

SIFAT DAN PERAMBATAN CAHAYA

Panjang gelombang adalah jarak antara 2 titik

Oleh :

Sabar Nurohman, M.Pd

PERKEMBANGAN TEORI TENTANG CAHAYA

Teori abad ke-10

- Abu Ali Hasan Ibn Al-Haitham /Alhazen (965–sekitar 1040), menganggap bahwa sinar cahaya adalah kumpulan partikel kecil yang bergerak pada kecepatan tertentu.





Teori Partikel

- Isaac Newton (1675) bahwa cahaya terdiri dari partikel halus (corpuscles) yang memancar ke semua arah dari sumbernya.
- Teori ini dapat digunakan untuk menerangkan pemantulan cahaya, tetapi ketika menerangkan pembiasan cahaya ia menghadapi batu sandungan, karena cahaya harus dianggap menjadi lebih cepat ketika memasuki medium yang padat karena daya tarik gravitasi lebih kuat.



Teori Gelombang



■ Christiaan Huygens (1678) menyatakan bahwa cahaya dipancarkan ke semua arah sebagai muka-muka gelombang.

- Pandangan ini menggantikan teori partikel halus. Hal ini karena gelombang tidak diganggu oleh gravitasi, dan gelombang menjadi lebih lambat ketika memasuki medium yang lebih padat.
- Kelemahan teori ini adalah gelombang cahaya seperti gelombang bunyi, memerlukan medium untuk dihantar. (Lalu apa medium perambatan cahaya?)
- Suatu hipotesis yang disebut luminiferous aether telah diusulkan, tetapi hipotesis itu tidak disetujui.





Teori Elektromagnetik

- James Clerk Maxwell pada akhir abad ke-19, menyebutkan bahwa gelombang cahaya adalah gelombang elektromagnet, ia tidak memerlukan medium untuk merambat.



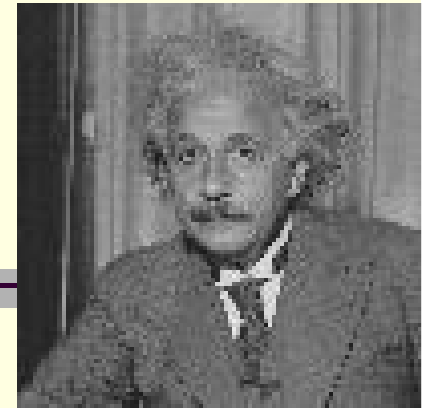


Teori Kuantum

- Teori ini di mulai pada abad ke-19 oleh Max Planck, yang menyatakan bahwa cahaya terdiri dari paket (kuanta) energi yang dikenal sebagai Foton.



Teori Dualitas Partikel-Gelombang



- Teori ini menggabungkan tiga teori yang sebelumnya, dan menyatakan bahwa cahaya adalah partikel dan gelombang. Pertamakali di jelaskan oleh albert Einstein pada awal abad 20, berdasarkan karya tulisnya tentang efek fotolistrik, dan hasil penelitian Planck.
- Lebih general lagi, teori tersebut menjelaskan bahwa semua benda mempunyai sifat partikel dan gelombang.





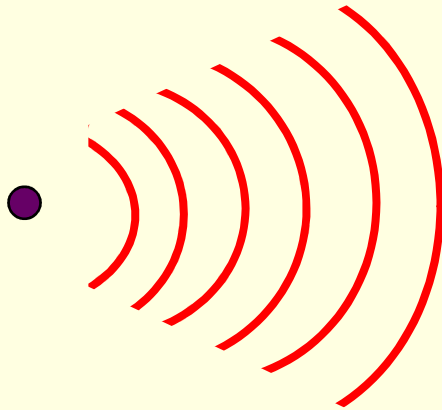
Berdasarkan berbagai teori yang telah dikembangkan, maka dapat dikatakan bahwa :

1. Pada saat kita melakukan kajian tentang perambatan cahaya, maka **cahaya diperlakukan sebagai gelombang,**
2. Pemahaman tentang pemancaran dan penyerapan paling baik jika dikaji dengan menggunakan model **cahaya sebagai partikel.**



