

## ملخص الوحدة الثانية عشر ( الموجات ) والثالثة عشر ( الطيف الكهرومغناطيسي )



### تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية

موقع فايلاتي ← المناهج العمانية ← الصف العاشر ← فيزياء ← الفصل الثاني ← ملخصات وتقارير ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 15:14:21 2025-05-06

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل  
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة  
فيزياء:

### التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر



صفحة المناهج  
العمانية على  
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

### المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر والمادة فيزياء في الفصل الثاني

الكبسولة الإثرائية للمادة

1

نموذج إجابة الامتحان النهائي الرسمي الدور الأول

2

مراجعة نهائية مع الإجابات

3

مراجعة شاملة للمادة بطريقة سؤال وجواب

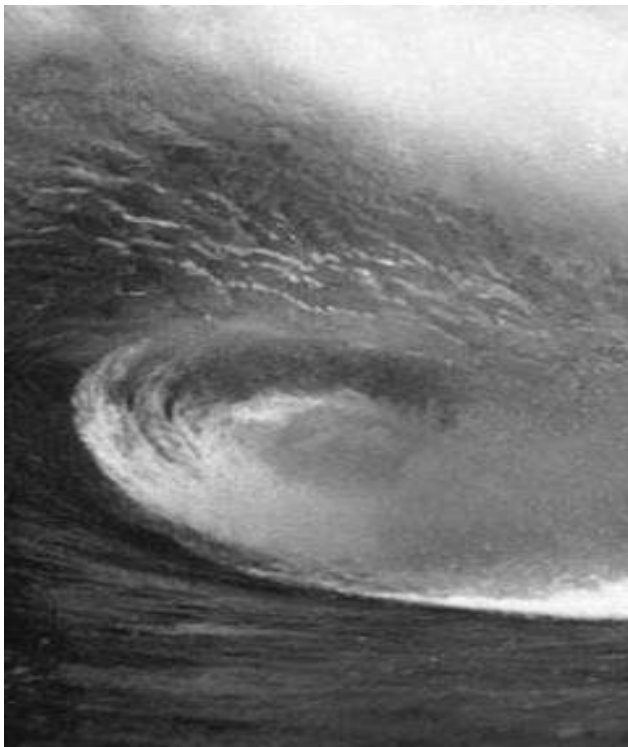
4

كراسة ملخصات وتمارين المادة مع نماذج الإجابة

5

# خصائص الموجات





# الموجة wave

عبارة عن اضطراب أو اهتزاز ينقل الطاقة من مكان إلى آخر خلال المادة أو عبر الفراغ.

الكهرومغناطيسية

الميكانيكية ← حركة + وضع

تحتاج الوسط ناقل

عبارة عن اضطراب أو اهتزاز ينقل الطاقة من مكان إلى آخر ويحتاج إلى وسط ناقل

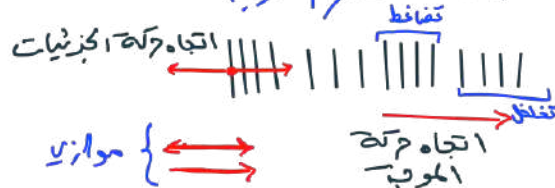
\* من حيث الحركة \*

طولية

عرضية

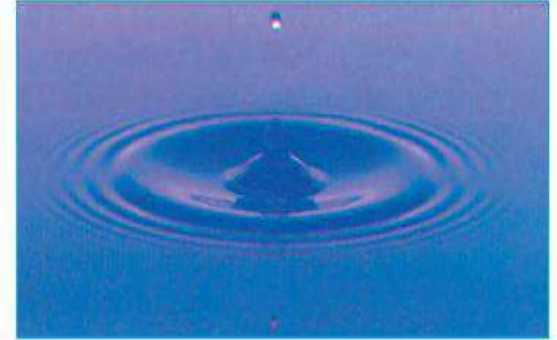
تكون اتجاه حركة الجزيئات  
موازي مع اتجاه انتشار الموجة

تكون اتجاه حركة الجزيئات  
عمودي مع اتجاه انتشار الموجة

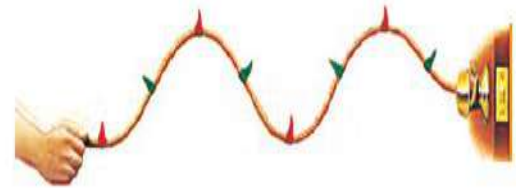


سبح در امت  
لنا الورقة ١٣  
مثال: الضوء، الصوت، الراديو

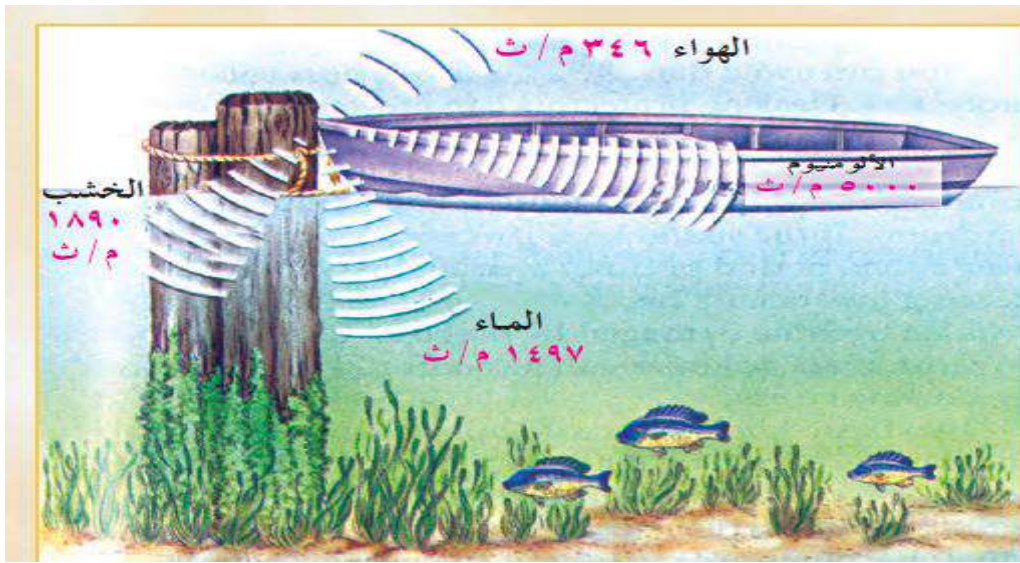
## أنواع الموجات الميكانيكية



• الموجات المائية



• الموجات المنتقلة في الحبل

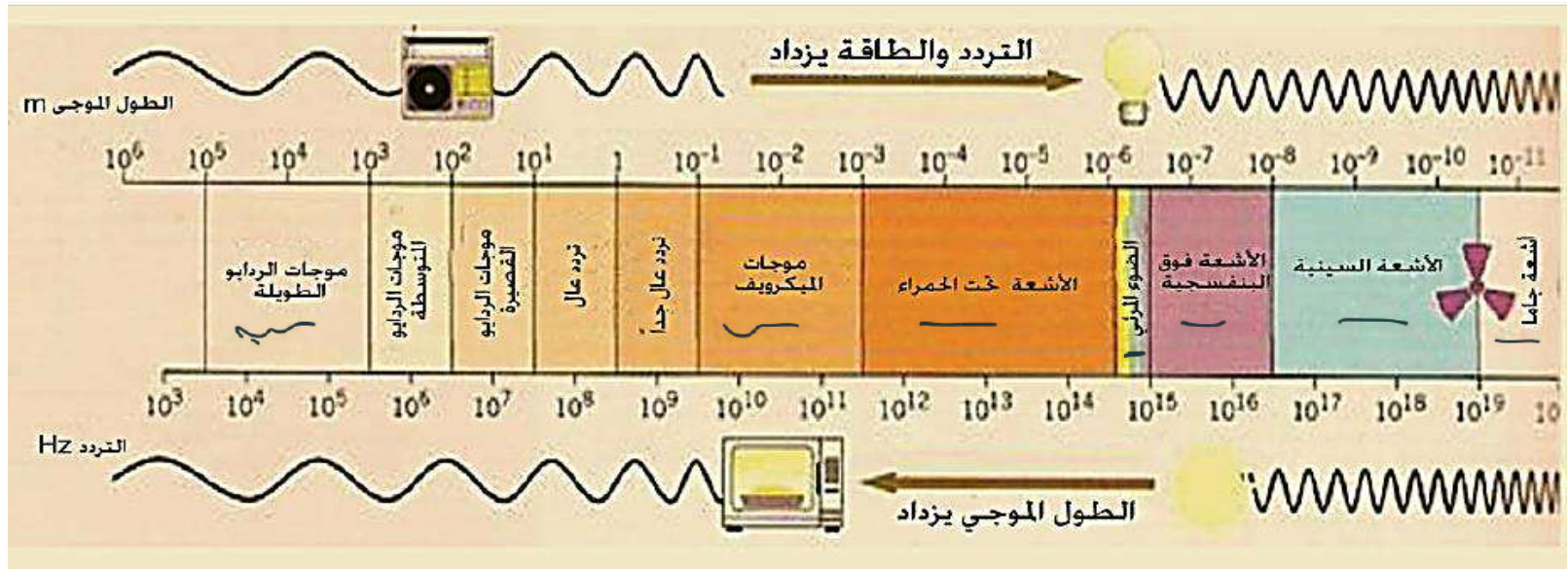


موجات الصوت



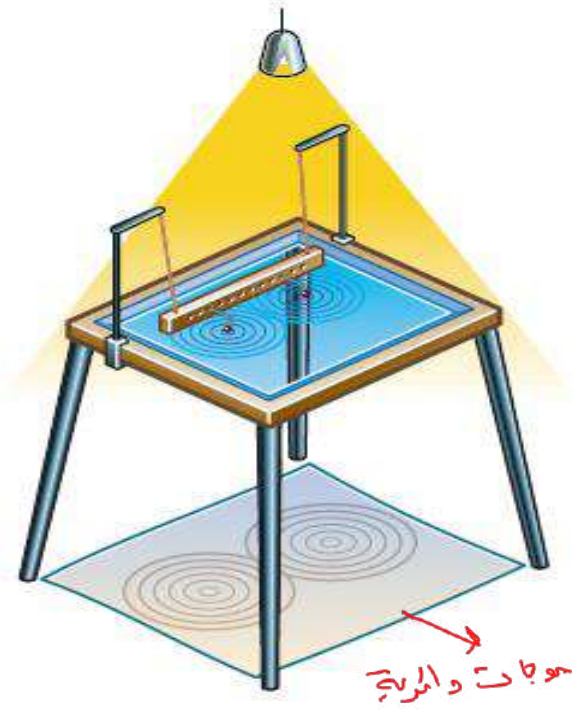
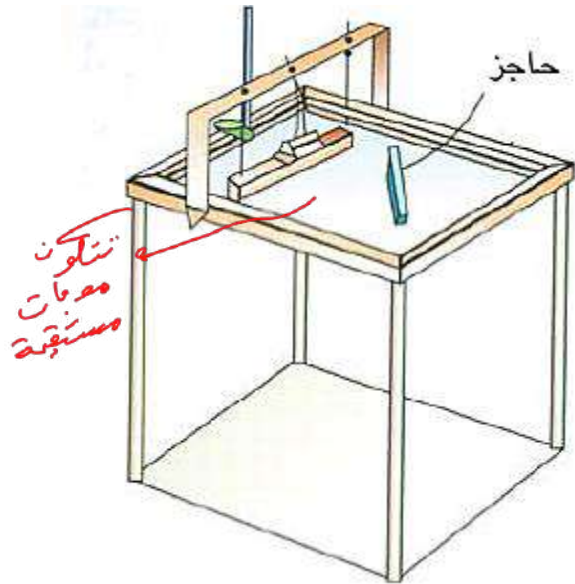
• الموجات المنتقلة في النابض

