

## الضوء



## فيه هذا الدرس

## الأهداف

- تعرّف خصائص موجات الضوء.
- تصف الطيف الكهرومغناطيسي.
- تصف أنواع الموجات الكهرومغناطيسية التي تنتقل من الشمس إلى الأرض.
- تفسر الرؤية عند الإنسان، وتمييزه لألوان الأشياء.

## الأهمية

الضوء ضروري لرؤية الأشياء. وهناك أمواج كهرومغناطيسية أخرى غير الضوء تستخدم في الهواتف الخلوية وأفران الميكروويف.

## مراجعة المفردات

الطيف: مدى من قيم خصائص ترددات الصوت.

## المفردات الجديدة

- الموجات الكهرومغناطيسية
- الطيف الكهرومغناطيسي
- الموجات تحت الحمراء
- موجات فوق بنفسجية

**الشكل ١٦** يعكس القمر ضوء الشمس، فتنتقل موجات الضوء إلى عينيك فتري القمر. **استنتج** هل يمكن لموجات الصوت أن تنتقل من القمر إلى الأرض؟ وضع إجابتك.

لا، لأنه لا يوجد مادة بين الأرض والقمر تنتقل موجات الصوت

## الموجات في الفراغ

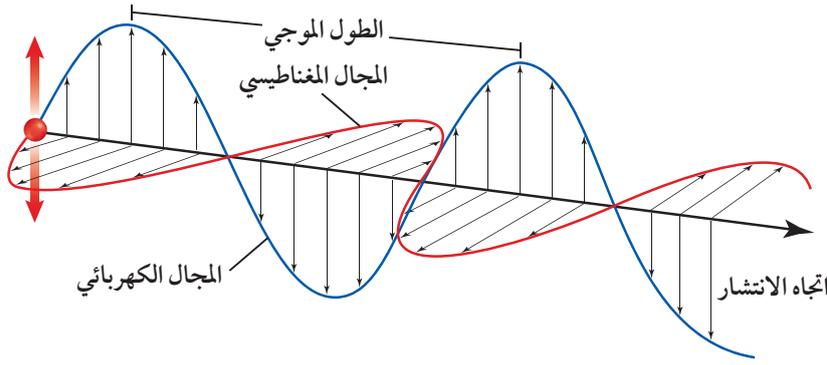
في ليلة صافية يبدو القمر ساطعاً، كما في الشكل ١٦؛ حيث تنتقل موجات الضوء المنعكسة عن القمر في اتجاه الأرض، وتنتقل موجات الضوء عبر المادة، مثلها في ذلك مثل سائر الموجات، كما في موجات الصوت أو الماء، ولكنها تختلف عنهما في إمكانية انتقالها عبر الفراغ؛ فأنت ترى القمر على الرغم من عدم وجود مادة في الفراغ بين الأرض والقمر، وكذلك يصل إلينا الضوء من النجوم والمجرات البعيدة عبر الفضاء السحيق الذي لا تشغله مادة؛ لأن الضوء موجات كهرومغناطيسية، **والموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves** يمكنها الانتقال عبر المادة أو الفراغ.

**سرعة الضوء** لعلك شاهدت في بعض الأفلام الخيالية مركبات فضائية تسافر بسرعة أكبر من سرعة الضوء! في الواقع لا شيء من ذلك يحدث؛ فسرعة الضوء في الفراغ كبيرة جداً، ولا يمكن لجسم التحرك بهذه السرعة؛ حيث ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة ٣٠٠٠٠٠٠ كم/ث. فضاء الشمس يقطع مسافة ١٥٠ مليون كيلومتر تقريباً ليصل الأرض خلال ثماني دقائق ونصف الدقيقة فقط.

لكن عند انتقال الضوء في أي مادة فإنه يتصادم مع دقائق المادة، فتقل سرعته. ولذلك فإن سرعة الضوء في الفراغ أكبر مما في المواد الصلبة، سرعة الضوء في الزجاج مثلاً تساوي ١٩٧٠٠٠ كم/ث.

**الطول الموجي للضوء وتردده** هل يمكنك تقدير طول موجة الضوء؟ بسبب صغر الطول الموجي للضوء فإنه يقاس بوحدة صغيرة جداً تسمى (نانومتر)، والنانومتر الواحد جزء من بليون جزء من المتر، فالطول الموجي للضوء الأخضر مثلاً هو (٥٠٠ نانومتر) أو ٥٠٠ جزء من بليون من المتر، ويكون تردد موجة الضوء التي لها هذا الطول الموجي ٦٠٠ تريليون هرتز.





