

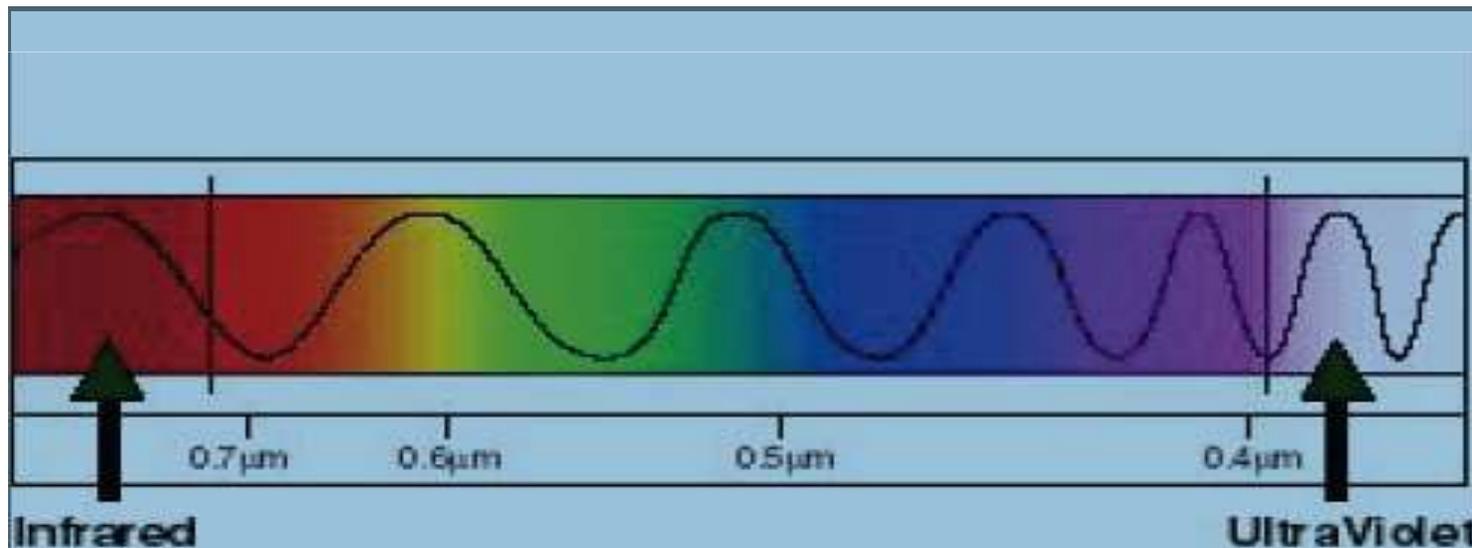
Gelombang Cahaya



Sifat-Sifat Cahaya

Cahaya merupakan salah satu spektrum gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang merambat tanpa memerlukan medium. Cahaya memiliki sifat-sifat-sifat sebagai berikut:

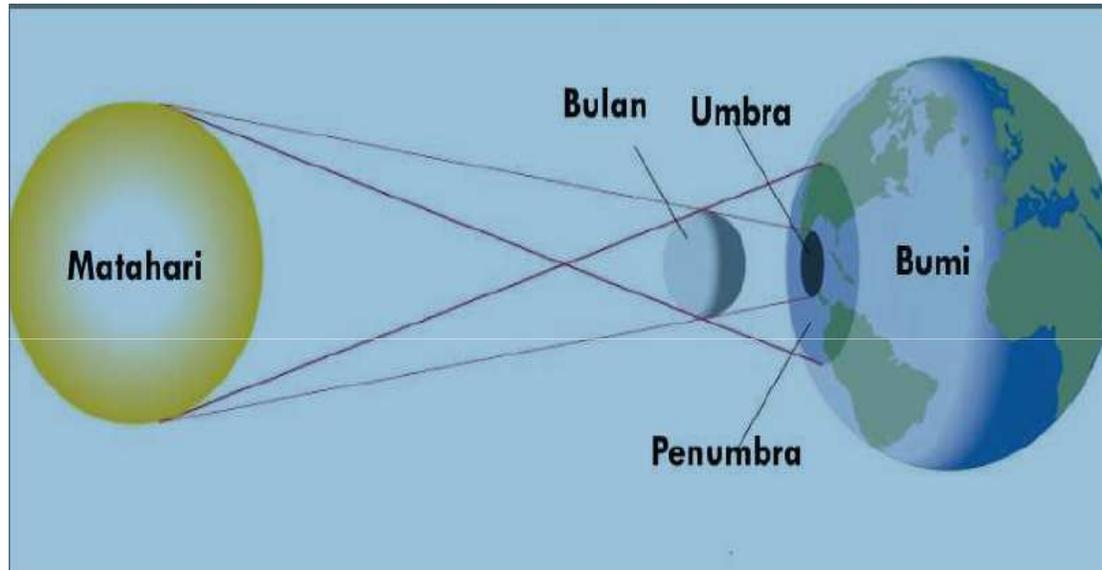
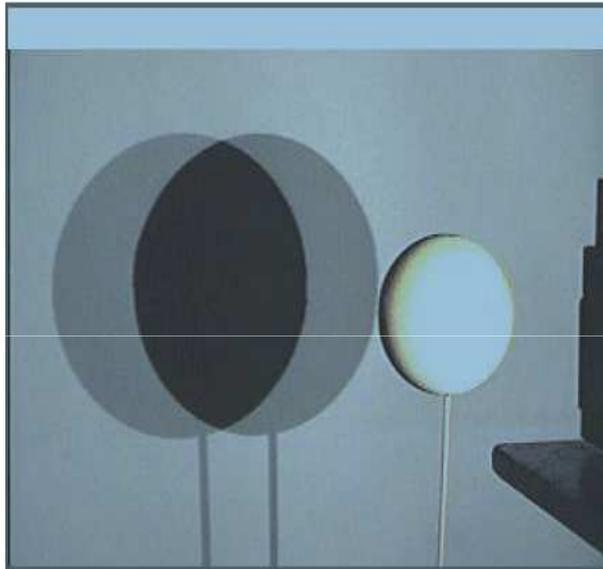
- (1) Dapat dilihat langsung oleh mata.
- (2) Memiliki arah rambat yang tegak lurus arah getar (transversal).
- (3) Merambat menurut garis lurus.
- (4) Memiliki energi.
- (5) Dipancarkan dalam bentuk radiasi atau pancaran yang dihasilkan dari partikel-partikel bermuatan listrik yang bergerak
- (6) Dapat mengalami pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi (lenturan), dan polarisasi (terserap sebagian arah getarnya).



Spektrum Gelombang Cahaya

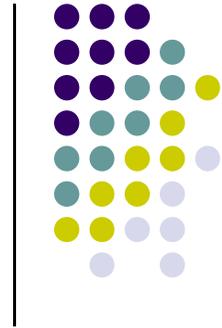
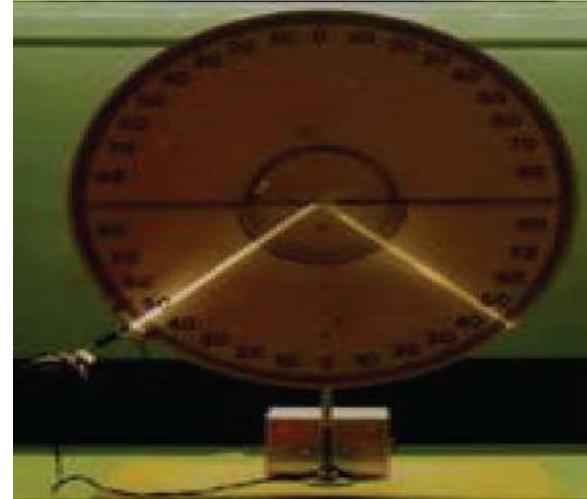
Bayang-Bayang

Bayang-bayang adalah daerah gelap di belakang benda tak tembus cahaya yang terletak pada layar ketika benda itu disorot atau disinari oleh sumber cahaya. Bayang-bayang ini bentuknya sama dengan bentuk aslinya, hanya ukurannya lebih besar. Ada dua jenis bayang-bayang, yaitu **umbra** (bayang-bayang inti) dan **penumbra** (bayang-bayang kabur). Umbra adalah bayang-bayang yang tidak menerima cahaya sama sekali, sedangkan **penumbra** adalah bayang-bayang yang menerima sebagian cahaya sehingga nampak samar-samar atau kabur.



