

Сончеви дамки и сончев спектар

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*



Цели

- Да се разбере природата на сончевиот спектар
- Да се разбере создавањето на сончевиот спектар
- Да се разбере природата на сончевите дамки
- Да се разберете историското значење на работата на Галилео за сончевите дамки



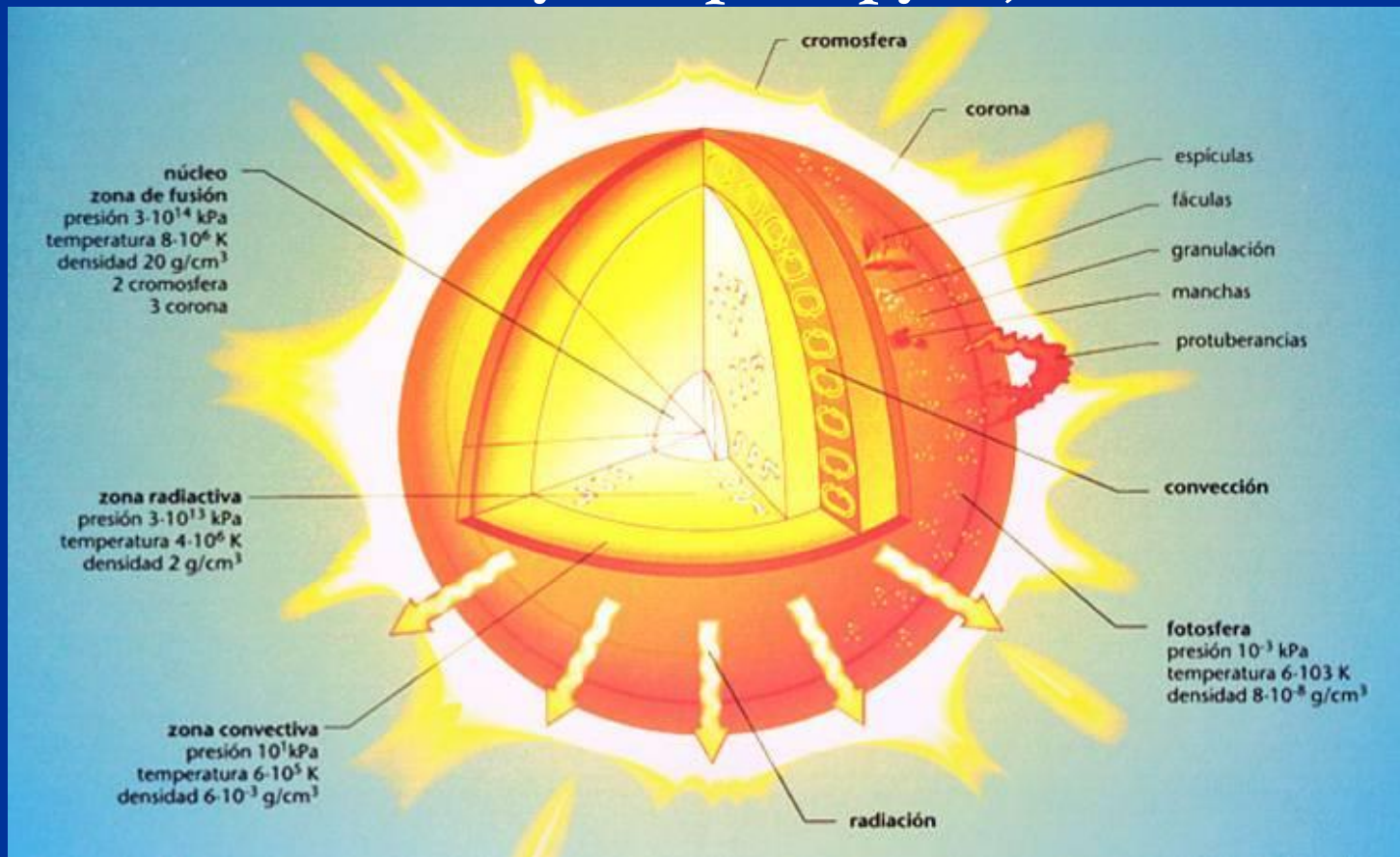
Сончево зрачење

Речиси целата енергија (топлина и светлина)
што ја користиме на Земјата доаѓа или дошла
од Сонцето



Сончево зрачење

Зрачењето се создава во јадрото на Сонцето, под многу висок притисок и на температура од 15 милиони степени. Се произведува преку реакции на нуклеарна фузија.



Сончево зрачење

- 4 протони (јадра на водород) се спојуваат за да формираат јадро на хелиум (фузија).



- Резултантната маса е помала од масата на почетните 4 протони бидејќи „преостанатата“ маса се трансформира во енергија:

$$E = mc^2$$

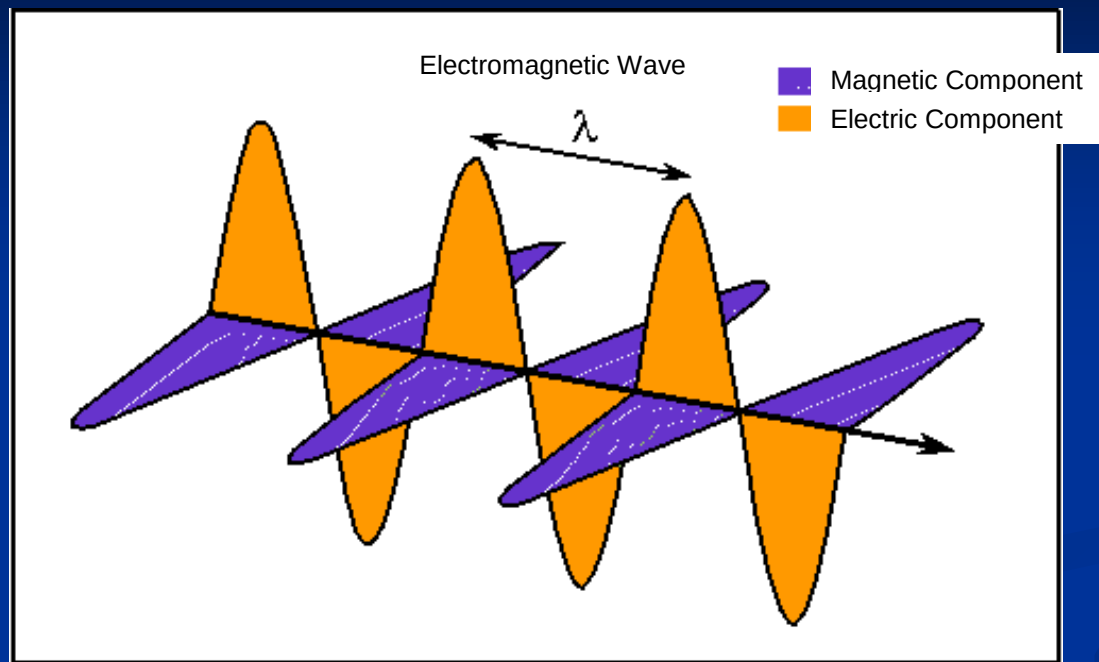
- Секоја секунда, 600 милиони тони водород се претвораат во 595,5 милиони тони хелиум. Остатокот од масата се претвора во енергија.
- Сонцето е толку масивно, што дури и при ваква стапка на губење маса, ќе трае милијарди години.

Сончево зрачење

Енергијата патува од површината на Сонцето со брзина од $299\,793\text{ km/s}$. Потребни се 8 минути за да стигне до Земјата.



Сончев спектар: радијација

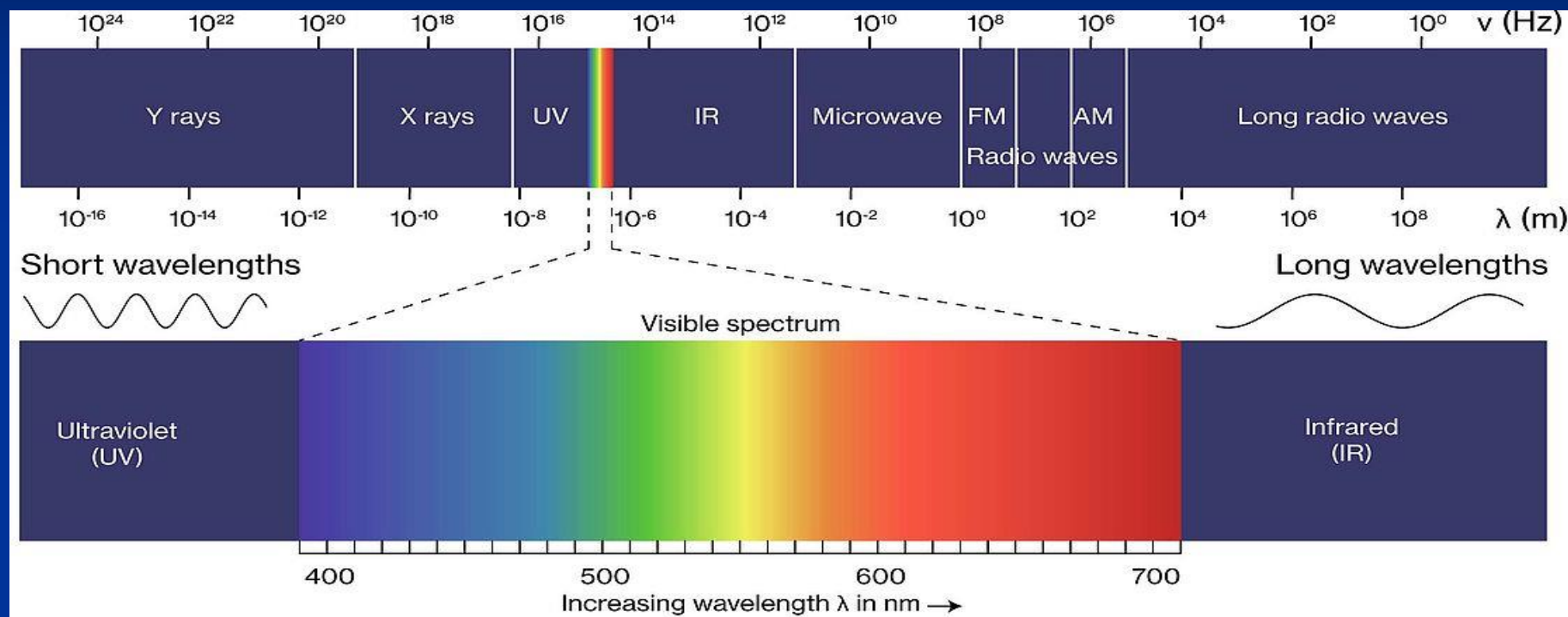


Брановата должина λ , фреквенцијата ν и брзината на ширење c на електромагнетните бранови се поврзани со равенката:

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

Сончев спектар: радијација

Електромагнетиот спектар



Гама



Х-зраци



Видлив
(оптички)



