المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

العلوم

الصف الثاني المتوسط - الجزء الثاني من المقرر

قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

طبعة ١٤٤٧ - ٢٠٢٥

يُوزع مجانًا ولا يُباع

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025 - 1447

ⓒ المركز الوطني للمناهج، ١٤٤٧هـ

المركز الوطني للمناهج
العلوم - الصف الثاني المتوسط - الجزء الثاني من المقرر./
المركز الوطني للمناهج. - الرياض ، ١٤٤٧هـ
٢١٤ ص ؛ ٢١ × ٢٥,٥ سم

رقم الإيداع: ١٤٤٧ / ٢١٢٤
ردمك: ٢- ٢٠٥ - ٥١٤ - ٦٠٣ - ٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم
www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.

fb.ien.edu.sa

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025 - 1447

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم
Ministry of Education
2025 - 1447

موقع مادتي

الفصل ١٢

الموجات والصوت والضوء

الفكرة العامة

الصوت والضوء موجات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر.

الدرس الأول

الموجات

الفكرة الرئيسة الموجات تنقل الطاقة بعيدًا عن الجسم المهتز.

الدرس الثاني

موجات الصوت

الفكرة الرئيسة الصوت موجات طولية تنتقل عبر المادة فقط.

الدرس الثالث

الضوء

الفكرة الرئيسة موجات الضوء موجات كهرومغناطيسية تنتقل عبر المادة وفي الفراغ.

صعود وهبوط

يمارس راكب الأمواج هوايته، وهو الآن فوق قمة موجة، ولكن سرعان ما يتغير هذا؛ فالطاقة التي تحملها أمواج المحيط تجعل هذا الركوب مثيرًا، وسوف يهبط الراكب سريعًا. وهناك أمواج أخرى تنقل الطاقة؛ فموجات الصوت والضوء تنقل إلينا الطاقة، مما يمكننا من سماع الأصوات ورؤية الأشياء في هذا العالم من حولنا.

دفتر العلوم اكتب فقرة موجزة تصف فيها أمواجًا شاهدتها.

ترتفع موجات البحر وتنخفض وتتحرك بشكل غير منتظم وتصبح أكبر كلما اقتربنا من الشاطئ.

موقع مادتي

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

خصائص الموجة

عندما ترمي حجرًا في بركة ماء ستلاحظ أن سطح الماء أخذ يرتفع وينخفض على شكل موجات تنتشر في جميع الاتجاهات. كيف يمكنك وصف هذه الموجات؟ في هذه التجربة سوف تعمل نموذجًا لنوع من الأمواج، وفي أثناء وصف النموذج سوف تتعلم شيئًا عن بعض الصفات العامة للموجات.

١. اعمل نموذجًا لموجة، بتشكيل سلك سميك طوله حوالي ٥٠ سم، على شكل سلسلة من الارتفاعات والانخفاضات.

٢. قارن ما قمت بإنجازه مع الأشكال الأخرى التي أنجزها زملاؤك. لاحظ عدد القمم في الموجة التي كونتها.

٣. أعد تشكيل النموذج الذي صنعته، بحيث تحصل على أعداد مختلفة من القمم في كل مرة.

٤. **التفكير الناقد** اكتب وصفًا لنموذجك الموجي، كيف تتغير المسافات بين القمم عندما يزداد عدد هذه القمم؟

للموجات نقاط تتكرر في ارتفاعها وانخفاضها كما أن زيادة عدد النقاط المرتفعة والمنخفضة يقلل المسافة بين كل نقطة مرتفعة والتي تليها.

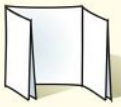
المطويات

منظمات الأفكار

الموجات اعمل المطوية التالية لتساعدك على المقارنة بين صفات الموجات الطولية والمستعرضة.

الخطوة ١ اثنِ ورقة طوليًّا من منتصفها.

الخطوة ٢ اطو الورقة مرتين لتحصل على ثلاثة أجزاء متساوية.



الخطوة ٣ افتح الطيات الثلاث، وارسم دائرتين متقاطعتين، ثم قص الورقة العليا فقط من مكان الثني.

الخطوة ٤ سجل بياناتك على الأجزاء كما في الشكل.

أشكال ثن في أثناء قراءتك للفصل سجّل ما تجده من خصائص تنفرد بها الموجات الطولية على الورقة السفلى عن اليمين، وما تجده من خصائص تنفرد بها الموجات المستعرضة على الورقة السفلى عن اليسار، وما تحصل عليه من صفات مشتركة في الوسط.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

أتهيأ للقراءة

الربـط

١ أتعلم اربط ما تقرؤه مع ما تعرفه مسبقًا. وقد يعتمد هذا الربط على الخبرات الشخصية (فيكون الربط بين النص والشخص)، أو على ما قرأته سابقًا فيكون (الربط بين النصّ والنصّ)، أو على الأحداث في أماكن أخرى من العالم (فيكون الربط بين النص والعالم).

اسـأل في أثناء قراءتك أسـئلة تسـاعدك على الربط، مثل: هل يذكّرك الموضوع بتجربة شخصية؟ هل قرأت عن الموضوع من قبل؟ هل تذكرت شخصًا أو مكانًا ما في جزء آخر من العالَم؟

٢ أتدرب اقرأ النص أدناه، واربطه مع معرفتك السابقة، وتجربتك الشخصية.

ما الذي يسبب الصوت العالي الذي تسمعه؟

عندما تضرب الغشاء المرن يهتز وهذه الاهتزازات تنقل الطاقة إلى دقائق الهواء الملامسة للغشاء محدثة موجة صوتية في الهواء.

اعتمادًا على الفقرة السابقة ما الذي يحدث للجسم لكي يولِّد صوتًا؟

تعمل الاهتزازات على نقل الطاقة إلى دقائق الهواء محدثة صوت في الهواء.

ماذا نفعل لنحصل على الصوت من آلات وأجهزة أخرى؟

كيف تنتج الموجات الصوتية الصادرة عن ضرب غشاء مرن؟ عندما تضرب الغشاء المرن يهتز، وهذه الاهتزازات تنقل الطاقة إلى دقائق الهواء الملامسة للغشاء، محدثةً موجة صوتية في الهواء. وتستطيع سماع الصوت الناتج عن الغشاء المرن المهتز؛ لأن الطاقة قد انتقلت على شكل موجات صوتية من الغشاء إلى أذنيك. وكل صوت تسمعه يكون ناتجًا عن جسم مهتز؛ فعلى سبيل المثال تهتز أوتار خاصة داخل حنجرتك عندما تتكلم مصدرةً موجات صوتية.

٣ أطبّق في أثناء قراءتك لهذا الفصل اختر ثلاث كلمات أو عبارات ذات علاقة بشيء تعرفه من قبل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

إرشـــاد

اعمل ربطًا بين الأحداث التي تتذكرها والأماكن أو الأشخاص الذين مروا بك في حياتك اليومية. كلما كان الربط بينهم قويًّا كان تذكرك أقوى.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يلي:

١ **قبل قراءة الفصل** أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

- اكتب (م) إذا كنت موافقًا على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

٢ **بعد قراءة الفصل** ارجع إلى هذه الصفحة لترى ما إذا كنت قد غيّرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أوغ	العبارة	بعد القراءة م أوغ
	١. يزداد تردد الموجة بزيادة طولها الموجي.	غ
	٢. يمكن للصوت العالي أن يتلف حاسة السمع.	م
	٣. تعتمد الطاقة التي تحملها الموجة على سرعة الموجة.	غ
	٤. الألوان المختلفة للضوء لها أطوال موجية مختلفة.	م
	٥. موجات الصوت ذات التردد المنخفض لها حدّة منخفضة.	م
	٦. تنقل الموجةُ المادةَ من موضع إلى آخر.	غ
	٧. لا ينتقل الضوء في الفراغ.	غ
	٨. يمكن للعين البشرية رؤية معظم موجات الطيف الكهرومغناطيسي.	غ
	٩. سرعة الموجات الصوتية أكبر في الهواء الساخن منها في الهواء البارد.	م
	١٠. يحدث الانكسار عندما تتغير سرعة الموجة لانتقالها من مادة إلى أخرى.	م

١. غ. يزداد تردد الموجة بنقصان طولها الموجي.

٣. غ. تعتمد الطاقة التي تحملها الموجة على سعة الموجة.

٦. غ. الموجات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر.

٧. غ. يمكن للعين البشرية أن ترى مجالاً ضيقا من الطيف الكهرومغناطيسي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

٨. غ. يمكن للعين البشرية أن ترى مجالاً ضيقا من الطيف الكهرومغناطيسي.

موقع مادتي
رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الدرس ١

الموجات

في هذا الدرس

الأهداف

- تفسر كيف تنقل الموجات الطاقة.
- تميز بين الموجات الطولية والمستعرضة والكهرومغناطيسية.
- تصف خصائص الموجات.
- تصف انعكاس الموجات وانكسارها وحيودها.

الأهمية

- الأجهزة المختلفة مثل التلفاز والمذياع والهاتف الجوال تستقبل المعلومات وترسلها عبر الموجات.

مراجعة المفردات

الكثافة: كتلة متر مكعب واحد من المادة.

المفردات الجديدة

- الموجة
- الموجات المستعرضة
- الموجات الطولية
- الطول الموجي
- تردد الموجة
- قانون الانعكاس
- الانكسار
- الحيود

ما الموجات؟

في أثناء سباحتك في البحر يدلك ارتفاع الماء وانخفاضه على عبور الموجات بجانبك. بعض الموجات تكون قويّة لدرجة أنها تدفعك بقوة إلى أعلى، وأحيانا تكون خفيفة تدفعك بلطف. إنك تعرف موجات الماء لأنك تشاهدها وتحس بحركتها. لكنّ هناك أنواعًا أخرى مختلفة من الموجات تحمل إشارات؛ فبعضها يحمل إشارات إلى أجهزة الراديو، والتلفاز. وموجات الصوت وموجات الضوء تنتشر حولك في كل مكان، وتمكّنك من السماع والرؤية. كما أن الدمار الناتج عن الزلازل تسببه موجات.

الموجات تنقل الطاقة وليس المادة الموجة Wave اضطراب ينتقل عبر المادة أو الفراغ. والموجات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر. ويمكنك مشاهدة موجات الماء كما في **الشكل ١**؛ فهي تحمل الطاقة، ثم تتحطم على الصخور المقابلة. فموجات الماء تنقل الطاقة عبر اهتزاز جزيئات الماء.

عندما تتحرك الموجة قد يبدو أنها تنقل المادة معها من مكان إلى آخر، لكن هذا لا يحدث؛ فعندما تتحرك الموجات خلال الأوساط الصلبة أو السائلة أو الغازية فإن المادة لا تنتقل معها. حركة الطائر، في **الشكل ١**، تنقل الطاقة إلى جزيئات الماء المجاورة، وهذه بدورها تنقل الطاقة إلى الجزيئات التي تليها، وهكذا حتى تنتشر الموجة بعيدًا. فالاضطراب ينتقل على سطح الماء، أما جزيئات الماء فلا تغادر موقعها أبدًا.

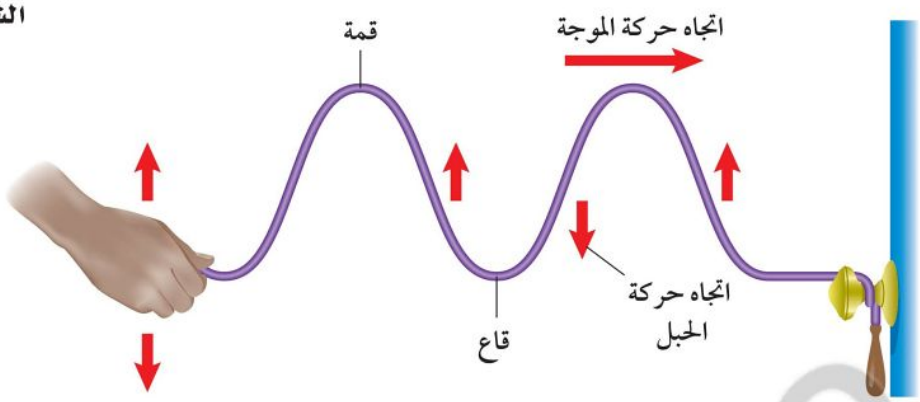
الطاقة المنقولة عبر موجات المحيط يمكنها تحطيم الصخور.

حركة الطائر تولد موجات على سطح الماء فتنقل الطاقة خلال الماء.

الشكل ١ الموجات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر دون أن تنقل المادة من مكانها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



الشكل ٢ تتولد موجات مستعرضة عندما تهز طرف الحبل إلى أعلى وإلى أسفل.

أنواع الموجات

تنشأ الموجات عادة عن اهتزاز الأجسام، أي حركتها إلى الأمام والخلف. وطاقة اهتزاز الجسم هي ما يُنقَل عبر الموجات. وهذه الطاقة تنتشر بعيدًا عن الجسم المهتز بأنواع مختلفة من الموجات، فمنها ما يعرف بالموجات الميكانيكية، وهذه لا تنتقل إلاّ خلال وسط مادي، والأخرى تعرف بالموجات الكهرومغناطيسية، وهذه يمكنها الانتقال عبر المادة والفراغ.

أ. أقسام الموجات الميكانيكية:

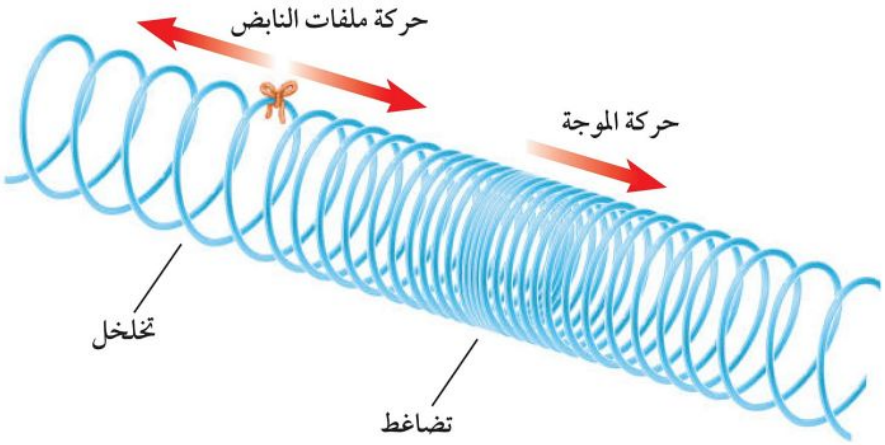
١- الموجات المستعرضة من أنواع الموجات الميكانيكية التي يبينها **الشكل ٢** **الموجات المستعرضة** Transverse Waves التي تسبب حركة دقائق المادة إلى الأمام وإلى الخلف في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة نفسها. فإذا ربطت طرف حبل مع مقبض باب، وأخذت تحرك الطرف الحر للحبل إلى أعلى وإلى أسفل فسوف تتولد موجات مستعرضة، تنتشر على طول الحبل. النقاط العليا في الموجات تسمى قممًا، بينما تسمى النقاط الدنيا فيها قيعانًا. وتَوالي تولُّد القمم والقيعان بعضها تلو بعض يشكّل موجات مستعرضة؛ حيث تتحرك القمم والقيعان على طول الحبل، في حين أن دقائق جسم الحبل تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل.

٢- الموجات الطولية نوع آخر من أنواع الموجات الميكانيكية، وتسمى أحيانًا الموجات التضاغطية. و**الشكل ٣** يبين موجات طولية تنتقل خلال نابض. **الموجات الطولية** Compressional Waves تسبب حركة دقائق المادة إلى الأمام وإلى الخلف في اتجاه انتشار الموجة نفسها.

تجربة عملية الأمواج المستعرضة
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



الشكل ٣ الموجة المنتشرة في النابض مثال على الموجة الطولية.

في **الشكل ٣** تسمى أماكن تقارب حلقات النابض تضاغطًا، بينما تسمى أماكن تباعد الحلقات تخلخلًا. وتَوالي التضاغطات والتخلخلات بعضها تلو بعض يشكّل موجة طولية؛ حيث تنتقل التضاغطات والتخلخلات على طول النابض، بينما تتحرك الحلقات إلى الأمام والخلف فقط.

تتحرك جزيئات المادة للخلف والأمام في اتجاه انتقال الموجة.