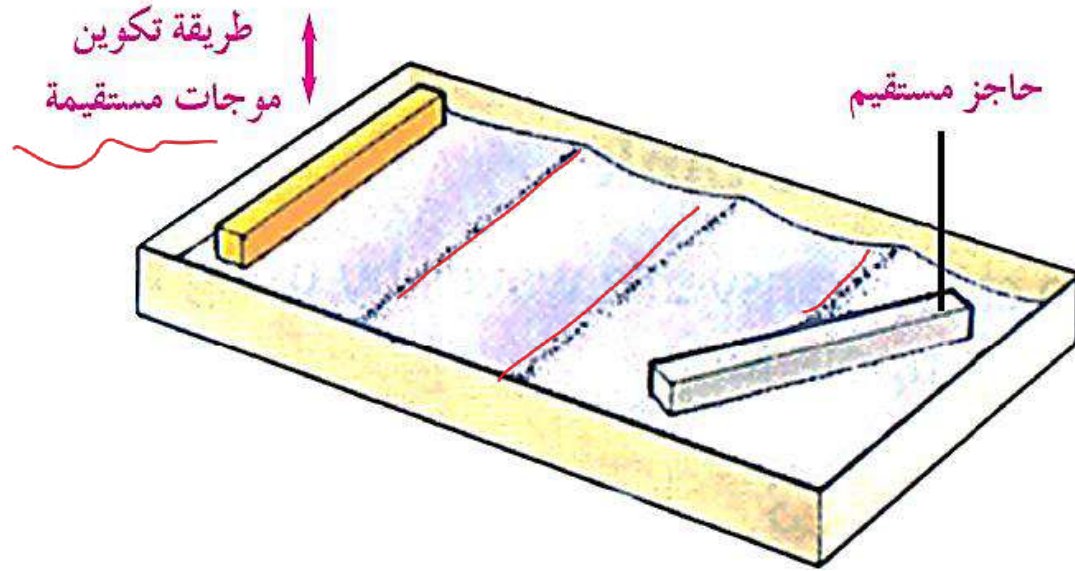
## أنواع الموجات الكهرومغناطيسية





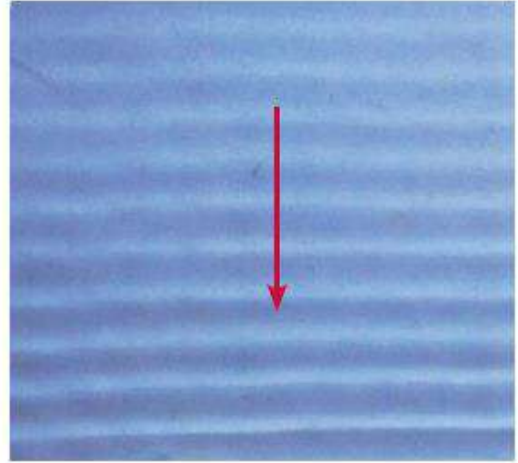
## ١-١٢ وصف الموجات



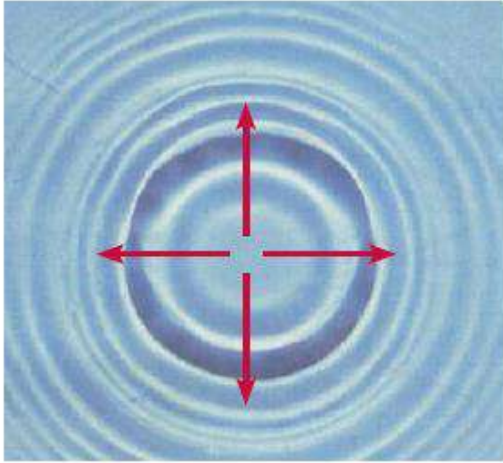




(أ)

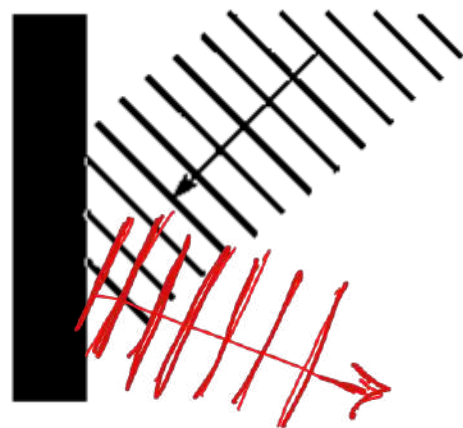


(ب)

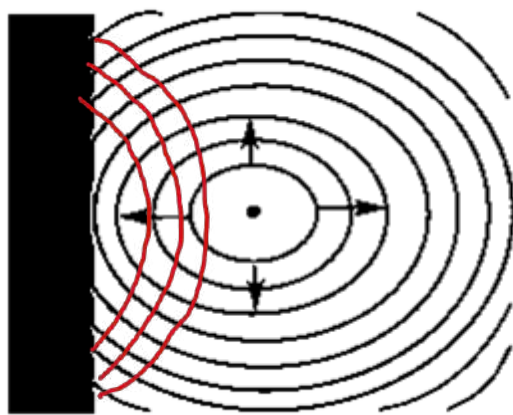


الصورة ١٢-٣ نمطان من الموجات عبر سطح الماء: (أ) موجات مستقيمة متوازية. (ب) موجات دائرية. توضح الأسهم الحمراء الاتجاه الذي تنتقل فيه الموجات

(أ) موجة مستقيمة.



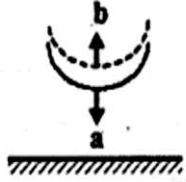
(ب) موجة دائرية.



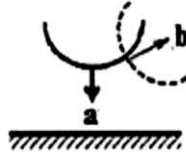
انعكاس الموجة  
الدائرية



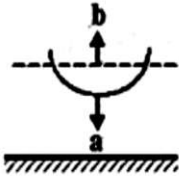
تسقط موجة دائرية بصورة عمودية على حاجز مستو في وسط متجانس، ما النمط الذي يوضح الموجة الساقطة (a) والمنعكسة (b) ؟



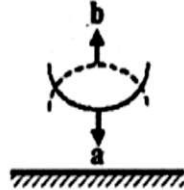
(ب)



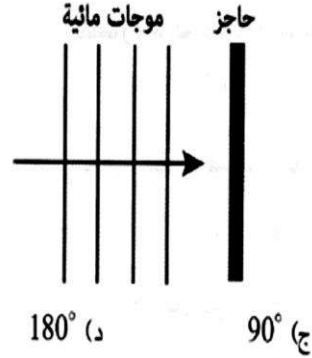
(ل)



(د)



(ج)



يوضح الشكل الآتي موجات مائية

مستقيمة تتحرك باتجاه حاجز مستقيم.

- مقدار زاوية الانعكاس لهذه الموجات بعد

اصطدامها بالحاجز المستقيم:

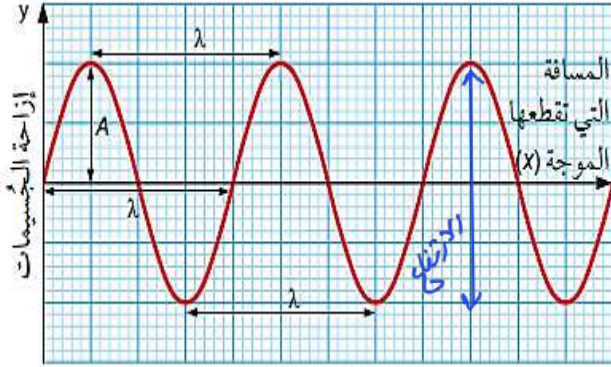
(ب)  $45^\circ$

(أ)  $0^\circ$

(ج)  $90^\circ$

(د)  $180^\circ$

## خصائص الموجات



المفهوم	وحدة القياس	الرمز	خصائص الموجة
مسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين أو تخلخلين متتاليين أو تضاعطين متتاليين	المتر m	$\lambda$ لمدا	<u>الطول الموجي</u>
أقصى إزاحة تصل لها الموجة من موضع الاتزان	المتر m	A	سعة الموجة
المسافة بين قمة وقاع	المتر m	h	ارتفاع الموجة = $2 \times$ سعة
<u>عدد</u> الموجات التي تعبر نقطة معينة في وحدة الثانية	هرتز Hz	f	تردد الموجة
المسافة التي تقطعها الموجة في وحدة الزمن	المتر / الثانية m / s	v	سرعة الموجة
<u>الزمن</u> اللازم لعمل اهتزاز واحد كامل	الثانية s	T	الزمن الدوري

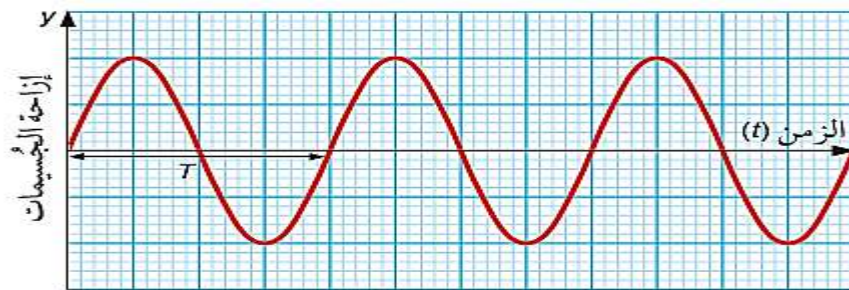
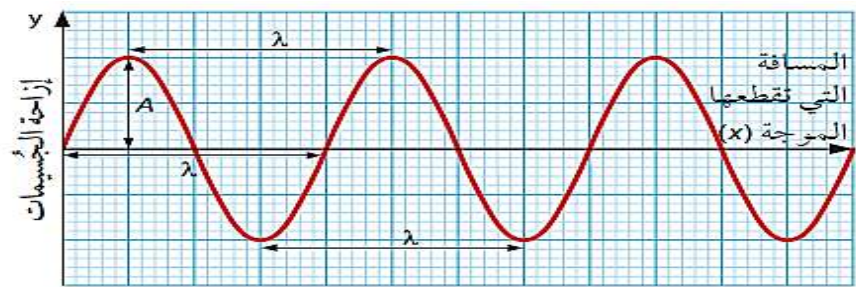
← أم موجية

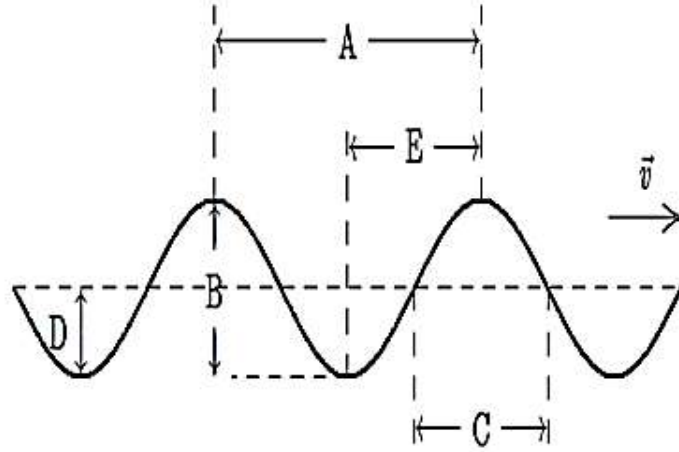
الزمن الدوري = المسافة / السرعة  
عدد الموجات

$$T = \frac{c}{n \cdot f}$$

المفهوم	وحدة القياس	الرمز	خصائص الموجة
مسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين أو تضاغطين متتاليين	المتر m	$\lambda$	الطول الموجي
أقصى إزاحة تصل لها الموجة من موضع الاتزان	المتر m	A	سعة الموجة
المسافة بين قمة و قاع	المتر m	h	ارتفاع الموجة
عدد الموجات التي تعبر نقطة معينة في وحدة الثانية	هيرتز Hz	f	تردد الموجة
المسافة التي تقطعها الموجة في وحدة الزمن	المتر / الثانية m / s	v	سرعة الموجة
الزمن اللازم لعمل اهتزاز واحد كامل	الثانية s	T	الزمن الدوري







موجة تتحرك باتجاه اليمين  
الرمز الذي يدل على السعة :

ب) C

أ) A

د) D

ج) B

## صل بين المفهوم و العبارة الصحيحة التي تعبر عنه :

الطول الموجي	الزمن اللازم لعمل اهتزازة واحدة كاملة
التردد	المسافة التي تقطعها الموجة خلال وحدة الزمن
السعة	المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين
الزمن الدوري	عدد الموجات التي يحدثها المصدر في وحدة الزمن
سرعة الانتشار	أكبر ازاحة تصل اليها الموجة بعيدا عن موضع الاتزان

إذ يبدو هذا التمثيل البياني مُشابهًا جدًا للتمثيل البياني الموجي السابق في الشكل ١٢-٢، ولكن هنا يبيّن المحور السيني الزمن وليس المسافة. يوضّح هذا التمثيل البياني كيف تتحرّك الجسيمات عند نقطة معيّنة إلى الأعلى وإلى الأسفل مع مرور الزمن.

