

Cahaya dan Optik

Apakah konsep dan prinsip yang berkaitan dengan cahaya dan optik?

Bagaimanakah konsep cahaya dan optik diaplikasikan dalam kehidupan serta fenomena semula jadi?

Mengapakah gentian optik dan kanta bersaiz kecil digunakan dalam teknologi peralatan optik?

Marilah Kita Mempelajari

- 6.1 Pembiasan Cahaya
- 6.2 Pantulan dalam Penuh
- 6.3 Pembentukan Imej oleh Kanta
- 6.4 Formula Kanta Nipis
- 6.5 Peralatan Optik
- 6.6 Pembentukan Imej oleh Cermin Sfera



Titisan-titisan embun pada rumput boleh berfungsi sebagai kanta pembesar cecair yang dapat membentuk imej bagi objek di sekelilingnya. Kesan pembiasan cahaya bagi sinar cahaya yang merambat dari udara ke dalam titisan embun dipengaruhi oleh saiz dan bentuk titisan embun tersebut.

Ketebalan kanta mata manusia juga boleh dilaraskan oleh otot silia agar mempunyai panjang fokus yang berbeza untuk membentuk imej bagi objek dalam julat penglihatan mata manusia. Konsep pelarasan panjang fokus yang sedemikian diaplikasikan oleh para saintis dan jurutera untuk mencipta kanta kamera cecair di dalam telefon pintar. Panjang fokus kanta cecair ini boleh dilaraskan dengan menggunakan medan elektrik dalam sistem elektronik telefon pintar. Oleh itu, satu kanta cecair mampu menggantikan satu set kanta yang dipasang di dalam kamera telefon pintar. Penjimatan ruang ini membolehkan ketebalan keseluruhan telefon pintar dikurangkan.

Video kanta kamera cecair

<http://bit.ly/2FZDNxX>

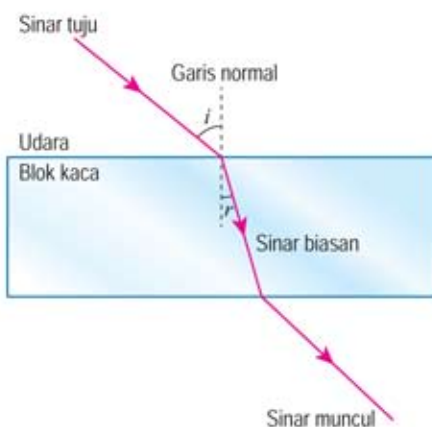


Perhatikan Rajah 6.1. Apakah yang menyebabkan fenomena tersebut?



Rajah 6.1 Fenomena pembiasan cahaya

Fenomena ini dikenali sebagai **pembiasan cahaya** yang berlaku disebabkan oleh perubahan halaju cahaya apabila merambat melalui medium yang berlainan ketumpatan optik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.2.



Rajah 6.2 Pembiasan cahaya

INFO BESTARI

Ketumpatan optik tidak sama dengan ketumpatan yang didefinisikan sebagai jisim per unit isi padu. Misalnya, ketumpatan minyak lebih rendah daripada air menyebabkan minyak terapung di atas permukaan air, tetapi ketumpatan optik minyak pula lebih tinggi daripada ketumpatan optik air.

Berdasarkan Rajah 6.3, sinar cahaya membengkok ke arah garis normal apabila cahaya merambat dari medium yang berketumpatan optik rendah (udara) ke medium yang berketumpatan optik tinggi (blok kaca). Hal ini kerana halaju cahaya berkurang ketika cahaya merambat dari medium yang kurang tumpat ke medium yang lebih tumpat. Oleh itu, sudut biasan, r adalah lebih kecil daripada sudut tuju, i .



Rajah 6.3 Pembiasan cahaya dari udara ke blok kaca ($i > r$)

Berdasarkan Rajah 6.4, sinar cahaya membengkok menjauhi garis normal apabila cahaya merambat dari medium yang berketumpatan optik tinggi (blok kaca) ke medium yang berketumpatan optik rendah (udara). Hal ini kerana halaju cahaya bertambah ketika cahaya merambat dari medium yang lebih tumpat ke medium yang kurang tumpat. Oleh itu, sudut biasan, r adalah lebih besar daripada sudut tuju, i .



Rajah 6.4 Pembiasan cahaya dari blok kaca ke udara ($i < r$)

Indeks Biasan

Indeks biasan, n menentukan darjah pembengkokan alur cahaya apabila cahaya merambat dari vakum ke suatu medium. Oleh itu, kita dapat mendefinisikan indeks biasan sebagai nisbah laju cahaya di dalam vakum kepada laju cahaya di dalam medium.

$$\text{Indeks biasan, } n = \frac{\text{laju cahaya dalam vakum}}{\text{laju cahaya dalam medium}} = \frac{c}{v}$$

iaitu $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Fail info

Apabila ketumpatan optik meningkat, nilai indeks biasan, n akan bertambah. Nilai n sentiasa lebih atau sama dengan 1. Nilai n bergantung pada panjang gelombang, λ cahaya yang digunakan. Perubahan suhu juga boleh mengubah nilai n suatu bahan.



Tujuan: Membandingkan indeks biasan bahan yang berbeza dan menghubungkan indeks biasan bahan dengan ketumpatan optik bahan berkenaan

Arahan:

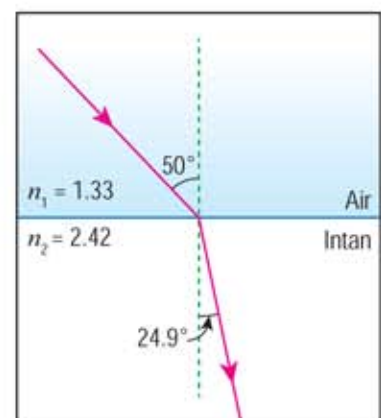
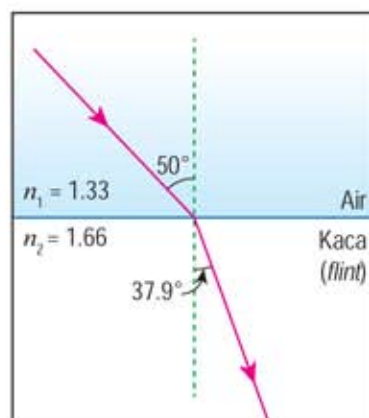
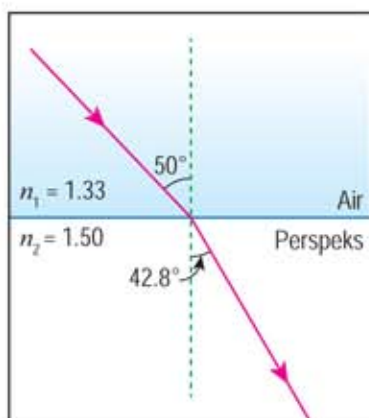
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat dari sumber bacaan atau Internet mengenai indeks biasan untuk beberapa bahan yang berbeza seperti udara, air, minyak masak, ais, kaca, intan dan bahan-bahan lain.
3. Kemudian, bincangkan:
 - (a) Hubung kait indeks biasan bahan tersebut dengan ketumpatan optik bahan berkenaan.
 - (b) Apakah faktor fizik yang mempengaruhi nilai indeks biasan suatu bahan?
 - (c) Apakah bahan yang mempunyai nilai indeks biasan paling tinggi?
4. Persembahkan hasil perbincangan kumpulan anda.

Hukum Snell

Jadual 6.1 menunjukkan indeks biasan bagi beberapa medium. Rajah 6.5 pula menunjukkan perambatan sinar cahaya dari air ke dalam tiga medium yang berlainan.

Jadual 6.1 Indeks biasan bagi beberapa medium

Medium	Indeks biasan
Vakum dan udara	1.00
Minyak zaitun	1.46
Perspeks	1.50
Kaca (crown)	1.52
Kaca (flint)	1.66
Intan	2.42



Rajah 6.5 Perambatan sinar cahaya dari air ke dalam tiga medium yang berlainan

Berdasarkan Rajah 6.5, nilai $n_1 \sin \theta_1$ adalah sama dengan $n_2 \sin \theta_2$ bagi tiga keadaan itu. Menurut hukum pembiasan cahaya, apabila cahaya merambat antara dua medium:

- Sinar tuju, sinar biasan dan garis normal bertemu pada satu titik dan berada dalam satah yang sama.

- Hukum Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

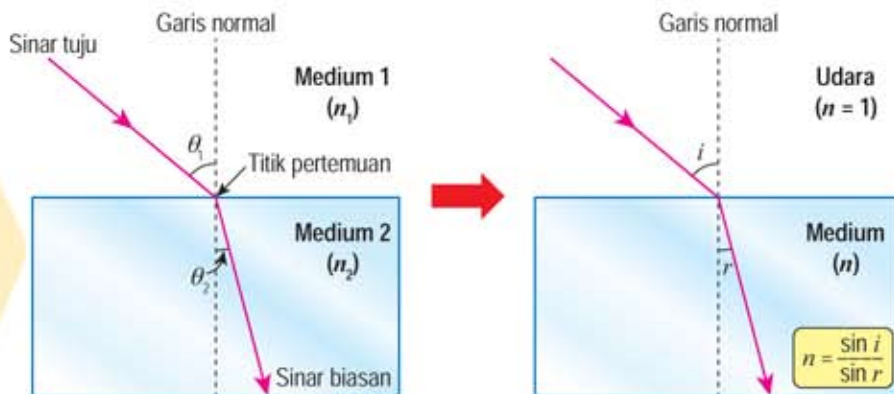
iaitu n_1 ialah indeks biasan medium 1
 n_2 ialah indeks biasan medium 2
 θ_1 ialah sudut tuju dalam medium 1
 θ_2 ialah sudut biasan dalam medium 2

maka, $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$

Apabila medium 1 ialah udara ($n_1 = 1$) dan medium 2, $n_2 = n$

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

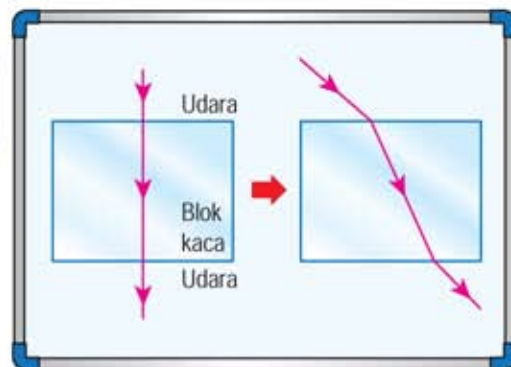
i ialah sudut tuju dalam udara,
 r ialah sudut biasan dalam medium 2



Rajah 6.6 Hukum pembiasan cahaya

Perhatikan Rajah 6.7. Mengapakah sinar cahaya membengkok apabila memasuki blok kaca?

