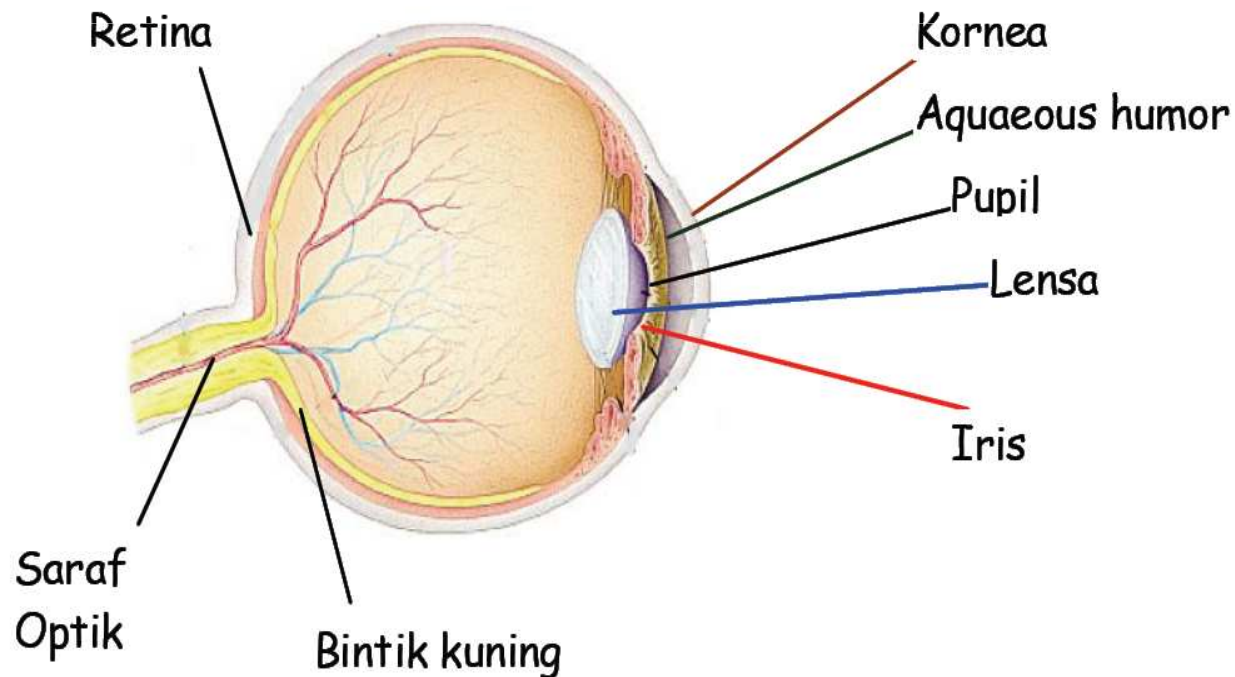


ALAT OPTIK

Alat optik adalah alat yang bekerja dengan memanfaatkan sifat-sifat cahaya seperti pemantulan dan pembiasan. Pada dasarnya alat optik merupakan alat penglihatan manusia baik secara alami maupun buatan. Mata merupakan alat optik yang alami. Alat optik buatan adalah alat bantu penglihatan manusia untuk melihat benda-benda yang tidak dapat dilihat dengan jelas secara langsung oleh mata. Kacamata, kamera, lup, mikroskop, teleskop (teropong), dan periskop merupakan alat-alat optik buatan



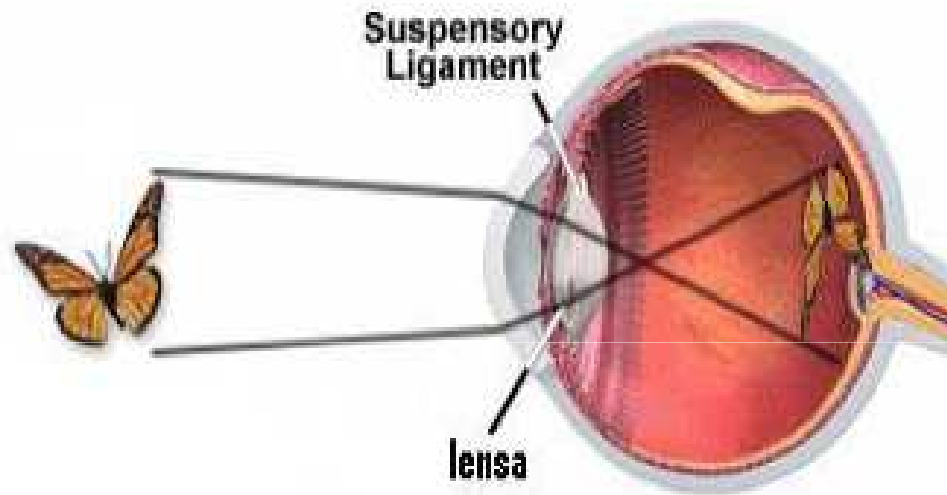
Bagian-bagian Mata

Bagian-bagian Mata



1. Kornea adalah bagian depan mata yang memiliki lengkung lebih tajam dan dilapisi selaput bening.
2. Aquaeous humor adalah cairan di belakang kornea yang berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk ke dalam mata.
3. Lensa mata adalah lensa cembung yang terbuat dari bahan bening berserat dan kenyal, berfungsi untuk mengatur pembiasan yang disebabkan oleh cairan yang berada di depannya.
4. Iris adalah selaput di depan lensa mata yang membentuk celah lingkaran dan berfungsi memberi warna pada mata.
5. Pupil adalah celah lingkaran yang dibentuk oleh iris dan berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk pada mata.
6. Retina atau selaput jala adalah bagian yang berfungsi sebagai layar untuk menangkap bayangan yang dibentuk oleh lensa mata. Bayangan yang terbentuk pada retina bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil.
7. Bintik kuning adalah bagian pada retina yang sangat peka terhadap cahaya. Bayangan terlihat jelas jika terbentuk di retina tepat pada bintik kuning.
8. Saraf optik adalah saraf yang menghubungkan bintik kuning dengan otak sehingga sinyal-sinyal bayangan dari bintik kuning sampai ke otak. Bayangan diterjemahkan oleh otak sehingga tidak terbalik