يمكننا من التمثيل البياني المبين في الشكل ١٢-٣، تعريف التردد (Frequency)  $(f)$  للموجة على أنه عدد الموجات التي تعبر نقطة ما كل ثانية، ويُقاس التردد بوحدة الهرتز (Hz). والهرتز الواحد (1 Hz) هو موجة كاملة واحدة في الثانية.

من المهمّ الانتباه إلى أنّ المحور السيني للتمثيل البياني الموجي يمثّل الزمن أو المسافة.

يمكننا استخدام التمثيل البياني في الشكل ١٢-٣ لحساب تردد الموجة، والرمز  $T$  يمثّل الزمن المُستغرق لإحداث اهتزازة كاملة واحدة لموجة واحدة. لذلك، فإنّ:

$$\frac{1}{\text{التردد (Hz)}} = \text{الزمن المستغرق لاهتزازة كاملة (s)}$$

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

$$\frac{1}{\text{الزمن المستغرق لاهتزازة كاملة (s)}} = \text{التردد (Hz)}$$

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

• **طول الموجة ( $\lambda$ )** Wavelength هو المسافة من إحدى قمم الموجة إلى القمة التي تليها (أو من أحد القيعان إلى القاع الذي يليه) أو المسافة التي تقطعها الموجة الواحدة في اتجاه انتشارها. ونظرًا إلى أن طول الموجة هو مسافة، فإنه يُقاس بوحدة المتر (m) ويُرمز إليه بالحرف اليوناني  $\lambda$  «لامدا».

• **السعة (Amplitude) ( $A$ )** لموجة هي أقصى إزاحة للجسيمات عن موضع الاتزان، وهي بعبارة أخرى ارتفاع القمة عن موضع الاتزان. ولما كانت السعة مسافة أيضًا، فإنّها تُقاس بوحدة المتر (m) ويُرمز إليها بالحرف  $A$ .

قد يبلغ طول الموجة في حوض الموجات المائية ملليمترات قليلة، وتبلغ السعة ملليمترًا واحدًا أو اثنين، في حين تكون هاتان الكميتان للموجات في عرض البحر أكبر بكثير؛ فأطوالها الموجية قد تصل إلى عشرات الأمتار، في حين تتراوح سعتها من بضعة سنتيمترات إلى عدّة أمتار.

#### مصطلحات علمية

**طول الموجة ( $\lambda$ )** Wavelength، المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين لموجة ما، أو المسافة التي تقطعها الموجة الواحدة في اتجاه انتشارها.

**السعة (Amplitude) ( $A$ )** : أقصى إزاحة لموجة عن مستواها غير المضطرب (موضع الاتزان).

تَرَدَد الموجة	$f$	التردد Hz	عدد الموجات التي تعبر نقطة معينة في وحدة الثانية
الزمن الدوري	$T$	الثانية s	الزمن اللازم لعمل اهتزاز واحد كامل

$$\frac{1}{\text{الزمن المستغرق لاهتزازة كاملة (s)}} = \text{التردد (Hz)}$$

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

$$\frac{1}{\text{التردد (Hz)}} = \text{الزمن المستغرق لاهتزازة كاملة (s)}$$

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

## قوانين تهتمك في حساب التردد أو الزمن الدوري

$$f = \frac{n}{t} \rightarrow \text{عدد الموجات}$$

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

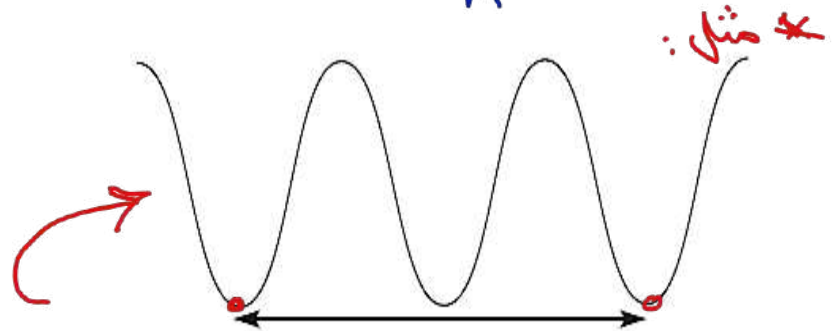
$$f = \frac{1}{T}$$

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

علاقة عكسية

$$\lambda = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{عدد الموجات}}$$

$$\lambda = \frac{L}{n}$$



$$\lambda = \frac{6m}{3} = 2m$$



١٢-٤ أ. إذا وصلت إلى أذنك 100 موجة صوتية كل ثانية،  
فكم يبلغ ترددها؟  
ب. ما الزمن الذي تستغرقه اهتزازة واحدة كاملة؟

إذا هزرت طرف حبل صعوداً ونزولاً ثلاث مرات كل ثانية ، فما قيمة كل من:

أ - الزمن الدوري للموجات التي تشكلت على الحبل ؟

ب- التردد؟

قد تكون قيمة الزمن ( $T$ ) لموجات البحر  $10\text{ s}$ ، وبالتالي فإن ترددها قد يصل إلى  $0.1\text{ Hz}$ ، وقد يكون تردد الموجة الصوتية  $1000\text{ Hz}$ ، وبالتالي يكون الزمن المستغرق لإحداث اهتزازة كاملة هو  $\frac{1}{1000}\text{ s}$ ، ممّا يعني أن في كل  $1\text{ ms}$  ثانية (1 ms) تصل موجة.

### مصطلحات علمية



**التردد ( $f$ ) Frequency:** عدد الاهتزازات في الثانية أو عدد الموجات التي تعبر نقطة ما في الثانية، ويُقاس بوحدة الهرتز (Hz).

## سرعة الموجة

سرعة الموجة (Wave speed  $v$ ) هي المعدّل الذي تنتقل فيه قمة الموجة في اتجاه معيّن، وقد تكون أيضاً المسافة التي تقطعها قمة الموجة فوق سطح الماء في وحدة الزمن. تُقاس سرعة الموجة بوحدة المتر في الثانية (m/s).

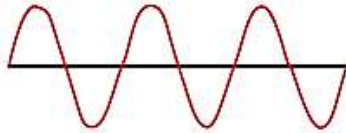
تختلف السرعة باختلاف نوع الموجات، وقد تتفاوت إلى حدّ بعيد؛ فالموجات الصوتية تنتقل بسرعة 330 m/s عبر الهواء، في حين تنتقل الموجات الضوئية بسرعة تُقارب 300 000 000 m/s عبر الهواء.

### مصطلحات علمية

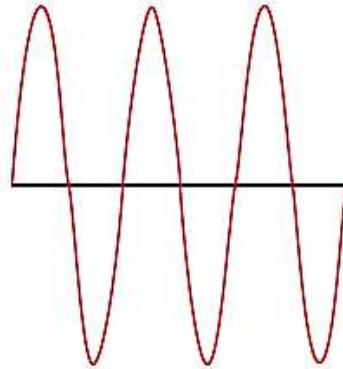
سرعة الموجة (Wave speed  $v$ ): المسافة التي تقطعها موجة ما في وحدة الزمن (ثانية واحدة).

## الموجات والطاقة

موجة ذات طاقة منخفضة



موجة ذات طاقة عالية





**تذكّر**

أن الموجة تنقل الطاقة دون أن تنتقل المادة معها.

# خصائص الموجات

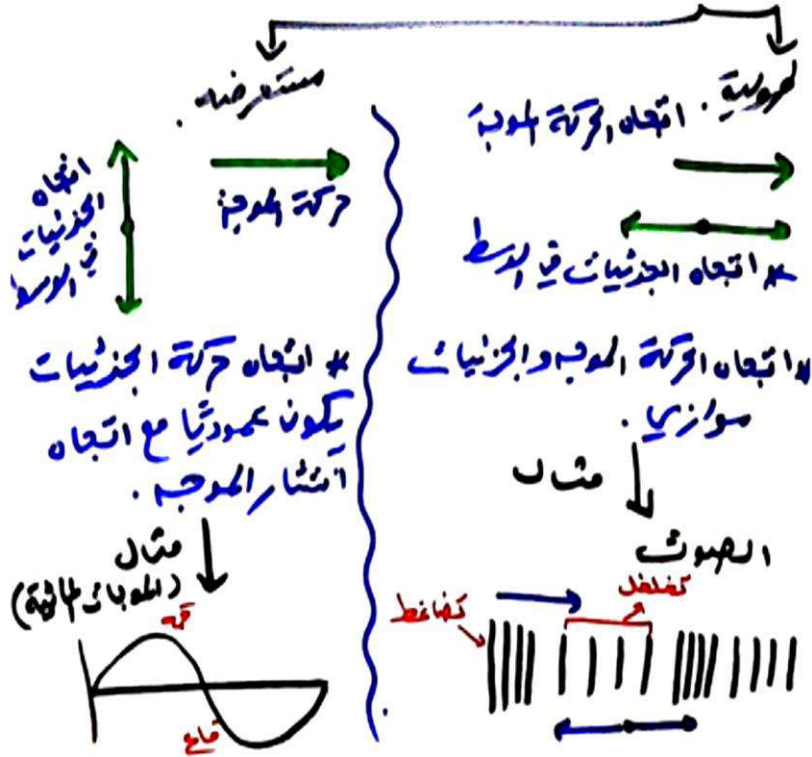
٢-١٢ السرعة والتردد وطول الموجة





## الموجات المستعرضة والموجات الطولية

### شكل انتشارها في الوسط

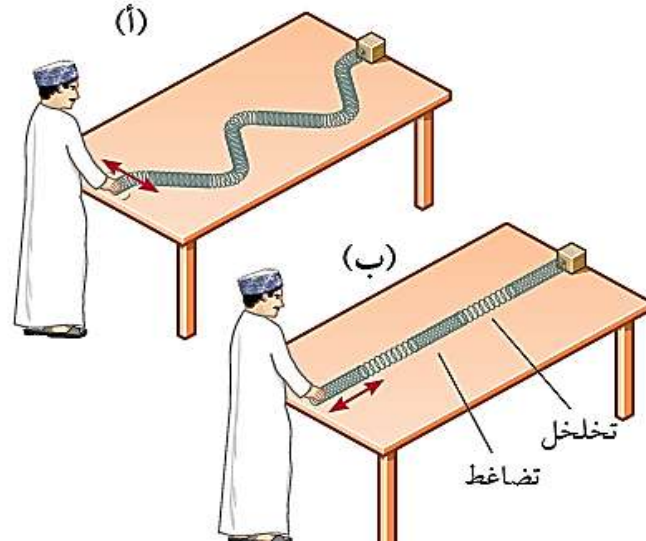


- الموجات المستعرضة Transverse waves، وهي الموجات التي تتحرّك معها الجُسيمات من جانب إلى آخر، عمودياً على الاتجاه الذي تنتقل فيه الموجة.
- الموجات الطولية Longitudinal waves، وهي الموجات التي تتحرّك معها الجُسيمات إلى الأمام وإلى الخلف، في نفس الاتجاه الذي تنتقل فيه الموجة.

أمّا الموجات الصوتية فتُعدّ مثلاً على الموجات الطولية، حيث تتحرّك جُزيئات الهواء إلى الأمام وإلى الخلف أثناء انتقال الموجة. سوف تتعلّم المزيد عن كيفية انتقال الموجات الصوتية في الوحدة الرابعة عشرة. يبيّن الجدول ١٢-١ أمثلة على الموجات المستعرضة والموجات الطولية.