Инфрацрвено

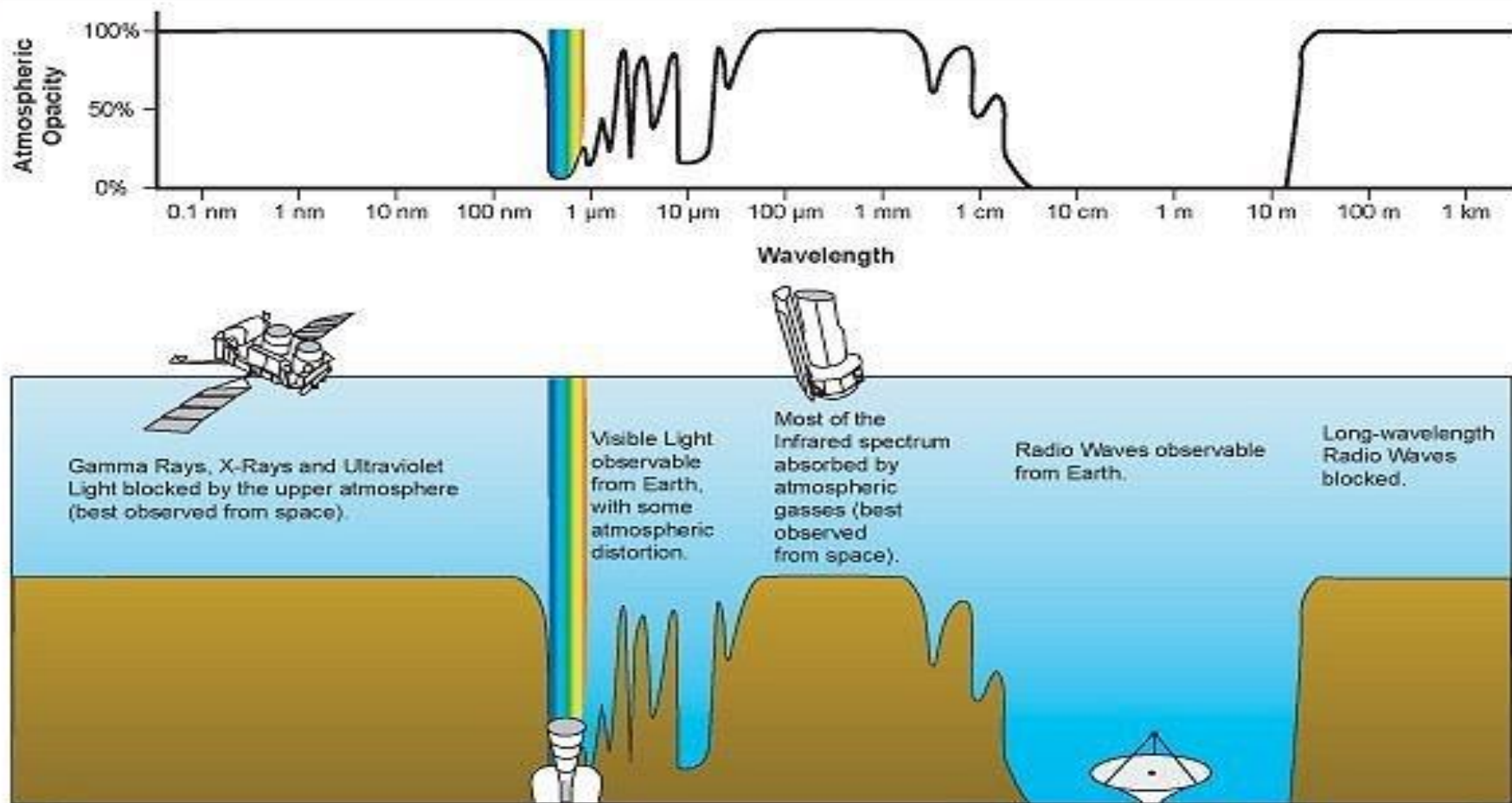


Радио

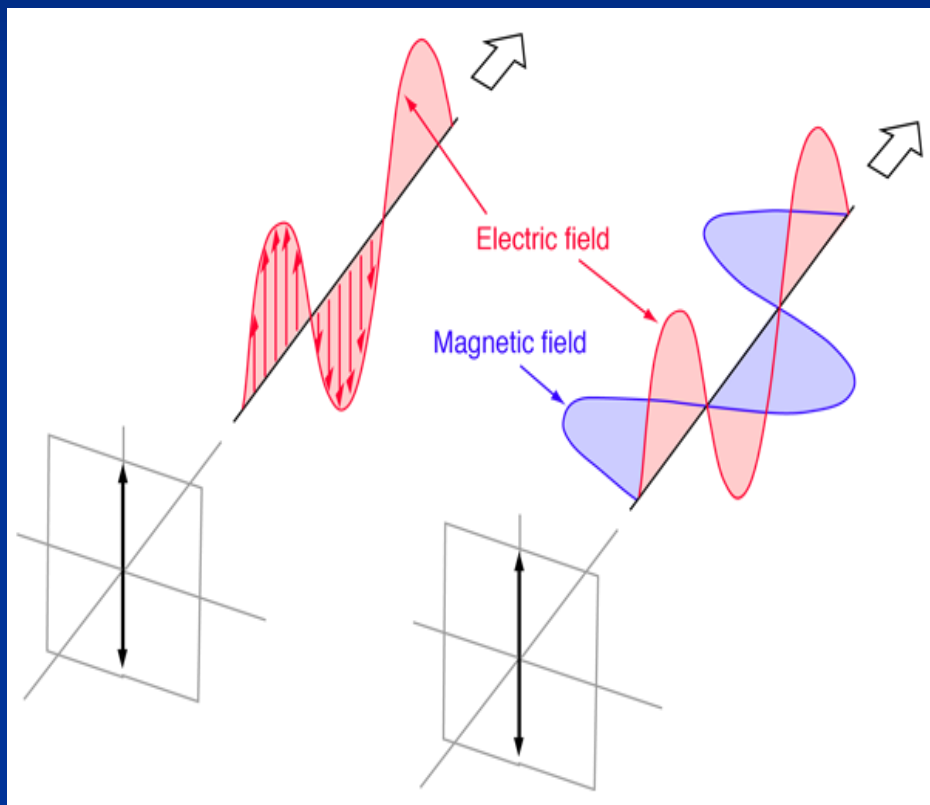


Сончев спектар: радијација

Земјината атмосфера е непроѕирна за повеќето бранови должини на зрачење.



Сончев спектар: поларизација

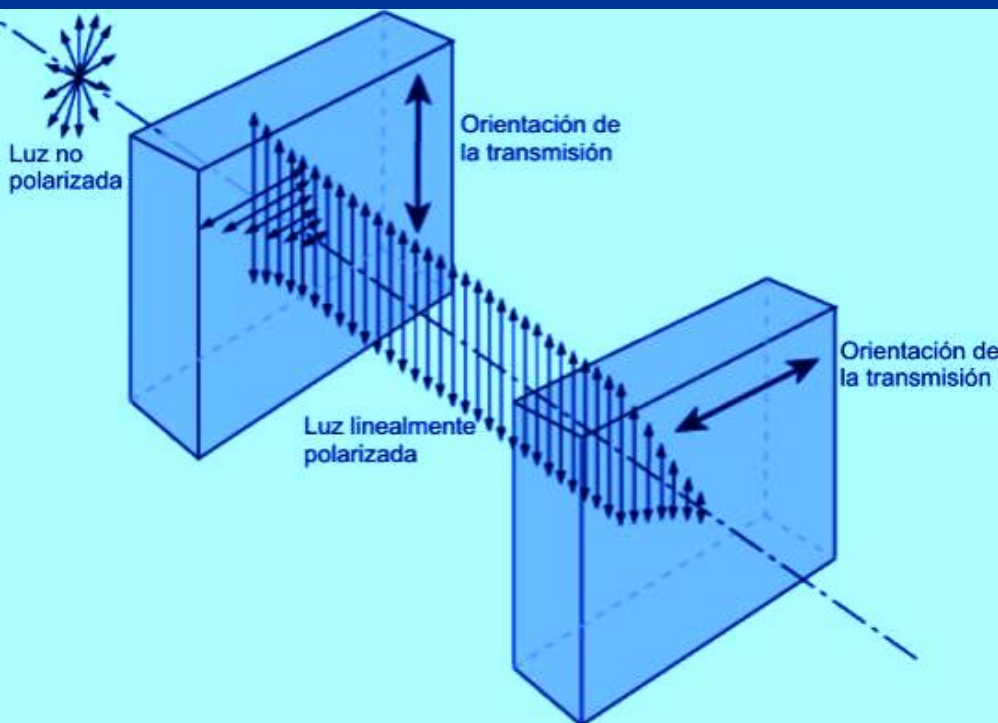


- Електромагнетно зрачење има профил како што се гледа на сликата.
- Постои правец на осцилирање за електричното поле и друга за магнетното поле.
- Овој бран е линеарно поларизиран. Во овој случај вертикално поларизиран.
- Сончевата светлина нема никаква привилегирана насока на осцилирање.

Сончев спектар: поларизација

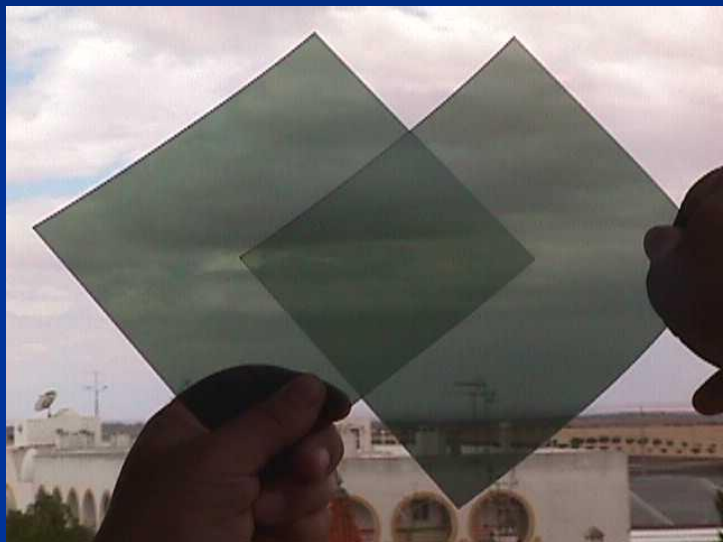
Сончевата светлина може да се поларизира:

- Со рефлексција
- Со поминување низ поларизирачки филтер

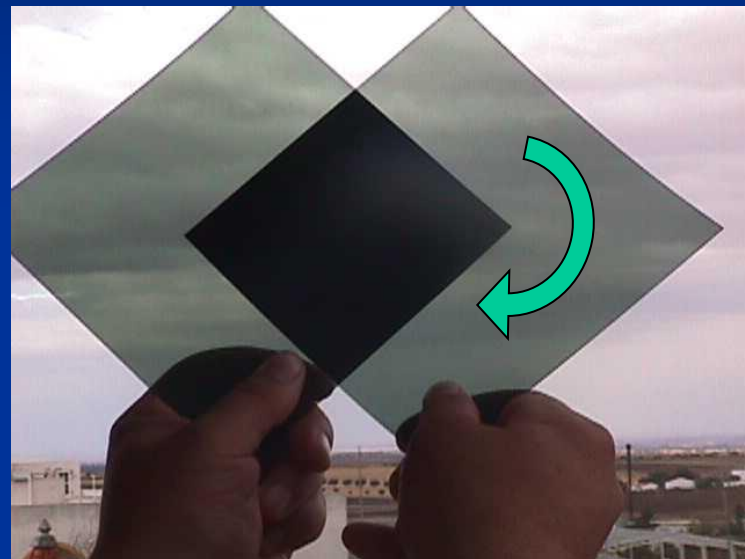


Кога двата поларизирачки филтри имаат паралелни правци на поларизација, светлината поминува низ нив. Ако нивните правци се нормални, светлината што поминува низ првиот филтер е блокирана од вториот и светлината не поминува низ него.

Активност 1: Поларизација на сончевиот спектар



Ако филтрите имаат иста ориентација, светлината поминува низ нив.



Ако еден од филтрите е свртен за 90° , светлината е блокирана.

Активност 1: Поларизација на сончевиот спектар



Молекулите на двата филтри имаат иста ориентација, светлината поминува низ нив.



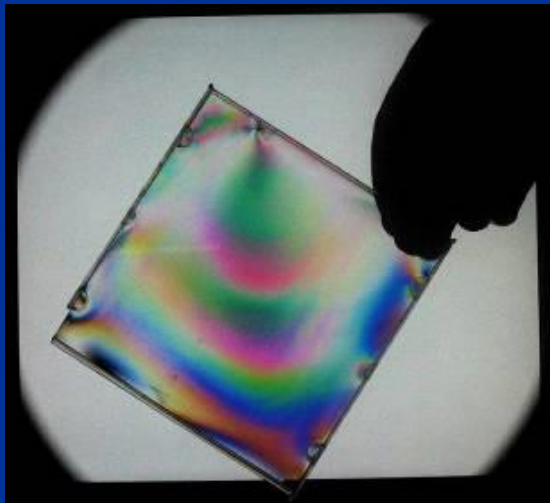
Ако филтерот се заврти за 90° , светлината не може да помине

Во астрофизиката, поларизацијата на светлината овозможува проучување на ориентацијата и големината на честичките на меѓусвездената прашина.

Активност 1: Поларизација на сончевиот спектар



- Светлината може да се поларизира со рефлексција.
- Полароидните очила за Сонце ви помагаат да избегнете рефлексии.
- Поларизацијата се користи во фотографијата и во инженерството за да се видат внатрешните напрегања во материјалите.

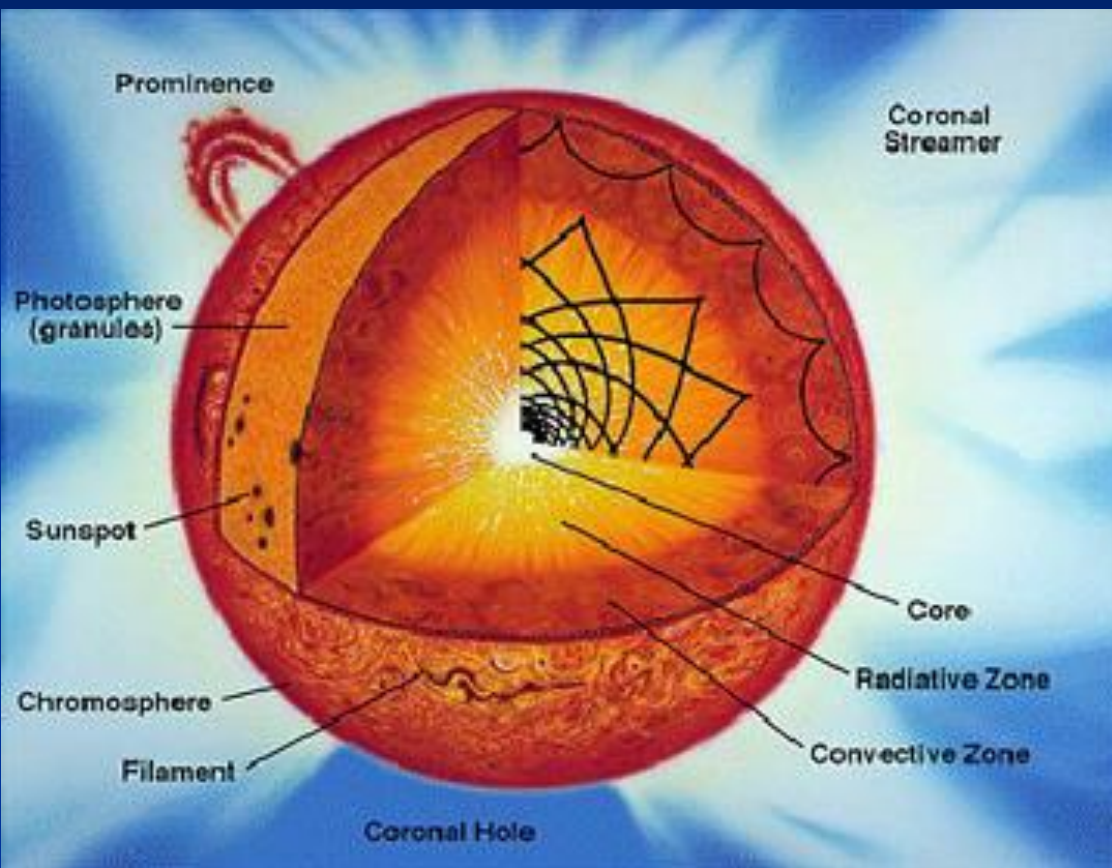


Активност 2: Поларизација на светлината

- Екранот на лаптоп или мобилен телефон емитува поларизирана светлина.
- Набљудувајте ја рамнината на поларизација со поларизирани очила за Сонце.
- Некои предмети ја ротираат рамнината на поларизација: залепете селотејп преку пластика.
- Набљудувајте ги внатрешните напрегања во парче прозирна пластика (на пр. кутија за CD)