Pembentukan bayangan pada mata dapat dilihat pada gambar berikut



Daya Akomodasi

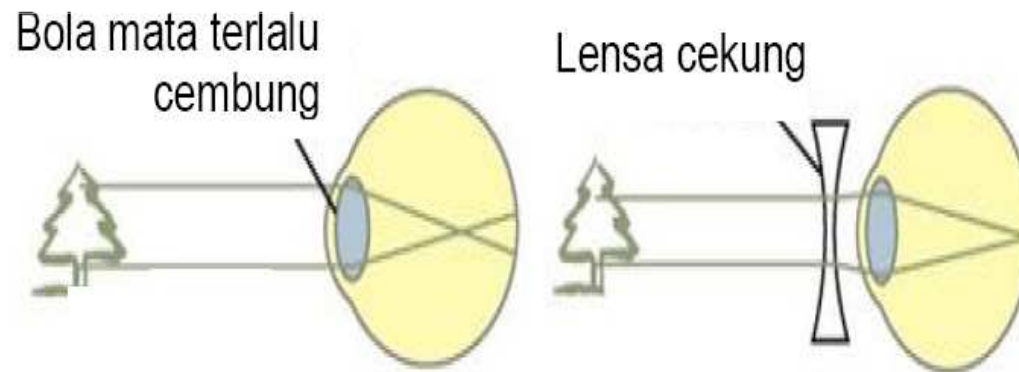
Kemampuan lensa mata untuk menebal dan menipis sesuai jarak benda yang dilihat agar menghasilkan bayangan tepat di retina dinamakan sebagai **daya akomodasi mata**. Mata dapat melihat dengan jelas jika letak benda dalam jangkauan penglihatan, yaitu di antara titik dekat mata (*punctum proximum*) dan titik jauh mata (*punctum remotum*). **Titik dekat mata (*punctum proximum*)** adalah titik terdekat yang dapat dilihat dengan jelas oleh mata dengan berakomodasi maksimum. **Titik jauh mata (*punctum remotum*)** adalah titik terjauh yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata tanpa berakomodasi. Mata normal (**emetropi**) memiliki titik dekat pada jarak 25 cm dan titik jauh pada jarak tak berhingga

Cacat Mata



Rabun Jauh (Miopi)

Penderita rabun jauh tidak dapat melihat benda-benda yang jauh dengan jelas. Hal ini karena penderita memiliki titik jauh yang terbatas ($< \infty$). Bayangan benda yang jauh dari mata miopi jatuh di depan retina. Miopi disebabkan karena jarak fokus lensa mata terlalu pendek (lensa mata terlalu cembung). Agar bayangan dapat jatuh tepat di retina harus menggunakan lensa cekung (lensa negatif).



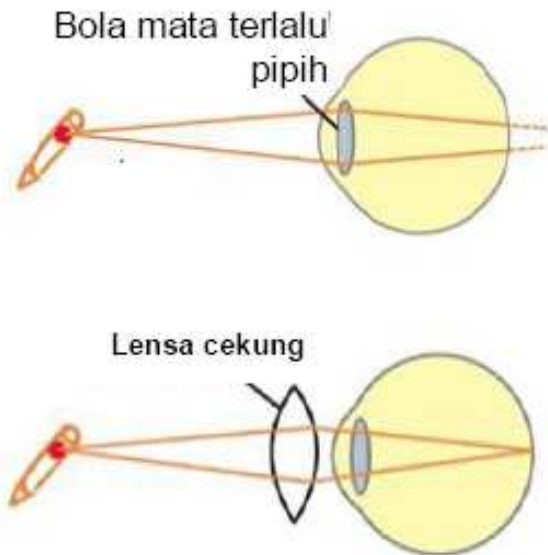
Daya lensa kaca mata yang diperlukan adalah

$$P_M = -\frac{100}{PR}$$

P_M = daya lensa kaca mata untuk miopi (dioptri), PR = punctum remotum (cm).

Rabun Dekat (Hipermetropi)

Penderita rabun dekat tidak dapat melihat benda-benda yang dekat dengan jelas, karena titik dekat mata penderita berada pada jarak lebih dari 25 cm. Bayangan benda yang dekat pada mata hipermetropi jatuh di belakang retina. Hipermetropi disebabkan karena jarak fokus lensa mata terlalu panjang (lensa mata terlalu pipih). Agar bayangan dapat jatuh tepat di retina harus menggunakan lensa cembung (lensa positif).



Daya lensa kaca mata yang diperlukan adalah

$$P_H = \frac{100}{s} - \frac{100}{PP} \quad , , \quad \text{atau}$$

$$P_H = 4 - \frac{100}{PP}$$

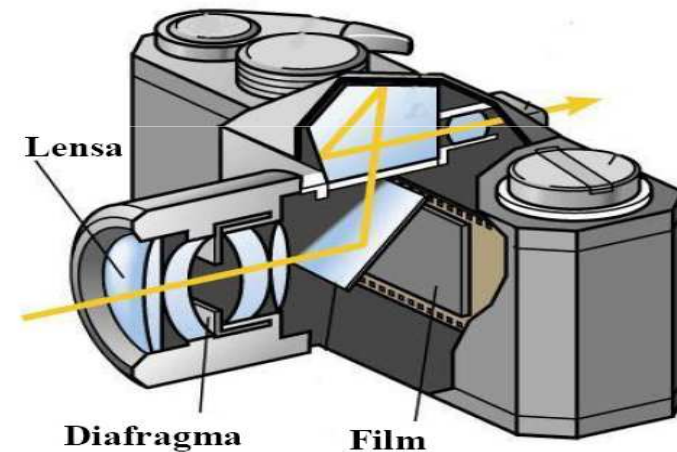
P_H = daya lensa kaca mata untuk hipermetropi (dioptri), PP = punctum proximum (cm), dan s = jarak benda (cm).



Mata Tua (Presbiopi)

Cacat mata karena berkurangnya daya akomodasi mata pada usia lanjut disebut sebagai mata tua atau presbiopi. Titik jauh mata presbiopi berada pada jarak tertentu, dan titik dekatnya lebih dari 25 cm. Oleh karena itu penderita presbiopi harus menggunakan kacamata bifokal, yaitu kaca mata yang berfungsi ganda untuk melihat jauh dan dekat