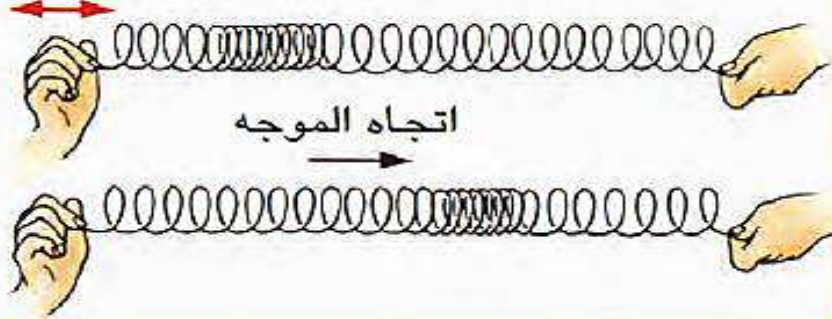
الموجات المستعرضة	الموجات الطولية
الموجات المائية	الصوت
الضوء وجميع الموجات الكهرومغناطيسية	الموجات في الزنبرك عند التحريك إلى الأمام وإلى الخلف كما في الشكل ١٢-٤ (ب)

الجدول ١٢-١ أمثلة على الموجات المستعرضة والموجات الطولية





اتجاه حركة الاهتزاز



اتجاه الموجه

موجة ميكانيكية  
طولية

صوت ←

شوكة رنانة

اتجاه انتشار الموجه



البديل الصحيح الذي يصف اتجاه حركة

الجزء (a) في الشكل المقابل بالنسبة لاتجاه

انتشار الموجه هو:



(د)



(ج)



(ب)



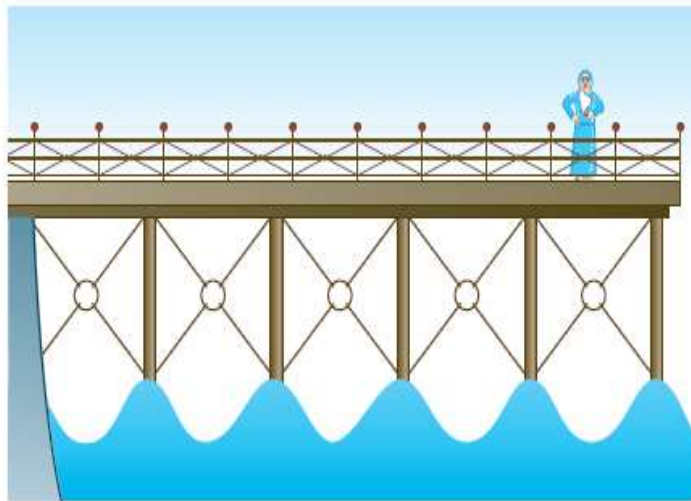
(i)

اهتزاز

للجسم المذبذب

## أسئلة

- ١٢-٥ صف حركة جُزيئات الماء أثناء انتقال موجة على سطح الماء في حوض الموجات المائية.
- ١٢-٦ فسّر لماذا تُعدّ الموجات الصوتية موجات طولية.



## ٢-١٢ السرعة والتردد وطول الموجة

ما مدى سرعة انتقال الموجات عبر سطح البحر؟ إذا كنت تقف عند نهاية مرفأ سفين طوله 60 m، ولاحظت أن خمسة أطوال موجية بالضبط تكوّنت مع طول المرفأ (الشكل ١٢-٥)، عندها يمكنك من هذه المعلومات استنتاج طول الموجة الواحدة عند قياسك زمن وصول الموجات:

$$\lambda = \frac{60}{5} = 12 \text{ m}$$

فإذا كان الفاصل الزمني بين القمم المتتالية 4.0 s، فكم تبلغ سرعة انتقال هذه الموجات؟ يعبر طول موجة واحدة 12 m في 4.0 s، وبالتالي تُحسب سرعة الموجات ( $v$ ) على النحو الآتي:

$$v = \frac{12}{4.0} = 3.0 \text{ m/s}$$



٧-١٢ اكتب معادلة تربط بين سرعة الموجة وترددها وطول موجتها. حدّد وحدات قياس كلّ كمّية 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 أي موجة راديو لها أطول طول موجة في الهواء: التي يبلغ ترددها (90 MHz) أم التي يبلغ ترددها (100 MHz)؟

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

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

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

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 ( $3.0 \times 10^8$  m/s) وتردُّدها ( $5.0 \times 10^{14}$  Hz).

## تمرين ٢-١٢ سرعة الموجات

ب) موجة صوتية مُعَيَّنة لها تردد  $100 \text{ Hz}$ .

١. كم عدد الموجات التي تعبر نقطة ما في  $1 \text{ s}$ .....

.....

٢. إذا كان طول كل موجة  $3.3 \text{ m}$ ، فما الطول الإجمالي للموجات التي تعبر النقطة في  $1 \text{ s}$ .....

وكم تبلغ سرعة هذه الموجة الصوتية؟.....

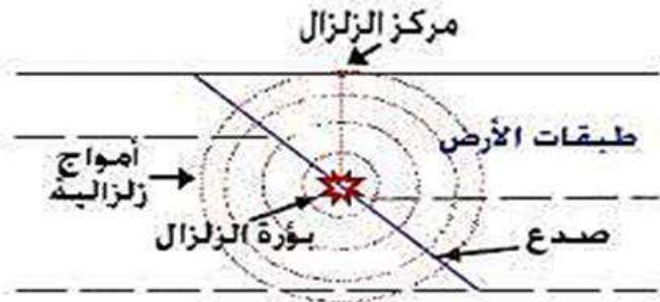
.....

.....

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

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

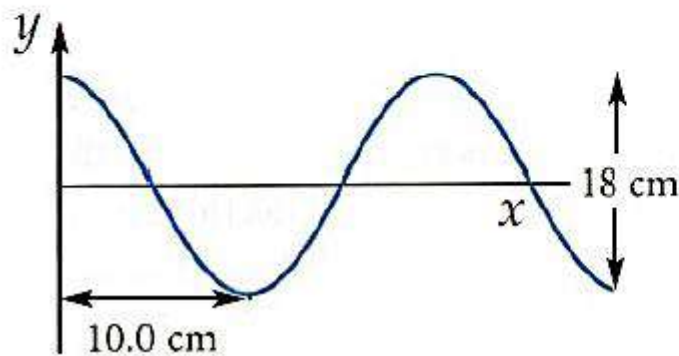
٢. إذا اكتُشفت الموجة بعد 12.5 دقيقة من حدوث الهزّة الأرضية، فكم تبلغ المسافة التقديرية من الكاشف إلى موقع الهزّة؟



٣. لماذا ستكون إجابتك مجرد تقدير؟

تتحرك موجة في الاتجاه الموجب للمحور (  $x$  ) بتردد مقداره  $25 \text{ Hz}$  كما هو مبين في الشكل . أوجد القيم التالية لهذه الموجة:

- أ. السعة.  
ب. الطول الموجي.  
ج. الزمن الدوري.  
د. السرعة.





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

.....

.....

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؟ .....



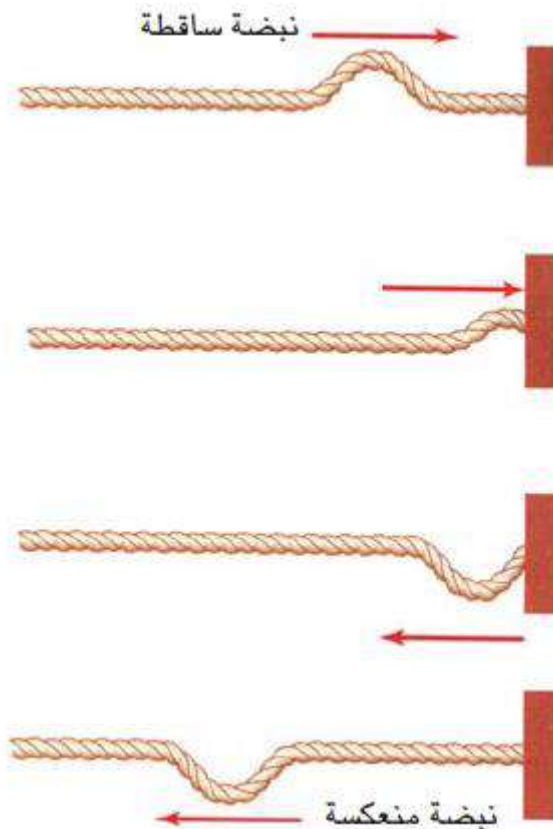


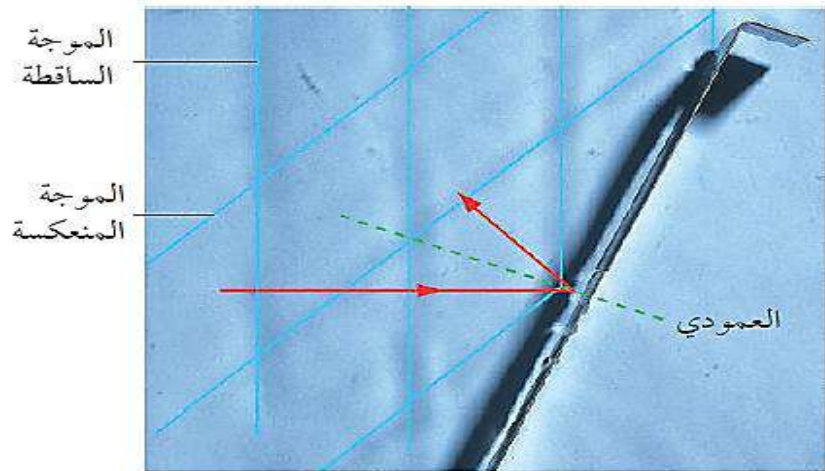
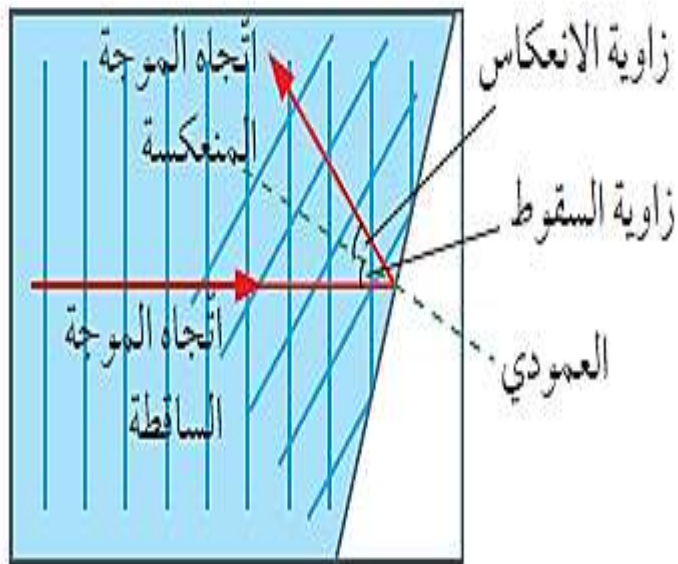
## ١٢-٣ الظواهر المرتبطة بالموجات



## انعكاس الموجة

هو ارتداد الموجات عندما تصطدم بسطح عاكس.



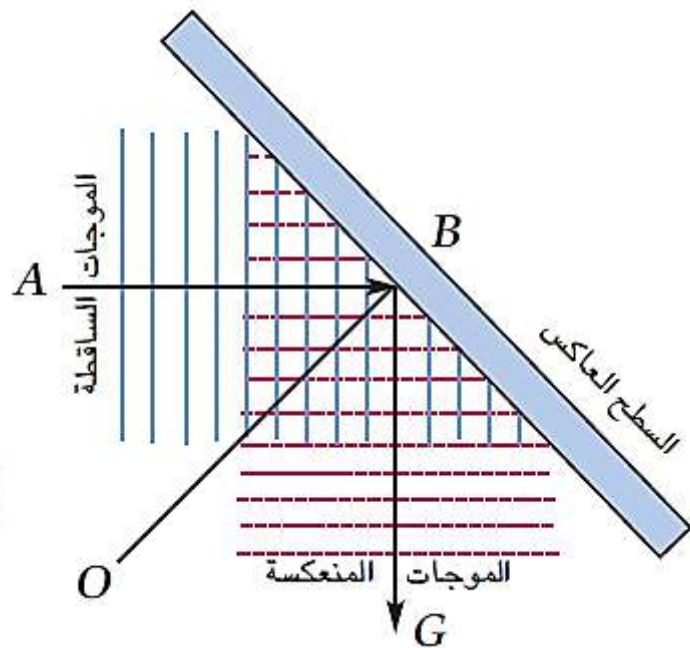


الصورة ١٢-٤ انعكاس الموجات المستقيمة (المستوية)  
 بواسطة حاجز فلزي مستو. يلاحظ في هذا النمط المتقاطع  
 من القمم أن الموجات المنعكسة تعبر الموجات الساقطة  
 على الحاجز

$$\theta_i = \theta_r \text{ زاوية السقوط = زاوية الانعكاس}$$

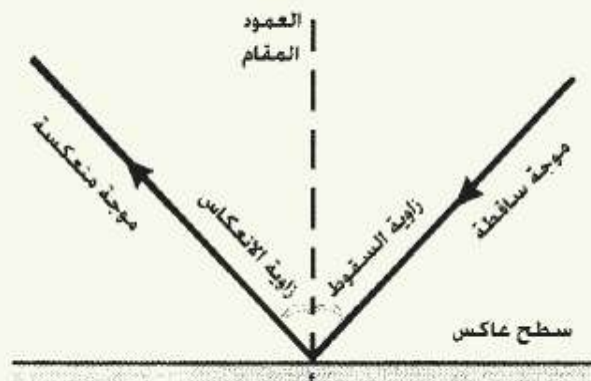
### مصطلحات علمية

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



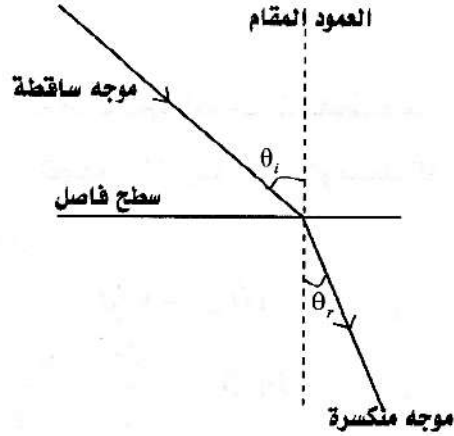
## قانون انعكاس الموجات :

