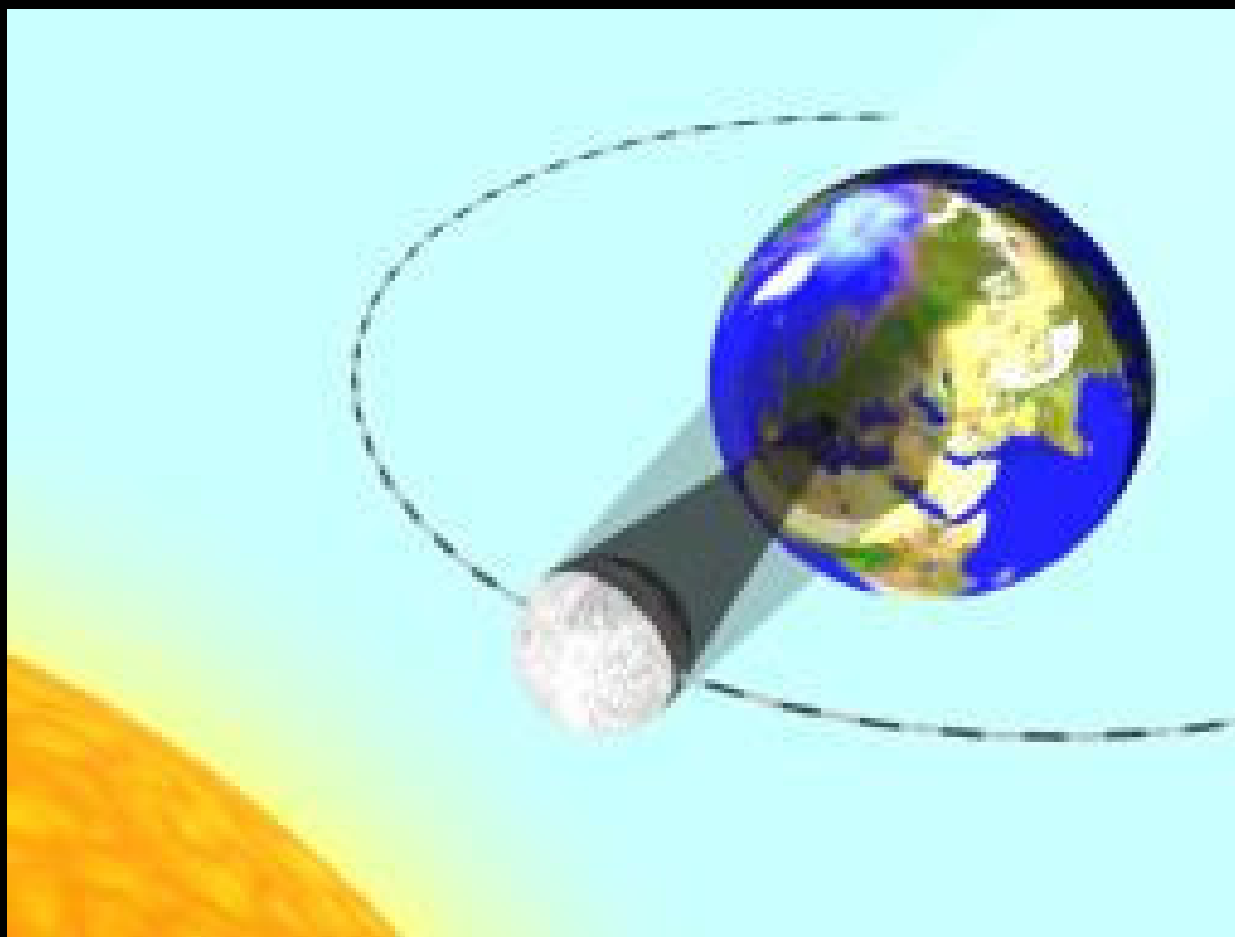


**Слънчевите
затъмнения и
развитието на
хелиофизиката**

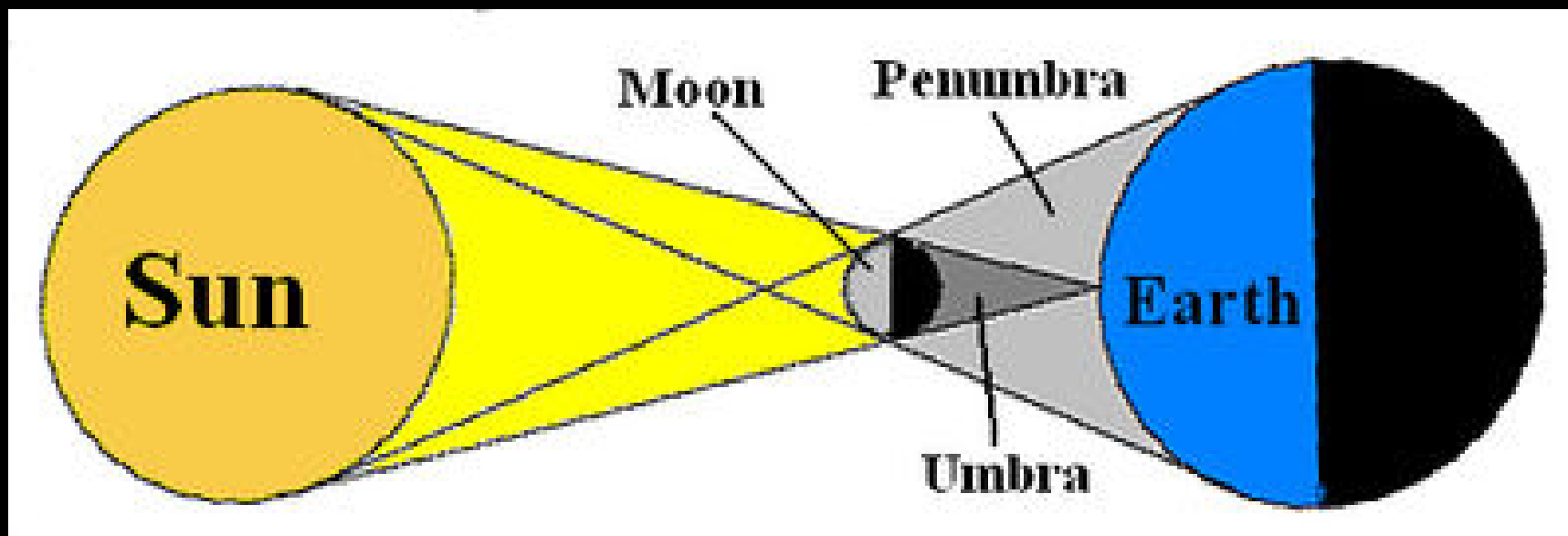
Автор: Йоанна Кокотанекова

Кога и как настъпват слънчевите затъмнения?



Изискване N 1

Луната да е в новолуние

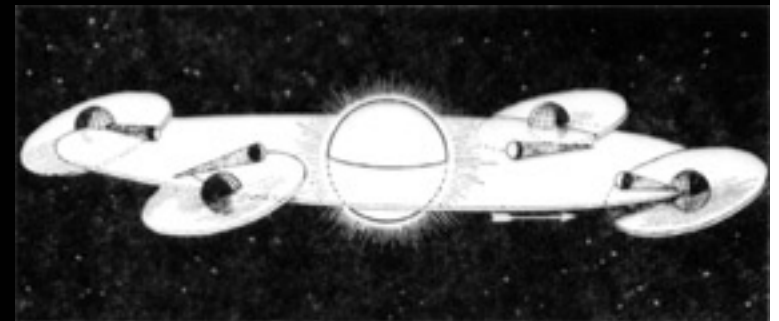
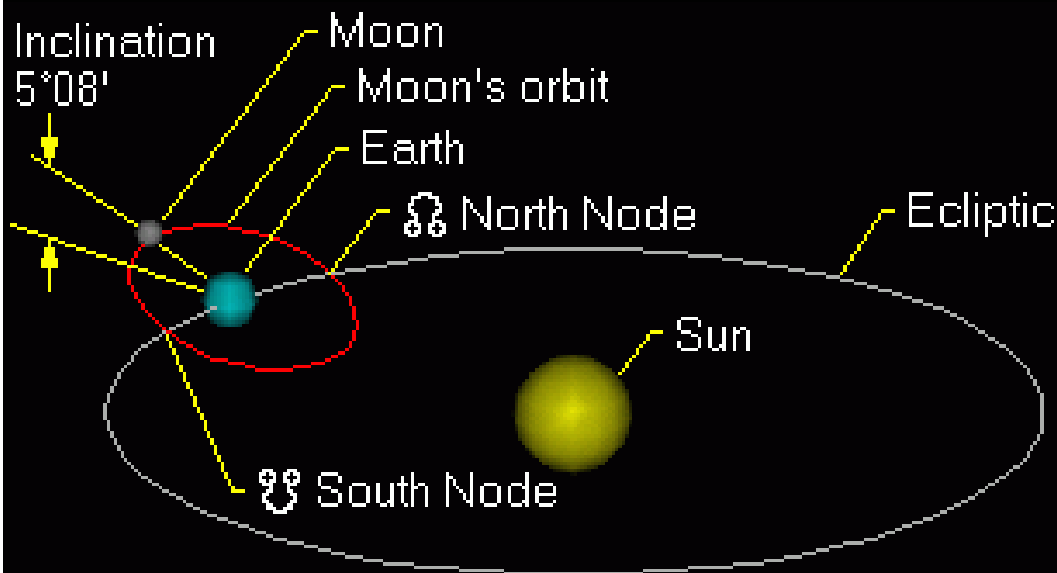


Защо затъмненията не са всеки месец?

Причината:

Наклонът на лунната орбита спрямо еклиптиката от

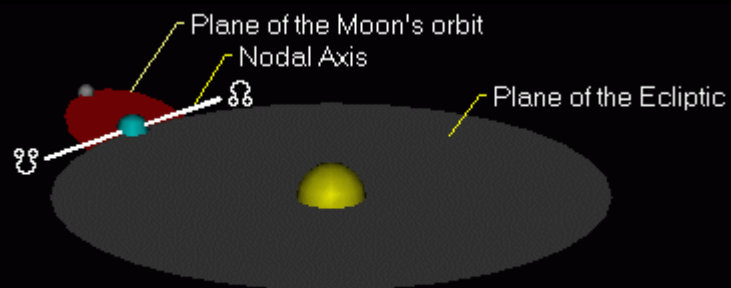
5° 08' 93"



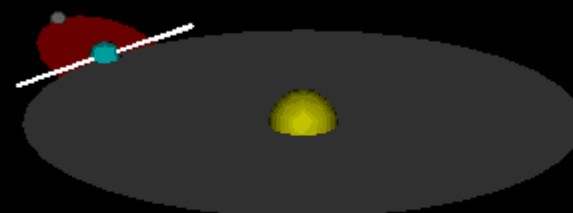
Copyright © 2000
Dwight Ennis
All Rights Reserved

Изискване N 2

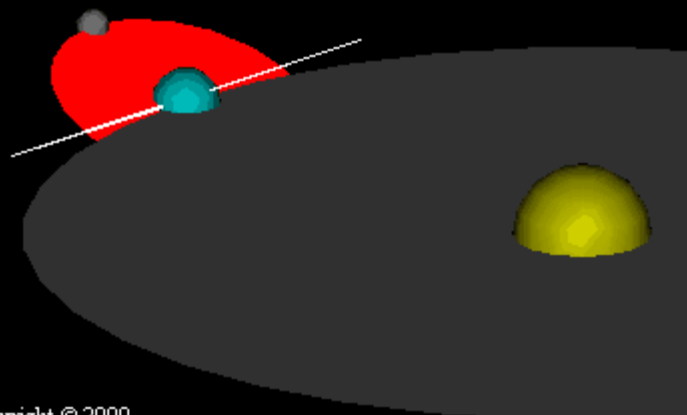
Луната да е на една права линия със Слънцето и Земята (т.е. да е в един от своите възли)



Copyright © 2000
Dwight Ennis
All Rights Reserved

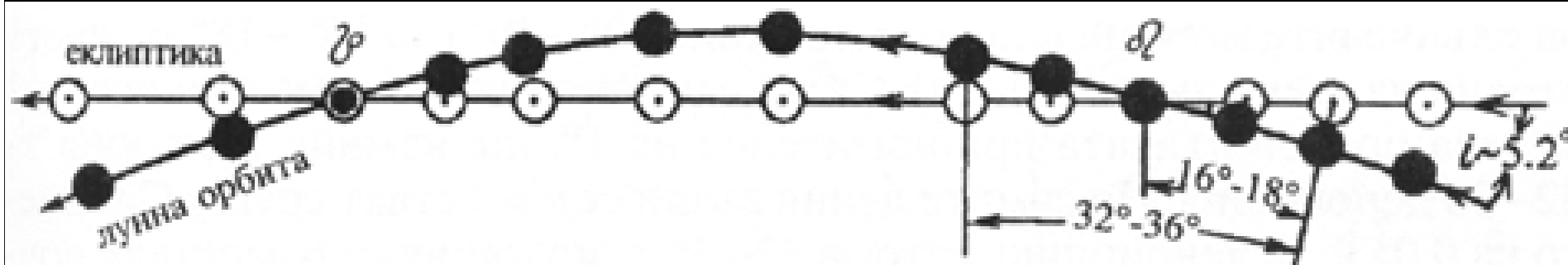


Copyright © 2000
Dwight Ennis
All Rights Reserved



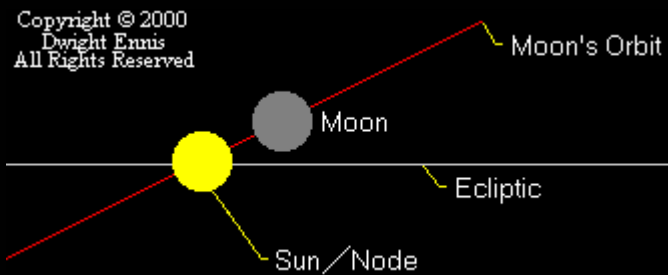
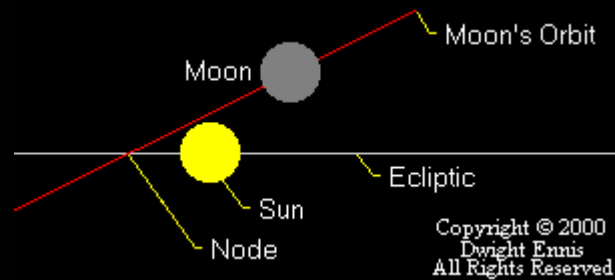
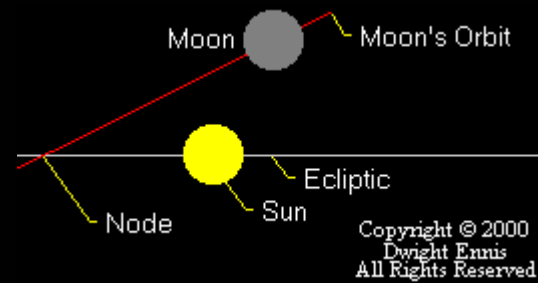
Copyright © 2000
Dwight Ennis
All Rights Reserved

Условия за настъпване на слънчеви затъмнения



Условия за настъпване на слънчеви затъмнения. Схематично са представени пътят на Луната (●) и пътят на Слънцето (☉) около възходящия δ и низходящия $\wp$ лунен възел

Видове затъмнения



Данни за Слънцето и Луната

	Средна стойност	Минимална стойност	Максимална стойност
Разстояние между Слънцето и Земята	149 597 870 km 1 астрономическа единица	147 100 000 km перихелий ¹ (януари)	152 100 000 km афелий ² (юли)
Разстояние между Луната и Земята	384 400 km	363 300 km (перигей ³) от 356 410 до 396 960 km*	405 500 km (апогей ⁴) от 404 180 до 406 740 km*
Линеен диаметър на Слънцето	1 392 000 km		
Линеен диаметър на Луната	3 476 km		
Линеен диаметър на Земята	12 756 km		
Видим ъглов диаметър на Слънцето	31' 59"	31' 35" (в афелий)	32' 35" (в перихелий)
Видим ъглов диаметър на Луната	31',1	29',5 (в апогей) от 29',6 до 29',3	33',0 (в перигей) от 33',5 до 32',5

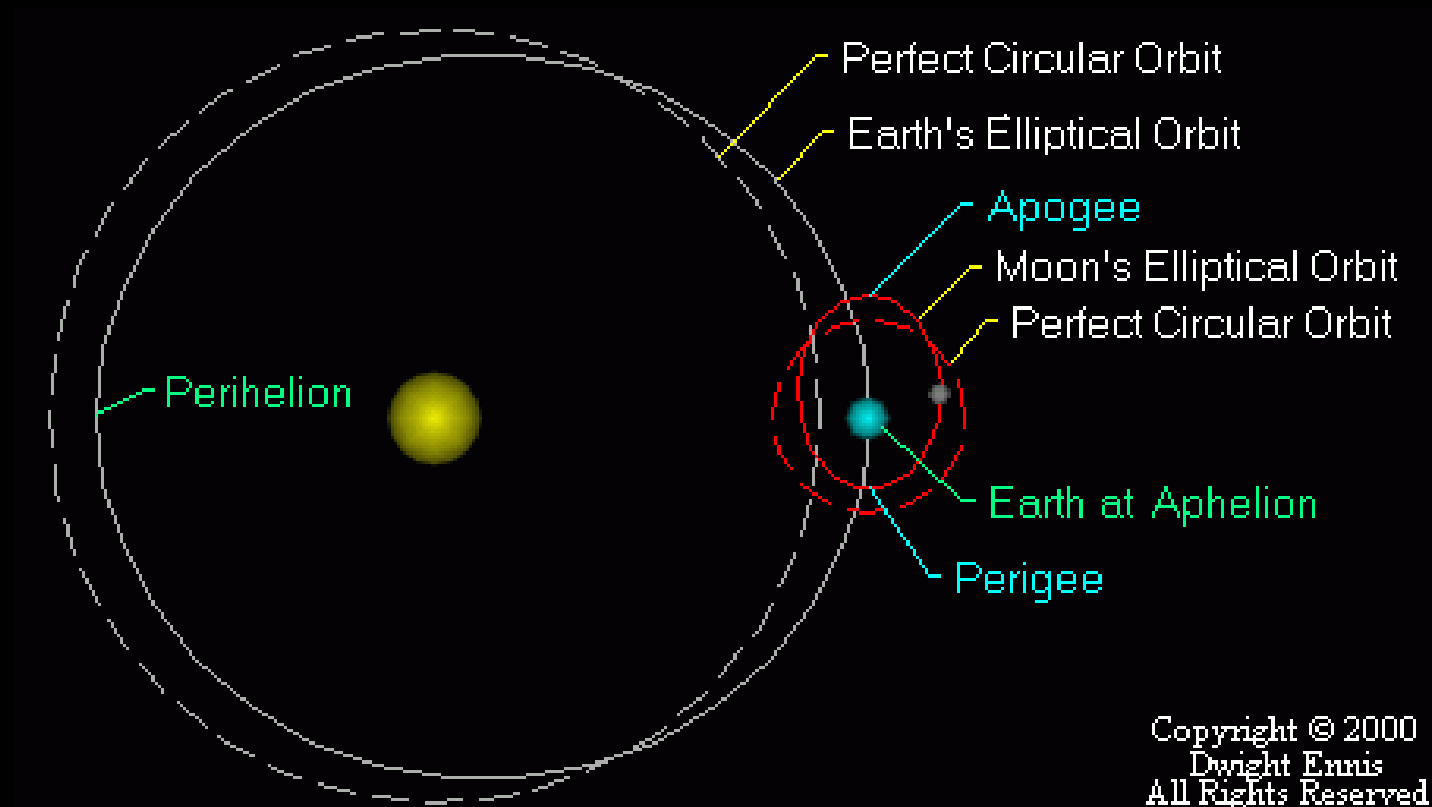
“Игра на природата”

- $D_{\odot} / D_{\lrcorner} \approx 400$

- $R_{\odot} / R_{\lrcorner} \approx 400$

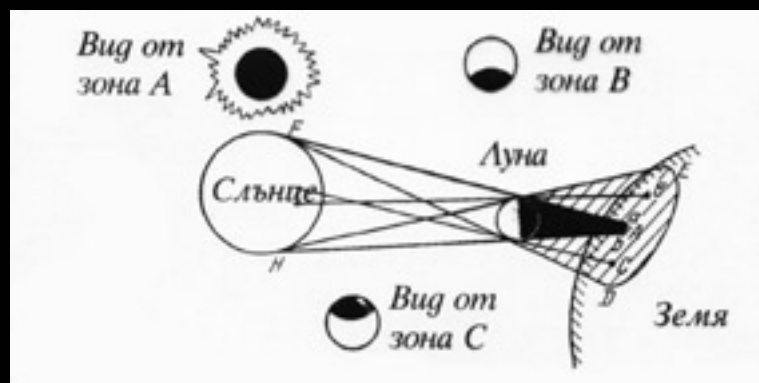
$\Rightarrow d''_{\odot} / d''_{\lrcorner} \approx 1$

Защо затъмненията са различни?

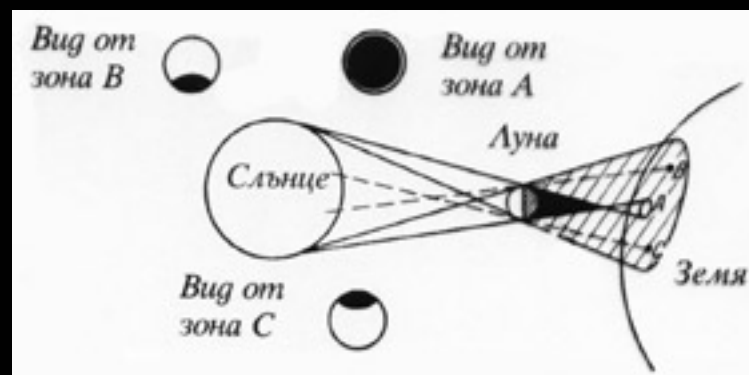


Видове затъмнения

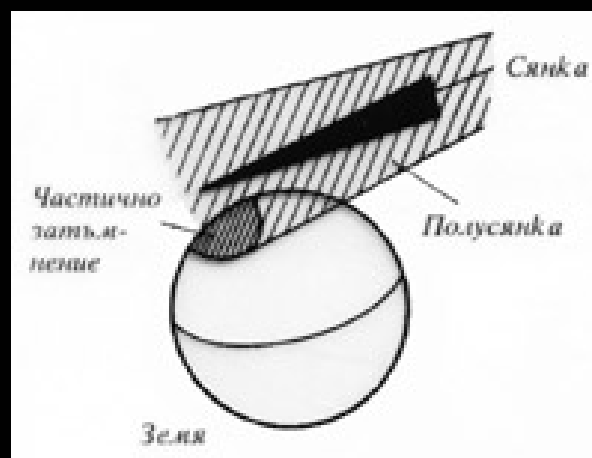
пълни



пръстеновидни



частични



Периодичност

Всяка година –

минимум 2 и

максимум 5 слънчеви затъмнения

САРОС – 6585,3 дни (18 години и 11,3 денонощия)

За 1 САРОС – средно 42-43 слънчеви затъмнение

-14 пълни

-13-14 пръстеновидни

-15 частични

**За 100 години – 238 слънчеви затъмнения, от които
само 28 % са пълни**

Сарос

- От египетски – повторение
- $S = 29,5306 \text{ d}$ – синодичен месец (период на смяна на лунните фази)
- $S_{\Omega} = 27,2122 \text{ d}$ – дракони́чен месец (период на преминаване на Луната през един от лунните възли)
- $T_{\Omega} = 346,6200 \text{ d}$ – дракони́чна година (период на преминаване на Слънцето през един и същ лунен възел)

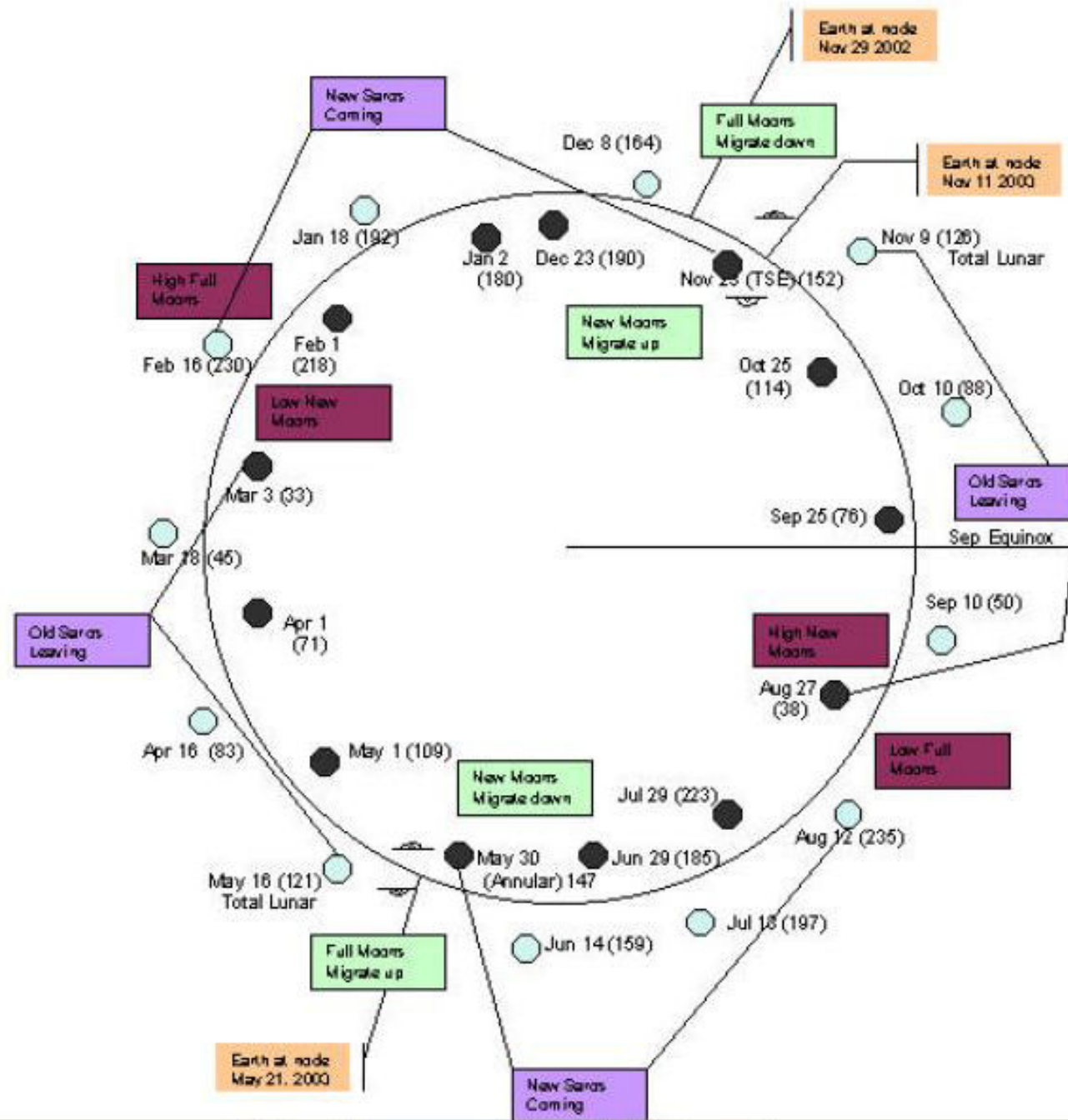
$$mS = n S_{\Omega} = l T_{\Omega} = T$$

$m = 223, n = 242, l = 19$

$$T \approx 6586,3 \text{ d}, 18 \text{ г. } 11,3 \text{ денонощия},$$
$$18 \text{ г. } 11 \text{ д. } 7 \text{ ч. } 42 \text{ м.}$$

- В една и съща последователност
- Цяло число денонощия + $1/3$ – изместване с около 120° на запад

SAROS DIAGRAM YEAR 2003



Факти

- **Максимален диаметър на пълната сянка $D=270$ km.**
- **Размер на лунната полусянка - $D=6750$ km**
- **Скорост на лунната сянка ~ 1 km/s**
- **Максимална продължителност 7 min 23 s.**
- **Обща продължителност на пълното затъмнения на Земята до 3,5 h.**
- **Дължина на линията на тоталитета до 12 000 km.**

Причини за наблюдение на слънчевите затъмнения

Днес ние можем да разделим задачите, които се решават по време на слънчеви затъмнения на:

- *Астрометрични*
- *Хелиофизични*
- *Слънчево-земни въздействия*
- *Други*

Астрометрични задачи

- Движение на Слънцето и Луната
- Размери на Слънцето и Луната
- Характеристики на орбитите на Земята и Луната
- други

Хелиофизични

- *Хромосфера*
- *Корона*
- *Протуберанси*
- *други*

Слънчево-земни въздействия

- *Реакция на атмосферата*
- *Метеорологични*
- *Биологични*
- *други*

***...но в исторически план целите за и
по време на наблюдение на
слънчевите затъмнения са се
променяли....***

Историята...