**الشكل ١٧** موجات الضوء مستعرضة وتتكون من مجالين متذبذبين أحدهما مغناطيسي والآخر كهربائي متعامدين أحدهما مع الآخر ومع اتجاه انتشار الموجات.

## خصائص موجات الضوء

موجات الضوء وجميع الموجات الكهرومغناطيسية الأخرى موجات مستعرضة. تذكر أن الموجات المتولدة في الحبل المهتز مستعرضة؛ لأنها تتحرك في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة، فعندما تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية خلال المادة تجعل دقائق المادة تهتز في اتجاه يتعامد مع اتجاه انتقال الموجة.

تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من جزأين: كهربائي ومغناطيسي، كما يبين الشكل ١٧، وكل جزء يسمى مجالاً، ويتذبذب في اتجاه عمودي على الآخر. ويسمى عدد الاهتزازات التي يحدثها المجالان الكهربائي والمغناطيسي في الثانية الواحدة تردد الموجة. أما الطول الموجي فهو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين لتذبذب المجال الكهربائي أو المغناطيسي.

**شدة الموجات الضوئية** تعد شدة الموجات مقياساً لمقدار الطاقة التي تحملها هذه الموجات. أما عن الضوء فإن شدة موجاته تحدد مقدار سطوعه؛ فالضوء الخافت له شدة منخفضة؛ لأن موجاته تحمل القليل من الطاقة. وعندما تتعد عن مصدر الضوء تشتت طاقته، فتقل شدته.

ما الذي يحدد شدة موجات الضوء؟

## كمية الطاقة التي تحملها الموجات والبعد عن مصدر الضوء

لا تنحصر الموجات الكهرومغناطيسية في موجات الضوء فقط؛ فهناك طيف كامل من الموجات الكهرومغناطيسية، كما يوضح الشكل ١٨. **الطيف الكهرومغناطيسي** Electromagnetic Spectrum هو مدى كامل لكافة الترددات الكهرومغناطيسية، وأطوالها الموجية. يمثل أحد طرفي الطيف الترددات المنخفضة، أي الموجات التي لها أطوال موجية كبيرة وتحمل القليل من الطاقة. أما على الطرف الآخر فتقع الترددات العالية التي تمثل موجات لها أطوال موجية قصيرة وتحمل طاقة كبيرة. وكافة الموجات من موجات الراديو إلى الضوء المرئي إلى أشعة جاما - تمثل موجات الطيف الكهرومغناطيسي، ولا يختلف أي منها عن الآخر إلا في تردده وطول موجته والطاقة التي يحملها.

تشتت أمواج الضوء

**تجربة عملية**

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

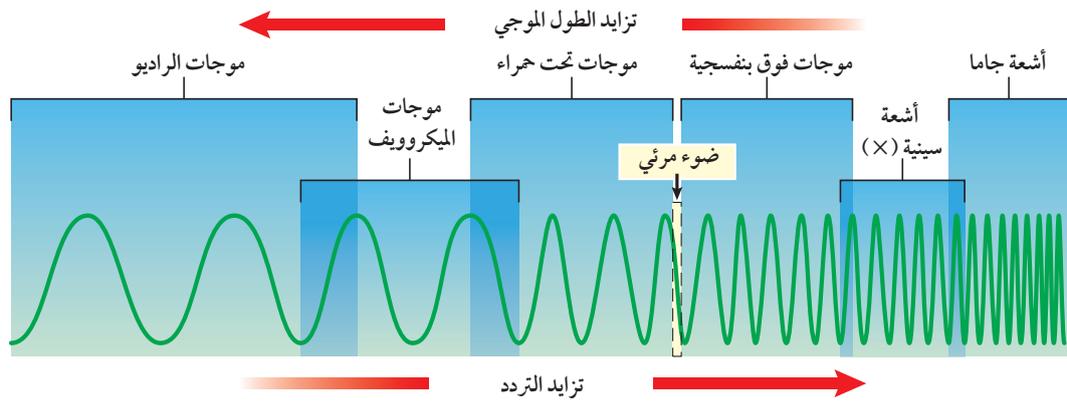


**العلوم**  
عبر المواقع الإلكترونية

**الليزر**

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للبحث عن ارتباطات تفيدك في معلومات توضح سبب اكتساب ضوء الليزر أهميته من شدة الضوء الذي يُنتجه.