زاوية سقوط الموجات = زاوية انعكاس الموجات



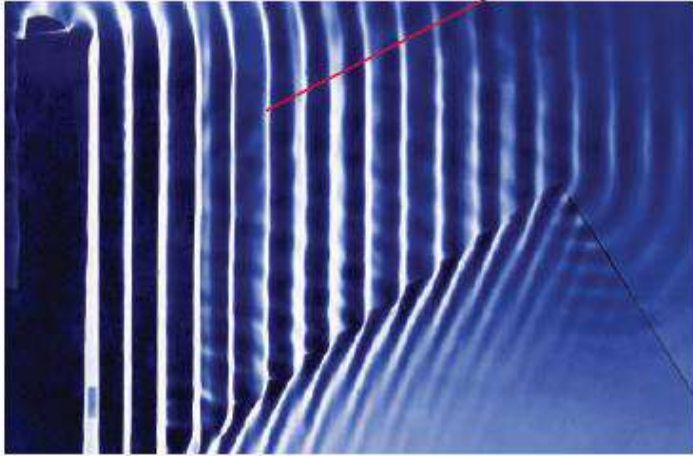


## انكسار الموجة



هو انحراف الموجات عن مسارها عند انتقالها من وسط إلى آخر يختلف عنه في الكثافة بسبب اختلاف السرعة في الوسطين.

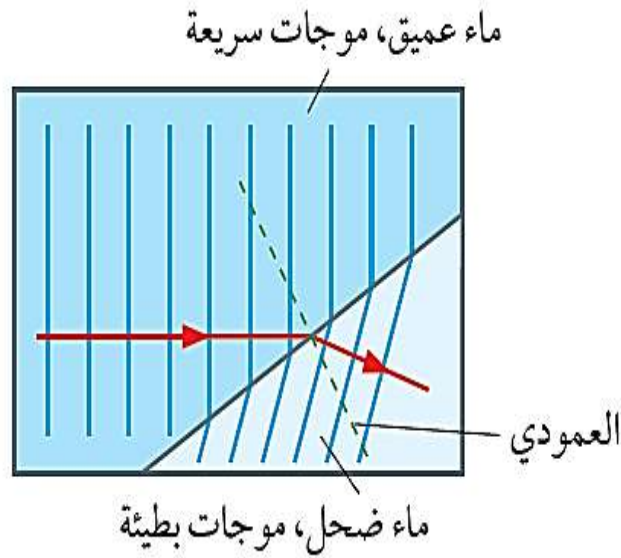
جبهة الموجة



الصورة ١٢-٥ انكسار الموجات المستوية بواسطة لوح زجاجي مستوي في حوض الموجات المائية. يجعل اللوح الزجاجي المغمور الماء أكثر ضحالة فتتحرك الموجات في تلك المنطقة ببطء أكثر، بحيث تتأخر عن الموجات في الماء الأعمق

يحدث الانكسار عندما تتغير سرعة الضوء، كما وُصِف في الصف التاسع (الوحدة الثالثة عشرة). يمكننا أن نرى نفس التأثير للموجات في حوض الموجات المائية (الصورة ١٢-٥ والشكل ١٢-٨)، حيث غمر لوح زجاجي في الماء لجعل الماء أكثر ضحالة في هذا الجزء من الحوض، فتتحرك الموجات هناك بشكل أبطأ لأن السطح العلوي للوح الزجاج المغمور يعرقل حركتها.

يمكنك أن ترى في الصورة ١٢-٥ أن هذه الموجات متأخرة عن الموجات الأسرع في الماء الأعمق، وأن اتجاه انتقالها قد تغير. يبين الشكل ١٢-٨ التأثير نفسه، ولكن كمخطط لجبهة الموجة؛ فالموجات في الماء العميق تتحرك بشكل أسرع، وتتقدم بسرعة ثابتة إلى الأمام، في حين تتحرك الموجات في الماء الضحل بشكل أبطأ.



## قانون انكسار الموجات :

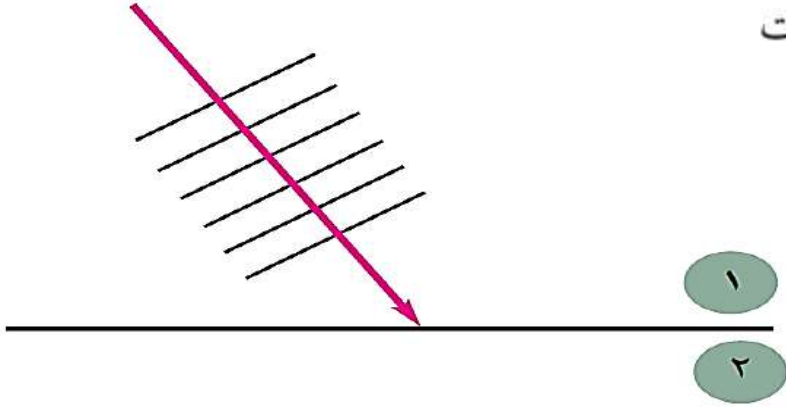
١- إذا انتقلت الموجات من وسط أقل كثافة (الهواء) إلى وسط أكثر كثافة (الماء) فإنها تقترب من العمود المقام (زاوية الانكسار تكون أقل من زاوية السقوط).



٢- إذا انتقلت الموجات من وسط أكثر كثافة إلى وسط أقل كثافة فإنها تبتعد عن العمود المقام (زاوية الانكسار تكون أكبر من زاوية السقوط).



أكمل الرسم في الشكل ، علمًا بأن سرعة الموجات  
في الوسط الثاني أكبر منها في الوسط الأول.

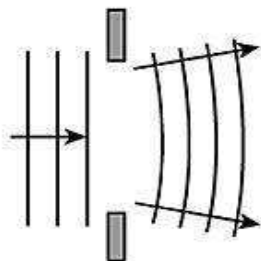
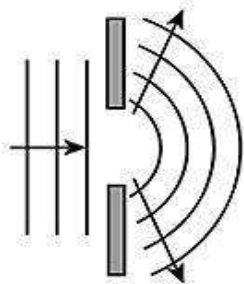
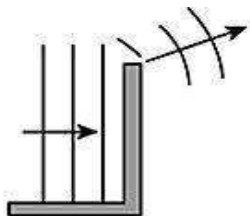




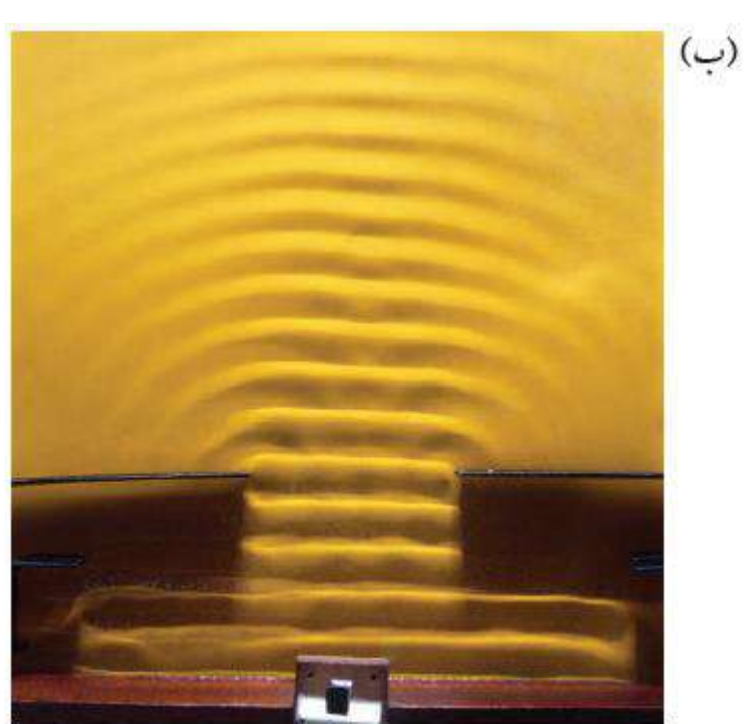
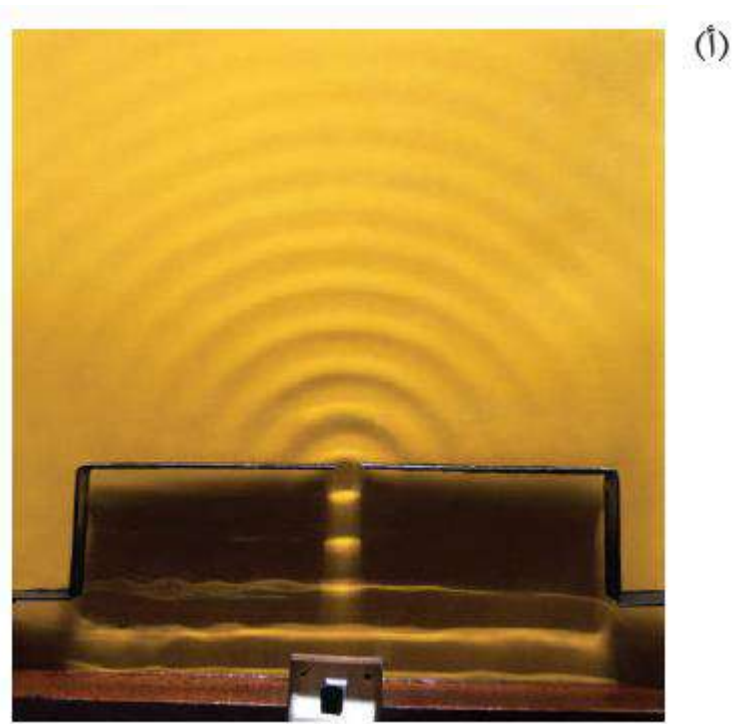
حيود الموجات

## حيود الموجات

انحراف الموجات عن اتجاه انتشارها الأصلي حول حافة حاجز أو حائتي فتحة صغيرة.

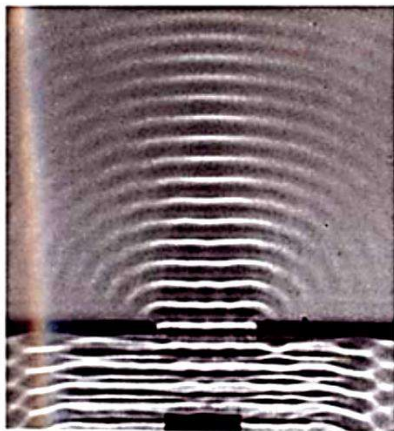


الحيود

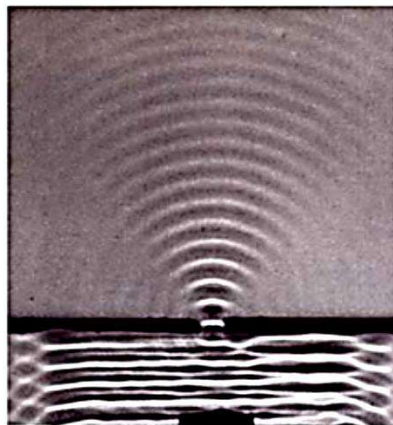




يبين الشكل حيود الموجات المائية عندما تعبر شقاً ضيقاً بين حاجزين، ونلاحظ من الشكل أن الموجات تتحرك في خط مستقيم ثم تحيد عن خط سيرها بعد عبورها للشق، ويظهر الانحناء بوضوح أكبر كلما قل اتساع الشق.



