

Napfoltok és a Nap színeképe

Alexandre Costa, Beatriz García, Ricardo Moreno

*International Astronomical Union
Escola Secundária de Loulé, Portugal*

*ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
Colegio Retamar de Madrid, Spain*



Célok

- A Nap színekép természetének a megértése
- A napspektrum keletkezésének a feltárása
- A napfoltok természetének a feltárása
- Galilei napfoltokról szóló munkájának történelmi jelentősége



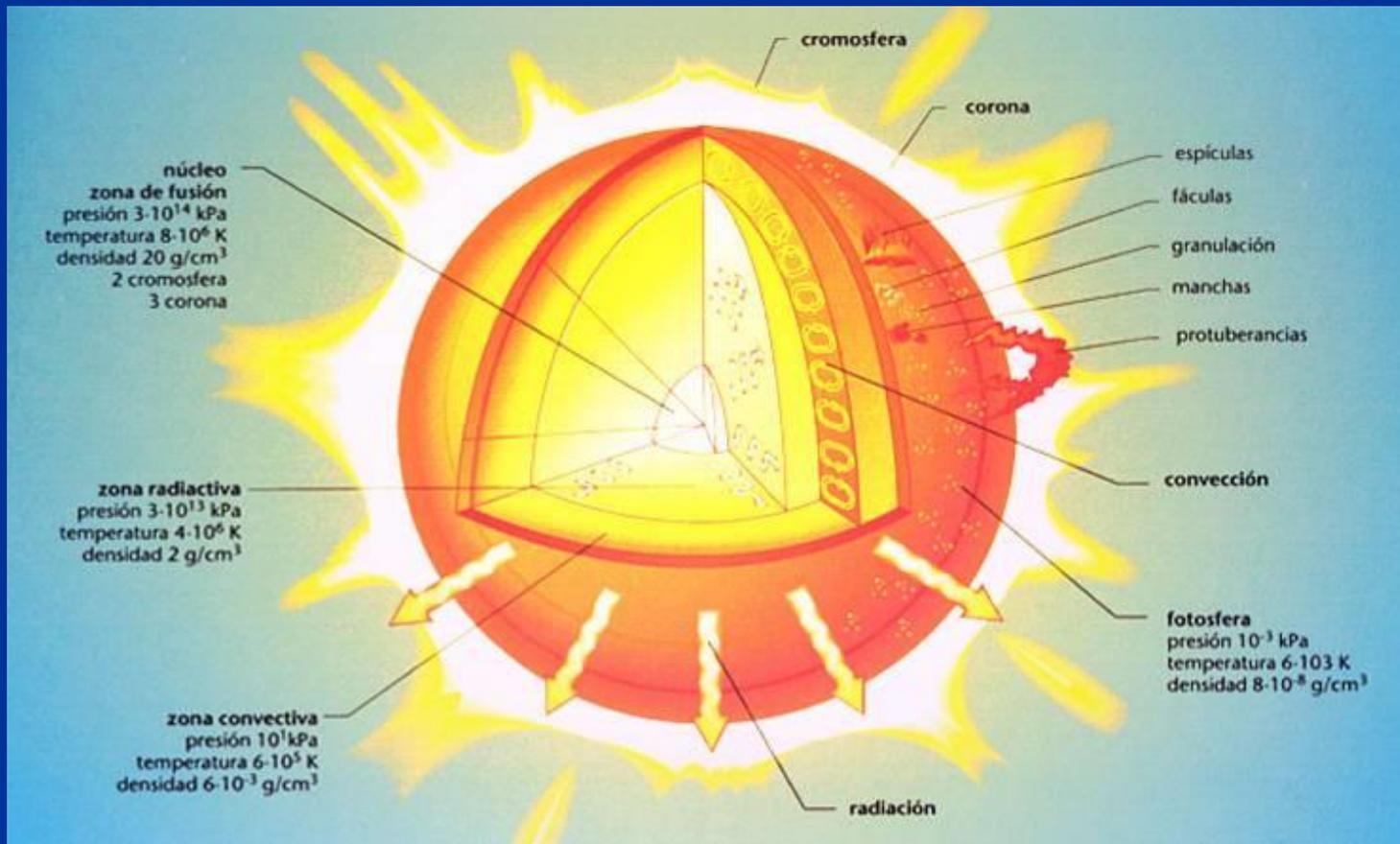
A Nap sugárzása

Szinte minden energia (hő és fény), amit a Földön használunk, a Naptól származik vagy származott.



A Nap sugárzása

A sugárzás a Nap magjában jön létre, nagyon nagy nyomáson és 15 millió fokos hőmérsékleten. Ez nukleáris fúziós reakciók során jön létre.



A Nap sugárzása

4 proton (hidrogénmag) héliumatomot hoz létre (fúzió).



A kapott tömeg kisebb, mint a kezdeti 4 proton tömege, mivel a tömeg „különbség” energiává alakul:

$$E = mc^2$$

Minden másodpercben, 600 millió tonna hidrogén átalakul 595.5 millió tonna héliummá. A tömeg „különbség” energiává alakul.

A Nap olyan hatalmas, hogy ha ilyen ütemben veszít is energiát, több milliárd évig fog sugározni.

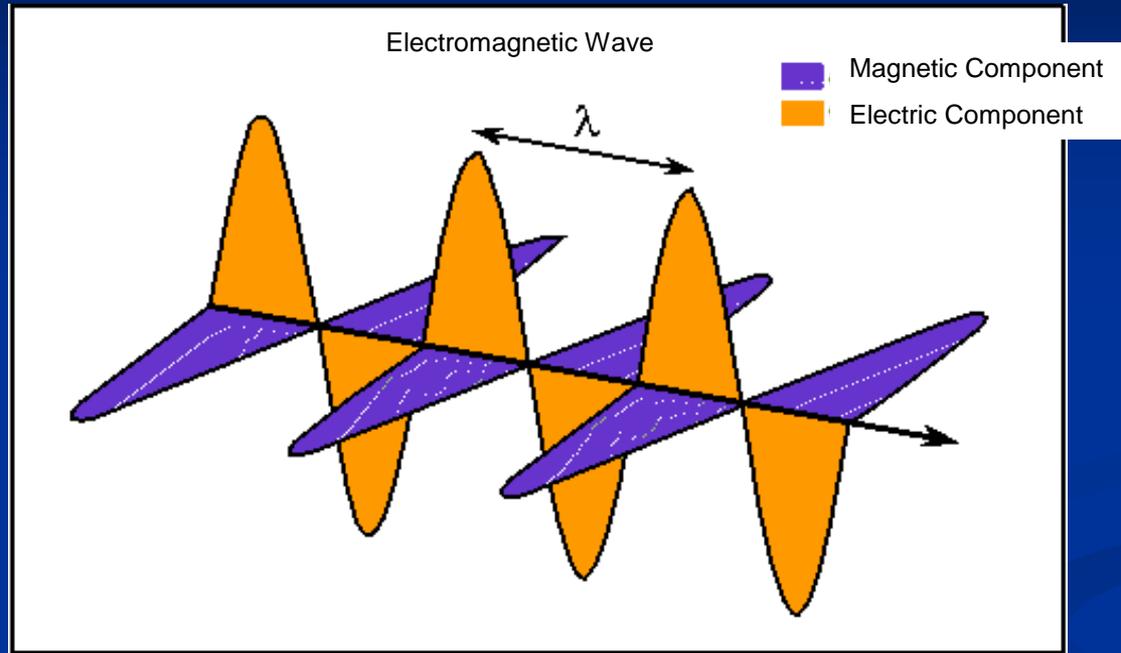


A Nap sugárzása

A Nap által kibocsátott sugárzás, energia $299,793 \text{ km/s}$ sebességgel halad a világűrben; 8 perc alatt jut el a Napfelszínéről a Földre.



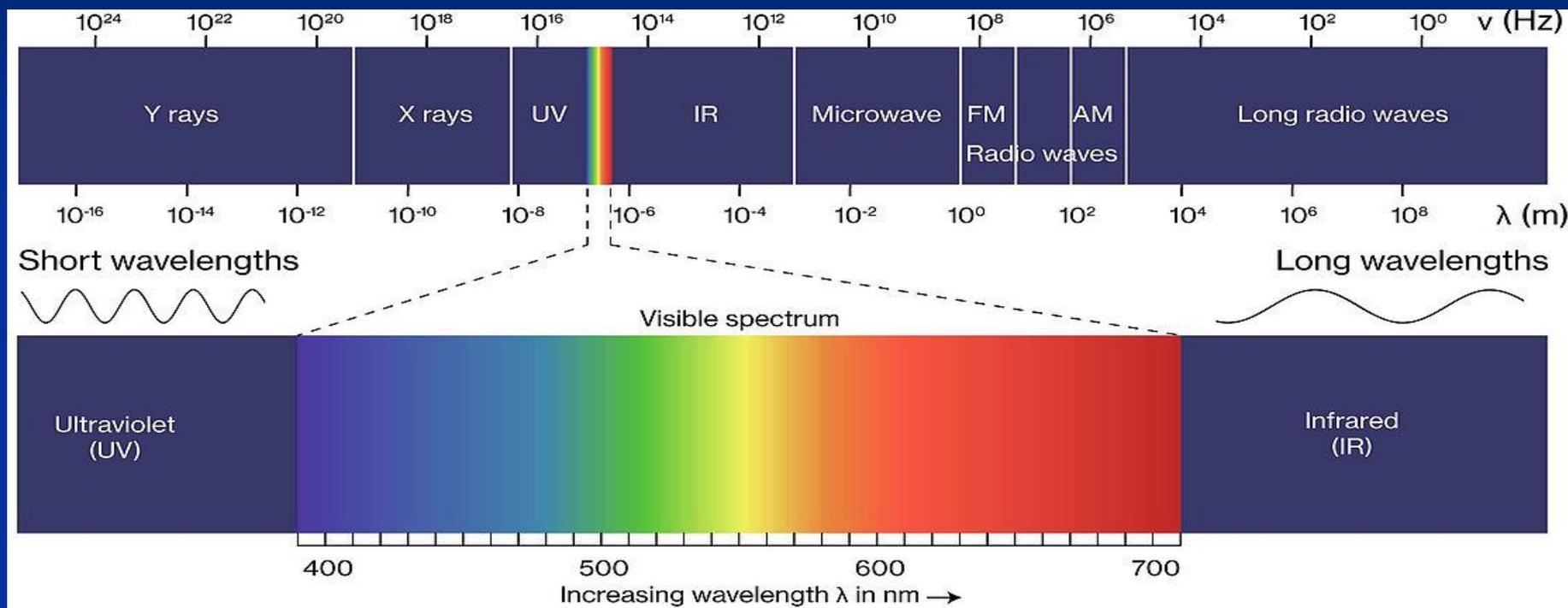
Napspektrum: Sugárzás



A λ hullámhossz, a ν frekvencia és az elektromágneses hullámok c terjedési sebessége az alábbi egyenlettel kapcsolhatók össze:

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

A Nap színeképe, az elektromágneses sugárzás spektruma



Gamma



X-sugárzás



látható



infravörös

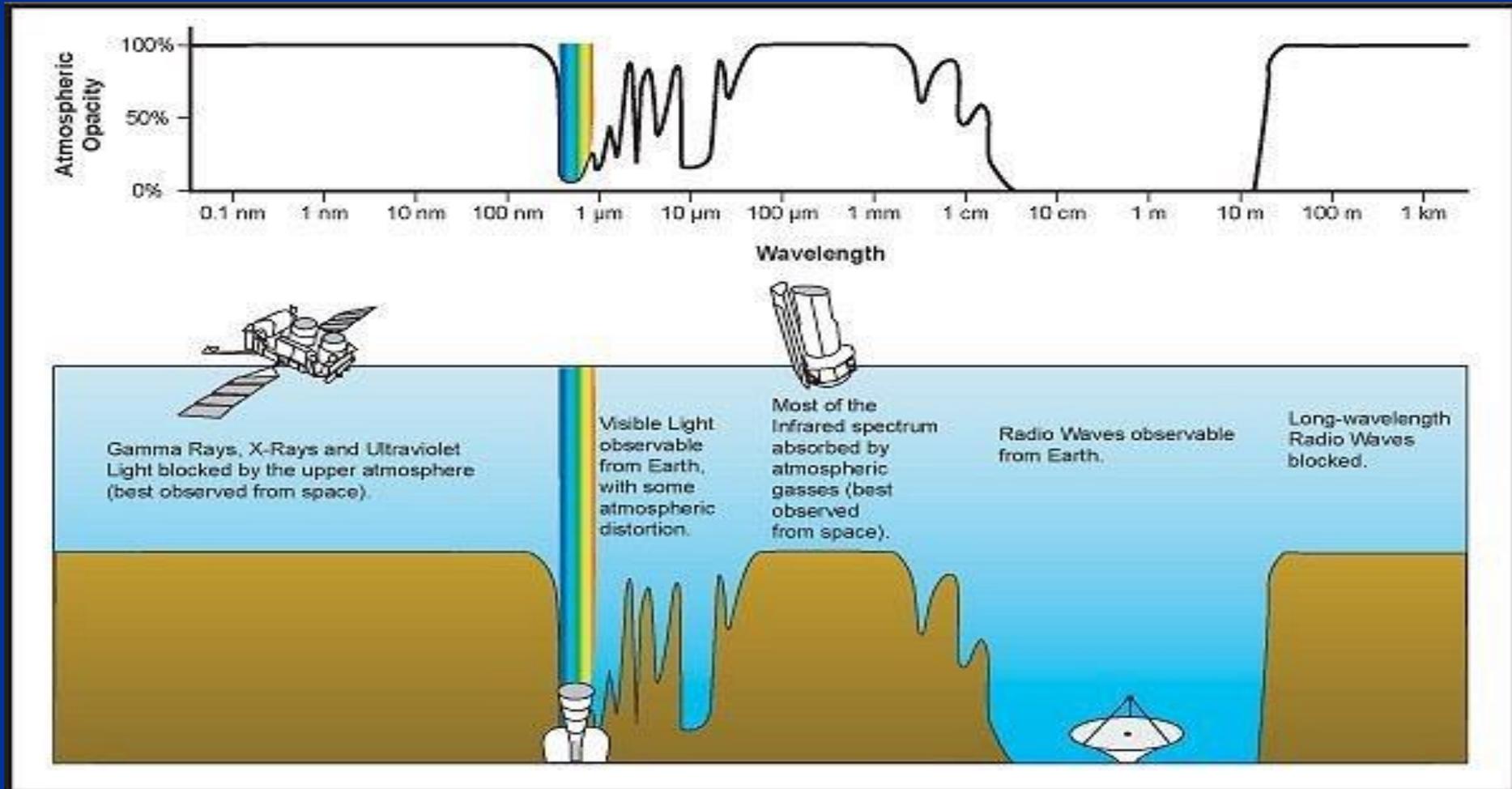


rádió

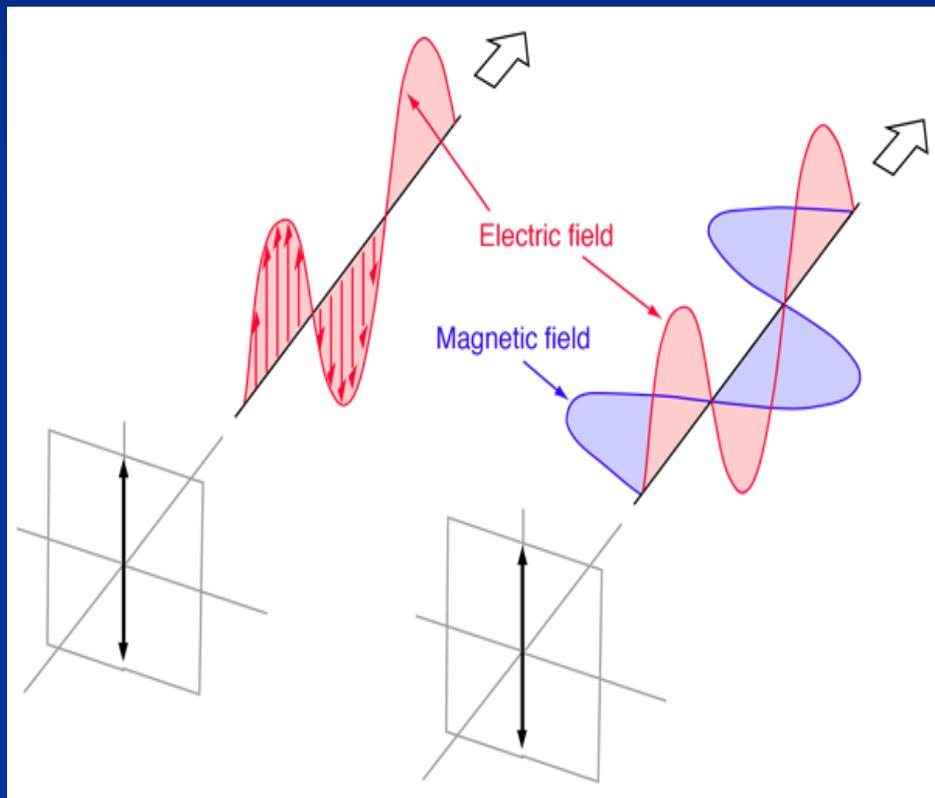


Napspektrum: Sugárzás

A Föld légköre áthatolhatatlan a legtöbb hullámhossz esetén.



Napsugárzás: Polarizáció

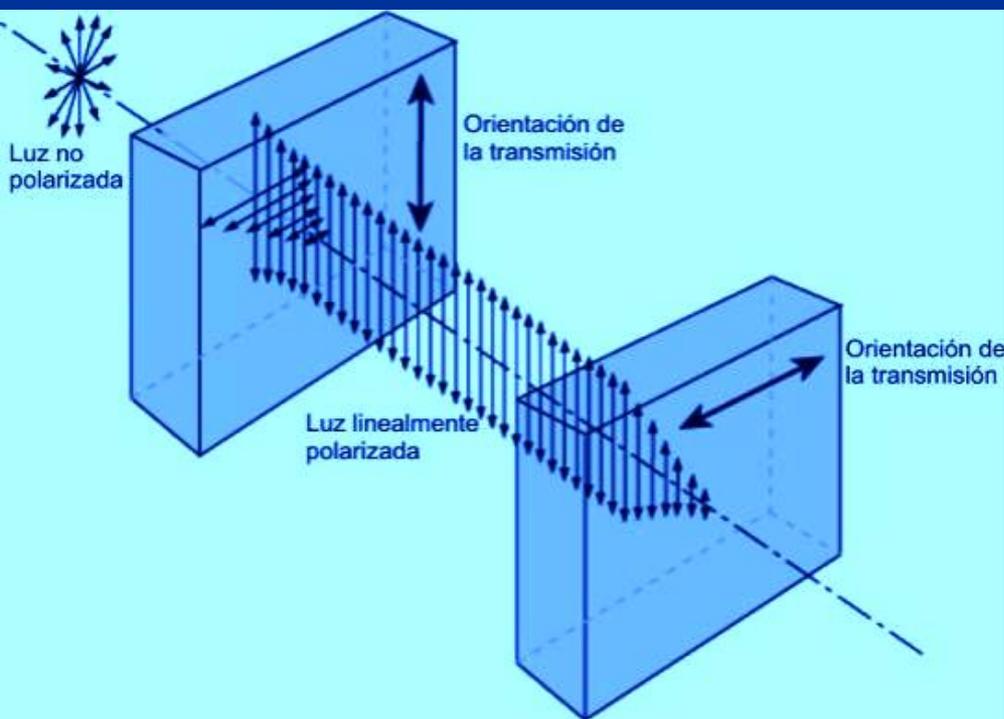


- Az egyszerű elektromágneses sugárzás profilja az ábrán látható.
- Adott rezgési iránya van az elektromos mezőnek és egy az előbbire merőleges iránya van a mágneses mezőnek.
- Ez a hullám lineárisan polarizált. Ebben az esetben az elektromos mező csak függőlegesen rezeg.
- A természetes napfénynek nincs kiemelt rezgésiránya, nem polarizált.

Napsugárzás: Polarizáció

A napsugárzás polarizálható:

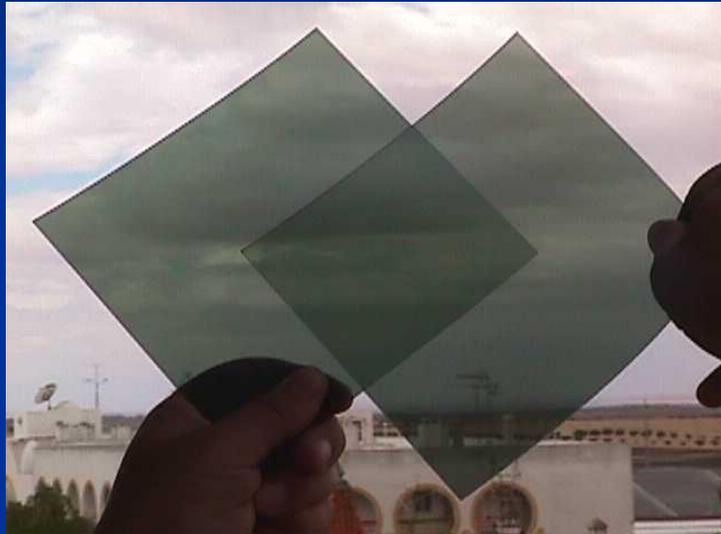
- visszaverődéssel;
- ha áthalad egy polarizáló szűrőn;



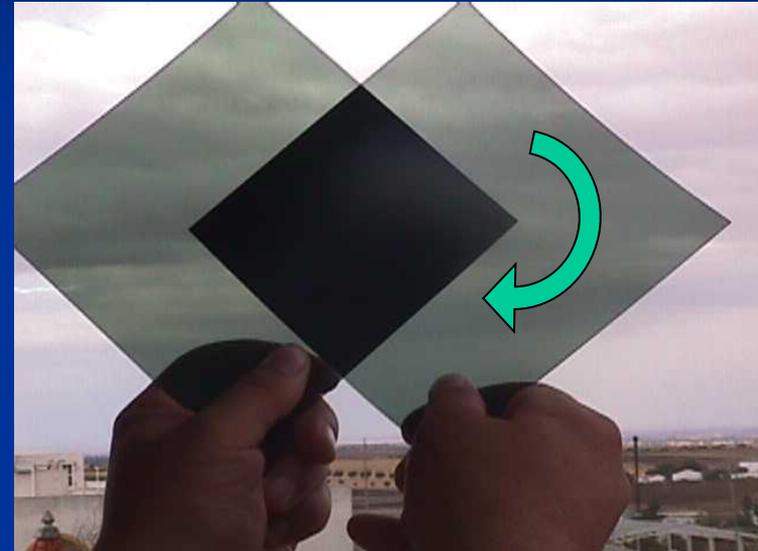
Ha a két polarizációs szűrő párhuzamos irányú, a fény áthalad rajtuk.

Ha a polarizációs szűrők iránya merőleges egymásra, akkor az első szűrőn áthaladó fényt a második blokkolja, és nem jut át rajta. (ábra)

1. gyakorlat: A napsugárzás polarizációja



Ha a szűrők polarizációs iránya azonos, a fény áthalad rajtuk.



Ha ezután az egyik szűrőt elforgatjuk 90° -al, akkor a fény már nem halad át a szűrőkön.

1. gyakorlat: A napsugárzás polarizációja



Mindkét szűrő molekulái azonos orientációjúak, a fény áthalad.

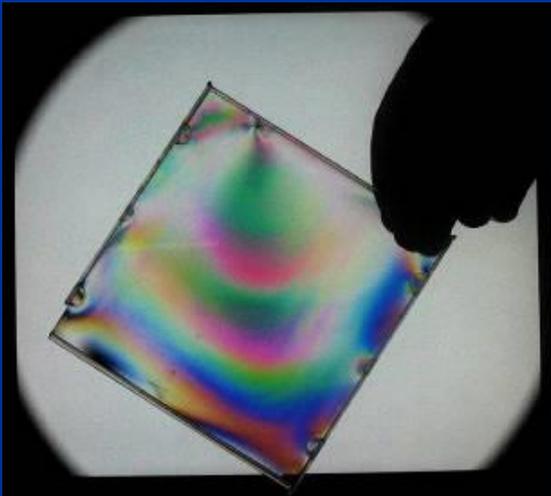
Ha egy szűrőt 90° -kal elfordítanak, a fény nem tud áthaladni

Az asztrofizikában a fény polarizációja lehetővé teszi a csillagközi porszemcsék tájolásának és méretének tanulmányozását.

1. gyakorlat: A napsugárzás polarizációja

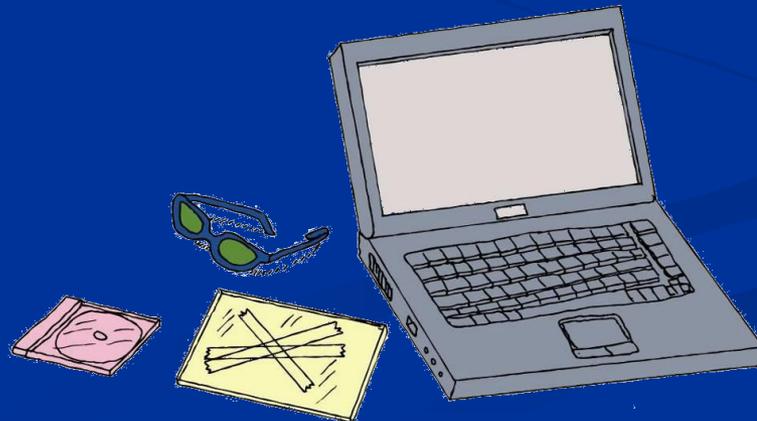


- A napfény polarizálható visszaverődéssel is.
- A Polaroid napszemüveg segít elkerülni a tükröződést, visszaverődést.
- A polarizációt a fotózásban és a mérnöki munkában használják az anyagok belső feszültségeinek a kimutatására.

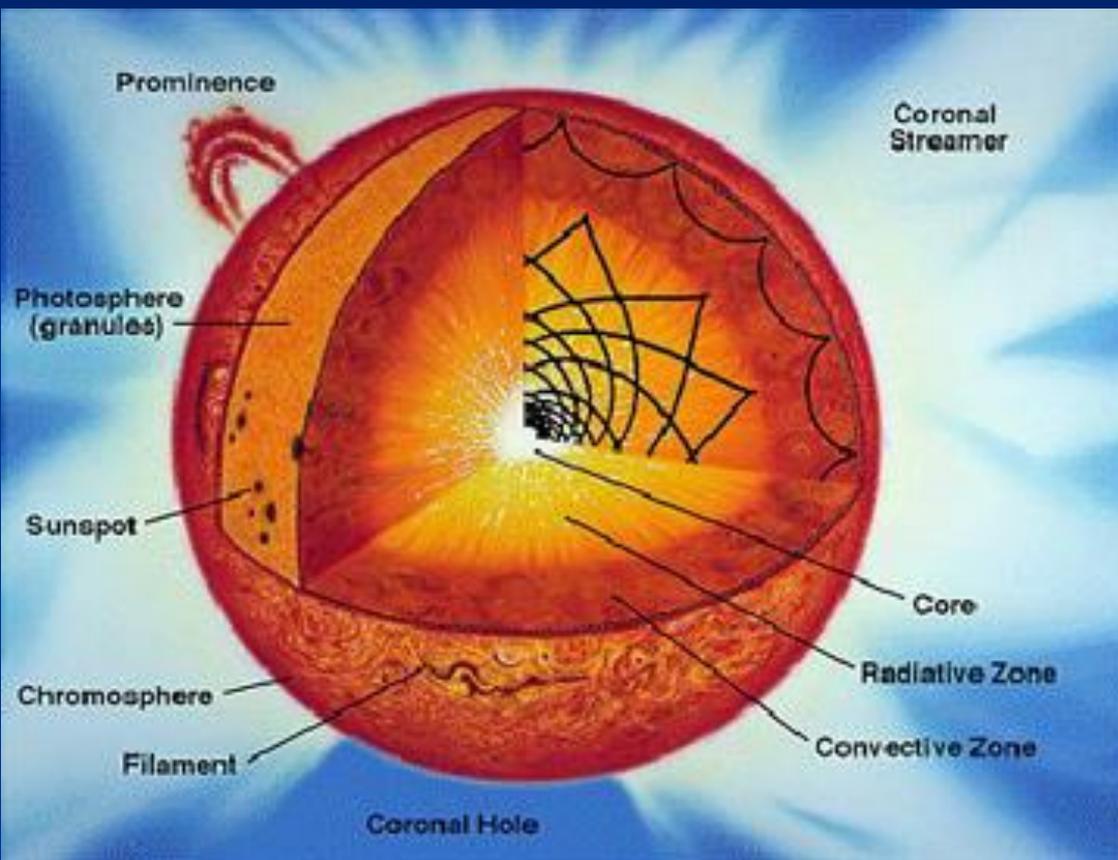


2. gyakorlat: A fény polarizációja

- A laptop vagy a mobil telefon képernyője polarizált sugárzást bocsájt ki.
- A polarizációs síkokat egy polarizált lencsés napszemüveggel lehet megfigyelni.
- Néhány test elforgathatja a polarizációs síkot: például a ragasztószalag műanyag lapon.
- Figyeljék meg egy műanyag lapocska belső feszültségeit, például egy CD doboz segítségével.



