
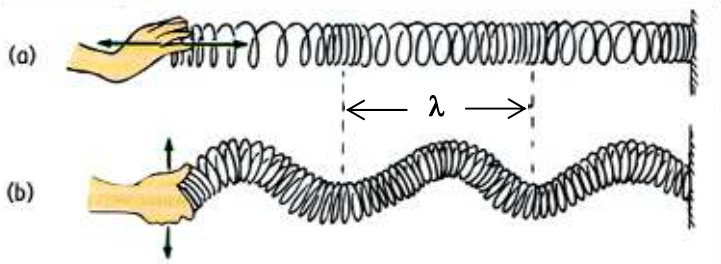
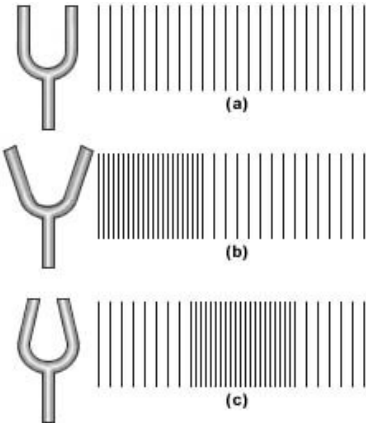
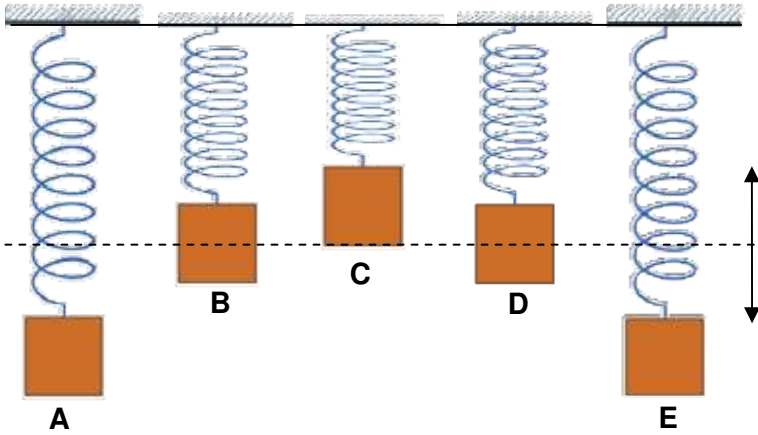
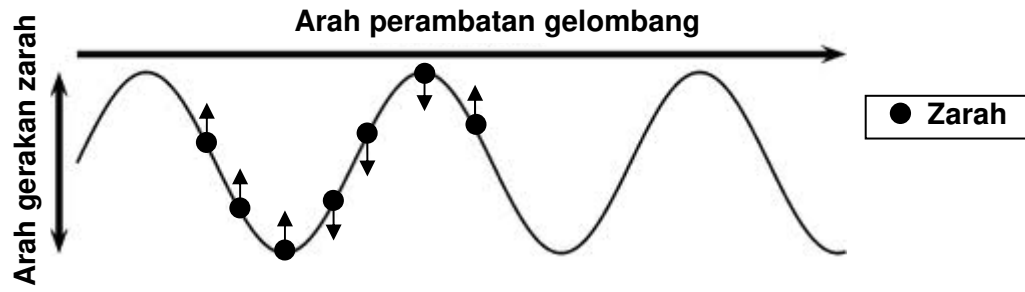
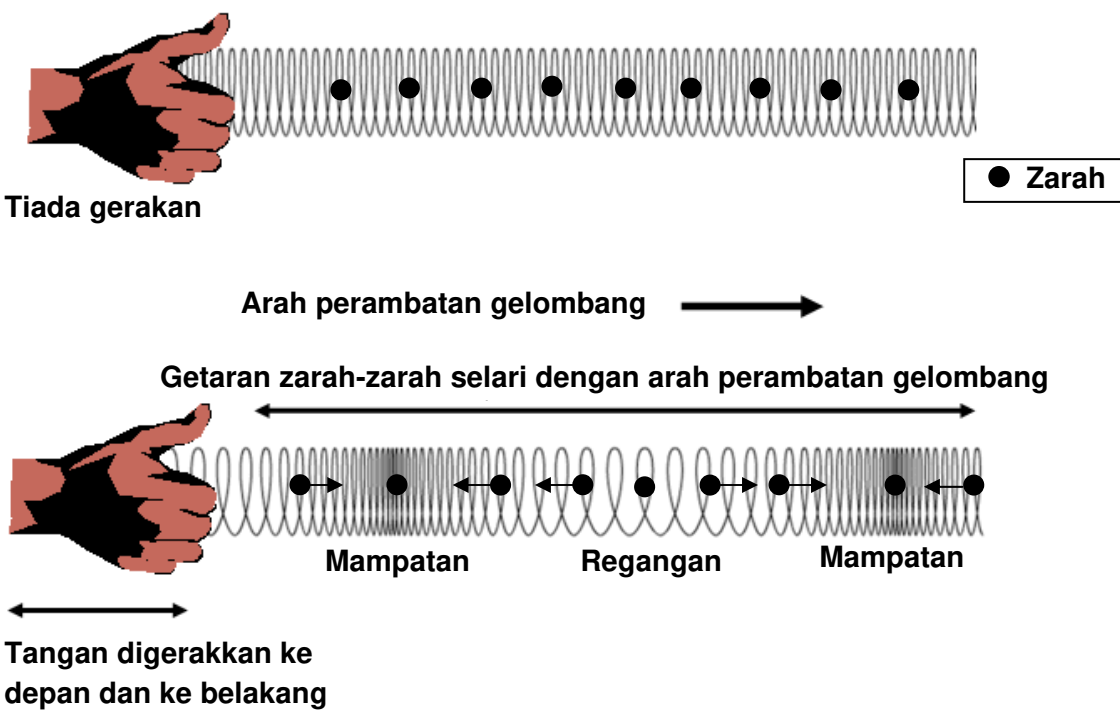


**BAB 1 GELOMBANG**

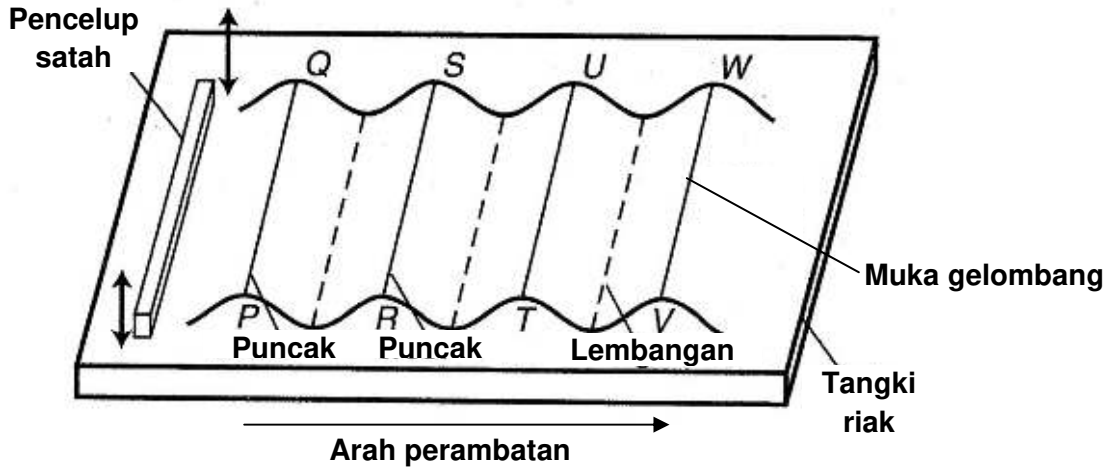
**1.1 Gelombang**

Menjana idea tentang gelombang	
<p><b>Gelombang air</b></p> 	<p><b>Spring Slinky</b></p> 
<p><b>Getaran Tala bunyi</b></p> 	<p><b>Getaran spring</b></p> 
<p><b>Apa itu gerakan gelombang?</b></p>	<p><b>Gerakan gelombang ialah getaran yang berulang-ulang dan berkala yang bergerak melalui satu medium serta memindahkan tenaga dari satu lokasi ke lokasi yang lain.</b></p> <p><b>Contoh:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ombak laut merupakan gelombang yang membawa tenaga untuk menghakis pantai.</li> <li>- Gelombang bunyi memindahkan bunyi dari sumbernya ke telinga.</li> <li>- Gelombang cahaya memindahkan tenaga dari matahari ke bumi.</li> </ul> <p><b>Gelombang memindahkan tenaga tanpa memindahkan jirim medium yang dilaluinya.</b></p>

<b>Jenis-jenis Gelombang</b>	
<b><u>Gelombang Melintang</u></b>	<p>Gelombang melintang ialah gelombang yang mana zarah mediumnya bergetar pada arah yang berserenjang dengan arah perambatan gelombang.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Contoh: Gelombang air, gelombang cahaya</p>
<b><u>Gelombang Membujur</u></b>	<p>Gelombang membujur ialah gelombang yang mana zarah mediumnya bergetar pada arah yang selari dengan arah perambatan gelombang.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Contoh : Gelombang bunyi</p>

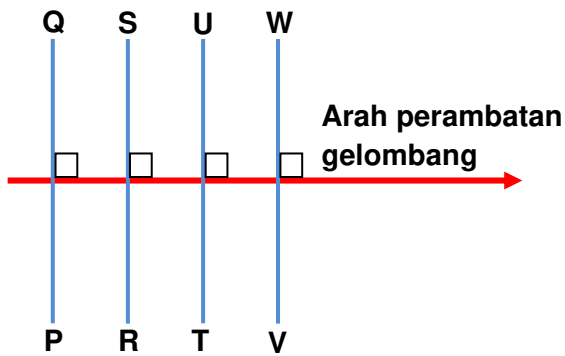
**Muka gelombang**

Muka gelombang ialah garis yang menyambungkan semua titik yang bergetar pada fasa yang sama dan berada pada jarak yang sama dari sumber gelombang.

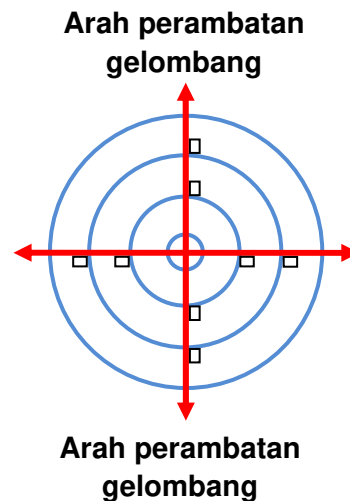


Muka gelombang sentiasa berserenjang dengan arah perambatan gelombang.

**Muka gelombang satah**



**Muka gelombang membulat**



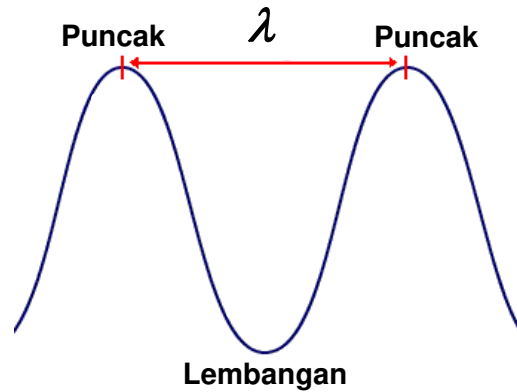
<b>Tangki Riak</b>	
<b>Tangki riak digunakan untuk mengkaji fenomena berkaitan dengan gelombang.</b>	
<b>Gelombang Satah</b>	<b>Gelombang Membulat</b>
<b>Pembentukan imej gelombang oleh puncak dan lembangan gelombang air</b>	

**Istilah-istilah dalam kajian gelombang**

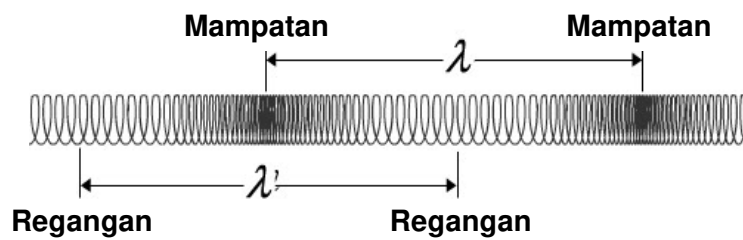
**1. Panjang gelombang,  $\lambda$**

Panjang gelombang ialah jarak di antara dua titik sefasa yang berturutan. Sebutan  $\lambda$  ialah *Lambda*

**Gelombang Melintang**

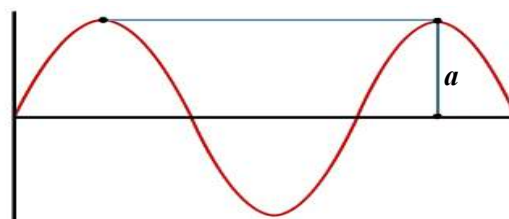
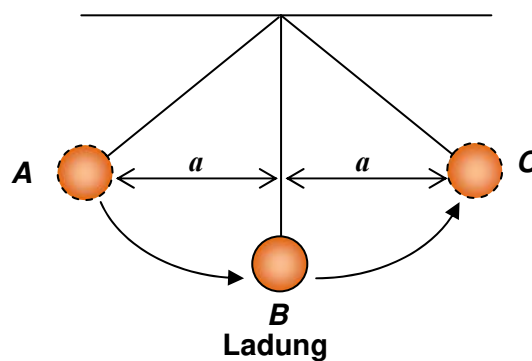


**Gelombang Membujur**



**2. Amplitud,  $a$**

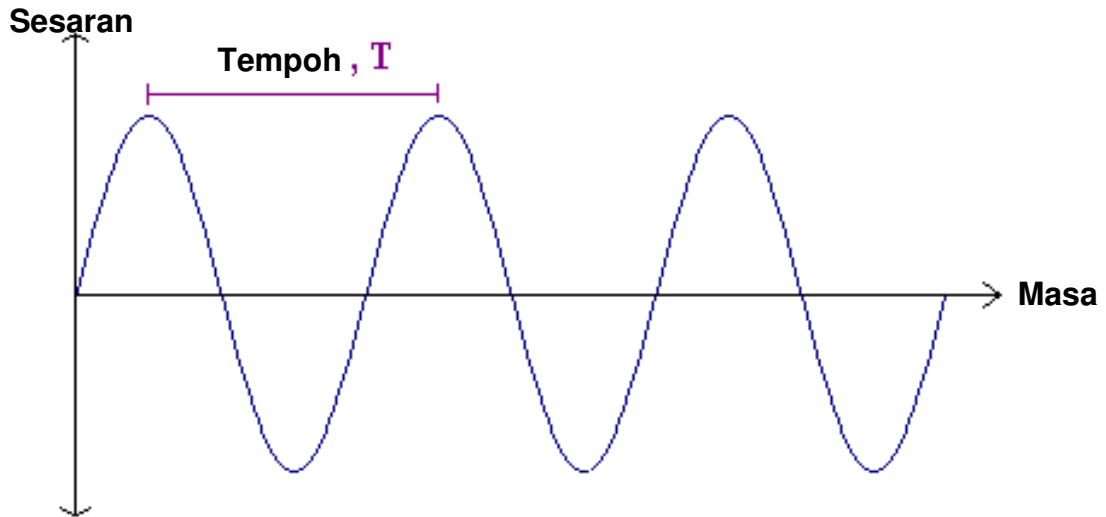
Amplitud ialah sesaran maksimum zarah dari kedudukan keseimbangan.