الموجات المائية عندما تعبر شقاً عريضاً



الموجات المائية عندما تعبر شقاً ضيقاً



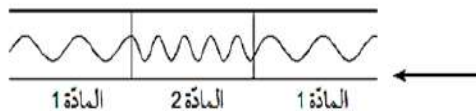
## تمرين ٣-١٢ ظواهر تخضع لها الموجات

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

الوصف	اسم الظاهرة
ترتدّ الموجة عن سطح ما	
تغيّر الموجة اتجاه انتقالها بسبب تغيّر سرعتها	
تتحرف الموجة بعد مرورها بفجوة ما	

الجدول ٢-١٢

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

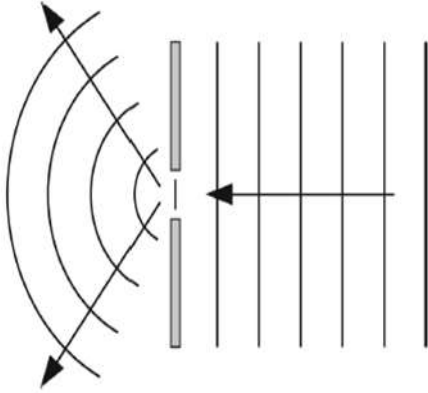


أكمل الجدول ٣-١٢ لتوضّح كيف تتغيّر سرعة الموجة وطولها، وتردّدها عند انتقالها من المادّة 1 إلى المادّة 2.

الكميّة	تزداد، أم تقلّ، أم تبقى كما هي؟
سرعة الموجة	
طول الموجة	
التردّد	

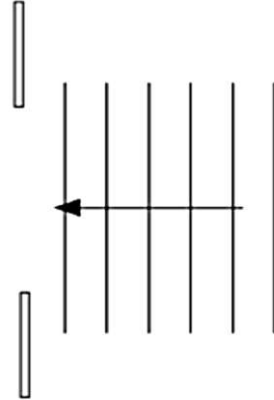
الجدول ٣-١٢

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



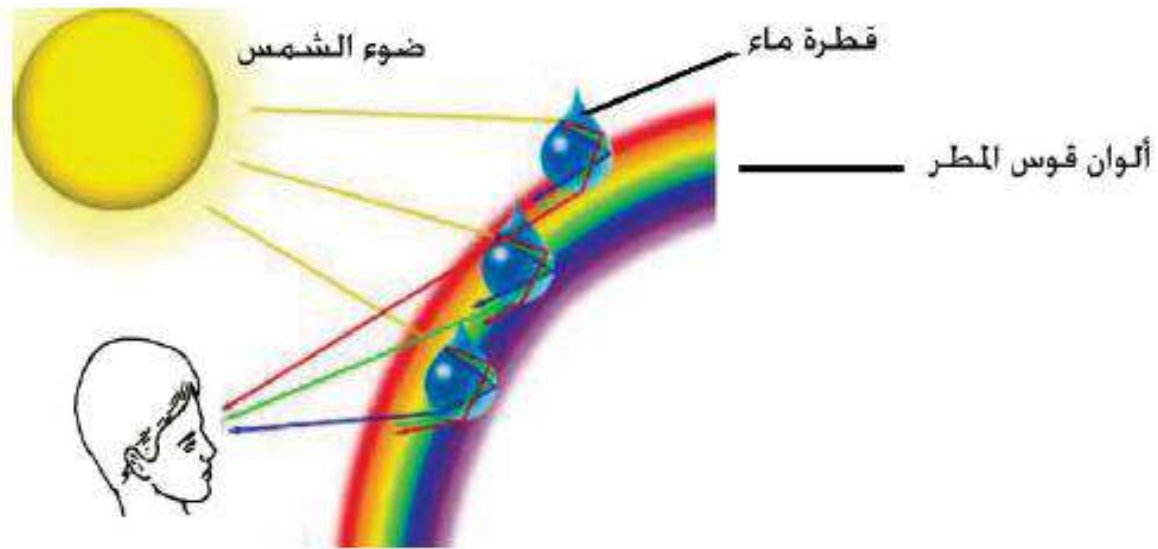
١. حدّد على الرسم التوضيحي طول الموجة للموجات، ثم اكتب رمز طول الموجة على المنطقة التي حدّدتها.

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



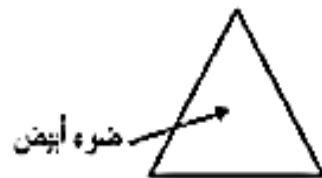






الضوء الأبيض الذي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي كما بالشكل يحدث له:

(أ) ينحرف ويتفرق إلى ألوان طيف بحيث يكون الأحمر إلى أعلى والبنفسجي جهة قاعدة المنشور.



(ب) يتفرق إلى ألوان طيف.

(ج) يمر من الوجه الآخر على استقامته.

(د) ينعكس.

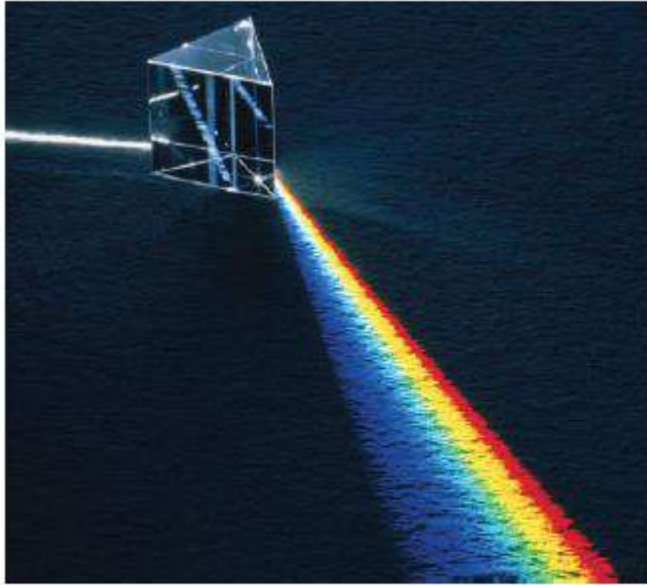
الجواب (i).

## ١-١٣ الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية

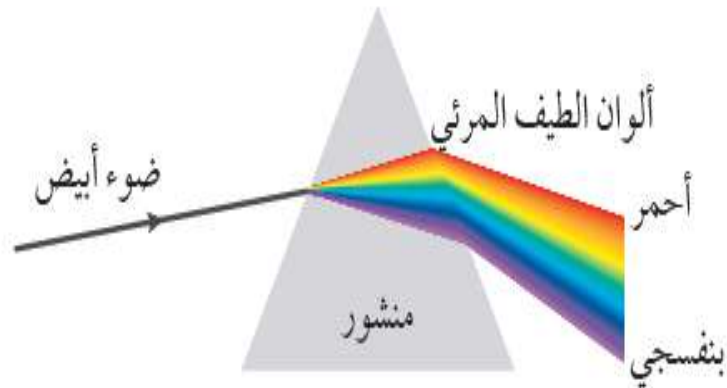
عندما يمرّ الضوء الأبيض عبر منشور، فإنه يتشتت إلى طيف Spectrum من الألوان (الصورة ١-١٣)، وألوان الطيف السبعة هي:

أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، نيلي، بنفسجي.

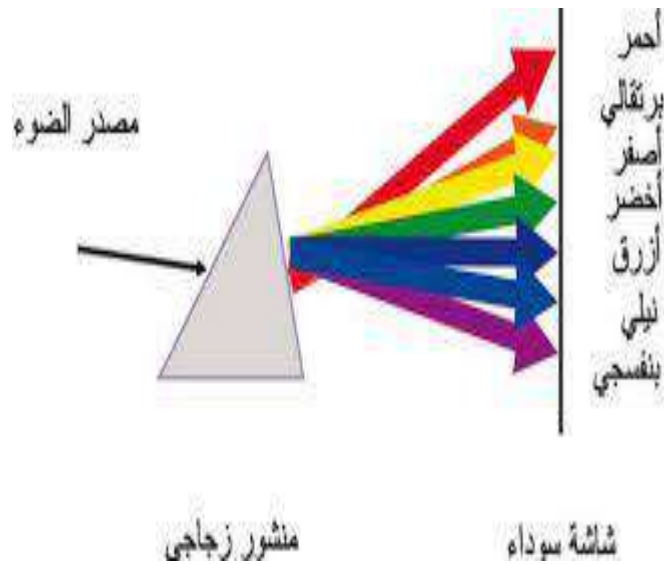
ما الذي يحدث في المنشور لإنتاج الطيف؟ عندما ينتقل الضوء الأبيض من الهواء إلى المنشور، فإن سرعته تقل، فينكسر ويتغير اتجاهه، وينكسر كل لون بمقدار مختلف عن الآخر (الشكل ١-١٣)، حيث تقل سرعة الضوء البنفسجي أكثر من سواه، وبالتالي يكون انكساره أكثر، في حين يكون انكسار الضوء الأحمر أقل من باقي ألوان الطيف.



الصورة ١-١٣ يتم إنتاج الطيف المرئي من خلال تسليط شعاع من الضوء الأبيض على منشور زجاجي، فينكسر الضوء الأبيض ويَنتج طيف من الألوان

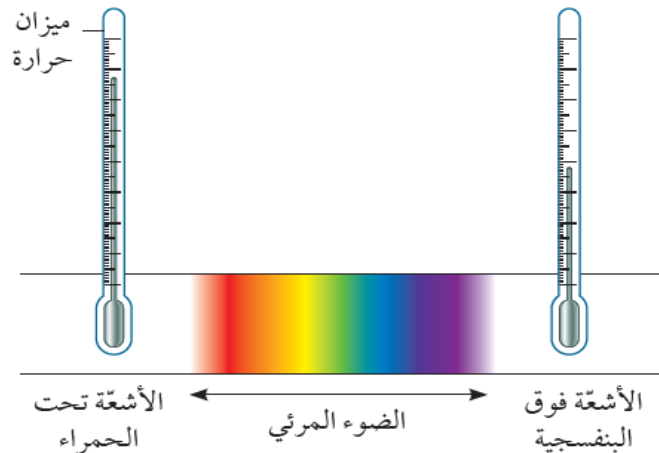


الشكل ١٣-١ ينكسر الضوء البنفسجي أكثر من الضوء الأحمر عند عبوره منشور





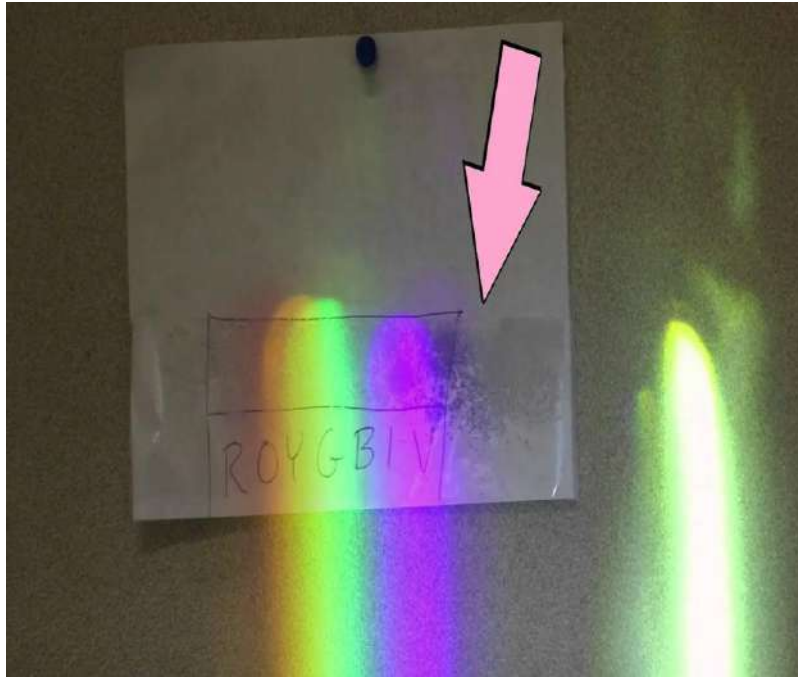
اكتشف هيرشل إشعاعاً غير مرئيٍّ من الطيف القادم من الشمس، سمّاه الأشعّة تحت الحمراء **Infrared radiation**. يمكنك تجربة الأشعّة تحت الحمراء باستخدام غلاية تمّ غلي الماء فيها للتوّ. قَرّب ظهر يدك من الغلاية، مع الحذر من ملامستها. سوف تشعر بدفء الغلاية عندما يمتصّه جلدك؛ لأن الأشعّة تحت الحمراء تنبعث من الغلاية. (يُطلق على هذه الأشعّة أحياناً، كما هو موضح في الوحدة التاسعة من الصف التاسع، اسم «الإشعاع الحراري»، وهو الذي يمثل «الأشعّة تحت الحمراء»).