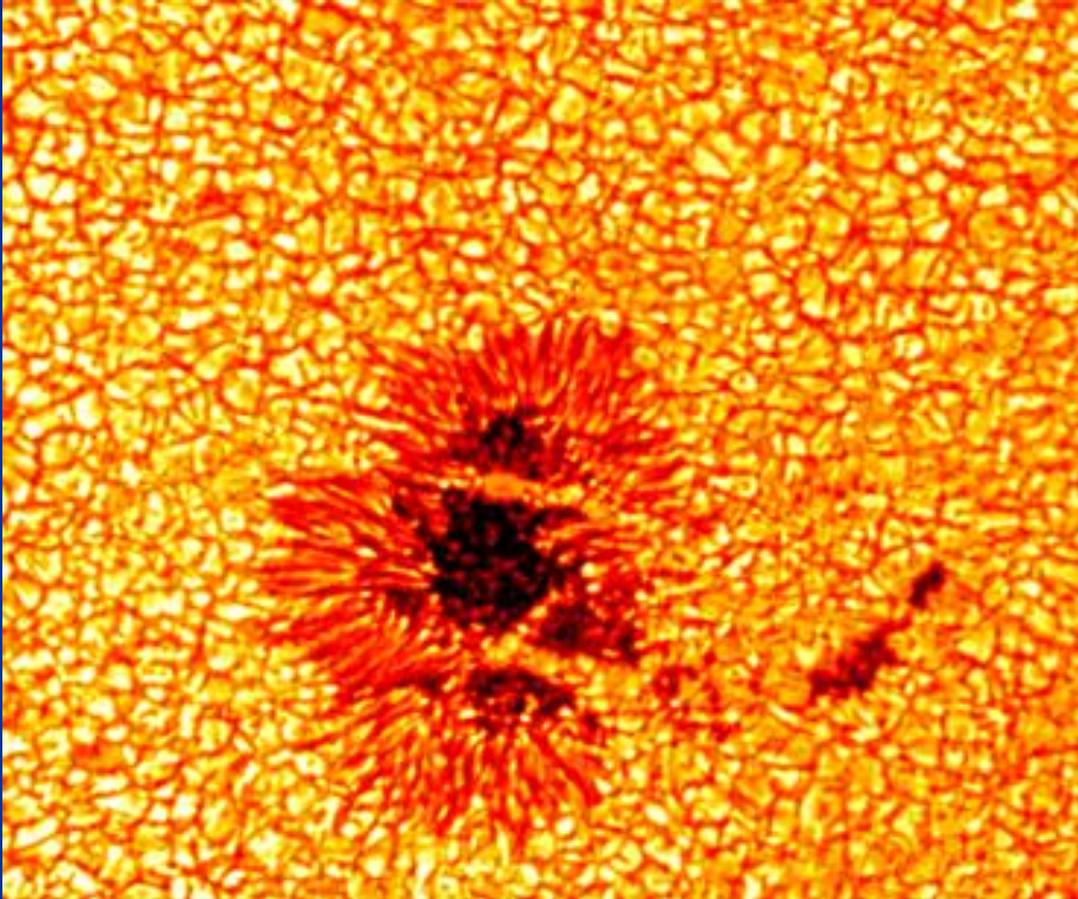
A Nap szerkezete



- Mag:
15 millió K
- Sugárzási zóna:
8 millió K
- Konvektív zóna:
500 000 K

A Nap külső rétegeiben konvekciós mozgás (anyagmozgás) van.

A Nap szerkezete



- Fotószféra:

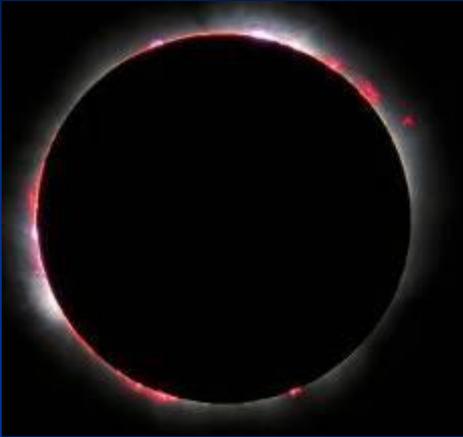
6 400 – 4 200 K

Ez a Nap „felszíne”.

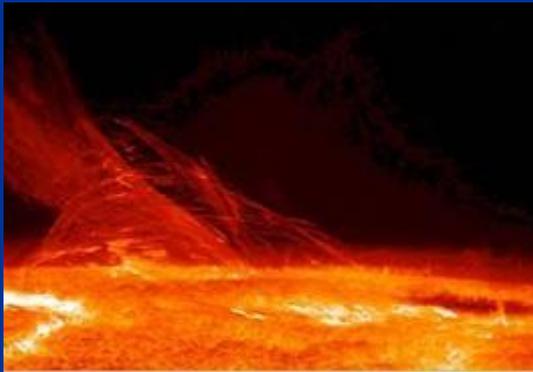
Itt ~1 000 km
átmérőjű granulák
figyelhetők meg.



A Nap szerkezete



- Kromoszféra: “égő préri” amelynek hőmérséklete 4200 K és 1000 000 K közötti. Itt koronakidobódás és napfáklyák láthatók.

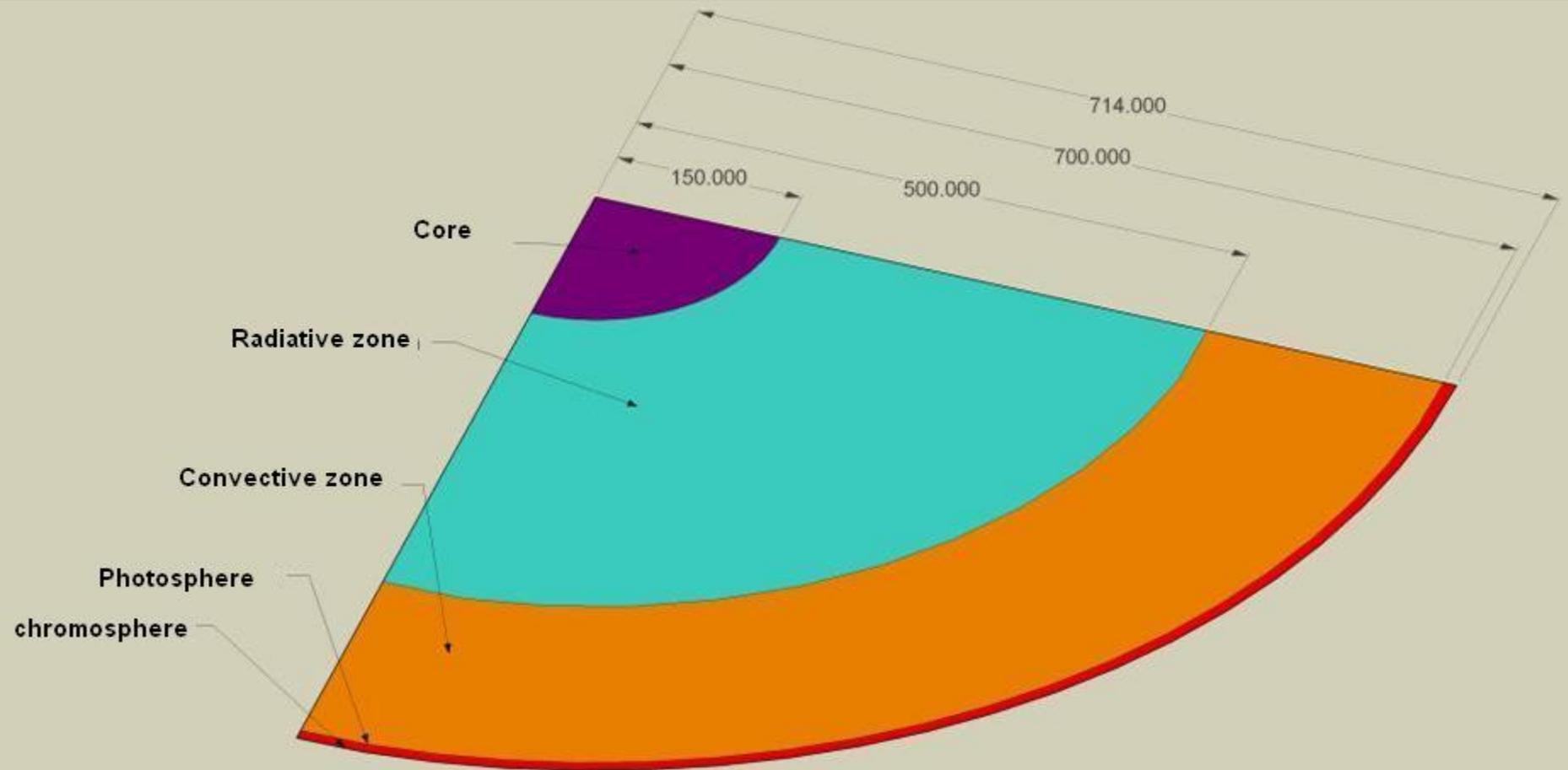


A Nap szerkezete

- Napkorona: napszél, 1 - 2 000 000 K.
- Csak napfogyatkozáskor figyelhető meg egy speciális eszköz, a koronográf segítségével.



A Nap szerkezete

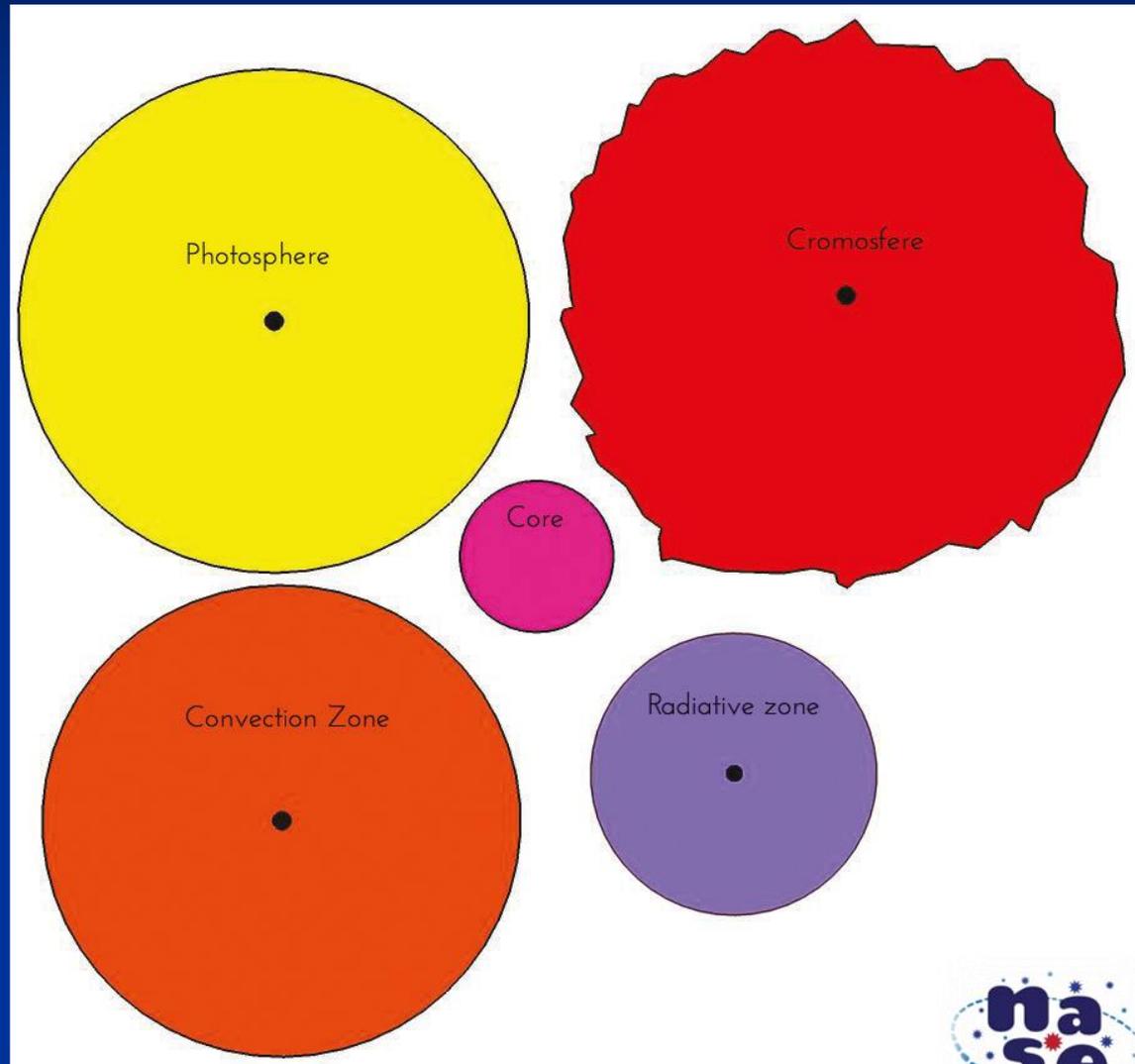


3. gyakorlat: A Nap szerkezete

Készítsen egyszerű
modellt a Nap
rétegeiről!

Vágjon ki
különböző formákat
a nap rétegeinek
megfelelően.