**نشاط:** اكتب فقرة قصيرة تصف فيها ثلاثة استخدامات لليزر.



**الشكل ١٨** للموجات الكهرومغناطيسية مجال واسع من الترددات، والأطوال الموجية يسمى الطيف الكهرومغناطيسي. **تحقق** كيف يتغير تردد الموجات الكهرومغناطيسية بتغير أطوالها الموجية؟

**يزداد التردد**

**أمواج الراديو والميكروويف** الموجات التي تنقل المعلومات إلى أجهزة التلفاز والمذياع في منزلك هي موجات راديوية، والأطوال الموجية لها تزيد على ٣, ٠ متر. ويصل الطول الموجي لبعضها آلاف الأمتار. وأقصر الموجات الراديوية تسمى موجات الميكروويف؛ حيث يتراوح طولها الموجي بين ٠, ٠٠١ متر إلى ٣, ٠ متر، وتستخدم هذه الموجات في تسخين الطعام في فرن الميكروويف، وتستخدم كذلك في إرسال واستقبال المعلومات عبر خلايا الهاتف النقال.

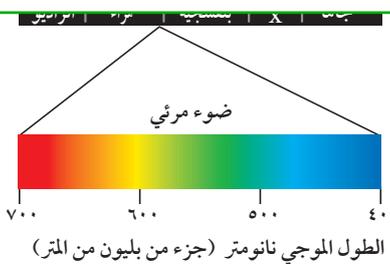
**الموجات تحت الحمراء** عندما تستخدم جهاز التحكم في التلفاز (الريموت) فإنك ترسل موجات تحت حمراء، يستقبلها مجس خاص بالتلفاز. **وللموجات تحت**

**الحمراء** Infrared Wave طول موجي يتراوح بين ٠, ٠٠١ متر إلى ٧٠٠ جزء من بليون من المتر. وتصدر جميع الأجسام الساخنة موجات تحت حمراء. ونظرا إلى هذه الخاصية في الأجسام تستخدم الجيوش وفرق الإنقاذ وغيرها نظارات أو مناظير ليلية خاصة حساسة للموجات تحت الحمراء لكي تحدد مواقع الأجسام الساخنة أو الأشخاص في الظلام.

**الضوء المرئي والألوان** من بين الموجات الكهرومغناطيسية، هناك حزمة مميزة تنحصر أطوالها بين ٤٠٠ و ٧٠٠ جزء من بليون من المتر. وسبب تميزها أن هذا الجزء من الموجات هو ما يتمكن الإنسان من رؤيته، ولذلك يسمى الضوء المرئي. ويبين الشكل ١٩ كيف ترتبط الأطوال الموجية المختلفة مع ألوان الضوء المختلفة؛ فالضوء الأبيض ومنه ضوء الشمس الذي نراه أو ضوء المصباح اليدوي يتكون من ألوان مختلفة. ويمكنك التأكد من ذلك باستخدام منشور لتحليل الضوء الأبيض إلى ألوانه السبعة، فعندما ينفذ الضوء الأبيض عبر المنشور فإن الأطوال الموجية المختلفة تنكسر بمقادير مختلفة، فتظهر الألوان المختلفة. ويكون انكسار الضوء البنفسجي هو الأكثر؛ لأن له أقصر الأطوال الموجية المرئية، في حين يكون انكسار اللون الأحمر هو الأقل.

**الشكل ١٩** الضوء المرئي يشكل نطاقاً من الموجات الكهرومغناطيسية تتراوح أطوالها بين ٤٠٠ - ٧٠٠ جزء من بليون من المتر. ويعتمد لون الضوء المرئي على طوله الموجي. **حدد** لون الضوء المرئي الذي له أعلى تردد.

**تردد الضوء البنفسجي هو الأعلى**



**ماذا قرأت؟** ما مدى الأطوال الموجية للموجات الكهرومغناطيسية التي يمكن للناس رؤيتها؟

**بين 400 إلى 700 جزء من بليون من المتر**

## فصل الأطوال الموجية

## الخطوات

1. ضع المنشور الزجاجي في ضوء الشمس، بحيث تظهر ألوان الطيف بوضوح.
  2. ضع المنشور على سطح الطاولة، ثم سلط عليه ضوءاً من مصباح يدوي. وسجل ملاحظاتك.
  3. سلط ضوء الليزر على المنشور، وسجل ملاحظاتك.
- تحذير: لا تسلط ضوء الليزر على عيون زملائك.

## التحليل

1. حدّد ما إذا كان الضوء الصادر عن الشمس والضوء الصادر عن المصباح اليدوي لهما موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.
2. حدّد ما إذا كان الضوء الصادر عن جهاز الليزر له موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.

