# دوسية النيرد في الفيزياء 2021

## الوحدة السادسة : الحركة الموجية

مدرسة الفيزياء

تلخيص الروني

10

الفصل الدراسي الثاني


إعداد وتنسيق

معاذ أمجد أبو يحيى | عز الدين أبو رمان


- شرح الماده بشكل بسيط وواضح مدعوم بأمثلة وأسئلة شاملة للمادة
- حلول جميع أسئلة التمارين المختلفة وأسئلة الدروس وأسئلة الوحدة


مجموعتنا على الفيس بوك

مدرسة الفيزياء

الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى

0795360003

الأستاذ عز الدين أبو رمان

0787046781

# مقدمة الدوسية

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على خير معلم الناس الخير نبينا محمد وعلى آله وصحبة أجمعين ، أما بعد :

تأتي هذه الدوسية خدمة لأحبتنا الطلبة والمهتمين بدراسة ومراجعة مادة الفيزياء الجديد للصف العاشر سواء من المعلمين أو الطلبة، وهي مصدر دراسي إضافي لتبسيط الكتاب المدرسي فدائما يبقى الكتاب هو المصدر الأول للدراسة.

في هذه الدوسية قُمنا بترتيب طرح المواضيع والمحتوى والأفكار وقمنا بإضافة ملاحظات وشروحات لأساليب حل الأسئلة وطريقة التعامل معها ورسومات توضيحية مُرفق معها حل أسئلة الدروس وأسئلة فكر والواجبات الواردة في الكتاب المدرسي ودليل المعلم.

نسأل الله للجميع العلم النافع والعمل الصالح والتوفيق والسداد والإخلاص والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

أ.معاذ أمجد أبو يحيى ، أ.عز الدين أبو رمان

---

# محتويات الدوسية

## الوحدة السادسة : الحركة الموجية

الدرس الأول : الموجات وصفاتها ..... 4

حلول أسئلة الدرس الأول ..... 26

الدرس الثاني : خصائص الحركة الموجية ..... 29

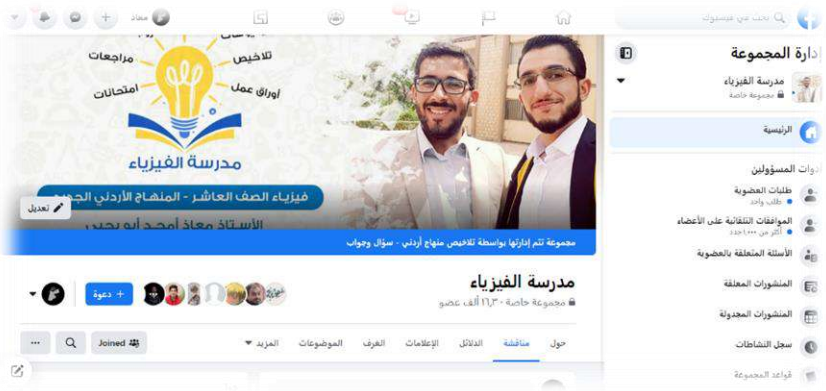
حلول أسئلة الدرس الثاني ..... 44

حلول أسئلة مراجعة الوحدة ..... 46

منهاجي
متعة التعليم الهادف

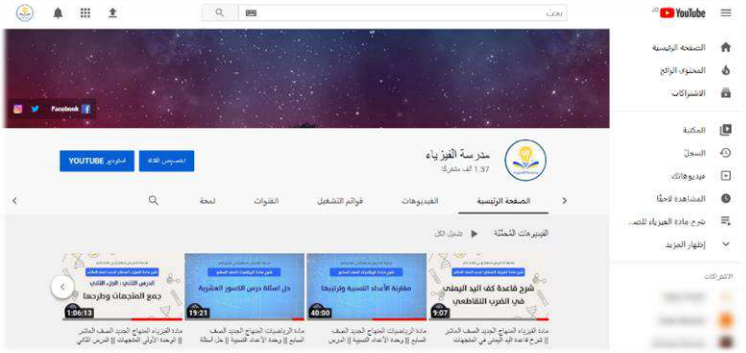
## تابعونا على مجموعة مدرسة الفيزياء على الفيس بوك :

تجدون فيها كل ما يخص المادة من أوراق عمل وامتحانات وشروحات




## تابعونا على قناة مدرسة الفيزياء على اليوتيوب :

تجدون فيها شرح جميع دروس المادة وحل أسئلة المادة

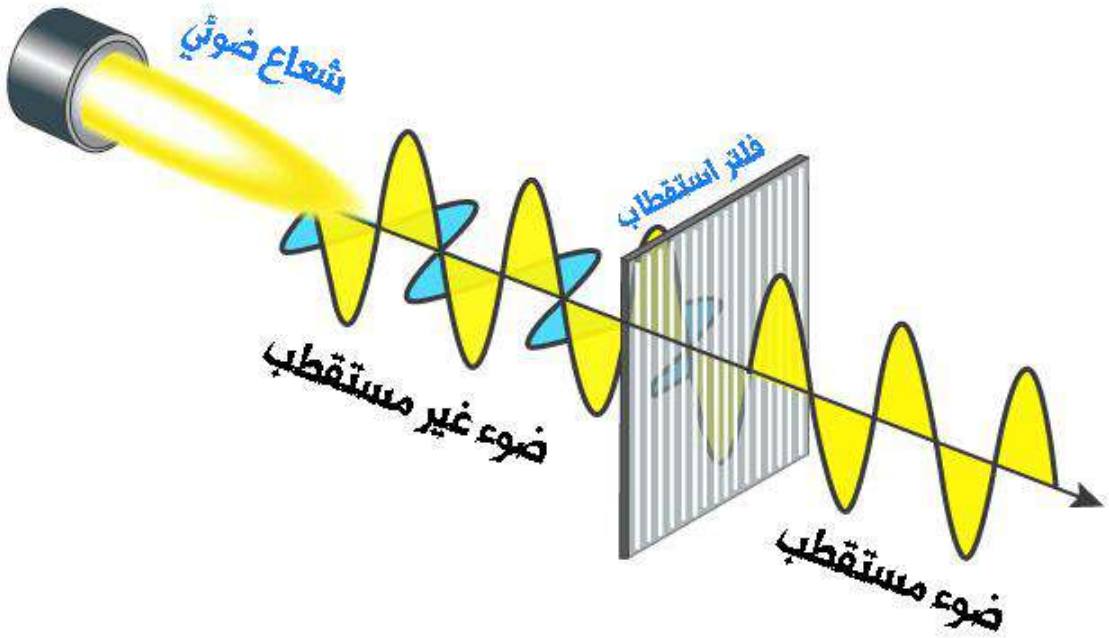



## تابعونا على منصة تلاخيص منهاج أردني على الفيس بوك :

تجدون فيها تلاخيص وشروحات المواد الدراسية لمختلف الصفوف

الوحدة السادسة من مادة فيزياء الصف العاشر

# الحركة الموجية



# الوحدة السادسة : الحركة الموجية

## الدرس الأول : الموجات وصفاتها

**الطاقة** : إحدى صور الوجود (مادة أو جسم + طاقة = الكون)

- الكمية التي يجب نقلها إلى كائن من أجل أداء عمل ما، أو تغير حرارة شيء ما.
- كمية محفوظة يمكن تحويلها من شكل لآخر، ولكن لا يتم إنشاؤها أو إتلافها.
- تنتقل من مكان لآخر باستخدام حركات تسمى بـ(الحركات الموجية).

**سؤال** وضح ما هو المقصود بالموجة ؟

اضطراب أو اهتزاز ينتقل من مكان إلى آخر وهي وسيلة لنقل الطاقة (أحد أشكال انتقال الطاقة).

**سؤال** وضح "الموجات تنقل الطاقة ولا تنقل المادة" ؟

أي أن الموجة تعتبر وسيلة لنقل الطاقة رغم أن الموجة تتسبب في حدوث اهتزاز لدقائق الوسط الناقل لها إلا أنها لا تنقل أي من هذه الدقائق من موقع إلى آخر مثل الطاقة.

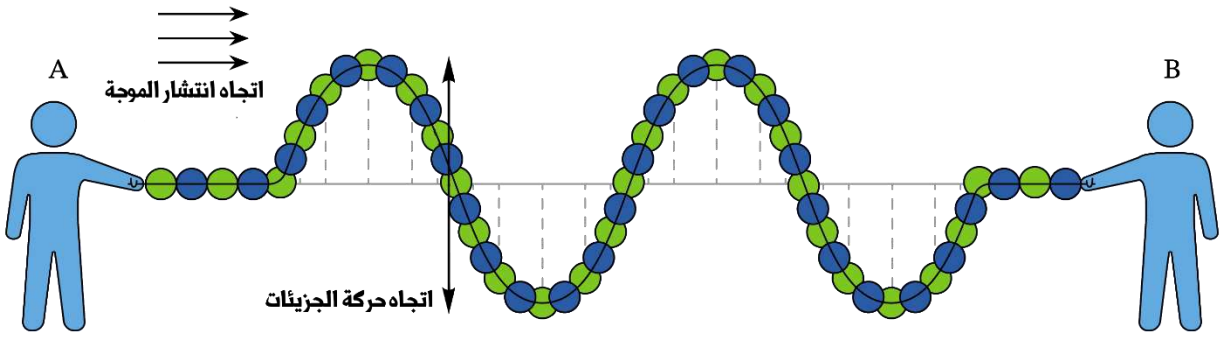
---

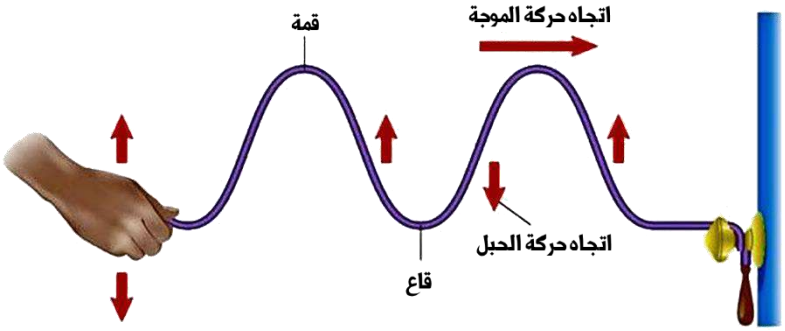
**تقسم الموجات بناءً على اتجاه اهتزاز دقائق الوسط إلى :**

- الموجات المستعرضة.
- المواقع الطولية.

**الموجات المستعرضة :** هي الموجات التي يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها متعامد مع اتجاه انتشارها.

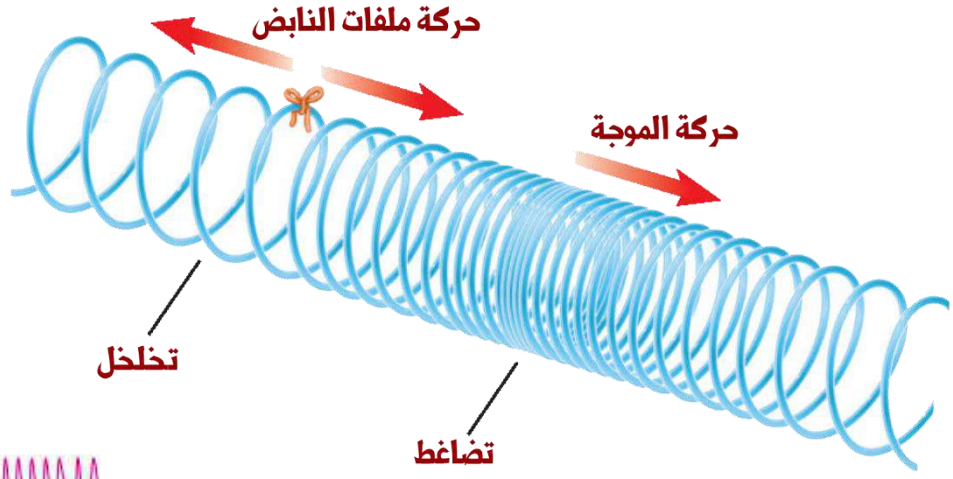
- مثل موجات سطح الماء والموجات التي تنتقل في نابض أو حبل مشدود.
- تنتشر الموجات المستعرضة في الأوساط الصلبة والسائلة ولا يمكنها الانتقال خلال الغازات.
- بعض الموجات المستعرضة (مثل موجات الضوء) يمكنها الانتقال في الفراغ.






⊙ **الموجات الطولية :** هي الموجات التي يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها باتجاه انتشار الموجة نفسها.

- من الأمثلة عليها موجات الصوت وبعض أنواع الموجات التي تنتقل في النابض على شكل تضاغط وتخلخل.
- تنتشر الموجات الطولية في الأوساط جميعها الصلبة والسائلة والغازية.
- تسمى المناطق التي تتقارب فيها جزيئات الوسط (حلقات النابض) بمناطق التضاغط والمناطق التي تتباعد في جزيئات الوسط (حلقات النابض) بمناطق التخلخل.



**سؤال** **ما هو المقصود بالحركة الموجية ؟**

الطريقة التي تنتشر بها الموجات في الأوساط المختلفة وتختلف باختلاف أنواع الموجات.

**سؤال** **ما هي صفات الموجة؟ أو ما هي الصفات المشتركة التي نميز بها الحركة الموجية ؟**

سعة الموجة ، طول الموجة ، التردد ، سرعة الموجة

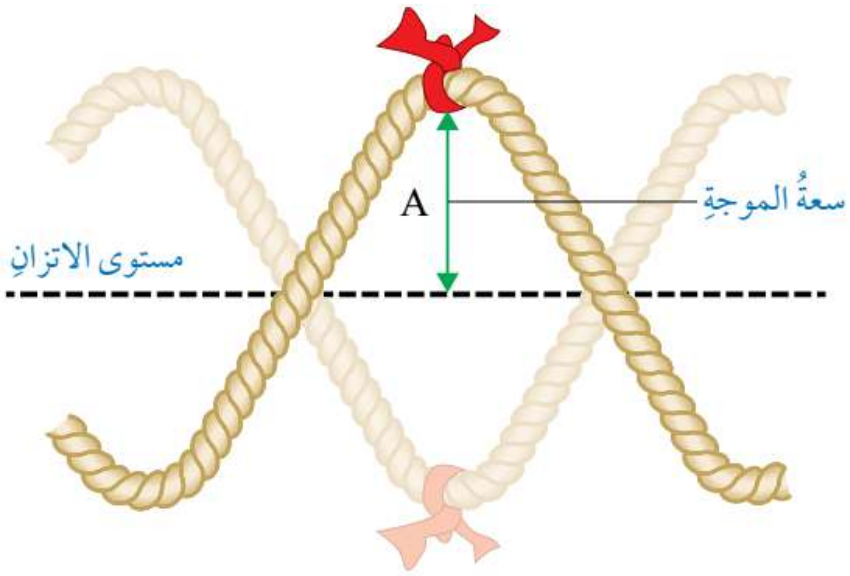
منهاجي
متعة التعليم الهادف

## سؤال وضح ما هو المقصود بكل مما يأتي ؟

**سعة الموجة :** أقصى إزاحة تُحدثها الموجة لدقائق الوسط الناقل بالنسبة إلى موقع اتزانها.

**موقع الاتزان :** نقطة على الحبل المشدود أفقيًا بشكل مستقيم في حالة عدم انتقال أي موجة خلاله.

**شدة الموجة :** نسبة الطاقة التي تنقلها الموجة إلى وحدة المساحة (التي يتعامد معها اتجاه انتشار الموجة).



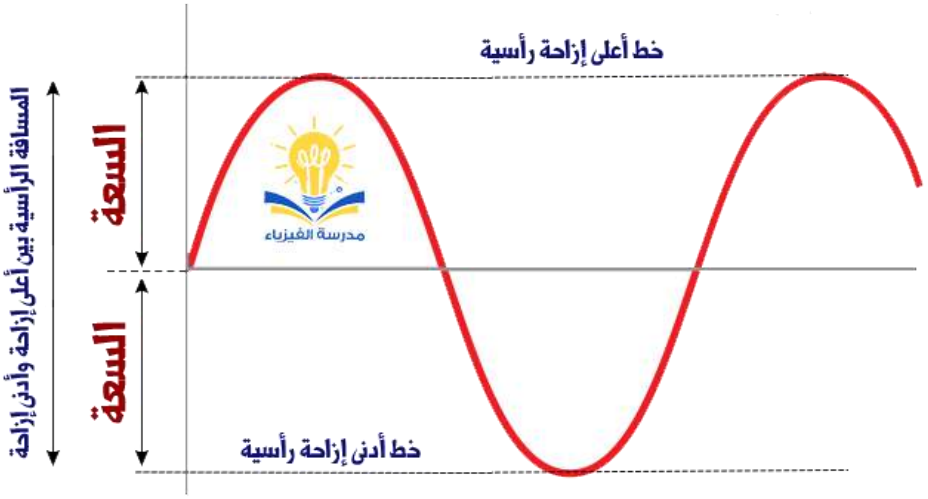

### ملاحظات مهمة

- في الموجات المستعرضة تتحرك دقائق الوسط في اتجاهين متعاكسين على طرفي موقع اتزانها ، أي أنها تهتز.
- يبدو اهتزاز دقائق الوسط أكثر وضوحًا في الموجات المستعرضة.
- يرمز إلى سعة الموجة بالرمز (A).
- سعة الموجة تزداد بازدياد طاقة المصدر وتقل بزيادة البعد عنه.
- العلاقة بين سعة الموجة وشدة الموجة علاقة طردية.

