣-٧). وتُعرف هذه الظاهرة بالانعكاس الداخلي الكلي (Total Internal Reflection).

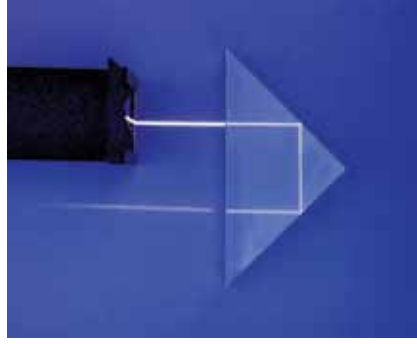
### تفكير ناقد



- ما شروط حدوث الانعكاس الداخلي الكلي؟
- علمت أن الضوء ينعكس انعكاساً داخلياً كلياً ضمن شروط محددة، فهل يعني هذا أنه يوجد انعكاس داخلي جزئي؟ وضح إجابتك.



(ب)



(أ)

يوضّح الشكل (٣-٩) ظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي أيضاً؛ إذ تبيّن الحالة (أ) الانعكاس داخل منشور زجاجي، وتبيّن الحالة (ب) الانعكاس داخل كأس من الماء.

الشكل (٣-٩): الانعكاس الداخلي الكلي.

## Optical Applications and Phenomena

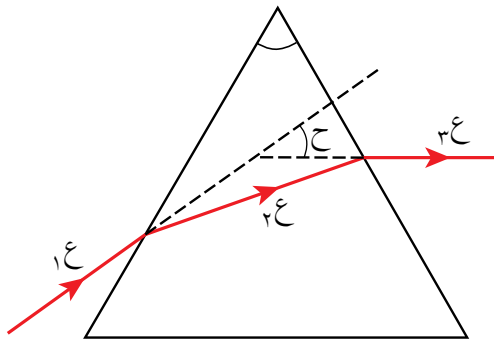
## تطبيقات وظواهر بصرية

٣-١-٤

تعدّد الظواهر الطبيعية المتعلقة بالضوء والإبصار، وتعدّد تطبيقاتها التكنولوجية أيضاً، وسوف نتناول في ما يأتي بعضاً منها:

### ١- المنشور (Prism)

درست المنشور في مبحث الرياضيات، وعرفت أنه مجسم له قاعدتان متطابقتان ومتوازيان، وأوجه جانبية مستطيلة الشكل. وللمنشور عدّة أشكال، منها المنشور الثلاثي الذي تكون قاعدته على شكل مثلث، وله ثلاثة أوجه مستطيلة. ويصنع المنشور الضوئي من مادة شفافة كالزجاج أو البلاستيك. وعند إسقاط شعاع ضوئي ذي لون واحد (ع) بشكل مائل على أحد أوجه منشور زجاجي ثلاثي، فإنه ينكسر داخل المنشور (ع) مقترباً من العمود المقام، ثم يسقط على الوجه الآخر للمنشور خارجاً إلى الهواء، فينكسر (ع) مبتعداً عن العمود المقام، ويكون الانحراف الكلي للشعاع مبتعداً عن رأس المنشور بزاوية مقدارها (ح)، كما في الشكل (٣-١٠).

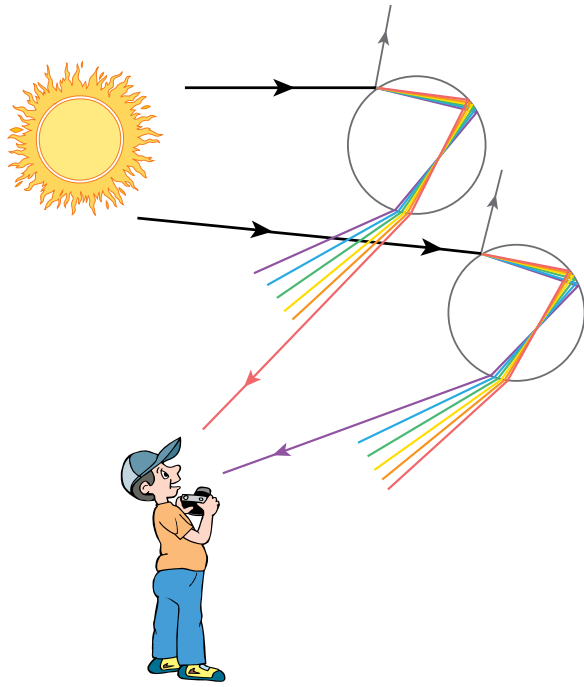


الشكل (٣-١٠): انحراف الضوء في المنشور.

وينتج عن انكسار ضوء الشمس في المنشور تحلله إلى ألوان الطيف السبعة التي تدعى مركبات الضوء، كما يحدث داخل المنشور انعكاس داخلي كلي للضوء، ونظراً لتلك الميزات، يُستخدم المنشور في الكثير من الأجهزة البصرية كالمطياف والمنظار وآلات التصوير.

## ٢- قوس قزح (Rainbow)

نرى قوس قزح، في الأيام الماطرة حين تبرز الشمس، ويكون في الجهة المقابلة للشمس، فهو يظهر جهة الغرب في الصباح، وجهة الشرق في المساء، إذ تعمل قطرات ماء المطر الكروية في الجو عمل المنشور، فعندما يسقط الشعاع الضوئي على الوجه الأول للقطرة القريب



من الشمس، ينكسر ويتحلل لألوان الطيف السبعة، ثم يسقط على الوجه البعيد للقطرة بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة للماء، فينعكس انعكاسًا كليًا داخل القطرة ليخرج من الوجه الأول وينكسر مبتعدًا عن العمود، كما في الشكل (٣-١١). ترسل قطرات الماء ألوان الضوء جميعها بزوايا مختلفة، فيصل إلى عين المشاهد اللون الأحمر من قطرات الطبقة العليا من القوس، ويصل اللون البنفسجي من قطرات الطبقة الدنيا للقوس، وبين هاتين الطبقتين ترسل قطرات الماء باقي الألوان، فيرى المشاهد قوس قزح بصورته المألوفة.

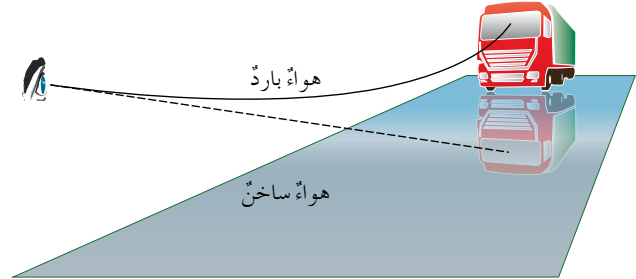
الشكل (٣-١١): تحلل ضوء الشمس في قطرات الماء.

## ٣- ظاهرة السراب (Mirage Phenomena)

السراب ظاهرة طبيعية يشاهدها المرتحلون في الصحراء أو المناطق الحارة، فيشاهدون بقعًا غير حقيقية من المياه فوق الطريق. تحدث هذه الظاهرة نتيجة انكسار الضوء عند انتقاله بين طبقات الغلاف الجوي المختلفة في معامل انكسارها، بسبب اختلاف درجة الحرارة؛ ففي الأيام الحارة تكون طبقة الهواء الملاصقة لسطح الأرض أكثر سخونة، ومعامل انكسارها أقل من معامل انكسار طبقة الهواء التي تعلوها، وكلما ارتفعنا إلى الأعلى زاد معامل الانكسار، بسبب تناقص درجة الحرارة. نتيجة لذلك، يتعرض الضوء الصادر عن أجسام فوق الأفق كأجزاء من الغلاف الجوي وأجسام السيارات كما في الشكل (٣-١٢ أ)، عندما يكون متجهًا نحو الأسفل مرارًا بين تلك الطبقات لعمليات انكسار متتالية يبتعد فيها عن العمود



المقام على السطح الفاصل بين كل طبقتين، ثم يحدث له انعكاس كلي داخلي، إلى أن تصل أشعة الضوء إلى عين الناظر منحرفة عن مساراتها الأصلية، وتتلاقى امتدادات هذه الأشعة تحت الأفق، مكونةً أخيلةً مقلوبةً للأجسام، فيراها الناظر كما لو كانت انعكاسًا على سطح الماء، فيتهيا له وجود تجمعات مائية على الطريق، كما في الشكل (٣-١٢ / ب).



(ب)

(أ)

الشكل (٣-١٢): ظاهرة السراب في الأيام الحارة، وكيفية حدوثها.

عندما تتحرك طبقات الهواء بفعل تيارات الحمل، فإنها تكون أخيلةً متأرجحةً للأجسام، كما تبدو النجوم القريبة من الأفق متأرجحةً في مواضعها.

## فكر



الشكل (٣-١٣): ظاهرة السراب القطبي.

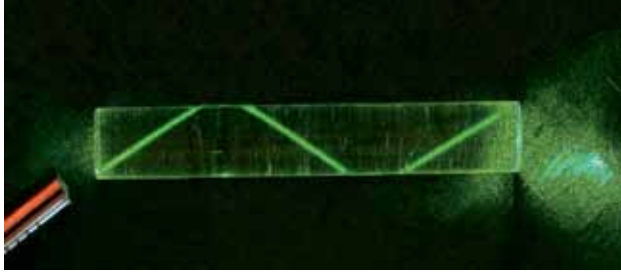
- تحدث ظاهرة السراب في المناطق القطبية الشديدة البرودة، ولكن بطريقة مختلفة عن السراب في الصحراء، ادرس الشكل (٣-١٣) جيدًا، ثم فسّر كيف يحدث السراب القطبي.

- فسّر رؤية النجوم القريبة من الأفق، وكأنها تتأرجح في مواضعها.

## ٤- الألياف البصرية (Optical Fibers)

تعد الألياف البصرية من أهم التطبيقات التكنولوجية على ظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي، لما لها من استخدامات مهمة وكثيرة في حياتنا. وهي أنابيب رفيعة (ليست مفرغة) تُصنع من مواد شفافة لينة ذات معامل انكسار كبير، كالزجاج أو البلاستيك، فتكون لها زاوية حرجة

صغيرة، تُستخدم لنقل الضوء خلالها، بحيث تكون زاوية سقوط الضوء داخل الليف البصري دائماً، أكبر من الزاوية الحرجة، فلا ينفذ الضوء منها إلى الوسط المحيط، ويستمر بانعكاساته الداخلية الكلية المتكررة، حتى يخرج من الطرف الآخر للأنبوب، كما في الشكل (٣-١٤)، وبهذه التقنية، يمكننا نقل الضوء من نقطة إلى أخرى بشكل متعرج، ومن أهم استخدامات

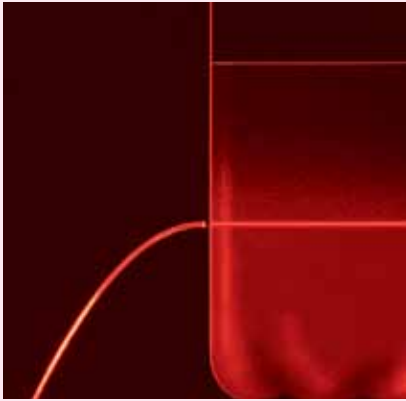


الألياف البصرية، نقل المكالمات الهاتفية والبيانات والإنترنت، حيث يمكن تحميل إشارة الهاتف أو الحاسوب على الموجات الضوئية، ونقلها عبر الألياف

البصرية بسرعة الضوء، من دون حدوث ضياع للإشارة. كما تُستخدم في المجالات الطبية في أجهزة المنظار؛ لإجراء عمليات التنظير والعمليات الجراحية الداخلية.

## الانعكاس الداخلي الكلي

### نشاط ٣-٤



الشكل (٣-١٥): النشاط (٣-٤).

هدف النشاط: استقصاء الانعكاس الداخلي الكلي في الماء.  
الأدوات: قنينة بلاستيكية شفافة، حوض، ضوء ليزر.

خطوات تنفيذ النشاط

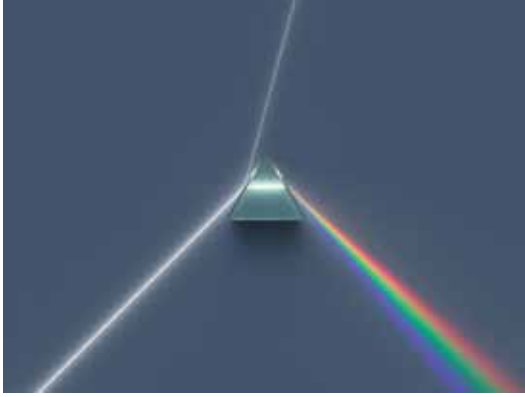
١- املاً القنينة بالماء، وضع الحوض بجانبها، ثم ارفع القنينة فوق مستوى الحوض.

٢- اثقب القنينة من جانبها، لينسكب الماء في الحوض المجاور، ثم سلط على الثقب من خلف القنينة ضوء ليزر، كما في الشكل (٣-١٥).

- ما علاقة ما تشاهده بظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي والألياف البصرية؟
- حدّد الوسيطين اللذين حدثت بينهما الظاهرة.

## تحلل الضوء (Dispersion)

عند سقوط ضوء الشمس على أحد أوجه المنشور بزواوية معينة، فإنه ينفذ من الوجه المقابل، منحرفاً بزواوية نحو قاعدة المنشور. ويحدث ذلك؛ نتيجة اختلاف معامل انكسار مادة المنشور عن معامل



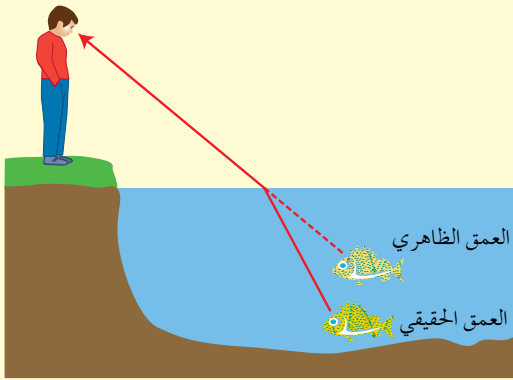
انكسار الوسط المحيط به (الهواء). وفي الواقع العملي، نلاحظ تحلل الضوء إلى ألوان الطيف السبعة. يعود تحلل الضوء إلى انكسار كل لون بزواوية تختلف عن زواوية انكسار اللون الآخر، بسبب اختلاف معامل انكسار مادة المنشور لذلك اللون من الضوء، فالضوء يتكوّن من موجات كهرومغناطيسية تختلف أطوالها باختلاف اللون، ويتغير معامل انكسار مادة المنشور للضوء، بتغير

الشكل (٣-١٦): تحلل الضوء في المنشور.

الطول الموجي، فكلما زاد الطول الموجي للضوء قل معامل انكساره في المنشور، وينتج عن ذلك انحراف الضوء الأزرق بزواوية أكبر من زواوية انحراف الضوء الأحمر، كما في الشكل (٣-١٦).

١-٣

## مراجعة الدرس



الشكل (٣-١٧): العمق الحقيقي والعمق الظاهري.

١- ماذا يُقصد بانكسار الضوء؟ وما سبب حدوث هذه الظاهرة؟

٢- وضح مفهوم معامل الانكسار.

٣- صف العلاقة بين سرعة الضوء في وسطٍ شفاف، ومعامل انكسار هذا الوسط.

٤- ما نوع السراب الذي يجعلك ترى قصوراً في السماء؟

٥- **تفكير ناقد:** عند النظر من الهواء إلى جسم يقع تحت الماء، تراه على عمق ظاهري أقل من عمقه الحقيقي، معتمداً على الشكل (٣-١٧)، وباستخدام العلاقة بين زائتي السقوط والانكسار، فسّر هذه الظاهرة.

عند سقوط حزمة متوازية من الأشعة الضوئية على سطح مستوٍ، لقطعة من الزجاج الشفاف، تكون زوايا سقوط الأشعة متساوية. وعليه، تتساوى زوايا الانكسار، فتخرج الأشعة الضوئية متوازية. لكن، ماذا لو سقطت هذه الأشعة على سطح شفاف منحنٍ، هل ستنكسر متوازية؟ يشكّل الجسم الشفاف المنحني وسطاً تسقط عليه حزمة الضوء متوازية، وتخرج منه غير متوازية، ويُسمى عدسة، أي أنّ العدسة: جسم شفاف له معامل انكسار مختلف عن الوسط المحيط، ومحاط بسطحين أحدهما أو كلاهما كرويًا. وتصنع العدسات غالباً من الزجاج أو البلاستيك.