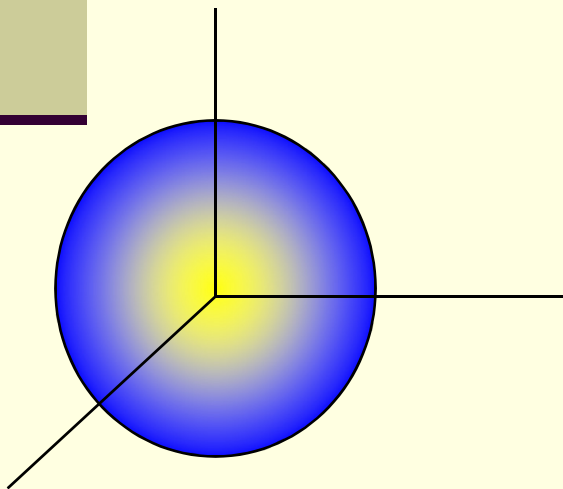
MUKA GELOMBANG

Untuk menjelaskan perambatan gelombang, kita gunakan konsep muka gelombang (*wave front*).



Tempat posisi semua titik yang berdekatan di mana fasa getarnya adalah sama.

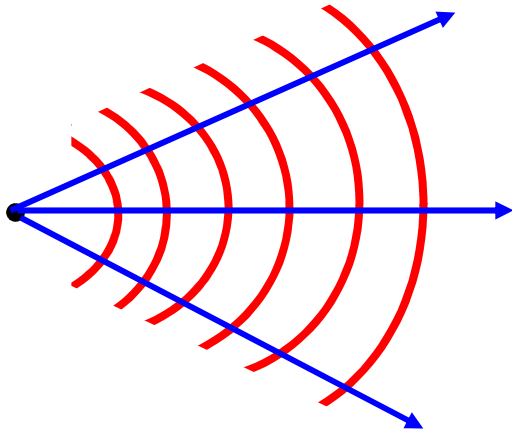
(yakni pada setiap saat, semua titik pada sebuah muka gelombang berada pada bagian yang sama dari siklus perubahannya)





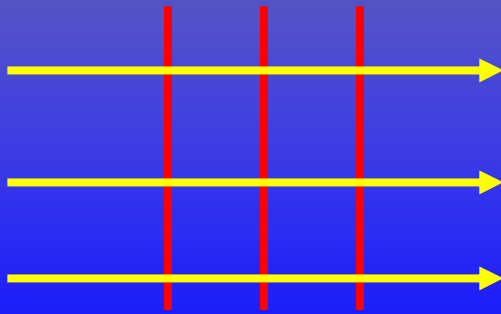
SINAR (Ray)

Untuk menjelaskan arah perambatan cahaya, lebih mudah mempresentasikan sebuah gelombang cahaya dengan sinar (ray)



Jika cahaya dipandang sebagai partikel, maka sinar adalah lintasan partikel tersebut.

Jika cahaya dipandang sebagai gelombang, sinar adalah garis khayal sepanjang arah perjalanan gelombang itu.