## أتحقَّقُ: من أين تحصل الموجات على طاقتها ؟

تحصل الموجة على الطاقة من مصدر الاهتزاز الذي يولد هذه الموجة سواء كانت طولية أم مستعرضة.

منهاجي
متعة التعليم الهادف



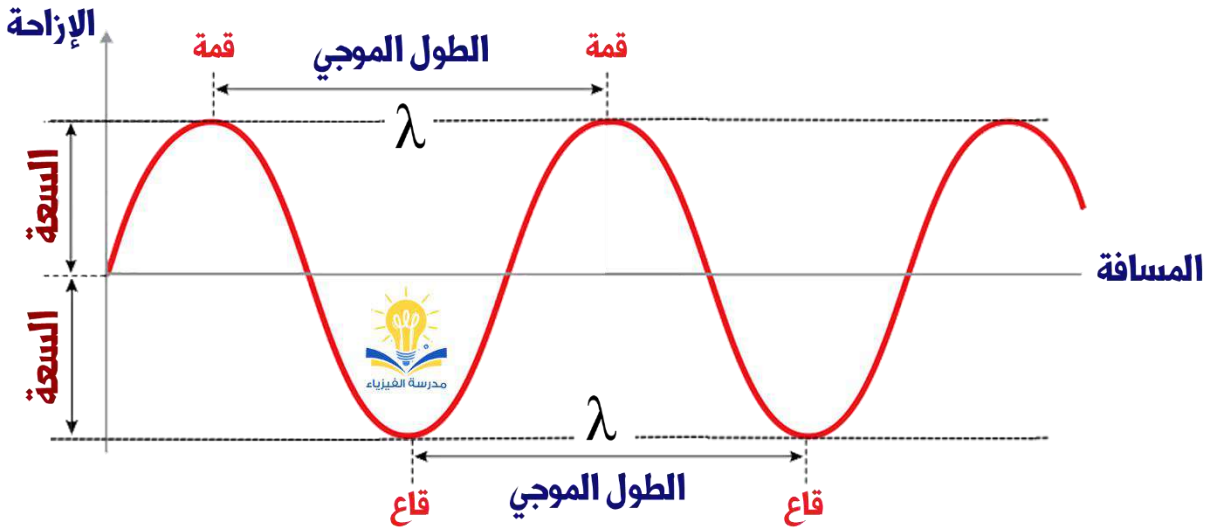

**سؤال** إذا كانت المسافة الرأسية بين أعلى إزاحة وأدنى إزاحة لجزيئات الماء عند مرور موجات مستعرضة هي (60 cm) ، فما مقدار سعة هذه الموجة ؟

مقدار سعة الموجة = 30 cm

**سؤال** ما هو المقصود بالطول الموجي ؟

المسافة بين قمتين متتاليتين أو بين قاعين متتاليين ويرمز لها بالرمز لامدا (λ).

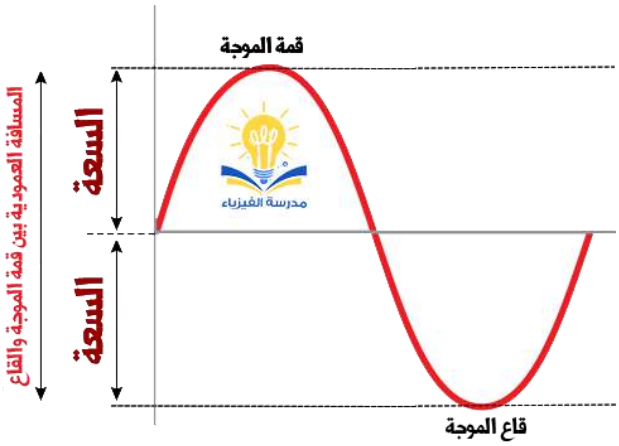
أو المسافة بين أي نقطتين متناظرتين ومتتاليتين على الموجة.

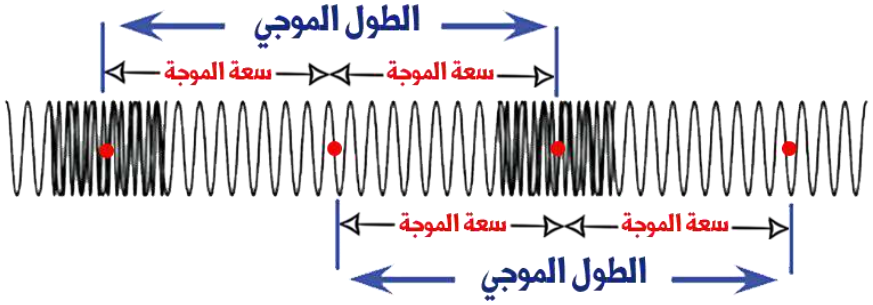


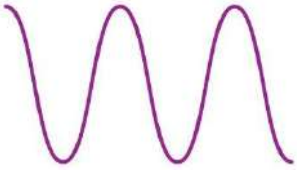
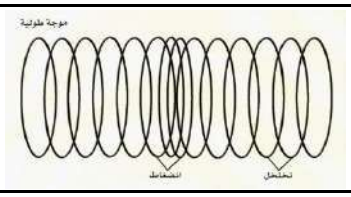

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**ملاحظات مهمة**

- سعة الموجة المستعرضة تساوي نصف المسافة العمودية بين قمة الموجة والقاع.
- سعة الموجة الطولية تساوي نصف المسافة بين مركزي تضاغط وتخلخل متتاليين.




| وجه المقارنة | الأمواج المستعرضة | الأمواج الطولية |
|---|---|---|
| التعريف | تتحرك جزيئات الوسط عموديًا على خط انتشار الموجة | تتحرك جزيئات الوسط باتجاه موازي لخط انتشار الموجة |
| المكونات | قمم وقيعان | تضاغطات وتخلخلات |
| الانتشار | الأوساط الصلبة والسائلة فقط ولا تنتشر في الغازية | جميع الأوساط الصلبة والسائلة والغازية |
| أمثلة | أمواج البحر والضوء | أمواج النابض والصوت |
| الرسم |  |  |

**سؤال** **وضح ما هو المقصود بتردد الموجة ؟**

عدد الموجات الكاملة (n) التي تعبر نقطة ثابتة في الوسط خلال ثانية واحدة.

(صفة لعدد الاهتزازات التي يكملها الجسم المهتز في الثانية الواحدة)

- يعتبر التردد مقياس لتكرار حدث معين وهنا التردد كان مقياس لتكرار الموجات المتماثلة.
- يرمز للتردد بالحرف اللاتيني ($f$) ويقاس بوحدة الهيرتز (Hz) وتكافئ ($s^{-1}$).

**سؤال** **وضح ما هو المقصود بالزمن الدوري ؟**

المدة الزمنية اللازمة لعبور موجة كاملة واحدة نقطة ثابتة في الوسط.

(الزمن اللازم حتى تعيد الموجة نفسها)

- يطلق على تكرار الموجات المتماثلة (التردد).
- يرمز للزمن الدوري بالرمز ($T$) ويقاس بوحدة الثانية (s).
- يعطى الزمن الدوري بالعلاقة :

$$T = \frac{1}{f}$$

- ويعطى الزمن الدوري أيضا بالعلاقة :

$$T = \frac{t}{n}$$

الزمن الكلي للموجات : $t$ ، عدد الموجات الكاملة (الاهتزازات) : $n$

---

**سؤال** **إذا كانت سعة الموجة الطولية في نابض هي (20 cm) فما مقدار طولها الموجي ؟**

في الموجات الطولية الطول الموجي مساوي لضعف سعة الموجة وبالتالي :

مقدار الطول الموجي = 40 cm

**أتحقّقُ: كيف يمكنني التمييز بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية ؟**

في الموجات المستعرضة يكون اهتزاز دقائق الوسط عموديًا على اتجاه انتشار الموجة بينما يكون موازيًا لاتجاه انتشارها في الموجات الطولية.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**سؤال** يهتز جسم وهو يلامس سطح الماء فيصدر عنه (12) موجة مستعرضة في مدة زمنية مقدارها (3 s) ، وتنتشر على سطح الماء. أحسب كلاً من الزمن الدوري والتردد.

$$T = \frac{t}{n} = \frac{3}{12} = 0.25\ s$$
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.25} = 4\ s^{-1}$$

**سؤال** يهتز جسم في الهواء فتصدر عنه (240) موجة طولية في مدة زمنية مقدارها (6 s) ، وتنتشر في الهواء. أحسب كلاً من الزمن الدوري والتردد.

$$T = \frac{t}{n} = \frac{6}{240} = 0.025\ s$$
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.025} = 40\ Hz$$

**ملاحظات مهمة**

- تصدر الموجات عن مصدر مهتز يكون ترددها مساوي لتردد هذا المصدر.
- التردد لا يعتمد على نوع الوسط لذلك عند انتقال موجة بين وسطين مختلفين يبقى ترددها ثابتا لا يتغير.(تردد الموجات يعتمد فقط على تردد المصدر).

**سؤال** وضح كيف يتم حساب سرعة الموجة ؟

من خلال قسمة المسافة التي تقطعها الموجة على الزمن الكلي اللازم لقطع المسافة.

- يرمز للسرعة بالرمز $(v)$ والمسافة بالرمز $(s)$ والزمن (t) .
- تعطى سرعة الموجة بالعلاقة :

$$v = \frac{s}{t}$$

- تتناسب سرعة الموجة $(v)$ طرديا مع ترددها $(f)$.
- يتناسب الطول الموجي $(\lambda)$ عكسيا مع تردد الموجة $(f)$.
- العلاقة بين سرعة الموجة والتردد والطول الموجي يمكن صياغتها بالشكل الآتي :

$$f \propto v \propto \frac{1}{\lambda}$$

حاصل ضرب الطول الموجي بالتردد يعطي مقدار ثابت وهي سرعة انتشار الموجة في الوسط الناقل لها وتكون ثابتة للوسط الواحد :

$$v = f\lambda$$

**سؤال** يمسك صبي بطرف حبل مشدود ويحركه للأعلى والأسفل بتردد مقداره (5 Hz) ، إذا كان طول الموجة الواحدة يساوي (0.4 m) فجد سرعة انتقال الموجات في الحبل.

$$v = f\lambda = 5\times0.4 = 2 \text{ m/s}$$

**سؤال** مصدر اهتزاز يولد على سطح ماء موجات بتردد (20 Hz) ، فإذا كانت المسافة بين قمتين متتاليتين (5 cm) :

**أ - احسب سرعة الموجات الناتجة ؟ وما نوعها ؟**

$$v = f\lambda = 20\times0.05 = 1 \text{ m/s}$$

الموجات الناتجة هي موجات مستعرضة لأنها انتقلت على شكل قمم وقيعان.

**أ - كم يصبح طول الموجات المتولدة إذا زاد تردد المصدر إلى مثلي قيمته ؟**

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1}{40} = 0.025 \text{ m}$$

**تمرين** تنتقل موجة مستعرضة على سطح الماء بسرعة (12 m/s) ، إذا علمت أن طولها الموجي يساوي (1.5 m) فجد ترددها ؟

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{12}{1.5} = 8 \text{ s}^{-1}$$

**سؤال** إذا كان تردد الموجات التي تنتقل في نابض أفقي (9 Hz) وكانت المسافة بين تضاغطين متتاليين (0.2 m) فجد سرعة انتقال الموجات في النابض.

$$v = f\lambda = 9\times0.2 = 1.8 \text{ m/s}$$

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**ملاحظات مهمة**

- تختلف سرعة الموجات باختلاف أنواعها كمثال تختلف سرعة موجات الماء عن سرعة موجات الصوت.
- تختلف سرعة الموجة عند انتقال الموجة بين وسطين مختلفين فمثلا سرعة الصوت في الهواء مختلفة عن سرعته في الماء..
- التعويض بالقوانين بالوحدات الأساسية.

الجدول (1): تغيرُ سرعةِ الموجاتِ باختلافِ كلٍّ منْ نوعِ الموجاتِ ووسطِ انتقالِها.

| نوعُ الموجاتِ والوسطُ الذي تنتقلُ خلالَه | السرعةُ (m/s) |
|---|---|
| موجاتُ الصوتِ في الهواءِ عندَ مستوى سطحِ البحرِ ودرجةِ حرارةِ (20°C). | 343 |
| موجاتُ الصوتِ في ماءِ البحرِ عندَ عمقِ (4 m) ودرجةِ حرارةِ (20°C). | 1500 |
| موجاتُ الصوتِ في الصخورِ. | 4750 |
| موجاتُ الضوءِ في الألياف البصريةِ الزجاجيةِ. | $2.00 \times 10^8$ |
| موجاتُ الضوءِ في الهواءِ أو الفراغِ (c). | $3.00 \times 10^8$ |

**ملاحظات مهمة**

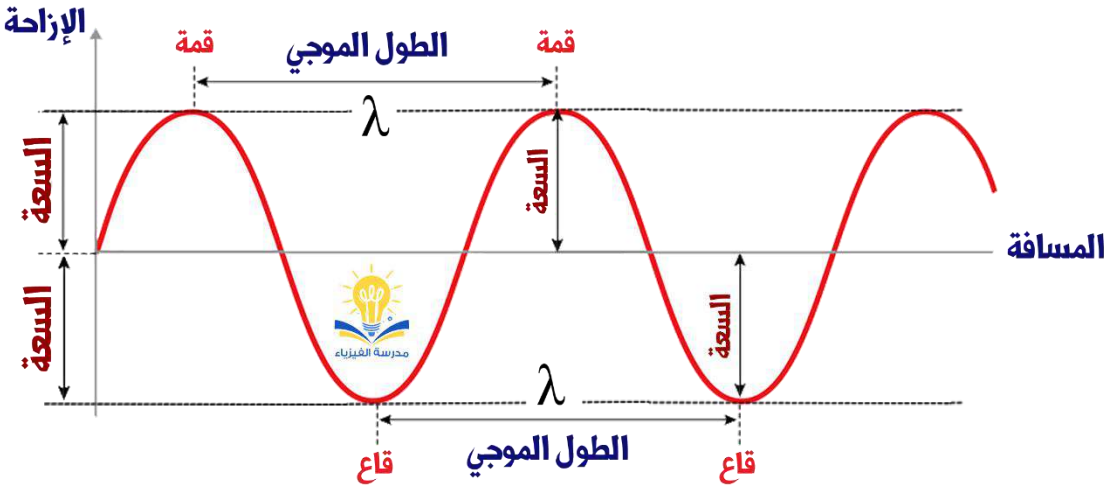
- نلاحظ اختلاف سرعة انتقال موجات الصوت في الهواء عن سرعة انتقالها في ماء البحر.
- تردد الموجات الصادرة من مصدر معين لا يتغير عند انتقال الموجات من وسط لآخر.
- التغير في سرعة الموجة ينتج عن تغير طولها الموجي.
- تُعد سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ من الثوابت الكونية ويرمز إلها بـ $(c)$.