Kamera

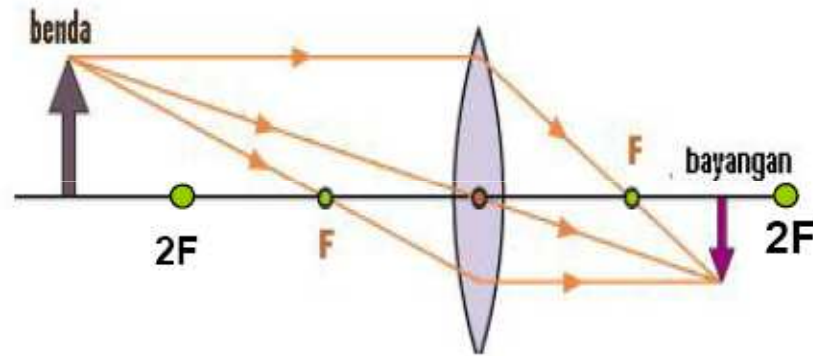
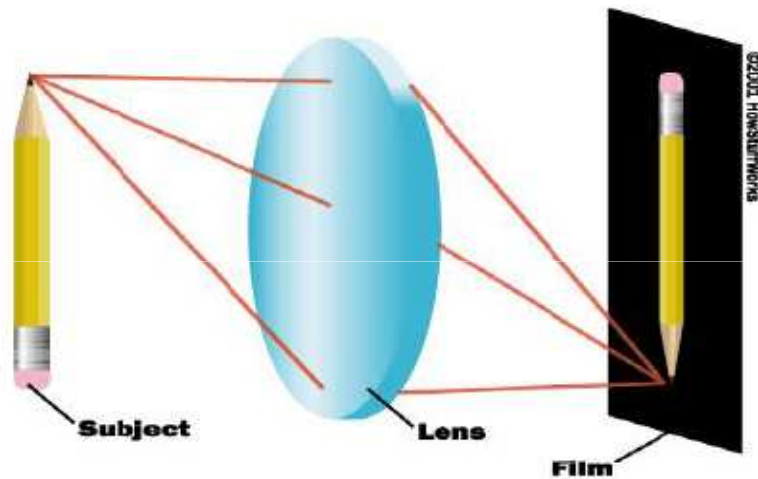


Bagian-bagian kamera adalah sebagai berikut:

- Lensa cembung yang berfungsi untuk membentuk bayangan.
- Film berfungsi untuk menangkap bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung.
- Cincin pemokus merupakan bagian yang berfungsi untuk mengatur jarak lensa dengan obyek agar pada film diperoleh bayangan yang jelas. Tidak semua kamera memiliki cincin pemokus.
- Diafragma merupakan bagian yang membentuk celah untuk mengatur intensitas cahaya yang mengenai film dalam kamera



Proses pembentukan bayangan pada kamera sama dengan pada mata. Film pada kamera berfungsi seperti retina pada mata. Bayangan yang dihasilkan kamera bersifat maya, terbalik dan diperkecil. Proses pembentukan bayangan pada mata dan pada kamera adalah sebagai berikut.



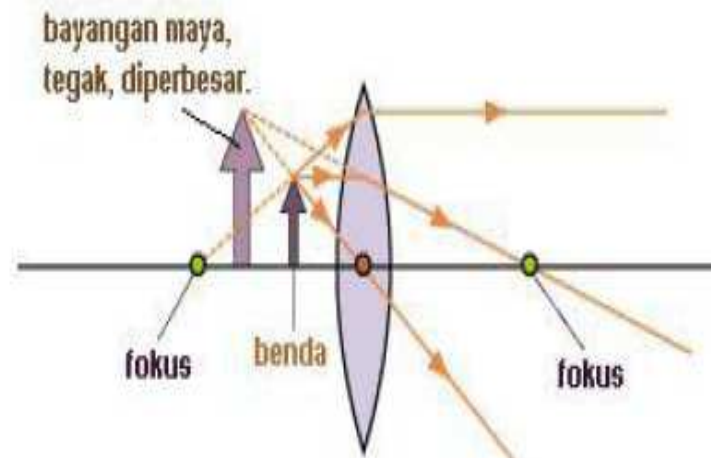
letak bayangan di antara F , dan $2F$,

Lup



Lup merupakan sebuah lensa cembung yang digunakan untuk melihat benda-benda yang kecil agar tampak lebih jelas. Benda diletakkan antara lup dan titik mfokusnya, sehingga bayangan yang terbentuk bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Mata akan melihat bayangan yang dibentuk oleh lup dengan berakomodasi maksimum jika bayangan tersebut berada pada titik dekat mata. Benda harus diletakkan di titik fokus lup agar bayangan benda dapat dilihat oleh mata tanpa berakomodasi

Proses pembentukan bayangan



Perbesaran bayangan pada lup adalah

$$M = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{x}$$

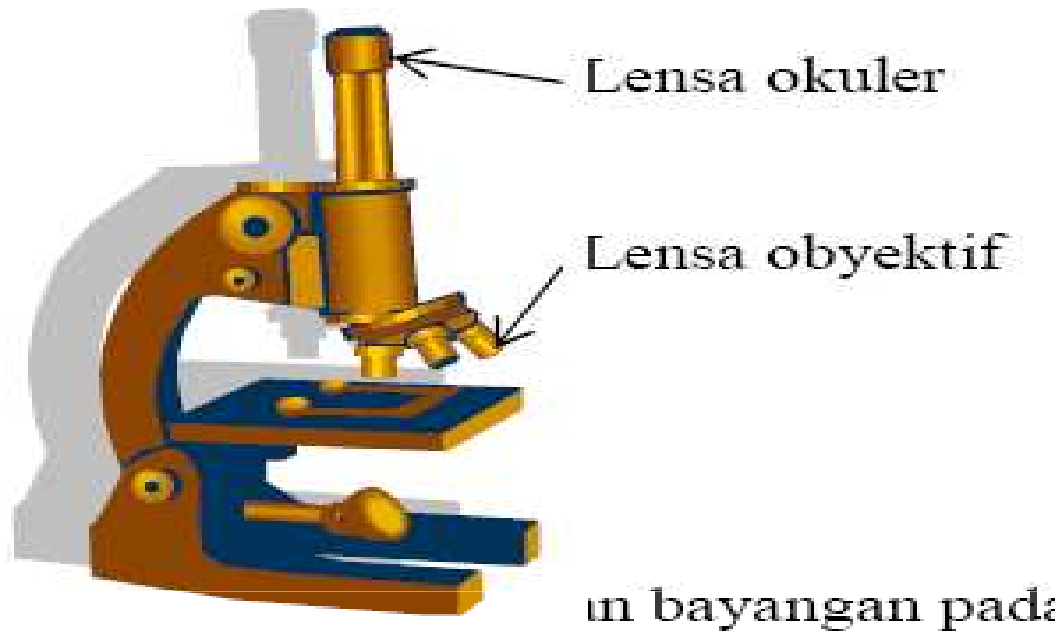
untuk mata berakomodasi pada jarak x ,

$$M = \frac{S_n}{f} + 1$$

untuk mata berakomodasi maksimum, dan

$$M = \frac{S_n}{f}$$

untuk mata tidak berakomodasi, S_n = titik dekat mata normal, dan f = jarak fokus lup.