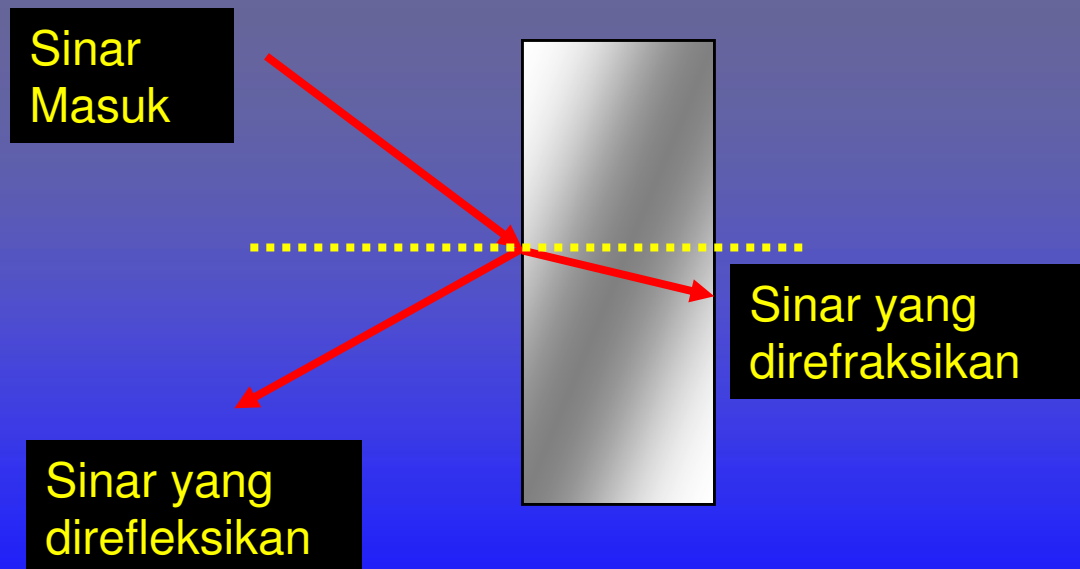




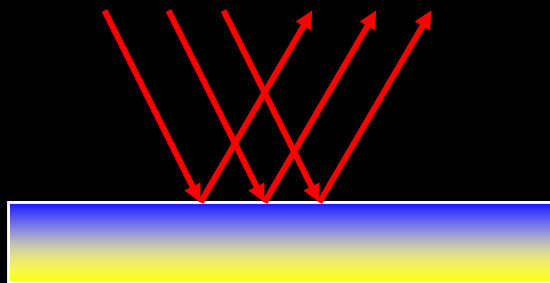
Refleksi dan Refraksi

Dengan menggunakan model sinar, kita dapat menyelidiki dua aspek paling penting mengenai perambatan cahaya; Refleksi dan Refraksi.

Bila sebuah gelombang cahaya menumbuk sebuah antar muka (interface) halus yang memisahkan dua material transparan, maka pada umumnya gelombang sebagian direfleksikan dan sebagian direfraksikan.

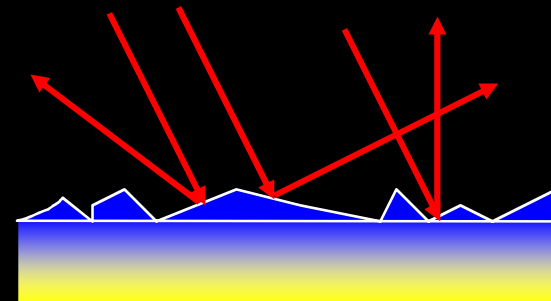


Refleksi Spekular dan Refleksi Difus



Refleksi Spekular :

Refleksi pada sudut tertentu dari sebuah permukaan yang sangat halus



Refleksi Difus :

Refleksi yang dihamburkan dari sebuah permukaan kasar



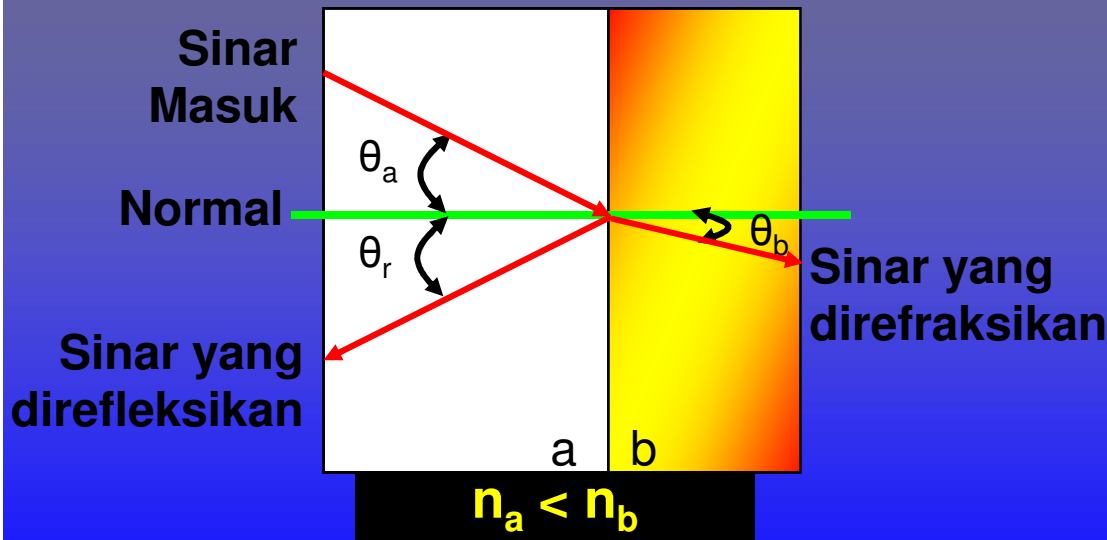


INDEK REFRAKSI (n)

Rasio dari laju cahaya c dalam ruang hampa terhadap laju cahaya v dalam material itu.