الشكل ١٣-٢ يتضمّن الطيف القادم من الشمس الأشعّة تحت الحمراء، والضوء المرئي، والأشعّة فوق البنفسجية، بالإضافة إلى أنواع أخرى من الأشعّة

## ما بعد اللون البنفسجي

أسهم اكتشاف الإشعاع بعد اللون الأحمر للطيف المرئي في النظر إلى ما بعد اللون البنفسجي للطيف المرئي؛ فقد استخدم العالم الألماني يوهان ريتير Johan Ritter عام 1801 م كلوريد الفضة للبحث عن الأشعة غير المرئية؛ لأن أملاح الفضة تسودّ عند التعرّض لأشعة الشمس (هكذا تعمل أفلام التصوير الفوتوغرافي). لذلك سلّط طيفاً من ضوء الشمس على ورقة منقوعة في محلول كلوريد الفضة، فأصبحت الورقة سوداء. دهّش يوهان عندما شاهد أن التأثير كان أقوى بعد نهاية اللون البنفسجي لنطاق الطيف المرئي. وبهذا اكتشف يوهان امتداداً آخر للطيف المرئي، أصبح يُسمّى الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet radiation. وبالرغم من أن أعيننا لا تستطيع الكشف عن الأشعة فوق البنفسجية، فإنّ فيلم التصوير الحساس يستطيع الكشف عنها.



تمّ اكتشاف كلّ من الأشعّة تحت الحمراء والأشعّة فوق البنفسجية من خلال طيف الضوء القادم من الشمس، لكن ليس من الضروري أن يكون مصدر هذه الأشعة هو الشمس. تخيل قطعة من الحديد تسخّنها على لهب بنزن، ستظهر في البداية داكنة وسوداء، ولكن حين إبعادها عن اللهب تنبعث منها أشعّة تحت الحمراء. عند وضعها مرّة أخرى على اللهب وتسخينها أكثر سوف تتوهّج بداية باللون الأحمر الباهت، ثم تتوهّج أكثر باللون الأصفر؛ لتصبح في النهاية بلون أبيض، إذ ينبعث منها عندئذ ضوء مرئي. وعندما تصل درجة حرارتها إلى حوالي  $1000^{\circ}\text{C}$ ، تنبعث منها كمّيات كبيرة من الأشعّة فوق البنفسجية.



### مصطلحات علمية

الأشعة فوق البنفسجية **Ultraviolet radiation**؛ الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يلي الضوء البنفسجي ويكون تردده أعلى من تردد الضوء المرئي.

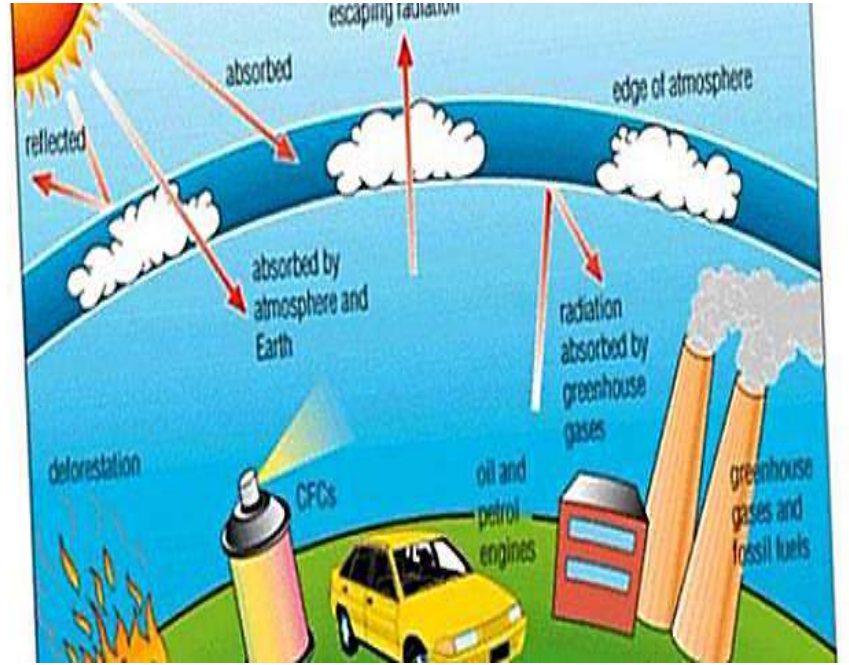
### مصطلحات علمية

الأشعة تحت الحمراء **Infrared radiation**؛ الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يلي الضوء الأحمر ويكون طول موجته أكبر من طول موجة الضوء المرئي. ويُعرف أحياناً باسم الإشعاع الحراري.



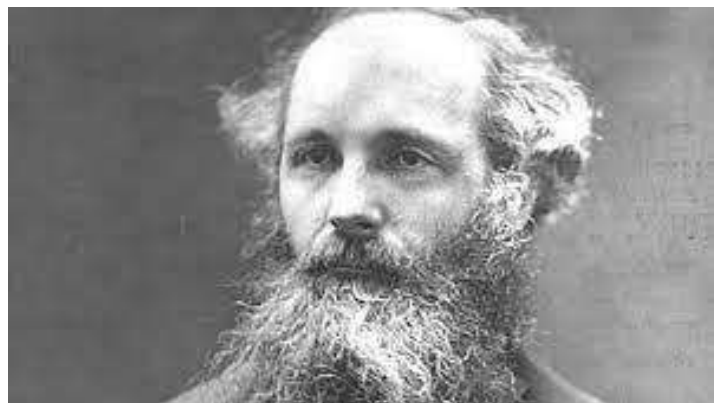
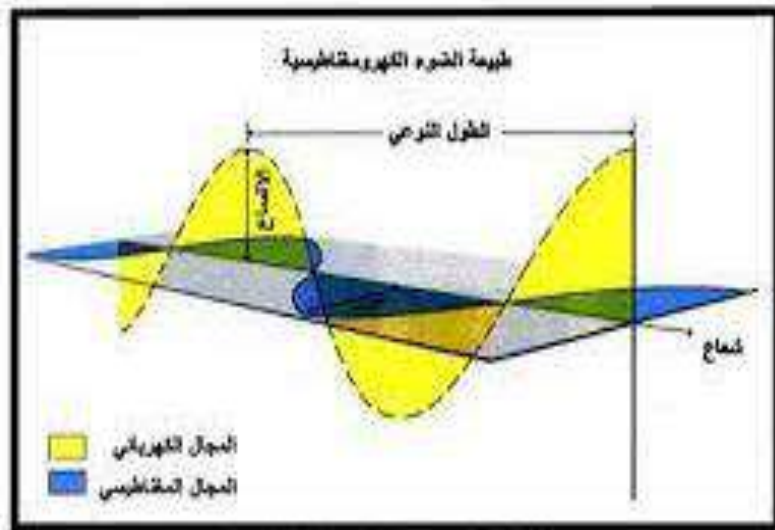
سرطان الجلد

- أكثر من 800,000 حالة إصابة بسرطان  
الجلد سنوياً تحدث في العالم وذلك  
بسبب التعرض الخاطئ لأشعة  
الشمس .





## ٢-١٣ الموجات الكهرومغناطيسية

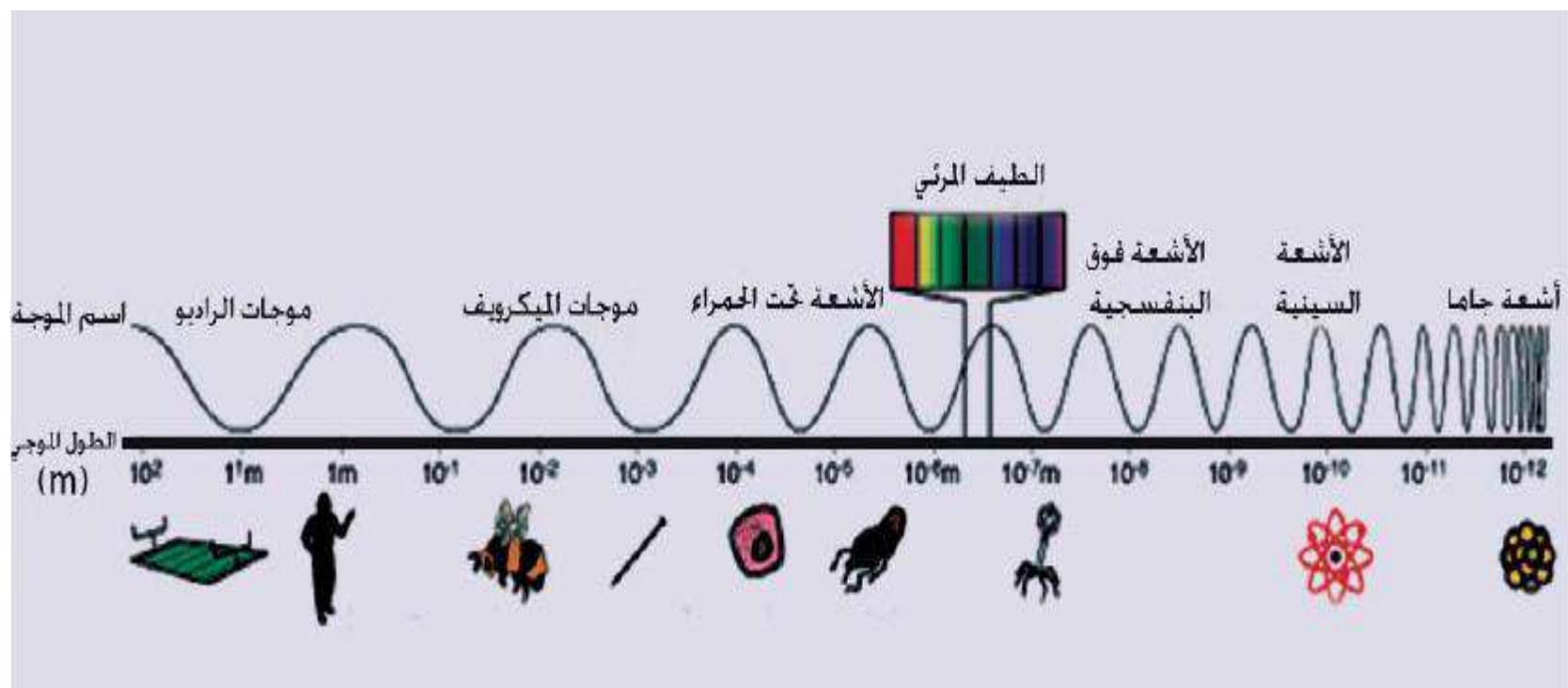


## ٢-١٣ الموجات الكهرومغناطيسية

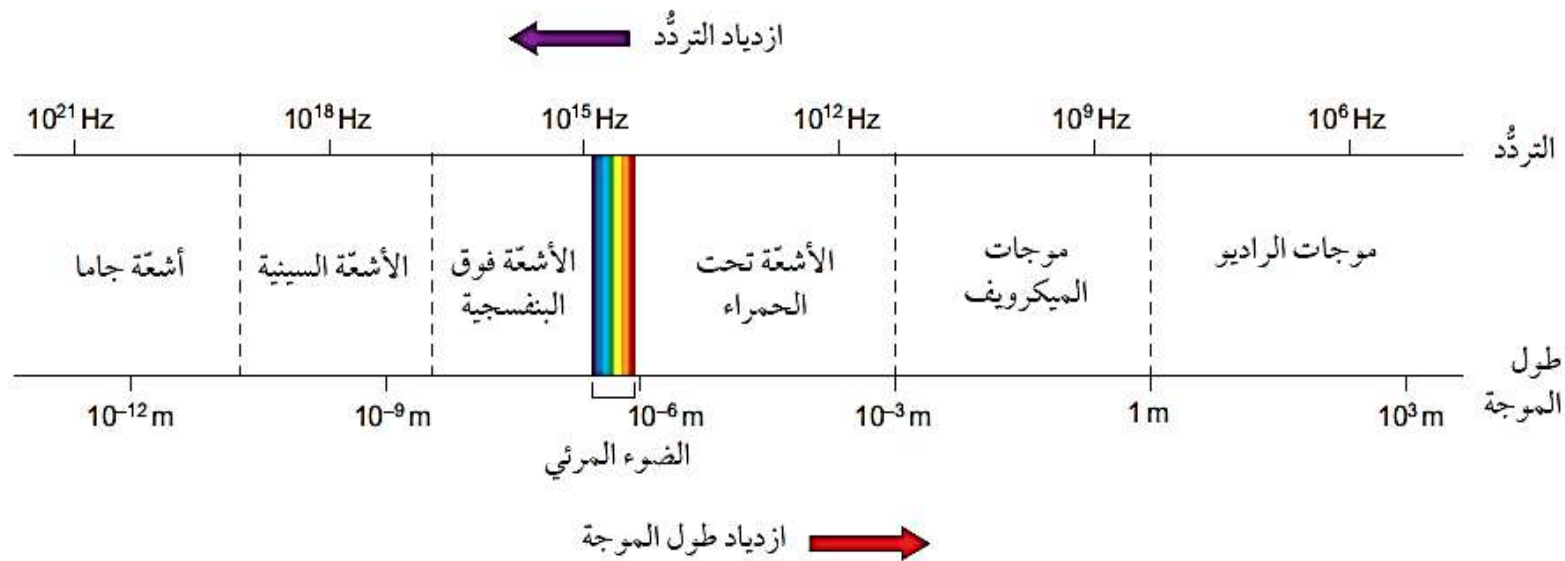
توقع ماكسويل أن جميع الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل  
بالسرعة نفسها عبر الفراغ، وهي سرعة الضوء التي تساوي  
 $300\,000\,000\text{ m/s}$  تقريباً .