**3. Tempoh,  $T$**

Tempoh,  $T$  ialah masa yang diambil oleh sesebuah sistem ayunan untuk melakukan satu ayunan lengkap.

Contoh: Graf sesaran melawan masa bagi satu gelombang.



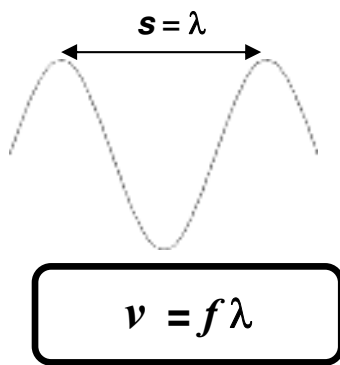
**4. Frekuensi,  $f$**

Frekuensi,  $f$  ialah bilangan ayunan lengkap dalam satu saat. Frekuensi diukur dalam unit hertz (Hz).

$$\text{Frekuensi, } f = \frac{1}{\text{Tempoh, } T}$$

**5. Laju gelombang,  $v$**

Laju gelombang ialah jarak yang dilalui oleh sesuatu gelombang dalam satu tempoh masa tertentu dalam arah perambatan gelombang.



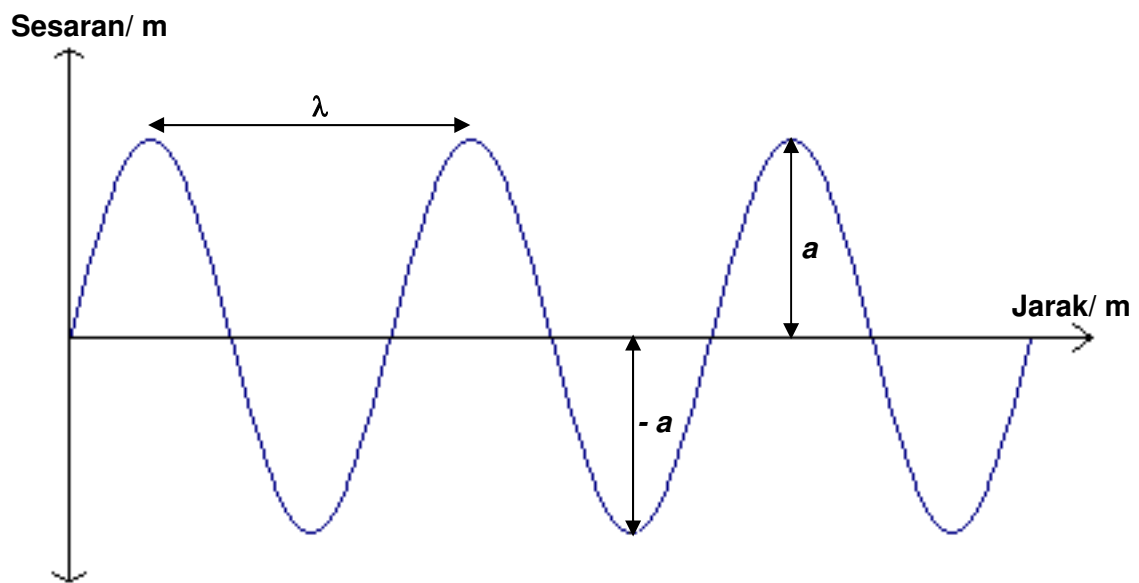
$$v = \frac{\text{Jarak yang dilalui oleh suatu gelombang, } s}{\text{Masa yang diambil, } t}$$

$$v = \frac{\text{Panjang gelombang, } \lambda}{\text{Tempoh, } T} = \frac{1}{T} \times \lambda$$

$$v = \text{Frekuensi, } f \times \text{Panjang gelombang, } \lambda$$

$$v = f\lambda$$

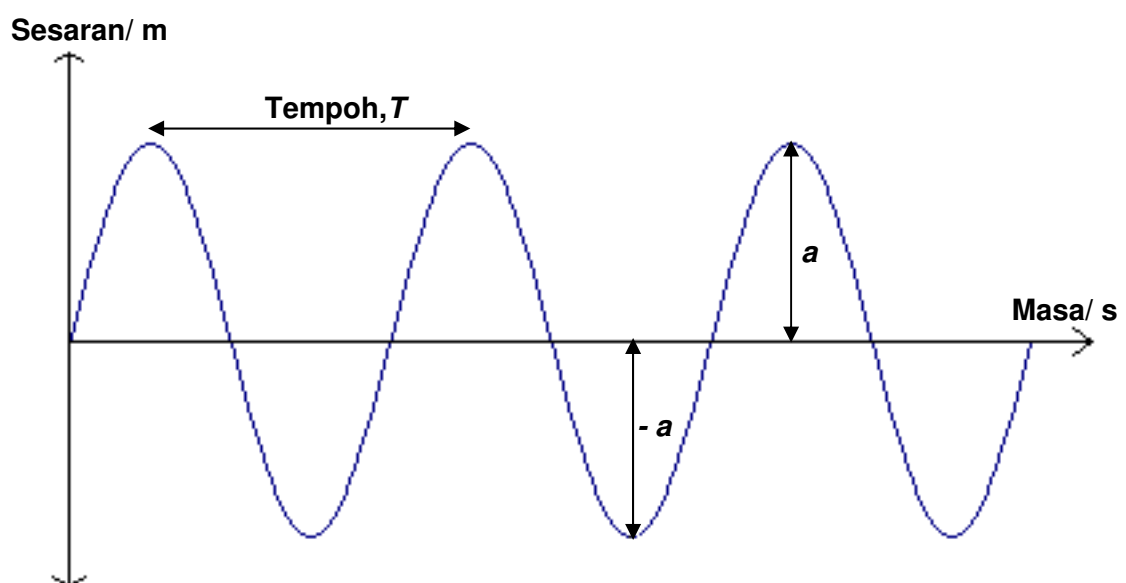
**Graf Sesaran – Jarak**



Maklumat yang diperolehi daripada graf Sesaran – Jarak ialah:

- (i) Panjang gelombang,  $\lambda$
- (ii) Amplitud

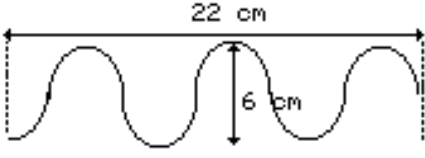
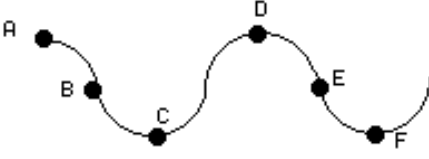
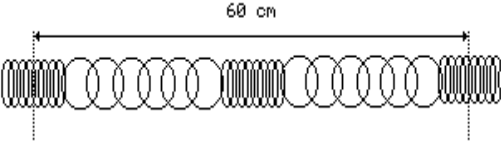
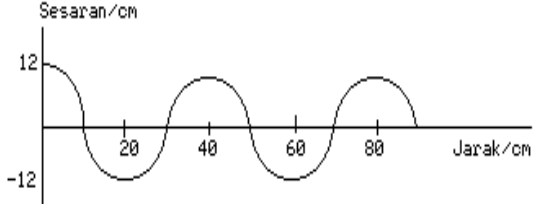
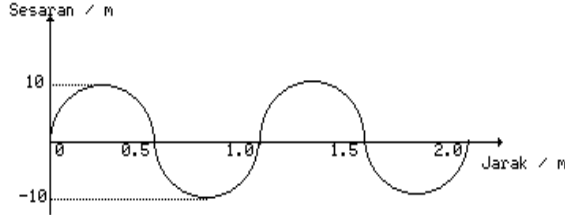
**Graf Sesaran – Masa**



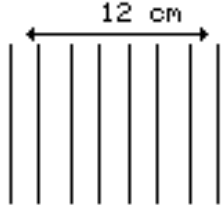
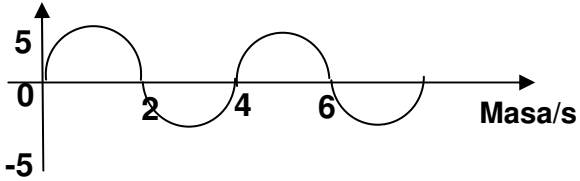
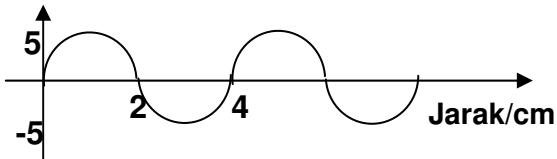
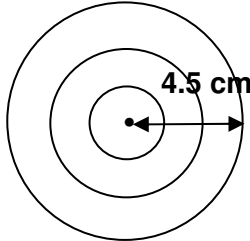
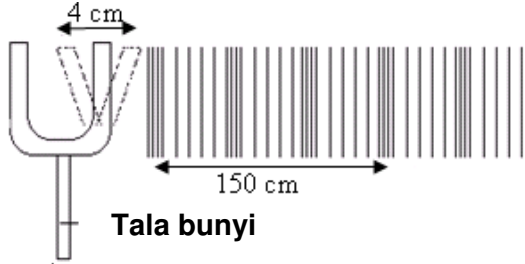
Maklumat yang diperolehi daripada graf Sesaran – Masa ialah:

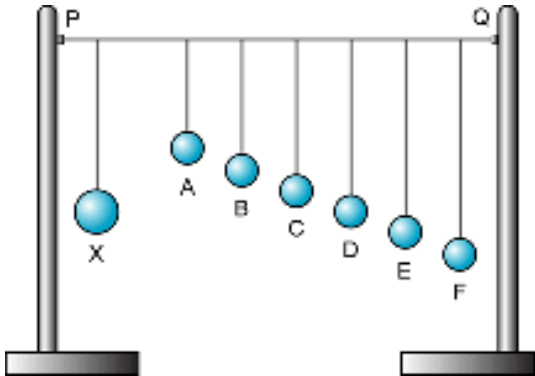
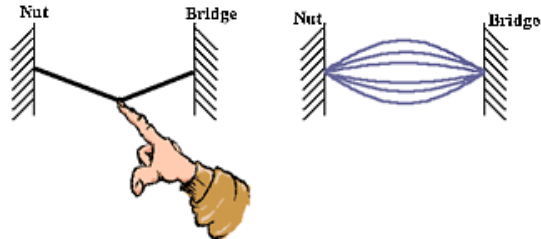


- (i) Tempoh,  $T$
- (ii) Amplitud
- (iii) Frekuensi,  $f$

**Latihan 1.1 Gelombang**

 <p>(1) Tentukan panjang gelombang dan amplitud.</p>	 <p>(2) Gambar rajah menunjukkan sejenis gelombang melintang. Pasangan titik manakah merupakan panjang gelombang bagi gelombang itu?</p>
 <p>(3) Suatu spring slinky digetarkan untuk menghasilkan gelombang membujur. Panjang gelombang bagi gelombang itu adalah</p>	<p>(4) Sebuah wisel menghasilkan bunyi pada frekuensi 400 Hz. Jika halaju bunyi ialah <math>600 \text{ ms}^{-1}</math>, tentukan panjang gelombang bunyi itu.</p>
 <p>(5) Seutas tali digetarkan menghasilkan gelombang seperti rajah di atas dengan kadar 10 getaran sesaat. Halaju gelombang adalah?</p>	 <p>(6) Rajah menunjukkan bentuk gelombang pada spring slinky yang digetarkan pada frekuensi 8 Hz. Berapakah</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) amplitud</li> <li>(ii) panjang gelombang</li> <li>(iii) halaju gelombang</li> </ul>



 <p>(7) Tentukan panjang gelombang bagi gelombang air tersebut.</p>	<p>(8) Dalam satu eksperimen, Siti merekodkan ayunan bandul melakukan 30 ayunan lengkap dalam masa 15 saat. Apakah nilai                  (a) Tempoh ayunan?                  (b) Frekuensi ayunan?</p>
<p>Sesaran/cm</p>  <p>(9) Cari nilai frekuensi.</p>	<p>Sesaran/cm</p>  <p>(10) Cari nilai panjang gelombang dan amplitud.</p>
<p>(11) Suatu gelombang air mempunyai halaju <math>40 \text{ cms}^{-1}</math> dan panjang gelombang <math>4 \text{ cm}</math> di kawasan air dalam. Di kawasan air cetek halajunya menjadi <math>10 \text{ cms}^{-1}</math>. Berapakah panjang gelombang di kawasan air cetek?</p>	<p>(12) Gelombang air yang mempunyai panjang gelombang <math>6 \text{ cm}</math> dan bergerak dengan halaju <math>12 \text{ cms}^{-1}</math> di kawasan air cetek. Apabila gelombang air itu bergerak di kawasan air dalam halajunya menjadi <math>20 \text{ cms}^{-1}</math>. Panjang gelombang di kawasan air dalam adalah</p>
 <p>(13) Gelombang membulat ini dihasilkan oleh pencilup sfera yang bergetar dengan frekuensi <math>5 \text{ Hz}</math>. Berapakah laju gelombang tersebut.</p>	 <p>(14) Tentukan nilai amplitud dan panjang gelombang.</p>