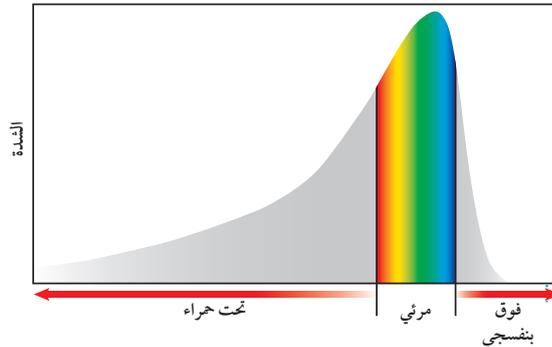
**الموجات فوق البنفسجية** الموجات الكهرومغناطيسية التي تقع أطوالها الموجية بين ١٠ أجزاء إلى ٤٠٠ جزء من البليون من المتر تسمى **موجات فوق بنفسجية Ultraviolet Waves**. وهذه الأطوال الموجية أقصر من الأطوال الموجية للضوء المرئي. كذلك فإن هذه الموجات تحمل طاقة أكثر من الطاقة التي تحملها موجات الضوء المرئي. وتحتوي أشعة الشمس التي تصل إلى سطح الأرض على جزء صغير منها، وهو الذي يؤدي إلى حرق الجلد عند تعرضه لأشعة الشمس المباشرة فترة طويلة. ويؤدّي طول التعرض لموجات الأشعة فوق البنفسجية إلى تدمير خلايا الجلد، وقد تؤدي إلى سرطان الجلد. ويحتاج جسم الإنسان إلى القليل من التعرض للأشعة فوق البنفسجية هذه لتكوين فيتامين د الذي يساعد على بناء العظام السليمة والأسنان.

**الأشعة السينية وأشعة جاما** موجات الطيف الكهرومغناطيسي التي لها أكبر طاقة وأعلى تردد وأقصر أطوال موجية. فإذا تعرض شخص لكسر في أحد عظامه فإن الإجراء الفوري الذي يتخذه الطبيب هو التصوير بالأشعة السينية لمنطقة الإصابة؛ لأنسجة اللينة، أما الأشعة السينية، ومن أجل تصوير أعضاء

لأنسجة اللينة، أما الأشعة السينية، ومن أجل تصوير أعضاء

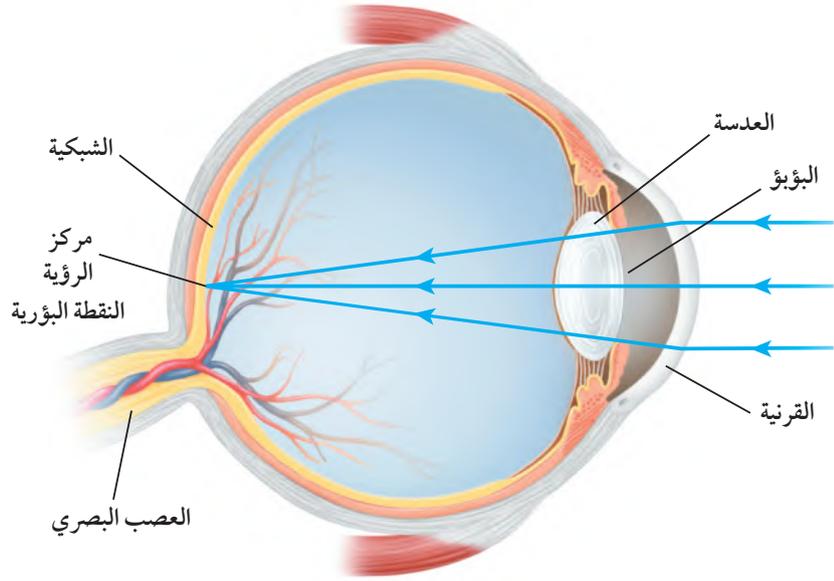
سبحانه وتعالى ان الغلاف الجوي للأرض يعمل على امتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس ويمنعها من الوصول إلى الأرض. ولولا ذلك لأهلكنا هذه الأشعة الفتاكة ما على سطح الأرض من حياة. قال تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا السَّمَاءَ سَقْفًا مَحْفُوظًا وَهُمْ عَنْ آيَاتِهَا مُعْرِضُونَ ﴾ [الأنبياء: ٣٢]. ولذلك فإن ما يصل إلى سطح الأرض من طاقة الشمس هو ما تحمله الموجات الكهرومغناطيسية المرئية والموجات تحت الحمراء.

موجات كهرومغناطيسية من الشمس



**الشكل ٢٠** إن ٤٩% من الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبعث من الشمس تقع ضمن الأشعة تحت الحمراء، و٤٣% ضوء مرئي، و٧% فوق بنفسجية.