Sudut biasan bergantung pada sudut tuju dan nilai indeks biasan blok kaca.



Rajah 6.7 Pembengkokan sinar cahaya



Inferens: Sudut biasan bergantung pada sudut tuju

Hipotesis: Semakin bertambah sudut tuju, i , semakin bertambah sudut biasan, r

Tujuan: Menentukan indeks biasan bagi blok kaca

Pemboleh ubah:

- Dimanipulasikan: Sudut tuju, i
- Bergerak balas: Sudut biasan, r
- Dimalarkan: Indeks biasan blok kaca

Radas: Kotak sinar dengan plat celah tunggal, jangka sudut dan pembaris

Bahan: Blok kaca, kertas putih dan pensel

Prosedur:

- Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.8 di atas sekeping kertas putih.
- Lukis garis luar blok kaca itu pada kertas putih dan garis normal melalui titik O .
- Lukis lima garis pada sudut tuju yang berbeza, $i = 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ dan 60° menggunakan sebuah jangka sudut untuk mewakili lima sinar tuju.
- Tujukan sinar cahaya dari kotak sinar pada garis, $i = 20^\circ$. Lukis sinar muncul PQ .
- Alihkan blok kaca dan lukis sinar biasan OP . Ukur sudut biasan, r dan rekodkan bacaan dalam Jadual 6.2.
- Letakkan blok kaca semula. Ulangi langkah 4 dan 5 dengan sudut tuju, $i = 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ dan 60° .
- Hitungkan nilai $\sin i$ dan $\sin r$. Rekodkan nilai dalam jadual.

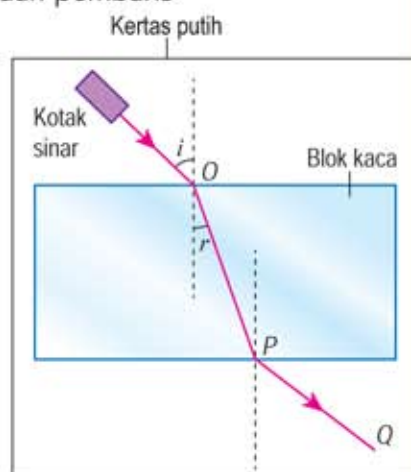
Keputusan:

Jadual 6.2

Sudut tuju, $i / ^\circ$	Sudut biasan, $r / ^\circ$	$\sin i$	$\sin r$
20			
30			
40			
50			
60			

Analisis data:

- Plotkan graf r melawan i dan graf $\sin i$ melawan $\sin r$ pada kertas graf yang berlainan.
- Hitungkan kecerunan graf $\sin i$ melawan $\sin r$.
- Nyatakan hubungan antara sudut tuju, i dengan sudut biasan, r apabila cahaya bergerak dari udara ke dalam blok kaca.



Rajah 6.8

Nota: Eksperimen ini juga boleh dijalankan dengan menggunakan perspeks.

Fail info

Jika penunjuk laser digunakan dalam eksperimen ini, perubahan susunan radas perlu dilakukan.

Video demonstrasi pembiasan sinar laser



<http://bit.ly/2YlaO8M>

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Apakah nilai indeks biasan bagi blok kaca?
2. Nyatakan satu langkah berjaga-jaga yang perlu diambil untuk meningkatkan kejutuan bacaan dalam eksperimen ini.

Dalam Nyata dan Dalam Ketara

Perhatikan Rajah 6.9. Mengapakah kedudukan imej ikan kelihatan lebih dekat dengan permukaan air?

Situasi ini terjadi disebabkan oleh pembiasan cahaya. Apabila sinar cahaya dari ikan merambat dari air ke udara, cahaya dibiaskan menjauhi garis normal. Kesan pembiasan cahaya ini menyebabkan pemerhati melihat kedudukan imej ikan lebih dekat dengan permukaan air.



Rajah 6.9 Kesan pembiasan cahaya

**Aktiviti 6.2**

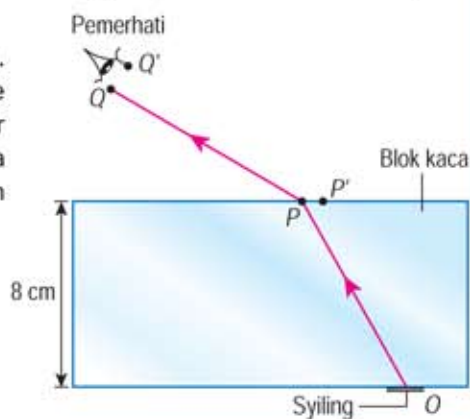
KMK

Tujuan: Melukis gambar rajah sinar untuk menunjukkan dalam nyata, H dan dalam ketara, h

Rajah 6.10 menunjukkan sekeping syiling yang diletakkan di bawah blok kaca dengan ketebalan 8.0 cm. Sinar OPQ ialah lintasan cahaya dari pusat syiling, O ke mata pemerhati. Anda dikehendaki melukis satu sinar cahaya lagi, $OP'Q'$ dari titik O ke mata pemerhati. Anda boleh memuat turun dan mencetak Rajah 6.10 dalam laman sesawang yang diberi.

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Lukis dan panjangkan garis QP dan $Q'P'$ ke dalam blok kaca sehingga kedua-dua garis itu bertemu.
3. Tandakan titik pertemuan itu sebagai titik X . X ialah kedudukan ketara bagi pusat syiling, iaitu imej bagi titik O yang disebabkan oleh pembiasan cahaya.
4. Lengkapkan rajah anda dengan melukis garis OP' .
5. Ukur:
 - (a) dalam nyata, H , iaitu jarak dari O ke permukaan blok kaca.
 - (b) dalam ketara, h , iaitu jarak dari X ke permukaan blok kaca.
6. Hitungkan nilai $\frac{H}{h}$. Bandingkan nilai $\frac{H}{h}$ dengan indeks biasan blok kaca, n . Hubung kait dalam nyata, H , dalam ketara, h , dan indeks biasan blok kaca, n .



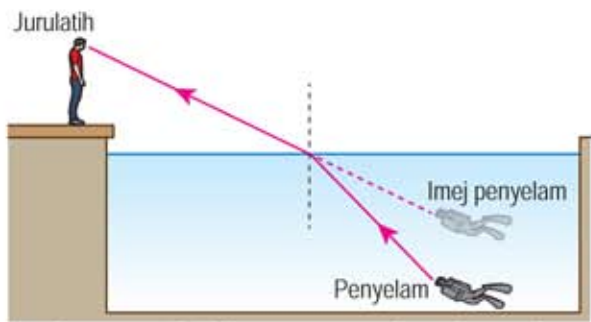
Rajah 6.10

Muat turun Rajah 6.10

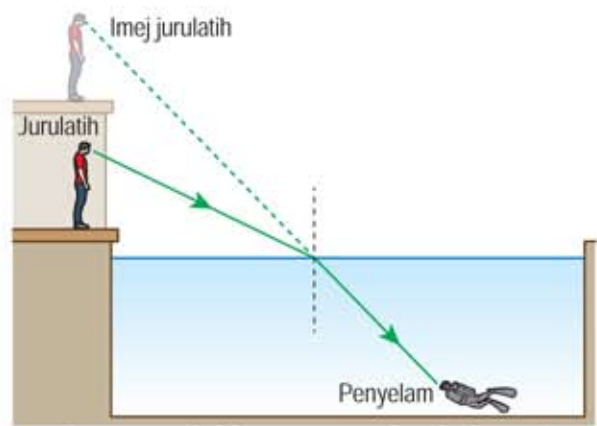


<http://bit.ly/2Rb9GX9>

Rajah 6.11 menunjukkan seorang jurulatih selam yang berada di tepi kolam melihat kedudukan penyelam lebih dekat dengan permukaan air. Rajah 6.12 menunjukkan seorang penyelam yang berada di dasar kolam melihat jurulatihnya berada lebih jauh daripadanya. Bolehkah anda jelaskan mengenai situasi tersebut?



Rajah 6.11 Kedudukan imej penyelam dari sudut pandangan jurulatih



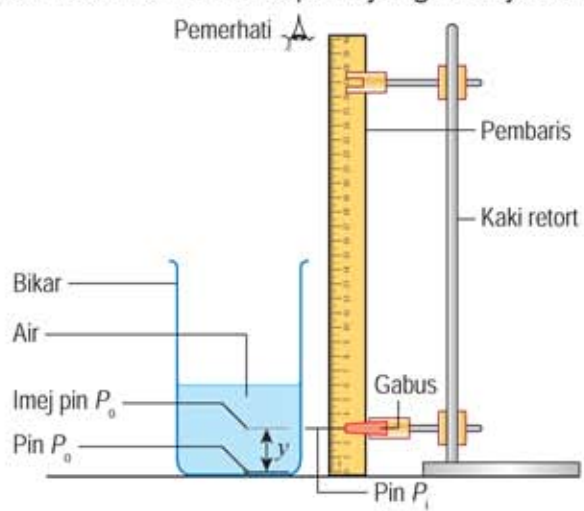
Rajah 6.12 Kedudukan imej jurulatih dari sudut pandangan penyelam



Eksperimen

6.2

- Inferens:** Kedudukan suatu imej dipengaruhi oleh kedudukan objek dan indeks biasan medium berlainan
- Hipotesis:** Semakin bertambah dalam nyata suatu objek, semakin bertambah dalam ketara
- Tujuan:** Menentukan indeks biasan air menggunakan kaedah tanpa paralaks
- Pemboleh ubah:**
- (a) Dimanipulasikan: Dalam nyata, H
 - (b) Bergerak balas: Dalam ketara, h
 - (c) Dimalarkan: Indeks biasan air, n
- Radas:** Bikar (1 000 ml), pembaris dan kaki retort
- Bahan:** Gabus, dua batang pin, pita selofan dan air
- Prosedur:**
1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.13.