<b>Resonans</b>	
<p><b>Resonans bermaksud suatu sistem yang bergetar dengan amplitud maksimum.</b></p> <p><b>Resonans berlaku apabila suatu sistem bergetar dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi aslinya.</b></p> <p><b>Frekuensi asli ialah frekuensi satu sistem yang bergetar tanpa sebarang daya luar bertindak ke atasnya.</b></p>	
<b>Eksperimen menunjukkan fenomena resonans</b>	
 <p style="text-align: center;"><b>Bandul Barton</b></p>	<p><b>Ayunkan bandul X</b>  <b>Didapati semua bandul berayun.</b>  <b>Tetapi bandul D berayun dengan amplitud maksimum.</b></p> <p><b>Ini disebabkan panjang bandul X = panjang bandul D.</b></p> <p><b>Frekuensi ayunan bandul X = Frekuensi ayunan bandul D.</b></p> <p><b>Bandul D berayun dengan amplitud maksimum untuk menghasilkan fenomena resonans.</b></p>
<b>Contoh-contoh fenomena resonans dalam kehidupan harian</b>	
<p><b>Fenomena 1:</b>  <b>Ahli muzik menalakan frekuensi tali gitar/tali piano sama dengan frekuensi asli tali gitar/piano. Tali bergetar dengan amplitud maksimum menghasilkan bunyi yang kuat.</b></p>	
<p><b>Fenomena 2:</b>  <b>Penyanyi soprano menyanyi pada frekuensi sama dengan frekuensi asli getaran gelas. Getaran maksimum gelas menyebabkan gelas pecah.</b></p>	
<p><b>Fenomena 3:</b>  <b>Tiupan angin kuat menyebabkan jambatan bergetar dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi aslinya. Jambatan akan runtuh hasil getaran jambatan pada amplitud maksimum.</b></p>	

<b>Pelembapan</b>	
	<p>Pada hakikatnya suatu sistem bergetar akhirnya akan berhenti atau pun amplitudnya semakin berkurang terhadap masa.</p> <p>Ini disebabkan berlakunya proses <u>pelembapan</u>. Proses pelembapan ialah proses kehilangan tenaga pada sistem bergetar dalam bentuk haba.</p> <p>Pelembapan luaran disebabkan faktor-faktor luaran seperti rintangan udara dan geseran. Pelembapan dalaman disebabkan faktor-faktor dalaman seperti geseran antara atom-atom semasa atom-atom bergetar.</p> <p>Satu contoh kegunaan pelembapan dalam kehidupan seharian ialah spring pada kereta akan berhenti bergetar apabila terhentak pada permukaan jalan yang keras.</p>

**Latihan: Resonan dan Pelembapan**

Rajah di atas menunjukkan sebuah bandul yang berjirim 40.0 g dan mempunyai panjang 20.0 cm. Bandul tersebut membuat 20 ayunan lengkap dalam masa 5.0 saat.

(a) Dengan menggunakan huruf-huruf A,B dan C pada rajah, nyatakan

- (i) kedudukan keseimbangan
- (ii) Tempoh

(b) Berapakah frekuensi ayunan bandul itu?

(c) Berapakah frekuensi ayunan bandul jika ladung berjisim 50.0 g digunakan.

(d) Apakah terjadi kepada frekuensi ayunan bandul jika bandul yang panjangnya 80.0 cm digunakan.

.....

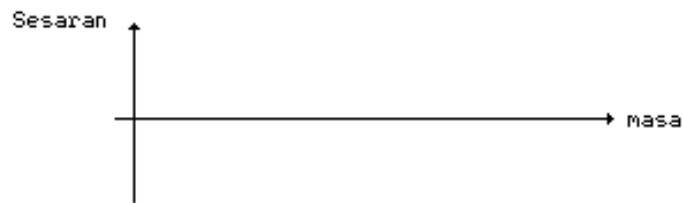
(e) Selepas berayun beberapa kali didapati bandul itu berhenti.

(i) Mengapakah bandul itu berhenti?

.....

.....

(f) Lakarkan graf sesaran-masa untuk menunjukkan ayunan bandul sehingga ia berhenti.



(g) Nyatakan jenis-jenis tenaga semasa bandul itu berada

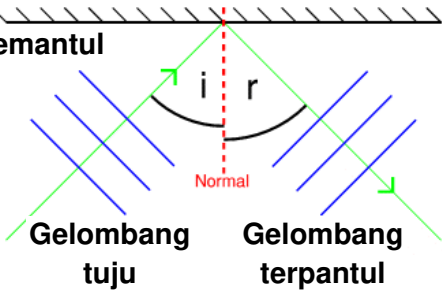

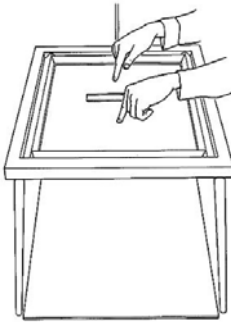
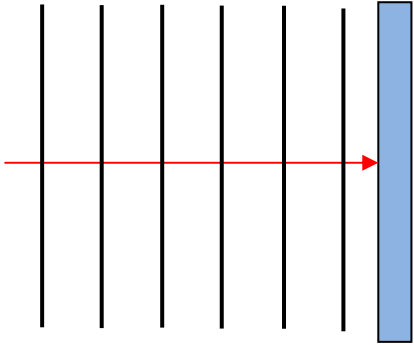
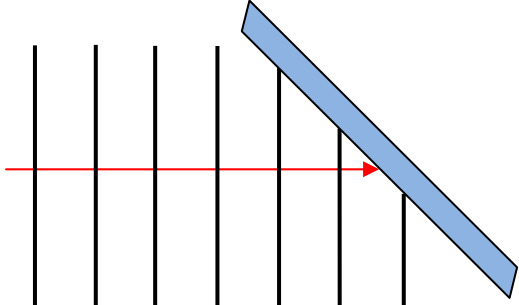
(i) di B

.....

(ii) di antara B dan C

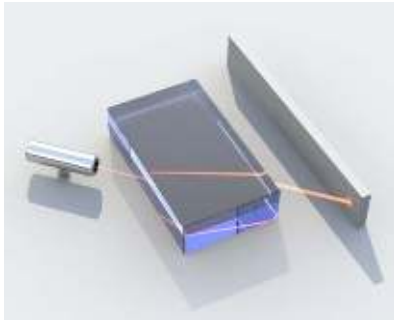
.....

**1.2 Fenomena gelombang 1 : Pantulan Gelombang**

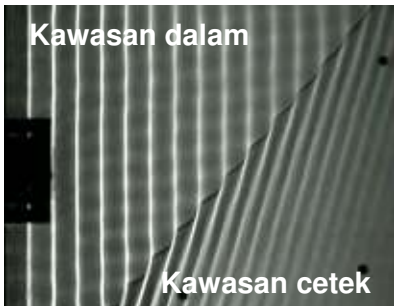
<p><b>Pantulan Gelombang</b></p>  <p><math>i =</math> Sudut tuju <math>r =</math> Sudut pantulan</p>	<p>Pantulan gelombang berlaku apabila gelombang berlanggar dengan satu pemantul.</p> <p>Gelombang terpantul mengalami perubahan arah perambatan gelombang.</p> <p>Nilai frekuensi, <math>f</math>, panjang gelombang, <math>\lambda</math> dan laju gelombang, <math>v</math> adalah kekal sama selepas pantulan.</p> <p>Pantulan gelombang terjadi untuk semua jenis gelombang seperti gelombang air, gelombang cahaya dan gelombang bunyi.</p> <p>Pantulan gelombang bunyi disebut sebagai gema.</p> <p>Fenomena pantulan gelombang mematuhi Hukum Pantulan.</p>
<p><b>Hukum Pantulan</b></p>	<p>Menurut Hukum Pantulan:</p> <p style="text-align: center;">Sudut tuju, <math>i =</math> Sudut pantulan, <math>r</math></p>
<p><b>Pantulan Gelombang air</b></p> 	<p>Pantulan gelombang air boleh dikaji dan diperhatikan menggunakan tangki riak dan pemantul satah.</p> 
<p style="text-align: center;"><b>Lengkapkan rajah-rajah di bawah untuk menunjukkan pantulan gelombang air</b></p>	
	

**1.3 Fenomena gelombang 2 : Pembiasan Gelombang**

**Pembiasan gelombang**



Gelombang cahaya



Kawasan dalam

Kawasan cetek

Gelombang air

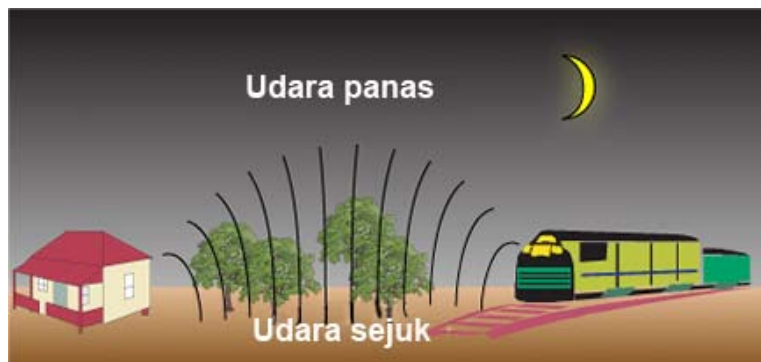
Pembiasan gelombang ialah satu fenomena gelombang di mana arah perambatan gelombang berubah apabila merambat dari satu medium ke medium yang lain.

Perubahan arah perambatan gelombang disebabkan laju gelombang berubah apabila merambat dari satu medium ke medium yang lain.

Contoh 1: Gelombang cahaya mengalami pembiasan apabila merambat dari medium udara ke medium kaca.

Contoh 2: Gelombang air mengalami pembiasan apabila merambat dari kawasan dalam ke kawasan cetek.

Contoh 3: Gelombang bunyi mengalami pembiasan apabila merambat dari lapisan udara sejuk ke lapisan udara panas.



Apa terjadi kepada nilai frekuensi, panjang gelombang, laju dan arah perambatan gelombang selepas pembiasan?

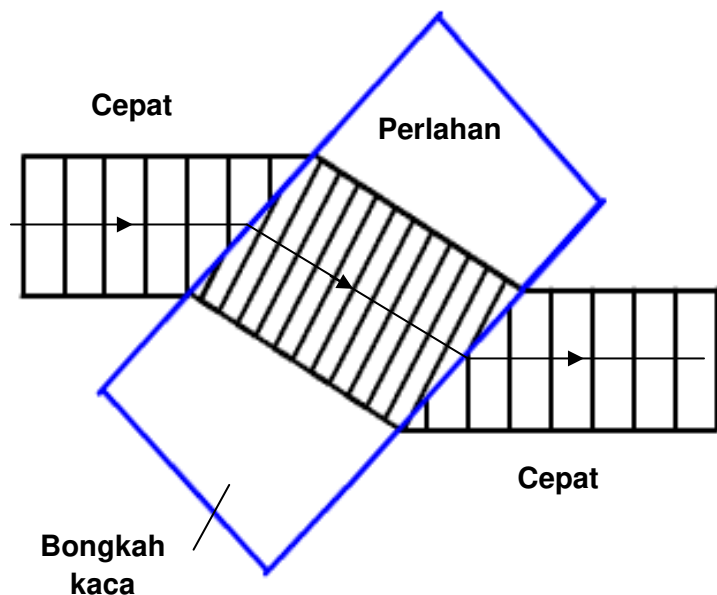
$f$  : .....

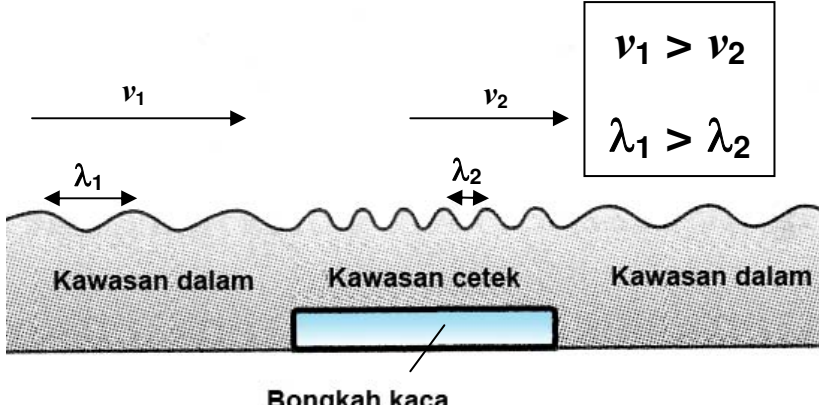
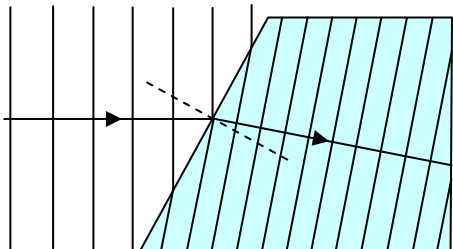
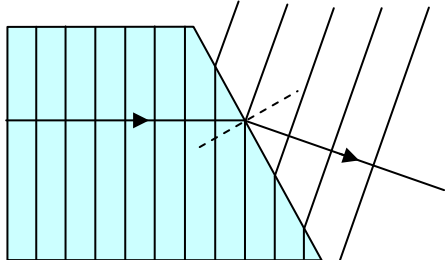
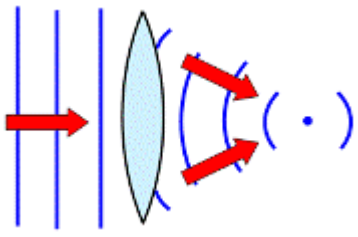
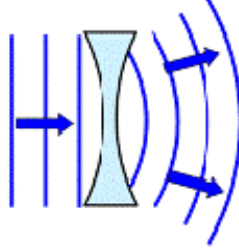
$\lambda$  : .....

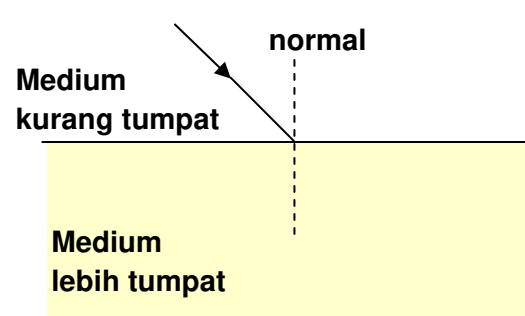
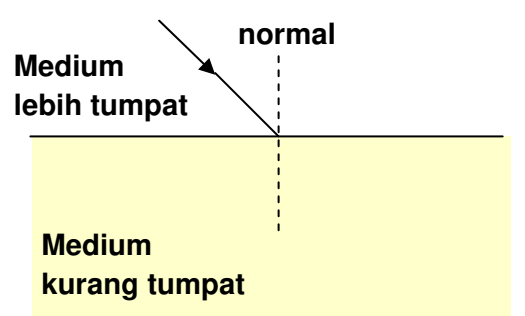
$v$  : .....