**الشكل ٢١** القرنية والعدسة تجمعان الضوء الذي يدخل عينيك ليشكل صورة واضحة على الشبكية تُرسل في صورة إشارة عصبية للدماغ.

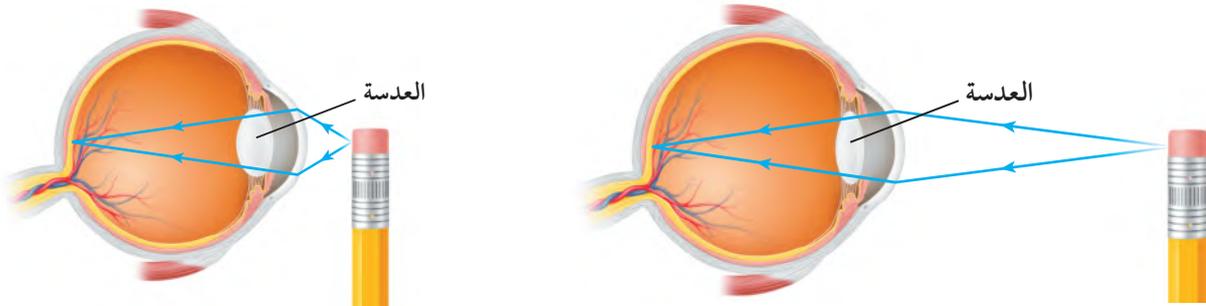


## العين ورؤية الضوء

ترى العين الأجسام عندما يدخل الضوء المنبعث من الجسم أو المنعكس عن الجسم إلى العين، كما يبين الشكل ٢١. يعبر الضوء أولاً طبقة شفافة من العين تسمى القرنية، ثم العدسة الشفافة، وهي مرنة؛ حتى تتمكن من تغيير شكلها، عندما تركز نظرك على أجسام قريبة أو بعيدة، كما يوضحه الشكل ٢٢. وفي بعض الحالات المرضية - والتي تسمى عيوب الإبصار - لا تتمكن العين من تكوين صورة واضحة للأجسام البعيدة أو القريبة، كما يبين الشكل ٢٣ على الصفحة التالية.

**ما سبب ألوان الأجسام؟** عندما تسقط موجات الضوء على جسم فإن بعضها ينعكس عنه، وتُحدّد الأطوال الموجية لهذا الجزء المنعكس من الضوء لون الجسم؛ فعند سقوط الضوء على وردة حمراء مثلاً تنعكس عنها الأمواج التي تقع أطوالها الموجية ضمن الجزء الأحمر من الطيف المرئي. أما الأجسام التي تبعث الضوء فإن لونها يتحدد بالأطوال الموجية للضوء المنبعث منها. فـضوء النيون يظهر باللون الأحمر لأنه يبعث أمواجاً تقع أطوالها الموجية ضمن الجزء الأحمر من الطيف المرئي.

**الشكل ٢٢** يتغير شكل عدسة العين عندما تركز نظرك على جسم قريب أو جسم بعيد.



تصبح العدسة أكثر تحدباً عندما تركز النظر على جسم قريب.

تصبح العدسة أكثر انبساطاً عندما تركز النظر على جسم بعيد.



انظر كتاب دجلة وعبى (صحة العين)

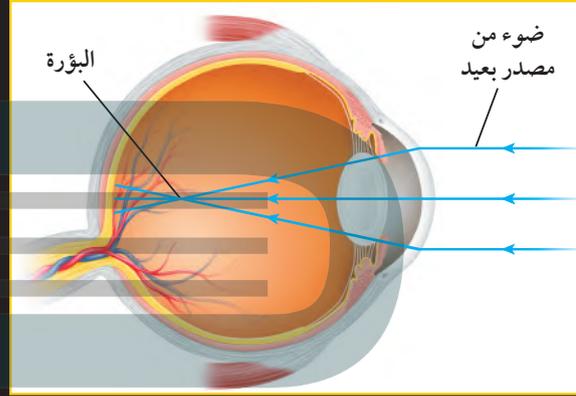
## المشاكل الشائعة للرؤية

الشكل ٢٣

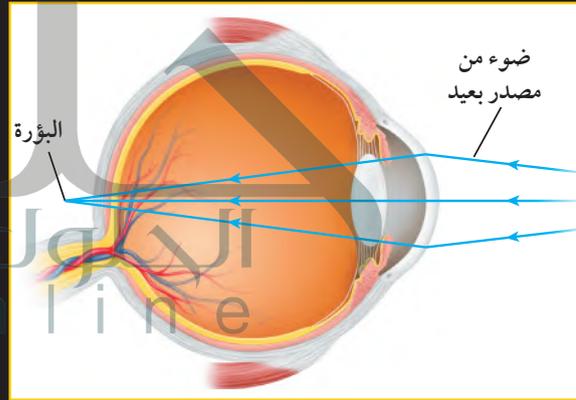
ينفذ الضوء في عين الإنسان خلال قرنية وعدسة العين الشفافتين اللتين تركزان الضوء القادم من الجسم على شبكية العين مكونة صورة واضحة. وتظهر مشاكل الرؤية عندما لا تتكون الصورة على الشبكية. وأكثر مشاكل الإبصار شيوعاً هي طول النظر وقصر النظر.