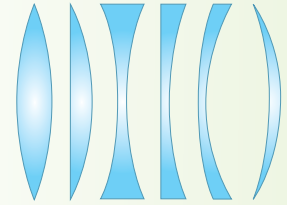
إنّ انحناء سطحي العدسة سيؤدّي إلى اختلاف زوايا سقوط الحزمة المتوازية من الأشعة. وعليه، سينكسر كل شعاع منها بزاوية مختلفة عن الآخر. وشكل الانحناء في سطحي العدسة يحدّد كيفية نفاذ الأشعة المتوازية متفرقة أم متجمعة. والعدسات مهما تعددت أشكال سطوحها تدرج ضمن نوعين، هما: عدسة محدّبة وعدسة مقعّرة.

### نتائج الدرس

- توضّح المصطلحات الخاصة بالعدسات، وتمييز أنواعها.
- تستقصي عملياً صفات الأختلة في العدسات، وتطبّق ذلك بالرسم.
- تذكر نص القانون العام للعدسات، وتطبّقه حسابياً.

### نشاط تمهيدّي

يوزّع على الطلبة مجموعة متنوعة من العدسات، كما في الشكل (٣-١٨)، ويطلب إليهم تحسّس جسم كل عدسة للتعرف إلى سُمكها من الأطراف ومن الوسط، ثم تصنيفها إلى نوعين رئيسيين.



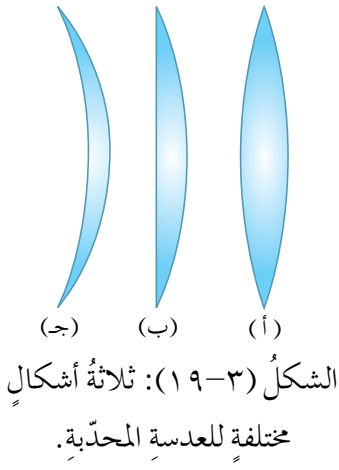
الشكل (٣-١٨): عدسات متنوعة مختلفة الأشكال.

### ١-٢-٣ العدسات الرقيقة المحدّبة Convex Thin Lenses

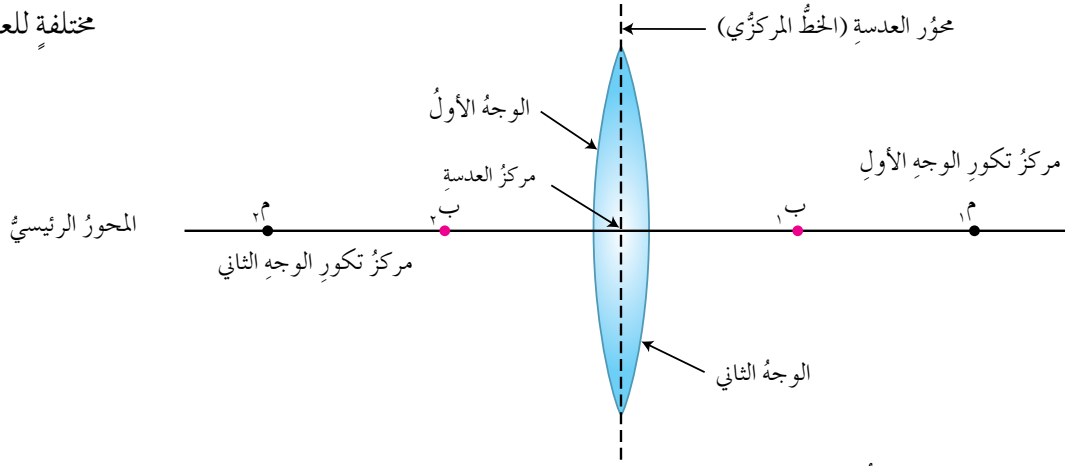
تُصنع العدسة المحدّبة الرقيقة بأشكال كثيرة، فمنها العدسة المحدّبة الوجهين (أ)، أو المحدّبة المستوية (ب)، أو المحدّبة المقعّرة (ج)، حسب الغرض من استخدامها، لكنّها جميعاً تكون حوافها أقلّ سُمكاً من منتصفها، انظر الشكل (٣-١٩)، الذي يوضّح هذه الأشكال.

### فكرة مضيئة

في آلة التصوير، يغيّر المصور المسافة بين العدسة والفيلم (الخيال) كلّما يتغيّر بُعد الجسم للحصول على صورة واضحة، بينما في العين البشرية، يبقى بُعد الشبكية (الخيال) عن العدسة ثابتاً، ويتغيّر البعد البؤري للعدسة.



ومع أنَّ الأشكالَ الثلاثة جميعها عدساتٌ محدَّبة، إلَّا أنَّ دراستنا ستكون للعدسة الرقيقة المتماثلة المحدَّبة الوجهين فقط. وعند وصف العدسات والأخيلة المتكوِّنة فيها، نحتاج إلى استخدام مصطلحاتٍ مماثلة لتلك الخاصة بالمرايا. ويمكنُ تعرُّفها بالنظر إلى الشكل (٣-٢٠). حدِّد تلك المصطلحات، وضع تعريفاً مناسباً لكلٍّ منها.



الشكل (٣-٢٠): المصطلحات الهندسية الخاصة بالعدسات.

ولاستقصاء سلوك الضوء في العدسة المحدَّبة، نفِّذ النشاط الآتي:

### العدسة الرقيقة المحدَّبة

٣-٥

### نشاط

هدف النشاط: استقصاء انكسار الضوء في العدسة المحدَّبة.

الأدوات: مصباح يدوي، عدسات محدَّبة، ورقة بيضاء لكل مجموعة من الطلبة.

ملحوظة: يفضل أن تجرى تجارب الضوء في المختبر بعد تعتيمة.

#### خطوات تنفيذ النشاط

١- ضع العدسة على حامل مناسب، على أن يكون محورها عمودياً على سطح الطاولة.

٢- على يسار العدسة، ضع المصباح، وأسقط منه حزمة ضوئية موازية للمحور الرئيس.

٣- على يمين العدسة، ضع الورقة، ثم غيّر بعدها عن العدسة (مبتعداً ومقرباً)، كي تحصل على أصغر بقعة مضيئة عليها.

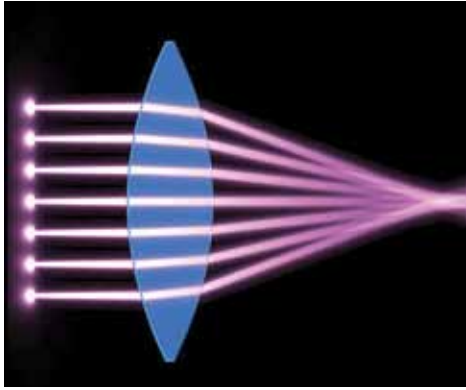
٤- بدّل وجه العدسة المقابل للمصباح، وكرّر الخطوات السابقة.

٥- تتبادل المجموعات العدسات في ما بينها، ثم تعاد الخطوات جميعها.

تناقش المجموعات الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- ماذا تستنتج من تكون البقعة المضاءة على الورقة؟ هل العدسة المحدبة مجمعة أم مفرقة؟
- هل اختلفت وظيفة العدسة باختلاف الوجه، الذي سقط عليه الضوء؟

تعد العدسة المحدبة مهما كان شكل سطحها **مجمعة للأشعة (Convergent)**. وتسمى النقطة التي تتجمع فيها الأشعة المتوازية بعد انكسارها البؤرة، لاحظ الشكل (٣-٢١)، الذي يبين عدسة محدبة سقطت عليها حزمة ضوئية موازية للمحور الرئيس، فتجمعت في بؤرة العدسة، أي أن بؤرة العدسة المحدبة هي: نقطة تتجمع فيها الأشعة الضوئية المنكسرة، في حال سقوطها متوازية وموازية للمحور الرئيس للعدسة.



الشكل (٣-٢١): بؤرة العدسة المحدبة.

ولا يختلف موقع البؤرة على جانبي العدسة بتغيير الوجه الذي يسقط عليه الضوء، أي أن بُعد البؤرة عن العدسة لا يتغير. وتسمى المسافة بين مركز العدسة وبؤرتها البعد البؤري، ويرمز له بالرمز (ع).

ويعرف مقلوب البعد البؤري للعدسة  $(\frac{1}{ع})$  بقوة العدسة، وتعني مقدرة العدسة على تجميع الأشعة أو تفريقها، وتقاس بوحدة (ديوبتر)، عند قياس البعد البؤري (ع) بوحدة متر. وتحسب قوة العدسة بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$\text{قوة العدسة} = \frac{1}{ع}$$

**سؤال:** هل تعد بؤرة العدسة المحدبة حقيقية أم وهمية؟



هدفُ النشاط: استقصاءُ قانونِ العدساتِ وصفاتِ الخيالِ المتكوّنِ في العدسةِ المحدبةِ في حالاتٍ مختلفةٍ عمليًّا.

الأدوات: شمعةٌ، وحاجزٌ، وعدسةٌ محدّبةٌ معلومةُ البعدِ البؤريِّ، ومسطرةٌ متريّةٌ.

خطواتُ تنفيذِ النشاطِ

- ١- ثبّتِ العدسةَ المحدّبةَ على حاملِ العدساتِ.
- ٢- ضعِ الشمعةَ على حاملٍ، وضعه على مسافةٍ قريبةٍ على يسارِ العدسةِ.
- ٣- ضعِ الحاجزَ على يمينِ العدسةِ، وغيّرْ في موقعِ الحاجزِ؛ كي تحصلَ على خيالٍ واضحٍ.
- ٤- قسِ المسافةَ بينَ الشمعةِ والعدسةِ (س)، والمسافةَ بينَ الحاجزِ والعدسةِ (ص) ودوّنِ النتائجَ في الجدولِ (٣-٣) في دفترِكَ.
- ٥- دوّنْ في الجدولِ، صفاتِ الخيالِ.
- ٦- أعدِ الخطواتِ السابقةَ بعدَ تغييرِ موقعِ الشمعةِ؛ بإبعادها عن العدسةِ تدريجيًّا، ودوّنِ النتائجَ في الجدولِ في كلّ مرّةٍ.

الجدول (٣-٣): نتائجُ النشاطِ (٥-٢).

صفات الخيال	$\frac{1}{ع}$	$\frac{1}{ص} + \frac{1}{س}$	$\frac{1}{ص}$	$\frac{1}{س}$	ص (سم)	س (سم)

- يناقشُ الطلبةُ صفاتِ الخيالِ المتكوّنِ؛ تبعًا لموقعِ الجسمِ، كما يأتي:
- الجسمُ بينَ العدسةِ وبؤرتها (س > ع).

- الجسم بين بؤرة العدسة ومثلي البعد البؤري (ع > س > ٢ع).
- الجسم على بعد يساوي مثلي البعد البؤري (س = ٢ع).
- الجسم أبعد عن العدسة من مثلي البعد البؤري (س < ٢ع).
- ماذا تلاحظ بالنسبة إلى المقدار  $(\frac{1}{ص} + \frac{1}{س})$ ، ما علاقته بالبعد البؤري؟

تكون العدسة المحدبة خيالاً وهمياً مكبراً للجسم، عندما يكون أقرب إليها من بؤرتها، أما عند وضعه أبعد من البؤرة، فتصبح الأخيلة حقيقية. وبالرجوع إلى نتائج النشاط، يمكنك تحديد الصفات الأخرى للخيال، من حيث الاعتدال والتكبير. ولعلك توصلت عملياً إلى وجود علاقة بين البعد البؤري للعدسة، وكل من بعد الخيال وبعد الجسم عنها، ويمكن تمثيلها بالمعادلة الرياضية الآتية:

$$\frac{1}{ع} + \frac{1}{س} = \frac{1}{ص} \dots\dots\dots (٤-٣)$$

وتعرف العلاقة (٤-٣) بقانون العدسات الرقيقة، وبما أن هذه العلاقة تستخدم في المرايا والعدسات؛ فإنها تسمى: القانون العام للمرايا والعدسات. أما مقدار التكبير في العدسات؛ فإنه يعطى بالعلاقة الرياضية:

$$ت = \frac{ص}{س} = \frac{ل_{ص}}{ل_{س}} \dots\dots\dots (٥-٣)$$

حيث: ت = مقدار التكبير، ص = بعد الخيال عن العدسة، س : بعد الجسم عن العدسة، ل<sub>ص</sub> : طول الخيال، ل<sub>س</sub> : طول الجسم.

عند تطبيق قانون العدسات الرقيقة، يجب مراعاة الإشارات في الحالات الآتية:

- ١- الجسم الحقيقي يكون بعده (س) موجباً .
- ٢- الخيال الحقيقي يكون بعده (ص) موجباً، والخيال الوهمي يكون بعده سالباً.
- ٣- العدسة المحدبة يكون بعدها البؤري (ع) موجباً، والعدسة المقعرة يكون بعدها البؤري سالباً.

يُستدلُّ على تكبير الخيال وتصغيره من القيمة المطلقة للتكبير |ت|، فإن كانت |ت| > ١ كان الخيال مصغراً، وإن كانت |ت| < ١ كان الخيال مكبّراً. وإن كانت (ت) موجبة فالخيال حقيقي، وإن كانت (ت) سالبة فالخيال وهمي.

### تعميم

الخيال الحقيقي الذي تكوّنه عدسة لجسم ما، يكون دائماً مقلوباً بالنسبة إلى ذلك الجسم، والخيال الوهمي يكون دائماً معتدلاً بالنسبة إلى الجسم.

**سؤال:** ما معنى أن التكبير : |ت| = ١ ؟

٣-٣

### مثال

وضِعَ جسمٌ طوله (٣ سم) على يسارِ عدسةٍ محدّبةٍ على بُعد (٦ سم) عنها، إذا كان البعدُ البؤريُّ للعدسة (٨ سم)، جدُّ بُعدَ الخيالِ المتكوّن، وحدّد صفاته، ثم احسب طولَ الخيالِ.

### الحلُّ

نطبّق العلاقة الرياضية لقانون العدسات:

$$\frac{1}{ع} + \frac{1}{س} = \frac{1}{ص}$$

$$\frac{1}{ص} - \frac{1}{ع} = \frac{1}{س}$$

$$\frac{1}{ص} - \frac{1}{٨} = \frac{٤-٣}{٢٤} = \frac{1}{٦} - \frac{1}{٨} = \frac{1}{ص}$$

ص = ٢٤ سم، أي أن الخيال يبعد عن العدسة (٢٤ سم).

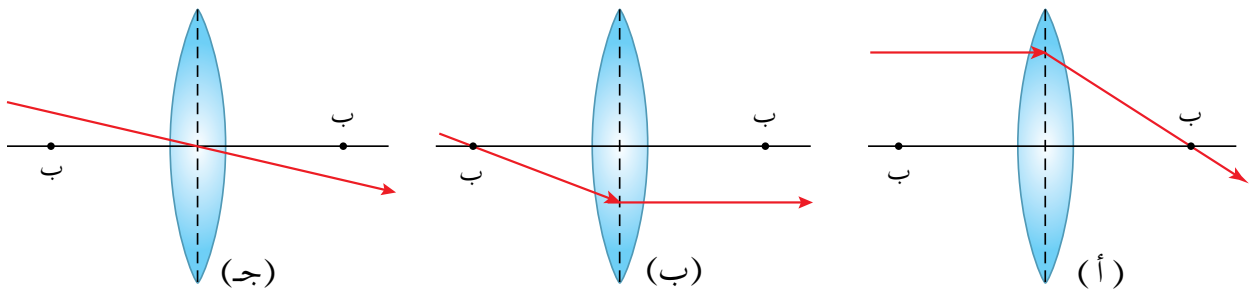
ويُستدلُّ على صفات الخيال، كما يأتي:

- وهمي، لأنَّ بعده عن العدسة سالب، أي أنَّه يقع على يسار العدسة (في جهة الجسم).
- معتدل، لأنَّ كلَّ خيالٍ وهميٍّ يكون معتدلاً، وكلَّ خيالٍ حقيقيٍّ يكون مقلوباً.

- مكبر، لأنَّ القيمة المطلقة للتكبير:  $ت = \frac{٢٤}{٦} = ٤$  مراتٍ.
- طولُ الخيالِ =  $ل_s \times ت = ٣ \times ٤ = ١٢$  سم.

