

TEMA: GELOMBANG, CAHAYA DAN OPTIK

BAB 5: GELOMBANG

	Standard Kandungan	Standard Pembelajaran
5.1	Asas Gelombang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memerihalkan gelombang. 2. Menyatakan jenis-jenis gelombang. 3. Bandingkan gelombang melintang dan gelombang membujur. 4. Terangkan ciri-ciri gelombang (A, T, f, λ, v). 5. Melakar dan mentafsir graf gelombang: <ol style="list-style-type: none"> i. sesaran - masa ii. sesaran - jarak 6. Menentukan panjang gelombang, λ, frekuensi, f dan laju gelombang, v.
5.2	Pelembapan dan Resonans	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memerihalkan pelembapan dan resonans dengan sistem berayun / getaran. 2. Mewajarkan kesan resonans dalam kehidupan seharian.
5.3	Pantulan Gelombang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memerihalkan pantulan gelombang dari aspek-aspek berikut: <ol style="list-style-type: none"> i. sudut tuju (i) ii. sudut pantulan (r) iii. panjang gelombang (λ) iv. frekuensi (f) v. laju gelombang (v) vi. arah perambatan gelombang 2. Melakar gambar rajah untuk menunjukkan pantulan gelombang air satah bagi pemantul satah. 3. Mewajarkan aplikasi pantulan gelombang dalam kehidupan seharian. 4. Menyelesaikan masalah yang melibatkan pantulan gelombang.
5.4	Pembiasan Gelombang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menerangkan pembiasan gelombang dari aspek-aspek berikut: <ol style="list-style-type: none"> i. sudut tuju (i) ii. sudut pantulan (r) iii. panjang gelombang (λ) iv. frekuensi (f) v. laju (v) vi. arah perambatan gelombang 2. Melukis gambar rajah untuk menunjukkan pembiasan gelombang untuk dua kedalaman yang berbeza. 3. Menjelaskan fenomena semula jadi pembiasan gelombang dalam kehidupan seharian. 4. Menyelesaikan masalah yang melibatkan pembiasan gelombang.

5.5	Pembelauan Gelombang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menerangkan pembelauan gelombang dari aspek-aspek berikut: <ol style="list-style-type: none"> i. panjang gelombang (λ) ii. frekuensi (f) iii. laju (v) iv. arah perambatan gelombang 2. Menentukan faktor yang mempengaruhi pembelauan gelombang. 3. Melukis gambar rajah untuk menunjukkan corak pembelauan gelombang air dan kesan pembelauan gelombang cahaya. 4. Terangkan aplikasi pembelauan gelombang dalam kehidupan seharian.
5.6	Interferens gelombang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terangkan prinsip superposisi gelombang. 2. Memerihalkan corak Interferens untuk: <ol style="list-style-type: none"> i. gelombang air ii. bunyi gelombang iii. gelombang cahaya 3. Menghubung kait λ, a, x dan D untuk corak interferens gelombang. 4. Menyelesaikan masalah yang melibatkan interferens gelombang. 5. Berkomunikasi tentang aplikasi interferens gelombang dalam kehidupan seharian.
5.7	Gelombang elektromagnet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ciri-ciri gelombang elektromagnet. 2. Menyatakan komponen spektrum elektromagnet mengikut panjang gelombang dan frekuensi. 3. Berkomunikasi untuk menjelaskan mengenai aplikasi setiap komponen dalam spektrum elektromagnet dalam kehidupan seharian.

5.1 Asas Gelombang

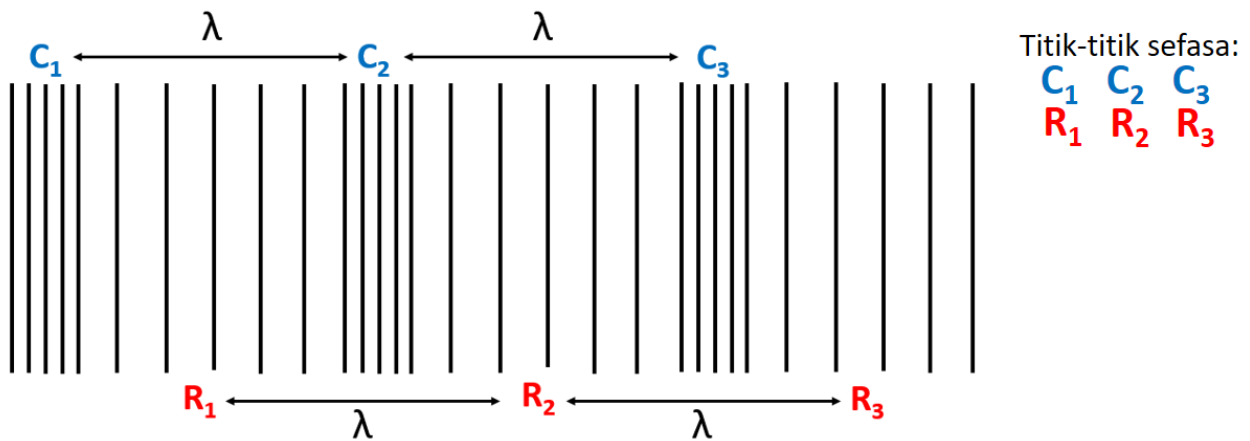
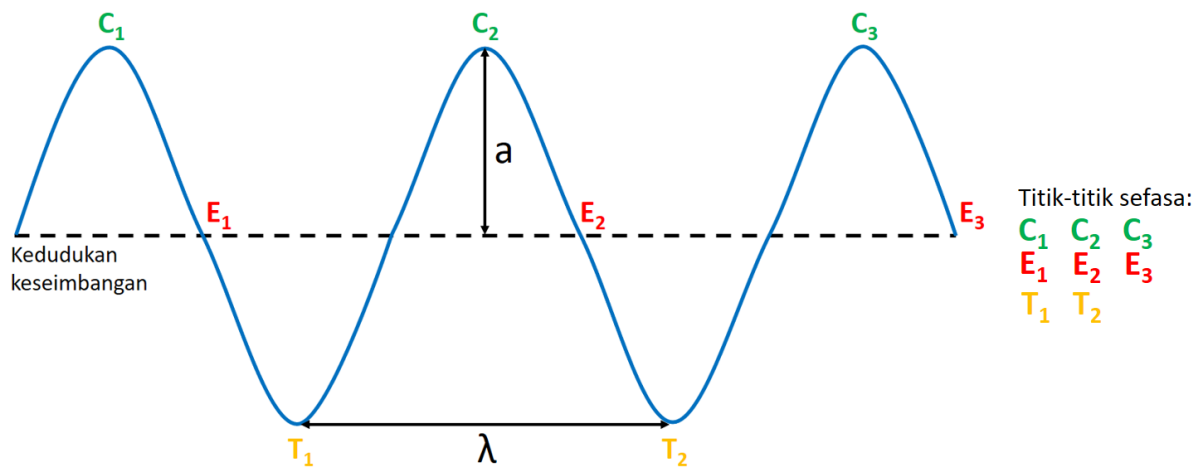
- Gelombang boleh dihasilkan oleh sistem berayun atau bergetar.
- Ayunan dan getaran: gerakan ulang-alik pada kedudukan keseimbangan mengikut satu lintasan yang tertutup.
- Tenaga merambat tanpa pemindahan jirim medium.

