

Bintik Matahari dan Spektrum Matahari

Alexandre Costa, Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union,
Escola Secundária de Loulé, Portugal
Universida Tecnológica Nacional, Argentina
Colegio Retamar de Madrid, Spain



Tujuan

- Memahami spektrum matahari.
- Memahami "kenapa" dengan spektrum matahari.
- Memahami bintik matahari
- Memahami penelitian Galileo yang signifikan tentang bintik matahari secara historis.



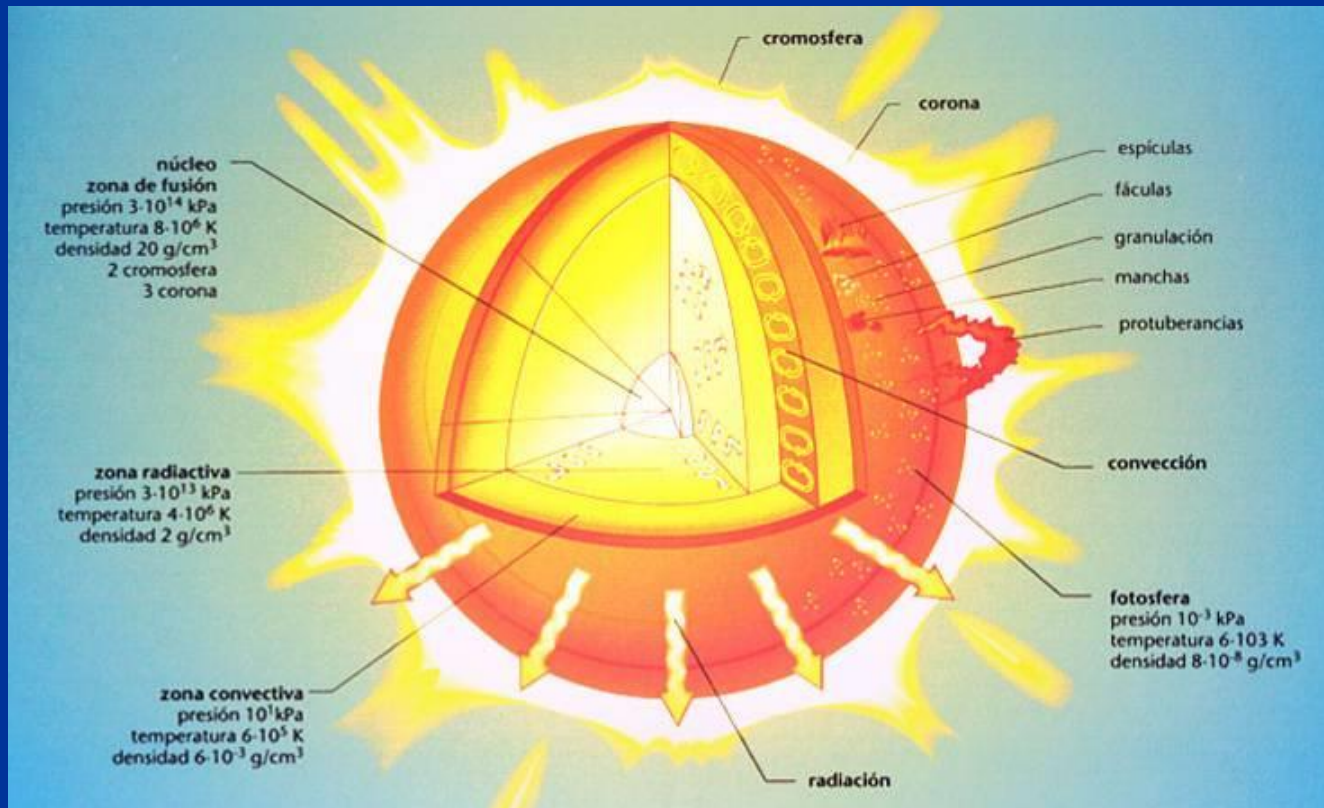
Radiasi Matahari

Semua energi (cahaya, panas) yang kita gunakan berasal dari matahari



Radiasi Matahari

Radiasi tersebut dihasilkan didalam inti Matahari, pada tekanan sangat tinggi dan temperatur 15 juta derajat. Radiasi ini diproduksi melalui reaksi fusi nuklir.



Radiasi Matahari

- 4 proton (inti H) bergabung membentuk atom Helium (fusi).



- Massa yang dihasilkan lebih rendah daripada massa awal 4 proton karena massa “sisanya” ditransformasikan menjadi energi:

$$E=mc^2$$

- Setiap detik, 600 juta ton H dikonversi menjadi 595,5 juta ton He, sisanya dikonversi menjadi energi.
- Matahari sangat masif sehingga kehilangan massa dengan sebesar laju tersebut, Matahari dapat bertahan sampai milyaran tahun.

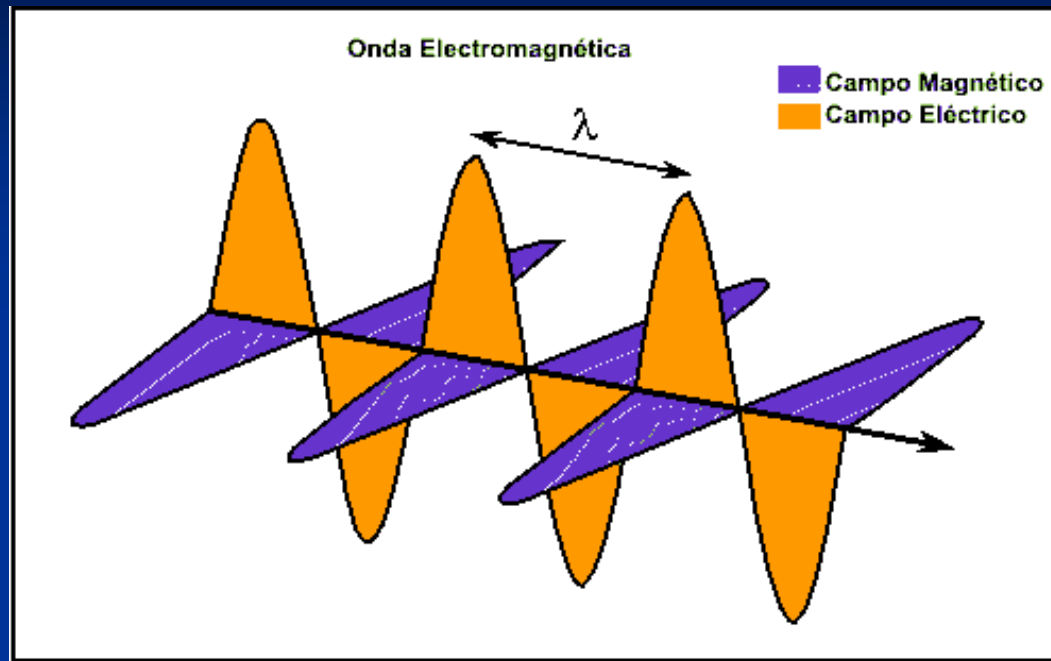
Radiasi Matahari

Energy dipindahkan dengan kelajuan 299.793 km/detik.
Dibutuhkan waktu 8 menit untuk sampai ke Bumi

.



Spektrum Matahari: Radiasi

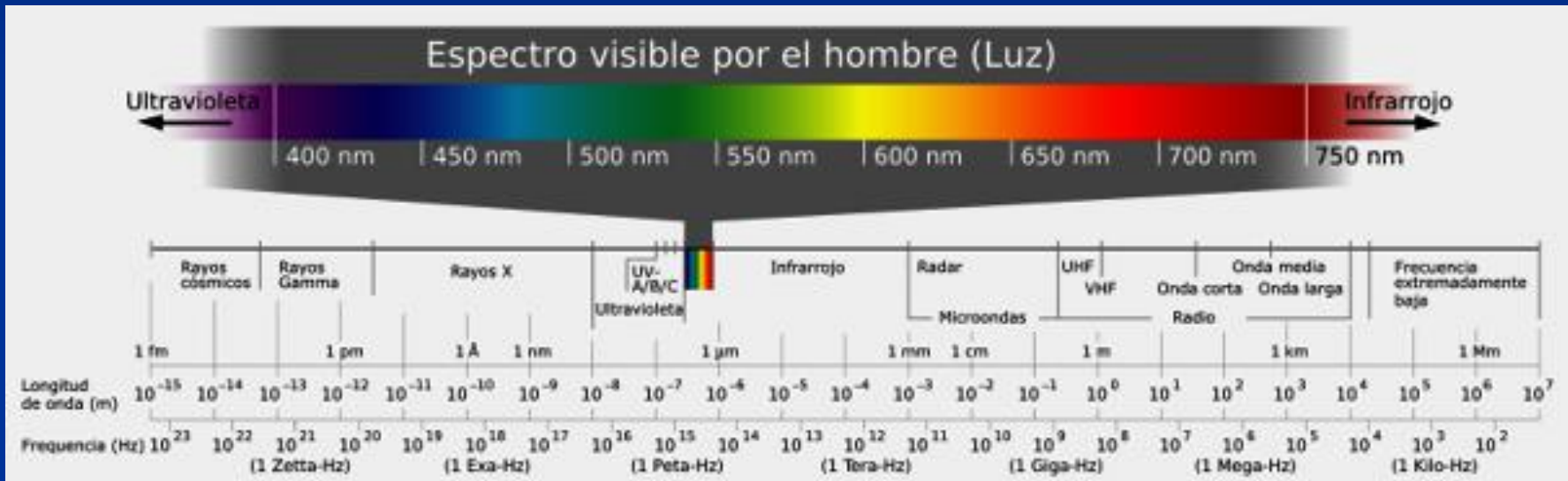


Panjang Gelombang λ , Frekuensi ν dan cepat rambat gelombang elektromagnetik c dihubungkan dalam persamaan:

$$c = \lambda \cdot \nu$$

Spektrum Matahari: Radiasi

Spektrum Elektromagnetik



Gamma



Sinar-X



Cahaya Tampak



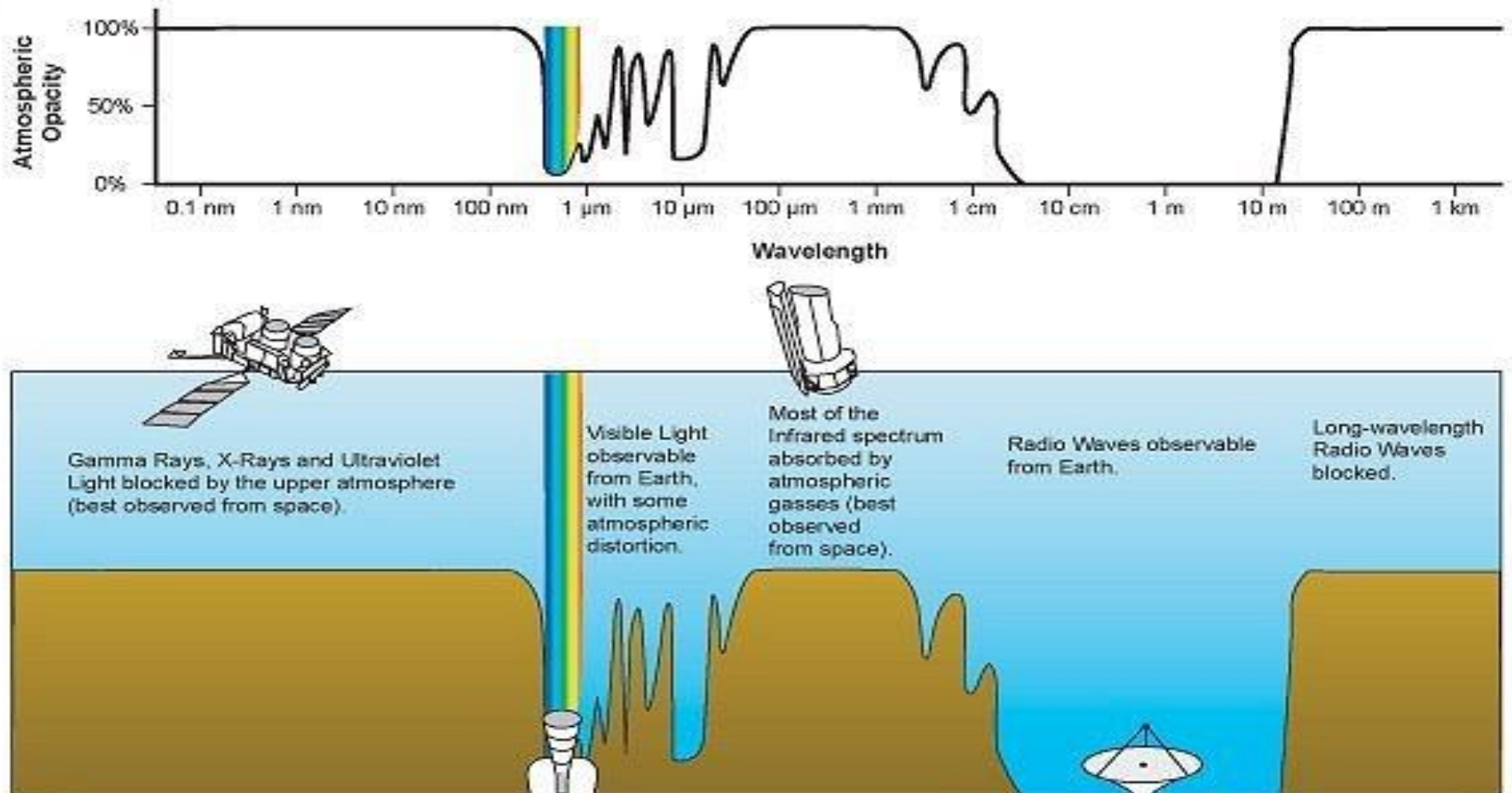
Inframerah



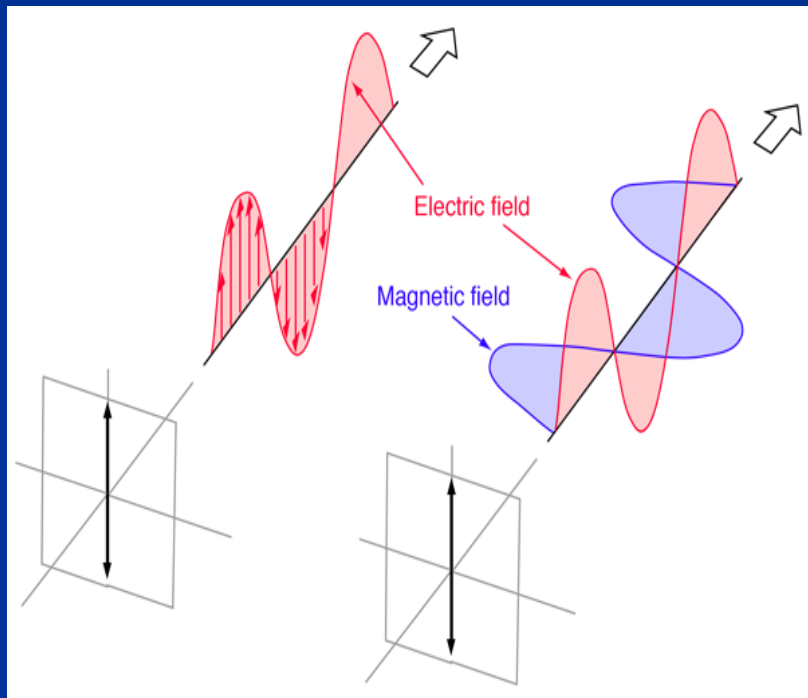
Radio

Spektrum Matahari: Radiasi

Atmosfer Bumi bersifat opaque (tidak tembus) untuk hampir semua panjang gelombang radiasi