1. Pemantulan Cahaya

a. Hukum Pemantulan Cahaya (Snellius)



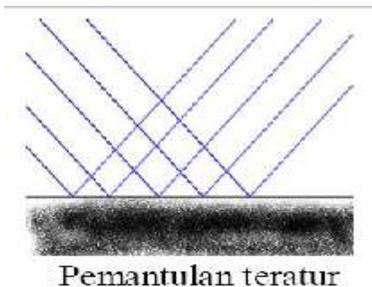
Ada dua butir hukum pemantulan cahaya yang dikemukakan oleh Snellius, yaitu:

(1) Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang dan berpotongan di satu titik pada bidang itu;

(2) Sudut antara sinar pantul dan garis normal (sudut pantul, r) sama dengan sudut antara sinar datang dan garis normal (sudut datang, i) $i = r$.

Garis normal adalah garis yang tegak lurus bidang datar.

a. Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur



Pemantulan Teratur

berkas sinar-sinar sejajar dipantulkan sejajar juga

banyak sinar pantul yang mengenai mata pengamat sehingga benda

tampak bersinar terang

terjadi pada benda-benda yang

Pemantulan baur (difus)
bermuka rata (rata) seperti

ke segala arah

hanya sedikit sinar pantul yan

mengenai mata pengamat sehingga

benda tampak suram

terjadi pada benda yang mempunyai

permukaan kasar (tidak rata)



Contoh pemantulan teratur dan baur pada panorama alam



Proses Penglihatan Benda oleh Mata

Benda dapat terlihat oleh mata karena ada cahaya dari benda atau yang dipantulkan benda itu yang sampai ke mata. Benda-benda yang memiliki cahaya sendiri disebut sumber cahaya, dan benda-benda yang tidak memiliki cahaya sendiri disebut benda gelap. Sebagai contoh, matahari, lampu pijar, senter, dan api adalah sumber cahaya, sedangkan bulan, manusia, dan benda-benda lain adalah benda gelap.

Benda gelap dibedakan atas tiga jenis, yaitu:

benda tak tembus cahaya, yakni benda gelap yang sama sekali tidak meneruskan cahaya yang diterimanya,

benda tembus cahaya, yakni benda gelap yang meneruskan sebagian cahaya yang diterimanya, dan

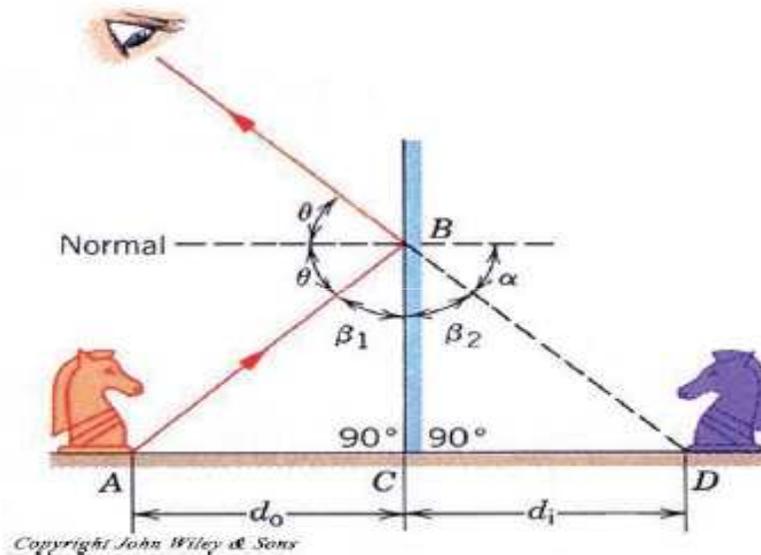
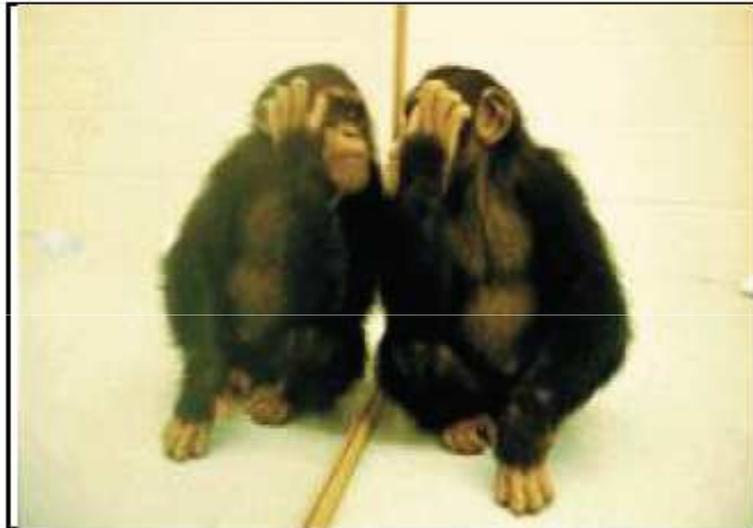
benda bening, yaitu benda gelap yang meneruskan hampir semua cahaya yang diterimanya.

Cermin Datar

a. Pengertian bayangan nyata dan bayangan maya

Bayangan nyata adalah bayangan yang terjadi karena perpotongan sinar-sinar pantul, sedangkan bayangan maya adalah bayangan yang terjadi karena perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul. Bayangan nyata tidak dapat dilihat langsung oleh mata, tetapi dapat ditangkap oleh layar. Bayangan maya dapat dilihat oleh mata secara langsung, tetapi tidak dapat ditangkap oleh layar.

a. Sifat-sifat bayangan yang dihasilkan cermin datar

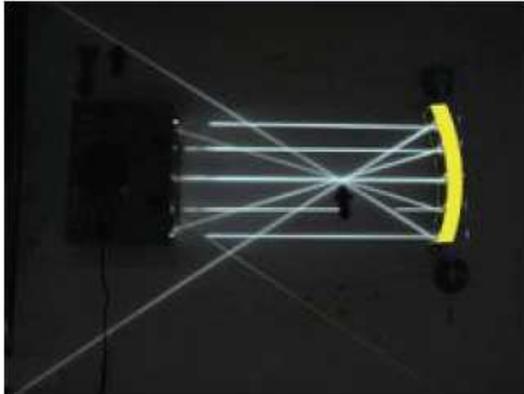


Sifat-sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin datar yaitu:

1. maya
2. tegak
3. sama besar dengan bendanya
4. jarak bayangan ke cermin sama dengan jarak benda ke cermin
5. menghadap terbalik dengan bendanya