▶ **قصر النظر** يتمكن الشخص المصاب بقصر النظر من رؤية الأجسام القريبة بوضوح، أما الأجسام البعيدة فلا يستطيع رؤيتها بوضوح. وينتج قصر النظر عندما يكون الجسم الكروي للعين (مقلة العين) أكثر استطالة، مما يؤدي إلى تكون صورة الأجسام البعيدة في مكان قبل الشبكية، وتصحح هذه المشكلة بوضع نظارات طبية أو عدسات مقعرة لاصقة، وكذلك تستخدم جراحة الليزر لتصحيح قصر النظر بإعادة تشكيل القرنية من أجل معالجة المشكلة.



▶ **طول النظر** يتمكن الشخص المصاب بطول النظر من رؤية الأجسام البعيدة بوضوح، ولكنه لا يستطيع رؤية الأجسام القريبة بوضوح، وينتج طول النظر عندما تكون كرة العين (مقلة العين) قصيرة جداً، حيث إن الضوء القادم من الجسم البعيد لا يتجمع عندما يصل الشبكية ليكون صورة واضحة عليها.



ويصحح طول النظر أيضاً باستعمال نظارات أو عدسات محدبة مناسبة. يصاب الناس بطول النظر عندما يتقدمون في السن؛ حيث تطرأ تغيرات على شكل عدسة العين. ويمكن تصحيح طول النظر باستخدام جراحة الليزر. ▶

ج1: الأطوال الموجية الأكبر طولاً هي موجات الراديو وأقصرها طولاً هي

أشعة جاما

ج2: جميعها موجات كهرومغناطيسية

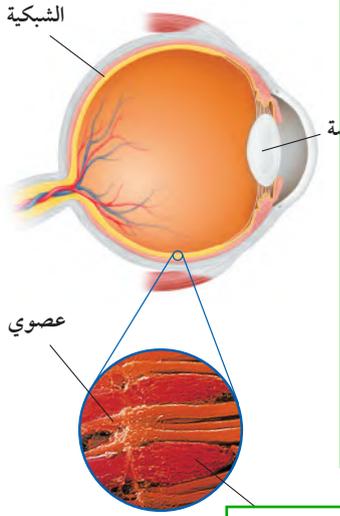
موجات الراديو: أكبرها طول موجي وأقل تردد

أشعة جاما: لها أقصر طول موجي وأكبر تردد

الضوء المرئي: له طول موجي وتردد يقعان بين موجات الراديو وأشعة

جاما

لتشكل الصورة الملونة للجسم الذي تراه.



والعصوية في شبكية العين  
ت عصبية للدماغ.

ج3: كلاهما خلايا عصبية توجدان في شبكية العين البشرية وتساعدنا على الإبصار

الخلايا العصبية: حساسة للضوء الخافت وتساعد على الرؤية في الظلام

أما الخلايا المخروطية: فحساسة للألوان المختلفة

### اختبر نفسك

١. حدد الموجات الكهرومغناطيسية التي لها أكبر طول موجي

والموجات الكهرومغناطيسية التي لها أقصر طول موجي.

٢. صف الفرق بين موجات الراديو، والضوء المرئي، وأشعة

جاما.

٣. قارن بين الخلايا العصبية والخلايا المخروطية في شبكية

عين الإنسان.

٤. وضح لماذا يكون معظم ما يصل سطح الأرض من

الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس ضمن

الأمواج تحت الحمراء وموجات الضوء المرئي؟

٥. التفكير الناقد وضح لماذا يتناقص سطوع الضوء المنبعث

من مصباح كلما ابتعدت عنه؟

### تطبيق المهارات

٦. رسم خريطة مفاهيم صمم خريطة مفاهيم تبين تسلسل

الخطوات التي تحدث عندما تشاهد جسمًا أزرق اللون.