Radiasi Matahari: Polarisasi

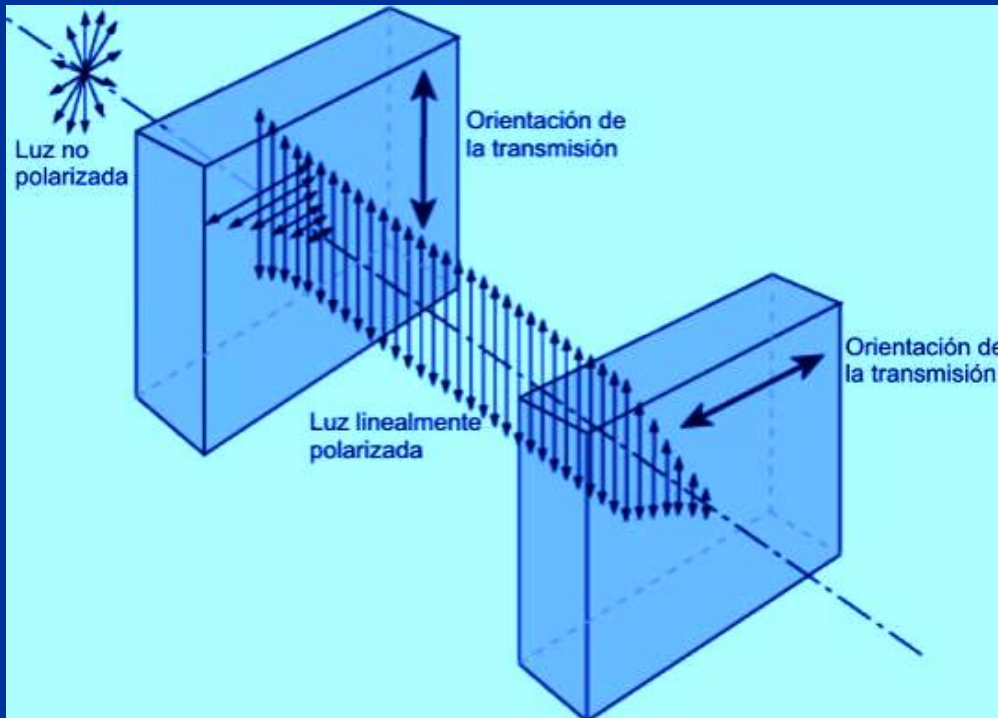


- Radiasi elektromagnetik yang sempurna memiliki profil yang terlihat pada gambar.
- Terdapat arah getaran untuk masing-masing medan listrik dan medan magnet.
- Hal ini disebut gelombang terpolarisasi linear.
- Cahaya Matahari tidak mempunyai arah getaran tertentu.

Spektrum Matahari: Polarisasi

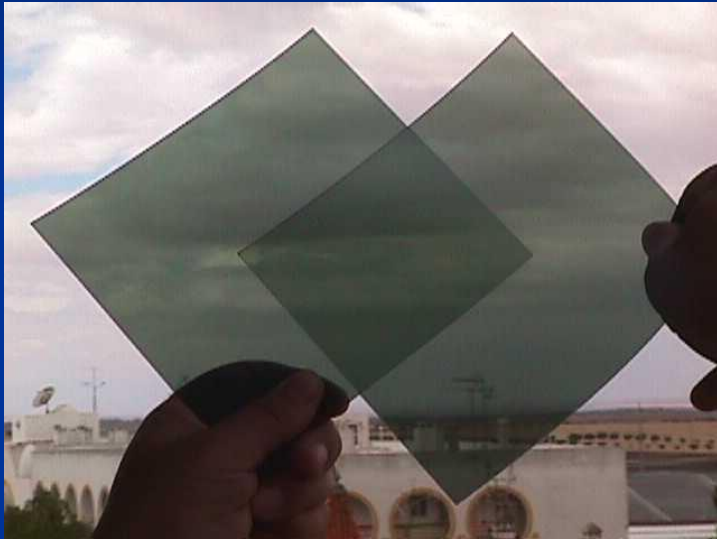
Cahaya Matahari dapat dipolarisasi:

- Dengan pemantulan
- Dengan melewatkannya melalui penapis (filter) pemolarisasi.

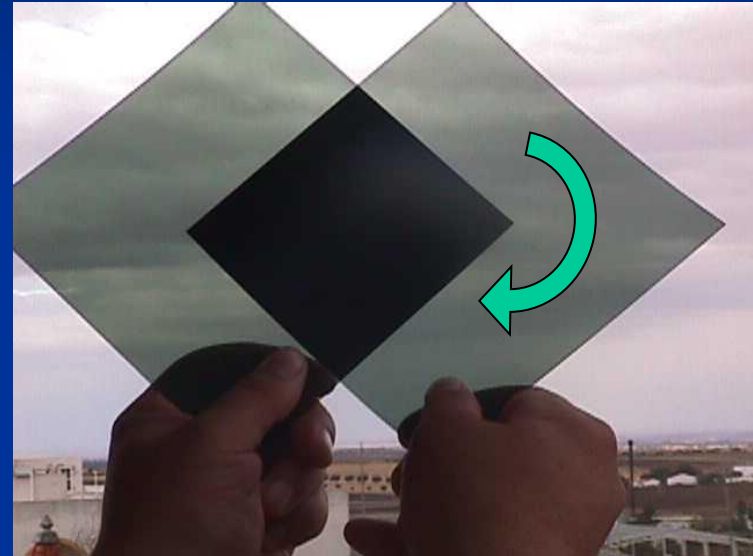


Ketika dua penapis pemolarisasi mempunyai orientasi polarisasi paralel, cahaya dapatlight melewati kedua penapis. Jika keduanya tegak lurus, cahaya yang melewati penapis pertama filter terhalang oleh penapis kedua dan tidak ada cahaya yang berhasil menembus

Aktivitas 1 : Spektrum Matahari Polarisasi



If the filters have the same orientation, light passes through.



If one of the filters is turned 90° , light is blocked.

Aktivitas 1 : Spektrum Matahari Polarisasi



Molekul kedua filter memiliki orientasi yang sama, cahaya melewatinya.

Dalam astrofisika, polarisasi cahaya memungkinkan orientasi dan ukuran butiran debu antarbintang dipelajari.

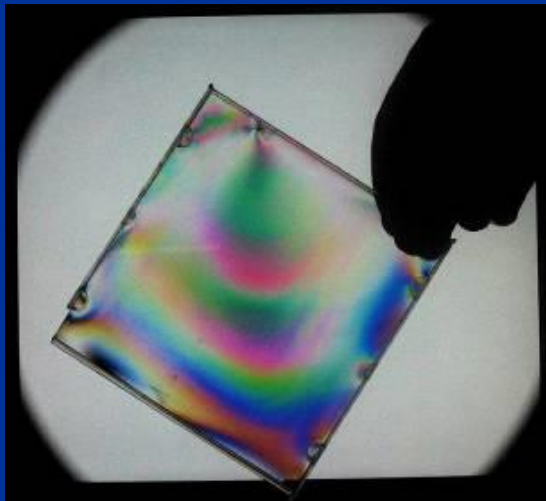


Jika filter diputar 90° .
Cahayanya tidak bisa lewat

Aktivitas 1 : Spektrum Matahari Polarisasi

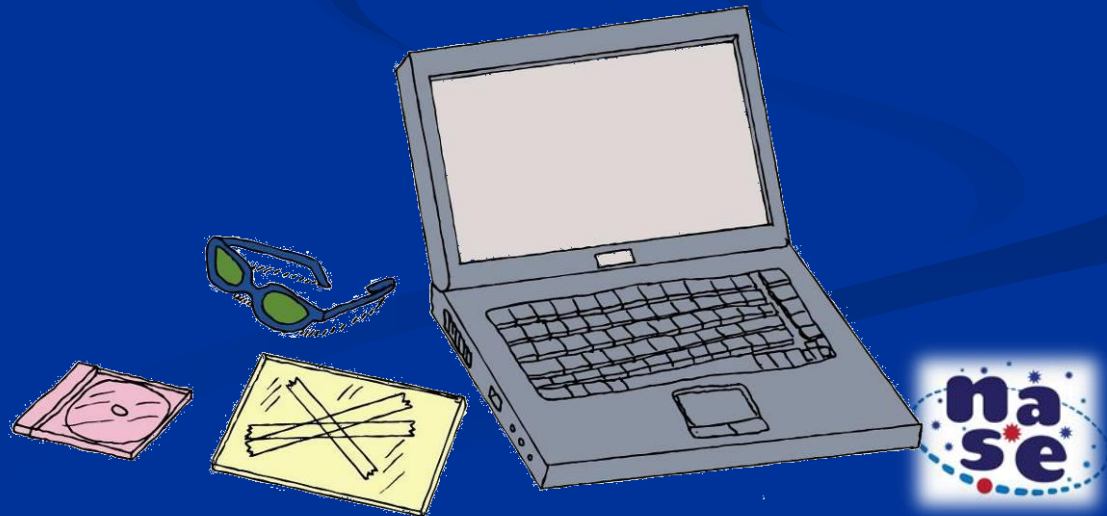


- Cahaya dapat terpolarisasi dengan pemantulan.
- Kacamata terpolarisasi membantu anda menghindari pemantulan.
- Polarisasi digunakan di fotografi dan teknik untuk melihat tegangan internal pada material.

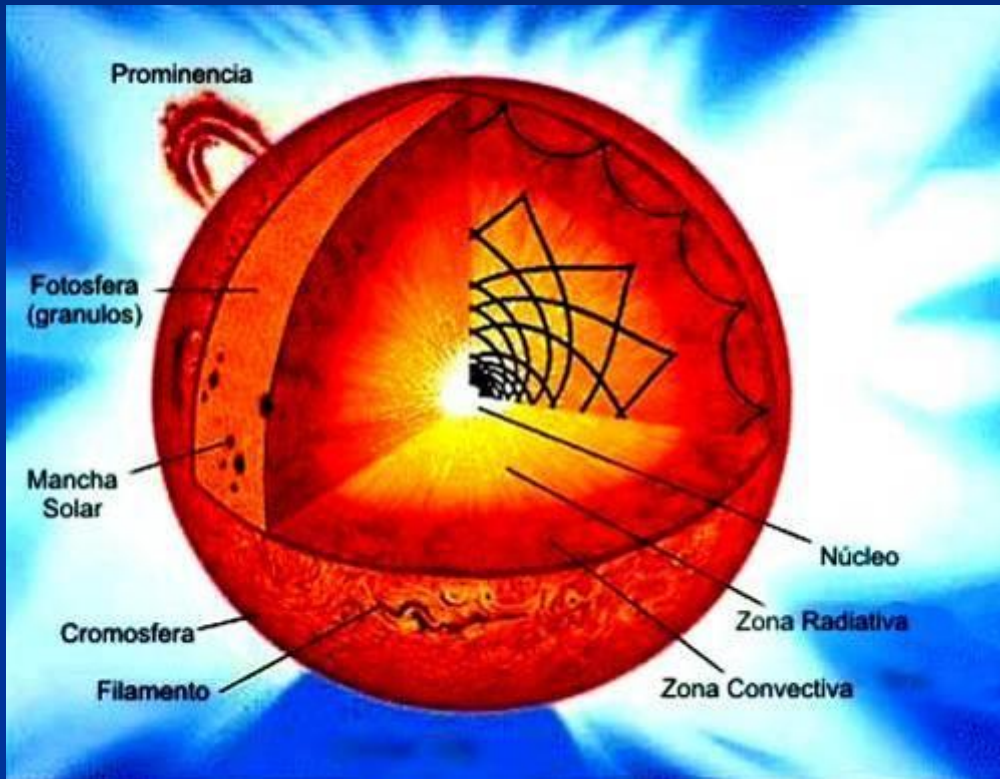


Aktivitas 2: Polarisasi Cahaya

- Liquid crystal display (LCD) laptop mengemisikan cahaya terpolarisasi.
- Amati bidang polarisasi dengan kaca mata terpolarisasi.
- Beberapa obyek memutar bidang polarisasi: selotip yg ditempel diras kristal.
- Amati tegangan internal pada sebuah plastik transparan (misal, wadah CD)



