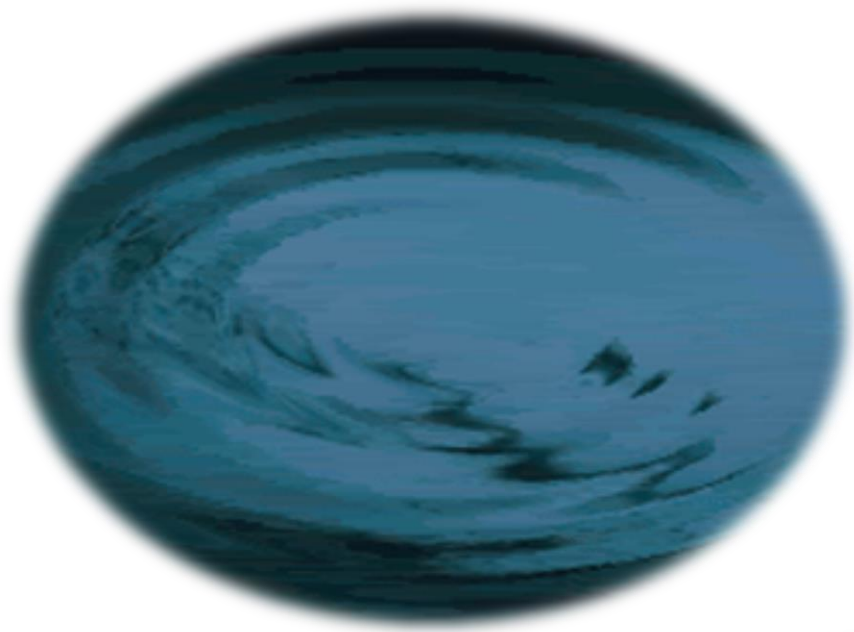


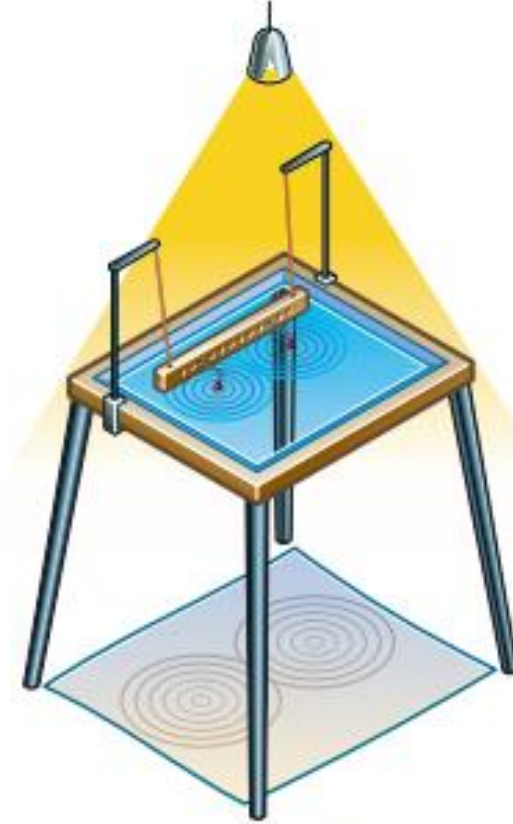
# الموجات

إعداد: أيمنى الحبرية



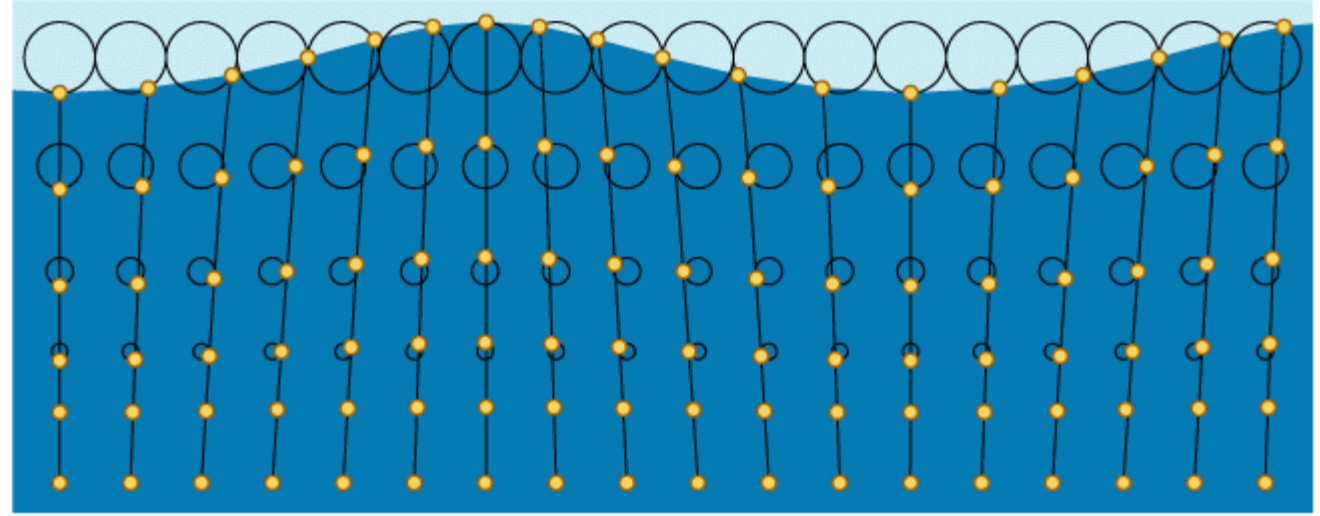
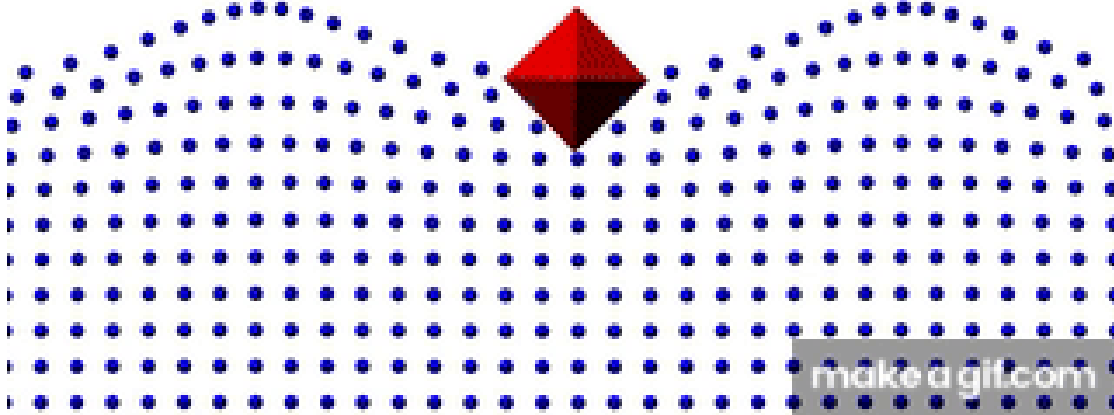
أين نسمع أو  
نلاحظ الموجات  
عادة؟

# جهاز توليد الموجات



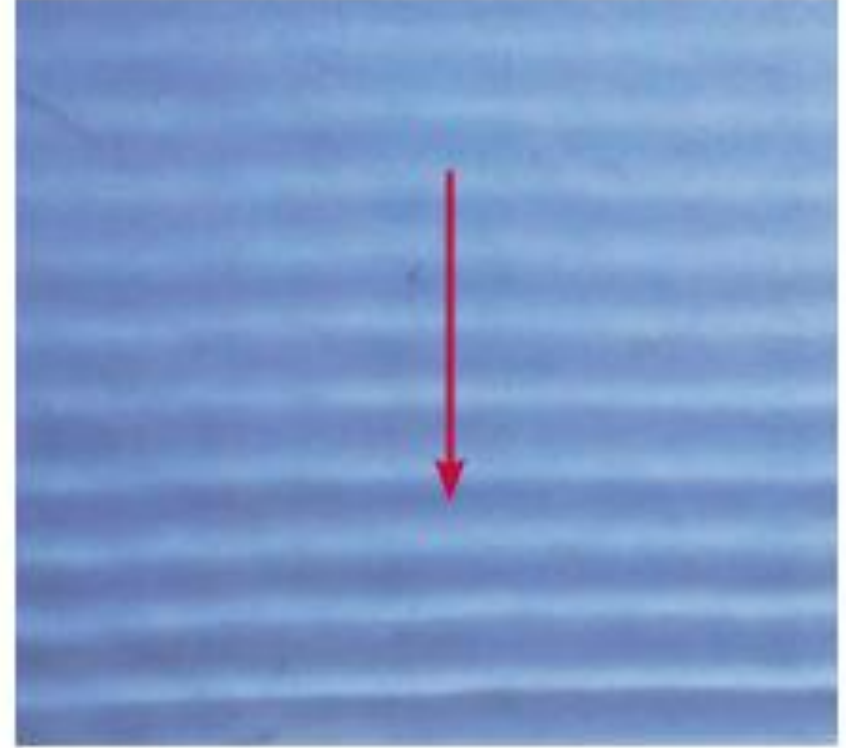
[https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_en.html)

الشكل ١٢-١ تنتج الموجات على سطح الماء في حوض الموجات المائية هذا بواسطة كُرَات صغيرة متصلة بالذراع الذي يهتز إلى الأعلى وإلى الأسفل. يمكن رؤية نمط الموجات بسهولة عن طريق تسليط الضوء من الأعلى على سطح الماء، وهذا الضوء يُشكّل ظلالاً من الموجات على الأرضية تحت قاع الحوض الشفاف



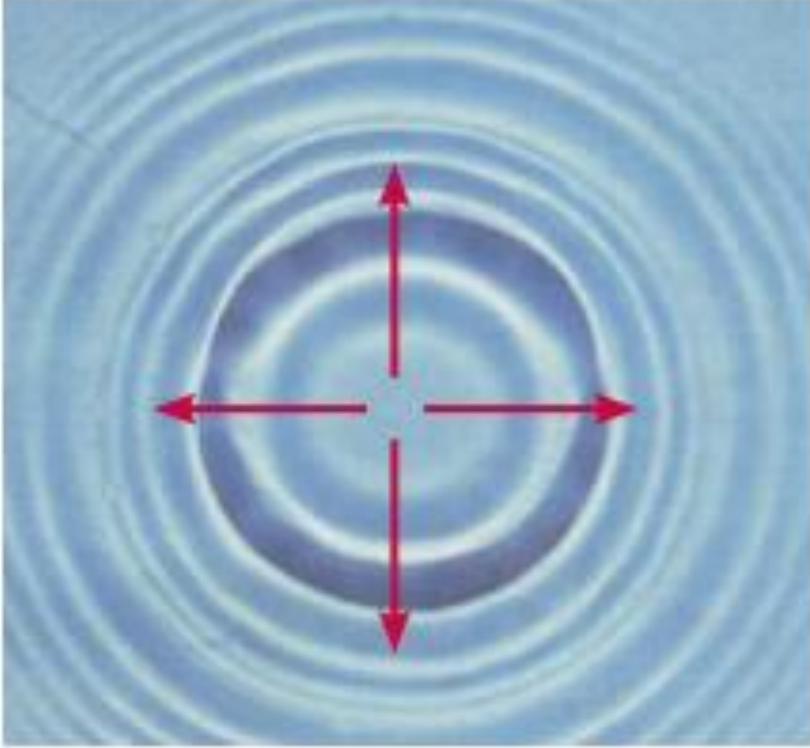
يشدُّ كل جزيء الجزيئات المجاورة إلى الأعلى وإلى الأسفل. وتبدأ تلك  
الجزيئات بدورها في تحريك ما يجاورها من جزيئات،

(أ)



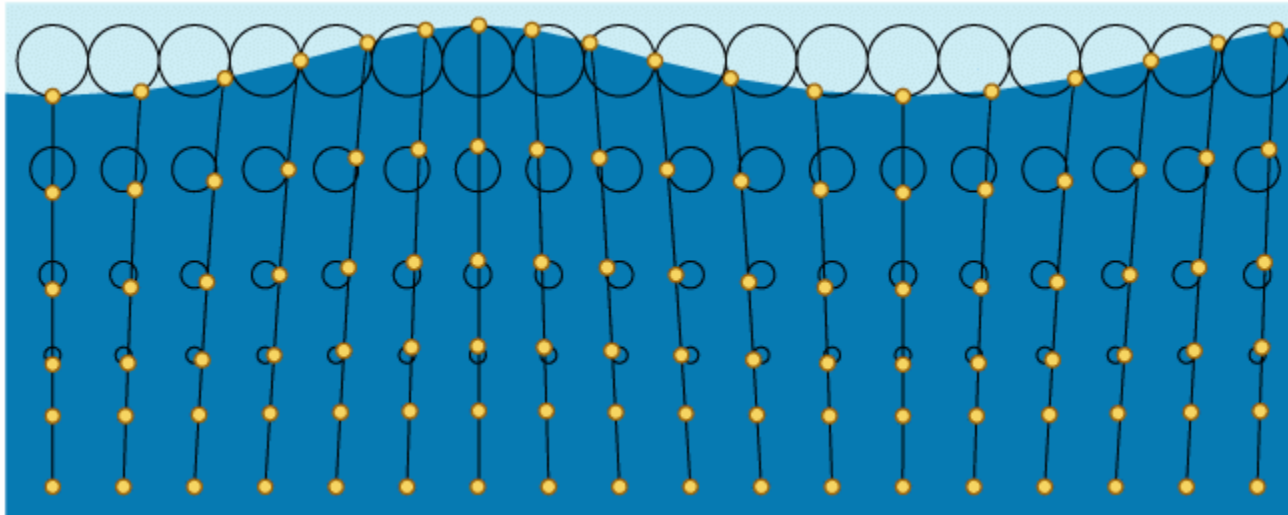
الموجات المستقيمة المتوازية في نفس  
الاتجاه

(ب)



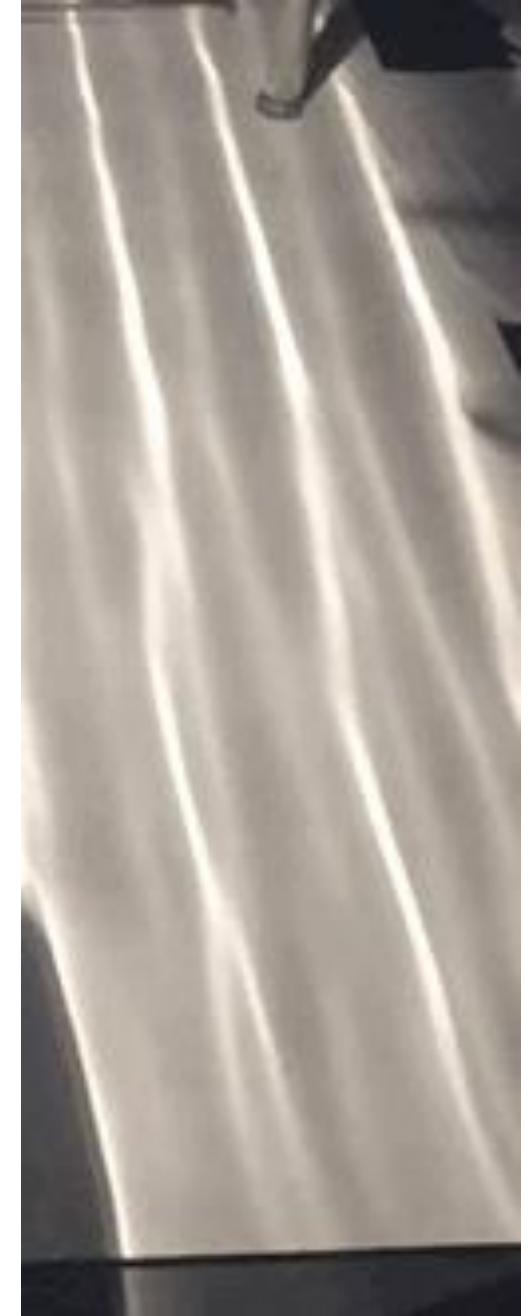
الموجات الدائرية

ما هي المناطق  
المضيئة والمظلمة  
في الموجات؟



المناطق المضيئة هي **القمم**  
والمناطق المظلمة هي **القيعان**

oman22.com موقع عمان 22



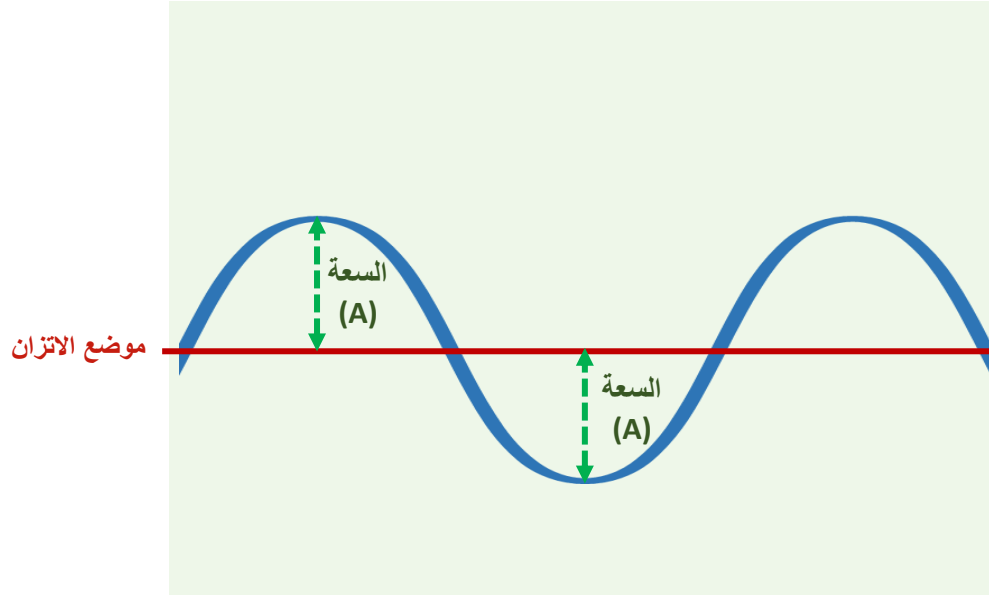




## السعة (A)

أقصى إزاحة لموجة عن مستواها غير المضطرب  
(موضع التزان).

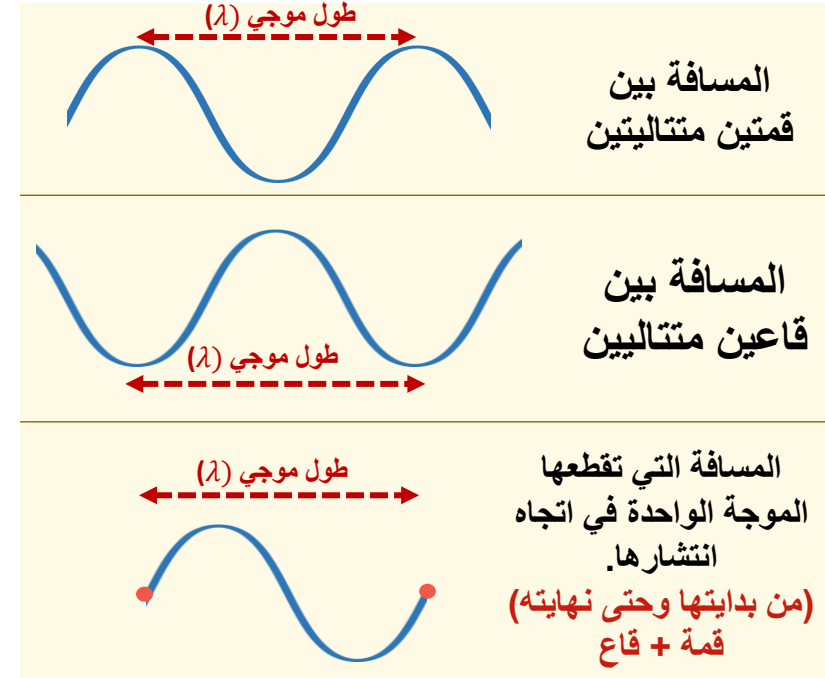
المتر (m)



## الطول الموجي ( $\lambda$ )

المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين  
لموجة ما، أو المسافة التي تقطعها الموجة الواحدة  
في اتجاه انتشارها.