- *от Древността до Средновековието*
- *от 1544 г. до 1851 г.*
- *От 1851 г. до 1930 г.*
- *От 1930 г. до 1966 г.*
- *От 1966 г. до днес...*

От
Древността
до
Средновековието

Безписмен период



*Затъмненията били предвестници на нещастия, глад, епидемии, войни,
природни бедствия,*

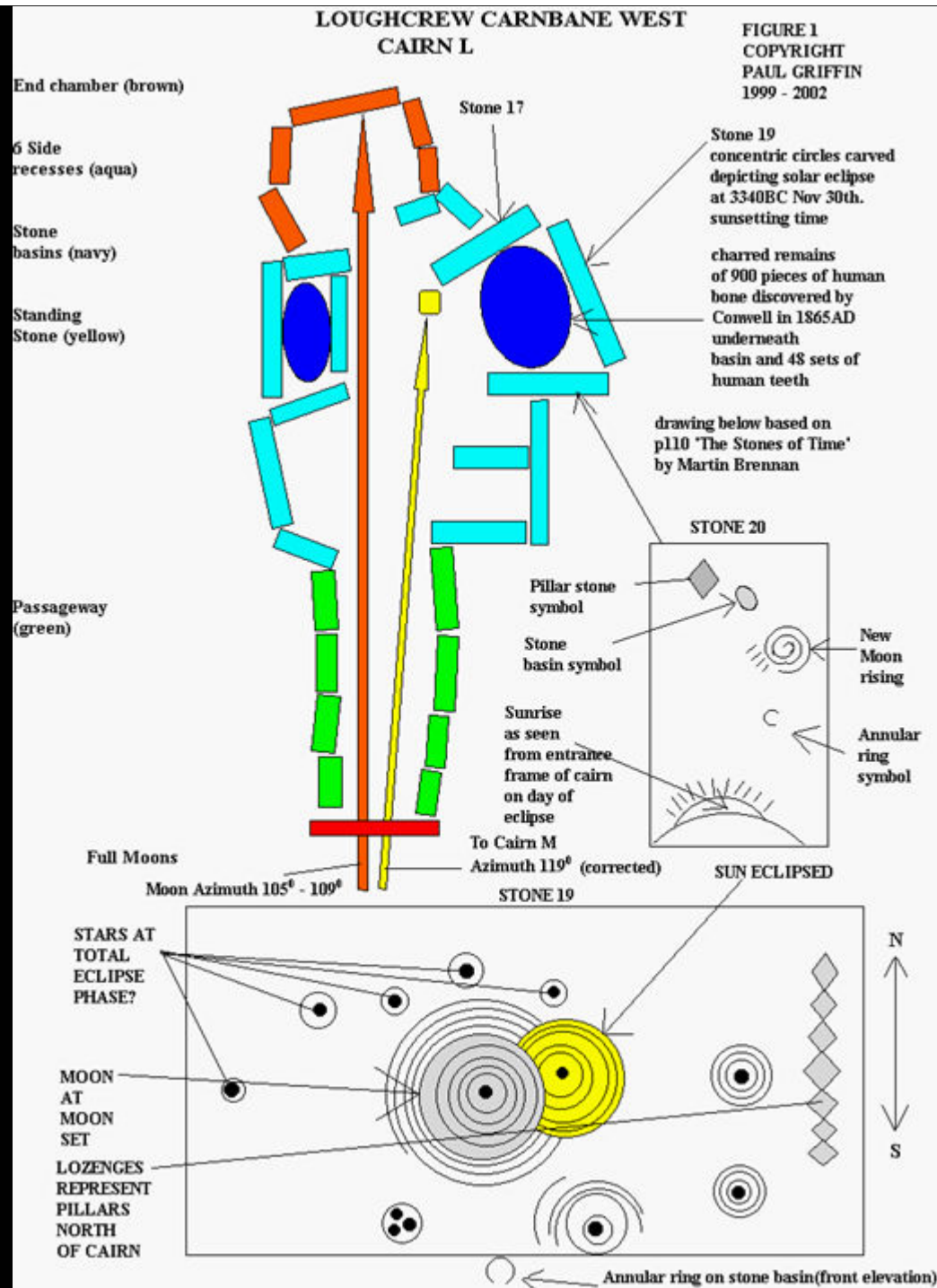
предизвиквали са страх и паника,

*а владетелите, чиито жреци са можели да ги предричат, са ги
използвали, за да внушат респект и подчинение към себе си като към
богоизбрани...*

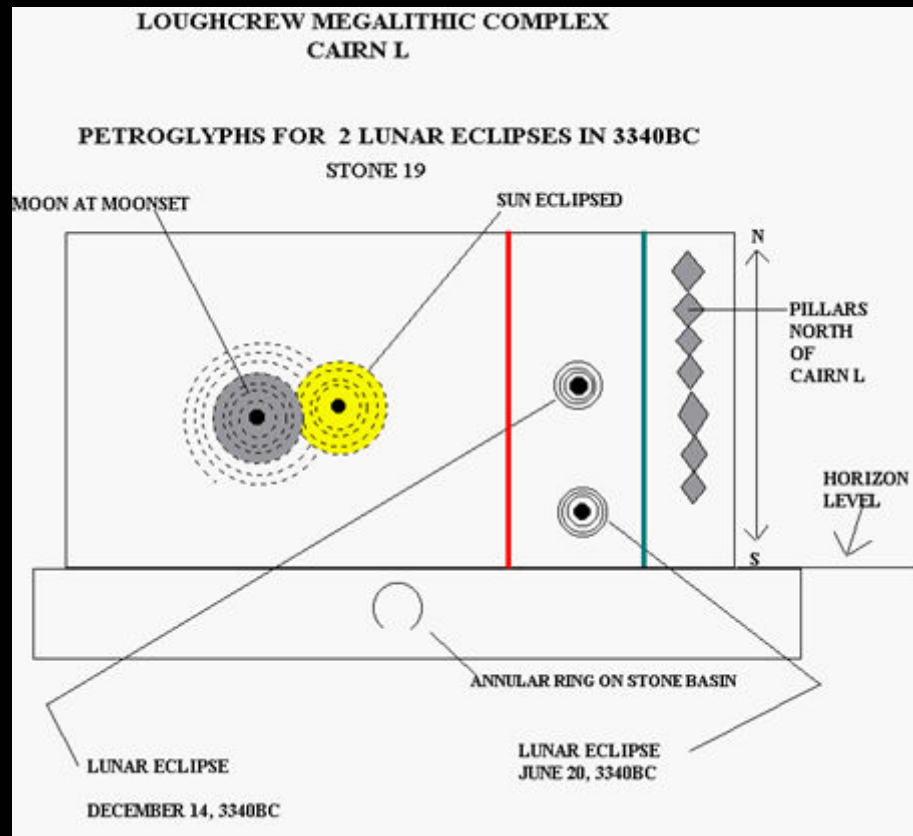
Неолитни паметници

*Интерпретацията им е доста
дискусионна, но ето няколко
примера...*

**Мегалитен монумент
LOUGHCREW CAIRN L
в OLDCASTLE,
COUNTY MEATH,
Ирландия.**



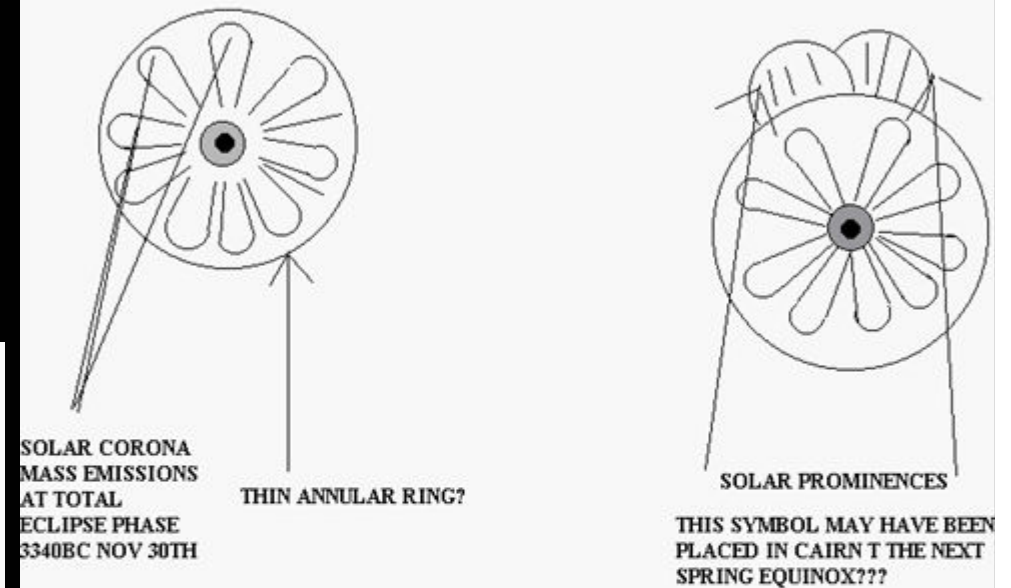
**Смята се, че са изобразени малка
серия от затъмнения,
1 слънчево и 2 лунни.**



LOUGHCREW MEGALITHIC COMPLEX CAIRN T BACK WALL CHAMBER

CAIRN T IS 1/2 MILE FROM CAIRN L

PART OF DETAIL



2 LUNAR ECLIPSES 3340BC JUNE 20 + DEC 14

2 SOLAR ECLIPSES 3340BC JULY 5 + NOV 30

3340BC MAY HAVE BEEN A SOLAR MAX YEAR ?

SEE 'TOTAL ECLIPSES', P. GUILLERMIER ET S. KOUTCHMY
P 162 FIGURE 6.1 . MASSON EDITION, PARIS, 1998

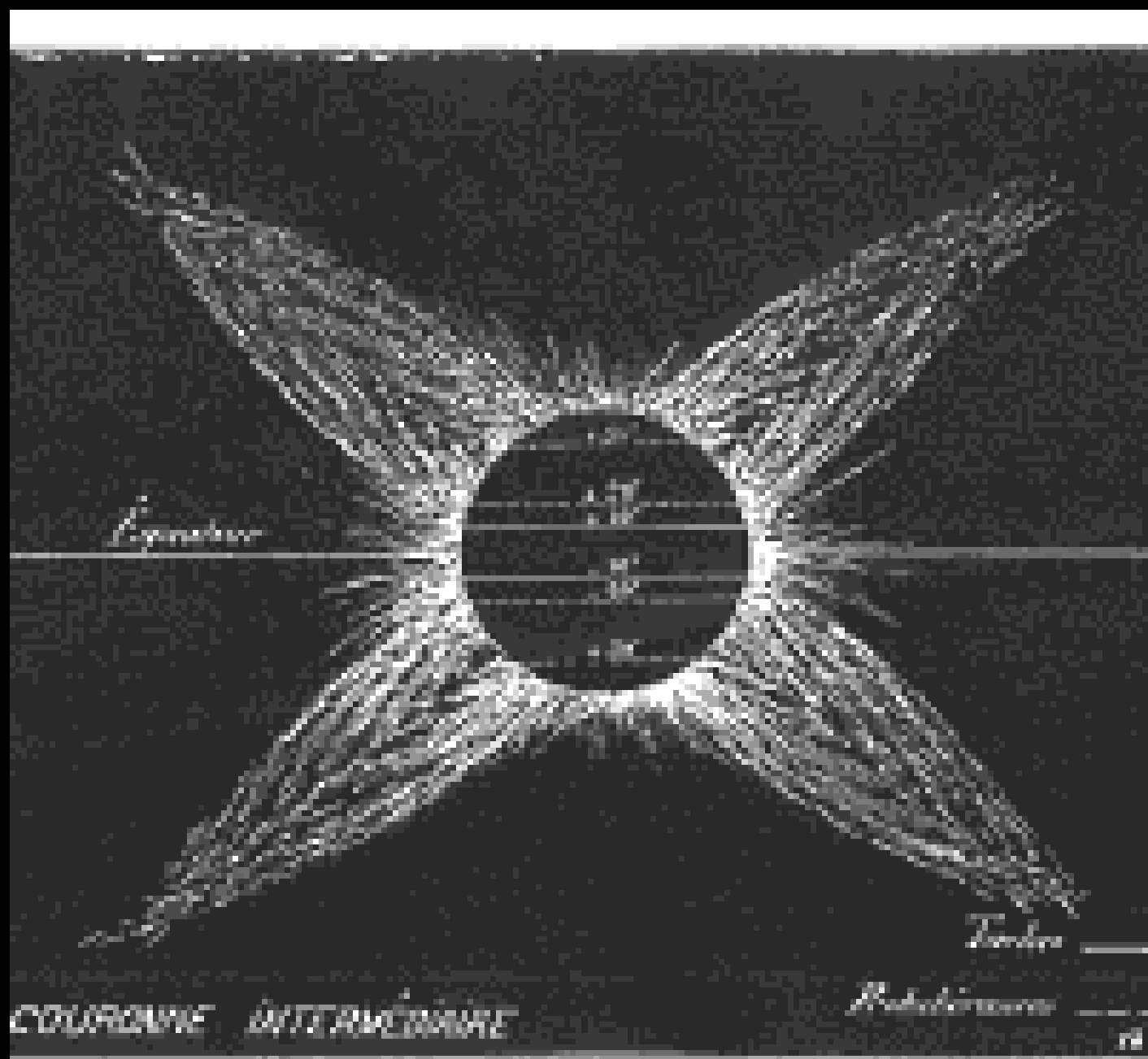
(SHOWS 'PETAL LIKE 'CORONAL EMISSIONS IN ANOTHER
SOLAR MAX YEAR FOR 1980 ECLIPSE OVER KENYA)

FIGURE 2 COPYRIGHT PAUL GRIFFIN 2002

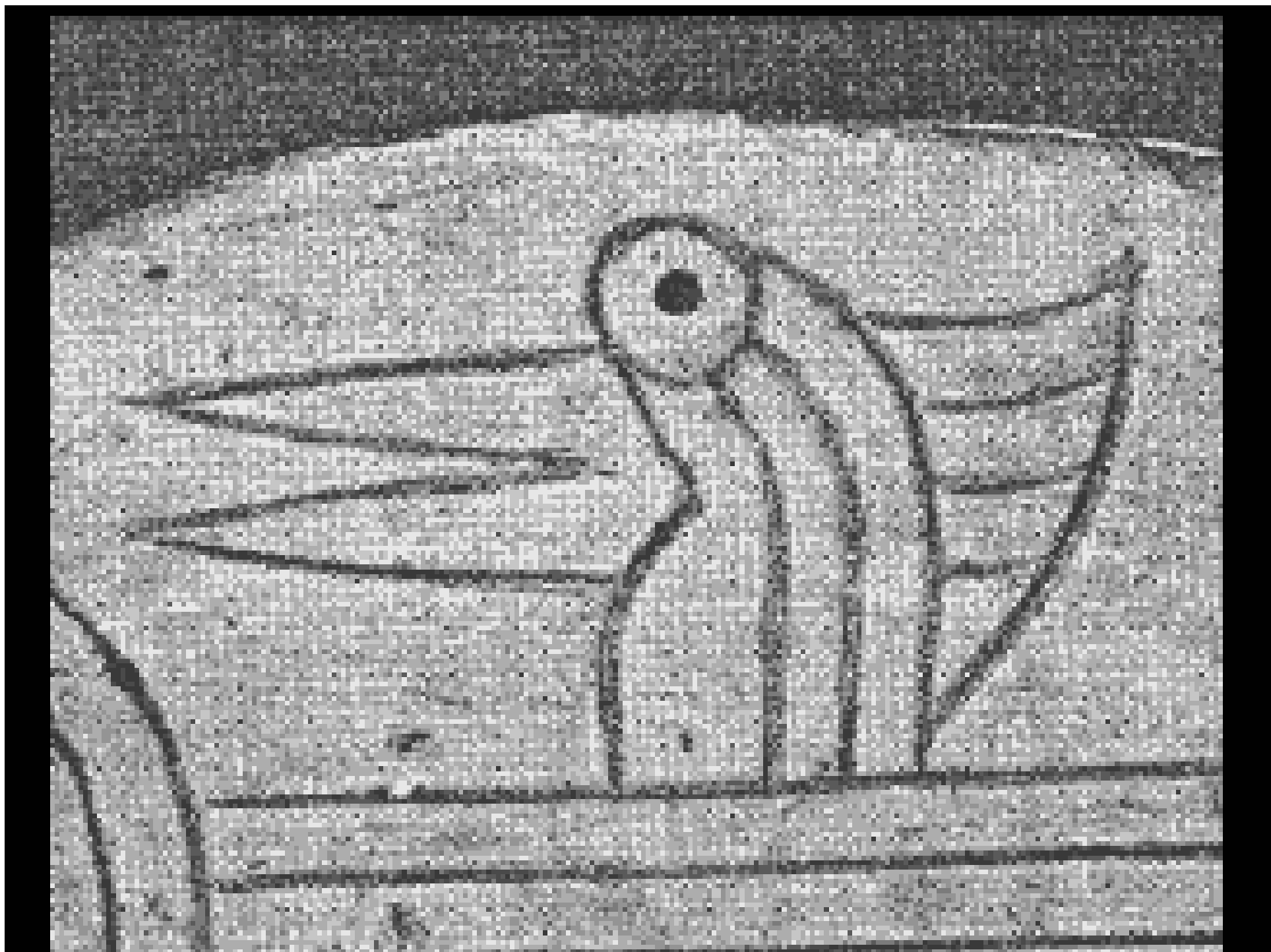
Индиански рисунки...





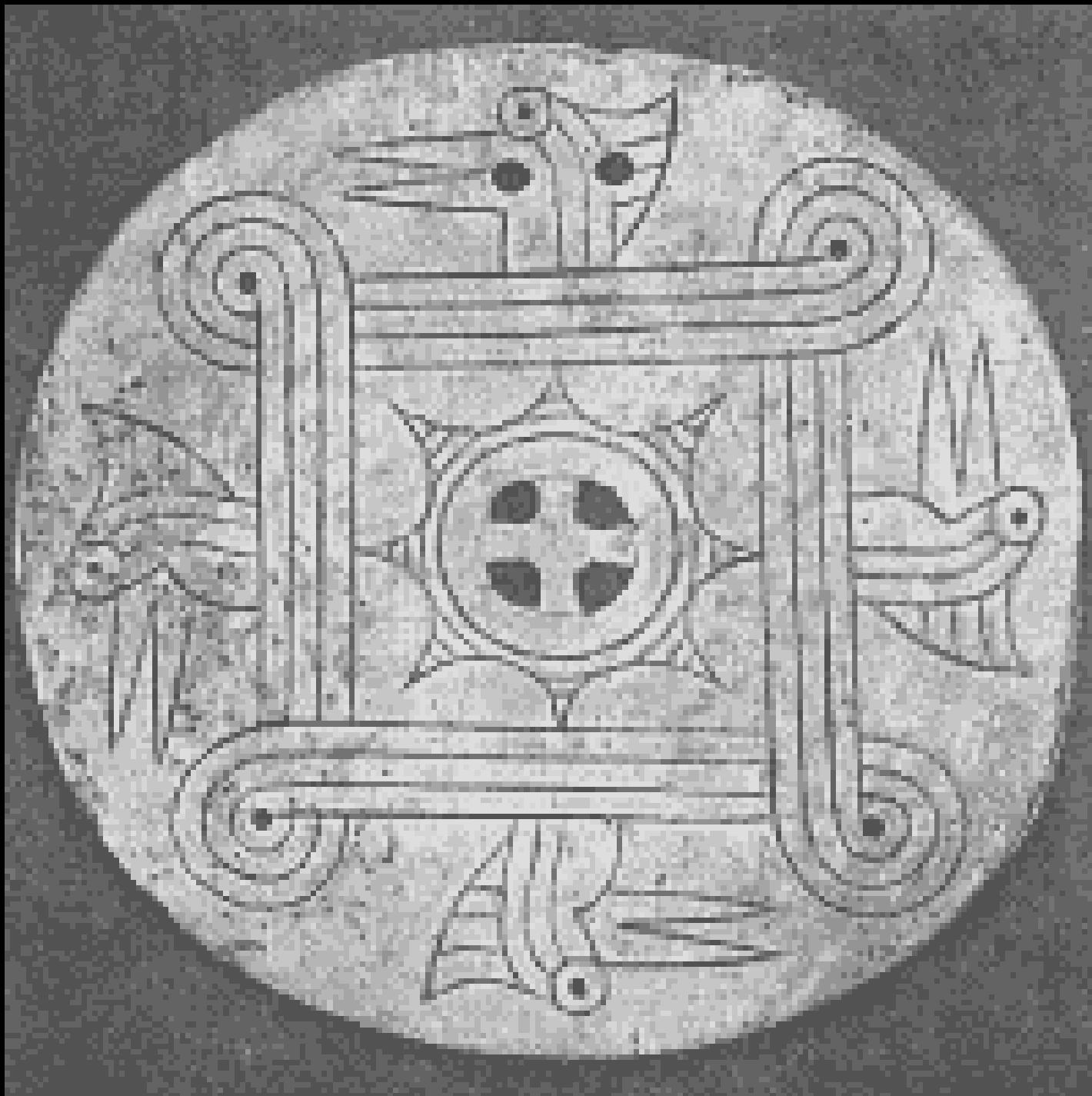


de la Couronne Internationale pour nos plus méritants et nos plus célèbres artistes.

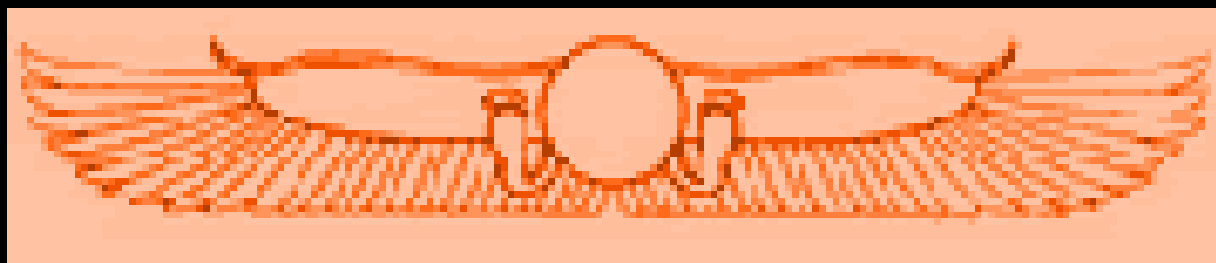
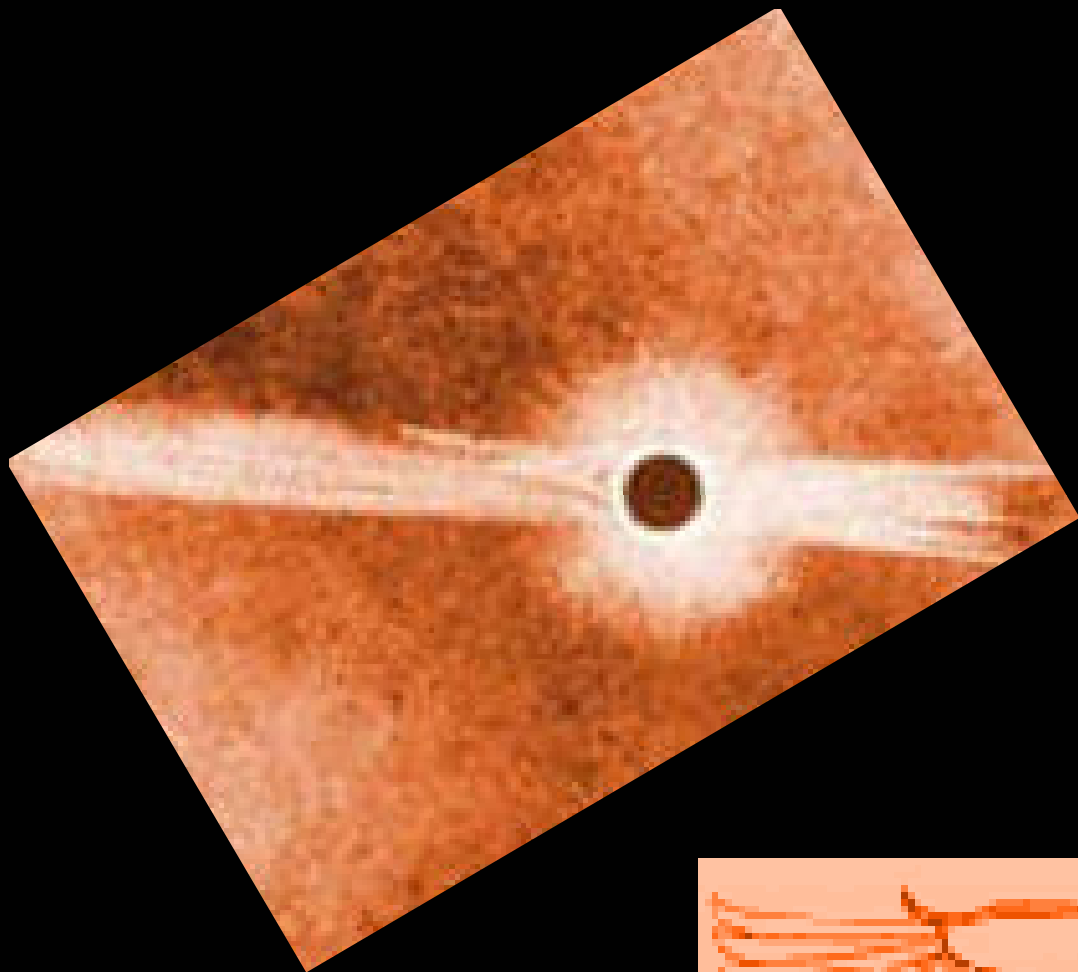








или тази аналогия...

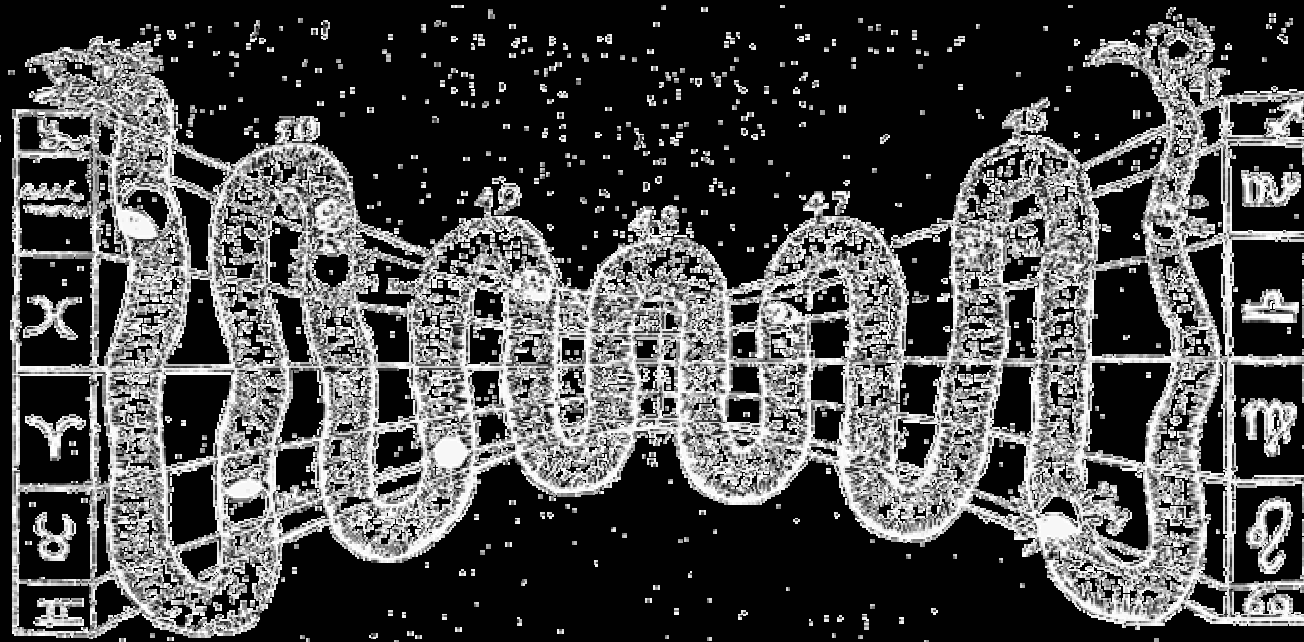


Легендата за дракона...





Индия



*В Индия този мит дава наименованието на “**драконичния месец**” и “**драконичните възли**” поради представата за дракона, който лежи във възлите и регулярно яде Слънцето и Луната по време на затъмнения.*

Знакът , с който се отбелязват възлите също идва от тук.



Еклиптика

Думата „**еклиптика**“, с която днес означаваме

- *“пресечната равнина на земната орбита с небесната сфера...”* или
- *“видимият път на Слънцето по небето за една година...”*

също идва от гръцката дума “еклиптикос” или от “еклейпейн” – не се появявам



Египет



*Египетски диск на
затъмненията*

Съществуват записи на събития отпреди 6000 години. От тях се вижда, че египетските летописци са сред първите, **отбелязали** слънчеви затъмнения.

Китай

Най-старателни в това отношение били китайците, въпреки, че не са имали точен метод за определяне на тяхната цикличност. Показателен е случаят с двама придворни астрономи, Хи и Хо, които били обезглавени, защото не успели да предскажат слънчево затъмнение.

Това събитие станало в периода

2165-1948 г. пр. н. е.



Китай

Ето и някои регистрирани в Китай затъмнения:

- 2126 г. пр. н. е. По време на император Чунг Ханг
- 31 май 976 г. пр. н. е.
- 4 юни 780 г. пр. н. е.
- 18 януари 120 г. “Слънцето беше затъмнено почти напълно. На Земята изглеждаше като вечер...”
- 16 януари 1135 г. Чен тел предсказва, че Слънцето ще бъде затъмнено...





Древен Вавилон

Най-древния запис на затъмнение е намерен върху глинена плоча в древния град Угарит (сега в Сирия). Това са затъмненията от 3 май 1375 г.пр.н.е. или от 5 март 1223 г.пр.н.е.

Има съмнение, че Вавилонците са направили най-древния запис и на две затъмнения – лунното от 9 май и слънчевото от 24 май 2138 г.пр.н.е., (23 години след изкачването на Шулги от Вавилон), но това е много спорно.

Със сигурност обаче е ясно, че от VIII в.пр.н.е. Вавилонците правят систематични записи на слънчевите затъмнения и може би даже са можели да ги предсказват доста точно на базата на номерологични правила.

Древен Вавилон

По-късен запис се идентифицира със слънчевото затъмнение от **1312 г.пр.н.е.**,

затъмнението от 31 юли **1063 г.пр.н.е.**, което превърнало деня в нощ”

и прочутото затъмнение от 15 юни **763 г.пр.н.е.**, записано от асирийски наблюдател в Нинвех, което е идентифицирано без никакво съмнение.

Намерени са записи и на затъмненията от

30 януари **281 г.пр.н.е.**

31 януари **254 г.пр.н.е.**



*Вавилонска глинена табличка
със запис на затъмненията
между 518 и 465 г.пр.н.е.*

Древен Вавилон

Вавилонците са записвали затъмненията заедно с движенията на Слънцето, Луната, Меркурий и Венера, които датират от 1700 до 1681 г.пр.н.е.

*Чрез внимателно записване на лунните и слънчеви затъмнения, вавилонските астрономи вероятно са били способни да предсказват лунните затъмнения, а по-късно и слънчевите, с добра точност. Основен техен инструмент вече бил т.нар. **“Сароски цикъл”**, след който затъмненията се повтарят.*

Около 61, предсказани от Вавилонците затъмнения след 800 г.пр.н.е. са били свързани с реално случили се затъмнения, макар и да се случвали понякога далеч от Вавилон.

Древна Гърция

- Може би най-известно от всички затъмнения в древността е това на 28 май **585 г. пр. н. е.**, когато по време на сражение между лидийци и мидийци „денят внезапно се превърнал в нощ“. Това събитие било предсказано от **Талес Милетски**, който предупредил йонийците за него през годината, когато то действително се случило.