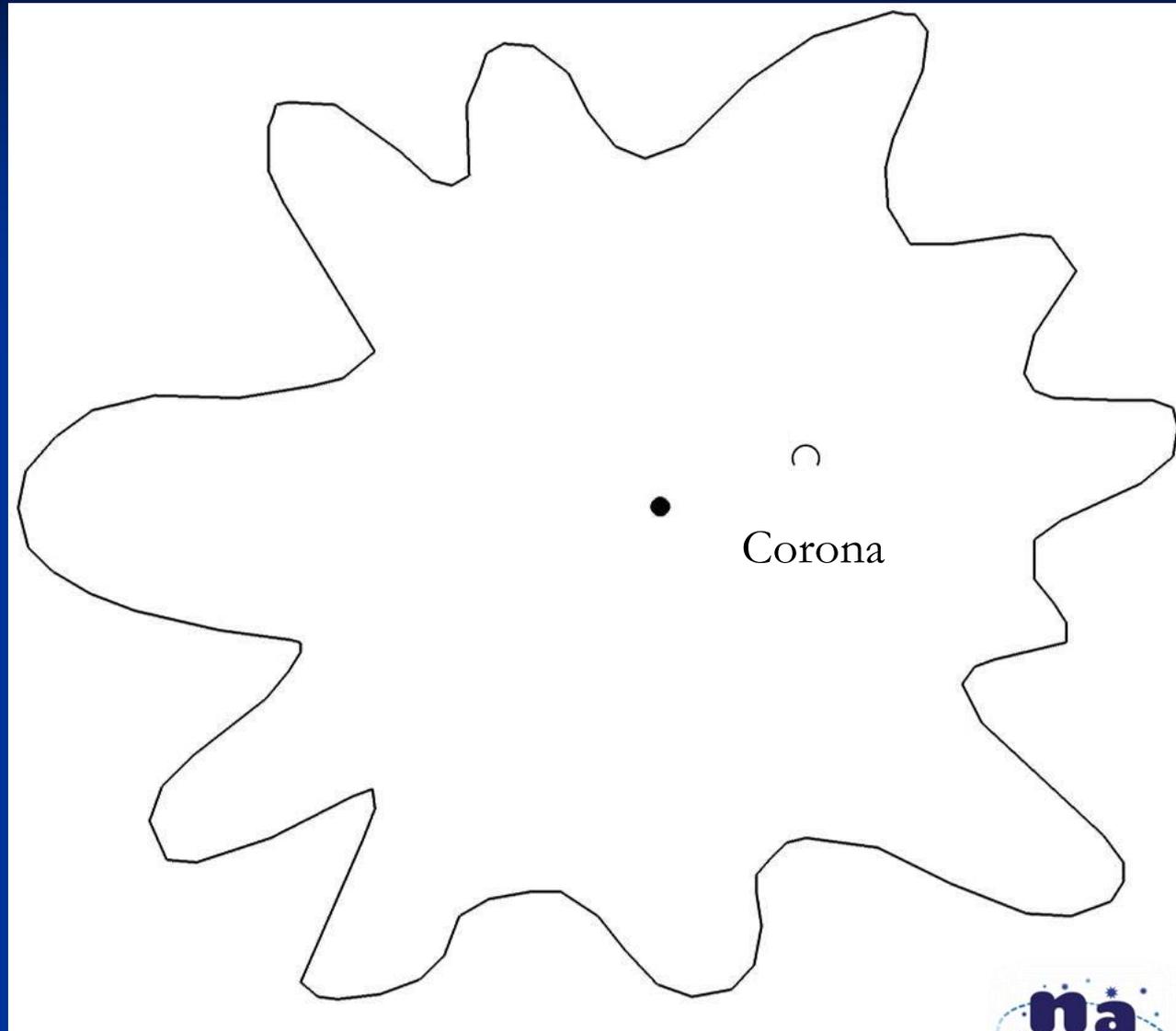
Ezek különböző
színű
papírdarabokból
vághatók ki vagy
akár festhetők.



3. gyakorlat: A Nap szerkezete

A Napkorona
átlátszó
műanyag fóliából
készíthető.

Ha elkészült
minden darab,
akkor helyes
sorrendben
egymásra
helyezzük a
rétegeket.



3. gyakorlat: A Nap szerkezete

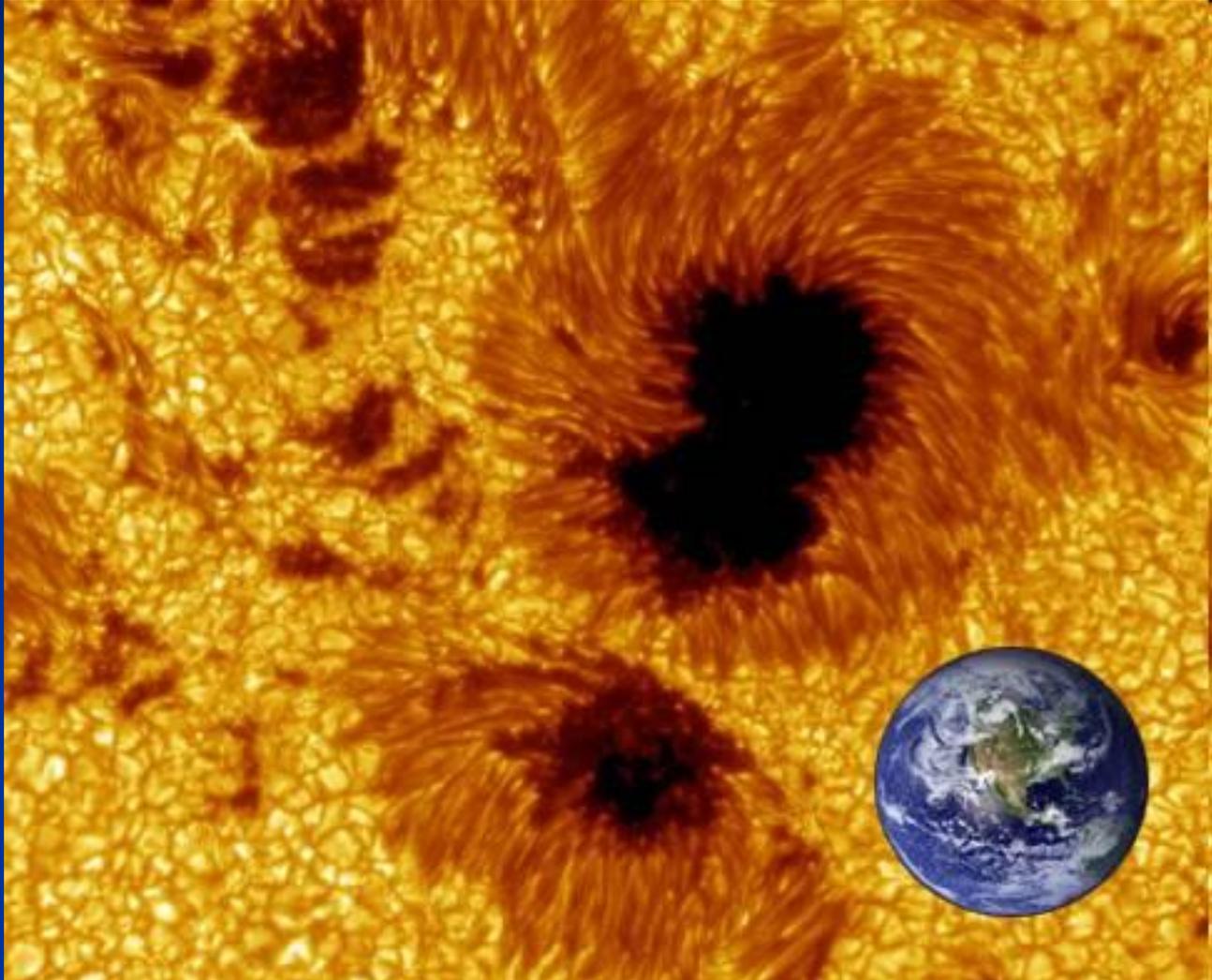


Napfoltok

- Ezek sötétebb foltok a fotoszféra felszínén, hőmérsékletük csak $\sim 4\,200\text{ K}$ körüli a 6000 K helyett.
- Minden napfoltnak két része van: umbra- a középponti rész- és a penumbra, a külső világosabb rész.

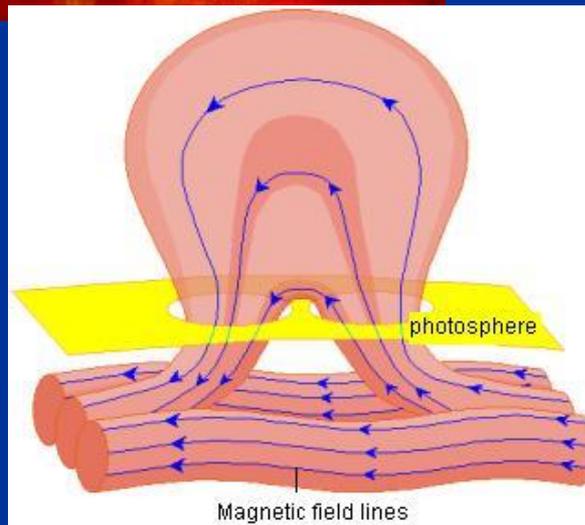
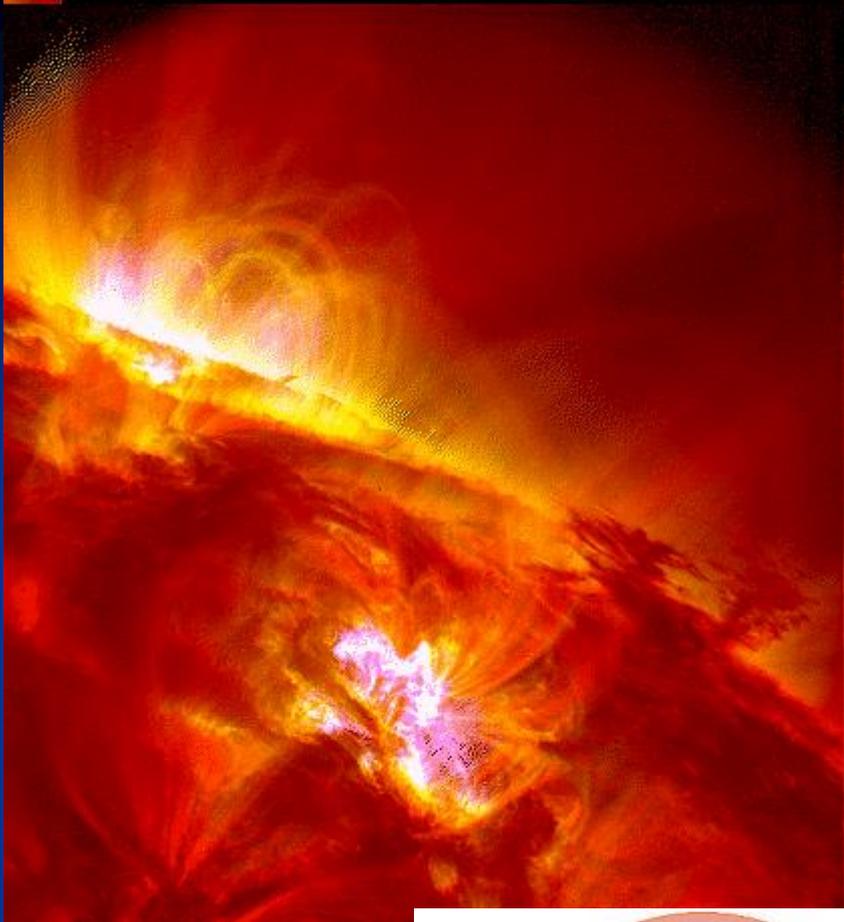


Napfoltok

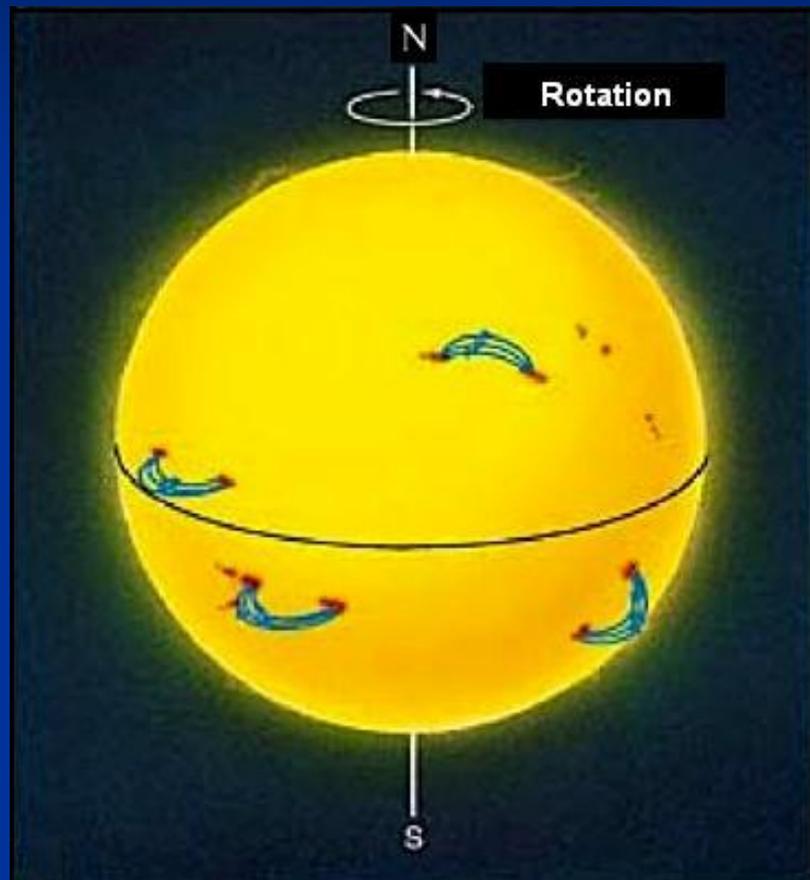
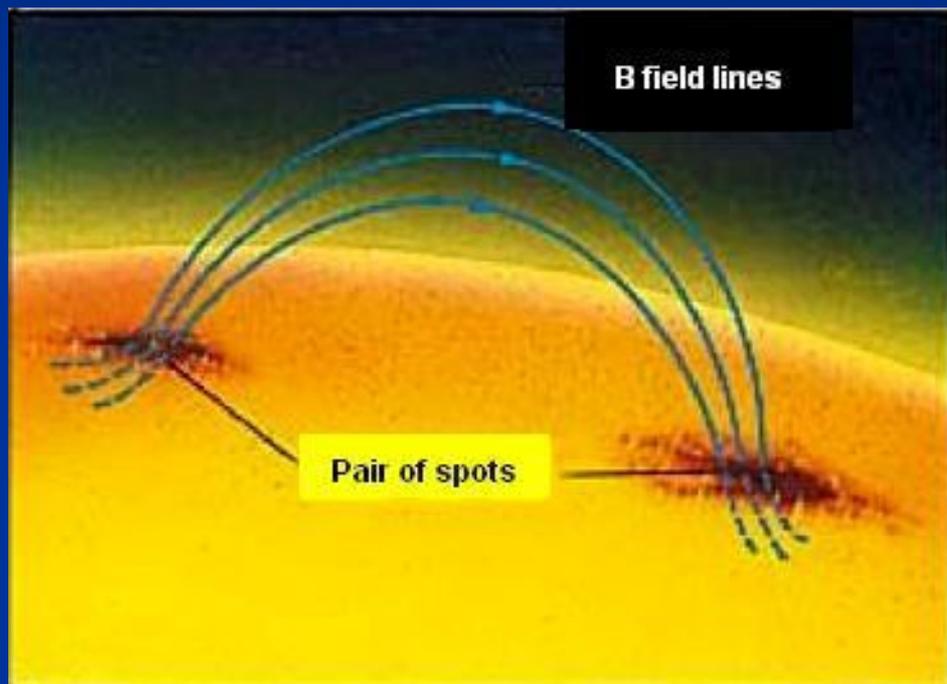


Napfoltok

- Erős mágneses mezők hatására keletkeznek, amikor a mágneses tér erővonalai a felszínre törnek.
- Az erővonalak hurokszerűen emelkednek ki a nap felszínéből.