المتر (m)

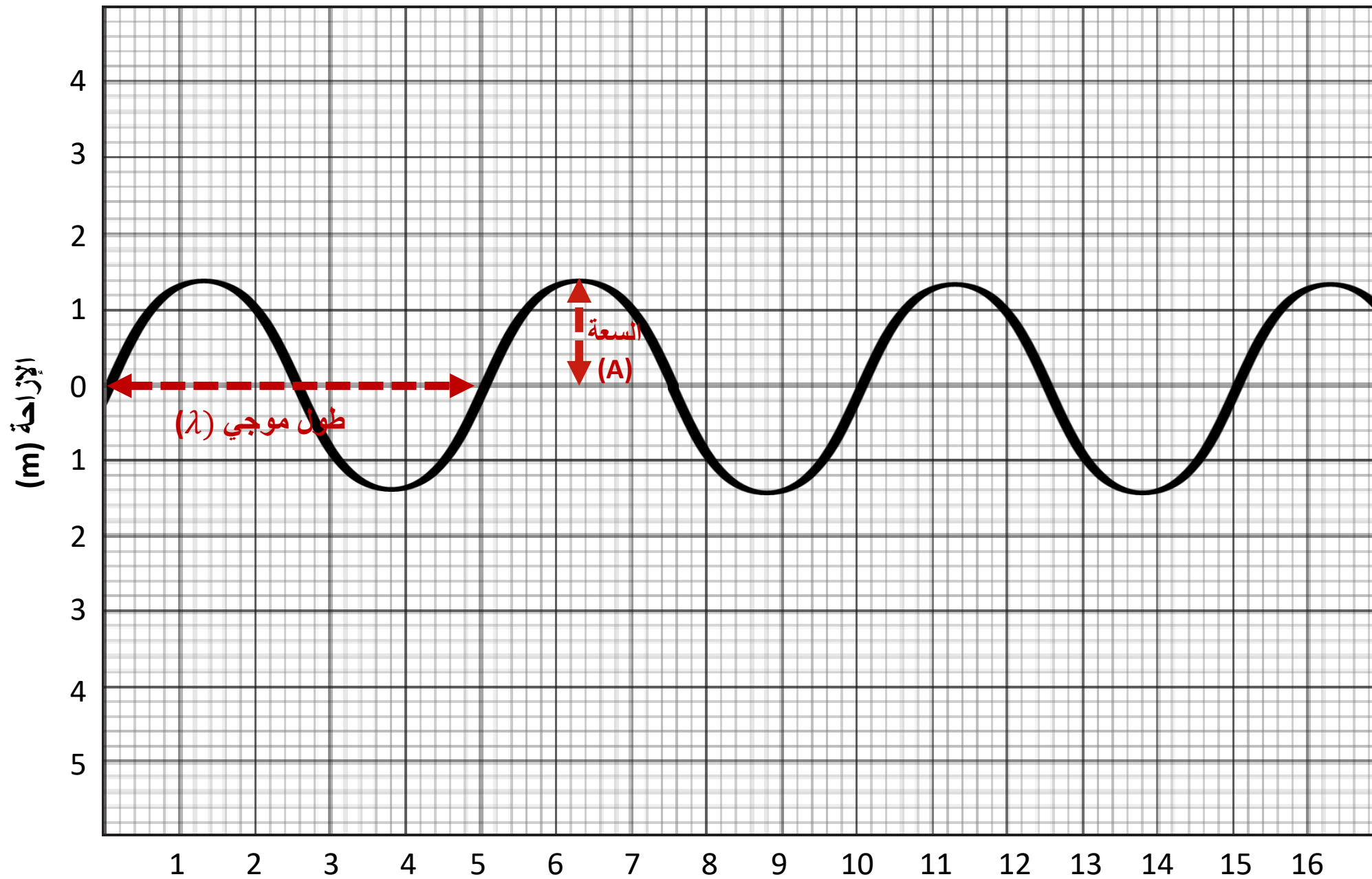


التعريف

وحدة القياس

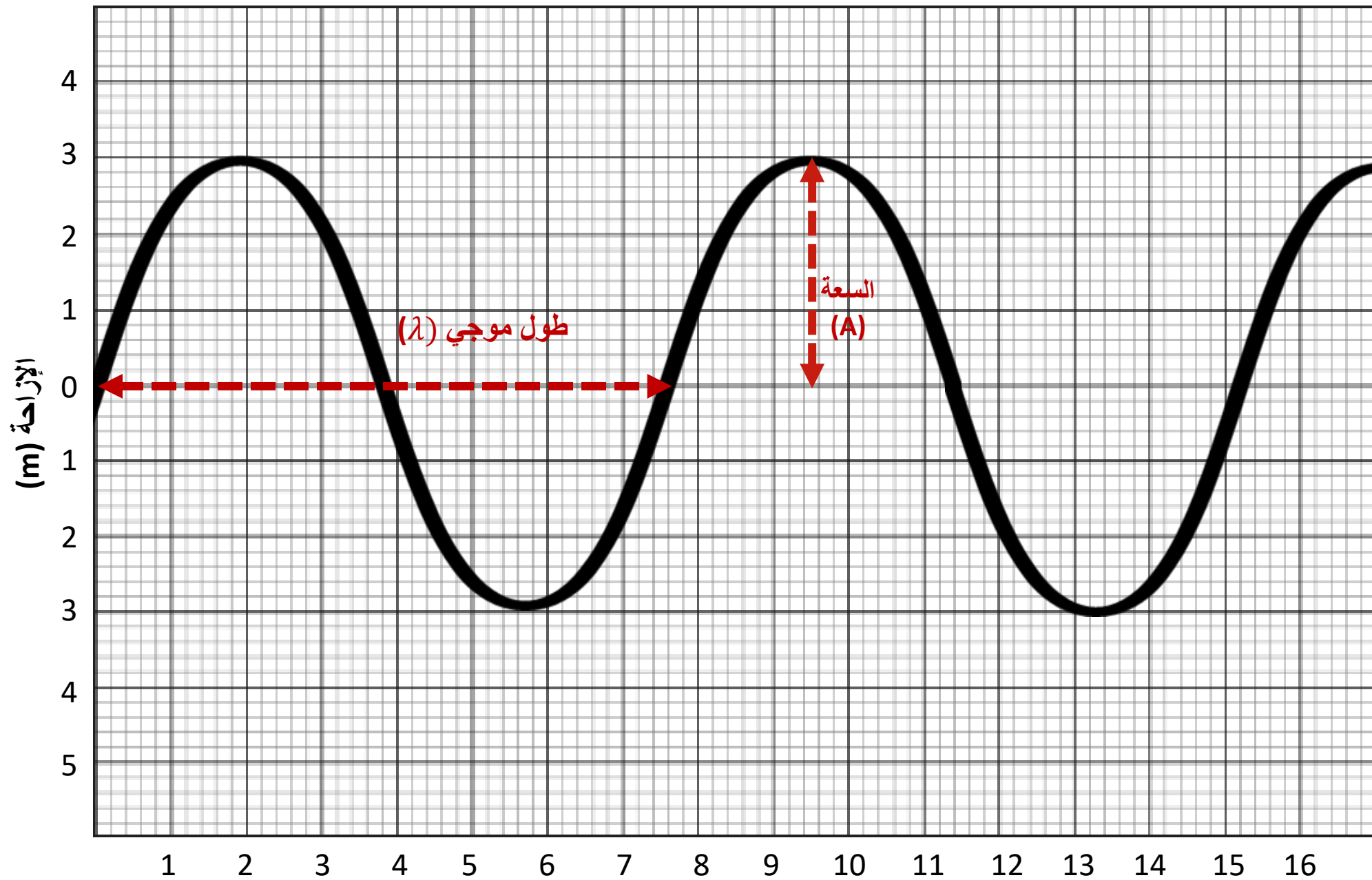
موقعها في  
الموجة





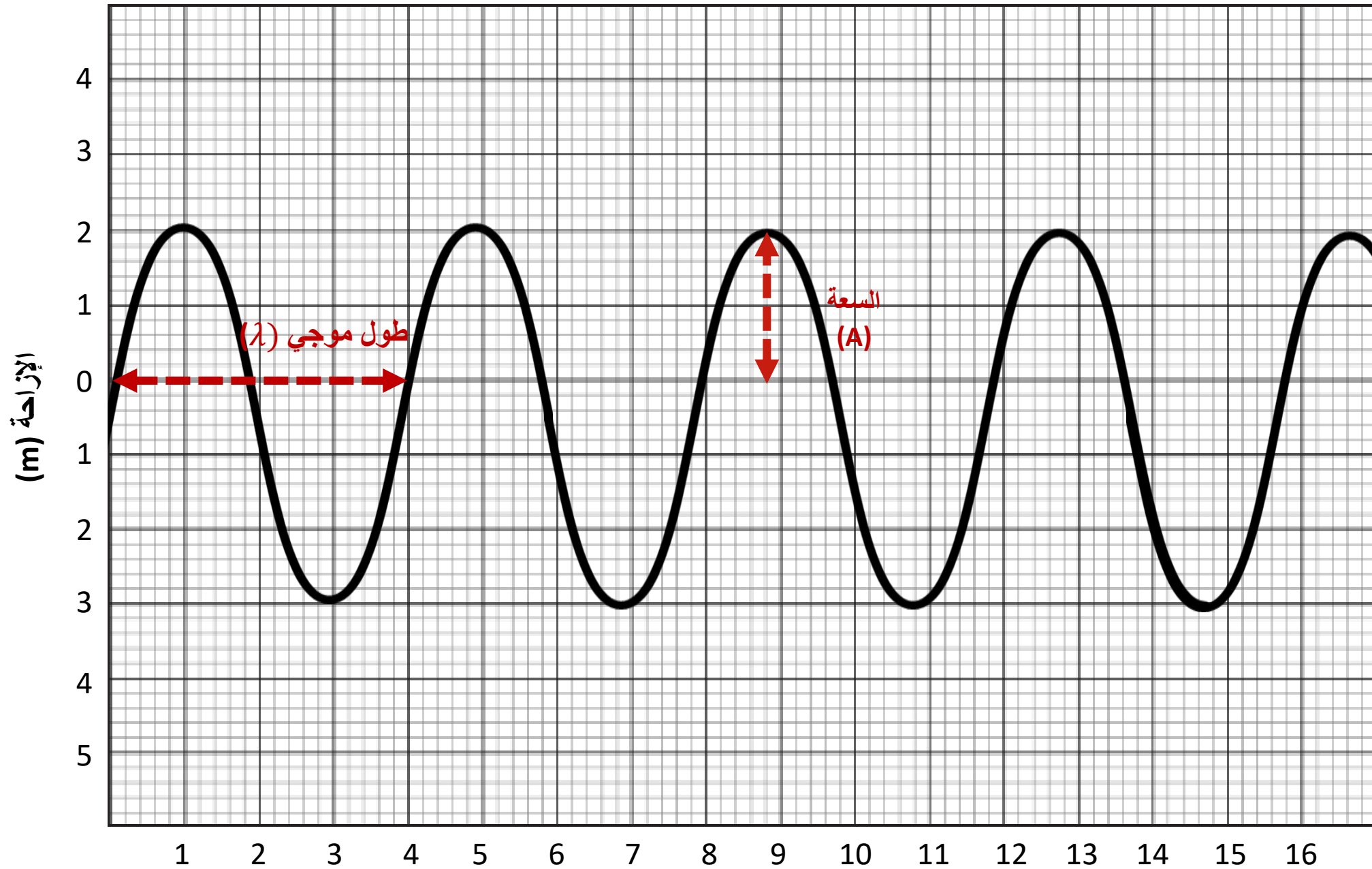
الطول موجي = 5 m

السعة = 1.4 m



الطول موجي = 7.5 m

السعة = 3 m



الطول موجي = 4 m

السعة = 2 m

# الموجات الطولية

# الموجات المستعرضة

إعداد: أ. يمنى الحجرية

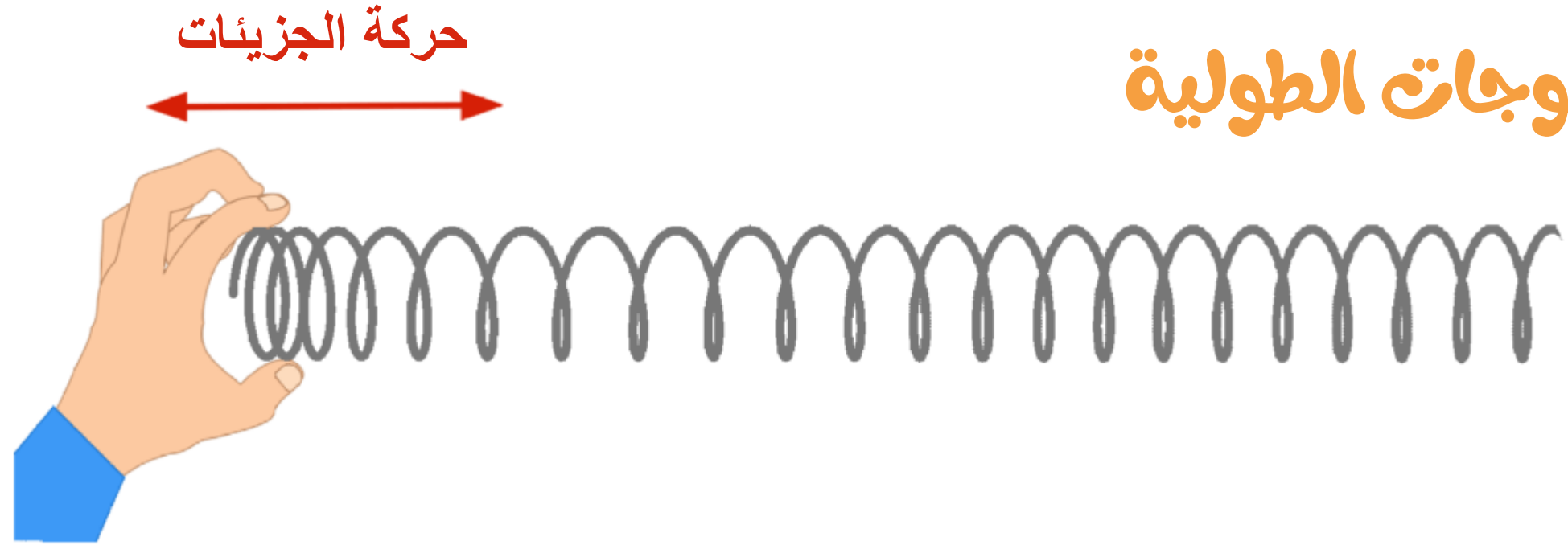
## الموجات الطولية



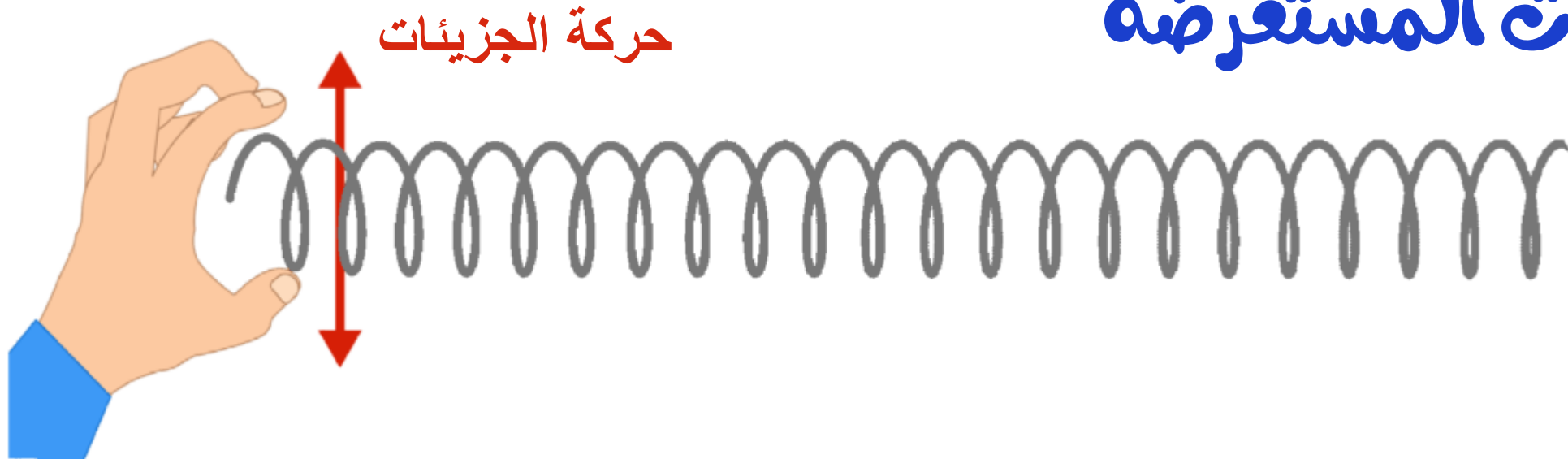
## الموجات المستعرضة



## الموجات الطولية



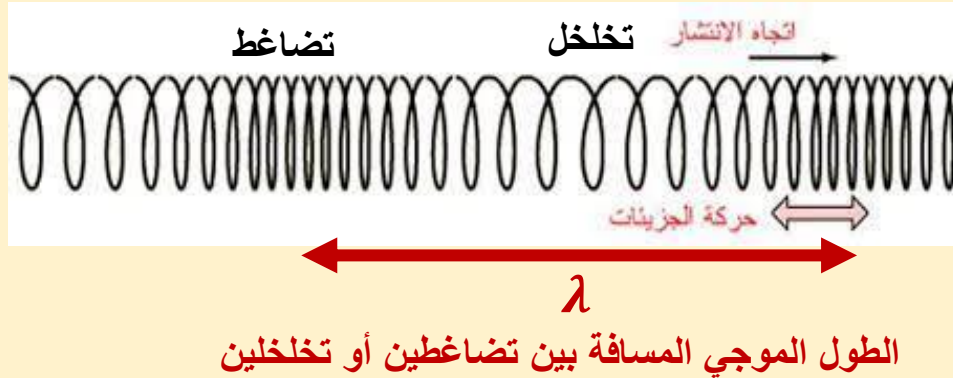
## الموجات المستعرضة



## مقارنة بين

### الموجات الطولية

تتحرك معها الجسيمات إلى الأمام وإلى الخلف،  
في نفس الإتجاه الذي تنتقل فيه الموجة.

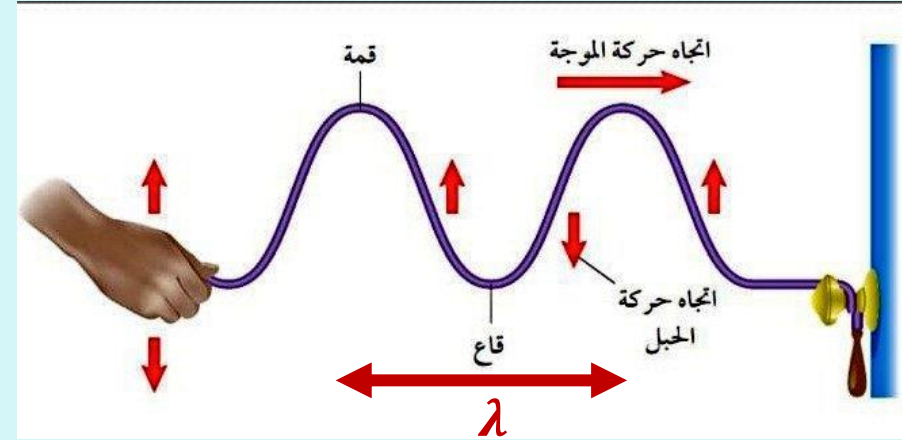


تضاغطات وتخلخلات

الصوت - الزنبرك

### الموجات المستعرضة

تتحرك الجسيمات من جانب إلى آخر، عموديا  
على الاتجاه الذي تنتقل فيه الموجة



قمم وقيعان

الضوء - جميع الموجات الكهرومغناطيسية - موجات البحر

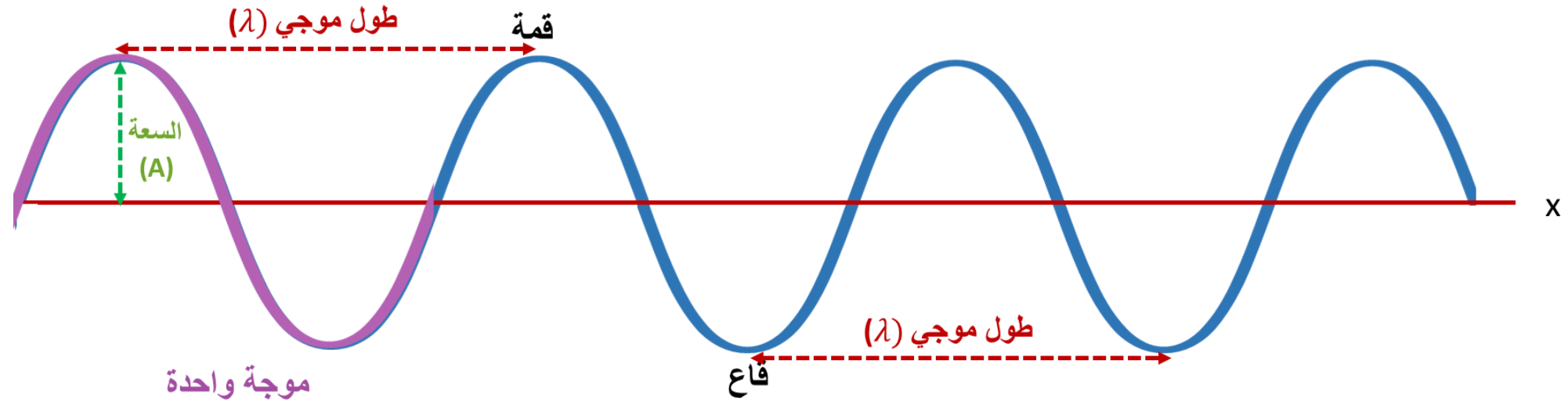
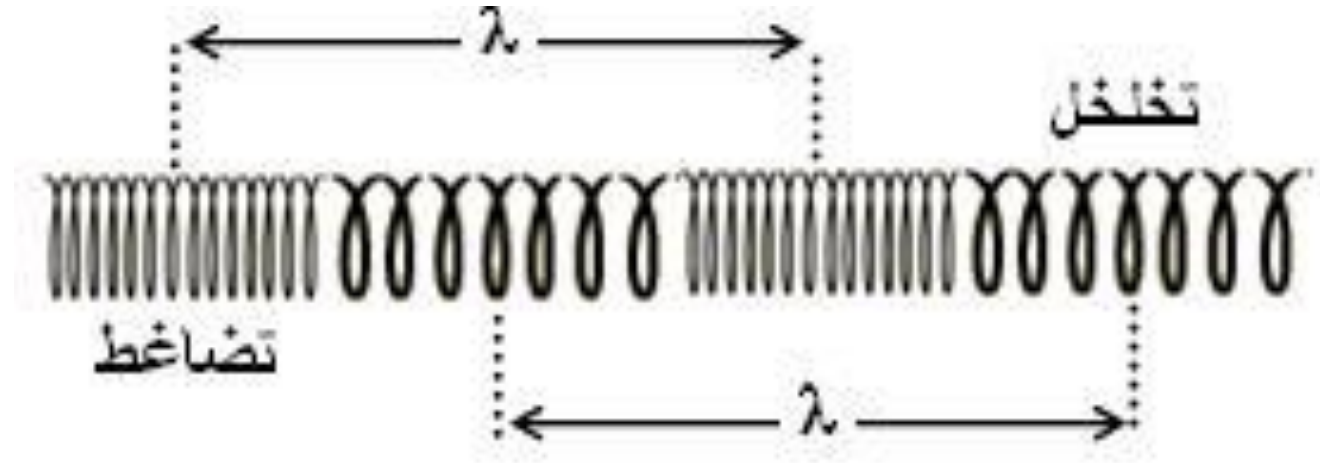
طريقة حركة  
الجسيمات بالنسبة  
لاتجاه انتشار  
الموجة