✓ أتحقَّقُ: **توصف الموجة بترددها وسرعتها وطولها الموجي. أي من هذه الكميات تتغير عند انتقال الموجة من وسط إلى آخر مختلف في خصائصه ؟**

عند انتقال الموجة من وسط إلى آخر مختلف في خصائصه فإن التردد يبقى ثابتًا أما السرعة والطول الموجي فيتغيران.

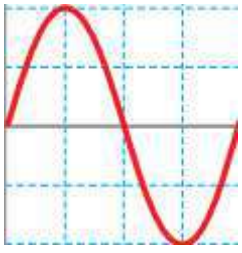
# تمثيل الموجات بيانيًا

■ **(منحنى الإزاحة - المسافة)** لقياس الإزاحة في مواقع مختلفة عندما يكون الزمن ثابتًا.




- المسافة هنا هي البعد عن مركز الموجة أو المصدر والإزاحة هي إزاحة الموجة للأعلى والأسفل (الاضطراب).
- تكون الإزاحة على محور الـ $(y)$ والمسافة على محور الـ $(x)$.
- نستفيد من المنحنى في معرفة الطول الموجي والسعة ومواقع القمم والقيعان عند لحظة زمنية معينة.

**ملاحظات مهمة**

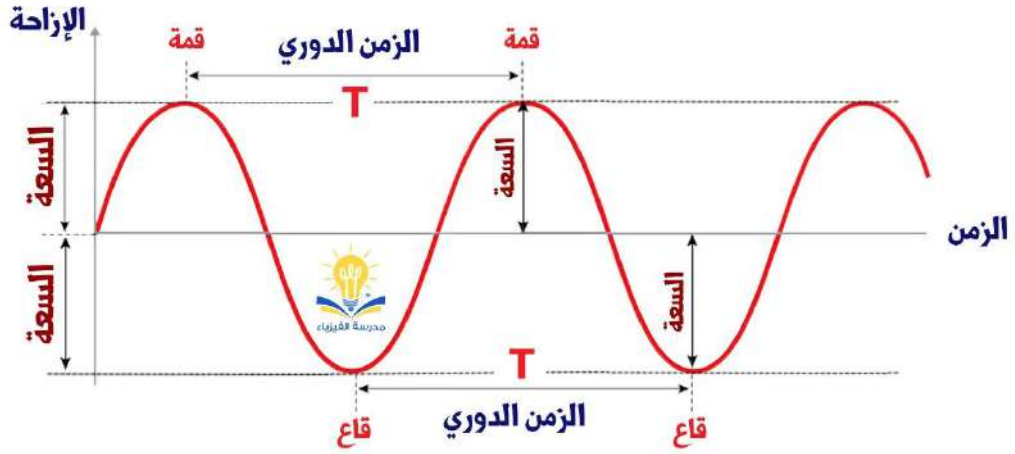


- يمثل الشكل الرسم العام للموجة الكاملة حيث يتم فيها تشكل قمة وقاع للموجة.
- المسافة هي البعد بين دقائق الوسط التي تهتز ومصدر الموجات.
- الإزاحة هي مقدار ابتعاد دقائق المهتزة عن مركز اتزانها.
- عندما تكون الموجة مستعرضة تكون المسافة أفقية والإزاحة عمودية.

**يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :**

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

■ **(منحنى الإزاحة – الزمن)** لقياس الإزاحة في لحظات زمنية مختلفة في موقع واحد.




- تكون الإزاحة على محور الـ $(y)$ والزمن على محور الـ $(x)$.
- نستفيد من المنحنى في معرفة الزمن الدوري والسعة وعدد القمم والقيعان خلال مدة زمنية محددة.
- لا يمثل الزمن الدوري المسافة بين القمتين أو القاعين وإنما المسافة بين قيم $(x)$ للقمتين أو القاعين المتتاليين.

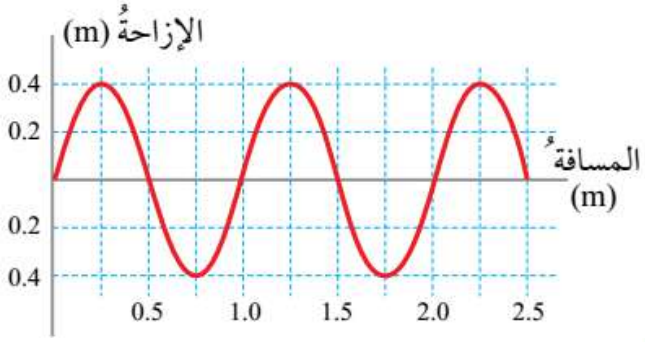
---

✓ أتحقَّقُ: **وضح المقصود بسعة الموجة لموجات طولية تنتقل أفقيًا في نابض.**

عند انتقال الموجات الطولية أفقيًا في نابض عريض ممدود على أرض أفقية فإن اهتزاز حلقات النابض يكون أفقيًا وباتجاه مواز لاتجاه انتقال الموجة فتكون السعة مساوية لأقصى إزاحة تحدثها الحلقات من موقع اتزانها ومقدارها يساوي نصف المسافة بين تضاغطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين أي أن السعة تساوي نصف الطول الموجي.

---

**؟ سؤال** **تنتشر موجات مستعرضة في حبل ممدود بشكل أفقي وفي لحظة زمنية محددة رُسمت العلاقة بين إزاحة أجزاء الحبل وبُعد كل جزء عن مصدر الاهتزاز فكانت كما في الشكل ، معتمدًا على الرسم جد كلاً من : الطول الموجي ، السعة ، عدد الموجات الكاملة.**

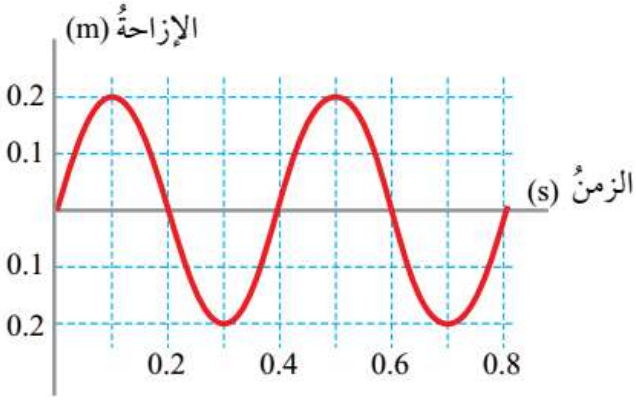



الطول الموجي $\lambda = 1.25 - 0.25 = 1\ m$

السعة $A = 0.4\ m$

عدد الموجات الكاملة $n = 2$

**سؤال** تنتشر موجات مستعرضة على سطح الماء وتُحدث اهتزازًا في قطعة فلين على بُعد $(x)$ من مصدر الموجات ، مُثلت العلاقة بين الإزاحة الرأسية لقطعة الفلين والزمن بيانيًا فكانت كما في الشكل ، معتمدًا على الرسم جد كلاً من : الزمن الدوري ، السعة ، التردد.




الزمن الدوري $T = 0.5 - 0.1 = 0.4$ s

السعة $A = 0.2$ m

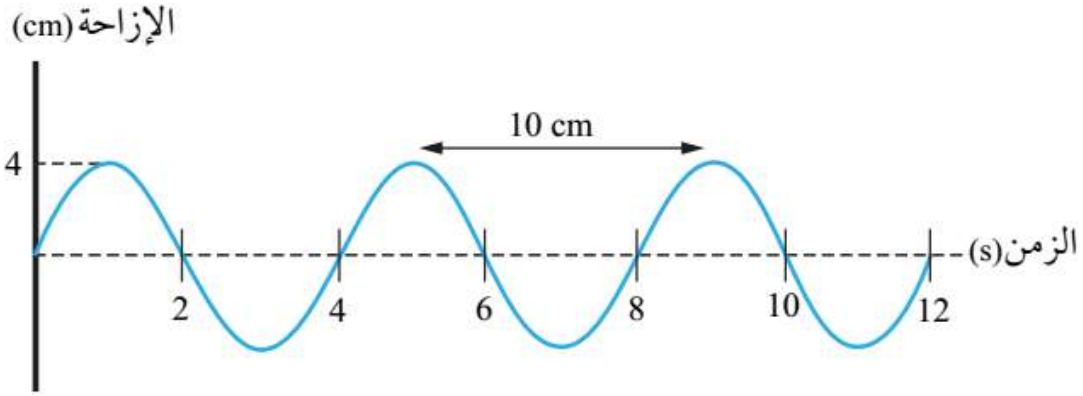
التردد $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5$ Hz

---

**سؤال** إذا كانت المسافة بين القمة الأولى والقمة العاشرة لموجات مستعرضة انتشرت في حبل (45 m) ، فاحسب الطول الموجي ؟

$$\lambda = \frac{\text{المسافة بين القمم}}{\text{عدد القمم}} = \frac{45}{10} = 4.5 \text{ m}$$

**سؤال** يمثل الشكل موجات مستعرضة انتشرت في حبل ، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل أجب عما يأتي :




أ - ما اتساع الموجة ؟

$A = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

ب - ما الطول الموجي للموجة ؟

$\lambda = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

جـ - ما الزمن الدوري للموجة ؟

$$T = 4\ s$$

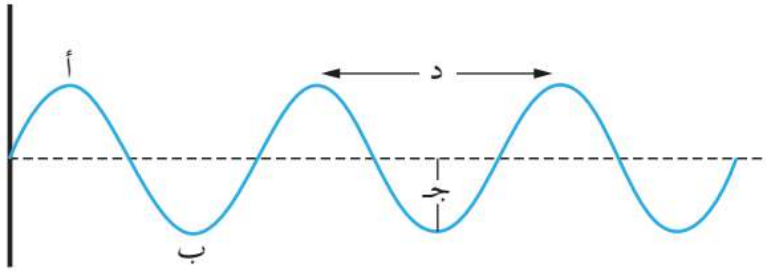
د - ما تردد الموجة ؟

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0.25\ Hz$$

هـ - ما سرعة انتشار الموجة في الحبل ؟

$$v = f\lambda = (0.25)(0.1) = 0.025\ m/s$$

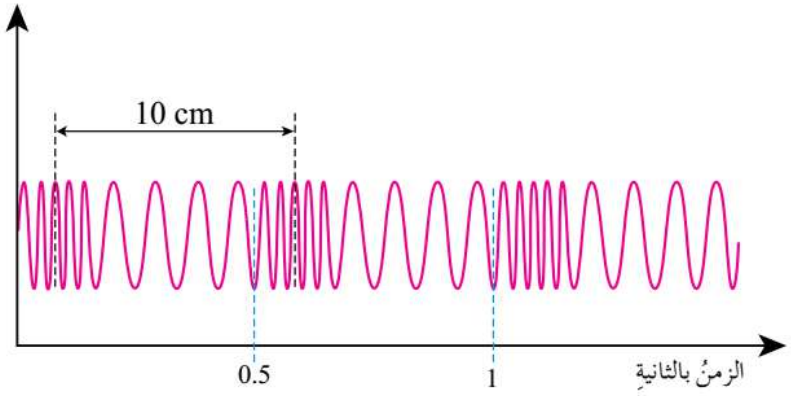
**تدريب** يمثل الشكل أحد أشكال الموجات الميكانيكية ، تأمل الشكل ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :




أ - ما نوع هذه الموجة ؟

ب - ماذا تمثل الرموز (أ ، ب ، جـ ، د) ؟

**سؤال** يمثل الشكل موجة طولية ، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل أجب عما يأتي :




أ - ما عدد الموجات في الشكل ؟

3

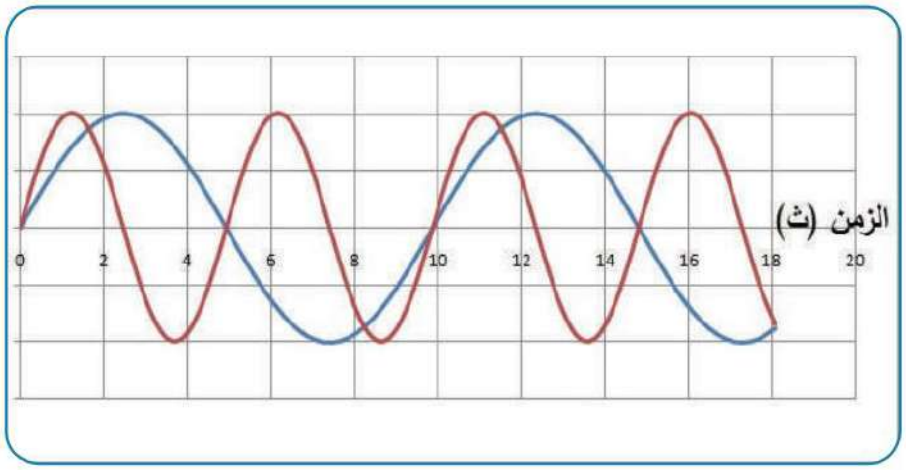
أ - ما تردد الموجة ؟

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.5} = 2\ Hz$$

أ - ما سرعة انتشار الموجة ؟

$$v = f\lambda = (2)(0.1) = 0.2\ m/s$$

**تدريب** قارن بين الموجة الممثلة باللون الأحمر وتلك الممثلة باللون الأزرق في الرسم البياني المجاور من حيث مقدار الزمن الدوري واتساع وتردد كل منهما.




# موجات الصوت

الموجات الصوتية عبارة عن **موجات طولية** تنتشر في الأوساط المختلفة على شكل تضاغط وتخلخل.

**سؤال** كيف يتولد الصوت وكيف ينتشر ؟ وكيف يصل إلى أذن السامع ؟

يتولد وينتج الصوت بفعل جسم مهتز يولد الموجات الناقلة للطاقة وينتقل الاهتزاز إلى دقائق الوسط المحيط فينتشر في جمع الاتجاهات على شكل موجات طولية (تضاغطات وتخلخلات متتالية في جزيئات الوسط) تحمل الطاقة الصوتية حتى تصل إلى طبلة أذن السامع فتهتز بسبب تصادم موجات الصوت بها ثم تنتقل الاهتزازات عبر أجزاء الأذن لتتحول لإشارات كهربائية يستقبلها العصب السمعي..