Rajah 6.13

Fail info

Kaedah tanpa paralaks merupakan satu kaedah yang amat penting untuk menentukan kedudukan imej dengan tepat dalam eksperimen optik.

2. Lekatkan sebatang pin P_o dengan pita selofan pada dasar bikar itu.
3. Isi air ke dalam bikar sehingga kedalaman 6.0 cm. Kedalaman ini ialah dalam nyata, H .
4. Perhatikan imej pin P_o dari bahagian atas permukaan air.
5. Laraskan kedudukan pin P_i secara menegak sehingga kelihatan segaris dengan imej pin P_o . Pada paras ini, kedudukan pin P_i adalah sama paras dengan imej pin P_o .
6. Ukur jarak y antara pin P_i dengan dasar bikar. Rekodkan bacaan dalam Jadual 6.3.
7. Ulangi eksperimen ini dengan mengubah dalam nyata, $H = 7.0$ cm, 8.0 cm, 9.0 cm dan 10.0 cm.

Keputusan:

Jadual 6.3

Dalam nyata, H / cm	y / cm	Dalam ketara, h / cm
6.0		
7.0		
8.0		
9.0		
10.0		

Analisis data:

1. Tentukan nilai dalam ketara, h yang bersamaan dengan jarak antara pin P_i dengan permukaan air menggunakan rumus, $h = (H - y)$.
2. Plotkan graf H melawan h pada kertas graf.
3. Tentukan kecerunan graf.
4. Hubung kait dalam nyata, dalam ketara dan indeks biasan air.
5. Nyatakan nilai indeks biasan air.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Jika air digantikan dengan minyak masak dalam eksperimen ini, apakah akan terjadi kepada kecerunan graf?
2. Nyatakan satu langkah berjaga-jaga yang perlu diambil untuk memperbaiki kejituan keputusan eksperimen ini.
3. Bincangkan kelebihan kaedah tanpa paralaks berbanding dengan kaedah yang digunakan dalam Eksperimen 6.1 untuk menentukan indeks biasan suatu bahan.

Berdasarkan eksperimen di atas, hubungan antara indeks biasan suatu bahan lut sinar, n dengan dalam nyata, H dan dalam ketara, h ialah:

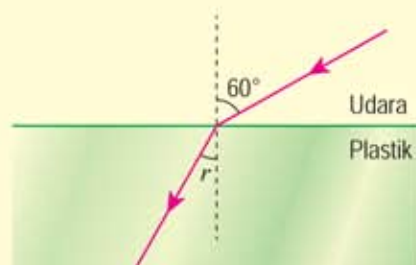
$$n = \frac{\text{dalam nyata}}{\text{dalam ketara}} = \frac{H}{h}$$

Contoh 1

Rajah 6.14 menunjukkan satu sinar cahaya merambat dari udara ke dalam bahan plastik pada sudut 60° . Indeks biasan plastik ialah 1.49.

Hitungkan:

- sudut biasan, r .
- kelajuan cahaya dalam plastik.



Rajah 6.14

Penyelesaian:

$$(a) \quad n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\sin r = \frac{\sin i}{n}$$

$$= \frac{\sin 60^\circ}{1.49}$$

$$r = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 60^\circ}{1.49} \right)$$

$$= 35.54^\circ$$

$$(b) \quad n = \frac{c}{v}$$

$$v = \frac{c}{n}$$

$$= \frac{3.0 \times 10^8}{1.49}$$

$$= 2.01 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Contoh 2

Apabila sekeping syiling diperhatikan di dalam sebuah bikar yang mengandungi suatu larutan, imej syiling kelihatan pada satu ketinggian yang sama dengan $\frac{2}{7}$ kedalaman larutan itu. Berapakah indeks biasan larutan itu?

Penyelesaian:

Berdasarkan Rajah 6.15,

$$\text{Dalam ketara, } h = H - \frac{2}{7} H$$

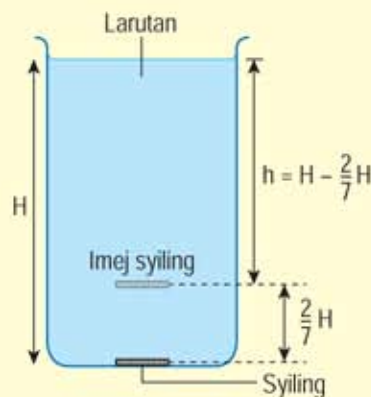
$$= \frac{5}{7} H$$

$$\text{Indeks biasan larutan, } n = \frac{H}{h}$$

$$= \frac{H}{\frac{5}{7} H}$$

$$= \frac{7}{5}$$

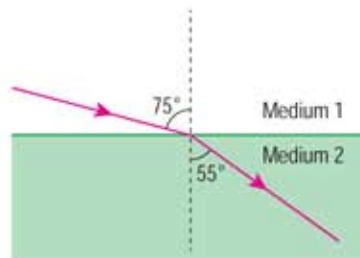
$$= 1.4$$



Rajah 6.15

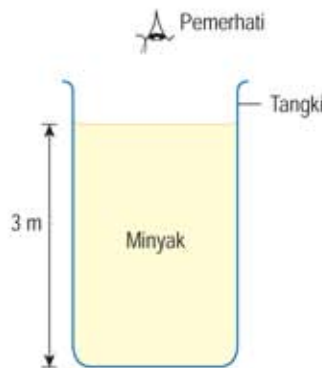
Latihan Formatif 6.1

1. Rajah 6.16 menunjukkan lintasan cahaya yang merambat dari medium 1 ke medium 2.



Rajah 6.16

- (a) Tuliskan satu persamaan bagi menghubungkan cahaya yang merambat antara dua medium.
 - (b) Tentukan indeks biasan bagi medium 2 jika laju cahaya di dalam medium 1 ialah $3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
 - (c) Berapakah laju cahaya di dalam medium 2?
-
2. Rajah 6.17 menunjukkan sebuah tangki diisi dengan minyak setinggi 3 m yang mempunyai indeks biasan 1.38. Berapakah dalam ketara tangki tersebut yang dilihat oleh pemerhati?



Rajah 6.17

6.2 Pantulan Dalam Penuh

Gambar foto 6.1 menunjukkan seekor penyu di bawah permukaan air. Imej pantulan penyu dapat dilihat pada sempadan air dengan udara. Mengapakah hal ini terjadi?

Fenomena ini dikenali sebagai **pantulan dalam penuh** cahaya. Pantulan dalam penuh hanya berlaku apabila cahaya merambat dari medium berketumpatan optik tinggi ke medium berketumpatan optik rendah.



Gambar foto 6.1 Fenomena pantulan dalam penuh



Aktiviti 6.3

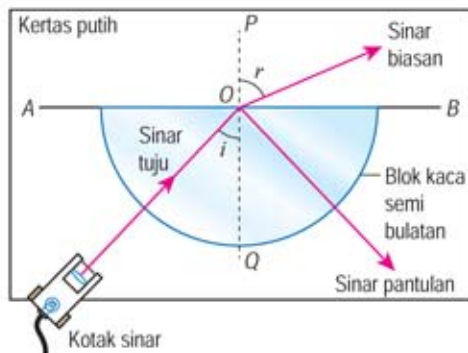
Tujuan: Memerhatikan fenomena pantulan dalam penuh dan menentukan sudut genting kaca

Radas: Blok kaca semi bulatan, kotak sinar, bekalan kuasa dan jangka sudut

Bahan: Kertas putih

Arahan:

1. Lukiskan garis lurus AB dan garis lurus yang berserenjang PQ di atas sekeping kertas putih.
2. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.18. Titik O ialah pusat blok kaca semi bulatan itu.



Rajah 6.18

3. Hidupkan kotak sinar supaya satu sinar cahaya ditujukan sepanjang QO. Perhatikan sinar biasan dalam udara.
4. Alihkan kotak sinar supaya satu sinar cahaya dituju ke titik O dengan sudut tuju, i yang kecil. Perhatikan sinar biasan dalam udara dan sinar pantulan.
5. Ulangi langkah 4 dengan sudut tuju, i yang semakin besar sehingga sudut tuju, i hampir 90° .
6. Laraskan kedudukan kotak sinar supaya sinar biasan merambat sepanjang OB, iaitu sudut biasan, $r = 90^\circ$. Tandakan lintasan sinar tuju.

7. Alihkan blok kaca. Lukis sinar tuju dan ukur sudut tuju. Sudut tuju ini dikenali sebagai sudut genting kaca, c .
8. Letakkan blok kaca semula di kedudukan asalnya. Perhatikan sinar biasan dan sinar pantulan apabila:
 - (a) sudut tuju lebih kecil daripada sudut genting, dan
 - (b) sudut tuju lebih besar daripada sudut genting.

Perbincangan:

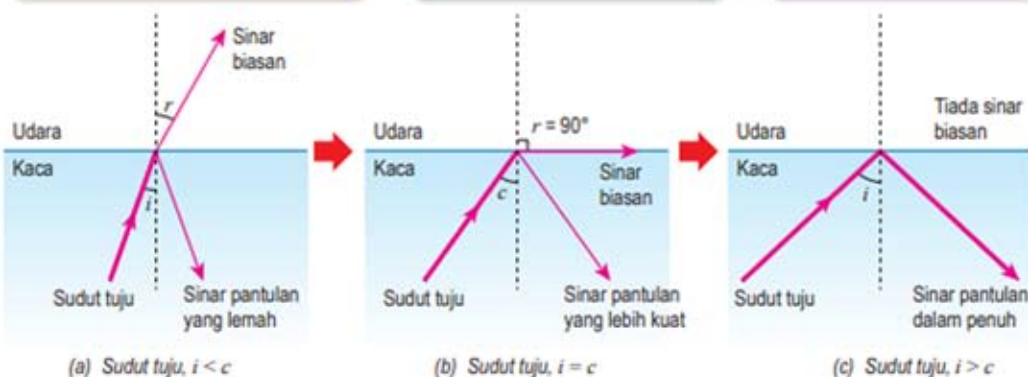
1. Berapakah sudut genting kaca?
2. Huraikan perambatan sinar cahaya melalui blok kaca apabila sudut tuju lebih kecil daripada sudut genting.
3. Apakah perubahan yang berlaku kepada perambatan sinar cahaya melalui blok kaca apabila
 - (a) sudut tuju lebih kecil daripada sudut genting?
 - (b) sudut tuju lebih besar daripada sudut genting?