شكلها

مم تتكون

مثال عليها





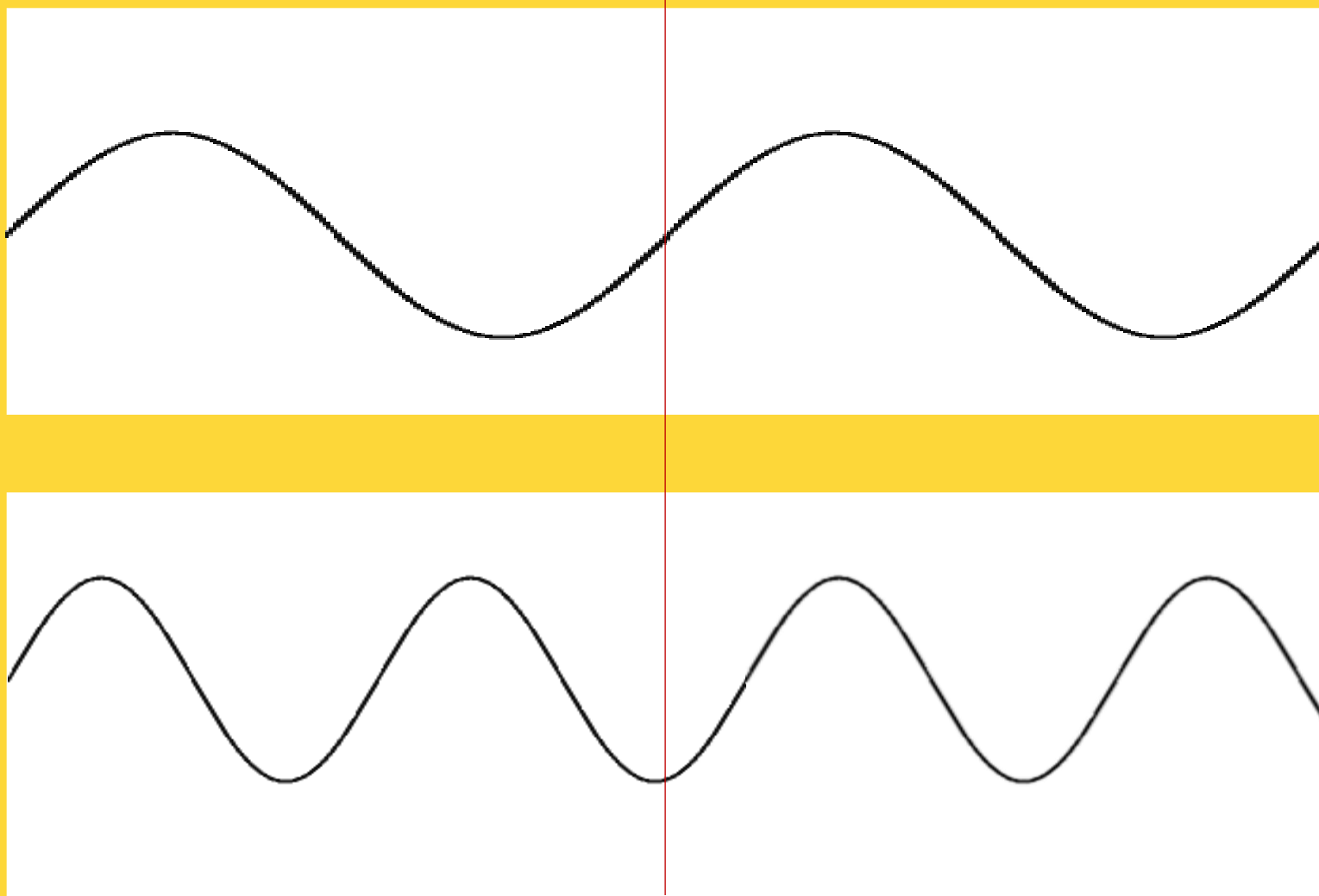


موجات مستعرضة



موجات طولية



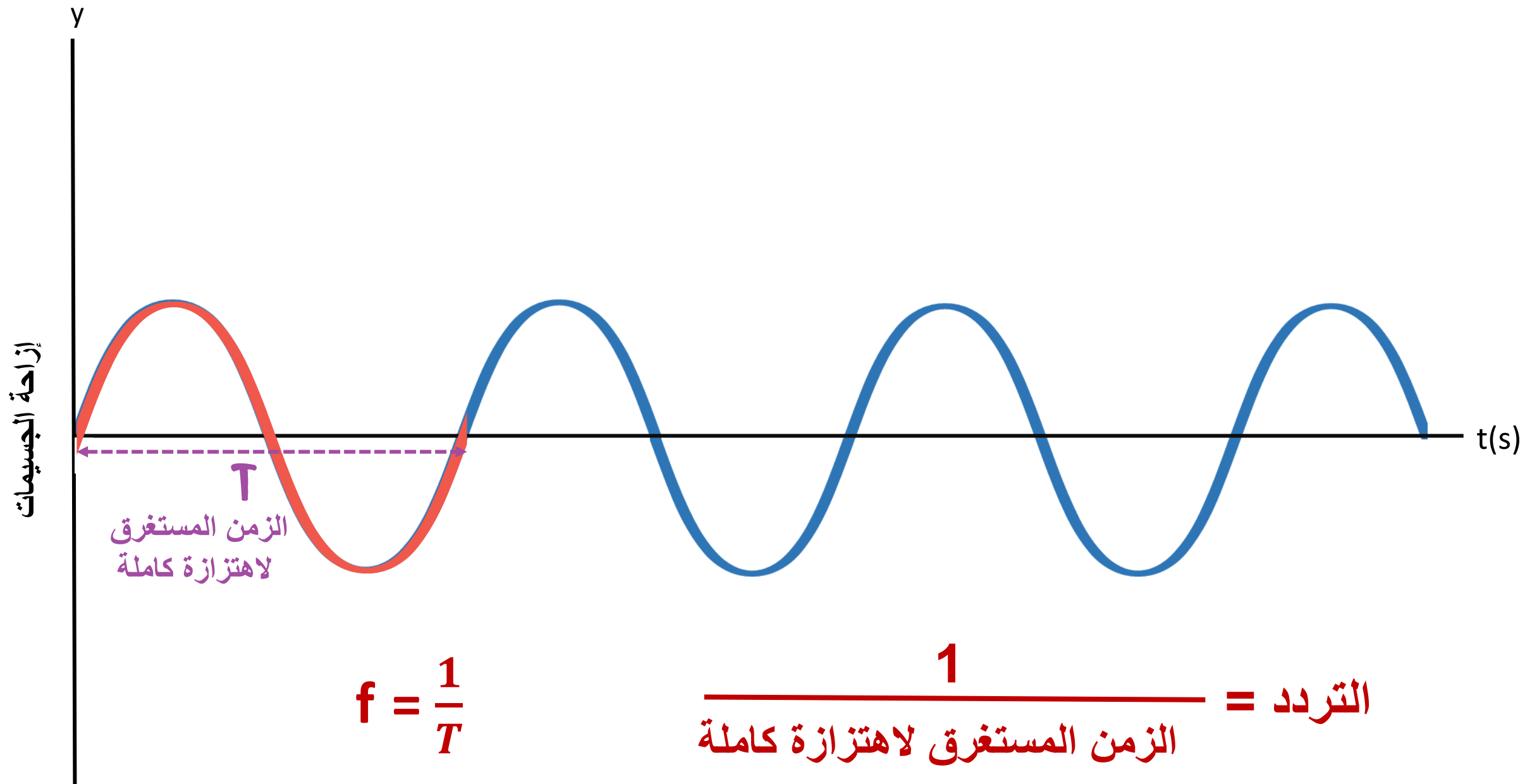


**تردد الموجة (f)**  
oman22.com موقع عمان 22



**تردد الموجة**  
**(f)**  
عدد الاهتزازات في الثانية أو عدد الموجات  
التي تعبر نقطة ما في الثانية.

**وحدة قياسه الهيرتز (Hz)**  
واحد هيرتز =  
موجة كاملة في ثانية واحدة



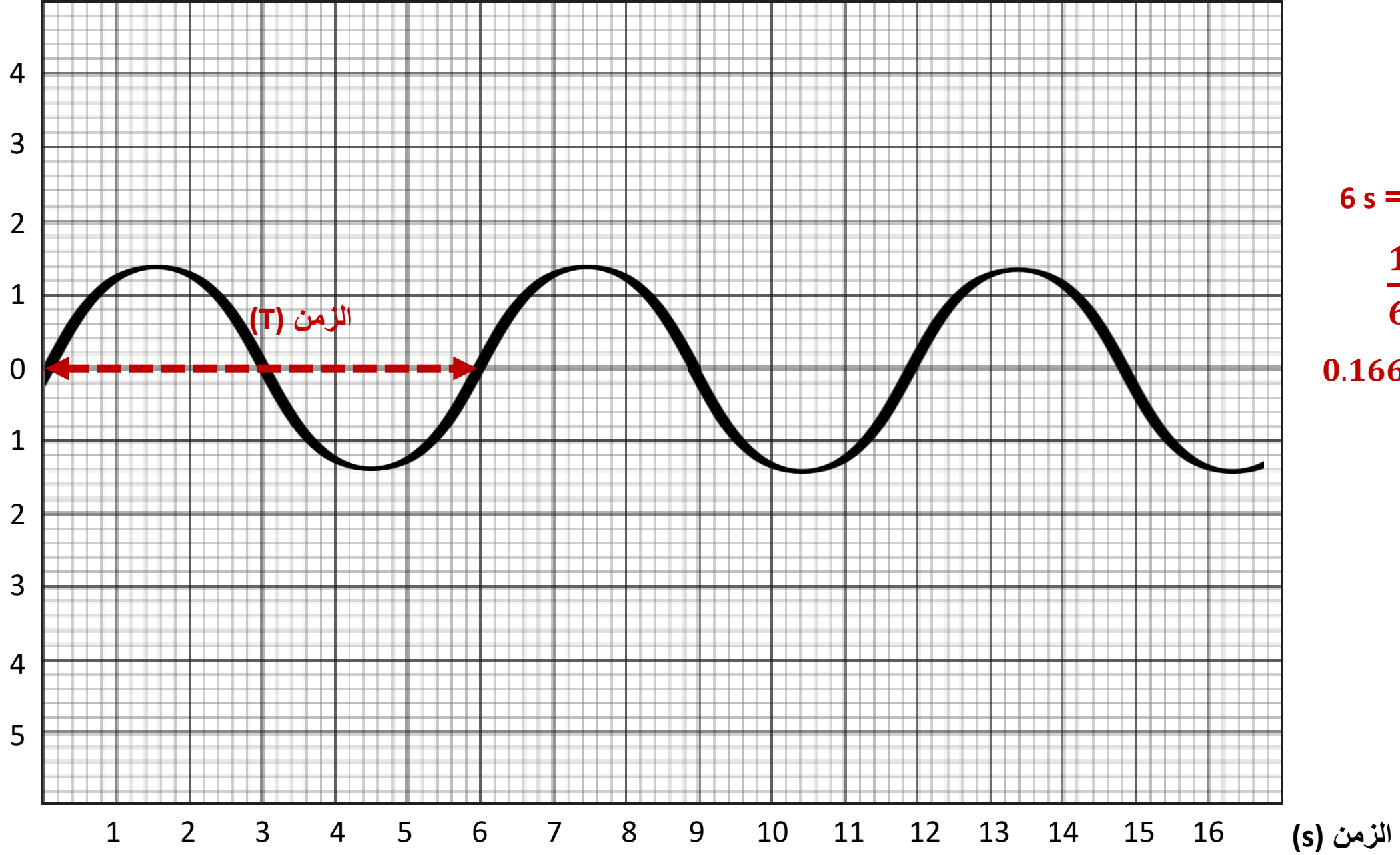
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\text{الزمن المستغرق لاهتزازة كاملة}} = \text{التردد}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{\text{التردد}} = \text{الزمن المستغرق لاهتزازة كاملة}$$

علاقة عكسية بينهما: كلما قل الزمن المستغرق زاد تردد الموجة



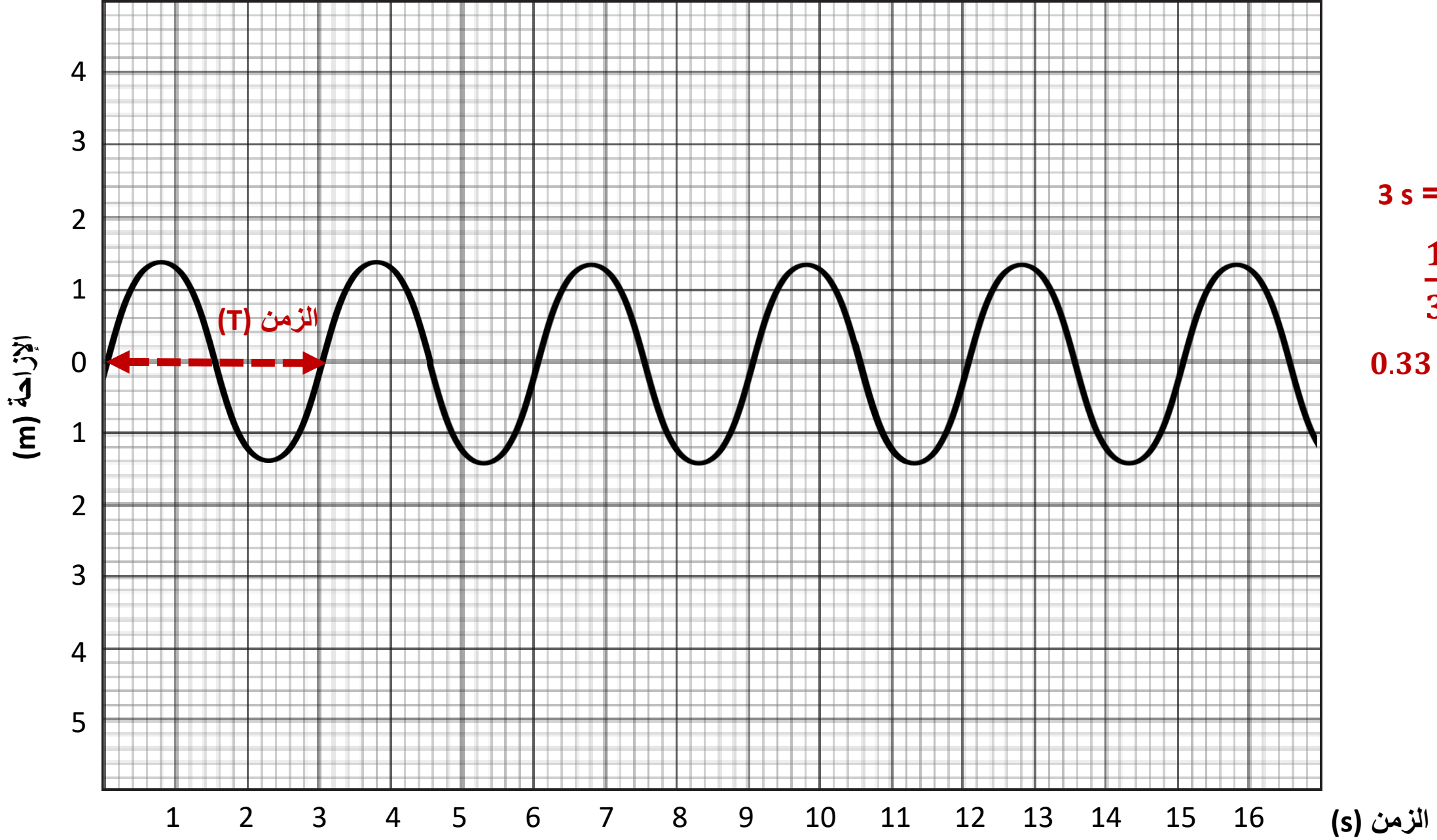
الإزاحة (m)