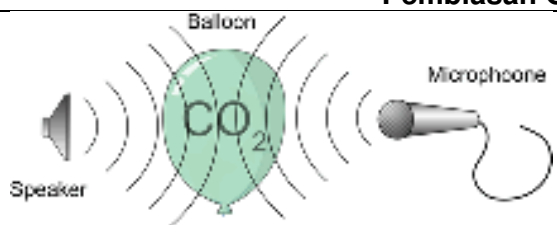
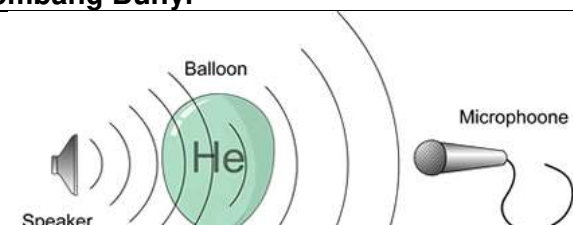
Arah : .....

Selepas pembiasan gelombang, frekuensi gelombang tidak berubah, tetapi panjang gelombang, laju dan arah perambatan gelombang berubah.



<b>Pembiasan Gelombang Air</b>																	
<b>Hubungan antara laju gelombang, <math>v</math> dan panjang gelombang, <math>\lambda</math> bagi gelombang air pada kawasan dalam dan kawasan cetek.</b>																	
<div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;"><math>v = f\lambda</math></div> <p>Frekuensi, <math>f</math> adalah malar;  <math>f = \frac{v}{\lambda} = \text{Pemalar}</math>                  Maka,  <math display="block">\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}</math></p>																	
<p>Dengan menggunakan perkataan “bertambah”, “berkurang” dan “tidak berubah” lengkapkan jadual di sebelah.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Kuantiti Fizik Gelombang</th> <th style="padding: 5px;">Gelombang air merambat dari kawasan dalam → kawasan cetek</th> <th style="padding: 5px;">Gelombang air merambat dari kawasan cetek → kawasan dalam</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Frekuensi</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Panjang gelombang</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Laju gelombang</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Arah gelombang</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>		Kuantiti Fizik Gelombang	Gelombang air merambat dari kawasan dalam → kawasan cetek	Gelombang air merambat dari kawasan cetek → kawasan dalam	Frekuensi			Panjang gelombang			Laju gelombang			Arah gelombang		
Kuantiti Fizik Gelombang	Gelombang air merambat dari kawasan dalam → kawasan cetek	Gelombang air merambat dari kawasan cetek → kawasan dalam															
Frekuensi																	
Panjang gelombang																	
Laju gelombang																	
Arah gelombang																	
<p><b>Perambatan gelombang air dari kawasan dalam ke kawasan cetek</b></p>	<p><b>Perambatan gelombang air dari kawasan cetek ke kawasan dalam</b></p>																
																	
<p><u>Arah gelombang air terbias mendekati garis normal</u></p>	<p><u>Arah gelombang air terbias menjauhi garis normal</u></p>																
<p><b>Blok kaca cembung</b></p>	<p><b>Blok kaca cekung</b></p>																
																	

<b>Pembiasan Gelombang cahaya</b>	
 <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>	 <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>

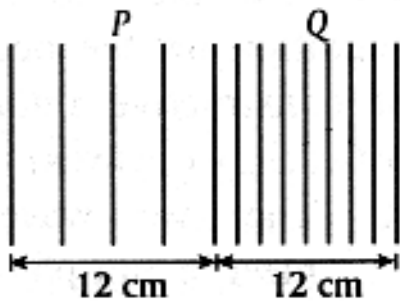
<b>Pembiasan Gelombang Bunyi</b>	
 <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Gas karbon dioksida lebih tumpat daripada udara</b></p> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>	 <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Gas helium kurang tumpat daripada udara</b></p> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>

**Latihan 1.3 Pembiasan gelombang**

<p>(1) Satu gelombang satah mempunyai panjang gelombang 2cm dan berhalaju <math>8\text{cms}^{-1}</math> merambat merentasi kawasan cetek. Apabila gelombang tersebut menuju ke kawasan dalam, laju gelombang menjadi <math>12\text{cms}^{-1}</math>, tentukan nilai</p> <p>(a) Panjang gelombang</p> <p>(b) Frekuensi</p>	<p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/></p>
---	--

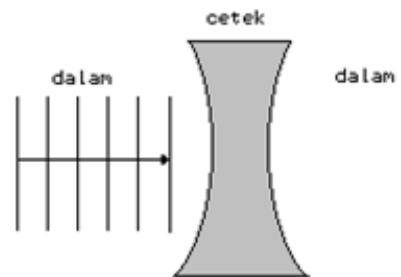
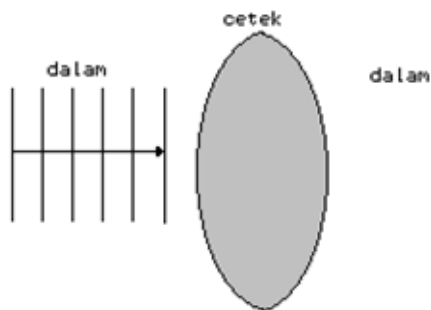
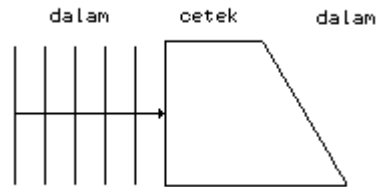
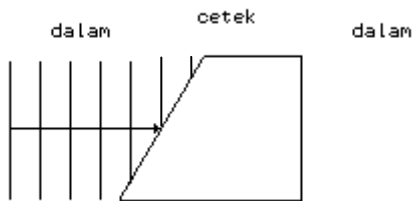


(2) Rajah menunjukkan perambatan gelombang air dari kawasan P ke kawasan Q yang berbeza kedalaman.

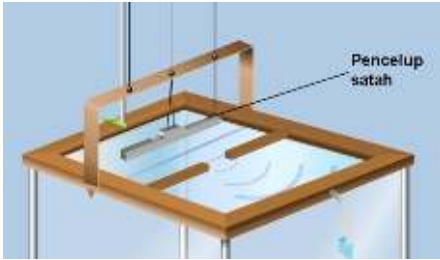
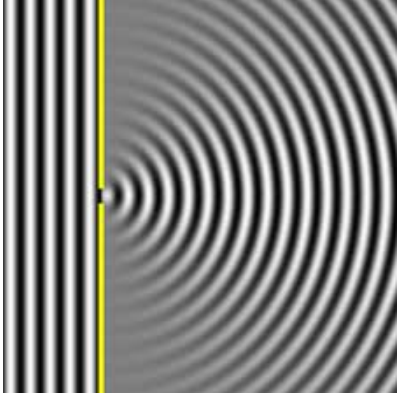
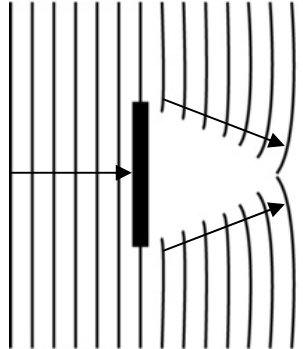
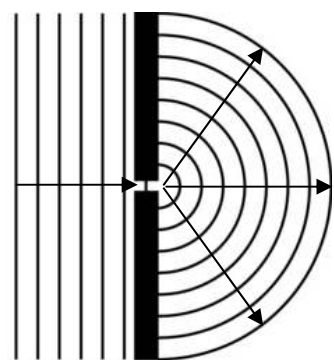
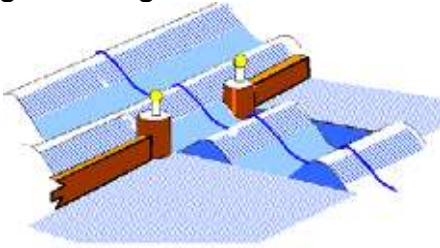
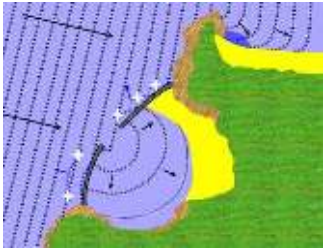
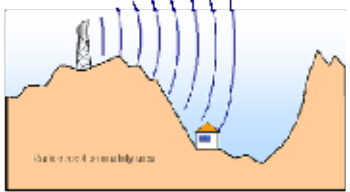
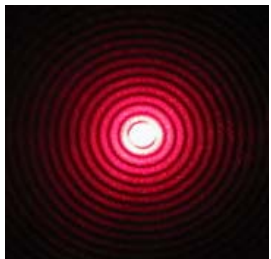


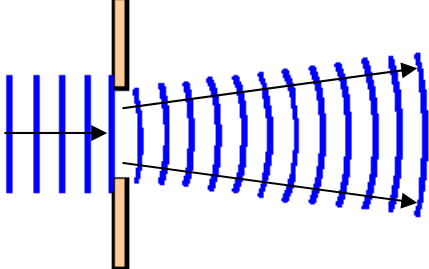
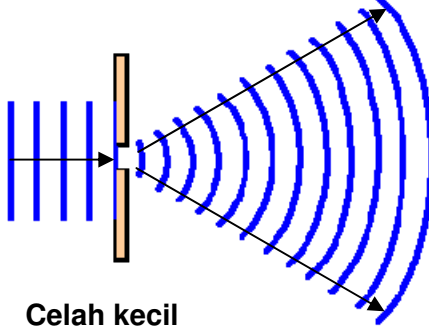
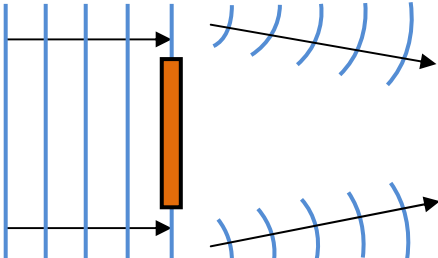
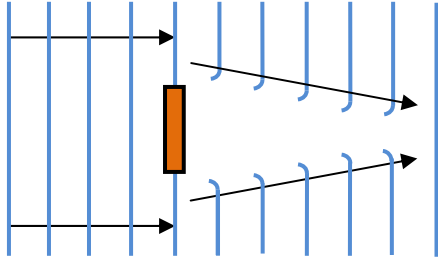
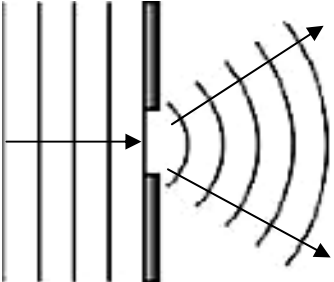
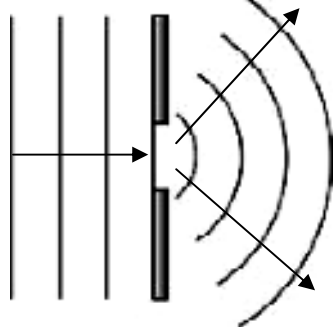
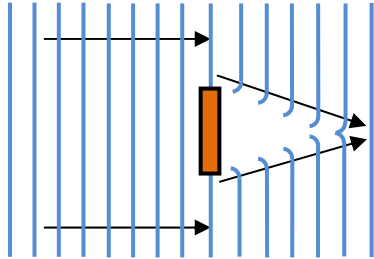
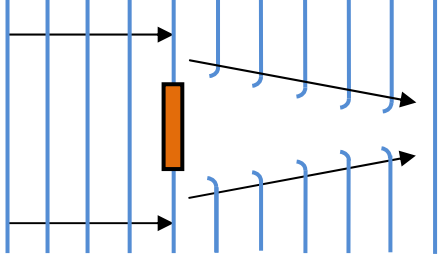
Jika laju gelombang tersebut  $18 \text{ cm s}^{-1}$  di kawasan P. Tentukan laju gelombang tersebut di kawasan Q.

(3) Lengkapi pembiasan gelombang air berikut:



**1.4 Fenomena Gelombang 3: Pembelauan Gelombang**

<p><b>Pembelauan Gelombang</b></p>  <p>Pencelup satah</p> <p><b>Eksperimen tangki riak</b></p>  <p><b>Fenomena pembelauan gelombang air</b></p>	<p><b>Pembelauan gelombang ialah fenomena penyebaran gelombang apabila melalui satu penghalang atau satu celah.</b></p>  <p><b>Pembelauan gelombang oleh satu penghalang</b></p>  <p><b>Pembelauan gelombang oleh satu celah</b></p>	
<p><b>Ciri-ciri pembelauan gelombang</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pembelauan menyebabkan arah perambatan gelombang dan bentuk gelombang berubah.</li> <li>2. Fenomena pembelauan juga menyebabkan amplitud gelombang berkurang akibat sebaran gelombang ke kawasan yang lebih luas.</li> <li>3. Frekuensi, panjang gelombang dan laju gelombang tidak berubah selepas pembelauan.</li> </ol>	
<p><b>Contoh-contoh fenomena pembelauan gelombang</b></p>		
 <p><b>Gelombang air</b></p>	 <p><b>Gelombang radio</b></p>	 <p><b>Gelombang cahaya</b></p>

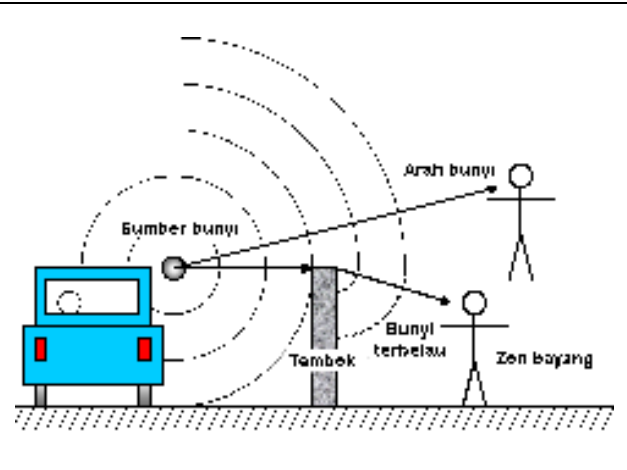
<b>Faktor-faktor yang mempengaruhi kesan pembelauan gelombang</b>	
<p><b>1. Saiz penghalang atau celah</b>                      Kesan pembelauan gelombang semakin ketara apabila saiz penghalang atau celah berkurang.</p>	
 <p style="text-align: center;"><b>Celah besar</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Celah kecil</b></p>
 <p style="text-align: center;"><b>Saiz penghalang besar</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Saiz penghalang kecil</b></p>
<p><b>2. Panjang gelombang</b>                      Kesan pembelauan gelombang semakin ketara apabila panjang gelombang bertambah.</p>	
 <p style="text-align: center;"><b>Panjang gelombang kecil</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Panjang gelombang besar</b></p>
 <p style="text-align: center;"><b>Panjang gelombang kecil</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Panjang gelombang besar</b></p>

**Pembelauan Gelombang bunyi**

Gelombang bunyi akan mengalami pembelauan apabila melalui satu celah tunggal atau pepenjuru suatu dinding.