Antikythera Mechanism

80 г.пр.н.е.

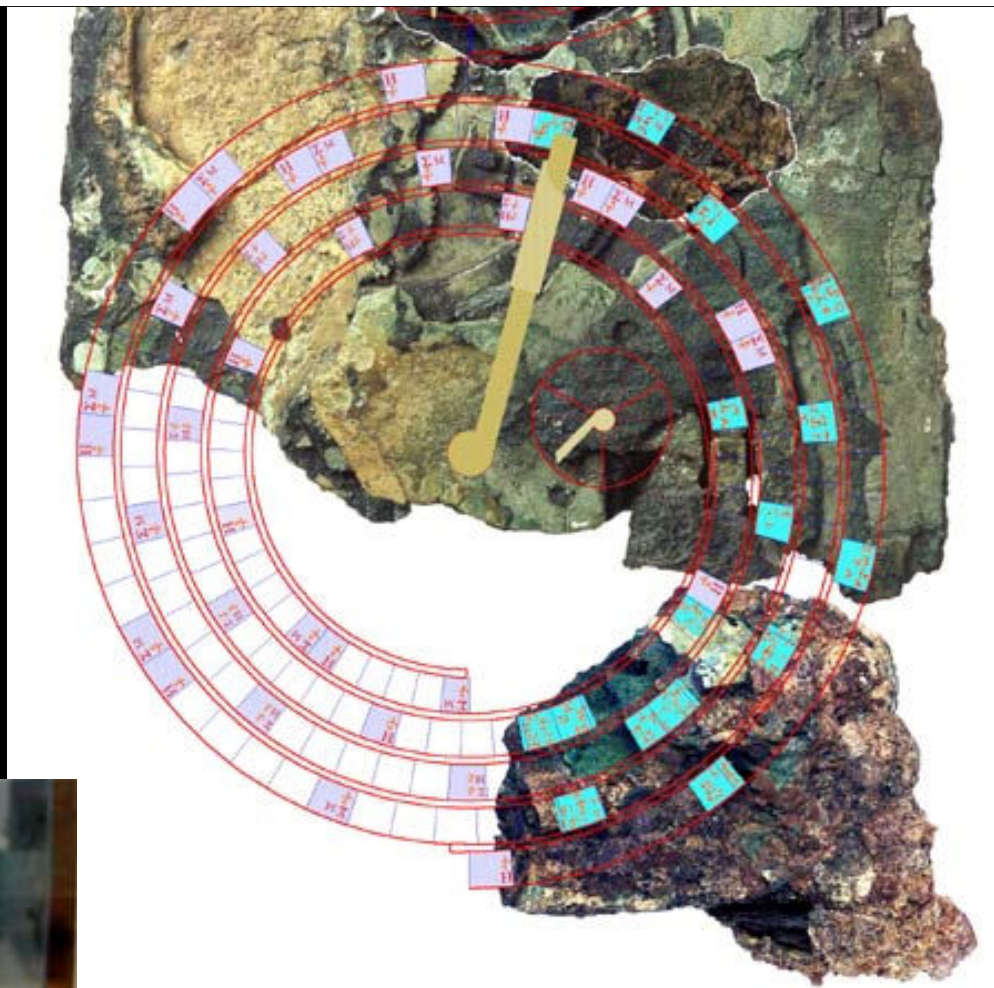
Последните анализи показват, че предния часовник на устройството е имало стрелки за Слънцето и Луната, наречени “златна малка сфера” и “малка сфера” съответно и маркери, които съвпадат със зодиака и слънчевия календар.

Задния часовник изглежда е бил използван за **предсказване на слънчеви и лунни затъмнения**.



*Компютърно генерирана
реконструкция на предната и
задната част на Antikythera
Mechanism.*

Снимка, показваща част от
Antikythera Mechanism.



Реконструкция на “Сарос” върху
задния часовник на *Antikythera*
Mechanism, базирана на нови
изследвания.



Хипарх



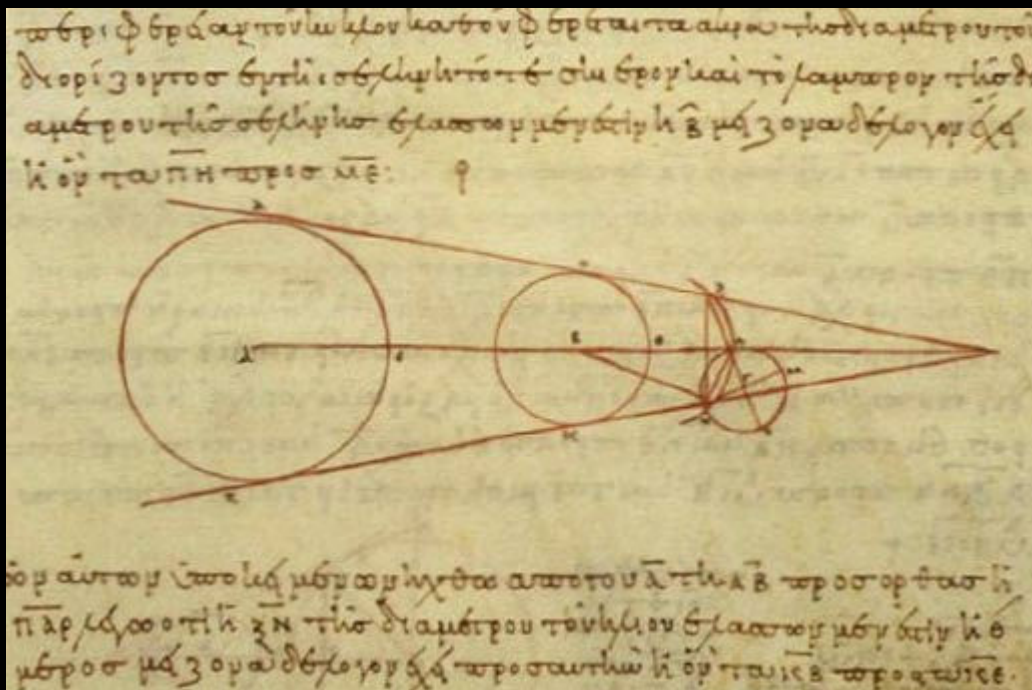
Хипарх използвал две наблюдения на слънчевото затъмнение през 130 г.пр.н.е., за да определи разстоянието между Луната и Земята. Затъмнението било пълно в Хелеспонт и частично (80%) в Александрия. Хипарх използвал като база разликата в дължините на двата пункта, получени въз основа на едновременни наблюдения на една и съща звезда. По наблюдения на затъмнението от двете места е било измерено ъгловото отместване на Луната.

Тригонометричните изчисления, използвани тогава за първи път в астрономията, дали за разстоянието до Луната величината 60, 27 земни радиуса.



Аристарх

- Илюстрация от работната тетрадка на Аристарх от Самос, писана през **II в. пр.н.е.** и озаглавена “Върху разстоянието и големината на Слънцето и Луната”, в която **се изчислява отношението на разстоянията между Земята и Слънцето и разстоянието между Земята и Луната.**





Плутарх

*“Дори ако Луната...
понякога покрие
Слънцето изцяло, ...
някаква светлина се
вижда около лимба, която
не позволява мракът да
бъде пълен и абсолютен”*

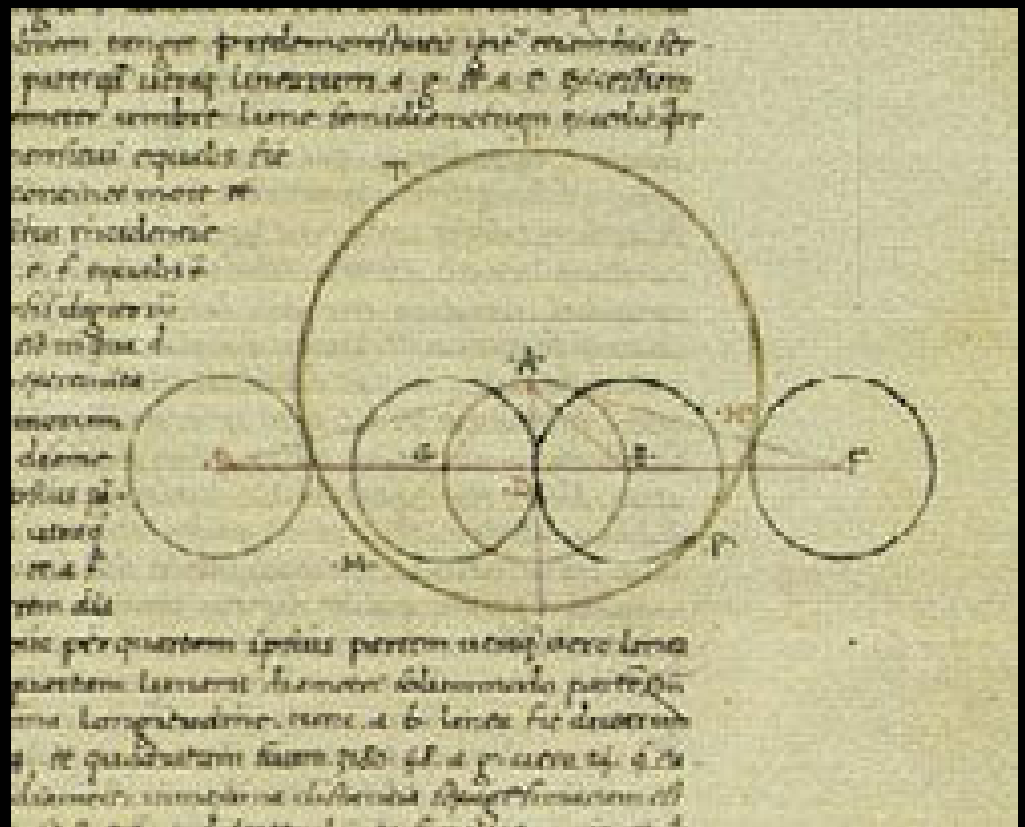
Цитат от негова книга, в която
описва затъмнението от
20 март 71 г.пр.н.е.

- *Може би първото смътно споменаване за наличието на корона....*





Птолемей



Рисунката показва изчисленията на Птолемей в неговата книга “Алмагест” за **големината на лунната сянка върху земната повърхност**. Той я изчислява на около 100 км. Това е невъзможно без добри познания за лунната орбита и скорост.

Атина

14 януари 484 г., Атина “Затъмнението на Слънцето беше толкова явно, че превърна деня в нощ и тъмнината позволи да се видят звезди...”



Мала Азия

- 19 юли 418 г. историкът Philostorgius от Мала Азия пръв докладва за открита **комета** по време на пълно слънчево затъмнение.



Лео Диаконус

Въпреки, че слънчевата корона се вижда при всяко пълно слънчево затъмнение, първото ясно и категорично споменаване, което може да бъде интерпретирано като **слънчева корона** е направено от Лео Диаконус при наблюдението на затъмнението от 22 декември **968 г.** от Константинопол (днес Истанбул, Турция).

Неговите наблюдения са запазени в *Annales Sangallenses*, и гласят:

“ ... В четвъртия час от деня... Тъмнината покри Земята и всички най-ярки звезди засветиха. И беше възможно да се види диска на Слънцето, слаб и затъмнен, и слаба и неясна светлина като тясна ивица светеше в кръг около ръба на диска”.



Хрониката от Новгород

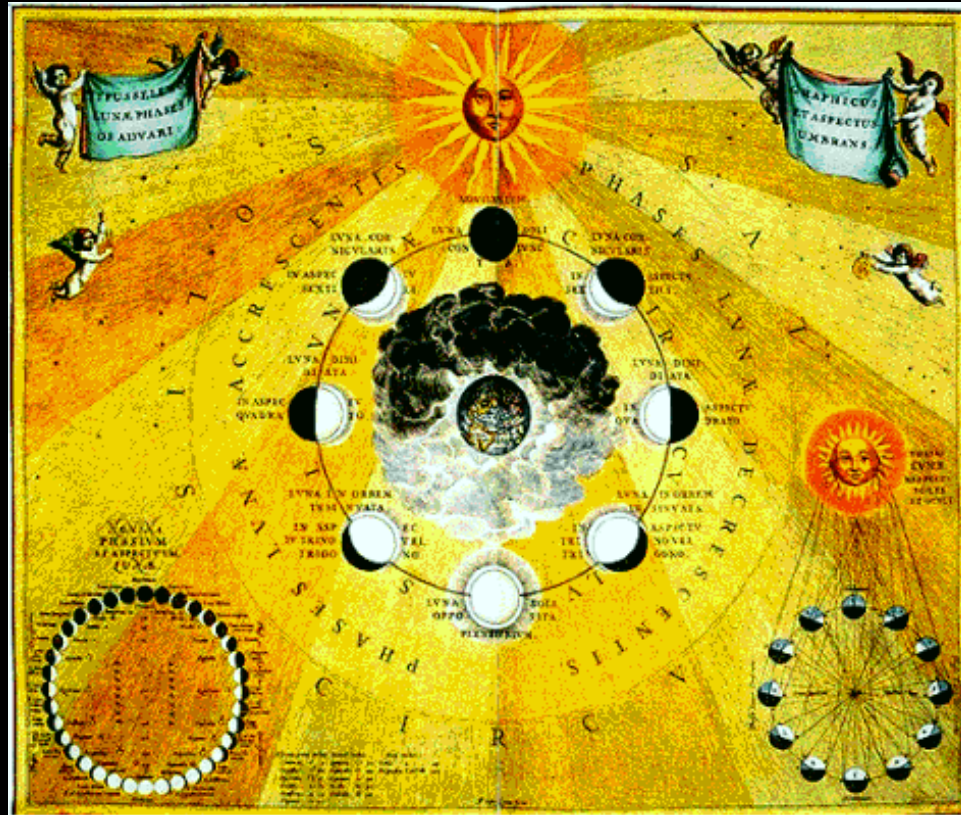
- Първото напълно недвусмислено описание на **протуберанс** се смята, че в руската Хроника от Новгород след наблюдението на слънчевото затъмнение на 1 май **1185 г.** :

“Вечерта имаше затъмнение на Слънцето. Стана много мрачно и се видяха звезди... Слънцето заприлича на Луната и от неговите рога излизаха навън нещо като живи пламъци.”

Средновековие

- Слънчеви затъмнения са наблюдавани регистрирани и през средновековието, като записите са по-многобройни и по-достоверни от тези през античността. Между 840 и 1310 г. са регистрирани 17 затъмнения от около 10 независими наблюдателя. През XII и XIII век 32 слънчеви затъмнения са описани в хроники от целия свят, като само в Северна Европа има 27 запис. За съжаление наблюдателите от това време са отбелязвали само мястото и времето на затъмнението, без да излагат подробности за това, което са видели.

Или в края на този период...



Фазите на Луната и затъмнения,
Andreas Cellarius, *Atlas Coelestis* (Amsterdam, 1660).

Приносът на древните затъмнения

По описания на затъмнения, съпровождали историческо събитие, е възможно да се установи точната дата на събитието. Когато основните факти, отнасящи се до слънчево затъмнение в миналото, са известни, е възможно да се изчисли календарната дата и моментите на фазите на затъмнението с точност до няколко минути за мястото, където е било наблюдавано. По такъв начин се синхронизира историята на древните народи със съвременната календарна система.

1544 – 1851



Начало на “инструменталната” ера...

На 24 януари 1544 г. Райнер Гема наблюдава слънчевото затъмнение чрез използване на проекция.



Христофор Клавиус

След затъмнението от 9 април 1567 г. Клавиус изказва предположението, че короната е лунна атмосфера.

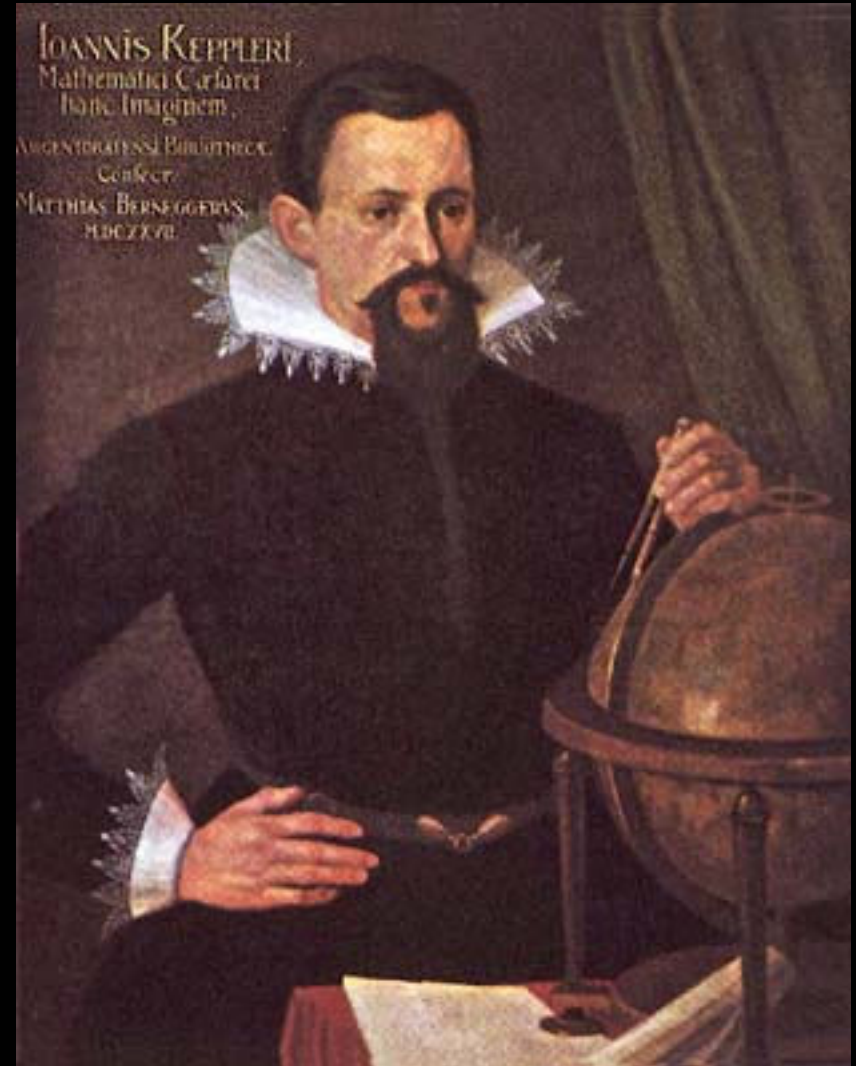




Йохан Кеплер

- Йохан Кеплер е първият астроном, който дава **научен коментар за слънчевата корона** след затъмнението през **1605 г.**, което обаче, той не е наблюдавал лично.

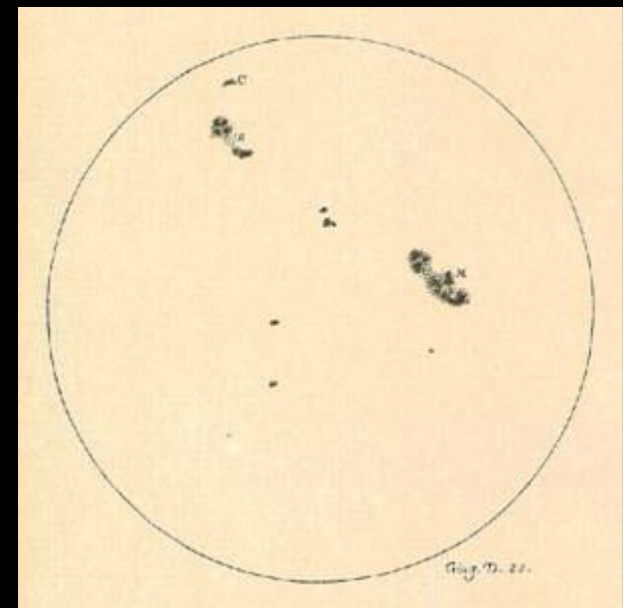
В една своя книга Кеплер казва, че това е слънчева светлина, отразена от атмосферата на Луната.





Галилео Галилей

- На 25 август 1609 г. Галилей демонстрира своя първи, изработен собственооръчно **телескоп**, с който по-късно наблюдава и слънчевите петна.





Джан Доменико Касини

- През **1683 г.** Касини наблюдава зодиакална светлина и правилно предполага, че тя има космически произход, а не е метеорологичен феномен.
- След наблюдението на затъмнението през **1706 г.** той описва „корона” от бледа светлина около Слънцето.
- През **1715 г.**, Доменико Касини предполага, че **светлината, отговорна за короната, причинява и зодиакалната светлина.**



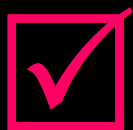


Едмонд Халей

Едмонд Халей е първият, който през **1695 г.**, отбелязва, че времената и местата на регистрираните затъмнения в древността не корелират с изчисленията.

Той предполага, че причината за това е Лунната орбита, която леко се променя, (веково ускорение).





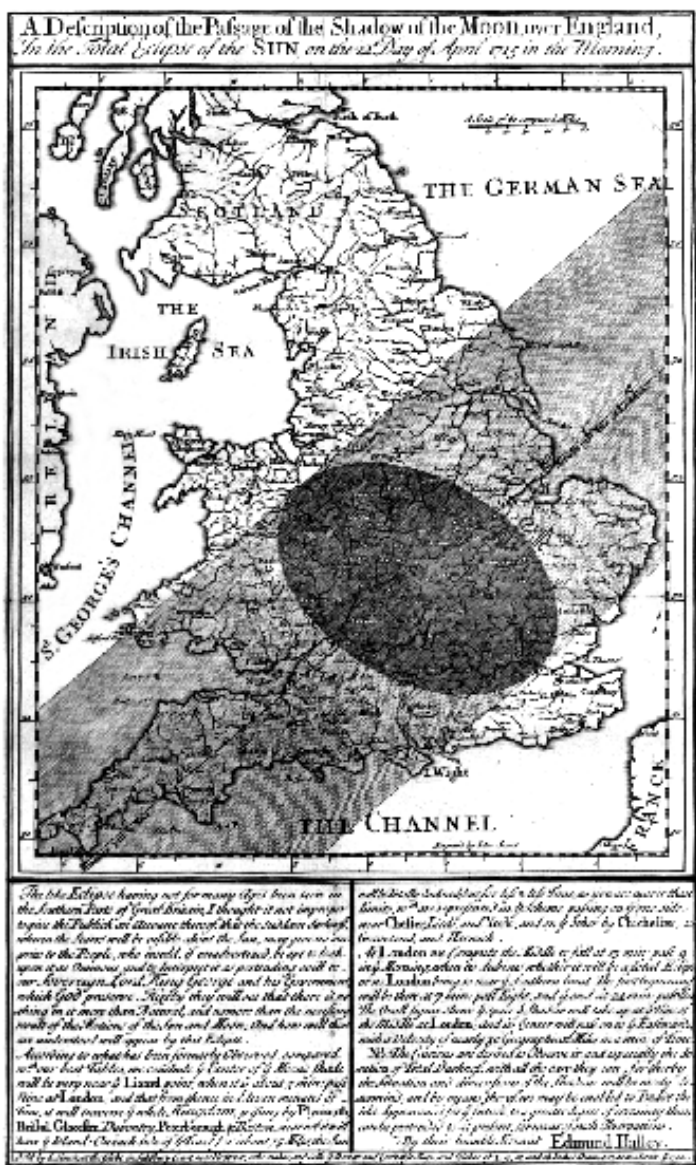
- Едмонд Халей е първият, който предсказва пътя на затъмнението през 1715 г., използвайки законите на Нютон за гравитацията.

- Вероятно Халей е и първият, който рисува карта на затъмнението.

Върху медни плочки той гравира пътя на тоталитета за затъмненията на

3 май 1715 и 11 май 1724.

На картата е изписана датата 22 април 1705 г., но това вероятно се дължи на разликата с григорианския календар, който в Англия е въведен през 1752 г.





На 22 април 1715 г. по наблюдения на пълно слънчево затъмнение Халей описва формата на короната и появяването на ярки червени протуберанси. Той отбелязва, че протуберансите на източния лимб са по-различни от тези на западния лимб и че **короната е асиметрична**, но обяснява този факт с наличието на тънка атмосфера около Луната.

“Няколко секунди преди цялото Слънце да се скрие, аз открих около Луната светец пръстен широк около 1/12 или може би 1/10 от лунния диаметър. Той беше бледо белезникав, или по-скоро с перлен цвят, изглеждащ като леко обагрен в цветовете на дъгата, и беше концентричен около Луната.”

*По време на това затъмнение Халей за пръв път докладва и за феномена, наречен по-късно **“мъниста на Бейли”**.*

Франсоа Араго

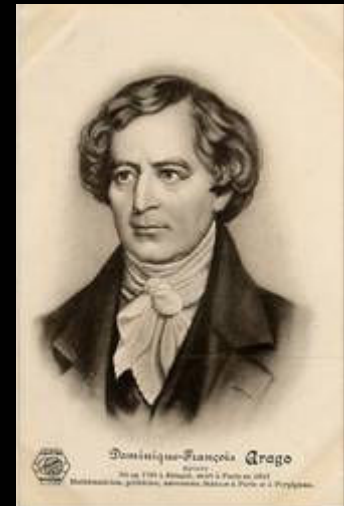
Араго също смята, че короната има лунен произход.

След като дълго време се е смятало, че короната е земен пушек, нейният лунен произход е крачка напред.

Но на 16 юни 1806 г. е установено, че ако това е атмосферата на Луната, то тя би трябвало да е 50 пъти по-голяма от тази на Земята.

Дълго време след това се е водил спор, дали това е явления на Слънцето, или има лунен произход.

Спорът е решен едва през **1851 г.**, когато за наблюдения на ПСЗ е използвана фотографията.



Биргер Васениус

В доклада си за наблюдаваното пълно слънчево затъмнение на 13 май 1733 г. Васениус за пръв път дава подробно и ясно описание на протуберанси, които е наблюдавал с просто око.

Васениус смята, че това са образувания на Луната...

Ричард Дънтхорн

През 1749 г., Ричард Дънтхорн
пресмята приблизителното веково
ускорение на Луната, базирайки се на
откритието на Халей.

Пасаж на Венера

На 4 юни **1769 г.** 6 часа след пасажа на Венера е имало пълно слънчево затъмнение. То е било пълно за Скандинавския полуостров. Венера е трябвало да се проектира на фона на слънчевата корона.

Планетата е била на около 1 слънчев диаметър от ръба на Слънцето.

Следващият такъв случай на пасаж на Венера пред слънчевата корона ще бъде на 6 юни 2263 г. Но тогава няма да има пасаж на Венера пред Слънцето.

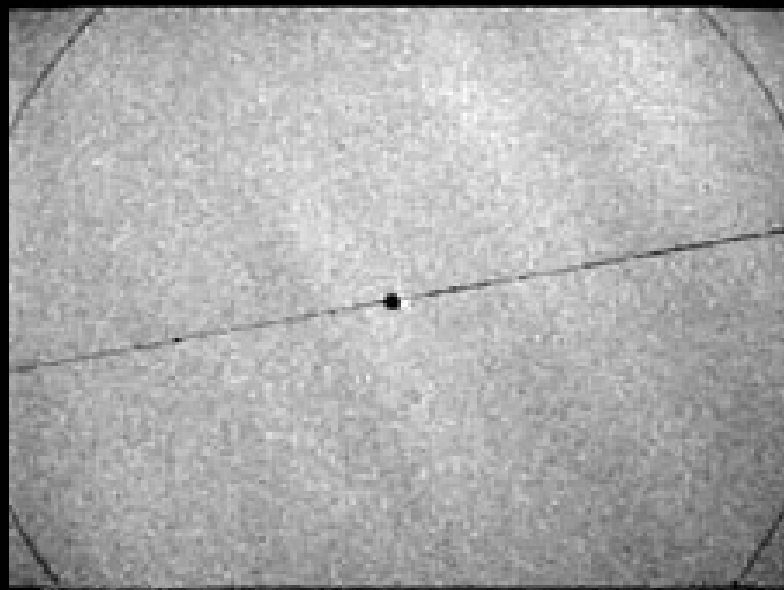
За пасаж на Меркурий пред слънчевата корона ще трябва да почакаме до 3269 и 3853 г.



Херман Голдшмидт

За пръв път след наблюдение на
затъмнение то през 1820 г.

Голдшмидт докладва за явлението
“бягащи сенки”.





Уилям Воластон

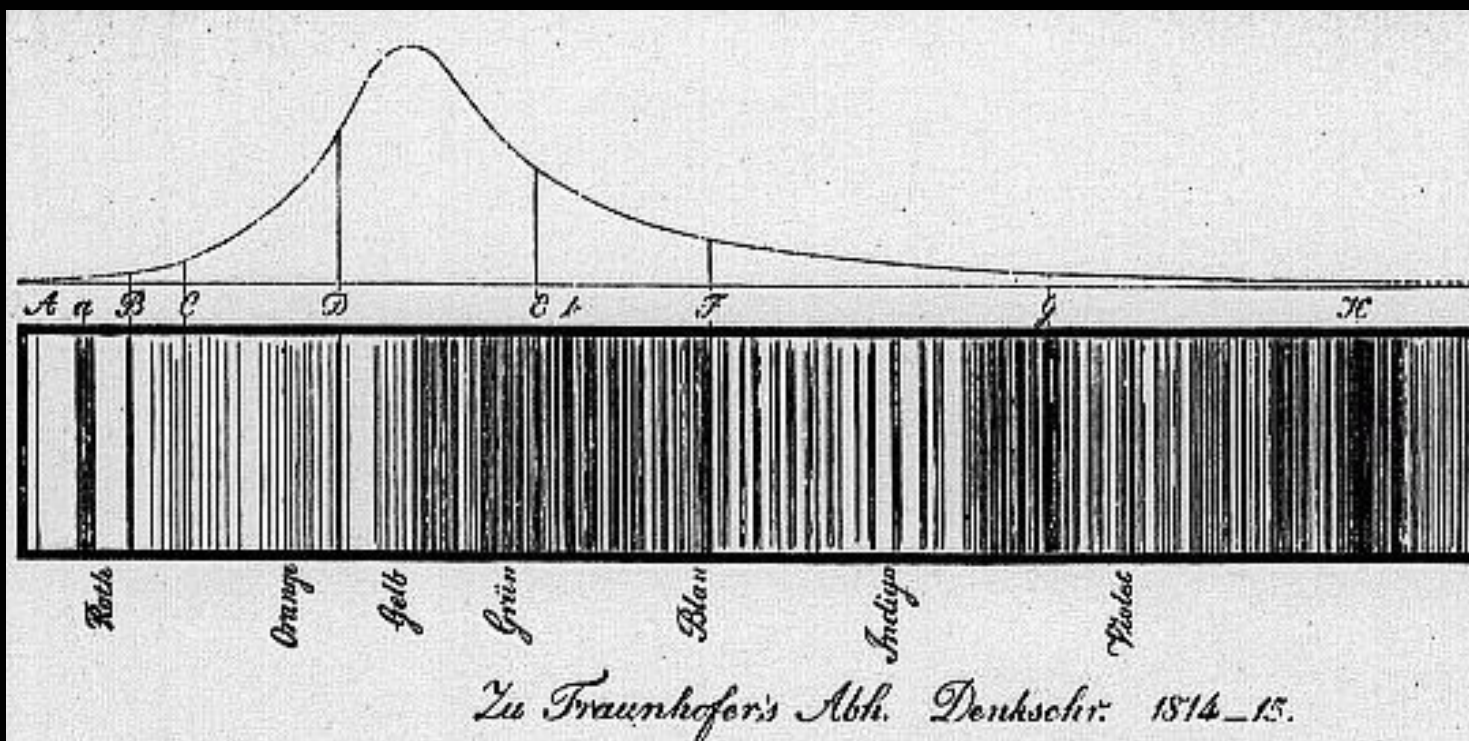
През 1802 г. Уилям Воластон открива, че
в слънчевия спектър има много тънки
тъмни линии в цветовете на дъгата.