Struktur Matahari



- Inti:

15 juta K

- Zona Radiatif:

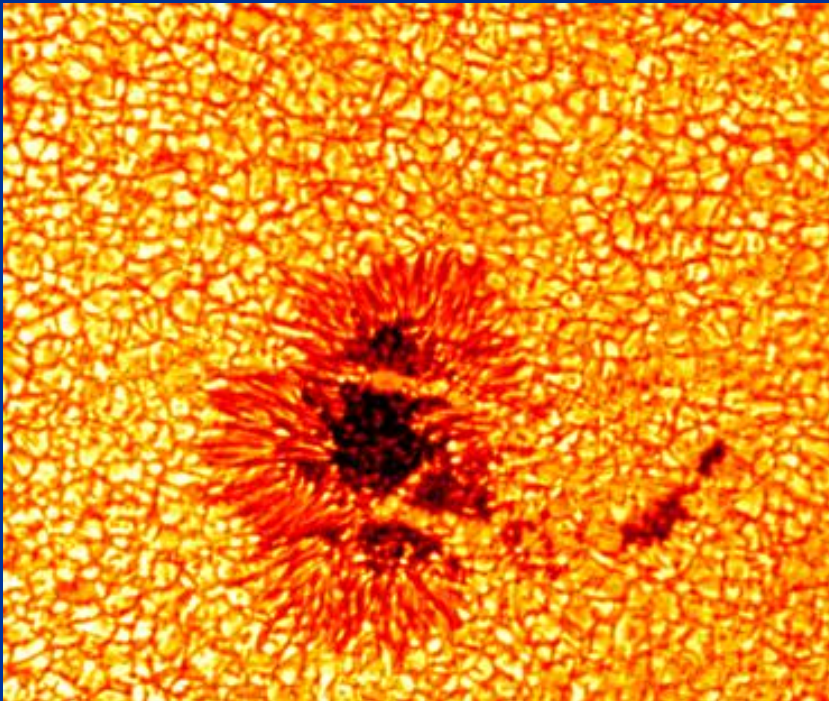
8 juta K

- Zona konvektif:

500 000 K.

Terdapat konveksi
(pergerakan materi)
didalam Matahari.

Struktur Matahari



•fotosfer:

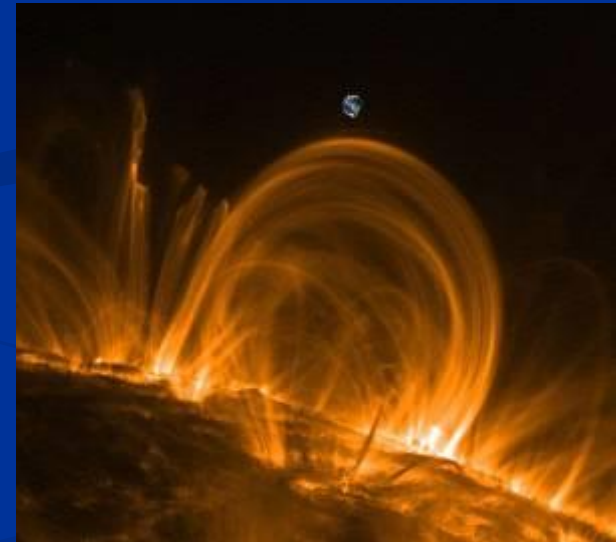
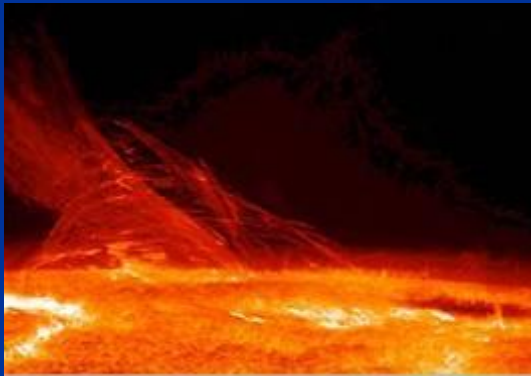
6.400 - 4.200 K,
adalah
"permukaan"
Matahari

Mengandung
granula~1000 km

Struktur Matahari



- Kromosfer: "padang pembakaran" bertemperatur $4.200-1 \cdot 10^6$ K. Terdapat prominensa (protuberances) dan flares

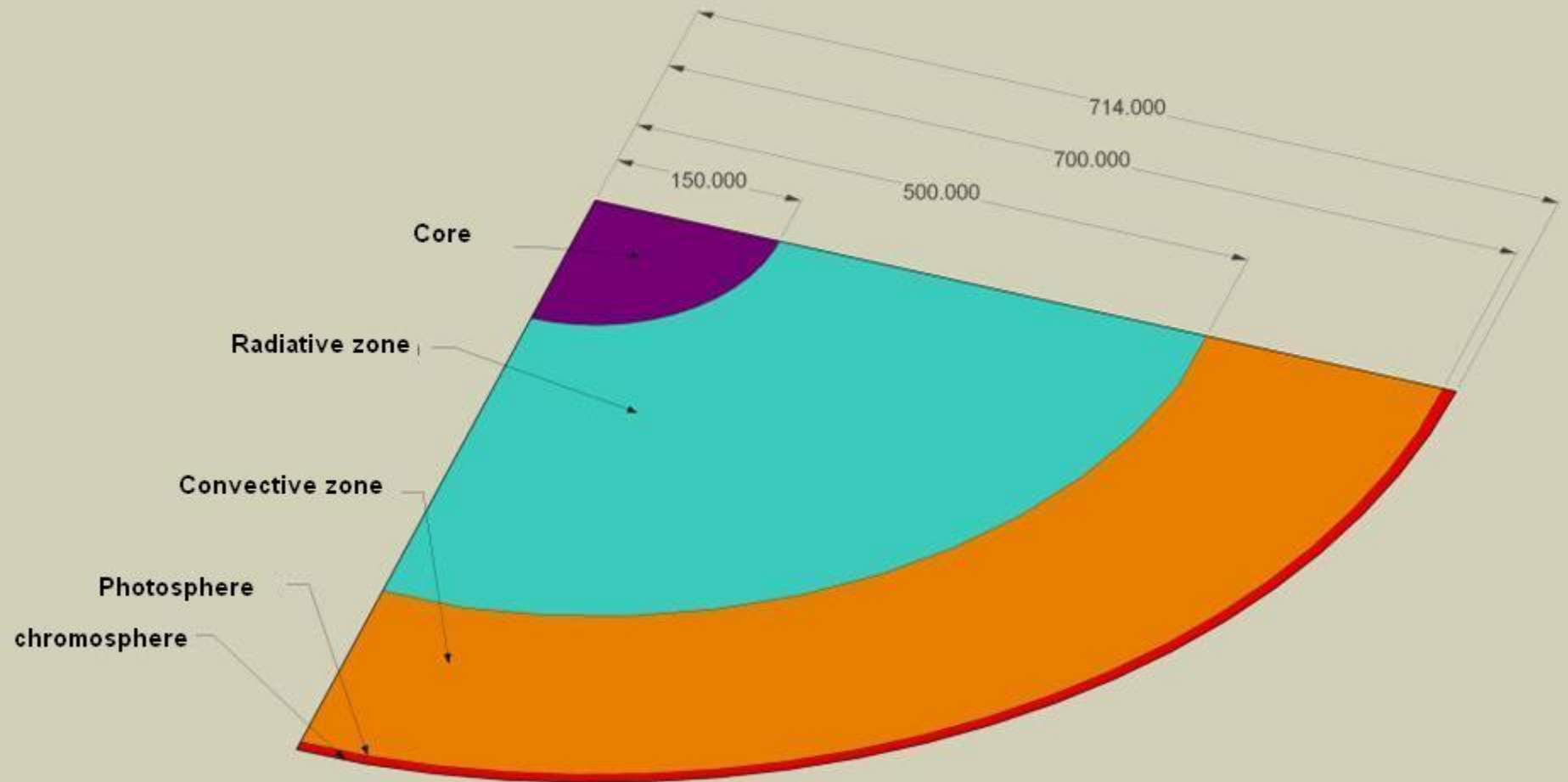


Struktur Matahari

- Korona: angin Matahari, $1-2 \cdot 10^6$ K.
- Hanya terlihat pada saat gerhana atau dengan menggunakan instrumen khusus (Koronograf).



Struktur Matahari

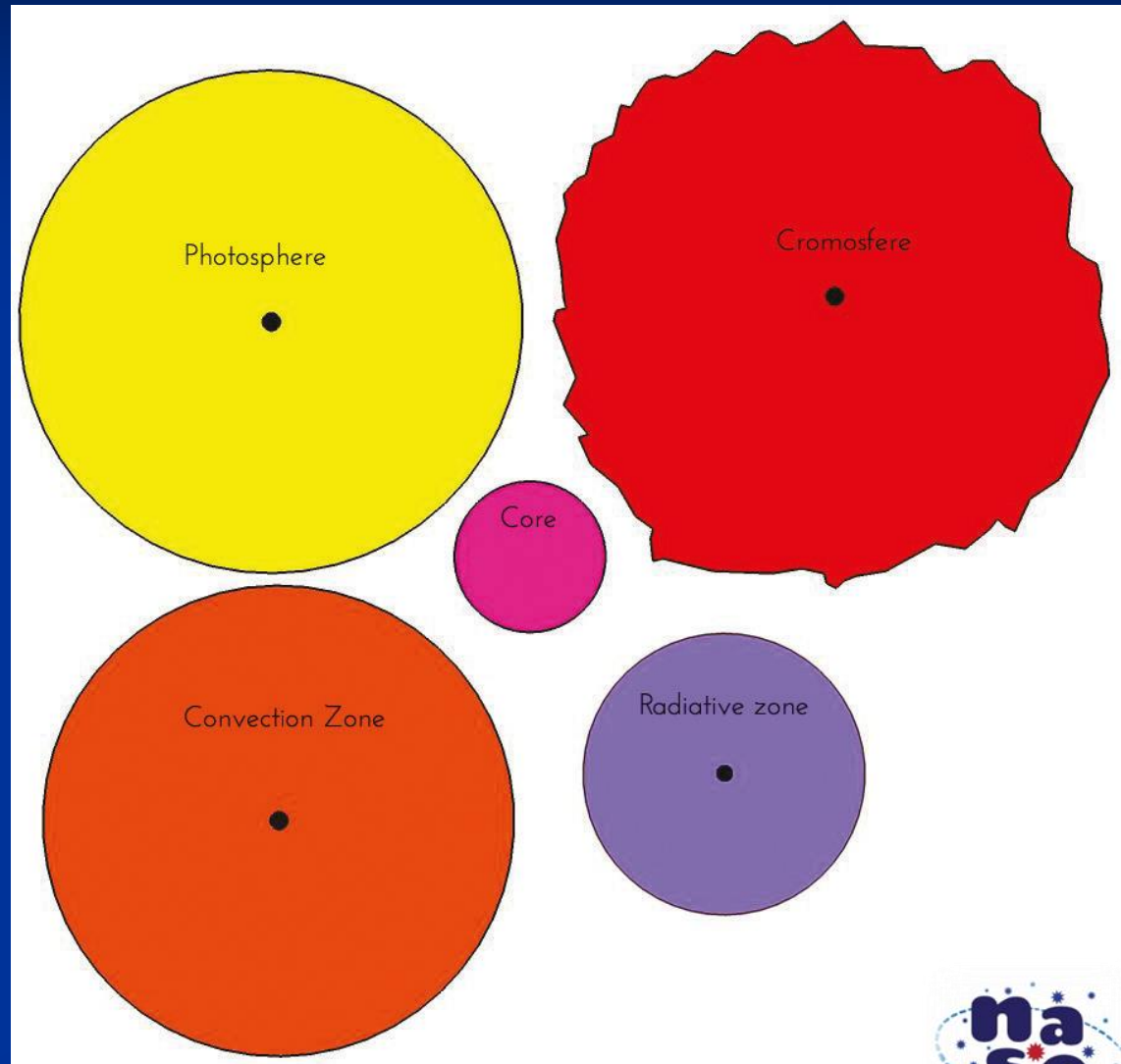


Activity 3: Solar Structure

Make a simple model of the layers of the Sun.

The goal is to cut out the different shapes.