٧. تمييز السبب والنتيجة لماذا ينتقل الضوء في الفراغ بسرعة

أكبر من سرعته في الأجسام؟

ج4: تشع الشمس معظم إشعاعها على شكل موجات

تحت حمراء وضوء مرئي وأشعة فوق بنفسجية

ومعظم الموجات فوق بنفسجية يتم حجبها عن

الأرض بواسطة الغلاف الجوي للأرض

ج5: لأن الطاقة المحمولة بموجات الضوء تنتشت على

مساحة أكبر كلما ابتعدنا عن المصدر الضوئي

ج6: يسقط الضوء على الجسم --- الجسم يعكس اللون

الأزرق --- يسقط الضوء المنعكس من الجسم على شبكية

العين --- ترسل الخلايا المخروطية إشارات إلى الدماغ

--- يرى الجسم ويحدد لونه

ج7: لأنها تتفاعل مع جزيئات المادة ودقائقها الأخرى

مما يعيق حركتها

## انحناء الضوء

### سؤال من واقع الحياة

ماذا يحدث لموجات الضوء عندما تسقط على السطح الفاصل بين مادتين؟ بعض الموجات ينعكس عن السطح الفاصل، وبعضها ينفذ في المادة الثانية، فيتغير اتجاهها، أي تنكسر في المادة الثانية. ماذا يحدث لموجات الضوء عندما تسقط على الحد الفاصل بين الهواء ومادة أخرى؟

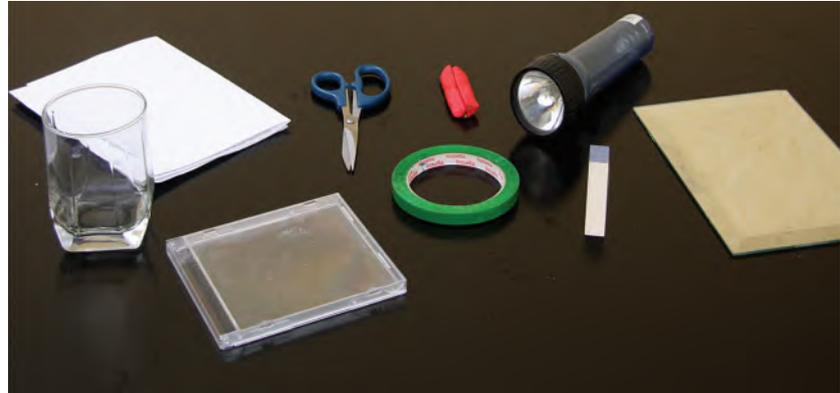
### الخطوات

١. كون جدول بيانات كالجدول التالي:

انحناء الضوء بواسطة عدة سطوح		
الألوان المتكونة	كيف يتأثر الشعاع؟	السطح
		مرآة
		علبة قرص مدمج
		ماء
		مشور

٢. اعمل شقاً طوله ٣ سم وعرضه ٢ ملم في قرص دائري من الورق المقوى، وثبت الورق المقوى باستخدام الشريط اللاصق على واجهة المصباح اليدوي.

٣. أشعل المصباح اليدوي في غرفة مظلمة، وأسقط ضوءه بزاوية على مرآة مستوية، ثم حدد ما إذا انعكس شعاع المصباح أو انكسر أو نفذ عبر المرآة. انظر إلى لون الشعاع بعد سقوطه على المرآة. هل تغير لون الضوء الأبيض؟ سجل ملاحظاتك في الجدول الذي كونته في دفترك.



### الأهداف

- تقارن بين انعكاس الضوء وانكساره ونفاذه.
- تلاحظ كيف أن انكسار الضوء الأبيض ينتج عنه ألوان مختلفة للضوء.

### المواد والأدوات

- قطعة صغيرة من ورق مقوى
- مقص
- شريط لاصق
- مصباح يدوي
- مرآة مستوية
- حافظة أقراص مدمجة شفافة
- كأس زجاجية سعتها ٢٥٠ مل
- مشور

### إجراءات السلامة



## استخدام الطرائق العلمية

٤. خذ حافظة الأقراص المدمجة الشفافة، وأسقط الضوء عليها بزاوية. هل حدث نفاذ للضوء؟ سجل ملاحظاتك حول مقدار التغير في اتجاه الشعاع، والألوان الناتجة.
٥. املاً الكأس الزجاجية بالماء، وأسقط ضوء المصباح على أحد جوانب الكأس، بحيث تلاحظ وجود الشعاع داخل الماء، ثم حرك شعاع الضوء من جهة إلى جهة أخرى حول الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.
٦. أسقط ضوء المصباح على أحد أوجه المنشور، وحرك المصباح حوله حتى تشاهد الضوء الخارج من المنشور وهو يتحلل إلى عدة ألوان، ثم سجل ملاحظاتك.