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

Cahaya selalu berjalan lebih lambat pada suatu material daripada jika ia bergerak di ruang hampa, sehingga nilai n dalam medium apapun selain ruang hampa selalu lebih besar daripada satu (Untuk ruang hampa $n=1$).

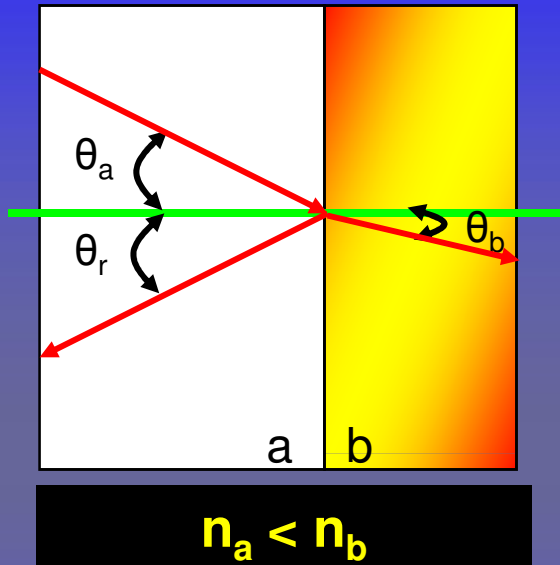


Pada kasus di samping medium b memiliki indeks refraksi (n_b) yang lebih besar dari medium a (n_a), akibatnya kecepatan cahaya dalam medium b berkurang (hal ini ditunjukkan dengan sinar dibiarkan mendekati garis normal).

Karena n adalah rasio dari 2 laju, maka n adalah bilangan murni tanpa satuan



INDEK REFRAKSI DAN ASPEK GELOMBANG DARI CAHAYA



Jadi :

$$f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{v}{\lambda}; n = \frac{c}{v}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

Frekuensi cahaya tidak pernah berubah bila melewati material yang berbeda (siklus gelombang yang datang persatuan waktu harus sama dengan siklus yang meninggalkan material persatuan waktu); Ini menunjukkan bahwa permukaan tidak dapat mencipta atau menghancurkan gelombang.

Padahal; $v = \lambda f$ dan v selalu lebih kecil dari c , maka panjang gelombang (λ) cahaya jika melewati material lebih kecil daripada panjang gelombang cahaya pada ruang hampa (λ_0).





HUKUM REFLEKSI DAN REFRAKSI

1. Sinar masuk, sinar yang direfleksikan, sinar yang direfraksikan dan garis normal (terhadap permukaan) terletak pada bidang yang sama.

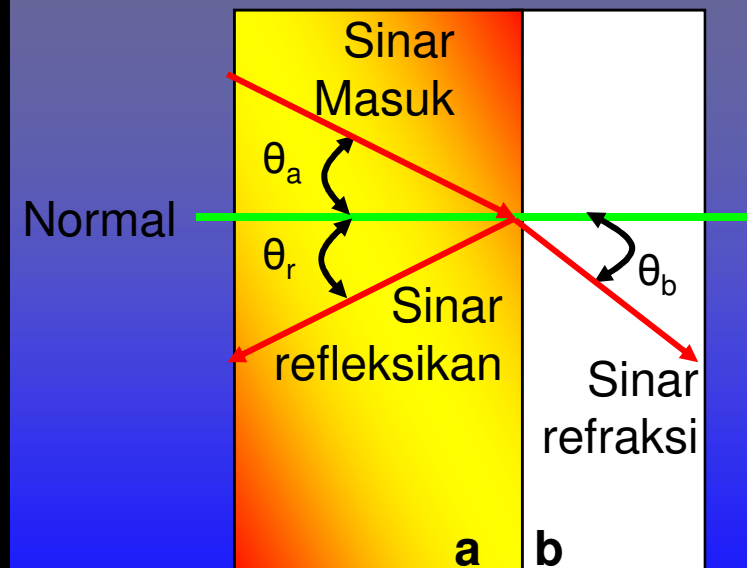
2. Sudut refleksi (θ_r) sama dengan sudut masuk (θ_a)