Йозеф Фраунхофер

Йозеф фон Фраунхофер започва да изследва тези линии в големи детайли през 1814 г. чрез използване на повече от една призма, за да разложи светлината, той открива "почти неизброимо количество" линии. Той означава силните тъмни линии A, B, C, D и т.н. Днес тези линии се наричат **Фраунхофери линии.**





Франсис Бейли



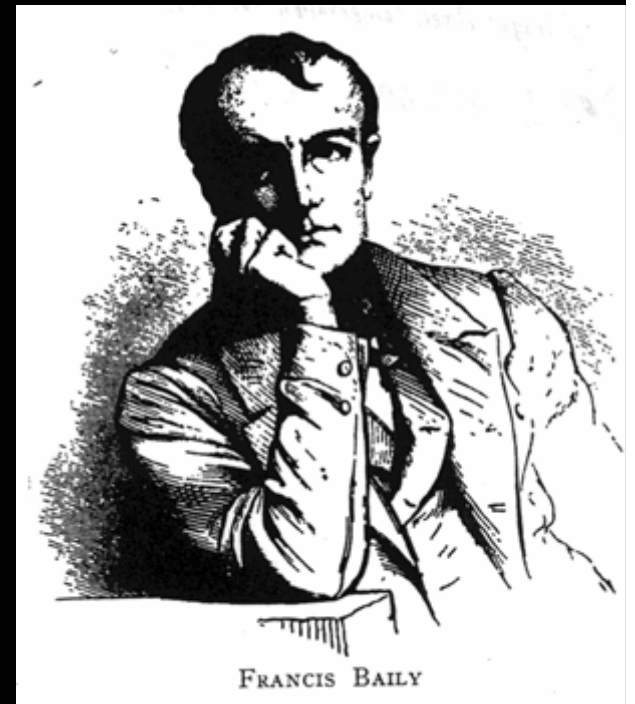
На 15 май 1836 г. по време на пръстеновидно слънчево затъмнение в Шотландия Франсис Бейли обръща внимание на краткотрайните ярки “мъниста” светлина, които се появяват около тоталитета, когато светлината от слънчевия диск е блокирана, с изключение на местата, където са лунните долини по ръба на Луната.

В негова чест това явление е наречено “Мъниста на Бейли” или “броеница (огърлица) на Бейли”.



Франсис Бейли

По време на затъмнението
от 8 юли 1842 г. Франсис
Бейли фокусира своите
наблюдения върху
короната и
протуберансите и ги
идентифицира като част
от атмосферата на
Слънцето.





По време на пълното слънчево
затъмнение през **1842 г.**, за първи път е
бил наблюдаван протуберанс с оптичен
инструмент. Същата година се смята за
годината, когато са открити
протуберансите.



Майокки

- Първият опит за фотографиране на пълно слънчево затъмнение направил Майокки на 08 юли 1842 г.
- За съжаление той не успял да снима пълната фаза, но направил снимки на частичната.



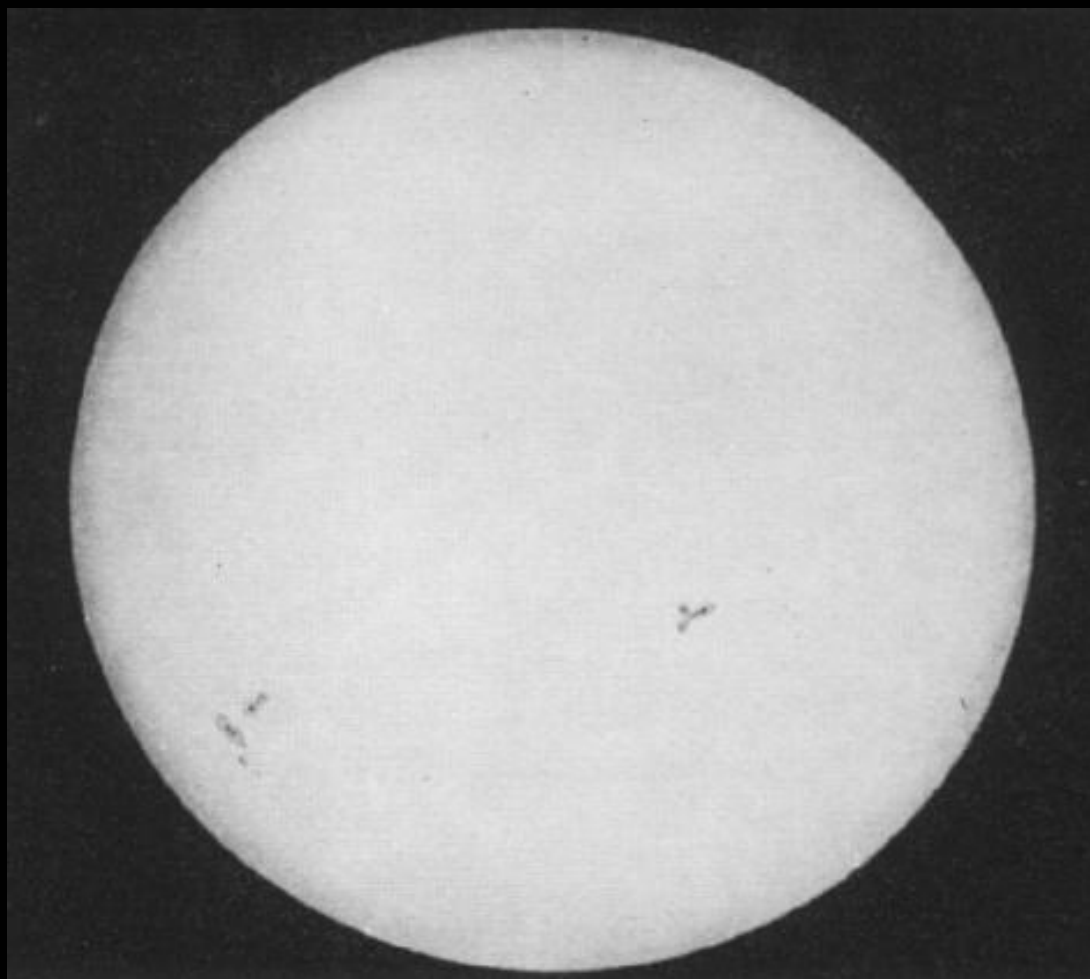
Джон Дрейпър

- След няколко години експерименти в спектроскопията през **1843 г.** Джон Дрейпър поставя дагеротипна пластинка в спектъра на Слънцето и така открива няколко нови **абсорпционни линии в ултравиолетовата област.**





Първата снимка на Слънцето



Първата немного
успешна снимка на
Слънцето е направена
през 1842 г.

На 2 април **1845 г.** Луи
Физо и Леон Фуко
успяват да получат
първата сполучлива
фотография на
Слънцето от
дагеротип с
експозиция 1/60 и с
размери около 12 см

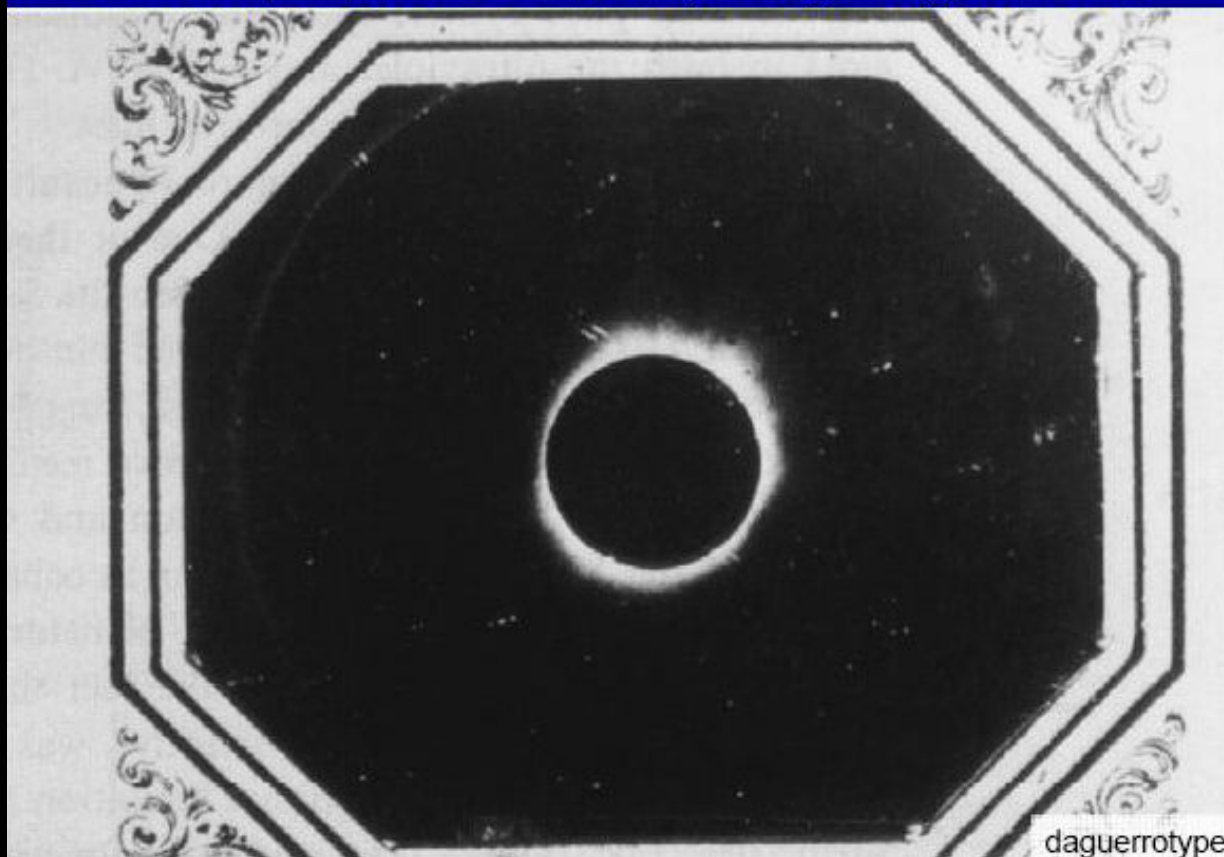
1851 – 1930



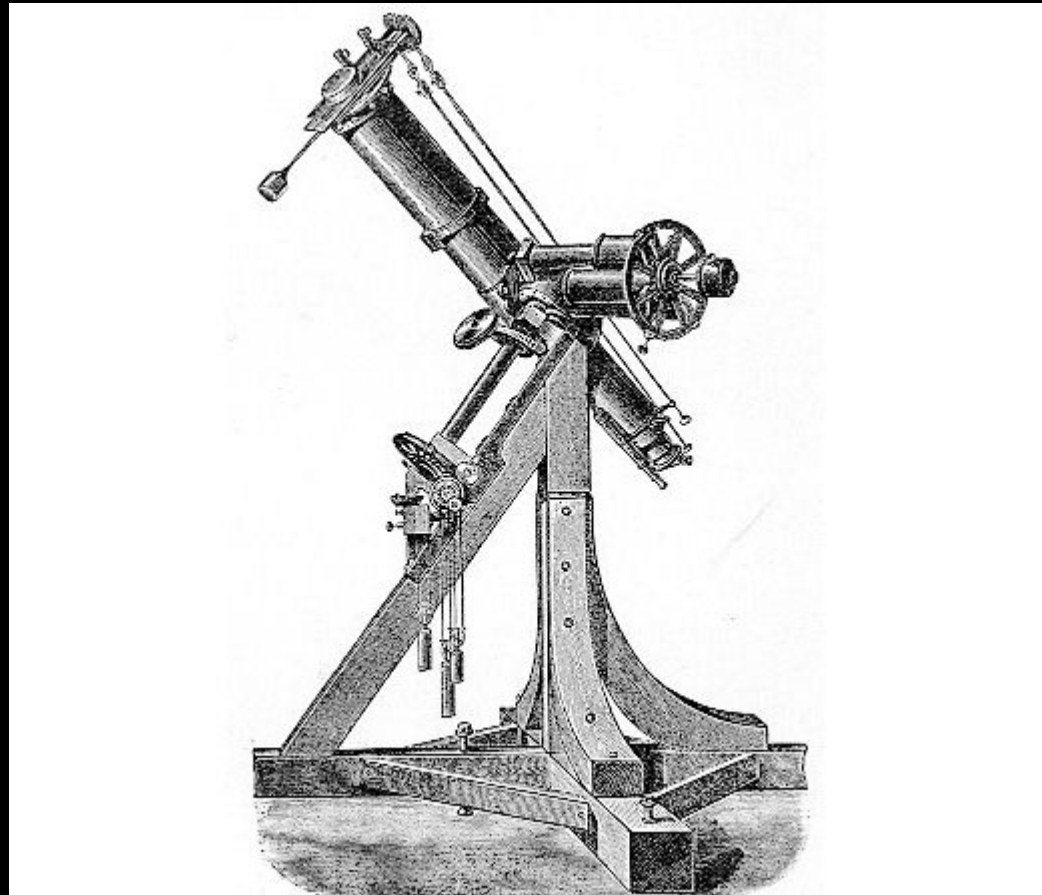
Берковси

Първата успешна
снимка на пълно
слънчево затъмнение
е направена от
Берковси в
Кьонингсберг,
Германия (дн.
Калининград, Русия)
на 28 юли 1851 г.
Фотографията е
дагеротип с 24 сек.
експозиция. На нея
добре се виждат
короната и
протуберансите.

First eclipse photo: Berkowski, Königsberg, 28.7.1851



Фраунхоферовия
хелиометър в
Кралската
обсерватория в
Кьонингсберг, с
която през 1851 г.
е направена
първата снимка
на слънчевата
корона.





Р. Грант, У. Сван и К. Лотров

На 28 юли 1851 г. Р. Грант, У. Сван и К. Лотров установяват, че **протуберансите са част от Слънцето**, понеже Луната ги покрива и открива, когато се движи пред Слънцето.

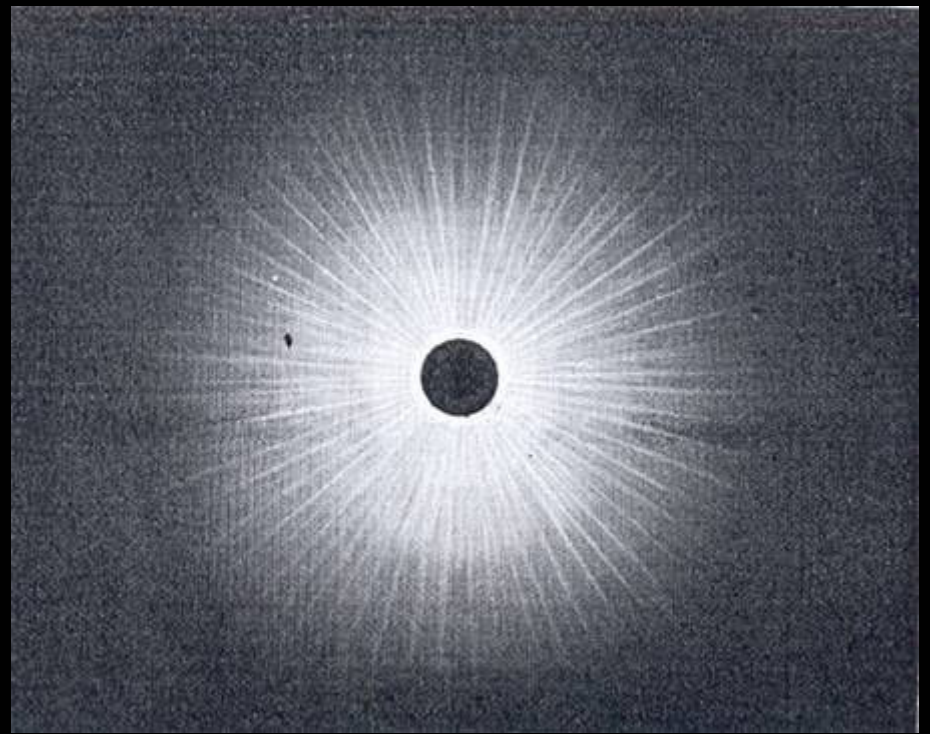
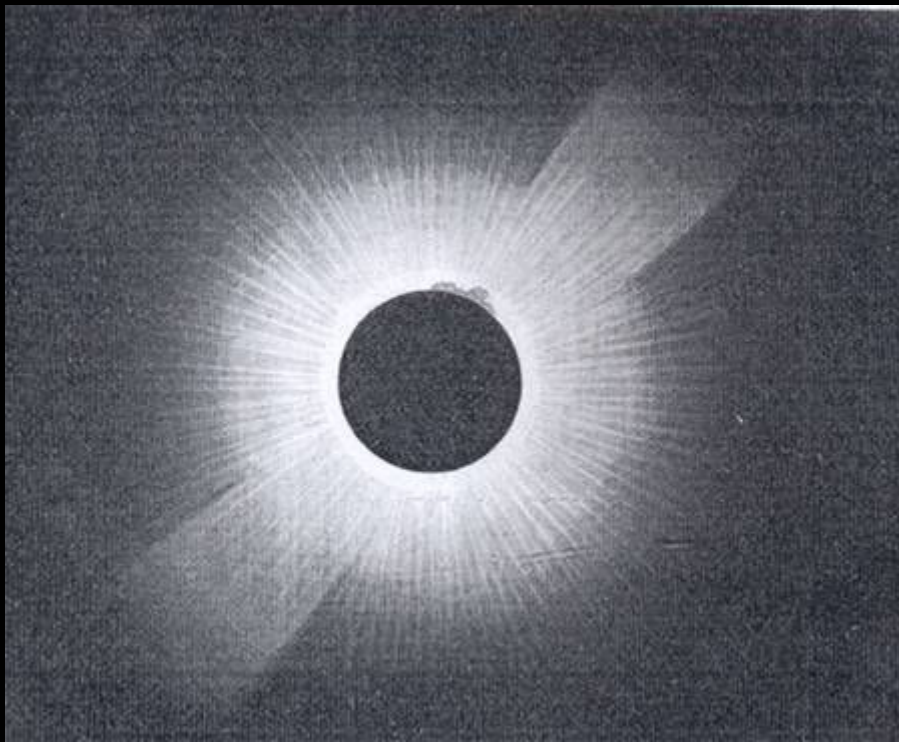


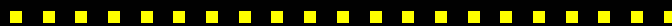
Джордж Айри

- По време на затъмнението от 28 юли 1851 г. Сър Джордж Айри за пръв път описва слънчевата **хромосфера**.
- Той я нарича “sierra” или планинска верига, мислейки, че вижда планини на Слънцето, но в действителност той е наблюдавал малки протуберанси (спикули), които са причината за този вид на хромосферата.

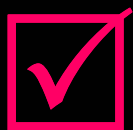
Франсоа Араго

Рисунки на слънчевата корона от 1858 г. в книгата на Фр. Араго “Популярна астрономия”.





В Париж по време на затъмнението
през март 1858 г. по серия от
снимки е било направено точно
изчисление на видимия диаметър
на Слънцето.



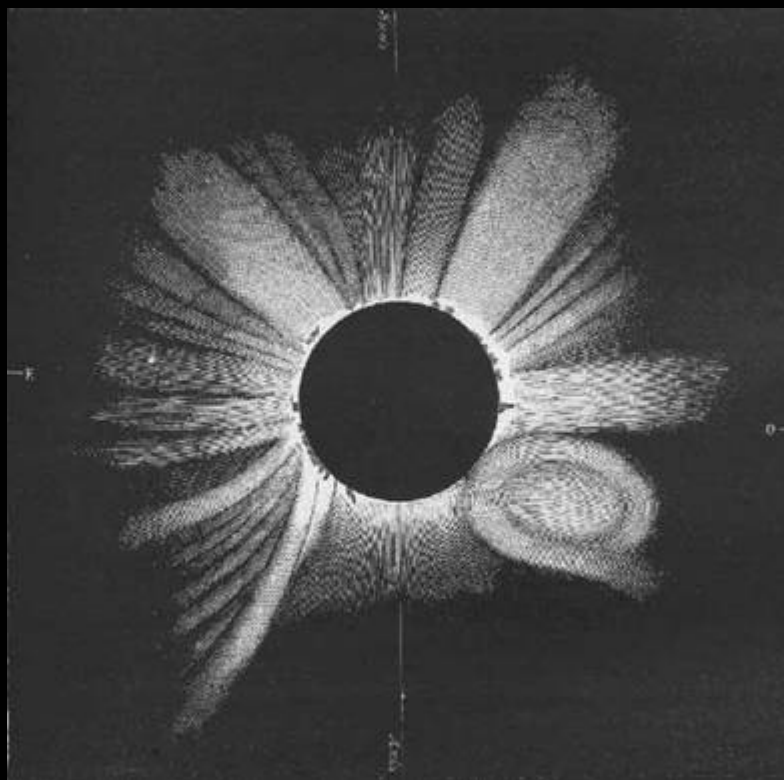
Густав Кирхоф

- През 1859 г., Густав Кирхоф използва спектроскопия, за да покаже, че повърхността на Слънцето не може да бъде твърда и че слънчевата атмосфера, която той идентифицира с короната, е отговорна за тъмните линии в слънчевия спектър.



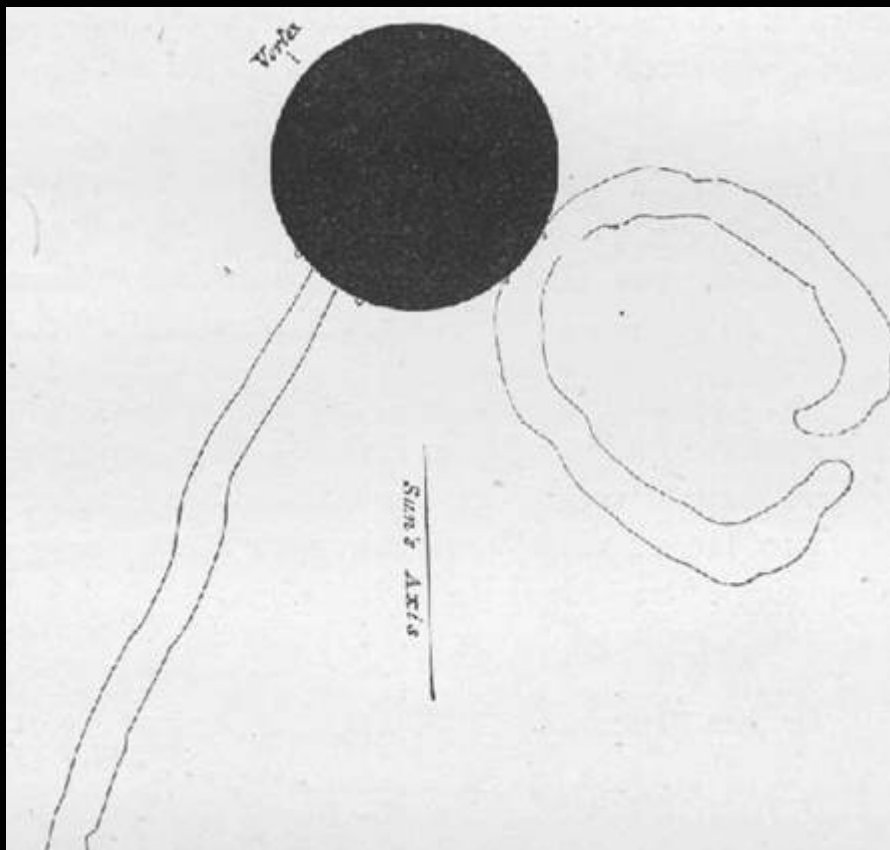
Вихелм Темпъл

- Първото регистриране на коронално изхвърляне на маса (CME) върху рисунка от затъмнението на 16 юли 1860 г.

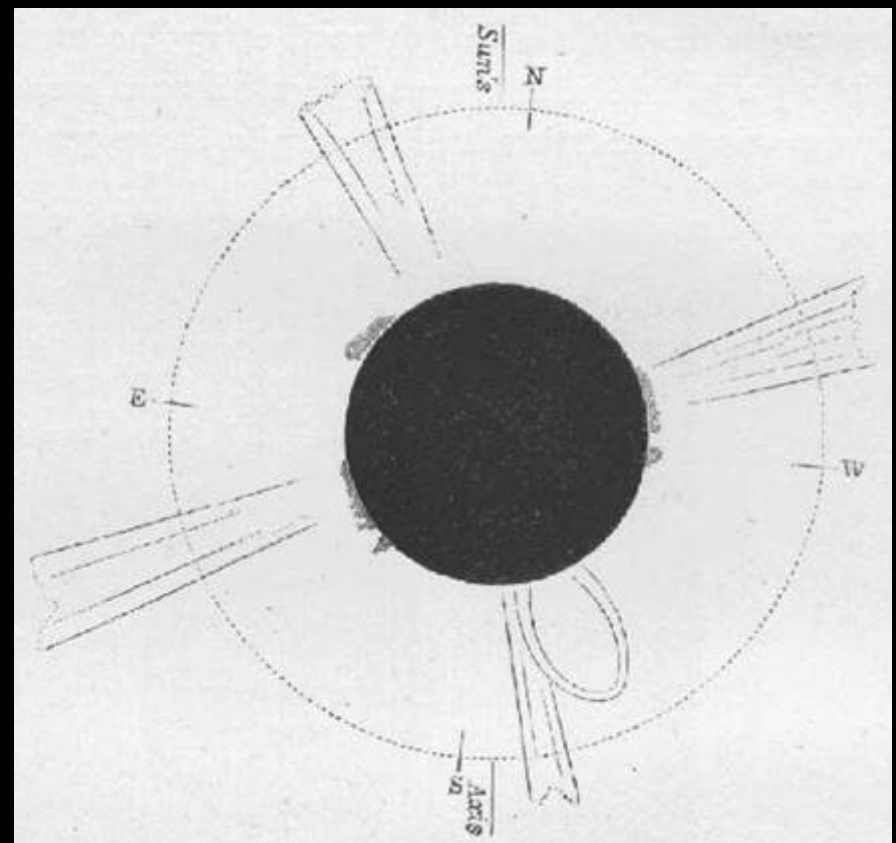


Снимка на CME от SOHO

Рисунки от затъмнението през 1860 г.



C. von Wallenberg



Von Feilitzsch.

Рисунки от затъмнението през 1860 г.



F.A. Oom



E.W. Murray



F. Galton

Литография



Цветна литография на
затъмненото Слънце,
показваща
протуберансите и
короната, така както са
били наблюдавани от
Ривабелароса, Испания
на 16 юли **1860 г.**

Снимки от 16 юли 1860 г.





Варен Де ал Рю и Анжело Секи

По време на затъмнението от 16 юли 1860 г. Де ал Рю и Анжело Секи снимат едновременно Слънцето с 20 секундна и 60 секундна (съответно) експозиции от две места разположени на около 500 км едно от друго.

В резултат на тези снимки те доказват, че протуберансите не могат да са част от Луната, а имат слънчев произход.



Джоузиф Норман Локиър

Норман Локиер е първият астроном, който използва **спектроскоп** през **1868 г.** за изучаване на Слънцето.





Норман Локиер и Пиер Жансен

В историята на астрономията особено място заема пълното слънчево затъмнение на 18 август 1868 г., когато Н. Локиер и П. Жансен откриват метод за **наблюдение на протуберанси извън затъмнение.**

За наблюдение на това затъмнение Лондонското кралско дружество и Парижката академия на науките изпращат няколко експедиции в Хималаите и Малайския полуостров.

Повишеният интерес към него се дължи на факта, че то е първото затъмнение след откриването през 1859 г. на спектралния анализ и следователно за първи път се създава възможност за спектрални изследвания на слънчевата корона и протуберансите.

Няколко минути след затъмнението Жансен разположил процепа на своя спектроскоп по допирателната към слънчевия диск и придвижвайки го по нея открил, че продължава да вижда спектъра на протуберанс, макар че самият протуберанс, както и цялата слънчева корона, вече са били невидими.

Жансен повторил наблюденията на следващия ден и след като получил аналогичен резултат съобщил за това свое откритие в Парижката академия на науките. На 24 август той телеграфирал в Париж: “Наблюдавахме затъмнението, протуберанси, спектър изключителен и неочакван, протуберансите имат газова природа.”



Протуберанси на
Слънцето,
наблюдавани от
Локиър с неговия
спектроскоп,
монтиран върху
телескопа, по
време на
затъмнението на
18 август 1868 г.



Джоузиф Норман Локиър

На 18 август 1868 г., Дж. Норман Локиър идентифицира жълта спектрална линия в слънчевата корона като знак за съществуването на все още непознат на Земята химичен елемент. По-късно той го нарича „хелий“ на името на древногръцкият бог на Слънцето – „Хелиос“.