ماذا قرأت؟ كيف تتحرك جزيئات المادة في الموجات الطولية؟

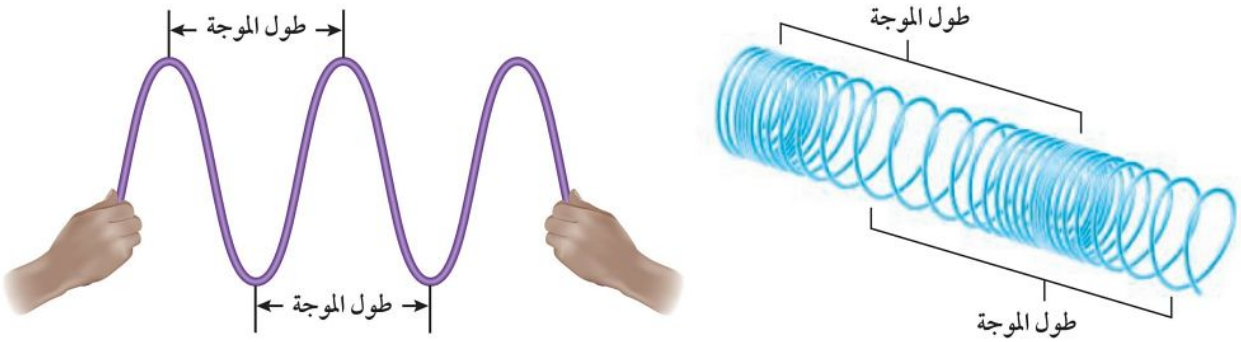
٣- الموجات السطحية عند حدوث الزلزال تنتشر الموجات الزلزالية عبر الأرض. بعض هذه الموجات طولية، وبعضها الآخر موجات مستعرضة. والموجات الزلزالية المسببة لأغلب ما يحدث من دمار للمباني هي نوع من الموجات السطحية تسمى موجات رايلي (الموجات المتدحرجة)، وهي تراكب موجي من الموجات الطولية والمستعرضة معًا.

ب. الموجات الكهرومغناطيسية موجات الضوء والراديو والأشعة السينية جميعها أمثلة على الموجات الكهرومغناطيسية، وهي تشبه الموجات المتولدة في الحبل؛ في أنها موجات مستعرضة؛ حيث تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من جزأين، أحدهما كهربائي، والآخر مغناطيسي، وكلاهما يهتز بشكل يتعامد على اتجاه انتشار الموجة.

خصائص الموجات

تعتمد خصائص الموجات على اهتزاز مصدر تلك الموجات. فعلى سبيل المثال لو حركت قلم رصاص بلطف في حوض ماء فسوف تتولد موجات خفيفة متباعدة تبدأ في الانتشار على سطح الماء. لكن لو حركت القلم بسرعة فستتولد موجات أكبر، ويكون تقارب بعضها من بعض أكثر.

موقع مادتي



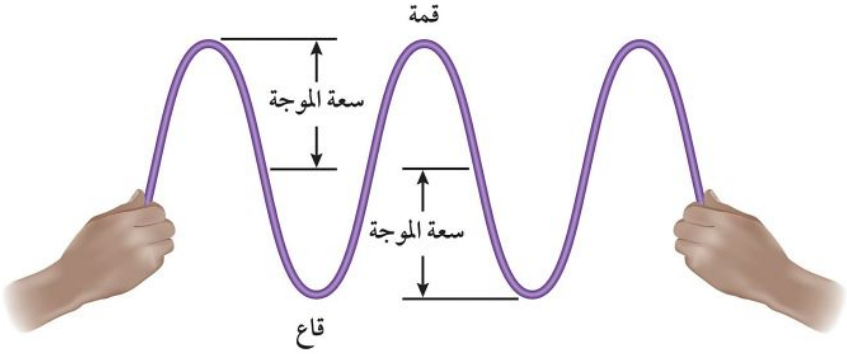
الشكل ٤ الطول الموجي للموجة المستعرضة هو المسافة بين قمتين متتاليتين، أو قاعين متتاليين، والطول الموجي للموجة الطولية هو المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين.

الطول الموجي تسمى المسافة بين نقطة على الموجة وأقرب نقطة أخرى إليها تتحرك بنفس سرعتها واتجاهها **الطولَ الموجيَّ** Wavelength. **والشكل ٤** يبين كيف يقاس الطول الموجي في كل من الموجات المستعرضة والموجات الطولية؛ فالطول الموجي للموجة المستعرضة هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين. أما الطول الموجي للموجة الطولية فهو المسافة بين مركزي تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين.

التردد **تردد الموجة** Frequency هو عدد الأطوال الموجية التي تعبر نقطة محددة خلال ثانية. إذا كنت تراقب موجات مستعرضة في حبل فإن ترددها هو عدد القمم أو القيعان التي تمر أمامك في الثانية الواحدة. وبالطريقة نفسها يكون تردد الموجة الطولية هو عدد التضاغطات أو التخلخلات التي تمر أمامك في الثانية الواحدة.

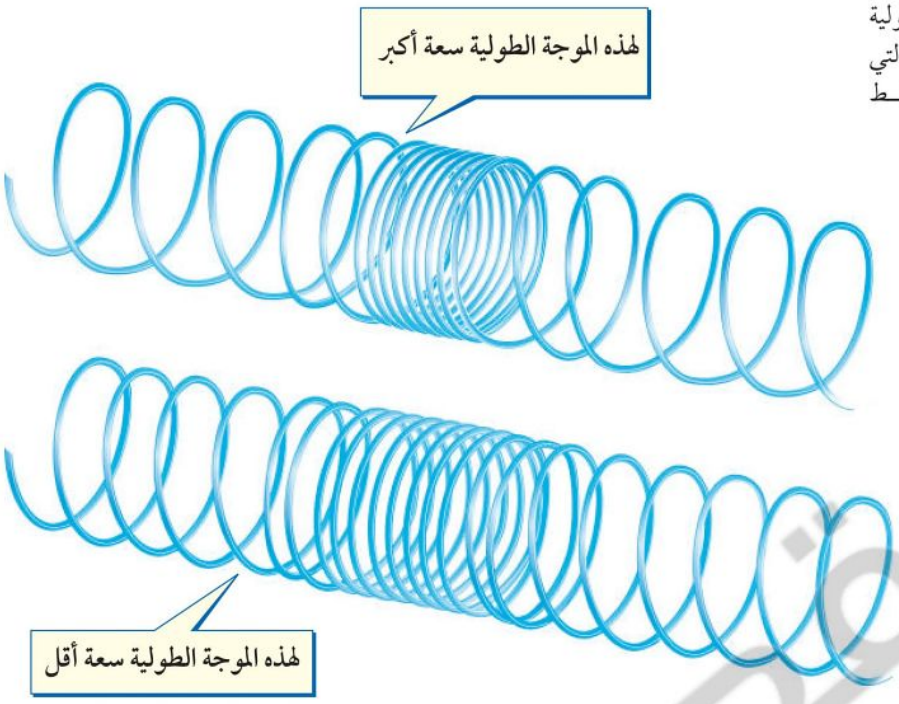
سعة الموجة المستعرضة للموجة خاصية أخرى تسمى السعة. افترض أنك حركت نهاية الحبل الحرة إلى أعلى وإلى أسفل مسافة كبيرة، فإنك بذلك تكون قد أحدثت موجة مستعرضة، فيها قمم عالية وقيعان عميقة، أي أن الموجة التي أنتجتها موجة كبيرة السعة. والسعة هي نصف المسافة العمودية بين القمة والقاع، كما في **الشكل ٥**. وبزيادة المسافة بين القمة والقاع تزداد سعة الموجة.

الشكل ٥ تعتمد سعة الموجة المستعرضة على ارتفاع القمة وانخفاض القاع.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



الشكل ٦ تعتمد سعة الموجة الطولية على كثافة المادة التي يحدث فيها التضاغط والتخلخل.

سعة الموجة الطولية تعتمد سعة الموجة الطولية على كثافة المادة في موقعي التضاغط والتخلخل، كما في **الشكل ٦**؛ فالموجات الطولية الكبيرة السعة تكون التضاغطات فيها أكثر تقاربًا، والتخلخلات أكثر تباعدًا بعضها عن بعض، مختلفة بذلك عن الموجة الطولية القليلة السعة؛ فاقتراب الحلقات في النابض المضغوط بعضها من بعض أكثر يسبب زيادة في تباعد الحلقات المجاورة لها أكثر.

ماذا قرأت؟ ما المقصود بسعة الموجة الطولية؟

المقصود بها هي المسافة بين مركزي تضاغط وتخلخل متتاليين.

السعة والطاقة إن الاهتزاز الذي يولد الموجات ينقل إليها طاقة، وكلما زادت الطاقة التي تحملها الموجة زادت سعتها. فعندما تحرِّك يدك إلى أعلى وإلى أسفل مسافة أكبر لتوليد موجة مستعرضة في الحبل فإنك تنقل طاقة أكبر للموجة. ولأن الموجات الزلزالية الناتجة عن اهتزاز القشرة الأرضية تسبب الزلزال فإنه كلما زادت طاقة الموجات الزلزالية زادت سعتها وزاد الدمار الذي تحدثه في أثناء انتقالها على سطح الأرض.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

سرعة الموجة تعتمد سرعة الموجة على الوسط الناقل لها، وكلما زادت سرعة الموجات زاد عدد القمم أو القيعان التي تعبر نقطة معينة في الثانية. ويمكنك حساب سرعة الموجة إذا علمت كلًّا من ترددها وطولها الموجي باستخدام العلاقة:

معادلة سرعة الموجة

سرعة الموجة (م/ ث) = طولها الموجي (م) × التردد (هرتز)

$ع = \lambda د$ (م/ ث)

حيث (ع) السرعة، و(د) التردد. والوحدة الدولية التي يقاس بها التردد هي (هرتز). والهرتز الواحد يعني اهتزازًا واحدًا في كل ثانية، أي أن طولًا موجيًّا واحدًا يعبر في الثانية الواحدة (١/ ث). أما الحرف اليوناني λ (وينطق لامدا) فيستخدم للدلالة على الطول الموجي، ويقاس بالمتر.

تطبيق الرياضيات — حلّ معادلة بسيطة

سرعة الصوت: موجة صوتية ناتجة عن الرعد والبرق ترددها ٣٤ هرتز، وطولها الموجي ٠,١٠ م. ما سرعة هذه الموجة؟

الحل:

١ المعطيات: الطول الموجي = ١٠م

التردد د = ٣٤ هرتز

٢ المطلوب: سرعة الموجة ع = ؟ م/ ث

٣ طريقة الحل: عوض بالقيم المعلومة لكل من التردد والطول الموجي في المعادلة:

ع = λ د = (١٠ م) × (٣٤ هرتز) = ٣٤٠ م × ١/ ث = ٣٤٠ م/ ث.

٤ التحقق من الحل: قسِّم الجواب على الطول الموجي ١٠م. يجب أن تكون النتيجة هي التردد المعطى وهو ٣٤ هرتز.

مسائل تدريبية

١. تنتشر موجة طولها ٠,٥٥ متر في وتر. إذا كان ترددها ٠,٦ هرتز فما سرعتها؟

٢. موجة صوتية ترددها ١٥٠٠٠ هرتز، تنتشر في الماء بسرعة ١٥٠٠ م/ ث. ما طولها الموجي؟

الاجابه في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

مسائل تدريبية

١. تنتشر موجة طولها ٠,٥٥ متر في وتر. إذا كان ترددها ٠,٦ هرتز فما سرعتها؟

المعطيات :
الطول الموجي =٠,٥٥مترا
التردد = ٦٠٠ هيرتز
المطلوب: سرعة الموجة ع =؟ م / ث
الحل:
ع= λ د =ـ ٠,٥٥ × ٦ = ٣,٣ م /ث.

٢. موجة صوتية ترددها ١٥٠٠٠ هرتز، تنتشر في الماء بسرعة ١٥٠٠ م/ ث. ما طولها الموجي؟

المعطيات:
التردد - ١٥٠٠٠ هيرتز
السرعة =١٥٠٠ م / ث
المطلوب : الطول الموجي λ = ؟ م
الحل : λ= ع / د = ١٥٠٠ / ١٥٠٠٠ = ٠,١ متراً.

موقع مادتي

الأمواج تغير اتجاهها

الشكل ٧ جميع الموجات تخضع لقانون الانعكاس، زاوية الانعكاس (س) تساوي زاوية السقوط (ر).

لا تستمر الموجات في الحركة بخط مستقيم دائمًا. فعندما تنظر إلى المرآة تجدها قد غيرت اتجاه الضوء الساقط عليها إلى اتجاهك، أي أن الضوء غيّر اتجاهه عندما سقط على المرآة. فالموجات تنعكس (ترتد) عندما تسقط على سطح عاكس، وقد تغيِّر اتجاهها عندما تدخل وسطًا آخر (تنكسر)، وقد تنحني حول حواف الأجسام (يحدث لها حيود).

قانون الانعكاس عندما ترتد الموجات عن سطح عاكس تخضع دائمًا لقانون الانعكاس، كما في **الشكل ٧**. فالخط الذي يصنع زاوية ٩٠° مع السطح يسمى العمود المقام على السطح. وينص **قانون الانعكاس** Law of Reflection على أن الزاوية التي تصنعها الموجة الساقطة مع العمود المقام (وتسمى زاوية السقوط) تساوي الزاوية التي تصنعها الموجة المنعكسة مع هذا العمود (وتسمى زاوية الانعكاس).

الانكسار تعتمد سرعة الموجة على خصائص الوسط الناقل. فموجات الضوء مثلًا تنتشر في الهواء بسرعة أكبر من سرعتها في الماء. ويبين **الشكل ٨** أن تغير سرعة الضوء كان سببًا في تغير اتجاه موجته. فعندما انتقلت موجة الضوء من الهواء إلى الماء تباطأت سرعتها، مما سبب تغير (انحراف) في اتجاه مسارها. **فالانكسار** Refraction هو تغير اتجاه الموجة عندما تتغير سرعتها؛ بسبب انتقالها من وسط إلى آخر.

تجربة

انكسار الضوء

الخطوات

١. املأ كأسًا زجاجية إلى نصفها بالماء.

٢. ضع قلم رصاص في الكأس، ثم صف ما تلاحظه.

٣. أضف المزيد من الماء برفق إلى الكأس، ثم صف كيف يتغير منظر القلم؟

التحليل

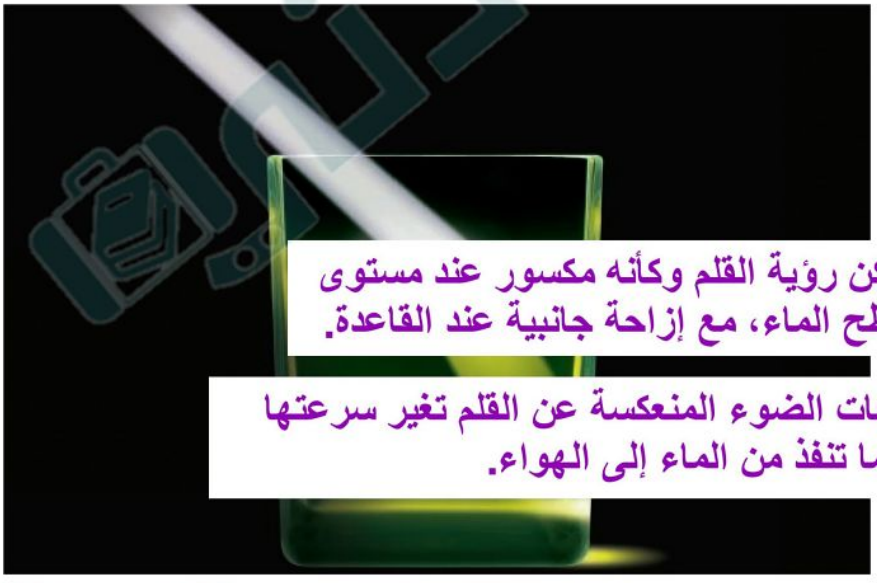
١. كيف يعتمد شكل القلم كما تراه على مستوى الماء في الكأس؟

٢. أين تتغيّر سرعة موجة الضوء القادمة من القلم؟

٣. استنتج ما علاقة شكل القلم -كما يبدو لك- بتغير سرعة الضوء؟

انكسار القلم يحدث عندما يتم تغيير سرعة موجات الضوء.

في المنزل



يمكن رؤية القلم وكأنه مكسور عند مستوى سطح الماء، مع إزاحة جانبية عند القاعدة.

موجات الضوء المنعكسة عن القلم تغير سرعتها عندما تنفذ من الماء إلى الهواء.