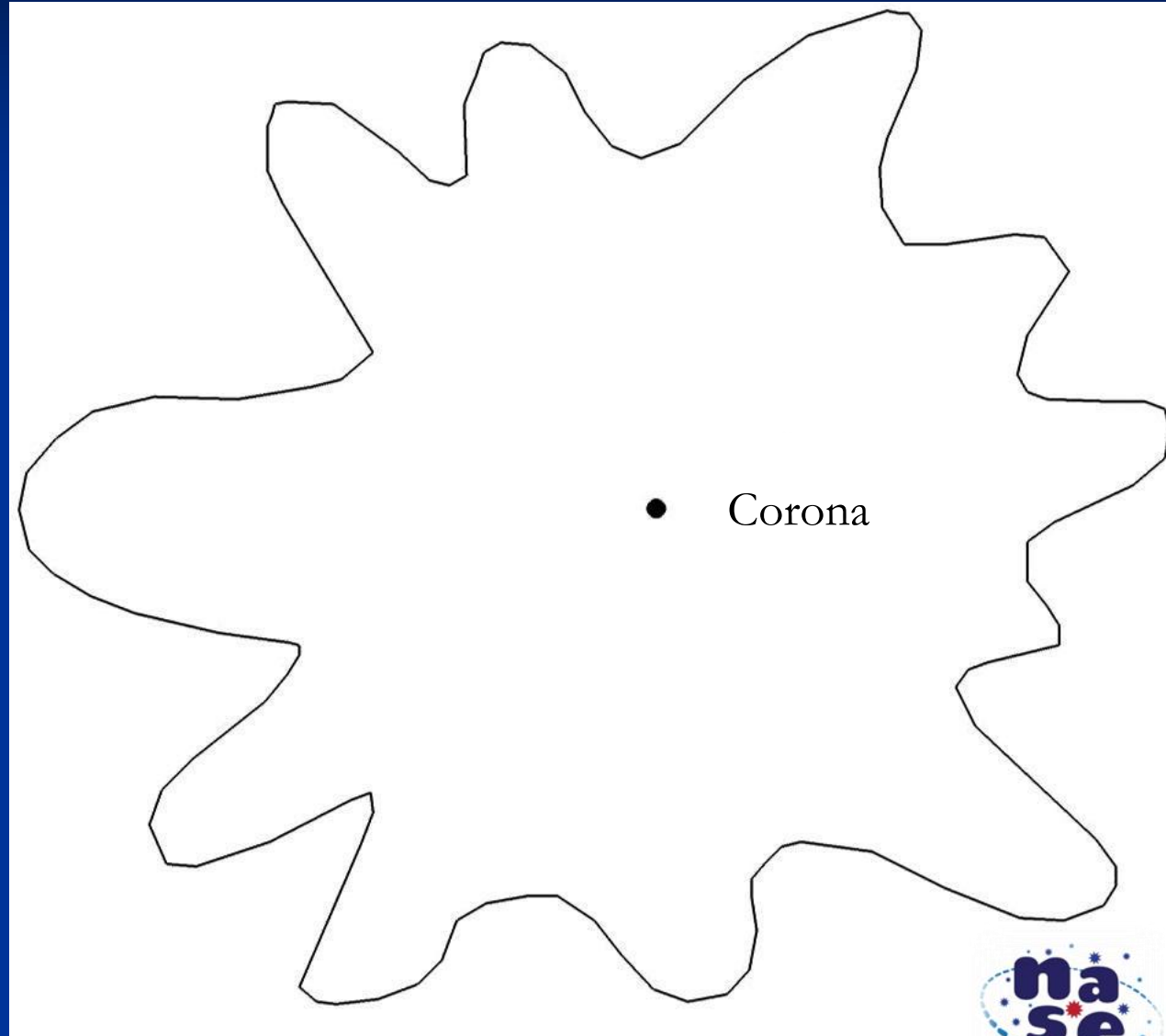
They can be cut from different coloured pieces of paper or be painted.



Activity 3: Solar Structure

The Corona can
made of OHP
film.

Finally you can
paste one above
each other in the
correct order.



Activity 3: Solar Structure

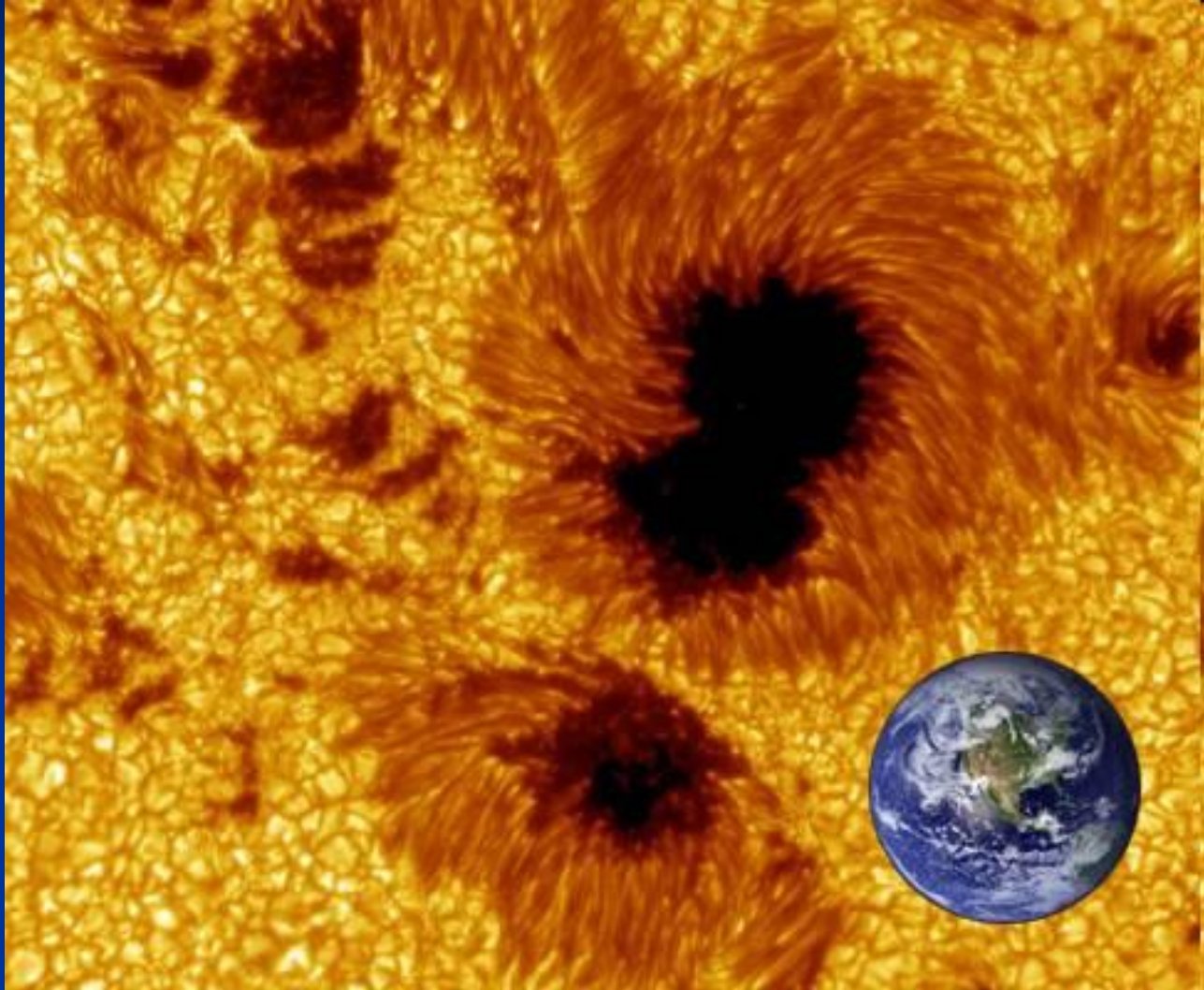


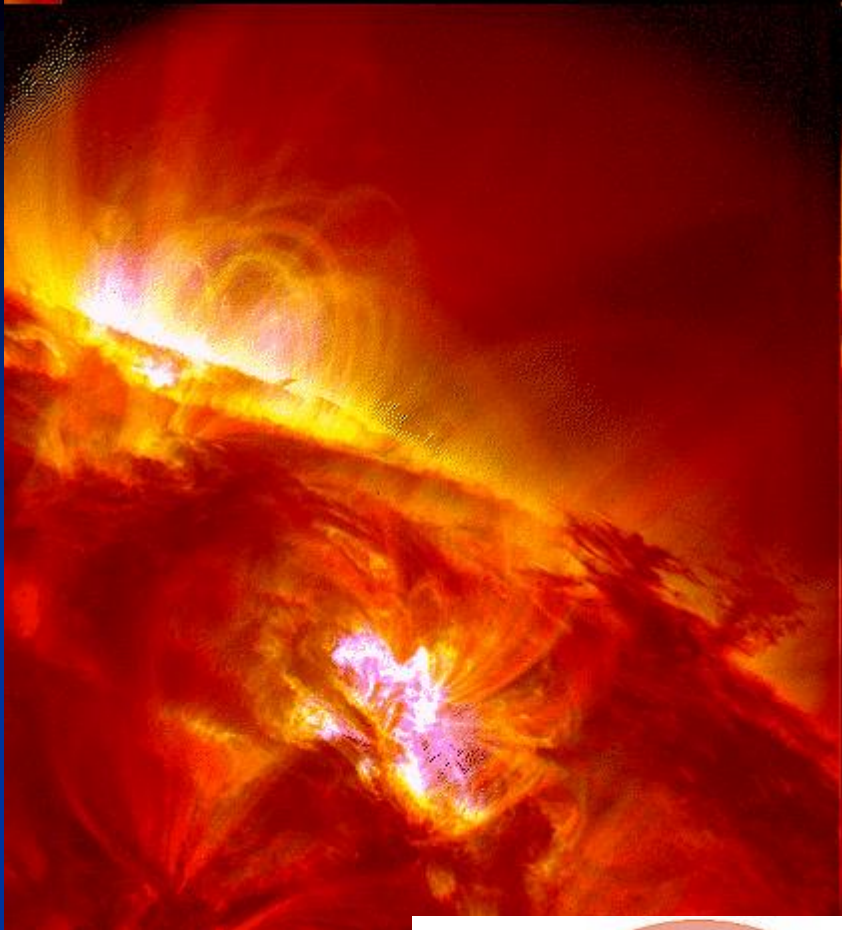
Bintik Matahari

- Noktah gelap pada fotosfer yang bertemperatur ~ 4200 K alih-alih 6000 K.
- Masing-masing bintik Matahari mempunyai dua daerah: Umbra (pusat) dan Penumbra.



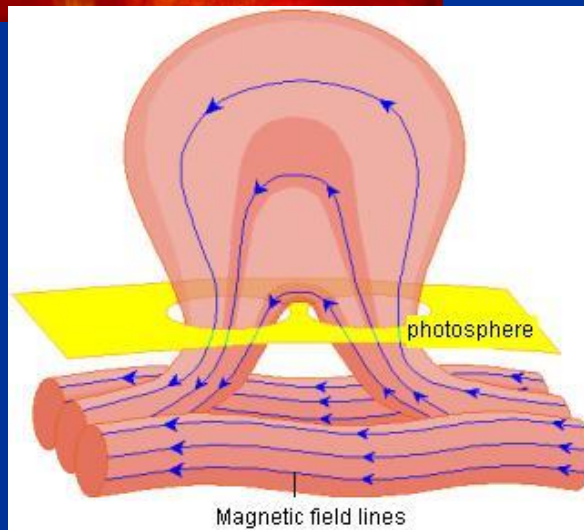
Bintik matahari



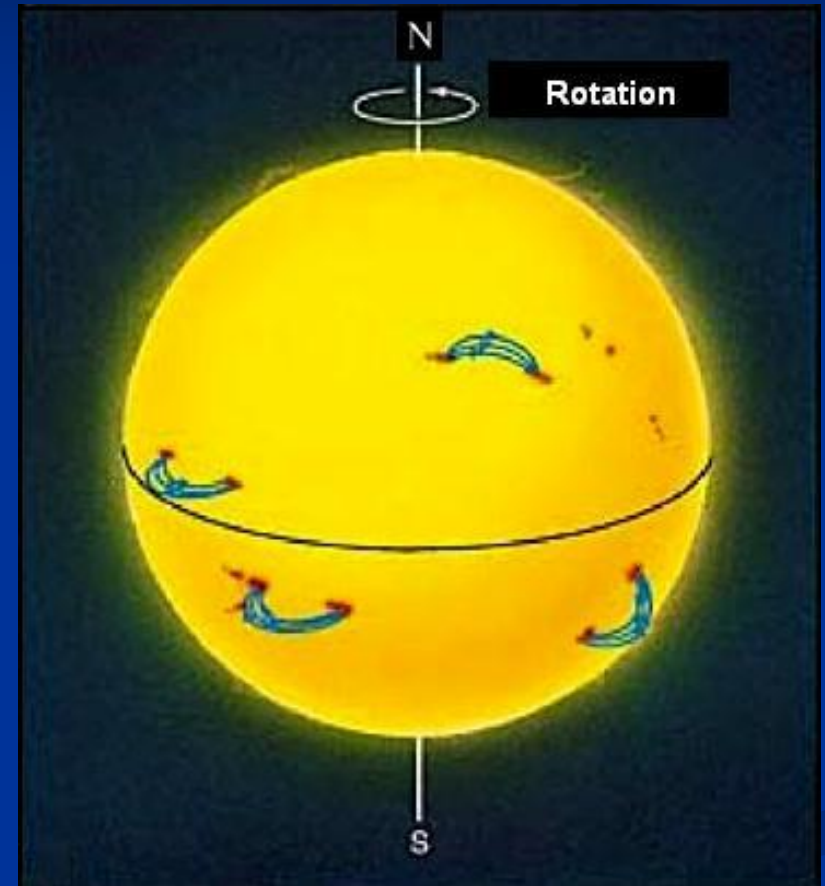
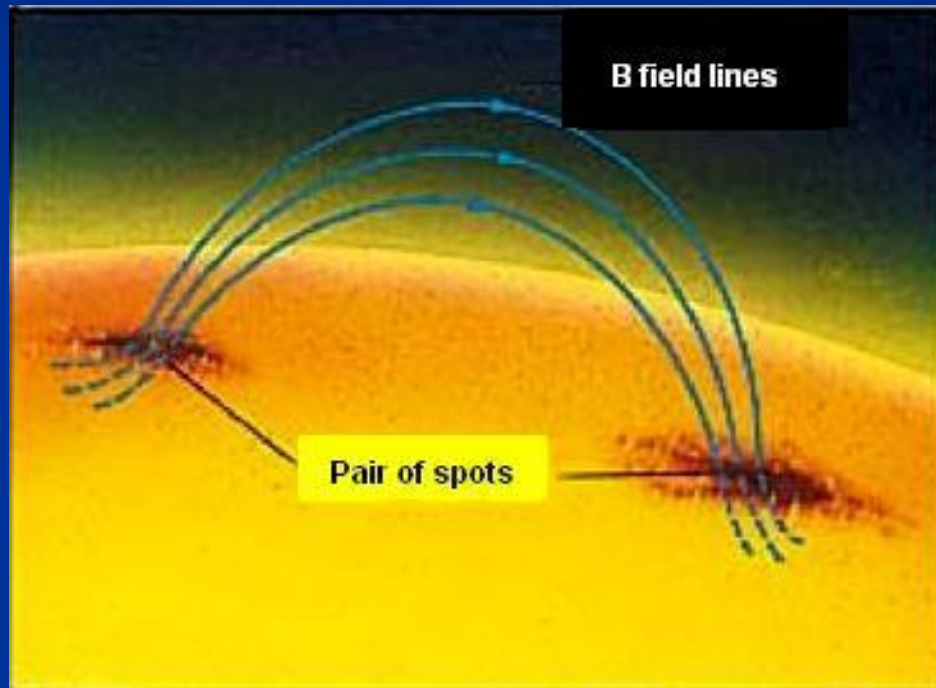


Bintik Matahari

- Terdapat medan magnetik kuat didalamnya.
- Disebabkan oleh singkapan garis-garis medan magnet dalam putaran (*loop*) yang naik dari bagian dalam.

