



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ηλιακή Φυσική

Ενότητα 1: Γενικά χαρακτηριστικά του ήλιου

Ξενοφών Δ. Μουσάς
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Φυσικής



Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλιακή φυσική
Ο Ήλιος

Ξενοφών Δ. Μουσάς,
Καθηγ. Φυσικής Διαστήματος

ΑΘΗΝΑ 2013 - 2014

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες Ευχαριστίες οφείλονται στη NASA, ESA, ESO, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF

στους Ερευνητές και λοιπούς συντελεστές των επιγείων τηλεσκοπίων και διαστημικών πειραμάτων, στους κυρίους Στράτο Κουφό, Νίκο Πασχάλη, Πάνο Παπασπύρου για τις εικόνες που χρησιμοποιούνται σε αυτό το μάθημα, σε αυτούς που μας έδωσαν μετρήσεις ή συμβουλές, στην Wikipedia για πολλές πολύτιμες εικόνες που προσφέρονται χωρίς δικαιώματα χρήσης και συνεπώς είναι πολύτιμες σε κάθε δάσκαλο.



Ο Ήλιος ως τυπικός αστέρας και ζωοδότης

Ξενοφών Διον. Μουσάς, Παναγιώτα Πρέκα-Παπαδήμα,
Δρ. Γιάννης Πολυγιαννάκης (απεβίωσε)

Δρ. Αλέξανδρος Χείλαρης (Σχολή Ναυτικών Δοκίμων),
Δρ. Γιώργος Λειβαδιώτης (σήμερα στο South Western Research Institute),
Δρ. Τζοάννα Θεοδοσίου Αικατερινίδη (Softcom International)
Δρ. Άρης Αλεβίζος (Ράλλειο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Θηλέων Πειραιά),
Δρ. Γιώργος Έξαρχος (σήμερα στην Siemens),
Πάνος Παπασπύρου, ΕΚΠΑ

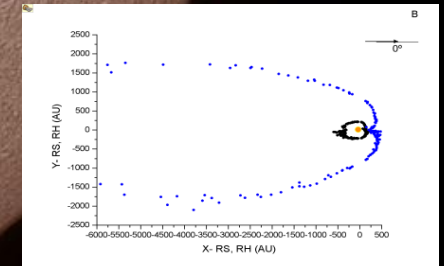
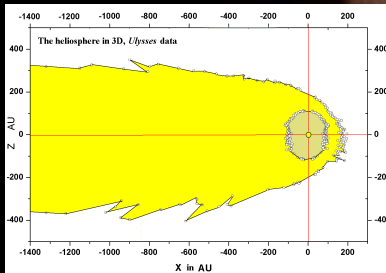
Δρ. Μιχαήλα Δημητροπούλου (σήμερα στην Nokia),
Δρ. Αθανάσιος Κοντογεώργος (ΤΕΙ Λαμίας), Δρ.
Δρ. Παναγιώτης Τσιτσιπής (ΤΕΙ Λαμίας),
Δρ. Νίκος Σέργης (Ακαδημία Αθηνών),
Αθανάσιος Κουλουμβάκος (σήμερα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)

Δρ. Κώστας Διαλυνάς (Ακαδημία Αθηνών),
Δρ. Ελευθερία Μητσάκου,
Δρ. Γιώργος Μπαμπασίδης (Λύκειο Πατησίων),
Δημήτρης Ιωαννίδης
Βαλάντης Κάτσικας,
Δρ. Αλέξανδρος Κακούρης,
Βαγγέλης Παούρης,

Αγγελική Νικολοπούλου (λύκειο Ευρυτανίας)

Δρ. Δάφνη Στρίντζη (Univ. of Warwick)
και δέκα προπτυχιακοί φοιτητές (πτυχιακές εργασίες)

Εργαστήριο Αστροφυσικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών
xmoussas@phys.uoa.gr



2014

Βιβλιογραφία:

Τα καλύτερα άρθρα για τον Ήλιο θα βρείτε στο περιοδικό

<http://solarphysics.livingreviews.org/Articles/subject.html>

Που είναι διαθέσιμο δωρεάν

Ένα κλασικό βιβλίο: του Harold Zirin, *Astrophysics of the Sun Astrophysics of the Sun*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988

Kenneth R. Lang, *The Cambridge Encyclopedia of the Sun*, 2001 (μεταχειρισμένο γύρω στα \$5)

http://www.lpl.arizona.edu/~guofan/literature/othersort/Review/new_solar_corona/new_solar_corona.pdf

Άρθρα (και βιβλία) υψηλού επιπέδου, που έχουν υποστεί την βάσανο της επιστήμης θα βρείτε από την ιστοσελίδα

<https://scholar.google.gr>

M J ASCHWANDEN, *A Synthesis of Recent Observations and Theoretical Concepts (Invited Review)*, *Space Science Reviews*, 2002 που θα το βρείτε:

[http://www.lpl.arizona.edu/~guofan/literature/EnergeticParticles/ParticleAcceleration/Particle%20acceleration%20and%20kinematics%20in%20solar%20flares%20%20A8C%20A%20Synthesis%20of%20Recent%20Observations%20and%20Theoretical%20Concepts%20\(Invited%20Review\).pdf](http://www.lpl.arizona.edu/~guofan/literature/EnergeticParticles/ParticleAcceleration/Particle%20acceleration%20and%20kinematics%20in%20solar%20flares%20%20A8C%20A%20Synthesis%20of%20Recent%20Observations%20and%20Theoretical%20Concepts%20(Invited%20Review).pdf)

Χρήσιμες σελίδες:

Τρισδιάστατη απεικόνιση του Ηλίου με παρατηρήσεις από τα διαστημόπλοια STEREO (στων οποίων τα πειράματα συμμετέχουμε) βλέπε:

<http://stereo.gsfc.nasa.gov/>

http://swaves.gsfc.nasa.gov/swaves_team.html

<http://radio-monitoring.obspm.fr/instruments.php>

<http://radio-monitoring.obspm.fr/team.php>

http://www.nasa.gov/mission_pages/stereo/main/#.VONns_msV1Y

<http://www.nasa.gov/content/goddard/stereo-winks-and-provides-stunning-solar-imagery/#.VONoZvmsV1Y>