Jenis gelombang (dari segi profil gelombang- "bentuk spring slinki semasa gelombang merambat melaluinya")	
Gelombang progresif	Gelombang pegun
<p>(a) (b) (c)</p>	
Profil gelombang merambat dengan masa sepanjang arah perambatan gelombang	Profil gelombang tidak merambat dengan masa
Gelombang melintang dan gelombang membujur	Alat-alat muzik: gitar, ukelele, seruling

Membandingkan dua gelombang progresif	
Gelombang melintang	Gelombang membujur
Zarah medium bergetar pada arah yang berserenjang dengan arah perambatan gelombang	Zarah medium bergetar pada arah yang selari dengan arah perambatan gelombang
Terdiri dari puncak dan lembangan yang berturutan	Terdiri daripada kawasan mampatan (kawasan termampat) dan regangan (kawasan diregangkan) yang berturutan
Contoh: Radio, cahaya, air	Contoh: Bunyi

Jenis gelombang (dari segi keperluan medium untuk preambatan)	
Gelombang mekanik	Gelombang elektromagnet
Memerlukan medium untuk pemindahan tenaga	Tidak memerlukan medium untuk pemindahan tenaga
Terdiri daripada getaran zarah dalam medium	Terdiri daripada ayunan medan elektrik dan magnet yang berserenjang dengan satu sama lain
Contoh: air, seismik	Contoh: radio, cahaya, gamma

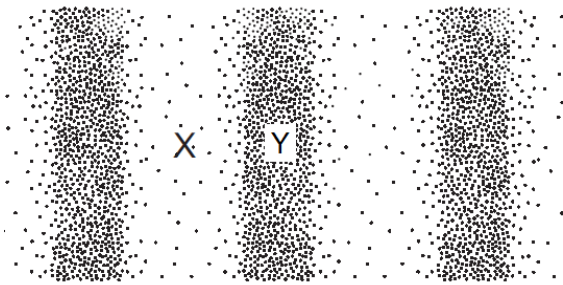
Istilah yang berkaitan dengan gelombang		
Amplitud, A	Sesaran maksimum zarah dari kedudukan keseimbangannya	
Tempoh, T	<ul style="list-style-type: none"> Masa yang diambil oleh zarah untuk membuat ayunan lengkap Masa yang diambil untuk sumber gelombang untuk menghasilkan satu gelombang 	$T = \frac{1}{f}$
Frekuensi, f	<ul style="list-style-type: none"> Bilangan ayunan lengkap dibuat oleh zarah dalam satu saat Bilangan gelombang yang dihasilkan oleh sumber dalam satu saat 	$f = \frac{1}{T}$ (Unit: Hz, s ⁻¹)
Panjang gelombang, λ	Jarak di antara dua titik sefasa yang berturutan	
Laju gelombang, v	Jarak yang dilalui sesaat oleh profil gelombang (unit: ms ⁻¹) $v = f \lambda$	



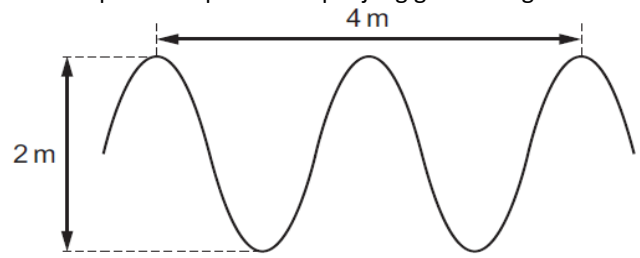
Dua jenis graf gelombang	
Graf sesaran-masa	Graf sesaran-jarak
<p>The graph shows a sinusoidal wave on a coordinate system where the vertical axis is 'sesaran' and the horizontal axis is 'masa'. The period T is the time interval between two consecutive crests. The amplitude A is the maximum displacement from the equilibrium position.</p>	<p>The graph shows a sinusoidal wave on a coordinate system where the vertical axis is 'sesaran' and the horizontal axis is 'jarak'. The wavelength λ is the distance between two consecutive crests. The amplitude A is the maximum displacement from the equilibrium position.</p>

Latihan

1. Label kawasan X dan Y untuk gelombang bunyi di bawah.



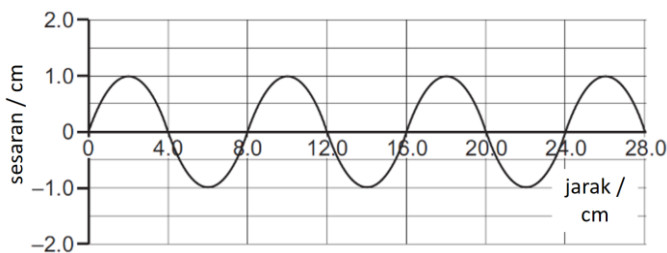
2. Berapakah amplitud dan panjang gelombang di bawah?



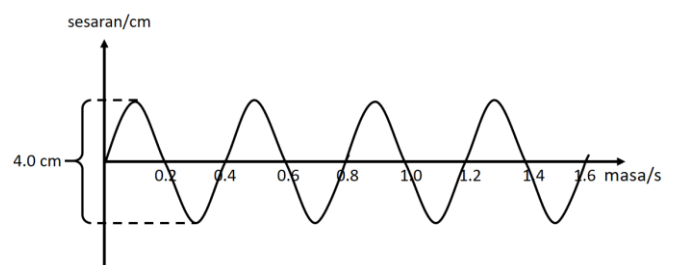
3. Satu zarah berayun dengan frekuensi 5Hz.
- Apakah yang dimaksudkan dengan “berayun dengan frekuensi 5Hz”?
 - Berapa lamakah masa yang diambil untuk satu ayunan lengkap?
 - Berapa lamakah masa yang diambil untuk berayun 15 kali?