$$\theta_r = \theta_a$$

3. Rasio antara sinus sudut θ_a dan θ_b sama dengan kebalikan dari rasio kedua indeks refraksi.

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n_b}{n_a}$$

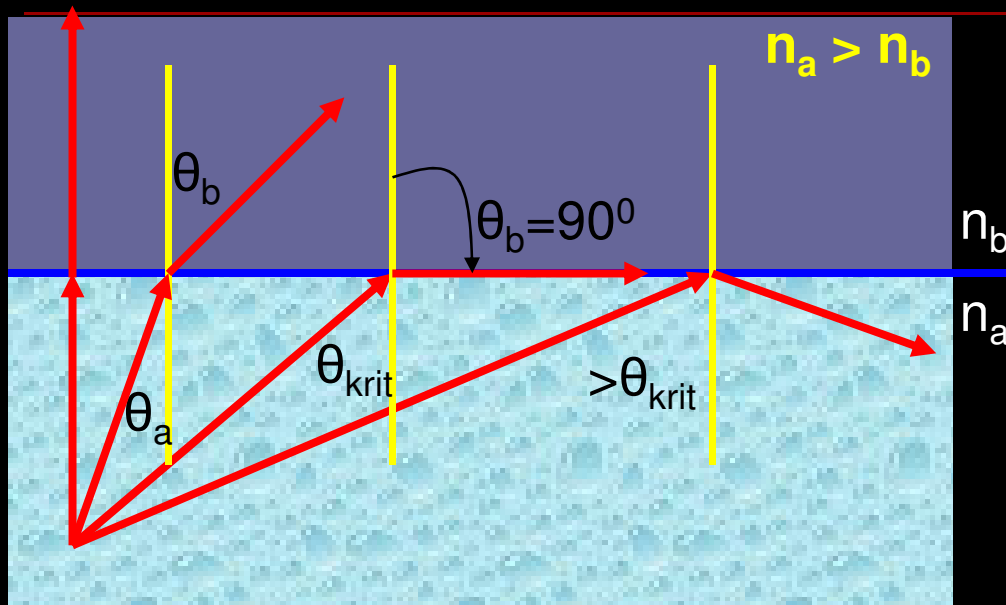
$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b$$



$$n_a > n_b$$



Refleksi Internal Total



Meskipun secara umum sinar akan direfleksikan sekaligus direfraksikan jika melewati dua medium berbeda, kita dapat membuat refleksi total (semua sinar terefleksikan, tidak ada yang direfraksikan), caranya?

Jika sebuah sinar memasuki antarmuka dengan material kedua yang indeks refraksinya lebih kecil daripada indeks refraksi material pertama dengan sudut lebih besar daripada sudut kritis, maka akan terjadi refleksi internal total.

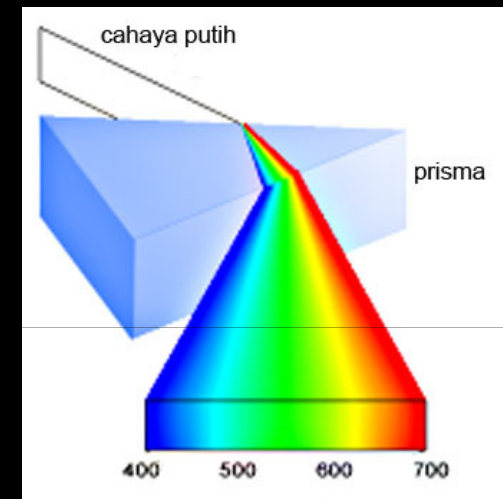
$$\sin \theta_{krit} = \frac{n_b}{n_a}$$

Bagaimana persamaan tersebut muncul ?