<http://www.spaceweather.com/>

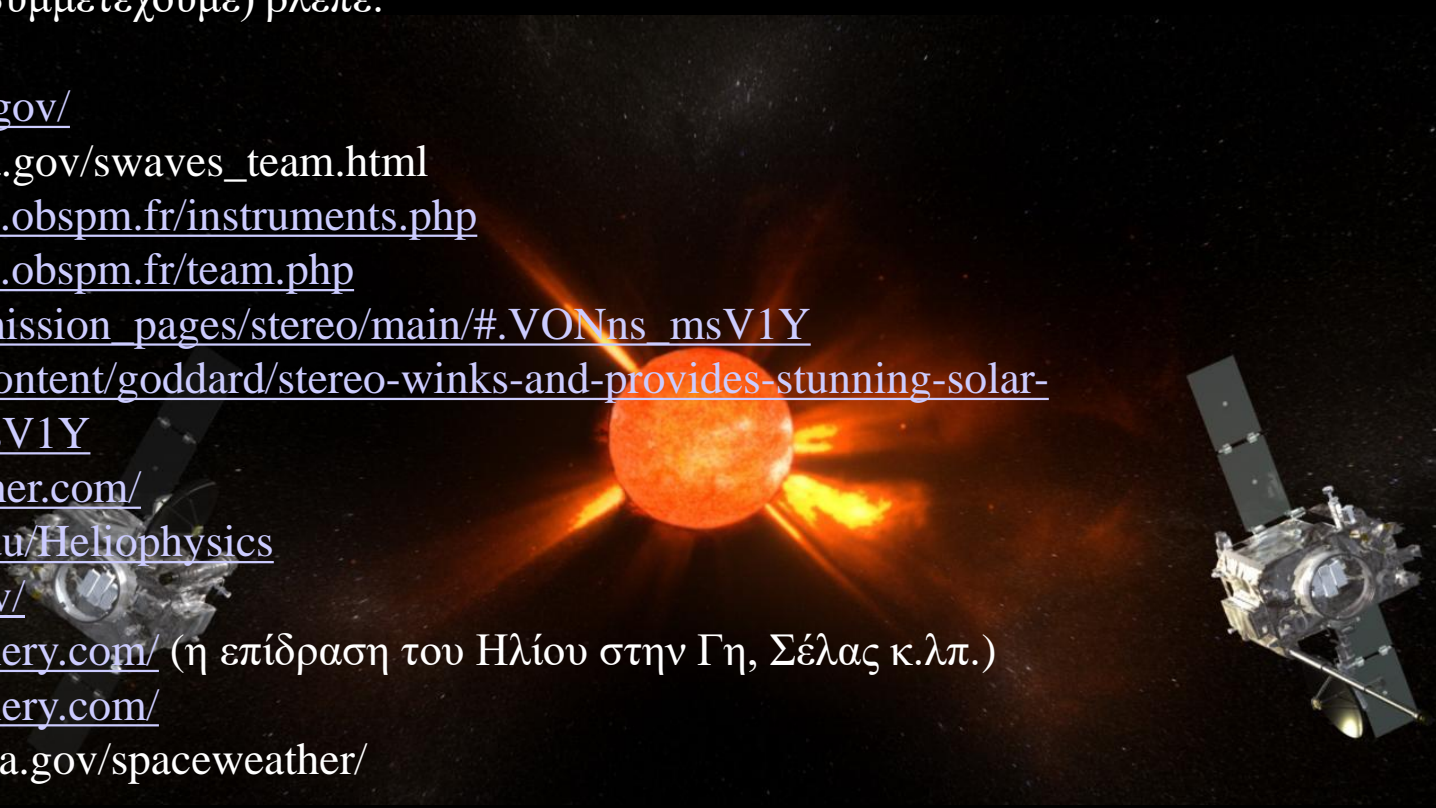
<http://www.vsp.ucar.edu/Heliophysics>

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

<http://spaceweathergallery.com/> (η επίδραση του Ηλίου στην Γη, Σέλας κ.λπ.)

<http://spaceweathergallery.com/>

<http://soho.nascom.nasa.gov/spaceweather/>



*Ο Ήλιος λατρεύεται σαν θεός κατά
την αρχαιότητα, επειδή καθορίζει σε
μεγάλο βαθμό την ζωή μας*



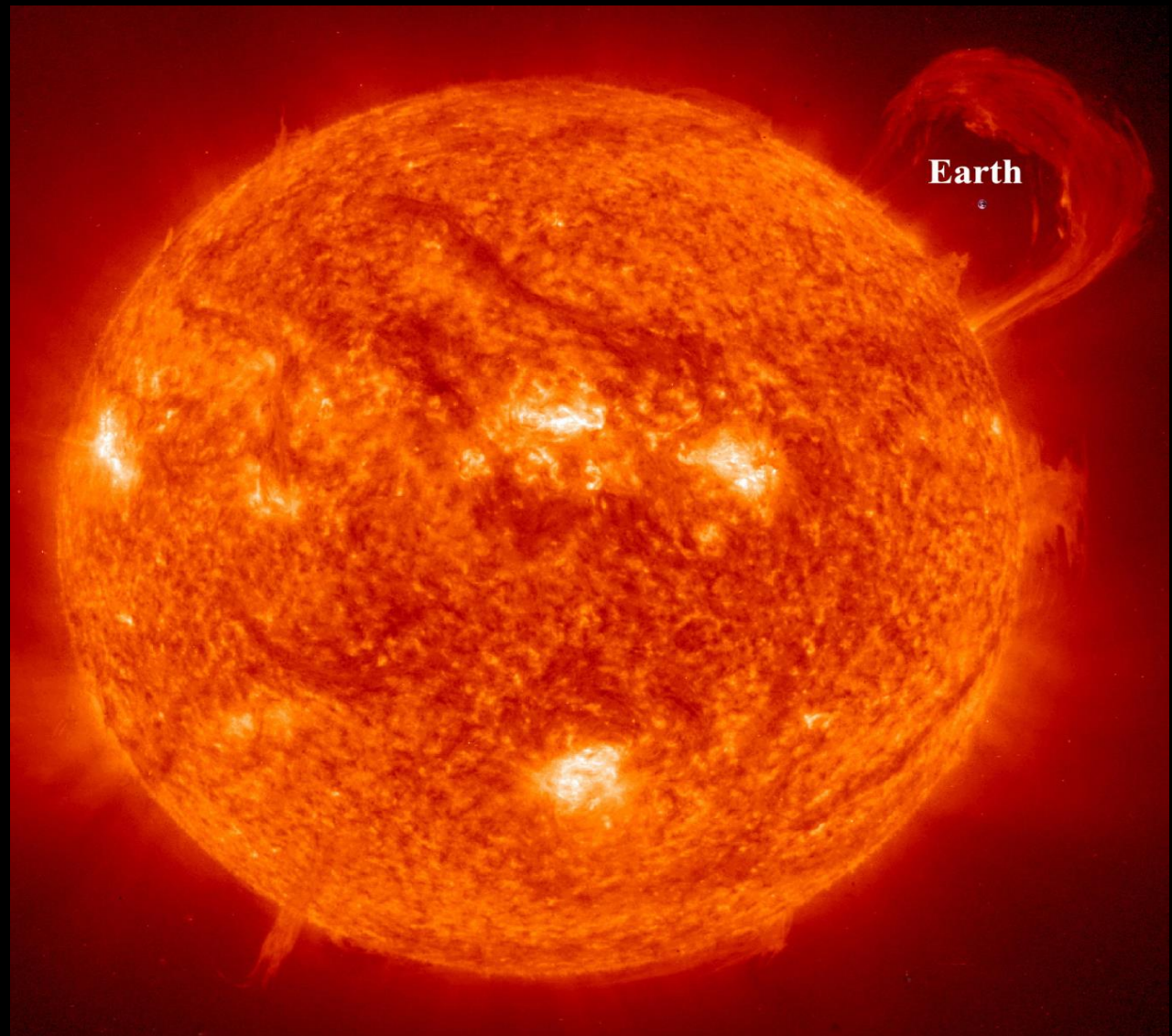
Ρόδος, Ναός του Απόλλωνα, το Θέατρο, Στάδιο,
και το αστεροσκοπείο του Ιπάρχου
Μαθητές παρατηρούν τον Ήλιο με προβολή (και μόνον)
και μελετούν τη διάβαση της Αφροδίτης μπροστά από τον Ήλιο, 8 Ιουνίου 2004