Rajah 6.19 menunjukkan perambatan sinar cahaya dari kaca (ketumpatan optik tinggi) menuju ke udara (ketumpatan optik rendah) bagi tiga sudut tuju yang berlainan.

① Apabila sudut tuju kurang daripada sudut genting, sinar dibiaskan menjauhi garis normal. Sinar pantulan yang lemah juga dapat dikesan.

② Apabila sudut tuju sama dengan sudut genting, sinar biasan merambat sepanjang sempadan permukaan kaca dan udara. Sinar pantulan kelihatan lebih terang.

③ Apabila sudut tuju melebihi sudut genting, tiada sinar biasan. Cahaya dipantulkan sepenuhnya ke dalam kaca.



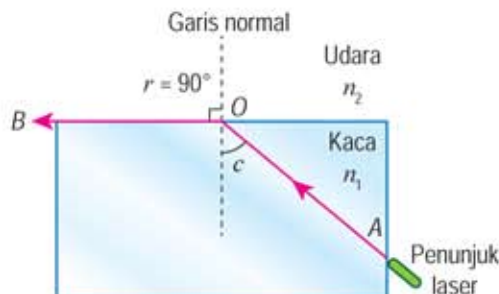
Rajah 6.19 Perambatan sinar cahaya dari kaca menuju ke udara

Fenomena pantulan dalam penuh berlaku apabila cahaya merambat dari medium yang berketumpatan optik tinggi ke medium yang berketumpatan optik rendah, dengan sudut tuju lebih besar daripada sudut genting. **Sudut genting**, c ialah sudut tuju dalam medium yang berketumpatan optik tinggi apabila sudut biasan dalam medium yang berketumpatan optik rendah sama dengan 90° . Adakah sudut genting suatu bahan bergantung pada indeks biasan bahan tersebut?

Tujuan: Membincangkan hubung kait antara sudut genting dengan indeks biasan

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Teliti Rajah 6.20 yang menunjukkan perambatan sinar cahaya dari kaca ke udara dengan sudut tuju, i sama dengan sudut genting, c .



Rajah 6.20 Hubung kait antara sudut genting dengan indeks biasan

3. Bincang dan lengkapkan pernyataan berikut.

(a) Hukum Snell bagi perambatan sinar cahaya dari kaca ke udara ialah:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2, \text{ iaitu } n_1 = \text{indeks biasan } \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_2 = \text{indeks biasan } \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\theta_1 = \text{sudut tuju dalam } \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\theta_2 = \text{sudut biasan dalam } \underline{\hspace{2cm}}$$

(b) Nilai $\theta_1 = c$, $\theta_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ dan $n_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

Dengan itu, $n_1 \sin \underline{\hspace{2cm}} = n_2 \sin \underline{\hspace{2cm}}$.

$$n_1 = \frac{1}{\boxed{\hspace{2cm}}}$$

Secara umum, hubungan antara sudut genting, c dengan indeks biasan, n bagi suatu medium yang berada dalam udara ialah $n = \frac{1}{\sin c}$. Jika indeks biasan intan ialah 2.42, maka sudut genting intan bagi sempadan intan dan udara boleh dikira seperti berikut:

$$\begin{aligned} \sin c &= \frac{1}{2.42} \\ &= 0.4132 \\ c &= \sin^{-1}(0.4132) \\ &= 24.4^\circ \end{aligned}$$

Sudut genting bagi intan, c ialah 24.4° .

Sudut genting suatu medium bergantung pada ketumpatan optik medium itu. Semakin tinggi indeks biasan medium, semakin kecil sudut genting medium tersebut.

Fenomena Semula Jadi dan Aplikasi Pantulan Dalam Penuh dalam Kehidupan Harian



Gambar foto 6.2 Pemandangan pada waktu malam di River of Life and Blue Pool, Masjid Jamek, Kuala Lumpur

Keindahan lampu-lampu hiasan yang ditunjukkan dalam Gambar foto 6.2 ialah hasil daripada aplikasi pantulan dalam penuh. Bolehkah anda nyatakan fenomena lain yang melibatkan pantulan dalam penuh?



Aktiviti 6.5

KIAK KMK

Tujuan: Mengumpul maklumat dan membincangkan fenomena semula jadi yang melibatkan pantulan dalam penuh

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat dari pelbagai sumber bacaan dan carian laman sesawang mengenai:
 - (a) fenomena semula jadi yang melibatkan pantulan dalam penuh.
 - (b) aplikasi pantulan dalam penuh dalam kehidupan harian.
3. Persembahkan hasil dapatan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

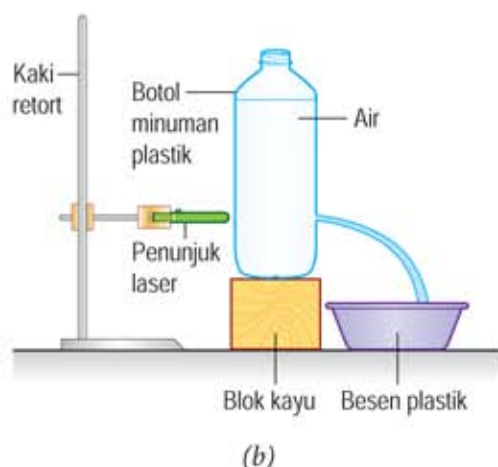
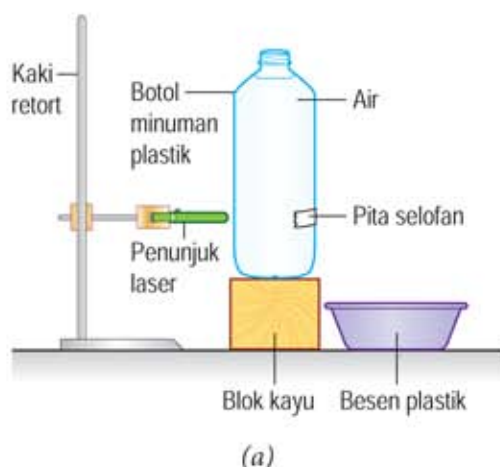
Tujuan: Memerhatikan fenomena pantulan dalam penuh di dalam aliran air

Radas: Botol minuman plastik 1.5 liter, besen plastik, penunjuk laser, blok kayu dan kaki retort

Bahan: Air dan pita selofan

Arahan:

1. Tebuk satu lubang di tepi botol plastik. Kemudian, tutup lubang itu dengan pita selofan.
2. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.21(a).



Rajah 6.21

3. Jalankan aktiviti ini dalam keadaan makmal yang gelap untuk pemerhatian yang lebih jelas.
4. Buka pita selofan supaya air mengalir keluar dari lubang ke dalam besen.
5. Tujukan alur cahaya laser ke arah lubang itu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.21(b). Perhatikan warna aliran air tersebut.
6. Catatkan pemerhatian anda.

Perbincangan:

Apakah akan berlaku jika aliran air digantikan dengan aliran minyak?

Video demonstrasi pantulan dalam penuh



<http://bit.ly/2Gju1pH>

Nota: Aktiviti ini juga boleh dijalankan dengan menggunakan kit gentian optik.

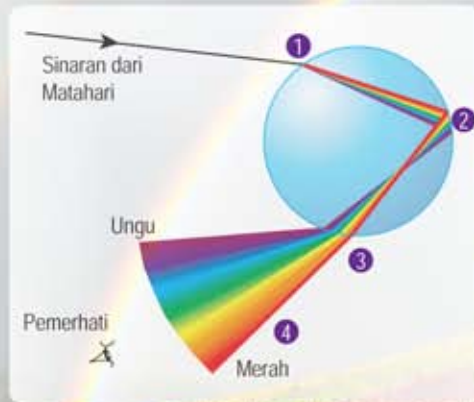
Berdasarkan Aktiviti 6.6, sinar laser yang masuk ke dalam aliran air mengalami pantulan dalam penuh yang berulang kali sehingga keluar dari hujung aliran air. Keadaan ini menunjukkan aliran air berfungsi sebagai paip alur cahaya yang boleh membawa alur cahaya laser dari satu hujung ke hujung yang satu lagi walaupun aliran air itu melengkung.

Jika aliran air digantikan dengan aliran minyak, alur cahaya akan mengalami lebih banyak kali pantulan dalam penuh semasa merambat melalui aliran minyak itu. Hal ini kerana indeks biasan minyak lebih besar daripada indeks biasan air. Sudut genting minyak lebih kecil daripada sudut genting air.

Fenomena Semula Jadi Pantulan Dalam Penuh dalam Kehidupan Harian

Pembentukan pelangi

Pembentukan pelangi ialah satu fenomena yang disebabkan oleh pembiasan, penyebaran dan pantulan dalam penuh apabila cahaya melalui titisan air dalam udara. Rajah 6.22 menunjukkan proses pembentukan pelangi.



- 1 Apabila cahaya putih daripada matahari memasuki titisan air, cahaya itu mengalami pembiasan dan penyebaran kepada warna-warna yang berbeza.
- 2 Semua warna yang berbeza itu mengalami pantulan dalam penuh pada permukaan dalam titisan air.
- 3 Sinar cahaya yang dipantulkan mengalami pembiasan dan penyebaran sekali lagi apabila bergerak dari air ke udara.
- 4 Warna pelangi dilihat oleh pemerhati.