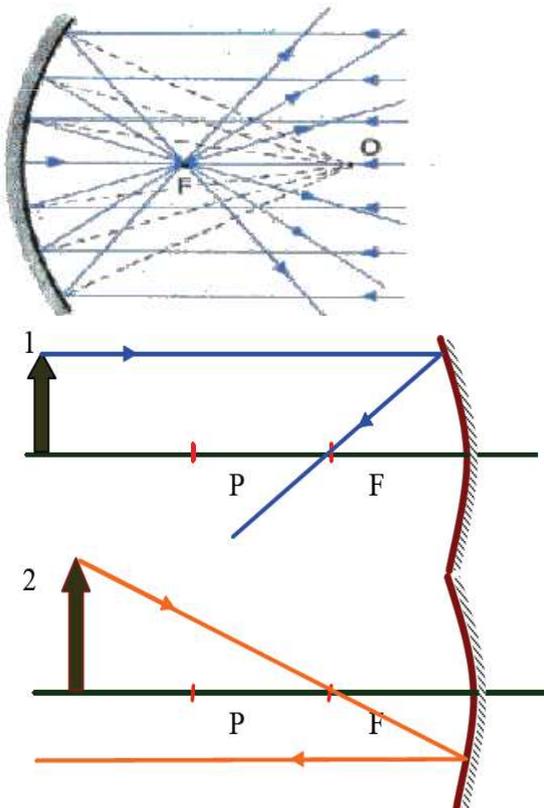


Cermin Cekung



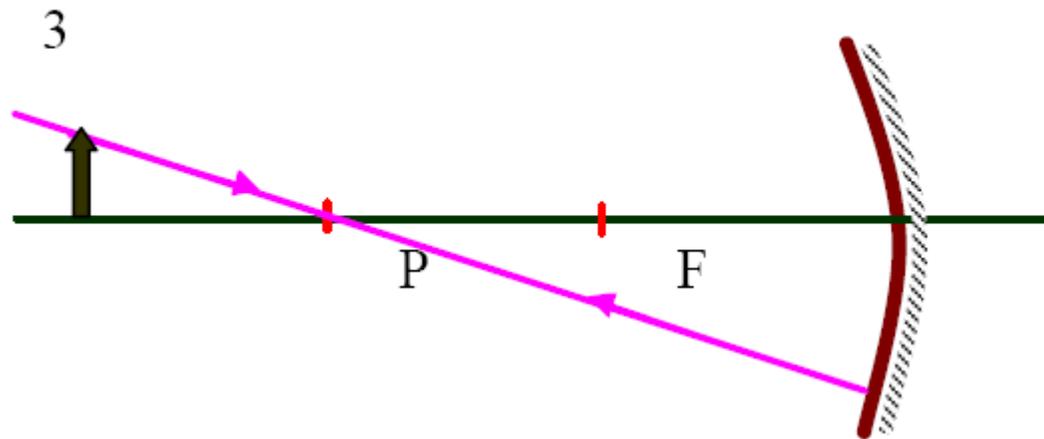
Cermin cekung terbuat dari irisan bola yang permukaannya mengkilap atau bagian yang memantulkan cahaya. Apabila berkas sinar sejajar di jatuhkan pada permukaan cermin cekung, maka sinar-sinar pantulnya akan berpotongan pada satu titik yang disebut titik fokus.

Titik fokus terletak di tengah-tengah garis hubung antara titik pusat kelengkungan cermin dan titik pusat bidang cermin. Cermin cekung disebut juga cermin konvergen (pengumpul sinar)



Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cekung

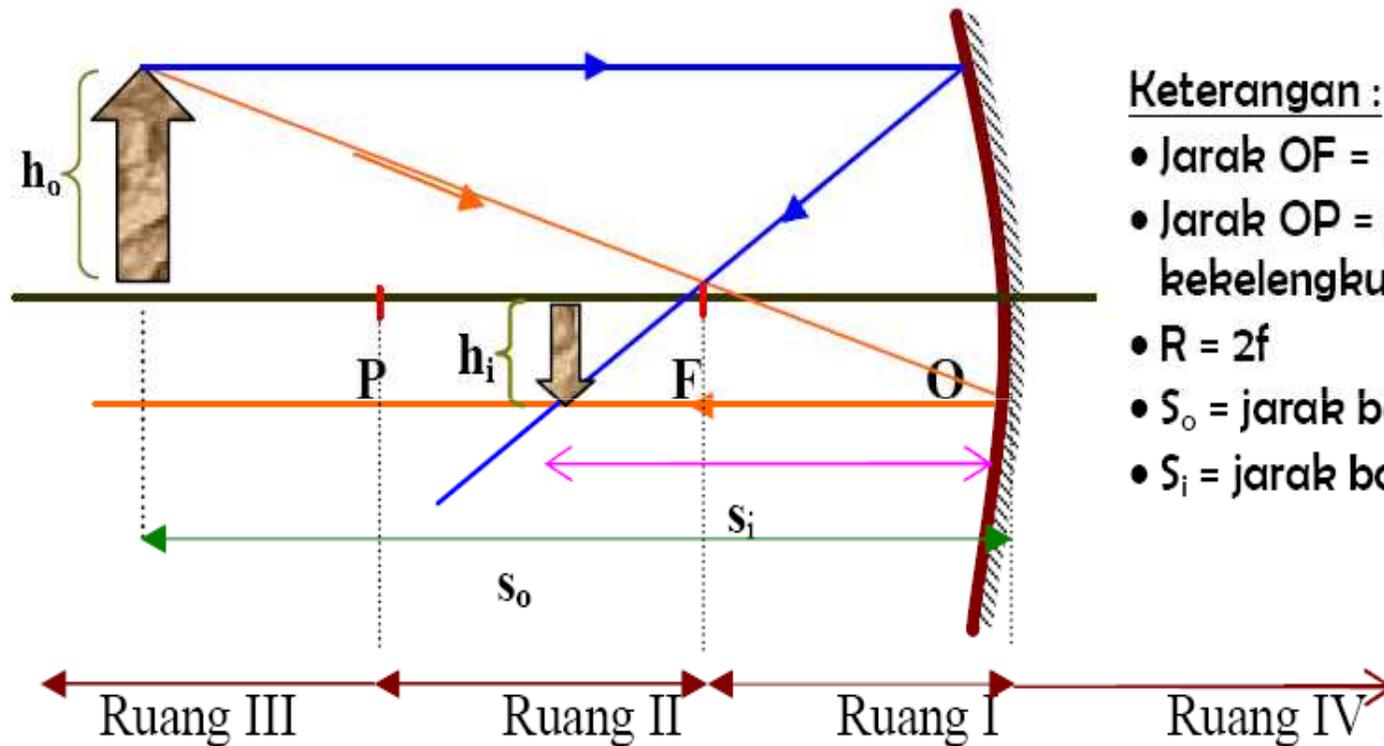
Ada tiga perjalanan sinar-sinar istimewa pada cermin cekung seperti pada gambar berikut, yaitu:
Sinar datang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan melalui titik fokus,
Sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama



Sinar datang melalui pusat kelengkungan cermin dipantulkan kembali melalui pusat itu juga
Yang dimaksud sumbu utama adalah garis yang melalui titik pusat kelengkungan cermin dan titik pusat bidang cermin



Pembentukan bayangan pada Cermin Cekung dan Persamaan
Untuk membentuk bayangan dari sebuah benda, kita cukup menggunakan dua sinar istimewa



Keterangan :

- Jarak $OF = f =$ jarak fokus
- Jarak $OP = R =$ jari-jari kekelengkungan cermin
- $R = 2f$
- $S_o =$ jarak benda ke cermin
- $S_i =$ jarak bayangan ke cermin



Persamaan Cermin Cekung

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} \text{ atau } \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

$$M = \frac{h_i}{h_o} = \left| \frac{s_i}{s_o} \right|$$

Ruang benda + Ruang bayangan = 5

M = perbesaran bayangan

hi = tinggi bayangan, ho = tinggi bayangan



Menentukan sifat bayangan pada cermin cekung

Menentukan sifat-sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin cekung dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui perhitungan dan melalui penomoran ruang.

Melalui perhitungan

Jika dari hasil perhitungan diperoleh S_i bernilai positif, maka bayangannya nyata dan terbalik. Sebaliknya, jika S_i bernilai negatif, maka bayangannya maya dan tegak.

Sifat diperbesar atau diperkecilnya bayangan bergantung pada nilai perbesaran

M. Jika M lebih besar dari satu, maka bayangan diperbesar, sebaliknya jika M lebih kecil dari satu, maka bayangan diperkecil.

Melalui penomoran ruang

Jika bayangan di ruang I, II, atau III, sifat nyata dan terbalik. Jika bayangan di ruang IV, sifatnya maya dan tegak.

Jika ruang bayangan lebih besar dari ruang benda, maka bayangan diperbesar, sedangkan jika ruang bayangan lebih kecil dari ruang benda, maka bayangan diperkecil.

Kegunaan Cermin Cekung

Dalam kehidupan sehari-hari, cermin cekung digunakan untuk:

Untuk berdandan atau bercukur

Orang yang berdandan/bercukur diusahakan terletak diantara F dan O , sehingga akan terbentuk bayangan yang diperbesar, tegak, dan maya.