4. Jika bandul berayun 12 kali dalam 3 saat, cari tempoh dan frekuensi.

5. Laju gelombang dibawah ialah 32cms^{-1} . Berdasarkan graf di bawah, kira:
- amplitud gelombang
 - panjang gelombang
 - frekuensi gelombang



6. Panjang gelombang di bawah ialah 2cm. Berdasarkan graf, nyatakan:
- amplitud gelombang
 - tempoh gelombang
 - frekuensi gelombang
 - laju gelombang



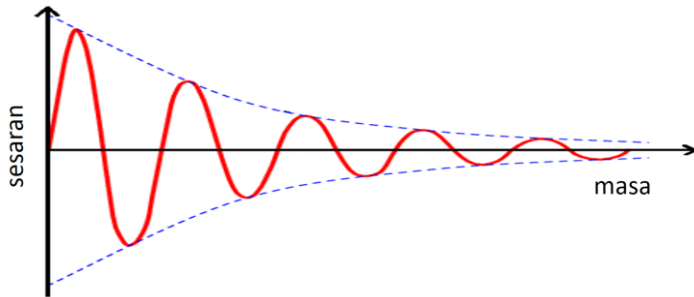
5.2 Pelembapan dan Resonans

Pelembapan

Definisi: Pengurangan dalam amplitud dalam sistem yang sedang berayun akibat kehilangan tenaga (frekuensi tetap)

Pelembapan luaran : Kehilangan tenaga untuk mengatasi daya geseran atau rintangan udara

Pelembapan dalaman : Kehilangan tenaga disebabkan regangan dan pemampatan zarah yang bergetar dalam sistem



Bagaimana untuk mengatasi pelembapan?

- dikenakan daya luar berkala pada sistem berayun
- daya berkala: bertindak pada selang masa tertentu (bukan berterusan)
- kuasa ini akan memindahkan tenaga ke dalam sistem untuk menggantikan yang hilang tenaga

Resonans

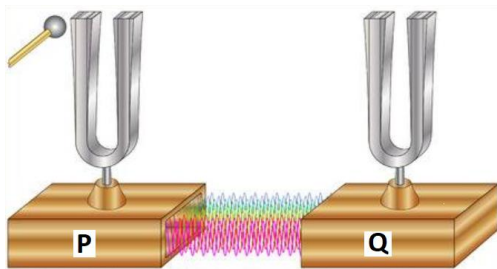
Frekuensi semula jadi: Frekuensi sistem yang berayun tanpa tindakan daya luar

Resonans: Apabila frekuensi daya luaran yang dikenakan adalah sama dengan frekuensi semula jadi sistem ayunan tersebut

- sistem berayun dengan frekuensi semula jadi
- sistem berayun dengan amplitud maksimum

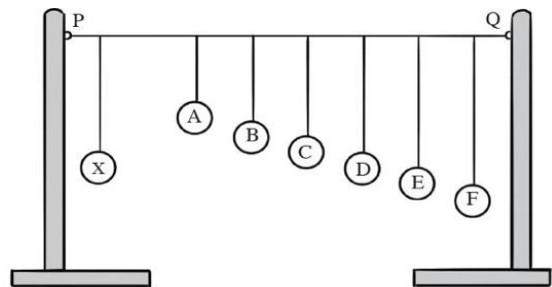
Demonstrasi resonans

Tala bunyi



- Tala bunyi P dan Q mempunyai frekuensi yang sama
- Apabila tala bunyi P diketuk dengan tukul, ia telah memaksa tala bunyi Q bergetar dalam resonans dengan P.
- Tala bunyi P memindahkan tenaga kepada Q.
- Tala bunyi Q bergetar dengan amplitud maksimum.

Bandul



- Apabila X berayun, ia memindahkan tenaga kepada semua bandul, menyebabkan mereka berayun.
- Panjang tali D sama kepada dengan X. D akan berayun dalam resonans dengan X.
- Pendulum D berayun dengan amplitud terbesar.

Contoh dan aplikasi resonans dalam kehidupan harian

- Jambatan Gantung Tacoma Narrows
- London Millennium Footbridge
- Penalaan alat muzik
- Ketuhar gelombang mikro
- Radio
- Penyanyi memecahkan gelas menggunakan suara

Muka gelombang

- arah perambatan gelombang berserenjang dengan muka gelombang
- panjang gelombang adalah jarak di antara dua muka gelombang berturutan



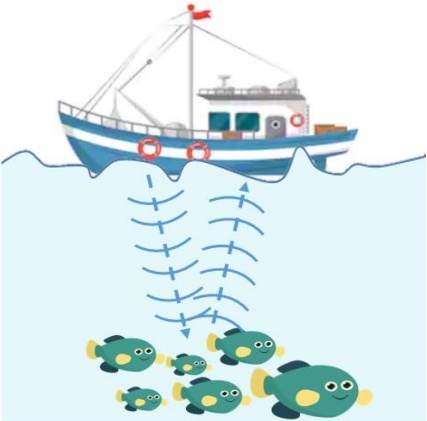
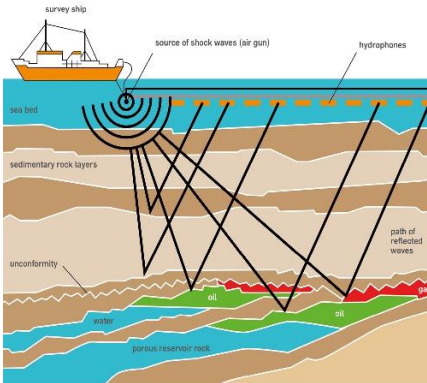
5.3 Pantulan Gelombang

	Ciri-ciri gelombang	Kesan selepas pantulan
	Sudut	$t_{uju} = \text{pantulan}$
	Panjang gelombang	tiada perubahan
	Frekuensi	tiada perubahan
	Laju gelombang	tiada perubahan
	Arah perambatan	berubah ($i = r$)

Latihan

Rajah di kiri menunjukkan gelombang air melanggar pemantul satah.

- Lakarkan muka gelombang yang dipantulkan.
- Berapakah sudut pantulan gelombang?
- Berapakah panjang gelombang yang dipantulkan?

Aplikasi pantulan gelombang			
	<p>Gelombang ultrasonik: Untuk memeriksa fetus dan organ-organ dalaman (sonography / ultrasound)</p>		<p>Gelombang radio: Satelit komunikasi dengan antena parabola, memantulkan gelombang ke hon suapan (menumpukan)</p>
	<p>SONAR: Menggunakan pantulan ultrasonik untuk mengesan kawasan dengan ikan</p>		<p>Gelombang bunyi: Corak gelombang bunyi yang dipantulkan adalah berbeza kerana batuan yang berbeza membolehkan untuk mengenal pasti kawasan yang mempunyai sumber gas asli (Kajian seismik)</p>

Menyelesaikan masalah yang melibatkan pantulan gelombang

$D = \frac{vt}{2}$	<p>Kapal A menggunakan gelombang ultrasonik untuk menentukan kedalaman laut. Selang masa antara penghantaran gelombang dan penerimaan echo adalah 0.5s. Jika laju gelombang 1500 ms^{-1}, kira kedalaman.</p>
<p>D = kedalaman, m</p>	
<p>v = laju, ms^{-1}</p>	
<p>t = masa, s</p>	