- **جهارة الصوت :** مقياس لاستجابة الأذن للصوت وهو يعبر عن علو الصوت وانخفاضه.
- تعتمد جهارة الصوت على (سعة موجة الصوت و شدة الصوت عند ثبوت التردد).
- يتم التعبير عن صفة جهارة الصوت بـ (مستوى شدة الصوت).
- وحدة قياس مستوى شدة الصوت هي الديسيبل (dB).

الجدول (2): مقارنةٌ بينَ شدةِ الصوتِ ومستوى شدةِ الصوتِ لبعضِ الأصواتِ المألوفةِ.

| مصدرُ الصوتِ | شدةُ الصوتِ ($Watt/m^2$) | مستوى شدةِ الصوتِ (dB) |
|---|---|---|
| عتبةُ السمعِ عندَ ترددِ (1000 Hz) | $1 \times 10^{-12}$ | 0 |
| حفيفُ أوراقِ الشجرِ | $1 \times 10^{-11}$ | 10 |
| المحادثةُ العاديةُ | $1 \times 10^{-6}$ | 60 |
| شاحنةٌ كبيرةٌ | 1 | 120 |
| طائرةٌ نفاثةٌ | $1 \times 10^{2}$ | 140 |

**ملاحظات مهمة**

- الأصوات التي لها مستوى شدة صوت عالي تحمل موجاتها الكثير من الطاقة وسعتها كبيرة.
- الأصوات التي لها مستوى شدة صوت منخفض تحمل موجاتها القليل من الطاقة و سعتها صغيرة.
- سبب الاختلاف في مستوى شدة الصوت هو اختلاف مصدر الصوت.

**سؤال** **ما هو مجال مستوى شدة الصوت المسموع لدى الإنسان؟**

يقع مستوى شدة الصوت المسموع لدى الإنسان ضمن المجال (0-180 dB).

**سؤال** **وضح ما هو المقصود بعتبة السمع ؟**

أدنى مستوى شدة للصوت يمكن للإنسان السليم سماعه وهي (0 dB).

**سؤال** **ما هو مجال مستوى شدة الصوت الضار بأذن الإنسان السليم؟**

الأصوات التي يزيد مستوى شدتها على (120 dB) تعتبر ضارة بالأذن.

## درجات الصوت

**درجة الصوت :** الإحساس بتردد الصوت.

- عبارة عن مقياس آخر لإحساس الأذن بالصوت للتمييز بين الصوت الرفيع والغليظ.
- الصوت الرفيع (الحاد) يكون تردده عالي وطوله الموجي قصير والصوت الغليظ يكون تردده منخفض وطوله الموجي كبير.

**سؤال** **ما هو مجال الترددات التي تحس بها أذن الإنسان سليم السمع؟**

تقع في المتوسط ضمن المجال (20 Hz – 20 KHz) ومع تقدم العمر يفقد الإنسان مقدرته على سماع الترددات العالية التي تزيد على (14 KHz).

**يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :**

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

# سرعة الصوت

- يبلغ مقدار سرعة الصوت في الهواء (340 m/s) تقريبا وهي أقل بكثير من سرعة الضوء في الهواء التي تساوي ($3\times10^8$ m/s).
- تتأثر سرعة موجات الصوت بطبيعة الوسط الناقل لها فهي كبيرة في الوسط غير القابل للانضغاط وصغيرة في الأوساط القابلة للانضغاط.
- تكون سرعة الصوت في الصخور والماء أكبر من سرعة الصوت في الهواء وذلك لأن الصخور والماء أوساط غير قابلة للانضغاط على عكس الهواء القابل للانضغاط.
- العلاقة بين سرعة الصوت وكثافة الوسط علاقة عكسية فكلما قلت كثافة الوسط زادت سرعة الصوت والعكس صحيح.
- العلاقة بين سرعة الصوت ودرجة حرارة الوسط علاقة طردية.
- ينتقل الصوت في الغازات قليلة الكثافة مثل غاز الهيليوم بسرعة أكبر من سرعته في الهواء.

**أُفكِّرُ: يمكن للإنسان العادي أن يتحدث بصوت يقع تردده بين (85 Hz – 3 KHz) فما أهمية سماعه لترددات أخرى تزيد عن التردد الذي يتحدث به ؟**

لأن الإنسان بحاجة لسماع الأصوات الأخرى غير صوته مثل المخلوقات الأخرى والأجهزة والآلات.

**أُفكِّرُ: تُنفخ بعض البالونات بغاز الهيليوم كي ترتفع في الهواء. عندما يستنشق شخص غاز الهيليوم من البالون ثم يتحدث ، نلاحظ أن صوته يصبح مختلفًا إلى درجة كبيرة. فما الذي يُحدثه غاز الهيليوم في صوت الشخص ؟**

يتكون صوت الإنسان من مجموعة من الترددات العالية والمنخفضة تعطي صوته صفة خاصة ، ولأن سرعة الصوت في غاز الهيليوم أكبر بكثير من سرعته في الهواء بسبب كثافته القليلة فإن التحدث برئة مملوءة بالهيليوم يزيد من الطول الموجي لموجات الصوت فتخفت الترددات الضعيفة وتبقى الترددات العالية فيصبح صوته مثل صوت الشخصية الكرتونية البطة.

---

**سؤال: تنتقل موجات الصوت في الماء بسرعة (340 m/s) فإذا علمت أن ترددها يساوي (425 Hz) فما طولها الموجي ؟**

$$v = f\lambda \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{425} = 0.8\ \text{m}$$

# الموجات الميكانيكية والموجات الكهرمغناطيسية

✪ **تقسم الموجات بناءً على اتجاه اهتزاز دقائق الوسط إلى :**

- الموجات المستعرضة.
- المواقع الطولية.

✪ **تقسم الموجات بناءً على طبيعة الأوساط التي تنتشر فيها إلى :**

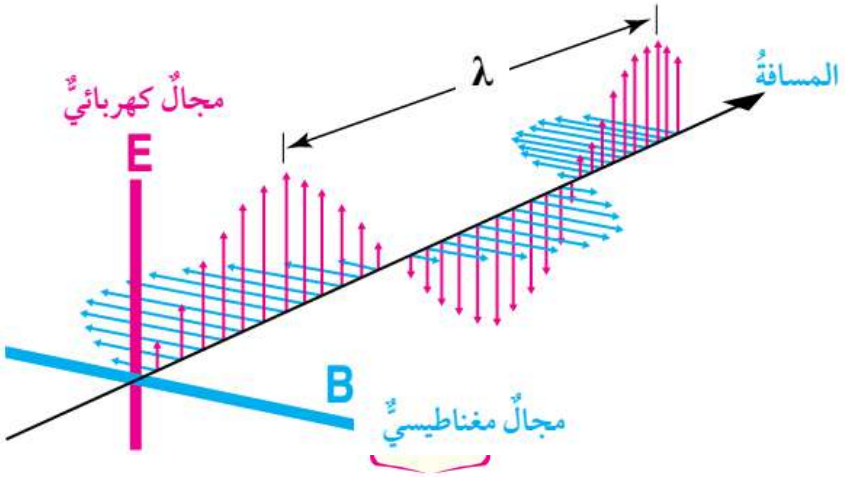
- الموجات الميكانيكية.
- المواقع الكهرمغناطيسية.

⊙ **الموجات الميكانيكية :** هي الموجات التي تحتاج وسط للانتقال فيه والانتشار خلاله.

- تسمى بالموجات الميكانيكية لأنها تنقل الطاقة الميكانيكية خلال الوسط.
- يمكن أن تكون موجات مستعرضة أو طولية.
- بعض الموجات المستعرضة مثل موجات الضوء يمكنها الانتقال في الفراغ.

⊙ **الموجات الكهرمغناطيسية :** هي الموجات التي لا تحتاج وسط للانتقال فيه والانتشار خلاله.

- للإشعاع الكهرمغناطيسي طبيعتان : موجية وجسيمية.
- ينتقل الاشعاع الكهرمغناطيسي على شكل موجات مستعرضة تسمى موجات كهرمغناطيسية.
- لا تحتاج الموجات الكهرمغناطيسية إلى وسط مادي للانتقال فيه.
- الطاقة التي تنقلها الموجات الكهرمغناطيسية طاقة كهربائية ومغناطيسية.
- تتكون الموجات الكهرمغناطيسية من مجالين متعامدين أحدهما كهربائي (E) والآخر عمودي (B) يتذبذب كل منهما بشكل عمودي على الآخر وكلاهما عمودي على اتجاه انتشار الموجة.



# الموجات الكهرمغناطيسية

- تحصل موجات الاشعاع الكهرمغناطيسي على طاقتها من مصدر يتكون من جسيمات مشحونة مثل الإلكترونات.
- لكل موجة كهرمغناطيسية تردد ($f$) مساوٍ لتردد مصدرها وطول موجي ($\lambda$) خاص بها.
- تنتقل موجات الإشعاع الكهرمغناطيسي جميعها في الفراغ بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء وتنتقل أيضا في الأوساط المادية.

$$c\ (\text{سرعة الضوء في الفراغ}) = 299\ 792\ 458\ \text{m/s m} = 3\times10^{8}\ \text{m/s}$$

- لا تختلف سرعة الموجات الكهرمغناطيسية في الهواء كثيرًا عن سرعتها في الفراغ.
- تنتشر على شكل موجات مستعرضة فقط.
- تقل سرعة الموجات الكهرمغناطيسية كثير عن انتقالها في الأوساط المادية الأخرى مثل الزجاج والماء.
- العلاقة الرياضية التي تربط الطول الموجي للاشعاع الكهرمغناطيسي مع تردده هي نفس العلاقة التي استعملناها في حالة الموجات الكهرومغناطيسة مع استبدال سرعة الضوء في الفراغ ($c$) بسرعة الموجة ($v$).

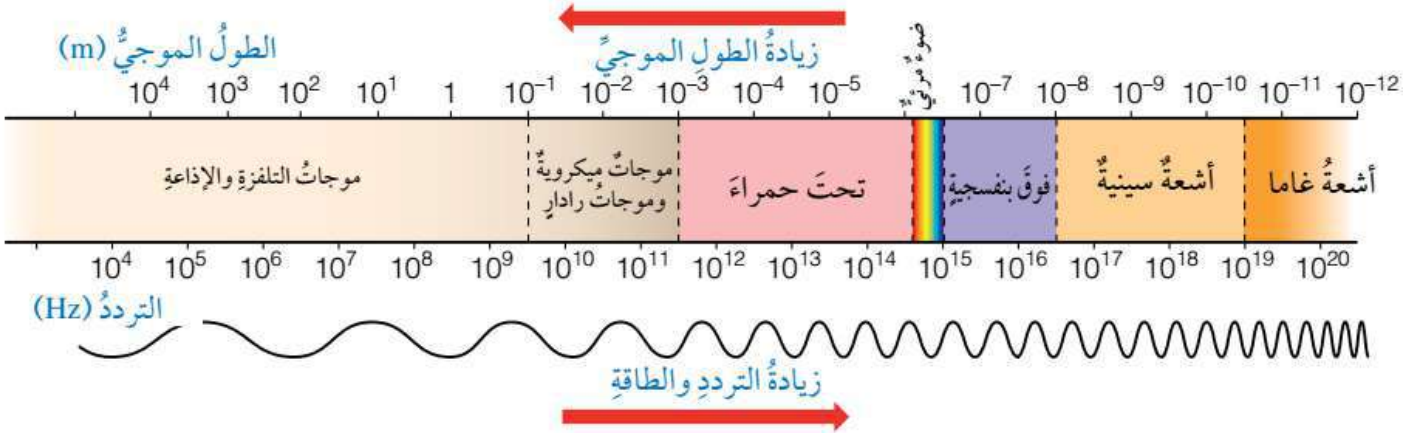
$$c\ (\text{سرعة الضوء في الفراغ}) = f\lambda$$

| وجه المقارنة | الأمواج الميكانيكية | الأمواج الكهرومغناطيسية |
|---|---|---|
| طبيعة الوسط | الأوساط المادية | الأوساط المادية والفراغ |
| طبيعة الاهتزاز | مستعرضة أو طولية | مستعرضة فقط |
| نوع الطاقة | ميكانيكية | كهربائية ومغناطيسية |
| سرعتها | سرعة الوسط | سرعة الضوء |
| أمثلة عليها | أمواج الماء ، الوتر المهتز ، الصوت | أمواج الراديو ، الضوء ، أشعة غاما ، الضوء المرئي |

# الطيف الكهرمغناطيسي

عبارة عن مجال واسع من الأطوال الموجية المختلفة لموجات الاشعاع الكهرمغناطيسي

يبين الشكل الآتي المكونات الرئيسية للطيف الكهرمغناطيسي :




- الموجات التي لها أكبر طول موجي هي (موجات التلفزة والإذاعة).
- الموجات التي لها أقل طول موجي هي (موجات أشعة غاما).
- الموجات التي لها أكبر تردد هي (موجات أشعة غاما).
- الموجات التي لها أقل تردد هي (موجات التلفزة والإذاعة).

**سؤال** **ما هي مكونات الطيف الكهرمغناطيسي؟**

موجات أشعة غاما ، موجات الأشعة السينية ، موجات الأشعة فوق البنفسجية ، موجات الضوء المرئي ، موجات الأشعة تحت الحمراء ، الموجات الميكروية ، موجات التلفزة والموجات الإذاعية.

---

- يشمل الطيف الكهرمغناطيسي الموجات المرئية والموجات غير المرئية.
- **الموجات غير المرئية :** أشعة غاما ، الأشعة السينية ، الأشعة فوق البنفسجية ، الأشعة تحت الحمراء ، الموجات الميكروية ، موجات التلفزة والموجات.
- **الموجات المرئية :** الضوء المرئي ويتألف من ألوان الطيف سبعة ألوان.

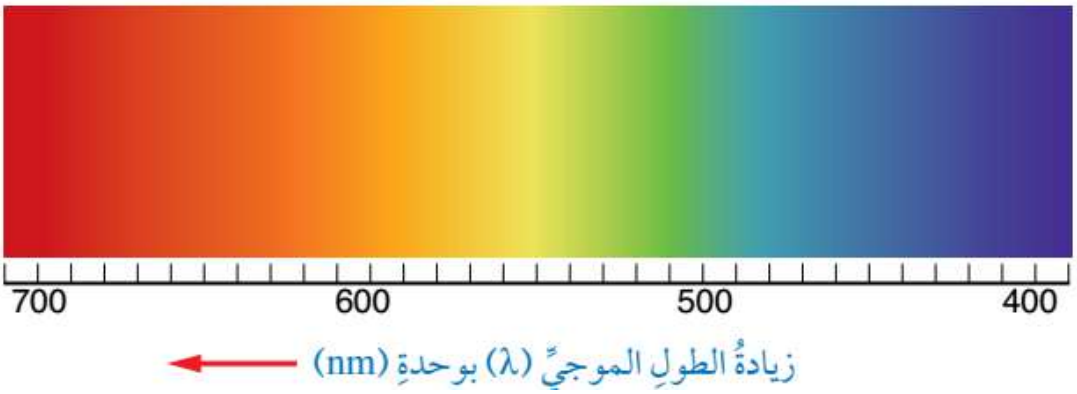
---

**أتحقَّقُ: أي الموجات الآتية تحمل طاقة أكبر من غيرها ؟ أيها أكبر ترددًا ؟ أيها أكبر طولاً موجيًّا ؟**

**(موجات الأشعة تحت الحمراء ، موجات الرادار ، موجات الأشعة فوق البنفسجية)**

أكبر طاقة وأكبر تردد (موجات الأشعة فوق البنفسجية) وأكبر طول موجي (موجات الرادار).