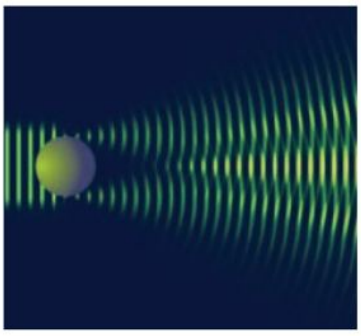
الشكل ٨ يحدث الانكسار عندما تغيِّر الموجة سرعتها. وقد غيرت موجات الضوء اتجاهها عندما نقصت سرعتها نتيجة انتقالها من الهواء إلى الماء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

الحيود تنحني الموجات عند الحواف بسبب ظاهرة **الحيود** Diffraction، وهو انعطاف الموجات حول حواف الأجسام. **والشكل ٩** يبين أن الموجات لم تُحجَز تمامًا بسبب وجود جسم في مسارها، ولكنها تجاوزته، وانعطفت حوله. ويعتمد مقدار الحيود على حجم الجسم مقارنة بطول الموجة. فعندما يكون العائق (أبعاد الجسم) أكبر كثيرًا من الطول الموجي يكون الحيود صغيرًا، وعندها يظهر ظل خلف الجسم حيث لا تكون هناك موجات. ومع ازدياد الطول الموجي بالنسبة إلى أبعاد الجسم يزداد مقدار الحيود، حتى يكون الحيود أكبر ما يمكن، عندما يصبح الطول الموجي أكبر كثيرًا من العائق.

حيود الصوت والضوء تتماثل أطوال الموجات الصوتية مع أبعاد الكثير من الأجسام من حولنا، في حين أن أطوال موجات الضوء أقصر كثيرًا. ونتيجة لذلك فإنك تسمع أصوات أناس في حجرة مجاورة بابها مفتوح حتى إذا كنت لا تراهم.



الشكل ٩ يعتمد حيود الموجة وانعطافها حول الجسم على حجم (أبعاد) الجسم وعلى طول الموجة.

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

طاقة الموجة

- الموجات تنقل الطاقة ولا تنقل المادة.

أنواع الموجات

- الموجات المستعرضة تسبب اهتزاز دقائق الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة.
- الموجات الطولية تسبب اهتزاز دقائق الوسط على امتداد اتجاه انتشار الموجة.
- الموجات الكهرومغناطيسية موجات مستعرضة تنتشر في الفراغ أو المادة.

خصائص الموجات

- توصف الموجة بطولها الموجي وسعتها وترددها.
- تزداد الطاقة التي تنقلها الموجة بزيادة سعتها.
- سرعة الموجة ع تساوي طولها λ مضروبًا في ترددها د، أي أن: $ع = \lambda د$
- تغير الموجات اتجاهها بالانكسار والانعكاس والحيود.

اختبر نفسك

١. **حلل** كيف تنقل الموجةُ الطاقةَ من مكان إلى آخر دون أن تنقل معها المادة؟

٢. **فسر** كيف تتغير المسافات بين حلقات النابض عندما تزداد سعة الموجة الطولية المارة خلاله؟

٣. **توقع** كيف يتغير الطول الموجي لموجاتٍ عندما يزداد ترددها، مع بقاء سرعتها ثابتة؟

٤. **طبق** حجران متماثلان، أحدهما ثقيل والثاني خفيف، أسقطا من ارتفاع واحد في بركة، وضح لماذا ينتج عن سقوط الحجر الأثقل موجات سعتها أكبر؟

٥. **التفكير الناقد** قارب سريع يولد موجات على سطح الماء، ويسحب أنبوبًا عائمًا، صف حركة الأنبوب عندما تمر به الموجات المتولدة خلف القارب.

تطبيق الرياضيات

٦. **حساب سرعة الموجات** احسب سرعة موجة طولها ٢,٠ م وترددها ١,٥ هرتز.

٧. **حساب الطول الموجي** احسب الطول الموجي لموجة سرعتها ٠,٣ م/ث وترددها ٥٠٠ هرتز.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

الإجابات في الصفحة التالية

موقع مادتي

اختبر نفسك

١. **حلل** كيف تنقل الموجةُ الطاقةَ من مكان إلى آخر دون أن تنقل معها المادة؟

تقوم الموجات بنقل الطاقة من جزيء إلى الجزيء المجاور.

٢. **فسر** كيف تتغير المسافات بين حلقات النابض عندما تزداد سعة الموجة الطولية المارة خلاله؟

بسبب أن الموجات الطولية كبيرة السعة تكون أكثر تضاغطاً في مناطق التضاغط وأكثر تخلخلاً في مناطق التخلخل.

٣. **توقع** كيف يتغير الطول الموجي لموجاتٍ عندما يزداد ترددها، مع بقاء سرعتها ثابتة؟

سيقل الطول الموجي لها .

٤. **طبق** حجران متماثلان، أحدهما ثقيل والثاني خفيف، أسقطا من ارتفاع واحد في بركة، وضح لماذا ينتج عن سقوط الحجر الأثقل موجات سعتها أكبر؟

وذلك لأن الحجر الأثقل له طاقة حركية أكبر عندما يضرب الماء. والطاقة الأكبر تولد أمواجا ذات سعة أكبر.

٥. **التفكير الناقد** قارب سريع يولد موجات على سطح الماء، ويسحب أنبوبًا عائمًا، صف حركة الأنبوب عندما تمر به الموجات المتولدة خلف القارب.

موجات الماء تسبب حركة الأنبوب الداخلي إلى أعلى وإلى أسفل عندما يمر بها.

تطبيق الرياضيات

٦. **حساب سرعة الموجات** احسب سرعة موجة طولها ٠,٢ م وترددها ١,٥ هرتز.

٧. **حساب الطول الموجي** احسب الطول الموجي لموجة سرعتها ٠,٣ م/ ث وترددها ١,٥ هرتز.

الطول الموجي λ = ٠,٢ م

د = ١,٥ هرتز

ع = ؟

ع = λد = ٠,٢ × ١,٥ = ٠,٣ م/ث

اذاً λ = ع / د = ٠,٣ / ١,٥ = ٠,٢م.

موقع مادتي
رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

موجات الصوت

في هذا الدرس

الأهداف

- تصف كيف تتولد موجات الصوت.
- تفسر كيفية انتقال موجات الصوت عبر المواد.
- تصف العلاقة بين عُلوِّ الصوت وشدته.

الأهمية

- معرفتك بعلم الصوت تساعدك على حماية حاسة السمع لديك.

مراجعة المفردات

موجة صوتية : سلسلة التضاغطات والتخلخلات المنتقلة خلال مادة ما.

المفردات الجديدة

- شدة الصوت
- حدة الصوت
- تكرار الصدى

تكوُّن موجات الصوت

كيف تنتج الموجات الصوتية الصادرة عن ضرب غشاء مرن؟ عندما تضرب الغشاء المرن يهتز، وهذه الاهتزازات تنقل الطاقة إلى دقائق الهواء الملامسة للغشاء، محدثةً موجة صوتية في الهواء. وتستطيع سماع الصوت الناتج عن الغشاء المرن المهتز؛ لأن الطاقة قد انتقلت على شكل موجات صوتية من الغشاء إلى أذنيك. وكل صوت تسمعه يكون ناتجًا عن جسم مهتز؛ فعلى سبيل المثال تهتز أوتار خاصة داخل حنجرتك عندما تتكلم، مصدرةً موجات صوتية.

موجات الصوت طولية الموجات الصوتية موجات طولية تنتج عن اهتزاز الأجسام. ويبين الشكل ١٠ كيف تنتج الموجات الصوتية الصادرة عن الغشاء المهتز؛ حيث ينتقل الاهتزاز إلى دقائق الهواء المجاورة، فتهتز الدقائق بالتردد نفسه. فعندما يتحرك الغشاء إلى الخارج يضغط دقائق الهواء المجاورة له محدثًا تضاغطًا، وعندما يعود مبتعدًا إلى الداخل تتكون منطقة تخلخل في جزيئات الهواء، وينتقل هذا التضاغط والتخلخل عبر الهواء محدثًا موجات الصوت الطولية.

موجات الصوت لا تنتقل إلا عبر الأوساط المادية؛ لأن الطاقة المنقولة بواسطة موجات الصوت تنقلها تصادمات دقائق الوسط الناقل لهذه الموجات. فعلى سبيل المثال، لا يصدر أي صوت خارج جسم مركبة الفضاء عندما تكون خارج الغلاف الجوي.

الشكل ١٠ اهتزاز غشاء مرن يُنتج موجات صوتية، حيث يولد الغشاء تضاغطًا كلما اهتز نحو الخارج وتخلخلًا كلما اهتز نحو الداخل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

سرعة الصوت

تعتمد سرعة موجات الصوت على نوع الوسط الذي تنتقل خلاله، مثلها مثل باقي الموجات؛ وتكون سرعة الصوت في المواد الصلبة أكبر منها في السائلة وأكبر منها في الغازات. ويبين **الجدول ١** سرعة الصوت في مواد مختلفة.

وكذلك تزداد سرعة الصوت في المادة بزيادة درجة حرارتها، ويكون أثر تغيير درجة الحرارة كبيرًا في حالة الغازات، فمثلًا تزداد سرعة الصوت في الهواء من ٣٣١ م/ ث عند درجة صفر° س، إلى ٣٤٩ م/ ث عند ٣٠° س.

ماذا قرأت؟ كيف تؤثر درجة الحرارة في سرعة الصوت في المادة؟

سرعة الصوت تزداد بارتفاع درجة الحرارة.

جدول ١ سرعة الصوت في مواد مختلفة

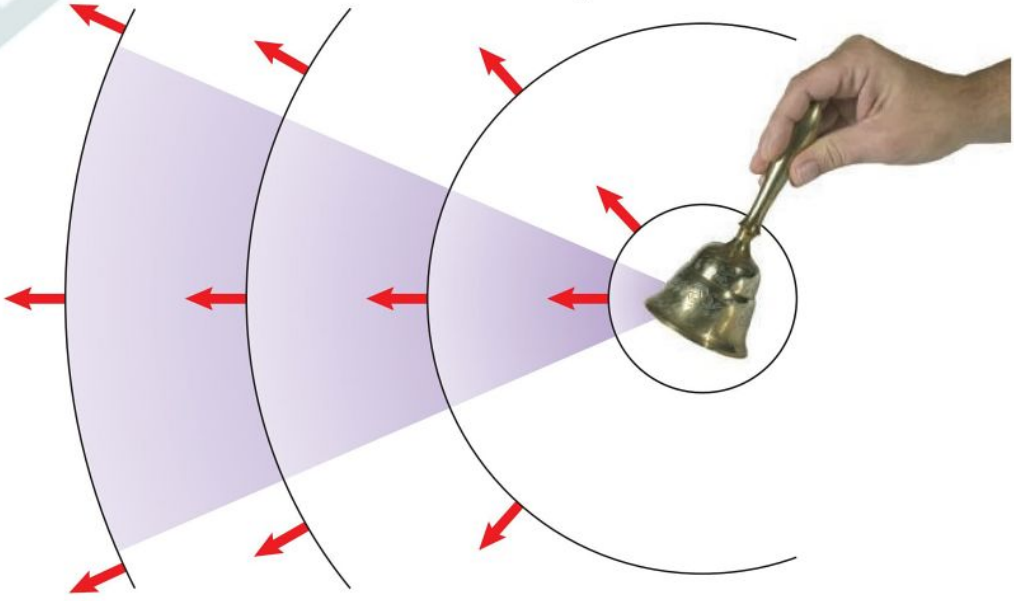
المادة	السرعة (م/ ث)
هواء (٢٠° س)	٣٤٣
زجاج	٥٦٤٠
فولاذ	٥٩٤٠
ماء (٢٥° س)	١٤٩٣
ماء البحر (٢٥° س)	١٥٣٣
مطاط	١٦٠٠
ماس	١٢٠٠٠
حديد	٥١٣٠

علوّ الصوت

ما الذي يجعل الصوت عاليًا أو خافتًا؟ الشخص في **الشكل ١١** يمكنه إصدار صوت عال بهز الجرس بقوة، ويمكنه إصدار صوت خافت بهز الجرس برفق، ويكون الفرق بين الحالتين في مقدار الطاقة التي أعطاها الشخص للجرس؛ فالصوت العالي يحمل طاقة أكبر مما يحمله الصوت الخافت.

الشدة كمية الطاقة الصوتية التي تحملها الموجة التي تعبر مساحة محددة خلال ثانية واحدة تسمى **شدة الصوت** Intensity. ويوضح **الشكل ١٢** كيف تتناقص شدة الصوت كلما ابتعدنا عن مصدر الصوت. فالشخص القريب من مصدر الصوت يسمعه بشدة عالية، بينما يكون الصوت أقل شدة لدى شخص آخر يقف بعيدًا عن مصدر الصوت. وترتبط شدة موجات الصوت مع سعتها؛ فالصوت الذي سعته كبيرة يكون عالي الشدة.

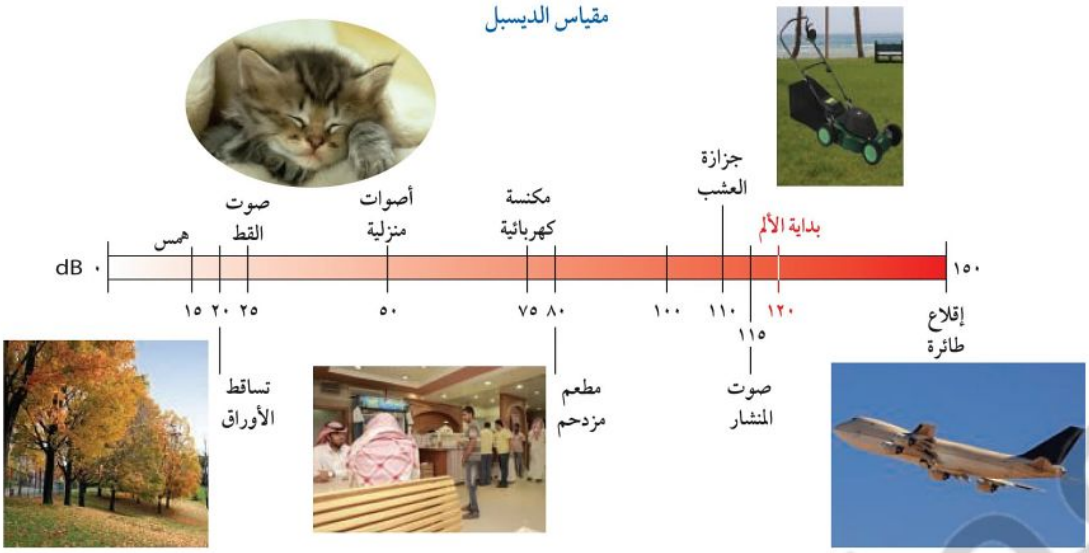
الشكل ١١ يعتمد علوّ الصوت على كمية الطاقة التي تحملها موجات الصوت.



الشكل ١٢ تتناقص شدة موجات الصوت كلما انتشر الصوت مبتعدًا عن مصدره؛ حيث تتوزع الطاقة التي تحملها موجات الصوت على مساحة أكبر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



الشكل١٣ يبين مقياس الديسبل هذا مستويات الصوت لبعض الأصوات المألوفة.
تحقق ما نسبة مستوى شدة صوت جزازة العشب إلى مستوى شدة الصوت في مطعم مزدحم؟

مستوى الصوت وعلوّ الصوت يتم التمييز بين شدة الأصوات المختلفة من خلال مستوى شدتها والذي يُقاس بوحدة ديسبل (dB)، كما هو موضح في **الشكل ١٣**. إن أخفض صوت يمكن للإنسان سماعه يكون بمستوى شدة صفر ديسبل، في حين تكون المحادثة العادية بين شخصين بمستوى شدة ٥٠ ديسبل. والأصوات التي يكون مستوى شدتها ١٢٠ ديسبل أو أكثر تكون مؤلمة للإنسان.

وعلوّ الصوت هو ما يدركه الإنسان من خلال إحساسه بشدة الموجات الصوتية؛ فعند زيادة مستوى شدة الصوت بمقدار ١٠ ديسبل، فإن الطاقة التي تحملها موجاته تتضاعف عشر مرات. إلا أن معظم الناس يدركون ذلك على أنه مضاعفة علوّ الصوت مرتين فقط، وإذا ازداد مستوى شدة الصوت إلى ٢٠ ديسبل مثلاً، فإن الطاقة التي تحملها موجات الصوت تتضاعف ١٠٠ مرة، أما علوّ الصوت فيزيد ٤ مرات.