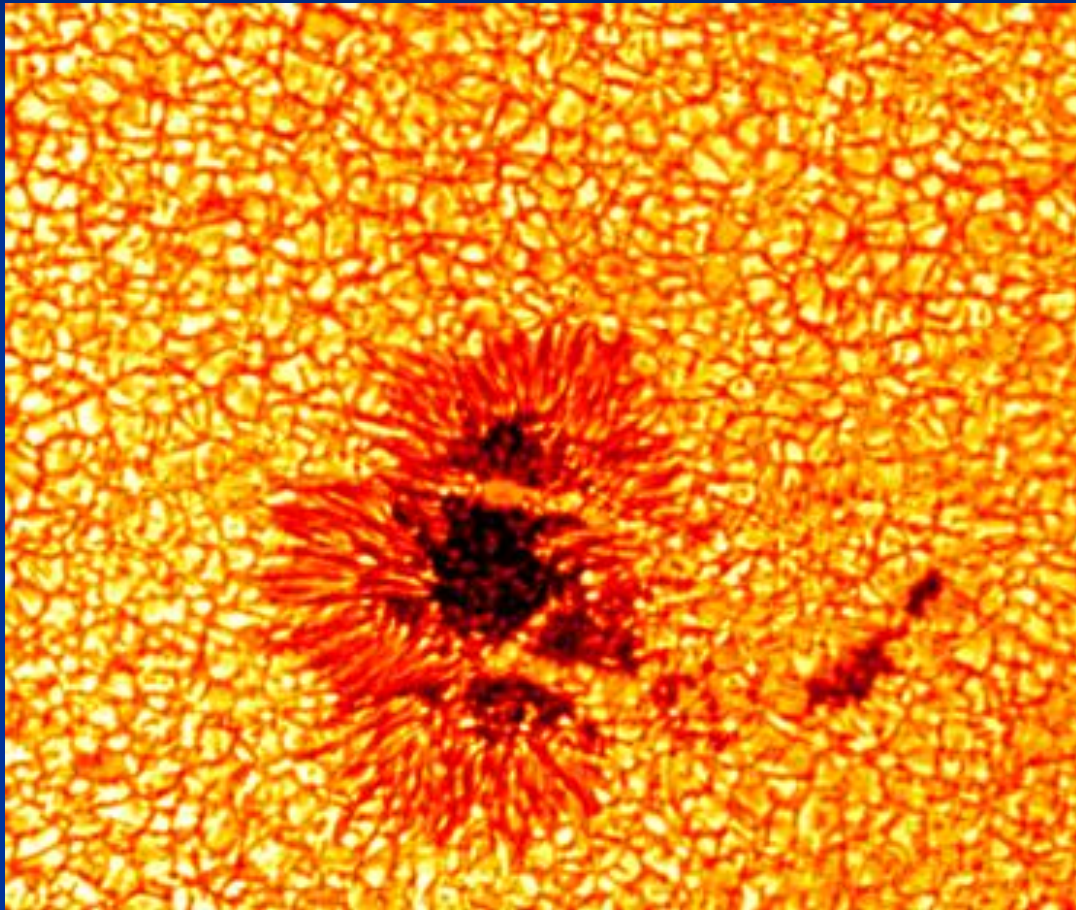
Структура на Сонцето



- Јадро:
15 милиони К
- Радијативна зона:
8 милиони К
- Конвективна зона:
500 000 К

Постои конвекција
(движење на
материјата) во
надворешните слоеви
на Сонцето.

Структурата на Сонцето



- Фотосфера:

6 400 – 4 200 К

Таа е

„површината“ на
Сонцето.

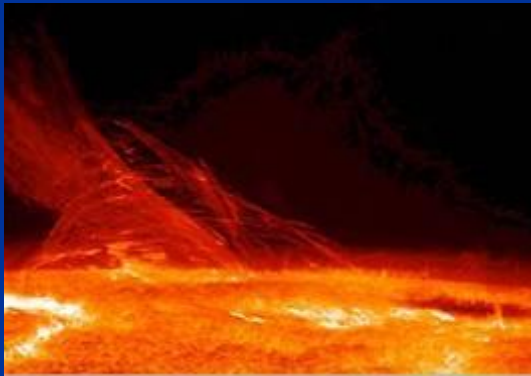
Содржи гранули
со големина од
~1000 km



Структура на Сонцето



- Хромосфера: „огнена прерија“ од 4 200 до 1 000 000 К. Постојат проминенции и сончеви блесоци.

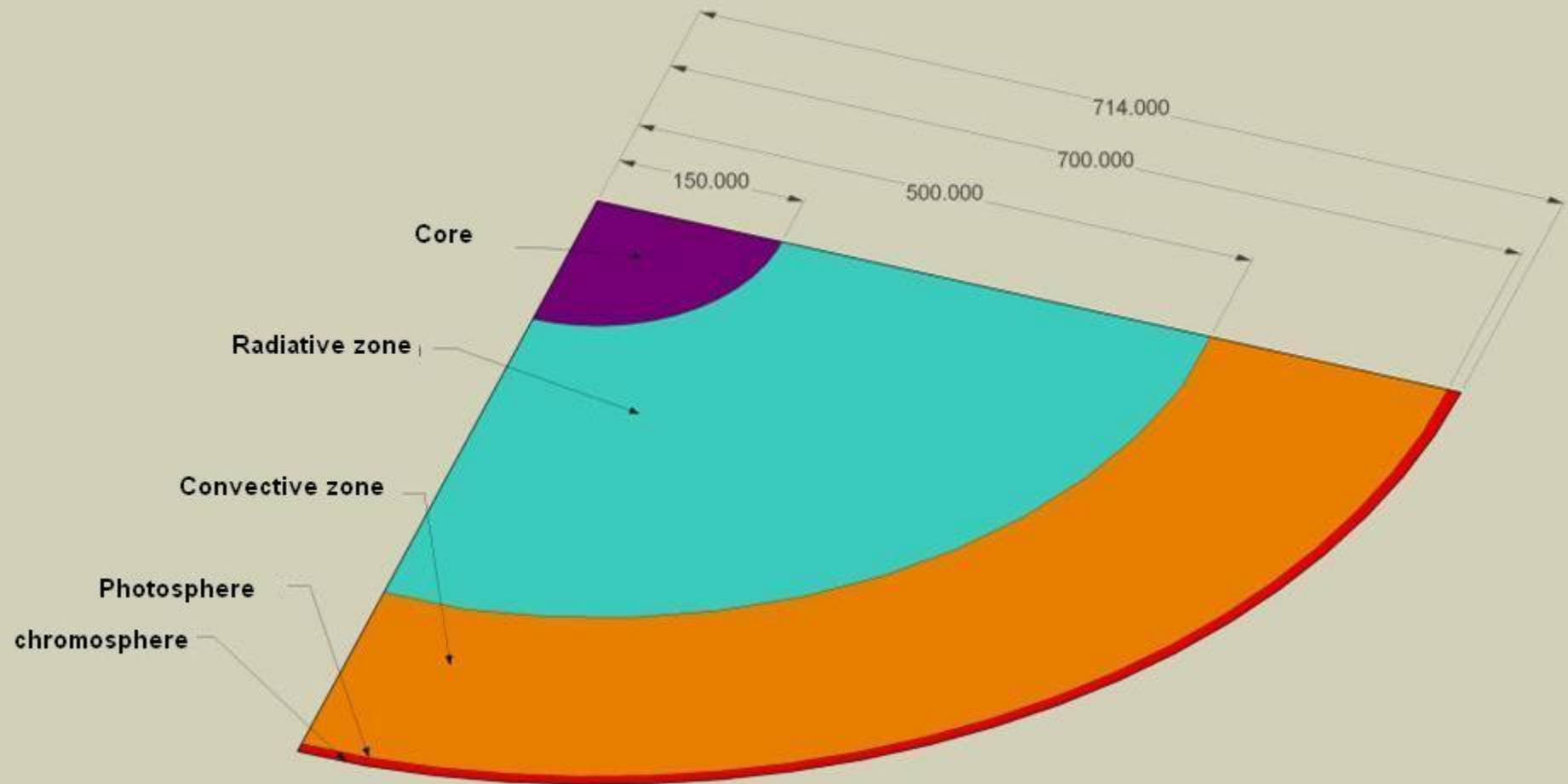


Структура на Сонцето

- Корона: сончев ветер, од 1-2.000.000 К.
- Се гледа само при затемнувања или со посебен инструмент (коронограф).