Rajah 6.22 Proses pembentukan pelangi

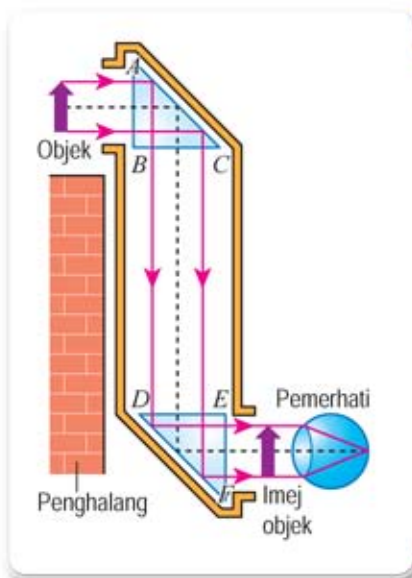
Logamaya

Pada hari yang panas dan cerah, seorang pemandu kereta melihat imej lopak air yang samar di permukaan jalan raya di hadapannya. Apabila beliau menghampiri lopak air tersebut, beliau mendapati lopak air itu sebenarnya tidak wujud. Fenomena semula jadi ini dikenali sebagai **logamaya** yang disebabkan oleh pembiasan dan pantulan dalam penuh cahaya. Rajah 6.23 menunjukkan proses pembentukan logamaya.

- 1 Udara di atas jalan raya terdiri daripada lapisan-lapisan dengan ketumpatan optik yang berlainan. Lapisan udara di permukaan jalan raya lebih panas daripada lapisan udara di atas. Lapisan udara panas mempunyai ketumpatan optik yang lebih kecil daripada udara sejuk.
- 2 Cahaya yang merambat dari lapisan atas ke lapisan bawah akan dibiaskan secara beransur-ansur menjauhi garis normal. Apabila sudut tuju lebih besar daripada sudut genting udara, pantulan dalam penuh akan berlaku.
- 3 Sinar pantulan cahaya mengalami pembiasan secara beransur-ansur mendekati garis normal dan sampai ke mata pemerhati. Pemerhati akan melihat imej awan sebagai lopak air di permukaan jalan raya.



Rajah 6.23 Proses pembentukan logamaya

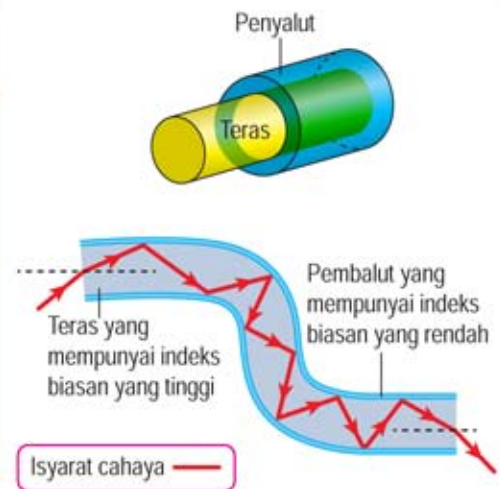


Periskop berprisma

- Digunakan untuk melihat objek di sebalik penghalang.
- Terdiri daripada dua buah prisma bersudut tegak yang dipasang pada dua hujung tiub yang panjang.
- Sinar cahaya dari objek menuju secara normal ke sisi AB prisma atas melalui bukaan periskop. Sinar cahaya sampai ke permukaan AC tanpa pembiasan. Sudut tuju ialah 45° dan lebih besar daripada sudut genting prisma, iaitu 42° . Maka, pantulan dalam penuh berlaku di sisi AC dan cahaya dipantulkan ke bawah.
- Sinar cahaya yang dipantulkan merambat secara normal ke sisi DE prisma bawah. Sekali lagi, sinar cahaya mengalami pantulan dalam penuh di sisi DF. Akhirnya, sinar cahaya keluar tanpa pembiasan di sisi EF dan masuk ke mata pemerhati. Imej yang terhasil adalah tegak dan sama saiz dengan objek.

Gentian optik

- Banyak digunakan dalam bidang telekomunikasi dan perubatan.
- Terdiri daripada gentian plastik atau kaca yang tulen.
- Teras dalam yang mempunyai indeks biasan yang tinggi dibalut oleh penyalut dengan indeks biasan yang rendah.
- Isyarat cahaya yang memasuki satu hujung gentian optik akan mengalami pantulan dalam penuh berturut-turut di dalam teras sehingga sampai ke hujung yang satu lagi. Dengan ini, maklumat dapat dihantar dengan pantas dan bebas daripada gangguan isyarat elektrik.



Pemantul mata jalan

- Digunakan untuk tujuan keselamatan pengguna jalan raya pada waktu malam.
- Sinar cahaya daripada lampu kereta yang memasuki pemantul ini akan mengalami pantulan dalam penuh pada permukaan belakang pemantul.

INFO KERJAYA

Doktor menggunakan endoskop untuk melihat dan memeriksa bahagian dalam tubuh manusia. Jurutera pula menggunakan gentian optik untuk membuat pemeriksaan dalam mesin kompleks. Pakar komunikasi menggunakan gentian optik untuk penghantaran data dengan pantas.

Rajah 6.24 Aplikasi pantulan dalam penuh dalam kehidupan harian

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Pantulan Dalam Penuh

Contoh 1

Rajah 6.25 menunjukkan satu sinar cahaya merambat dari udara ke prisma yang mempunyai indeks biasan 1.49.

- Hitungkan sudut genting prisma.
- Lengkapkan lintasan sinar cahaya sehingga cahaya keluar ke udara sekali lagi.

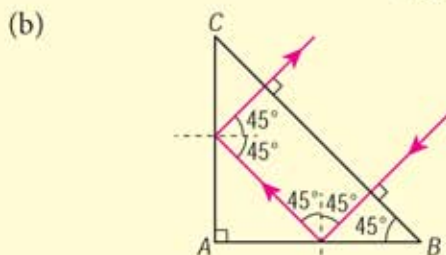


Rajah 6.25

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{(a)} \quad \sin c &= \frac{1}{n} \\
 &= \frac{1}{1.49} \\
 c &= \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.49}\right) \\
 &= 42.2^\circ
 \end{aligned}$$

Sudut genting prisma, c ialah 42.2° .



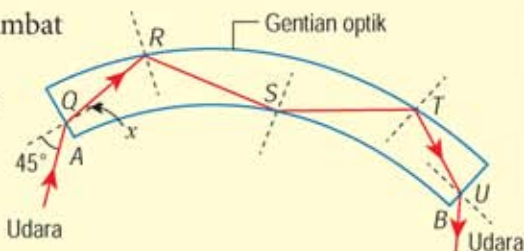
Rajah 6.26

Rajah 6.26, sudut tuju ($i = 45^\circ$) lebih besar daripada sudut genting ($c = 42.2^\circ$) di sempadan AB dan AC . Pantulan dalam penuh berlaku dan sinar cahaya keluar dari sempadan BC secara normal.

Contoh 2

Rajah 6.27 menunjukkan lintasan sinar cahaya merambat melalui gentian optik dari hujung A ke hujung B .

- Terangkan perubahan arah sinar cahaya di titik Q , R , S , T dan U .
- Jika indeks biasan gentian optik ialah 1.51, tentukan nilai sudut x .
- Mengapakah bahan gentian optik mesti memiliki ketulenan yang tinggi?



Rajah 6.27

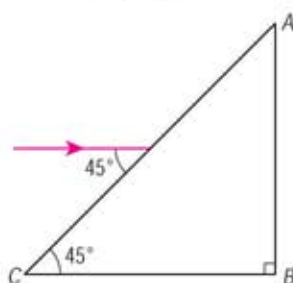
Penyelesaian:

- Di titik Q , pembiasan cahaya mendekati garis normal. Di titik R , T dan U , pantulan dalam penuh berlaku. Di titik S , pembiasan cahaya menjauhi garis normal.

$$\begin{aligned}
 \text{(b)} \quad n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\
 1 \times \sin 45^\circ &= 1.51 \sin x \\
 \sin x &= 1 \times \frac{\sin 45^\circ}{1.51} \\
 &= 0.468 \\
 x &= \sin^{-1}(0.468) \\
 &= 27.9^\circ
 \end{aligned}$$

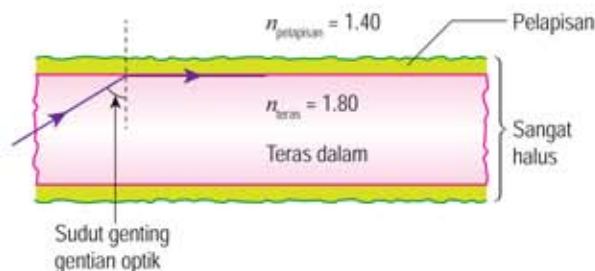
- Ketulenan bahan gentian optik memastikan sudut genting sepanjang gentian adalah konsisten. Semua isyarat yang memasuki gentian akan mengalami pantulan dalam penuh.

1. Rajah 6.28 menunjukkan lintasan cahaya yang merambat dari udara ke prisma.



Rajah 6.28

- Tentukan sudut biasan sinar cahaya dalam prisma. Indeks biasan prisma ialah 1.50.
 - Adakah sinar cahaya itu akan mengalami pantulan dalam penuh pada sisi prisma AB? Terangkan jawapan anda. 🧠
2. Rajah 6.29 menunjukkan gentian optik yang terdiri daripada teras dalam yang mempunyai indeks biasan tinggi dilapisi dengan bahan indeks biasan rendah.

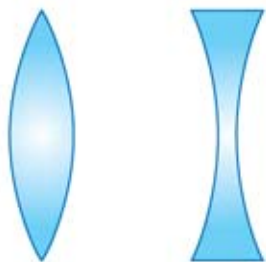


Rajah 6.29

- Tentukan sudut genting gentian optik ini.
- Apakah kelebihan saiz gentian optik yang sangat halus? 🧠

6.3 Pembentukan Imej Oleh Kanta

Kanta merupakan sekeping bahan lut sinar seperti kaca, perspeks atau plastik dan mempunyai dua permukaan dengan sekurang-kurangnya satu permukaan melengkung. Terdapat dua jenis utama kanta, iaitu kanta cembung dan kanta cekung seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.30.