Untuk reflektor cahaya pada lampu senter, lampu motor atau mobil

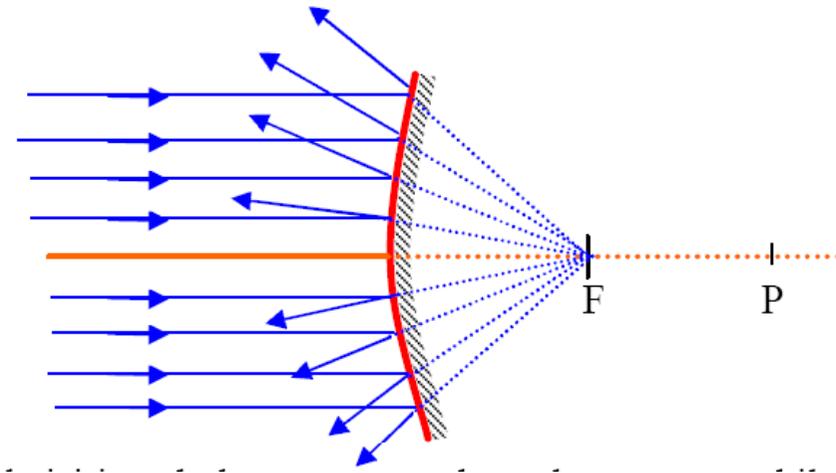
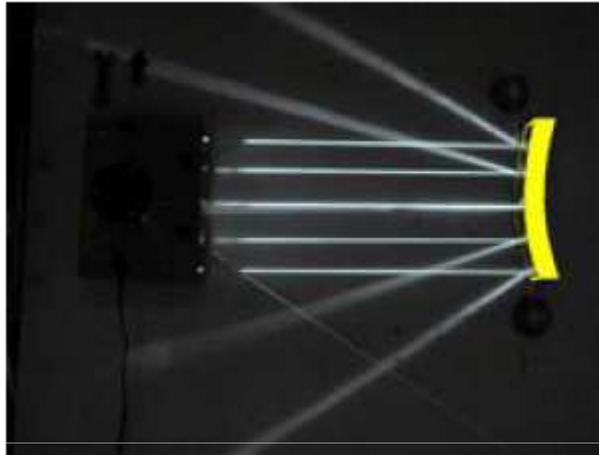
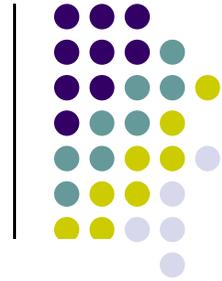
Sumber cahaya diletakkan tepat di titik fokus cermin cekung, sehingga akan terbentuk cahaya pantul yang sejajar.

Sebagai pengumpul cahaya pada teleskop dan mikroskop

Cahaya matahari yang datang pada cermin di teleskop dan mikroskop merupakan berkas sinar yang sejajar, sehingga cahaya akan dikumpulkan pada titik fokus cermin.

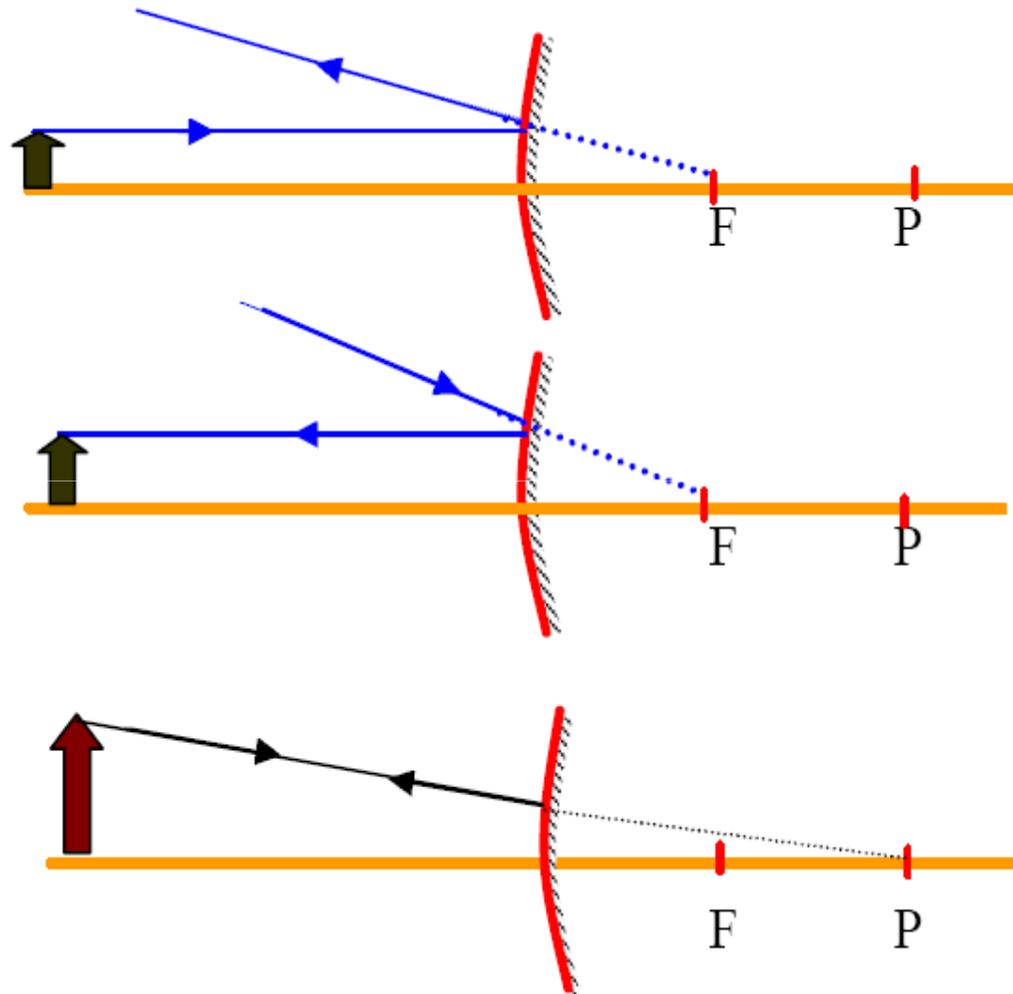
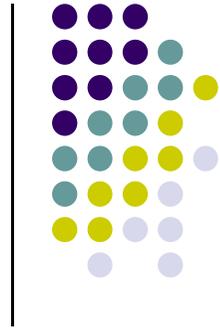
Sebagai pemusat sinyal-sinyal gelombang mikro dari satelit pada parabola stasiun penerima.

Cermin Cembung



Cermin cembung terbuat dari irisan bola yang permukaan luarnya mengkilap atau bagian yang memantulkan cahaya. Titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin cembung terletak di bagian belakang. Oleh karena itu, jari-jari kelengkungan R dan jarak fokus akan bertanda negatif. Cermin cembung bersifat menyebarkan cahaya (divergen)

Sinar-sinar Istimewa pada Cermin Cembung



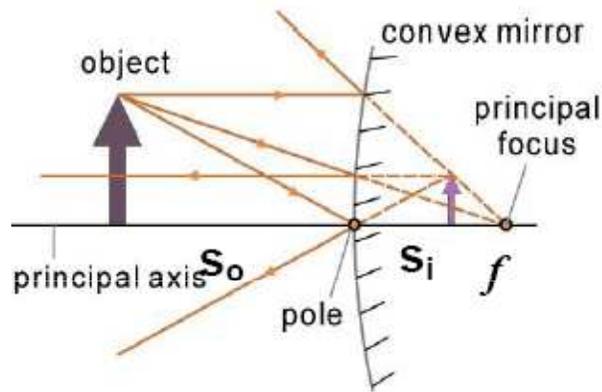
Sinar datang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan seolah-olah datang dari titik fokus

Sinar datang seolah-olah menuju titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama

Sinar datang seolah-olah menuju titik kelengkungan cermin dipantulkan seolah-olah datang dari titik pusat kelengkungan

Rumus Pembentukan bayangan pada Cermin Cembung

Seperti halnya pada cermin cekung, pada cermin cembung juga berlaku persamaan-persamaan