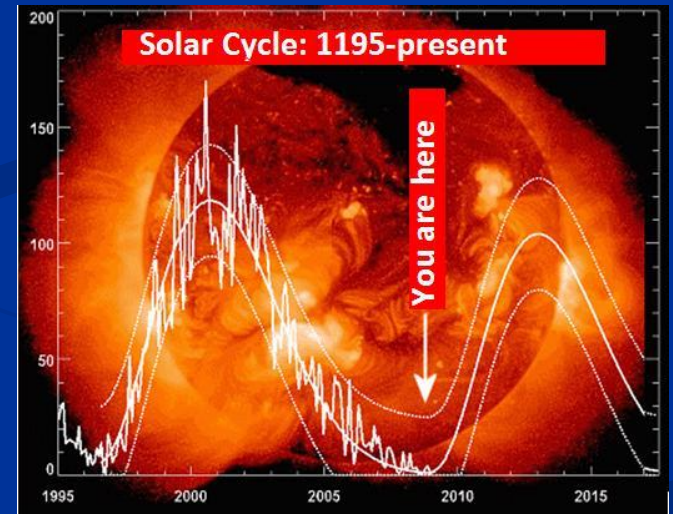
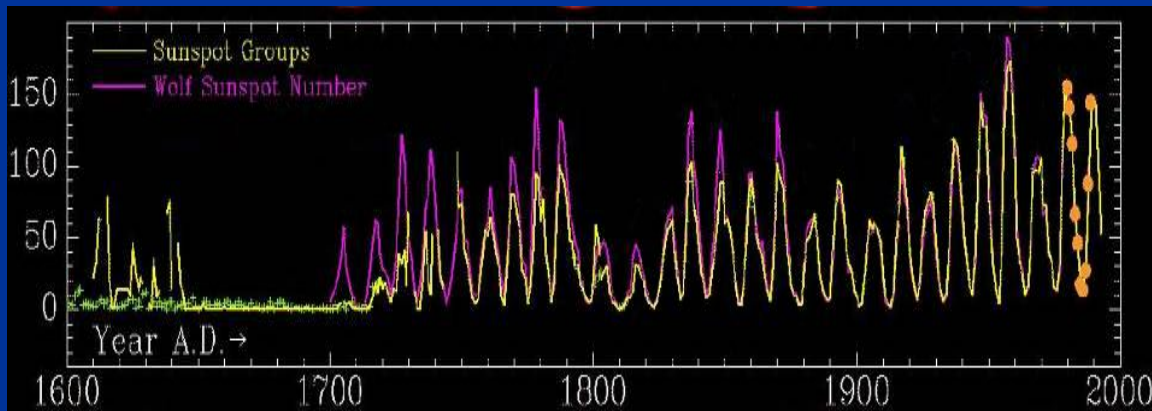


Bintik Matahari



Bintik Matahari

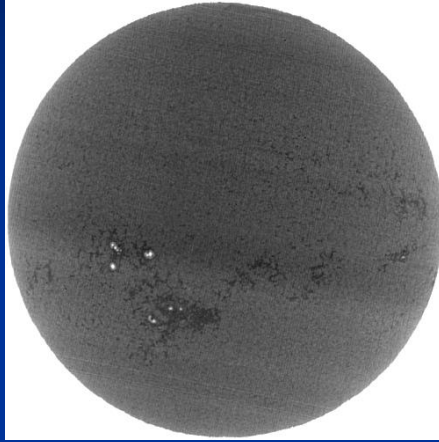
- Jumlah bintik Matahari mengindikasikan "aktivitas Matahari"
- $N^{\circ} \text{ Wolf} = 10 \cdot G + F$
(G=group; F= jumlah total bintik Matahari)
- Terdapat siklus bintik Matahari 11-tahunan



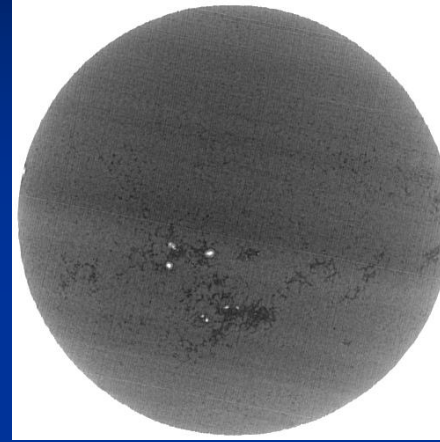
Pada 2008, terdapat aktivitas matahari yang minimum yang berlangsung lebih lama daripada biasanya.

Bintik Matahari: Rotasi Matahari

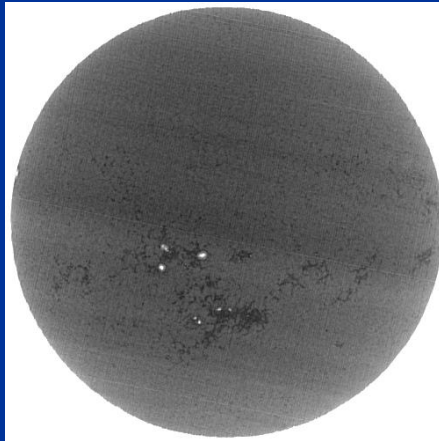
November 21 1992



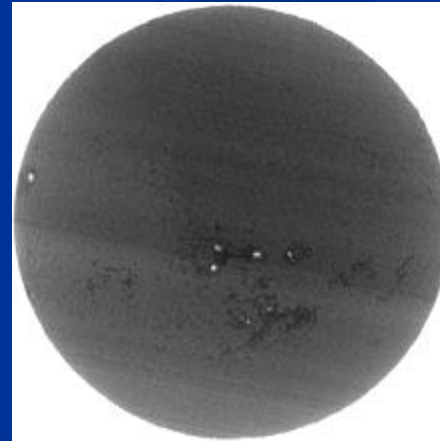
November 22 1992



November 23 1992



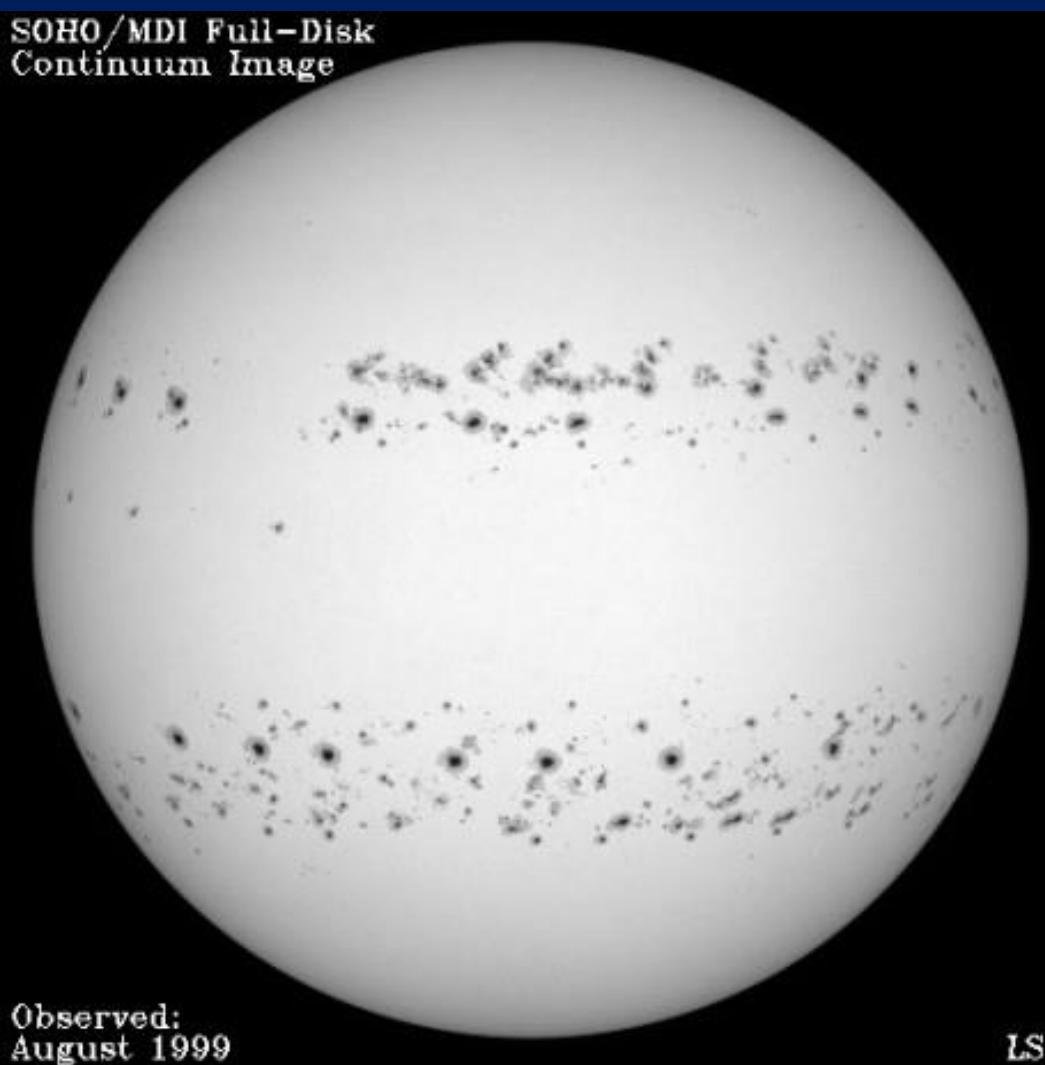
November 24 1992



Credit for images: Astronomical Observatory of the University of Coimbra



Bintik Matahari dan Rotasi Matahari



- Bintik Matahari dapat digunakan untuk mengukur rotasi Matahari.
- Galileo adalah orang yang pertama kali mengamati bintik Matahari menggunakan teleskop; beliau menggunakan bintik Matahari untuk mengukur periode rotasi Matahari.
- Rotasi Differensial: 25 hari di ekuator / 34 hari di kutub-kutubnya.

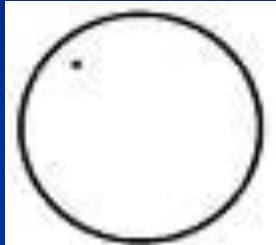
Activity 4: Determining the Sun's rotation period

- Observations of the Sun should always be done by projection with a telescope or binoculars. Never directly.

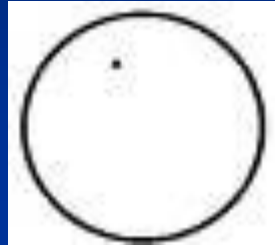


Aktivitas 2: Menentukan periode rotasi Matahari

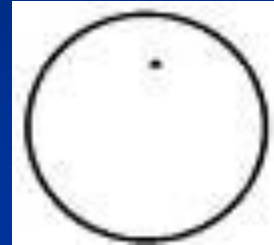
- Bintik Matahari digambarkan selama beberapa hari.