Latihan:

<p>1. Satu gelombang bunyi yang dihasilkan di bawah bot merambat melalui air dan dipantulkan oleh dasar. Bunyi tersebut mengambil 1.3s untuk kembali ke bot. Jika jarak antara bot dan dasar laut ialah 950m, kira laju bunyi.</p>	
<p>2. Ali sesat dalam hutan. Dia menjerit untuk meminta bantuan dan suaranya didengari oleh rakan-rakannya selepas 1s. Jika laju bunyi ialah 330ms^{-1}, kira jarak antara Ali dan rakan-rakannya.</p>	

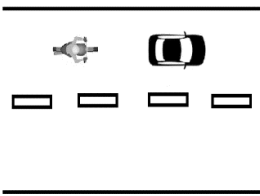
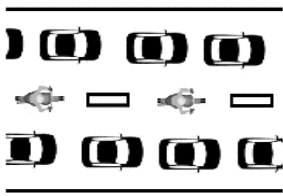
5.4 Pembiasan Gelombang

Pembiasan:
 Perubahan arah perambatan gelombang yang disebabkan oleh perubahan dalam halaju gelombang apabila gelombang merambat dari satu medium yang lain.

- air: kedalaman air
- bunyi: ketumpatan udara
- cahaya: ketumpatan optik medium

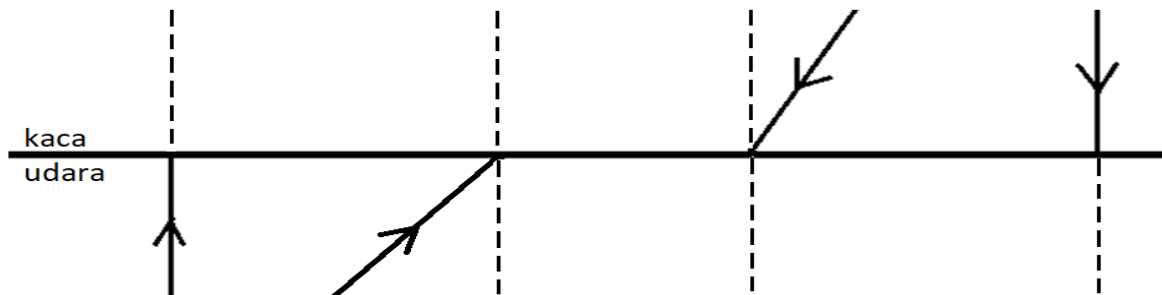
Ciri-ciri gelombang	Kesan selepas pembiasan
Sudut	berubah
Panjang gelombang	berubah
Frekuensi	tiada perubahan
Laju gelombang	berubah
Arah perambatan	berubah

Perubahan selepas pembiasan (analogi lebuhraya)

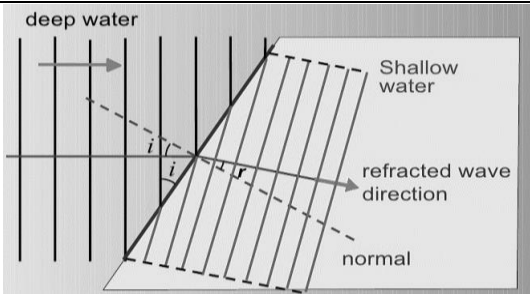
	Jalan yang tidak sesak		Jalan sesak
	Kurang tumpat / kawasan dalam		Lebih tumpat / kawasan cetek
	Laju bertambah		Laju berkurang
	Jauh dari normal		Mendekati normal

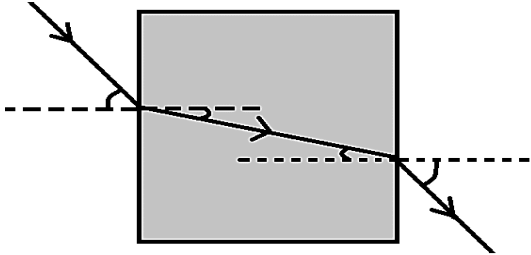
Latihan

Lengkapkan rajah di bawah untuk menunjukkan arah perambatan gelombang cahaya apabila cahaya bergerak dari satu medium ke medium yang berbeza.

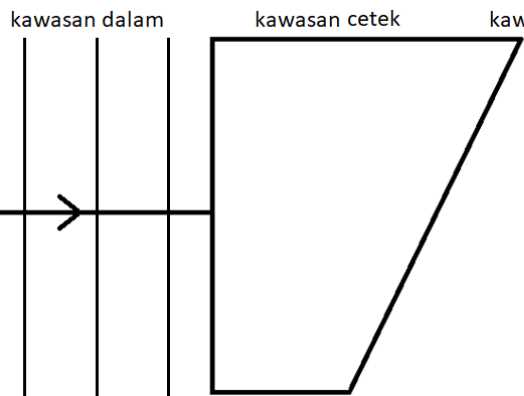


Rajah menunjukkan perambatan gelombang air antara kawasan yang mempunyai kedalaman berbeza.

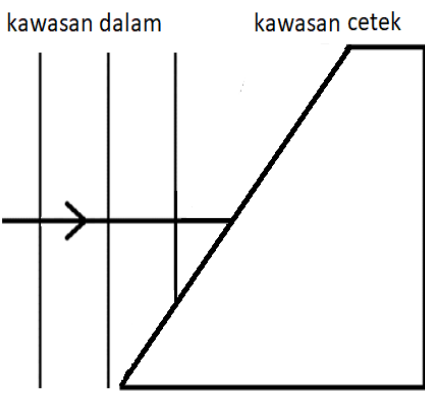




kawasan dalam kawasan cetek kawasan dalam

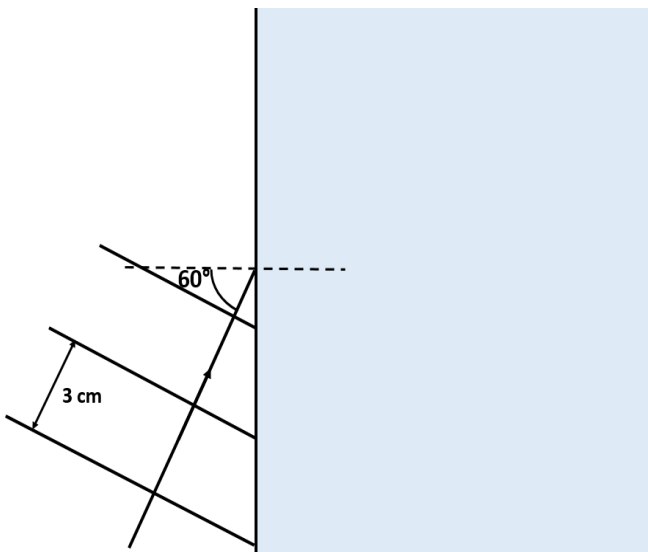


kawasan dalam kawasan cetek kawasan dalam



Latihan:

1. Rajah dibawah menunjukkan gelombang air merambat dari kawasan dalam ke kawasan cetek. Frekuensi gelombang dalam kawasan dalam adalah 5Hz. Panjang gelombang adalah 3cm.