# الضوء المرئي




- يشكل الضوء المرئي جزء صغير من الطيف الكهرمغناطيسي وهذا الجزء هو ما تراه عين الإنسان.
- تنحصر الأطوال الموجية للضوء المرئي بين (400 nm – 700 nm).
- يمكن تمييز سبعة ألوان في طيف الضوء المرئي وهي (البنفسجي، النيلي، الأزرق، الأخضر، الأصفر، البرتقالي، الأحمر).

---

- أصغر طول موجي تراه عين الإنسان (400 nm) (اللون البنفسجي).
- أكبر طول موجي تراه عين الإنسان (700 nm) (اللون الأحمر).
- الضوء البنفسجي يمتلك أكبر تردد وطاقة وأصغر طول موجي.
- الضوء الأحمر يمتلك أصغر تردد وطاقة وأكبر طول موجي.

✓ أتحقَّقُ: **استخرج من طيف الأشعة الكهرمغناطيسية والطيف المرئي :**

- **اسم الموجات التي لها تردد** ($1\times10^{13}$ Hz).

بعض موجات الأشعة تحت الحمراء.

- **اسم الموجات التي لها طول موجي مقداره** ($1\times10^{-9}$ m).

بعض موجات الأشعة السينية.

- **لون الضوء المرئي الذي له طول موجي مقداره** (560 nm).

موجات الضوء المرئي ذات اللون الأصفر.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**سؤال** يسير الضوء المرئي بجميع مركباته في الفراغ بسرعة ($3\times10^8$ m/s) مع أن لكل لون من ألوان الضوء ترددًا مختلفًا ، إذا علمت أن تردد الضوء الأصفر (530 THz) فما طول موجة الضوء الأصفر في الهواء؟

$$c = f\lambda \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{+8}}{5.3\times10^{+14}} = 5.7\times10^{-7}\ \text{m}$$

**سؤال** سرعة الضوء في الفراغ ($3\times10^8$ m/s) إذا كان الطول الموجي للضوء الأحمر (650 nm) فما تردده؟

$$c = f\lambda \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{+8}}{650\times10^{-9}} = 4.6\times10^{+14}\ \text{Hz}$$

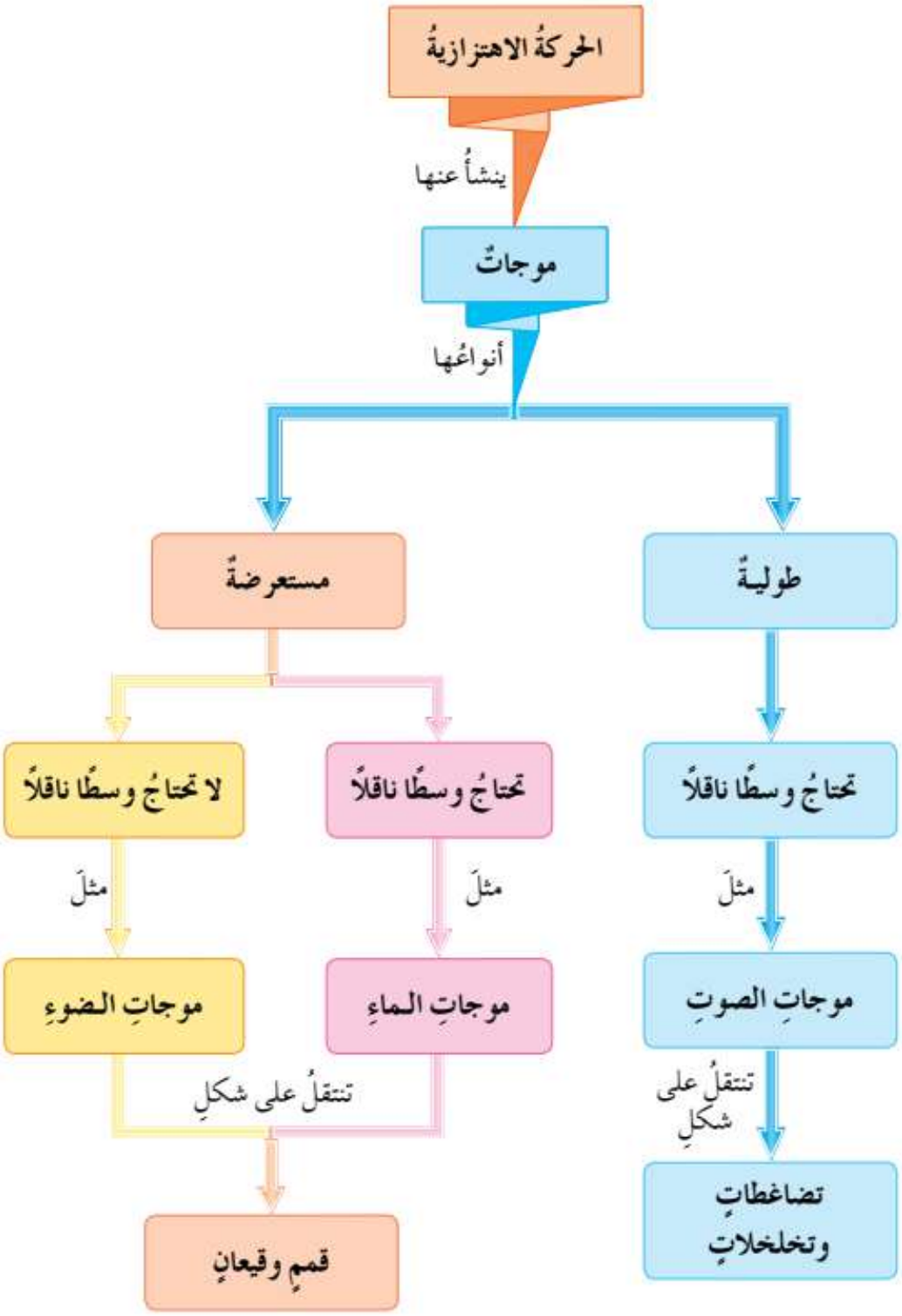
## تطبيقات الموجات الكهرمغناطيسية

- تختلف استخدامات الموجات الكهرمغناطيسية في التطبيقات التكنولوجية باختلاف خصائص كل منها مثل التردد والطول الموجي والطاقة والقدرة على الاختراق وغيره الكثير ..
- تستخدم الأشعة السينية في تصوير العظام والأعضاء الداخلية للجسم.
- تستخدم الأشعة السينية في المجالات الصناعية للكشف عن عيوب الصناعات ونقاط الضعف في الهياكل الفلزية.
- تستخدم الأشعة السينية في المجالات الأمنية مثل فحص حقائب المسافرين في المطارات أو على شكل بوابات يدخل من خلالها المسافرون للكشف عن الأجسام والمواد التي قد يخفيها البعض.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء




منهاجي
متعة التعليم الهادف

## حل أسئلة مراجعة الدرس الأول من الوحدة السادسة

**سؤال 1** أصف كلاّ من نوعي الموجات : المستعرضة والطولية ، وأذكر مثالاً على كل نوع.

الموجات المستعرضة يكون فيها اهتزاز دقائق الوسط عموديًا على اتجاه انتشارها ، مثال : موجات الحبل.

والموجات الطولية يكون فيها اهتزاز دقائق الوسط موازيًا لاتجاه انتشارها ، مثال : موجات الصوت.

---

**سؤال 2** وضح المقصود بكل من : الطول الموجي ، السعة ، التردد ، الزمن الدوري.

**الطول الموجي :** المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين.

**السعة :** أقصى إزاحة تحدثها الموجة لدقائق الوسط الناقل بالنسبة إلى موقع اتزانها.

**التردد :** عدد الموجات الكاملة التي تعبر نقطة ثابتة في الوسط خلال ثانية واحدة.

**الزمن الدوري :** المدة الزمنية اللازمة لعبور موجة كاملة واحدة نقطة ثابتة في الوسط.

---

**سؤال 3** قارن بين الموجات الميكانيكية والكهرمغناطيسية من حيث : طبيعة الوسط الناقل ، ونوع الطاقة المنقولة ، وطريقة الاهتزاز.

| | موجات ميكانيكية | موجات كهرمغناطيسية |
|---|---|---|
| طبيعة الوسط | الأوساط المادية | الأوساط المادية والفراغ |
| نوع الطاقة | ميكانيكية | كهربائية ومغناطيسية |
| طبيعة الاهتزاز | مستعرضة وطولية | مستعرضة فقط |

---

**سؤال 4** تتابع سارة برنامجًا تلفزيونيًا على قناة فضائية وتستمع إلى صديقتها سالي وهي تعزف قيثارتها في بث مباشر. أحدد نوع الموجات إن كانت مستعرضة أو طولية في الفقرات الآتية :

أ - اهتزاز أوتار قيثارة سالي. (مستعرضة)

ب - موجات الصوت المنبعثة من القيثارة إلى جهاز الميكرفون. (طولية)

جـ - موجات الراديو للقناة التلفزيونية المنبعثة من القمر الصناعي. (مستعرضة)

د - موجات الصوت المنبعثة خلال الهواء من سماعة التلفاز إلى أذني سارة. (طولية)

هـ - موجات الصوت التي تنتقل خلال جدار غرفة سارة إلى الغرفة المجاورة. (طولية)

**سؤال 5** قارن بين الموجات الكهرومغناطيسية المبينة في الجدول.

| الموجات | الطول الموجي | التردد | السرعة في الفراغ | مرئية/ غير مرئية |
|---|---|---|---|---|
| الميكروية | $1 \times 10^{-3}$ *to* $1 \times 10^{-1}$ m | $3 \times 10^{11}$ *to* $3 \times 10^{9}$ Hz | $3 \times 10^{8}$ m/s | غير مرئية |
| الضوء الأزرق | $4 \times 10^{-7}$ *to* $5 \times 10^{-7}$ m | $7.5 \times 10^{14}$ *to* $6 \times 10^{14}$ Hz | $3 \times 10^{8}$ m/s | مرئية |
| فوق بنفسجية | $1 \times 10^{-8}$ to $3 \times 10^{-7}$ m | $3 \times 10^{16}$ *to* $1 \times 10^{15}$ Hz | $3 \times 10^{8}$ m/s | غير مرئية |

**سؤال 6** موجتان كهرمغناطيسيان الطول الموجي للأولى ($3\times10^{-5}$ m) والطول الموجي للثانية ($1.5\times10^{-9}$ m) تنتقلان معًا في الهواء ، جد ما يأتي :

أ - سرعة انتقال كل موجة في الهواء.

سرعة كلا الموجتين في الفراغ تساوي تقريبا ($3\times10^{+8}$ m/s)

ب - تردد كل موجة.

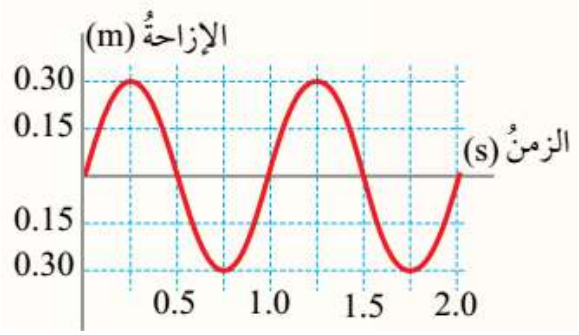
$$c = f_1\lambda_1 \rightarrow f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3\times10^{+8}}{3\times10^{-5}} = 1\times10^{+13}\ \text{Hz}$$

$$c = f_2\lambda_2 \rightarrow f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\times10^{+8}}{1.5\times10^{-9}} = 2\times10^{+17}\ \text{Hz}$$

جـ - حدد موقع كل منهما في الطيف الكهرمغناطيسي.

الموجة الأولى تقع ضمن موجات الأشعة تحت الحمراء والموجة الثانية تقع ضمن موجات الأشعة السينية.

**سؤال 7** الشكل التالي يمثل إزاحة جزيئات الوسط بالنسبة إلى الزمن عند انتقال موجة طولية فيه. أستخرج من الشكل كلاً من : الزمن الدوري ، والسعة ، والتردد.




الزمن الدوري (1 s) والسعة (0.3 m)

التردد :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1} = 1\ \text{Hz}$$

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

منهاجي
متعة التعليم الهادف

# الوحدة السادسة : الحركة الموجية

## الدرس الثاني : خصائص الحركة الموجية

**سؤال** **أعط أمثلة على ظواهر صوتية وضوئية تظهر فيها خاصية انعكاس الموجات وانكسارها بوضوح ؟**

ظاهرة صدى الصوت الذي نسمعه بفارق زمني عن الصوت الأصلي وهو ناتج عن ظاهرة انعكاس موجات الصوت عن جدار أو جبل أو أي حاجز آخر.

صورنا التي نراها في المرآة وزجاج النافذة والمسطحات المائية ناتجة عن ظاهرة انعكاس موجات الضوء عن السطوح الملساء العاكسة.

الموجات التلفزيونية التي ترسلها الأقمار الصناعية تنعكس عن أطباق مقعرة وتتجمع في جهاز صغير يلتقط تلك الموجات التي تحول في النهاية إلى صور نشاهدها على شاشة التلفاز.

**أتحقَّقُ:** **وضح عملية انعكاس موجات الصوت وموجات الضوء بذكر مثال على كل حالة.**

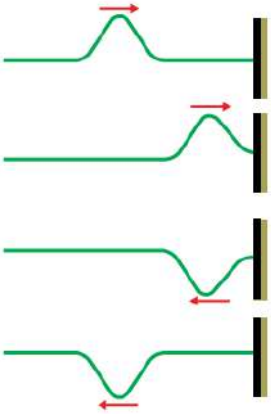
تنعكس موجات الصوت (وهي ميكانيكية) عن السطوح الصلبة وتحافظ على صفاتها بعد الانعكاس، ومثال ذلك حدوث ظاهرة الصدى.

تنعكس موجات الضوء (وهي كهرمغناطيسية) عن السطوح الملساء المصقولة كالمرايا انعكاسًا منتظمًا وتحافظ على صفاتها بعد الانعكاس.

**سؤال** **وضح ما هو المقصود بانعكاس الموجة ؟**

هو عملية سقوط الموجة على جسم أو حاجز ثم ارتدادها عنه باتجاه مختلف.

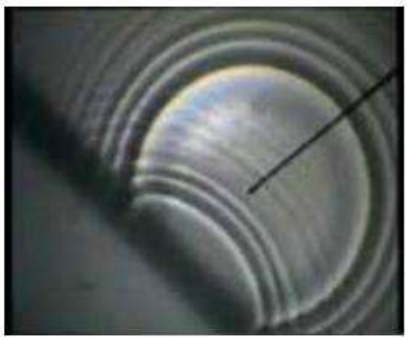
**سؤال** وضح كيفية أو آلية انعكاس النبضة الموجية في الحبل كما في الشكل الآتي ؟




عند ارسال نبضة موجية واحدة خلال حبل بعد تثبيت طرفه الثاني في الجدار فإننا نلاحظ أن هذه النبضة ترتد عن الجدار وتنتقل باتجاه معاكس من الجدار إلى الطرف الحر للحبل كما في الشكل.