(a) Kanta cembung (b) Kanta cekung

Rajah 6.30 Jenis-jenis kanta

EduwebTV: Kanta



<http://bit.ly/2L8j8vH>



Aktiviti 6.7

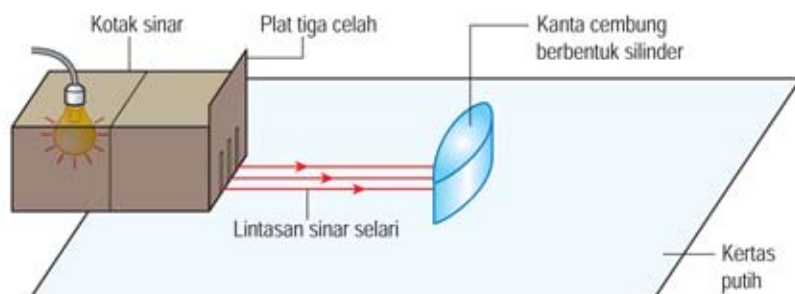
Tujuan: Menunjukkan kanta cembung sebagai kanta penumpu dan kanta cekung sebagai kanta pencapah

Radas: Kanta cembung, kanta cekung, kotak sinar, bekalan kuasa, plat tiga celah, pensel dan pembaris

Bahan: Kertas putih

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.31.



Rajah 6.31

2. Surih bentuk kanta cembung pada kertas putih.
3. Tujukan tiga alur cahaya selari dari kotak sinar ke arah kanta cembung. Perhatikan alur-alur cahaya selepas melalui kanta cembung dan catatkan pemerhatian anda.
4. Buat dua tanda pada setiap lintasan cahaya sebelum dan selepas melalui kanta itu. Alihkan kanta cembung dan lukis gambar rajah sinar untuk lintasan sinar cahaya sebelum dan selepas cahaya melalui kanta cembung itu.
5. Ukur jarak di antara pusat kanta, P dengan titik tumpuan tiga alur cahaya, F . Rekodkan bacaan anda.
6. Ulangi langkah 2 dengan menggantikan kanta cembung dengan kanta cekung. Perhatikan alur-alur cahaya selepas melalui kanta cekung dan catatkan pemerhatian anda.

7. Lukis gambar rajah sinar untuk lintasan cahaya sebelum dan selepas melalui kanta cekung itu. Tentukan titik dari mana alur-alur cahaya kelihatan mencapah, F .
8. Ukur jarak di antara pusat kanta, P dengan titik F . Rekodkan bacaan anda.

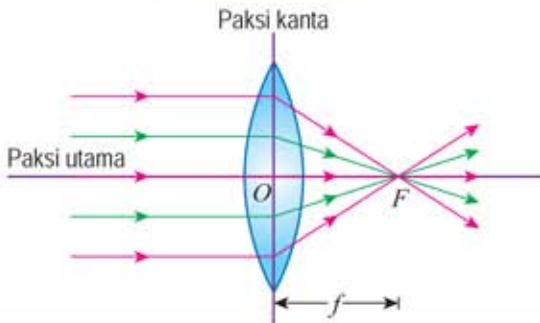
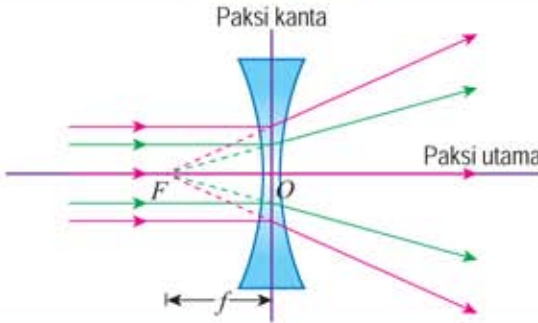
Perbincangan:

Apakah yang berlaku kepada tiga alur cahaya apabila melalui:

- (a) kanta cembung, dan
- (b) kanta cekung?

Aktiviti di atas menunjukkan bahawa sinar cahaya selari yang melalui kanta cembung akan menumpu kepada satu **titik fokus**, F . Oleh itu, kanta cembung dikenali sebagai **kanta penumpu**. Sebaliknya, sinar cahaya selari yang melalui kanta cekung kelihatan seolah-olah mencapah dari satu titik fokus, F . Oleh itu, kanta cekung dikenali sebagai **kanta pencapah**. Jadual 6.4 menunjukkan perbezaan antara kanta cembung dengan kanta cekung.

Jadual 6.4 Perbezaan antara kanta cembung dengan kanta cekung

Kanta cembung	Kanta cekung
	
Titik fokus kanta cembung adalah nyata kerana sinar cahaya yang dibiaskan menumpu pada titik itu. Oleh itu, panjang fokus, f dikatakan positif.	Titik fokus kanta cekung adalah maya kerana sinar biasan seolah-olah mencapah dari titik itu. Oleh itu, panjang fokus, f dikatakan negatif.

Jadual 6.5 Penerangan istilah optik yang digunakan

Istilah Optik	Penerangan
Pusat optik, O	Titik di pusat kanta. Sinar cahaya yang melalui pusat optik tidak dibiaskan.
Paksi utama	Garis lurus yang menerusi pusat optik suatu kanta dan bersambung dengan pusat-pusat kelengkungan dua permukaan kanta itu.
Paksi kanta	Garis lurus yang menerusi pusat optik dan berserenjang dengan paksi utama.
Titik fokus, F	Titik yang terletak pada paksi utama kanta. • Untuk kanta cembung, sinar cahaya yang selari dengan paksi utama akan menumpu pada titik ini selepas melalui kanta • Untuk kanta cekung, sinar cahaya yang selari dengan paksi utama seolah-olah mencapah dari titik ini selepas melalui kanta
Jarak objek, u	Jarak di antara objek dengan pusat optik kanta
Jarak imej, v	Jarak di antara imej dengan pusat optik kanta
Panjang fokus, f	Jarak di antara titik fokus, F dengan pusat optik, O suatu kanta

Panjang Fokus bagi Kanta Cembung

Kanta cembung dengan ketebalan yang berlainan mempunyai panjang fokus yang berlainan.



Aktiviti 6.8

Tujuan: Memerhati imej nyata dan menganggar panjang fokus bagi suatu kanta cembung menggunakan objek jauh

Radas: Kanta cembung, pembaris meter, pemegang kanta dan skrin putih

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.32.
2. Letakkan kanta cembung pada pemegang kanta dan halakannya ke tingkap yang terbuka.



Rajah 6.32

3. Letakkan skrin putih di belakang kanta dan laraskan kedudukannya mendekati atau menjauhi kanta sehingga suatu imej yang tajam terbentuk pada skrin.
4. Ukur panjang fokus kanta, iaitu jarak di antara pusat optik kanta cembung dengan skrin. Rekodkan bacaan anda.

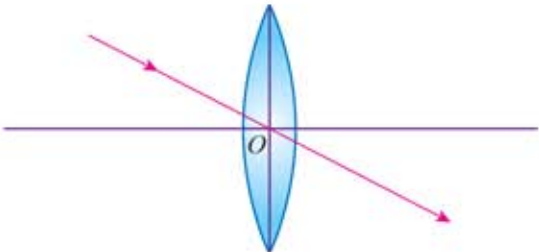
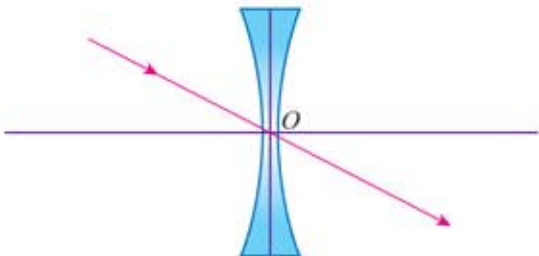
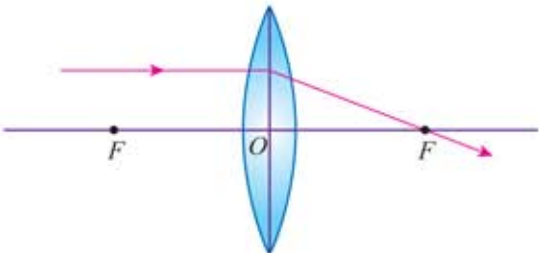
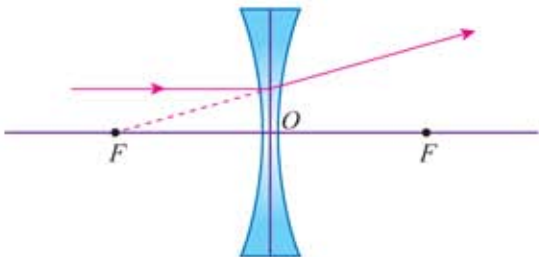
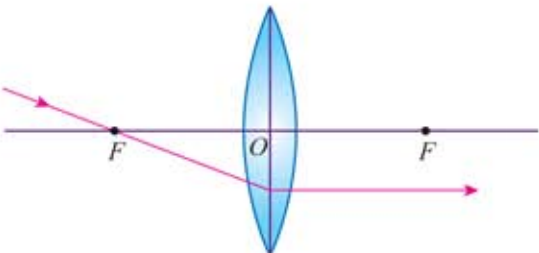
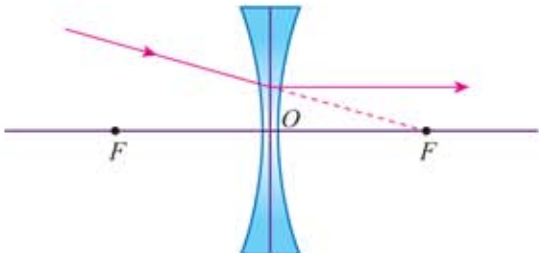
Perbincangan:

Mengapakah aktiviti di atas tidak sesuai digunakan untuk menganggar panjang fokus kanta cekung?

Kedudukan Imej dan Ciri-ciri Imej yang Dibentuk oleh Kanta

Kedudukan imej dan ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cembung dan kanta cekung boleh ditentukan dengan kaedah melukis gambar rajah sinar. Terdapat tiga sinar cahaya utama yang boleh dilukis untuk menentukan kedudukan imej dan ciri-ciri imej. Teliti Jadual 6.6 yang menerangkan tiga sinar cahaya tersebut.