Mikroskop merupakan alat optik yang digunakan untuk melihat benda yang sangat kecil. Pada mikroskop terdapat susunan dua lensa cembung. Lensa cembung yang dekat dengan objek dinamakan lensa objektif, dan lensa yang dekat dengan mata dinamakan lensa okuler. Fokus lensa okuler lebih besar dari fokus lensa objektif. Benda yang diamati diletakkan antara jarak fokus objektif dan 2 kali jarak fokus objektif. Sifat bayangan oleh lensa objektif adalah nyata, terbalik, diperbesar. Sedangkan sifat bayangan akhir yang dibentuk lensa okuler adalah maya, terbalik, diperbesar

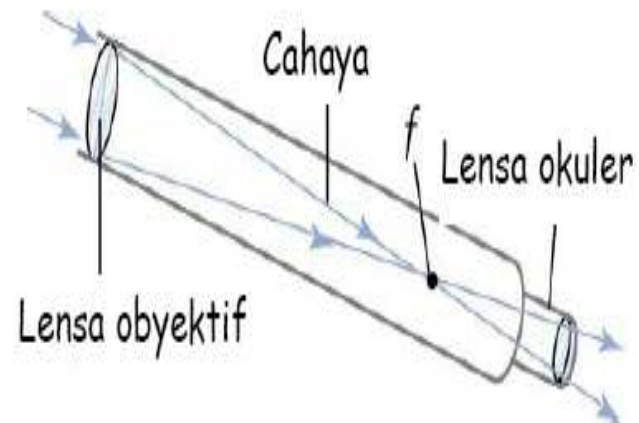


Teropong (Teleskop)

Teropong merupakan alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak dekat dan jelas. Teropong dibedakan menjadi teropong bias dan teropong pantul. Teropong bias tersusun atas beberapa lensa, dan teropong pantul tersusun atas beberapa cermin atau gabungan cermin dengan lensa

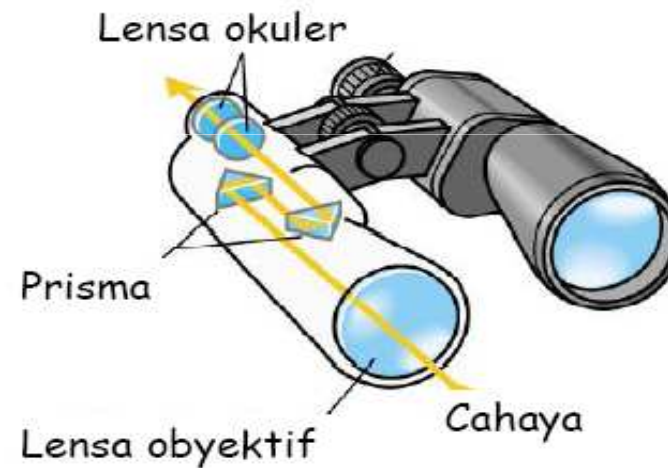
Teropong Bintang

Teropong bintang digunakan untuk mengamati benda-benda langit seperti bulan, bintang, dan planet. Teropong bintang disebut juga teropong astronomi termasuk pada teropong bias. Teropong ini menggunakan dua lensa cembung, yaitu lensa objektif dan lensa okuler. Jarak fokus lensa objektif lebih besar dari jarak lensa okuler



Teropong Prisma

Teropong prisma berfungsi untuk mengamati benda-benda di bumi agar tampak lebih dekat dan jelas. Teropong ini termasuk pada jenis teropong bias yang terdiri dari susunaa dua lensa, yaitu lensa objektif dan lensa okuler. Di antara kedua lensa tersebut terdapat dua buah prisma siku-siku sama kaki yang berfungsi untuk membalikkan bayangan



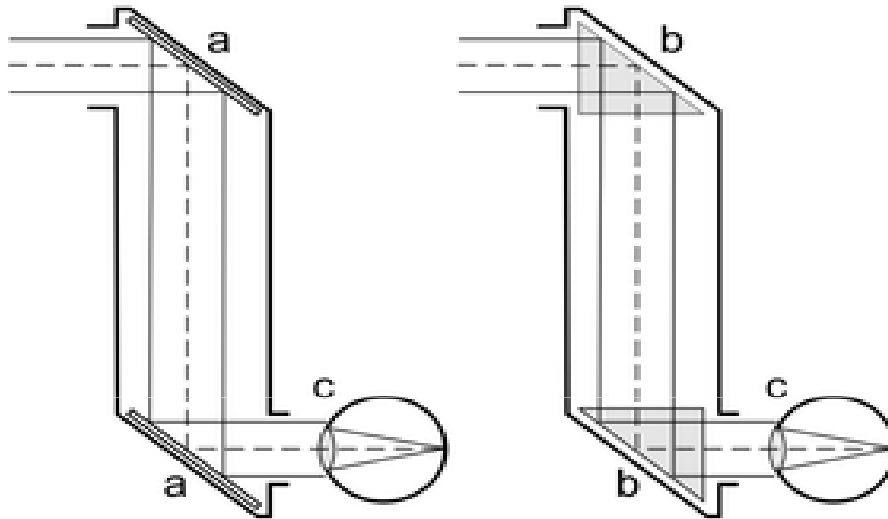
Teropong Pantul

Teropong ini menggunakan cermin cekung sebagai objektif untuk mengumpulkan cahaya, dan cermin datar untuk memantulkan cahaya ke lensa okuler



Periskop

Periskop merupakan alat optik yang berfungsi untuk mengamati objek dari posisi tersembunyi. Periskop sederhana dapat dibuat dengan menggunakan tabung yang diberikan cermin paralel yang saling berhadapan dengan sudut 45° pada setiap sisinya.



Periskop di kiri menggunakan cermin yang terletak pada "a", sedangkan periskop kanan menggunakan prisma yang terletak pada "b". "c" adalah posisi pengamat.