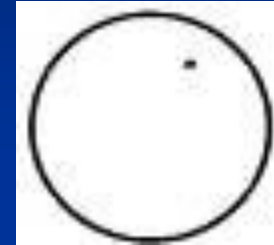
Hari 1



Hari 4

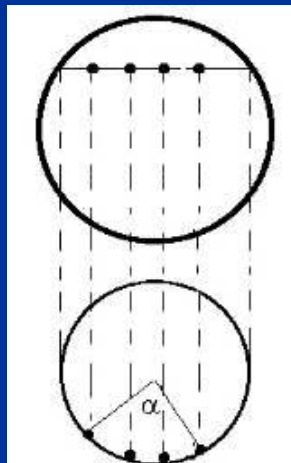


Hari 6



Hari 8

- Gambarkan lintasan, keliling dan sudut α . Kemudian periode P dapat diukur dalam satuan hari

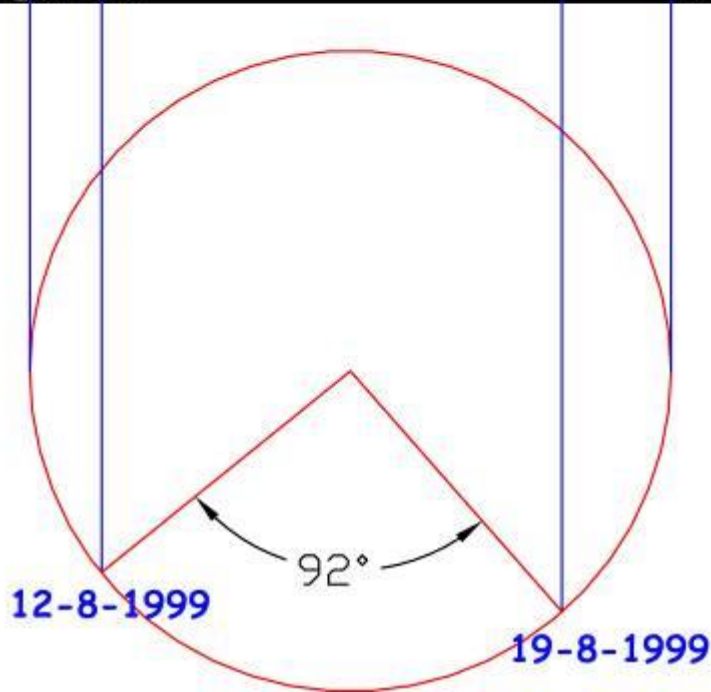


$$\frac{360^\circ}{\alpha^\circ} = \frac{T}{t}$$



Aktivitas 4: Menentukan periode rotasi Matahari

$$T = \frac{360^\circ \times 7 \text{ hari}}{92^\circ} = 27,3 \text{ hari}$$



Radiasi Matahari

- Matahari adalah reaktor nuklir yang sangat besar menghasilkan foton, masing-masing dengan frekuensi (warna) dan energi $E=h \cdot \nu$
- Kecemerlangan (Daya dalam satuan watt) Matahari sangat tinggi: setiap detiknya, Matahari mengemisikan energi ekuivalen dengan trilyunan bom atom.
- Energi tersebut ditransmisikan melalui ruang yang menyerupai gelembung yang semakin bertambah besar seiring pertambahan waktu.
- Luas area gelembung adalah $4 \cdot \pi \cdot R^2$.
- Pada jarak R dari Matahari, energi yang tiba setiap detiknya pada luasan 1 m^2 adalah:

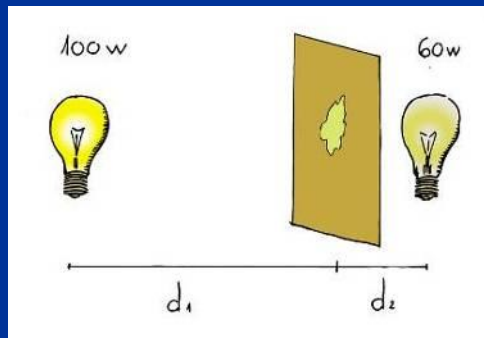
$$\frac{P}{4\pi R^2}$$



Aktivitas 5: Mengukur luminositas Matahari

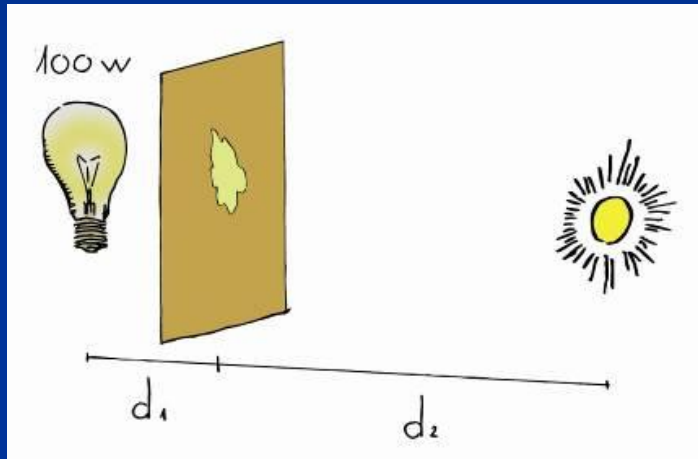
- Energi yang ditransmisikan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak. Jika kita tahu jarak dari Matahari, kita dapat menghitung dayanya.
- Kita membuat fotometer noktah-minyak. Ketika cahaya dari kedua sisi kertas sama, noktah akan tidak terlihat lagi; pada saat itu, energi yang sama tiba dari kedua sisi, dan kemudian:

$$\frac{P_1}{4 \cdot \pi \cdot d_1^2} = \frac{P_2}{4 \cdot \pi \cdot d_2^2}$$



Aktivitas 5: Mengukur Luminositas Matahari

Kita membandingkan bola lampu 100 W dengan Matahari, yang terletak 150 juta km ($1.5 \cdot 10^{11}$ m), dan kita mengukur P.

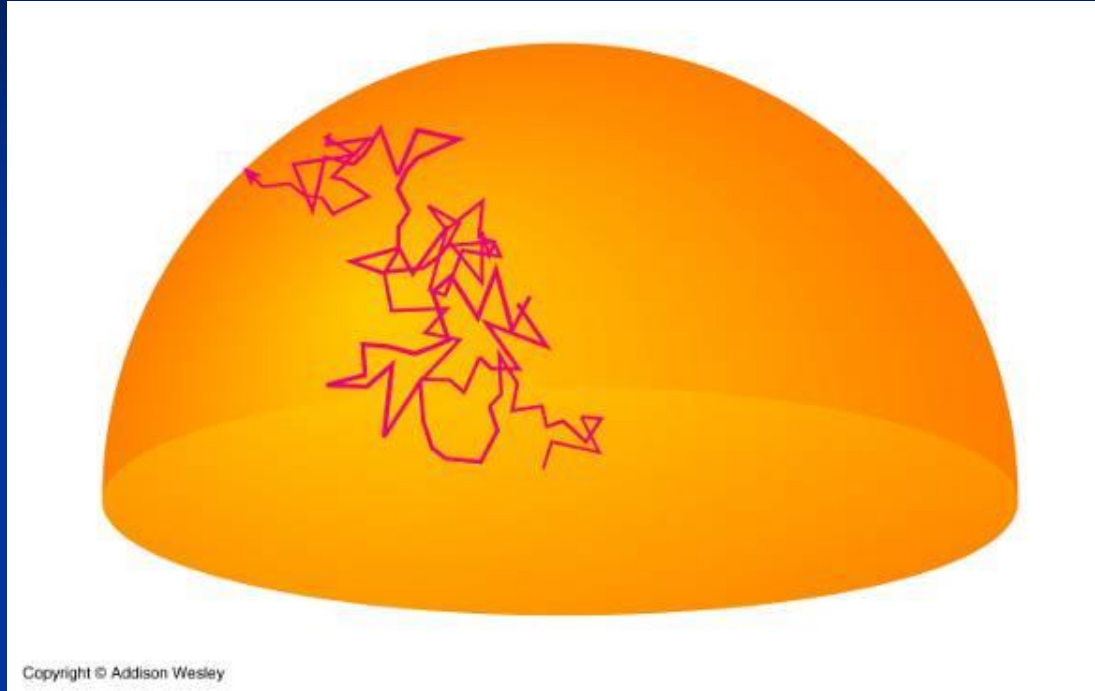


$$\frac{100W}{d_1^2} = \frac{P}{d_2^2}$$



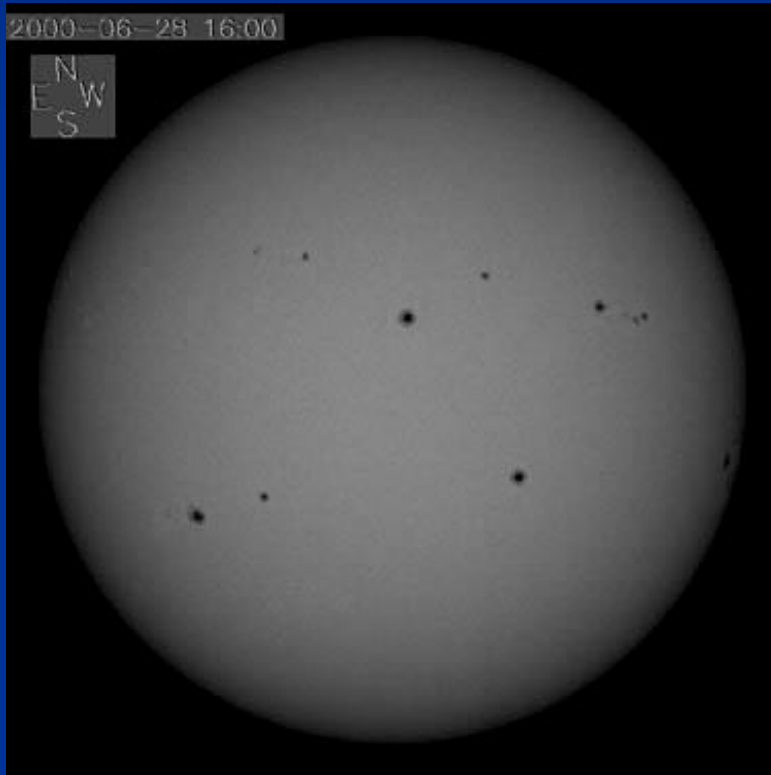
•Hasilnya kira-kira $3.8 \cdot 10^{26}$ W

Spektrum Matahari: Opasitas



Foton diproduksi didalam bagian Matahari terdalam dan berinteraksi dengan material yang sangat padat di area tersebut. Sebuah foton diproduksi di dalam inti Matahari membutuhkan waktu hingga 1 juta tahun untuk mencapai fotosfer.

Spektrum Matahari: Opasitas



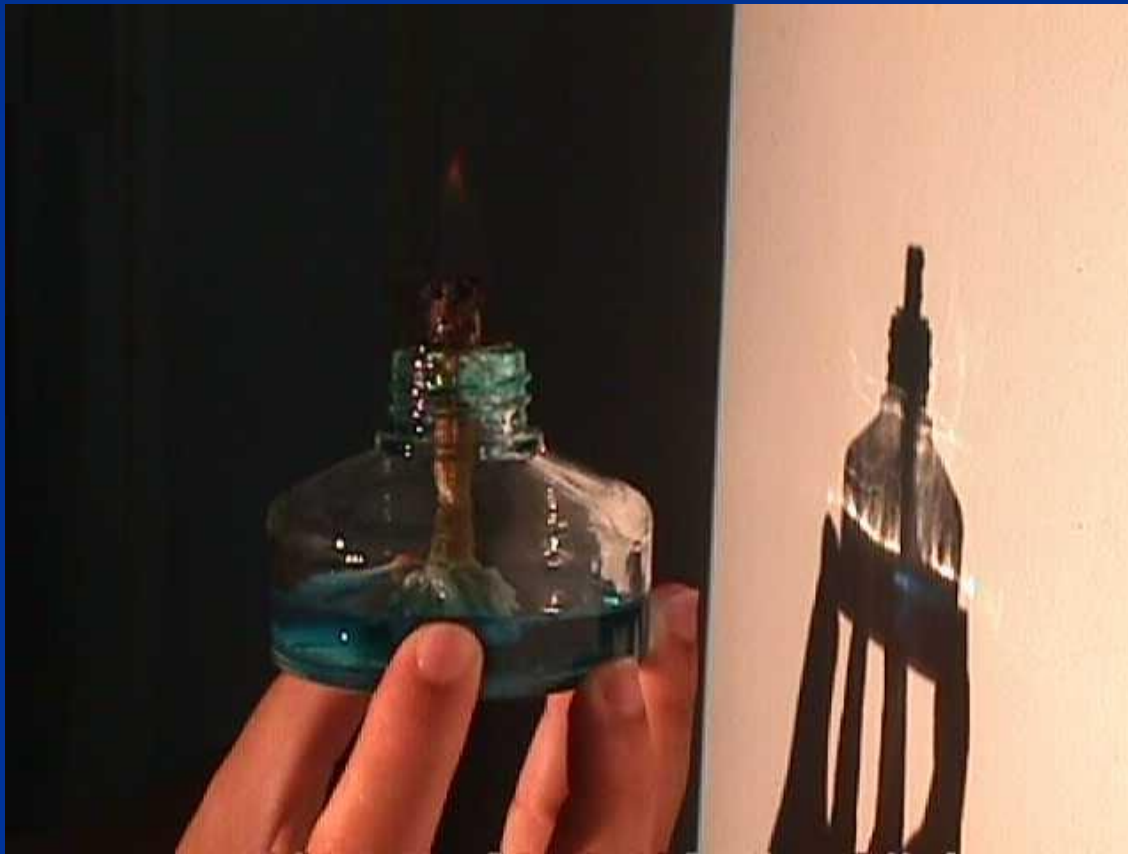
Bagian Matahari yang lebih dalam bersifat opaque (tidak tembus pandang) (banyak interaksi, serupa yang terjadi pada zat padat)

Bagian Matahari yang lebih luar bersifat transparan.

Bukti: penggelapan tepi (limb darkening) - pada tepi Matahari relatif kurang cemerlang karena pada bagian tersebut lebih transparan.

Aktivitas 6: Transparansi dan opasitas

Transparan tidak sama dengan tak terlihat



Spektrum



Fuente: Deutsche Bundespost 1993



Pada 1701, Newton menggunakan prisma dan mendekomposisi (menguraikan) cahaya Matahari menjadi berbagai macam warna.