- Kira laju gelombang di kawasan dalam, v .
- Jika laju di kawasan cetek ialah $0.75v$, kira laju di kawasan cetek.
- Kira panjang gelombang di kawasan dalam.
- Lengkapkan rajah di kawasan cetek.

2. Satu gelombang air merambat dari kawasan cetek dengan laju 5 cm s^{-1} ke kawasan dalam dengan laju 8 cm s^{-1} . Jika panjang gelombang dalam kawasan cetek ialah 2cm, kira panjang gelombang di kawasan dalam.

5.5 Pembelauan Gelombang

Pembelauan:
Penyebarkan gelombang apabila gelombang merambat melalui suatu celah atau tepi suatu penghalang.

Faktor yang mempengaruhi pembelauan:

- panjang gelombang
- saiz celah atau halangan

Ciri-ciri gelombang

Kesan selepas pembelauan

Sudut

tiada perubahan

Panjang gelombang

tiada perubahan

Frekuensi

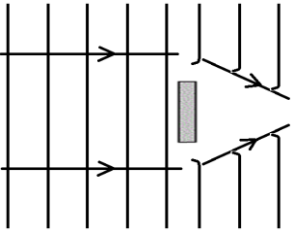
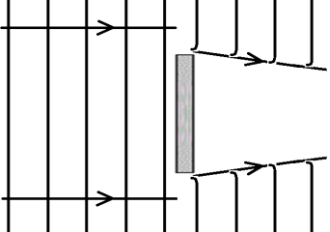
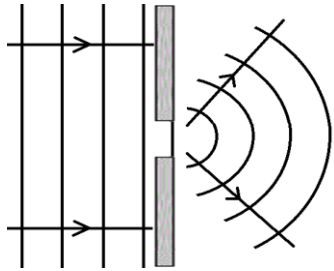
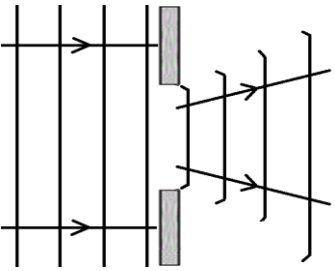
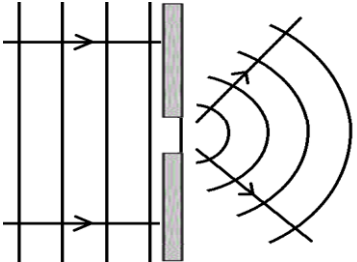
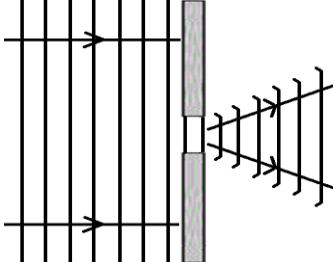
tiada perubahan

Laju gelombang

berubah (berkurang)

Arah perambatan

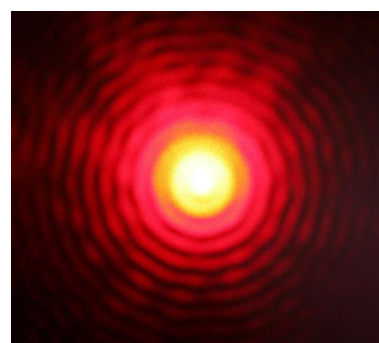
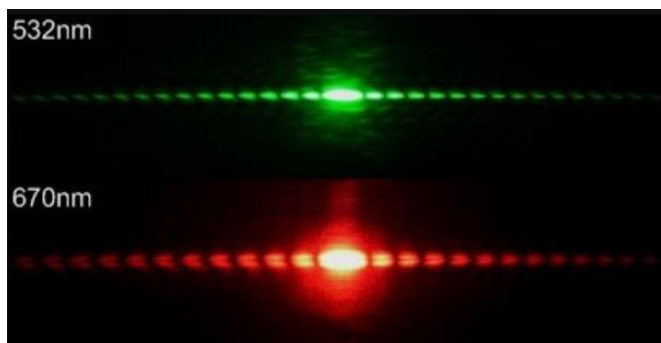
berubah (satu arah ke banyak)

	Pembelauan ketara	Pembelauan kurang ketara
	Halangan kecil	Halangan lebar
Saiz halangan		
	Celah sempit	Celah lebar
Saiz celah		
	Panjang gelombang yang panjang	Panjang gelombang yang pendek
Panjang gelombang		

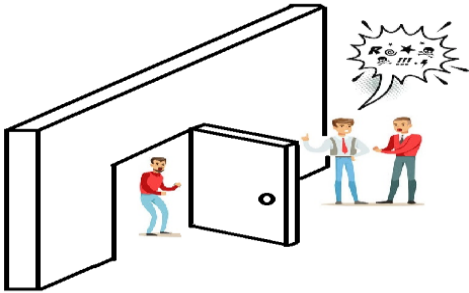
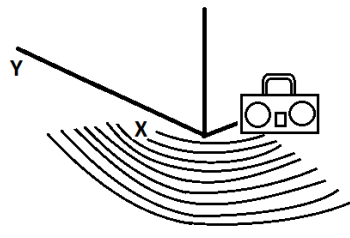
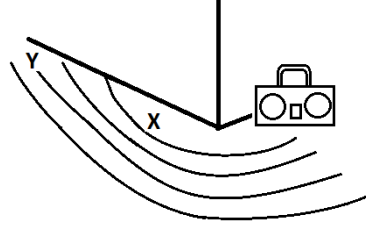
Pembelauan gelombang cahaya (celah kecil, cahaya monokromatik)

Celah tunggal

Lubang jarum



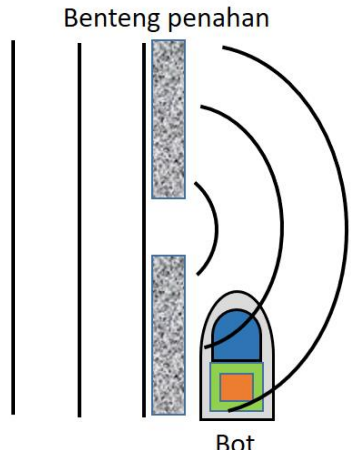
Panjang gelombang R> O> Y> G> B> I> V (pelangi)

Pembelauan gelombang bunyi		
Perbualan boleh didengar (bunyi dibelaukan), tetapi tidak dapat dilihat (cahaya tidak dibelaukan).	Frekuensi yang lebih tinggi, pembelauan kurang ketara	Lebih rendah frekuensi, pembelauan lebih ketara
		

Aplikasi pembelauan gelombang		
Air	Cahaya	Bunyi
		
Benteng penahan menyebabkan pembelauan yang menghasilkan kawasan air tenang sesuai bagi persinggahan kapal-kapal dan aktiviti rekreasi air.	Pembelauan cahaya menghasilkan hologram digunakan sebagai ciri-ciri keselamatan pada kad bank.	Gelombang infrasonik (frekuensi rendah, panjang gelombang panjang) yang dihasilkan oleh gajah boleh melakukan komunikasi jarak jauh.