**Contoh**

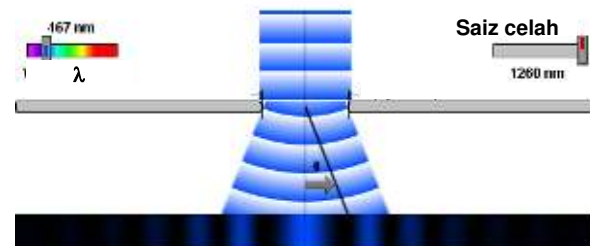
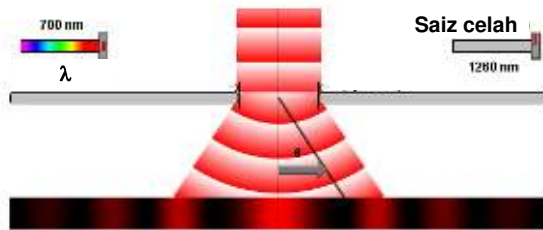
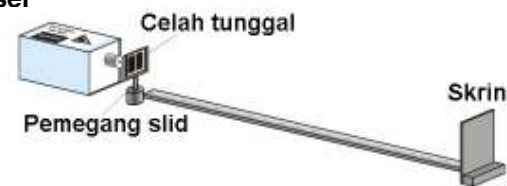
Pemerhati yang berada di belakang tembok boleh mengesan gelombang bunyi walau sumber bunyi tidak kelihatan.



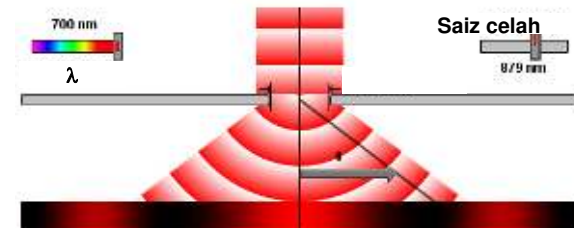
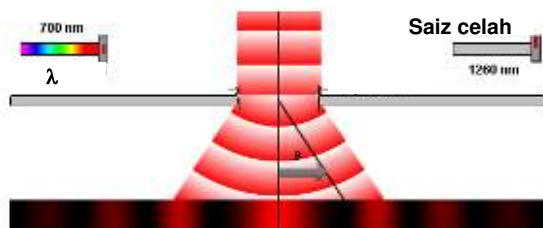
**Pembelauan Gelombang cahaya**

Gelombang cahaya mengalami pembelauan apabila melalui satu celah tunggal.

**Laser**



**Pemerhatian:**



**Pemerhatian:**

- Pembelauan gelombang bunyi adalah lebih mudah dikesan berbanding dengan pembelauan gelombang cahaya.
- Ini adalah kerana panjang gelombang bunyi adalah lebih besar berbanding dengan panjang gelombang cahaya yang lebih kecil.

**Latihan 1.4 Pembelauan gelombang**

**1. Apakah itu pembelauan gelombang?**

.....

.....

**2. Apakah yang berlaku kepada kuantiti-kuantiti fizik gelombang berikut dalam fenomena pembelauan?**

Frekuensi, $f$	
Panjang gelombang, $\lambda$	
Laju gelombang, $v$	
Amplitud, $a$	


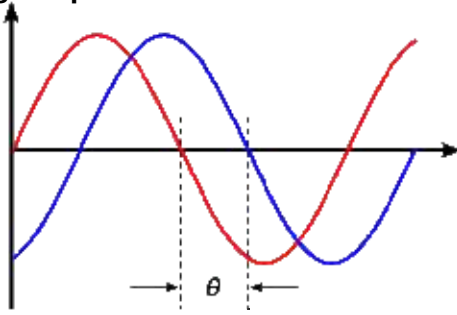
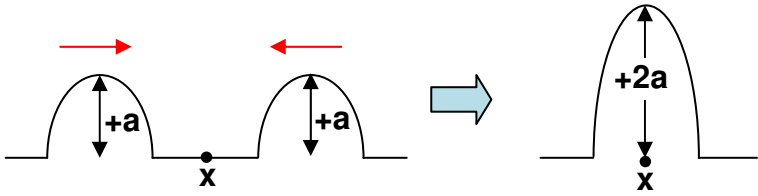
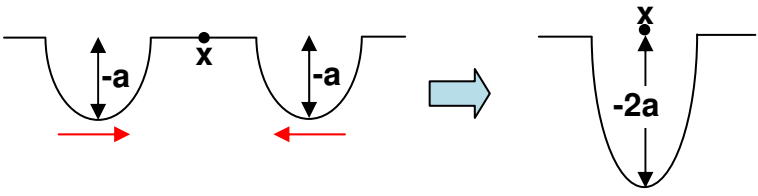
**3. Tandakan ✓ pada jawapan yang betul.**

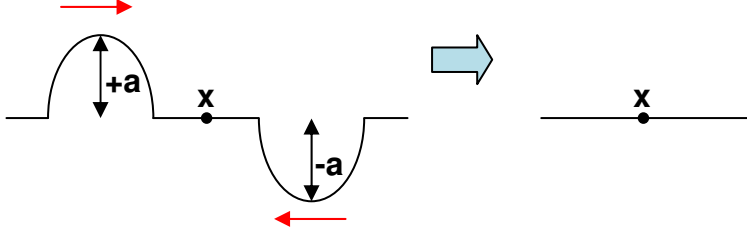

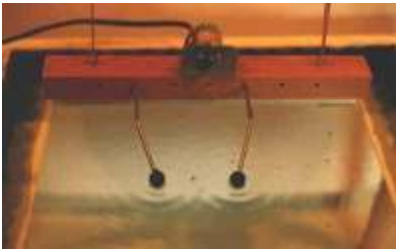
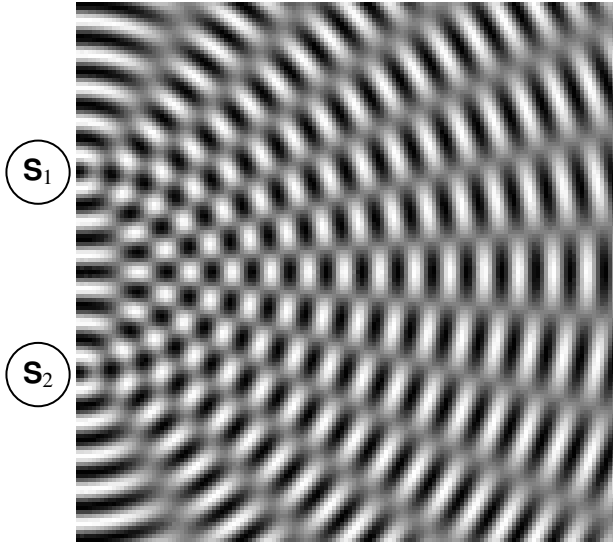
Darjah pembelauan gelombang semakin ketara/bertambah apabila:

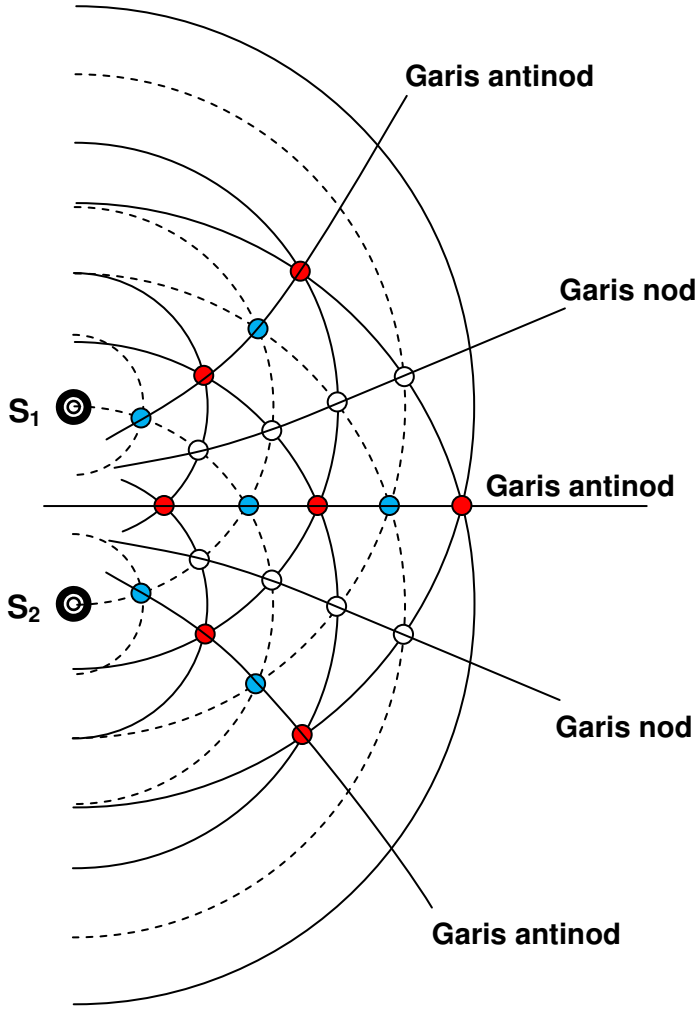
Panjang gelombang	Bertambah	<input type="checkbox"/>	Berkurang	<input type="checkbox"/>
Saiz bukaan celah	Bertambah	<input type="checkbox"/>	Berkurang	<input type="checkbox"/>
Saiz penghalang	Bertambah	<input type="checkbox"/>	Berkurang	<input type="checkbox"/>

**3. Lukiskan corak pembelauan gelombang yang berlaku pada setiap rajah di bawah.**

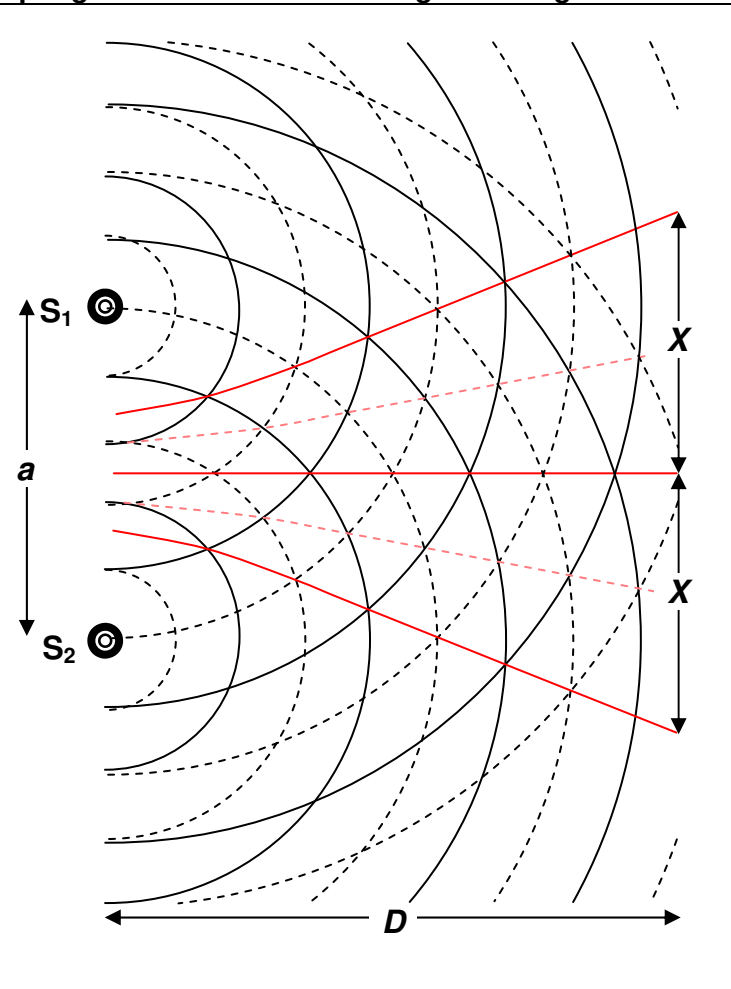

**1.5 Fenomena Gelombang 4: Interferens gelombang**

<p><b>Interferens</b></p>	<p>Interferens gelombang ialah kesan superposisi yang dihasilkan oleh dua atau lebih gelombang yang koheren yang bertemu dan bertindih ketika merambat dalam medium yang sama.</p>
<p><b>Sumber koheren</b></p>  <p>Dua pencil yang bergetar pada frekuensi yang sama menghasilkan dua gelombang air yang koheren.</p>	<p>Sumber koheren merupakan sumber gelombang yang menghasilkan gelombang-gelombang yang mempunyai frekuensi yang sama dan mempunyai beza fasa, <math>\theta</math> yang tetap.</p> 
<p><b>Prinsip Superposisi</b></p>	<p>Prinsip superposisi menyatakan bahawa apabila dua atau lebih gelombang bertindih pada satu titik pada satu masa yang tertentu, sesaran paduan gelombang pada titik itu adalah sama dengan hasil tambah sesaran setiap komponen gelombang yang terlibat.</p> <p>Terdapat dua kesan superposisi yang boleh berlaku yang dinamakan <u>interferens membina</u> dan <u>interferens memusnah</u>.</p>
<p><b>Interferens membina</b></p>	<p>Interferens membina ialah kesan hasil paduan dua gelombang yang sama fasanya (sama ada dua puncak atau dua lembangan) bertemu pada satu titik, <math>x</math> untuk menghasilkan gelombang paduan dengan nilai amplitud = <math>+2a</math> atau <math>-2a</math>.</p>  <p style="text-align: center;"><b>Puncak bertemu puncak</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Lembangan bertemu lembangan</b></p>