ماذا قرأت؟ كم مرة تتضاعف طاقة الصوت إذا زاد مستوى شدته بمقدار ٣٠ ديسبل؟

١٠٠٠ مرة

التردّد وحِدَّة الصوت

يتحدد تردد الصوت من خلال تردد المصدر المهتز المولد لموجات الصوت. تذكر أن تردد الموجة يقاس بوحدة هرتز، وهي عدد الاهتزازات التي يُنتجها الجسم في الثانية الواحدة. فتردد الموجات الصوتية الصادرة عن طائرة نفاثة لحظة الإقلاع يصل إلى حوالي ٤٠٠٠ هرتز، بينما يصل تردد الموجات الصوتية الصادرة عن بعض الطيور إلى حوالي ٢٠ هرتز. ويستطيع الإنسان عادة سماع الأصوات التي يتراوح ترددها بين ٢٠ هرتز و ٢٠٠٠٠ هرتز.

تلف السمع

التعرض الدائم على أصوات تتجاوز شدتها ٨٥ ديسبل قد يسبب تلف السمع.

ابحث في أضرار الأصوات العالية التي تعرضت لسماعها في حياتك، ومنها صوت الدراجة النارية، والضوضاء في ملاعب الكرة.

يمكن للأصوات التي تتجاوز ٨٥ ديسبل في ضوضائها أن تسبب تلفا في حاسة السمع . عند درجة ٨٥ ديسبل صوت الآلات الثقيلة يجب ألا يزيد أقصى تعرض على ٨ ساعات ، ويقل بمعدل نصف ساعة
لكل زيادة في الضوضاء مقدارها ٣ ديسبل .أما التعرض للأصوات التي تزيد على ١١٠ ديسبل (صوت الموسيقى الصاخبة) لمدة دقيقتين فيسبب فقدان السمع بشكل دائم.

موقع مادتي

عالية. والأصوات ذات الحدة المرتفعة تردداتهـا عالية، بينما الأصوات ذات الحدة المنخفضة تردداتها منخفضة.

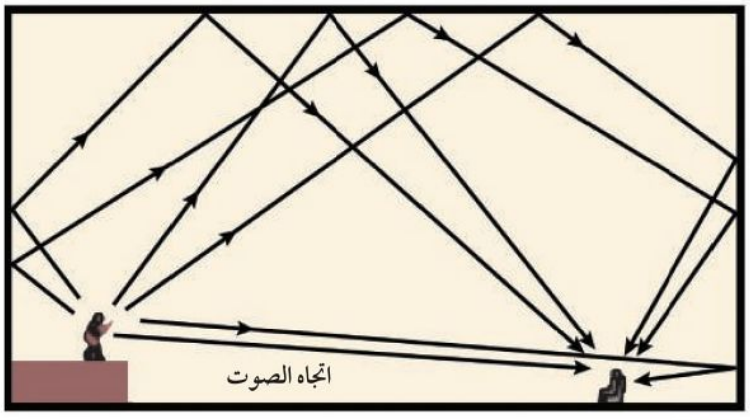
انعكاس الصوت

هـل وقفت يومًا في غرفة فارغة من الأثاث وقد سـمعت صدى صوتك وأنت تنادي بصوت مرتفع؟ درسـت سابقًا مفهوم الصدى وهو سـماع الصوت بعد انعكاسه عن السـطوح العاكسـة. ولتجنّب حدوث الصدى في القاعات الكبيرة والمسارح، فإنها تصمّم، كما هو موضح **بالشـكل ١٤**، بحيث تبطن جدرانها الداخلية وأسقفها بمواد لينة تعمل على امتصاص طاقة موجات الصوت، بدلاً من انعكاسها.

يسـتفاد من ظاهرة الصدى في تحديد مواقع الأجسـام التي تعترض مسـار الأمواج الصوتيـة؛ إذ تعتمد بعض المخلوقات – ومنها الخفـاش والدلفين وغيرهما – على هذه الظاهرة في حركتها، فترسل موجات صوتية قصيرة عالية التردد في اتجاه مساحة محدّدة، ثم تستقبل الموجات المنعكسة وتفسِّـرها لتحديد طبيعة الأجسام، ومواقع الحيوانات الأخرى، وتعرّف خصائصها. كذلك يستخدم الأطباء انعكاس الموجات فوق السمعية ليرسموا بالحاسوب صورة لأعضاء الجسم، يُعتمد عليها في تشخيص حالة المريض، وتستخدم كذلك لفحص الأجنة.

وهنـاك حـالات يتكـرر فيهـا سـماع الصـدى أو مـا يعـرف **بتكـرار الصدى** reverberation وذلـك عنـد إصـدار صـوت في مـكان مغلق أو شـبه مغلق. ويُسـتفاد من ذلك في القاعات الكبيره في التغلب على التناقص المسـتمر في شدة الموجات الصوتية؛ نتيجة انتشـارها على مسـاحة أوسـع وابتعادها عن مصدرها. ويتم ذلـك بتجميع الأصـوات المنعكسـة عن جدران وسـقف القاعـة، كما في **الشكل ١٥**، وذلك بحسابات دقيقة؛ لمراعاة وضوح الصوت وعدم حدوث تشويش.

الشـكل ١٤ قاعة حديثة مجهزة بمواد قـادرة عـلى امـتـصـاص طاقة الموجـات الصوتية، للتحكم في صدى الصوت وانعكاساته المختلفة.



الشكل ١٥ رسـم تخطيطـي يوضح كيفية الاسـتفادة من تكرار الصدى.

موقع مادتي

مراجعة الدرس ٢

الخلاصة

تكوُّن موجات الصوت

- موجات الصوت موجات طولية تتولَّد عند اهتزاز الأجسام.
- تعتمد سرعة موجات الصوت في المادة التي تنتقل خلالها على طبيعة المادة ودرجة حرارتها.

علوّ الصوت وحدته

- شدة الصوت هي مقدار الطاقة التي تنقلها الموجة خلال وحدة المساحة في الثانية الواحدة.
- تقاس شدة الصوت بوحدة ديسبل.
- علو الصوت هو إدراك الإنسان لشدة الصوت.
- حدة الصوت هي إدراك الإنسان لتردد الصوت.

سماع الأصوات

- أنت تسمع الأصوات عندما تصل الموجات الصوتية إلى أذنك، فيهتز غشاء الطبلة وبقية الأجزاء في الأذن.

اختبر نفسك

١. **وضح** لماذا تسمع صوتًا عندما تصفق؟

٢. **توقع** متى تكون سرعة الصوت في الهواء أكبر: صيفًا أم شتاءً؟

٣. **قارن** بين الأمواج الصوتية لشخصين أحدهما يصيح والآخر يهمس؟

٤. **صف** كيف تنشأ الاهتزازات في أذنك عند وصول الصوت إليها؟ وكيف تسمع؟

٥. **التفكير الناقد** تنشأ الأصوات عن الاهتزازات. لماذا لا تسمع صوتًا عندما تحرك يدك إلى الأمام وإلى الخلف في الهواء؟

تطبيق الرياضيات

٦. **حساب النسبة** صوتان الأول شدته ٥٠ ديسبل، والثاني شدته ٢٠ ديسبل، كم مرة يساوي علوُّ الصوت الأول علوَّ الصوت الثاني؟

٧. **حساب الزيادة في الشدة** إذا تضاعفت الطاقة التي تحملها موجات صوت ما ألف مرة، فكم مرة تتضاعف شدته؟ وضح إجابتك.

الإجابات في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

اختبر نفسك

١. وضح لماذا تسمع صوتًا عندما تصفق؟

بسبب الاهتزاز التي تسببه يداك في جزيئات الهواء المجاورة لهما، فسوف تنتقل الاهتزازات عبر الهواء إلى أذنك. ثم إلى دماغك الذي يقوم بتميزها على شكل صوت.

٢. توقع متى تكون سرعة الصوت في الهواء أكبر: صيفًا أم شتاءً؟

سرعة الصوت تكون خلال الصيف أكبر.

٣. قارن بين الأمواج الصوتية لشخصين أحدهما يصيح والآخر يهمس؟

كلاً من الشخصين يصدران موجات طولية يمكنها الانتقال عبر الهواء. وقد يكون لهما التردد نفسه اما موجات الصوت الناتجة عن الصراخ فتكون لها سعة أكبر وتحمل طاقة أكبر.

٤. صف كيف تنشأ الاهتزازات في أذنك عند وصول الصوت إليها؟ وكيف تسمع؟

عندما تصل موجات الصوت إلى أذنك فتهتز طبلة الأذن، وبالتالي سوف تهتز عظيمات الأذن الوسطى الثلاث فتسبب اهتزاز السائل الهلامي في القوقعة. وتقوم الخلايا العصبية بأرسال الصوت إلى الدماغ.

٥. التفكير الناقد تنشأ الأصوات عن الاهتزازات. لماذا لا تسمع صوتًا عندما تحرك يدك إلى الأمام وإلى الخلف في الهواء؟

بسبب أن اليد تحرك جزيئات الهواء بشكل بطيء جدا فينتج صوت بتردد منخفض جدا لا يمكن للأذن سماعه.

تطبيق الرياضيات

٦. حساب النسبة صوتان الأول شدته ٥٠ ديسبل، والثاني شدته ٢٠ ديسبل، كم مرة يساوي علوُّ الصوت الأول علوَّ الصوت الثاني؟

الصوت الأول يعلو عن الصوت الثاني ب ٣٠ ديسيبل.

٧. حساب الزيادة في الشدة إذا تضاعفت الطاقة التي تحملها موجات صوت ما ألف مرة، فكم مرة تتضاعف شدته؟ وضح إجابتك.

تتضاعف شدته ٨ مرات.

موقع مادتي
رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

الدرس ٣

الضوء

الموجات في الفراغ

في ليلة صافية يبدو القمر ساطعًا، 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، و**الموجات الكهرومغناطيسية** Electromagnetic Waves يمكنها الانتقال عبر المادة أو الفراغ.

سرعة الضوء لعلك شاهدت في بعض الأفلام الخيالية مَرْكبات فضائية تسافر بسرعة أكبر من سرعة الضوء، في الواقع لا شيء من ذلك يحدث؛ فسرعة الضوء في الفراغ كبيرة جدًّا، ولا يمكن لجسم التحرك بهذه السرعة؛ حيث ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كم/ ث. فضوء الشمس يقطع مسافة ١٥٠ مليون كيلومتر تقريبًا 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 جدًّا 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 تردّد موجة الضوء التي لها هذا الطول الموجي ٦٠٠ تريليون هرتز.

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

في 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

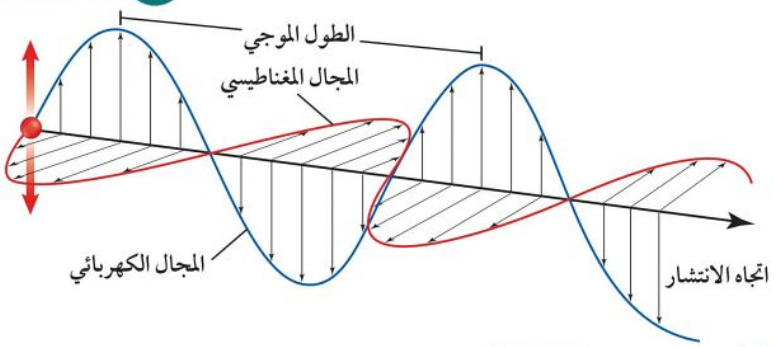
الطيف المرئي: جزء من موجات الضوء المختلفة التي يمكن مشاهدتها بعد تحليلها.

المفردات الجديدة

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



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

تجربة عملية تشتت أمواج الضوء

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

خصائص موجات الضوء

موجات الضوء وجميع الموجات الكهرومغناطيسية الأخرى موجات مستعرضة. تذكّر 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 متتاليين لتذبذب المجال الكهربائي أو المغناطيسي.

شدة الموجات الضوئية تعد شدة الموجات مقياسًا 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 تبتعد عن مصدر الضوء تتشتت طاقته، فتقل شدته.

ماذا قرأت؟ ما الذي يحدد شدة موجات الضوء؟

تحدد كمية الطاقة والتي تحملها الموجات والبعد عن مصدر الضوء.

الطيف الكهرومغناطيسي

لا تنحصر الموجات الكهرومغناطيسية في موجات الضوء فقط؛ فهناك طيف كامل من الموجات الكهرومغناطيسية، كما يوضح **الشكل ١٨**. والطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum هو مدًى 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.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

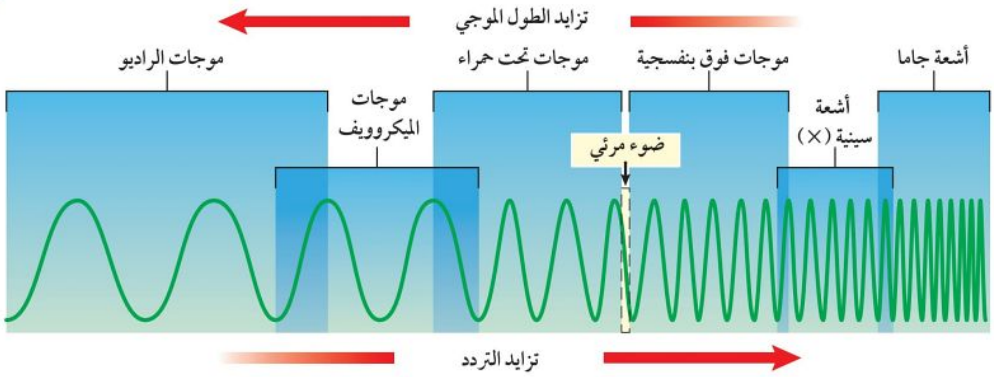
الليزر

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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



أمواج الراديو والميكروويف الموجات التي تنقل المعلومات إلى أجهزة التلفاز والمذياع في منزلك هي موجات راديوية، والأطوال الموجية لها تزيد على ٠,٣ متر. ويصل الطول الموجي لبعضها آلاف الأمتار. وأقصر الموجات الراديوية تسمى موجات الميكروويف؛ حيث يتراوح طولها الموجي بين ٠,٠٠١ متر إلى ٠,٣متر، وتُستخدم 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 مجسّ خاص بالتلفاز. و**للموجات 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 حسّاسة للموجات تحت الحمراء لكي تحدد مواقع الأجسام الساخنة أو الأشخاص في الظلام.

الضوء المرئي والألوان من بين الموجات الكهرومغناطيسية، هناك حزمة مميّزة 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 يتركب 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.

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

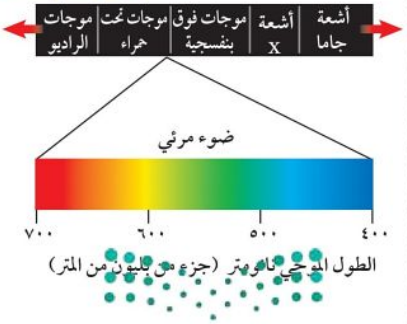
بين ٤٠٠ الى ٧٠٠ جزء من بليون من المتر.

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

بزيادة التردد

الشكل ١٩ الضوء المرئي يشكل نطاقًا 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.

الضوء البنفسجي.



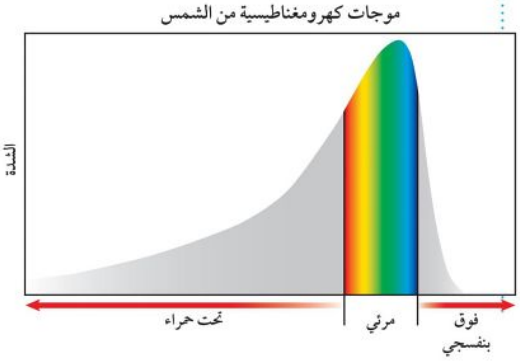
وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

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؛ فللأشعة السينية طاقة تكفي لاختراق الجسم؛ حيث تنفذ خلال الأنسجة اللينة، أما أجزاء الجسم الكثيفة – ومنها العظام – فتوقفها، مما يجعلها مناسبةً لتصوير أعضاء الجسم الداخلية. أما أشعة جاما فلها طاقة أكبر كثيرًا من طاقة الأشعة السينية، ومن استخداماتها قتل البكتيريا التي تسبب فساد الأطعمة في الصناعات الغذائية.

الموجات الكهرومغناطيسية القادمة من الشمس معظم الطاقة التي ترسلها الشمس تقع ضمن الموجات فوق البنفسجية والضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء، كما يبين **الشكل ٢٠**. وهذه الموجات جميعها تحمل الطاقة من الشمس لتنشرها في جميع الاتجاهات، ويصل إلى الأرض جزء بسيط من هذه الطاقة. ومن رحمة الله سبحانه وتعالى أنّ الغلاف الجوي للأرض يعمل على امتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس ويمنعها من الوصول إلى الأرض. ولولا ذلك لأهلكت هذه الأشعة الفتاكة ما على سطح الأرض من حياة. قال تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا ٱلسَّمَآءَ سَقْفًا مَّحْفُوظًا ۖ وَهُمْ عَنْ ءَايَٰتِهَا مُعْرِضُونَ ﴿٣٢﴾ ﴾ الأنبياء. ولذلك فإن ما يصل إلى سطح الأرض من طاقة الشمس هو ما تحمله الموجات الكهرومغناطيسية المرئية والموجات تحت الحمراء.