$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} \text{ atau } \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

$$M = \frac{h_i}{h_o} = \left| \frac{s_i}{s_o} \right|$$

M = perbesaran bayangan,
 h_i = tinggi bayangan, h_o = tinggi benda

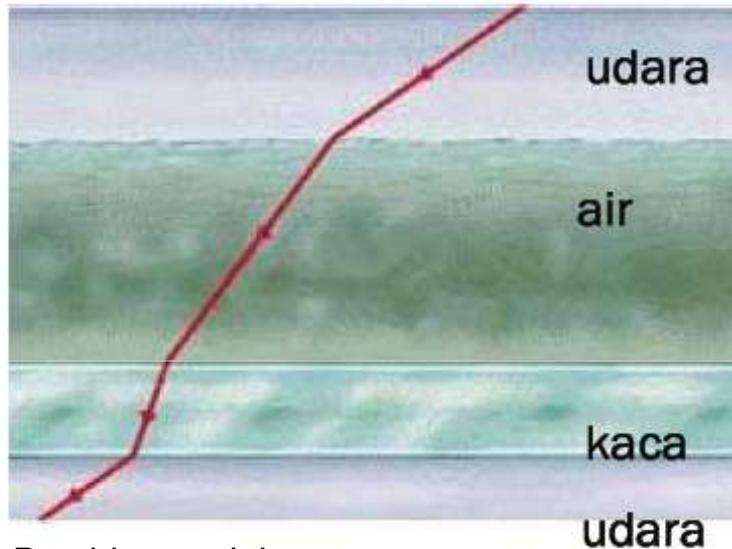
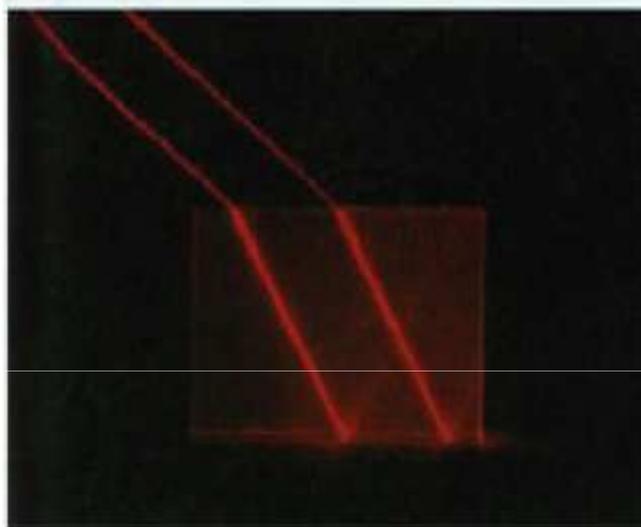
Dalam hal ini, jari-jari kelengkungan R dan jarak fokus f harus diberi tanda negatif



Sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin cembung untuk benda yang berada di depannya adalah maya, tegak dan diperkecil. Dengan sifat cahaya yang demikian ini, cermin cembung banyak digunakan sebagai kaca spion pada kendaraan bermotor / mobil.

Pengertian Pembiasan Cahaya

Pembiasan cahaya (refraksi) adalah pembelokan arah rambat cahaya ketika memasuki medium lain yang berbeda kerapatan optiknya



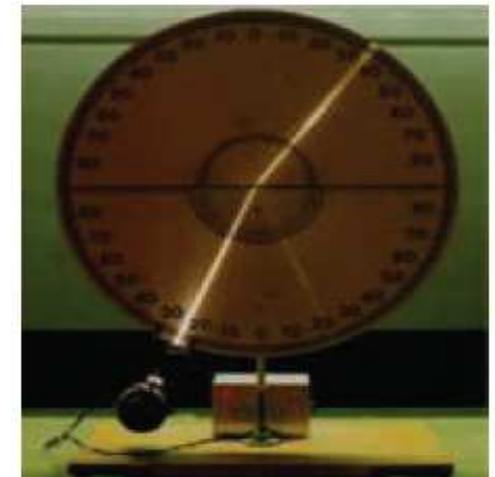
Hukum-hukum Pembiasan oleh Snellius

Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang dan berpotongan di satu titik.

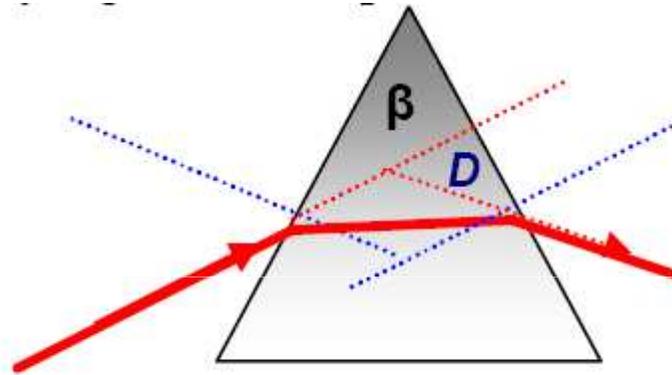
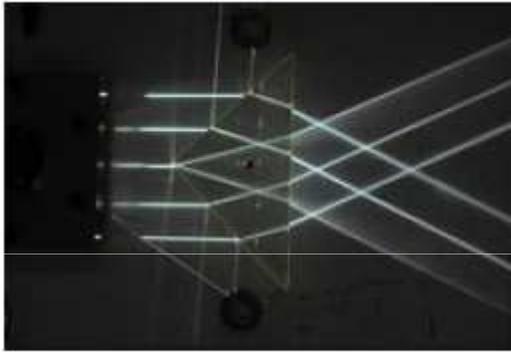
Sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih

rapat dibiaskan mendekati garis normal. Sebaliknya, sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat

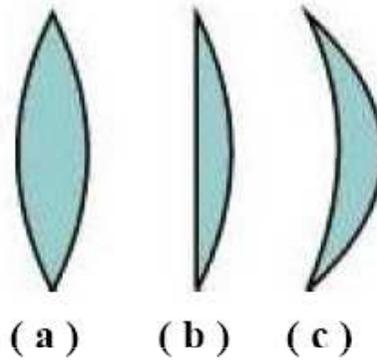
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$



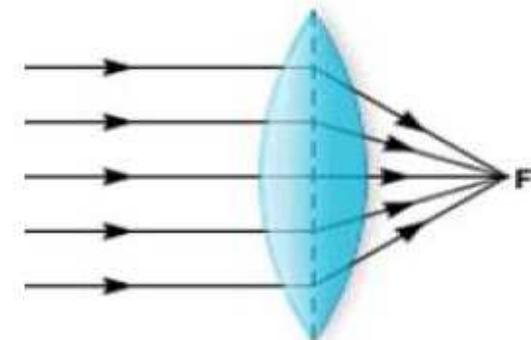
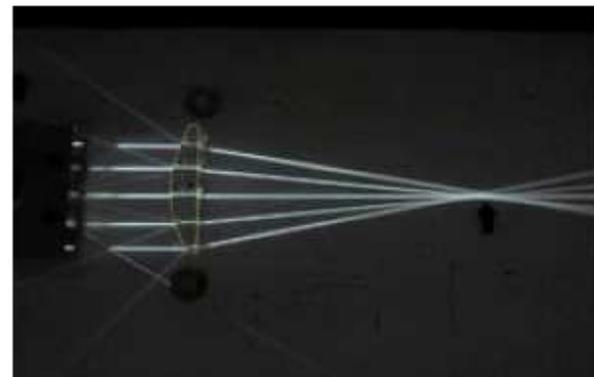
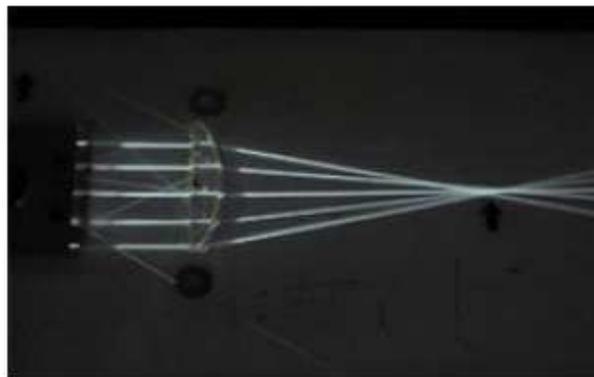
Pembiasan Cahaya pada Prisma



Lensa Cembung / Positif (Konvergen)