Jadual 6.6 Sinar cahaya utama dalam melukis gambar rajah sinar

Kanta Cembung	Kanta Cekung
1. Sinar yang menuju pusat optik merambat pada garis lurus melalui pusat optik tanpa dibiaskan. 	1. Sinar yang menuju pusat optik merambat pada garis lurus melalui pusat optik tanpa dibiaskan. 
2. Sinar yang selari dengan paksi utama terbias dan melalui titik fokus, F. 	2. Sinar yang selari dengan paksi utama terbias dan seolah-olah dari titik fokus, F. 
3. Sinar yang melalui titik fokus, F terbias selari dengan paksi utama. 	3. Sinar yang menuju titik fokus, F terbias selari dengan paksi utama. 



Aktiviti 6.9

Tujuan: Menentukan kedudukan imej dan ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cembung dan kanta cekung bagi jarak objek yang berbeza

Radas: Kanta cembung dengan panjang fokus, $f = 10$ cm, kanta cekung dengan panjang fokus, $f = -10$ cm, kotak sinar dengan kertas lut sinar bertanda anak panah sebagai objek, bekalan kuasa, pemegang kanta, skrin putih dan pembaris meter

Bahan: Kertas graf

A Kanta cembung

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.33.



Rajah 6.33

Muat turun jadual



<http://bit.ly/2XkLi8L>

Video langkah-langkah melukis gambar rajah sinar



<http://bit.ly/2SXp8HT>

2. Letakkan kanta cembung supaya jarak objek, $u = 30.0$ cm, iaitu $u > 2f$. Laraskan kedudukan skrin sehingga satu imej anak panah yang tajam dibentuk pada skrin.
3. Perhatikan imej yang terbentuk pada skrin dan catatkan ciri-cirinya dalam jadual. Anda boleh memuat turun dan mencetak jadual tersebut dari laman sesawang yang diberi.
4. Pilih skala yang sesuai dan lukis gambar rajah sinar bagi kanta cembung untuk $f = 10.0$ cm dan $u = 30.0$ cm di atas sekeping kertas graf. Anda boleh imbas QR code yang diberi untuk langkah-langkah melukis gambar rajah sinar yang lengkap.
5. Tentukan kedudukan imej dan catat dalam jadual yang dimuat turun.
6. Ulangi langkah 2 hingga 5 untuk nilai $u = 20.0$ cm, 15.0 cm dan 8.0 cm.

B Kanta cekung

Arahan:

1. Pegang kanta cekung pada jarak objek, $u = 10.0$ cm, 15.0 cm dan 20.0 cm di hadapan mata anda dan lihat tulisan dalam buku teks Fizik anda melalui kanta cekung itu. Catatkan ciri-ciri imej yang anda lihat dalam jadual yang dimuat turun.
2. Lukis gambar rajah sinar bagi kanta cekung untuk $f = -10.0$ cm dan $u = 10.0$ cm, 15.0 cm dan 20.0 cm di atas sekeping kertas graf.

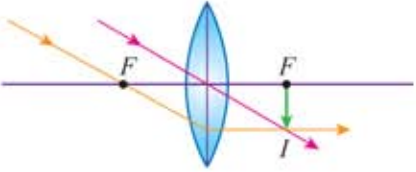
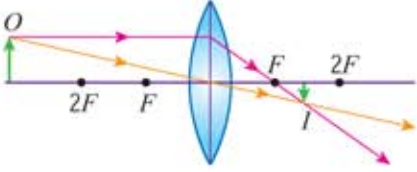
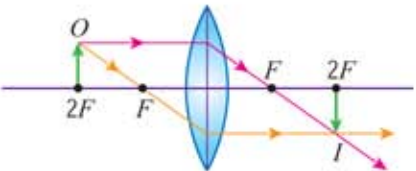
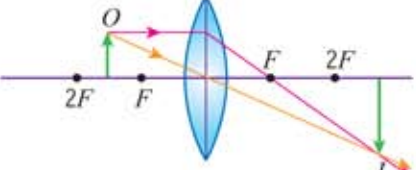
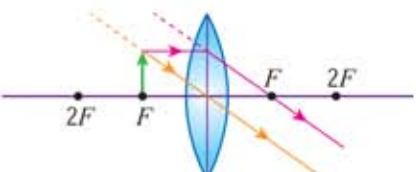
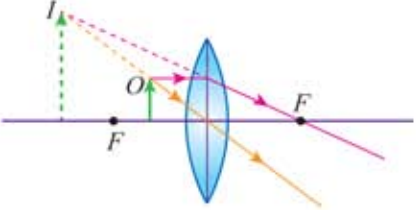
Perbincangan:

1. Nyatakan kedudukan kanta cembung yang membentuk imej nyata dan imej maya.
2. Apakah ciri sepunya bagi imej-imej nyata yang dibentuk oleh kanta cembung?
3. Apakah ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cekung?

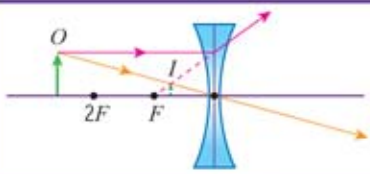
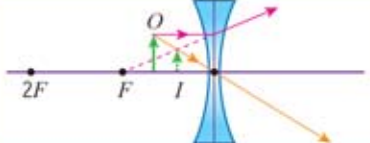
Jadual 6.7 dan Jadual 6.8 menunjukkan gambar rajah sinar serta ciri imej masing-masing untuk kanta cembung dan kanta cekung.

Jadual 6.7 Pembentukan imej oleh kanta cembung

AR

Kedudukan objek	Gambar rajah sinar	Kedudukan imej	Ciri imej
Objek di infiniti		- Jarak imej: $v = f$ - Imej di F	- Nyata - Songsang - Diperkecil
Objek O lebih jauh daripada $2F$ ($u > 2f$)		- Jarak imej: $f < v < 2f$ - Imej di antara F dengan $2F$	- Nyata - Songsang - Diperkecil
Objek O pada $2F$ ($u = 2f$)		- Jarak imej: $v = 2f$ - Imej di $2F$	- Nyata - Songsang - Sama saiz dengan objek
Objek O di antara F dengan $2F$ ($f < u < 2f$)		- Jarak imej: $v > 2f$ - Imej lebih jauh daripada $2F$	- Nyata - Songsang - Diperbesar
Objek O pada F ($u = f$)		Imej di infiniti	- Maya - Tegak - Diperbesar
Objek O di antara F dengan pusat optik ($u < f$)		Jarak imej: $v > u$	- Maya - Tegak - Diperbesar

Jadual 6.8 Pembentukan imej oleh kanta cekung

Kedudukan objek	Gambar rajah sinar	Kedudukan imej	Ciri imej
Objek O lebih jauh daripada $2F$ ($u > 2f$)		- Di antara pusat optik dengan titik fokus - Jarak imej: $v < f$	- Maya - Tegak - Diperkecil
Objek O di antara F dengan pusat optik ($u < f$)		- Di antara pusat optik dengan titik fokus - Jarak imej: $v < f$	- Maya - Tegak - Diperkecil

Pembesaran Linear

Perhatikan Gambar foto 6.3. Apabila suatu objek dilihat melalui kanta pembesar pada jarak yang kurang daripada panjang fokusnya, imej yang terbentuk diperbesar. Saiz imej yang dibentuk oleh suatu kanta cembung bergantung pada kedudukan objek.



Gambar foto 6.3 Imej yang diperbesar melalui kanta pembesar



Aktiviti 6.10

KMK

Tujuan: Menjana idea pembesaran imej dengan bantuan gambar rajah

Arahan:

- Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
- Layari laman sesawang yang diberi tentang simulasi pembesaran imej.
- Pilih suatu ketinggian objek yang sesuai. Mula dengan objek itu di kedudukan yang jauh dari kanta cembung.
- Gerakkan objek itu dengan perlahan-lahan mendekati kanta. Perhatikan bagaimana kedudukan dan saiz imej berubah.
- Lakarkan gambar rajah sinar bagi keadaan berikut:
 - Saiz imej lebih kecil daripada saiz objek.
 - Saiz imej lebih besar daripada saiz objek.

Perbincangan:

- Kedudukan kanta cembung yang manakah membentuk
 - imej yang diperbesarkan?
 - imej yang diperkecilkan?
- Apakah hubungan antara ketinggian imej, ketinggian objek, jarak imej dengan jarak objek?

Simulasi pembesaran imej



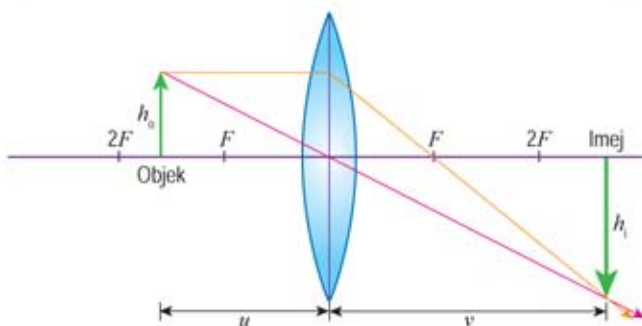
<http://bit.ly/2XfKySk>



<http://bit.ly/2Ugbn7J>

Aktiviti 6.10 menunjukkan saiz imej yang terbentuk oleh suatu kanta bergantung pada kedudukan objek dari pusat kanta. Perbandingan antara saiz imej dengan saiz objek dibuat berdasarkan nisbah ketinggian imej kepada ketinggian objek tersebut. Nisbah tersebut dikenali sebagai **pembesaran linear, m** .

$$\text{Pembesaran linear, } m = \frac{\text{ketinggian imej, } h_i}{\text{ketinggian objek, } h_o}$$



Rajah 6.34 Pembentukan imej oleh kanta cembung

Berdasarkan Rajah 6.34, nisbah ketinggian imej kepada ketinggian objek juga sama dengan nisbah jarak imej kepada jarak objek.

$$\text{Pembesaran linear, } m = \frac{\text{jarak imej, } v}{\text{jarak objek, } u}$$

Oleh itu, pembesaran linear boleh dirumuskan sebagai,

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}, \text{ iaitu } \begin{aligned} h_i &= \text{ketinggian imej} \\ h_o &= \text{ketinggian objek} \\ v &= \text{jarak imej} \\ u &= \text{jarak objek} \end{aligned}$$

Fail info

Pembesaran linear, m tidak mempunyai unit.