Ήλιος
Εισαγωγή

**Διάμετρο 1.392.000
km (109 γήινες
διάμετροι)
πλάτυνση περί τα 9
εκατομμυριοστά,
οφείλεται κυρίως στη
βαρύτητα του πλανήτη
Δία.**



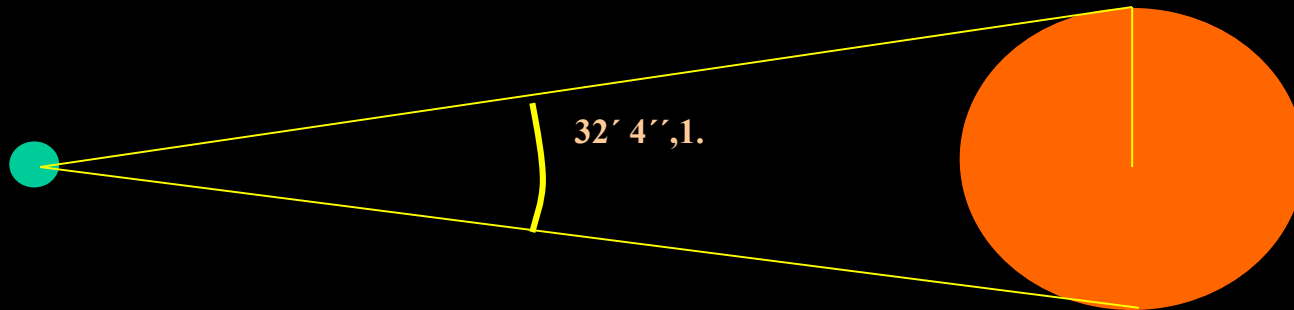
Φαινόμενη διάμετρος του Ηλίου (γωνία) μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους.

1 Ιανουαρίου μεγαλύτερη τιμή, ίση προς $32' 36'',2$

2 Ιουλίου ελάχιστη τιμή των $31' 32''$.

μέση τιμή αυτής είναι $32' 4'',1$.

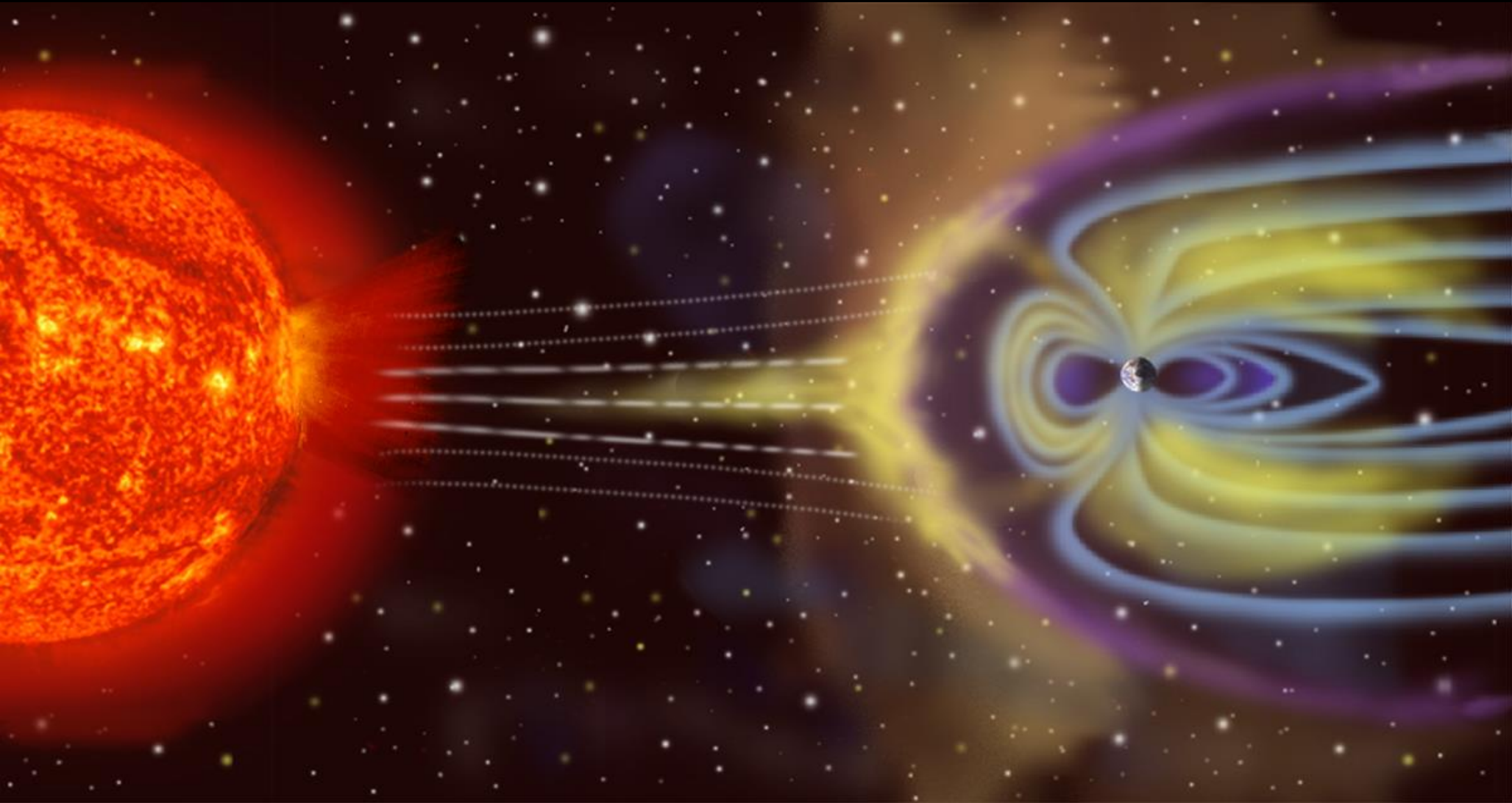
Μετρήθηκε σωστά ήδη από την αρχαιότητα, μάλλον από τον Ίππαρχο που προσδιόρισε και την εκκεντρότητα της τροχιάς της Γης και της Σελήνης