بالإضافة إلى الطريقة العملية، فإنه يمكن التنبؤ بصفات الأخيلة المتكوّنة في العدسة المحدبة بطريقة الرسم الهندسي؛ لذا، يلزم اتّباع القواعد الآتية:

- الشعاعُ الساقطُ على العدسة المحدبة موازيًا للمحور الرئيس، ينكسرُ مرارًا في البؤرة. الشكل (٣-٢٢/أ).
- الشعاعُ الساقطُ مرارًا في بؤرة العدسة المحدبة ينكسرُ موازيًا للمحور الرئيس. الشكل (٣-٢٢/ب).
- الشعاعُ المارُّ في مركز العدسة ينفذُ على استقامته ولا ينكسرُ. الشكل (٣-٢٢/ج).



الشكل (٣-٢٢): قواعد انكسار الأشعة عند مرورها في العدسة المحدبة.

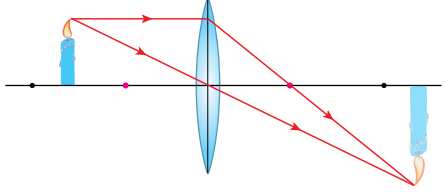
### تفكير ناقد



فسّر لماذا ينفذ الشعاعُ الضوئي الساقطُ على مركز العدسة على استقامته، ولا ينحرفُ عن مساره. ولكن، تحدثْ له إزاحة جانبية تتناسبُ مع سُمك العدسة.

انقلْ إلى دفترِكَ الجدولَ (٣-٤)، الذي يحدّدُ مواقعَ مختلفةٍ لجسمٍ أمامَ عدسةٍ محدبةٍ، ورسمًا لخيالٍ جسمٍ يقعُ بينَ بؤرة العدسة ومركزها، ثم أكمله برسمِ الحالاتِ المتبقية، واستنتج من الرسمِ صفاتِ الخيالِ لكلِّ موقعٍ.

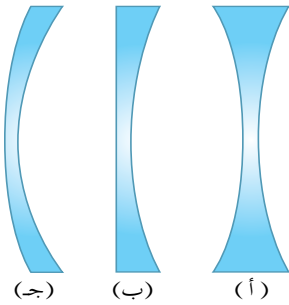
الجدول (٣-٣): موقع الجسم والخيال بطريقة الرسم الهندسي.

موقع الجسم	الرسم	صفات الخيال
بين العدسة والبؤرة		خيالي، معتدل، مكبر
في البؤرة		
بين البؤرة ومثلي البعد البؤري		حقيقي، مقلوب، مكبر
في مثلي البعد البؤري		
أبعد من مثلي البعد البؤري		

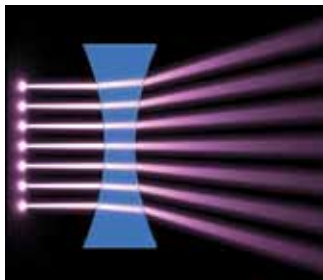
Concave Thin Lenses

العدسات الرقيقة المقعرة

٢-٢-٢



الشكل (٣-٢٣): ثلاثة أشكال مختلفة للعدسة المقعرة.



الشكل (٣-٢٤): العدسة المقعرة تفرق الأشعة المتوازية.

تُصنع العدسة المقعرة بعدة أشكال، فمنها العدسة المقعرة الوجهين (أ)، أو المقعرة والمستوية (ب)، أو المقعرة والمحدبة (ج)، حسب الغرض من استخدامها، فالعدسة المقعرة هي عدسة حوافها أكبر سُمكاً من منتصفها. انظر الشكل (٣-٢٣) الذي يوضح هذه الأشكال. ومع أن للعدسات المقعرة ثلاثة أشكال مختلفة، إلا أن دراستنا ستكون مقتصرة على العدسة المقعرة المتماثلة الوجهين فقط، وتوصف العدسات المقعرة بالمفرقة (Divergent) لأنها تفرق الضوء؛ فعندما تسقط عليها حزمة متوازية من الأشعة الضوئية وموازية للمحور الرئيس، فإنها تنكسر متباعدة باتجاهات مختلفة، كما يبين الشكل (٣-٢٤)، وتتلاقى امتدادات الأشعة المنكسرة في نقطة تسمى البؤرة، وتقع بؤرة العدسة المقعرة في جهة الضوء الساقط عليها. ولتعريف الأخيصة المتكوّنة في العدسات المقعرة (المفرقة) واستقصاء صفاتها، نفذ النشاط الآتي:

هدفُ النشاط: استقصاءُ صفاتِ الخيالِ في العدسةِ المقعّرة.  
الأدوات: شمعة، وحاجزٌ ورقّي أبيض، ومسطرة، وعدسات مقعّرة مختلفة الأبعاد البؤرية.

خطواتُ تنفيذِ النشاط

توزّع الأدواتُ على مجموعاتِ الطلبة، وتنفّذُ الخطواتُ الآتية:

١- تُبَتِ العدسةُ المقعّرة على حاملِ العدسات، وتُثَبَّتِ الشمعةُ على يسارِها والحاجزُ على يمينها.  
٢- اضبطُ المسافةَ بينَ الشمعةِ والعدسة، على أن تكونَ أقلَّ منَ البعدِ البؤريِّ، ثمَّ حرّكِ الحاجزَ مقترباً منَ العدسةِ أو مبتعداً؛ للحصولِ على خيالٍ.

٣- غيّرْ موقعَ الشمعة، على أن تكونَ المسافةُ أكبرَ منَ البعدِ البؤريِّ للعدسة.

٤- انظرْ منْ خلالِ العدسةِ إلى الشمعة، ولاحظِ الخيالَ، ثمَّ دوّنْ صفاته.

تناقشُ المجموعاتُ إجاباتِ الأسئلةِ الآتية:

- هلُ أمكنُ تجميعُ الخيالِ على الحاجزِ؟
- هلُ اختلفتْ صفاتُ الخيالِ، باختلافِ موقعِ الشمعةِ بالنسبةِ إلى العدسةِ؟
- ما صفاتُ الخيالِ المتكوّنِ؟

إنّكَ لمَ تتمكنْ منْ تكوينِ خيالٍ للشمعةِ على الحاجزِ، وفي الحالاتِ جميعها كانَ الخيالُ وهمياً ومعتدلاً ومصغّراً، بذلكَ نستنتجُ أنّ العدساتِ المقعّرة لا تكوّنُ أخيلةً حقيقيةً.

وضَعَ جسمٌ على يسارِ عدسةٍ مقعّرةٍ بعُدّها البؤريّ (٤ سم)، إذا كانتِ المسافةُ بينَ الجسمِ والعدسةِ (٦ سم)، جدّ موقعَ الخيالِ، وحدّدْ صفاته.

الحلُّ

$$\frac{1}{\text{ع}} + \frac{1}{\text{س}} = \frac{1}{\text{ص}}$$

$$\frac{1}{\text{ص}} + \frac{1}{6} = \frac{1}{4}$$



$$\frac{5-}{12} = \frac{2-3-}{12} = \frac{1}{6} - \frac{1}{4} = \frac{1}{5}$$

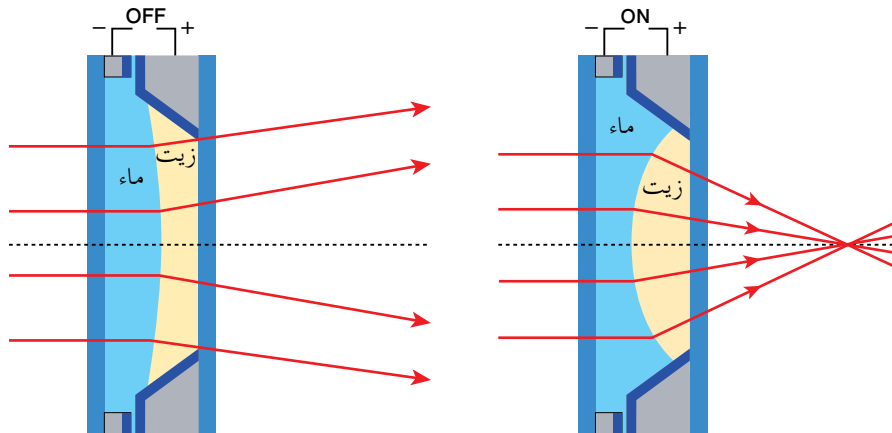
ص =  $\frac{12-}{5} = 2,4$  سم، والخيال وهمي لأنَّ بعده عن العدسة سالب، أي يقع على يسارها. وهو معتدل لأنَّه وهمي، وحيث إنَّ  $t = \frac{2,4}{6} = 0,4$ ،  $1 > 0,4$ ، فالخيال مصغَّر.

## التوسُّع

### العدسات السائلة

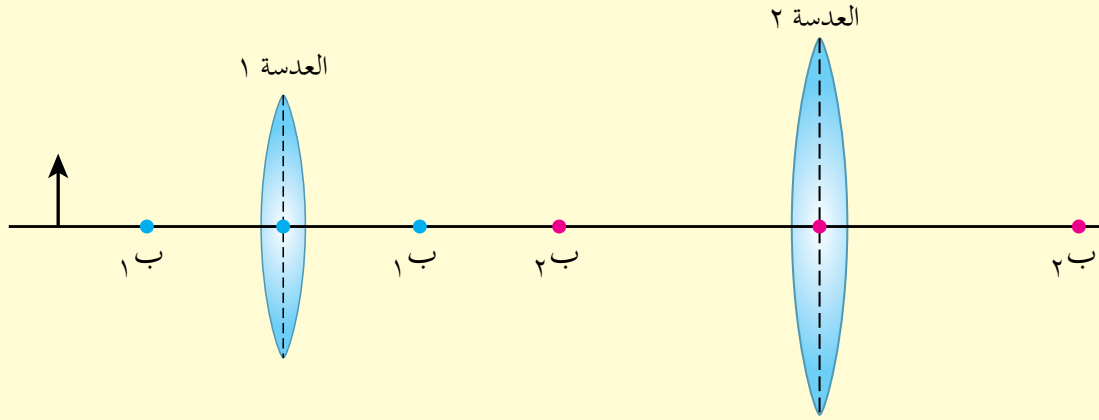
أسهمَ التقدُّم السريع لتكنولوجيا (الميكرو) في إنتاج أجهزة بصرية صغيرة جدًا، استخدمت في تطبيقاتٍ تكنولوجية كثيرة. ومن الأمثلة على ذلك، عدسات (الميكرو) المستخدمة في الهواتف النقالة وآلات التصوير الرقمية، وتتغيَّر المسافة بين العدسة وموقع الخيال؛ باستخدام أجهزة ميكانيكية تبلغ الغاية في الصغر والدقة، للحصول على صور واضحة.

وقد ابتكرت حديثًا عدسات (ميكرو) سائلة، تتكوَّن من حجرة زجاجية بداخلها سائلين منفصلين، كالزيت والماء، ويتمُّ تغيير تحدُّب السطح الفاصل بينهما بدقة، بتطبيق فرق في الجهد الكهربائي بينهما، فيتغيَّر البعد البؤري للعدسة السائلة، وبذلك يمكن لعدسة الهاتف التقاط صور عالية الوضوح سواءً أكان الجسم المراد تصويره قريبًا أم بعيدًا، ولا يزيد قطر هذه العدسة التي أخذت فكرتها عن عدسة العين البشرية عن بضعة ملمترات، والشكل (٣-٢٥) يبيِّن تركيب العدسة السائلة.



الشكل (٣-٢٥): العدسات السائلة.

- ١- ما المقصود بالعدسة؟
- ٢- قارن بين العدسة المحدبة والعدسة المقعرة، من حيث انكسار الأشعة فيهما، ونوع البؤرة.
- ٣- حدّد موقع الخيال بطريقة الرسم، لجسم موضوع على بُعد (٤ سم) على يسار عدسة محدبة، بعدها البؤري (٣ سم).
- ٤- **تفكير ناقّد:** تتبع مسار الأشعة الضوئية المنبعثة من جسم موضوع أمام عدستين محدبتين، كما في الشكل (٣-٢٦)، واستنتج صفات الخيال.



الشكل (٣-٢٦): السؤال الرابع.

## نتائج الدرس

- تصفُ العين البشرية، وتفسّر عملية الإبصار.
- توضّح الحالات المرضية المتعلقة بالإبصار. وكيفية علاجها.

## نشاط تمهيدي

أحضِر نموذجًا للعين من مختبر المدرسة وتفحص أجزائه، يمكن الاستعانة بمعلم بحث العلوم الحياتية في المدرسة.

## فكرة مضيئة

تصنع العدسات اللاصقة المستخدمة في تصحيح النظر من بلاستيك رطب، يسمح بنفاذ الأكسجين إلى القرنية. ولكن، توجد محاذير كثيرة لوضعها، يجب الاطلاع عليها والاهتمام بها.

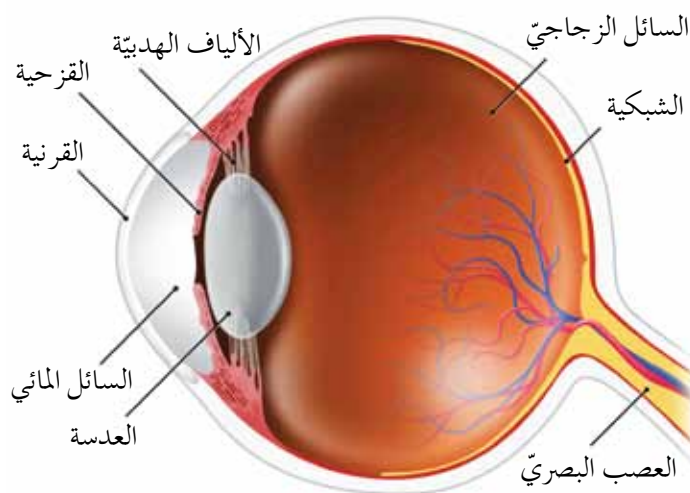
## Structure of Eye

## تركيب العين

١-٣-٣

تتركب العين البشرية من حجرة كروية مملوءة بسائل شفاف، في مقدمتها طبقة رقيقة شفافة تسمى **القرنية**، وظيفتها حماية العين وتجميع الضوء، خلفها قرص عضلي ملون يسمى **القرحجية**، وظيفته التحكم بكمية الضوء الداخلة إلى العين، عبر ثقب يسمى **الحدقة** (بؤبؤ العين)، وخلف القرحجية توجد **العدسة**، أما الشبكية فتوجد في الجهة الداخلية لحجرة العين.

عند سقوط الأشعة الضوئية على العين، تعمل القرنية عمل عدسة محدبة بسيطة، تجمع الضوء ليدخل عبر الحدقة إلى عدسة العين، التي بدورها تجمع الأشعة الضوئية مرة أخرى. فتكوّن خيالاً للجسم حقيقياً مصغراً ومقلوباً على شبكية العين، وينقل عبر العصب البصري إلى الدماغ. على شكل إشارة كهربائية، فيترجمها الدماغ إلى صورة معتدلة. لاحظ الشكل (٣-٢٧) الذي يوضح أجزاء العين.



الشكل (٣-٢٧): مقطع عرضي في العين يوضح تركيبها.

وللعين البشرية السليمة قدرة كبيرة على التكيف، إذ يتم التحكم في البعد البؤري لعدسة العين لا إرادياً؛ عن طريق العضلات الهدبية التي تغير تحدب العدسة حسب بعد الجسم عن العين. ففي العين السليمة، يكون موقع الخيال على الشبكية، سواء أكان الجسم على مقربة من العين كما في القراءة، أم على مسافة كبيرة جداً كالنجوم.