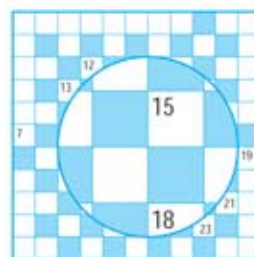
$m < 1$	Imej diperkecil
$m = 1$	Imej sama saiz dengan objek
$m > 1$	Imej diperbesar

Latihan Formatif

6.3

Rajah 6.35 menunjukkan satu imej yang dilihat menerusi sebuah kanta cembung yang mempunyai panjang fokus 10 cm.

1. Apakah ciri-ciri imej itu?
2. Lukis satu gambar rajah sinar untuk menunjukkan bagaimana imej dalam rajah tersebut terbentuk. 🍷
3. Cadangkan satu kedudukan yang sesuai untuk meletakkan objek bagi menghasilkan imej songsang. 🍷



Rajah 6.35

6.4 Formula Kanta Nipis

Anda telah pun mempelajari kaedah untuk menentukan kedudukan imej dan ciri-ciri imej yang dibentuk oleh kanta cembung dan kanta cekung melalui lukisan gambar rajah sinar. Selain lukisan gambar rajah sinar, **formula kanta nipis** boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah mengenai kanta.

Formula kanta nipis memberikan hubungan antara jarak objek, u , jarak imej, v dengan panjang fokus, f bagi suatu kanta sebagai:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$



(a) Kedudukan kanta kamera dekat dengan objek menghasilkan imej yang besar



(b) Kedudukan kanta kamera jauh dari objek menghasilkan imej yang kecil

Gambar foto 6.4 Kedudukan kanta kamera dekat dan jauh dari objek

Gambar foto 6.4 menunjukkan imej pada kamera untuk jarak objek yang berbeza dari kanta kamera yang mempunyai panjang fokus yang sama.



Eksperimen

6.3

Inferens: Jarak imej dipengaruhi oleh jarak objek yang berlainan

Hipotesis: Semakin bertambah jarak objek, semakin berkurang jarak imej

Tujuan: (i) Mengkaji hubungan antara jarak objek, u dengan jarak imej, v bagi satu kanta cembung

(ii) Menentukan panjang fokus kanta nipis dengan menggunakan formula kanta

Pemboleh ubah:

(a) Dimanipulasikan: Jarak objek, u

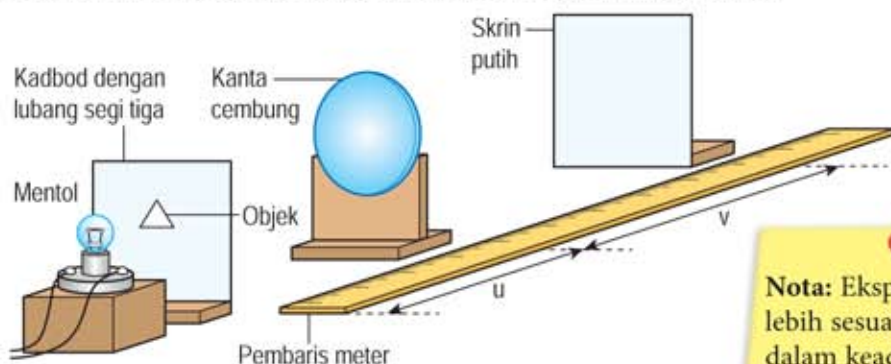
(b) Bergerak balas: Jarak imej, v

(c) Dimalarkan: Panjang fokus, f

Radas: Kanta cembung ($f = 10.0$ cm), pemegang kanta, mentol (6 V) yang dipasang pada blok kayu, bekalan kuasa, kad bod dengan lubang kecil berbentuk segi tiga, skrin putih dan pembaris meter

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.36.



Rajah 6.36

Nota: Eksperimen ini lebih sesuai dilakukan dalam keadaan makmal yang gelap.

2. Hidupkan mentol dan mulakan eksperimen dengan jarak $u = 15.0$ cm. Laraskan kedudukan skrin sehingga suatu imej yang tajam terbentuk.
3. Ukur jarak imej, v dan rekodkan bacaan dalam Jadual 6.9.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 dengan nilai $u = 20.0$ cm, 25.0 cm, 30.0 cm dan 35.0 cm. Kemudian, lengkapkan Jadual 6.9.

Video demonstrasi kaedah tanpa paralaks



<http://bit.ly/2DhtjZy>

Keputusan:

Jadual 6.9

u / cm	v / cm	$\frac{1}{u} / \text{cm}^{-1}$	$\frac{1}{v} / \text{cm}^{-1}$
15.0			
20.0			
25.0			
30.0			
35.0			

Analisis data:

1. Plotkan graf $\frac{1}{v}$ melawan $\frac{1}{u}$ pada kertas graf.
2. Tentukan nilai kecerunan graf, m .
3. Tentukan nilai pintasan pada paksi $\frac{1}{v}$ dan $\frac{1}{u}$.
4. Dengan menggunakan formula kanta dan graf yang diplot, tentukan nilai panjang fokus kanta dalam eksperimen ini.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

Nyatakan satu langkah berjaga-jaga yang boleh diambil untuk meningkatkan kejutuan keputusan eksperimen ini.

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Formula Kanta Nipis

Jadual 6.10 Peraturan tanda semasa menggunakan formula kanta nipis

	Positif (+)	Negatif (-)
Panjang fokus, f	Kanta penumpu atau kanta cembung	Kanta pencapah atau kanta cekung
Jarak imej, v	- Imej nyata - Di sebelah kanta yang bertentangan dengan objek	- Imej maya - Di sebelah kanta yang sama dengan objek

Contoh 1

Sekeping kanta cembung nipis mempunyai panjang fokus 12 cm. Tentukan ciri-ciri, kedudukan dan pembesaran linear imej apabila jarak objek ialah:

- (a) 18 cm, dan
(b) 4 cm.

Penyelesaian:

- (a) $u = +18$ cm
 $f = +12$ cm

$$\begin{aligned}
 \text{Formula kanta nipis, } \frac{1}{f} &= \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \\
 \frac{1}{v} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{u} \\
 &= \frac{1}{12} - \frac{1}{18} \\
 v &= +36 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pembesaran linear, } m &= \frac{v}{u} \\
 &= \frac{36}{18} \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Imej adalah nyata, songsang dan diperbesar. Imej terletak 36 cm dari kanta dan berada di sebelah kanta yang bertentangan dengan objek. Imej diperbesar 2 kali.

- (b) $u = +4$ cm
 $f = +12$ cm

$$\begin{aligned}
 \text{Formula kanta nipis, } \frac{1}{f} &= \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \\
 \frac{1}{v} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{u} \\
 &= \frac{1}{12} - \frac{1}{4} \\
 v &= -6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pembesaran linear, } m &= \frac{v}{u} \\
 &= \frac{6}{4} \\
 &= 1.5
 \end{aligned}$$

Imej adalah maya, tegak dan diperbesar. Imej terletak 6 cm dari kanta dan berada di sebelah kanta yang sama dengan objek. Imej diperbesar 1.5 kali.

Contoh 2

Suatu objek setinggi 9 cm diletakkan pada jarak 60 cm dari kanta cekung dengan panjang fokus 30 cm. Tentukan kedudukan dan saiz imej yang terbentuk. Nyatakan ciri-ciri imej itu.

Penyelesaian:

$$u = +60 \text{ cm}$$

$$f = -30 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Formula kanta nipis, } \frac{1}{f} &= \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \\ \frac{1}{v} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{u} \\ &= \frac{1}{-30} - \frac{1}{60} \\ v &= -20 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Pembesaran linear, } m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$$

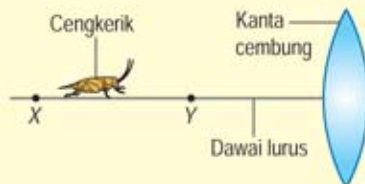
$$\frac{h_i}{9} = \frac{20}{60}$$

$$h_i = 3 \text{ cm}$$

Imej adalah maya, tegak dan diperkecil.
Imej terletak 20 cm dari kanta dan berada di sebelah kanta yang sama dengan objek.
Ketinggian imej ialah 3 cm.

Contoh 3

Rajah 6.37 menunjukkan seutas dawai lurus diletakkan di sepanjang paksi utama sekeping kanta cembung nipis dengan panjang fokus 12 cm. X dan Y masing-masing ialah 24 cm dan 18 cm dari kanta. Seekor cengkerik mengambil masa 6 saat untuk bergerak dari X ke Y. Berapakah laju imej cengkerik itu?



Rajah 6.37

Penyelesaian:

$$u_1 = +18 \text{ cm} \quad u_2 = +24 \text{ cm} \quad f = +12 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Formula kanta nipis, } \frac{1}{f} &= \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \\ \frac{1}{v_1} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{u_1} \\ &= \frac{1}{12} - \frac{1}{18} \\ v_1 &= +36 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{v_2} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{u_2} \\ &= \frac{1}{12} - \frac{1}{24} \\ v_2 &= +24 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju imej cengkerik} &= \frac{36 - 24}{6} \\ &= 2 \text{ cm s}^{-1} \end{aligned}$$

Latihan Formatif**6.4**

- Sekeping kanta cekung dengan panjang fokus 25 cm membentuk satu imej maya seekor semut pada jarak 20 cm dari pusat optik kanta.
 - Di manakah kedudukan asal semut itu?
 - Lukiskan gambar rajah sinar untuk menunjukkan pembentukan imej maya semut tersebut.
- Sebuah mentol kecil berada pada jarak 1.6 m dari skrin dan sekeping kanta cembung nipis dengan panjang fokus 30 cm diletakkan di antara mentol dengan skrin itu. Tentukan dua kedudukan kanta cembung yang boleh menghasilkan imej tajam pada skrin. 