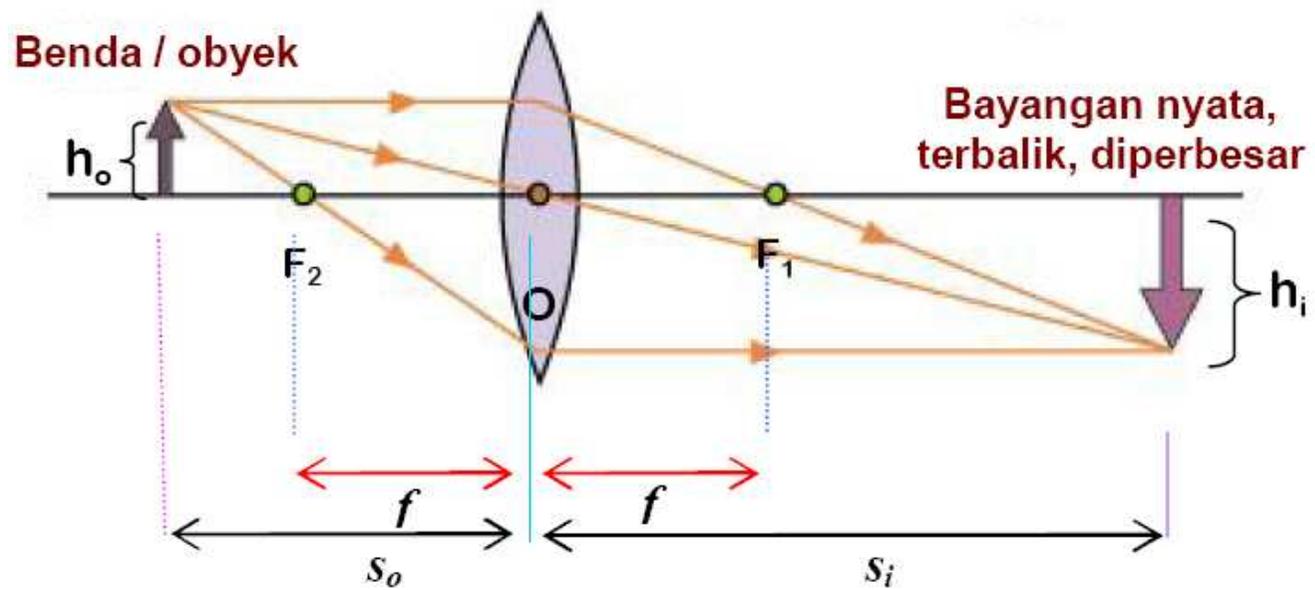
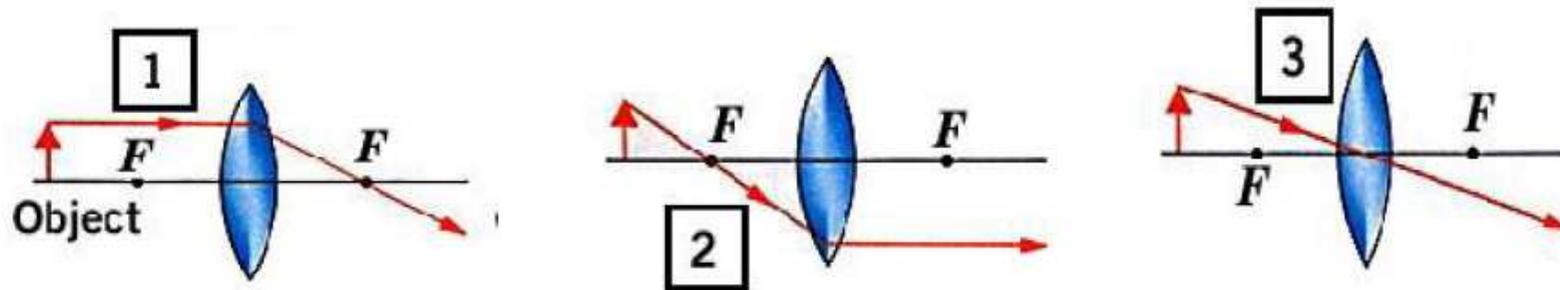


Lensa bikonveks
atau lensa
cembung
rangkap (gb. a)
Lensa plan
konveks atau
lensa cembung
datar (gb. b)
Lensa konkaf
konveks atau
lensa cembung





A. Sinar-sinar Istimewa pada Lensa Cembung





Seperti halnya pada cermin, pada lensa juga berlaku persamaan

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} \text{ atau } \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

dan

$$M = \frac{h_i}{h_o} = \left| \frac{s_i}{s_o} \right|$$

Perjanjian tanda:

s_o bertanda (+) jika benda terletak di depan lensa (benda nyata)

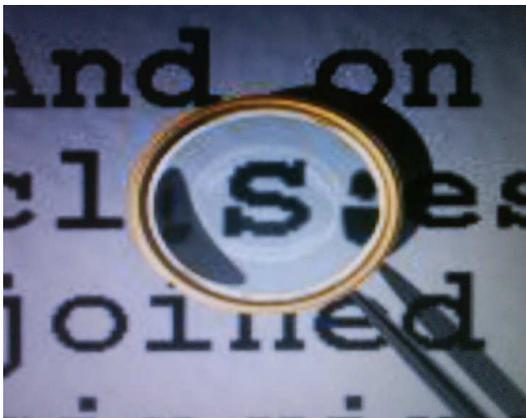
s_o bertanda (-) jika benda terletak di belakang lensa (benda maya)

s_i bertanda (+) jika benda terletak di belakang lensa (bayangan nyata)

s_i bertanda (-) jika benda terletak di depan lensa (bayangan maya)

f bertanda (+) untuk lensa cembung

f bertanda (-) untuk lensa cekung



Pemanfaatan lensa cembung pada kaca pembesar

A. Kekuatan Lensa

Kekuatan lensa adalah kemampuan lensa untuk memfokuskan sinar-sinar. Kekuatan lensa atau daya lensa didefinisikan sebagai kebalikan dari jarak fokus lensa, yaitu:

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



Lensa Cekung / Negatif (Divergen)

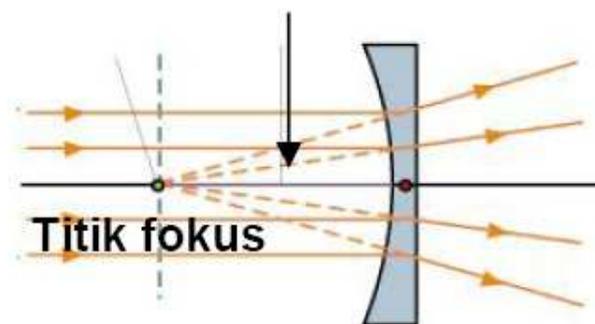
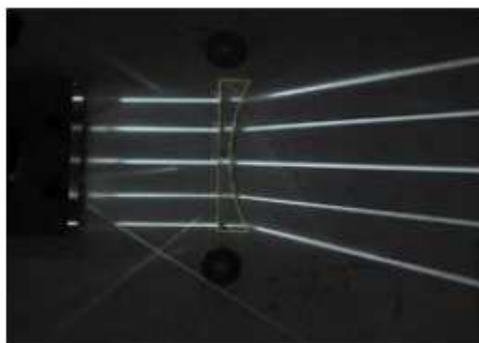
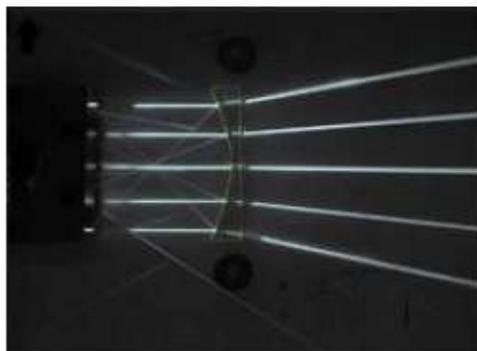
Lensa cekung adalah lensa yang bagian dalamnya lebih tipis dari bagian pinggirnya.

Tiga bentuk lensa cekung:



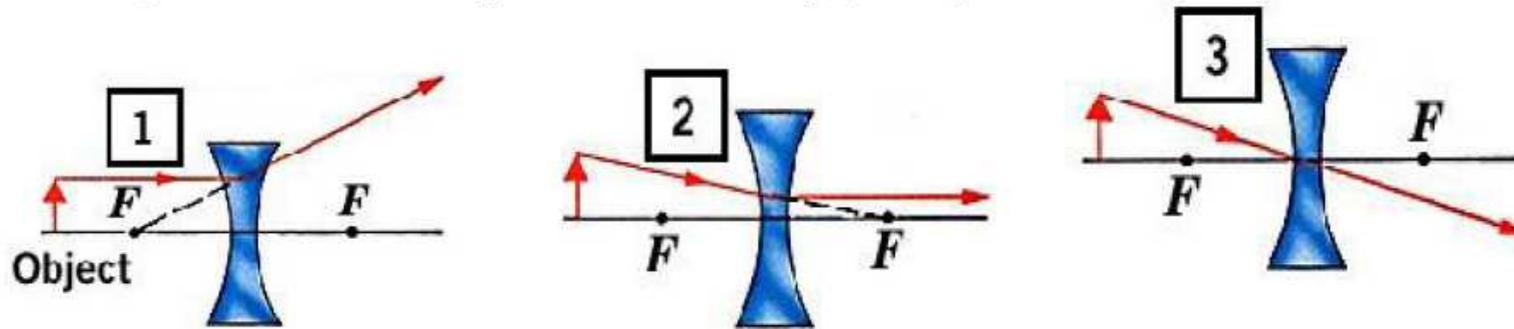
(a) (b) (c)

- a. Lensa bikonkaf atau lensa cekung rangkap (gb. a)
- b. Lensa plan konkaf atau lensa cekung datar (gb b.)
- c. Lensa konveks konkaf atau lensa cekung cembung (gb. c.)