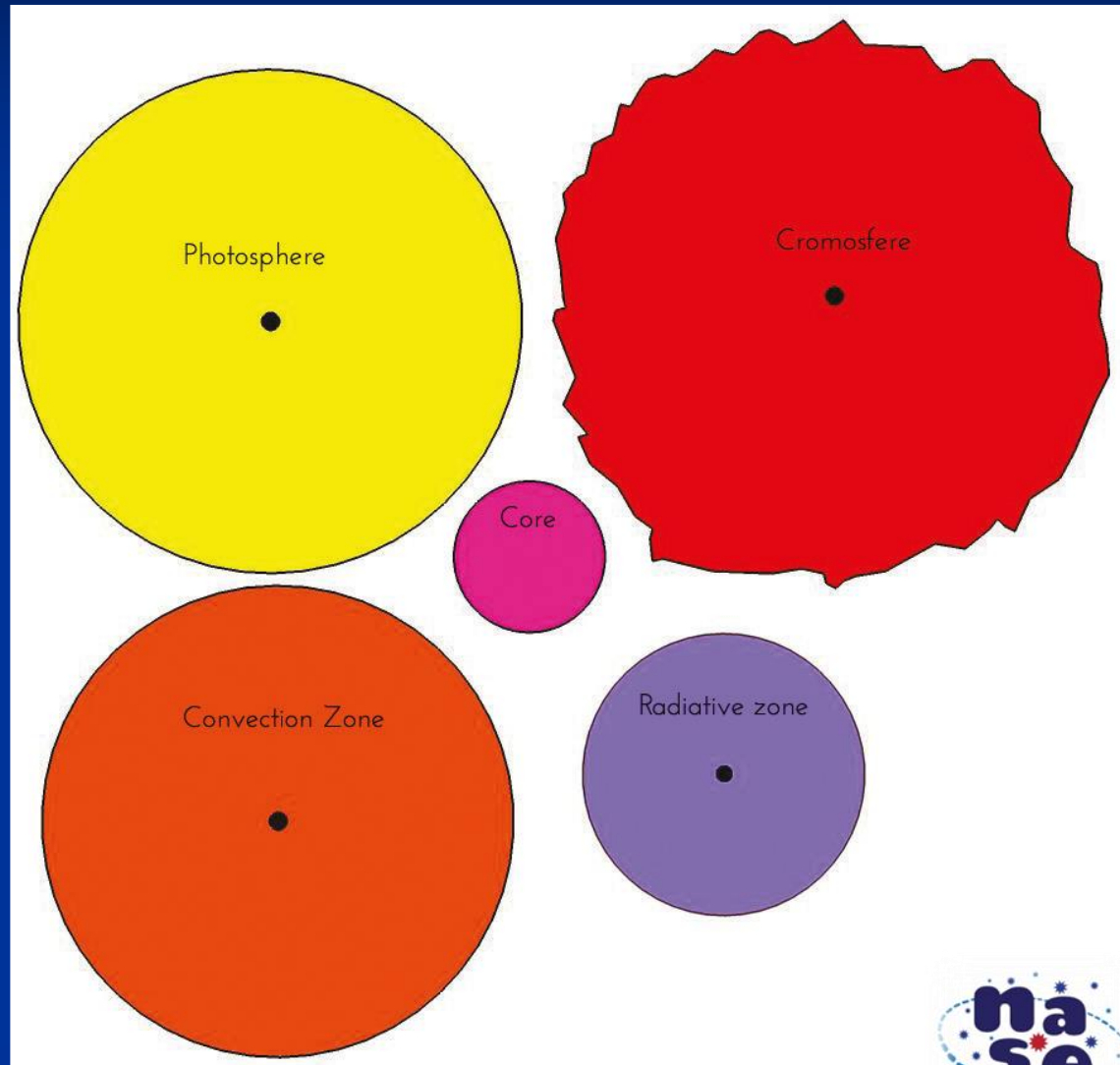


Структура на Сонцето



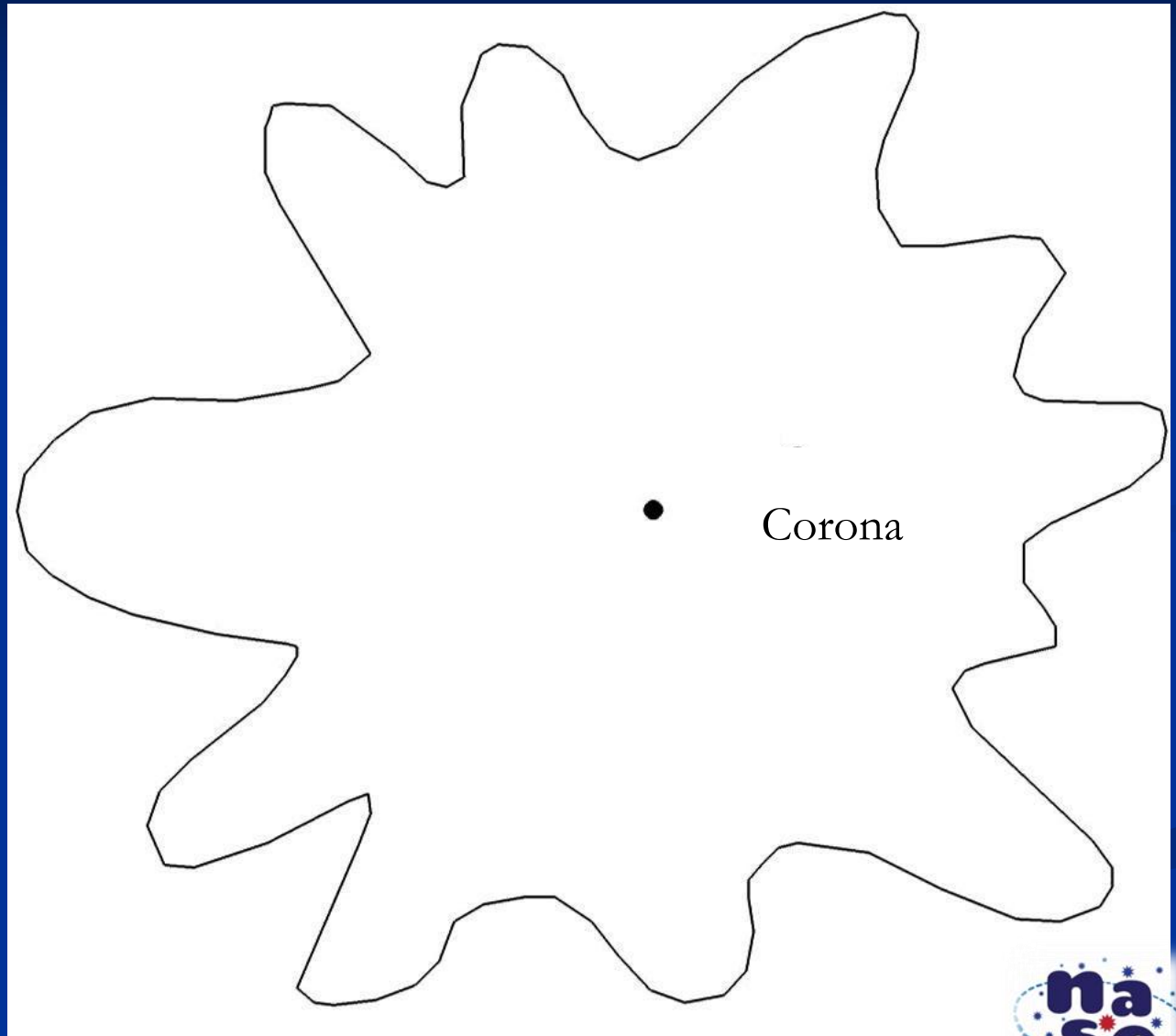
Активност 3: Структура на Сонцето

Направете
едноставен модел
на слоевите на
Сонцето. Целта е
да се исечат
различните
форми. Може да се
исечат од парчиња
хартија во
различни бои или
да се обојат.



Активност 3: Структура на Сонцето

Короната може да се направи од ОНР фолија. Конечно може да ги залепите една врз друга по правилен редослед.



Активност 3: Структура на Сонцето

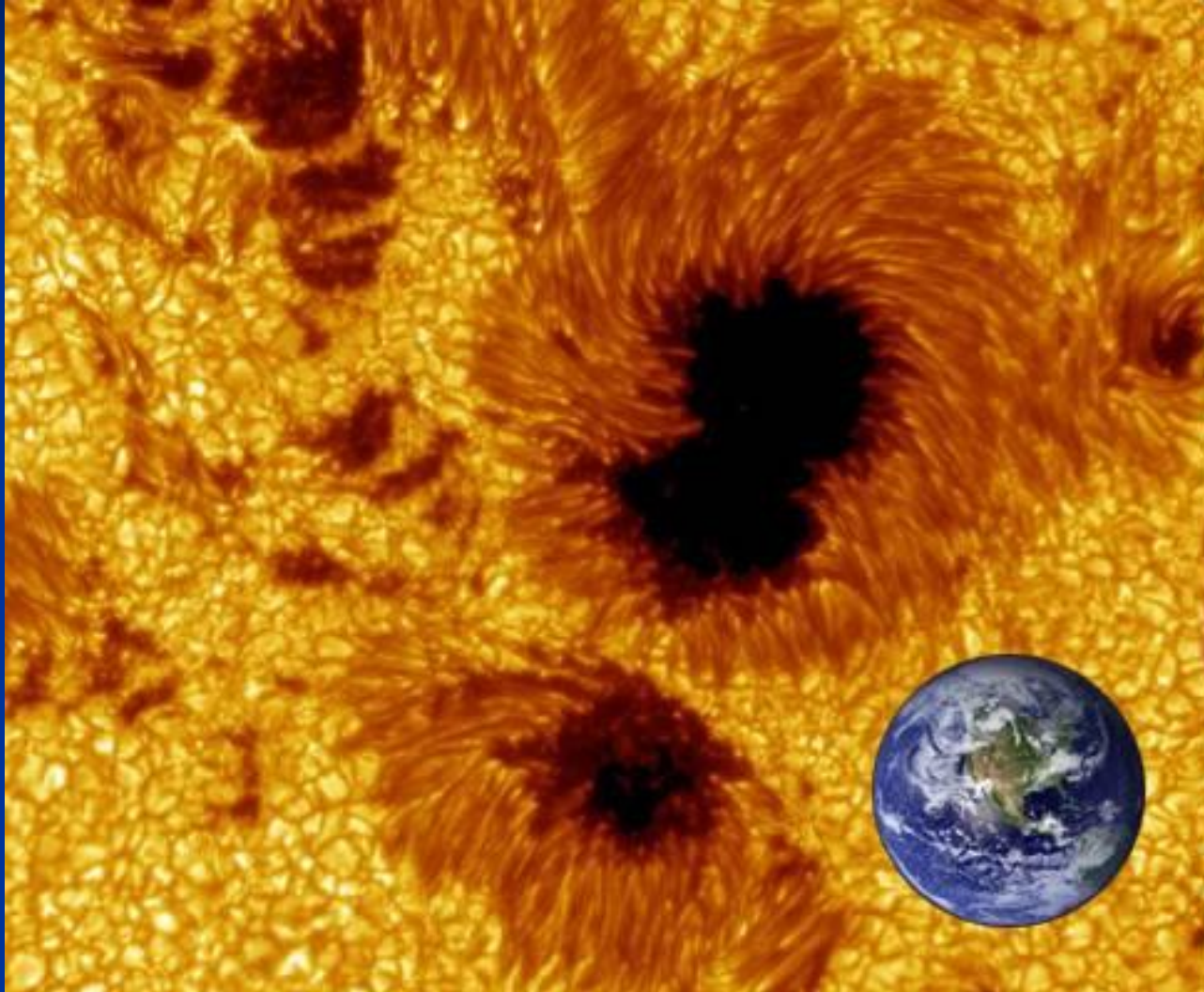


Сончеви дамки

- Темните дамки на фотосферата имаат температура од околу $\sim 4\,200\text{ K}$ наместо $6\,000\text{ K}$.
- Секоја сончева дамка има два региона: умбра или сенка (централна област) и пенумбра или полусенка (надворешна област).

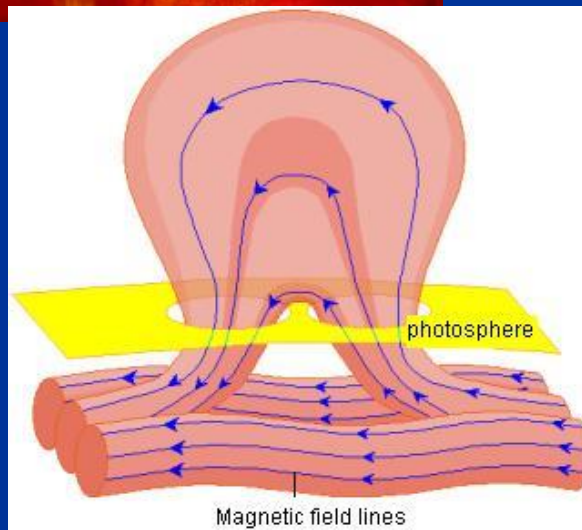


Сончеви дамки

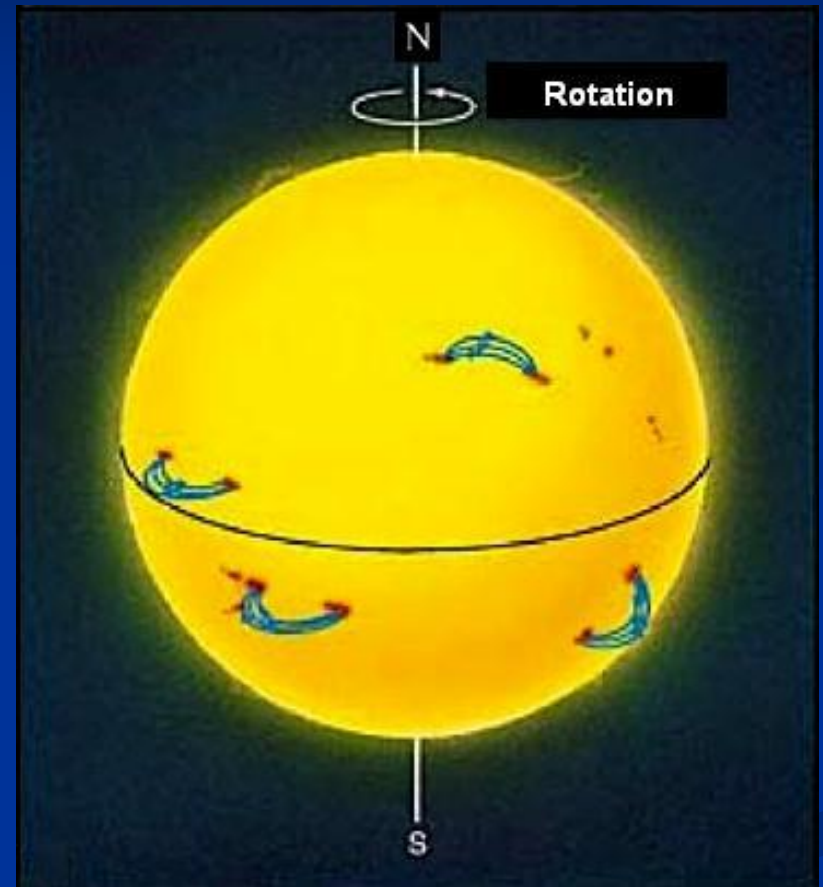
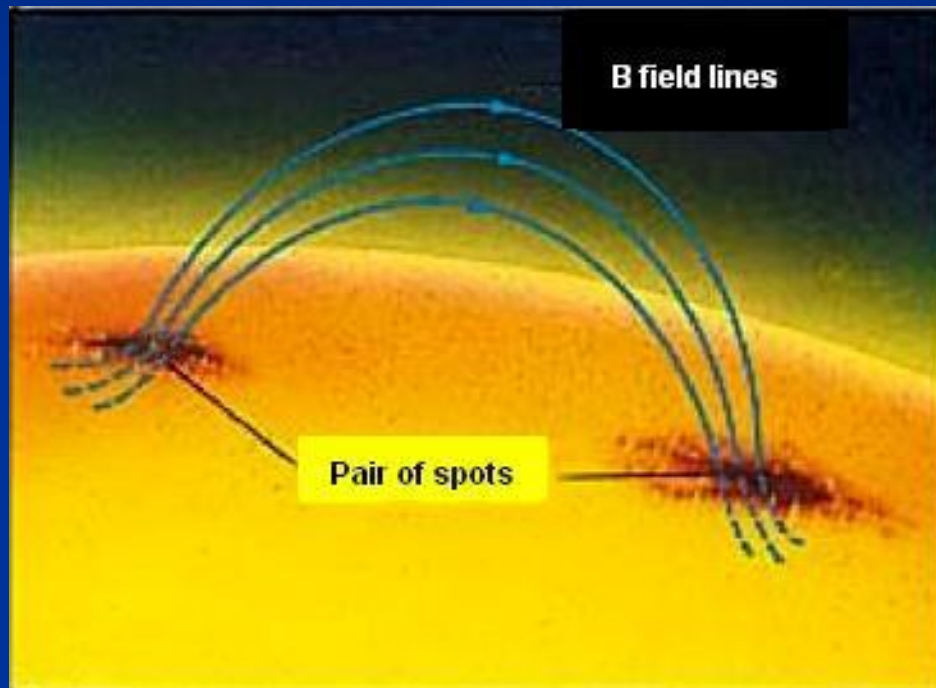


Сончеви дамки

- Во нив има силни магнетни полиња.
- Тие се предизвикани од нагло ослободување на магнетните силиви линии. Еве како избиваат на површината од внатрешноста.