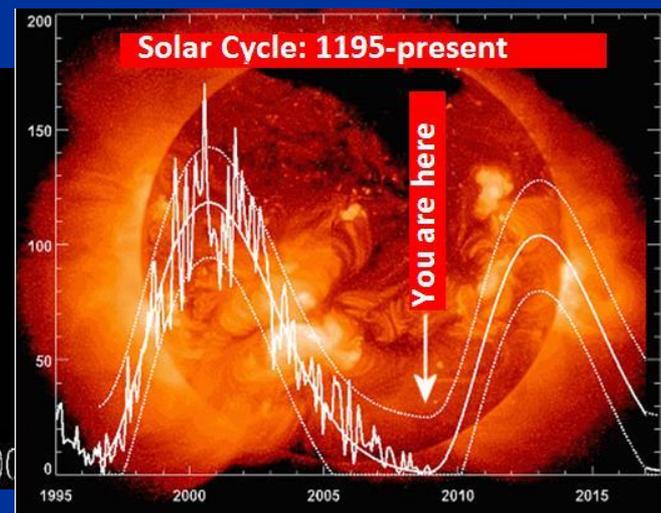
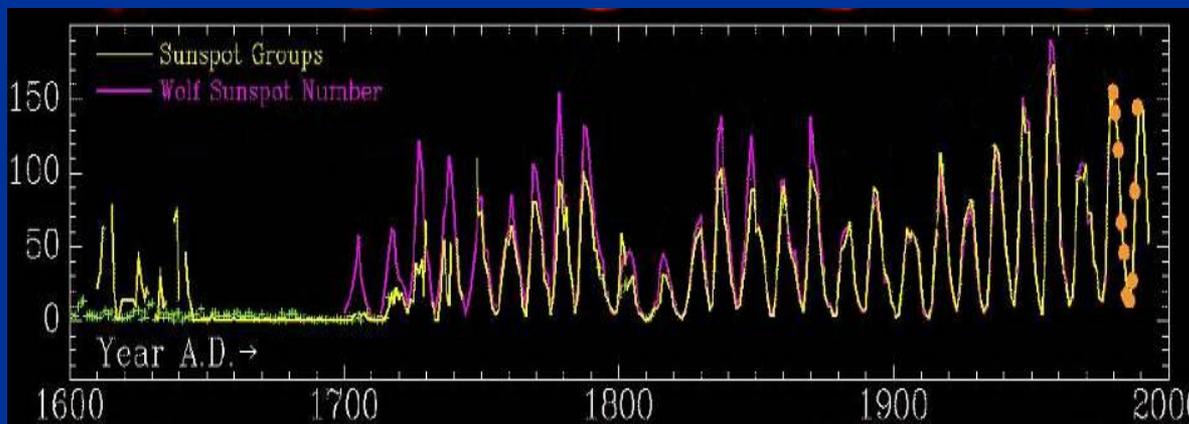


Napfoltok



Napfoltok

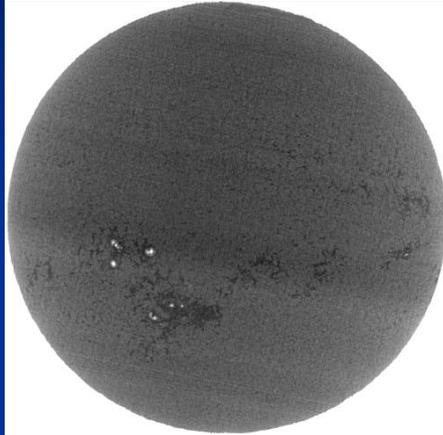
- A napfoltok száma a „napfolt tevékenység erősségére“ utal.
- A Wolf szám: $W = 10G + F$
(G = napfolt csoportok; F = a napfoltok teljes száma)
- A napfoltciklusok 11 évenként ismétlődnek.



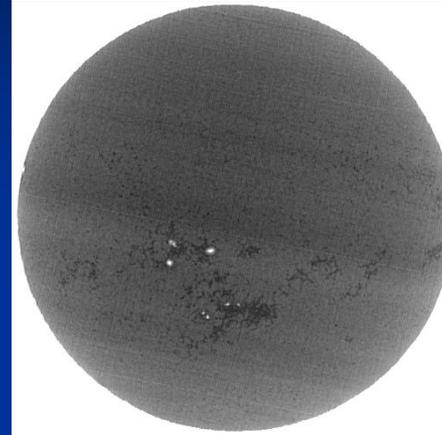
2008-ban volt a legutóbbi Napfolt-minimum, amely hosszabb volt a szokásosnál.

Napfoltok: a Nap forgása

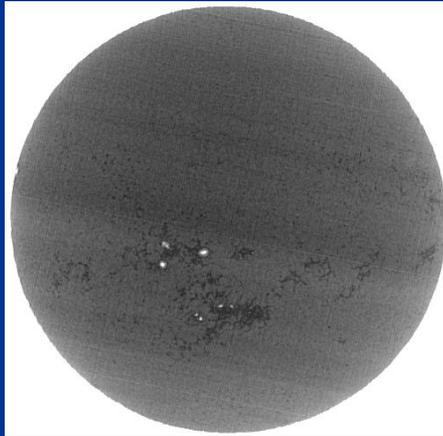
November 21 1992



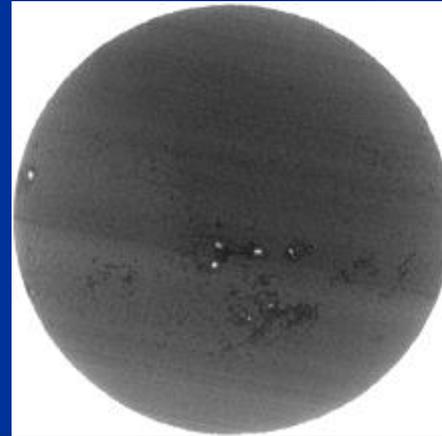
November 22 1992



November 23 1992



November 24 1992



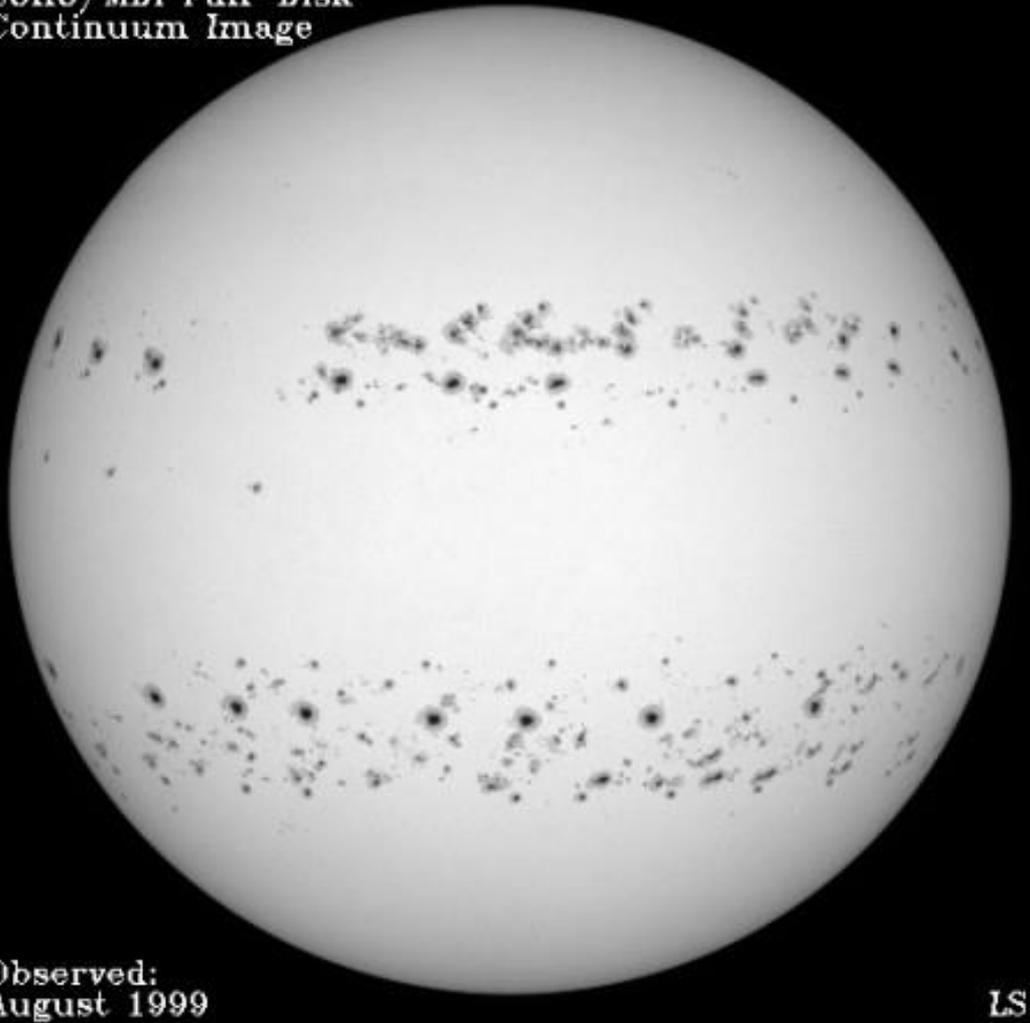
Credit for images: Astronomical Observatory of the University of Coimbra



Napfoltok és a Nap forgása

- A napfoltok segítségével meghatározható a Nap forgási periódusa.
- Galilei volt az első között, aki a Napfoltokat távcsővel nézte. Ezeket használta a nap forgási periódusának a mérésére.
- A forgási periódusok : 25 nap az Egyenlítő mentén és 38 nap a pólusoknál. Ez a differenciális forgás jelensége.

SOHO/MDI Full-Disk
Continuum Image



Observed:
August 1999

LS



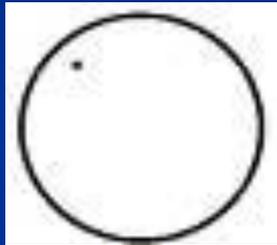
4. gyakorlat: A Nap forgási periódusának a meghatározása

- A Nap megfigyelését tilos szabad szemmel végezni, mindig távcsővel kell kivetíteni.

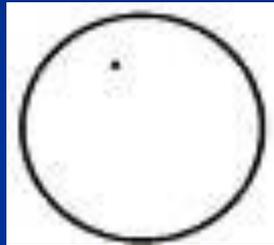


4. gyakorlat: A Nap forgási periódusának a meghatározása

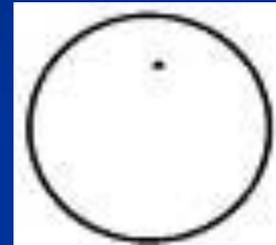
- A napfoltokat több napon keresztül rajzolja le, mindig adott t idő pillanatban.



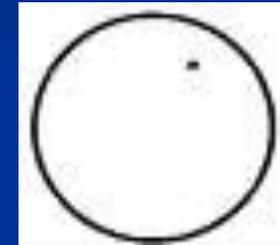
Day 1



Day 4



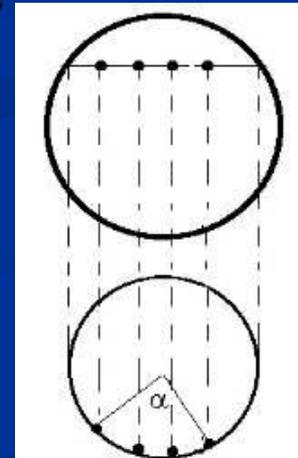
Day 6

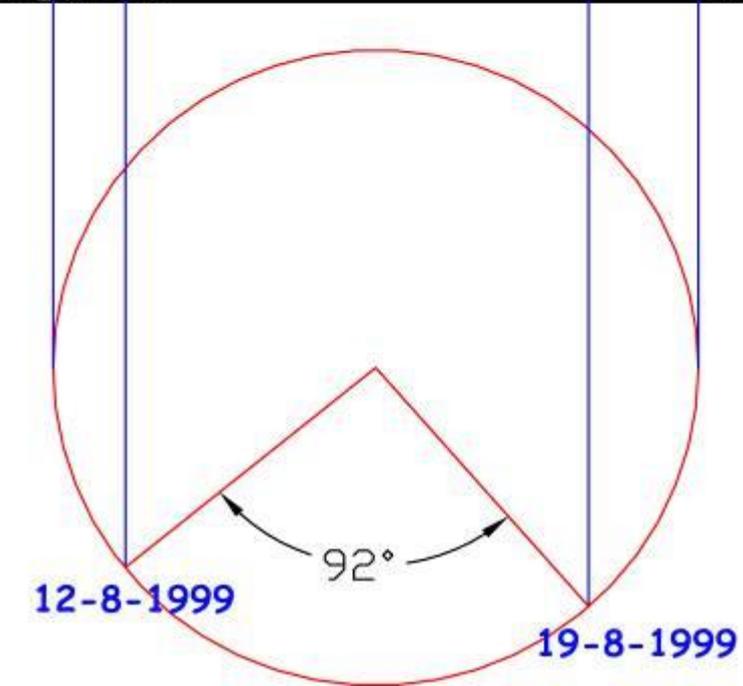


Day 8

- A napfoltok helyzetét vetítse le a kör kerületére, és a középpont segítségével olvassa le az α -szöget. Az alábbi összefüggéssel kiszámítható a T-forgási periódus.