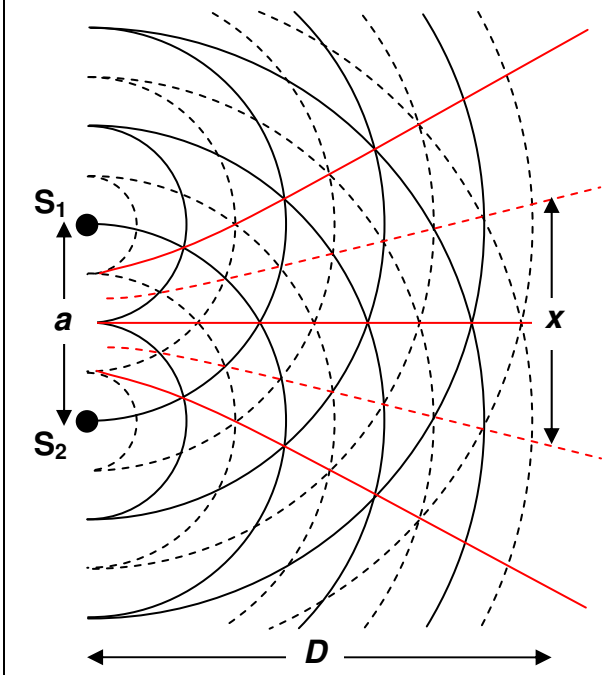
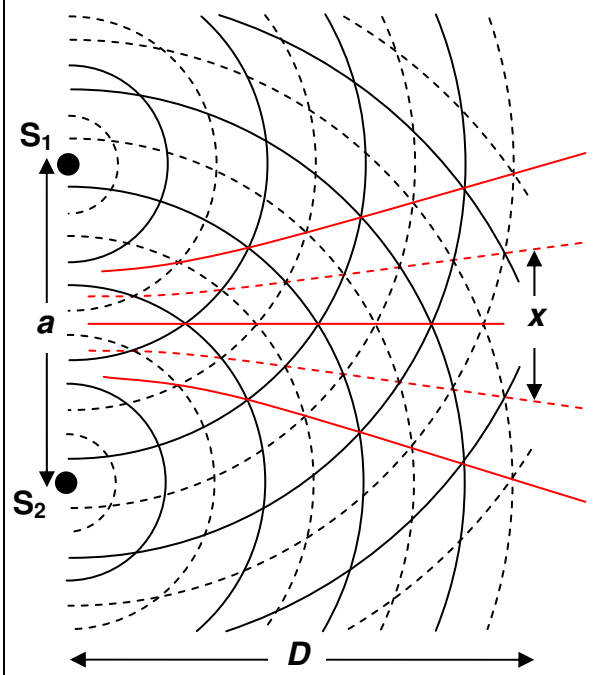
<p><b>Interferens memusnah</b></p>	<p>Interferens memusnah ialah kesan hasil paduan dua gelombang di luar fasanya (satu puncak dan satu lembangan) bertemu pada satu titik, <math>x</math> untuk menghasilkan gelombang paduan dengan nilai amplitud = 0.</p> 
<p><b>Interferens gelombang air</b></p>  <p><b>Fenomena interferens gelombang air</b></p>  <p><b>Tangki riak</b></p>	<p>Corak interferens gelombang air berlaku apabila dua gelombang koheren bersuperposisi.</p>  <p>Sumber <math>S_1</math> dan Sumber <math>S_2</math> merupakan sumber gelombang koheren.</p> <p>Corak interferens gelombang air yang ditunjukkan merupakan hasil interferens membina dan interferens memusnah yang berlaku.</p> <p>Untuk memudahkan perbincangan, muka gelombang bagi puncak diwakili oleh garis penuh manakala muka gelombang bagi lembangan diwakili oleh garis putus-putus seperti dalam rajah muka surat sebelah.</p>

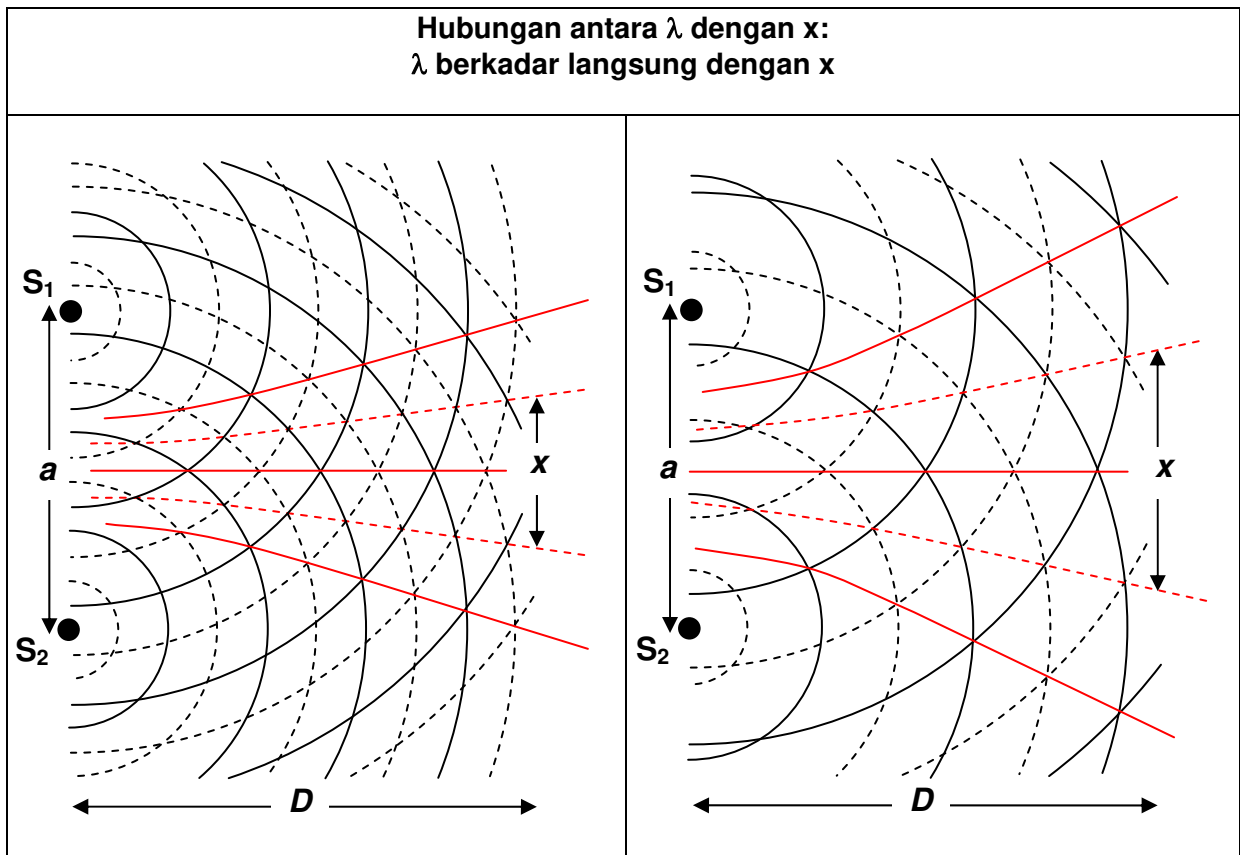
<p><b>Interferens membina</b></p>	
<p><u>Interferens membina</u> berlaku apabila dua puncak atau dua lembangan bertemu semasa perambatan.</p> <p>Titik-titik berlakunya interferens membina dipanggil titik antinod.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Titik antinod bagi puncak maksimum (puncak bertemu puncak)</li> <li>● Titik antinod bagi lembangan maksimum (lembangan bertemu lembangan)</li> </ul> <p>Garisan yang menyambungkan titik-titik antinod dipanggil garis antinod.</p>	
<p><b>Interferens memusnah</b></p>	<p>— Muka gelombang bagi puncak</p> <p>- - - Muka gelombang bagi lembangan</p>
<p><u>Interferens memusnah</u> berlaku apabila satu puncak dan satu lembangan bertemu semasa perambatan.</p> <p>Titik-titik berlakunya interferens memusnah dipanggil titik nod.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Titik nod bagi sesaran sifar (puncak bertemu lembangan)</li> </ul> <p>Garisan yang menyambungkan titik-titik nod dipanggil garis nod.</p>	



<b>Faktor-faktor yang mempengaruhi corak interferens gelombang</b>	
<p><b>Corak interferens gelombang dipengaruhi oleh:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Jarak antara sumber yang koheren <math>S_1</math> dan <math>S_2</math>, <math>a</math>.</li> <li>(b) Jarak pemisah di antara dua garis antinod berturutan atau antara dua garis nod berturutan, <math>x</math>.</li> <li>(c) Jarak seranjang di antara dua sumber gelombang dengan kedudukan di mana <math>x</math> diukur, <math>D</math>.</li> <li>(d) Panjang gelombang, <math>\lambda</math>.</li> </ul> <p>Faktor-faktor interferens gelombang ini boleh dihubungkan oleh rumus:</p> <div style="border: 1px solid black; width: fit-content; margin: 10px auto; padding: 5px; text-align: center;"> <math display="block">\lambda = \frac{ax}{D}</math> </div>	 <p>The diagram illustrates two coherent sources, <math>S_1</math> and <math>S_2</math>, separated by a distance <math>a</math>. They produce an interference pattern on a screen at a distance <math>D</math>. Solid lines represent antinodes (maxima) and dashed lines represent nodes (minima). The distance between two consecutive antinodes or nodes is labeled as <math>x</math>. Red lines show the path difference between waves from the two sources.</p>


**Hubungan antara  $a$  dan  $x$ :  
 $a$  berkadar songsang dengan  $x$**

 <p>In this diagram, the source separation <math>a</math> is large, resulting in a small fringe spacing <math>x</math>. The distance to the screen is <math>D</math>.</p>	 <p>In this diagram, the source separation <math>a</math> is small, resulting in a large fringe spacing <math>x</math>. The distance to the screen is <math>D</math>.</p>
--	---



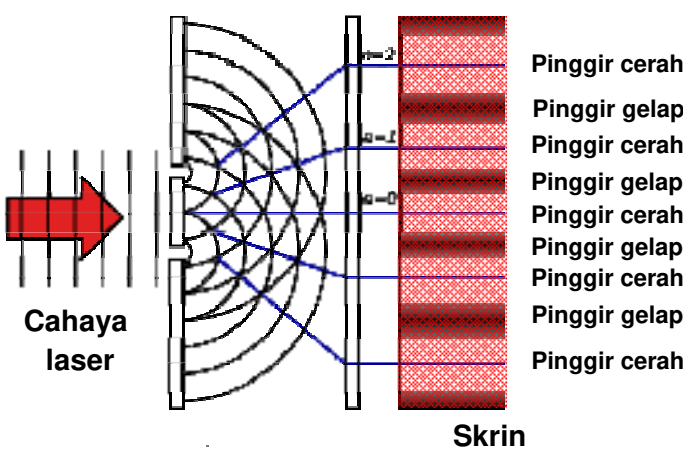
**Interferens Gelombang Cahaya**

**Interferens gelombang cahaya**



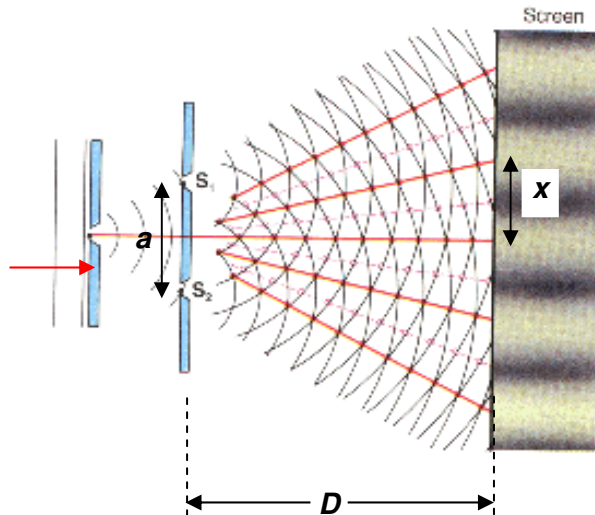
**Laser pen digunakan kerana mengeluarkan cahaya monokromatik iaitu gelombang cahaya yang mempunyai satu panjang gelombang sahaja.**

**Corak interferens gelombang cahaya dapat ditunjukkan melalui eksperimen dwicelah Young.**



Eksperimen dwicelah Young boleh digunakan untuk mengukur panjang gelombang sesuatu sumber cahaya dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda = \frac{ax}{D}$$



### Interferens Gelombang Bunyi

Interferens gelombang bunyi berlaku apabila gelombang bunyi dikeluarkan dari dua pembesar suara yang diletakkan bersebelahan.

K – Bunyi Kuat  
L – Bunyi Lemah

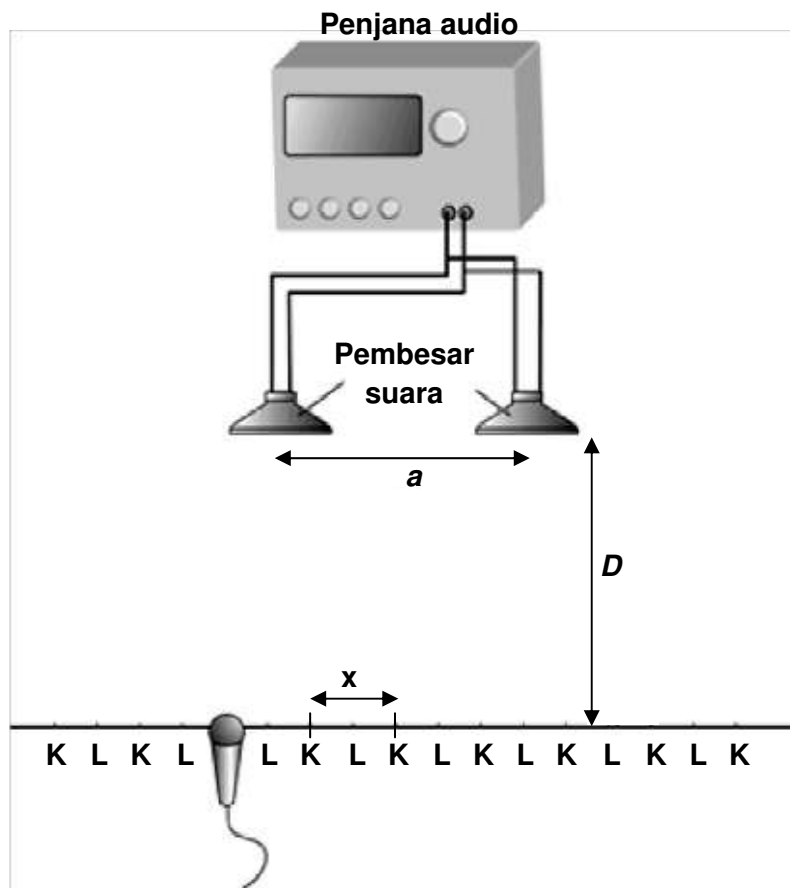
Nilai x diukur antara dua tempat di mana bunyi kuat, (K) berturutan atau diukur antara dua tempat di mana bunyi lemah (L) berturutan didengari.