الزمن المستغرق = 6 s

$$\frac{1}{6} = \text{التردد}$$

التردد = 0.166 Hz

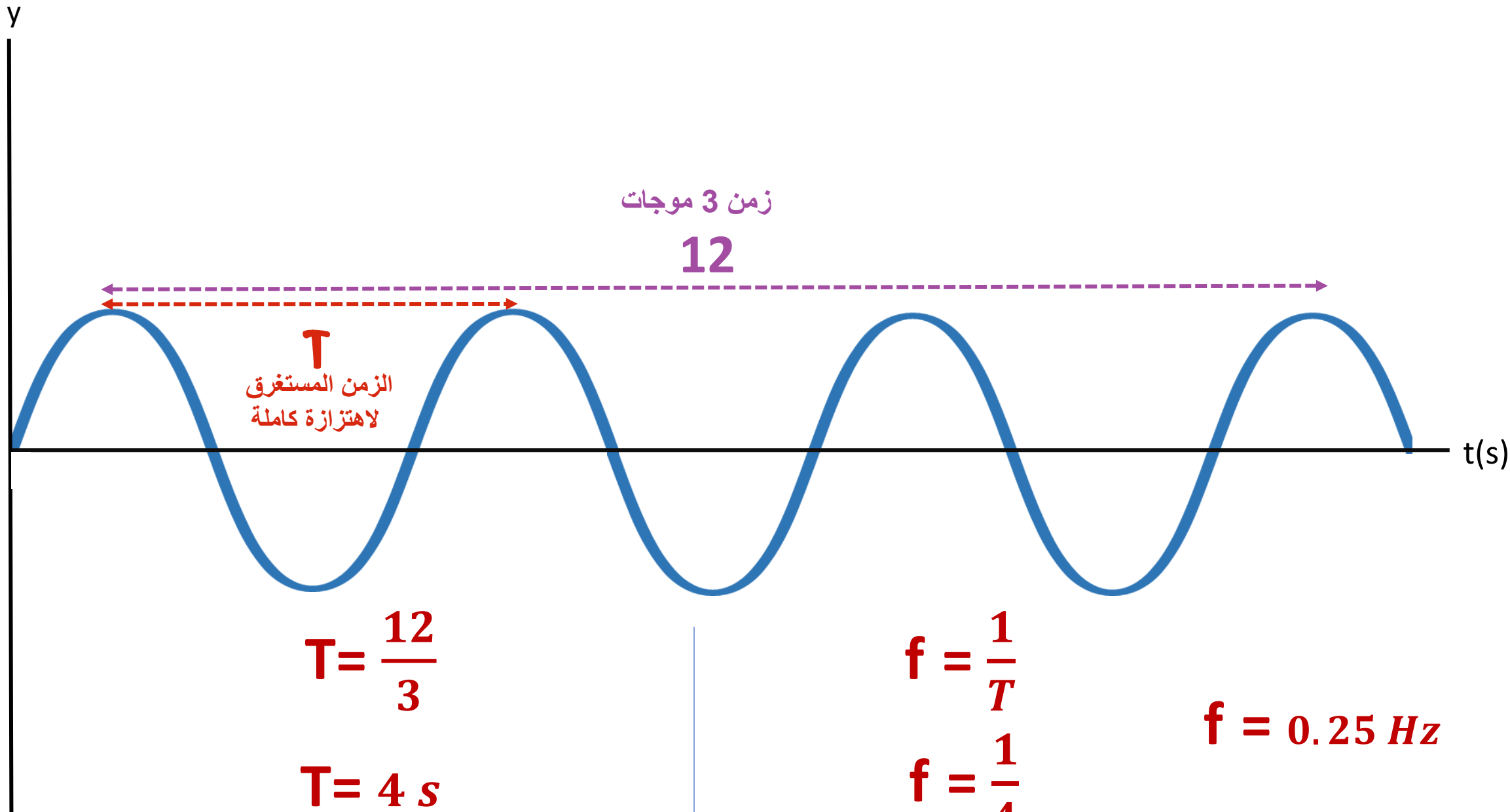


الزمن المستغرق = 3 s

$$\frac{1}{3} = \text{التردد}$$

التردد = 0.33 Hz

إزاحة الجسيمات



# سرعة الموجة

## (V)

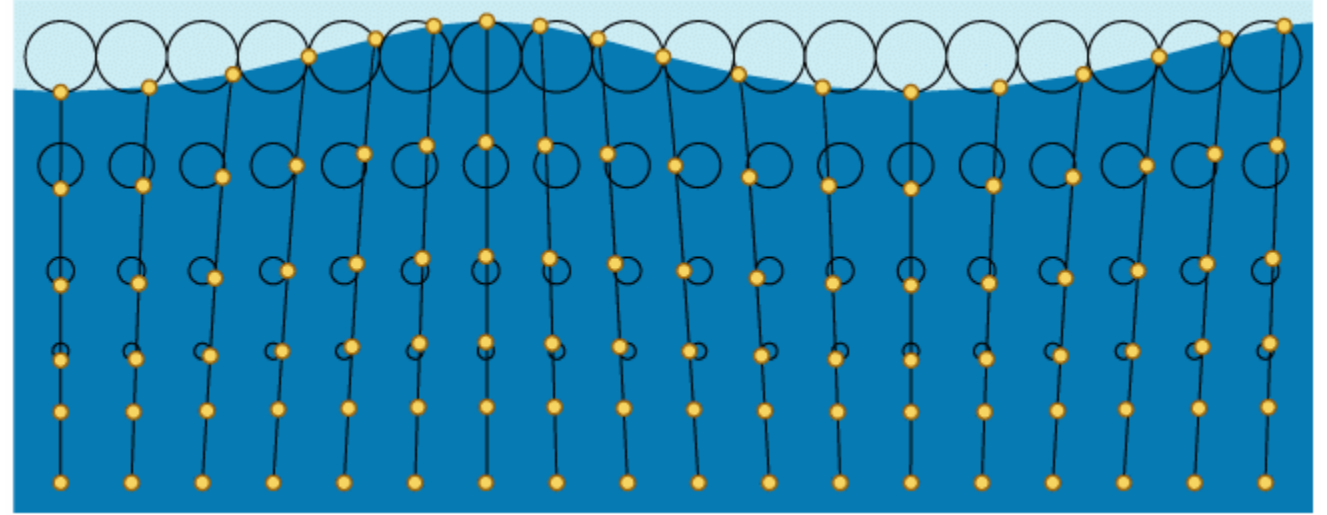
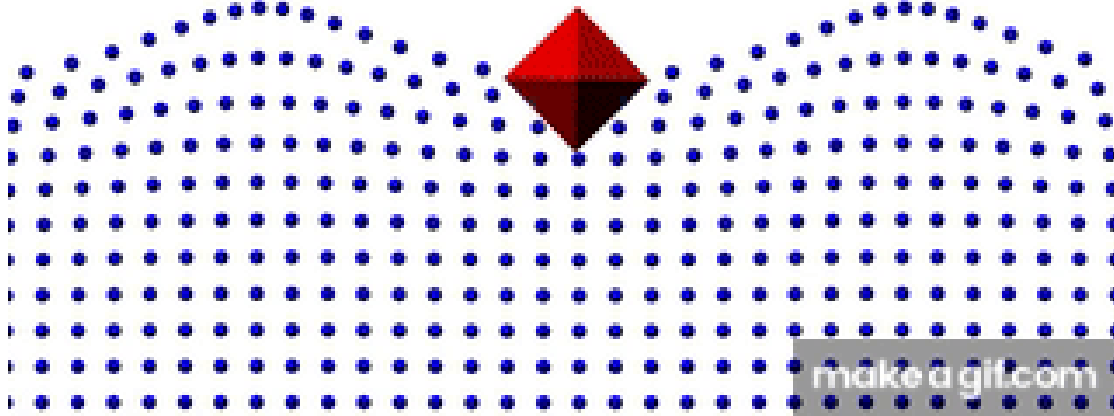


المسافة التي تقطعها موجة ما في وحدة الزمن (ثانية واحدة).

**m/ s**

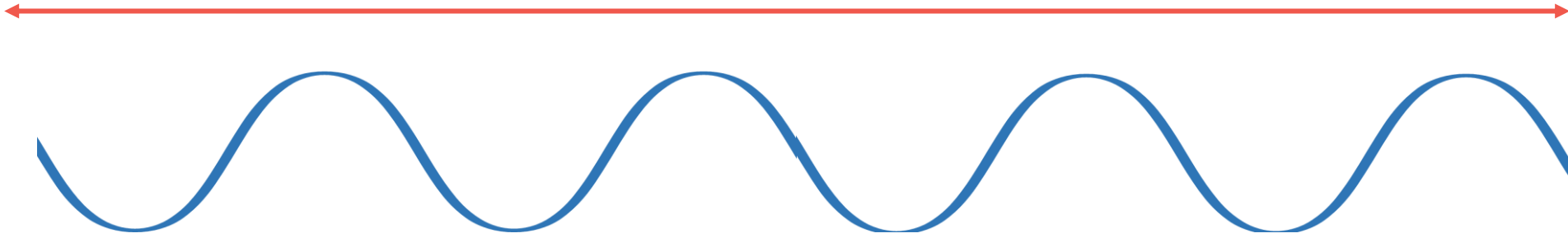
السرعة التي تنتقل بها الطاقة التي تحملها الموجة من مكان إلى آخر.

PHYSICS-ANIMATIONS.COM



تنتقل الموجات الطاقة ولا تنتقل المادة.

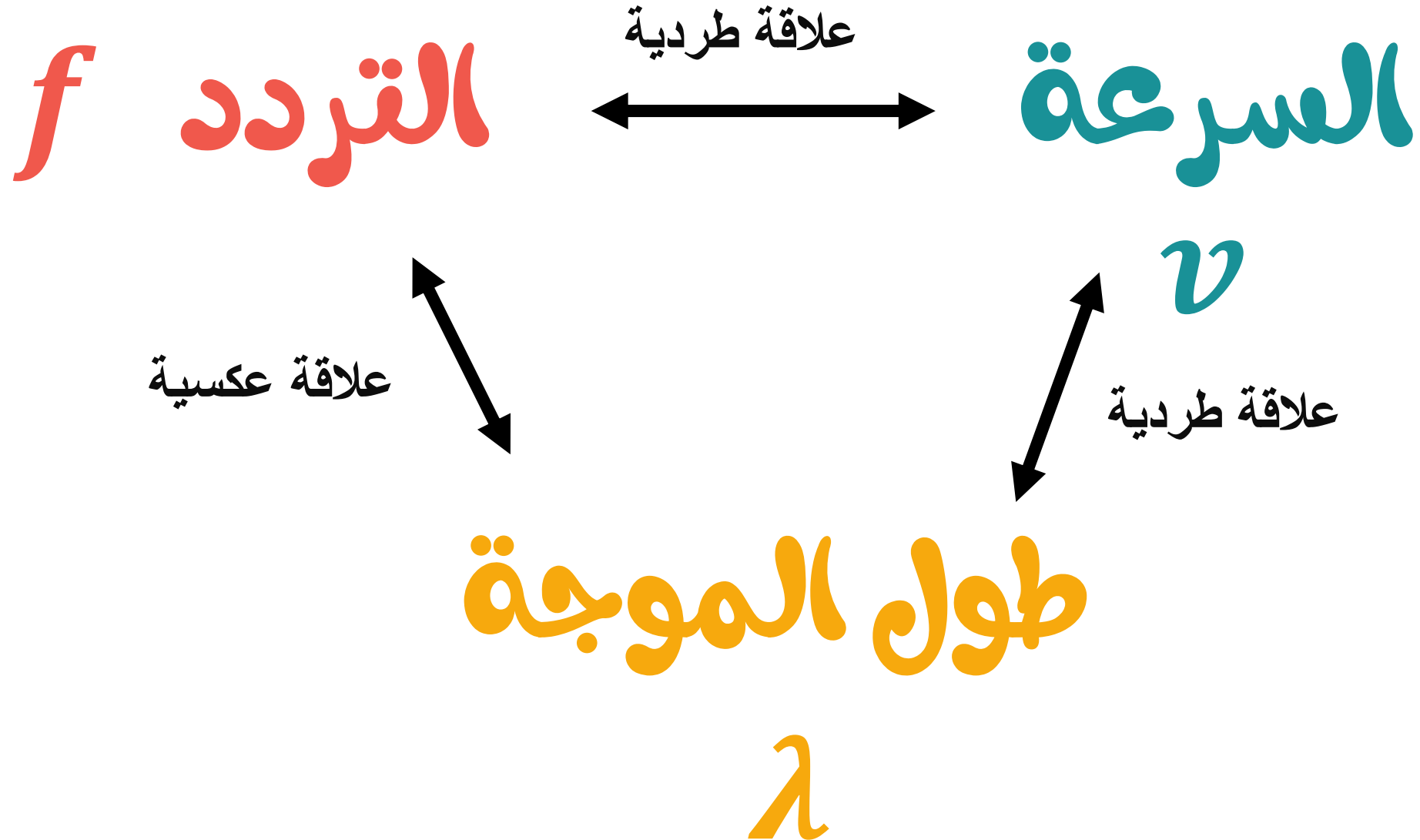
20 متر



قطعت 4 موجات من أمواج البحر مسافة 20 متر، فإذا علمت أن بين كل قمتين متتاليتين زمن ثانيتين فكم تبلغ سرعة الأمواج؟

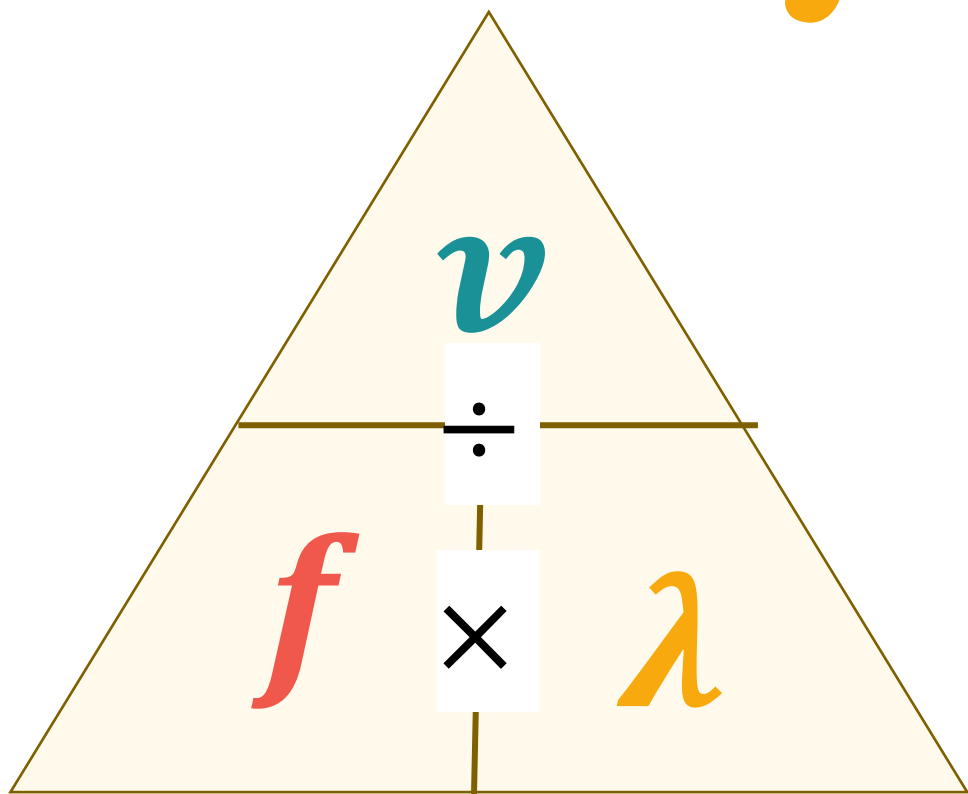
$$\text{الطول الموجي الواحد } (\lambda) = \frac{\text{طول الـ 4 موجات}}{4} = \frac{20 \text{ متر}}{4} = 5 \text{ متر}$$

$$\text{سرعة الموجة} = \frac{\text{طول الموجة}}{\text{الزمن بين قمتين}} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ متر / ثانية}$$





السرعة = التردد × طول الموجة



$$v = f \times \lambda$$

m/s

Hz

m

مثال 1: موجة طولها الموجي 5 متر إذا كان ترددها 3 Hz فكم تبلغ سرعتها؟

$$v = f \times \lambda$$

$$v = 3 \times 5 = 15 \text{ m/s}$$

مثال 2: موجة طولها الموجي 6 cm إذا كان ترددها 2 Hz فكم تبلغ سرعتها؟

$$v = f \times \lambda$$

$$v = 2 \times 0.06 = 0.12 \text{ m/s}$$

↓  
0.06 m

مثال 3: موجة طولها الموجي 5 متر تسير بسرعة 3 m/s، كم يبلغ ترددها؟

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3}{5} = 0.6 \text{ Hz}$$

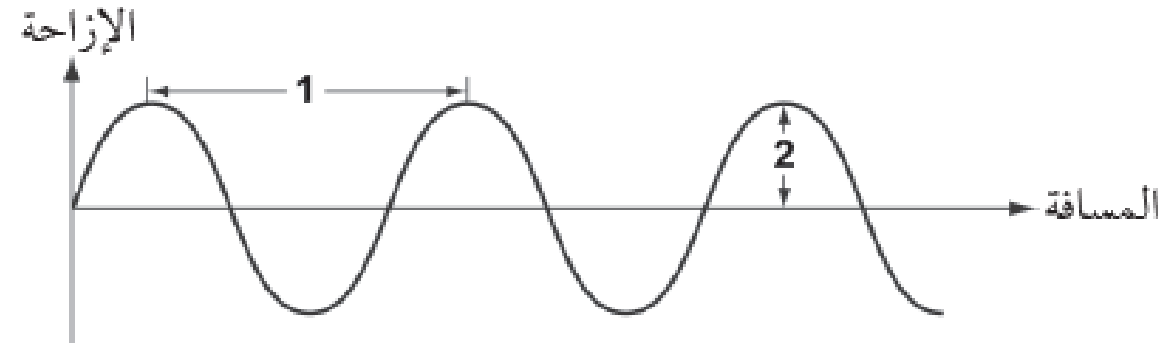
مثال 4: موجة تسير بسرعة 5 m/s، ترددها 10 Hz، كم يبلغ الطول الموجي لها؟

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ m}$$

## تمرين ١٢-١ وصف الموجات

تنقل الموجة الطاقة من مكان إلى آخر دون نقل للمادة. تتنوع الموجات بين صوتية، وضوئية، ومائية. ولكن جميعها تشترك في خصائص معينة.

أ يُمثل التمثيل البياني أدناه موجة.



يوضح المحور الصادي مدى إزاحة الموجة عن مستواها غير المضطرب.

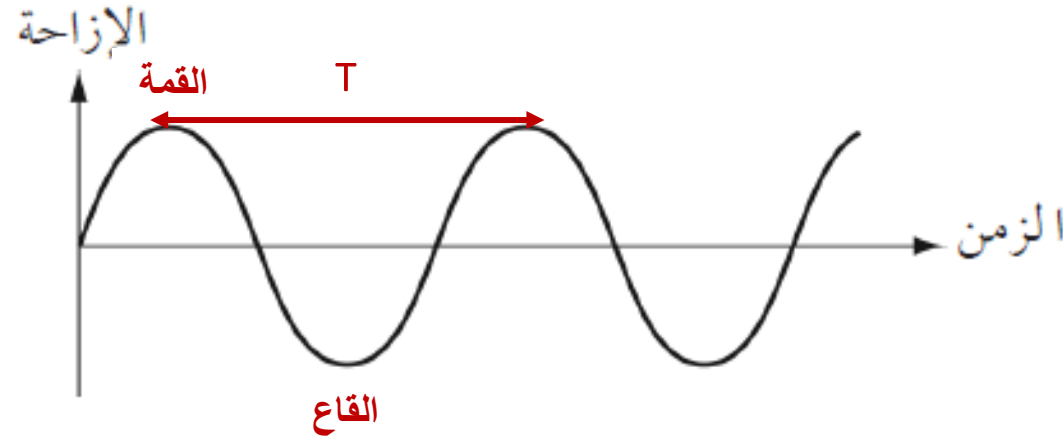
١. ما الكمية الفيزيائية التي يشير إليها السهم الأفقي 1؟ .. **الطول الموجي**

٢. ما الرمز المُستخدم لهذه الكمية الفيزيائية؟ ...  **$\lambda$**

٣. ما وحدة قياسها؟ .... **المتر**

٤. ما الكمية الفيزيائية التي يُشير إليها السهم الرأسي 2؟ .... **السعة**

ب يُمثّل التمثيل البياني موجة. يتضمّن هذا التمثيل البياني الزمن  $t$  على المحور السيني.



١. أضف إلى التمثيل البياني، (القمة) و (القاع) في الأماكن الصحيحة.

٢. حدّد على التمثيل البياني الزمن الذي يُمثّل زمن اهتزازة واحدة كاملة للموجة ( $T$ ).

٣. إذا كان زمن اهتزازة واحدة كاملة لهذه الموجة  $0.002\text{ s}$ ، فاحسب ترددها بالوحدة الدولية للوحدات SI.

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

$$f = \frac{1}{0.002}$$

$$f = 500\text{ Hz}$$

ج يمكن وصف الموجات بأنها مستعرضة أو طولية.

الموجات  
المستعرضة

١. في أي نوع من الموجات تكون الاهتزازات عمودية على الاتجاه الذي تنتقل فيه الموجة؟ ...

٢. ضمن أي نوع من الموجات تكون الموجة الصوتية؟ .... الموجات الطولية

٣. ضمن أي نوع من الموجات تكون الموجة الضوئية؟ .... الموجات المستعرضة

٤. لديك زنبرك طويل مشدود أمامك على طاولة طويلة، ويُمسك زميلك بالطرف البعيد للزنبرك كي لا يتحرك. كيف تُحرّك الطرف الآخر للزنبرك لتكوين موجة مستعرضة؟ .....

..... أحركه لأعلى وإلى أسفل

٥. كيف تُحرّك الطرف الآخر للزنبرك لإنتاج موجة طولية؟ .....

..... أدفعه للأمام

## تمرين ١٢-٢ سرعة الموجات

سرعة الموجة هي المسافة التي تقطعها موجة ما في وحدة الزمن. ترتبط سرعة الموجة مع ترددها وطول موجتها بالمعادلة  $v = f\lambda$ . ستختبر هذه الأسئلة فهمك لهذه المعادلة.

أ أكمل الجدول ١-١٢ لتوضيح الكميات المرتبطة بالمعادلة  $v = f\lambda$  ووحدات قياسها.

الرمز	الكمية	وحدة قياسها في النظام الدولي للوحدات (SI)
$v$	السرعة	m/s
$f$	التردد	Hz
$\lambda$	الطول الموجي	m

الجدول ١-١٢



ب موجة صوتية مُعيَّنة لها تردُّد 100 Hz .

١ . كم عدد الموجات التي تعبر نقطة ما في 1 s ؟ 100 .....

٢ . إذا كان طول كل موجة 3.3 m ، فما الطول الإجمالي للموجات التي تعبر النقطة في 1 s ؟ 330 m .  
وكم تبلغ سرعة هذه الموجة الصوتية ؟

طريقة أخرى للحل (المسافة / الزمن)

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

$$v = \frac{330}{1}$$

$$v = 330 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda \times f$$

$$v = 3.3 \times 100$$

$$v = 330 \text{ m/s}$$

ج تحدث الموجات الزلزالية بسبب الهزّات الأرضية، وتنتقل من المنطقة التي ضربها الزلزال، ويمكن اكتشافها في جميع أنحاء العالم. تمتلك هذه الموجات ترددات مُنخفضة.

١. تنتقل موجة زلزالية مُعيّنة عبر الجرانيت بسرعة 5000 m/s وتردد 8 Hz، احسب طول هذه الموجة.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{5000}{8}$$

$$\lambda = 625 \text{ m}$$

٢. إذا اكتُشفت الموجة بعد 12.5 دقيقة من حدوث الهزّة الأرضية، فكم تبلغ المسافة التقديرية من الكاشف إلى موقع الهزّة؟

المعطيات:

$$d = v \times t$$

$$t = 12.5 \times 60 = 750 \text{ s}$$

$$d = 5000 \times 750$$

$$v = 5000 \text{ m/s}$$

$$d = 3,750,000 \text{ m}$$

٣. لماذا ستكون إجابتك مجرد تقدير؟

... قد تختلف سرعة الموجة لأنها تستطيع أن تنتقل عبر مواد مختلفة خال ذلك الوقت.