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





4. gyakorlat: A Nap differenciális forgási periódusának a meghatározása

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

A Nap forgása

- A Nap egy nagy nukleáris reaktor, amely fotonokat állít elő, ezeknek van frekvenciája (színe) és energiája: $E = hv$
- A Nap fényessége (teljesítménye wattban) óriási: minden másodpercben ezermilliárd atombombának felel meg. Ezt az energiát a térben úgy továbbítják, mint egy buborékot, amely idővel egyre nagyobb lesz.
- Ennek a gömbbuboréknak a felszíne: $4\pi R^2$.
- R -távolságra a Napfelszínétől, minden másodpercben az egységnyi felületen, 1 m^2 , kibocsájtott energia: (ahol P a Nap teljesítménye)

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

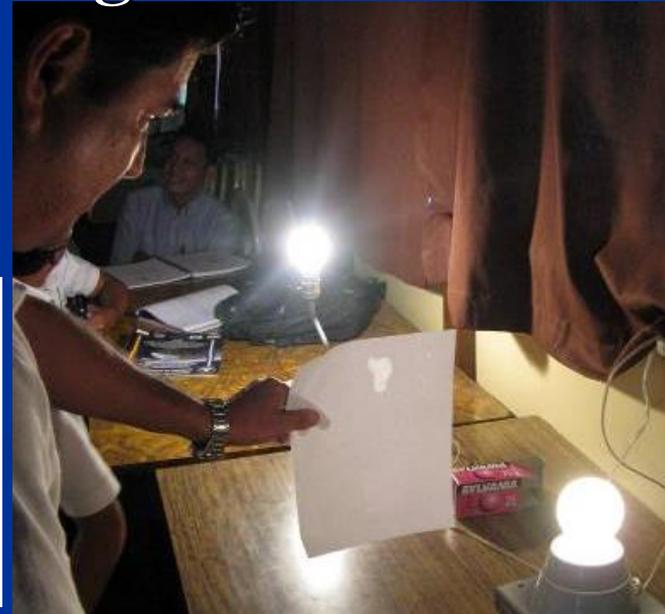
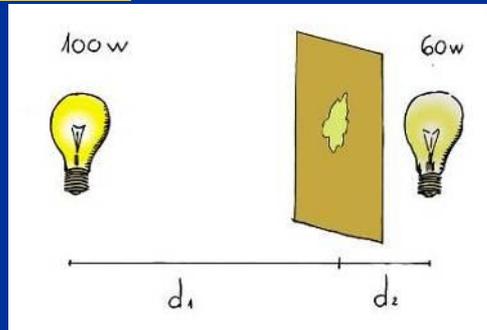


5. gyakorlat:

A Nap luminozitásának meghatározása

- A kibocsátott energia a négyzetes távolság fordítottjától függ. Ha ismerjük a Naptól való távolságot, kiszámíthatjuk annak teljesítményét.
- Olajfolt fotométert készítünk. Ha a papír mindkét oldalának fénye egyenlő, a folt nem látható; vagyis mindkét oldalról ugyanaz az energia érkezik. Tehát:

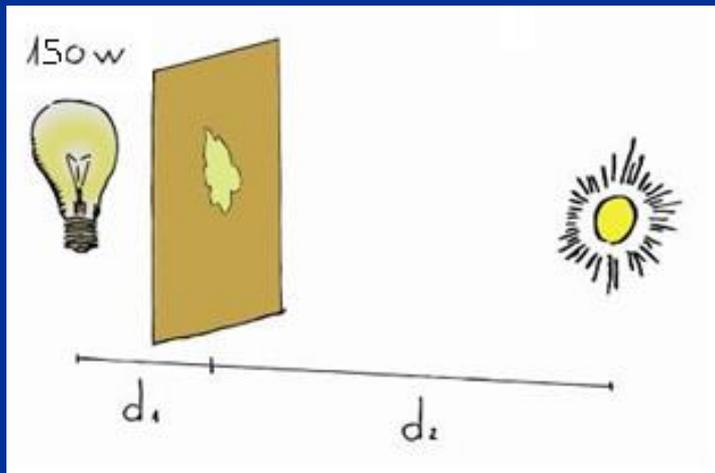
$$\frac{P_1}{4 \cdot \pi \cdot d_1^2} = \frac{P_2}{4 \cdot \pi \cdot d_2^2}$$



5. gyakorlat:

A Nap luminozitásának meghatározása

Összehasonlítunk egy 150 W-os izzólámpát a Nappal, amely tőlünk 150 millió km-re van (1.5×10^{11} m), és meghatározzuk a P -teljesítményt.



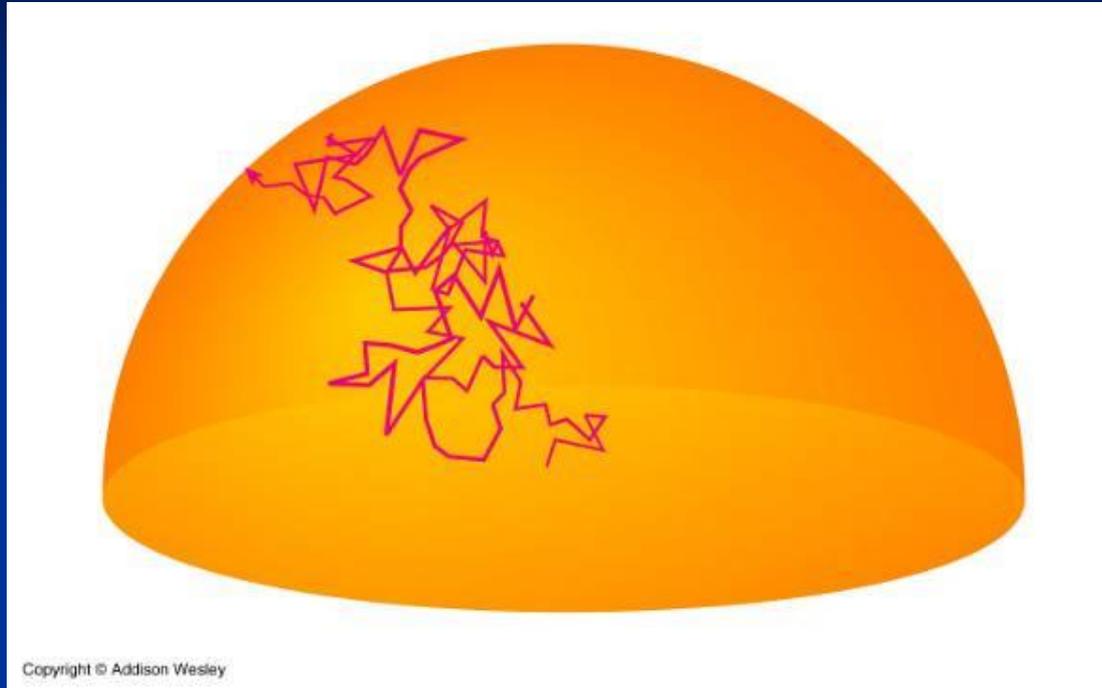
$$\frac{150W}{d_1^2} = \frac{P}{d_2^2}$$



•Az eredmény hozzávetőleg: 3.8×10^{26} W



Napspektrum: Átlátszatlanság



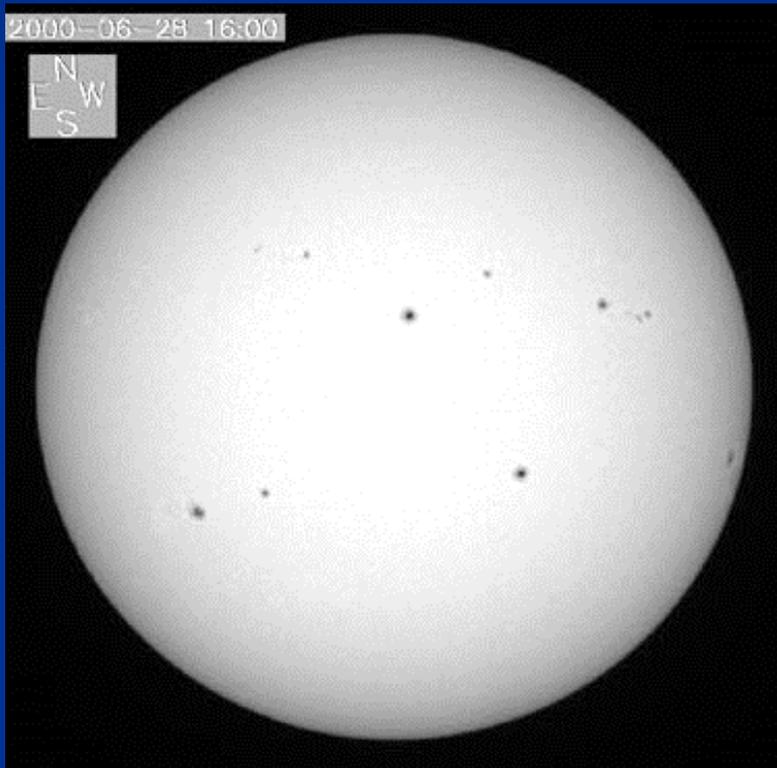
A fotonok a Nap legbelső részén keletkeznek, és kölcsönhatásba lépnek az adott területen található nagyon sűrű anyaggal. Akár 1 millió évig is eltarthat, amíg a Nap magjában előállított foton, eléri a fotoszférát.

Napspektrum: Átlátszatlanság

A Nap belső részei átlátszatlanok (a sok kölcsönhatás miatt, mint a szilárd anyagban).

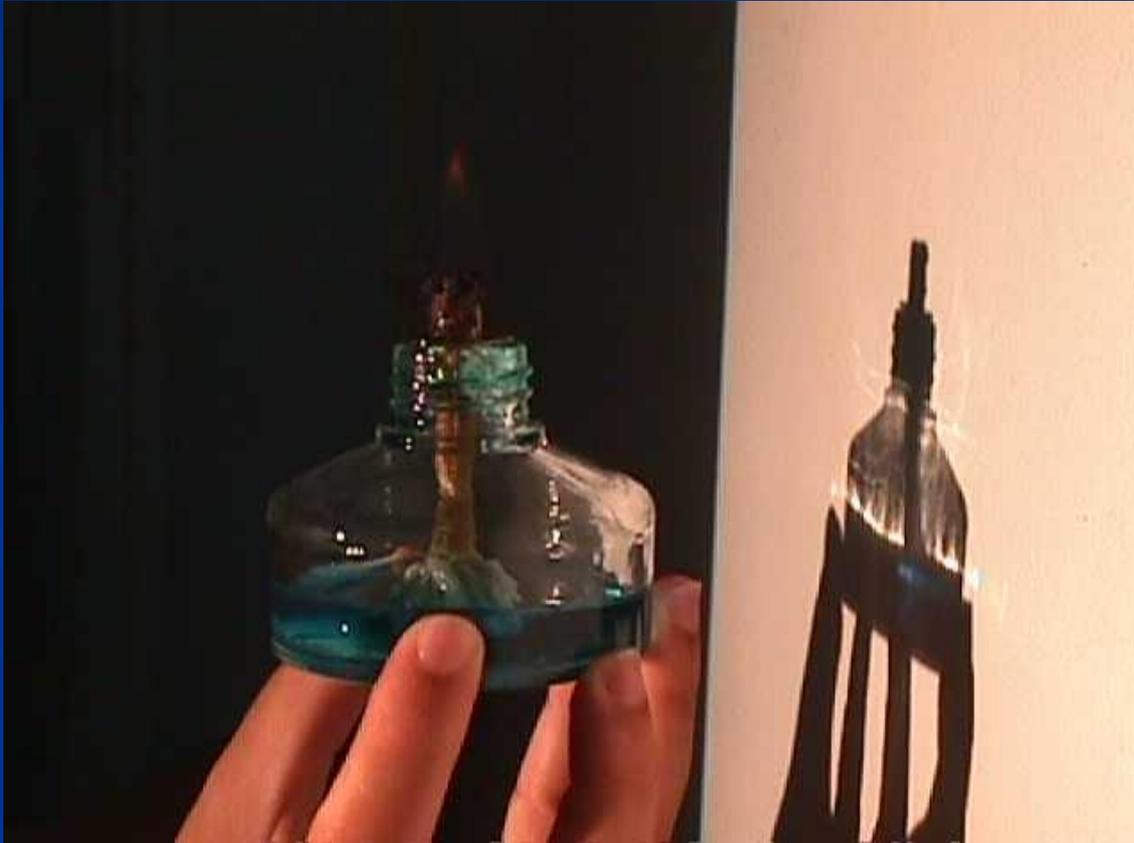
A Nap külső rétege átlátszó.

Bizonyíték: A perem sötétedése; a napkorong szélén a Nap kevésbé fényes, mert átlátszóbb.

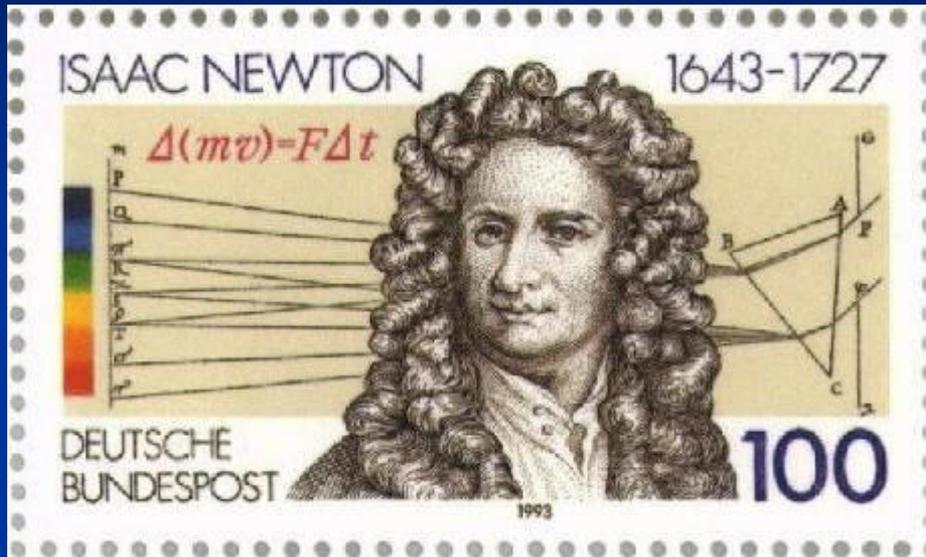


6. gyakorlat: Átláthatóság és átlátszatlanság

Az átlátszó nem azonos a láthatatlannal!