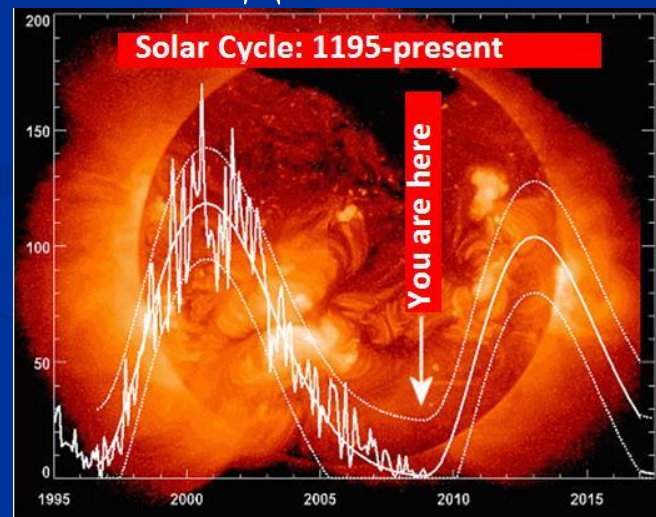
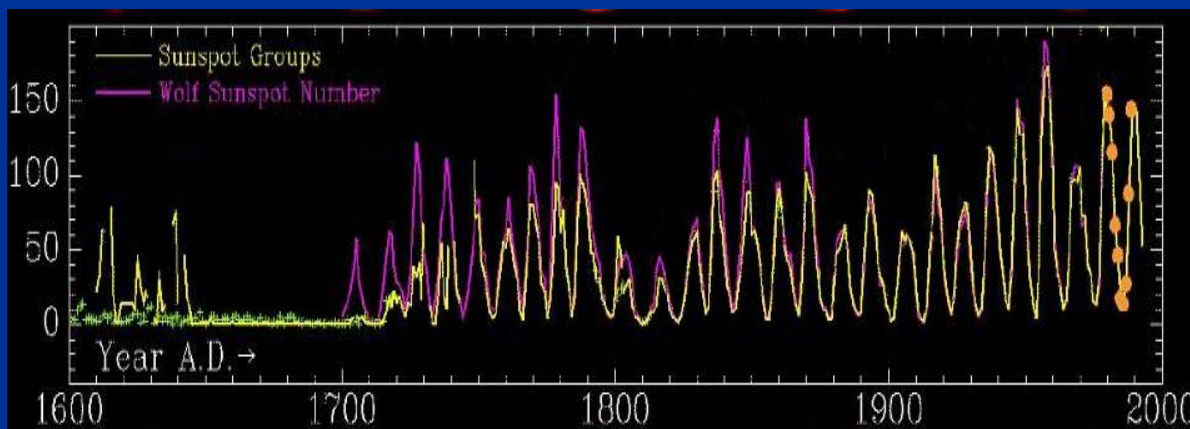


Сончеви дамки



Сончеви дамки

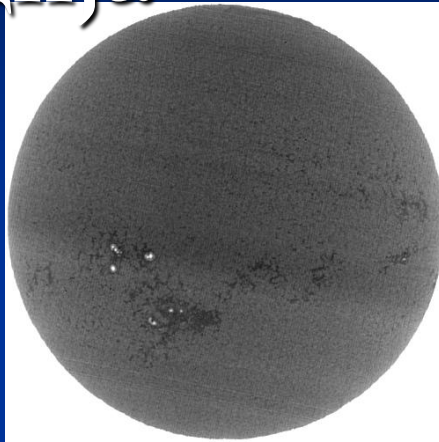
- Бројот на сончеви дамки укажува на „сончева активност“
- Волфовиот број $= 10G + F$
(G = број на групи; F = вкупен број на сончеви пегии)
- Постои 11-годишен циклус на сончевите дамки



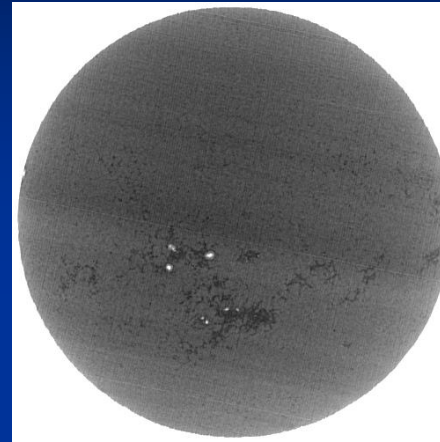
Во 2008 година имаше минимална активност на Сонцето што траеше подолго од вообичаеното.

Сончеви дамки: Сончева ротација

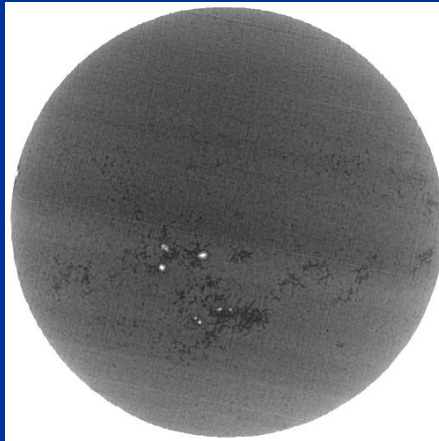
November 21 1992



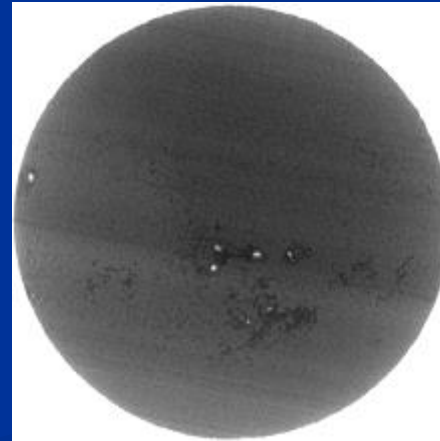
November 22 1992



November 23 1992



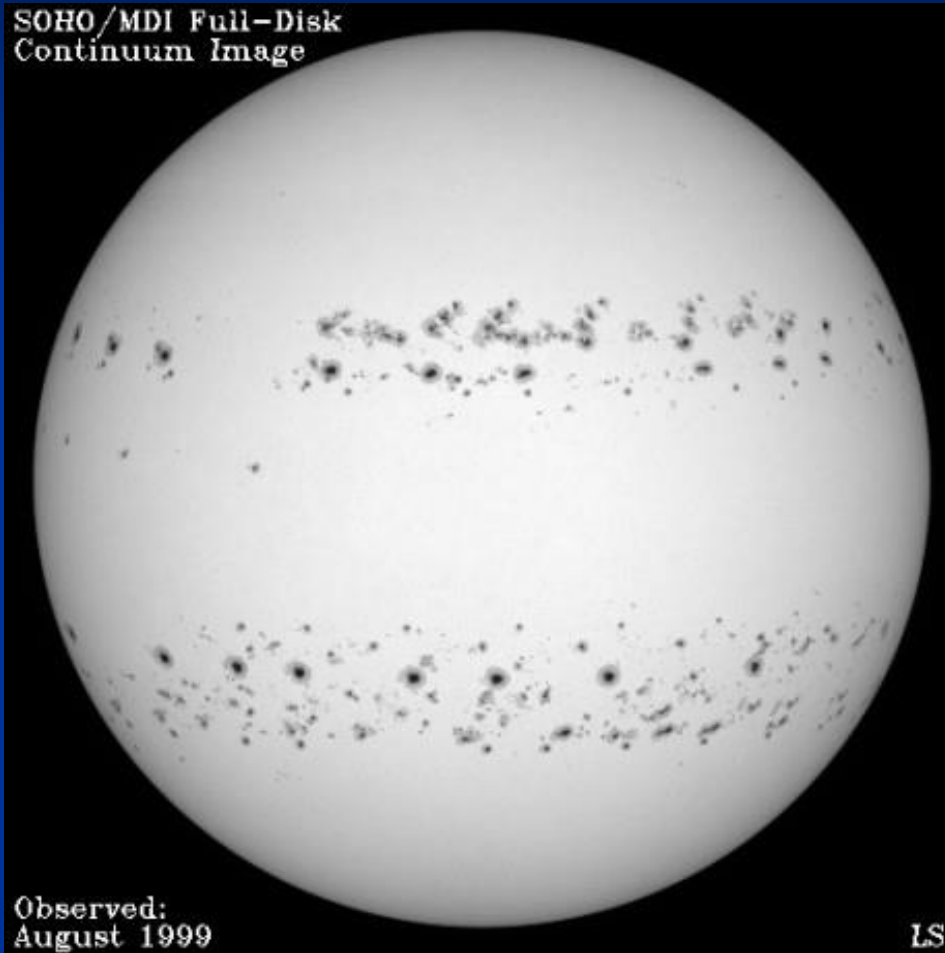
November 24 1992



Credit for images: Astronomical Observatory of the University of Coimbra



Сончеви дамки и Сончева ротација



- Сончевите дамки може да се користат за мерење на сончевата ротација
- Галилео бил еден од првите што користејќи телескоп ги видел сончевите дамки. Тој ги користел за мерење на периодот на ротација на сонцето.
- Различни периоди на ротација: од 25 дена на екваторот до 38 дена на половите.



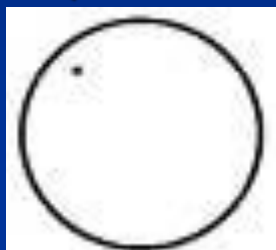
Активност 4: Одредување на периодот на ротација на Сонцето

- Набљудувањата на Сонцето секогаш треба да се прават со проекција со телескоп или двоглед. Никогаш директно.



Активност 4: Одредување на периодот на ротација на Сонцето

- Сончевите дамки се цртаат неколку дена во текот на времето t (во денови).



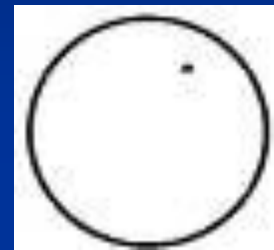
Day 1



Day 4

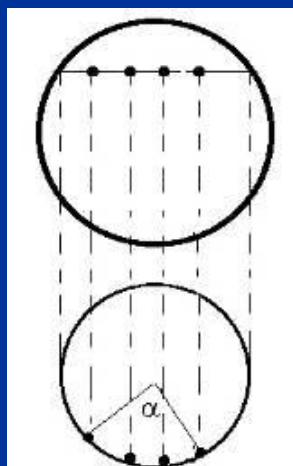


Day 6

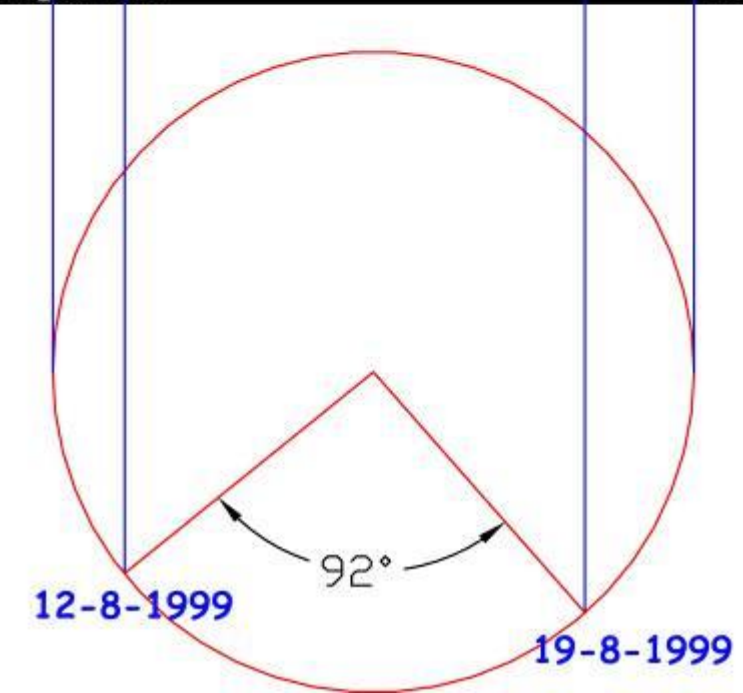


Day 8

- Нацртајте ја патеката, периметарот и аголот α . Потоа периодот T може да се пресмета во денови.