د ١. ينتقل الضوء بسرعة  $3 \times 10^8$  m/s، إذا كان طول موجة الضوء الأحمر  $7 \times 10^{-7}$  m، فاحسب تردد هذا الضوء.

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{3 \times 10^8}{7 \times 10^{-7}}$$

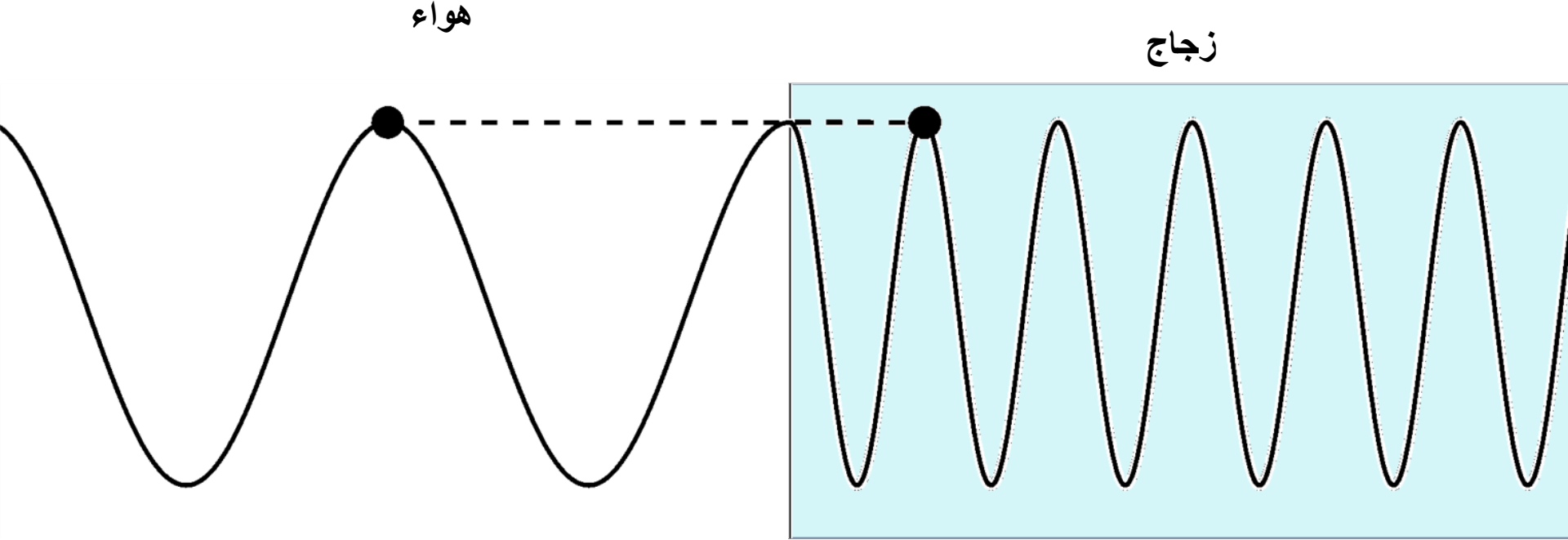
$$f = 4.28 \text{ Hz}$$

٢. تنتقل الأشعة تحت الحمراء بنفس سرعة الضوء، لكن ترددها أقل من تردد الضوء الأحمر. هل يكون طول

موجة الأشعة تحت الحمراء أكبر أم أصغر من طول موجة الضوء الأحمر؟ ..... أكبر

ماذا يحدث للموجة عندما  
تنتقل بين وسطين مختلفين؟

أين تكون سرعة الضوء أكبر؟



$v$

سرعة أكبر

$\lambda$

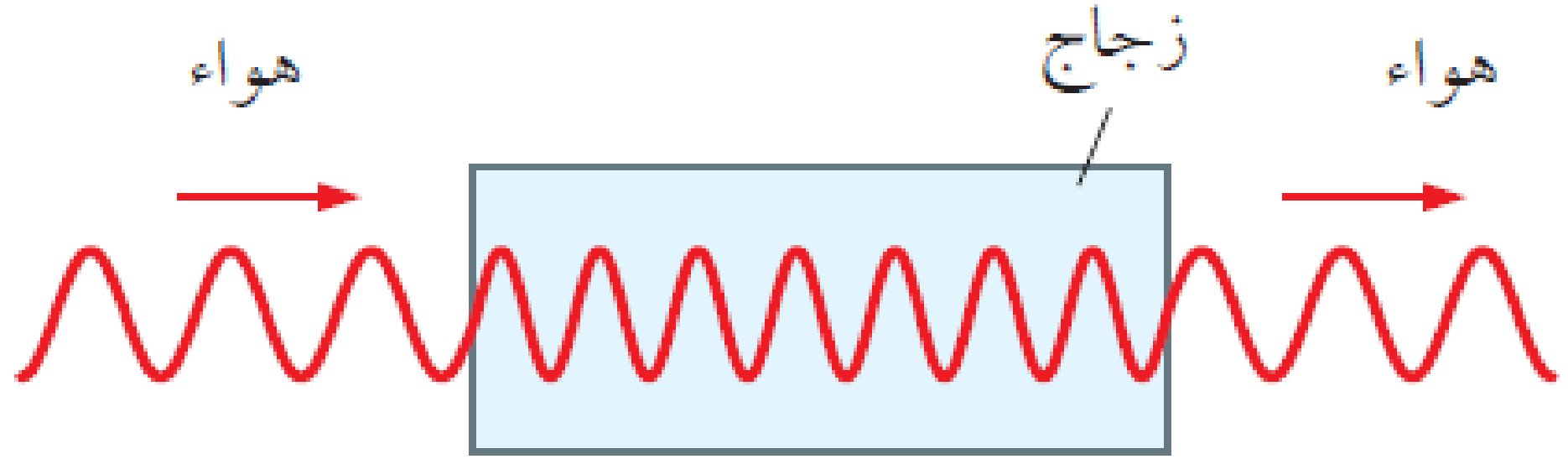
طول موجي كبير

$f$

سرعة أقل

طول موجي صغير

التردد لا يتغير في الوسطين



الشكل ١٢-٦ يتغير طول الموجة للموجات عندما  
تتغير سرعتها، في حين يبقى ترددها ثابتاً

إذا تغير الوسط

تتغير السرعة

يتغير الطول الموجي

لا يتأثر التردد

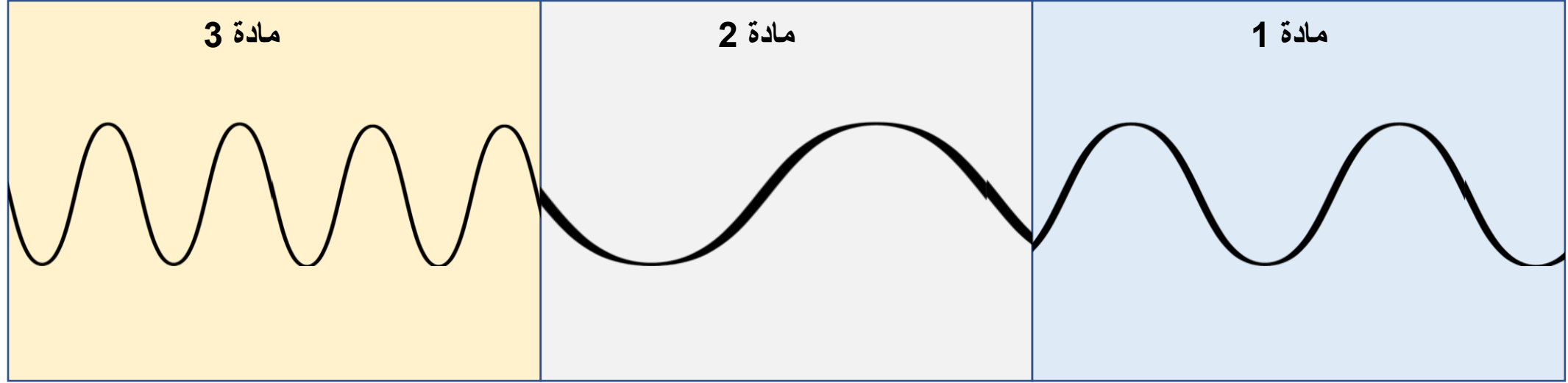
إذا تغير مصدر  
الموجة

يتغير التردد

يتغير الطول الموجي

لا تتأثر السرعة

انتقلت موجة من مصدر ما عبر ثلاث مواد:



أي وسط له أقل طول موجي؟ مادة 3

أي وسط له أكبر سرعة؟ مادة 2

أي وسط له أكبر تردد؟ جميعها نفس التردد لأن المصدر واحد، ولأن التردد لا يتغير بتغير الوسط



$$v = \lambda \times f$$

$$v = 30 \times 10$$

$$v = 300 \text{ m/s}$$

الموجة ذات الطول الموجي 15cm  
لأن له أقل طول موجي

الموجة ذات التردد 90 MHz

أ- يقل

ب- يقل

ب- يبقى ثابتاً

٧-١٢ اكتب معادلة تربط بين سرعة الموجة وترددها وطول موجتها. حدّد وحدات قياس كلّ كمية في النظام الدولي للوحدات (SI).

٨-١٢ إذا عبرت 10 موجات نقطة ما في الثانية، وكان طول موجتها (30 m)، فكم تبلغ سرعتها؟

٩-١٢ تنتقل جميع الموجات الصوتية بالسرعة نفسها في الهواء. أيهما ترددها أعلى: موجة صوتية طول موجتها (15.0 cm) أم موجة صوتية طول موجتها (1.0 m)؟

١٠-١٢ أيّ موجة راديو لها أطول طول موجة في الهواء: التي يبلغ ترددها (90 MHz) أم التي يبلغ ترددها (100 MHz)؟

١١-١٢ يتباطأ الضوء عندما ينتقل من الهواء إلى الماء.

أ. ماذا يحدث لسرعة الضوء؟

ب. ماذا يحدث لطول موجة الضوء؟

ج. ماذا يحدث لتردد الضوء؟

## ورقة العمل ١٢-١

### السرعة والتردد وطول الموجة

تدرّب على استخدام المُعادلة التي تربط بين سرعة الموجة، وتردّدها، وطولها.

١ راقب أحد الطلاب الموجات المائية في حوض، فلاحظ أن 20 موجة تشغل مسافة 4.8 cm، ما طولها الموجي؟

$$\lambda = \frac{20}{4.8} \quad \dots \quad \lambda = 0.24 \text{ cm}$$

٢ احسب سرعة الصوت في الهواء إذا كان طول موجة الصوت 1.5 m وتردّدها 220 Hz.

$$v = \lambda \times f \quad \dots \quad v = 1.5 \times 220 \quad \dots \quad v = 330 \text{ m/s}$$

٣ احسب طول الموجة لموجات صوتية ذات تردّد 480 Hz في الماء، علماً بأن سرعة الصوت في الماء 1500 m/s.

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \dots \quad \lambda = \frac{1500}{480} \quad \dots \quad \lambda = 3.125 \text{ m}$$

٤ عندما تنتقل الموجات إلى المياه الضحلة يقلّ طول موجتها، أما تردُّدها فيبقى ثابتًا.  
أ. هل تزداد سرعة الموجات، أم تقلّ، أم تبقى كما هي؟

### تقل سرعتها

ب. عندما تنتقل موجات الضوء من الهواء إلى الزجاج تنخفض سرعتها ويبقى تردُّدها ثابتًا. هل يزداد طول موجتها، أم يقلّ، أم يبقى كما هو؟

### يقل طولها الموجي

ج. ماذا يحدث لكل من سرعة موجات الضوء، وطول موجتها، وتردُّدها عندما تنتقل من الزجاج إلى الهواء؟

تزداد سرعة الموجات  
ويزداد الطول الموجي  
ويبقى التردد ثابتا

٥ ينتقل ضوء أحمر، طول موجته  $6.50 \times 10^{-7} \text{ m}$  عبر الهواء حيث تبلغ سرعته  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$   
أ. ما تردده؟

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad f = \frac{3 \times 10^8}{6.50 \times 10^{-7}} \quad f = 4.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

ب. كم سيصبح طول موجته في الزجاج، حيث تبلغ سرعته  $2.1 \times 10^8 \text{ m/s}$ ؟

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \lambda = \frac{2.1 \times 10^8}{4.6 \times 10^{14}} \quad \lambda = 4.55 \times 10^{-7} \text{ m}$$

٦

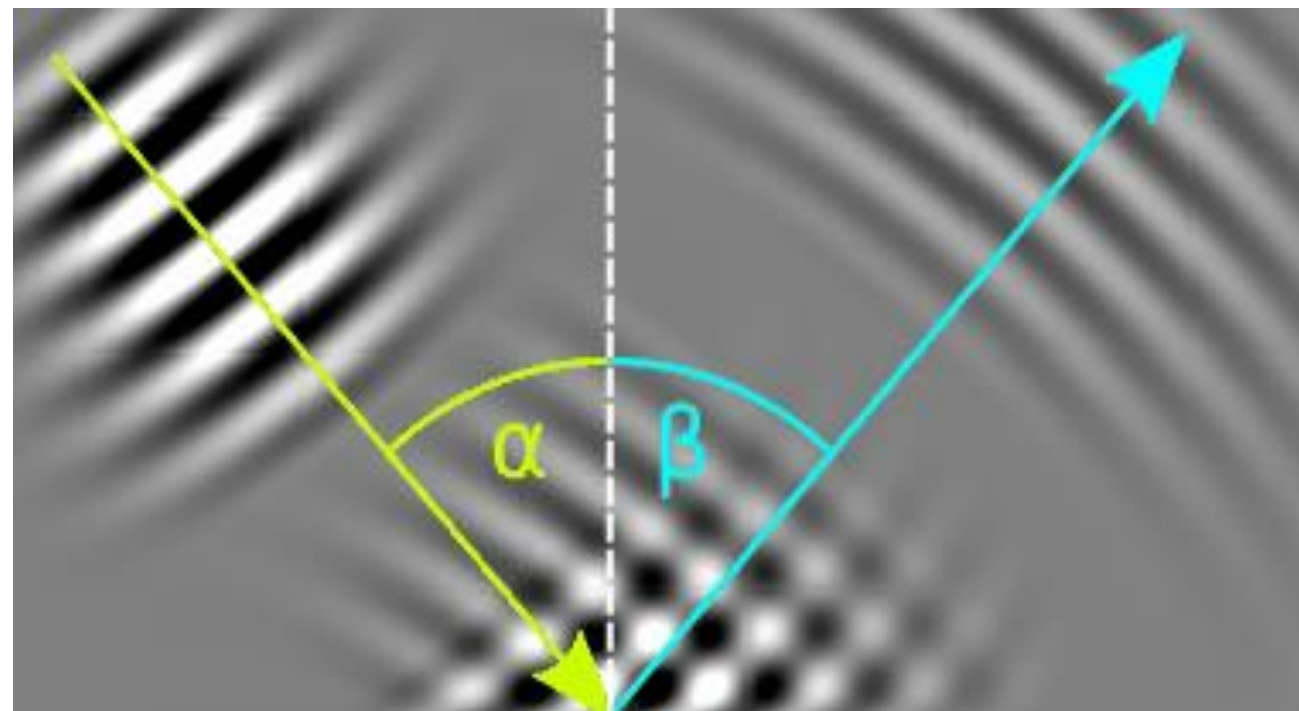
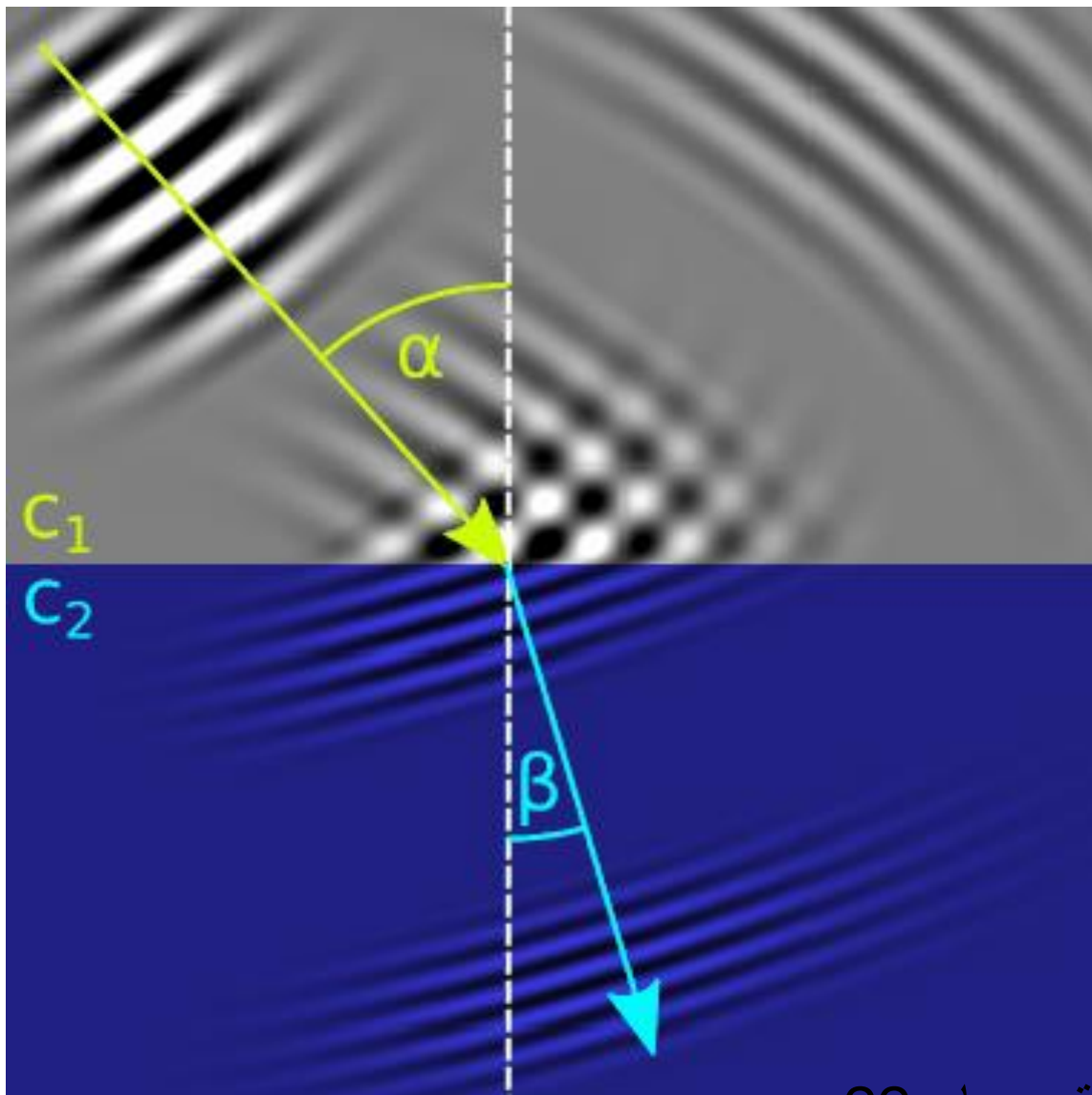
تُستخدم أحياناً الموجات فوق الصوتية لتنظيف القطع الصغيرة من المجوهرات عند غمرها في الماء. ما طول الموجة لهذه الموجات ذات التردد 40 kHz؟ أعطِ إجابتك بالـ cm. (سرعة الموجات فوق الصوتية في الماء = 1500 m/s).