- **Δεδομένα Ηλίου**
- ακτίνα= 695,990 km = 109 ακτίνες Γης
- μάζα = $1.989 \cdot 10^{30}$ kg = 333,000 μάζες Γης
- ισχύς= $3.846 \cdot 10^{33}$ erg/s
- Ενεργός θερμοκρασία = 5770 K
- Πυκνότητα ατμόσφαιρας = $2.07 \cdot 10^{-7}$ g/cm³ = $1.6 \cdot 10^{-4}$ Air density
- Χημική σύσταση στην ατμόσφαιρα = 70% H, 28% He, 2% (C, N, O, ...) κατά μάζα
- Θερμοκρασία στο κέντρο = 15,600,000 K
- Πυκνότητα στο κέντρο = 150 g/cm³ = $8 \times$ πυκνότητα του χρυσού
- Χημική σύνθεση στο κέντρο = 35% H, 63% He, 2% (C, N, O, ...) κατά μάζα
- Ηλικία = $4.57 \cdot 10^9$ yr

<http://solarscience.msfc.nasa.gov/interior.shtml>

Ο Ήλιος, το μόνο άστρο που επηρεάζει τη ζωή μας



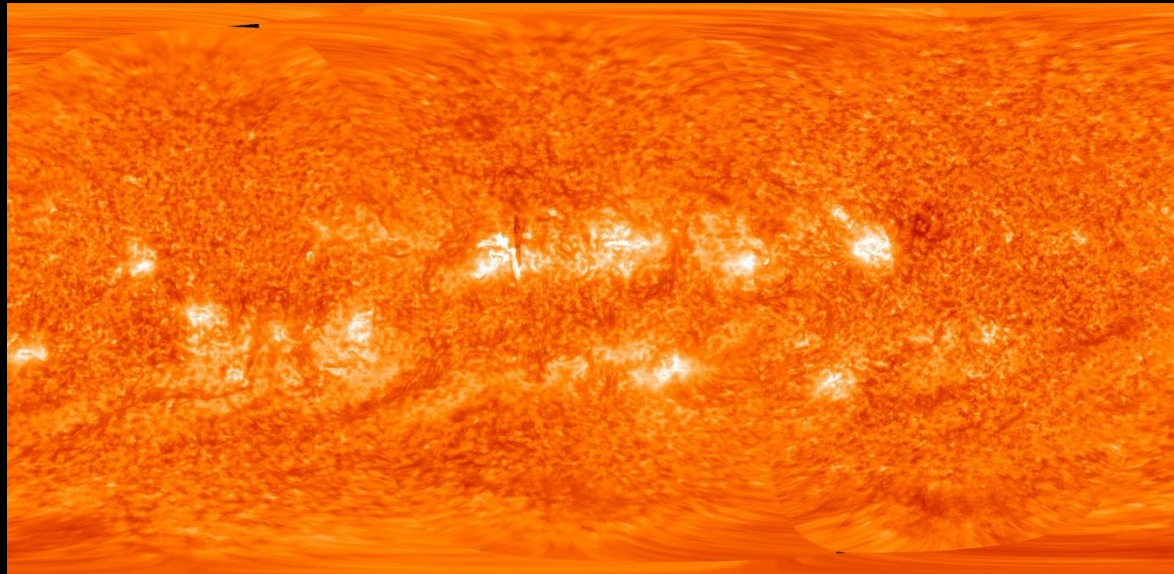
Τρισδιάστατη απεικόνιση του Ηλίου με παρατηρήσεις από τα διαστημόπλοια STEREO (στων οποίων τα πειράματα συμμετέχουμε) βλέπε:

<http://stereo.gsfc.nasa.gov/>

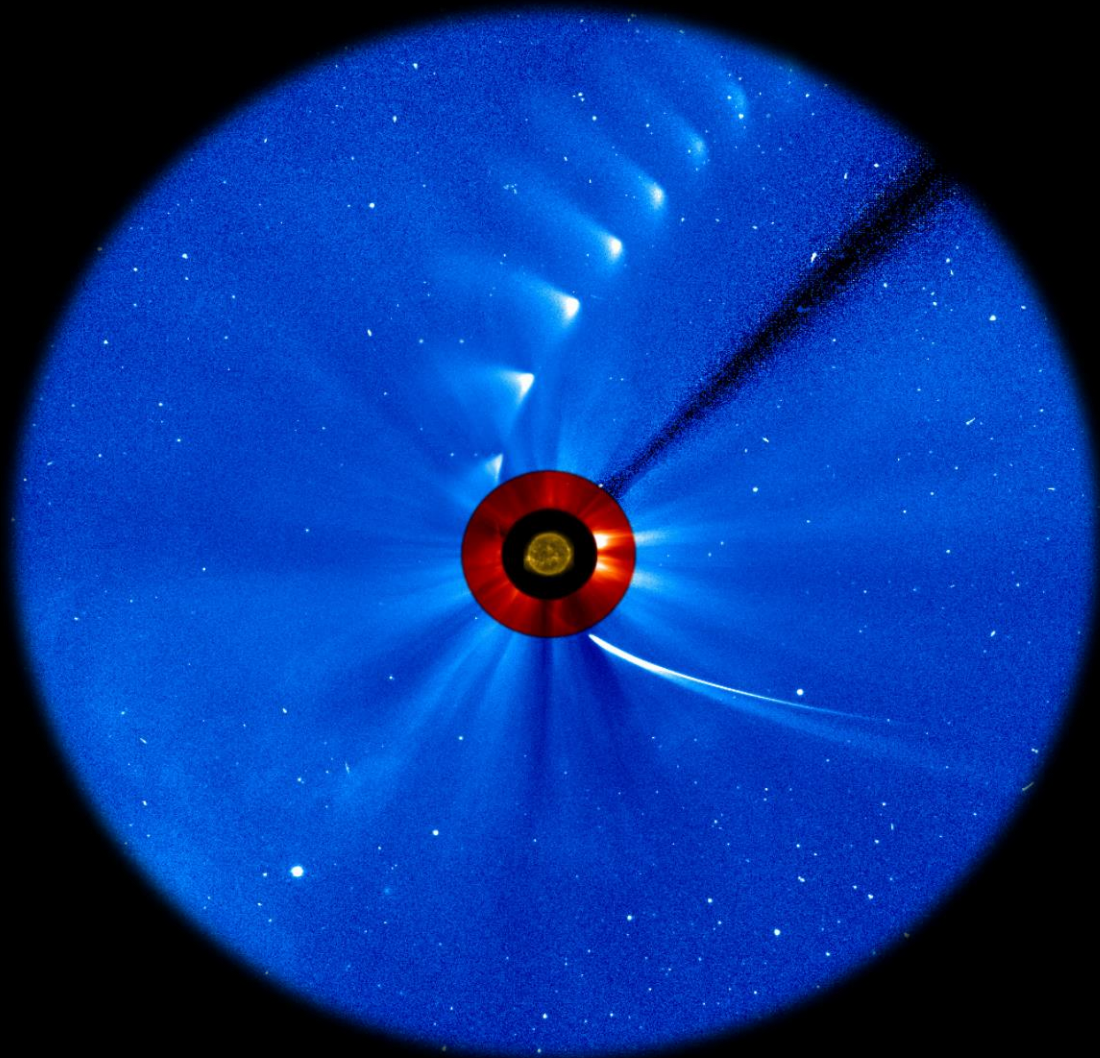
http://swaves.gsfc.nasa.gov/swaves_team.html