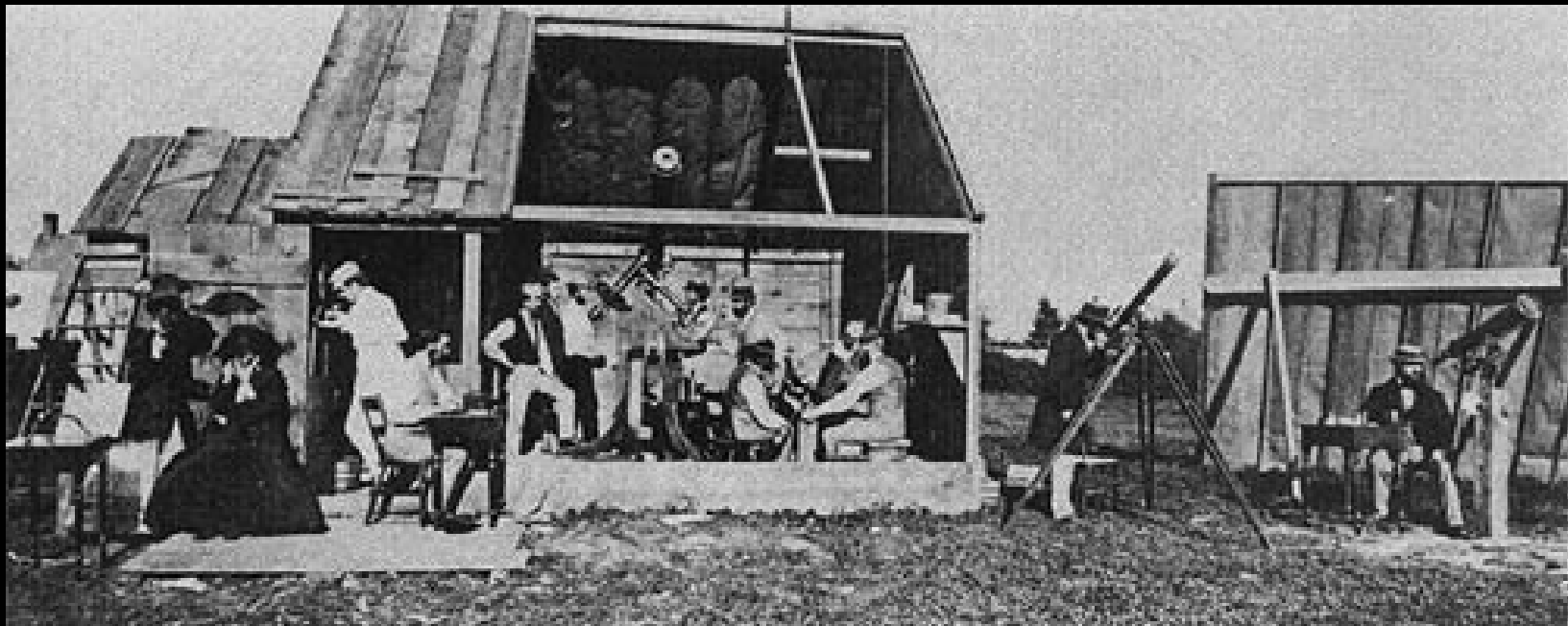
За пръв път на Земята хелият е открит от Уилям Рамсей през 1895 г.

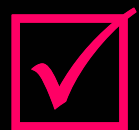


Джоузиф Норман Локиър

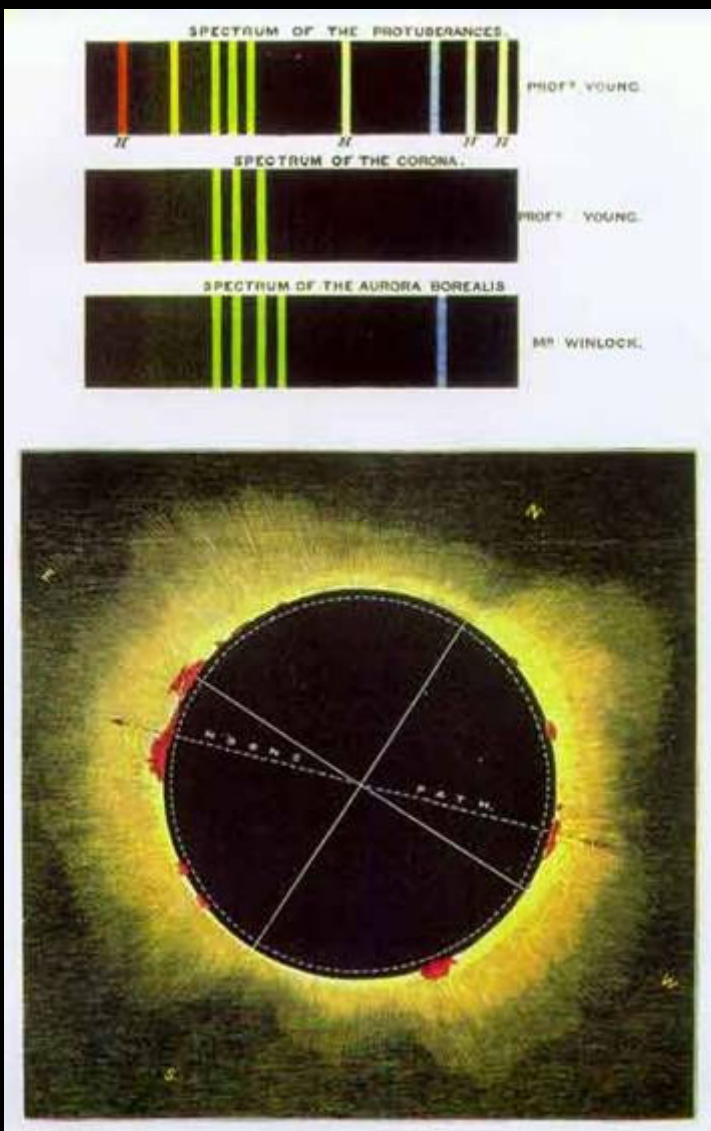
Въпреки, че е описана и наблюдавана още през 1851 г. поради нейния червен цвят за пръв път с името “хромосфера” този слой от слънчевата атмосфера е наречена през 1868 г. от Джоузиф Локиър.

Докато по време на затъмнението през 1868 г. вниманието е било съсредоточено върху протуберансите, то през **1869 г.** усилията на астрономите са били фокусирани главно към короната на Слънцето.





Чарлз Август Младши и Уилям Харкнес

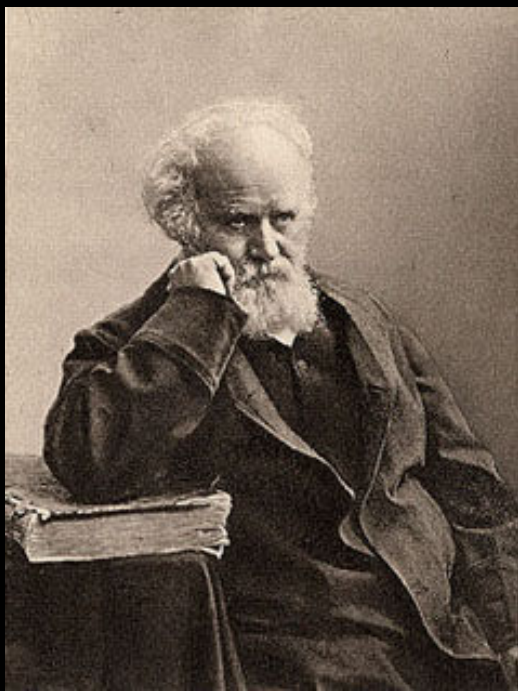


На 7 август 1869 г., Чарлз Август Младши и Уилям Харкнес независимо откриват нова ярка емисионна линия в спектъра на слънчевата корона, която никога преди това не била наблюдавана на Земята. Те я преписват на нов елемент, който наричат „**короний**”.

Хайнс

На 7 август 1869 г. за пръв път
са фотографирани и
“мънистата на Бейли” от Хайнс.

Пиер Жул Сезар Жансен



Пиер Жансен напуска Париж с балон на 22 декември **1870 г.**, за да наблюдава пълно слънчево затъмнение. Тогава Париж е бил обсаден от германските войски. Жансен стига невредим в Оран, но облаците му пречат да наблюдава затъмнението.



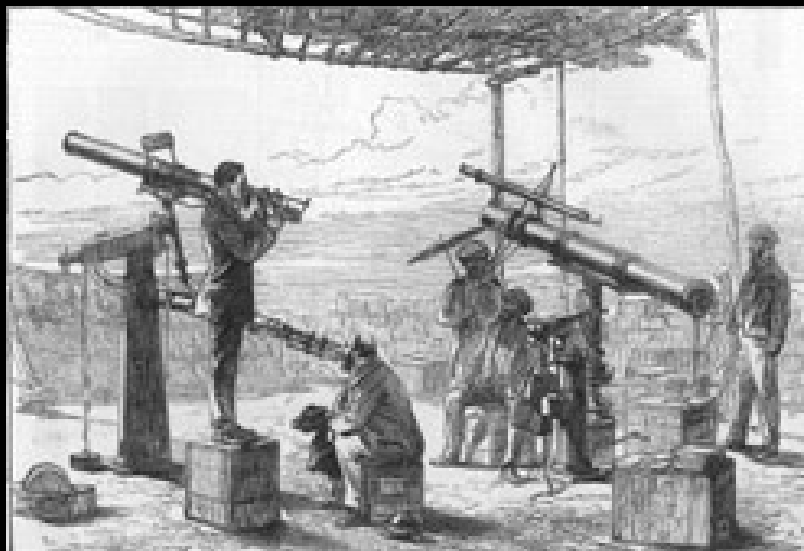
Чарлз Август Младши

На 22 декември 1870 г., Чарлз Август Младши, наблюдавайки затъмнението в Испания, открива, че **хромосферата** е този слой от слънчевата атмосфера, която поражда **тъмните линии в слънчевия спектър**.



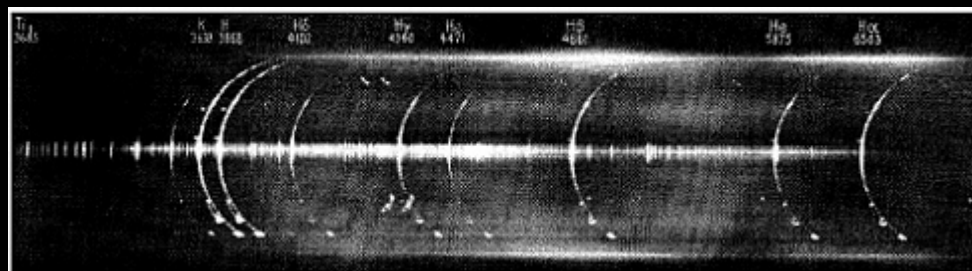
Норман Локиър

При спектрални наблюдения по време на пълното слънчево затъмнение през 1871 г. в Индия Локиър показва, че короналният газ е много разтегнат – до около 500 000 км над слънчевия лимб. Тези наблюдения са първият ключ към факта, че **короната е много гореща.**



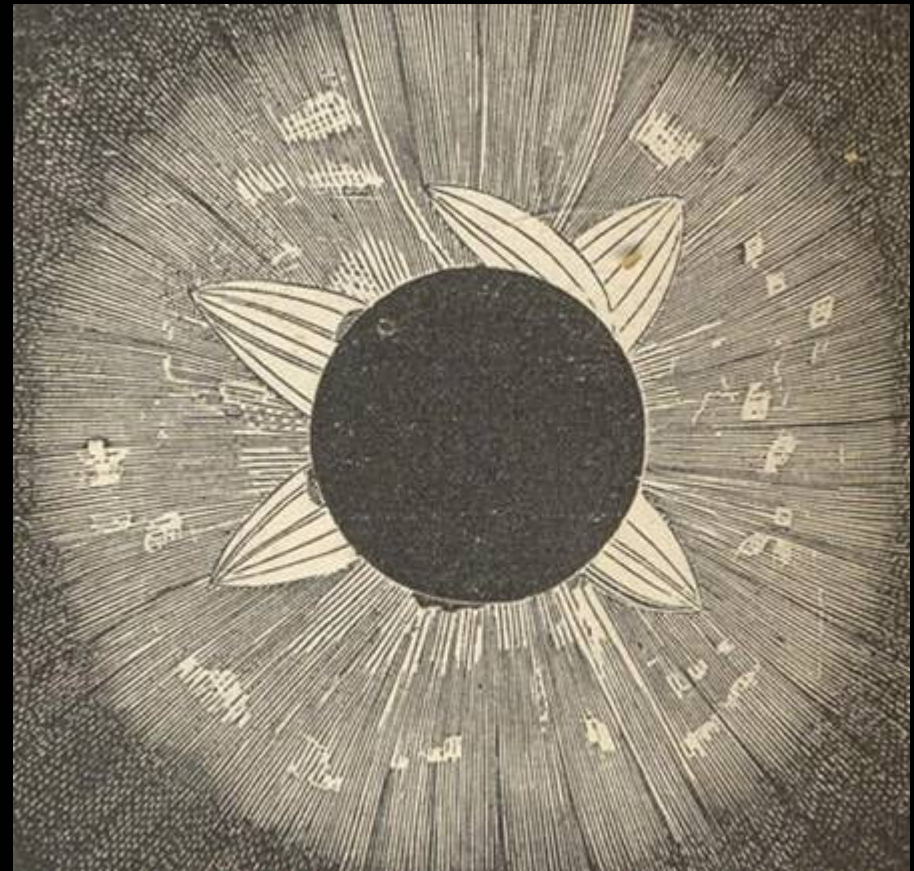


На 6 юни **1872 г.** по време на
пръстеновидното слънчево затъмнение Н.
Погсън изследва районите близо до лунния
лимб и открива ярко спектрално
хромосферно проблясване преди и след
централното закриване на Слънцето.
Това е първото регистриране на т.нар.
**“флаш-спектър” по време на пръстеновидно
затъмнение.**



Стийл

Рисунка от
затъмнението
през **1873 г.**, на
която се
открояват
комплекс от
шлемовидни
стримери.



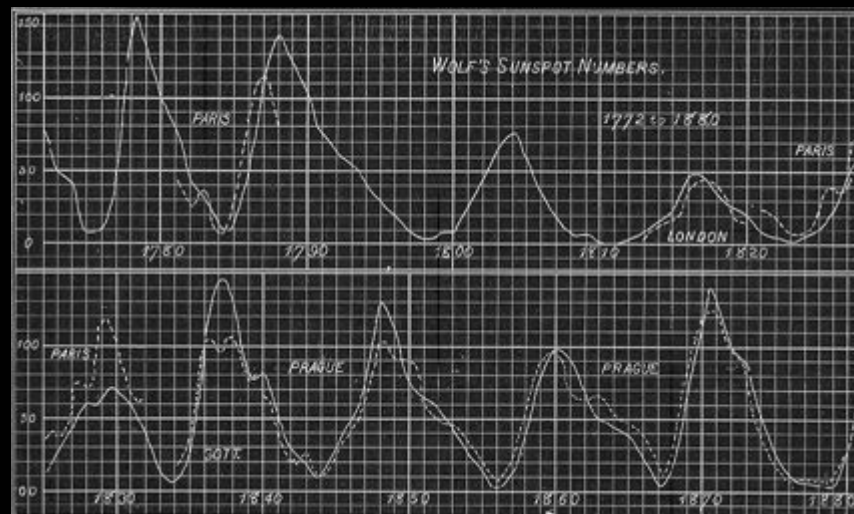


Жули Жансен

В периода 1871-1878 г., Жули Жансен отбелязва, че формата на короната се променя с цикъла на слънчевите петна.

Когато петната са в максимум, короната е кръгла (1871), а когато петната са в минимум, короната е по-екваториална (1878).

Това откритие е най-явното доказателство, че короната е част от Слънцето.



Планетата Вулкан

На 29 юли **1878 г.** се е използвало блокирането на слънчевата светлина по време на затъмнението, за да се търси ултра-Меркуриевата планета Вулкан. Някои наблюдатели претендират, че са я видели, но никога не са го потвърдили. Проблемът е окончателно разрешен от Айнщайн с неговата Теория на относителността през 1916 г.





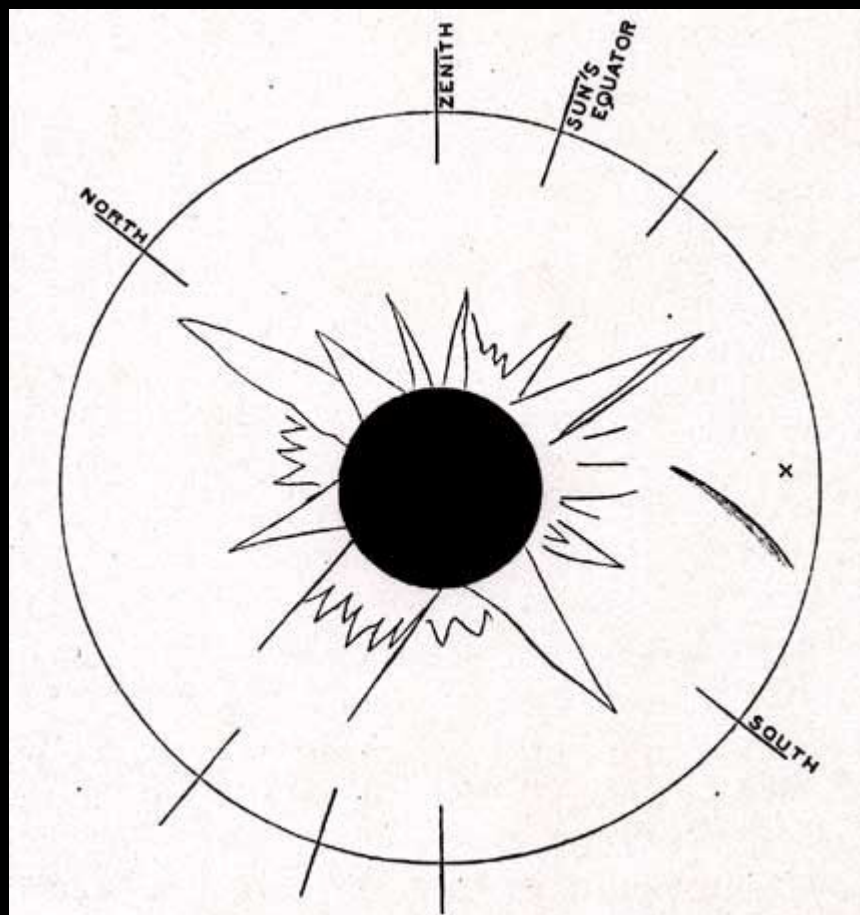
Самиел Ланглей, Клевеланд Абе и Саймън Ньюкомб

На 29 юли 1878 г. Самиел Ланглей и Клевеланд Абе, наблюдавайки от Пик дьо Миди и Саймън Ньюкомб, наблюдавайки от Вьоминг, забелязват коронален стример, простиращ се на повече от 6 градуса от Слънцето по еклиптиката и предполагат, че това светене е произхода на зодиакалната светлина.



Артур Шустер

- На 17 май 1882 г., Артур Шустер открива и фотографира комета по време на затъмнението. За пръв път откриването на комета по този начин е фотографирано.





Тедор фон Оползер

През 1887 г. Тедор фон Оползер изработва монументален Канон на затъмненията, даващ детайли на почти всички слънчеви и лунни затъмнение за периода 1207 г.пр.н.е. – 2161 г. сл.н.е.



Димитрий Менделеев

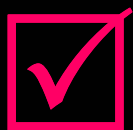
На 19 август 1887 г. Димитрий Менделеев използва балон за да се изкачи над облаците на височина 11 500 фута (3.5 км) за да наблюдава затъмнението от Русия.





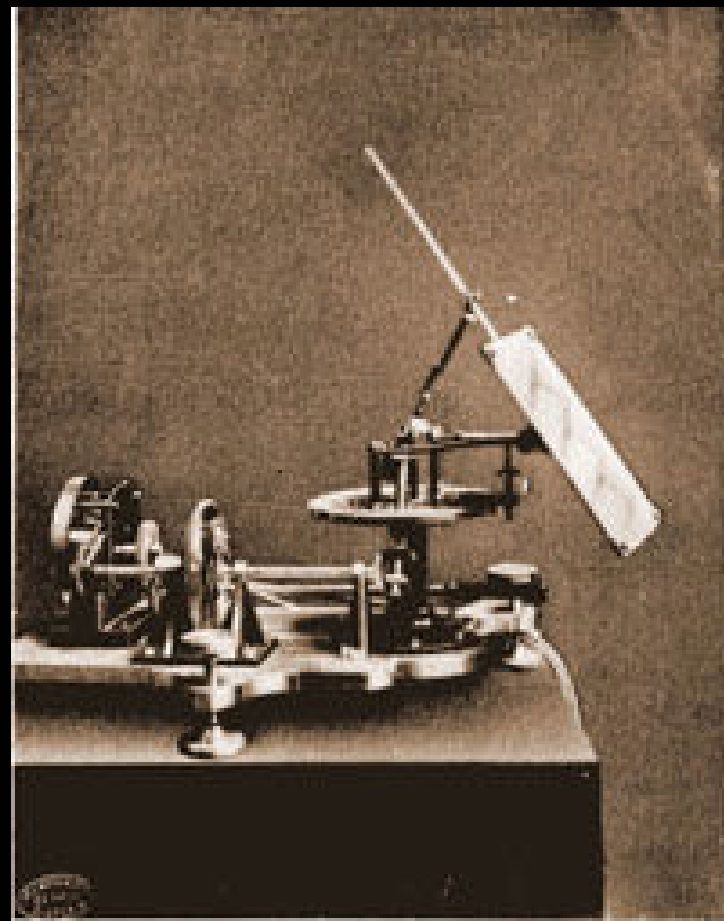
Джордж Хейл и Хенри Десландер

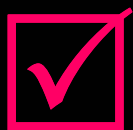
Джордж Хейл през 1893 г. и Хенри Десландер през 1894 г. независимо използват спектрохелиограф, за да фотографират Слънчевата хромосфера, протуберансите и избухванията извън затъмнение.



Конколи

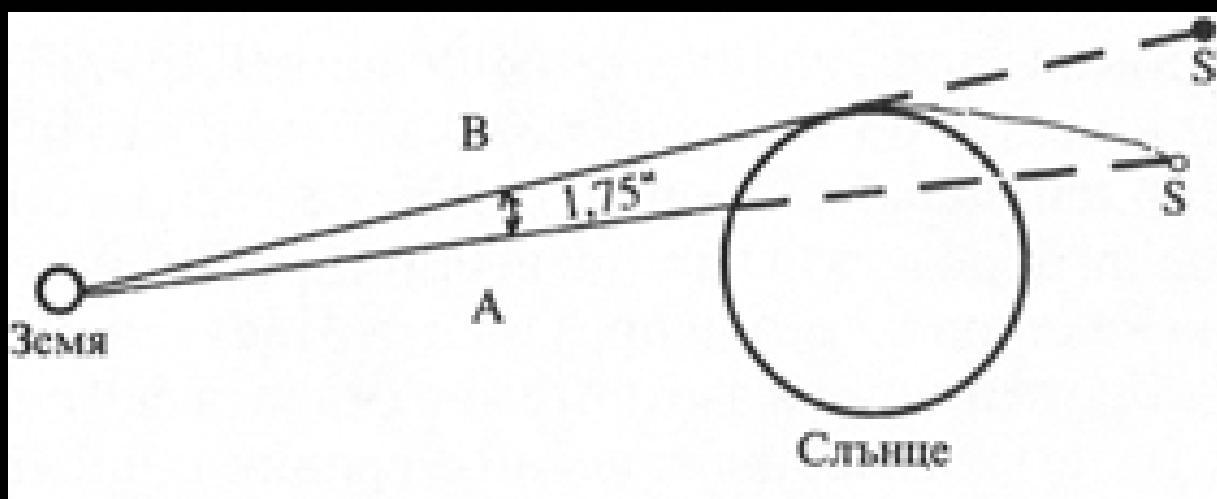
- На 25 януари 1908 г. М. Конколи за пръв път фотографира слънчевата корона извън пълно слънчево затъмнение с изработеният от него хелиостат.





Алберт Айнщайн

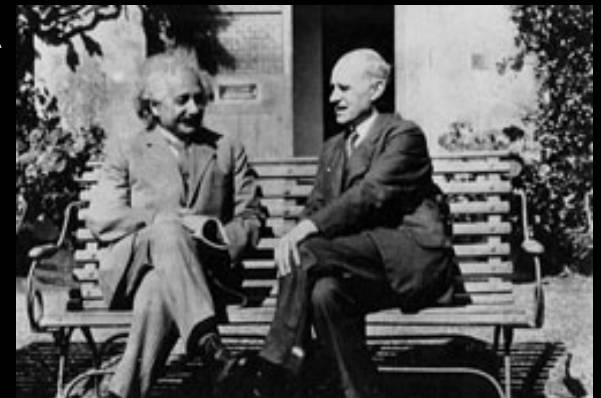
- През 1911 г., Алберт Айнщайн, работещ по своята Теория на относителността, предполага, че гравитационното отклонение на светлината и подобни ефекти могат да бъдат наблюдавани по време на пълни слънчеви затъмнения.

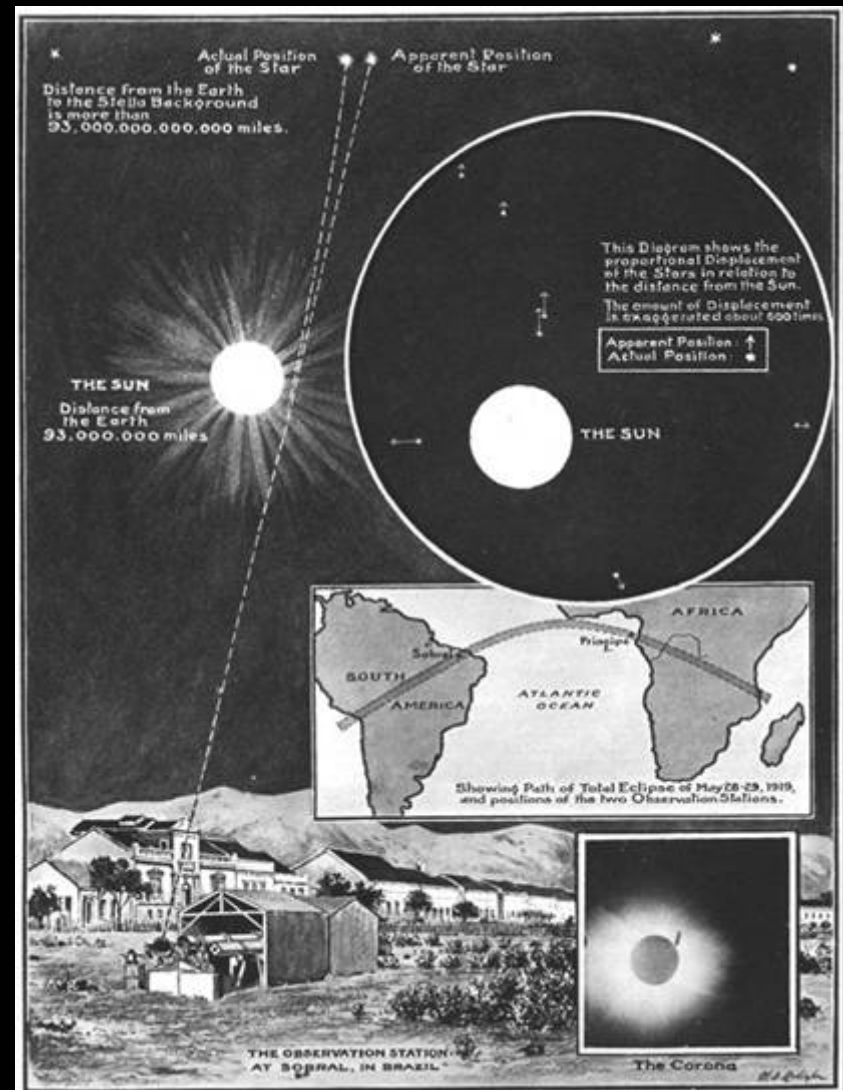
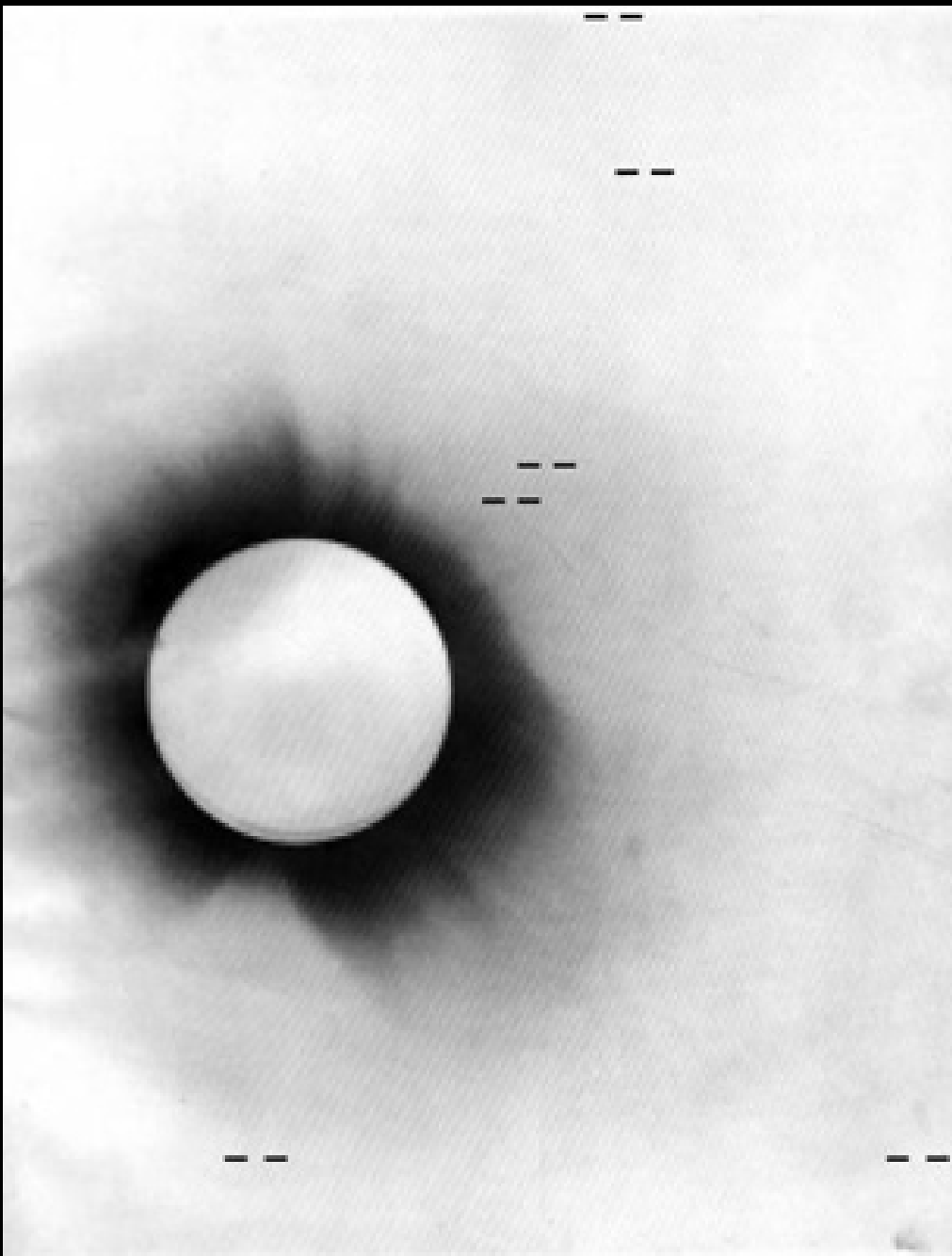




Артур Едингтън

- На 19 май 1919 г., Артур Едингтон и сътрудници, наблюдавайки пълното слънчево затъмнение от остров Принсипи и Бразилия, **потвърждават изкривяването на светлината от гравитацията**, предсказано от Айнщайн в неговата Обща теория на относителността.