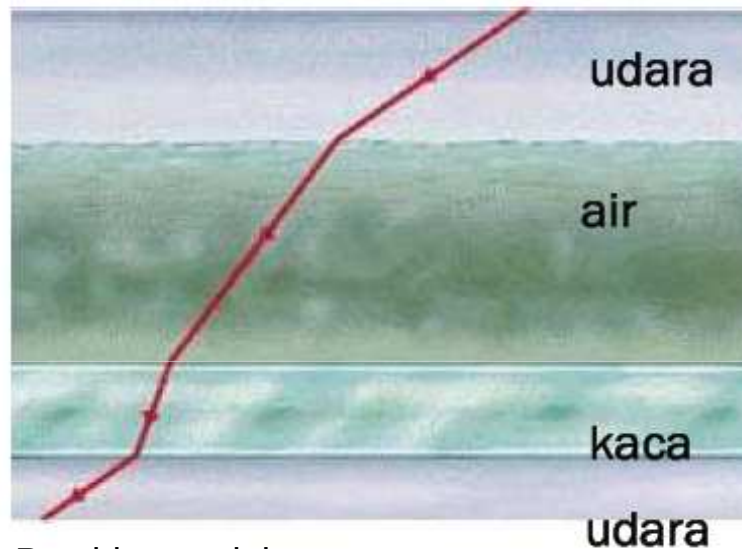
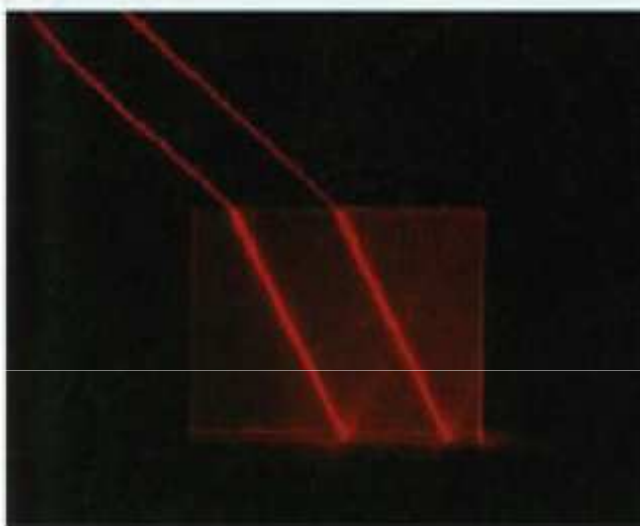


Periskop biasanya dilengkapi juga dengan dua buah lensa, yaitu lensa objektif dan lensa okuler



Pengertian Pembiasan Cahaya

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



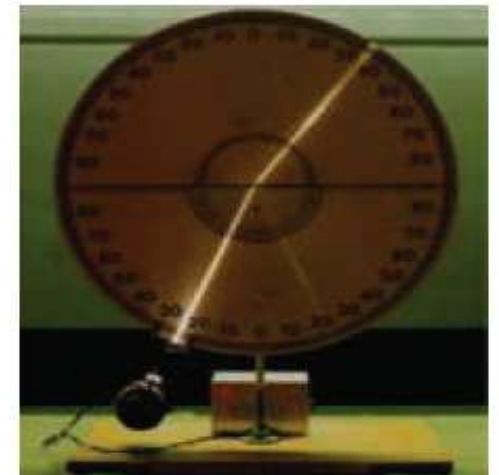
Hukum-hukum Pembiasan oleh Snellius

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

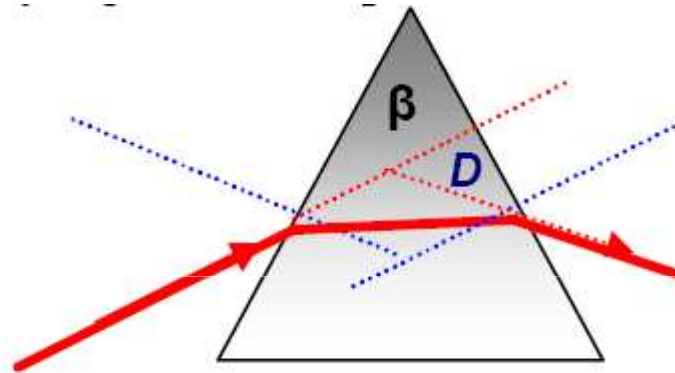
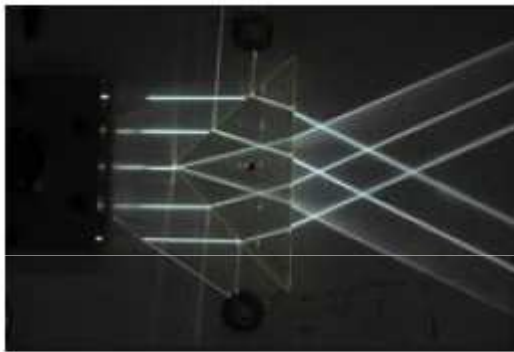
Sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih

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

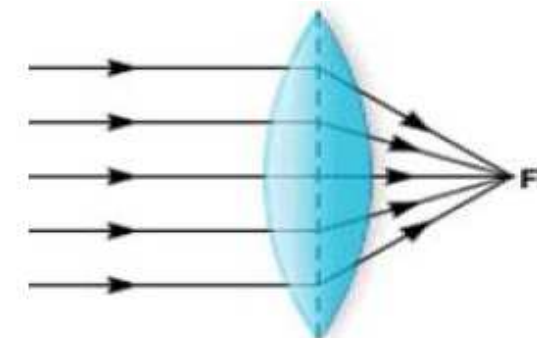
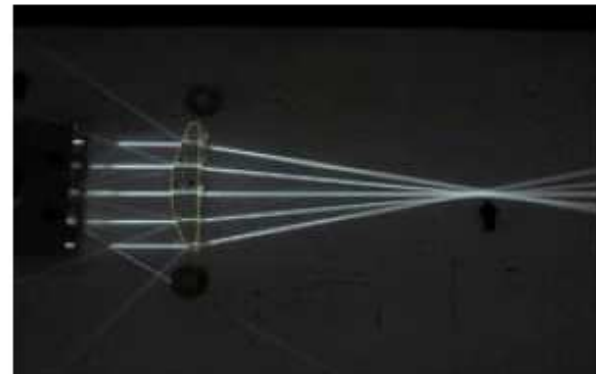
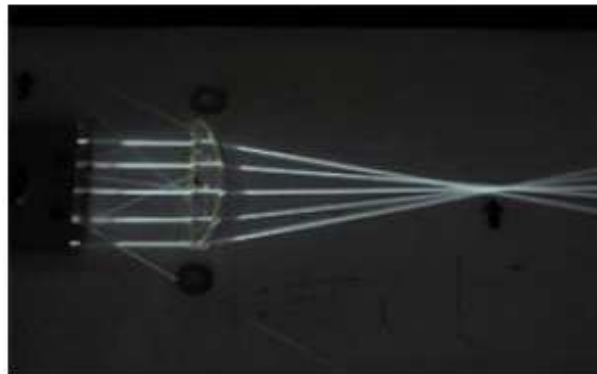
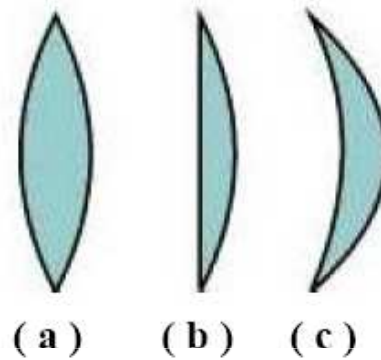
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$



Pembiasan Cahaya pada Prisma



Lensa Cembung / Positif (Konvergen)