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \dots \quad \lambda = \frac{1500}{40 \times 1000} \quad \dots \quad \lambda = \frac{1500}{40000} \quad \dots \quad \lambda = 0.0375 \text{ m}$$

ضربناه في 1000  
لتحويل من kHz إلى  
Hz

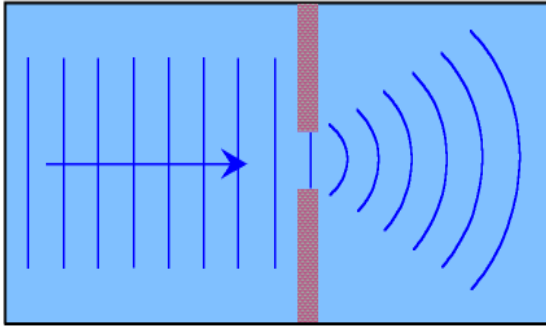
# ظواهر مرتبطة بالموجات

ما اسم الظاهرة التي تعبر عنها كل صورة؟؟

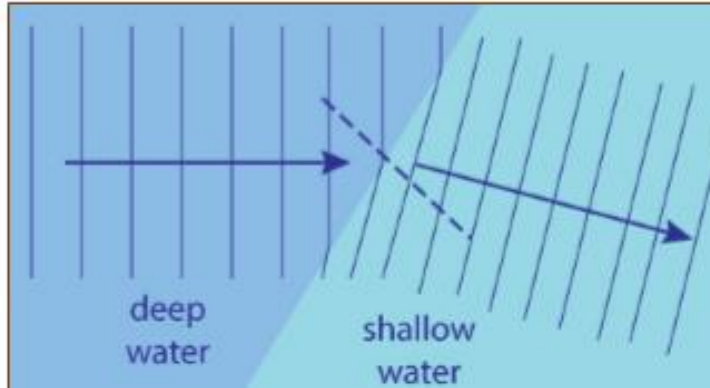


# ظواهر مرتبطة بالموجات

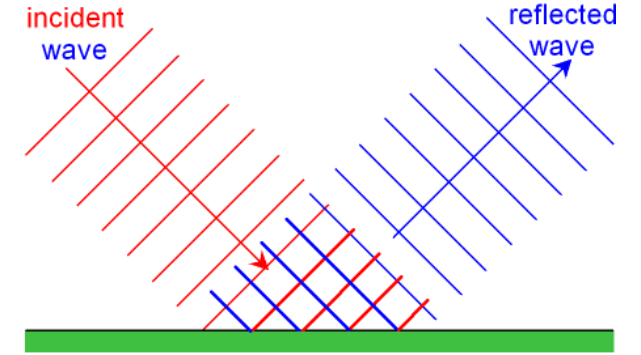
الحيود



الانكسار



الانعكاس





كل خط يدل على قمة موجة

تعرف هذه الخطوط باسم **جبهة الموجة**

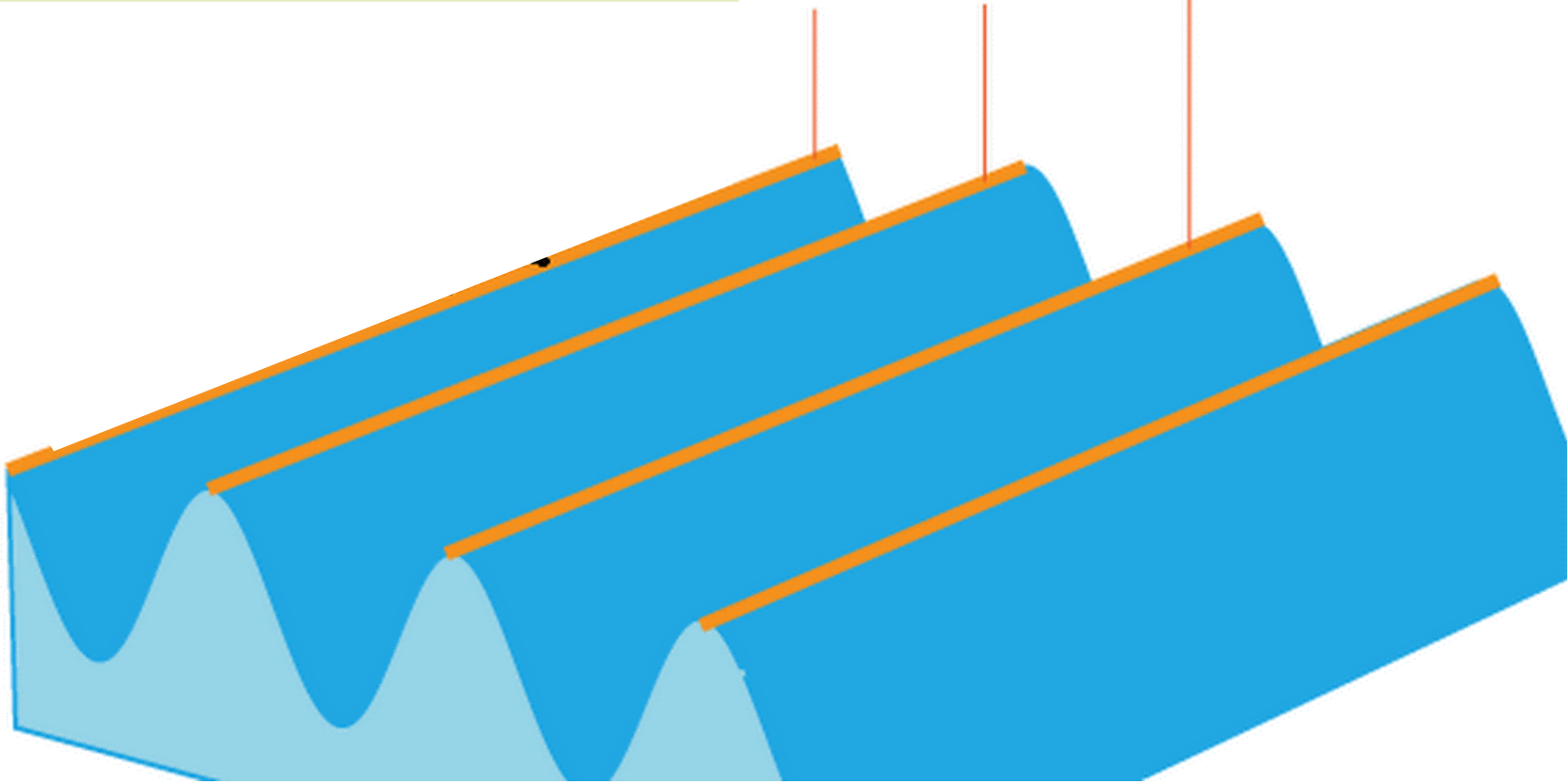
المسافة بين جبتهتي موجتين يعبر عن طول موجي

## مصطلحات علمية



جبهات الموجة Wavefronts: خطّ يربط بين جميع النقاط على قمم الموجات للموجة نفسها.

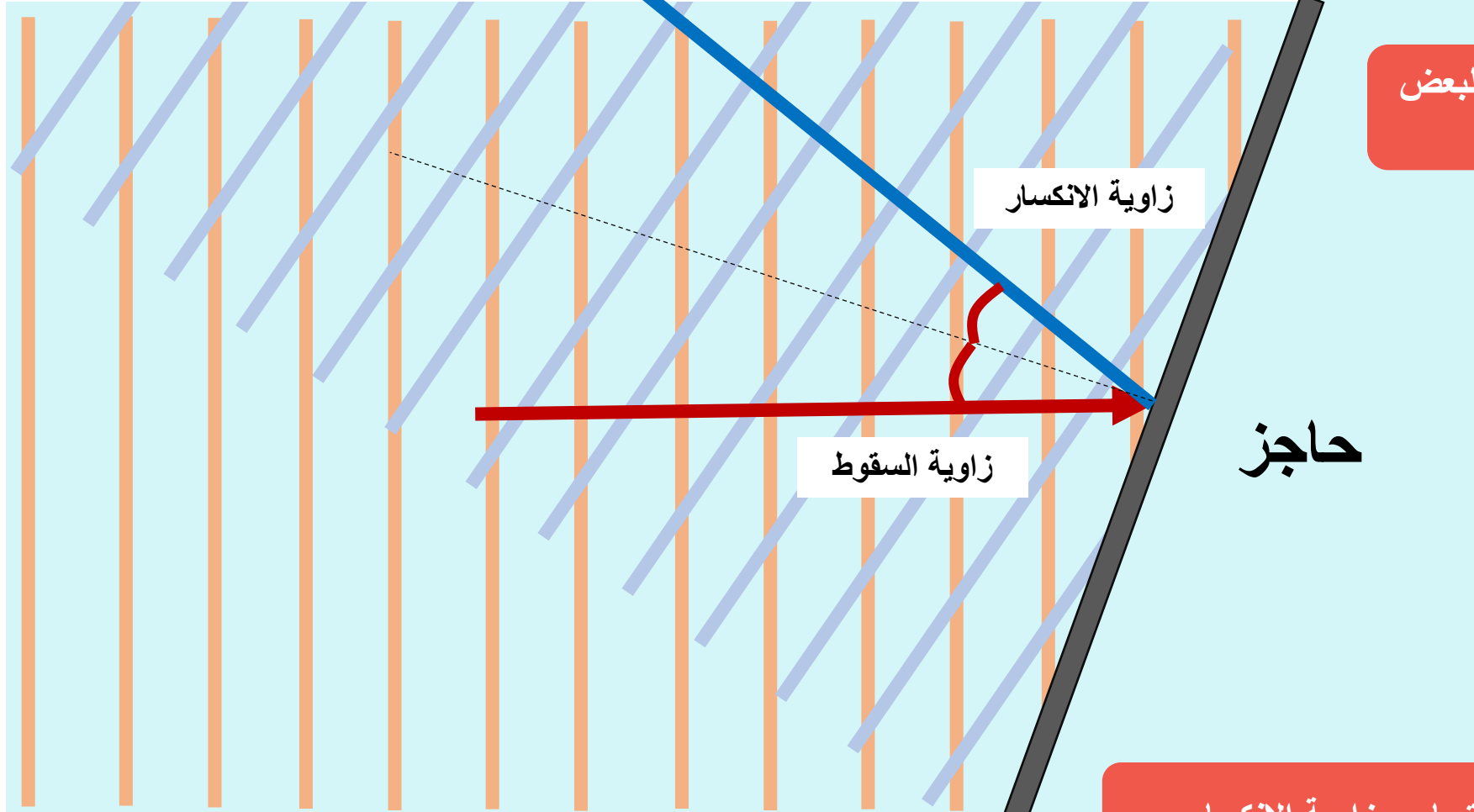
## جبهة الموجة



# الانعكاس

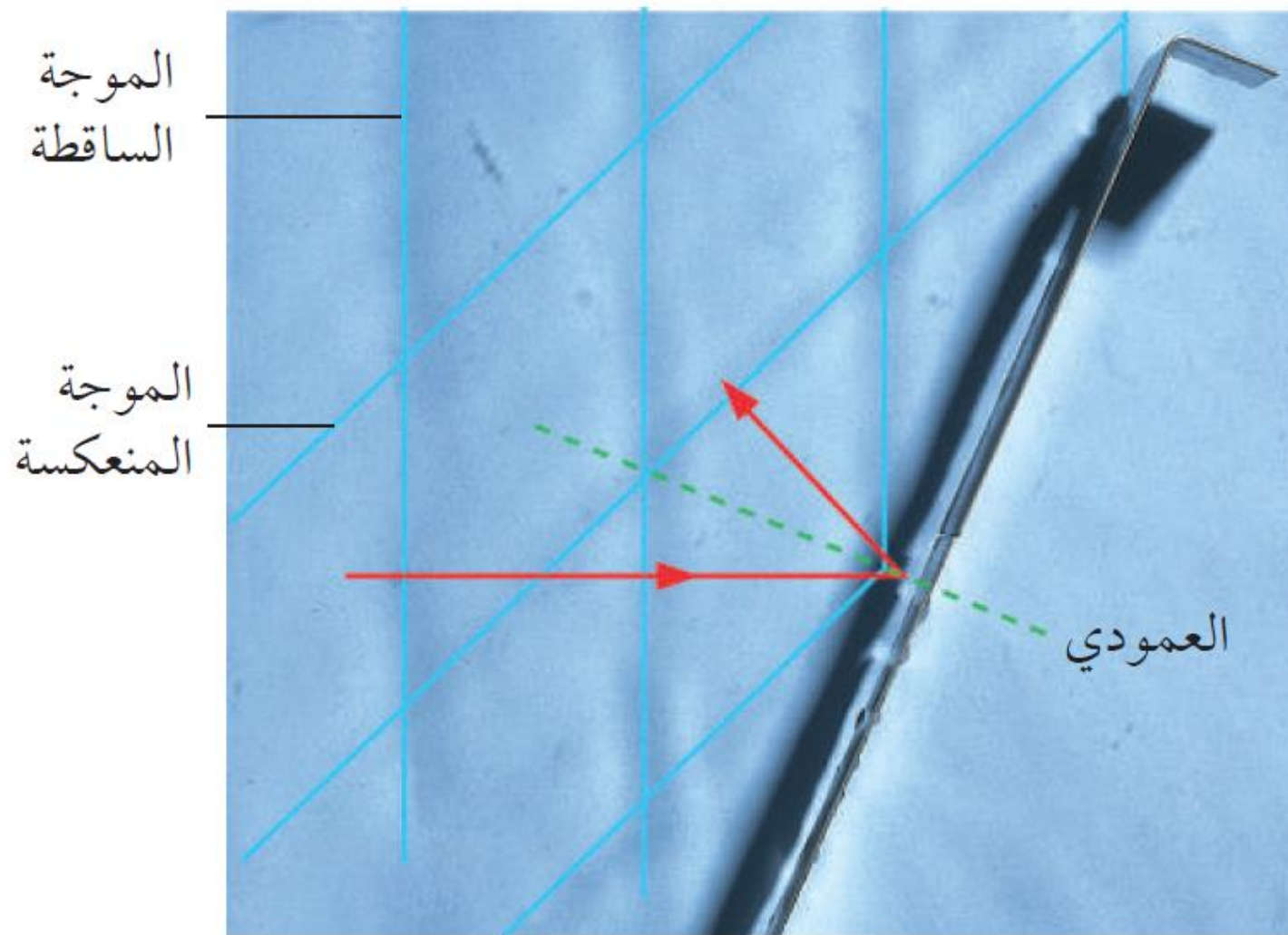
السهم يدل على اتجاه الحركة عمودي على الجبهة