Уилям Кампбел и Робърт Трумпел

На 21 септември 1922 г.,
Уилям Кампбел и Робърт
Трумпел препотвърждават
Айнщайновото
релативистко изкривяване
на светлината от звездите
по време на затъмнението
във Валал, Австралия



Мейбъл Тод

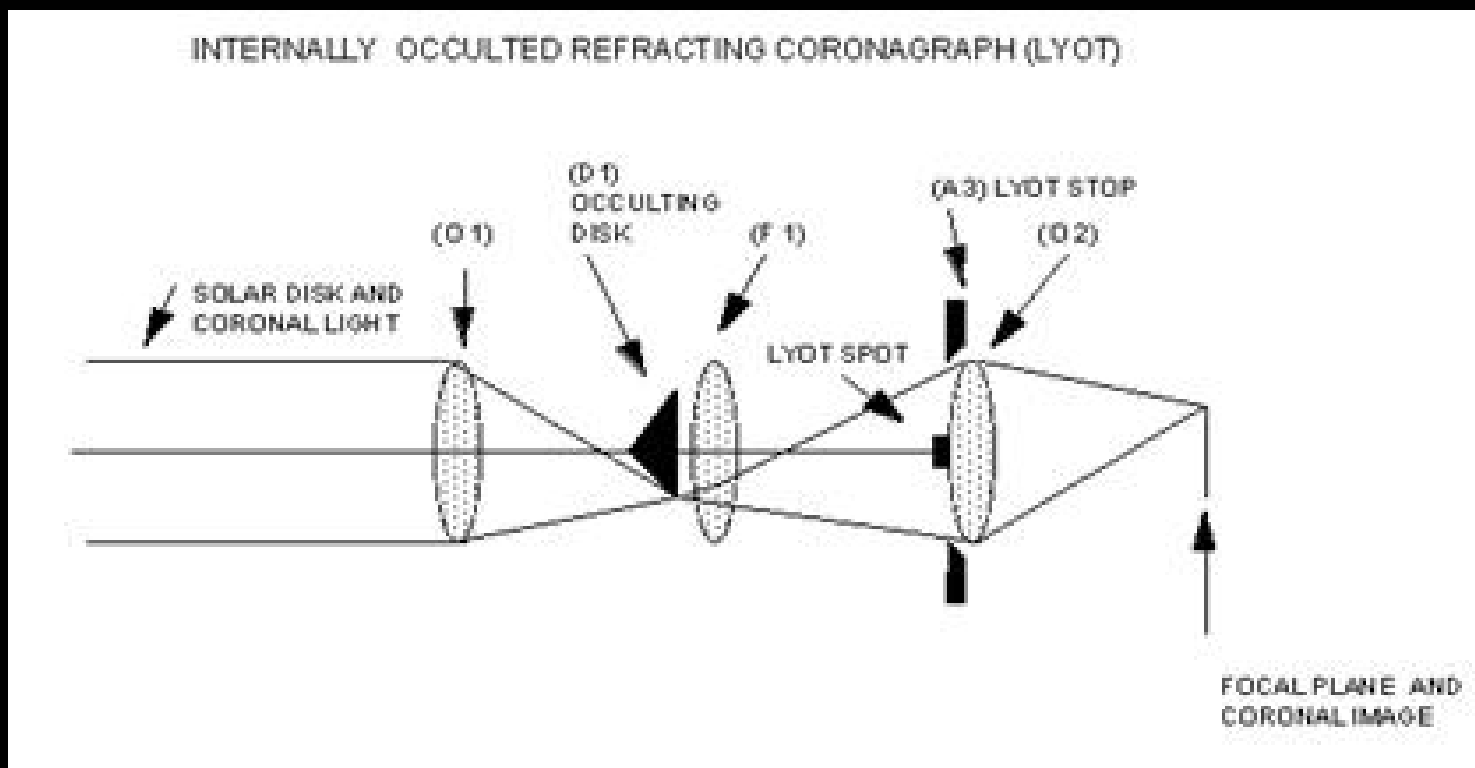
На 24 януари 1925 г. Мейбъл Тод е първият астроном, фотографирал слънчевата корона от самолет по време на пълното слънчево затъмнение в Нова Англия.

1930 – 1966



Бернард Лио

През 1930 г., Бернард Лио изобретява **коронограф**, който създава изкуствено слънчево затъмнение вътре в телескопа, така че короната да може да бъде наблюдавана без пълно слънчево затъмнение.





Бенгт Елден

През 1941 г. “мистериозната”
зелена линия в спектъра на
слънчевата корона (която се е
смятало, че принадлежи на
елемента “короний”), се
идентифицира от Бенгт Елден
(Швеция) с 13-кратно
йонизираното желязо.



Gabriel Cillie и Доналд Менцел

На 31 август 1932 г., Gawie Cillie и Доналд Мензел използват спектър от затъмнение, за да покажат, че слънчевата корона има по-висока температура (по-бързо атомно движение) отколкото фотосферата.

Родерик Редман

Този факт е потвърден, с много по-висока температура, от Р. Редман по време на пълното слънчево затъмнение в Южна Африка на 1 октомври 1940 г.

Корнографи на летателни апарати

- За съжаление с коронаграфа на Лио може да се наблюдава само най-вътрешната част на слънчевата корона и нейните структури – предимно протуберанси.
- За да се наблюдава и по-външната корона, през **40-те и 50-те** години на миналия век коронографите се качват на въздушни балони или високолетящи самолети, а през **60-те** години и на ракети.
- Но в тези случаи се поставят по-големи “изкуствени луни” и се наблюдават само по-външните слоеве на слънчевата корона.

Телевизионно излъчване

- За пръв път пряко телевизионно излъчване на пълно слънчево затъмнение провежда ВВС на 15 февруари 1961 г. от телевизионни станции във Франция, Италия и Югославия.

Настоящето



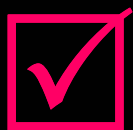
Surveyor 1

- Първата снимка на слънчевата корона от Космоса .
- Направена е на 14 юни 1966 г. от кораба Surveyor 1.
- 16 минути след заляза на Слънцето зад Луната се вижда ярък коронален стример, простиращ се доста по-далеч от ярката вътрешна корона, на чийто фон се вижда силуета на лунния хоризонт.



“Gemini 12”

- Първото пълното слънчево затъмнение, наблюдавано от Космоса.
- Това се е случило за космонавтите от “Gemini 12” на 12 ноември 1966 г. За тях затъмнението е продължило само 6 секунди...



Аполо 12

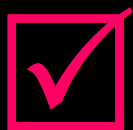
Снимка на слънчевото затъмнение от
Земята, наравена от Аполо 12 през
1969 г.



АПОЛО-15

- Снимка на слънчевата корона, направена от Алфред Уорден 1 минута преди да се появи Слънцето иззад лимба на Луната на 31 юли 1971 г.
- F-компонентата на короната може да се проследи до 32 слънчеви радиуса.





Конкорд

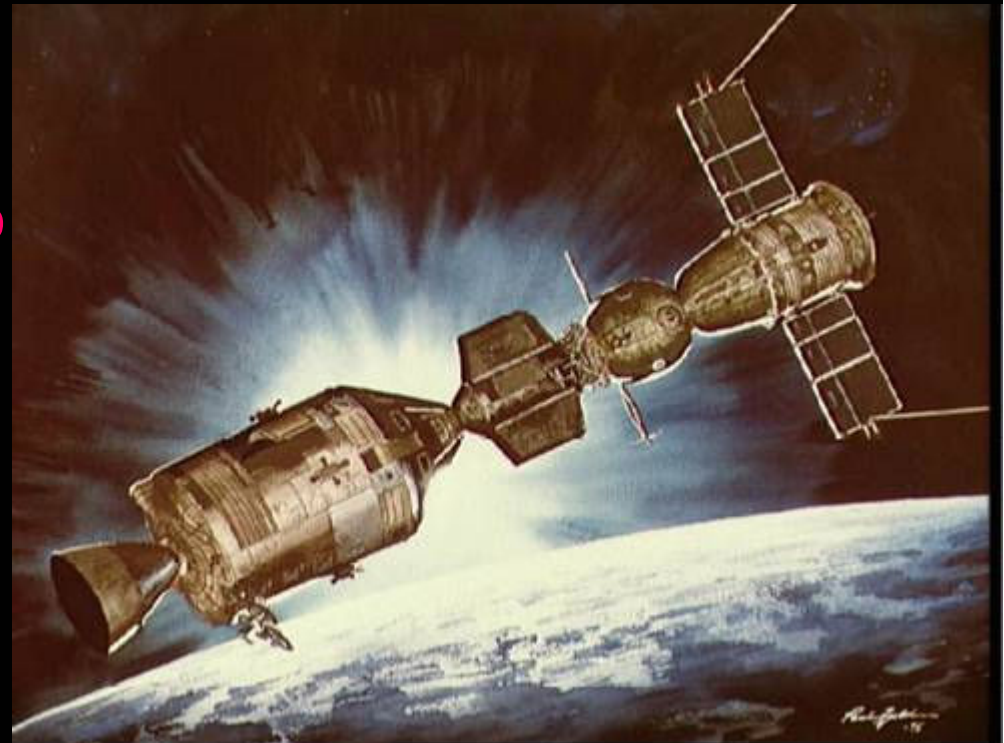


- 30 юни 1973 г., Джон Бекман и други учени използват свръхзвуковия пътнически самолет Конкорд, летящ със скорост 2000 km/h над Африка, за да удължат продължителността на слънчевото затъмнение до 74 минути – 10 пъти по-дълго от продължителността на което и да е затъмнение на Земята.



Съюз-Аполо

- На 19 юли 1975 г. космонавтите от руския кораб Съюз Леонов и Кубасов снимат **първото изкуствено слънчево затъмнение**.
- Когато двата кораба се отделят, Аполо закрива слънчевия диск и руските космонавти наблюдават слънчевата корона.

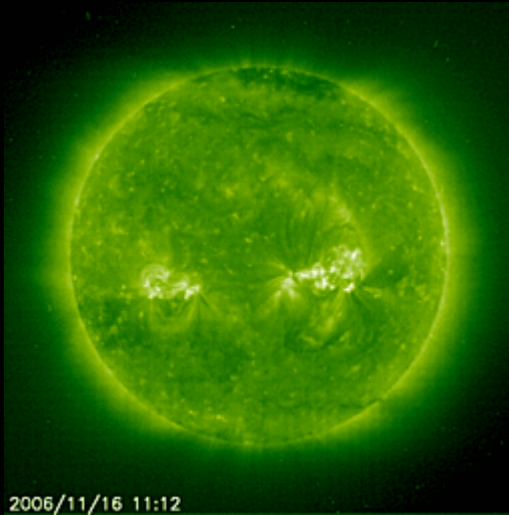




Алан Кларк и Рита Борейко

На 26 февруари 1979 г., Алан Кларк и Рита Борейко започват инфрачервени наблюдения по време на затъмнения от самолет.

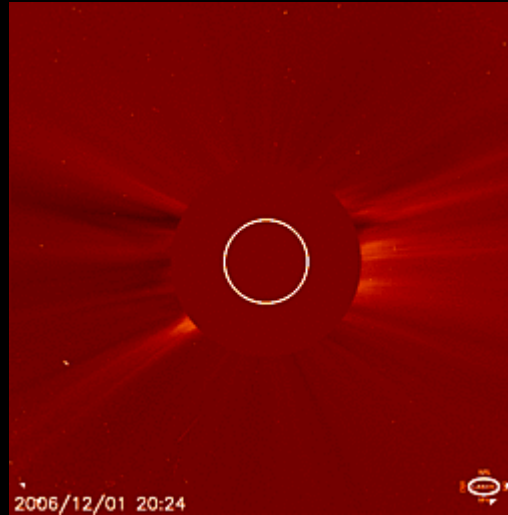
Короната от SOHO



C1

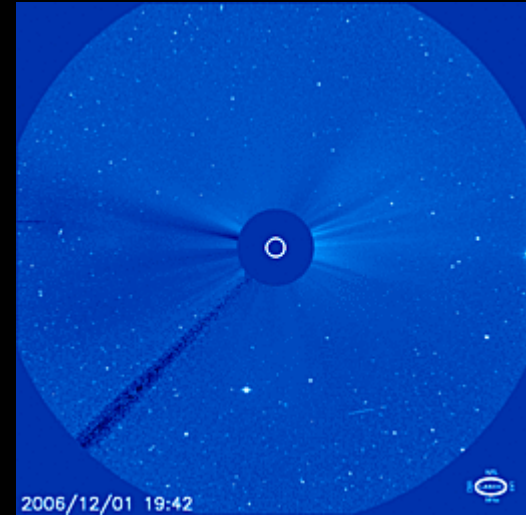
from 1.1 to 3 solar
radii

five different
wavelengths



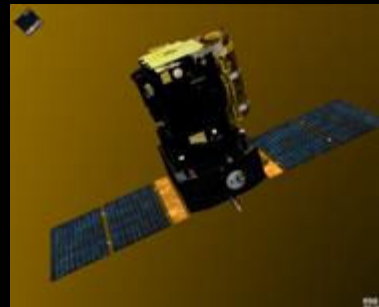
C2

from 1.5 to 6 solar
radii



C3

From 3 to 32 solar
radii





Координирани наблюдения от Земята и Космоса

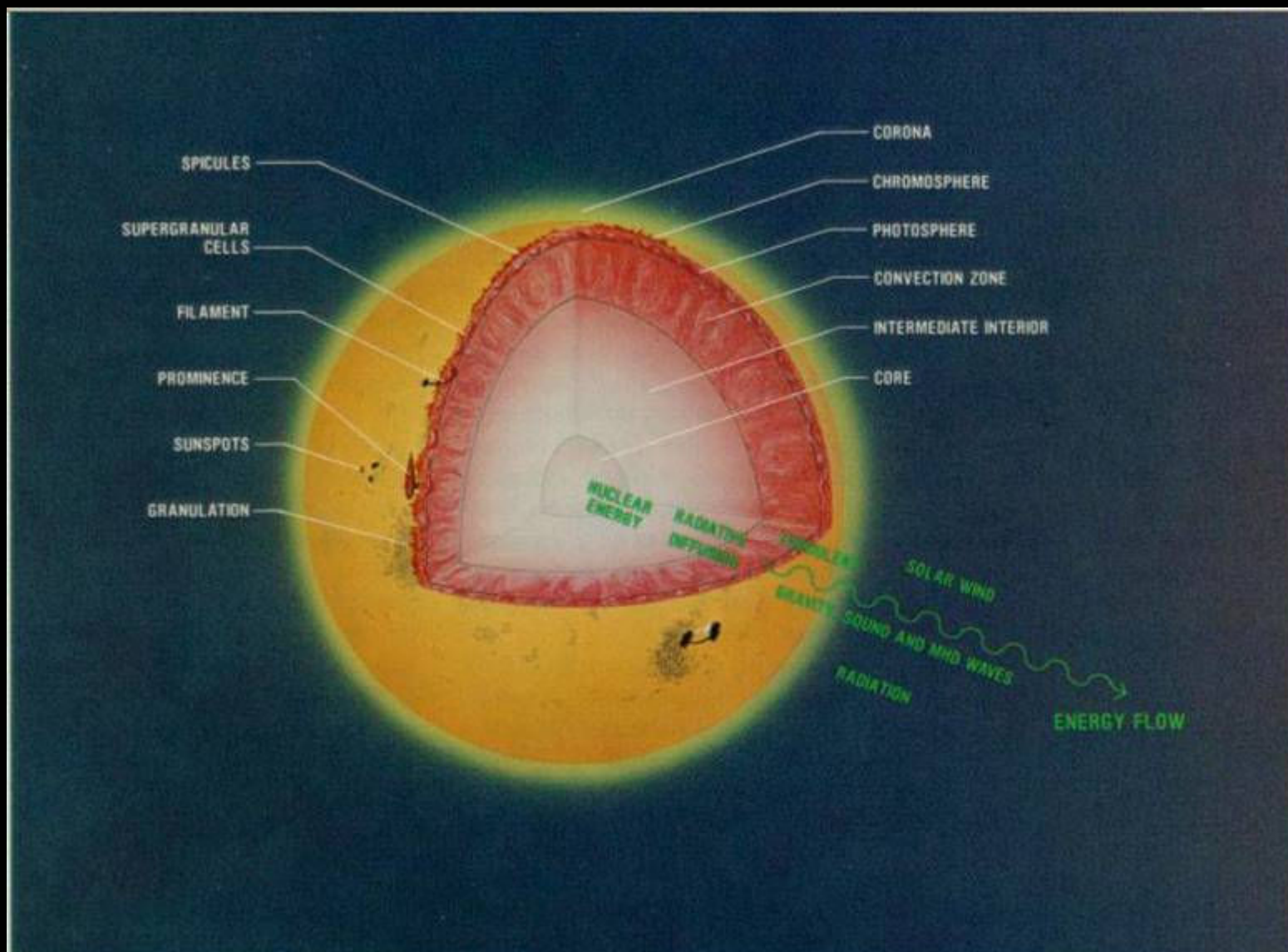
По време на затъмнението от 26
февруари 1998 г. започват
координирани наблюдения на
затъмненията от Земята и космическата
станция SOHO, които са много
ползотворни и са основата на
бъдещето изследване на Слънцето.

*Какво знаем
днес за
Слънцето?*

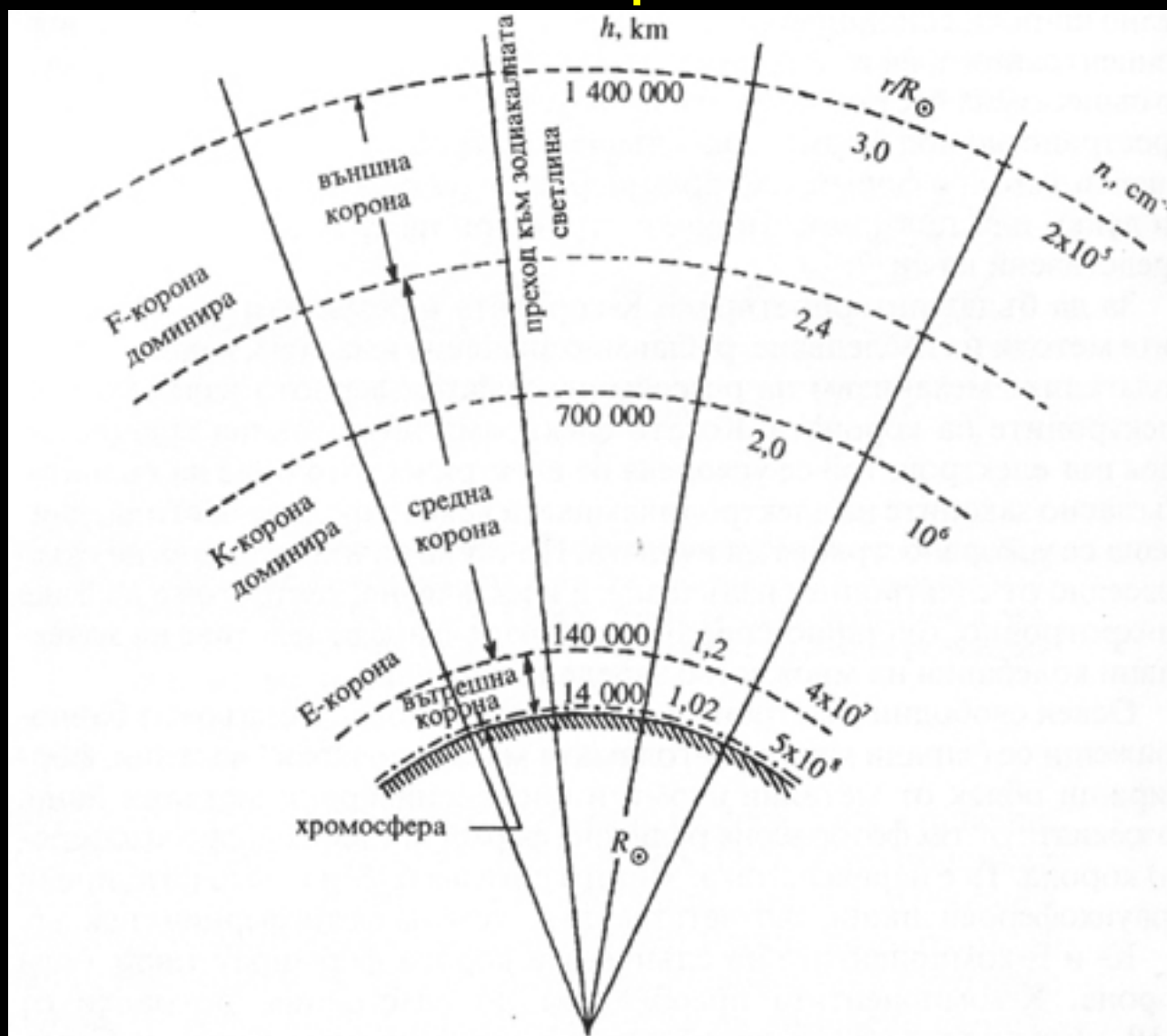
Данни за Слънцето

• Слънце	В абсолютни единици	В земни единици
• <i>Възраст</i>	4,5.10 ⁹ години	
• <i>Маса</i>	1,9891.10 ³⁰ kg	332 946 земни маси
• <i>Радиус</i>	696 000 km	109 земни радиуса
• <i>Средна плътност</i>	1,4 g/m ³	0,256 от земната
• <i>Гравитационно ускорение</i>	618 km/s ²	28 пъти земното
• <i>Светимост</i>	3,86.10 ²⁶ W	
• <i>Ефективна температура</i>	5 785 K	
• <i>Видима звездна величина</i>		
• <i>(извън земната атмосфера)</i>	-26 ^m ,78	
• <i>Абсолютна звездна величина</i>	4 ^m ,83	
• <i>Период на въртене</i>		
• <i>(на екватора)</i>	25,4 дни	
• <i>Наклон на слънчевия екватор</i>		
• <i>към еклиптиката</i>	7° 15'	23° 27' - земния екватор към еклиптиката
• <i>Втора космическа скорост</i>	617,7 km/s	55 пъти земната
• <i>Средна продължителност</i>		
• <i>на цикъла на</i>		
• <i>слънчева активност</i>	11,1 години	

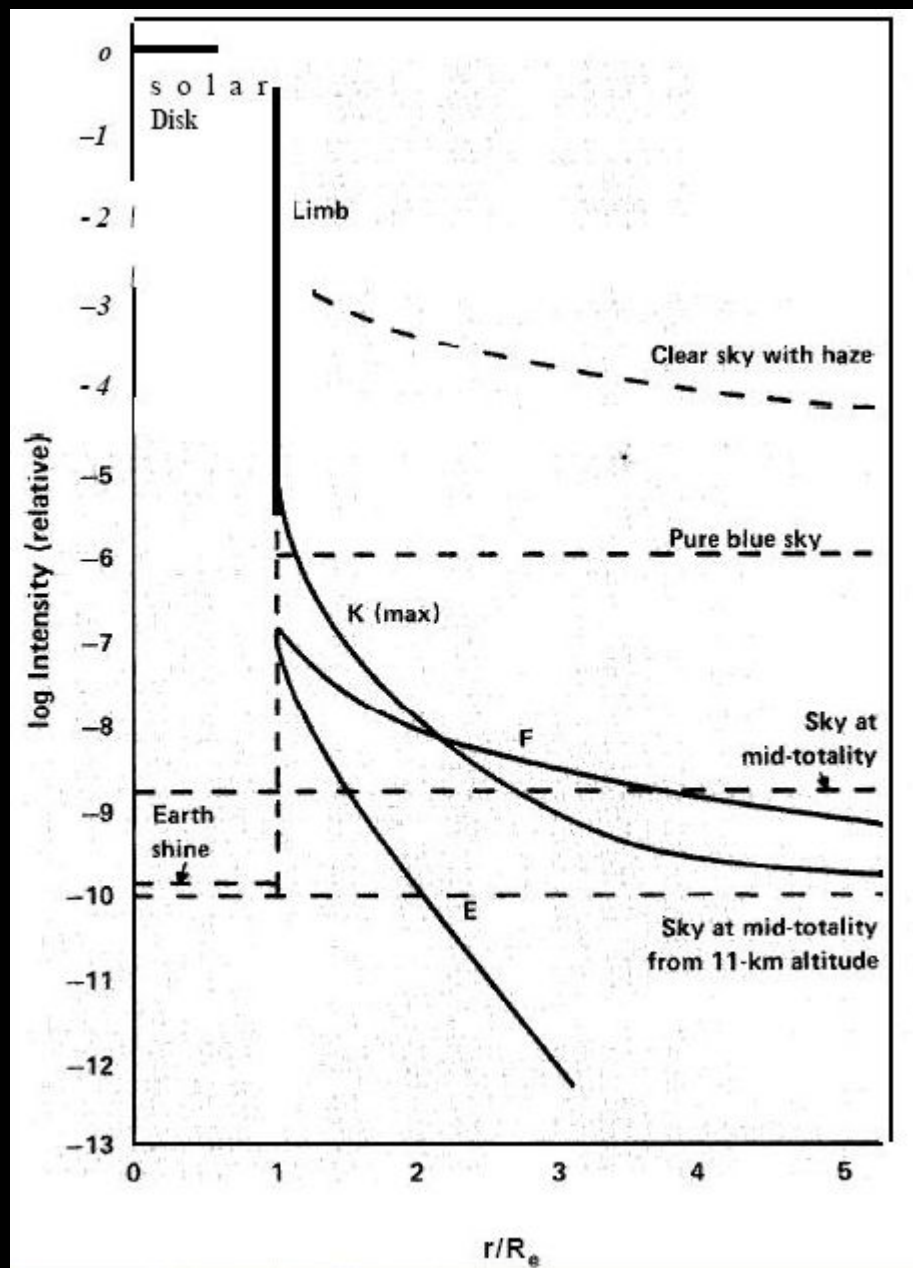
Структура на Слънцето



Структура на атмосферата на Слънцето



Короната може да се наблюдава във всички области на ЕМС – най-ценни по време на затъмнения са наблюденията в бяла светлина.



**Наблюдения на
слънчеви
затъмнения в
България**

В миналото

В България слънчевите затъмнения са били наблюдавани от дълбока древност. Първите сведения за това можем да намерим в много писмени и архитектурни паметници - мегалити, църкви, чешми и други.

Един от най-добрите примери в това отношение е каменната пластика над входа на църквата "Св. Богородица" в град Хасково. На нея могат да се видят изображения на цяло слънце, слънце, закрито от лунен сърп и сцена на борба между дракон и птица. Тази композиция се тълкува като символ на наблюдавано в периода на строежа на църквата слънчево затъмнение. Част от доказателствата за това са:

- Вида на покритото от луна слънце - неговите изкривени и несиметрични лъчи наподобяващи вида на короната по време на пълно слънчево затъмнение;
- Борбата на птицата с дракона - метафора на народните вярвания за причините, пораждащи слънчевите затъмнения. Българският народ както и много други народи по света вярват, че някакъв звяр поглъща слънцето. Но горещото слънце го опарва и той го изплюва обратно. По време на строежа на църквата България е била под Турско владичество и тази каменна пластика е била използвана като символ на борбата на българското население за свобода и вярата, че доброто ще победи.

Църквата “Успение на Св. Богородица” – гр. Хасково



Хроники

За слънчеви затъмнения около важни събития в българската история се споменава във византийски хроники. Такова явление например отбелязва Кантакузин в хрониката за битката при Кюстендил между българския цар Шишман и сръбският жупан Стефан на 28 юли 1330 г. .

„Когато видял, че против него започват война двама тъй могъщи владетели (Адроник Млади и Михаил Шишман), Стефан решил да влезе първо в битка с българите и като нападнал ненадейно, докато войниците били изпратени за доставяне на фураж, завързал с тях сражение, в което Михаил получил смъртоносна рана и три дни след това умрял. Това сражение се водило през месец юли през годината, когато имало слънчево затъмнение на 11 същия месец.“

15

февруари

1961 г.

Програма

- *1. Радио- и йоносферни изследвания*
- *2. Изследване на бягащи сенки*
- *3. Изследване на слънчевата корона*

Екипи



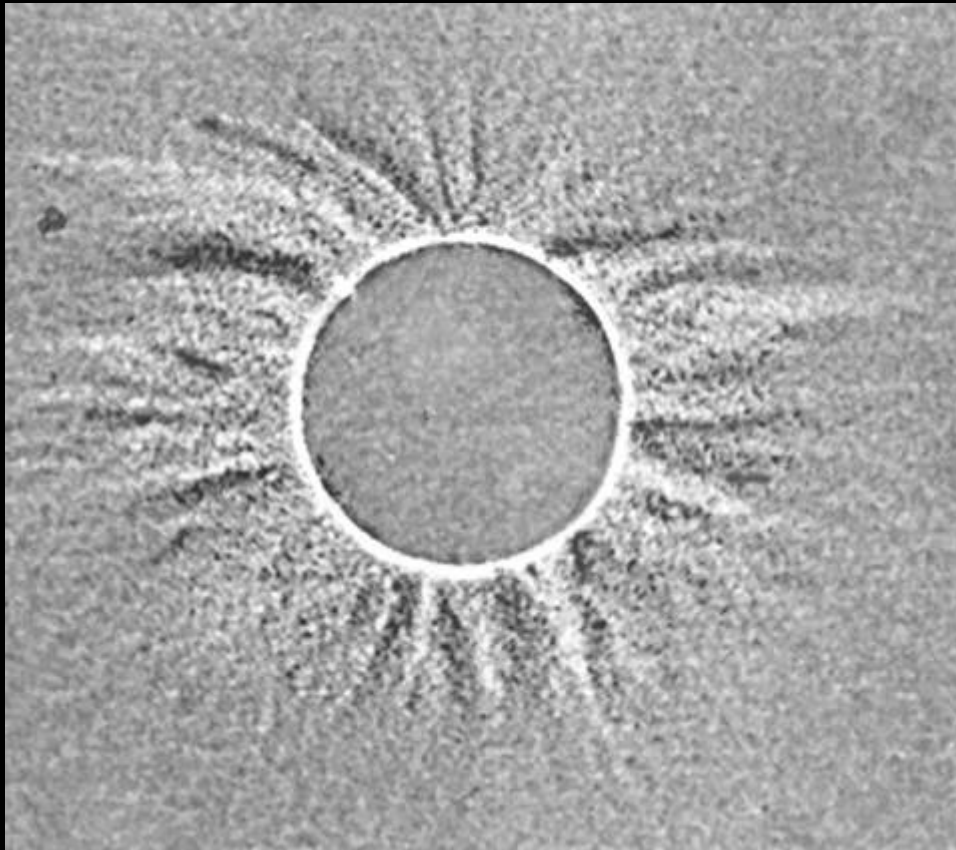
Корона 1961 г.