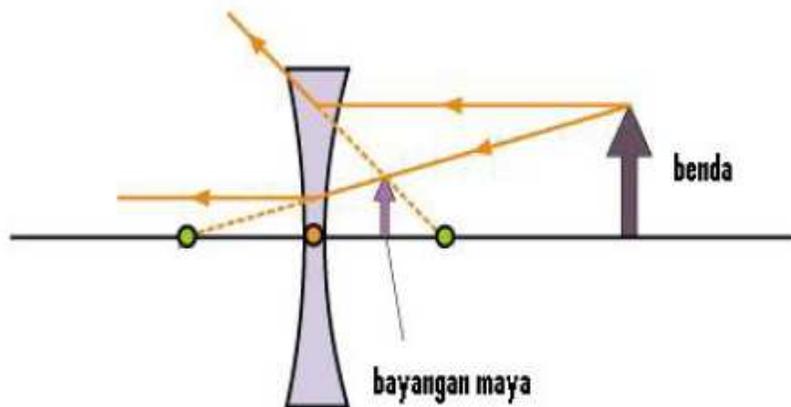


Fokus lensa cekung

Sinar-sinar Istimewa pada Lensa Cekung



1. sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seakan-akan dari titik fokus,
2. sinar datang seakan-akan menuju fokus dibiaskan sejajar sumbu utama, dan
3. sinar datang melalui titik pusat optik diteruskan tanpa dibiaskan

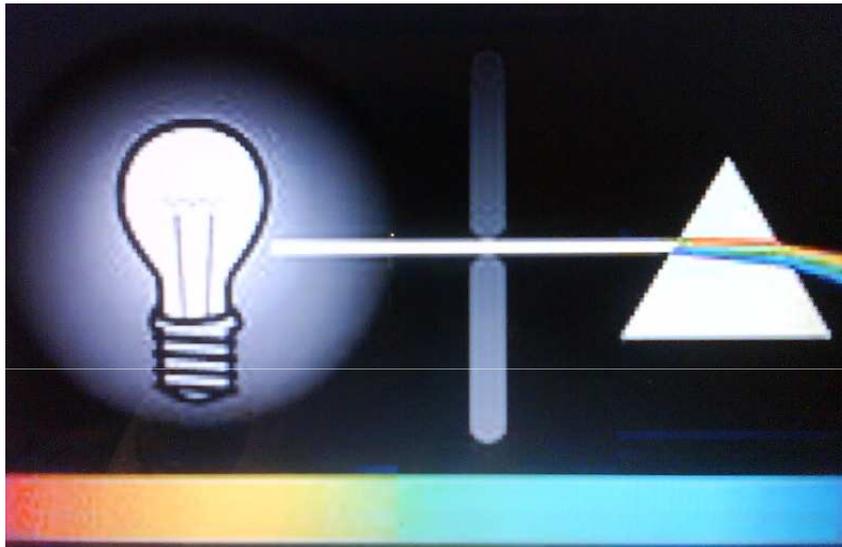


Rumus-rumus pada lensa cekung sama dengan rumus-rumus pada lensa cembung. Akan tetapi nilai jarak fokus f dalam lensa cekung bertanda negatif. Lensa cekung banyak digunakan untuk membantu penglihatan orang yang mempunyai cacat mata rabun jauh (miopi) dan untuk membalikkan bayangan pada teropong panggung

Dispersi Cahaya



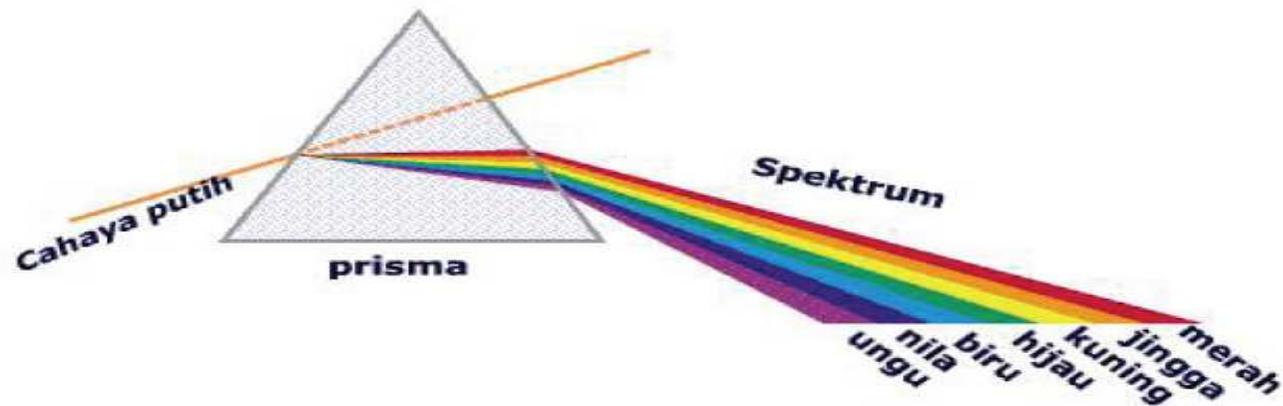
Sinar Polikromatik dan Sinar Monokromatik



Sinar polikromatik adalah sinar-sinar yang dapat diuraikan atas beberapa komponen warna. Contoh: sinar putih terdiri atas tujuh komponen warna, yaitu: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu

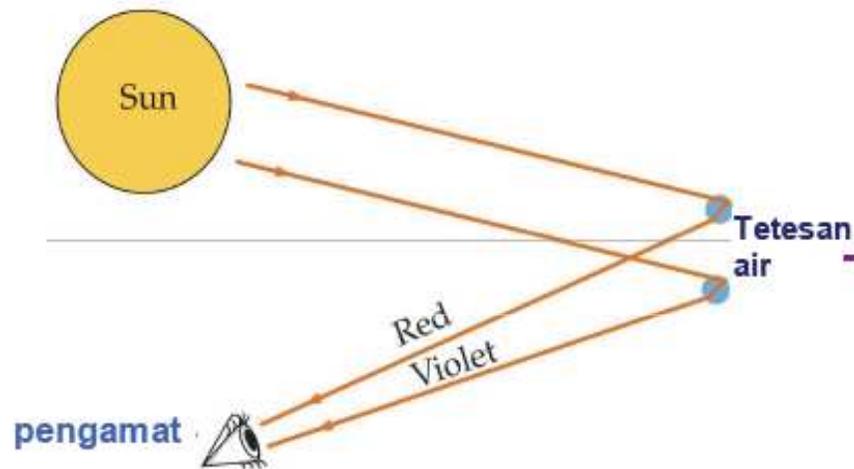
Sinar monokromatik adalah sinar-sinar yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi komponen warna. Contoh: sinar merah, sinar jingga, sinar kuning, sinar hijau, sinar biru, sinar nila, dan sinar ungu

Dispersi Cahaya pada Prisma





Contoh peristiwa dispersi cahaya dalam kehidupan sehari-hari adalah pelangi.



Pada saat sinar memasuki titik air, sebagian sinar akan dipantulkan oleh bagian belakang permukaan air, kemudian mengenai permukaan depan, dan akhirnya dibiaskan oleh permukaan depan. Karena dibiaskan, maka sinar ini pun diuraikan menjadi spektrum matahari. Peristiwa inilah yang kita lihat di langit dan disebut pelangi.