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

تجربة

فصل الأطوال الموجية

الخطوات

١. ضع **المنشور الزجاجي** في ضوء الشمس، بحيث تظهر ألوان الطيف بوضوح.

٢. ضع المنشور على **سطح الطاولة**، ثم سلط عليه ضوءًا من مصباح يدوي. وسجل ملاحظاتك.

٣. سلط **ضوء الليزر** على المنشور، وسجل ملاحظاتك.

تحذير: لا تسلط ضوء الليزر على عيون زملائك.

التحليل

١. حدِّد ما إذا كان الضوء الصادر عن الشمس والضوء الصادر عن المصباح اليدوي لهما موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.

٢. حدِّد ما إذا كان الضوء الصادر عن جهاز الليزر له موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.

الاجابه في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

التحليل

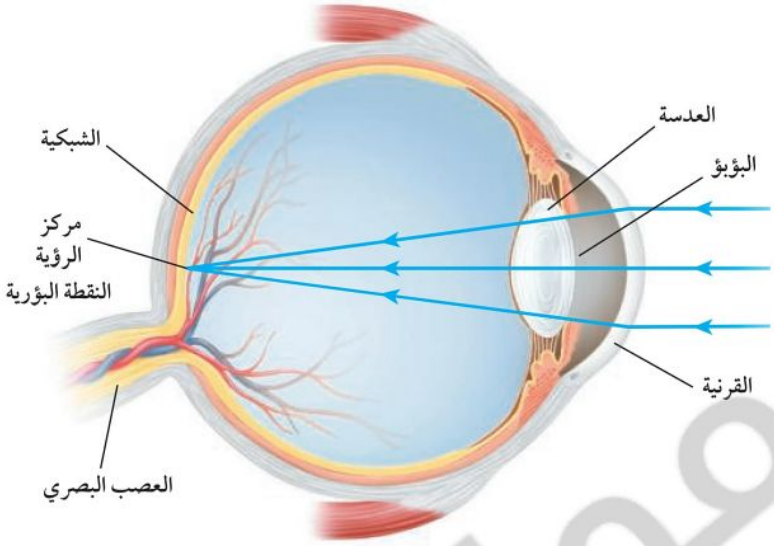
١. حدِّد مـــا إذا كان الضوء الصادر عن الشمس والضوء الصادر عن المصباح اليـــدوي لهما موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.

يعمل الضوء على تغيير اتجاهه عندما يمر عبر المنشور ومشاهدة طيف الألوان بسبب أن لكل لون له طول موجي مختلف مما يجعله ينكسر بزاوية مختلفة عن اللون الآخر.

٢. حدِّد مـــا إذا كان الضوء الصادر عـــن جهـــاز الليزر لـــه موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.

ضوء الليزر يتكون من طول موجي واحد فقط.

موقع مادتي



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

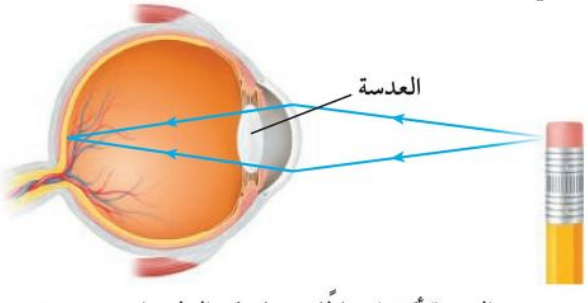
العين ورؤية الضوء

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.

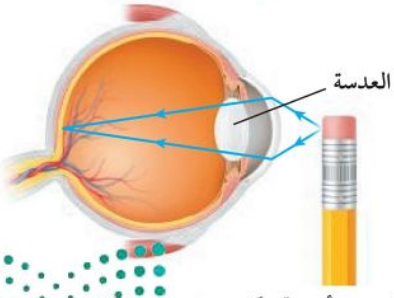
انظر كتاب جرعة وعي (صحة العين)

ما سبب رؤيتنا ألوان الأجسام ؟ عندما تسقط موجات الضوء على جسم فإن بعضها ينعكس عنه، وتُحدِّد الأطوال الموجية لهذا الجزء المنعكس من الضوء لونَ الجسم؛ فعند سقوط الضوء على وردة حمراء مثلاً تنعكس عنها الأمواج التي تقع أطوالها الموجية ضمن الجزء الأحمر من الطيف المرئي. أمّا الأجسام التي تبعث الضوء فإن لونها يتحدد بالأطوال الموجية للضوء المنبعث منها. فضوء النيون يظهر باللون الأحمر لأنه يبعث أمواجًا 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 انبساطًا عندما تركز النظر على جسم بعيد.



تصبح العدسة أكثر تحدبًا عندما تركز النظر على جسم قريب.

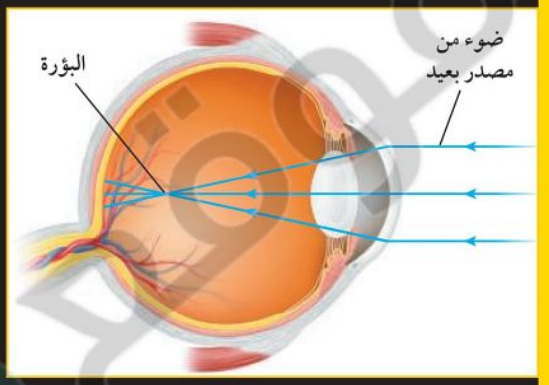
وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

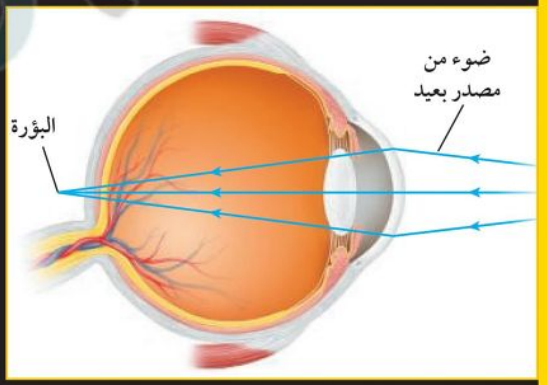
المشاكل الشائعة للرؤية

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 شيوعا 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.

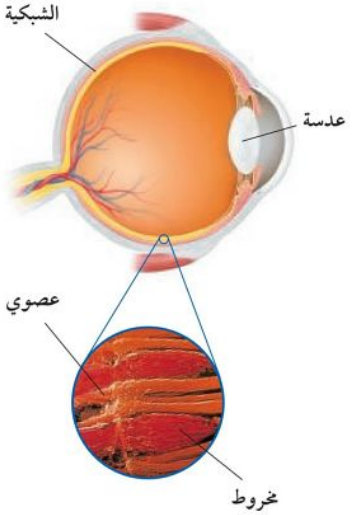


طول النظر يتمكن الشخص المصاب بطول النظر من رؤية الأجسام البعيدة بوضوح، ولكنه لا يستطيع رؤية الأجسام القريبة بوضوح، وينتج طول النظر عندما تكون كرة العين (مقلة العين) قصيرة جدًّا، حيث إن الضوء القادم من الجسم البعيد لا يتجمع عندما يصل الشبكية ليكون صورة واضحة عليها.

ويصحح طول النظر أيضا 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي



الشكل ٢٤ الخلايا المخروطية والعصوية في شبكية العين تُحدِّد الضوء، وترسل إشارات عصبية للدماغ.

الخلايا المخروطية والعصوية تحوي شبكية العين ما يزيد على مائة مليون خلية حساسة للضوء تسمى خلايا مخروطية وعصوية، كما يبينها **الشكل ٢٤**. والخلايا العصوية حساسة للضوء الخافت، في حين تُمكنك الخلايا المخروطية من رؤية الألوان. وهناك ثلاثة أنواع من الخلايا المخروطية: النوع الأول حساس للوني الضوء الأحمر والأصفر، والنوع الثاني حساس للونين الأخضر والأصفر، والنوع الثالث حساس للونين الأزرق والبنفسجي، وترسل جميع الإشارات إلى الدماغ بواسطة أنواع الخلايا المخروطية الثلاثة لتشكل الصورة الملونة للجسم الذي تراه.

الإجابة في الصفحة التالية

مراجعة الدرس ٣

الخلاصة

الضوء والموجات الكهرومغناطيسية

- موجات الضوء موجات كهرومغناطيسية. تنتقل عبر الفراغ بسرعة ٣٠٠٠٠٠كم/ث.
- الموجات الكهرومغناطيسية موجات مستعرضة تتكون من مجالين: كهربائي ومغناطيسي متذبذبين.
- تشكل موجات الراديو والموجات تحت الحمراء والضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما الطيف الكهرومغناطيسي.
- أغلب الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس تقع ضمن الموجات تحت الحمراء والمرئية وفوق البنفسجية.

اللون والرؤية

- لون الجسم هو لون الضوء الذي ينبعث منه أو ينعكس عنه.
- ترى الجسم عندما يُصدر موجات ضوئية أو تنعكس عنه فتدخل عينيك وتسقط على الشبكية.
- عند سقوط الضوء على الشبكية تحس به الخلايا العصوية والمخروطية، وهي خلايا حساسة للضوء، وترسل إشاراتها إلى الدماغ.

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 العصوية 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؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

اختبر نفسك

١. **حدد** الموجات الكهرومغناطيسية التي لها أكبر طول موجي والموجات الكهرومغناطيسية التي لها أقصر طول موجي.

إن الأطوال الموجية الأكبر طولا هي موجات الراديو، وستكون أقصرها طولا أشعة جاما

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

أمواج الراديو : أكبرها طول موجا وأقل ترددا.
اشعة جاما : لها أقصر طول بين قريناتها من حيث الطول الموجي وأكبر من ناحية التردد.
الضوء المرئي : له طول موجي واضح وتردد يقعان وبشكل دائم بين موجات الراديو وأشعة جاما.
جميعها أمواج كهرومغناطيسية.

٣. **قارن** بين الخلايا العصوية والخلايا المخروطية في شبكية عين الإنسان.

الخلايا العصوية: حساسة للضوء الخافت وتساعد على الرؤية في الظلام
الخلايا المخروطية: فحساسة للألوان المختلفة.
الخلايا العصوية: والخلايا المخروطية كلاهما تعتبران من الخلايا العصبية وتوجدان في شبكية العين البشرية، وتساعدنا على الإبصار.

٤. **وضح** لماذا يكون معظم ما يصل سطح الأرض من الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس ضمن الأمواج تحت الحمراء وموجات الضوء المرئي؟

لأن اشعة الشمس يكون معظم إشعاعها على شكل موجات تحت حمراء وضوء مرئي وموجات فوق البنفسجية. ومعظم الموجات فوق البنفسجية يتم حجبها عن الأرض عن طريق الغلاف الجوي للأرض.

٥. **التفكير الناقد** وضح لماذا يتناقص سطوع الضوء المنبعث من مصباح كلما ابتعدت عنه؟

بسبب أن الطاقة المحمولة بموجات الضوء تتشتت على مساحة أكبر كلما زاد البعد عن المصدر الضوئي.

موقع مادتي

تطبيق المهارات

٦. **رسم خريطة مفاهيم** صمم خريطة مفاهيم تبين تسلسل الخطوات التي تحدث عندما تشاهد جسمًا أزرق اللون.

يسقط الضوء على الجسم

↓

الجسم يعكس اللون الأزرق

↓

ويسقط الضوء المنعكس من الجسم على الشبكية

↓

فترسل الخلايا المخروطية إشارات إلى الدماغ

↓

فيميز الجسم، ويحدد لونه

٧. **تمييز السبب والنتيجة** لماذا ينتقل الضوء في الفراغ بسرعة أكبر من سرعته في الأجسام؟

تنتقل الموجات في المواد أبطا مما في الفراغ، لأنها تتفاعل مع جزيئات المادة ودقائقها الأخرى مما يعيق حركتها.

موقع مادتي

استقصاء
من واقع الحياة

انحناء الضوء

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
منشور

إجراءات السلامة

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		
السطح	كيف يتأثر الشعاع؟	الألوان المتكونة
مرآة		
علبة قرص مدمج		
ماء		
منشور		

٢. **اعمل** شقًّا 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

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. **املأ** 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.

سبب العكاس الضوء هي المرأة وسبب انكسار الضوء هو الكاس المملوء بالماء و والمنشور وسبب نفاذ الضوء هو حافظة الأقراص المدمجة الشفافة.

تحليل البيانات

١. أي الأجسام سبَّب انعكاس الضوء، وأيها سبَّب 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.

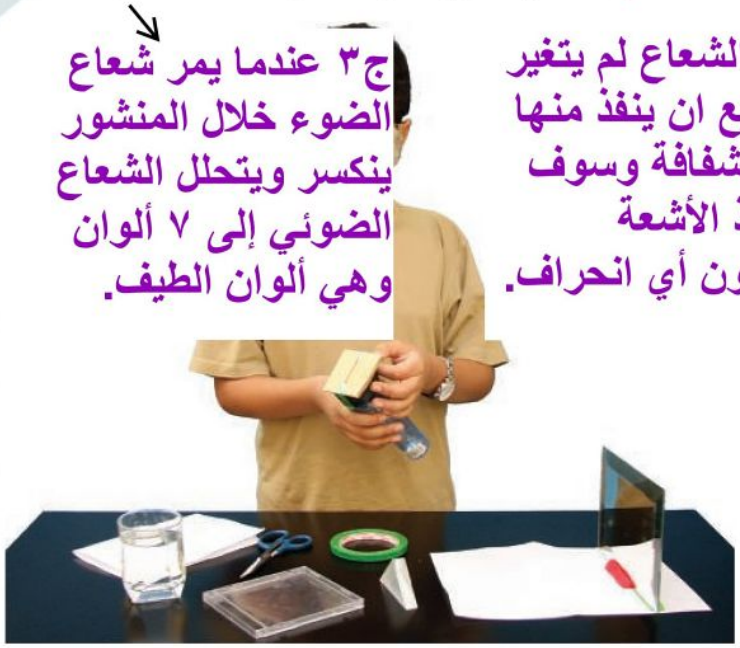
٢. **وضح** لماذا غير الشعاع المار خلال حافظة الأقراص المدمجة الشفافة اتجاهه، أو لماذا لم يغير اتجاهه؟

٣. **وضح** كيف تغير شعاع الضوء بعد مروره خلال المنشور؟

ج١ عندما تسقط موجات الضوء على المرأة فإنها تنعكس ولكن عندما تسقط على حافظة الأقراص المدمجة الشفافة سوف ينفذ منها الضوء دون أي انحراف.

ج٢ اتجاه الشعاع لم يتغير فهو يستطيع ان ينفذ منها لأنها مادة شفافة وسوف تسمح بنفاذ الأشعة الضوئية دون أي انحراف.

ج٣ عندما يمر شعاع الضوء خلال المنشور ينكسر ويتحلل الشعاع الضوئي إلى ٧ ألوان وهي ألوان الطيف.



تواصل

بياناتك

ارسم مخططًا يبيِّن كيف انكسر الضوء في المنشور، ثم تحلل إلى عدة ألوان.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

استكشاف الكون

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 مذهلًا 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.

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

اكتشاف غير متوقع

قام جانسكي ببناء هوائي لاستقبال موجات الراديو التي طولها الموجي ١٤,٥م. 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.

فرع جديد لعلم الفلك

ومن حسن الحظ، فقد أعجب بعض العلماء بالاكتشاف الذي توصل إليه جانسكي. فقد قام جروت ريبر 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

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

دليل مراجعة الفصل ١٢

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول الموجات

١. تنقل الموجاتُ الطاقةَ من مكان إلى آخر دون أن تنقل المادة
٢. تحرك الموجات المستعرضة دقائق المادة عموديًّا على اتجاه انتشار الموجات.
٣. تحرك الموجات الطولية دقائق المادة في اتجاه انتشار الموجات.
٤. سرعة الموجة تساوي حاصل ضرب طولها الموجي في ترددها.