Снимки от самолета

Автор: проф. Марин Калинков

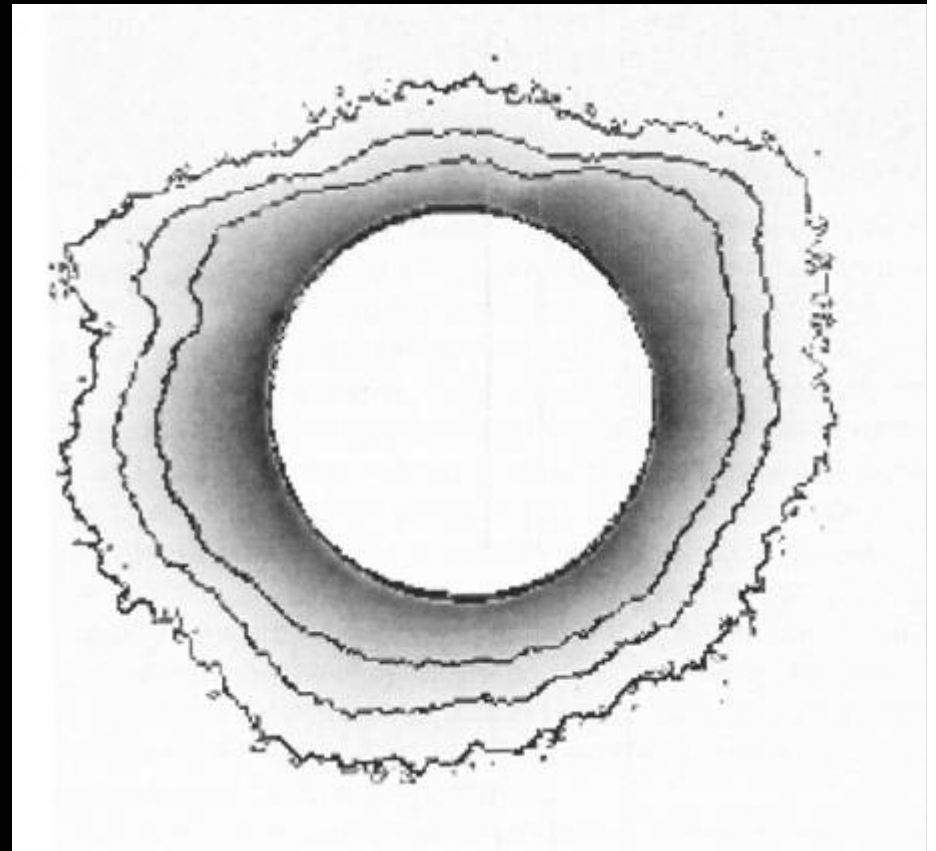
Резултати



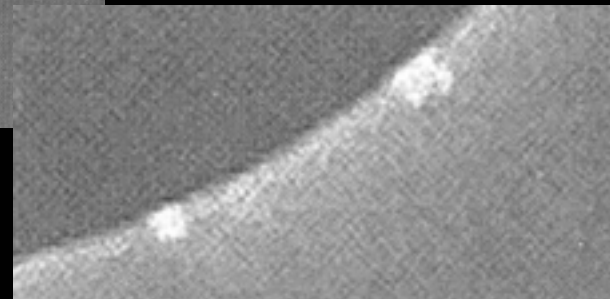
Фина структура на короната

Изоденситна карта

*$\varepsilon = 0,113$ – промеждутъчен тип
корона*



Протуберанси



Снимки от кулата на Химически факултет

Автор: Ст. Белчев

11

август

1999 г.

Екипи



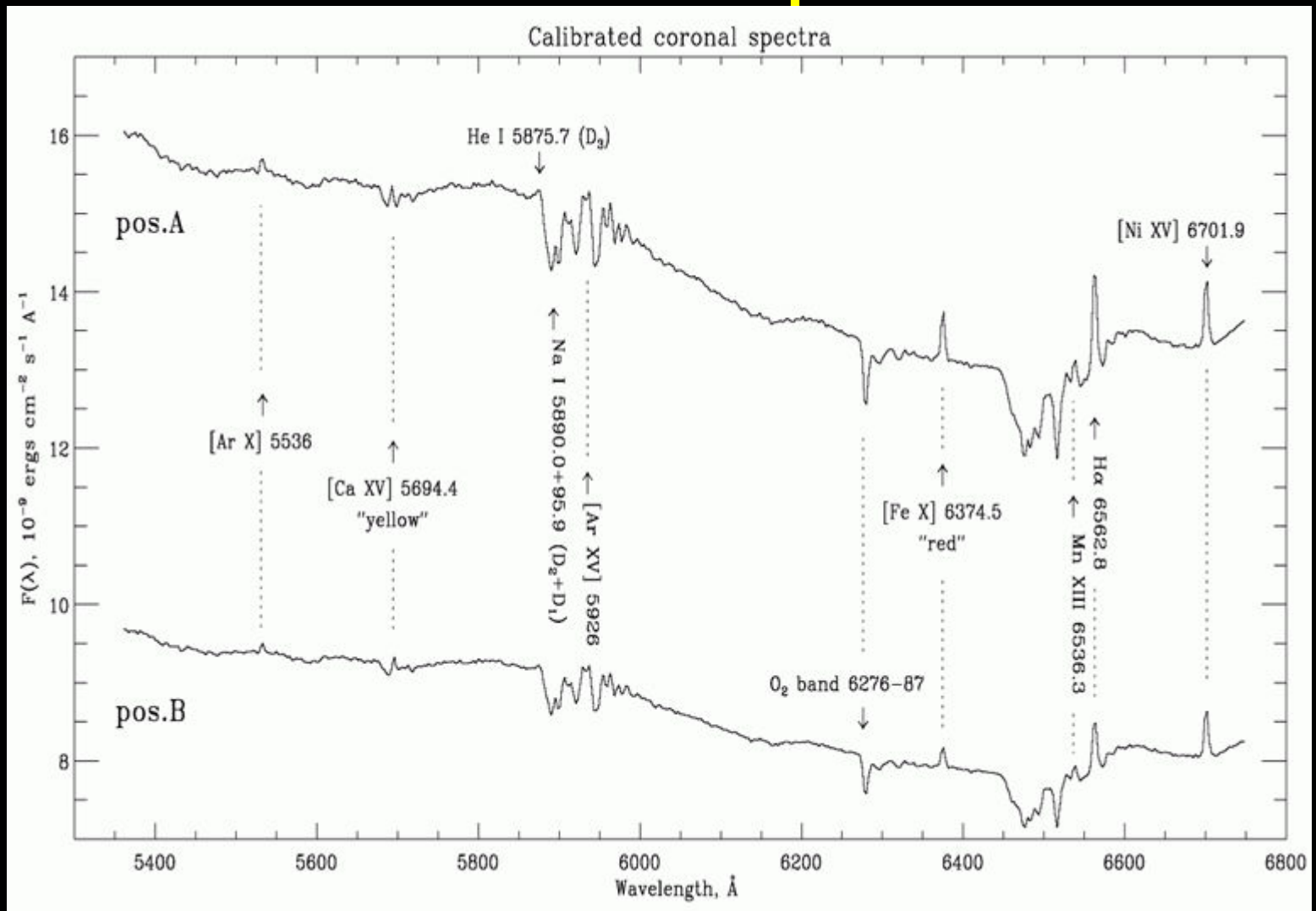
Военен полигон, Шабла

Програма

- 1. Регистриране на слаби линии с ниско възбуждане (H и K на $CaII$, $H\alpha$) в слънчевата корона**
- 2. Регистриране на външната граница на безпраховата зона в слънчевата корона**
- 3. Наблюдения на бялата корона с коронограф-поляриметър**
- 4. Определяне на електронната концентрация и степента на поляризация на слънчевата корона**
- 5. Фотометрично изследване на структурата на бялата корона**

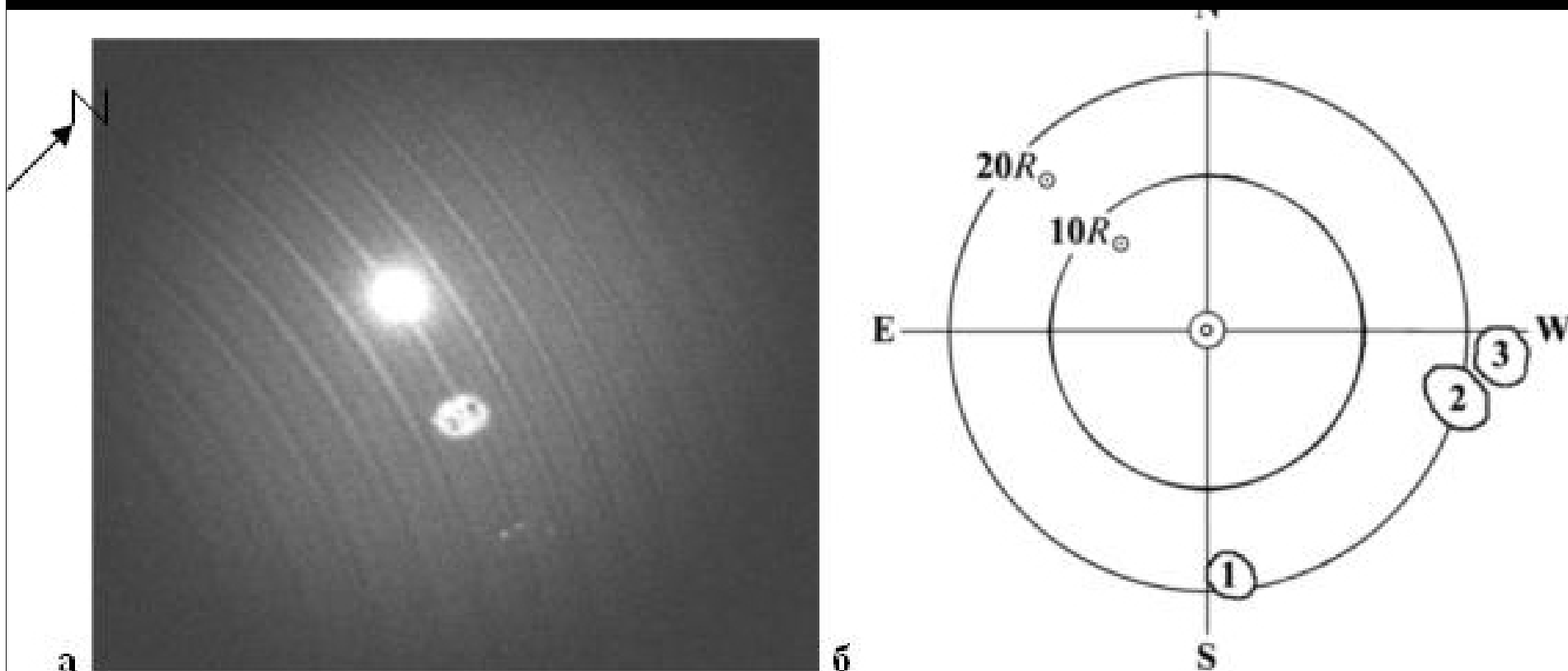
- 6. Изследване на измененията в спектралните компоненти и колориметричните характеристики на слънчевата радиация**
- 7. Изследване на йоносферната реакция**
- 8. Теоретичен и количествен анализ на експерименталните резултати от йоносферните измервания по време на ПСЗ.**
- 9. Изследване на атмосферната радиация по време на ПСЗ**
- 10. Изследване на явлениято “бягащи сенки” по време на ПСЗ**
- 11. Изследване на състоянието на атмосферната и радиационни характеристики на земната повърхност**
- 12. Изследване на влиянието на ПСЗ върху някои физиологични фактори**
- 13. Проверка на астрономическото предназначение на тракийското скално светилище край с. Веселиново, Шуменско**

Спектър



Спектри с дълъг процеп с умерено разрешение ($\sim 0.6 \text{ nm}$), получени по време на пълното слънчево затъмнение през август 1999 г. в Добруджа.

Регистриране на слаби линии с ниско възбуждане (H и K на CaII, H α) в слънчевата корона

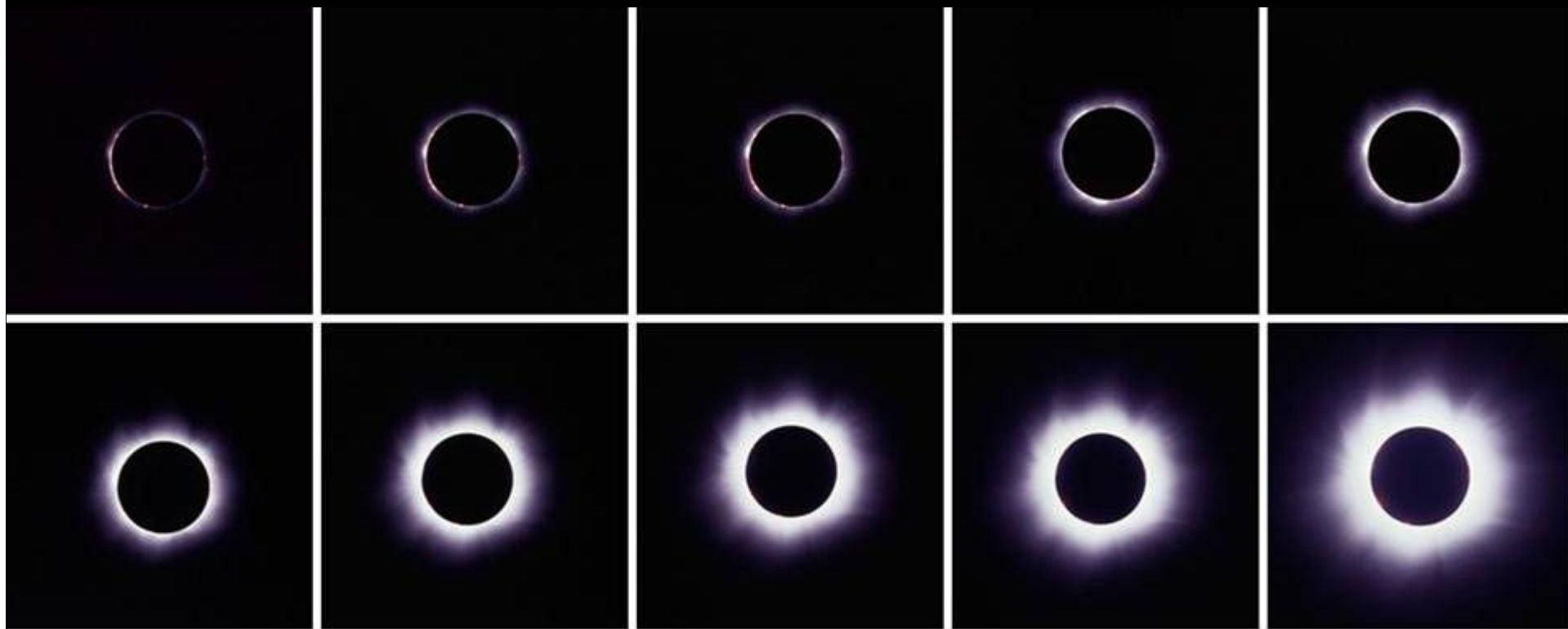


- а) Интерферограма на небето в околност на Слънцето по време на пълната фаза на затъмнението от 11 август 1999 г.
- б) Райони около Слънцето с наличие на доплерови отмествания на емисии на K-линията по фотографии от затъмнението на 11 август 1999 г.

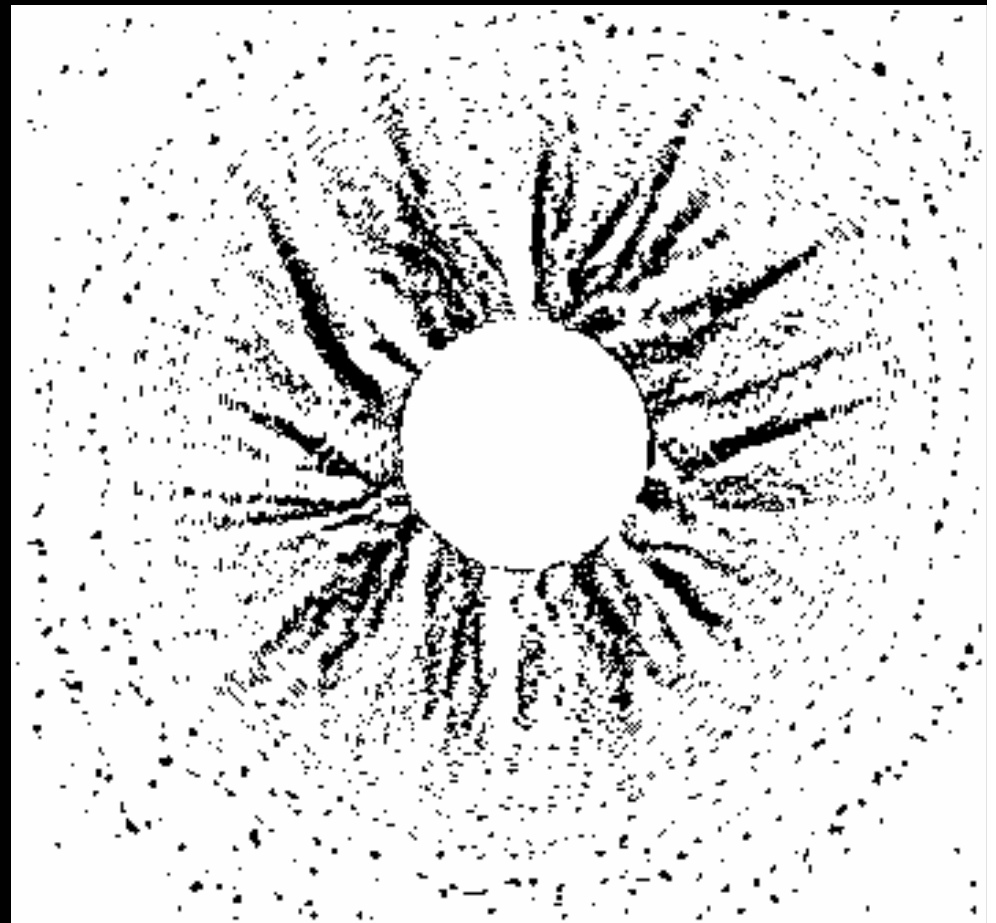
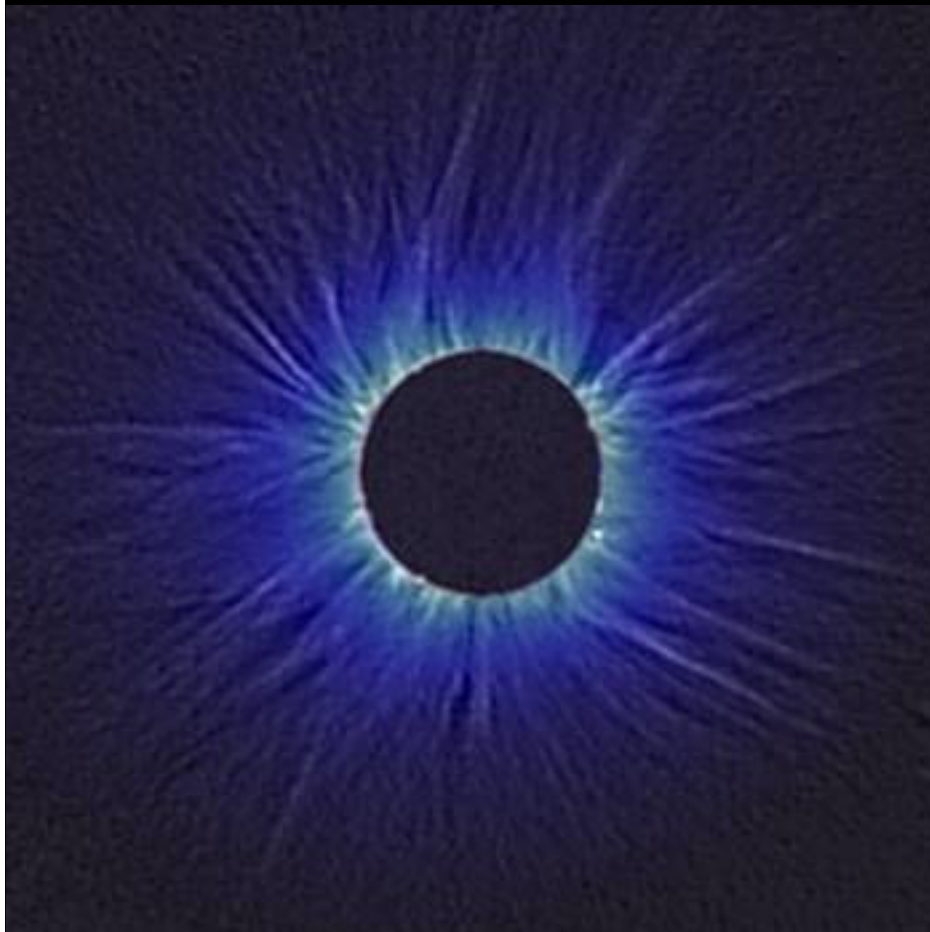
Корона



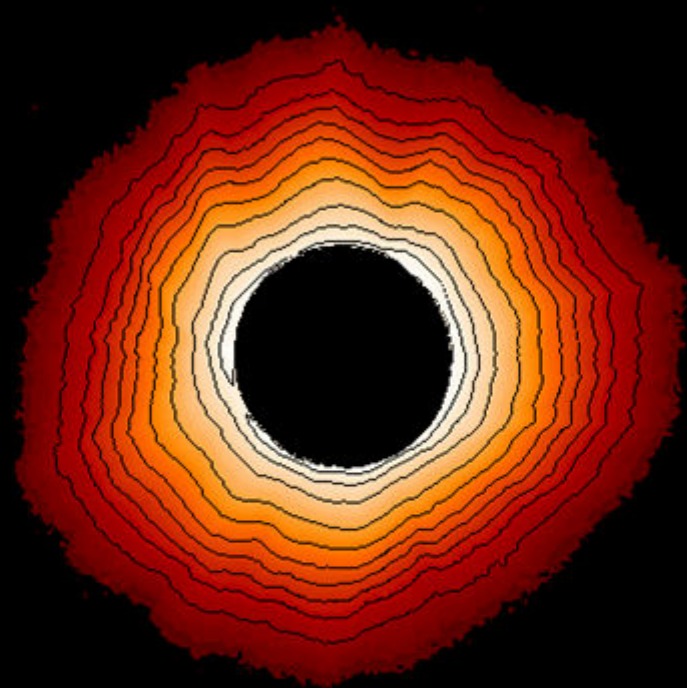
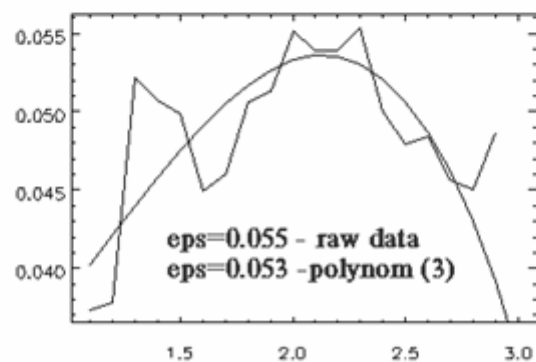
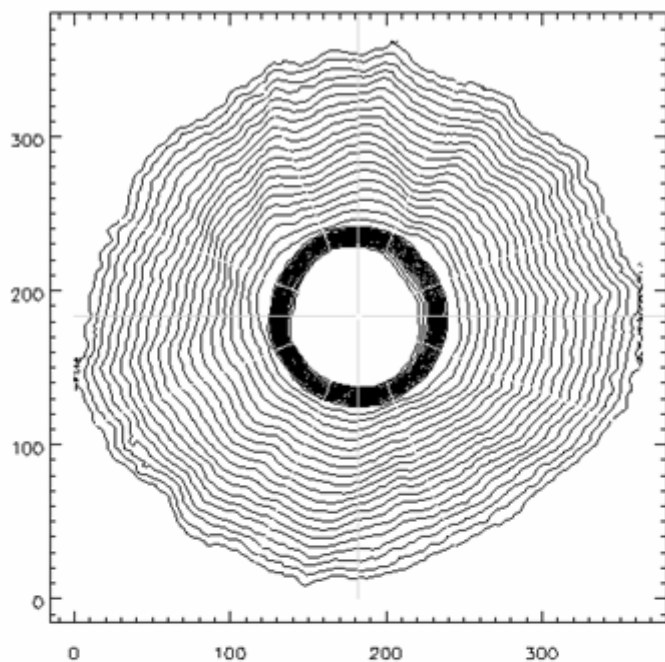
Короната на различни разстояния



Фина структура на короната



Изоденситна карта на короната

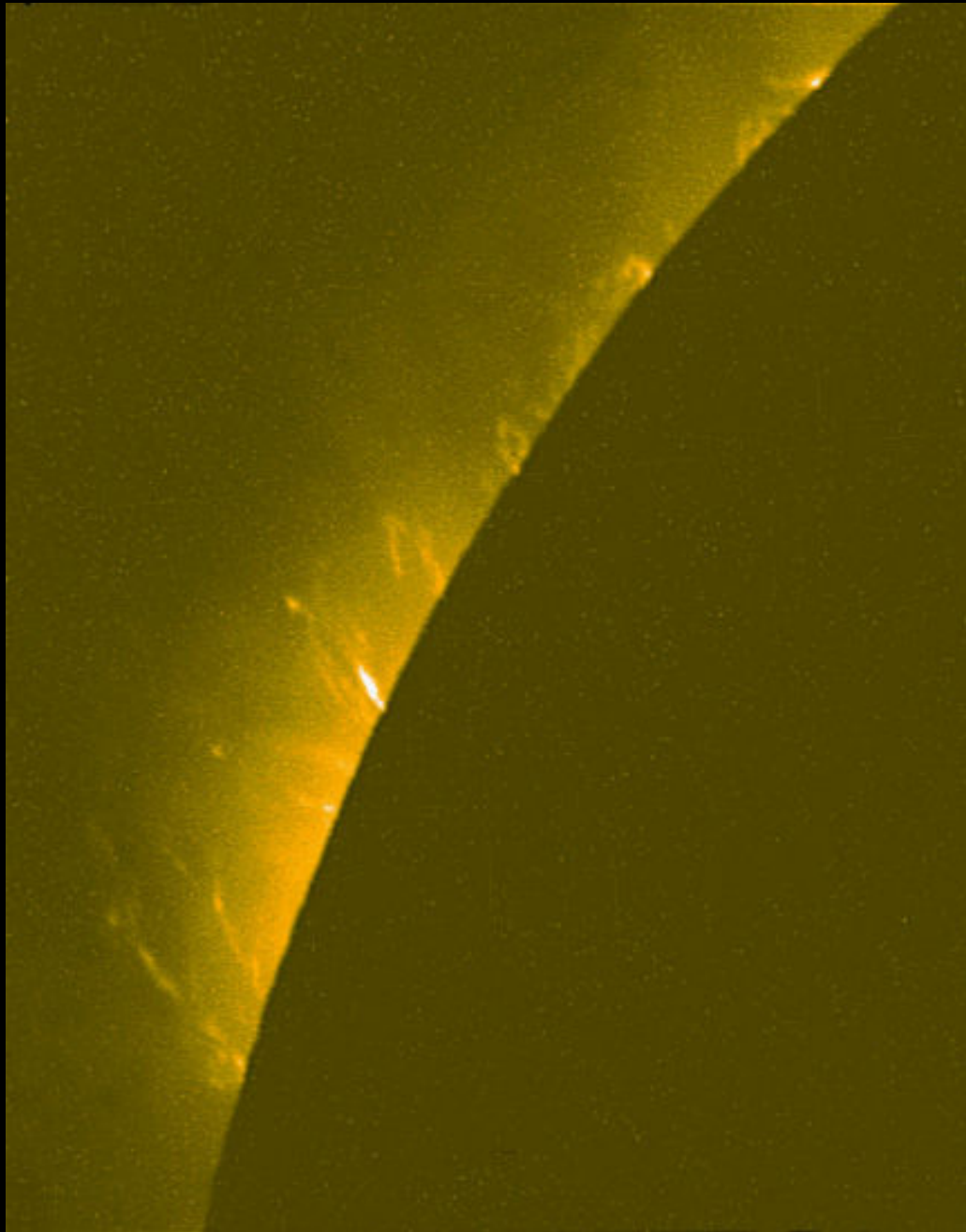


$$E = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{P_1 + P_2 + P_3} - 1$$

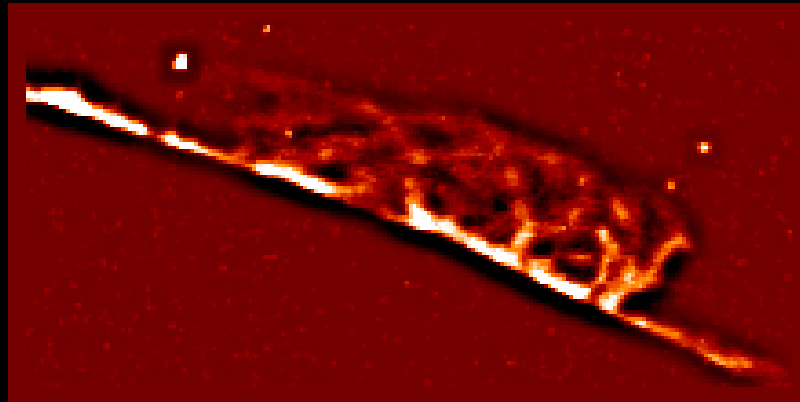
$\varepsilon = 0,057$ – корона в максимум