<http://radio-monitoring.obspm.fr/instruments.php>

<http://radio-monitoring.obspm.fr/team.php>



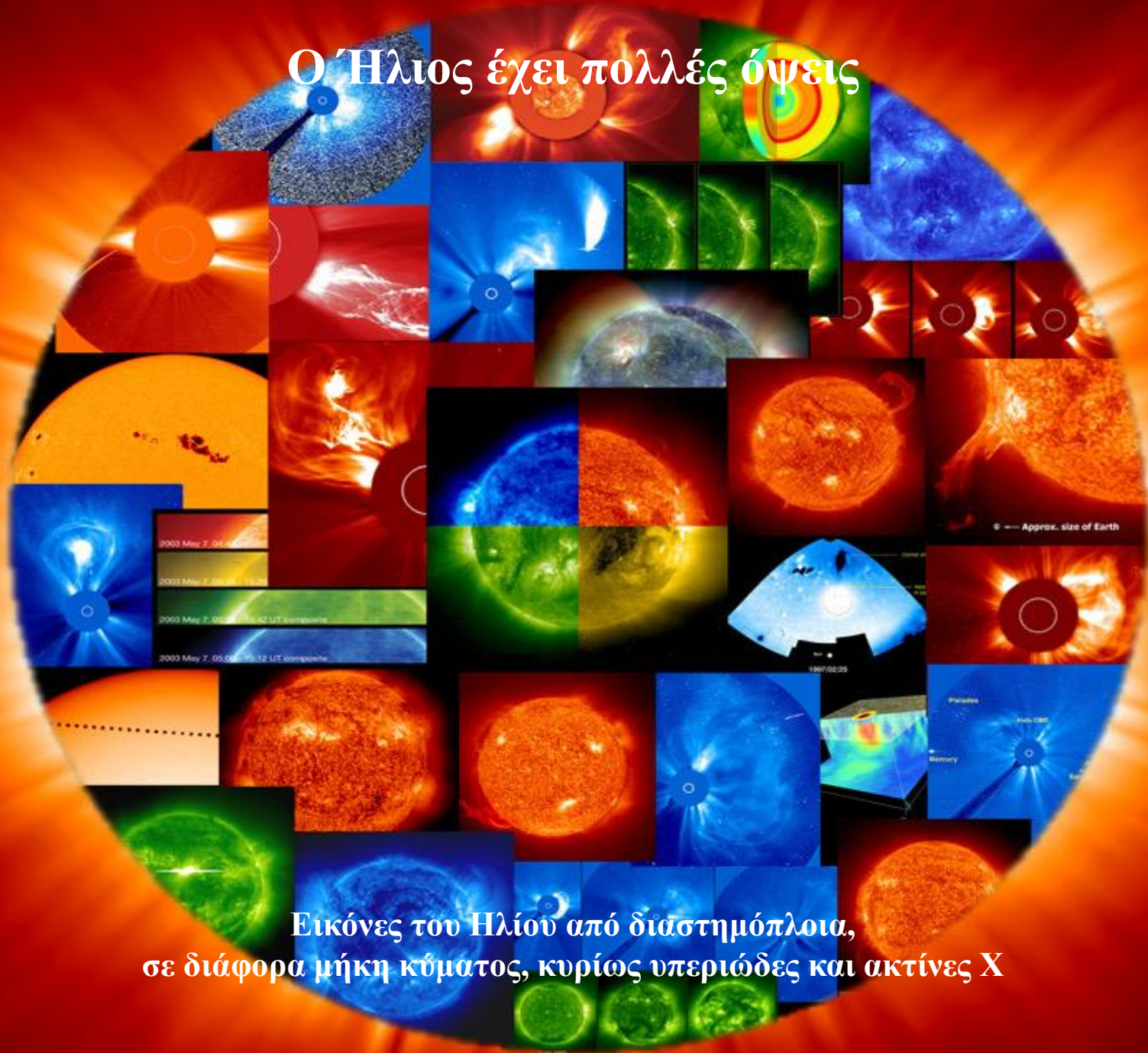
Διαδοχ
ικές
εικόνε
ς
κομήτ



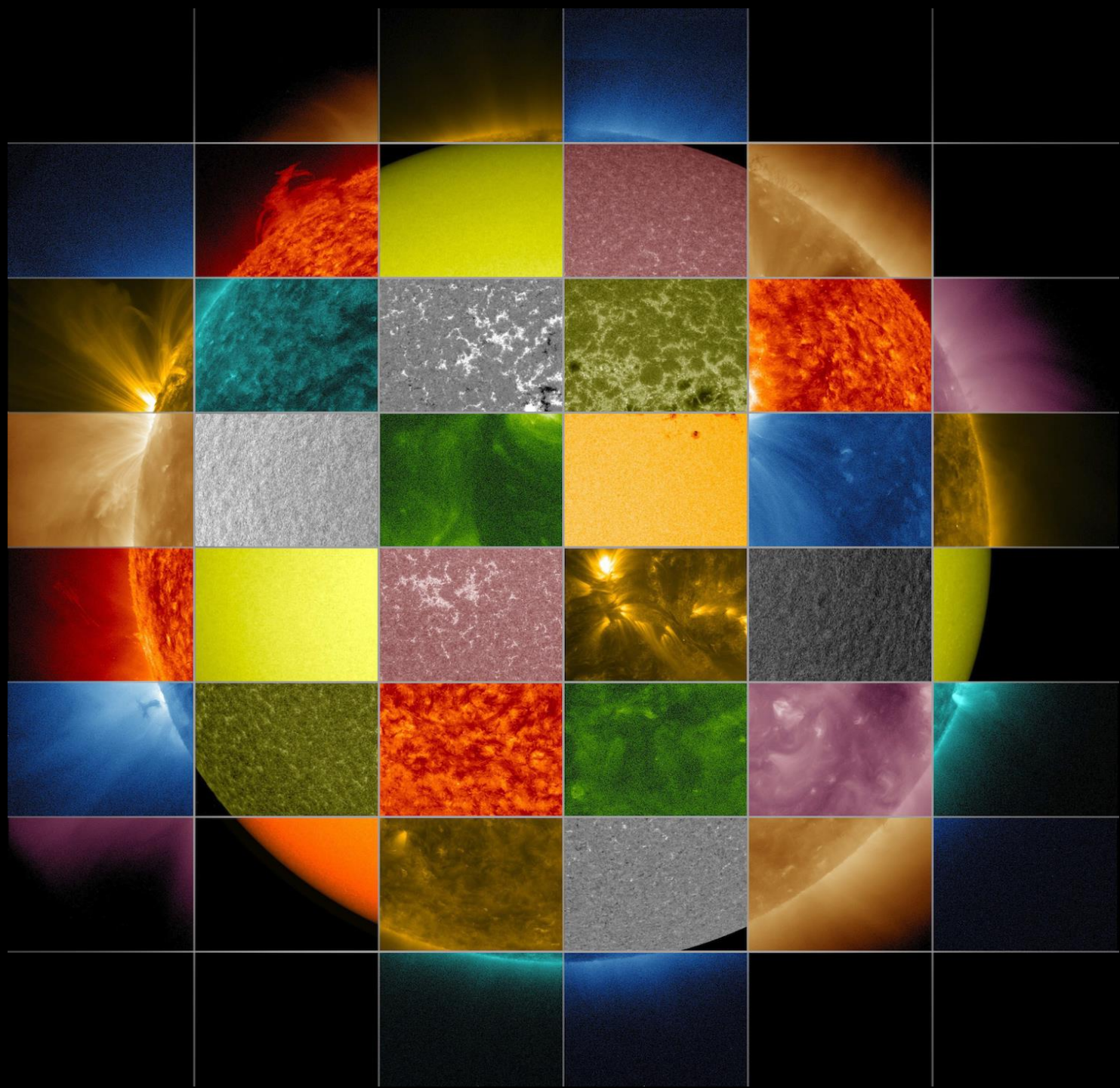
Εικόνες του ηλίου σε διάφορα μήκη κύματος