- تنتقل النبضة باتجاه اليمين كما في المرحلة (أ) وعند اقترابها من نقطة التثبيت على الجدار فإن الحبل يؤثر في الجدار بقوة نحو الأعلى.
- حسب القانون الثالث في الحركة لنيوتن فإن الجدار يؤثر في الحبل بقوة رد فعل نحو الأسفل ويحدث فيها نبضة جديدة مقلوبة تنتقل عائدة (راجعة) نحو اليسار كما في المرحلة (ب) أي أنها تنعكس.

**سؤال** وضح ماذا يحدث لموجات سطح الماء الدائرية عند تعرضها لحاجز ؟



تنعكس عن الحاجز على شكل أقواس دائرية يقع مركزها الوهمي خلف الحاجز كما في الشكل.

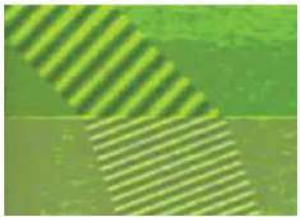
**ملاحظات مهمة**

- كما شرحنا سابقا انعكاس الموجات المستعرضة على سطح الماء أو في الحبل والنابض فإن جميع الموجات المستعرضة الأخرى تنعكس بنفس الطريقة والآلية (ومثال ذلك انعكاس موجات الضوء وباقي الموجات الكهرمغناطيسية).
- نفس الشيء يحدث بالنسبة إلى الموجات الطولية فهي تنعكس عند تعرضها لحاجز يعترض طريق انتشارها ومثال ذلك انعكاس موجات الصوت عند الحواجز المختلفة كالمباني والجبال.

**سؤال** وضح ما هو المقصود بانكسار الموجة ؟

انحراف اتجاه انتشار الموجات عند اجتيازها الحد الفاصل بين وسطين مختلفين في خصائصهما.

**ملاحظات مهمة**



- سرعة انتشار الموجات تتغير من وسط إلى آخر نتيجة لاختلاف الطول الموجي.
- نقصان الطول الموجي عند الانتقال بين وسطين يؤدي لحدوث انكسار.
- نلاحظ في الصورة انكسار موجات سطح الماء المستوية حيث أن الطول الموجي في الصورة هو المسافة بين كل خطين مضيئين أو خطين مظلمين.
- الخطوط البيضاء تمثل القمم والخطوط المعتمة تمثل القيعان بالنسبة إلى موجات الماء المستعرضة.
- يجب أن يكون السطح الفاصل بين الوسطين عموديًا على اتجاه انتشار الموجات يحدث الانكسار (تغير في السرعة والطول الموجي) مع محافظة الموجات على اتجاهها السابق.
- الاختلاف بين الوسطين ينتج عن اختلاف بعض الصفات التي تؤثر في سلوك الموجات خلال الوسط.
- تردد الموجة لا يتغير عند حدوث انكسار لأن التردد يعتمد على تردد المصدر.
- انتقال موجات الضوء من وسط شفاف إلى آخر يختلف عنه شفافية (مثل الهواء والزجاج ) ينتج عنه انكسار.
- انتقال موجات الصوت من وسط صلب إلى وسط سائل (مثل الصخور والماء) ينتج عنه انكسار

**أتحقّقُ: ما سبب حدوث انكسار لموجات الماء عند مرورها فوق لوح زجاجي موضوع في قاع الحوض ؟**

سبب الانكسار هو اختلاف عمق الماء الذي يعد تغيرًا في صفات الوسط.

**تمرين** بالرجوع إلى الشكل ، إذا كان التردد (8 Hz) وكانت المسافة بين كل خطين مضيئين في الوسط الأول (5 cm) وفي الوسط الثاني (3 cm) فاحسب سرعة الموجات في كل من الوسطين.

$v_1 = f\lambda_1 = 8\times5 = 40$ cm/s

$v_2 = f\lambda_2 = 8\times3 = 24$ cm/s

منهاجي
متعة التعليم الهادف

# التداخل

**سؤال** **وضح ما هو المقصود بالتداخل ؟**

التقاء مسارين من الحركة الموجية بحيث ينتج عن التقاء القمم والقيعان نمط محدد.

أو التقاء موجتين أو أكثر في نفس الوسط وبنفس الوقت.

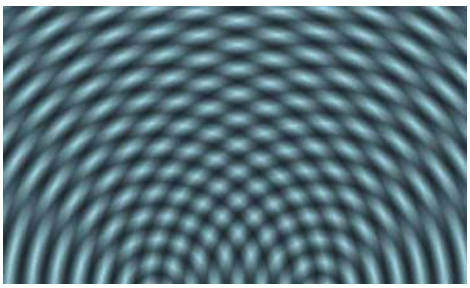
**سؤال** **متى تحدث ظاهرة تداخل الموجات ؟**

تحدث عندما تلتقي موجتان أو أكثر في لحظة واحدة عند نقطة محددة فتحدث هذه الموجات – مجتمعة – إزاحة محصلة لجزيئات الوسط المنتقلة خلاله.

**سؤال** **متى تكون عملية التداخل منتظمة ؟**

عند التقاء موجتان متماثلتان لهما التردد نفسه والطول الموجي نفسه.

**ملاحظات مهمة**



- يمثل الشكل صورة لعملية تداخل منتظم لموجات سطح الماء.
- نمط التداخل المنتظم في الصورة الآتية يتكون عند التقاء موجات ناتجة عن مصدرين متجاورين ومتماثلين على سطح الماء.
- كما يحدث التداخل لموجات الماء فهو يحدث أيضا للموجات الميكانيكية والكهرمغناطيسية جميعها.
- حتى تتلاشى الإزاحة تمامًا عن التقاء قمة موجة مع قاع موجة أخرى بينهما تداخل يجب أن تكون الموجتان متساويتين في السعة.

**سؤال** **ما هو نص مبدأ تراكب الموجات ؟**

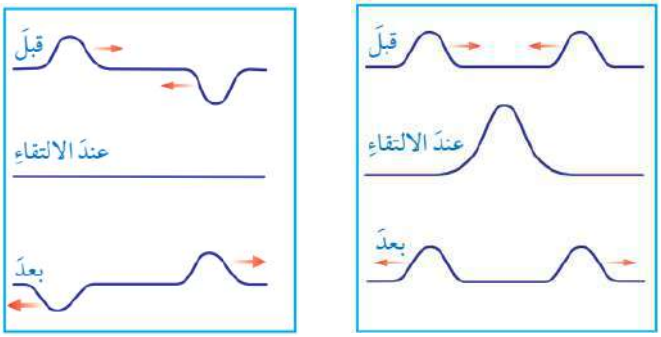
أن الإزاحة الكلية التي تحدث لجزيئات الوسط تساوي ناتج الجمع المتجهي للإزاحات الناتجة عن التقاء الموجات عند النقطة نفسها.

باختصار بسيط : إزاحة الموجة المحصلة تساوي مجموع إزاحتي الموجتين المتداخلتين.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

## سؤال وضح كيف تحدث عملية تراكب الموجات ؟

عند مرور موجة مستعرضة في نابض باتجاه (اليمين مثلًا) ومرور موجة مستعرضة أخرى في النابض نفسه باتجاه (اليسار مثلًا) فإن الموجتين ستلتقيان في مكان واحد عند لحظة زمنية معينة ويعمل تأثير الموجتين في دقائق النابض عند لحظة التقائهما بشكل مشترك فيظهر النابض بصورة مختلفة عن أي من الموجتين وتكون النتيجة جمع التأثير المشترك للموجتين معًا في جزيئات الوسط التي تنتقل خلاله.



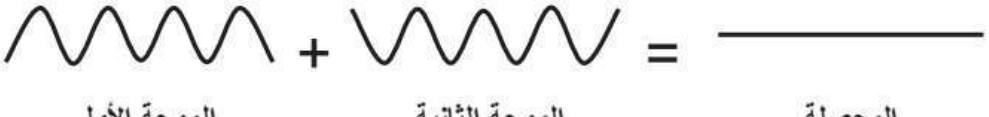

### ملاحظات مهمة

- يحدث التراكب بين موجتين في حال انتقالهما باتجاهين متعاكسين أو بالاتجاه نفسه.
- يحدث التراكب بين موجتين أو أكثر عند التقائها بغض النظر عن اتجاه كل منها.
- توضح الصورة (أ) مثال بسيط على تراكب الموجات حيث تلتقي موجات دائرية على سطح الماء في حوض.
- حتى تتلاشى الإزاحة تمامًا عن التقاء قمة موجة مع قاع موجة أخرى بينهما تداخل يجب أن تكون الموجتان متساويتين في السعة.

(أ)

إذا التقت موجتان في نفس الوسط وكانا متزامنتان بأن تلتقي قمة الأولى مع قمة الثانية تحدث إزاحة عظمى كما في الشكل :

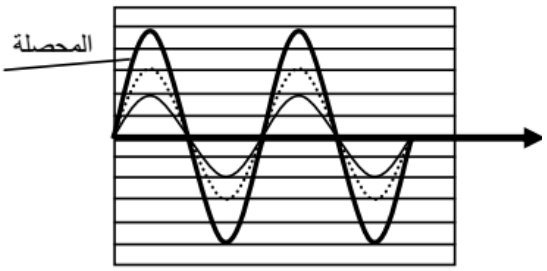
إذا التقت موجتان في نفس الوسط وكانتا متضادتان بأن تلتقي قمة الأولى مع قاع الثانية تحدث إزاحة صغرى ، وقد تساوي صفرًا إذا كان للموجتان نفس السعة كما في الشكل :

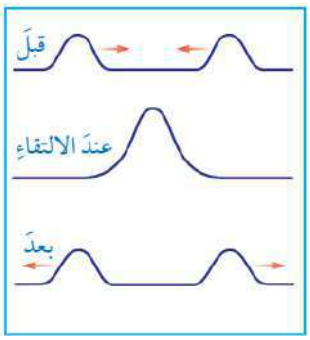


# التداخل البنّاء والهدّام

## ■ (التداخل البنّاء) التقاء موجتين (قمة مع قمة) أو (قاع مع قاع)

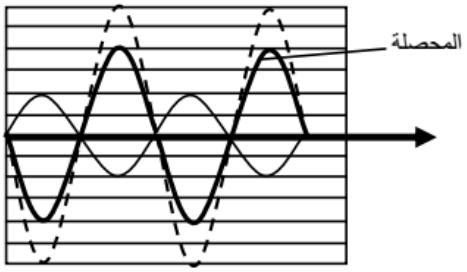
- تكون سعة الموجة المحصلة أكبر من سعة أي من الموجتين المتداخلتين.
- نلاحظ في الصور أدناه أنه ينتج عن الأثر المشترك للقمتين لحظة تراكبهما قمة مضاعفة.
- في حالة الضوء ينتج التداخل البنّاء مناطق أشد إضاءة.

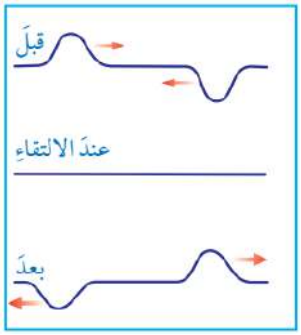



## ■ (التداخل الهدّام) التقاء موجتين (قمة مع قاع) أو (قاع مع قمة)

- تكون سعة الموجة المحصلة أقل من السعة الكبرى.
- نلاحظ في الصور أدناه أنه ينتج عن الأثر المشترك لحظة تراكب قمة مع قاع أو العكس.
- في حالة الضوء ينتج التداخل الهدّام مناطق إضاءة خافتة أو مناطق مظلمة.




### ملاحظات مهمة

- بعد عملية التراكب تعود الموجات إلى شكلها السابق الذي كانت عليه.
- يشترط لحدوث تراكب الموجات أن تكون الموجات من النوع نفسه.

وبالتالي لا يمكن أن يحدث تراكب بين موجتين أحداهما طولية والأخرى مستعرضة أو بين موجة صوتية وكهرمغناطيسية.

- تحدث ظاهرة التداخل في جميع أنواع الموجات

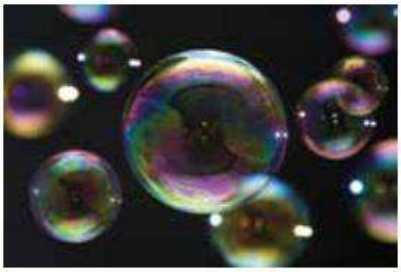
**سؤال** ما هو شرط حدوث التراكب بين الموجات ؟

أن تكون الموجات من نفس النوع.

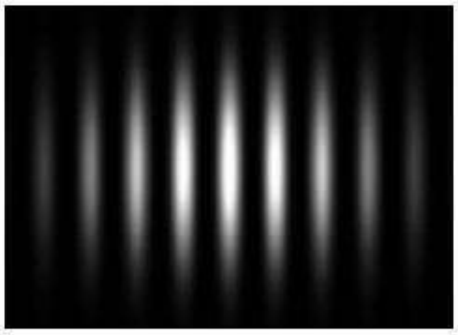
**سؤال** ماذا ينشأ عن تداخل موجات الصوت ؟

تنشأ عن تداخلها أنماط تتألف من مناطق تزداد فيها شدة الصوت ومناطق أخرى ينخفض فيها الصوت.

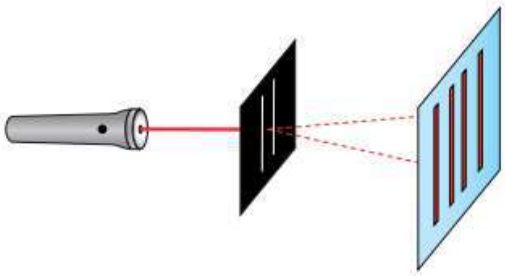
- يبين الشكل مثالًا على الأنماط الناتجة عن تداخل موجات الضوء على غشاء فقاعة صابون.



- من الأمثلة على التجارب العملية التي تمكننا من رؤية بعض أنواع التداخل لموجات الضوء كما في الشكل أدناه الذي يظهر تداخل موجات ضوء الشمس بعد عبوره من شقين صغيرين متجاورين.



- تبين الصورة أدناه رسم توضيحي للتداخل الناتج عن ضوء ليزر أحمر عند مروره من شقين.



- يحدث التداخل أيضا بين الموجات التي لا تتساوى في التردد والطول الموجي أو الصادرة عن مصدرين غير متماثلين في التردد وبالتالي لا يكون النمط الناتج عن هذا التداخل منتظم.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**أتحقّقُ: متى يكون التداخل بنّاءً ومتى يكون هدّامًا ؟**

يكون التداخل بنّاءً عندما تلتقي قمة موجة مع قمة موجة أخرى أو يلتقي قاع موجة مع قاع آخر أما التداخل الهدام فينتج عن التقاء قمة موجة مع قاع موجة أخرى.

**أتحقّقُ: ما الشرط اللازم توافره حتى يحدث تراكب لموجتين تنتقلان في وسط واحد ؟**

شرط حدوث التراكب بين موجتين من النوع نفسه وتنتقلان في وسط واحد هو التقاؤهما في موضع واحد.

---

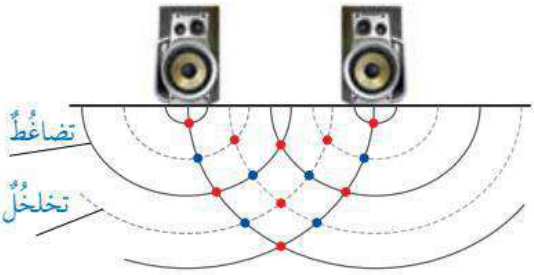
**أُفكّرُ: عند النظر إلى المنشور الزجاجي وعند النظر إلى فقاعة الصابون ، في الحالتين نلاحظ مركبات الطيف المرئي الملونة أو جزءًا منها ما الاختلاف في الحالتين ؟**

الأضواء الملونة التي تخرج من المنشور ناتجة عن ظاهرة انكسار الضوء في المنشور وخروجه بزوايا مختلفة تبعًا للأطوال الموجية لكل لون. في حين أن الألوان المنعكسة عن غشاء فقاعة الصابون ناتجة عن ظاهرة التداخل.