Latihan:

Rajah menunjukkan pandangan dari atas sebuah bot berdekatan benteng penahan. Bot tersebut mengalami kerosakan kerana gelombang yang melepasi penahan tersebut. Cadangkan satu cara untuk mengubah saiz celah benteng tersebut yang boleh mengurangkan kerosakan ke atas bot. Terangkan jawapan anda.



Benteng penahan

Bot

5.6 Interferens Gelombang

Prinsip superposisi gelombang:

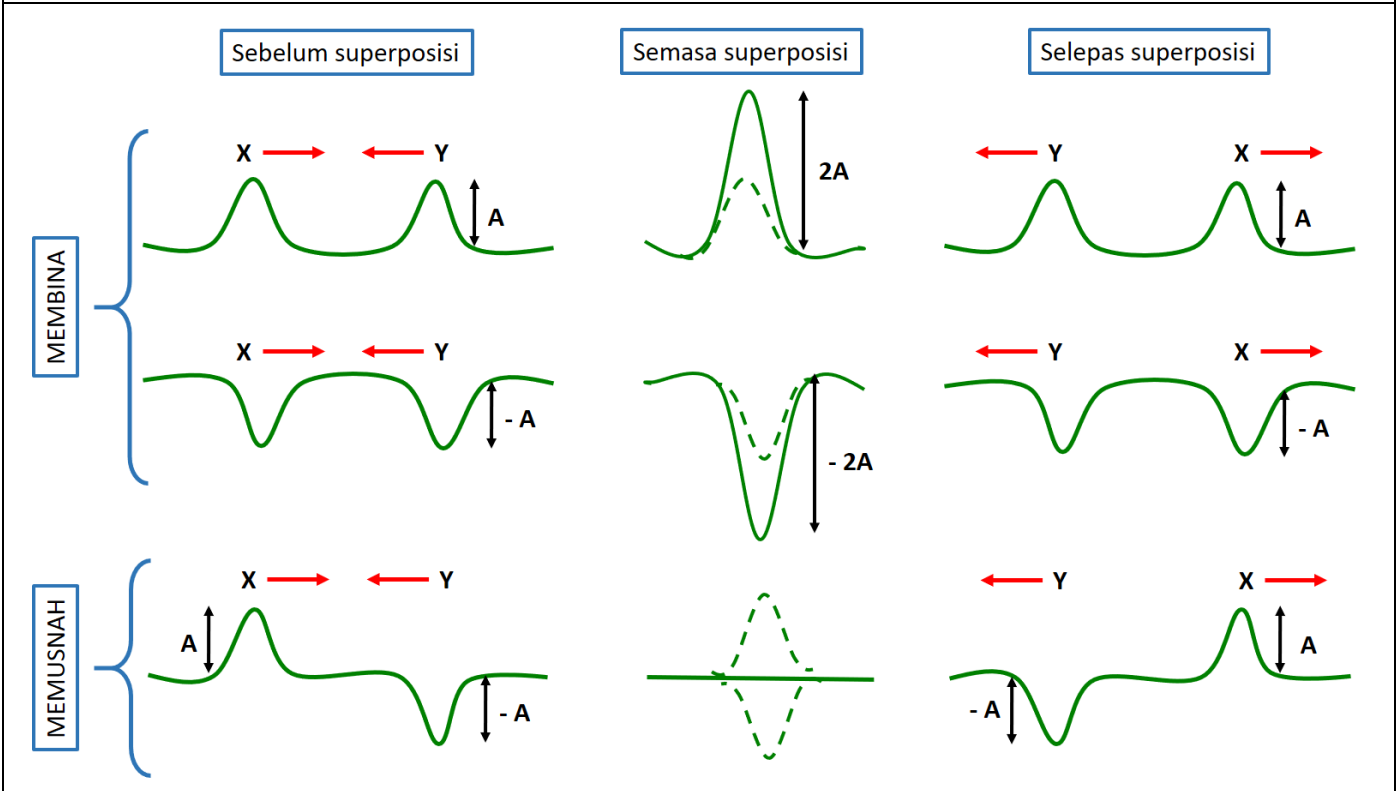
Apabila dua gelombang bersuperposisi, sesaran paduan yang terhasil adalah jumlah sesaran individu kedua-dua gelombang.

Interferens gelombang:

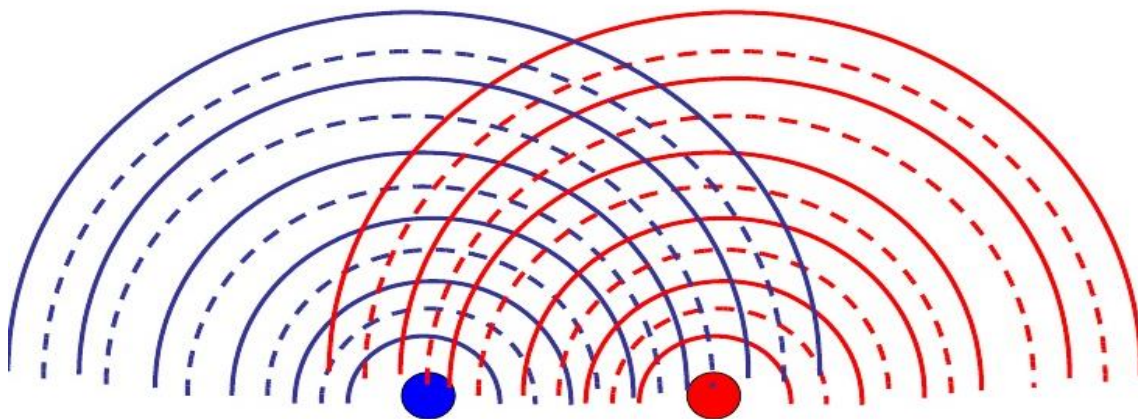
Superposisi dua atau lebih gelombang dari sumber gelombang yang koheren.