تعبّر الموجات بعضها البعض عندما تتقاطع



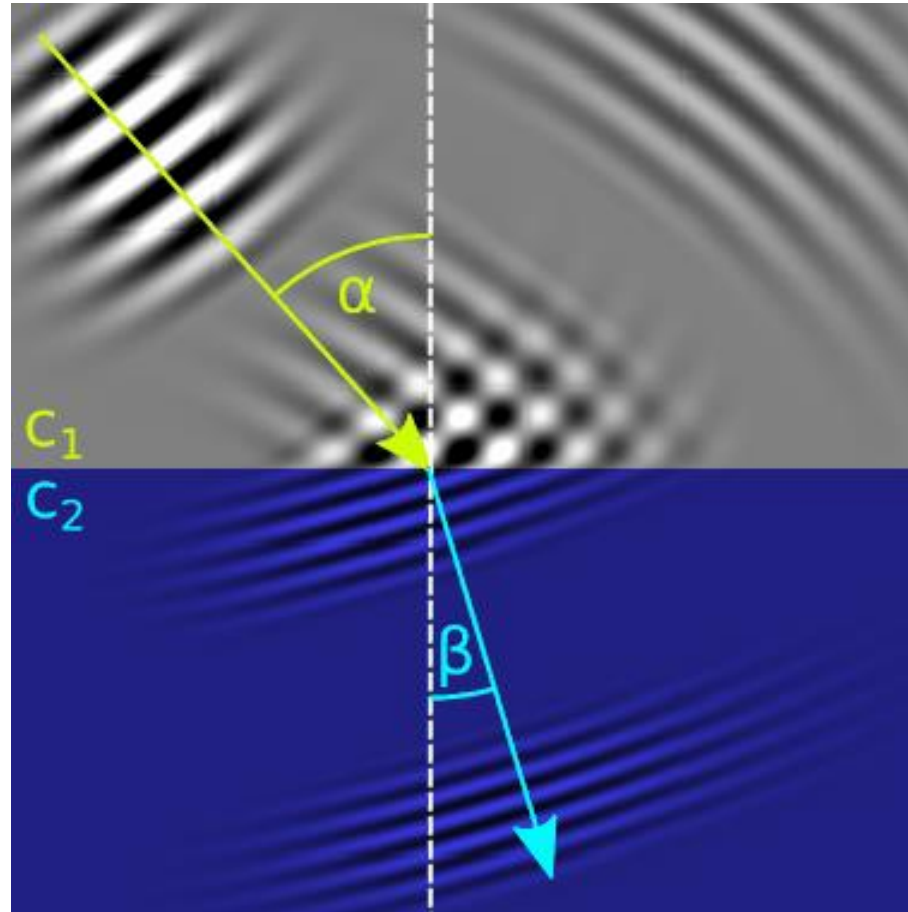
زاوية السقوط تساوي زاوية الانكسار

# الانعكاس



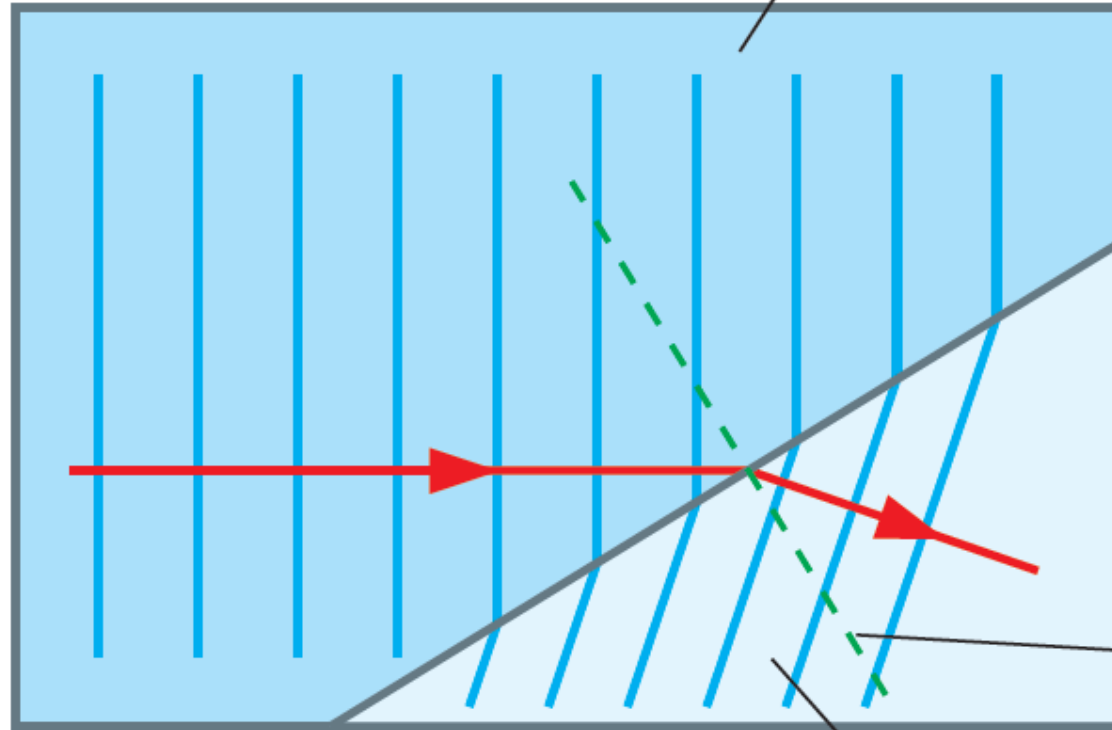
# الانكسار

يحدث الانكسار عندما يتغير سرعة الضوء عند انتقاله من وسط لآخر



# الانكسار

ماء عميق، موجات سريعة

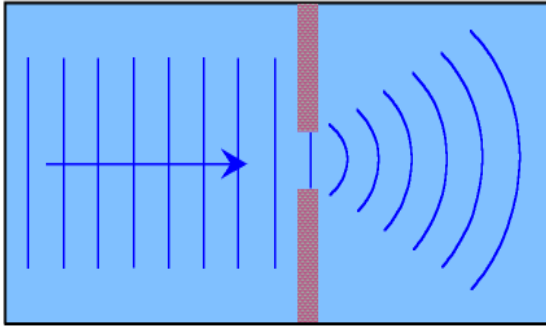


العمودي

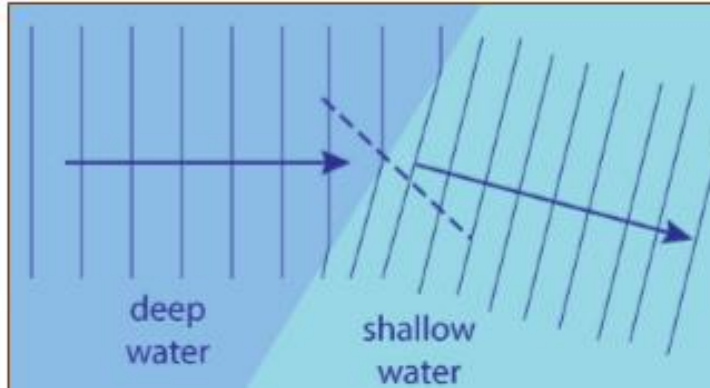
ماء ضحل، موجات بطيئة

# ظواهر مرتبطة بالموجات

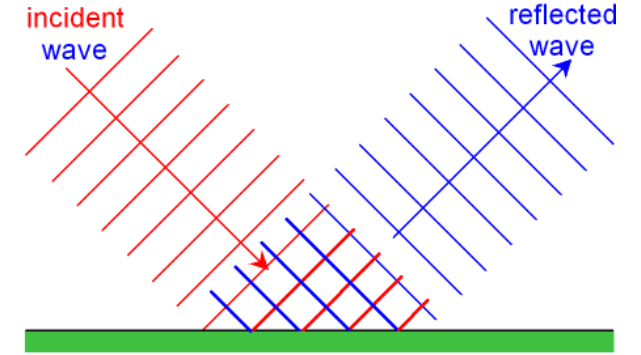
الحيود



الانكسار

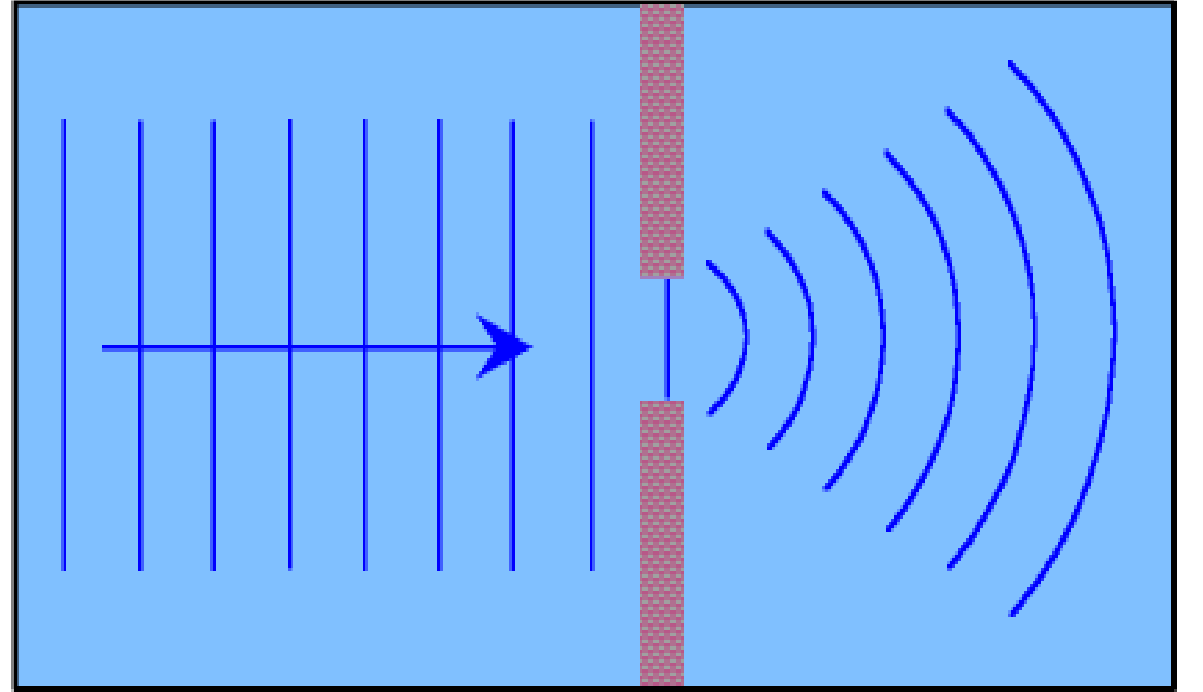
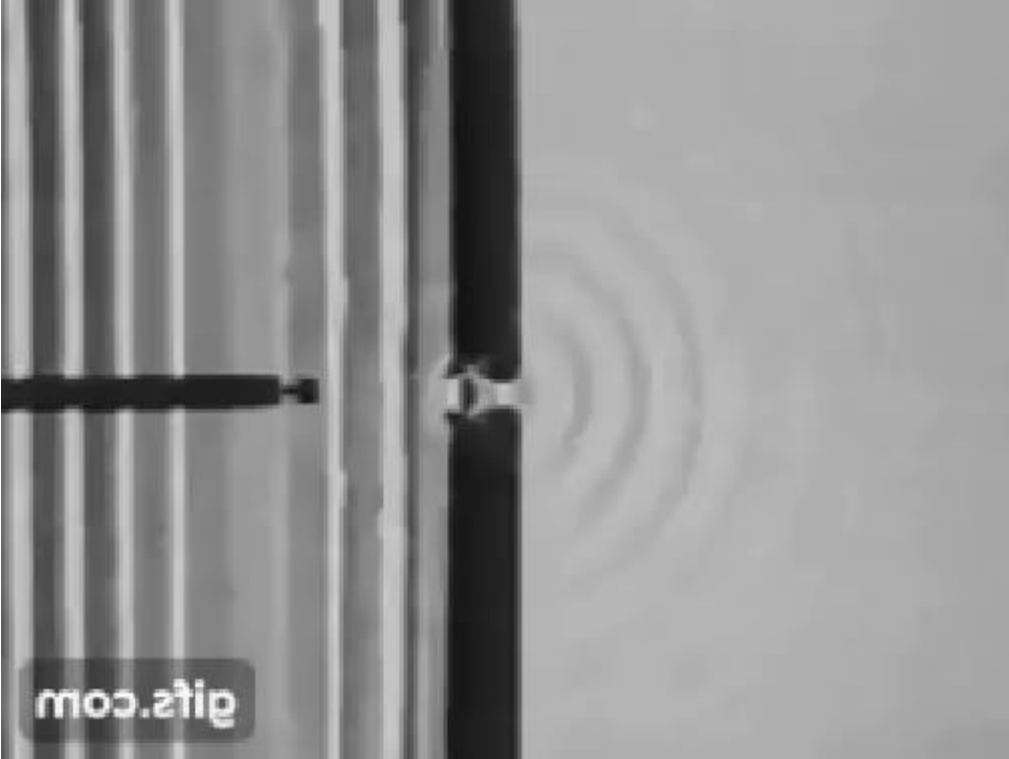


الانعكاس



# الحيود

انحراف الموجات عن اتجاه انتشارها الأصلي عند عبورها فجوة صغيرة أو اصطدامها بحافة حازمة.





# الحيود

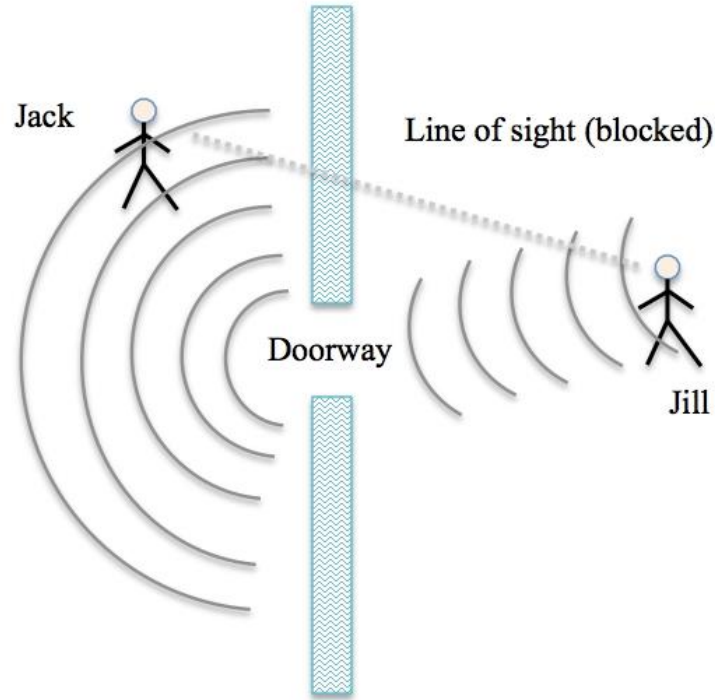
## حيود موجات الضوء

يحدث في فجوات صغيرة جدا

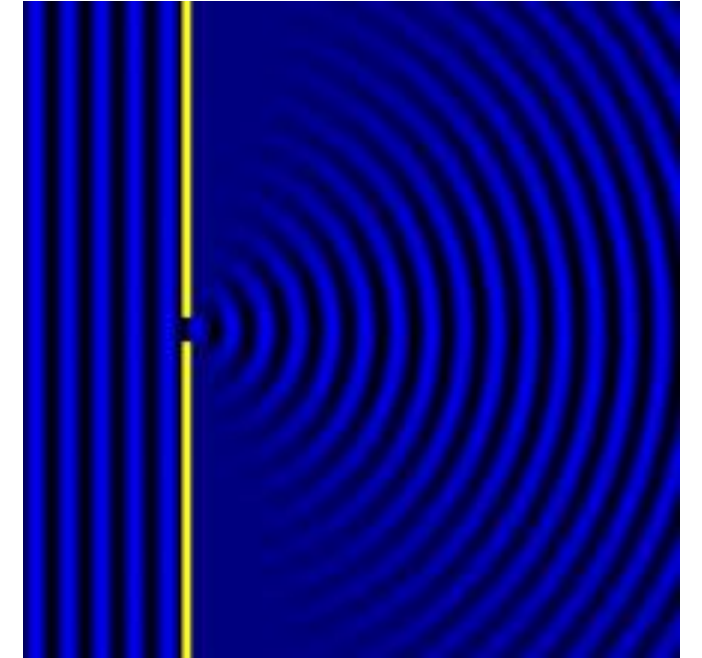


الصورة ١٢-٧ يحدد ضوء الشمس أثناء عبوره الهواء الضبابي (الممتلئ بقطرات صغيرة من الماء)، فترسم حوله هالة من الضوء

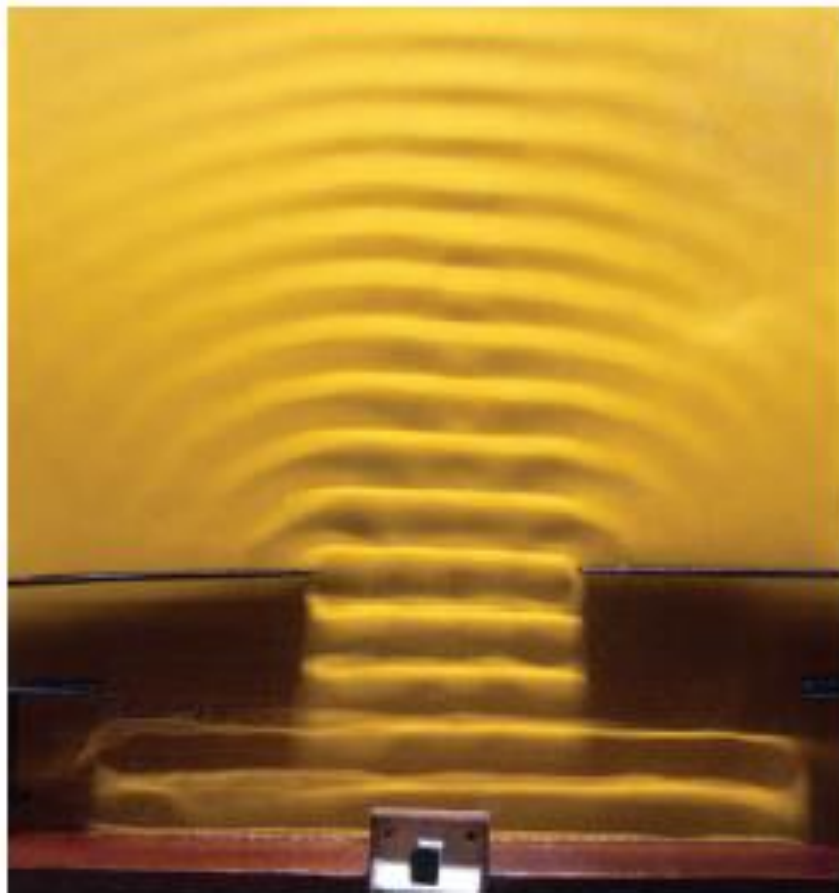
## حيود موجات الصوت



## حيود موجات الماء



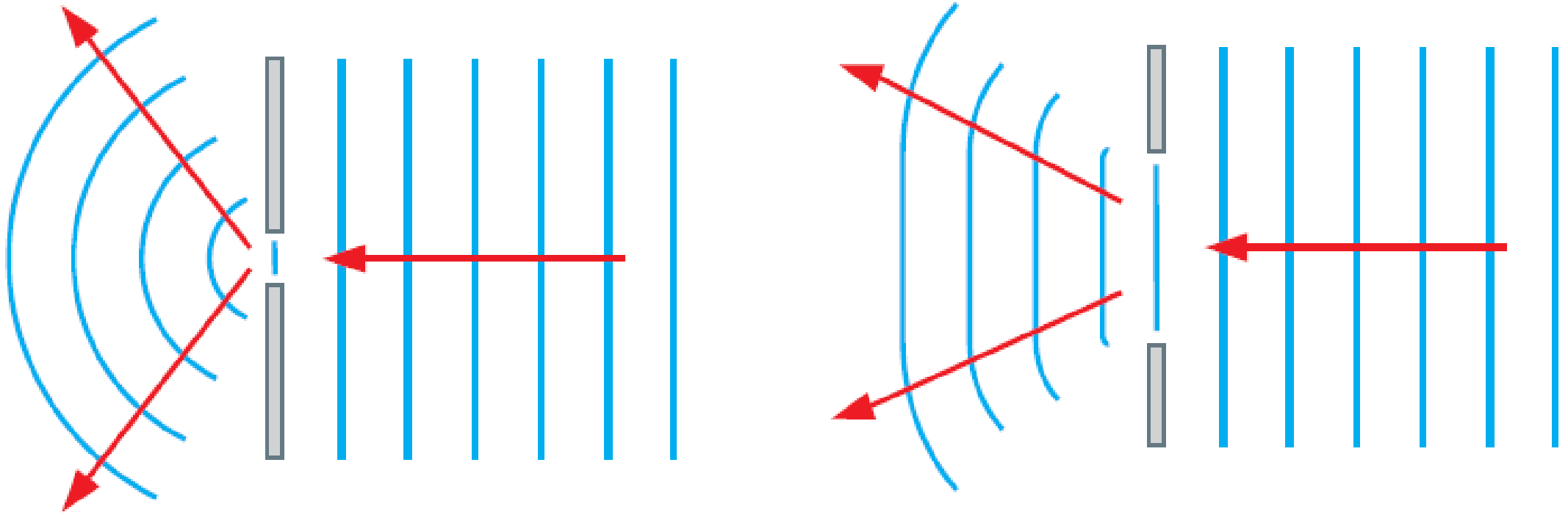
# اكتشف الفرق بين الصورتين



فتحة كبيرة  
حيود أصغر



فتحة صغيرة  
حيود أكبر



يكون تأثير الحيود أكبر عندما يكون عرض الفجوة مساوي لطول الموجة أو أقل منها.

الموجات الضوئية لها أطوال موجية قصيرة جدا  
أقل من جزء مليون من المتر

الموجات الصوتية تتراوح أطوالها الموجية بين  
10 ملم – 10 متر

لماذا تحيد موجات الصوت عبر الأبواب ولا يحيد الضوء؟

الموجات الصوتية لها طول موجي أكبر من الضوء، فيمكن ملاحظة موجات الصوت في الفجوات الكبيرة أما الضوء يظهر حيودها في الفجوات الصغيرة جداً.

## تمرين ١٢-٣ ظواهر تخضع لها الموجات

نستخدم في الفيزياء نموذج الموجات المائية؛ لأنه يفسر كثيرًا من الظواهر المرتبطة بموجات الضوء، والصوت، وأنواع أخرى من الموجات.

أ أكمل الجدول ١٢-٢ لتوضيح الظواهر التي تخضع لها الموجات.

الوصف	اسم الظاهرة
ترتدّ الموجة عن سطح ما	الانعكاس
تغيّر الموجة اتجاه انتقالها بسبب تغيّر سرعتها	الانكسار
تنحرف الموجة بعد مرورها بفجوة ما	الحيود

الجدول ١٢-٢

ب يوضّح المخطط أدناه موجات ضوئية تنتقل عبر مادّتين مختلفتين: 1 و 2.

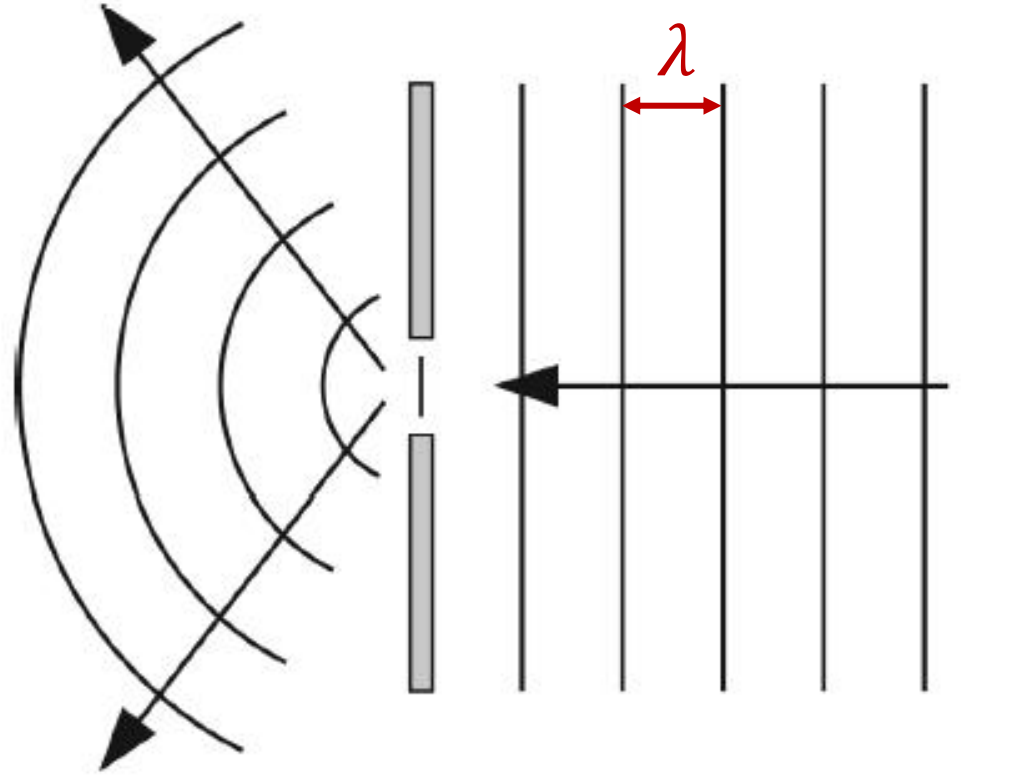


أكمل الجدول ١٢-٣ لتوضّح كيف تتغيّر سرعة الموجة وطولها، وتردّدُها عند انتقالها من المادة 1 إلى المادة 2.

الكمية	تزداد، أم تقل، أم تبقى كما هي؟
سرعة الموجة	تقل
طول الموجة	يقل
التردد	يبقى ثابتاً

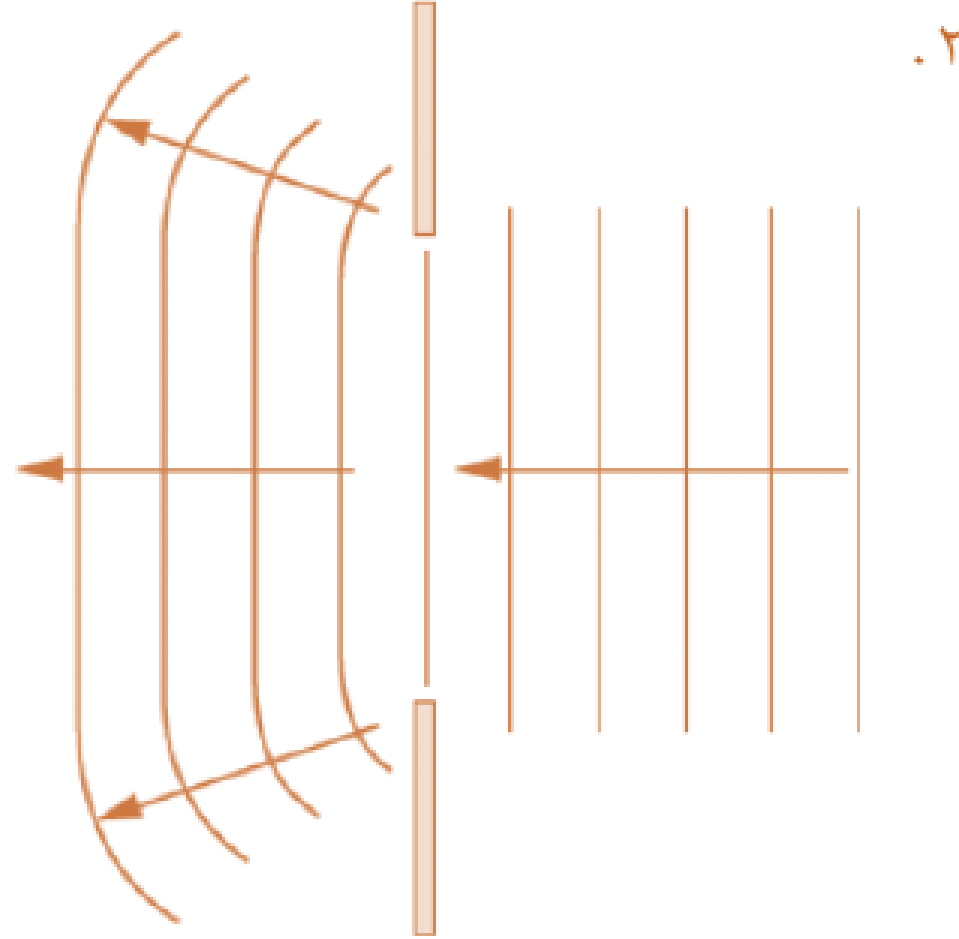
الجدول ١٢-٣

ج. يوضح الرسم التوضيحي أدناه جبهات موجة تمرّ عبر فجوة.



١. حدّد على الرسم التوضيحي طول الموجة للموجات، ثم اكتب رمز طول الموجة على المنطقة التي حدّدتها.

٢. ارسم في الفراغ أدناه مخططًا مُشابهًا، لتوضّح مرور الموجات التي لها نفس طول الموجة السابق عند مرورها عبر فجوة أوسع.



## أسئلة نهاية الوحدة

١ أكمل الجملة الآتية باستخدام المفردات المناسبة.