Spektrum



Fuente: Deutsche Bundespost 1993

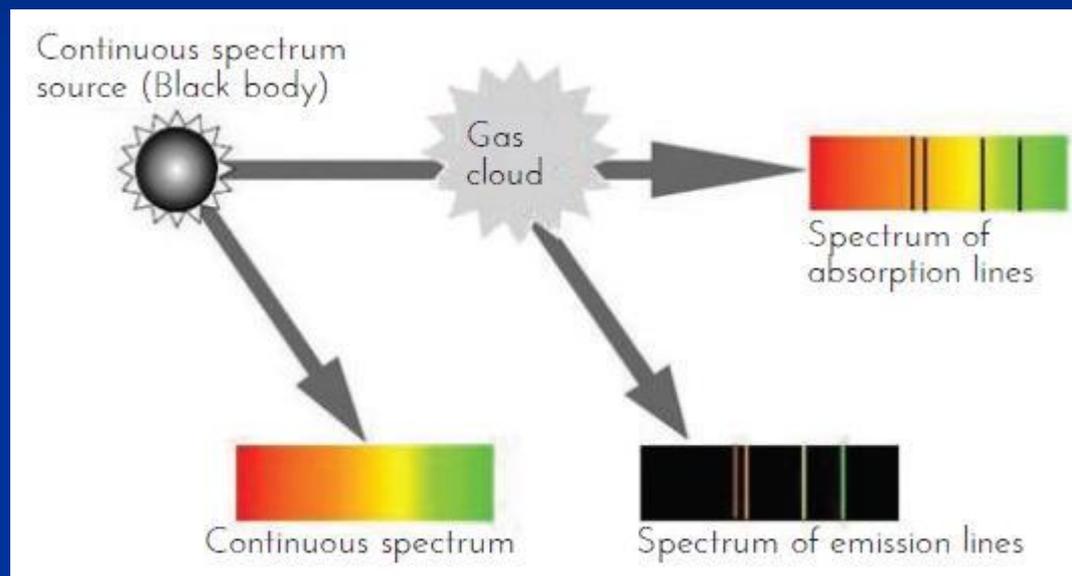


1701 -ben Newton prizmát használt, és a Napfényt színeire bontotta. Bármilyen fényt fel lehet bontani prizmával vagy diffrakciós ráccsal. Az eredmény egy spektrum vagy színekép.

Kirchhoff és Bunsen törvények

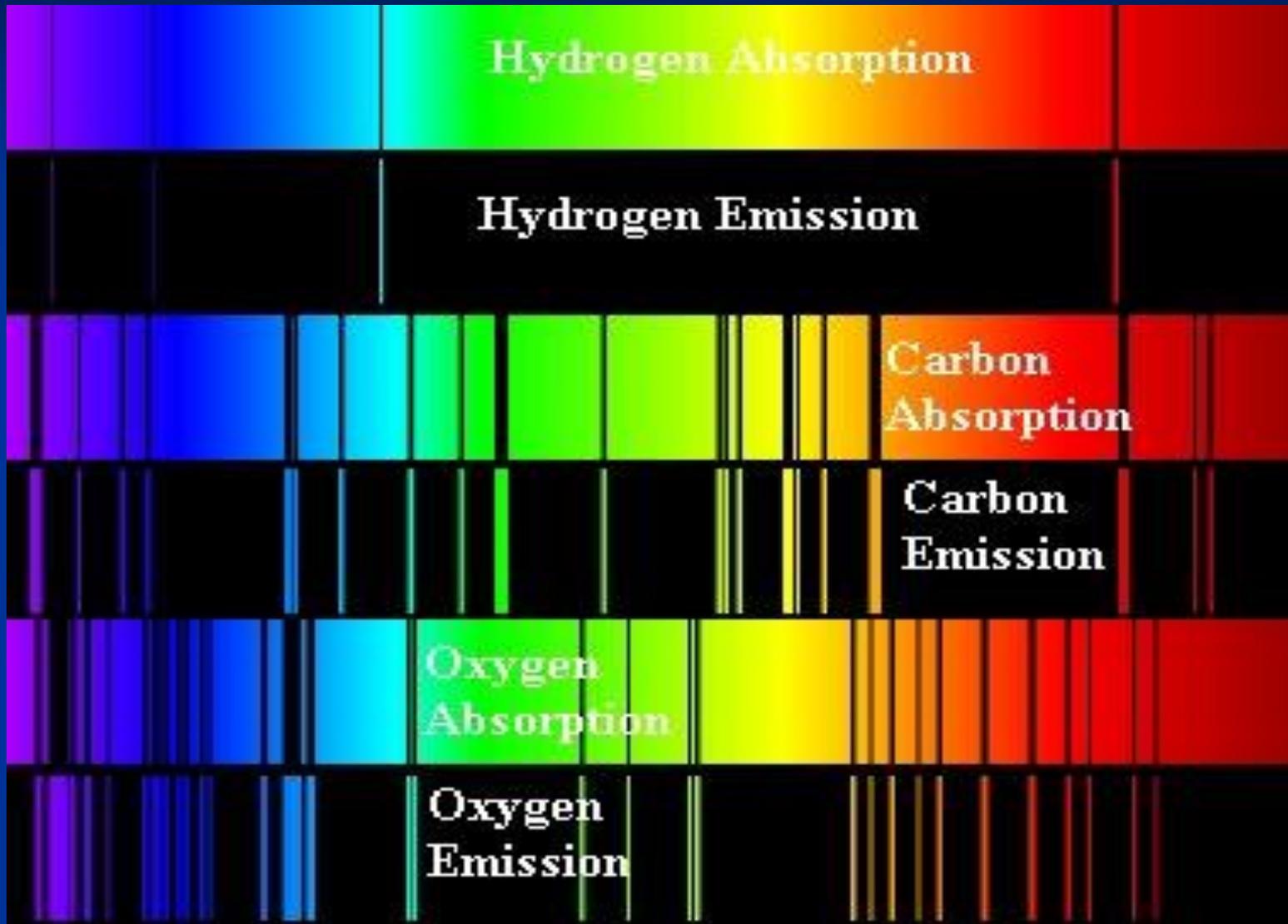
1 törvény: - Egy izzó, szilárd test fényt bocsájt ki folytonos spektrummal.

2 törvény - A forró gázok csak bizonyos hullámhosszakon bocsájtanak ki fényt, amelyek a gáz kémiai összetételétől függenek.

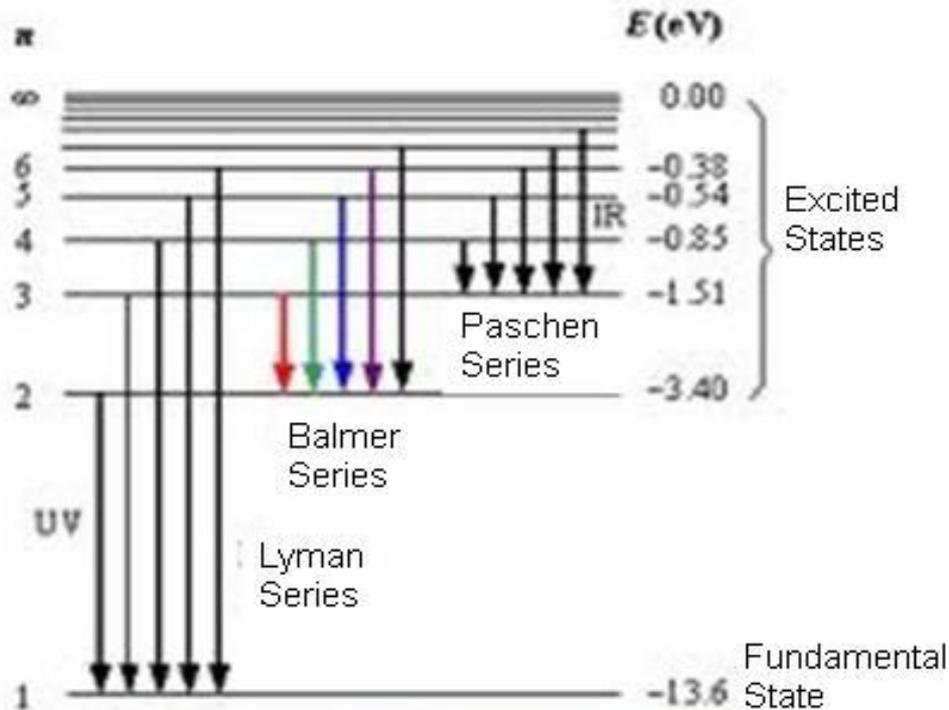


3 törvény - Az izzó szilárd test, amelyet alacsony nyomású gáz vesz körül, folytonos spektrumot hoz létre, amelyben a 2. törvénynek megfelelően bizonyos hullámhosszokon rések találhatók.

Spektrum



Spektrum



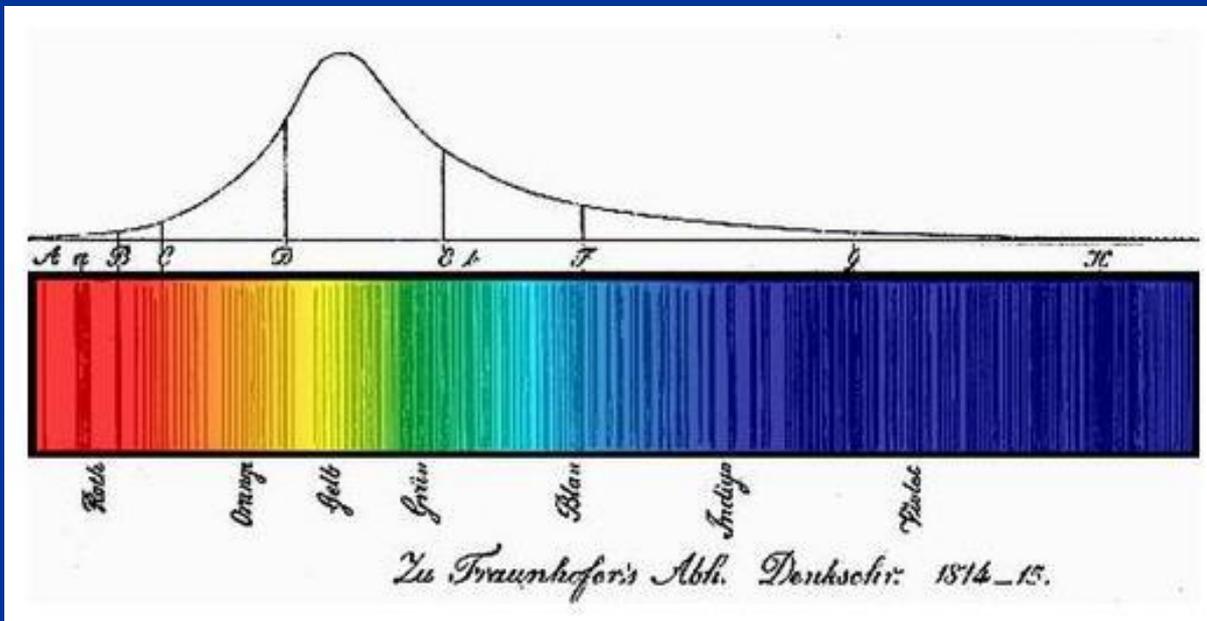
Energy levels of the hydrogen atom, with some of the transitions which produce the spectral lines indicated

Kibocsátási és abszorpciós vonalak, akkor jönnek létre, amikor az elektronok két kvantált energiaszint között ugrást végeznek.

A Nap színeképe: elnyelési spektrum

1802 -ben William Wollaston fekete vonalakat figyelt meg a napspektrumban.

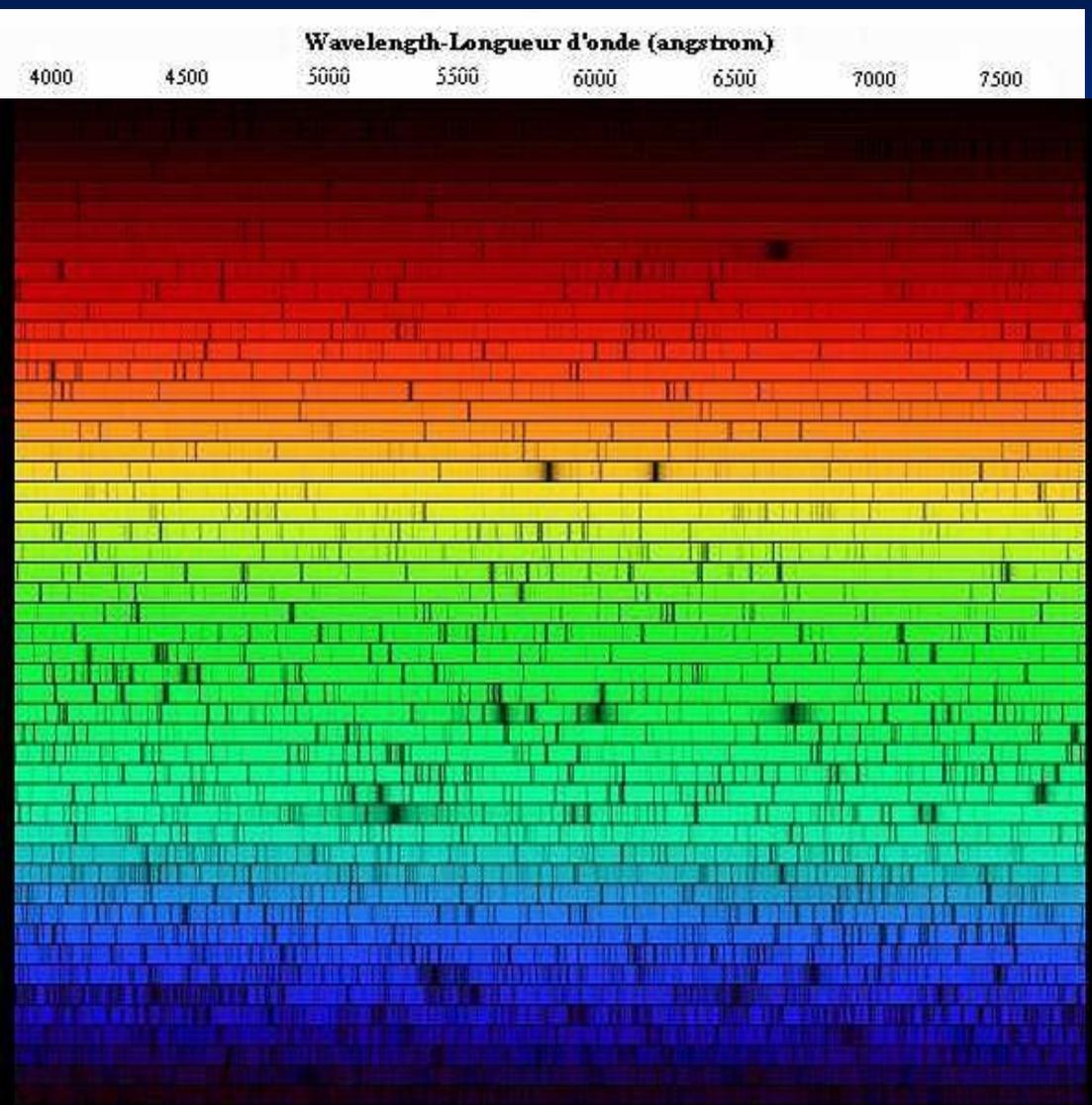
1814 -ben Joseph Fraunhofer szisztematikusan tanulmányozva a Nap spektrumát, körülbelül 700 sötét vonalat talált.