Gelombang koheren: Frekuensi sama, perbezaan fasa adalah tetap

Jenis Interferens



Formula Interferens



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

(nod: memusnah, antinod: membina)

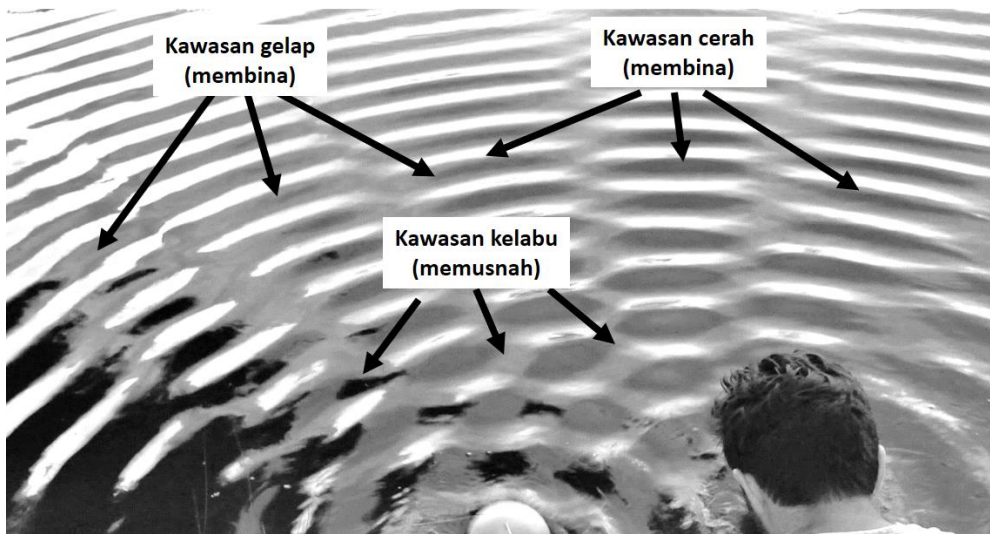
λ = panjang gelombang

a = jarak pemisahan antara kedua-dua sumber yang koheren

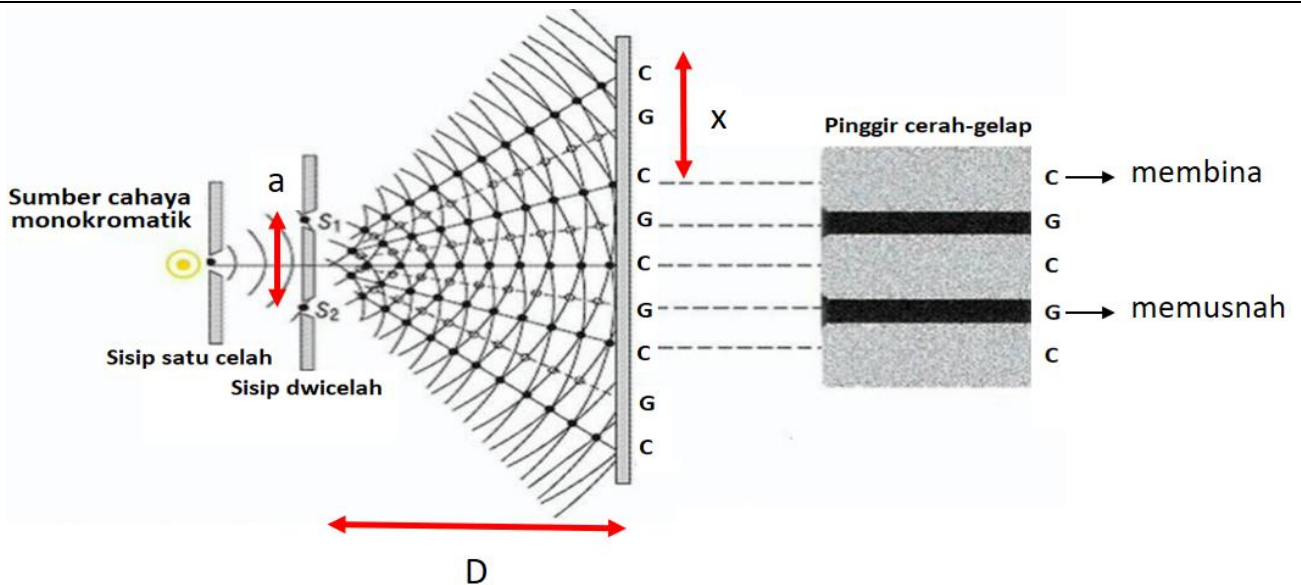
x = jarak pemisahan di antara dua garisan nod atau antinodal bersebelahan

D = jarak tegak di antara sumber dan kedudukan di mana x dilukis

Interferens gelombang air

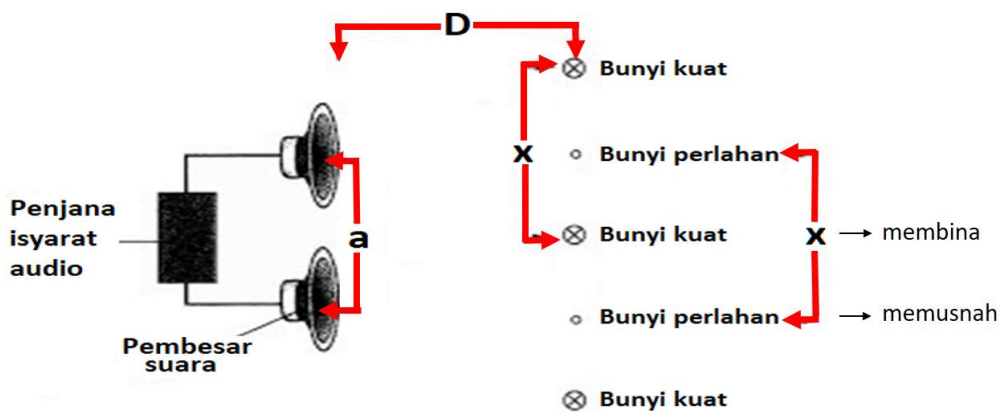


Interferens gelombang cahaya (Eksperimen dwicelah Young)



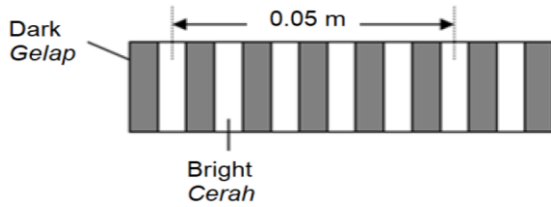
D

Interferens gelombang bunyi



Latihan:

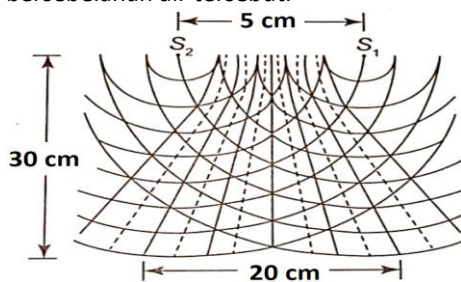
1. Rajah menunjukkan corak pinggir yang terhasil di atas skrin dalam eksperimen dwicelah Young. Jarak antara sisip dwicelah dengan skrin ialah 1.5 m dan panjang gelombang cahaya ialah 4×10^{-7} m. Berapakah jarak antara dua celah tersebut?