تتقل جميع الموجات .. **الطاقة** .. دون نقل **المادة**

٢ هناك نوعان مختلفان من الموجات، هما: الموجات المستعرضة والموجات الطولية.

أ. ١. ما المقصود بالموجة المستعرضة؟ **الاهتزازات عمودية على اتجاه انتقال الموجة أو الطاقة.**

٢. أعط مثالاً واحداً على موجة مستعرضة. **موجات الضوء / الموجات الكهرومغناطيسية / موجات الماء**

ب. ١. ما المقصود بالموجة الطولية؟ **الاهتزازات الموازية لاتّجاه انتقال الموجة أو الطاقة.**

٢. أعط مثالاً واحداً على موجة طولية. **موجات الصوت**

ج. تمّ شدّ زنبرك طويل على الأرضية. رُبط أحد طرفي الزنبرك بجدار في حين أمسك طالب الطرف

الآخر منه. صِف باستخدام مخطط بسيط، ما يجب على الطالب فعله لتكوين:

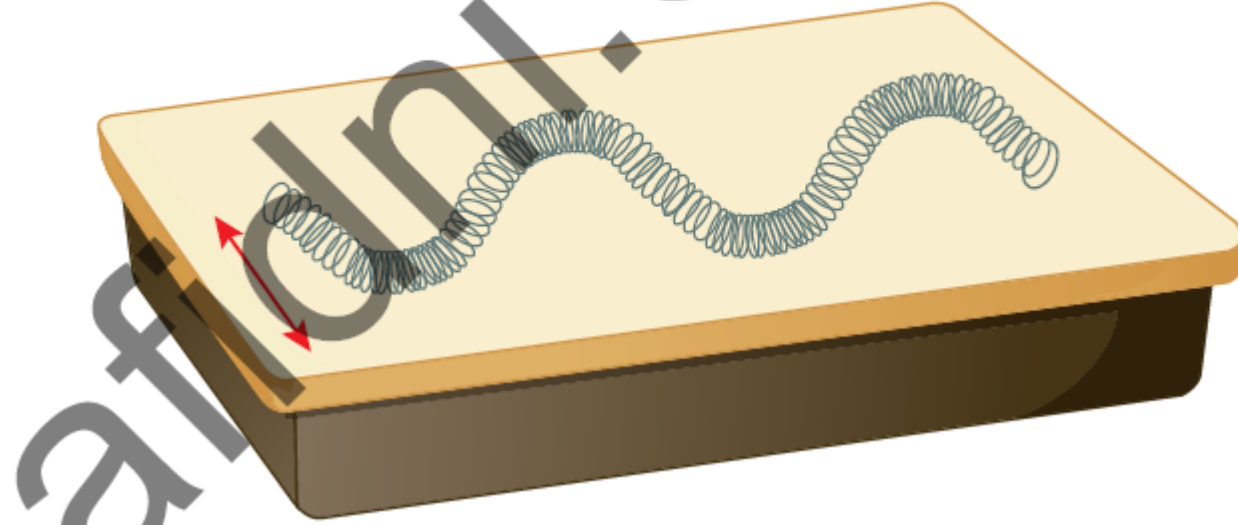
١. موجة مستعرضة في الزنبرك.

٢. موجة طولية في الزنبرك.

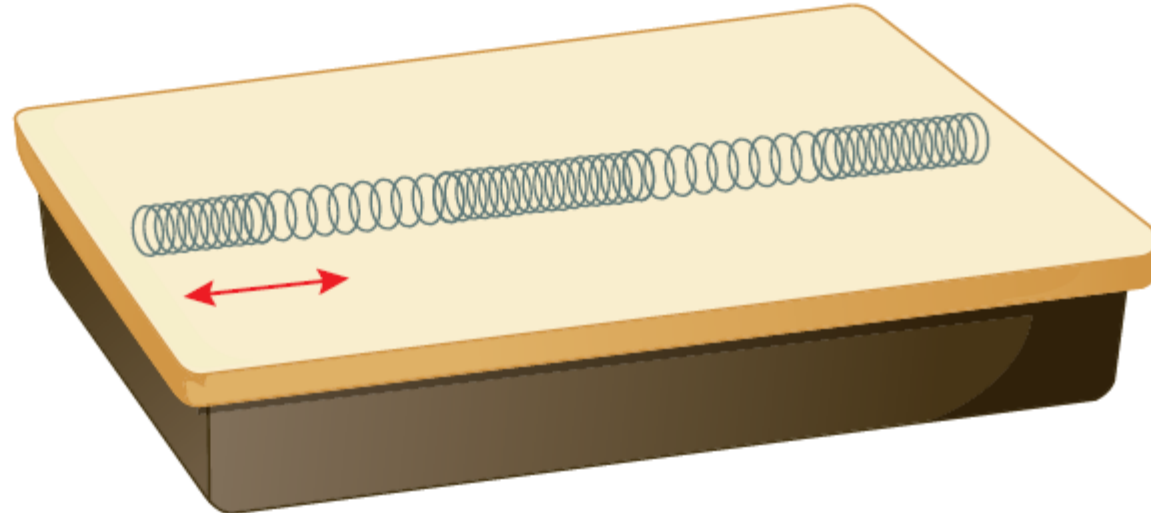


ج. يجب أن تبين المخططات:

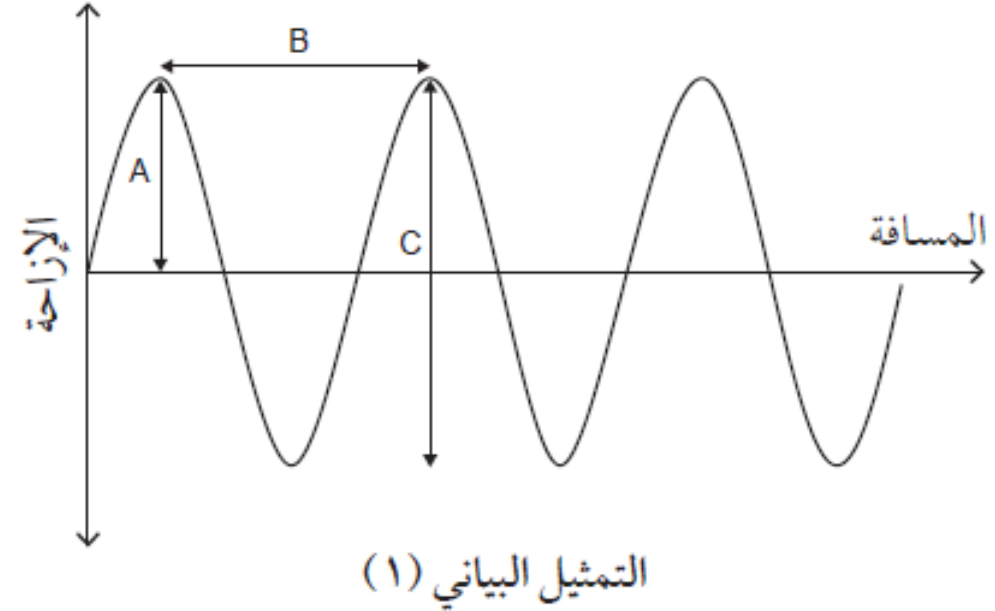
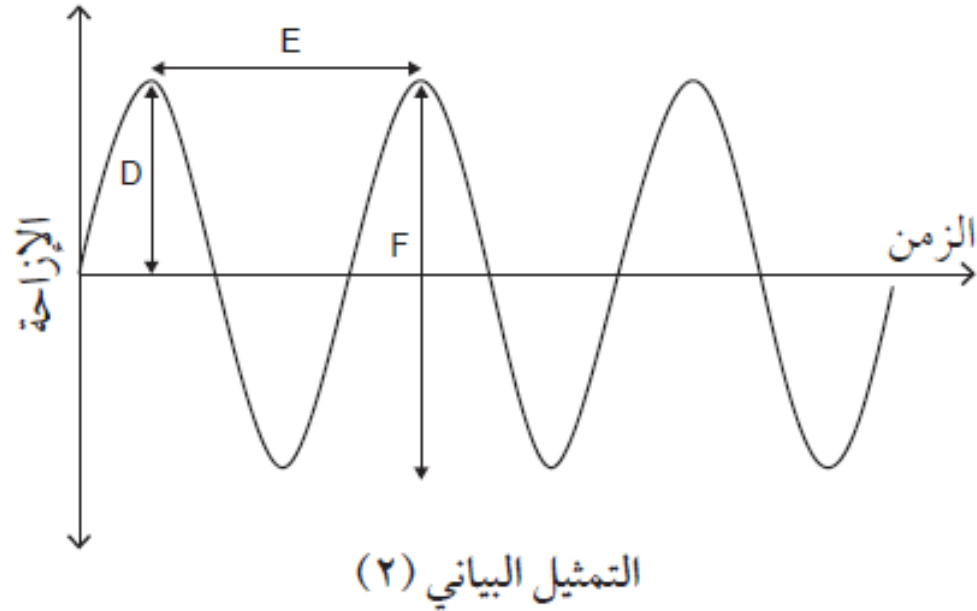
١. أن طرف الزنبرك يتحرك من جانب إلى آخر.



٢. أن طرف الزنبرك يتحرك إلى الخلف وإلى الأمام (دفع / شد) على طول الزنبرك.



يوضّح التمثيلان البيانيّان (١ و ٢) حركة موجة على سطح الماء، إذ يبيّن التمثيل البياني (١) إزاحة جُسيمات الماء مع المسافة على طول مسار الموجة، في حين يبيّن التمثيل البياني (٢) إزاحة جُسيم واحد مع الزمن.



اكتب الحرف الذي يمثّل:

أ. طول الموجة. **B**

ب. السعة. **A أو D**

ج. الزمن المستغرق لإحداث اهتزازة واحدة كاملة. **E**

- أ. اكتب بالرموز المعادلة التي تربط سرعة الموجة بتردُّدها وطول موجتها.  
ب. ما المقصود بالتردُّد؟

أ.  $v = f\lambda$

- ب. عدد الاهتزازات الكاملة في الثانية.

ج. احسب كلاً من الكمّيات الآتية، مع ذكر وحدة القياس الصحيحة في إجابتك:

١. سرعة موجة في زنبرك تردُّدها (2.0 Hz) وطولها (0.45 m).

٢. تردُّد موجة مائية سرعتها (15 m/s) وطولها (60 m).

٣. طول موجة ضوئية سرعتها (3.0 × 10<sup>8</sup> m/s) وتردُّدها (5.0 × 10<sup>14</sup> Hz).

ج. ١.  $v = f \lambda$

$$= 2.0 \times 0.45$$

$$v = 0.9 \text{ m/s}$$

٢.  $f = \frac{v}{\lambda}$

$$= \frac{15}{60}$$

$$f = 0.25 \text{ Hz}$$

٣.  $\lambda = \frac{v}{f}$

$$= \frac{3.0 \times 10^8}{5.0 \times 10^{14}}$$

$$\lambda = 6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

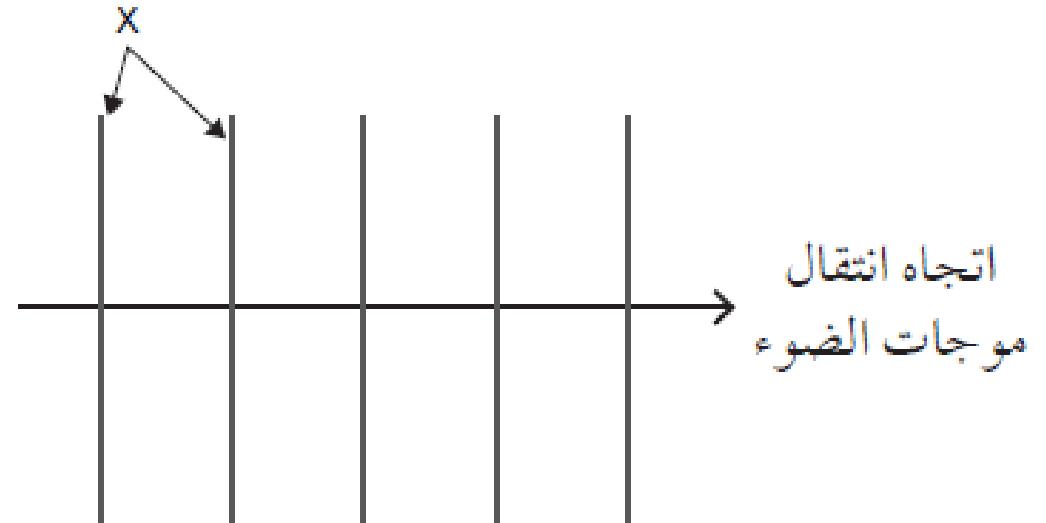
٥

ينكسر الضوء عندما يعبر من الهواء إلى الزجاج .

- أ. اذكر خاصية الموجة التي تتغير لتُسبب الانكسار. **سرعة الموجة**
- ب. اذكر خاصية الموجة التي لا تتغير عند الانكسار. **تردد الموجة / السعة**

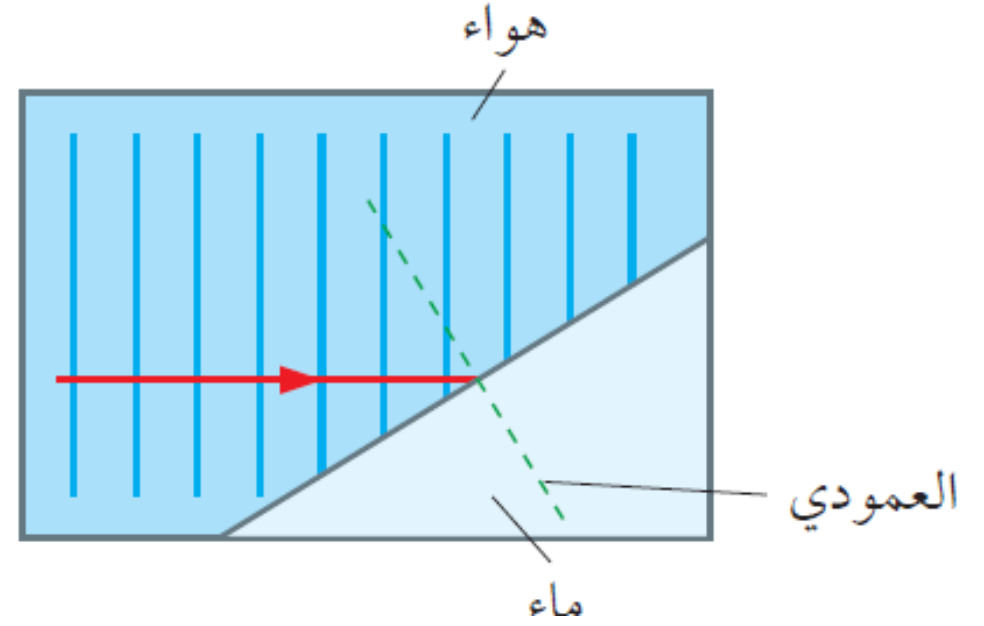
٦

يبيّن المخطّط أدناه طريقة لتمثيل موجات الضوء .

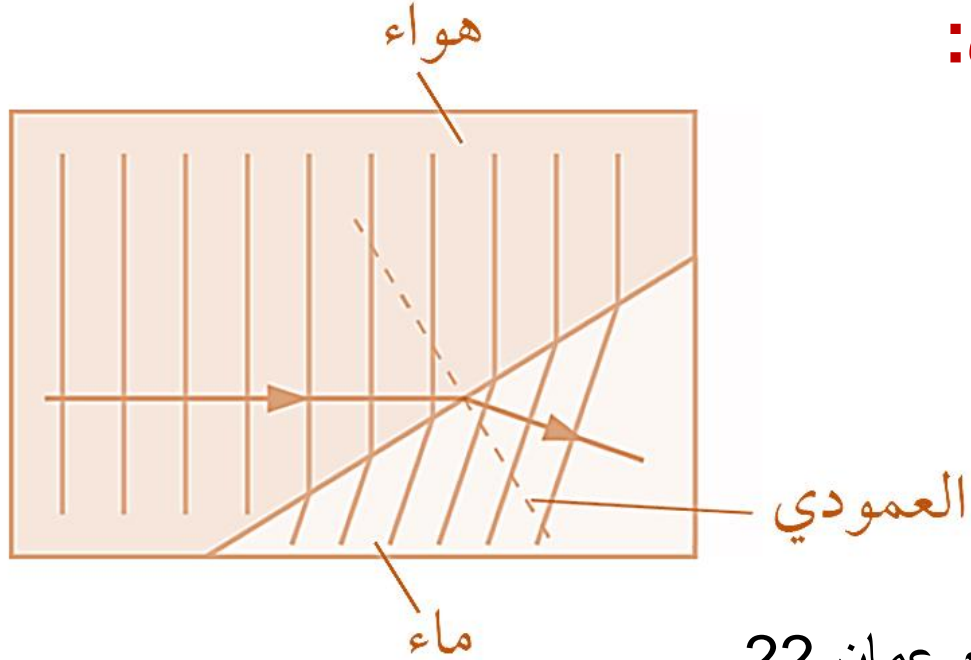


- أ. علام يدلّ الرمز X الموضّح في المخطّط؟ **جبهات الموجة**

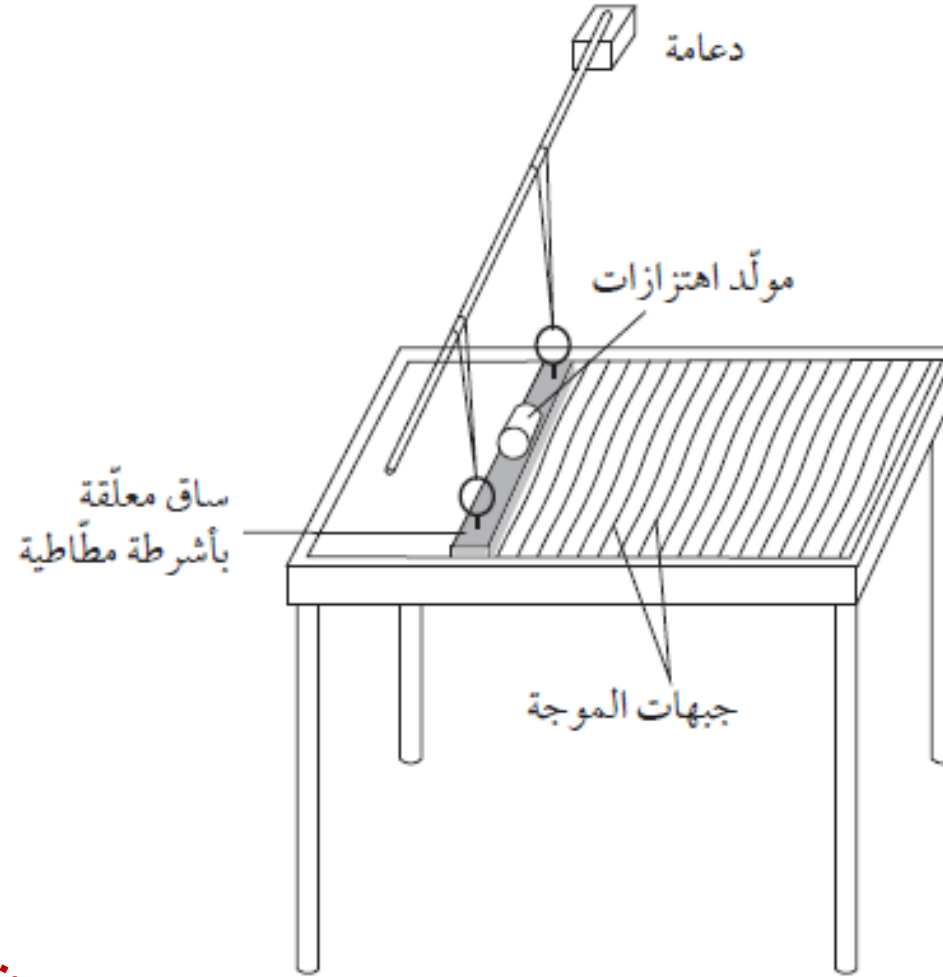
ب. انسخ المخطط أدناه وأكمله لتوضّح آلية انكسار الضوء عند الحدّ الفاصل بين الهواء والماء حين تتناقص سرعة الموجة.



**الحل:**



يبيّن المخطّط أدناه موجات الماء الناتجة في حوض الموجات المائية.



وضع حاجزين في الماء لإحداث فجوة. يجب أن يكون عرض الفجوة تقريبًا بطول موجة الماء أو أصغر منه

- أ. صِف كيف يُستخدَم الحوض للحصول على أقصى حيود لموجات الماء.
- ب. ارسم مخطّطًا مع تسميته لتبيّن النمط الذي تتوقّع رؤيته عند حيود موجات الماء، وارسم الموجات كما تُشاهد من الأعلى. ليس مطلوبًا منك رسم حوض الموجات المائية كاملاً.

ب. ارسم مخططًا مع تسميته لتُبيّن النمط الذي تتوقّع رؤيته عند حيود موجات الماء، وارسم الموجات كما تُشاهد من الأعلى. ليس مطلوبًا منك رسم حوض الموجات المائية كاملاً.