Jarak antara dua pembesar suara ialah nilai a.

Jarak serenjang antara dua pembesar suara dengan tempat di mana nilai x diukur ialah nilai D.

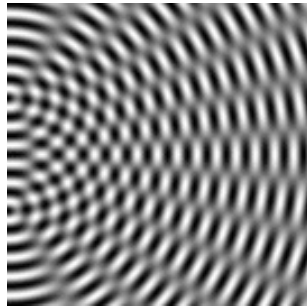
Panjang gelombang bunyi yang digunakan diukur dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda = \frac{ax}{D}$$



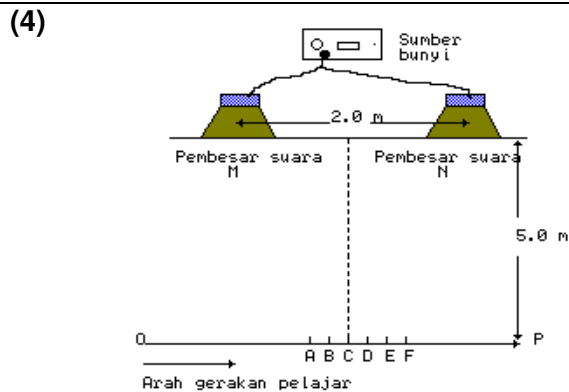
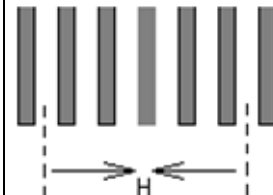
**Latihan 1.5 Interferens gelombang**

(1) Labelkan dengan anak panah jarak antara dua sumber gelombang air koheren,  $a$ , jarak sumber dengan lokasi pencerapan jarak antara dua garis nod berturutan,  $D$  dan jarak antara dua garis nod berturutan,  $x$ .



(2) Dalam satu eksperimen Young, jarak pemisahan antara pinggir cerah berturutan adalah  $x$  dan jarak antara dwicelah dan skrin,  $D$  diberi oleh formula Young:  $\lambda = \frac{ax}{D}$ .  
Lakarkan graf  $a$  melawan  $x$  dan graf  $D$  melawan  $x$ .

(3) Satu sumber cahaya monokromatik digunakan dalam satu eksperimen Young dan pinggir-pinggir terhasil adalah seperti rajah di atas di mana  $H = 2.5 \times 10^{-3}$  m. Jika jarak pemisahan dwicelah adalah  $3 \times 10^{-4}$  m dan jarak antara dwicelah dan skrin adalah 3.0 m, hitungkan panjang gelombang cahaya tersebut.



Rajah menunjukkan dua buah pembesar suara berada sejauh 2.0 m antara satu sama lain dan disambung ke satu sumber bunyi yang mempunyai frekuensi 2.4 kHz. Seorang pelajar berjalan di hadapan kedua-dua pembesar suara yang berada sejauh 5.0 m daripadanya di sepanjang garis OP. Pelajar itu mendapati di titik A, C dan E adalah kawasan bunyi kuat dan titik B, D dan F adalah merupakan kawasan bunyi lemah.

(a) Apakah yang terjadi kepada gelombang bunyi di titik

(i) A, C dan E

(ii) B, D dan F

(b) Jika halaju bunyi ialah  $360 \text{ ms}^{-1}$ , tentukan

(i) Panjang gelombang bunyi.

(ii) Jarak AF

**1.6 Gelombang bunyi**

- (1) Bunyi ialah suatu bentuk tenaga yang merambat sebagai gelombang dan menyebabkan gendang telinga bergetar.
- (2) Gelombang bunyi dihasilkan oleh objek yang bergetar.

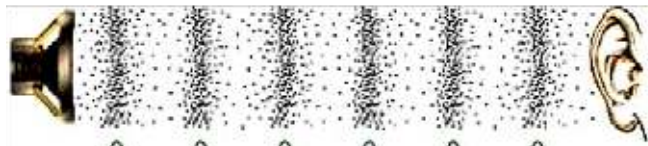


- (3) Apabila molekul-molekul udara digetarkan siri mampatan dan siri rengangan berselang seli dihasilkan dan dengan itu tenaga bunyi dipindahkan.
- (4) Gelombang bunyi merambat sebagai gelombang membujur.
- (5) Laju gelombang bunyi berbeza bergantung kepada keadaan jirim medium dan suhu medium.

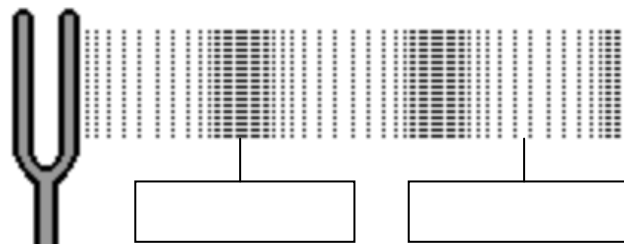
(a) Laju bunyi di dalam pepejal lebih tinggi daripada di dalam cecair. Laju bunyi dalam cecair pula lebih tinggi daripada di dalam udara. Semakin padat susunan zarah medium, semakin tinggi laju bunyi.

(b) Semakin tinggi suhu medium, semakin tinggi laju bunyi.

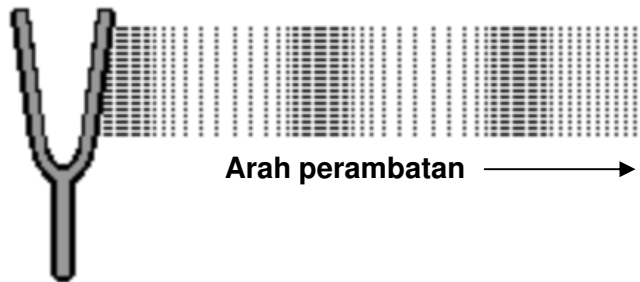
- (6) Gelombang bunyi tidak boleh melalui vakum. Ini dapat dibuktikan dengan dengan meletakkan loceng di dalam bekas vakum. Apabila loceng dihidupkan, pemukul loceng bergetar dan menghasilkan bunyi. Apabila udara di dalam balang dikeluarkan, bunyi loceng tidak kedengaran lagi disebabkan tiada zarah udara di dalam balang.



Gelombang bunyi menyebabkan gendang telinga bergetar



(a)

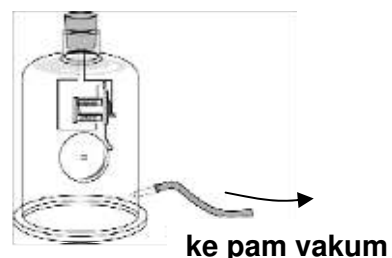


(b)

Getaran tala bunyi menghasilkan siri regangan dan mampatan zarah-zarah udara.

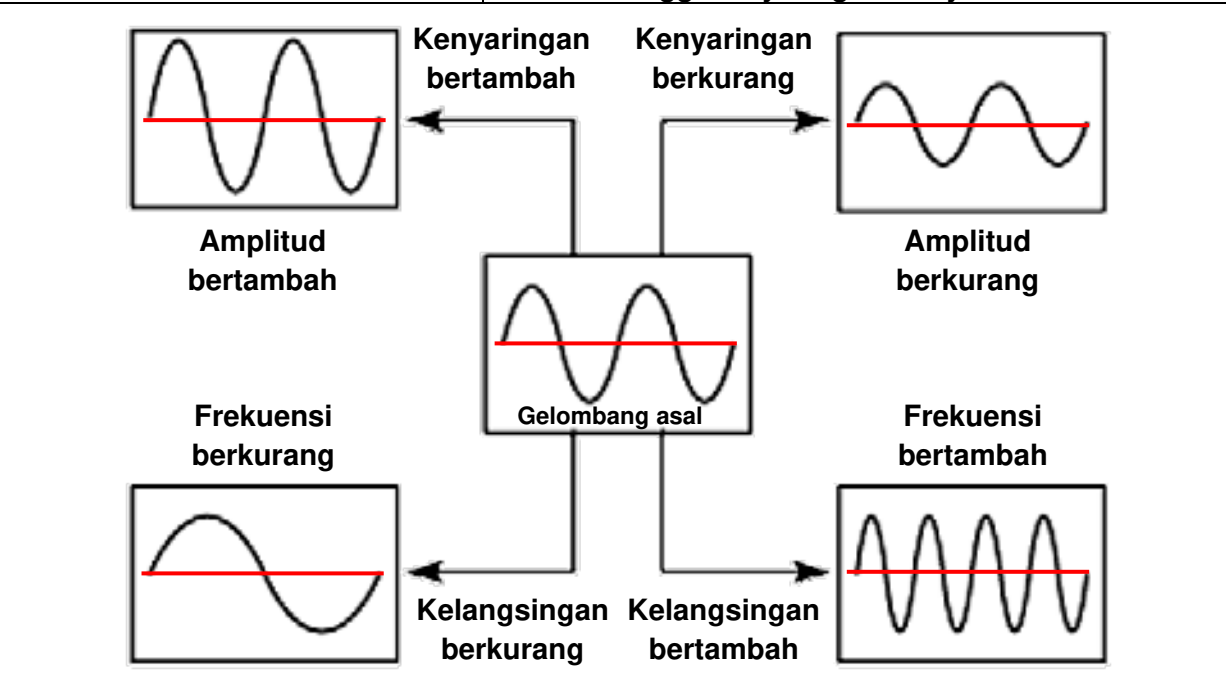
Medium	Laju bunyi (ms <sup>-1</sup> )
Udara (20°C)	343.26
Udara (35°C)	351.96
Air	1484
Besi	5120

**Eksperimen:**  
Menunjukkan gelombang bunyi tidak boleh merambat tanpa kehadiran medium.



ke pam vakum

<p>Hubungan antara kenyaringan bunyi (<i>loudness</i>) dengan amplitud gelombang bunyi:</p>	<p>Kenyaringan bunyi bergantung kepada amplitud gelombang bunyi.</p> <p>Semakin tinggi amplitud gelombang bunyi, semakin tinggi kenyaringan bunyi.</p>
---	--



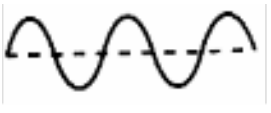

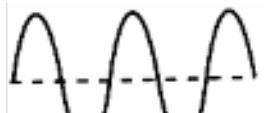
<p>Hubungan antara kelangsingan bunyi (<i>pitch</i>) dengan frekuensi gelombang bunyi:</p>	<p>Kelangsingan bunyi bergantung kepada frekuensi gelombang bunyi.</p> <p>Semakin tinggi frekuensi gelombang bunyi, semakin tinggi kelangsingan bunyi.</p>
--	--

**Eksperimen:**  
**(A) Mengkaji hubungan antara kenyaringan dengan amplitud.**

**Prosedur:**

- (1) Mikrofon disambung kepada Osiloskop Sinar Katod (OSK) manakala pembesar suara disambung kepada penjana isyarat audio.
- (2) Penjana isyarat audio dihidupkan.
- (3) Kenyaringan bunyi diperhatikan bagi setiap pelarasan amplitud gelombang bunyi yang diubah.

Tentukan tahap kenyaringan bunyi berdasarkan corak gelombang bunyi berikut:




Corak gelombang bunyi	Amplitud (Rendah/Sederhana/Tinggi)	Tahap kenyaringan bunyi (Rendah/Sederhana/Tinggi)
		
		
		

**(B) Mengkaji hubungan kelangsingan dengan frekuensi.**

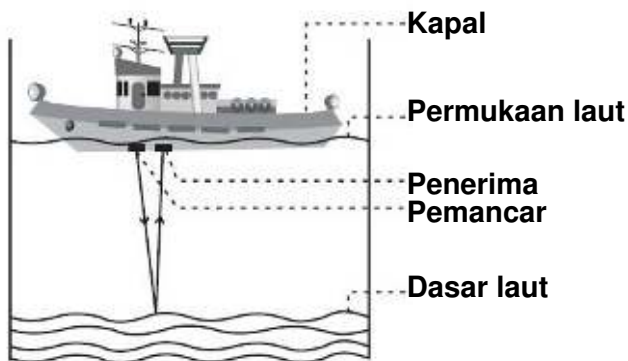
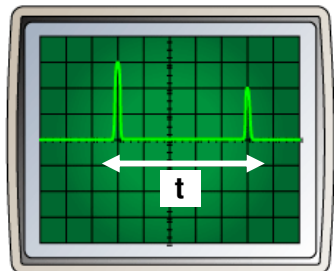
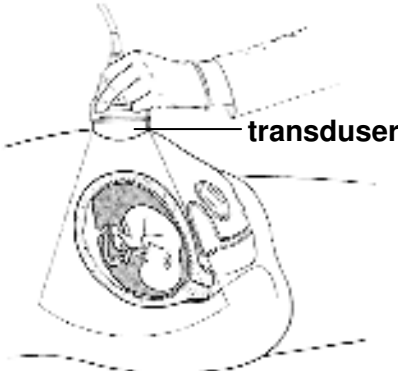

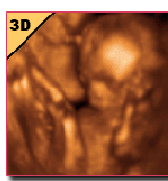

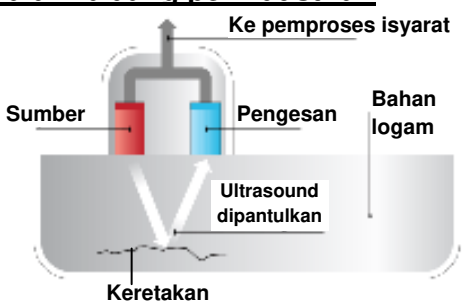
Prosedur:

- (1) Mikrofon disambung kepada Osiloskop Sinar Katod (OSK) manakala pembesar suara disambung kepada penjana isyarat audio.
- (2) Penjana isyarat audio dihidupkan.
- (3) Kelangsingan bunyi diperhatikan bagi setiap pelarasan frekuensi gelombang bunyi diubah.