الدرس الثاني موجات الصوت

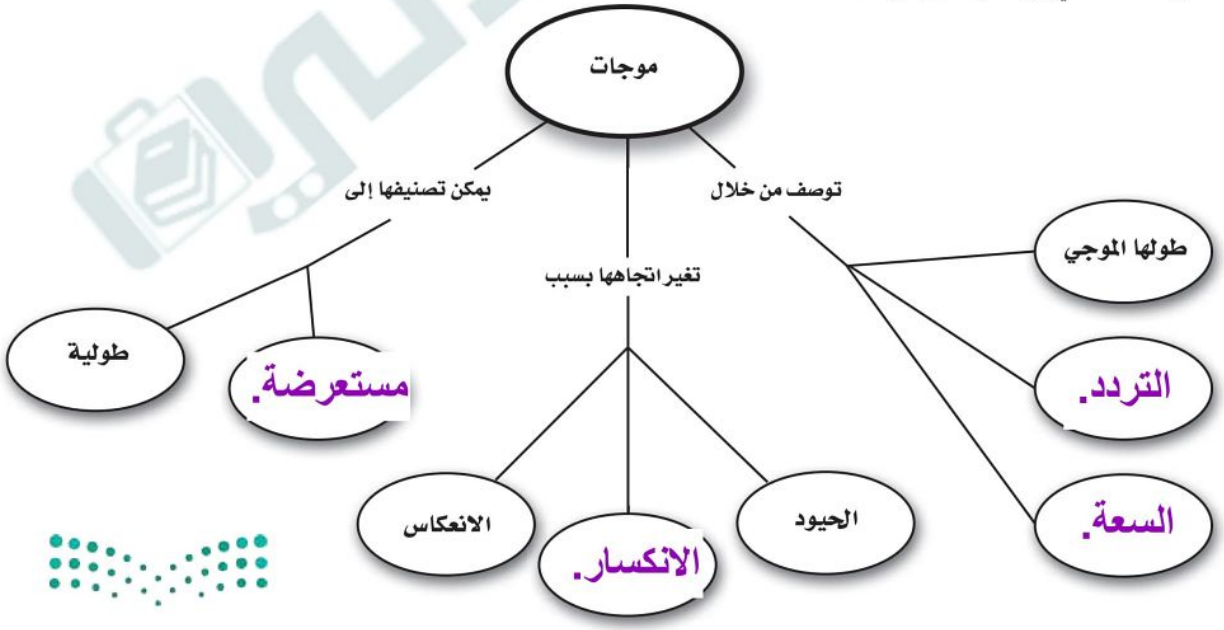
١. موجات الصوت طولية تنتج عن اهتزاز جسم ما.
٢. تقاس شدة موجات الصوت بوحدة ديسبل.
٣. تسمع الأصوات عندما تصل موجات الصوت إلى أذنك وتجعل أجزاءها تهتز.

الدرس الثالث الضوء

١. الموجات الكهرومغناطيسية موجات مستعرضة تنتقل في الأوساط المادية وفي الفراغ.
٢. موجات الضوء موجات كهرومغناطيسية.
٣. يسمى مدى الترددات والأطوال الموجية للموجات الكهرومغناطيسية الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ.
٤. ترى جسمًا عندما تدخل موجات الضوء الصادرة عن الجسم أو المنعكسة عنه إلى عينيك، وتسقط على خلايا الشبكية الحساسة للضوء.

تصور الأفكار الرئيسة

انقل المخطط الآتي إلى دفتر العلوم، ثم أكمله.



وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

مراجعة الفصل ١٢

استخدام المفردات

املأ الفراغ بالمفردات المناسبة.

١. يسمى انحناء الموجة عند نفاذها من مادة إلى أخرى ..... **الانكسار** .....

٢. يعود انحناء الموجات حول حواف الأجسام إلى ظاهرة **الحيود**.....

٣. يسمى مدى ترددات الموجات الكهرومغناطيسية وأطوالها الموجية .. **الطيف الكهرومغناطيسي.**

٤. تسمى كمية الطاقة التي تحملها الموجة والتي تعبر مساحة محدّدة في الثانية الواحدة ..... **الشدة** .....

٥. في الموجات .. **المستعرضة** . تتحرك دقائق المادة بشكل يتعامد مع اتجاه انتشار الموجة.

٦. ..... **تردد** ..... الموجة هو عدد الأطوال الموجية التي تعبر نقطة ما في الثانية الواحدة.

٧. في الموجات ..... **الطولية التضاغطية** ..... تتحرك دقائق المادة في اتجاه انتشار الموجة إلى الأمام وإلى الخلف.

تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة

٨. إذا كانت المسافة بين القمة والقاع لموجة هي ٠,٦ متر، فما سعة الموجة؟

أ. ٠,٣ م ✓ — جـ. ٠,٦ م

ب. ١,٢ م — د. ٢,٤ م

٩. الوحدة التي تستخدم لقياس التردد هي:

أ. ديسبل — جـ. متر

ب. هرتز ✓ — د. متر/ ثانية

١٠. أي مما يأتي ينتقل فيه الصوت أسرع؟

أ. الفراغ — جـ. الفولاذ ✓

ب. الماء — د. الهواء

١١. تعتمد زيادة حدة الصوت على زيادة إحدى الخواص التالية، وهي:

أ. الشدة — جـ. الطول الموجي

ب. التردد ✓ — د. علو الصوت

١٢. تستخدم أحيانًا مواد لينة في قاعات الاحتفالات لمنع حدوث واحدة من الظواهر التالية، وهي:

أ. الانكسار — جـ التضاغط

ب. الحيود — د. الصدى ✓

١٣. أيّ مما يأتي ليس موجات مستعرضة؟

أ. موجات الراديو — جـ. موجات الصوت ✓

ب. الموجات تحت الحمراء — د. الضوء المرئي

١٤. أي خواص الموجات التالية تحدد مقدار الطاقة التي تحملها الموجة؟

أ. السعة ✓ — جـ. الطول الموجي

ب. التردد — د. سرعة الموجة

١٥. أي الفقرات التالية تعطي أفضل وصف لسبب انكسار الموجات عند نفاذها من مادة إلى أخرى؟

أ. زيادة الطول الموجي

ب. زيادة في سعة الموجة

جـ. تغير في سرعة الموجة ✓

د. نقصان التردد

١٦. ما الذي يولد الموجات؟

أ. الصوت — جـ. نقل الطاقة

ب. الحرارة — د. الاهتزازات ✓

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

١٧. أي مما يأتي له أطوال موجية أكبر من الأطوال الموجية للضوء المرئي؟

أ. الأشعة السينية

ب. أمواج الراديو

جـ. أشعة جاما

د. الأمواج فوق البنفسجية

٢٢. **استنتج** كيف يعتمد مقدار انحراف موجات الضوء على ترددها عند نفاذ الضوء عبر منشور؟ وكيف يعتمد مقدار الانحراف على الطول الموجي لموجات الضوء؟

٢٣. **صف** كيف تغير عدسة عينك شكلها عندما تنظر في البداية إلى الساعة في معصمك، ثم تنظر بعدها إلى جبل بعيد؟

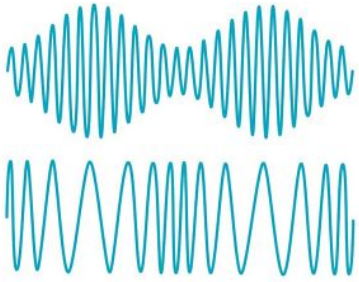
التفكير الناقد الإجابات في الصفحة التالية أنشطة تقويم الأداء

١٨. **توقع** موجات الراديو التي ترسلها محطات الإذاعة تصل إلى جهاز المذياع وإلى أذنك. هل من الممكن لأذن الإنسان أن تسمع موجات الراديو؟ ما الدليل على إجابتك؟

١٩. **حل معادلة** أرسلت سفينة فضاء غير مأهولة على المريخ موجات راديو إلى الأرض. فإذا كانت المسافة بين الأرض والمريخ في أبعد موقع له عن الأرض هي ٤٠١٣٠٠٠٠٠كم، فكم دقيقة تحتاج هذه الإشارة حتى تصل إلى الأرض؟

٢٠. **ميز السبب والنتيجة** عندما يضرب شخص غشاء مرن يصدر صوت له حدّة معيَّنة. وعند شدّ غشاء مرن وضربه مرة أخرى ينتج صوت له طول موجي قصير، كيف تكون حدّة هذا الصوت؟ ولماذا؟

٢١. **فسر رسومًا علمية** من طرائق نقل الإشارات بموجات الراديو إلى مذياع تغييرُ السعة، وهذا ما يعرف بتعديل السعة (AM). وهناك طريقة أخرى هي تغيير التردد، وتسمى تعديل التردد (FM). أيّ الموجتين التاليتين يوضح تعديل السعة (AM)، وأيهما يوضح تعديل التردد (FM)؟



٢٤. **ملصق** استقصِ كيف ينتج المذياع الصوت، واصنع ملصقًا تصف فيه المذياع وطريقة عمله.

٢٥. **نموذج** اصنع أداة صوتية من مواد شائعة، ثم اشرح لزملائك كيف أنها تعطي ترددات مختلفة؟

تطبيق الرياضيات

٢٦. **مستوى الإزعاج** مطعم مزعج تصل شدة الصوت فيه إلى ٨٠ ديسبل، وآلة قص العشب تصدر صوتًا شدته ١١٠ ديسبل، كم مرة يساوي علوُّ صوت الآلة علوَّ الصوت في المطعم؟

٢٧. **طول موجات الصوت** موجات صوتية ترددها ١٥٠ هرتز، تنتقل بسرعة ٣٤٠ م/ ث. ما طولها الموجي؟

٢٨. **الأمواج فوق الصوتية** يستخدم الطبيب أحيانًا موجات صوتية مرتفعة التردد لتشخيص بعض الحالات المرضية، فإذا استخدم موجات ترددها ٥ ملايين هرتز، وانتقلت عبر أنسجة الجسم بسرعة ١٥٠٠م/ ث، فما الطول الموجي المستخدم؟

٢٩. **تردد أمواج الراديو** ما تردد أمواج الراديو التي طولها الموجي ١٥ مترًا، إذا كانت تنتقل بسرعة ٣٠٠٠٠٠٠٠٠ م/ ث.

الإجابات في الصفحة التالية

موقع مادتي

١٨. **توقع** موجات الراديو التي ترسلها محطات الإذاعة تصل إلى جهاز المذياع وإلى أذنك. هل من الممكن لأذن الإنسان أن تسمع موجات الراديو؟ ما الدليل على إجابتك؟

أذن الإنسان لا تستطيع ان تسمع موجات الراديو وأنت تسمع الصوت عند تشغيل المذياع حيث يتم تحويل موجات الراديو إلى موجات صوتية داخل جهاز المذياع.

١٩. **حل معادلة** أرسلت سفينة فضاء غير مأهولة على المريخ موجات راديو إلى الأرض. فإذا كانت المسافة بين الأرض والمريخ في أبعد موقع له عن الأرض هي ٤٠١٣٠٠٠٠٠كم، فكم دقيقة تحتاج هذه الإشارة حتى تصل إلى الأرض؟

السرعة= المسافة ÷ الزمن
الزمن (بالثواني) =المسافة ÷ السرعة=
٤٠١٣٠٠٠٠٠ ÷ ٣٠٠٠٠٠ = ١٣٣٧,٦ ثانية
الزمن = ١٣٣٧,٦ ÷ ٦٠ =٢٢,٣ دقيقة

٢٠. **ميز السبب والنتيجة** عندما يضرب شخص غشاء مرن يصدر صوت له حدّة معيَّنة. وعند شدّ غشاء مرن وضربه مرة أخرى ينتج صوت له طول موجي قصير، كيف تكون حدّة هذا الصوت؟ ولماذا؟

النتيجة: يزداد، السبب: لأن حدة الصوت تزداد بزيادة التردد والتردد يزداد كلما قل طول الموجة.

٢١. **فسر رسومًا علمية** من طرائق نقل الإشارات بموجات الراديو إلى مذياعٍ تغييرُ السعة، وهذا ما يعرف بتعديل السعة (AM). وهناك طريقة أخرى هي تغيير التردد، وتسمى تعديل التردد (FM). أيّ الموجتين التاليتين يوضح تعديل السعة (AM)، وأيهما يوضح تعديل التردد (FM)؟

في الشكل العلوي المسافات بين القمم لا تتغير، لكن ارتفاع القمم يتناسب مع تغير السعة.
فالشكل العلوي يمثل موجات معدلة السعة AM.
أما في الشكل السفلي فإن السعة لا تتغير فهي ثابته، بينما تتغير المسافات بين التضاغطات، ويمثل ذلك موجات معدلة التردد FM.

موقع مادتي

٢٢. استنتج كيف يعتمد مقدار انحراف موجات الضوء على ترددها عند نفاذ الضوء عبر منشور؟ وكيف يعتمد مقدار الانحراف على الطول الموجي لموجات الضوء؟

يكون الضوء الأزرق أكثر انحرافاً والأحمر هو الأقل. فالانحراف سوف يقل بنقصان تردد الموجة، وسوف يزداد بنقصان الطول الموجي

٢٣. صف كيف تغير عدسة عينك شكلها عندما تنظر في البداية إلى الساعة في معصمك، ثم تنظر بعدها إلى جبل بعيد؟

سوف تتحدب العدسة أكثر ليمكنها التركيز على الأجسام القريبة منها. بحيث تتسطح لتتمكن من التركيز على الأجسام البعيدة؛ أي أن تحدب عدسة العين لا يكون ثابتاً.

٢٦. مستوى الإزعاج مطعم مزعج تصل شدة الصوت فيه إلى ٨٠ ديسبل، وآلة قص العشب تصدر صوتًا شدته ١١٠ ديسبل، كم مرة يساوي علوُّ صوت الآلة علوَّ الصوت في المطعم؟

الفرق في الشدة = ١١٠ - ٨٠
الفرق في الشدة = ٣٠
شدة الصوت ٣٠ = ١٠ × ١٠ × ١٠
شدة الصوت = ١٠٠٠ ضعفاً
علو الصوت = تضاعف أكثر من ٦ مرات.

٢٧. طول موجات الصوت موجات صوتية ترددها ١٥٠ هرتز، تنتقل بسرعة ٣٤٠ م/ ث. ما طولها الموجي؟

ع= λ د
اذاً λ = ع / د = ٣٤٠ / ١٥٠
= ٢,٢٧ متر.

٢٨. الأمواج فوق الصوتية يستخدم الطبيب أحيانًا موجات صوتية مرتفعة التردد لتشخيص بعض الحالات المرضية، فإذا استخدم موجات ترددها ٥ ملايين هرتز، وانتقلت عبر أنسجة الجسم بسرعة ١٥٠٠م/ ث، فما الطول الموجي المستخدم؟

الطول الموجي λ= ع/ د = ١٥٠٠ / ٥٠٠٠٠٠٠
=٠,٠٠٠٣ متر.

٢٩. تردد أمواج الراديو ما تردد أمواج الراديو التي طولها الموجي ١٥ مترًا، إذا كانت تنتقل بسرعة ٣٠٠٠٠٠٠٠ م/ ث.

د = ع/ λ =
٣٠٠٠٠٠٠٠/١٥ = ٢٠٠٠٠٠٠ م / ث.

موقع مادتي

الجزء الأول أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين ١ و٢.

سرعة الصوت في مواد مختلفة	
المادة	السرعة م/ث
الهواء (٢٠ °س)	٣٤٣
الزجاج	٥٦٤٠
الفولاذ	٥٩٤٠
الماء (٢٥ °س)	١٤٩٣
ماء البحر (٢٥ °س)	١٥٣٣

١. يبين الجدول السابق سرعة الصوت في مواد مختلفة. ما المسافة التي يقطعها الصوت في الهواء خلال ٢,٣٨ ث، إذا كانت درجة حرارة الهواء ٢٠ °س؟

أ. ١٤٤ م
جـ. ٦٨٤ م
ب. ٣٤٣ م
د. ٨١٦ م

٢. إذا انتقل الصوت مسافة ٢١٤٦ م في مادة خلال ١,٤ ث، فما هذه المادة؟

أ. هواء ٢٠ °س
جـ. ماء ٢٥ °س
ب. زجاج
د. ماء البحر ٢٥ °س

استخدم الصورة التالية في الإجابة عن السؤالين ٣ و٤.

٣. درجة حرارة الماء في الكأسين الزجاجيتين الموضحتين في الصورة السابقة هما: ٣٠ °س، وصفر °س. أي الجمل التالية صحيحة فيما يتعلق بالكأسين الزجاجيتين؟

أ. للماء البارد أعلى متوسط طاقة حركية.
ب. للماء الساخن أقل طاقة حرارية.
جـ. سرعة جزيئات الماء البارد أكبر.
د. لجزيئات الماء الساخن طاقة حركية أكبر.