## Vision Disease and Corrections

## أمراض العين وتصحيحها ٣-٣-٢

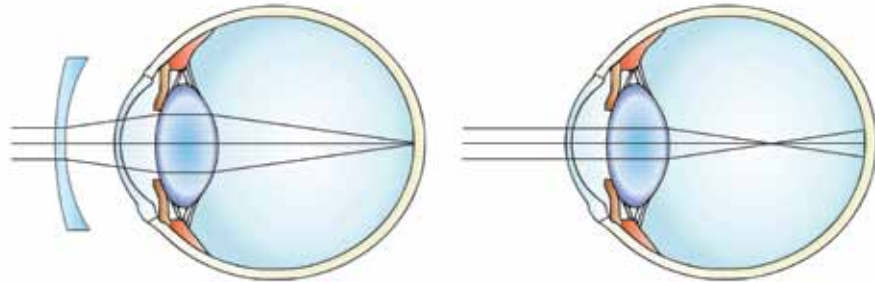
في حالات مرضية معينة، لا يتكوّن الخيال على الشبكية بسبب ضعف في التحكم في تحدب عدسة العين، أو اختلاف في تكوّن حجرة العين، وأهم هذه الحالات:

### ١- قصر النظر



يرى المصاب الأجسام القريبة واضحة، ولا يرى الأجسام البعيدة عنه بوضوح، كما يبيّن ذلك الشكل (٣-٢٨)، بسبب زيادة في تحدب عدسة العين أو القرنية، أو استطالة في

حجرة العين وعدم قدرة المصاب على تقليل الشكل (٣-٢٨): المشهد كما يراه المصاب بقصر النظر. هذا التحدّب، فينتج عن ذلك تقاطع الأشعة المنكسرة قبل الشبكية وتكوّن أخيلة الأجسام البعيدة أمام الشبكية، وغالباً ما يصاب بهذا المرض صغار السن. يبيّن الشكل (٣-٢٩ أ)، كيف تحدث عملية الإبصار عند الشخص المصاب بقصر النظر.



الشكل (٣-٢٩ ب): عمل النظارة في حالة قصر النظر.

الشكل (٣-٢٩ أ): تكوّن الخيال في حالة قصر النظر.

لعلاج هذه الحالة، تُستخدم نظارة ذات عدسات مقعرة (مفرقة)، سطحها الداخلي مقعر والخارجي محدب، فتعمل على تفريق الضوء بمقدار يكافئ الزيادة في تحدب عدسة العين، فيتكوّن خيال الجسم على الشبكية، سواء أكان الجسم قريباً من العين أم بعيداً عنها. والشكل (٣-٢٩/ب) يبيّن عمل تلك النظارة.

## ٢- طول النظر

يرى المصاب بطول النظر الأجسام البعيدة عنه واضحة، ولا يرى الأجسام القريبة منه بوضوح، كما في الشكل (٣-٣٠)، الذي يبيّن رؤية شخص مصاب بطول النظر عند القراءة من دون استخدام نظارة، وباستخدامها.

**الحسن بن الهيثم**  
أجرى الحسن بن الهيثم معظم تجاربه في غرفة مظلمة يدخل إليها ضوء الشمس من ثقب في جدارها، وفي إحدى تجاربه علق خارج هذه الغرفة خمسة مصابيح مقابلة للثقب فلاحظ تكون خمسة أخيلة.

**الحسن بن الهيثم**  
أجرى الحسن بن الهيثم معظم تجاربه في غرفة مظلمة يدخل إليها ضوء الشمس من ثقب في جدارها، وفي إحدى تجاربه علق خارج هذه الغرفة خمسة مصابيح مقابلة للثقب فلاحظ تكون خمسة أخيلة.

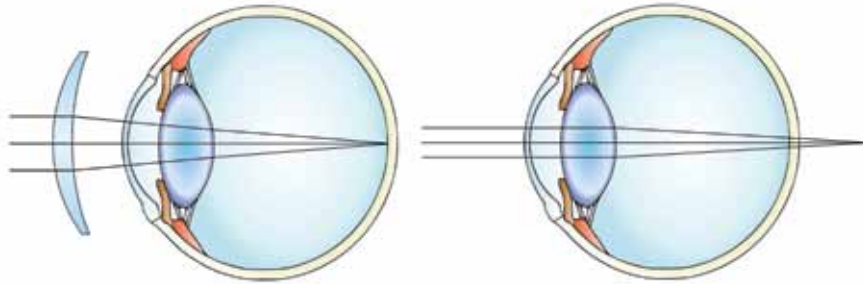
وينتج هذا المرض بسبب زيادة في تبسط عدسة العين أو القرنية، أو قصر في حجرة العين، وعدم قدرة المصاب على زيادة تحدب العدسة، فينتج عن ذلك تكوّن أخيلة الأجسام القريبة خلف الشبكية، كما يبيّن الشكل (٣-٣١/أ)، وغالباً ما ينتج

(أ) الرؤية من دون نظارة. (ب) الرؤية باستخدام النظارة.

الشكل (٣-٣٠): الإصابة بطول النظر.

هذا المرض عن ارتخاء عضلات العين مع تقدّم العمر. ولعلاج هذه الحالة،

تستخدم نظارة ذات عدسات محدبة (مجمعة)، سطحها الداخلي مقعر والخارجي محدب، فتعمل



الشكل (٣-٣١/ب): عمل النظارة في حالة طول النظر.

الشكل (٣-٣١/أ): تكوّن الخيال في حالة طول النظر.

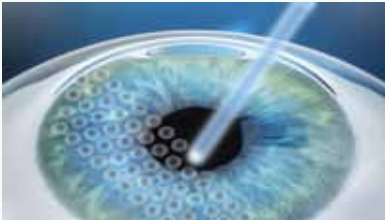


## التكامل مع الطب

### تصحيح البصر بعمليات الليزر والليزك

تُجرى عمليات جراحية بالليزر، لتصحيح الأمراض البصرية للعين، تُعرف في الأوساط الطبية بعلاج الليزر، إذ يوجه شعاع ليزر دقيق إلى الطبقة الخارجية للقرنية، فيصقل أجزاء منها تحدّد بدقة وعناية، كي يعاد تشكيل تكوّن القرنية، بحيث يتمكن المريض من الرؤية بوضوح، كما يبيّن ذلك الشكل (٣-٣٣/أ)، ثم تطوّرت الطريقة إلى عملية الليزك، إذ يُرفع غشاء على شكل دائرة من القرنية وتُنقى إلى الخارج، ثم يصقل الجراح أجزاء من الطبقة الداخلية للقرنية بالليزر، ثم يعيد الغشاء الخارجي من القرنية إلى مكانه، فيلتئم بشكل طبيعي، كما يبيّن ذلك الشكل (٣-٣٣/ب).

تقع القرنية في مقدّمة العين، ويدخل منها الضوء، لكي تكون شفافة بشكل تام، فإنّها لا تحتوي شعيرات دموية؛ لذا، فقد منحها الله تعالى المقدرة على الحصول على الأكسجين الضروري لخلاياها من الهواء الملاصق لها، بعد أن يذوب في الدمع.



الشكل (٣-٣٣/أ): عملية ليزر.



الشكل (٣-٣٣/ب): عملية ليزك.

على تجميع الضوء بمقدار يكافئ النقص في تحدّب عدسة العين، ويتكوّن خيال الجسم على الشبكية، سواء أكان الجسم قريباً من العين أم بعيداً عنها. والشكل (٣-٣١/ب) يبيّن نوع العدسة المستخدمة وكيفية عملها.

يُكشف عن أمراض العين بإجراء الفحص الطبي، ويفضّل أن يجري في وقت مبكر عند ملاحظة أي علامات ضعف في الإبصار، مع أنّه توجد أسباب وراثية، إلا أنّه ينصح بعدم إجهاد العين بالتحديق كثيراً في أجهزة التلفاز والحاسوب والهواتف النقالة، والاقتراب منها لمسافات غير مناسبة.

## فكر



يوضّح الشكل (٣-٣٢)، مشهداً يبصره شخصان؛ أحدهما سليم والثاني مصاب بمرض بصري، أي الشكّلين يتعلّق بحالة مرضية؟ وما المرض؟



(ب)

(أ)

الشكل (٣-٣٢): فكر.



## مرض الانحراف (Astigmatism)

تصاب العين بمرض بصريّ ثالث، يعرف بالانحراف، وقد يظن البعض أنّ ذلك يتعلّق بعدم تطابق خطّي النظر للعينين معاً، لكنّ هذا غير صحيح. فالمصاب بالانحراف يرى المشهد مع



حدوث تشوّهات في رؤية الأجسام البعيدة، وعند وجود مصادر إضاءة ليلًا خاصّة، كما في الشكل (٣-٣٤)، وينتج ذلك عن تشوّه في تحدّب قرنية العين، يتسبّب بتكوّن أكثر من بؤرة، فلا تتكوّن بعض أجزاء الخيال بوضوح على الشبكية، وغالبًا ما يصاحب هذا المرض حالة قصر النظر.

الشكل (٣-٣٤): المشهد كما يراه المصاب بالانحراف.

### ٣-٣

## مراجعة الدرس

- ١- اشرح تركيب العين، وآلية الابصار.
- ٢- ما دور كلّ من القرنية والبؤبؤ في عملية الإبصار؟
- ٣- قارن بين حالتَي قصر النظر وطولهِ، من حيث مواقع الأجسام التي لا تُرى بوضوح، وموقع الخيال المتكوّن في كلّ حالة بالنسبة إلى الشبكية.
- ٤- ما الحالة البصرية التي يعاني منها شخص لا يستطيع القراءة من كتاب، يبعد عن عينيه مسافة (٣٠ سم)؟ وما نوع النظارة التي يحتاج إليها؟

## صناعة معدات بصرية (مجهر مركب، ومقرب كاسر)

### فكرة المشروع

يُعدُّ المجهرُ الضوئيُّ المركَّب، من أهمِّ الأدواتِ البصريةِ التي قامتْ على أكتافِها العلومُ الحياتيةُ، وقد مرَّ هذا الجهازُ بمراحلٍ تطويرٍ متعدِّدةٍ، وكذلك تبرزُ أهميةُ المقربِ الفلكيِّ في تقدِّمِ علمِ الفلكِ. تُستخدمُ في كلِّ جهازٍ منهما عدستانِ محدَّبتان، للحصولِ على خيالٍ نهائيٍّ للجسمِ.

يمكنُ تصميمُ كلِّ من الجهازين وتصنيعُهُ بأدواتٍ بسيطةٍ من البيئة، ويمكنُ الحصولُ على خيالٍ نهائيٍّ يعتمدُ وضوحُهُ وتكبيرُهُ على نوعيةِ العدساتِ المستخدمةِ والموادِّ المصنوعةِ منها. والشكل (٣-٣٥) يبيِّنُ المجهرَ المركَّب.

### الخطَّة

الشكل (٣-٣٥): المجهر.

يُقسَّمُ الطلبةُ إلى مجموعاتٍ؛ وتنفَّذُ كلُّ مجموعةٍ المشروعَ بشكلٍ منفصلٍ، بحيثُ تنفَّذُ بعضُ المجموعاتِ تصنيعَ المجهرِ، وبعضُها الآخرُ المقربَ، فتعدُّ خطَّةً تتضمَّنُ تصميمَ المشروعِ وقائمةً بالأدواتِ اللازمةِ، وطريقةَ تنفيذِ العملِ. وتُحضَّرُ الموادُّ والأدواتُ، وهي لكلِّ مجموعةٍ: عدستانِ محدَّبتانٍ إحداهما بعدُّها البوريُّ صغيرٌ والثانيةُ كبيرٌ نسبياً، وأنايبُ كرتونيةٌ مختلفةُ الأقطارِ وبأطوالٍ مناسبةٍ لكلِّ جهازٍ، وطلاءٌ أسودٌ، ومصباحٌ كهربائيٌّ صغيرٌ وشريحةٌ زجاجيةٌ (للمجهرِ)، وأدواتٌ للقطعِ والقصِّ، وموادُّ لاصقةٌ، وقطعةٌ خشبيةٌ تصلحُ قاعدةً للمجهرِ.

### الإجراءاتُ

- ١- اقطع أنايبَ الكرتونِ لتناسبَ الأبعادَ البوريةَ للعدساتِ.
- ٢- ادهنِ الأنايبَ باللونِ الأسودِ، واطرِّكها تجفُّ.

مشروع ٣

٣- ثبتت عدسة في طرف كل أنبوب، وحاول الحصول على أخيلة في المواقع المناسبة.

مناقشة النتائج

تناقش المجموعات إجابات الأسئلة الآتية:

- هل حصلت على خيال واضح في المجهر؟ ما مقدار التكبير الذي حصلت عليه؟
- هل حصلت على تقريب مناسب للأجسام البعيدة بوساطة المقراب؟ ما صفات الخيال؟
- ما التعديلات التي يمكن إجراؤها، للحصول على أخيلة أكثر وضوحاً في الجهازين؟

التقويم الذاتي

الرقم	المعيار	نعم	لا
١	تمكنت من التعبير عن فكرة المشروع بدقة ووضوح.		
٢	صغت فرضية تتعلق بطريقة عمل النموذج.		
٣	وضعت خطة مناسبة لتنفيذ التصميم.		
٤	ركبت المجهر/ المقراب، وجربته عملياً.		
٥	تواصلت مع معلمي في أثناء تنفيذ المشروع.		
٦	راعت إجراءات السلامة العامة في أثناء العمل.		
٧	رصدت معوقات العمل، وعملت على تحسينه.		
٨	تعاونت مع زملائي، واحترمت آراءهم في أثناء العمل.		
٩	استطعت الحكم على دقة النتائج التي توصلت إليها.		
١٠	أنجزت المشروع وفق الخطة الزمنية المحددة.		

## أسئلة الفصل الثالث

### الجزء الأول: أسئلة قصيرة الإجابة

١- اختر رمز الإجابة الصحيحة، لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) في الشكل (٣-٣٦)، تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي وزاوية انكساره على التوالي:

(أ) (٣٠، ٢٢) (ب) (٣٠، ٢٢)

(ج) (٣٠، ٣٠) (د) (٢٢، ٢٢)

(٢) عندما تكون سرعة الضوء في سائل شفاف تساوي

(٠، ٧١) من سرعته في الفراغ، فإن معامل انكسار

السائل يساوي:

(أ) (٠، ٧١) (ب) (١، ٤٤)

(ج) (١، ٤١) (د) (١، ٧١)

(٣) عند سقوط شعاع ضوئي على عدسة رقيقة بشكل غير مواز لمحورها الرئيس، فلا يحدث

له انكسار عندما يكون ما را في:

(أ) بؤرة العدسة (ب) مركز العدسة

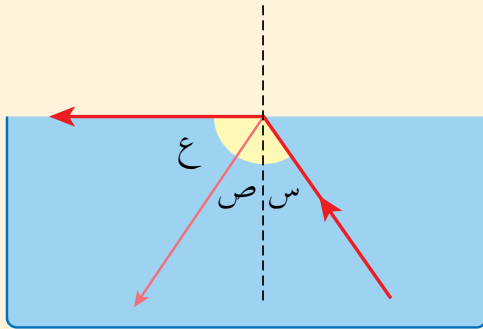
(ج) مثلي البعد البؤري (د) نقطة تنصف البعد البؤري

(٤) في الشكل (٣-٣٧)، يرمز للزاوية الحرجة

بالرموز:

(أ) س (ب) ص

(ج) ع (د) ص+ع



الشكل (٣-٣٧): السؤال الأول،

الفرع الرابع.

(٥) للعدسة المجمعة أشكال كثيرة، منها:

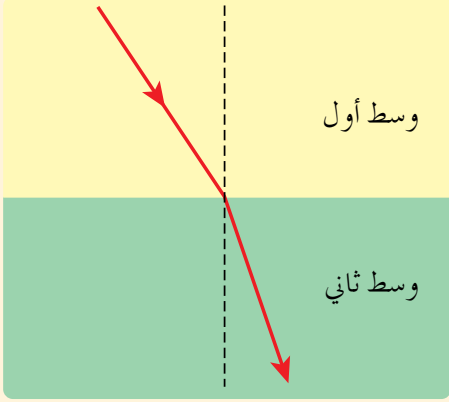
(أ) مقعرة الوجهين. (ب) مقعرة ومستوية.

(ج) محدبة ومستوية. (د) عريضة من الأطراف ودقيقة من الوسط.

(٦) عندما تسقط من جهة اليسار حزمة أشعة موازية للمحور الرئيس على عدسة مقعرة، فإنها تنكسر بحيث:

- أ ( تلتقي في البؤرة اليمنى. ب) تلتقي في البؤرة اليسرى.  
ج) تلتقي امتداداتها في البؤرة اليمنى. د ( تلتقي امتداداتها في البؤرة اليسرى.

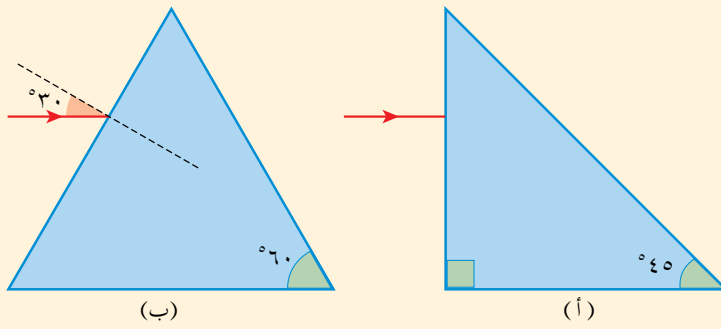
٢- سقط شعاع ضوئي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني، كما في الشكل (٣-٣٨). معتمداً على الشكل، أجب عما يأتي:



الشكل (٣-٣٨): السؤال الثاني.