Joseph Fraunhofer
1787-1826

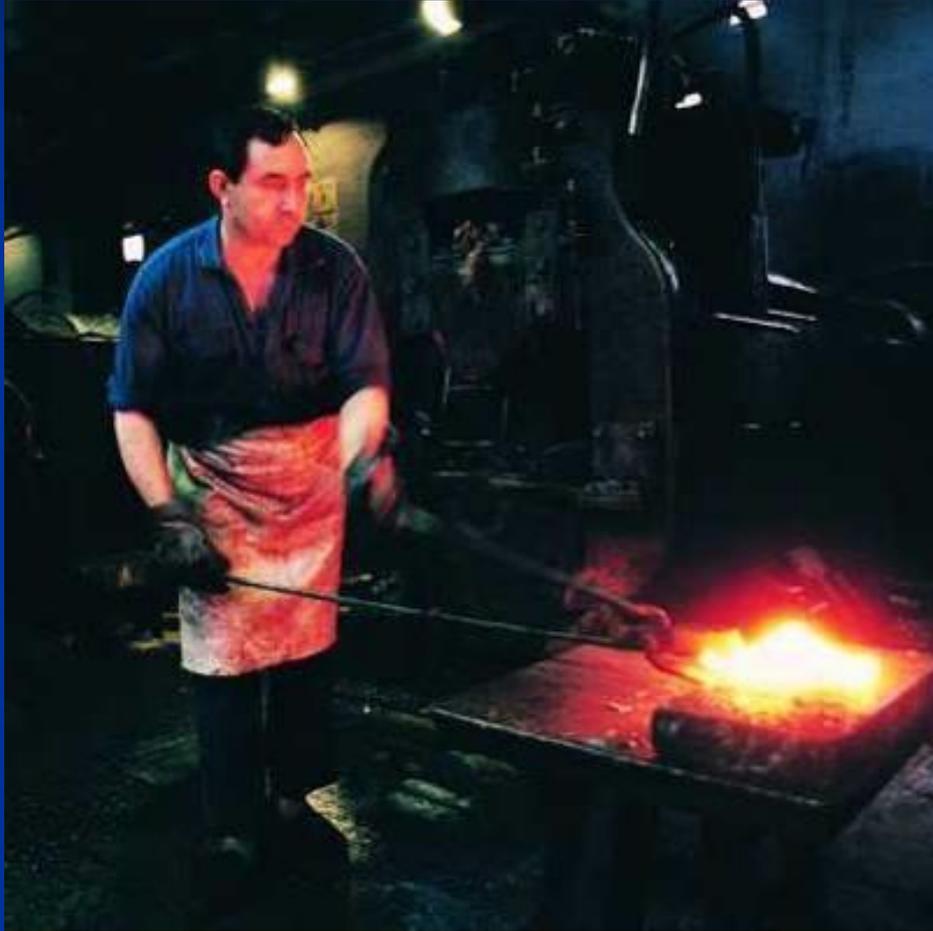


A Nap színeképe: elnyelési spektrum



- A sötét vonalak a Nap felszíne feletti hidegebb gázok jelenléte miatt jelennek meg.
- Megtudhatjuk, hogy miből áll a Nap, anélkül, hogy belsejébe hatolnánk.
- Ma a nagyfelbontású spektrumok sokkal több vonalat mutatnak meg.

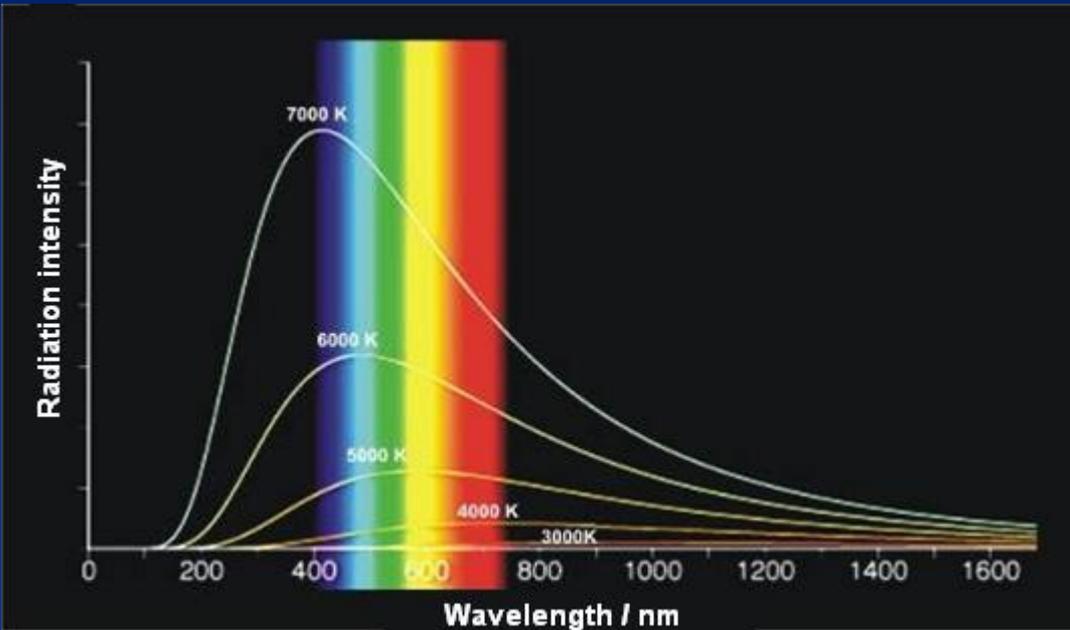
Fekete test sugárzás



Amikor a vasat felhevítik a kohóban, az általa kibocsájtott fény színe változik az alábbiak szerint:

- vörös
- sárga
- fehér
- kékes

Fekete test sugárzás



Egy távoli objektum sugárzásának a tanulmányozásával meghatározhatjuk annak hőmérsékletét anélkül, hogy oda kellene mennünk.

Bármely „fekete test” melegítéskor sokféle hullámhosszon bocsát ki fényt.

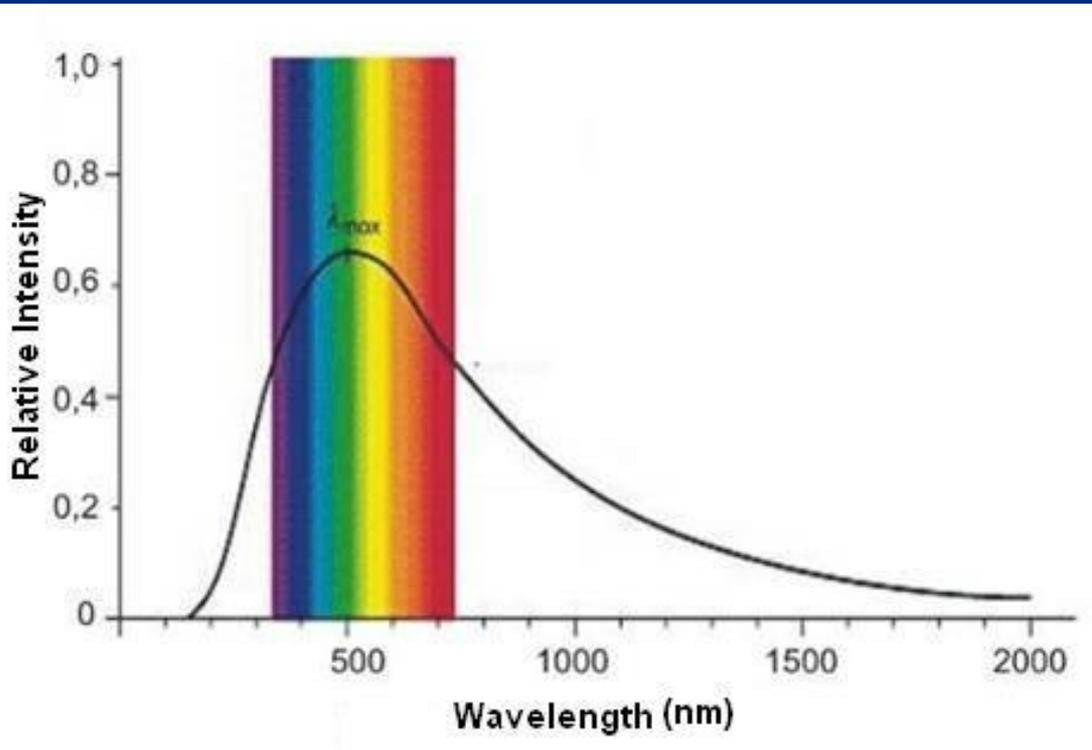
Létezik egy λ_{\max} , amely a legnagyobb energiának felel meg. Ez a λ_{\max} függ a T -hőmérséklettől:

$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Wien törvénye



Fekete test sugárzás



A Nap esetén a λ_{max} 500 nm-en van.

Ez azt jelenti, hogy a felszín hőmérséklete 5800 K.

Fekete test sugárzás

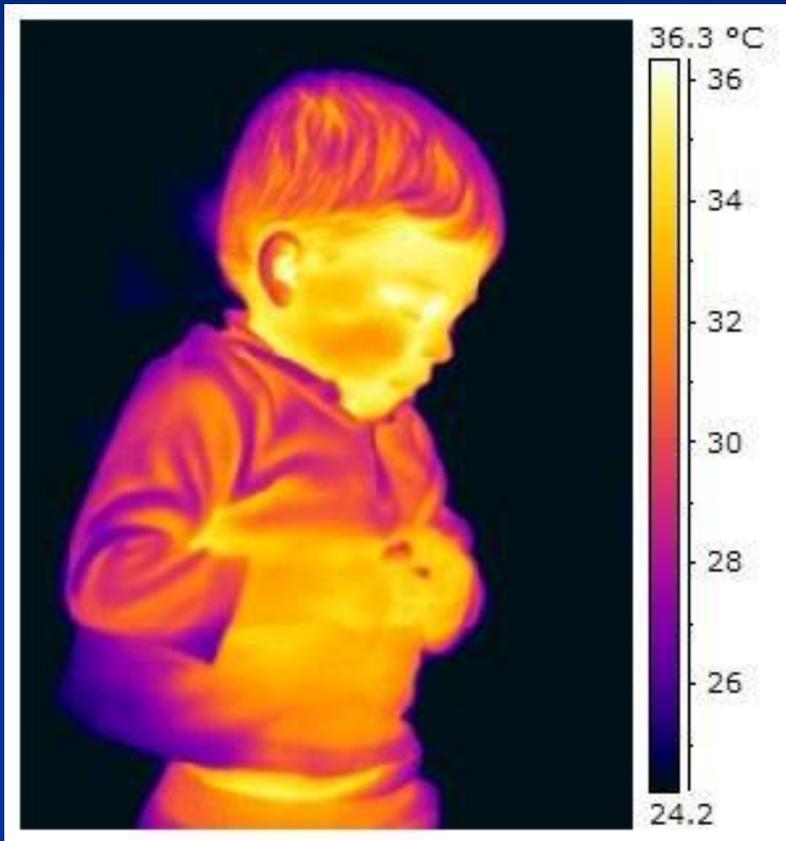
Az emberi test normál hőmérséklete:

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

Tehát az emberi test által kibocsájtott sugárzás max. hullámhossza:

$\lambda_{\text{max}} = 9300 \text{ nm}$. Ez távoli infravörösnek felel meg.

Az éjjellátó készülékek ezt a hullámhosszt használják.



Fényszóródás



- Ha a fehér fény nagy részecskéket tartalmazó gázon halad át, minden szín egyformán szóródik (fehér felhő).
- Ha a részecskék mérete sokkal kisebb, mint a beeső fotonok hullámhossza, a rövidebb hullámhosszú fotonok jobban szóródnak, mint a hosszabb hullámhosszúak (Rayleigh-szórás).
- Légkörünkben a kék fotonok jobban szétszóródnak, mint a vörösek, és minden irányból érkeznek.
- Ez az oka annak, hogy az égboltot kéknek látjuk.

Napnyugtakor a fény több légköri rétegen halad keresztül, és így sárgás-vörösnek látjuk.

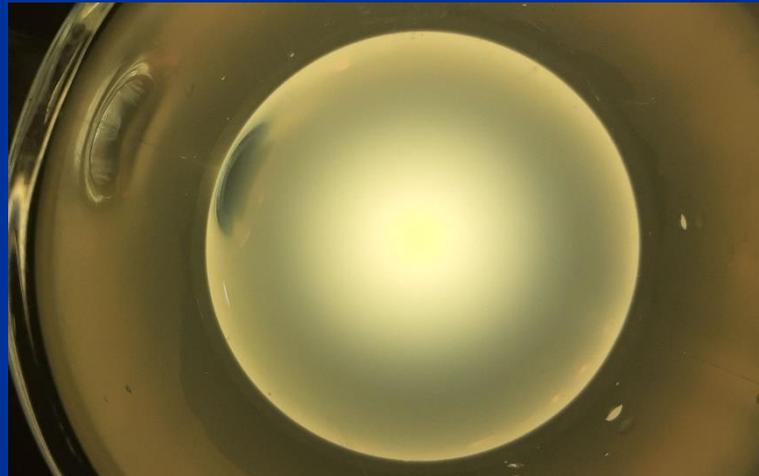


7. gyakorlat: Fényszóródás

- Víz magas pohárban, néhány csepp tejjel és zseblámpával. Amikor a fény áthalad a tejes vízen:



- Ha a fény oldalirányban halad át az üvegen, akkor az kékesnek tűnik.
- De ha a fény átmegy az egész üvegen, és az üveg tetejéről nézünk rá, akkor vörösesnek tűnik.



7. gyakorlat: Fényszóródás

- Melegen olvadó szilikon pálca, amit ragasztáshoz használnak.
- Mobil telefon lámpája.



- A mobil lámpa közelében lévő pálca kékes színű.
- A pálca a mobil fénytől távolabbi területeken sárgásnak és vörösesnek tűnik.

Köszönöm a figyelmet!