### مصطلحات علمية

الطيف الكهرومغناطيسي **Electromagnetic spectrum**؛  
نطاق من الأشعة الكهرومغناطيسية تختلف من حيث التردد  
والطول الموجي، وتمتد من موجات الراديو إلى أشعة جاما .



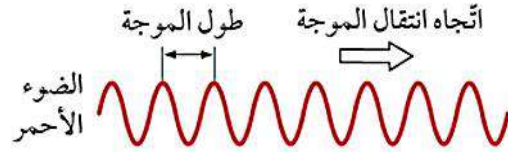




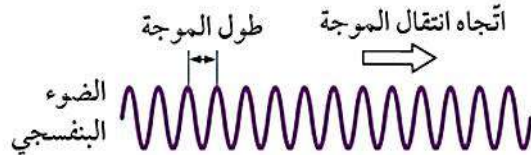
الشكل ١٣-٤ الطيف الكهرومغناطيسي. يتضح أن هناك علاقة عكسية بين الطول الموجي والتردد. نطاق طول موجة الضوء المرئي من البنفسجي إلى الأحمر هو بين  $4 \times 10^{-7}$  m و  $7 \times 10^{-7}$  m تقريباً

## طول الموجة والتردد

يُعدّ الضوء موجة مستعرضة، التي سبق ذكرها في الوحدة الثانية عشرة. يُقارن الشكل ١٣-٣ الضوء الأحمر بالضوء البنفسجي؛ فالضوء الأحمر له طول موجة أكبر من طول موجة الضوء البنفسجي، أي أن هناك مسافة أكبر من إحدى قمم الموجة إلى القمة التي تليها. ومع أنّ الضوء الأحمر والضوء البنفسجي ينتقلان بالسرعة نفسها (كما توقع ماكسويل)، فإنّ الضوء البنفسجي له تردد أكبر، أي أن عدد الموجات للضوء البنفسجي أكثر من عدد الموجات للضوء الأحمر، ضمن نفس المسافة المقطوعة.

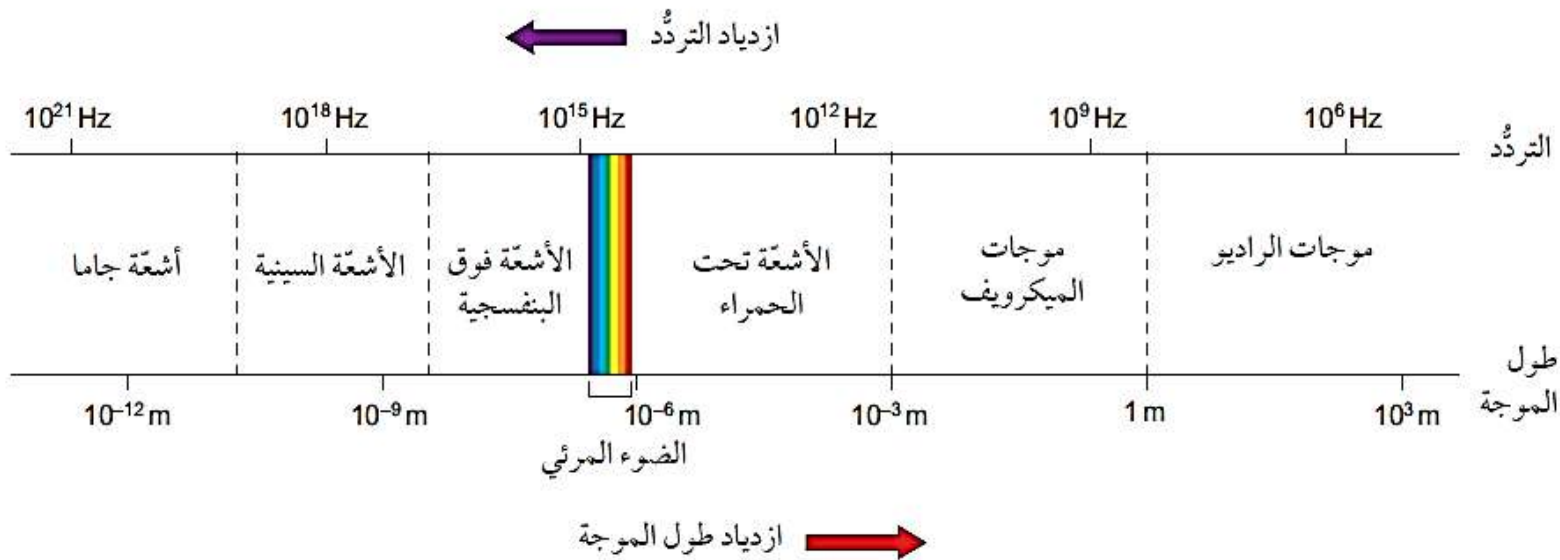


(أ)

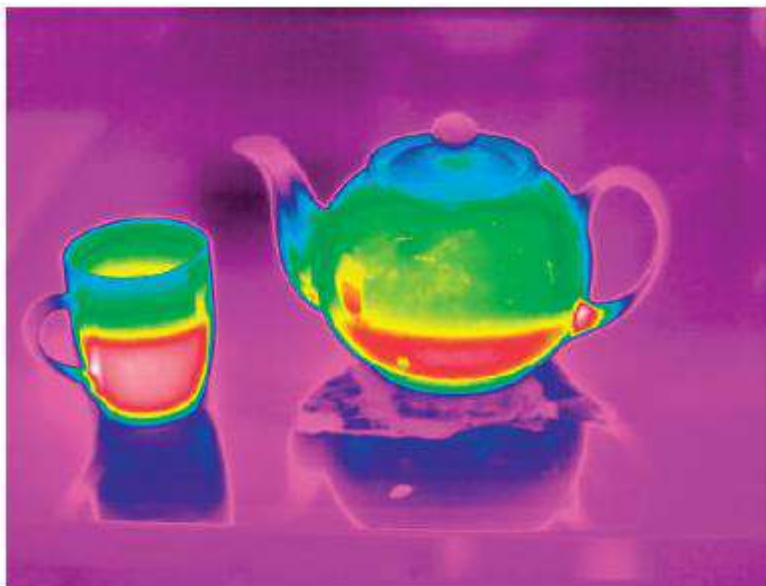


(ب)

تتميّز الموجات التي يتكوّن منها الضوء المرئي بتردّدات عالية جدًا تفوق مئة مليون مليون هرتز، أو  $10^{14}$  Hz، في حين أن طول موجتها صغير جدًا، تتراوح بين 400 nm للضوء البنفسجي و 700 nm للضوء الأحمر؛ (واحد نانومتر (1 nm) هو واحد من المليار (واحد من ألف مليون،  $\frac{1}{10000000000}$ ) من المتر، لذلك  $400 \text{ nm} = 400 \times 10^{-9} \text{ m}$ ). يعني ذلك أنّ حزمة من الضوء بطول متر واحد تحتوي على أكثر من مليون طول موجة من الضوء المرئي.



الشكل ١٣-٤ الطيف الكهرومغناطيسي. يتضح أن هناك علاقة عكسية بين الطول الموجي والتردد. نطاق طول موجة الضوء المرئي من البنفسجي إلى الأحمر هو بين  $4 \times 10^{-7}$  m و  $7 \times 10^{-7}$  m تقريباً



الصورة ١٣-٣ صورة حرارية لإبريق شاي وكوب؛  
فالمناطق الحمراء هي الأكثر سخونة، في حين يظهر اللون  
الأرجواني للمقايض، لأنها باردة إلى درجة تسمح بلمسها



- الضوء المرئي: يُستخدم الضوء المرئي في التصوير الفوتوغرافي وفي الألياف البصرية. وهو يُستخدم طبيًا في الألياف البصرية لرؤية ما بداخل الجسم، وفي مجال آخر لنقل بيانات مكالمات الهواتف الأرضية والشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت).

- الأشعة فوق البنفسجية: تُستخدم الأشعة فوق البنفسجية لتعقيم المعدات الطبية، ويمكن أن يكون التعرض المحدود للأشعة فوق البنفسجية من الشمس مفيدًا لأنها تساعد خلايا الجلد على إنتاج فيتامين «د».



- الأشعة السينية: تستطيع هذه الأشعة اختراق المواد الصلبة، وبالتالي يمكن استخدامها في الماسحات الضوئية الأمنية في المطارات (انظر الصورة ١٣-٤). وتُستخدم أيضاً في المستشفيات والعيادات لرؤية ما في داخل أجسام المرضى، دون الحاجة إلى إجراء عملية جراحية. تمتص العظام الأشعة السينية، لذلك تظهر العظام كظل في الصورة. يمكن الكشف عن الأشعة السينية باستخدام أجهزة كشف إلكترونية (كتلك المستخدمة في الكاميرات الرقمية).

الصورة ١٣-٤ استخدامان للإشعاع الكهرومغناطيسي في الفحص الأمني بالمطار: تُستخدم الأشعة السينية لرؤية ما بداخل الأمتعة، في حين تكشف موجات الراديو الأجسام الفلزية أثناء مرور الركاب من بوابة الفحص الأمني





- أشعة جاما: تُستخدم أشعة جاما في العلاج الإشعاعي لبعض أنواع السرطان، وفي تعقيم المواد الغذائية والمعدات. ويمكن استخدام كل من أشعة جاما والأشعة السينية لفحص سلامة الهياكل الفلزية كالأنابيب وأجزاء محركات الطائرات.



## تمرين ١٣-١ الموجات الكهرومغناطيسية

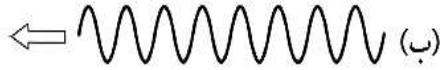
تُعدُّ موجات الضوء ضمن طيف الموجات الكهرومغناطيسية.

i الطيف المرئي هو طيف كلِّ ألوان الضوء التي يمكننا رؤيتها.

١. ما اسم الأشعة في الطيف الكهرومغناطيسي التي لا يمكننا رؤيتها، والتي تقع قرب الضوء الأحمر؟

٢. اذكر تأثير هذا النوع من الأشعة عندما تمتصه مادة صلبة.

ب) يُمثّل المخطط أدناه موجّتين من الضوء المرئي، لوحظتا خلال جُزء ضئيل من الثانية وعلى نفس المقياس.



١. أي الموجّتين لها طول موجة أكبر: (ا) أم (ب)؟ .....
٢. كم عدد الموجات الكاملة في المخطط (ا)؟ .....
٣. كم عدد الموجات الكاملة في المخطط (ب)؟ .....
٤. قارن بين سرعة الموجة (ا) وسرعة الموجة (ب). .....
٥. أيّ موجة تُمثّل الضوء الأعلى تردُّدًا؟ .....
٦. إذا افترضنا أن الموجّتين تُمثّلان الضوء الأحمر والبنفسجي، فأَيّ منهما تُمثّل الضوء الأحمر؟ .....