- أ ( أي الوسطين ذو معامل انكسار أكبر؟  
ب) أي الوسطين تكون سرعة الضوء فيه أكبر؟  
ج) هل يمكن أن يحدث انعكاس كلي داخلي لهذا الشعاع، بزيادة زاوية السقوط؟ فسر إجابتك.

٣- صنع ليف ضوئي من مادة (السيليكا) التي معامل انكسارها (١,٤٤). فاذا سقط شعاع ضوئي من طرف الليف على جداره من الداخل بزاوية سقوط تساوي (٦٠)، فهل سيصل إلى الطرف الثاني لليف، أم سيخرج من جدار الليف إلى الهواء؟



الشكل (٣-٣٩): السؤال الرابع.

٤- إذا علمت أن الزاوية الحرجة للزجاج الذي صنعت منه القطع الآتية تساوي (٤٥°)، انقل الأشكال (٣-٣٩) إلى دفترك، ثم أكمل رسم مسار الشعاع الضوئي.

٥- تكون عدسة محدبة خيالا طوله يساوي طول الجسم نفسه. أثبت باستخدام قانون العدسات، أن البعد البؤري لهذه العدسة، يساوي نصف بُعد الجسم عنها.



٦- تبدو عيون شخص من وراء النظارات التي يرتديها، أصغر مما هي عليه من دون النظارات، فهل يعاني هذا الشخص من قصر النظر أم من طوليه؟ فسّر اجابتك.

### الجزء الثاني: أسئلة حسابية

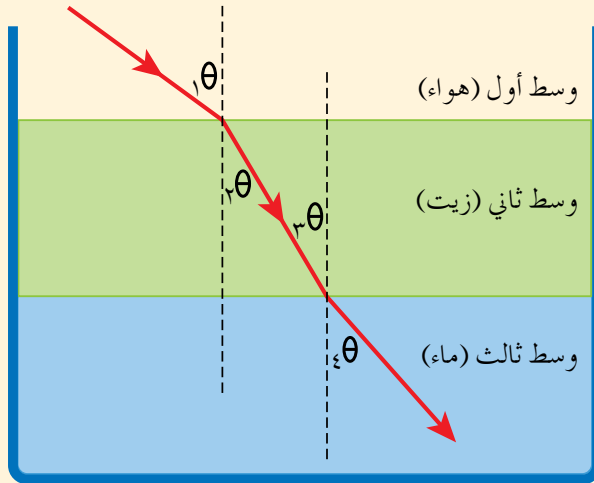
٧- إذا علمت أن الطالبة سهام، تستعمل نظارة طبية قوة عدستها ( - ٠,٤ ديوتر):

أ ( ما مقدار البعد البؤري للعدسة؟ وما الحالة البصرية المصابة بها الطالبة؟

ب) إذا كان بعد اللوح عنها (١٠ م)، ما بعد خيال اللوح الذي تراه بوضوح باستخدام النظارة؟

٨- وضع مصباح ضوئي في قاع بركة ماء عمقها (٢ م)، ما مساحة الدائرة المضيئة (التي يخرج منها الضوء) على سطح الماء. علماً بأن معامل انكسار الماء يساوي (١,٣٣)؟

٩- يستخدم سمير عدسة محدبة بعدها البؤري (١٥ سم) لقراءة كتابة على ساعته اليدوية. على أي بعد من العدسة، يجب أن يضع الساعة ليتكوّن لها خيال مكبّر مرتين؟



الشكل (٣-٤٠): السؤال العاشر.

١٠- سقط شعاع ضوئي من الهواء إلى زيت معامل انكساره (١,٤٨)، ثم إلى ماء معامل انكساره (١,٣)، كما في الشكل (٣-٤٠). إذا كانت الزاوية  $(\theta_1 = 30^\circ)$ ، احسب:

أ ( زاوية السقوط في الهواء  $(\theta_1)$ ).

ب) زاوية الانكسار في الماء  $(\theta_3)$ .

١١- توجد في مقدّمة جهاز عرض البيانات، عدسة تعرض على جدار يبعد عن العدسة (٢٨٠ سم) خيالاً حقيقياً مقلوباً. إذا علمت أن الجسم يبعد عن العدسة (١٤ سم)، جد ما يأتي:

أ ( قوة العدسة، والبعد البؤري لها.

ب) ما نوع العدسة؟

١٢- وصف طبيبُ العيونِ نظارةً طبيةً لمريضٍ قوّتها (+ ٢,٥ ديوتر)، فأصبحَ يقرأُ الكتابةَ بوضوحٍ عندما يضعُ الكتابَ على بعدٍ (٣٠ سم) من النظارة. جدّ ما يأتي:

أ) البعدُ البؤريُّ لعدساتِ النظارة، وما نوعُ هذه العدساتِ؟  
ب) بعدُ خيالِ الكتابِ وصفاته.

١٣- توجدُ في المجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ عدستانِ محدّبتان؛ الشيئية والعينية. إذا كوّنتِ الشيئيةُ خيالاً حقيقياً للشريحة، فوقَ على بُعدٍ (٦ سم) من العدسةِ العينية، التي بعدها البؤريُّ (٤,٥ سم). حدّد موقعَ الخيالِ النهائيِّ، وما صفاته؟

١٤- **تفكيرٌ ناقداً:** عثرَ خالدٌ على قطعةٍ نقودٍ قديمةٍ، فاستخدمَ عدستينِ رقيقتينِ محدبتينِ متلاصقتينِ، ووضعَهُما على بعدٍ (٥ سم) فوقَ قطعةِ النقدِ، لتكبيرِها وتعرُّفِ تاريخِها، فحصلَ على خيالٍ وهميٍّ مكبّرٍ (٦ مرّات). إذا علمتَ أنَّ البعدَ البؤريَّ لِأحدى العدستينِ (٩ سم)، وللثانيةِ (١٨ سم). أثبتْ صحّةَ العلاقةِ الرياضيةِ الآتية:

$$\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} = \frac{1}{e_{\text{كلية}}}$$

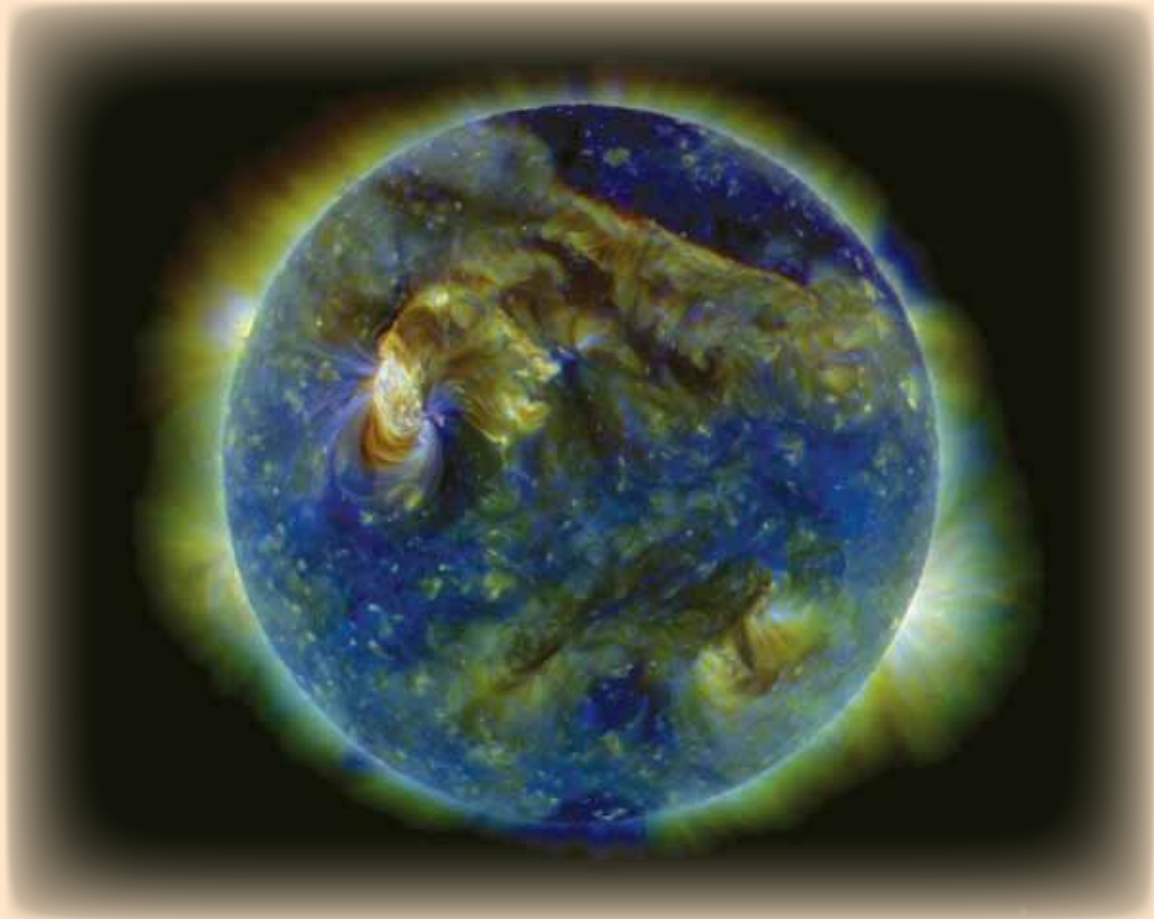
(قوةُ نظامٍ من عدستينِ، تساوي مجموعَ قوّتي العدستينِ).



## الوحدة الثالثة

# التذبذباتُ والموجاتُ

## VIBRATIONS AND WAVES



صورةٌ للشمس التقطتْ بآلة تصويرٍ حسّاسةٍ للأشعة فوق البنفسجية، إنّها تختلفُ عن الصورِ المرئية للشمس.

- تصدرُ عن الشمس، أشعةٌ تحت حمراءَ وأشعةٌ ضوئيةٌ وأشعةٌ فوق بنفسجية، فهل يعني هذا أنّ الطاقة المتولّدة في الشمس، لا تكفي لانبعاثِ الأشعة السينية والإشعاعاتِ النووية؟
- تصدرُ عن التفاعلاتِ النوويةِ الشديدة في باطنِ الشمس، أشعةٌ سينيةٌ وأشعةٌ نوويةٌ، إلّا أنّها في أثناءِ رحلة خروجها نحوَ سطحِ الشمس، تمتصُّ الموادُ المكوّنة للشمس (البلازما) نسبةً كبيرةً منها، لتبعثها مرّةً أخرى ضمنَ مركّباتِ الطيفِ الأقلِ طاقةً.

# الطيف الكهرمغناطيسي

## Electromagnetic Spectrum

١-٤ الموجات

٢-٤ الطيف الكهرمغناطيسي

٣-٤ استخدامات الطيف الكهرمغناطيسي

### الأهمية

نعيش الآن عصر الاتصالات، التي وصلت في تطورها مستوى مذهلاً، هل تصوّر أحدنا أن يكون موجوداً في وسط الصحراء، ويتحدث مع آخر في المدينة، بل ويرى كل منهما الآخر؛ إنها الموجات الكهرمغناطيسية.

يضمّ جهاز الأمن العام في الأردن عدّة إدارات، منها: إدارة السير المركزية، وإدارة الدوريات الخارجية، اللتان يقع على عاتقهما الكثير من الواجبات، منها: إعداد برامج التوعية، والتعاون مع الشركاء في العملية المرورية، وهم: وزارة الأشغال العامة، وأمانة عمان الكبرى، والبلديات، ووزارة التربية والتعليم، ومراقبة حركة المرور، والنقل داخل المدن وعلى الطرق الخارجية وتنظيمه، وضبط المخالفات.

لضبط النظام على الطرق ورصد المخالفات، رُكبت الكثير من أجهزة التصوير وأجهزة الرادار الثابتة والمتنقلة، التي ترسل موجات كهرمغناطيسية فترتد عن جسم المركبة. وتُلتقط لتحديد سرعة المركبة، ومعرفة مدى التزام سائقها بالسرعة المحددة.

**فكّر:** كيف يعمل جهاز الرادار المروري؟ وما المتغيّرات التي يقيسها للتوصّل إلى مقدار سرعة المركبة؟



## الموجات الكهرمغناطيسية وسيلة لنقل الطاقة

تنقل الموجات الميكانيكية الطاقة على صورة حركة، إذ تنتقل اهتزازات المصدر عبر الوسط الناقل على هيئة موجات. وكذلك، تنقل الموجات الكهرمغناطيسية الطاقة، فالضوء والدفء اللذان يصلان إلينا من الشمس، ما هما إلا موجات كهرمغناطيسية، إلا أن نقل الموجات الكهرمغناطيسية للطاقة، يختلف عن الموجات الميكانيكية، فهو لا يحتاج إلى وسط ناقل تهتز جزيئاته، ويحدث الاهتزاز على صورة تغير في المقدار والاتجاه للمجالين الكهربائي والمغناطيسي المتعامدين، اللذين تتركب منهما الموجات الكهرمغناطيسية، ويعتمد مقدار الطاقة المنقولة على اتساع الموجة، وعلى المعدل الزمني لهذا التغير الذي يُعرف بتردد الموجة.

**بعد دراستك هذا الفصل، يتوقع منك أن:**

- ◀ توضّح أن كلاً من الموجات الميكانيكية والموجات الكهرمغناطيسية ناقلة للطاقة.
- ◀ تذكر ميزات الموجات وخصائصها.
- ◀ تبين مكونات الطيف الكهرمغناطيسي، وتذكر بعض استخداماتها العملية.
- ◀ تبين أهمية الموجات الكهرمغناطيسية في عمل بعض الأجهزة، مثل جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي والرادار وغيرهما.
- ◀ توضّح أخطار الإفراط في التعرّض لبعض الموجات الكهرمغناطيسية، كالأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية.
- ◀ توازن بين فوائد بعض التطبيقات التكنولوجية للموجات الكهرمغناطيسية، وأخطارها.



تُعدُّ الموجات وسيلةً لنقل الطاقة من مكانٍ إلى آخر، ولا يقتصر ذلك على نوع أو شكلٍ دون الآخر، والطاقة التي تحملها الموجة تتناسب طردياً مع ترددها، ويُدعى ثابت التناسب (ثابت بلانك).

طاقة الموجة = ثابت بلانك  $\times$  التردد ..... (١-٤).

وتقسم الموجات حسب حاجتها إلى وسطٍ تنتقل فيه إلى نوعين؛ موجات ميكانيكية وموجات كهرومغناطيسية.

### Mechanical Waves

### الموجات الميكانيكية

١-١-٤

تحتاج الموجات الميكانيكية إلى وسطٍ ماديٍّ تنتقل خلاله، كي تتمكن من نقل الطاقة، ولهذا النوع من الموجات خصائص تميزها عن غيرها من الموجات. لاستقصاء هذه الخصائص، نفذ القسم الأول من النشاط التمهيدي. هل انتقلت أجزاء النابض مع الموجة، أم أن النبضة هي التي تنتقل فقط؟

ماذا تُسمى النبضة التي تهتز فيها حلقات النابض باتجاهٍ يتعامد مع اتجاه انتشارها، كما في الشكل (١-٤/أ)؟  
ماذا تُسمى الموجة التي تهتز فيها حلقات النابض باتجاهٍ يوازي اتجاه انتشارها، كما في الشكل (١-٤/ب)؟

### نتائج الدرس

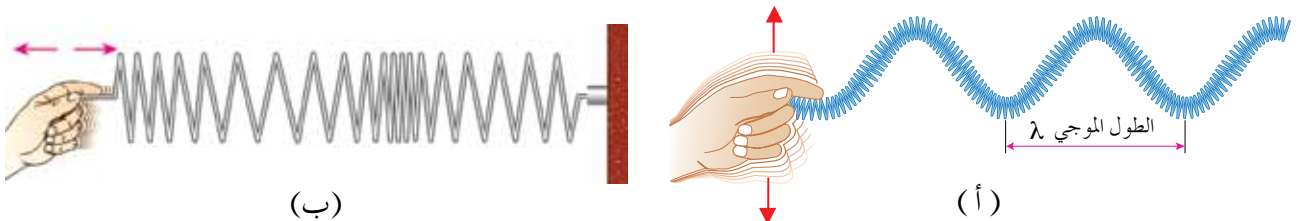
- توضَّح أنَّ الموجات بجميع أنواعها ناقلةٌ للطاقة.
- تذكرُ خصائص الموجات الكهرومغناطيسية.
- تتحقَّق عملياً من صفات الموجة.