από διάφορα διαστημόπλοια και επίγειες
μετρήσεις, που αντιστοιχούν σε διάφορα
ύψη στην ατμόσφαιρα και το στέμμα του
Ηλίου

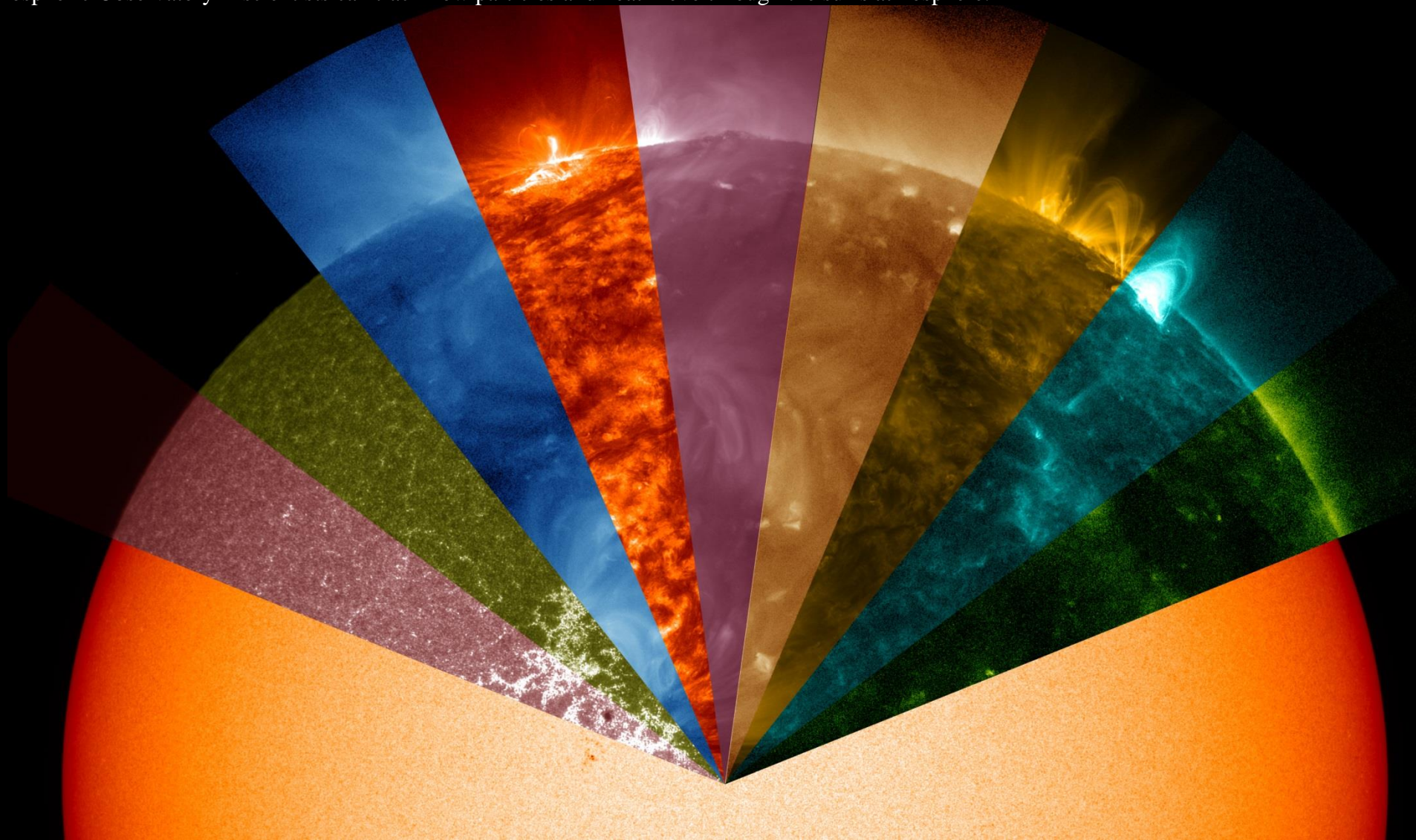
Ο Ήλιος έχει πολλές όψεις



Εικόνες του Ηλίου από διαστημόπλοια,
σε διάφορα μήκη κύματος, κυρίως υπεριώδες και ακτίνες X