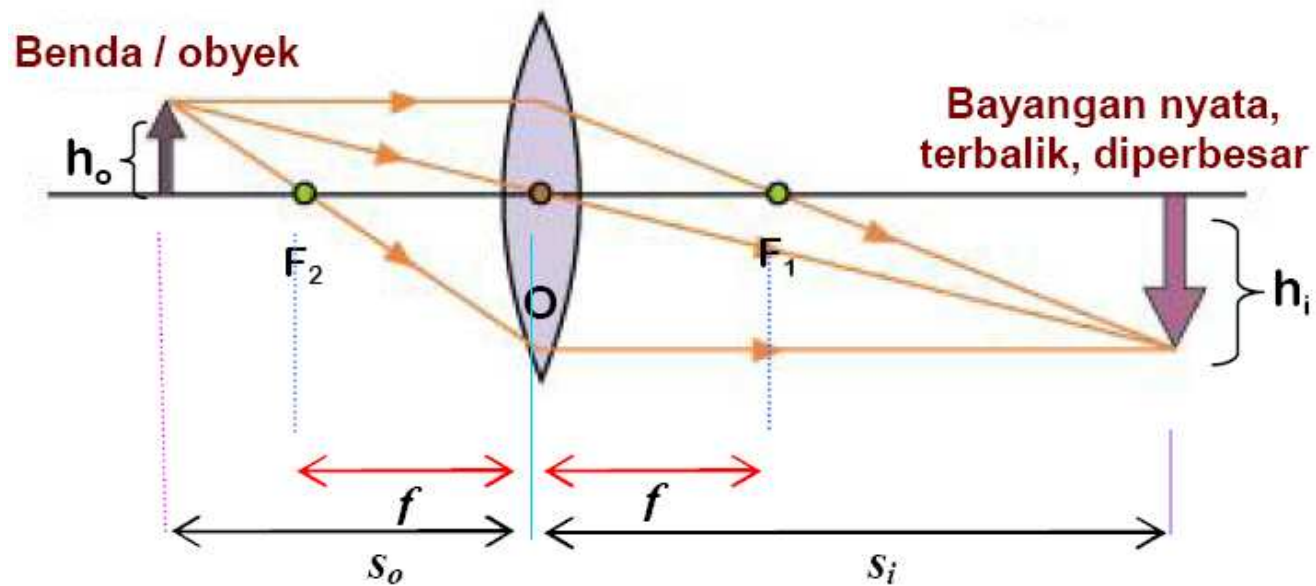
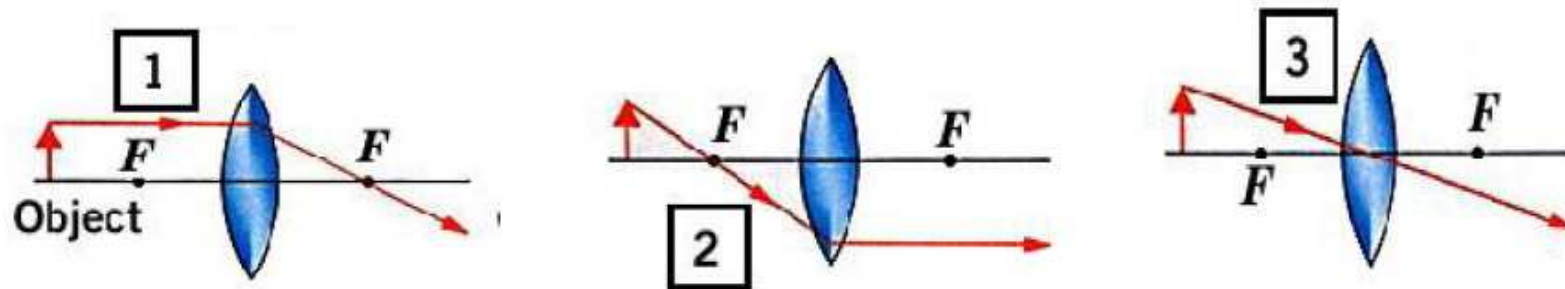


Lensa bikonveks
atau lensa
cembung
rangkap (gb. a)
Lensa plan
konveks atau
lensa cembung
datar (gb. b)
Lensa konkaf
konveks atau
lensa cembung





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)

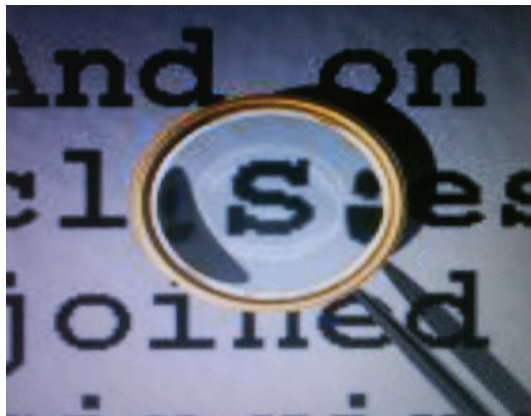
s_o bertanda (-) jika benda terletak di belakang lensa (benda maya)

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

s_i bertanda (-) jika bayangan 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

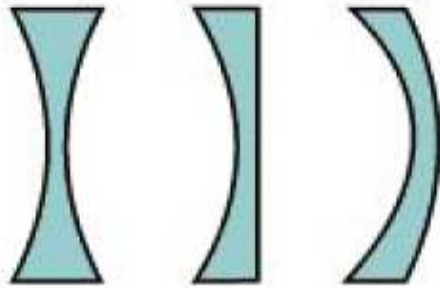
Kekuatan lensa adalah kemampuan lensa untuk memfokuskan sinar-sinar. Kekuatan lensa atau daya lensa didefinisikan sebagai kebalikan dari jarak fokus lensa, yaitu:

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

Lensa Cekung / Negatif (Divergen)