2. Rajah dibawah menunjukkan corak interferens apabila penapis berwarna hijau digunakan. Lakarkan rajah corak interferens apabila eksperimen diulang dengan penapis merah dan ungu.



3. Rajah menunjukkan corak interferens gelombang air. Berapakah jarak antara satu puncak ke puncak bersebelahan air tersebut.



Aplikasi Interferens Gelombang dalam Kehidupan Harian

<p>Luan bebuli menghasilkan gelombang air yang akan mengalami interferens memusnah dengan gelombang disebabkan haluan kapal. Air tenang di sekeliling kapal, kurang seretan air.</p>	<p>Kanta anti-pantulan mempunyai salutan yang menyebabkan pantulan cahaya mempunyai interferens memusnah. Ini menghasilkan penglihatan lebih jelas.</p>	<p>Mikrofon dan pemancar pada fon kepala dalam pesawat yang menghasilkan gelombang bunyi yang menyebabkan interferens memusnah dengan bunyi persekitaran.</p>

5.7 Gelombang elektromagnet

1801

- Thomas Young
- Cahaya ialah gelombang

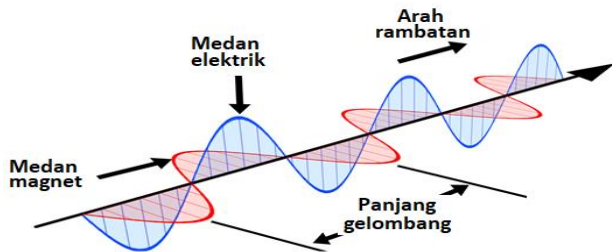
1862

- James Maxwell
- Cahaya ialah gelombang EM

1887

- Heinrich Hertz
- Gelombang radio

Awal abad ke 20
- 7 jenis EM

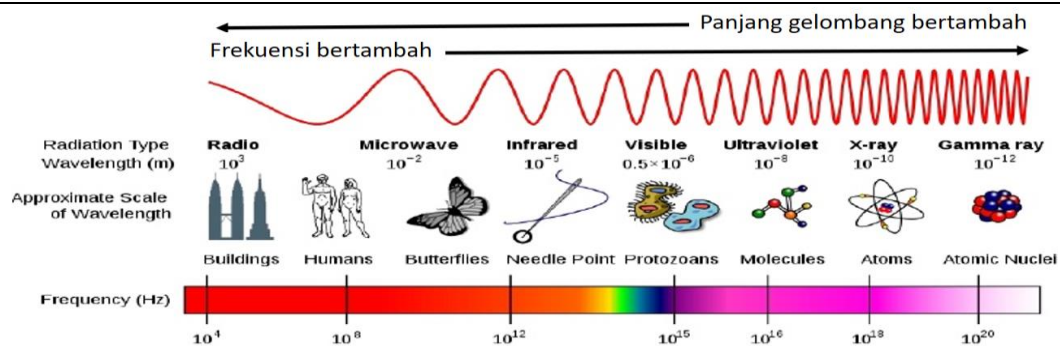


Ciri-ciri gelombang elektromagnet

- gelombang melintang
- tidak memerlukan medium untuk perambatan
- boleh merambat melalui vakum
- laju dalam vakum = $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
- mengalami pantulan, pembiasan, pembelauan dan interferens

Gelombang EM: Medan electric dan magnet berayun serenjang dengan satu sama lain.

Spektrum elektromagnet



- spektrum selanjut: tiada sempadan tertentu yang memisahkan dua jenis gelombang bersebelahan
- frekuensi adalah berkadar terus dengan tenaga gelombang EM

Aplikasi Gelombang Elektromagnet

Jenis gelombang	aplikasi	
Gelombang radio	<ul style="list-style-type: none"> • komunikasi radio jarak jauh • mesin gelombang-milimeter untuk mengimbas penumpang di lapangan terbang 	<ul style="list-style-type: none"> • TV dan radio tempatan • komunikasi tanpa wayar (Bluetooth, Wifi, zigBee, Z-wave)
Gelombang mikro	<ul style="list-style-type: none"> • komunikasi antarabangsa (satelit) • rangkaian telefon bimbit • komunikasi antara peranti elektronik (Bluetooth, Wifi, ZigBee, Z-wave) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengesanan radar pesawat dan pemerangkap laju • Memasak (ketuhar gelombang mikro)
Inframerah	<ul style="list-style-type: none"> • memasak (Oven, grill, pembakar roti) • penglihatan malam (teropong dan kamera inframerah) • pengeringan cat pada kereta 	<ul style="list-style-type: none"> • rawatan sakit otot • alat kawalan jauh
Cahaya nampak	<ul style="list-style-type: none"> • penglihatan • fotografi • fotosintesis dalam tumbuhan hijau 	<ul style="list-style-type: none"> • cahaya laser digunakan untuk memotong logam, mengukur tanah, hantar maklumat melalui gentian optik
Ultraungu	<ul style="list-style-type: none"> • mengeraskan tampalan gigi • mengesan wang palsu • rawatan penyakit kuning pada bayi 	<ul style="list-style-type: none"> • penulenan air minuman • pensterilan peralatan pembedahan dan makanan • perangkap serangga
Sinar-X	<ul style="list-style-type: none"> • mengesan keretakan atau patah tulang • Pemeriksaan sambungan kimpalan 	<ul style="list-style-type: none"> • imbas bagasi di lapangan terbang • menentukan keaslian lukisan
Sinar gama	<ul style="list-style-type: none"> • bunuh sel-sel kanser dalam radioterapi • membuat makanan tahan lebih lama dalam industri makanan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensterilan peralatan pembedahan dan perubatan secara pukal

Latihan:

1. Rajah di bawah menunjukkan spectrum elektromagnet yang tidak lengkap.
 - a. Lengkapkan rajah dengan jenis gelombang elektromagnet yang betul.
 - b. Anak panah tersebut melambangkan ciri gelombang yang meningkat. Apakah ciri gelombang tersebut?

X	Sinar X	Y	Cahaya nampak	Z	Gelombang mikro	Gelombang radio
---	---------	---	---------------	---	-----------------	-----------------



2. Gelombang radio dihantar dari pemancar ke penerima. Jika jarak antara dua lokasi ialah 50km, kira masa yang diambil untuk gelombang radio sampai kepada penerima.