Tentukan tahap kelangsingan bunyi berdasarkan corak gelombang bunyi berikut:

Corak gelombang bunyi	Frekuensi (Rendah/Sederhana/Tinggi)	Tahap kelangsingan bunyi (Rendah/Sederhana/Tinggi)
		
		
		

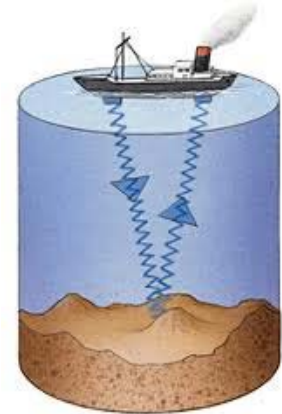


<b>Aplikasi pantulan gelombang bunyi</b>	
<p>(1) Pantulan gelombang bunyi dinamakan gema.                      (2) Antara aplikasi pantulan gelombang bunyi ialah SONAR, Sonogram dan dalam bidang perindustrian.</p>	
<p><b>SONAR</b></p> 	 <p>OSK boleh digunakan bagi menentukan nilai selang masa, t.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ SONAR (<i>Sound Navigation And Ranging</i>) digunakan untuk mengesan objek-objek di bawah permukaan air atau mengukur kedalaman laut.</li> <li>◆ Gelombang ultrasonik (gelombang bunyi berfrekuensi &gt; 20 000 Hz) digunakan.</li> <li>◆ Gelombang ultrasonik dipancarkan dari satu alat pemancar dan dipantulkan oleh objek-objek di dasar laut. Kemudian gelombang pantulan dikesan semula oleh alat penerima.</li> <li>◆ Selang masa, t antara pemancaran dengan penerimaan semula isyarat gelombang ultrasonik diukur dengan menggunakan alat elektronik.</li> <li>◆ Jika laju gelombang bunyi, v diketahui, kedalaman dasar laut, d boleh diukur dengan menggunakan formula:</li> </ul> $d = v \times \frac{t}{2}$	
<p><b>Sonogram</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Transduser menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga bunyi untuk menghasilkan gelombang ultrasonik.</li> <li>◆ Gelombang ultrasonik yang dipancarkan akan dipantulkan apabila terkena bayi dalam kandungan ibu lalu dikesan semula oleh transduser.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>
<p><b>Dalam bidang perindustrian</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Gelombang ultrasonik dipancarkan ke dalam struktur logam dan bahagian enjin untuk mengesan keretakan dan kerosakan bahagian dalam enjin.</li> </ul>



**Latihan 1.6: Menghitung jarak menggunakan pantulan gelombang bunyi**

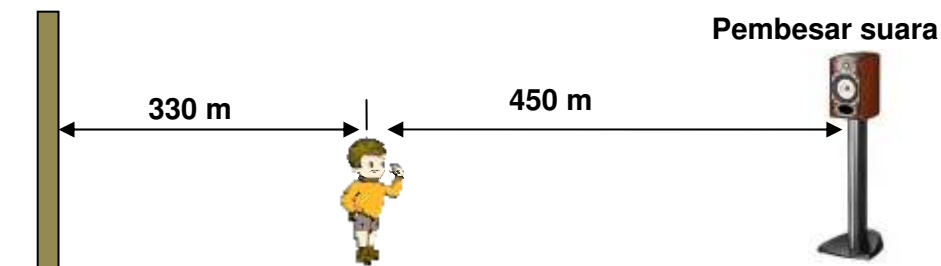
- (1) Rajah menunjukkan penggunaan gelombang ultrasonik oleh sebuah kapal untuk menentukan kedalaman laut. Selang masa antara pemancaran dan penerimaan gema bunyi ultrasonik tersebut ialah 0.06 saat. Kelajuan gelombang ultrasonik di dalam air laut ialah  $1500 \text{ ms}^{-1}$ .
- (a) Tentukan jarak yang dilalui oleh gelombang ultrasonik tersebut dalam tempoh 0.06 saat.
- (b) Tentukan kedalaman laut tersebut.



- (2) Sebuah kapal menggunakan suatu sonar untuk mengesan kedalaman dasar laut. Di dapati bahawa sela masa antara pemancar isyarat ultrasonik dan penerimaan gema ialah 0.04 saat. Berapakah halaju bunyi dalam air?

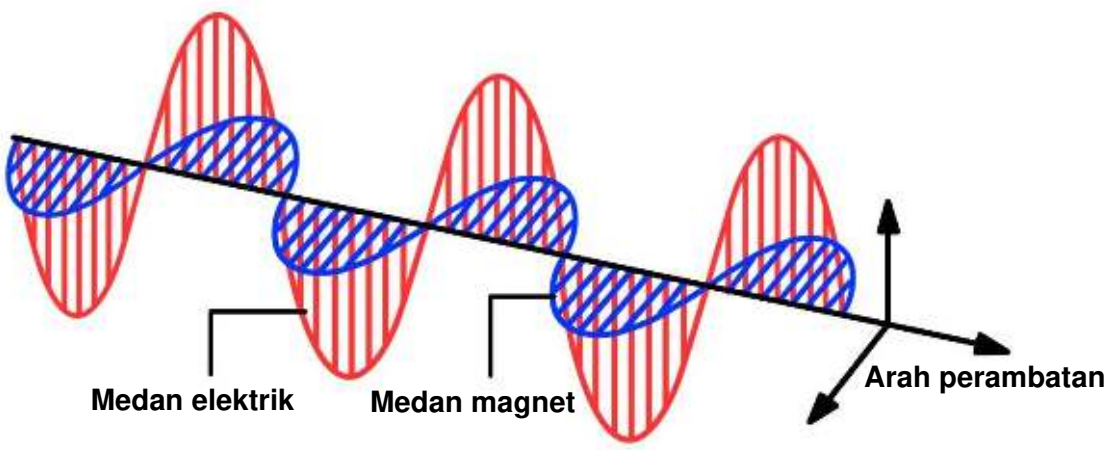
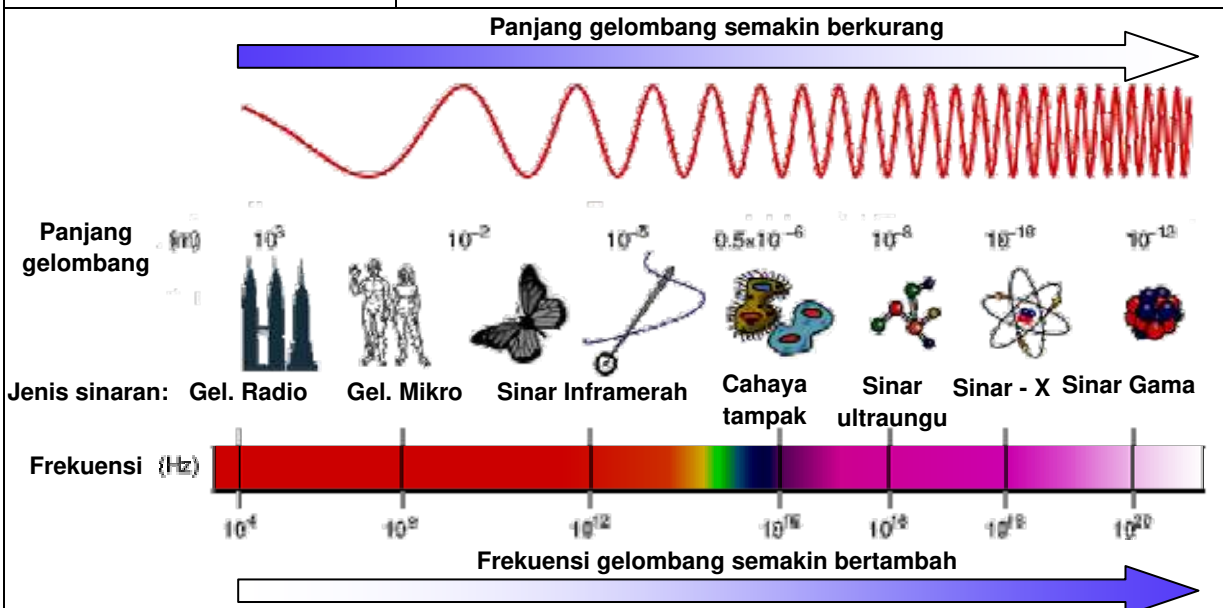
Penyelesaian:

- (3) Seorang murid berdiri di antara sebuah dinding yang rata dengan sebuah pembesar suara seperti dalam rajah. Pembesar suara mengeluarkan gelombang bunyi. Bunyi pertama yang didengari oleh murid adalah dari pembesar suara. Bunyi kedua yang didengari oleh murid ialah bunyi yang dipantulkan semula oleh dinding yang rata tersebut. Berapakah selang masa antara bunyi yang pertama dengan bunyi yang kedua? [Diberi laju gelombang bunyi di udara ialah  $330 \text{ ms}^{-1}$ ]



Penyelesaian:

**1.7 Gelombang elektromagnet**

<b>Gelombang Elektromagnet</b>	
<p>(1) Gelombang Elektromagnet ialah gelombang yang mengandungi medan magnet dan medan elektrik yang saling berserenjang antara satu dengan lain dengan arah perambatan gelombang.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p>(2) Gelombang elektromagnet ialah sejenis gelombang melintang.                      (3) Dalam gelombang elektromagnet, medan elektrik bersudut tepat terhadap medan magnet dan medan-medan tersebut juga saling bersudut tepat terhadap arah perambatan untuk ketika masa yang tertentu.                      (4) Terdapat pelbagai jenis gelombang yang termasuk dalam siri gelombang elektromagnet ini dengan panjang gelombang dan frekuensi yang berlainan.</p>	
<b>Spektrum Elektromagnet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Spektrum elektromagnet merupakan satu siri susunan gelombang elektromagnet yang disusun mengikut tertib frekuensi dan panjang gelombang.</li> <li>◆ Apabila frekuensi bertambah, panjang gelombang berkurang.</li> </ul>
<p>Panjang gelombang semakin berkurang</p>  <p style="text-align: center;">Frekuensi gelombang semakin bertambah</p> <p style="text-align: center;"><b>Spektrum elektromagnet</b></p>	

<b>Cahaya tampak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Cahaya tampak merupakan salah satu komponen dalam spektrum electromagnet.</li> <li>◆ Hanya cahaya tampak boleh dilihat oleh mata manusia.</li> </ul>
<b>Ciri-ciri gelombang elektromagnet</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Merupakan gelombang melintang</li> <li>(2) Merambat dengan laju cahaya, <math>c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}</math></li> <li>(3) Menunjukkan sifat-sifat gelombang seperti pantulan, pembiasan, belauan dan interferens</li> <li>(4) Merambat melalui vakum dengan laju cahaya</li> <li>(5) Mematuhi formula gelombang, <math>v = f\lambda</math></li> </ol>

### Aplikasi gelombang electromagnet

<b>Gelombang</b>	<b>Sumber</b>	<b>Contoh Aplikasi</b>
<b>Gelombang radio</b>	Litar pengayun elektrik	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Bidang komunikasi dan telefon ATUR</li> <li>(b) Sistem pemancaran dan penerimaan radio dan TV</li> <li>(c) Penghantaran data antara dua gajet teknologi maklumat (bluetooth)</li> </ol>
<b>Gelombang mikro</b>	Getaran cas elektrik	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Komunikasi statelit dan telefon satelit</li> <li>(b) Memasak makanan dalam ketuhar gelombang mikro</li> <li>(c) Sistem radar pengesanan</li> </ol>
<b>Inframerah</b>	Jasad yang panas	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Lampu inframerah yang digunakan dalam fisioterapi.</li> <li>(b) Gambar inframerah digunakan sebagai suatu kaedah penyiasatan dalam perubatan.</li> <li>(c) Alat kawalan jauh</li> </ol>
<b>Cahaya nampak</b>	Api, jasad panas yang membara, tiub nyahcas, matahari	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Membolehkan penglihatan</li> <li>(b) Proses fotosintesis</li> <li>(c) Fotografi</li> </ol>
<b>Sinar Ultraungu</b>	Tiub nyahcas wap merkuri pada tekanan rendah, jasad yang panas	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Pensterilan</li> <li>(b) Mengesan wang palsu</li> <li>(c) Penghasilan vitamin D dalam badan</li> </ol>
<b>Sinar – X</b>	Tiub sinar – X	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Radiografi Sinar – X (Gambar foto sinar – X)</li> <li>(b) Pengesanan retakan dan kecacatan struktur binaan</li> </ol>
<b>Sinar- gama (<math>\gamma</math>)</b>	Pereputan bahan radioaktif	<ol style="list-style-type: none"> <li>(a) Membunuh sel kanser</li> <li>(b) Pensterilan alat pembedahan</li> <li>(c) Pengawalan serangga perosak</li> </ol>

**Kesan sampingan gelombang elektromagnet**

Kesan sampingan boleh terjadi jika berlaku pendedahan berlebihan kepada komponen-komponen tertentu dalam spektrum elektromagnet.

Jenis gelombang	Kesan sampingan
Gelombang radio	Tiada bukti klinikal
Gelombang mikro	Memanaskan sel badan. Ketuhar gelombang mikro berupaya menukarkan sesetengah mineral kepada agen karsinogen yang mencetuskan kanser.
Sinar inframerah	Melecurkan kulit
Sinar tampak	Tiada bukti klinikal
Sinar ultraunggu	Mencetuskan kanser kulit, keradangan mata
Sinar – X	Memusnahkan sel sihat
Sinar gama	Mengakibatkan mutasi sel dan mencetuskan kanser





**Latihan 1.7 Gelombang elektromagnet**

(1) Rajah menunjukkan gelombang elektromagnet merambat melalui ruang udara.

(a) Apakah yang dimaksudkan dengan gelombang elektromagnet?  
 .....  
 .....

(b) Berikan dua ciri sepunya bagi gelombang dalam spektrum elektromagnet.  
 .....  
 .....

(c) Tentukan jenis gelombang yang digunakan dalam gambar-gambar berikut:

			
Alat kawalan jauh	Perubatan	Sistem radar	Pengesan wang palsu