٤. الفرق بين درجتي حرارة الماء في الكأسين الزجاجيتين ٣٠ س°. ما الفرق بين درجتي حرارتهما بوحدة الكلفن؟

أ. ٣٠ ك
جـ. ٢٤٣ ك
ب. ٨٦ ك
د. ٣٠٣ ك

٥. أي مما يلي يصف الثلاجة؟

أ. محرك حراري
جـ. ناقل حرارة
ب. مضخة حرارية
د. موصل

٦. تعمل آلة الاحتراق الداخلي على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة:

أ. كيميائية
جـ. إشعاعية
ب. ميكانيكية
د. كهربائية

٧. أي العبارات التالية لا تمثل خطوة ضمن مراحل عمل محرك الاحتراق الداخلي ذي الأشواط الأربعة؟

أ. الضغط
جـ. الخمول
ب. العادم
د. القدرة

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي اختبار مقنن

استخدم الجدول التالي للإجابة عن السؤال ٨.

المادة	الحرارة النوعية (جول/كجم.س°)
ألومنيوم	٨٩٧
نحاس	٣٨٥
رصاص	١٢٩
نيكل	٤٤٤
زنك	٣٨٨

٨. استخدمت عينة كتلتها ٥٠ جم من كل فلز في الجدول أعلاه، وشكّلت على هيئة مكعب. إذا زود كل مكعب بطاقة حرارية مقدارها ١٠٠ جول، فأي فلز تتغير درجة حرارته أكبر ما يمكن؟

أ. الألومنيوم
جـ. الرصاص
ب. النحاس
د. النيكل

الجزء الثاني أسئلة الإجابات القصيرة

٩. إذا أضفت ثلجاً إلى كأس زجاجية فيها ماء له درجة حرارة الغرفة، فهل يسخّن الماء الثلج أم يبرّد الثلج الماء؟

١٠. تنتج الرياح القوية التي تحدث خلال عاصفة رعدية عن الاختلاف في درجة الحرارة بين الكتل الهوائية المتجاورة. فهل تتوقع أن ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة فوق الكتلة الهوائية الباردة، أم العكس؟

١١. لماذا يستخدم محرك الديزل وقودًا مختلفًا عن الذي يستخدمه محرك البنزين؟

١٢. إذا زادت شدة الصوت بمقدار ٢٠ ديسبل، فكم مرة تتضاعف الطاقة التي تحملها موجات ذلك الصوت؟

الاجابة في الصفحة التالية

١٣. لماذا تكون جدران القاعات والمسارح مبطنة من الداخل بمواد لينة خاصة؟

١٤. إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ٣٤٣ م/ث، وتردد موجاته ٥ , ٣٧ هرتز، فما مقدار الطول الموجي لموجات الصوت؟

١٥. إذا علمت أن سرعة جميع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ هي ٣٠٠٠٠٠٠٠٠ م/ث، فما مقدار تردد موجات الراديو التي طولها الموجي ١٠ م؟

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

١٦. صف عملية الإبصار، منذ دخول الضوء إلى عينك، حتى خروج الإشارة العصبية إلى الدماغ.

١٧. صف كلًّا من الموجات الطولية، والموجات المستعرضة، مبينًا الفرق بين النوعين.

١٨. وضح لماذا تكون سرعة انتقال الصوت في بعض المواد أكبر من بعضها الآخر؟ وكيف تؤثر درجة حرارة المادة في تغير سرعة الصوت فيها؟

استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤالين ١٩، ٢٠.

الاجابة في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

٩. إذا أضفت ثلجاً إلى كأس زجاجية فيها ماء له درجة حرارة الغرفة، فهل يسخّن الماء الثلج أم يبرّد الثلج الماء؟

سيقوم الماء بتسخين الجليد؛ لأن الطاقة الحرارية سوف تتدفق من المادة الأسخن إلى المادة الأبرد.

١٠. تنتج الرياح القوية التي تحدث خلال عاصفة رعدية عن الاختلاف في درجة الحرارة بين الكتل الهوائية المتجاورة. فهل تتوقع أن ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة فوق الكتلة الهوائية الباردة، أم العكس؟

الكتلة الهوائية الدافئة سترتفع إلى أعلى فوق الكتلة الهوائية الباردة.

١١. لماذا يستخدم محرك الديزل وقودًا مختلفًا عن الذي يستخدمه محرك البنزين؟

وذلك لأن محرك الديزل لا يحتوي على شمعة الاحتراق؛ لذا يجب أن يقوم بالضغط على مزيج الوقود بدرجة كافية من أجل أن يشتعل في حجرة الاحتراق.

١٢. إذا زادت شدة الصوت بمقدار ٢٠ ديسبل، فكم مرة تتضاعف الطاقة التي تحملها موجات ذلك الصوت؟

عند زياد شدة الصوت بمقدار ٢٠
= ١٠×١٠ = ١٠٠ ديسبل اي تتضاعف الطاقة ١٠٠ مره
أما علو الصوت سيتضاعف ٤ مرات

١٣. لماذا تكون جدران القاعات والمسارح مبطنة من الداخل بمواد لينة خاصة؟

وذلك للتقليل من صدى الصوت.

١٤. إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ٣٤٣ م/ ث، وتردد موجاته ٣٧,٥ هرتز، فما مقدار الطول الموجي لموجات الصوت؟

الطول الموجي = السرعة/ التردد
إذا λ=ع/د
= ٣٤٣/ ٣٧,٥ = ٩,١ متر.

موقع مادتي

١٥. إذا علمت أن سرعة جميع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ هي ٣٠٠٠٠٠٠٠٠ م/ث، فما مقدار تردد موجات الراديو التي طولها الموجي ١٠ م؟

التردد = السرعة/ الطول الموجي

د = ع / λ
= ١٠/ ٣٠٠٠٠٠٠٠٠ = ٣٠٠٠٠٠٠٠

١٦. صف عملية الإبصار، منذ دخول الضوء إلى عينك، حتى خروج الإشارة العصبية إلى الدماغ.

يتم تجميع الضوء من خلال عدسة العين على الشبكية، مما يجعل الضوء يسقط على الخلايا العصوية والمخروطية، والتي بدورها ترسل المعلومات للدماغ مما يمكنه من رؤية المشهد.

١٧. صف كلًّا من الموجات الطولية، والموجات المستعرضة، مبينًا الفرق بين النوعين.

كلا من الموجات الطولية والمستعرضة تنتج عن الاهتزاز : تنتقل الموجات الطولية بتحريك دقائق المادة إلى الأمام والخلف في اتجاه انتشارها، بينما تنتقل الموجات المستعرضة عن طريق حركة دقائق المادة في اتجاه يتعامل مع اتجاه انتشارها.

١٨. وضح لماذا تكون سرعة انتقال الصوت في بعض المواد أكبر من بعضها الآخر؟ وكيف تؤثر درجة حرارة المادة في تغير سرعة الصوت فيها؟

كلما احتوت المادة على ذرات متقاربة أكثر كلما انتقل الصوت في المواد أسرع، مما يجعل سرعة الصوت تزداد في المواد مع ارتفاع درجة الحرارة.

الاجابة في الصفحة التالية

١٩. يستخدم الشخص في الصورة الجرس لإحداث صوت. صف كيف ينتج الصوت عن حركة الجرس؟

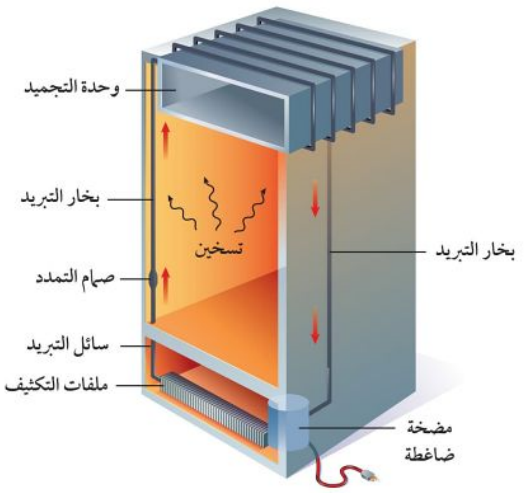
٢٠. ما الذي يحدد شدة الصوت الصادر عن حركة الجرس؟ كيف يؤثر ذلك إذا كان الصوت مرتفعًا، وإذا كان منخفضًا؟

٢١. إذا كنت تقف بجانب شجرة كبيرة فإنه يُمكنك سماع صوت شخص آخر يتحدث عند الجهة الأخرى من الشجرة. فسر لماذا تسمع صوت هذا الشخص ولكنك لا تستطيع رؤيته؟

٢٢. عرّف الحمل الحراري، ثم وضح الفرق بين الحمل الحراري الطبيعي، والحمل الحراري القسري، وأعط مثالاً على كل منهما.

٢٣. وضّح السبب الذي يجعل بعض المواد موصلة جيدة للحرارة.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال ٢٤.



٢٤. يوضح الرسم أعلاه أجزاء الثلاجة وكيفية تدفق سائل التبريد خلالها. وضح كيف تنتقل الطاقة الحرارية إلى سائل التبريد داخل الثلاجة ثم تنتقل من سائل التبريد إلى الهواء خارج الثلاجة؟

الاجابة في الصفحة التالية

موقع مادتي

١٩. يستخدم الشـــخص في الصورة الجرس لإحداث صوت.
صف كيف ينتج الصوت عن حركة الجرس؟

ينتج عن حركة الجرس سلسلة من الموجات المتضاغطة والمتخلخلة التي تنتقل عبر الهواء.

٢٠. ما الذي يحدد شـــدة الصوت الصادر عن حركة الجرس؟
كيـــف يؤثر ذلـــك إذا كان الصـــوت مرتفعًـــا، وإذا كان منخفضًا؟

شدة الصوت ستكون أعلى إذا تحرك الجرس بقوة مما ينتج موجات صوتية ذات طاقة عالية تجعل شدة الصوت أعلى، ويكون الصوت عالياً.

٢١. إذا كنـــت تقف بجانب شـــجرة كبيرة فإنه يُمكنك ســـماع صوت شـــخص آخر يتحـــدث عند الجهـــة الأخرى من الشجرة. فسر لماذا تسمع صوت هذا الشـــخص ولكنك لا تستطيع رؤيته؟

ستتمكن من سماع صوت هذا الشخص صوته لأن الموجات الصوتية تنحني حول الشجرة بسبب الحيود، ولن تتمكن من رؤيته لأن موجات الضوء لا تحيد؛ لأن الأطوال الموجية للضوء أقصر بكثير من الشجرة، والشجرة أكبر بكثير من الطول الموجي للضوء.

٢٢. عرّف الحمل الحراري، ثم وضح الفرق بين الحمل الحراري الطبيعي، والحمل الحراري القسري، وأعط مثالاً على كل منهما.

الحمل الحراري هو إحدى طرائق نقل الطاقة الحرارية من خلال حركة جزيئات المادة من أحد طرفي المادة إلى الآخر.
يحدث الحمل الطبيعي: عندما تدفع كتلة دافئة قليلة الكثافة من المائع إلى أعلى من قبل كتلة باردة أكبر كثافة لتحل محلها، كنسيم البر والبحر.
أما الحمل القسري فيحدث عندما تتحرك جزيئات المادة نتيجة مؤثر غير اختلاف الكثافة أو اختلاف درجات الحرارة مبينا حركة الجزيئات ونقل الطاقة الحرارية كالمروحة داخل جهاز الحاسوب التي تحب الهواء البارد ليلامس المكونات الداخلية الحارة، ويدفع الهواء الحار إلى الخارج.

موقع مادتي

٢٣. وضّح السبب الذي يجعل بعض المواد موصلة جيدة للحرارة.

بسبب أن بعض المواد ومنها الفلزات تكون لها الكترونات ضعيفة الارتباط بالنواة وحرة الحركة وعندما تتصادم هذه الالكترونات مع بعضها تؤدي إلى نقل الطاقة الحرارية من طرف إلى آخر.

٢٤. يوضح الرسم أعلاه أجزاء الثلاجة وكيفية تدفق سائل التبريد خلالها. وضح كيف تنتقل الطاقة الحرارية إلى سائل التبريد داخل الثلاجة ثم تنتقل من سائل التبريد إلى الهواء خارج الثلاجة؟

يجبر سائل التبريد على الحركة خلال أنبوب نحو حجرة التجميد (الفريزر) ثم يتم تبريد سائل التبريد بإمراره خلال صمام تمدد خاص ورغم انتقال الطاقة الحرارية من حجرة حفظ الطعام إلى حجرة التجميد إلا أن سائل التبريد يمتص هذه الطاقة ويحافظ على المجمد باردا جدا.

موقع مادتي

مصادر تعليمية للطالب

- تطبيقات العلوم ١٣٦
- مسرد المصطلحات ١٣٩

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

تطبيقات العلوم

القياس باستخدام الوحدات العالمية (SI):

تم تطوير النظام المتري للقياس في العام ١٧٩٥م، كما تم تبنّي الصورة المحدثة من النظام المتري، والتي تسمى النظام العالمي للوحدات (SI)، في العام ١٩٦٠م، وقد زود هذا النظام جميع العلماء في العالم بالوحدات القياسية التي يستطيعون فهمها والتعامل معها.

يعد النظام العالمي للوحدات نظامًا ملائمًا لأن وحداته تتغير وفقًا للمضاعفات الأسية للعدد عشرة؛ إذ تستخدم في النظام بادئات لتحديد الوحدات. انظر الجدول (١) الذي يبين بعض البادئات الشائعة، وقيمها.

الجدول (١): بعض البادئات الشائعة في النظام العالمي للوحدات

البادئة	القيمة
كيلو (Kilo)	١٠٠٠
هكتو (hecto)	١٠٠
ديكا (deca)	١٠
ديسي (deci)	٠,١
سنتي (centi)	٠,٠١
ملّي (milli)	٠,٠٠١

مثال: كم جراما في الكيلوجرام؟

الخطوة ١: ابحث عن البادئة كيلو في الجدول١.

الخطوة ٢: حدد معنى البادئة كيلو باستخدام الجدول ١. وفقا للجدول هي تعني ١٠٠٠، وعندما تضاف البادئة كيلو إلى وحدة ما فهذا يعني أنه يوجد ١٠٠٠ من هذه الوحدة أو كيلو وحدة.

الخطوة ٣: طبق البادئة على الوحدات في السؤال. الوحدات في السؤال هي جرام، وهذا يعني أنه يوجد ١٠٠٠ جرام في كل كيلوجرام.

مسائل تدريبية: أيهما أكبر: الملجرام أم الجرام؟ كم وحدة من الوحدة الأصغر تعادل وحدة واحدة من الوحدة الأكبر؟ ما مقدار الجزء الذي تمثله الوحدة الصغيرة من الوحدة الكبيرة؟

عمل الرسوم البيانية واستخدامها:

يمكن أن نمثل البيانات تمثيلا بيانيًا، وهو ما يسمي التمثيل المرئي للبيانات، وتتنوع أشكال الرسم البياني لتشمل الرسم البياني الخطي، والرسم البياني بالأعمدة، ورسم القطاعات الدائرية.

الرسم البياني الخطي: يظهر الرسم البياني الخطي العلاقة بين متغيرين يتغيران باستمرار؛ حيث يتم تغيير المتغير المستقل الذي يمثل على محور الإحداثيات الأفقي (السينات)، ومن ثم تتم ملاحظة التغيرات على المتغير التابع، ويمثل على محور الإحداثيات الرأسي (الصادات)

مثال: ارسم رسما بيانيًا خطيًا يمثل البيانات التالية، وهي بيانات درّاج في سباق المسافات الطويلة.

الجدول (٢): بيانات سباق الدراجات

الزمن (ساعة)	المسافة (كم)
٠	٠
١	٨
٢	١٦
٣	٢٤
٤	٣٢
٥	٤٠

الخطوة ١: حدد المتغيرات على محوري السينات والصادات:

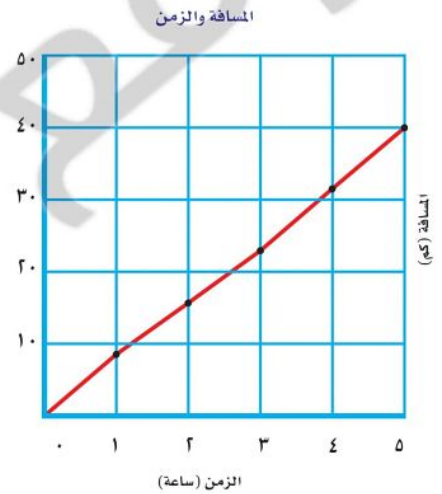
يتغير الزمن بشكل مستقل عن المسافة، ولذلك يمثل على المحور الأفقي (السينات)، أما المسافة فتتغير تبعًا للزمن، ولذلك تمثل على المحور الرأسي (الصادات).