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



Активност 4: Определување на периодот на ротација на Сонцето

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

Сончево зрачење

- Сонцето е голем нуклеарен реактор кој произведува фотони, секој со фреквенција (боја) и енергија од $E = h\nu$
- Сјајот (моќноста во вати) на Сонцето е огромна: секоја секунда емитира енергија еквивалентна на трилиони атомски бомби.
- Таа енергија се пренесува низ вселената како меур што станува сè поголем и поголем со текот на времето.
- Површината на меурот е $4\pi R^2$.
- На растојание R од Сонцето, енергијата што пристигнува секоја секунда на површина од 1m^2 е: (каде P е вкупната моќност на Сонцето)

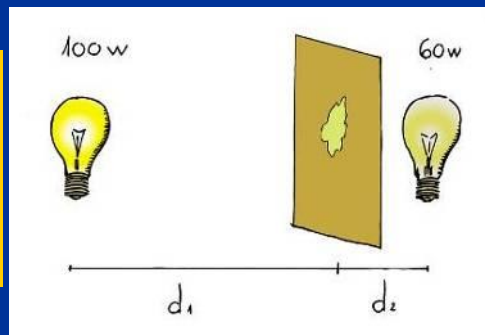
$$\frac{P}{4\pi R^2}$$



Активност 5: Мерење на луминозноста на Сонцето

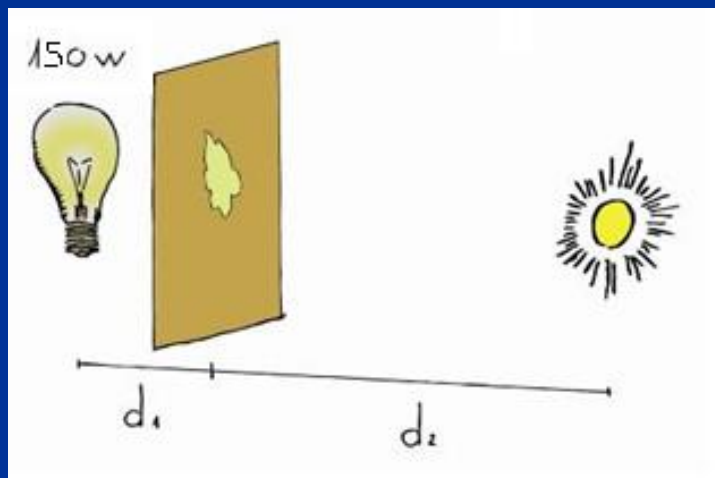
- Енергијата што пристига зависи обратно пропорционално од квадратот на растојанието. Ако го знаеме растојанието од Сонцето, можеме да ја пресметаме неговата моќност.
- Правиме фотометар со маслена точка. Кога
- светлината од двете страни на хартијата е еднаква, точката не е видлива; односно, еднаква енергија пристигнува од двете страни. Потоа:

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

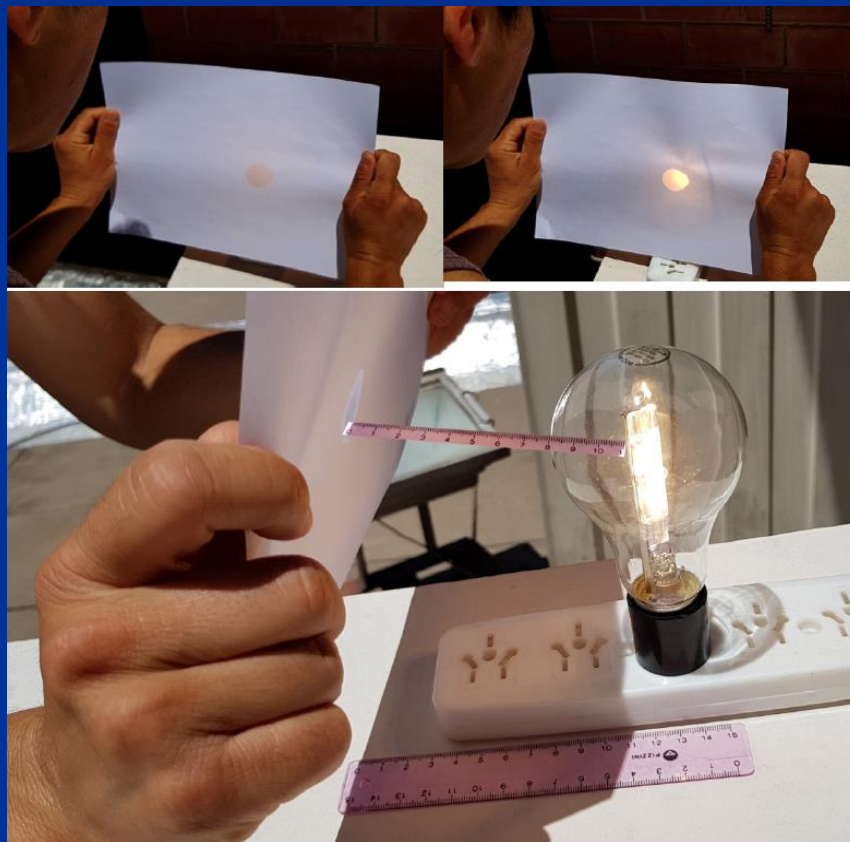


Активност 5: Мерење на луминозноста на Сонцето

Споредуваме сијалица од 150 W со Сонцето, кое е на 150 милиони km (1.5×10^{11} m), и го мериме P.

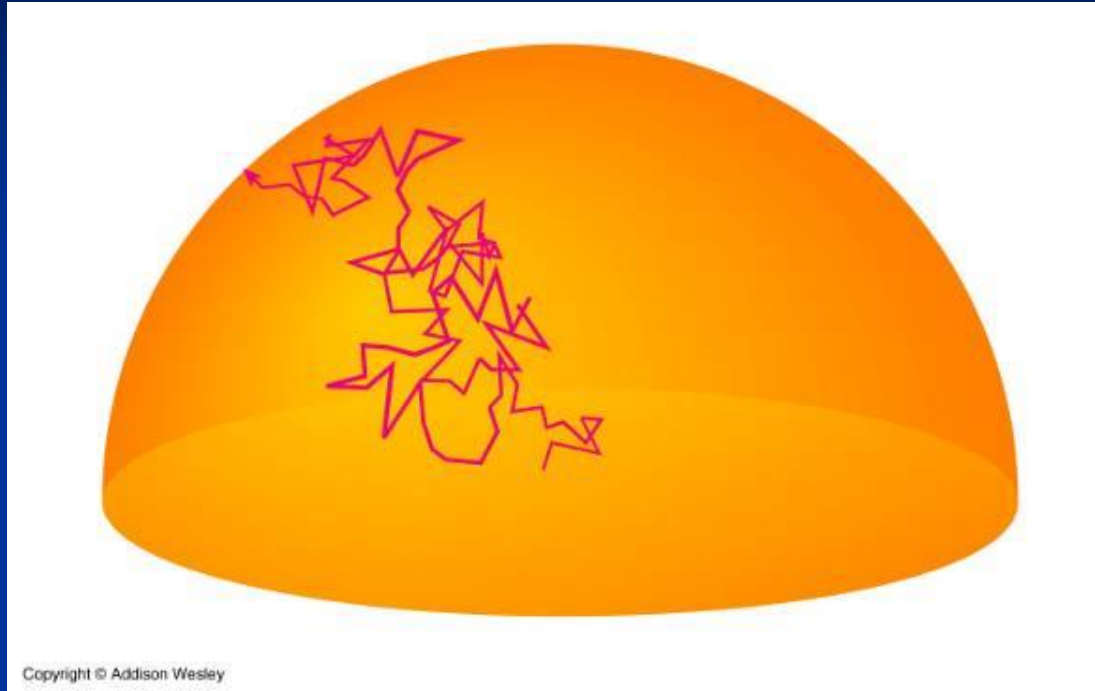


$$\frac{150W}{d_1^2} = \frac{P}{d_2^2}$$



• Резултатот треба да биде приближно 3.8×10^{26} W

Сончев спектар: Непрозираност



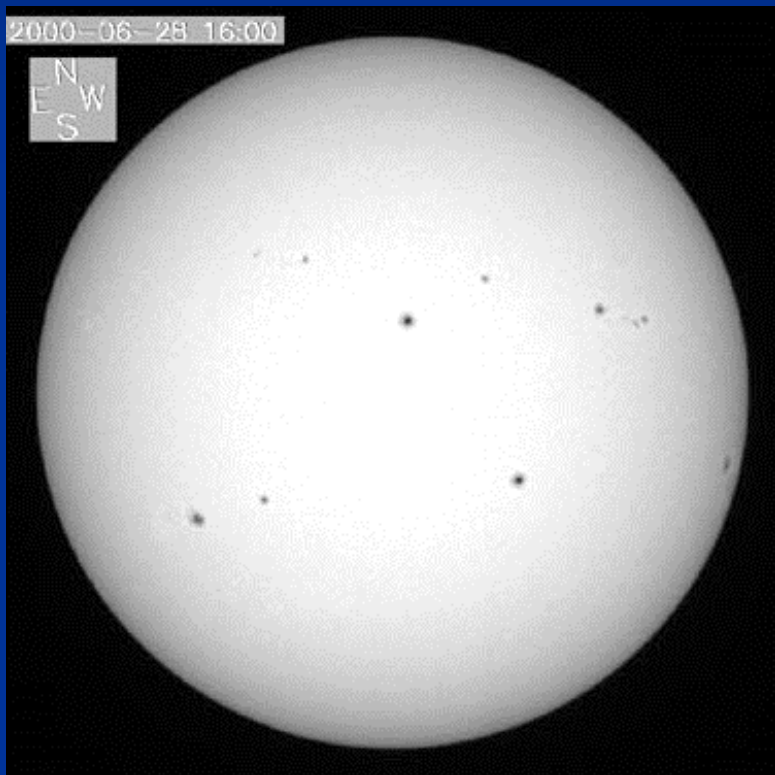
Фотоните се произведуваат во највнатрешниот дел од Сонцето и стапуваат во интеракција со многу густот материјал во таа област. На фотон произведен во јадрото на Сонцето му се потребни до 1 милион години за да стигне до фотосферата.

Сончев спектар: Непрозирност

Внатрешните делови на Сонцето се непрозирни (многу интеракции, како во цврста материја).

Надворешните делови се прозирни.

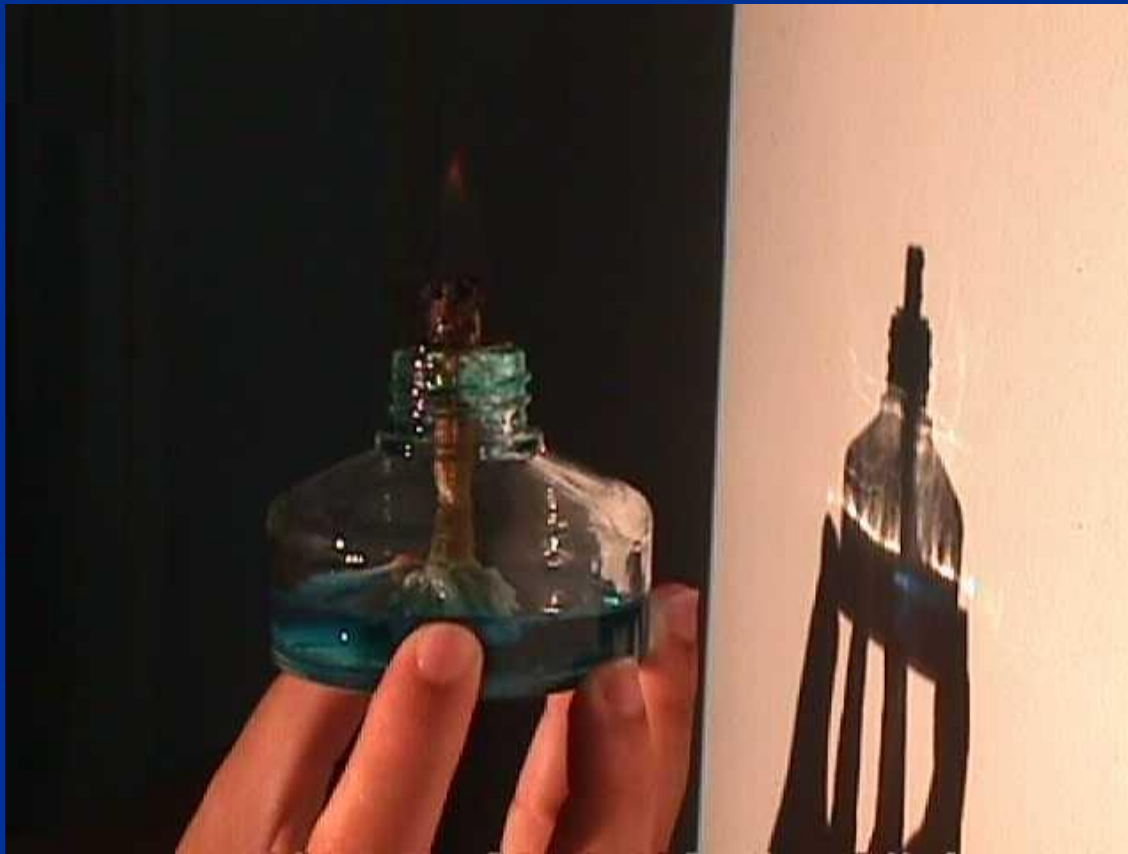
Доказ: затемнување на работ , Сонцето е помалку светло бидејќи е потранспарентно.



Активност 6:

Транспарентност и непрозирност

Прозирно не е исто што и невидливо!



Спектар



Fuente: Deutsche Bundespost 1993



Во 1701 година, Њутн користел призма и ја разложил сончевата светлина во нејзините бои.

Секоја светлина може да се разложи со призма или дифракциска решетка. Резултатот е спектар.