Teori tentang cahaya

Pancaran Cahaya

Jika kita meninjau lebih dalam struktur sebuah atom, kita peroleh bahwa di dalam atom terdapat elektron-elektron yang bergerak melingkar mengitari inti atom. Gerakan elektron inilah yang merupakan penyebab terjadinya pancaran cahaya. Cahaya yang dipancarkan oleh elektron yang bergerak mengelilingi inti atom dalam tingkat orbit tertentu. Perbedaan tingkat orbit elektron menyebabkan perbedaan energi cahaya yang dihasilkan. Perbedaan susunan elektron dalam atom ini juga menghasilkan perbedaan sifat cahaya yang dipancarkannya. Sifat atau karakteristik cahaya yang dipancarkan oleh atom disebut spektrum atom

Cahaya sering digambarkan bergerak membawa energi dalam bentuk gelombang, tepatnya gelombang elektromagnetik yang dalam perambatannya tidak memerlukan medium. Gelombang elektromagnetik dipancarkan pada berbagai panjang gelombang dan frekuensi sehingga gelombang elektromagnetik memiliki bentuk yang tidak teratur. Gelombang seperti ini disebut radiasi polikromatik. Sedangkan, gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi dan panjang gelombang yang benar-benar tetap disebut radiasi monokromatik

Foton dapat dibayangkan sebagai paket-paket energi yang dibawa oleh cahaya. Para ilmuwan menggunakan konsep foton ini untuk menjelaskan bahwa cahaya selain memiliki sifat sebagai gelombang, ternyata juga memiliki sifat sebagai partikel. Pada tahun 1900, Max Planck seorang fisikawan Jerman, menemukan bahwa energi cahaya dibawa oleh foton. Persamaan energi sebuah foton oleh Planck dinyatakan sebagai berikut:

$$E = hf \quad \text{dengan } h = \text{konstanta Planck } (6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s})$$
$$E = \text{Energi foton (J)}$$



Sumber Sumber cahaya



Pijaran dan Pendaran

Jika energinya diperoleh dari pemanasan, maka sumber cahayanya disebut pijaran (incandescence). Contoh: lilin, nyala lampu pijar, dan cahaya dari matahari atau bintang. Ciri dari sumber cahaya ini adalah suhunya yang cukup tinggi

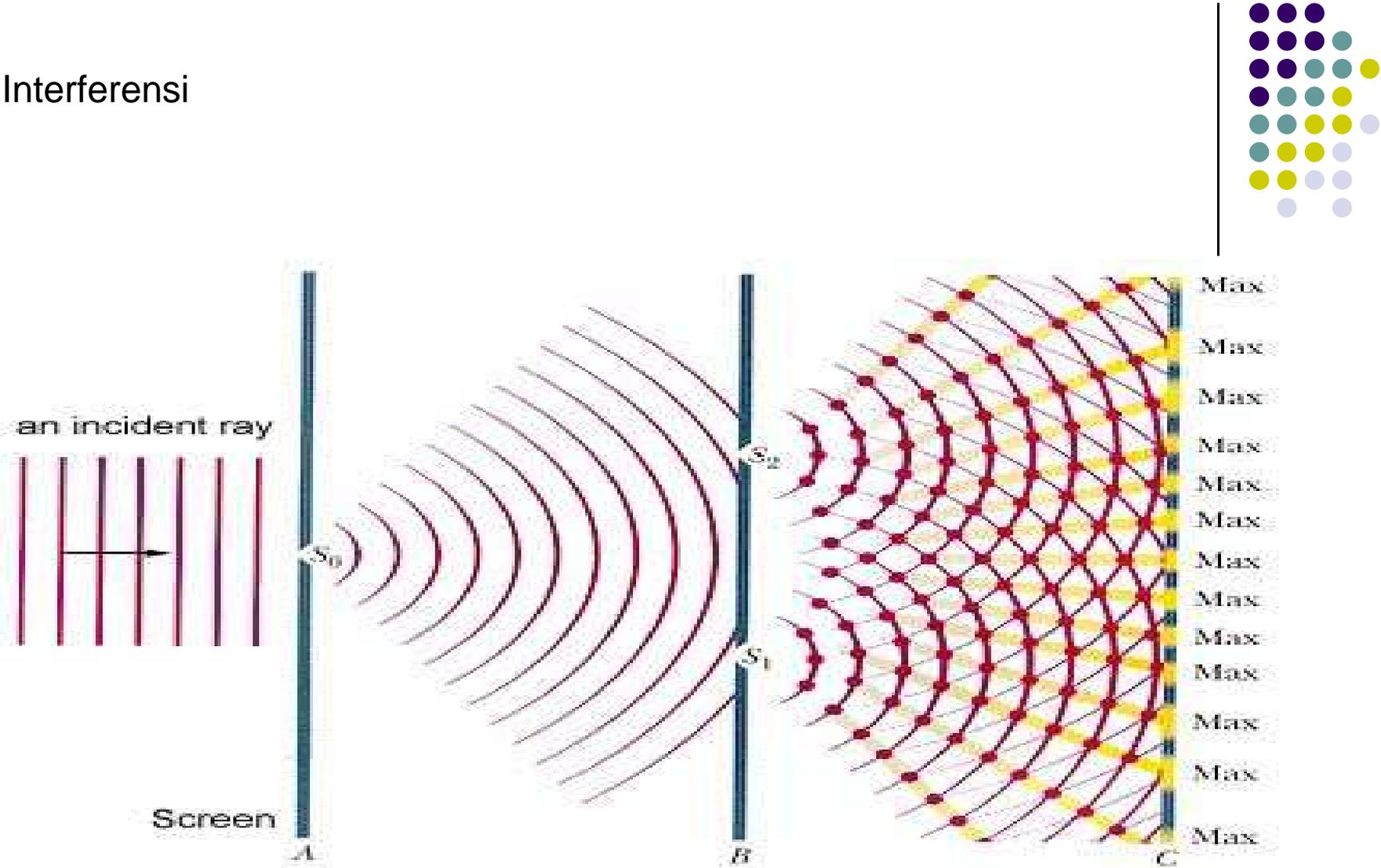
Sinklotron dan laser

Sinklotron adalah sebuah alat yang digunakan untuk mempercepat sebuah elektron agar bergerak dalam sebuah orbit berbentuk lingkaran. Elektron yang bergerak melingkar ini bisa menghasilkan radiasi cahaya monokromatik dengan frekuensi tertentu, tergantung kekuatan magnet yang dipasang. Sedangkan laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*) adalah sebuah peralatan yang menghasilkan dan memperkuat cahaya sinar laser memiliki warna yang sangat murni, dan dapat diarahkan pada suatu titik dengan akurasi yang sangat tinggi karena berkas sinarnya sangat monokromatis

Perambatan Cahaya

Cristian Huygens pada tahun 1678. Huygens menyatakan bahwa setiap titik pada permukaan gelombang juga berperilaku sebagai sebuah sumber gelombang lingkaran baru yang lebih kecil, yang disebut wavelet. Konstruksi gelombang yang diajukan oleh Huygens ini mampu menjelaskan kenapa gelombang cahaya cenderung akan memancar ketika keluar dari sebuah lubang kecil, bukan berupa berkas sinar

Interferensi



Syarat interferensi maksimum

$$d \sin \theta = m\lambda; \quad m = 0,1,2,\dots$$

Bilangan m disebut orde terang. Untuk $m=0$ disebut terang pusat, $m=1$ disebut terang ke-1, dst. Karena jarak celah ke layar l jauh lebih besar dari jarak kedua celah d ($l \gg d$), maka sudut θ sangat kecil, sehingga $\sin \theta = \tan \theta = p/l$, sehingga

$$\frac{pd}{l} = m\lambda$$



Syarat interferensi minimum

Interferensi minimum terjadi jika beda fase kedua gelombang 180° , yaitu jika selisih lintasannya sama dengan bilangan ganjil kali setengah λ .

$$d \sin \theta = (m - \frac{1}{2})\lambda; \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

Bilangan m disebut orde gelap. Tidak ada gelap ke nol. Untuk $m=1$ disebut gelap ke-1, dst. Mengingat $\sin \theta = \tan \theta = p/l$, maka

$$\frac{pd}{l} = (m - \frac{1}{2})\lambda$$

Dengan p adalah jarak terang ke- m ke pusat terang.

Jarak antara dua garis terang yang berurutan sama dengan jarak dua garis gelap berurutan. Jika jarak itu disebut Δp , maka

$$\frac{\Delta pd}{l} = \lambda$$