الخطوة ٢: حدد مقياس الرسم لكل محور:

تتراوح البيانات على محور السينات بين ٠ و ٥، أما على محور الصادات فتتراوح البيانات بين ٠ و ٤٠.

الخطوة ٣: ارسم محاور الإحداثيات مستخدمًا أوراق الرسم البياني، واكتب المتغيرات على كل من المحورين، وضمنها الوحدات المناسبة.

الخطوة ٤: ضع نقطة عند كل تقاطع لقيمة الزمن على المحور الأفقي مع قيمة المسافة المرافقة لها على المحور الرأسي، ثم صل النقاط التي رسمتها بخط، وضع عنوانًا للرسم البياني، كما في الشكل ١.



الشكل ١ يبين هذا الرسم البياني الخطي العلاقة بين المسافة والزمن خلال رحلة بالدراجة.

مسألة تدريبية: قام عالم أحياء بقياس ارتفاع كتف أحد صغار الثدييات في عامه الأول، وحصل على القراءات الآتية: (٣ أشهر، ٥٢ سم)، (٦ أشهر، ٧٢ سم)، (٩ أشهر، ٨٣ سم)، (١٢ شهرًا، ٨٦ سم). عبر عن هذه القراءات برسم بياني مناسب.

إيجاد الميل: ميل الخط المستقيم هو نسبة التغير الرأسي إلى التغير الأفقي.

الميل = (التغير الرأسي)/ (التغير الأفقي) = التغير في الصادات/ التغير في السينات.

مثال: احسب ميل الخط المستقيم في الرسم البياني في الشكل ١.

الخطوة١: تعلم أن الميل هو ناتج قسمة التغير في الصادات على التغير في السينات.

الميل = (التغير في الصادات)/ (التغير في السينات).

الخطوة٢: حدد النقاط البيانية التي ستستخدمها، وتنبه إلى أنه في حالة الخط المستقيم نختار أبعد نقطتين إحداهما عن الأخرى.

الميل = (٤٠-٠) كم / (٥-٠) ساعة.

الخطوة ٣: احسب التغير في الصادات وفي السينات.

الميل = ٤٠ كم/ ٥ ساعات.

الخطوة ٤: اقسم التغير في الصادات على التغير في السينات.

الميل = ٨ كم/ ساعة.

ميل الخط المستقيم في الرسم البياني هو ٨ كم/ ساعة.

الرسم البياني بالأعمدة: يمكن اختيار الرسم البياني بالأعمدة للمقارنة بين بيانات لا تتغير بشكل دائم، حيث يستخدم هذا النوع من أنواع الرسم البياني الأعمدة ليبين العلاقة بين المتغيرات؛ فيقسّم المتغير على محور السينات إلى أجزاء، ويمكن أن تكون هذه الأجزاء أرقامًا تدل على سنوات مثلاً، أو فئات مثل أنواع الحيوانات. أما محور الصادات فيكون أرقامًا تتزايد باستمرار على امتداد المحور.

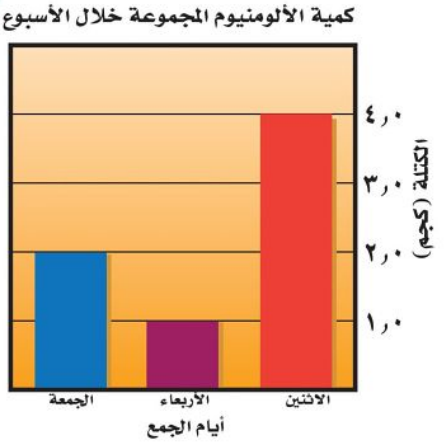
مثال: يجمع مركز لإعادة التدوير الألومنيومَ، وقد تمكن من جمع ٤ كجم من الألومنيوم يوم الاثنين، أما يوم الأربعاء فجمع ١,٠ كجم، ويوم الجمعة ٢,٠ كجم. ارسم رسمًا بيانيًّا بالأعمدة يمثل هذه البيانات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

الخطوة١: اختر المتغيرات المناسبة لمحوري السينات والصادات. الأرقام المعبرة عن قياسات (كتل الألومنيوم) توضع على محور الصادات، أما المتغير المقسم إلى أجزاء (أيام جمع الألومنيوم) فيوضع على محور السينات.

الخطوة ٢: أنشئ رسمًا بيانيًّا على ورق رسم بياني كما لو كنت سترسم رسمًا بيانيًّا خطيًّا، وضمنه تسمية المتغيرات على المحاور ووحداتها.

الخطوة ٣: ارسم عمودًا رأسيًّا يبدأ من كل قيمة على محور السينات، بحيث يمتد ليصل إلى القيمة المقابلة على محور الصادات معبرًا بذلك عن جميع البيانات المقيسة. فمثلاً للتعبير عن الزوج الأول من البيانات نرسم عمودًا رأسيًّا يمتد أعلى يوم الاثنين ليصل إلى ٤ كجم على محور الصادات.



مسألة تدريبية: ارسم رسمًا بيانيًّا بالأعمدة لنسب الغازات في الهواء: النيتروجين ٧٨٪، الأكسجين ٢١٪، الغازات الأخرى ١٪.

الرسم القطاعي الدائري: يمكنك استخدام الرسم القطاعي الدائري لتوضيح البيانات بوصفها جزءًا من كل، فالرسم القطاعي الدائري هو رسم لدائرة مقسمة إلى قطاعات يمثل كل قطاع منها نسبة كل جزء من البيانات إلى بقية البيانات، فتمثل الدائرة كلها ١٠٠٪ من البيانات، ونصفها ٥٠٪ من البيانات، وهكذا.

مثال: يتكون الهواء من نيتروجين بنسبة ٧٨٪، وأكسجين بنسبة ٢١٪، وخليط من غازات أخرى بنسبة ١٪. مثّل مكونات الهواء برسم قطاعي دائري.

الخطوة ١: اضرب كل نسبة في العدد ٣٦٠، ثم اقسمها على ١٠٠ لتحدد زاوية كل قطاع في الدائرة.

٧٨٪ × ٣٦٠ / ١٠٠ = ٢٨٠,٨

٢١٪ × ٣٦٠ / ١٠٠ = ٧٥,٦

١٪ × ٣٦٠ / ١٠٠ = ٣,٦

الخطوة ٢: استخدم فرجارًا لرسم دائرة، وتحديد مركزها، ثم ارسم خطًّا مستقيمًا من مركز الدائرة إلى حافتها.

الخطوة ٣: استخدم المنقلة والزوايا التي حسبتها لتجزّئ الدائرة إلى أجزاء (قطاعات)، ولتتمكن من ذلك ثبت مركز المنقلة فوق مركز الدائرة، ثم اجعل خط قاعدة المنقلة منطبقًا على الخط المستقيم الذي رسمته، ثم حدد الزوايا المختلفة على الدائرة.

مسألة تدريبية: ارسم رسمًا قطاعيًّا دائريًّا يمثل كمية الألومنيوم التي جمعت خلال الأسبوع المبين في الرسم البياني العمودي السابق.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

آلة الاحتراق الداخلي: محرك حراري، يتم فيه احتراق الوقود داخل حجرة احتراق خاصة.

الاحتباس الحراري: وجه من أوجه التلوث، وهو احتجاز الغازات الموجودة في الغلاف الجوي لأشعة الشمس، يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة في الكرة الأرضية.

أشباه الجذور: تراكيب تشبه الجذور، تعمل على تثبيت النبات في مكانه.

الإشعاع الحراري: انتقال الطاقة الحرارية على شكل موجات كهرومغناطيسية، وهو يحدث في المواد الصلبة والسائلة والغازية.

إعادة التدوير: شكل من أشكال إعادة الاستخدام التي تحتاج إلى إعادة معالجة، أو إعادة تصنيع الأشياء، أو الموارد الطبيعية.

الانكسار: تغير اتجاه الموجة عندما تغير سرعتها، بسبب انتقالها من وسط إلى آخر.

الأنواع الرائدة: المخلوقات التي تنمو أولًا في البيئات الجديدة أو غير المستقرة.

تردد الموجة: عدد الأطوال الموجية التي تعبر نقطة محددة خلال ثانية.

التعرية: حركة التربة من مكان إلى آخر.

تكرار الصدى: تكرار سماع الصوت.

التفاعلات النووية: طاقة ناتجة من انشطار أنوية الذرات مثل اليورانيوم.

التلوث الحراري: ارتفاع درجة حرارة الماء في منطقة ما بسبب إضافة الماء الحار إليه.

التوصيل الحراري: انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين من خلال التلامس المباشر بينهما.

الثغور: فتحات صغيرة على البشرة في ورقة النبات.

ثقب الأوزون: انخفاض سمك طبقة الأوزون فوق القطبين خلال موسم الربيع بفعل غازات ملوثة.

حدة الصوت: ما يدركه الإنسان من ترددات الصوت.

الحرارة النوعية: مقدار الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ كجم من المادة درجة سلسيوسية واحدة.

الحمل الحراري: انتقال الطاقة الحرارية من خلال حركة الجزيئات أو الذرات من مكان إلى آخر داخل المادة.

الحيود: انعطاف الموجة حول حواف الجسم.

الخشب: نسيج نباتي يتكون من خلايا أنبوبية مجوفة مرتبة بعضها فوق بعض لتشكل وعاء، ينقل الماء والأملاح المعدنية.

الخلايا الحارسة: خليتان تحيطان بكل ثغر تتحكمان في فتحه أو إغلاقه.

درجة الحرارة: مقياس لمتوسط قيمة الطاقة الحركية للجزيئات التي تتحرك حركة عشوائية.

ذوات الفلقة: نباتات بذورها تتكون من فلقة واحدة.

الرغيب: وهي الجزء الذي يتم فيه تخزين الطعام.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

ذوات الفلقتين: نباتات بذورها تتكون من فلقتين، وهما الجزء الذي يتم فيهما تخزين الطعام.

شدة الصوت: كمية الطاقة التي تحملها الموجة التي تعبر مساحة محددة كل ثانية.

طاقة الرياح: طاقة ناتجة عن حركة التروبينات المتصلة بالمولدات وهو أحد مصادر الطاقة المتجددة.

الطاقة الحرارية الجوفية: الطاقة الحرارية الموجودة داخل القشرة الأرضية.

الطاقة الحرارية: مجموع طاقتي الوضع والحركة لجزيئات جسم ما.

الطاقة الكهرومائية: الطاقة الناتجة عن استثمار طاقة المياه الساقطة لتشغيل مولدات الكهرباء.

الطاقة النووية: انشطار ملايين أنوية ذرات عنصر اليورانيوم المشع خلال تفاعل الانشطار النووي.

الطول الموجي: المسافة بين نقطة على الموجة وأقرب نقطة إليها تتحرك بالسرعة نفسها وفي الاتجاه نفسه.

الطيف الكهرومغناطيسي: مدًى كامل لجميع الترددات الكهرومغناطيسية وأطوالها الموجية.

قانون الانعكاس: الزاوية التي تصنعها الموجة الساقطة مع العمود المقام تساوي الزاوية التي تصنعها الموجة المنعكسة مع هذا العمود.

الكامبيوم: نسيج يصنع معظم خلايا الخشب واللحاء في النباتات الوعائية باستمرار.

اللحاء: نسيج نباتي يتكون من خلايا أنبوبية مرتبة بعضها فوق بعض لتشكل أنبوباً، لنقل الغذاء الجاهز.

المحرك الحراري: آلة تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية.

المطر الحمضي: تفاعل ماء المطر في أثناء الهطول بالأحماض القوية الموجودة في الغلاف الجوي.

المعراة البذور: نباتات وعائية تكون بذورها غير محاطة بثمار.

المغطاة البذور: نباتات وعائية تكون بذورها محاطة بثمار، وتكوّن أزهارًا.

الملوثات: مواد تلوث البيئة، ومنها الدخان والرماد.

الموارد الطبيعية: عناصر البيئة المفيدة، وهي ضرورية لبقاء المخلوقات الحية.

الموارد غير المتجددة: أي مورد طبيعي يستهلك بسرعة أكبر من سرعة تعويضه في الطبيعة.

الموارد المتجددة: أي مورد طبيعي يعاد تدويره أو يتجدد باستمرار في الطبيعة.

الموجات الكهرومغناطيسية : موجات يمكنها الانتقال عبر المادة أو الفراغ.

الموجات تحت الحمراء: موجات كهرومغناطيسية لها طول موجي يتراوح بين ٠,٠٠١ متر و ٧٠٠ جزء من البليون من المتر.

الموجات فوق البنفسجية: موجات كهرومغناطيسية تقع أطوالها الموجية بين ١٠ أجزاء و٤٠٠ جزء من البليون من المتر.

الموجة: اضطراب ينتقل عبر المادة أو الفراغ ويحمل طاقة.

موجة طولية: أحد أنواع الموجات الميكانيكية، تسبب حركة دقائق المادة إلى الأمام وإلى الخلف في اتجاه انتشار الموجة نفسها.

موجة مستعرضة: أحد أنواع الموجات الميكانيكية، تسبب حركة دقائق المادة إلى الأمام وإلى الخلف في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة نفسها.

الموصل: أي مادة تنقل الطاقة الحرارية بسهولة.

النباتات اللاوعائية: لا تحتوي على أوعية ناقلة للماء والمواد المغذية، ولكنها تستخدم طرائق أخرى للنقل.

النباتات الوعائية: تحتوي على أوعية ناقلة للماء والمواد المغذية.

النفايات الخطرة: فضلات تسبب الضرر لصحة الإنسان أو تسبب التسمم للمخلوقات الحية.

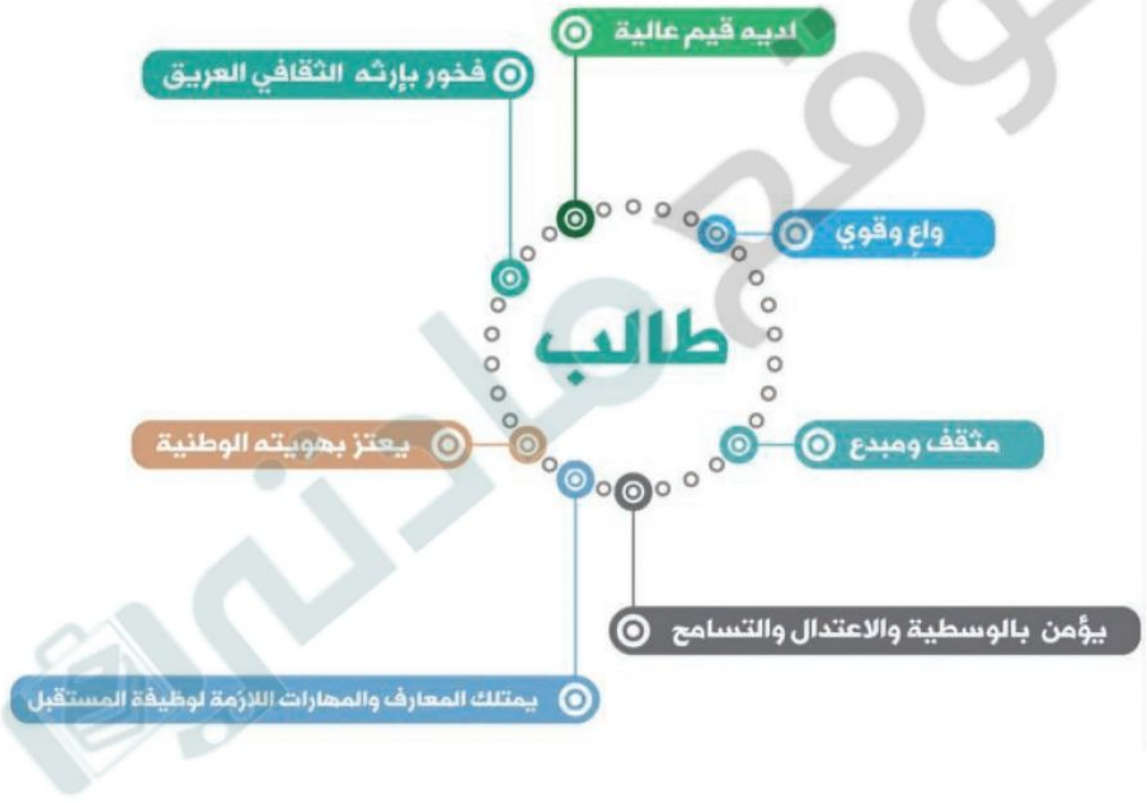
النفط: بقايا مخلوقات حية بحرية دقيقة طمرت في قشرة الأرض.

الوقود الأحفوري: بقايا مخلوقات حية تكونت في القشرة الأرضية منذ مئات ملايين السنين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

موقع مادتي

رؤيـــة VISION
2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA



وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445