Законите на Кирхоф и Бунзен

Прв закон -

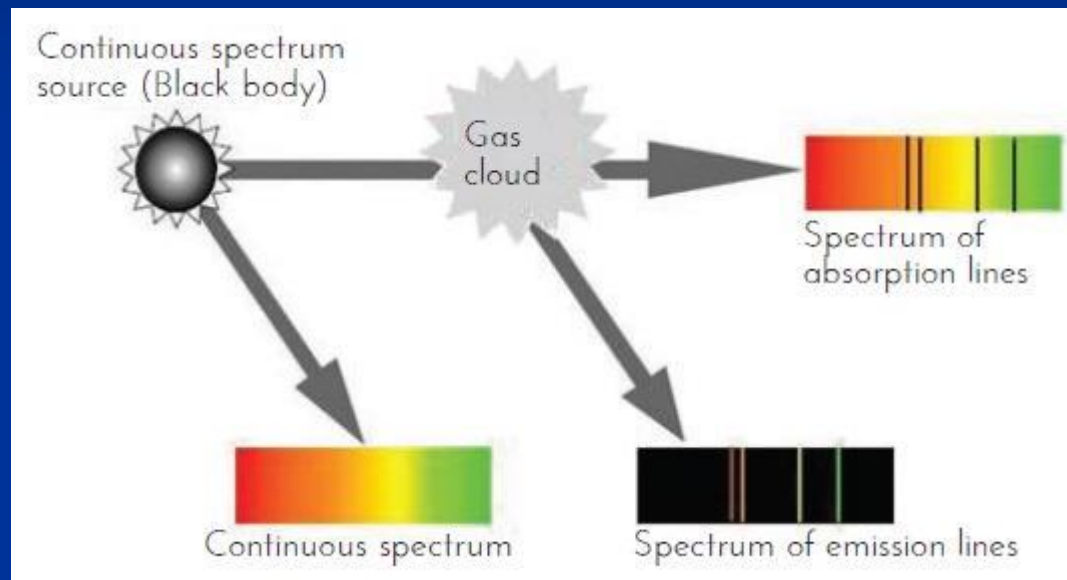
Вжештено цврсто тело произведува светлина со континуиран спектар.

Втор закон -

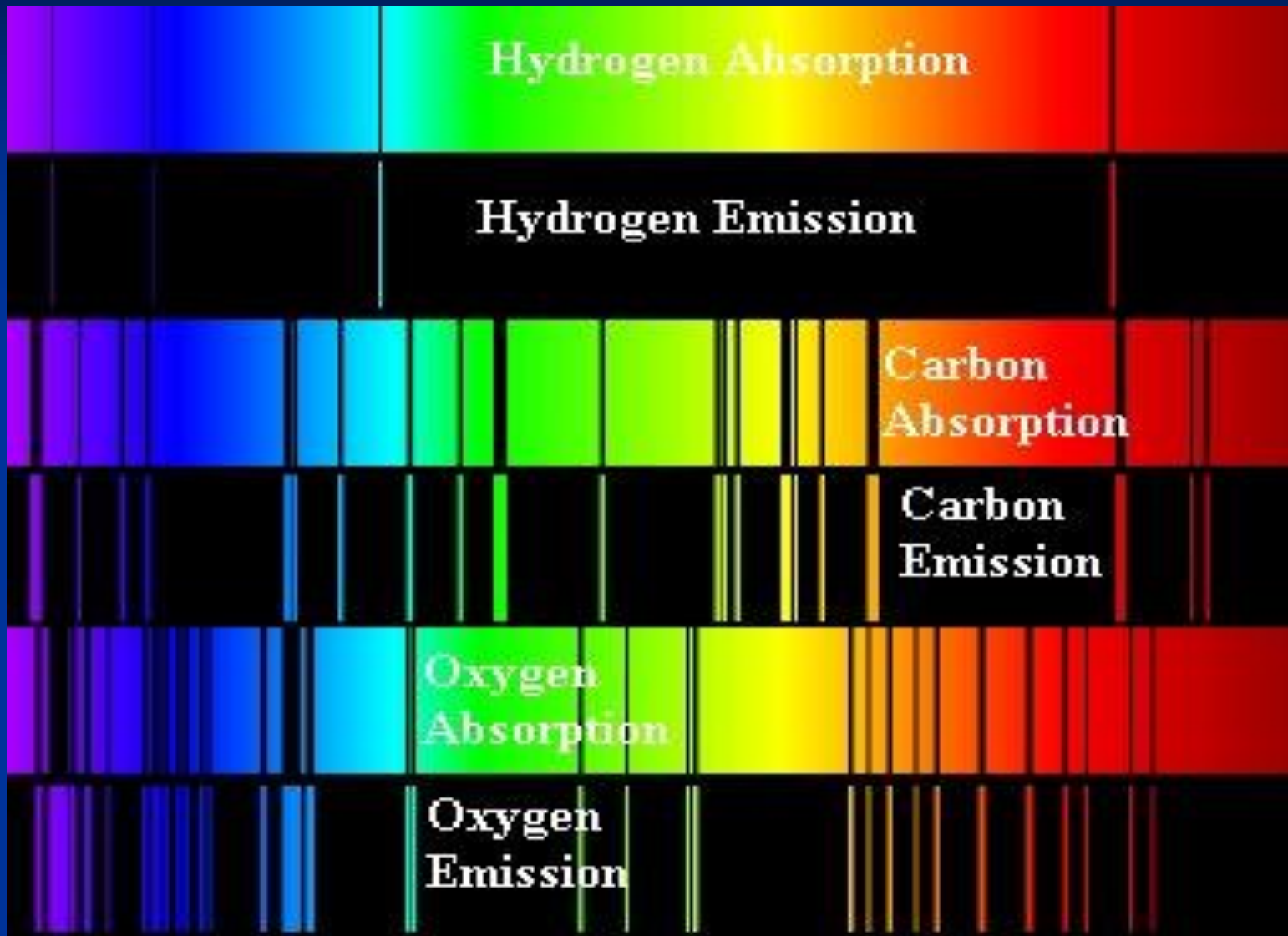
Топол, разреден гас произведува светлина само на одредени бранови должини, кои зависат од хемискиот состав на тој гас

Трет закон -

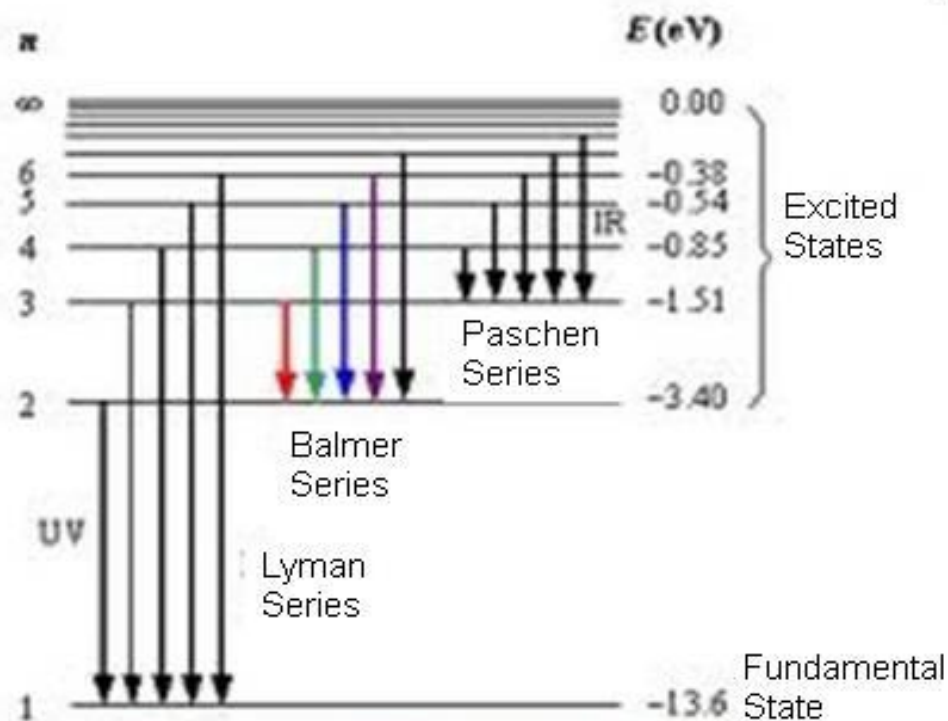
Вжештено цврсто тело опкружено со гас со низок притисок создава континуиран спектар со темни апсорпциски линии што одговараат на емисионите линии од Вториот закон.



Спектар



Спектар



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

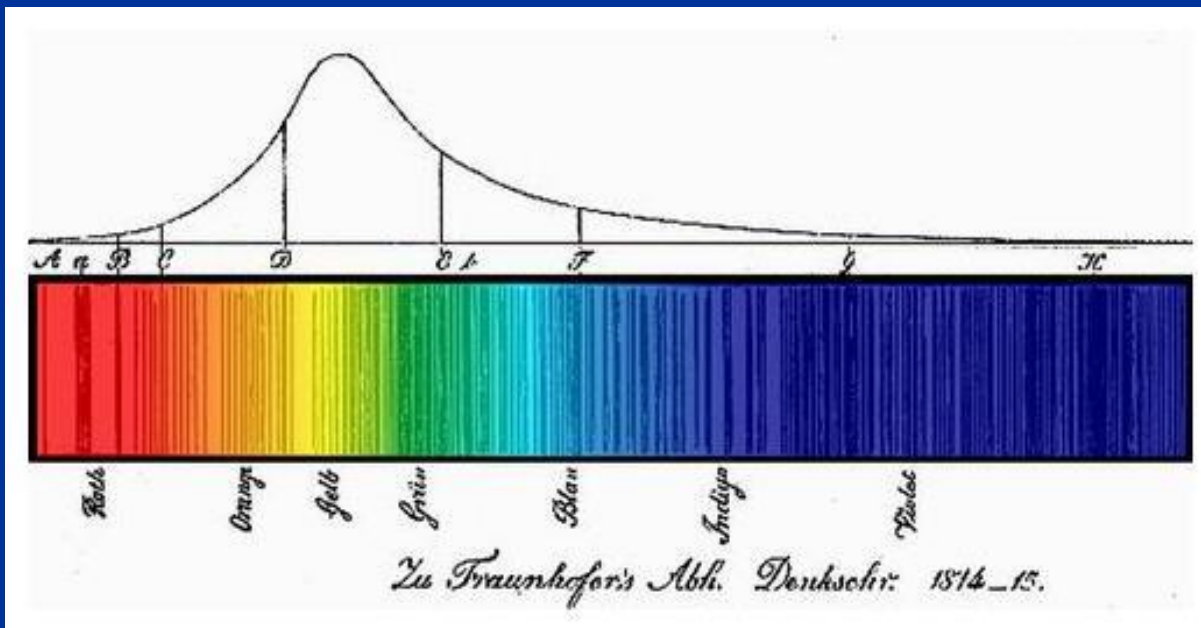
Емисионите и апсорпционите линии се формираат поради скокови на електроните помеѓу две квантизирани енергетски нивоа.



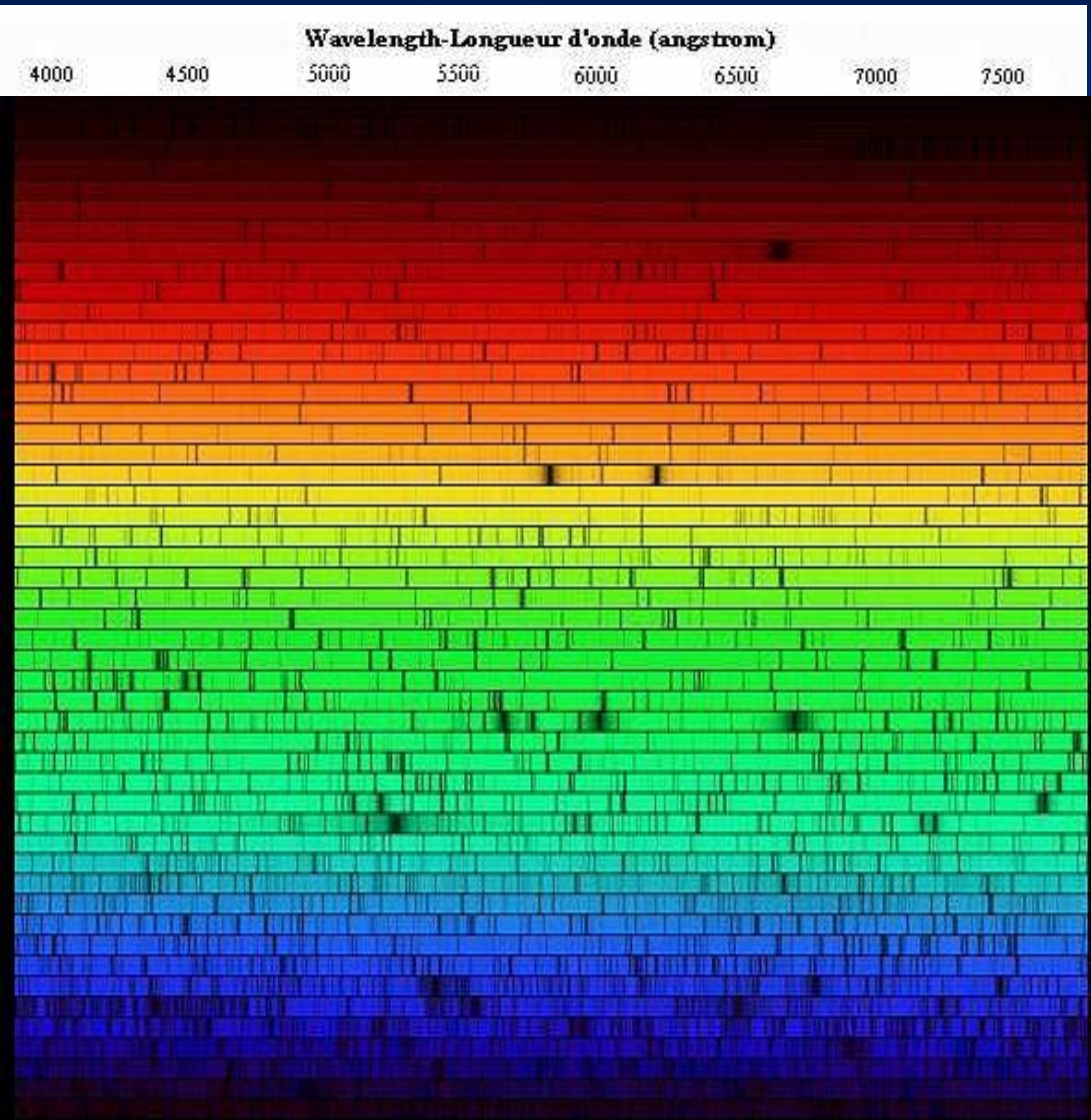
Сончев спектар: Апсорпционен спектар

Во 1802 година, Вилијам Воластон забележал црни линии во сончевиот спектар.