This still image was taken from a new NASA movie of the sun based on data from NASA's Solar Dynamics Observatory, or SDO, showing the wide range of wavelengths – invisible to the naked eye – that the telescope can view. SDO converts the wavelengths into an image humans can see, and the light is colorized into a rainbow of colors. Yellow light of 5800 Angstroms, for example, generally emanates from material of about 10,000 degrees F (5700 degrees C), which represents the surface of the sun. Extreme ultraviolet light of 94 Angstroms, which is typically colorized in green in SDO images, comes from atoms that are about 11 million degrees F (6,300,000 degrees C) and is a good wavelength for looking at solar flares, which can reach such high temperatures. By examining pictures of the sun in a variety of wavelengths – as is done not only by SDO, but also by NASA's Interface Region Imaging Spectrograph, NASA's Solar Terrestrial Relations Observatory and the European Space Agency/NASA Solar and Heliospheric Observatory -- scientists can track how particles and heat move through the sun's atmosphere.



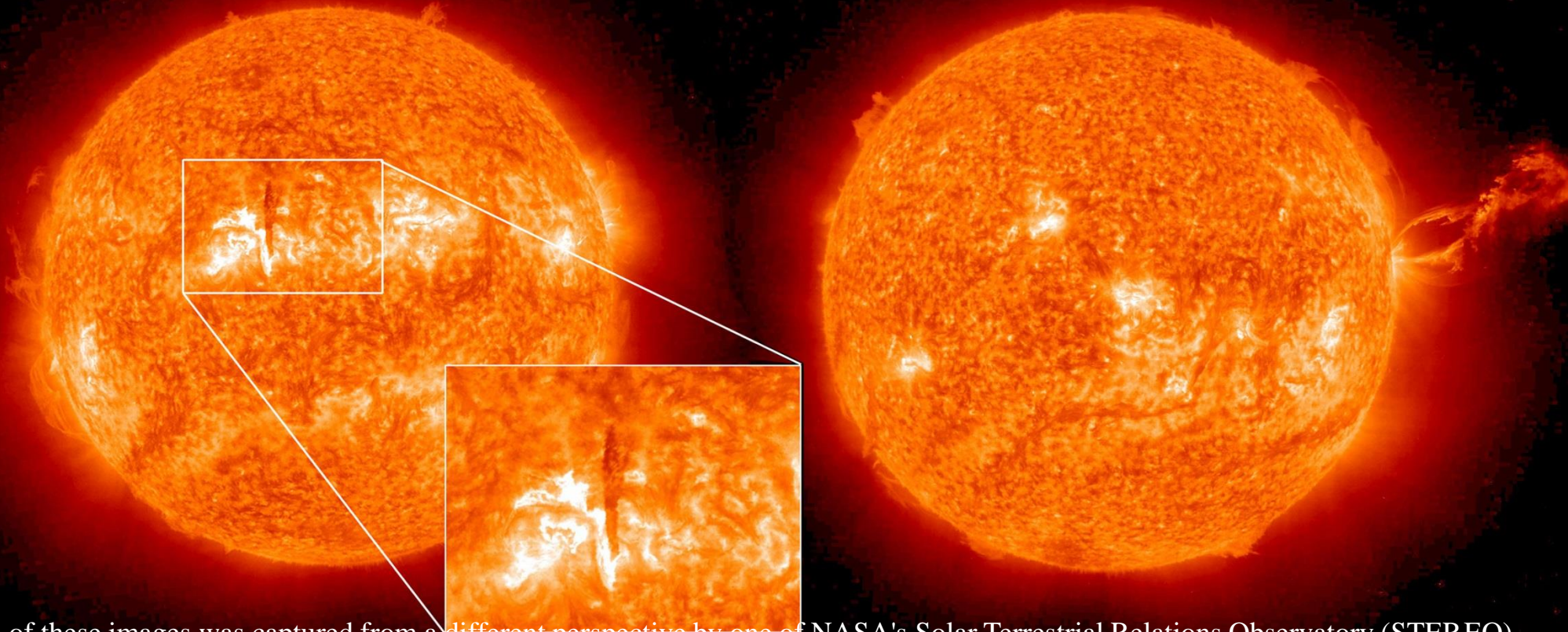


*Ο Ήλιος είναι το μόνο άστρο που
επηρεάζει την ζωή μας
Εκρηκτικό φαινόμενο 15-2-2015*

Στερεοσκοπική φωτογράφιση του Ηλίου από τα δυο διαστημόπλοια ΣΤΕΡΕΟ της ΝΑΣΑ σε πείραμα των οποίων μετέχει το ΕΚΠΑ