### نشاط تمهيدي

إحضارُ نوابضٍ مختلفةٍ في صفاتها. يثبت طالبان طرفي النابض، ويرسل أحدهما نبضة بعمل اهتزازة رأسية في طرفه، ثم اهتزازة باتجاه النابض (طولية). إحضارُ راديو صغيرٍ وتشغيله، ثم تقريب هاتفٍ نقالٍ منه، ثم وضع الهاتف في حالة اتصالٍ وتقريبه من الراديو مرةً أخرى.

### فكرة مضيئة

يتكوَّن الضوء المرئي من ألوانٍ مختلفةٍ لكل لونٍ منها طولٌ موجيٌّ وترددٌ خاصٌ به، إلا إنها تسيرُ جميعها بسرعةٍ واحدةٍ تساوي في الفراغ ٣٠٠ ألف كيلومترٍ في الثانية.



الشكل (١-٤): موجات ميكانيكية.

هدف النشاط: استقصاء بعض خصائص الموجات المستعرضة والطولية.

الأدوات: نوابض مختلفة مرونتها وأطوالها.

خطوات تنفيذ النشاط

- ١- يثبت طالبان طرفي النابض، ثم يمداه مستقيماً على أرض ملساء.
  - ٢- يحرك أحد الطالبين طرف النابض أفقيًا يمينًا ويسارًا بصورة مستمرة. ويلاحظ الطلبة ما يحدث.
  - ٣- تعاد الخطوة الثانية مع تحريك النابض إلى الأمام والخلف.
  - ٤- يُستبدل نابض آخر بالنابض الأول، ثم تعاد الخطوات جميعها.
- تمثل حلقات النابض جزيئات الوسط، كيف كان اهتزازها في كل حالة؟
  - هل شعر الطالب الذي لم يحرك الطرف الثاني للنابض، بوصول الطاقة إلى يده؟
  - هل تطلب نقل الطاقة أن ينتقل النابض أو أحد الطالبين من مكانه؟

للكشف عن وجود الموجات الكهرومغناطيسية، نفذ القسم الثاني من النشاط التمهيدي.

برأيك، ما سبب التشويش الذي حدث للراديو، عند تشغيل الهاتف النقال بالقرب منه؟

هل سيحدث تشويش إذا كان الهاتف مغلقاً؟ وإن حدث، فما مصدره؟

يعد ما لاحظناه في هذا النشاط، أثراً للموجات الكهرومغناطيسية، فما المقصود بالموجات

الكهرومغناطيسية؟ وما خصائصها؟ إنَّ **الموجات الكهرومغناطيسية** موجات مستعرضة، تنتقل بسرعة

الضوء على هيئة تذبذب في المجالين الكهربائي والمغناطيسي المتعامدين؛ فهما يتذبذبان باتجاه عمودي

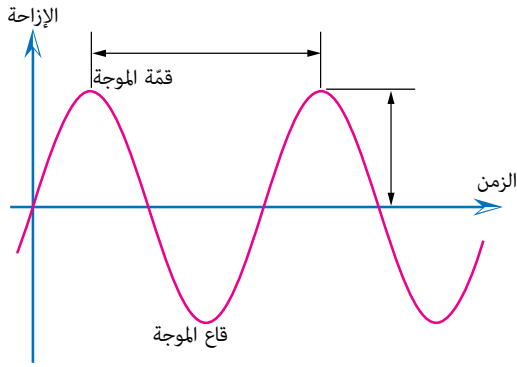
على اتجاه انتشار الموجة. وتعد موجات الضوء من أهم الأمثلة عليها، والموجات الكهرومغناطيسية

ناقلة للطاقة مثل باقي الموجات الأخرى. من ظواهر كثيرة مشابهة لما حصلنا عليه في النشاط

التمهيدي، تم التوصل إلى ميزات الموجات الكهرومغناطيسية، وإلى خصائصها التي لا تختلف

كثيراً عن الموجات الميكانيكية.

تتماز الحركة الموجية بصفات، هي: الطول الموجي والتردد والاتساع والزمن الدوري، سواءً أكانت ميكانيكية أم كهرومغناطيسية. وإذا ركّزنا النظر في إزاحة حلقة من حلقات النابض حول موضع اتزانها، نحو الأمام والخلف كما في الموجات الطولية، أو نحو اليمين واليسار كما في الموجات المستعرضة، فإنه يمكن تمثيل تلك الإزاحة بالنسبة إلى الزمن بيانياً، كما في الشكل (٤-٢)، إذ نمثل الزمن على محور السينات وإزاحة الحلقة على محور الصادات. بعد اطلاعك على الشكل، أجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل (٤-٢): الحركة الموجية.

- ماذا يُسمى الزمن بين قمتين متتاليتين؟
- ماذا تُسمى أقصى إزاحة للحلقة على محور (ص).
- أعط تعريفًا مناسبًا لكل من الزمن الدوري والتردد.
- أعط تعريفًا مناسبًا للطول الموجي.

في الحركة الموجية بصورة عامة، يتناسب الطول الموجي عكسيًا مع التردد، ويرتبطان بسرعة الموجة بالعلاقة الرياضية الآتية :

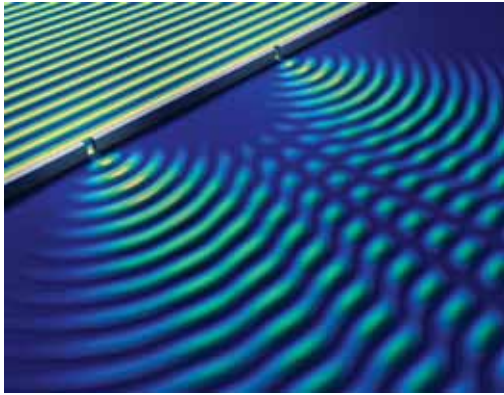
$$\text{سرعة الموجة} = \text{الطول الموجي} \times \text{التردد} \dots\dots\dots (٤-٢).$$

سبق أن تعرّفت ظاهرتي انعكاس الموجات الميكانيكية وانكسارها، كما يحدث لموجات الماء أو النابض، وفي أثناء دراستك وحدة الضوء، لاحظت أن الضوء ينعكس وينكسر، وحيث إنَّ الضوء أحد أنواع الموجات الكهرومغناطيسية، فإنه يمكننا التنبؤ أنَّ الموجات الكهرومغناطيسية جميعها تنعكس وتنكسر، مع اختلاف في طبيعة السطوح والأوساط، بما يتناسب مع الطول الموجي لكل نوع من تلك الموجات. ومن خصائص الموجات الكهرومغناطيسية، ما يأتي:

- ١- تنعكس الموجات الكهرومغناطيسية عند سقوطها على سطح مناسب.
- ٢- تنكسر عند نفاذها من وسطٍ شفافٍ إلى آخر.
- ٣- تنتقل في الفراغ بسرعة (٣٠٠.٠٠٠ كم/ث)، بينما تحتاج الموجات الميكانيكية إلى وسطٍ مادي.

## ظاهرةُ تداخلِ الموجاتِ

بالإضافة إلى ظاهرتي انعكاسِ الموجاتِ وانكسارِها، توجدُ ظاهرتانِ تتعلّقانِ بالحركةِ الموجيةِ، هما التداخلُ والحيودُ، ستتعرفُهما في السنةِ القادمةِ، إذ تحدثُ ظاهرةُ التداخلِ، عندما تلتقي في نقطةٍ واحدةٍ موجتانِ قادمتانِ من مصدرينِ مختلفينِ لهما الترددُ نفسه، فتؤثّرُ كلٌّ منهما في الأخرى، وتنتجُ موجةً مركّبةً تختلفُ في اتساعِ اهتزازِها عن الموجتينِ السابقتينِ. يبيّنُ الشكلُ



الشكل (٣-٤): تداخلُ موجاتِ سطحِ الماءِ.

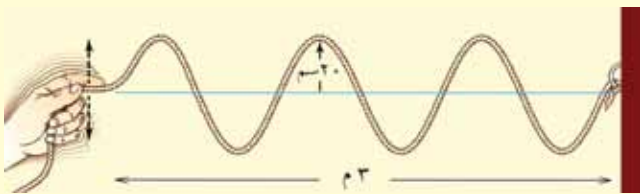
(٣-٤)، نمطُ تداخلٍ بينَ موجاتِ الماءِ القادمةِ منَ مصدرينِ متماثلينِ، إذ يظهرُ نمطٌ جديدٌ ناتجٌ عن مضاعفةِ القممِ والقيعانِ، أو اختفائها، ويساعدُ استخدامُ الأضواءِ الملوّنةِ على توضيحِ ذلك.

يعدُّ التداخلُ دليلاً على أنّ الضوءَ يوصفُ باستخدامِ نموذجِ موجيٍّ، أي أنّ الضوءَ وغيره منَ مركّباتِ الطيفِ الكهرمغناطيسي جميعها موجاتٌ، في حين لا تُعدُّ ظاهرتا الانعكاسِ والانكسارِ دليلاً على ذلك؛ لأنّهما تحدثانِ للموجاتِ والجسيماتِ.

١-٤

## مراجعةُ الدرسِ

- ١- قارنْ بينَ الموجاتِ الميكانيكيةِ الطوليةِ، والموجاتِ الميكانيكيةِ المستعرضةِ.
- ٢- ارسمْ شكلاً توضيحياً للموجةِ، مبيّناً عليه الطولَ الموجيَّ والاتساعَ.
- ٣- ممّ تتركّبُ الموجةُ الكهرمغناطيسيّةُ؟ وما العلاقةُ بينَ اهتزازِ مركّباتِها واتجاهِ انتشارِ الموجةِ؟
- ٤- **تفكيرٌ ناقدٌ:** ادرسِ الشكلَ (٤-٤) جيّداً، ثمّ أجبْ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



الشكل (٤-٤): السؤال الرابع.

- أ) ما مقدارُ الطولِ الموجيِّ؟ وما مقدارُ اتساعِ الموجةِ؟
- ب) ماذا يُسمّى عددُ الاهتزازاتِ التي تتحرّكُها اليدُ في الثانيةِ الواحدةِ؟

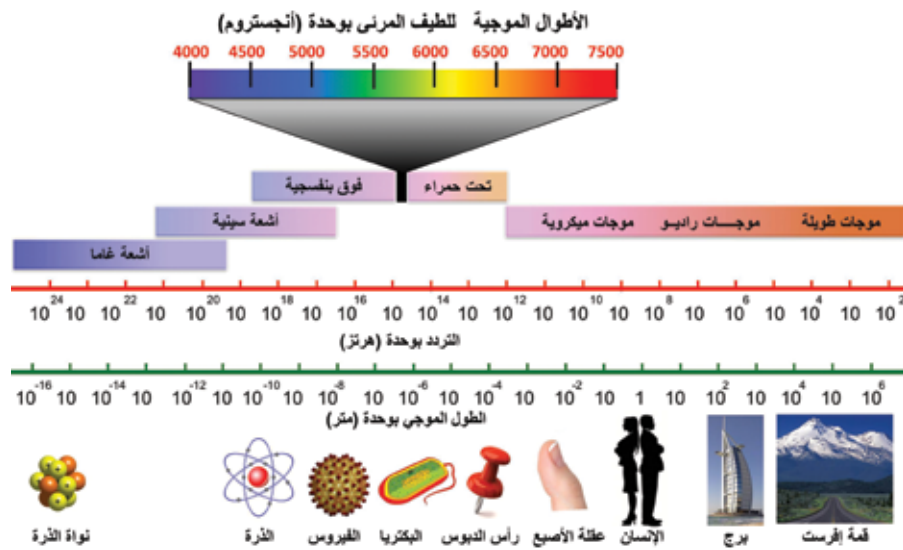
تعرّفنا الموجات الكهرمغناطيسية بصورها المختلفة، إنّ المدى الواسع للترددات الممكنة لجميعها لتلك الموجات، يُعرف **بالطيف الكهرمغناطيسي** وبصورة عامّة، تمتلك مركّبات الطيف الكهرمغناطيسي جميعها صفات الموجات الكهرمغناطيسية.

## نتائج الدرس

- تبين مكونات الطيف الكهرمغناطيسي.
- تذكر استخدامات عملية للطيف الكهرمغناطيسي.

## ٤-٢-١ مكونات الطيف الكهرمغناطيسي

عرفت أنّ الضوء أحد مكونات الطيف الكهرمغناطيسي، فما المكونات الأخرى؟ تأمل الشكل (٤-٦)؛ لتعرف مكونات الطيف الكهرمغناطيسي وتطبيقاتها المختلفة.



الشكل (٤-٦): مكونات الطيف الكهرمغناطيسي.

يتكوّن الطيف الكهرمغناطيسي من مجموعة واسعة من الموجات، التي تشترك في الكثير من الصفات والخصائص، إلا أنّها

## نشاط تمهيدي

إحضار صورة طبية بالأشعة السينية، الشكل (٤-٥). وأخرى طبقية، ومناقشة تجارب الطلبة وخبراتهم حول كل منهما.



الشكل (٤-٥): صورة لعظام الركبة بالأشعة السينية.

## فكرة مضيئة

نتعرّض بصورة يومية إلى إشعاعات طبيعية يعيش الإنسان معها ولا تؤذيّه، وعندما يخضع أحدنا لفحص طبي بالأشعة السينية؛ فإنّ ما يتعرّض له من إشعاع، يكون ضمن المعدل المقبول.

تتميز باختلاف أطوالها الموجية وتردداتها، والطاقة التي تحملها. بالرجوع إلى الشكل (٤-٦)،  
أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما مكونات الطيف التي يتراوح طولها الموجي بين ارتفاع قمة أفرست (٨٨٠٠ م)، وعقلة الأصبع (٢ سم)؟
- ما مكونات الطيف التي يتراوح طولها الموجي بين البكتيريا (١٠<sup>-٦</sup> م)، ورأس الدبوس (١٠<sup>-٤</sup> م)؟
- ضمن أي نوع من الموجات، يقع التردد (١٠ × ١٠<sup>٨</sup>) هرتز؟
- أيهما أكبر: الطول الموجي للضوء الأحمر أم الأخضر؟
- أعط تردد ينقعان ضمن موجات الأشعة السينية.

#### ٢-٢-٤ خصائص مكونات الطيف الكهرمغناطيسي واستخداماتها

توجد علاقة عكسية بين طول الموجة وترددها، نتوصل إليها من العلاقة (٤-٢)، وهي:

$$\frac{\text{ثابت}}{\text{التردد}} = \text{الطول الموجي}$$

كما أن الطاقة التي تحملها الموجة، تزداد بزيادة ترددها، حسب العلاقة (٤-١)، وهي:

$$\text{الطاقة} = \text{ثابت بلانك} \times \text{التردد}$$

وتصنف مكونات الطيف حسب الطاقة التي تحملها إلى ثلاثة أجزاء رئيسية، هي:

#### ١- موجات عالية الطاقة

تضم أشعة غاما أقصر مكونات الطيف طولاً موجياً وأعلى تردداً وطاقةً؛ لذا، يكون لها قدرة كبيرة على اختراق المواد وإحداث أضرار فيها. وعلى الرغم من ذلك، فهي تُستخدم في بعض المجالات الطبية. بعد ذلك تأتي الأشعة السينية، ولها طاقة أقل من غاما، وقدرتها على الاختراق أقل منها، وهي تُستخدم في تصوير أجزاء الجسم الداخلية كالعظام، أما الأشعة فوق البنفسجية فلا تخترق سوى طبقات الجلد الخارجية وتحدث أضراراً فيه.



## ٢- موجات الضوء المرئي

تتكوّن من ألوان الضوء المرئي السبعة، أعلاها طاقة الضوء البنفسجي، وأدناها طاقة الضوء الأحمر، وتتم عملية الإبصار عند الإنسان وكثير من المخلوقات الأخرى في هذا الجزء من الطيف.