### تحليل البيانات

١. أي الأجسام سبب انعكاس الضوء، وأيها سبب انكساره، وأيها نفذ الضوء من خلاله؟
٢. أي الأجسام جعلت الضوء ينكسر ويتحلل إلى ألوان مختلفة؟ ← **المنشور**

### الاستنتاج والتطبيق

١. **قارن** بين سلوك موجات الضوء عندما تسقط على المرآة، وعندما تسقط على حافظة الأقراص المدمجة الشفافة.
٢. **وضح** لماذا غير الشعاع المار خلال حافظة الأقراص المدمجة الشفافة اتجاهه، أو لماذا لم يغير اتجاهه؟
٣. **وضح** كيف تغير شعاع الضوء بعد مروره خلال المنشور؟

ج1: عندما سقطت موجات الضوء على المرآة فإنها انعكست ولكن عندما سقطت على حافظة الأقراص المدمجة الشفافة نفذ منها الضوء دون أي انحراف

ج2: لم يتغير اتجاه الشعاع فهو نفذ منا لأنها مادة شفافة تسمح بنفاذ الأشعة الضوئية دون أي انحراف

ج3: عندما مر شعاع الضوء خلال المنشور انكسر وتحلل الشعاع الضوئي إلى 7 ألوان وهي ألوان الطيف

الضوء في



# اكتشافات مفاجئة

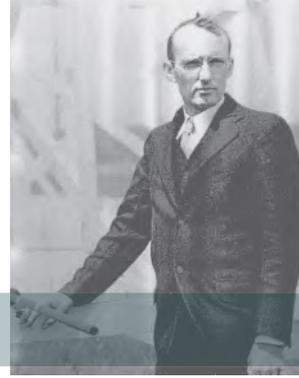
بعض الاكتشافات العظيمة  
لم تكن مقصودة

## استكشاف الكون

### فرع جديد لعلم الفلك

ومن حسن الحظ، فقد أعجب بعض العلماء بالاكتشاف الذي توصل إليه جانسكي. فقد قام جروت ريبير Grote Reber ببناء تلسكوب راديوي، وتأكيد اكتشاف جانسكي، وقام بإجراء أول دراسة مسحية منظمة حول موجات الراديو القادمة من الفضاء. وبذلك وُلد فرع جديد هو علم الفلك الراديوي. في السابق كان بإمكان علماء الفلك ملاحظة المجرات البعيدة عن طريق جمع الضوء الصادر عن نجومها. لكنهم لم يتمكنوا من ملاحظة الغيوم الغازية أو الجسيمات الصغيرة حول المجرات. ولموجات الراديو القادمة من المجرات القدرة على اختراق الغازات والغبار الموجود في الفضاء. ويتيح هذا لعلماء الفلك عمل الصور للمجرات أو الأجسام الأخرى التي لا يتمكنون من رؤيتها. ونتيجة لذلك تمكن العلماء من اكتشاف أجسام لم يروها، منها أشباه النجوم والنوابض.

الألوان البيضاء المزرقة هي كل ما تستطيع رؤيته من دون موجات الراديو



قام جانسكي ببناء هذا الهوائي لكشف موجات الراديو القادمة من مجرة درب التبانة

قبل استخدام موجات الراديو عبر المحيط الأطلسي في عام ١٩٠٢م، كانت السفن تتواصل فيما بينها عن طريق الرؤية المباشرة. وقد كان اكتشاف موجات الراديو تقدمًا مذهلاً في هذا المجال، ولكنه لم يخلُ من مشكلات تؤدي إلى انقطاع الاتصال أحيانًا. في عام ١٩٣٠م حاولت مختبرات بل "Bell Labs" إجراء تحسينات على

طريقة التواصل عبر موجات الراديو باستخدام موجات راديو قصيرة يتراوح مداها بين ١٠ و ٢٠م. وقد تم تكليف كارل جانسكي "Karl Jansky" حل مشكلات التواصل عن طريق موجات الراديو.

### اكتشاف غير متوقع

قام جانسكي ببناء هوائي لاستقبال موجات الراديو التي طولها الموجي ١٤,٥ م. وثبت الهوائي على أسطوانة بحيث يستطيع إدارتها في أي اتجاه. وأطلق زملاؤه اسم "جولة مرح لجانسكي" على هذا العمل. بعد تسجيل الإشارات لعدة أشهر، وجد جانسكي أن هناك ثلاثة أنواع من الانقطاعات في الاتصال، اثنان منها كانا بسبب العواصف الرعدية القريبة أو البعيدة. أما السبب الثالث للانقطاع فكان غير متوقع، إذ ظهر أنه قادم من مركز مجرة درب التبانة! وقد أراد جانسكي متابعة هذا الاكتشاف غير المتوقع. إلا أن "مختبرات بل" كانت قد حققت أهدافها، التي تركزت على الاتصالات، وليس على علم الفلك.

**تجربة** ابحث حول كيفية تحويل علماء الفلك لموجات الراديو التي يتم استقبالها بالتلسكوب الراديوي إلى صور للمجرات والنجوم.

العلوم

عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.