Протуберанси

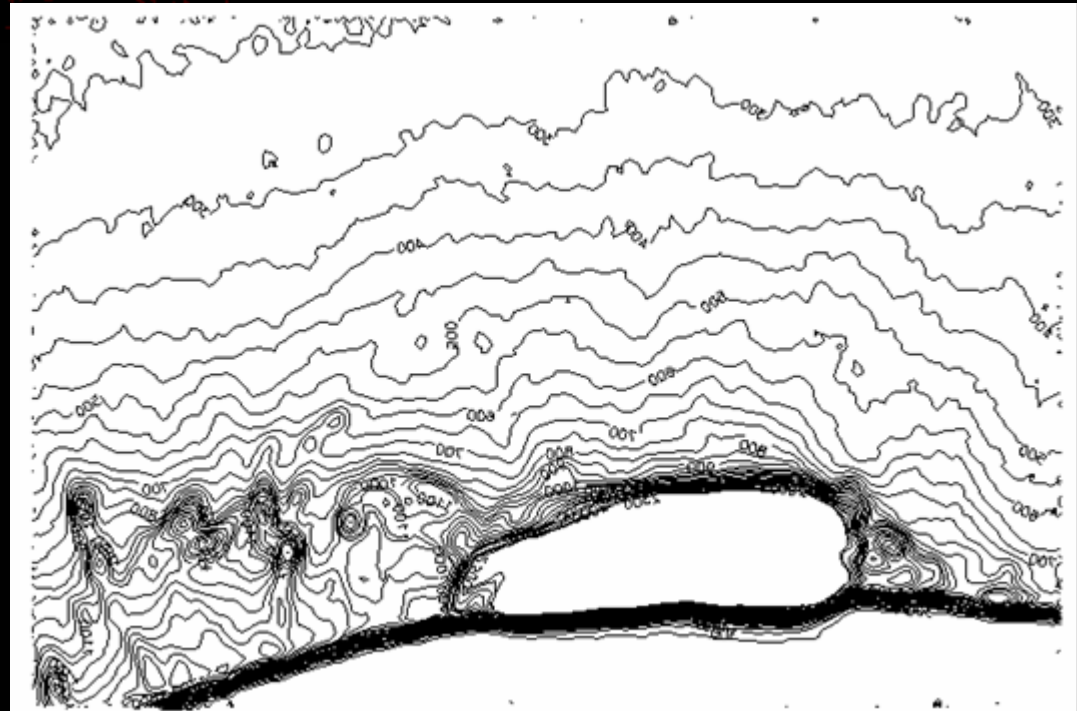
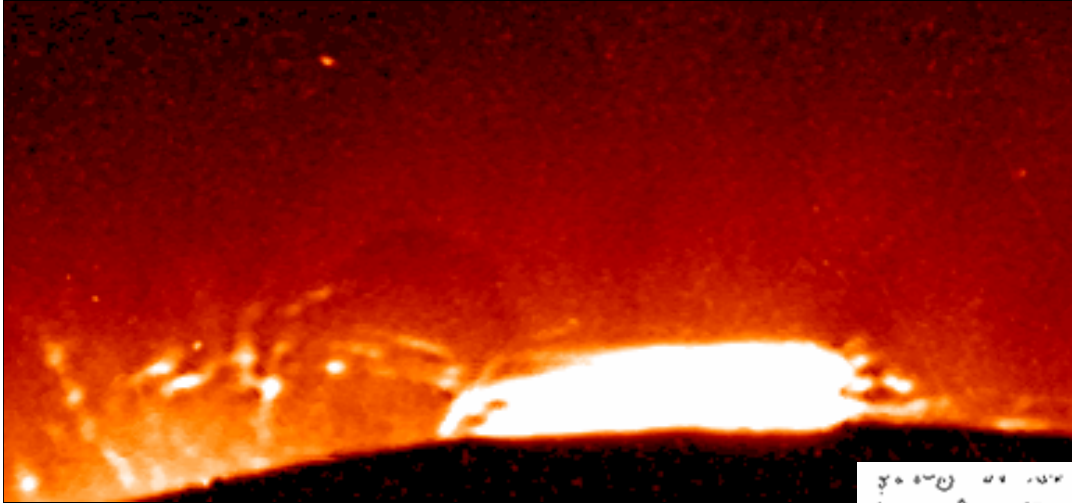




Фина структура на протуберанса



Коронални кухини

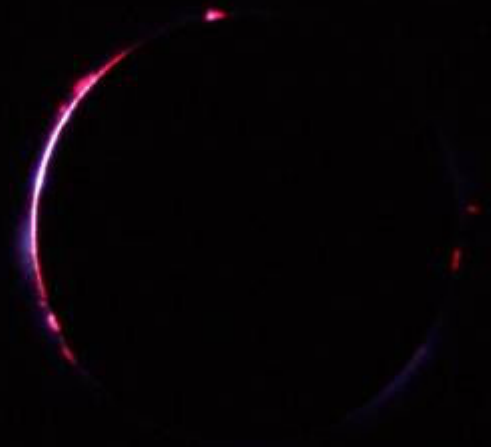


Други явления

Мъниста на Бейли



хромосфера



Диамантен пръстен



сърпчета



Бягащи сенки



29

март

2006 г.

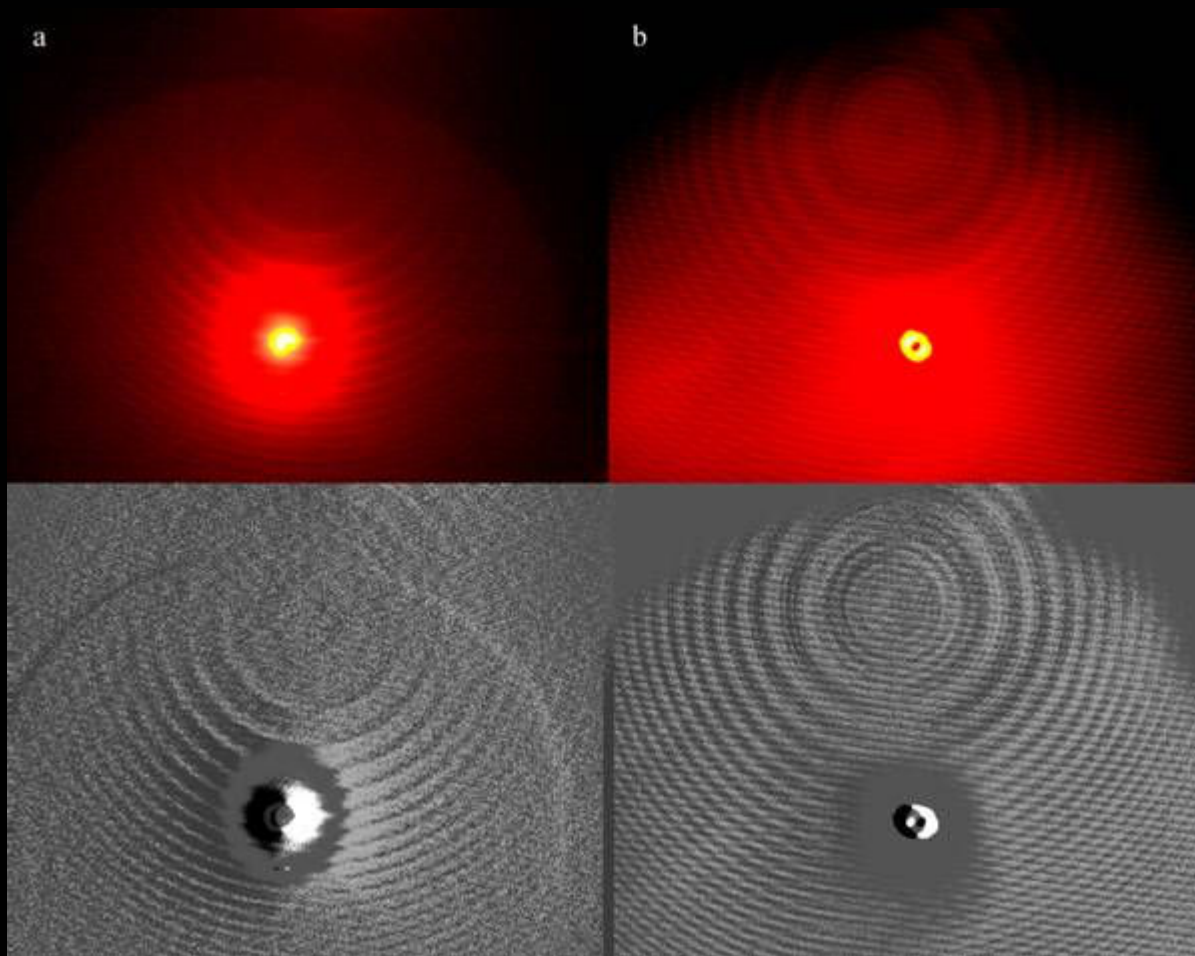
Екип



Програма

- *1. Търсене и изследване на области на сублимация на твърдо вещество в близкото околослънчево пространство*
- *2. Спектрални изследвания на слънчевата корона*
- *3. Изследване поляризацията на слънчевата корона на разстояние до 5 слънчеви радиуса*
- *4. Наблюдения и регистриране на бялата корона и протуберанси*
- *5. Регистриране и изследване на “бягащи” сенки*
- *6. Наблюдение на атмосферните изменения в деня на затъмнението и по време на пълната фаза на затъмнението*

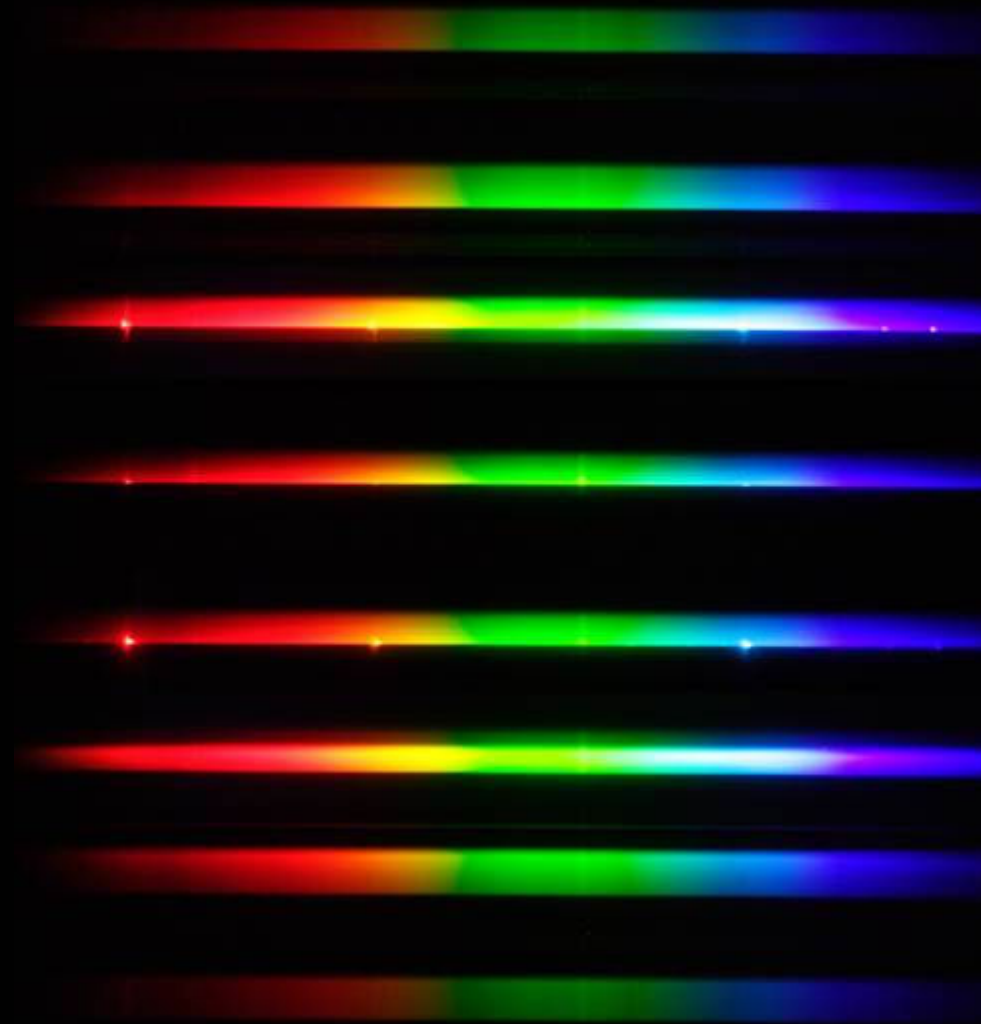
Сублимация в короната



Лявата страна на фигурата (а) е изображение на интерференчната картина в линията на [O I] ($\lambda=6300.0\text{\AA}$), непосредствено преди пълната фаза на затъмнението.

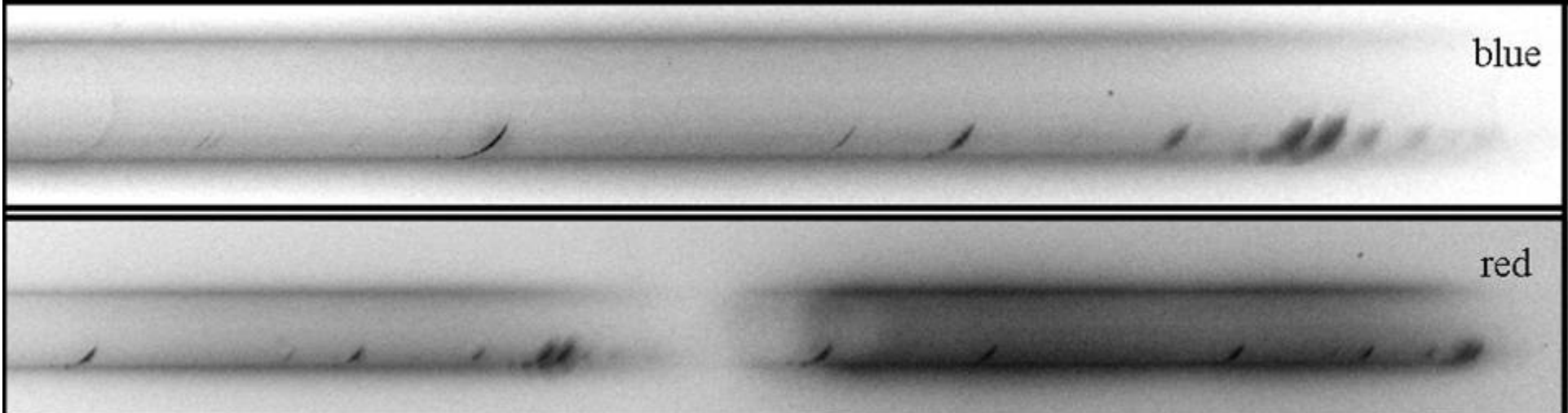
Дясната страна на фигурата (б) е изображение от времето на пълната фаза на затъмнението.

Спектър на короната



Спектри на области от слънчевата корона, получени с дълъг процеп с умерено разрешение (~ 0.6 nm), по време на слънчевото затъмнение на 29 март 2006г.

Спектър на короната



Спектри на слънчевата корона, получени с гризми с повишено пропускане, съответно в синята и червената спектрални области по време на слънчевото затъмнение на 29 март 2006г.

Корона





Фина структура на короната



Поляризация на короната



0°



60°



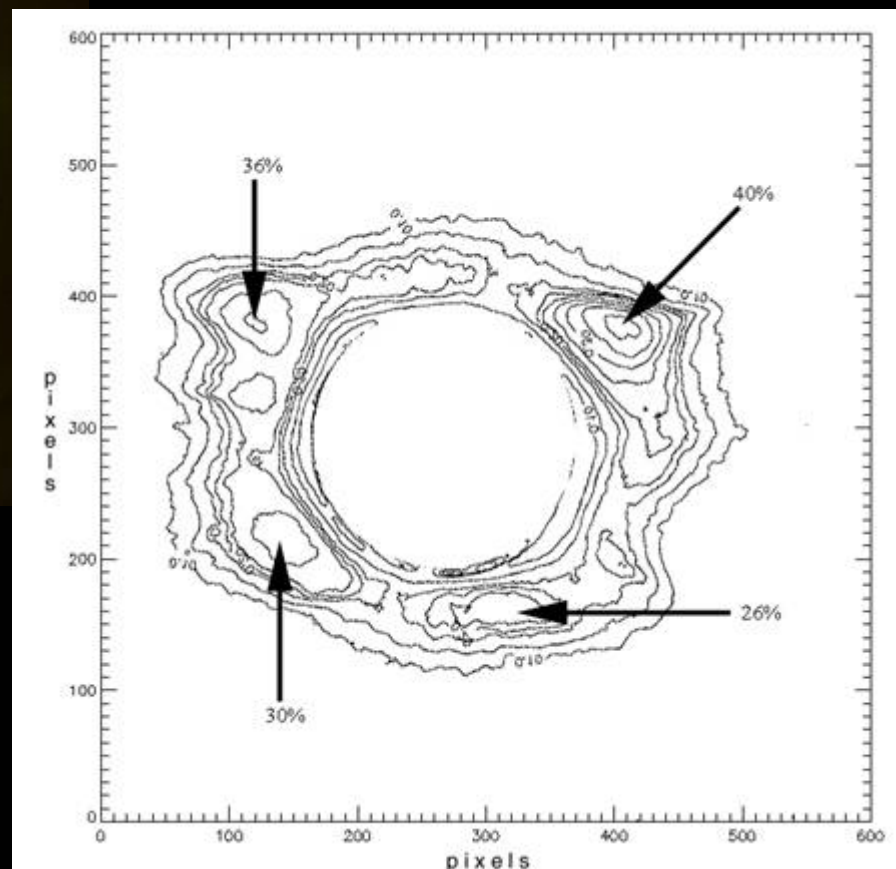
120°

Поляризация на короната



Комбинирано изображение за три положения на поляризационния филтър за едно и също време на експозиция - 1 сек.

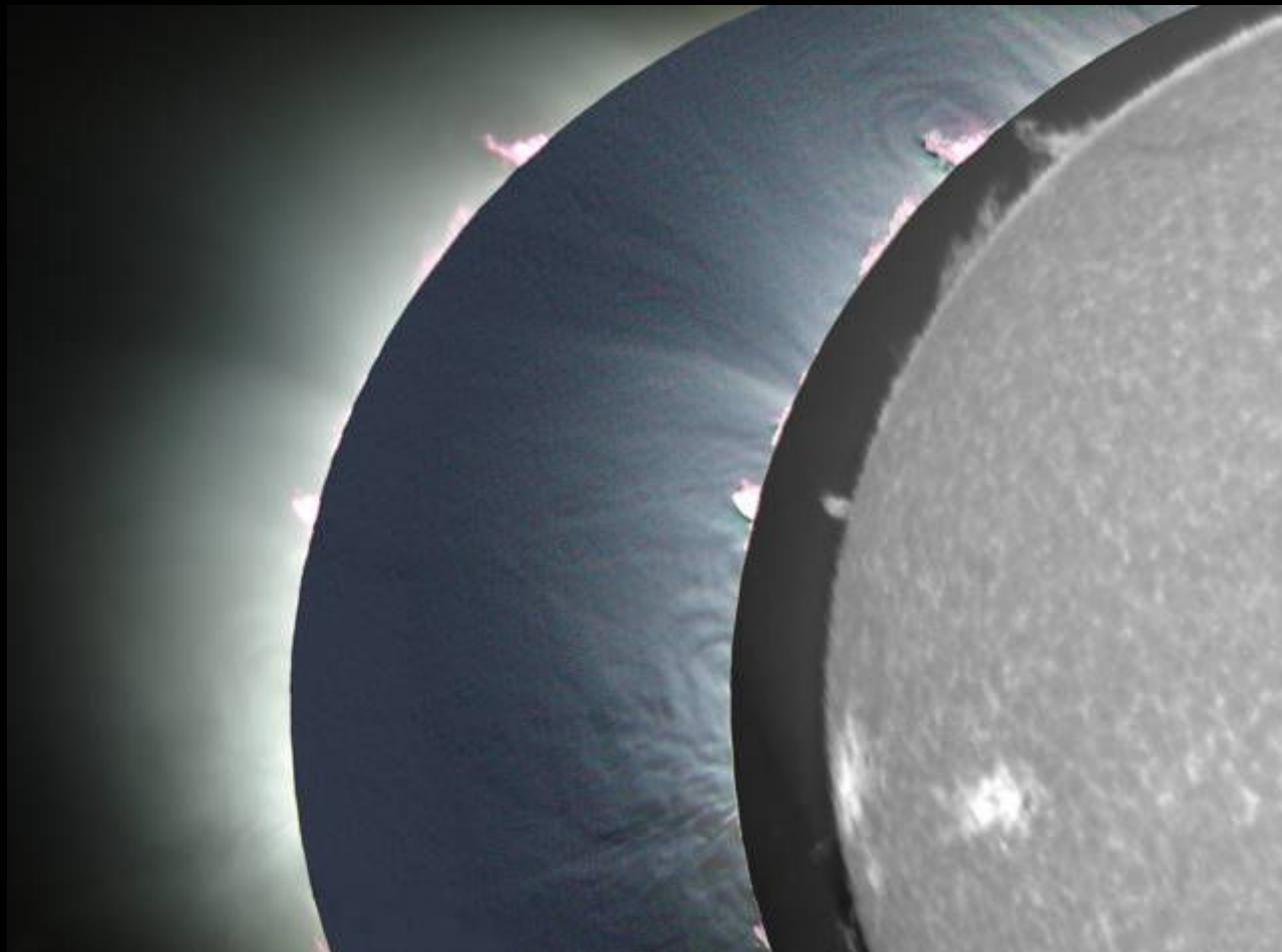
Изофотна карта на поляризираната корона със съответните стойности за степента на поляризация.



Протуберанси

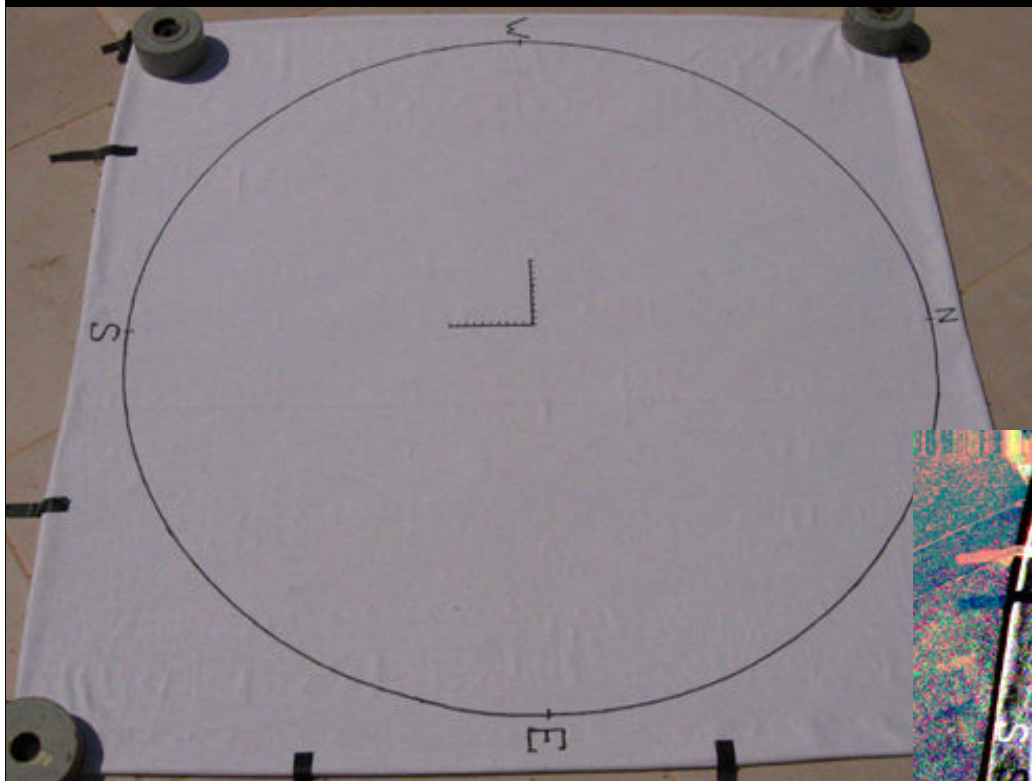


Преходна област “протуберанс-корона”

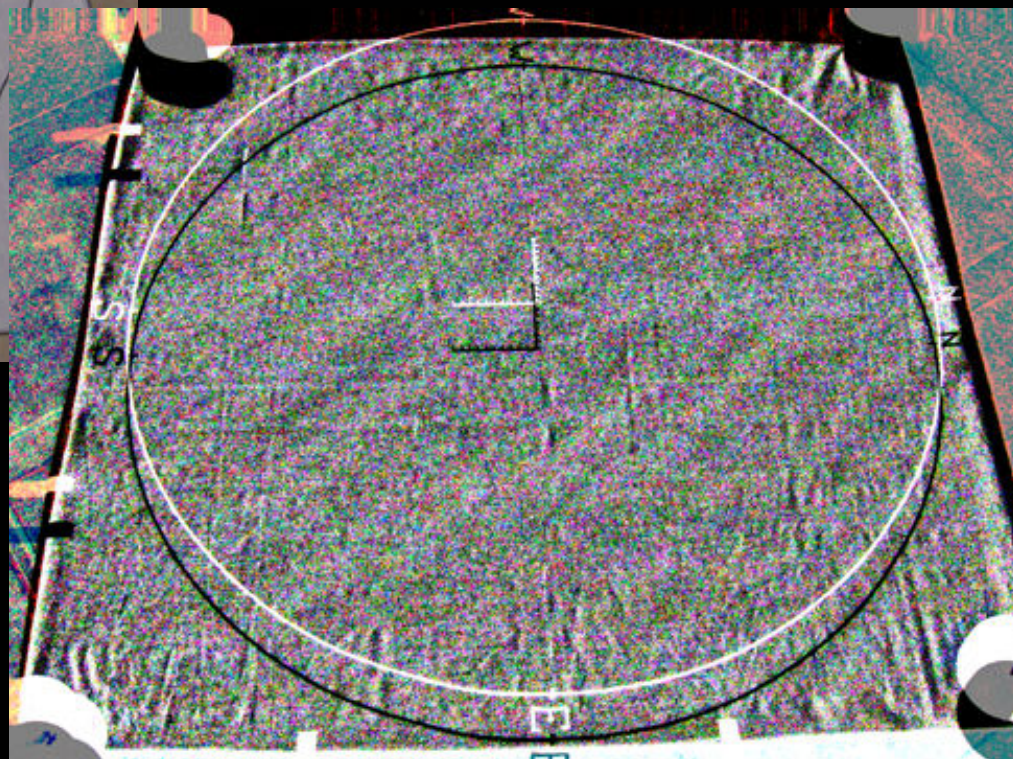


Комбинирано изображение на част от слънчевата корона в бяла светлина (ляво), коронални структури в основата на които се разполагат слънчеви протуберанси или активни области на фотосферно ниво след обработка (в средата) и изображение на същия участък от Слънцето по наблюдения от Пик дю Миди (Франция).

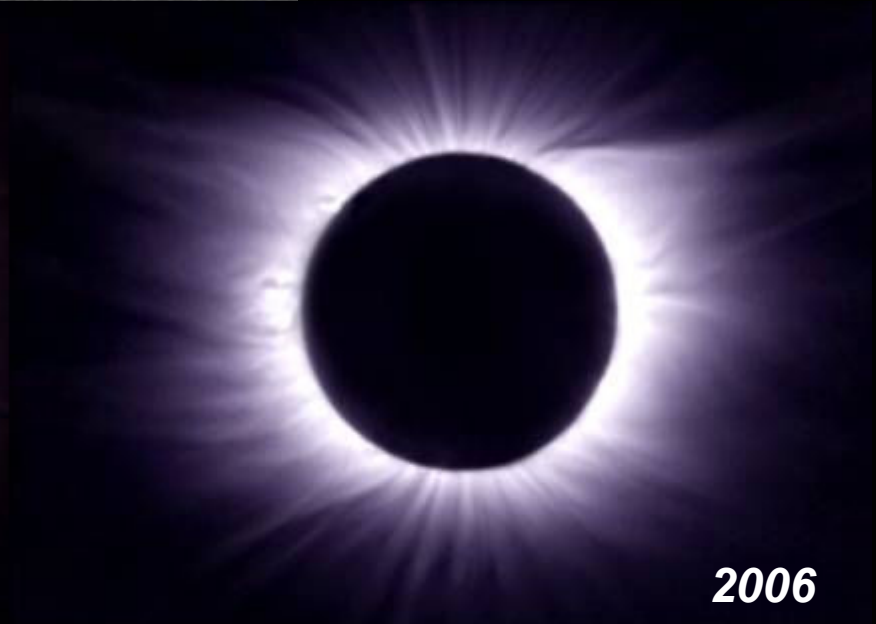
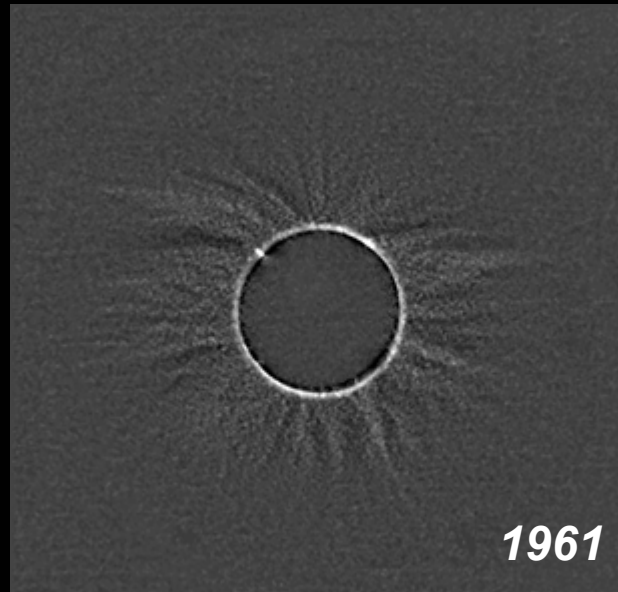
Бягащи сенки



*Преди и
след компютърна
обработка.*



Сравнение - корона



Сравнение - протуберанси