---

**سؤال: وُضعت سماعتان متصلتان مع المصدر نفسه بحيث تفصلهما مسافة (1 m) تقريبًا فحدث تداخل بين الموجات الصادرة عن السماعتين معًا كما يبين الشكل.**

**حدد نقاط التداخل البناء والهدام وبين ما يحدث للصوت عند كل منهما.**




من خلال الشكل نلاحظ أن : مناطق التضاغط هي الخطوط المتصلة ومناطق التخلخل هي الخطوط المتقطعة.

✓ تبين النقاط الحمراء مناطق التداخل البنّاء (بعضها ناتجة عن تقاطع خطين متصلين تضاغط مع تضاغط أي تضاغط مضاعف) (وبعض النقاط الحمراء الأخرى أيضا ناتجة عن تقاطع خطين متقطعين تخلخل مع تخلخل أي تخلخل مضاعف)

✓ تبين النقاط الزرقاء مناطق التداخل الهدّام فهمي ناتجة عن تقاطع خط متصل مع خط متقطع أي تضاغط مع تخلخل وبالتالي هي تمثل انعدام للموجات.

✓ تكون شدة الصوت عند المناطق الحمراء أكبر ما يمكن وعند النقاط الزرقاء يختفي الصوت بسبب انعدام الموجات.

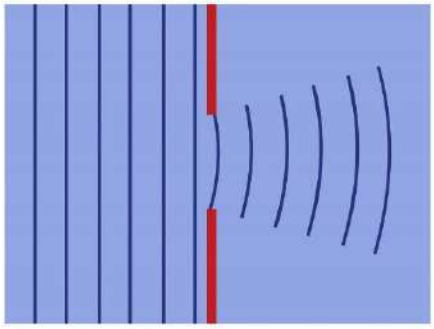
منهاجي
متعة التعليم الهادف

# الحيود

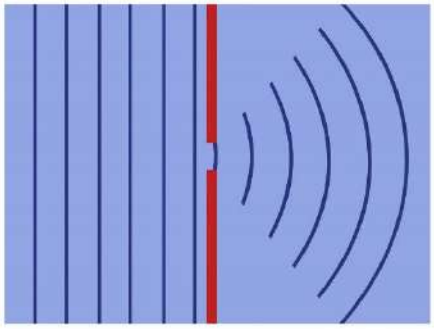
⊙ **الحيود :** هو ظاهرة انحراف الموجات عن اتجاهها عند نفادها خلال الفتحات الضيقة أو بالقرب من حواف الحواجز.

- جميع الموجات (موجات الماء والصوت والضوء و....) يمكن أن تتعرض للحيود.
- يكون الحيود واضحًا عندما يكون اتساع الفتحة التي تمر من خلالها الموجات مقاربًا لمقدار طولها الموجي.
- يبين الشكل بالجانب نمطين مختلفين لحيود موجات مستقيمة على سطح الماء عند نفاذها من فتحتين مختلفتين في حاجزين وسبب الاختلاف في نمطي الحيود ناتج عن الاختلاف في اتساع الفتحة التي عبرت خلالها الموجات.

- يبين الشكل أدناه نمطين مختلفين لحيود موجات مستقيمة عند نفاذها من فتحتين مختلفتين في حاجزين وسبب الاختلاف في نمطي الحيود ناتج عن الاختلاف في اتساع الفتحة التي عبرت خلالها الموجات.



Large Opening



Small Opening

**أُفكِّرُ: عندما يُناديني زميلي من خلف سور مرتفع فإني أسمع صوته لكني لا أراه لماذا ؟**

وجود زميلي خلف السور أو الحائط المرتفع يجعل منه ينعكس عنه من موجات ضوئية أو ما يصدره من موجات صوتية لا تنتقل إلى مكاني لأنها تسير بخطوط مستقيمة لكن الموجات الصوتية والضوئية لحدث لها حيود عند مرورها قرب حافة السور وبما أن موجات الضوء قصيرة جدًا فإن حيودها لا يُذكر على عكس موجات الصوت حيودها كبير جدًا لأن موجات الصوت طويلة فتصل إلى السامع.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

# الاستقطاب

⊙ **الاستقطاب :** عملية اختيار موجة مستعرضة تُحدث اهتزازًا في جزيئات الوسط في بُعد واحد فقط من بين حزمة موجات يكون الاهتزاز فيها باتجاهات عدة جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجات.

(عملية تحويل الموجة المستعرضة غير المستقطبة إلى موجة مستقطبة)

- ترتبط خاصية الاستقطاب بالموجات المستعرضة فقط.
- تتعلق باتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عندما يكون متعامدًا مع اتجاه انتشار الموجة.
- الموجات المستعرضة بجميع أنواعها يمكن استقطابها.
- لا يمكن استقطاب الموجات الطولية.

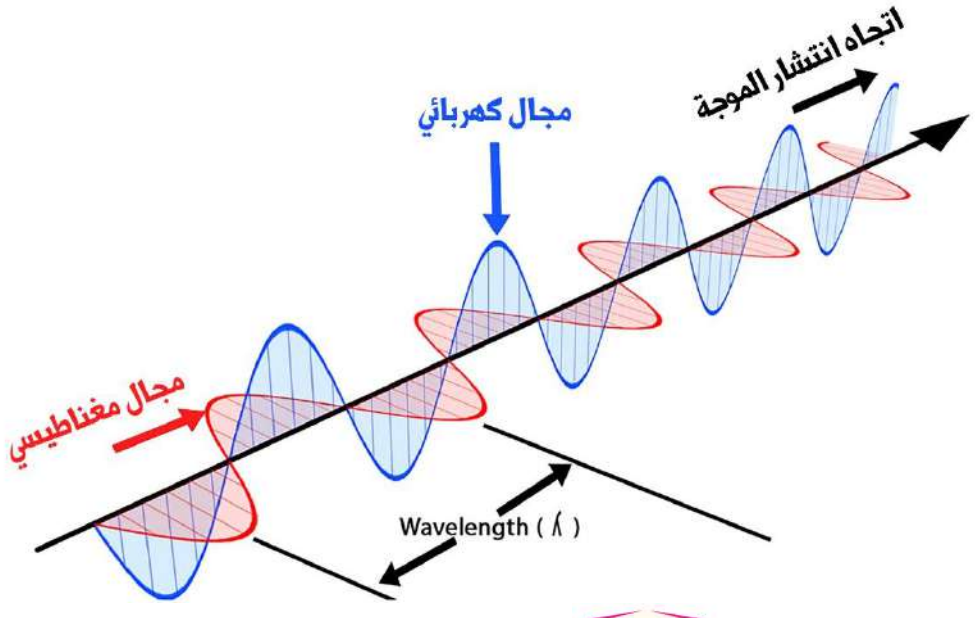
**سؤال ؟ ما الفرق بين الموجات المستقطبة والموجات غير المستقطبة ؟**

الموجات المستقطبة يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط في بعد واحد يتعامد مع اتجاه انتشار الموجة.

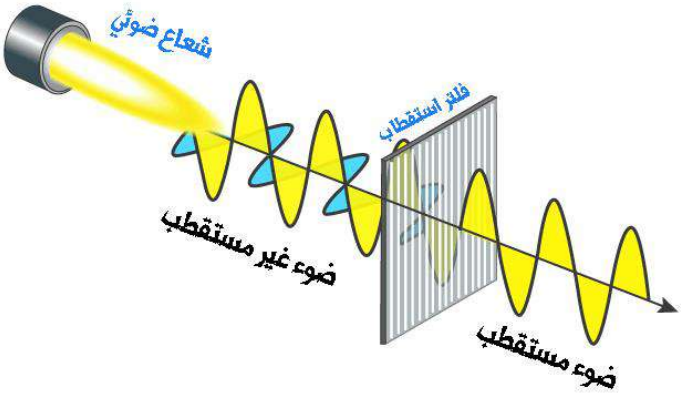
وفي الموجات غير المستقطبة تهتز جزيئات الوسط في أبعاد عدة جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجة.

---

- يبين الشكل أدناه موجة كهرمغناطيسية مستعرضة تتكون من مجالين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي يتذبذب كل منهما بشكل عمودي على الآخر وكلاهما عمودي على اتجاه انتشار الموجة.
- وهي في هذه الحالة موجة غير مستقطبة لأن جزيئات الوسط تهتز في بعدين (أكثر من اتجاه واحد وهما اتجاه المجال الكهربائي واتجاه المجال المغناطيسي) وكلاهما متعامد مع اتجاه انتشار الموجة.



- نلاحظ في الصورة انه لتحويل الضوء غير المستقطب () إلى ضوء مستقطب يجب إمراره في فلتر أو مرشح استقطاب.
- الموجات التي تتمكن من العبور من مرشح الاستقطاب هي فقط الموجات الموازية لمحور المرشح كما يظهر في الشكل حيث تمكنت من العبور فقط الموجات ذات اللون الأصفر وباقي الموجات لا يسمح لها بالنفاذ ويمكننا اختيار الموجة المراد مرورها عن طريق تغيير زاوية المستقطب لزاوية مناسبة وموازية للموجة المراد مرورها..




- نلاحظ في الصورة أيضا أن جزيئات الوسط كانت تهتز في بعدين وكلاهما عمودي على اتجاه انتشار الموجة وعند مرور الموجة من مرشح الاستقطاب أصبحت تهتز في بعد واحد فقط وهو أيضا يتعامد مع اتجاه انتشار الموجة.

---

- يبين الشكل الأول أدناه موجات غير مستقطبة تهتز من خلالها دقائق الوسط باتجاهات مختلفة (تمثل الأسهم اتجاه الاهتزازات) (واتجاه انتشار الموجة يكون عموديًا على سطح الورقة إما داخلًا فيها أو خارجًا منها).
- يبين الشكل الثاني موجت مستقطبة استقطاب رأسي والشكل الأخير موجات مستقطبة استقطاب أفقي.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**ملاحظات مهمة**

- يتم تحديد مستوى الاستقطاب في الموجات الكهرمغناطيسية على أنه المستوى الذي يهتز فيه المجال الكهربائي فقط.
- الكثير من مصادر الضوء مثل مصابيح الليزر والشاشات الرقمية (LED) يكون الضوء الصادر عنها مستقطبًا.
- يكون ضوء المصباح العادي وضوء الشمس غير مستقطب.
- تعمل بعض النظارات الشمسية على استقطاب الضوء لتخفيف شدة الأضواء المنعكسة عن الطرق والمسطحات المائية.

**أتحقَّقُ: ما المقصود بعملية استقطاب الموجات ؟ ولماذا تستقطب موجات الضوء ولا تستقطب موجات الصوت ؟**

استقطاب الموجة هو عملية اختيار موجة مستعرضة تُحدث اهتزازًا في جزيئات الوسط في بُعد واحد فقط من بين حزمة موجات يكون الاهتزاز فيها باتجاهات عدة جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجات.
والاستقطاب يحدث فقط للموجات المستعرضة (مثل موجات الضوء) ولا يحدث للموجات الطولية (مثل موجات الصوت).

**يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :**

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

منهاجي
متعة التعليم الهادف

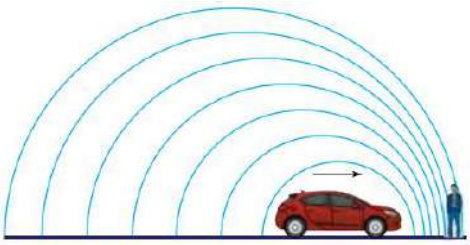
# تأثير دوبلر

⊙ **تأثير دوبلر :** التغير الظاهري في تردد الموجة نتيجة وجود حركة نسبية بين مصدر الصوت والسامع.

- تحدث ظاهرة دوبلر في الموجات الميكانيكية والمستعرضة.
- إذا كنت واقفًا بجانب جسم غير متحرك يصدر صوتًا فإنك تسمعه بدرجة صوت محددة ناتجة عن تردد هذا الصوت (ودرجة الصوت هنا هي عدد الموجات الصوتية الكاملة التي يصدرها الجسم في حالة وقوفه).
- تردد المصدر لا يتغير وسرعة الصوت في الهواء لا تتغير حتى لو تحرك مصدر الصوت.

موجاتُ صوت منبهِ سيارةٍ متوقفةٍ

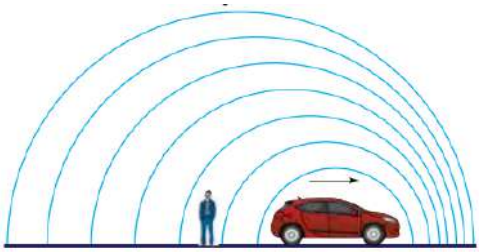
**سؤال ؟ ما الذي يحدث لو كانت السيارة تُصدر صوت المنبه وهي متحركة بسرعة نحو السامع ؟**



بسبب حركة السيارة فإن موجات الصوت في الجهة الأمامية تتقارب من بعضها البعض وبالتالي الطول الموجي للموجات التي بين السيارة والسامع سوف يقصر وتصل موجات أكثر إلى أذن السامع في الثانية الواحدة ويُدرك السامع ذلك على صورة زيادة في درجة صوت المنبه.

أي أن التردد الذي يصل أذن السامع يكون أكبر من تردد مصدر الصوت.

**سؤال ؟ ما الذي يحدث لو كانت السيارة تُصدر صوت المنبه وهي متحركة بسرعة مبتعدة عن السامع ؟**



بسبب حركة السيارة فإن موجات الصوت في الجهة الخلفية تتباعد عن بعضها البعض وبالتالي الطول الموجي للموجات التي بين السيارة والسامع سوف يزداد وتصل موجات أقل إلى أذن السامع في الثانية الواحدة ويُدرك السامع ذلك على صورة نقصان في درجة صوت المنبه.

أي أن التردد الذي يصل أذن السامع يكون أقل من تردد مصدر الصوت.

**ملاحظات مهمة**

- حركة المصدر مقتربا من السامع ⇦ انضغاط الموجات وتقاربها ⇦ نقصان الطول الموجي ⇦ زيادة تردد الموجة ⇦ زيادة درجة الصوت.
- حركة المصدر مبتعداً عن السامع ⇦ تخلخل الموجات وتباعدها ⇦ زيادة الطول الموجي ⇦ نقصان تردد الموجة ⇦ نقصان درجة الصوت.

**أُفكِّرُ: في تأثير دوبلر يحدث تغير ظاهري في تردد الموجة عند وصولها إلى المراقب نتيجة حركة المصدر أو المراقب. كيف لهذا أن يحدث دون أن يتغير تردد المصدر ؟**

عند حركة مصدر الموجات وبقاء المراقب ساكنًا أو أثناء حركة المراقب وبقاء المصدر ساكنًا أو أثناء حركة المراقب والمصدر : فإن الموجة الأولى تصدر بطولها الموجي الحقيقي ، والموجة الثانية كذلك لكن الحركة تجعل الموجة الثانية تلحق بالأولى أو تتأخر عنها ونتيجة ذلك تتقارب الموجات أمام المصدر المتحرك وتتباعد خلفه ويكون هذا سببًا في ظهور ما يسمى التردد الظاهري.