### التكامل مع الطب

#### الجرعة الإشعاعية

يتعرّض المريض عند تصويره بالأشعة السينية إلى جرعة إشعاعية، تختلف حسب نوع التصوير والعضو المراد تصويره، وتكون أكبر الجرعات عند تصوير البطن بجهاز التصوير الطبقي، وعند مقارنة ذلك بالجرعة الإشعاعية الطبيعية، نجد أنّ هذه الصورة تعادل ما نتعرّض له في سنتين للأشعة الطبيعية. ويشكّل التعرّض للأشعة السينية وغيرها من الموجات العالية الطاقة مدّة طويلة أو لمّرات متكرّرة، خطورة على الجسم، وخصوصاً عند المرأة الحامل والأطفال.

## ٣- موجات منخفضة الطاقة

كالأشعة تحت الحمراء التي تحمل الطاقة الحرارية وتنقلها عبر الإشعاع، ولها استخدامات تكنولوجية كأجهزة التحكم عن بعد (Remote Control)، وفي المناظير الليلية التي تُمكن من الرؤية في الظلام مثل بعض المخلوقات الحية؛ بكشف الأجسام حسب الطاقة الحرارية الصادرة عنها. والموجات الميكروية (Microwave)، التي تُستخدم في أجهزة الهاتف النقال وفي الرادار وأفران الميكرويف، ثم موجات الراديو المستخدمة في البث الإذاعي والتلفزيوني، وأقلها طاقة موجات اللاسلكي الطويلة، التي تستعمل في الملاحة.

### فكر



تُستخدم الأشعة السينية لتصوير العظام في جسم الإنسان. وضح لماذا لا يمكن استخدام أشعة غاما أو الأشعة فوق البنفسجية لهذا الغرض؟

### الإشعاعات المؤينة

يعرف انبعاث الطاقة من الأجسام بالإشعاع. ومكوّنات الطيف الكهرمغناطيسيّ جميعها تُسمّى إشعاعات، ويختلف الإشعاع عن غيره في مقدار الطاقة التي يحملها، وعندما يسقط الإشعاع على ذرّة عنصرٍ وهو يحمل مقدارًا من الطاقة يكفي لانتزاع إلكترونٍ منها، يُقال إنّ الإشعاع أحدث عملية تأيينٍ للذرّة؛ أيّ حوّلها من ذرّة متعادلةٍ إلى أيونٍ موجبٍ، وعندها يُسمّى إشعاعًا مؤيّنًا. وموجات الطيف الكهرمغناطيسيّ ليست جميعها لديها المقدرة على تأيين الذرات، إذ تُعدّ الأشعّة السينيّة الصادرة عن الذرات، وأشعّة غاما المنبعثة من أنوية الذرات إشعاعات مؤيّنّة. وما يحدث لجسم الإنسان من أضرارٍ عند تعرّضه للإشعاعات المؤيّنّة، يكون بسبب تأيين الذرات في أنسجة الجسم، ثمّ التلف في تلك الأنسجة، وإذا أحدث الإشعاع تغييرًا في المادّة الوراثية (جزيء DNA) فإنّها قد تؤدّي إلى طفراتٍ أو إنتاج خلايا سرطانية.

- ١- اذكر مكوّنات الطيف الكهرمغناطيسيّ، مرتبةً تصاعديًا حسب طاقتها.
- ٢- قارن بين الأشعّة فوق البنفسجية والأشعّة الميكروية، من حيث: الطاقة والتردد والطول الموجي.
- ٣- ما مكوّنات الطيف المستخدمة في كلّ من: تصوير العظام، والبثّ التلفزيونيّ، والهاتف النقال؟
- ٤- وضح سبب تسمية الأشعّة فوق البنفسجية والأشعّة تحت الحمراء بهذين الاسمين؟
- ٥- **تفكير ناقّد:** فسّر لماذا يعتمد قائد الطائرة على الرادار في تجنّب العواصف الجوية، ولا يعتمد على الرؤية، علمًا بأنّ موجات الضوء المرئيّ أعلى ترددًا وأعلى طاقةً من موجات الرادار.

تميّز عصرنا هذا بثورة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، ولولا الموجات الكهرمغناطيسية لما حدث ذلك، لقد أصبحت المعلومة تُنقل عبر الموجة الكهرمغناطيسية إلى كل بقاع الأرض في جزء من الثانية، ما علاقة الموجات بالاتصالات؟ هل اقتصر التطور التكنولوجي وتسخير الموجات في مجال الاتصالات فقط؟

لتعرف بعض التطبيقات التكنولوجية للموجات الكهرمغناطيسية، التي أصبحت من أساسيات الحياة اليومية، تأمل الشكل (٤-٨)، الذي يبين بعض مجالات استخدامات الطيف الكهرمغناطيسي، ثم ناقش زملاءك في إجابات الأسئلة التي تليه:



الشكل (٤-٨): استخدامات الطيف الكهرمغناطيسي.

- ما مصدر موجات الطيف الأعلى طاقة على الإطلاق؟
- أي الموجات تصدر عن الشمس وتصل إلى الأرض؟
- ضمن أي موجات الطيف، تقع الموجات التي يصدرها الهاتف النقال؟

### نتائج الدرس

- تبين أهمية موجات الطيف في عمل بعض الأجهزة.
- توضّح خطر الإفراط في التعرّض لبعض الموجات الكهرمغناطيسية.
- توازن بين حسنات استخدام بعض التطبيقات ومساوئها.

### نشاط تمهيدّي

لا يكاد يخلو بيت من البيوت من طبق لاقط مثبت على السطح، كالذي في الشكل (٤-٧). ما وظيفته؟ وما نوع الأشعة التي يلتقطها؟



الشكل (٤-٧): طبق لاقط.

### فكرة مضيئة

يمكن للرادار قياس سرعة هدف متحرك؛ بإرسال موجات راديو تسقط على الهدف وتنعكس، وبما أن الهدف متحرك، فإن تردد الموجات المرتدة يختلف عن تردد المرسل، ومن هذا الاختلاف تحسب سرعة الهدف.

• أيُّها أقلُّ خطورةً من حيث الطاقة التي يمكن أن تتعرَّضَ لها؛ الحديثُ بالهاتفِ الثابتِ، أم الهاتفِ النقالِ؟ فسِّرْ إجابتَكَ.

• ما الفرقُ بين موجاتِ المذياعِ وموجاتِ التلفازِ؟

• لماذا لا يُسمحُ للمرأةِ الحاملِ بدخولِ غرفِ التصويرِ بالأشعةِ السينيةِ؟

بعدَ مناقشةِ إجاباتِ الأسئلةِ السابقةِ، يتَّضحُ أنَّ تطبيقاتِ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ، ومجالاتِ استخداماتها في الحياةِ كثيرةٌ جدًّا ومن أهمِّ هذه المجالاتِ، ما يأتي:

## ١- الاتصالاتُ

تستخدمُ تردداتٌ كثيرةٌ في مجالِ الاتصالاتِ، سواء أكانَ التواصلُ باتجاهٍ واحدٍ كما في المذياعِ والتلفازِ وأجهزةِ التحكمِ، أو في اتجاهينِ كما في الهواتفِ المتنقلةِ. وتختلفُ الموجةُ المستخدمةُ في تردِّدها وطاقتها من جهازٍ إلى آخرٍ، فترددُ موجاتِ المذياعِ يقعُ ضمنَ ترددِ (KHz)، وتقعُ موجاتُ التلفازِ ضمنَ ترددِ (MHz)، وتقعُ موجاتُ الهاتفِ النقالِ وجهازِ الرادارِ وجهازِ الإنترنتِ اللاسلكيِّ (الواي فاي) ضمنَ ترددِ (GHz).

## ٢- الاستشعارُ عن بعدٍ

وهو جمعُ معلوماتٍ عن جسمٍ أو ظاهرةٍ ما عن بعدٍ، من دونِ أيِّ اتصالٍ طبيعيٍّ أو تلامسٍ مباشرٍ، وتُستخدمُ لذلكِ الطائرةُ أو القمرُ الصناعيُّ، وتجمعُ هذه البياناتِ اعتمادًا على الموجاتِ الكهرمغناطيسيةِ المنبعثةِ من الجسمِ، بالإشعاعِ أو الانعكاسِ. ومن أكثرِ الموجاتِ استخدامًا الأشعةُ تحتَ الحمراءِ، إذ تلتقطُ آلةُ تصويرٍ خاصةٌ في الطائرةِ موجاتِ الأشعةِ تحتَ الحمراءِ التي تنبعثُ عن أجسامٍ على سطحِ الأرضِ، وقد يكونُ مصدرُ هذه الموجاتِ، جهازُ إرسالٍ خاصٌ في الطائرةِ، أو إشعاعٌ حراريٌّ من الجسمِ نفسه. ويُستخدمُ الاستشعارُ عن بُعدٍ في عدَّةِ مجالاتٍ، مثلِ دراسةِ سطحِ الأرضِ، ورسمِ الخرائطِ، والغاباتِ والزراعةِ، والكشفِ عن مصادرِ المياهِ، وتخطيطِ المدنِ، وأغراضٍ عسكريةٍ.

### ٣- التصوير بالأشعة السينية

تُستخدم في المستشفيات والمراكز الطبية، أجهزة تصوير تعمل على إرسال نبضة من الأشعة السينية (X-Ray) نحو العضو المراد تصويره، فتخترق الجسم بدرجات متفاوتة حسب كثافة أنسجة الجسم وقدرتها على امتصاص الأشعة؛ فامتصاص الأشعة السينية في النسيج العظمي يكون أكبر منه في الأنسجة المجاورة، فتظهر العظام في الصورة شفافة باهتة، فإن وُجد كسر في العظم، فإنه يظهر على شكل منطقة أكثر إعتامًا في الصورة، التي تكون على فلم فوتوغرافي حساس، أو شريحة رقمية حساسة، تُشاهد بواسطة الحاسوب، انظر الشكل (٩-٤) الذي يبين إبرة إزالة العصب السني لمريض.



كما توجد أجهزة تصوير متطورة تعمل بالأشعة السينية تُعرف بأجهزة التصوير الطبقي (CT Scan)، وهي أكثر دقة من غيرها، وتلتقط صورًا للأعضاء الداخلية على شكل طبقات متتالية.

الشكل (٩-٤): صورة بالأشعة السينية.

### ٤- استكشاف الكون

تصدر الطاقة عن النجوم، وتنتشر في الفضاء على صورة موجات كهرومغناطيسية، فتصل الأرض، ويتم التقاطها؛ فتلتقط بعض المراصد الفلكية الضوء المرئي، كما تلتقط المراصد الراديوية موجات الراديو الطويلة، وتوجد أجهزة لالتقاط الأشعة السينية وأشعة غاما المنبعثة عن النجوم، وتساعد أجهزة الحاسوب على تكوين صورة نهائية للنجم.

#### فكر



تنتشر في الأردن أبراج خاصة بشركات الاتصالات، حيث لا تزيد المسافة بين برجين متجاورين على عشرة كيلومترات، ما وظيفة هذه الأبراج؟ ولماذا لا يمكن زيادة المسافات بينها؟

## أهمية الغلاف الجويّ

لقد وهبنا الله - سبحانه وتعالى - بيئة مناسبة للعيش على سطح الأرض، ووفر لنا سبل الحماية من الأخطار جميعها. منها ما يأتي من الفضاء الخارجي، فالغلاف الجويّ يوفر لنا الضغط والغازات الضرورية للحياة، كما يحمينا من الإشعاعات المختلفة. لاحظ الشكل (٤-١٠)، الذي يوضح موجات الطيف الكهرمغناطيسيّ التي يسمح لها الغلاف الجويّ بالوصول إلى سطح الأرض، والمكونات الأخرى الخطرة التي يمتصّها ويمنع وصولها إلينا، لاحظ أنّ معظم أشعة غاما والأشعة السينية لا تصل الأرض، أمّا الأشعة فوق البنفسجية فيصل منها جزء قليل، والضوء المرئي يصلنا بنسبة كبيرة.

أمّا الموجات الطويلة التي لا تحمل طاقة عالية، وليست لها القدرة على تأيين الذرات، وخطورتها على المخلوقات الحية قليلة جدًا؛ فإنّه يصل منها نسبة كبيرة إلى سطح الأرض.



الشكل (٤-١٠): مكونات الطيف الكهرمغناطيسيّ في الغلاف الجويّ.



١- صنف الأجهزة الآتية: الهاتف النقال، والإذاعة المسموعة، والبث التلفزيوني، وجهاز الإنترنت اللاسلكي (واي فاي) تصاعدياً، حسب تردد الموجات التي تصدرها ضمن (كيلو هرتز)، و (ميغا هرتز)، و (غيغا هرتز).

٢- وضح المقصود بالاستشعار عن بعد.

٣- فسّر أهمية خصائص الأشعة السينية، التي تجعلها مناسبة لتصوير العظام.

٤- كيف يمكن لرجل السير معرفة سرعة سيارة من دون النظر إلى عداد السرعة فيها؟

٥- تستخدم الأجهزة الأمنية في المطارات أجهزة تمكنهم من رؤية محتويات حقيبة المسافر من دون الحاجة إلى فتحها، يبين الشكل (٤-١١) صورة حقيقية، وضح الطريقة المستخدمة في التصوير، وما نوع الموجات المستخدمة؟



الشكل (٤-١١): صورة حقيقية ومحتوياتها.

مشروع ٤

## كشف أوراق النقد المزيفة

### فكرة المشروع



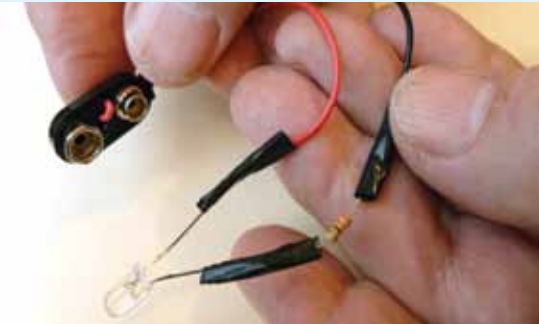
الشكل (٤-١٢): جهاز كشف أوراق النقد المزيفة.

تُستخدم في البنوك وفي المحلات التجارية أجهزة خاصة لكشف أوراق النقد المزيفة، كالمبين في الشكل (٤-١٢)، إذ يحتوي الجهاز على مصباح خاص، وعند تعريض ورقة النقد لضوء المصباح، تظهر فيها بعض العلامات السريّة إن كانت الورقة حقيقية، أمّا أوراق النقد المزيفة فلا تظهر فيها مثل تلك العلامات. كيف يعمل هذا الجهاز؟ وما نوع الضوء الذي يصدر عن مصباحه؟

من مركبات الطيف الكهرمغناطيسي الموجات فوق البنفسجية (UV)، وهي موجات لا تراها العين؛ لذا، تُعرف بالضوء الأسود، وعند تعريض أوراق النقد للضوء فوق البنفسجي، تتوهج بعض أجزاء الورقة فيصدر عنها ضوء مرئي تراه العين، وهذه العلامات تفتقر إليها الأوراق النقدية المزيفة.

### الخطّة

يُقسم الطلبة إلى مجموعات، وتنفّذ كل مجموعة المشروع بشكل منفصل، فتعدّ خطة تتضمن تصميم المشروع، وقائمة بالأدوات اللازمة، وطريقة تنفيذ العمل. وتُحضّر المواد والأدوات، وهي: مصباح ثنائي باعث للضوء (LED) من النوع (UV)، خاص بالأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة كهربائية مقدارها (٣٣٠) أوم، وبطارية (٦) فولت، وأسلاك توصيل، وشريط لاصق.



الشكل (٤-١٣ ب): الدارة الكهربائية للجهاز.



الشكل (٤-١٣ أ): الأدوات اللازمة.

مشروع ٤

الإجراءات

- ١- استعن بالشكل (٤-١٣) لترتيب الدارة الكهربائية.
- ٢- صل المقاومة والمصباح مع مقبس البطارية على التوالي، ثم ضع البطارية في مقبسها.
- ٣- ضع أوراقاً نقدية من فئات مختلفة، ثم لاحظ العلامات السرية فيها.