DISPERSI CAHAYA

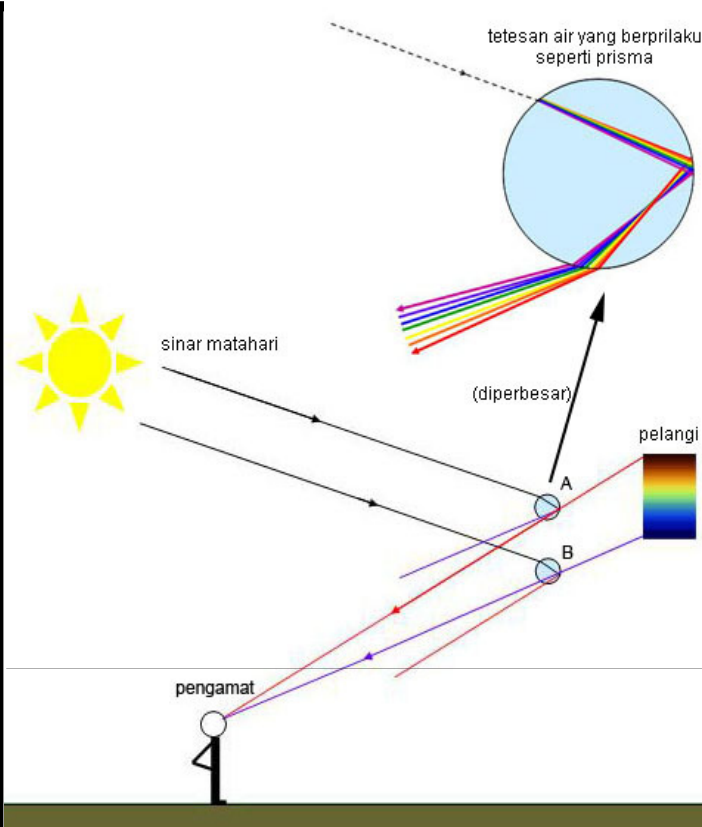
Laju cahaya pada ruang hampa adalah sama untuk semua panjang gelombang. Namun laju cahaya pada suatu material akan berbeda untuk tiap-tiap panjang gelombang. Maka indeks refraksi suatu material bergantung juga pada panjang gelombang cahaya yang melewatinya.



Kebergantungan laju gelombang dan indeks refraksi terhadap panjang gelombang dinamakan dispersi.