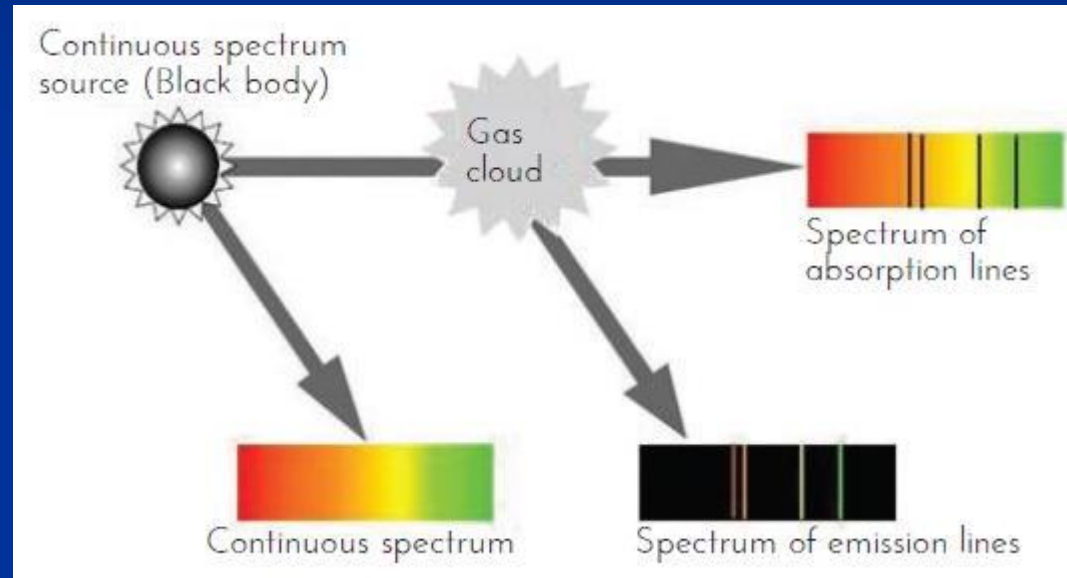
Cahaya apapun yang diuraikan dengan prisma atau kisi difraksi. Yang anda dapatkan adalah spektrum



Hukum Kirchhoff dan Bunsen

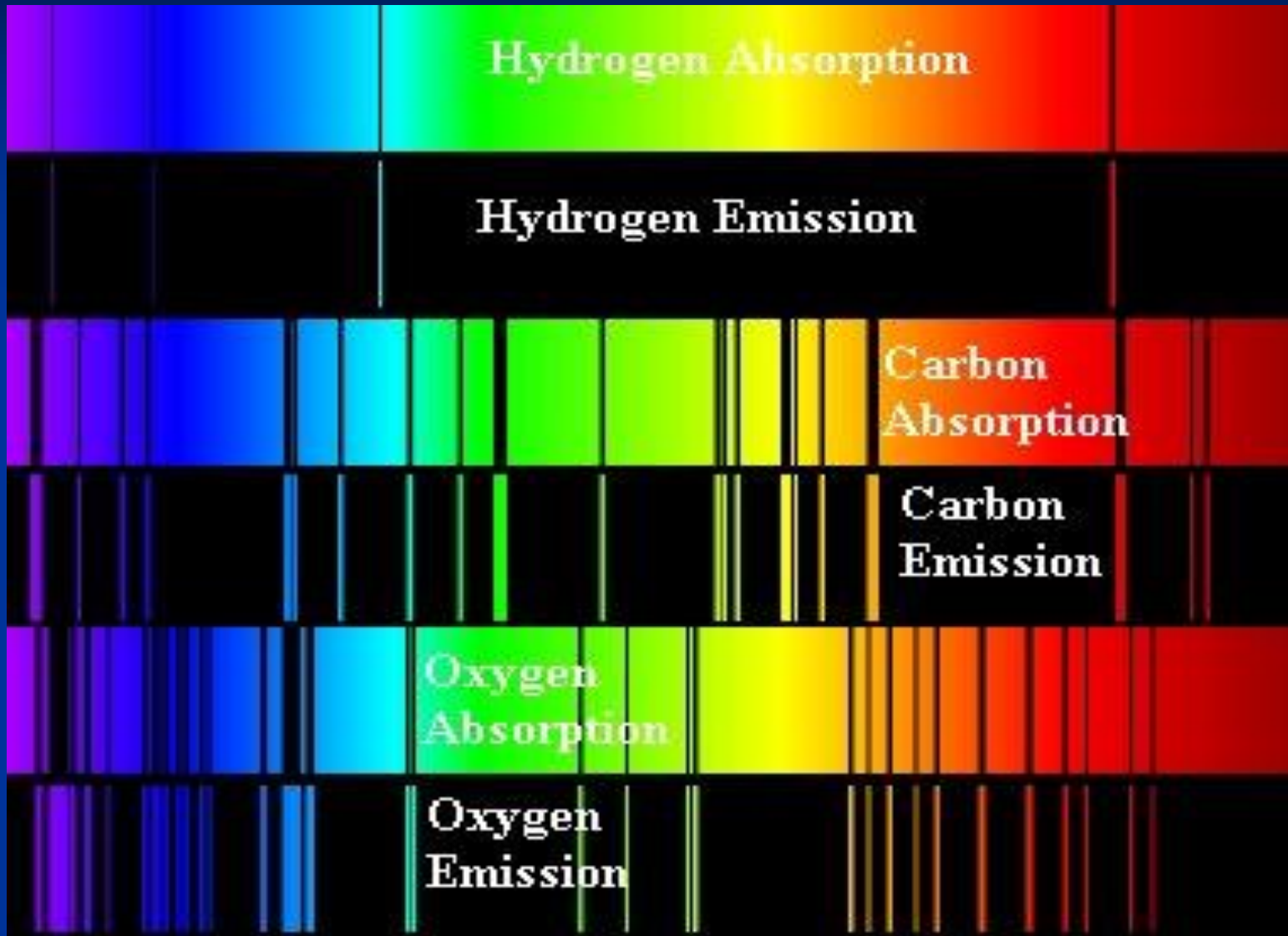
Hukum pertama - Sebuah obyek padat incandescent (tungsten) menghasilkan spektrum kontinyu.

Hukum kedua - Sebuah gas panas dengan kerapatan rendah menghasilkan cahaya hanya pada panjang gelombang tertentu, yang bergantung pada komposisi kimia.



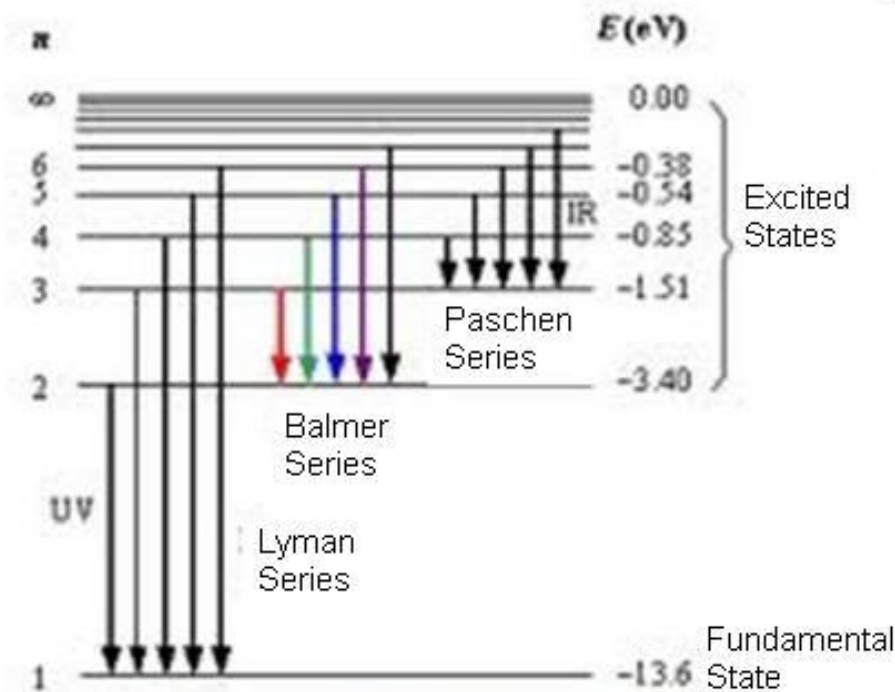
Hukum ketiga - Sebuah obyek padat incandescent (tungsten) dikelilingi oleh gas bertekanan rendah menghasilkan spektrum kontinyu dengan kehilangan sejumlah panjang gelombang yang posisinya berkaitan dengan panjang gelombang yang tersebut pada hukum kedua.

Spektrum



Spektrum

Garis-garis emisi dan absorpsi terbentuk akibat loncatnya elektron antara dua tingkat energi yang terkuantisasi.

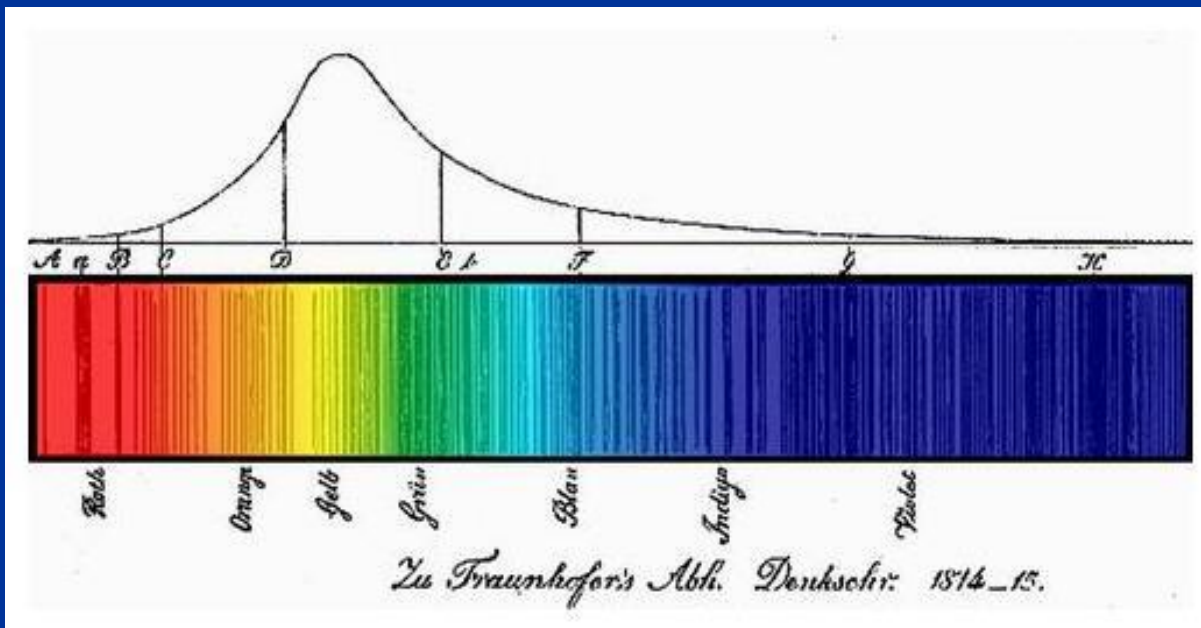


Energy levels of the hydrogen atom, with some of the transitions which produce the spectral lines indicated

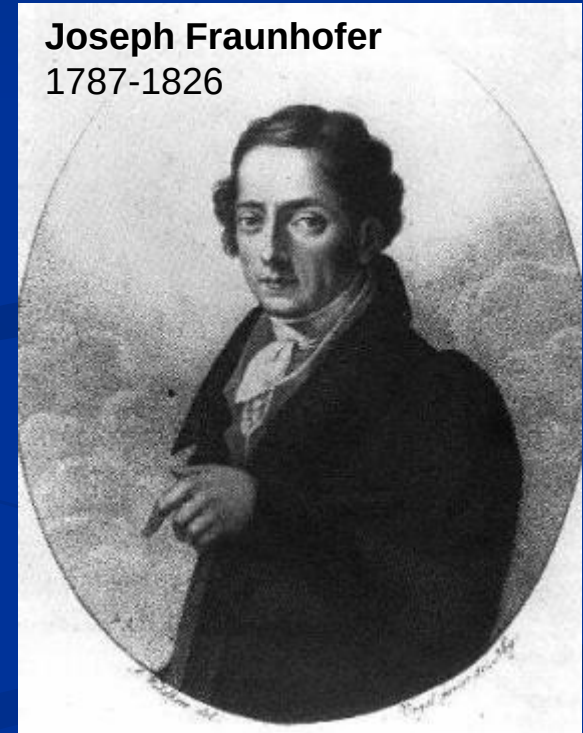
Spektrum Matahari: SPEKTRUM ABSORBSI

Pada 1802, William Wollaston mengobservasi garis-garis hitam pada spektrum Matahari.

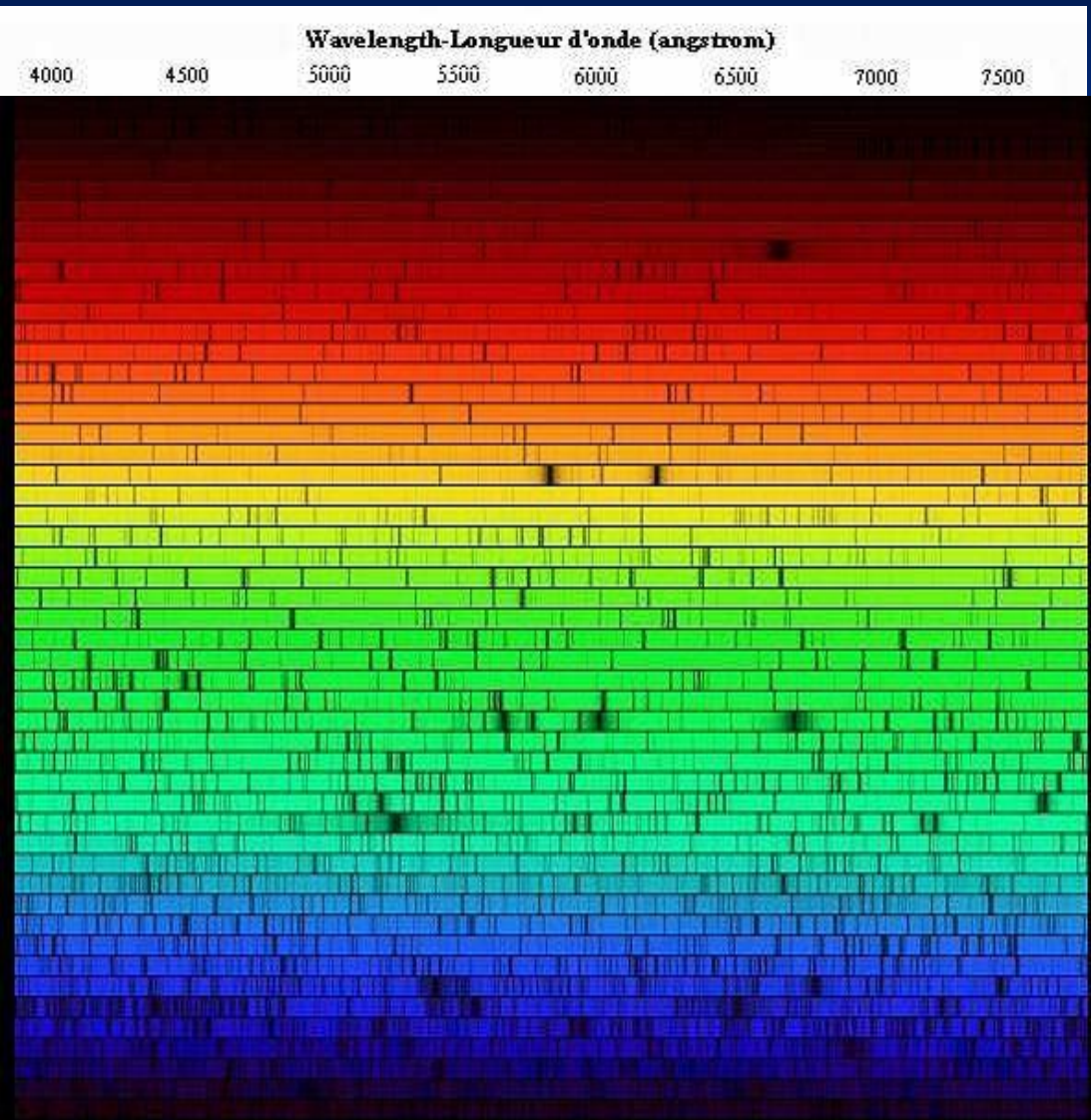
Pada 1814, Joseph Fraunhofer secara sistematis mempelajari spektrum Matahari dan mendeteksi sekitar 700 garis-garis gelap.