مناقشة النتائج

- تناقش المجموعات إجابات الأسئلة الآتية:
- ما نوع الأشعة الصادرة من المصباح؟ وهل هي مرئية أم لا؟
- هل حصلت المجموعة على نتيجة مماثلة للشكل (٤-١٤)؟
- ما التعديلات التي يمكن إجراؤها؛ للحصول على جهاز أفضل؟

التقويم الذاتي

الرقم	المعيار	نعم	لا
١	تمكنت من التعبير عن فكرة المشروع بدقة ووضوح.		
٢	صغت فرضية تتعلق بطريقة عمل النموذج.		
٣	وضعت خطة مناسبة لتنفيذ التصميم.		
٤	ركنت الدارة الكهربائية وجربتها عملياً.		
٥	تواصلت مع معلّمي في أثناء تنفيذ المشروع.		
٦	راعت إجراءات السلامة العامة في أثناء العمل.		
٧	رصدت معوقات العمل، وعملت على تحسينه.		
٨	تعاونت مع زملائي، واحترمت آراءهم في أثناء العمل.		
٩	استطعت الحكم على دقة النتائج التي توصلت إليها.		
١٠	أنجزت المشروع وفق الخطة الزمنية المحددة.		

## أسئلة الفصل الرابع

### الجزء الأول: أسئلة قصيرة الإجابة

١- اختر رمز الإجابة الصحيحة، لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(١) ما ينتقل في الحركة الموجية، هو:

أ ( المادة ).

ب ( الدقائق ).

ج ( الوسط ).

د ( الطاقة ).

(٢) ( اتساع الموجة ) مفهوم يقصد به واحدة مما يأتي:

أ ( أكبر إزاحة لدقائق الوسط ).

ب ( إزاحة دقائق الوسط ).

ج ( المسافة بين قمة الموجة وقاعها ).

د ( المسافة بين قمتين متتاليتين ).

(٣) من مميزات الموجات الكهرمغناطيسية، أنها:

أ ( تحتاج إلى وسط مادي كي تنتقل ).

ب ( تنتقل في الفراغ فقط ).

ج ( تنتقل في الأوساط الشفافة فقط ).

د ( تنتقل في الفراغ، وفي الأوساط الشفافة ).

(٤) أي الموجات الآتية، هي الأعلى طاقة؟

أ ( الأشعة السينية ).

ب ( الضوء الأزرق ).

ج ( الأشعة تحت الحمراء ).

د ( الضوء البنفسجي ).

(٥) الطول الموجي للأشعة السينية، من رتبة أبعاد أحد الأجسام الآتية:

أ ( قطر الذرة ).

ب ( طول البكتيريا ).

ج ( رأس الدبوس ).

د ( طول جسم الإنسان ).

(٦) تزداد الطاقة المنقولة بالحركة الموجية؛ بازدياد أحد العوامل الآتية:

أ ( الطول الموجي ).

ب ( التردد ).

ج ( الزمن الدوري ).

د ( السرعة ).

(٧) أي الموجات الآتية، يمكنها اختراق طبقات الجلد الخارجية فقط:

أ ( الضوء المرئي ).

ب ( تحت الحمراء ).

ج ( السينية ).

د ( فوق البنفسجية ).

٢- اذكر استخدامًا واحدًا لكل من الموجات الآتية:

أ ( موجات الأشعة تحت الحمراء.

ب) موجات الأشعة السينية.

ج) موجات الضوء المرئي.

٣- فسّر سبب ظهور العظام باللون الأبيض، على اللوح الفوتوغرافي في التصوير بالأشعة السينية، بينما تظهر المناطق التي ليست فيها عظامًا باللون الأسود.

٤- أي الموجات يمكنها الانتقال في الفراغ، الميكانيكية أم الكهرمغناطيسية؟ فسّر إجابتك.

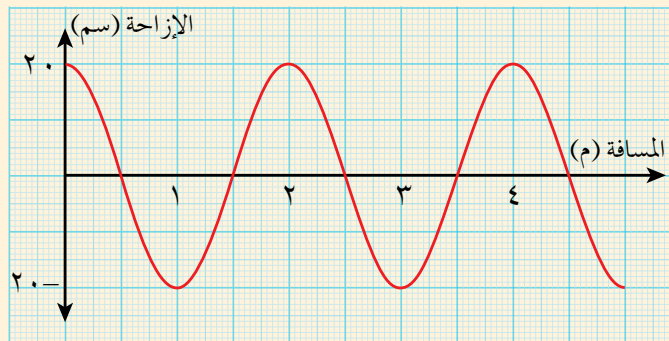
### الجزء الثاني: أسئلة حسابية

٥- يوضح الشكل (٤-١٥)، العلاقة البيانية بين المسافة التي تتحركها الموجة، والإزاحة الرأسية لدقائق الوسط. معتمدًا على الشكل؛ جد ما يأتي:

أ ( الطول الموجي.

ب) اتساع الموجة.

ج) إزاحة دقائق الوسط عن موضع الاتزان على بعد (١,٧٥ م) من المصدر.



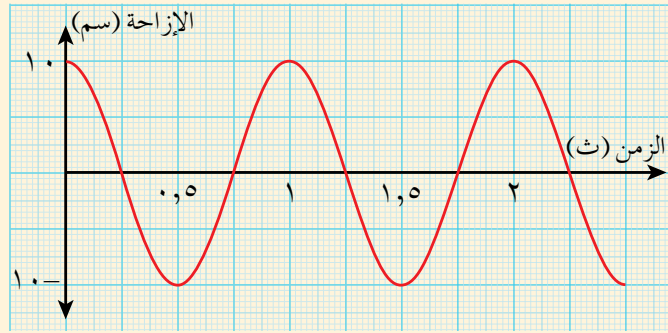
الشكل (٤-١٥): السؤال الخامس.

٦- يوضح الشكل (٤-١٦)، العلاقة البيانية بين الزمن والإزاحة الرأسية لدقائق الوسط في الحركة الموجبة. معتمداً على الشكل جد ما يأتي:

أ) الزمن الدوري.

ب) التردد.

ج) إزاحة دقائق الوسط عن مركز اتزانها بعد (٥، ١ ث)، (٢ ث) من بداية انتشار الموجة.



الشكل (٤-١٦): السؤال السادس.

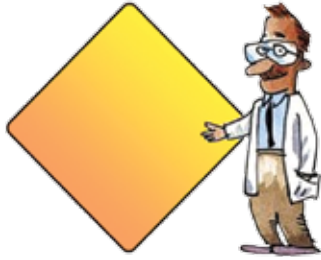
٧- **تفكير ناقد:** العلاقة الطردية بين الطاقة التي تحملها الموجة وترددها، هي: (ط = ثابت  $\times$  ت)، والعلاقة بين التردد والطول الموجي علاقة عكسية. استنتج علاقة بين الطاقة والطول الموجي.



## قواعد السلامة العامة في مختبر الفيزياء

يجب على كل طالب، قراءة القواعد الآتية بدقة، واتباعها، من أجل سلامته وسلامة الجميع.

١ - لا يسمح لك بدخول المختبر من دون مرافقة المعلم، أو قيم المختبر، ولا تبقى وحدك بعد مغادرة الطلبة.



٢ - لا تبدأ العمل، ولا تلمس أي أداة إلا بإذن المعلم، بعد الاطلاع على التعليمات.

٣ - لا تنفذ أي نشاط أو تجربة؛ إلا بإذن المعلم.

٤ - لا يسمح بالأكل والشرب داخل المختبر.



٥ - لا تدخل المختبر، وأنت تضع عدسات لاصقة.

٦ - ارتد نظارة أو قفازين واقين في أثناء تنفيذ بعض التجارب.

٧ - كن حذرًا، وأخبر المعلم عن أي حادث أو إصابة فور وقوعها.

٨ - اترك طاولة العمل نظيفة كما وجدتتها.



٩ - لا تضع حقيبتك وأغراضك الشخصية فوق طاولة العمل، أو في الممرات.

١٠ - أبعد الأجهزة والأدوات عن حواف الطاولة في أثناء العمل.

١١ - لا تلمس أي دائرة موصولة بالكهرباء، أو أسلاكها معرّة.

١٢ - لا تصل أي دائرة كهربائية أو جهاز بالمقبس، إلا بإشراف المعلم.



١٣ - تعرّف مكان وجود طفايات الحريق وأجهزة السلامة الأخرى في المختبر.

١٤ - لا يُسمح للطلاب الذي لا يرتدي الملابس المناسبة والحذاء المناسب بدخول المختبر.

١٥ - لا تقترب من الأماكن الضيقة أو المغلقة.

١٦ - اطلع على التعليمات الخاصة بالمختبر المعلقة داخله، واتبع تعليمات المعلم المتعلقة بالتجربة.

١٧ - لا تتردد في طلب أي معلومات أو مساعدة من المعلم، أو قيم المختبر عند الحاجة.

١٨ - مخالفتك لأي من هذه التعليمات، قد تعرضك أنت وزملاءك للخطر.

## الرموز الخاصة بالعمل المخبري

أبخرة: وجوب العمل في مكان جيد التهوية، وعدم استنشاق أي أبخرة ناتجة عن التجارب.		نظارات واقية: حماية العينين عند تنفيذ التجارب الكيميائية، والتعامل مع الزجاجيات واللهب.	
مواد سامة: الحذر من ملامسة أي مادة كيميائية سامة للجسم، أو استنشاق أبخرتها.		مريول المختبر: حماية الجسم والملابس من الضرر عند التعامل مع المواد والأجهزة.	
أجسام حادة: الحذر عند استخدام المقص والسكين والدبوس وغيرها من الأجسام الحادة، وعدم توجيهها نحو الجسم.		قفازات حرارية: حماية اليدين عند حمل الأجسام الساخنة، واستخدام الأفران ومصادر الحرارة.	
الحيوان: عدم التعرض للأذى، وعدم إيذاء الحيوان عند التعامل معه في المختبر.		قفازات بلاستيكية: حماية اليدين عند التعامل مع المواد الكيميائية الخطرة.	
النبات: عدم حمل النباتات بطريقة غير صحيحة، وتجنب لمس النباتات السامة.		ملقط التسخين: التقاط الأجسام الساخنة، وتجنب لمسها باليد.	
نشاط بدني: الحذر والانتباه في أثناء الحركة ونقل الأشياء في المختبر.		مصادر اللهب: الحذر من اقتراب الجسم والملابس والشعر من مصادر اللهب عند استخدامها.	
النفايات: التخلص من بقايا المواد الكيميائية وغيرها من مواد التجربة بطريقة صحيحة.		مواد سريعة الاشتعال: الحذر الشديد من تقريب هذه المواد، من مصادر الحرارة.	
غسل اليدين: غسل اليدين جيدًا بعد الانتهاء من العمل المخبري.		مواد كيميائية تسبب تآكل الجلد: تجنب ملامسة الحموض والمواد المهيجة الأخرى لليدين والجسم والملابس.	
صدمة كهربائية: عدم استخدام المعدات الكهربائية بوجود الماء أو الرطوبة، وضرورة فصل كل دائرة كهربائية لا يلزم استخدامها، وتجنب لمس الأسلاك والوصلات الكهربائية غير المعزولة.			

هذه الرموز خاصة بالعمل المخبري لمختبرات العلوم جميعها: الفيزياء، والكيمياء، والعلوم الحياتية، وعلوم الأرض والبيئة.

## مسردُ المصطلحات العلمية (Glossary)

- استشعارٌ عن بعدٍ (Remote Sensing): جمعُ معلوماتٍ عن جسمٍ أو ظاهرةٍ ما عن بعدٍ، من دونِ اتصالٍ طبيعيٍّ معه، (قد يكونُ تصويرًا بالأشعة تحت الحمراء).
- انعكاسُ الضوء (Reflection of Light): ارتدادُ الأشعةِ الضوئيةِ عن سطوحِ الأجسام.
- انعكاسٌ داخليٌّ كليٌّ (Total Internal Reflection): انعكاسُ الضوءِ كليًا داخلَ وسطٍ شفافٍ، إذا كانتْ زاويةُ سقوطه أكبرَ منَ الزاويةِ الحرجةِ للوسط.
- انكسارُ الضوء (Refraction of Light): انحرافُ الضوءِ عن مساره، عندَ انتقاله بينَ وسطينِ شفافينِ مختلفين.
- بؤرةُ المرآة (Focus): نقطةُ تجمعِ الأشعةِ الضوئيةِ أو امتداداتها بعدَ انعكاسها عن المرآة، عندما تسقطُ متوازيةً.
- التكنولوجيا (Technology): الاستخدامُ الأمثلُ لتطبيقاتِ المعرفةِ العلمية، وتطويرُها لخدمةِ الإنسانِ ورفاهيته.
- زاويةُ الانعكاس (Angle of Reflection): الزاويةُ المحصورةُ بينَ الشعاعِ المنعكسِ والعمودِ المقامِ على السطحِ العاكسِ من نقطةِ السقوط.
- زاويةُ الانكسار (Angle of Refraction): الزاويةُ المحصورةُ بينَ الشعاعِ المنكسرِ، والعمودِ المقامِ على السطحِ الفاصلِ بينَ وسطينِ، من نقطةِ السقوط.
- زاويةُ حرجة (Critical Angle): زاويةُ السقوطِ في وسطٍ معاملُ انكساره كبيرٌ، تنتجُ عنها زاويةُ انكسارٍ في وسطٍ معاملُ انكساره صغيرٌ مقدارها (٩٠) درجةً.
- زاويةُ السقوط (Angle of Incidence): الزاويةُ المحصورةُ بينَ الشعاعِ الساقطِ، والعمودِ المقامِ على السطحِ العاكسِ، من نقطةِ السقوط.
- شعاعٌ (Ray): تمثيلٌ لانتقالِ الضوءِ في مسارٍ مستقيم، في الوسطِ الشفافِ المتجانسِ.
- الطريقةُ العلميةُ (Scientific Method): طريقةٌ منظّمةٌ لاستقصاءِ المعرفة، أساسها الملاحظةُ والتجربةُ.
- طولُ النظر (Farsightedness): عدمُ مقدرةِ المصابِ على رؤيةِ الأجسامِ القريبةِ منه بوضوح.
- طيفٌ كهرومغناطيسيٌّ (Electromagnetic Spectrum): مدىٌ واسعٌ لكافةِ التردداتِ الممكنةِ للموجاتِ الكهرومغناطيسية.

- عدسة رقيقة (Thin Lens): جسم شفاف محصور بين سطحين. أحدهما أو كلاهما كرويّان.
- عدسة محدبة (Convex Lens): عدسة رقيقة محيطها أقل سمكاً من وسطها.
- عدسة مقعرة (Concave Lens): عدسة رقيقة محيطها أكبر سمكاً من وسطها.
- قانون علمي (Scientific Law): صياغة لفظية تقدّم وصفاً موجزاً للعلاقة بين مفهومين أو أكثر، يعبر عنها بصورة رياضية.
- قصر النظر (Nearsightedness): عدم مقدرة المصاب على رؤية الأجسام البعيدة عنه بوضوح.
- قوة العدسة (Lens Power): مقدرة العدسة على تجميع الأشعة أو تفريقها.
- قوة المرآة (Mirror Power): مقدرة المرآة على تجميع الأشعة أو تفريقها.
- ليف بصري (Optical Fiber): أنبوب ضوئي رفيع يصنع من مادة شفافة ذات معامل انكسار كبير نسبياً، ينتقل الضوء بين طرفيه، ولا ينفذ من جداره إلى الخارج.
- مرآة كروية (Spherical Mirror): مرآة يكون السطح العاكس فيها جزءاً من سطح كرة.
- مرآة محدبة (Convex Mirror): مرآة كروية سطحها الخارجي عاكس للضوء.
- مرآة مقعرة (Concave Mirror): مرآة كروية سطحها الداخلي عاكس للضوء.
- معامل الانكسار (Index of Refraction): النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في الوسط.
- منشور ثلاثي (Prism): قطعة من مادة شفافة لها قاعدتان مثلثتان، وثلاثة سطوح جانبية مستطيلة الشكل.
- موجة كهرومغناطيسية (Electromagnetic Wave): موجة مستعرضة تنتقل بسرعة الضوء على هيئة تذبذب في المجالين الكهربائي والمغناطيسي.
- موجة ميكانيكية (Mechanical Wave): موجة مادية مستعرضة أو طولية، تنتقل على صورة اهتزاز في الأوساط المادية.
- نظرية علمية (Scientific Theory): صياغة لفظية توضح ظاهرة، أو تفسر نتائج تجربة؛ بالاعتماد على مجموعة من الملاحظات والحقائق.
- نموذج علمي (Scientific Model): صورة افتراضية يشكّلها العلماء، لموضوع أو حدث أو عملية؛ من أجل توضيح ظاهرة.

تَمَّ بِحَمْدِ اللَّهِ تَعَالَى