Refleksi, Refraksi, Dispersi dan Pelangi

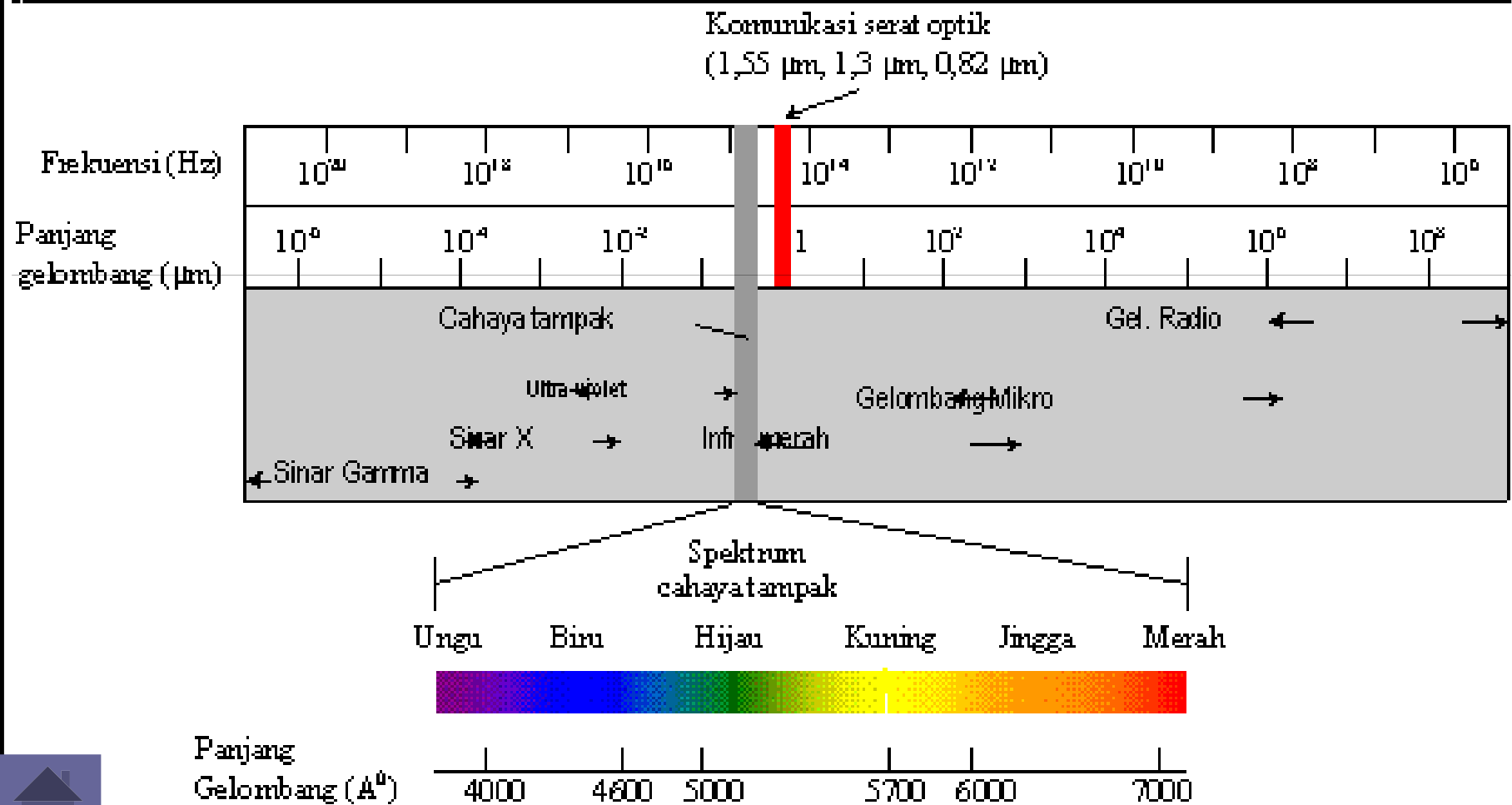


Tetes air - dari air hujan - adalah salah contoh benda yang tersedia di alam yang bisa menguraikan cahaya putih. Ketika seberkas cahaya putih mengenai setetes air, tetesan air ini berperilaku seperti prisma. Dia menguraikan sinar putih tadi sehingga terciptalah warna-warna pelangi. Terciptalah pelangi.

Cahaya matahari datang dari belakang pengamat, direfraksikan ke dalam sebuah tetes air, kemudian ia akan dirfleksikan dari permukaan belakang tetesan air, selanjutnya direfraksikan kembali ke udara. Dalam semua prosesnya cahaya mengalami dispersi, maka terurailah cahaya putih menjadi pelangi.



DAFTAR PANJANG GELOMBANG YANG DIPANCARKAN OLEH MATAHARI





HAMBURAN CAHAYA

Cahaya yang kita lihat dari matahari adalah cahaya yang telah mengalami penyerapan kemudian diradiasikan kembali oleh molekul-molekul di atmosfer.

Peristiwa molekul menyerap dan kemudian meradiasikan kembali suatu cahaya dinamakan sebagai HAMBURAN CAHAYA.



Peristiwa inilah yang menjadi “dalang” dibalik rahasia mengapa langit berwarna biru ketika siang hari, dan berwarna merah ketika pagi atau sore hari.

Bisakah anda jelaskan detailnya ???

LANGIT BERWARNA BIRU DI SIANG HARI



Langit hanya berwarna biru di siang hari. Bumi diselubungi lapisan udara yang disebut atmosfer udara yang terdiri atas partikel-partikel kecil. Cahaya dari matahari dihamburkan oleh partikel-partikel kecil tersebut. Tetapi kita tahu, cahaya dari matahari terdiri dari paduan semua warna, dari merah, kuning, hijau, biru, hingga ungu. Warna-warna itu memiliki frekuensi yang berbeda. (Merah < kuning < hijau < biru < ungu).

Semakin besar frekuensi cahaya, semakin kuat cahaya itu dihamburkan.

Warna langit adalah sebagian cahaya matahari yang dihamburkan. Karena yang paling banyak dihamburkan adalah warna berfrekuensi tinggi (hijau, biru, dan ungu), maka langit memiliki campuran warna-warna itu, yang kalau dipadukan menjadi biru terang.



LANGIT BERWARNA MERAH DI SORE HARI



Pada sore hari, sering matahari berubah warna menjadi merah. Pada saat itu, sinar matahari yang sudah miring menempuh jarak lebih jauh untuk mencapai mata kita, sehingga semakin banyak cahaya yang dihamburkan. Sehingga yang banyak tersisa adalah cahaya frekuensi rendah, yaitu merah. Di bulan dan di planet yang tidak memiliki atmosfer, cahaya matahari tidak dihamburkan, sehingga langit selalu berwarna hitam, walaupun di siang hari.