Joseph Fraunhofer
1787-1826



Spektrum Matahari: SPECTRUM ABSORBSI



- Garis-garis gelap tampak akibat gas yang terdapat pada atmosfer Matahari.
- Kita dapat mengetahui bahan penyusun Matahari tanpa harus masuk kedalamnya.
- Sekarang ini, spektra dengan kualitas tinggi menunjukkan lebih banyak garis-garis gelap tersebut.

Radiasi Benda Hitam

Ketika sebuah besi dipanaskan, besi tersebut mengemisikan cahaya:

- Merah
- Kuning
- Putih
- Kebiru-biruan.



Radiasi Benda Hitam

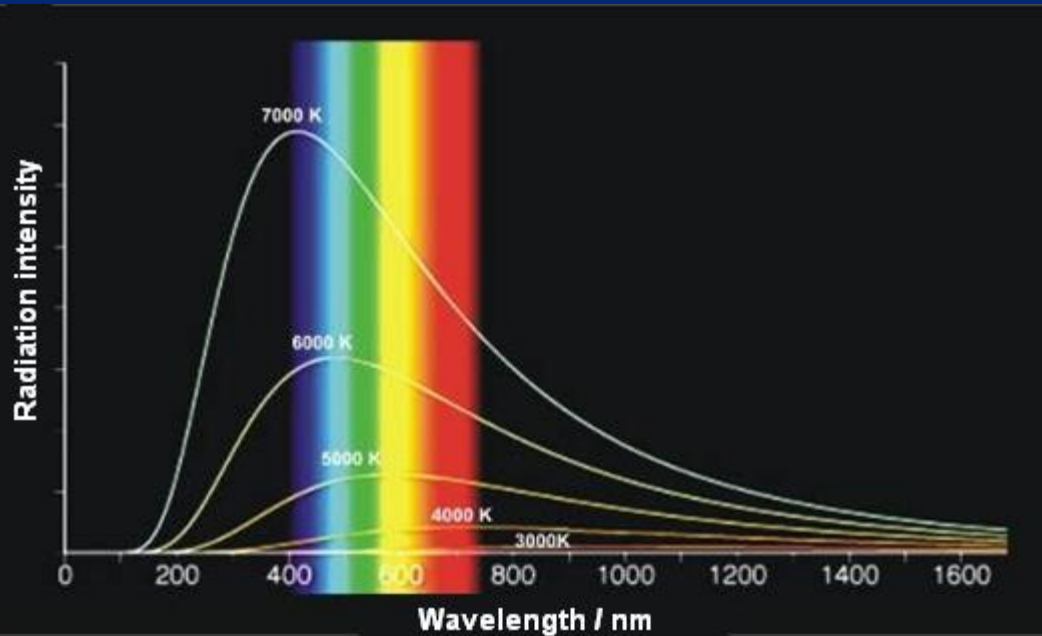
"Benda hitam" apapun ketika dipanaskan akan mengemisikan cahaya pada banyak panjang gelombang.

Terdapat $\lambda_{\text{máx}}$ pada energi maksimum.

$\lambda_{\text{máx}}$ ini bergantung pada temperatur T:

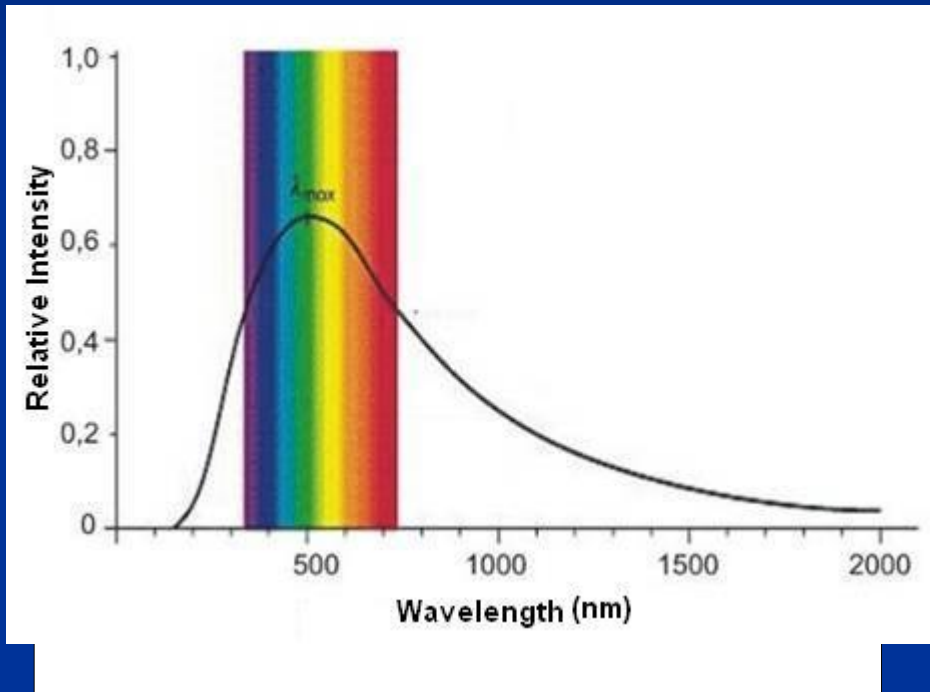
$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Hukum Wien



Dengan mempelajari radiasi sebuah benda yang jauh, kita dapat mengukur temperatur tanpa harus pergi ke tempat benda tersebut.

Radiasi Benda Hitam



Matahari mempunyai
 λ_{max} 500 nm.

Ini berarti bahwa
temperatur
permukaannya adalah
5800 K.

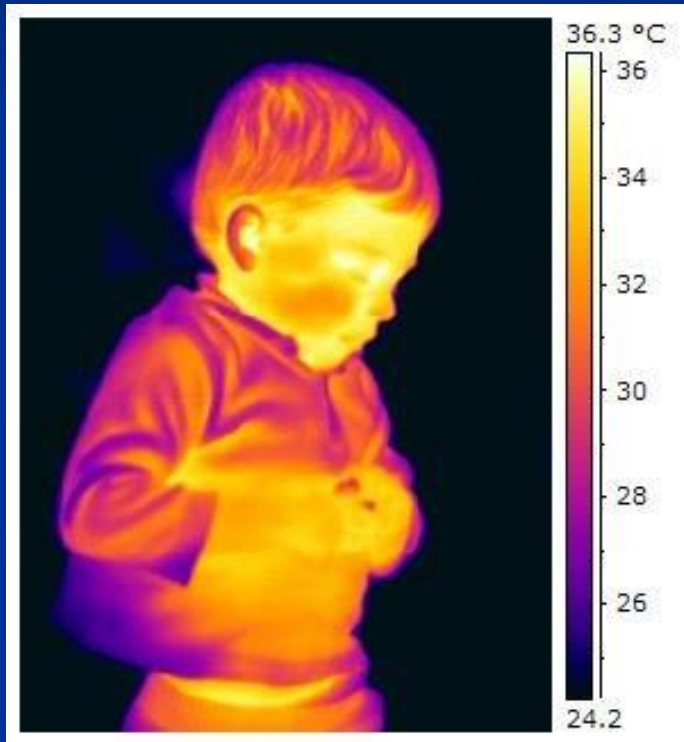
Radiasi Benda Hitam

Tubuh manusia mempunyai temperatur

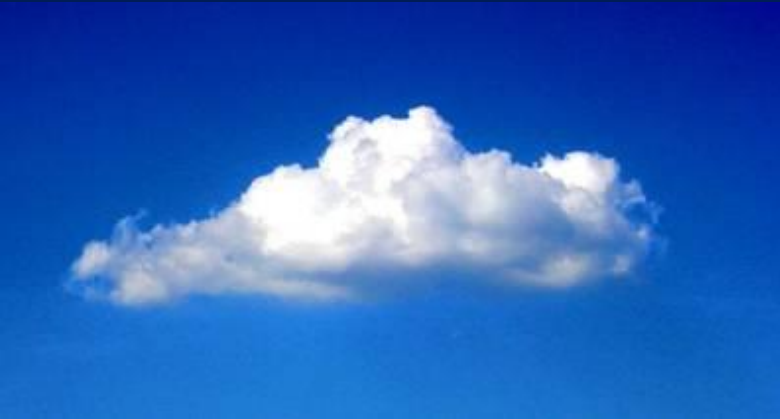
$$T = 273 + 37 = 310 \text{ K.}$$

Tubuh mengemisikan paling banyak energinya pada $\lambda_{\text{máx}} = 9300 \text{ nm}$.

Piranti penglihatan malam (night vision) menggunakan λ tersebut.



Hamburan cahaya



- Jika cahaya putih melewati gas dengan partikel yang berukuran besar, semua warna akan terdispersi secara seragam (contohnya awan putih).
- Partikel-partikel tersebut yang mempunyai ukuran kurang lebih sama dengan λ foton akan dihamburkan, dan partikel-partikel yang lain tidak dihamburkan (hamburan Rayleigh).
- Pada atmosfer kita, foton biru dihamburkan lebih banyak daripada foton merah, dan foton-foton tersebut datang dari segala penjuru: Sehingga, kita melihat langit berwarna biru.

Pada saat Matahari terbenam, cahaya melewati lebih banyak lapisan atmosfer, dan cahaya menjadi lebih ke kuning-merah.

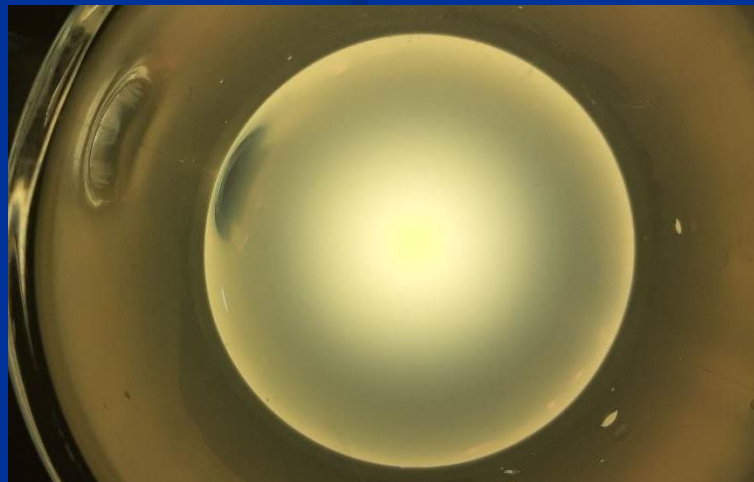


Aktivitas 7: Dispersi cahaya

- Air dalam gelas tinggi dengan beberapa tetes susu dan senter. Saat cahaya melewati air susu:

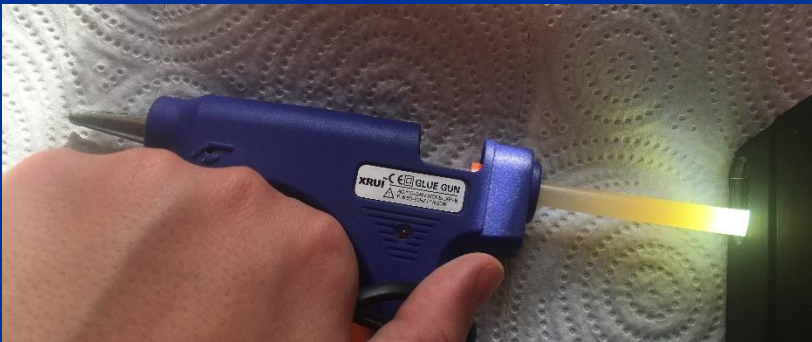


- Jika cahaya melewati kaca secara lateral, itu tampak kebiruan.
- Tetapi jika cahaya menembus seluruh kaca, jika kita melihat dari atas kaca, cahayanya menjadi merah.



Aktivitas 7: Dispersi cahaya

- Tongkat silikon meleleh panas untuk digunakan untuk pembayaran
- Senter ponsel



- Bilah di dekat lampu ponsel berwarna kebiruan.
- Bilah di area terjauh dari cahaya ponsel terlihat kekuningan dan kemerahan.

**Terima kasih banyak
untuk perhatian anda!**