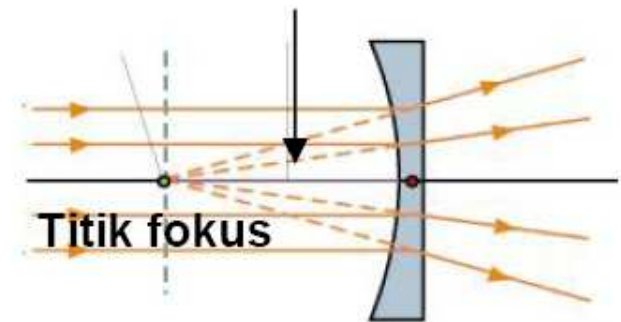
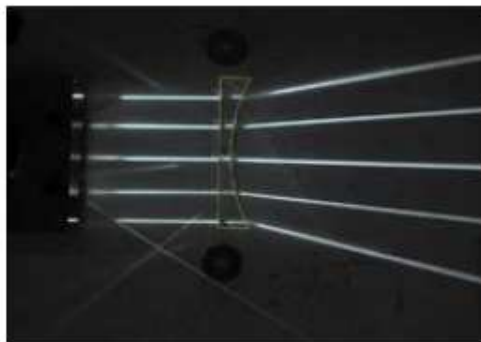
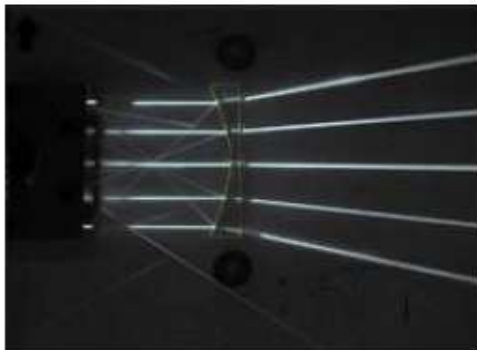
Lensa cekung adalah lensa yang bagian dalamnya lebih tipis dari bagian pinggirnya.

Tiga bentuk lensa cekung:



(a) (b) (c)

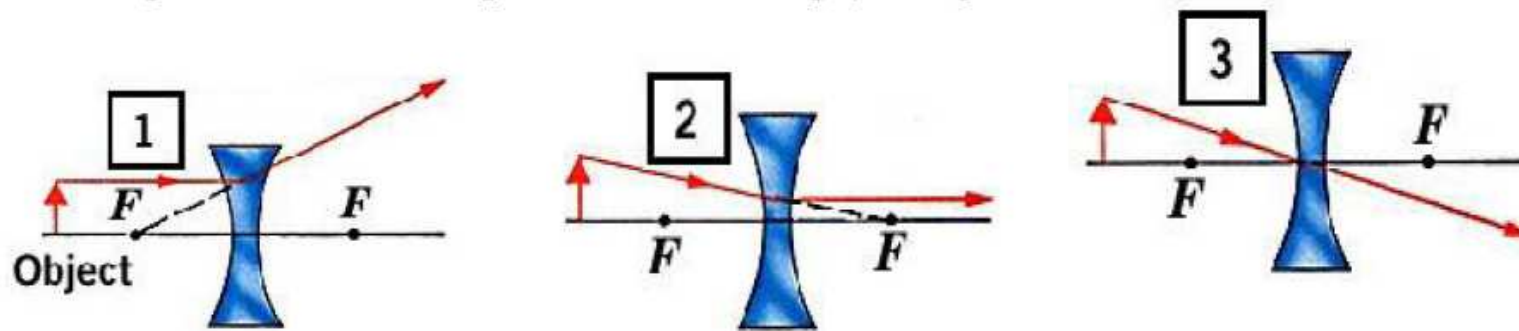
- a. Lensa bikonkaf atau lensa cekung rangkap (gb. a)
- b. Lensa plan konkaf atau lensa cekung datar (gb b.)
- c. Lensa konveks konkaf atau lensa cekung cembung (gb. c.)



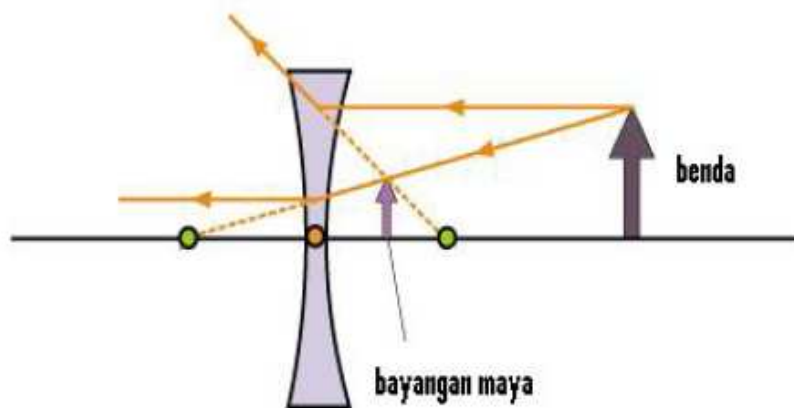
Fokus lensa cekung



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

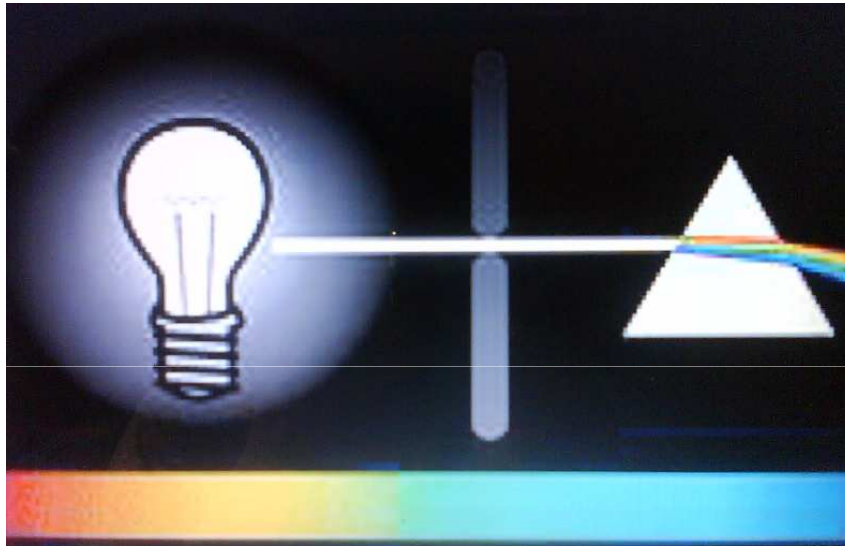


Rumus-rumus pada lensa cekung sama dengan rumus-rumus pada lensa cembung. Akan tetapi nilai jarak fokus f dalam lensa cekung bertanda negatif. Lensa cekung banyak digunakan untuk membantu penglihatan orang yang mempunyai cacat mata rabun jauh (miopi) dan untuk membalikkan bayangan pada teropong panggung