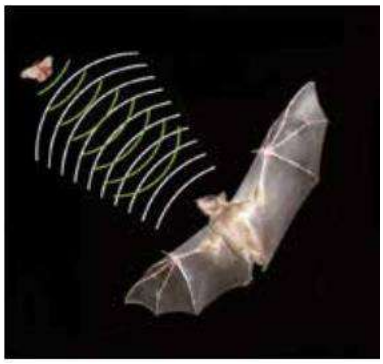
يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء

منهاجي
متعة التعليم الهادف

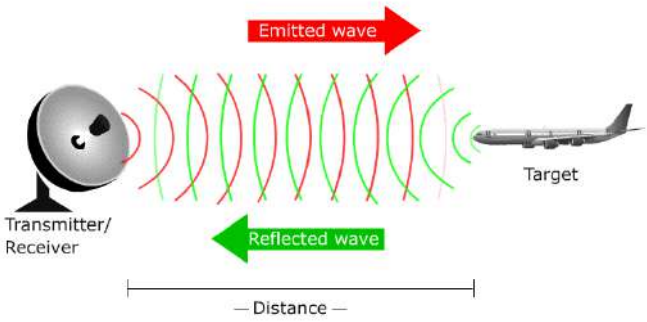
# تطبيقات على تأثير دوبلر

## الخفاش :



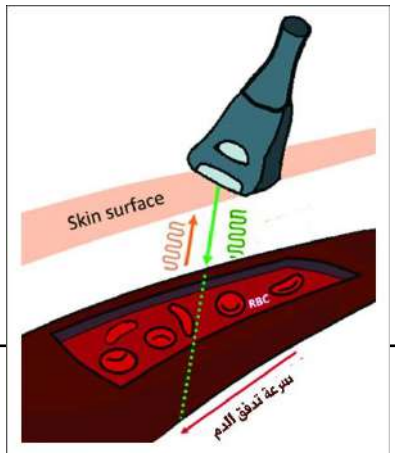
- يعتمد الخفاش على الموجات فوق الصوتية في إيجاد طريقه أو تعقب فريسته.
- يرسل موجات فوق صوتية تصل إلى جسم الفريسة وترتد عنها فيحدد الخفاش موقع الفريسة.
- يقوم الخفاش بتحديد سرعة الفريسة من خلال فرق التردد بين الموجات المرسلة والمنعكسة.

## الرادار :




- يقوم الرادار بإرسال موجات كهرمغناطيسية صغيرة (ميكروية) ثم تنعكس عن جسم الهدف.
- يقوم الرادار بتحديد سرعة الهدف من خلال فرق التردد بين الموجات المرسلة والمنعكسة.

## التصوير فوق الصوتي :




- تستخدم الموجات فوق الصوتية في تصوير الأماكن التي يصعب الوصول إليها مثل قيعان البحار.
- وتستخدم أيضا لقياس سرعة الدم في الأوعية الدموية داخل جسم الإنسان.

## دراسة تطور الكون :

- لاحظ العلماء أن الطيف الضوئي للكثير من المجرات عند قدومه إلى الأرض يميل إلى اللون الأحمر وبالتالي تردد هذا الطيف يكون أقل من تردد المصدر المرسل لهذه الموجات.
- وبالتالي هذا يدل على أن مصدر الضوء (المجرات) تتحرك بسرعة كبيرة مبتعدة عن الأرض حسب تأثير دوبلر.
- افترض العلماء أن مجرات الكون تتحرك مبتعدة عن بعضها البعض منذ بدء الكون وتُعرف هذه الفرضية باسم "فرضية تمدد الكون".

## حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني من الوحدة السادسة

**سؤال 1** أذكر خصائص الموجات التي ترتبط بكثير من الظواهر الطبيعية.

الانعكاس ، الانكسار ، التداخل ، الحيود ، الاستقطاب

**سؤال 2** وضح المقصود بكل من : تراكب الموجات واستقطابها.

**تراكب الموجات:** هو التقاء موجتين أو أكثر عن نقطة بحيث أن الإزاحة الكلية التي تحدث لجزيئات للوسط تساوي ناتج الجمع المتجهي للإزاحات الناتجة عن التقاء الموجات عند النقطة نفسها.

**استقطاب الموجات :** عملية انتقاء موجة مستعرضة تحدث اهتزازًا في جزيئات الوسط في بعد واحد فقط من بين حزمة موجات يكون الاهتزاز فيها باتجاهات عدة جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجات.

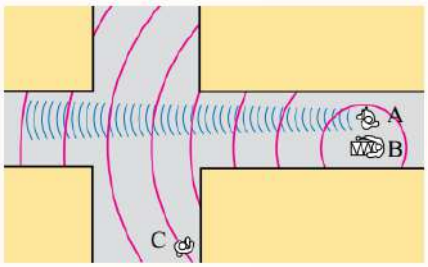
**سؤال 3** قارن بين عمليتي انعكاس الموجات المستعرضة التي تنتشر على سطح الماء وانكسارها.

عند انعكاس الموجات المستعرضة التي تنتشر على سطح الماء فإنها تغير اتجاهها وتحافظ على طولها الموجة وترددها وسرعتها دون تغيير بينما عند انكسارها فإنها تغير من اتجاهها وطولها الموجي وسرعتها وتحافظ على ترددها ثابتًا.

**سؤال 4** أي من العمليات الآتية تحدث في الموجات المستعرضة ولا تحدث في الموجات الطولية : التداخل ، الحيود ، الاستقطاب ؟

الاستقطاب فقط يحدث في الموجات المستعرضة ولا يحدث في الموجات الطولية.

**سؤال 5** بينما كنت أقف في الموقع (C) بالقرب من تقاطع شارعين كما في الشكل المجاور ، سمعت صوت فرقة موسيقية العازف (A) يعزف القِربة التي تُصدر صوتًا حادًا طوله الموجي قصير (اللون الأزرق) والعازف (B) يقرع الطبل الذي يُصدر صوتًا غليظًا طوله الموجي كبير (اللون الأحمر). أي الصوتين أسمع ؟ ولماذا ؟




أسمع صوت العازف (B) الذي يقرع الطبل أولًا لأن الموجات الصادرة عنه طويلة ويحدث لها حيود عن حواف المباني عند تقاطع الشارعين فتغير اتجاهها وتصلني بينما الموجات القصيرة لا تحيد بشكل كبير.

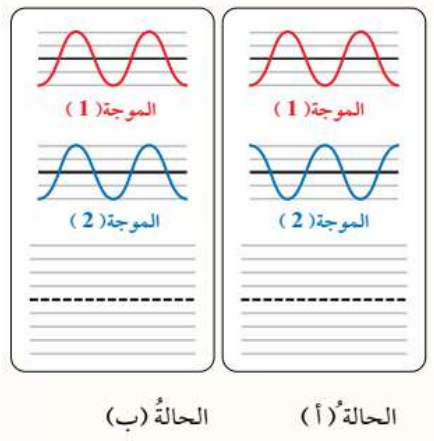
**سؤال 6** بين أهمية استخدام السائق للنظارات الشمسية التي تعمل على استقطاب الضوء بشكل رأسي ، خاصةً عندما يقود سيارته في النهار ويتعرض إلى وهج كبير ناتج عن انعكاس ضوء الشمس عن السطوح الأفقية.

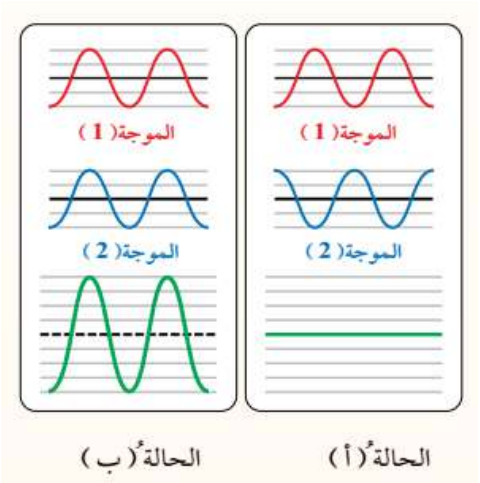
النظارات الشمسية التي تستقطب الضوء رأسيا تسمح فقط للضوء المستقطب عموديا بالمرور من خلالها ليصل إلى أعيننا وبذلك نرى الأشياء؛ بينما تمنع وصول الضوء الساطع المستقطب افقيا إلى أعيننا فتحميها ونرى الأشياء بشكل مريح.

**سؤال 7** وضع العلماء نظريات عدة تصف تطور الكون منها نظرية الانفجار العظيم التي تفترض أن المجرات ما زالت تتحرك متباعدة عن بعضها بسرعة كبيرة معتمداً على معرفتي بمكونات الطيف المرئي وترددتها ، ومعرفتي بتأثير دوبلر في الحركة الموجية.
صفّ ما يحدث للضوء القادم إلى الأرض من مجرة تتحرك مبتعدة عن الأرض.

تكون موجات الضوء القادم إلينا من مجرة تتحرك مبتعدة عن الأرض موجات متباعدة فيزداد الطول الموجي له لذلك نرى المجرة بألوان تميل إلى اللون الأحمر.

**سؤال 8** أكمل الشكل المجاور برسم الموجة الناتجة عن تراكب الموجتين (1) و (2) في كل من الحالتين (أ) و (ب) ثم أكتب تحت كل حالة إن كان التراكب بنّاءً أو هدّامًا..



# حل أسئلة مراجعة الوحدة السادسة

**سؤال 1** ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1) المقصود بالتخلخل في الحركة الموجية هو منطقة :

(جـ) منخفضة الضغط تنشأ في الوسط عند مرور موجات طولية خلاله.

2) حركة جزيء الهواء عند مرور الصوت خلاله حركة :

(د) اهتزازية باتجاه يوازي اتجاه انتشار الموجة.

3) متى تزداد سرعة الصوت في الهواء ؟

(د) بارتفاع درجة حرارة الهواء.

4) تنتقل موجتان مستعرضان في حبل وتلتقيان عند نقطة في لحظة ما ، فإن الظاهرة التي تحدث هي :

(أ) تراكب الموجتان معًا وحصول إزاحة واحدة

5) التردد الظاهري لصوت منبه سيارة إسعاف متحركة بسرعة إلى الأمام يكون كما يأتي :

(ب) أمامها أكبر من تردد المصدر وخلفها أصغر من تردد المصدر.

---

**سؤال 2** عند توصيل حبلين مختلفين في مساحة المقطع والمتانة كما يبين الشكل المجاور ثم إرسال نبضة في الحبل الرفيع. بين ما يحدث لها عندما تصل إلى نقطة التقاء الحبلين مفسرًا إجابتك ..

يحدث لها انكسار مع المحافظة على الاتجاه ويكون الانكسار على هيئة تغير في الطول الموجي والسرعة والسعة مع المحافظة على ترددها ثابتًا لأن الحبلين المختلفين يمثلان وسطين مختلفين في خصائصهما.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**سؤال 3** موجتان كهرمغناطيسيتان تنتقلان معًا في الهواء ، الطول الموجي للأولى ($8\times10^{-4}$ m) والطول الموجي للثانية ($2.4\times10^{-2}$ m) ، أجيب عما يأتي :

1) احسب تردد كل موجة علمًا بأن سرعتهما في الهواء ($3\times10^{+8}$ m/s).

$$c = f_1\lambda_1 \rightarrow f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3\times10^{+8}}{8\times10^{-4}} = 3.75\times10^{+11}\ \text{Hz}$$

$$c = f_2\lambda_2 \rightarrow f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\times10^{+8}}{2.4\times10^{-2}} = 1.25\times10^{+10}\ \text{Hz}$$

2) ما الذي يحدث لكل من : الطول الموجي والتردد عند انتقال الموجتين في الماء ؟ علمًا أن سرعة الموجات الكهرمغناطيسية في الماء أقل منها في الهواء.

عند انتقال الموجتين في الماء فإن الطول الموجي لكل منهما يقل ويبقى التردد ثابتًا.

3) حدد موقع كل منهما في الطيب الكهرمغناطيسي.

الموجة الأولى تحت حمراء والموجة الثانية ميكروية (ميكروويف).

---

**سؤال 4** وُضع حاجز معتم فيه شقان رفيعان أمام مصدر ضوئي ثم وُضعت شاشة بعد الحاجز فظهرت على الشاشة خطوط مضيئة كما في الشكل فأجيب عما يأتي :

1) ما اسم الظاهرة ؟

ظاهرة التداخل

2) ما الذي تمثله الخطوط المضيئة ؟

تمثل تداخل بنّاء ناتج عن التقاء قمة مع قمة أو قاع مع قاع.

3) ما الذي تمثله الخطوط المظلمة ؟

تمثل تداخل هدّام ناتج عن التقاء قمة مع قاع.

---

**سؤال 5** تتحرك سيارة إسعاف بسرعة نحو اليمين وهي تصدر صوت منبه، متجهة نحو فتاة تقف في الموقع (A) وتتجاوز عن شباب يسير في الموقع (B) كما في الشكل.
صف درجة الصوت الذي يسمعه كل من الفتاة وا لشباب وسائق سيارة الإسعاف مفرًا إجابتك وذاكرًا لخصيصة الموجية التي اعتمدت عليها في الإجابة.

تسمع الفتاة في الموقع (A) درجة صوت حادة ناتجة عن تردد ظاهري أكبر من تردد المصدر بسبب تأثير دوبلر لمصدر صوت يقترب.

يسمع السائق درجة صوت المنبه الحقيقية لأنه لا توجد حركة نسبية بين السائق والسيارة.

تسمع الشاب في الموقع (B) درجة صوت غليظة ناتجة عن تردد ظاهري أقل من تردد المصدر بسبب تأثير دوبلر لمصدر صوت مبتعد.

---

**سؤال 6** **أذكر استخدامًا تكنولوجيًا واحدًا يعتمد على تأثير دوبلر لكل من :**

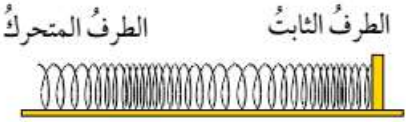
**الموجات فوق الصوتية والموجات الكهرمغناطيسية.**

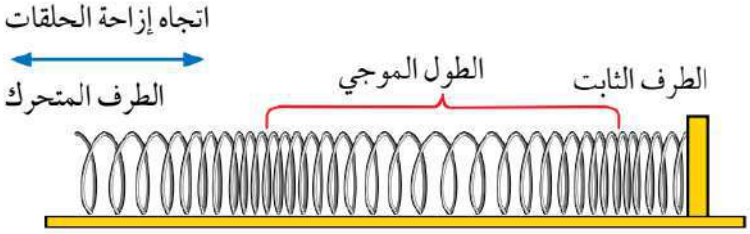
الموجات فوق الصوتية : تصوير الأعضاء لجسم الإنسان.

الموجات الكهرمغناطيسية : تصوير محتويات الحقائب دون فتحها.

---

**سؤال 7** **الشكل المجاور يمثل موجات طولية تنتقل في نابض بين على الرسم كلاً من : اتجاه انتشار الموجات ، اتجاه إزاحة حلقات النابض ، الطول الموجي ، اتجاه انتقال الطاقة.**




اتجاه انتشار الموجة و اتجاه نقل الطاقة يكون أفقيًّا لجهة اليمين أو جهة اليسار.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

**يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :**

0795360003 مدرسة الفيزياء مدرسة الفيزياء