Во 1814 година, Џозеф Фраунхофер систематски го проучувал спектарот на Сонцето и открил околу 700 темни линии.



Сончев спектар: Апсорпционен спектар



- Темните линии се појавуваат поради присуството на постудени гасови веднаш над површината на Сонцето.
- Можеме да знаеме од што е составено Сонцето без да истражуваме внатре.
- Денес, спектрите со висока резолуција покажуваат многу повеќе линии.

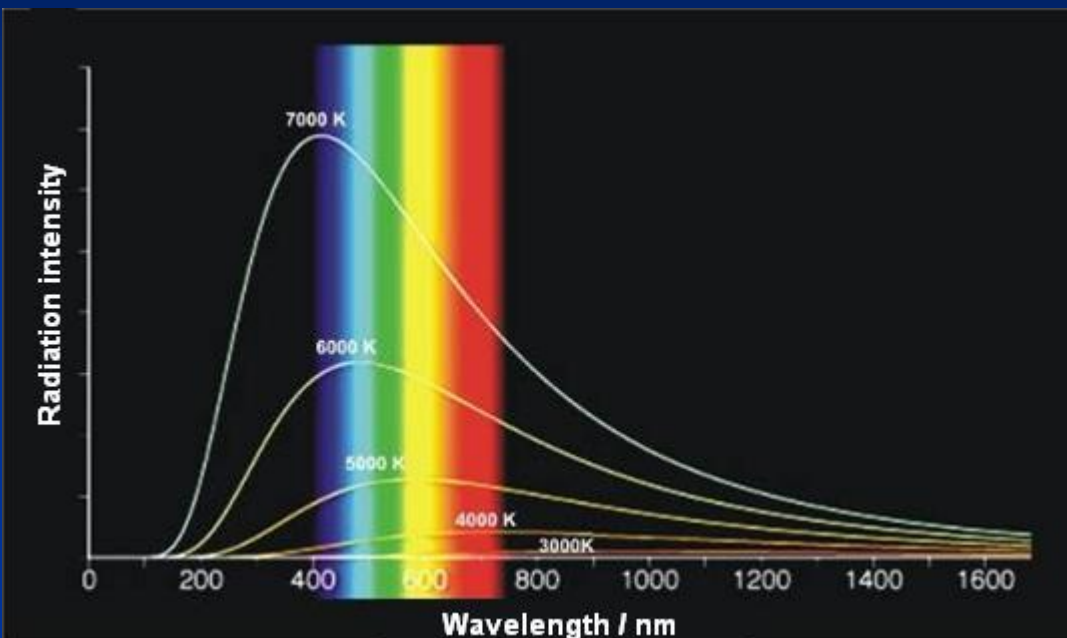
Зрачење на црно тело



Како што железото се загрева во печката, светлината што ја емитува ја менува бојата на следниов начин:

- црвена
- жолта
- бела
- синкаста

Зрачење на црно тело



Со проучување на зрачењето на далечен објект, можеме да ја измериме неговата температура без да мора да одиме до него.

Секое „црно тело“ кога се загрева емитува светлина на многу бранови должини. Постои $\lambda_{\max}$ при која енергијата е максимална.

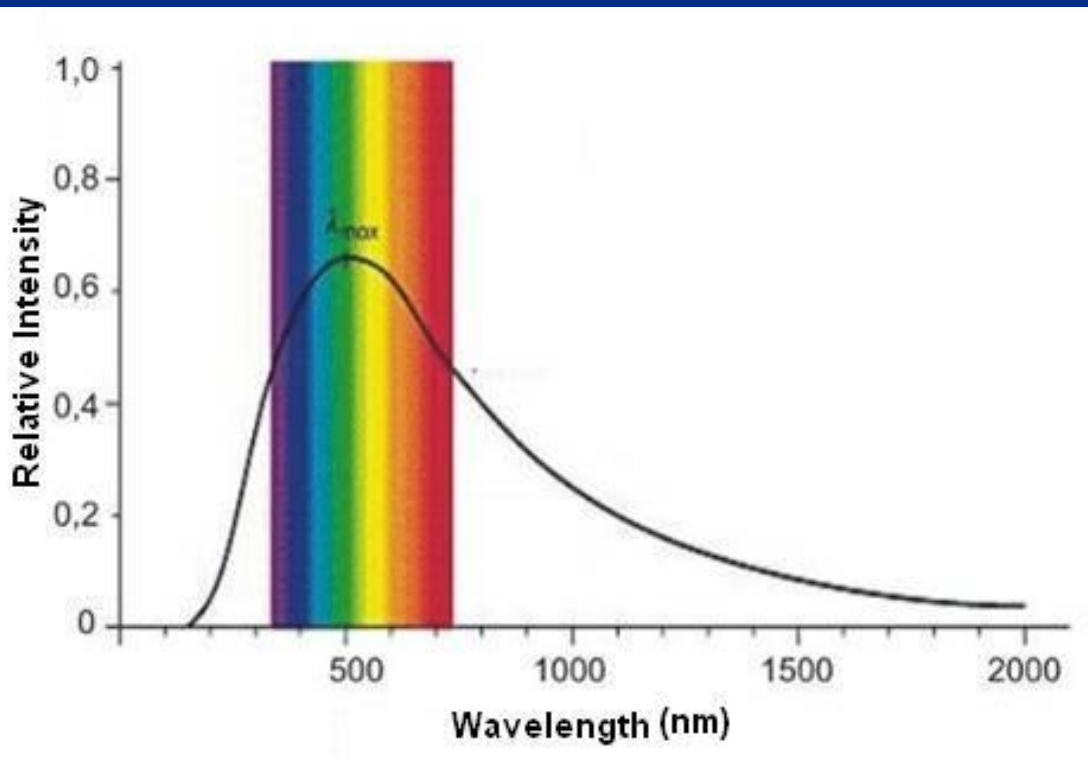
Оваа $\lambda_{\max}$ зависи од температурата T :

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

Винов закон



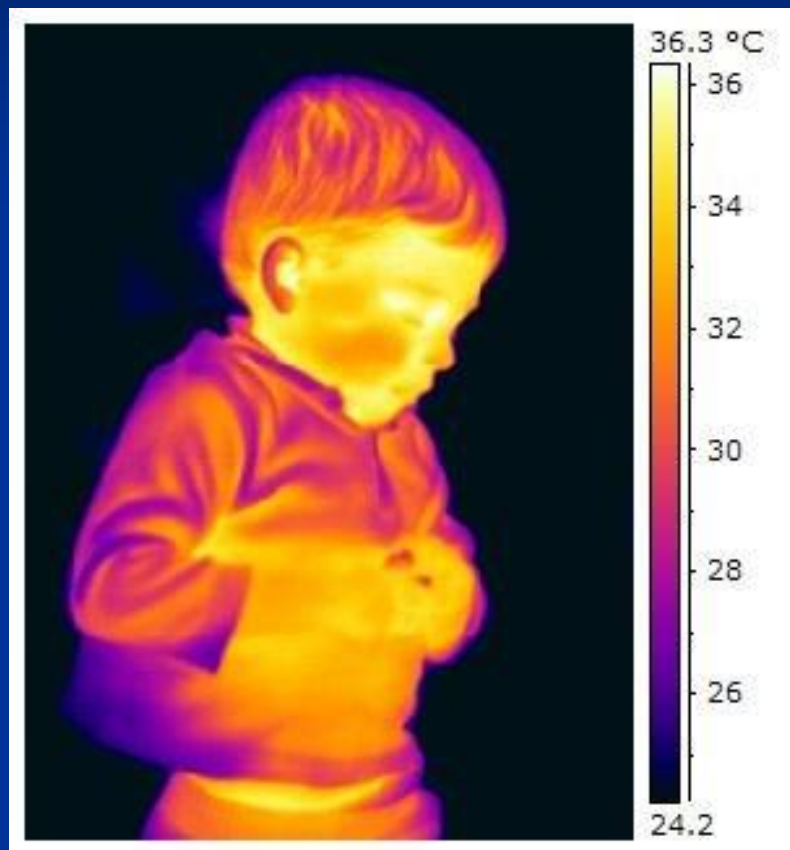
Зрачење на црно тело



Сонцето има λ_{max} од 500 nm.

Ова значи дека температурата на неговата површина е 5 800 K.

Зрачење на црно тело



Човечкото тело има температура од

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

Човечкото тело емитира најголем дел од енергијата на $\lambda_{\text{max}} = 9300 \text{ nm}$. Ова е во далечното инфра црвено подрачје.

Уредите за нокно гледање ја користат оваа бранова должина.



Расејување на светлината



- Ако белата светлина помине низ гас со големи честички, сите бои ќе бидат подеднакво расеани (бел облак).
- Ако големините на честичките се многу помали од брановата должина на упадните фотони, фотоните со пократка бранова должина се расејуваат повеќе од оние со подолга бранова должина (Рејлеево расејување).
- Во нашата атмосфера, сините фотони се расејуваат повеќе од црвените и доаѓаат од сите правци:
Затоа, гледаме сино небо.

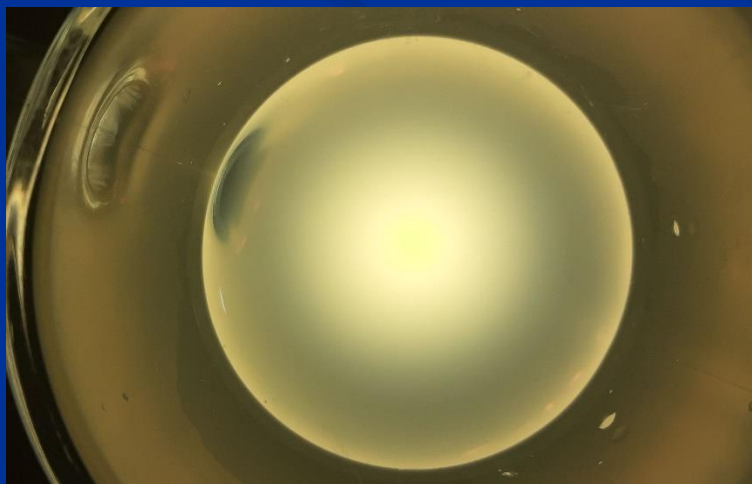
При зајдисонце, светлината поминува низ поголема количина на атмосфера, па затоа е повеќе жолто-црвена.



Активност 7: Дисперзија на светлината

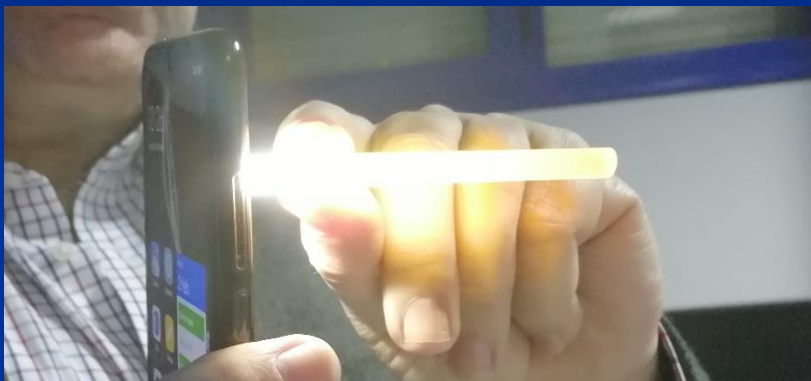
• Вода во висока чаша со неколку капки млеко и светилка. Кога светлината ќе помине низ млечната вода:

- Ако светлината помине низ чашата странично, таа изгледа синкаста.
- Но, ако светлината помине низ целата чаша и погледнеме од врвот на чашата, светлината станува црвеникава.



Активност 7: Дисперзија на светлината

- Силиконско стапче за лепење
- Светилката на мобилниот телефон



- Лентата во близина на мобилната светилка е синкаста по боја.
- Лентата во областите подалеку од светилката изгледа жолтеникава и црвеникава.

**Ви благодарам многу за
вашето внимание!**