Dispersi Cahaya



Sinar Polikromatik dan Sinar Monokromatik

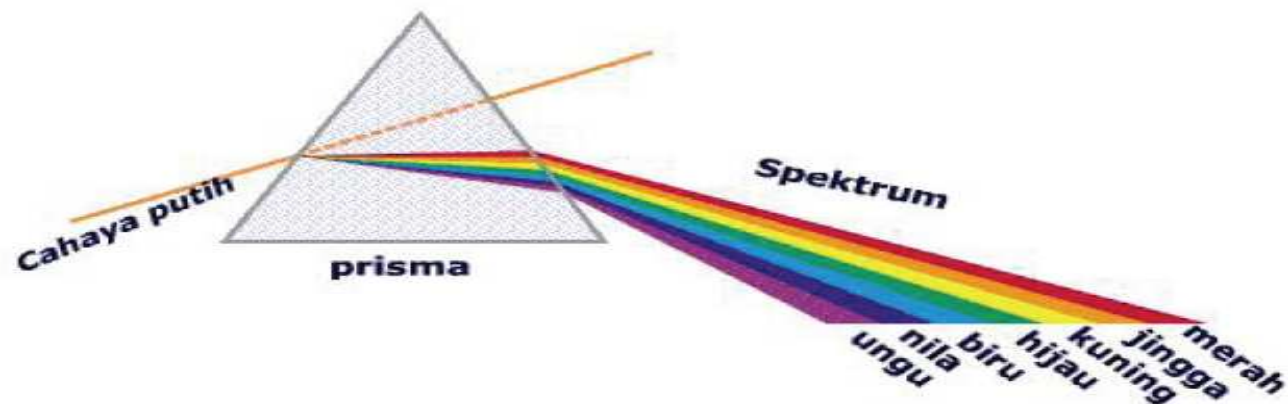


Dispersi Cahaya pada Prisma



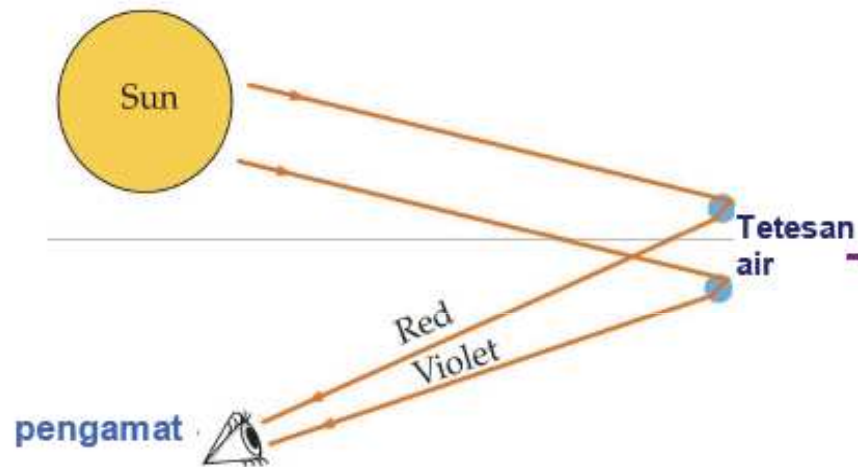
Sinar polikromatik adalah sinar-sinar yang dapat diuraikan atas beberapa komponen warna. Contoh: sinar putih terdiri atas tujuh komponen warna, yaitu: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu

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





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

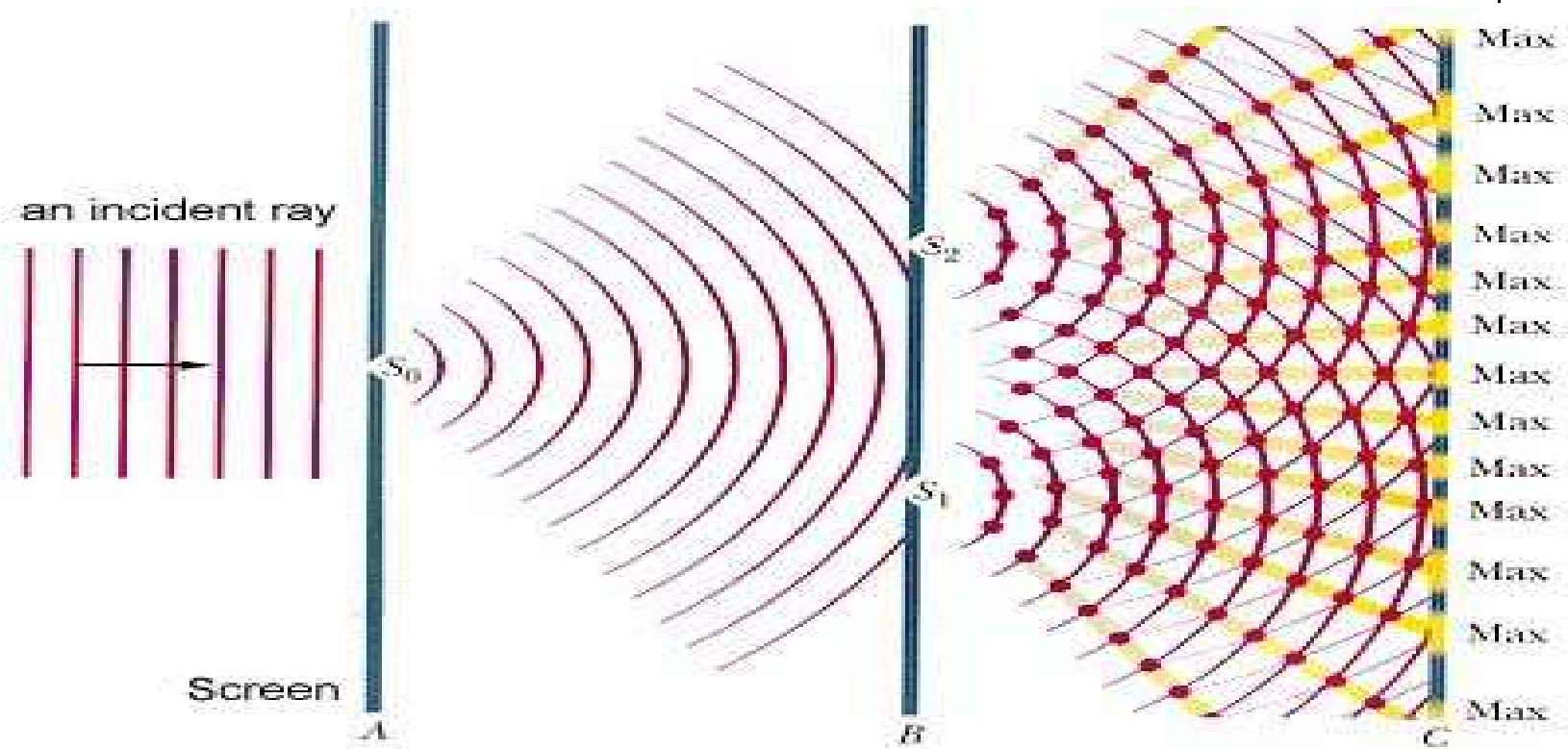
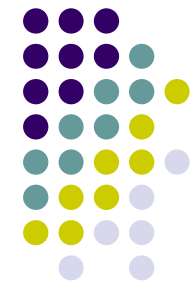
Sinklotron dan laser

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

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