STEREO Behind EUV 304
2012-10-14 00:37:08

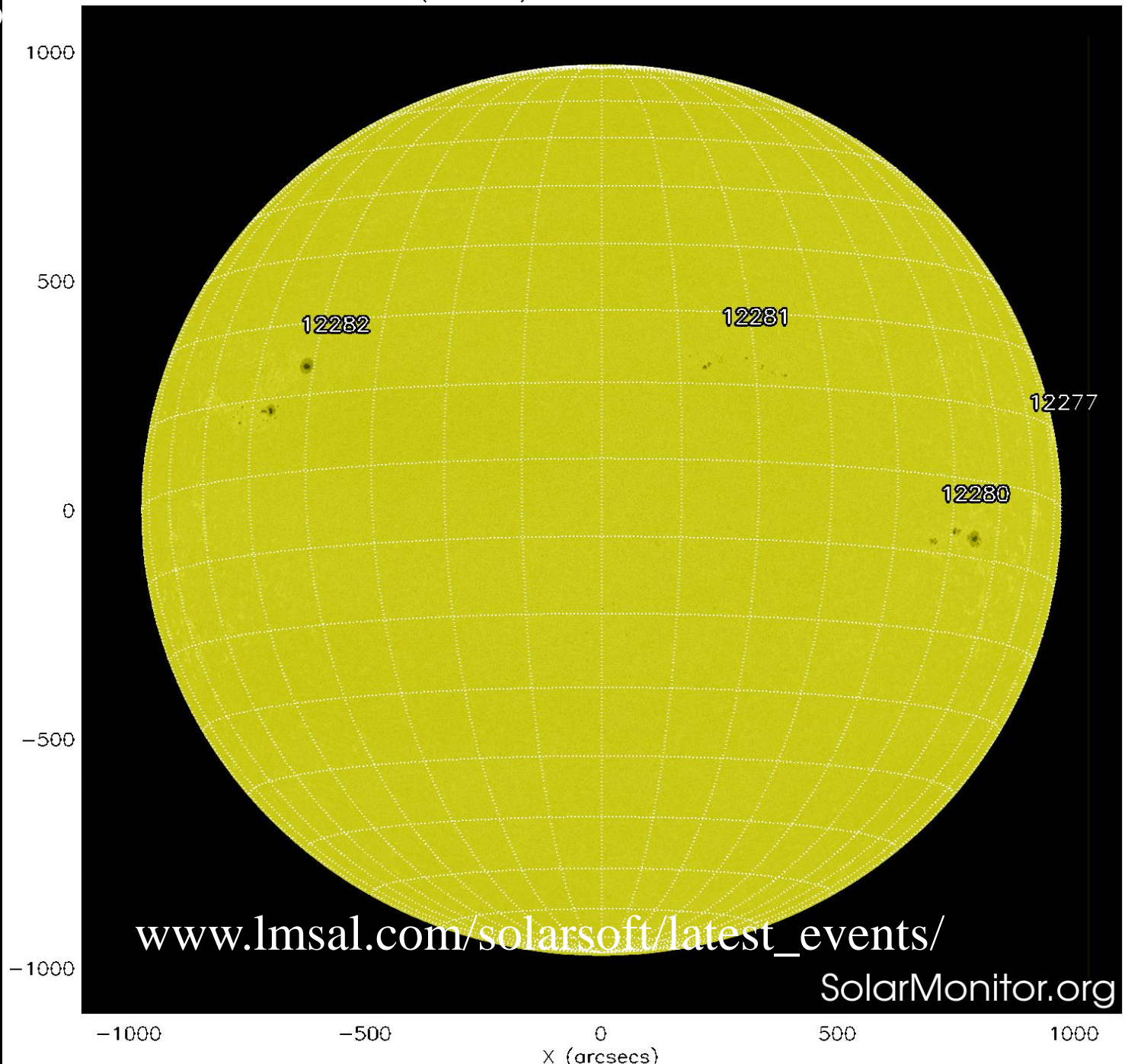
STEREO Ahead EUVI 304
2012-10-14 00:36:15



Each of these images was captured from a different perspective by one of NASA's Solar Terrestrial Relations Observatory (STEREO) spacecraft on 14 October 2012. The image on the left, STEREO-B, shows a dark vertical line slightly to the upper left of centre. Only by looking at the image on the right, captured at the same time by STEREO-A from a different location, is this feature revealed to be a giant prominence of solar material bursting through the sun's atmosphere.

11-2-2015

SDO HMI (6173 Å) 10-Feb-2015 21:46:10.800

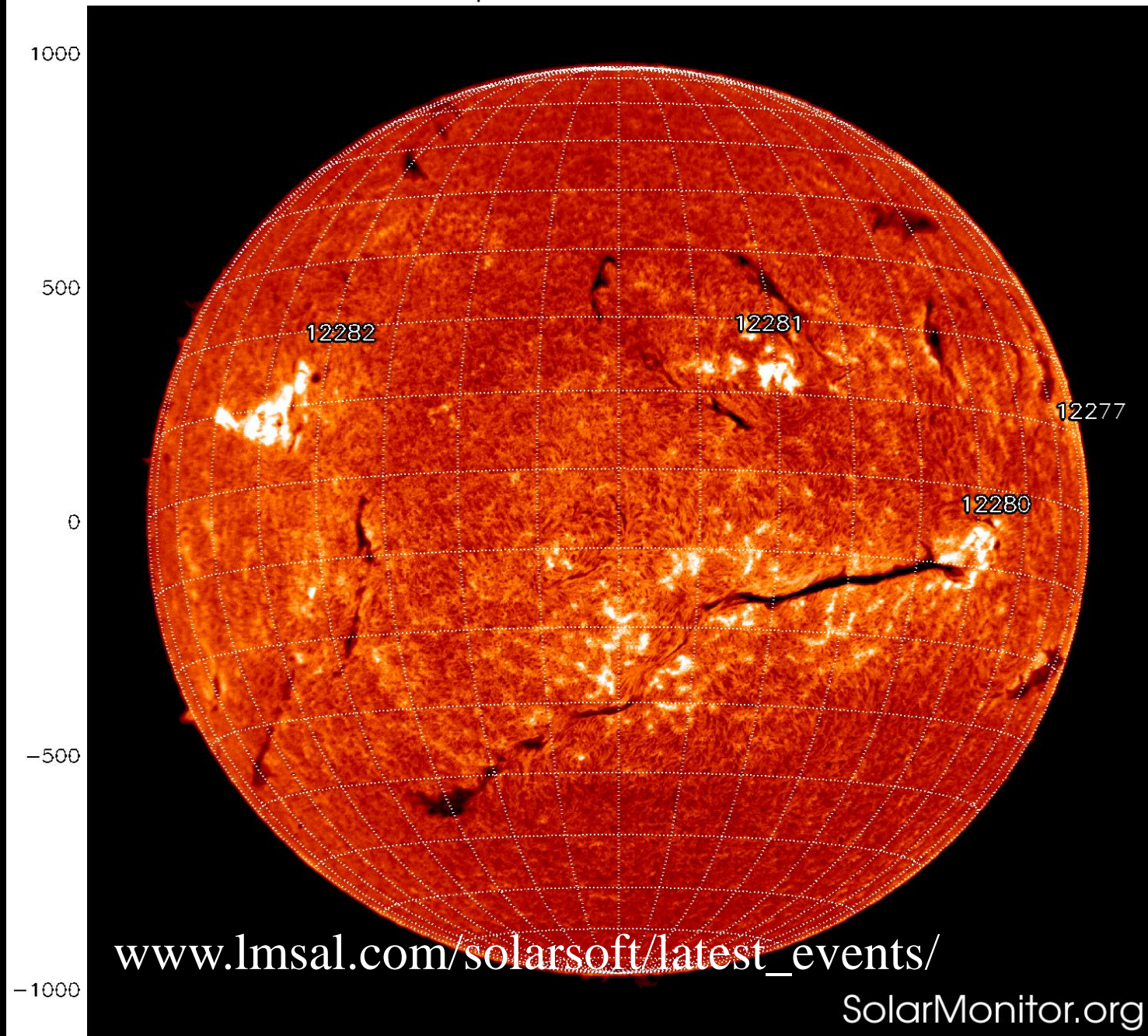


www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

SolarMonitor.org

11-2-2015
SDO

BBSO H-alpha 10-Feb-2015 21:30:36.000



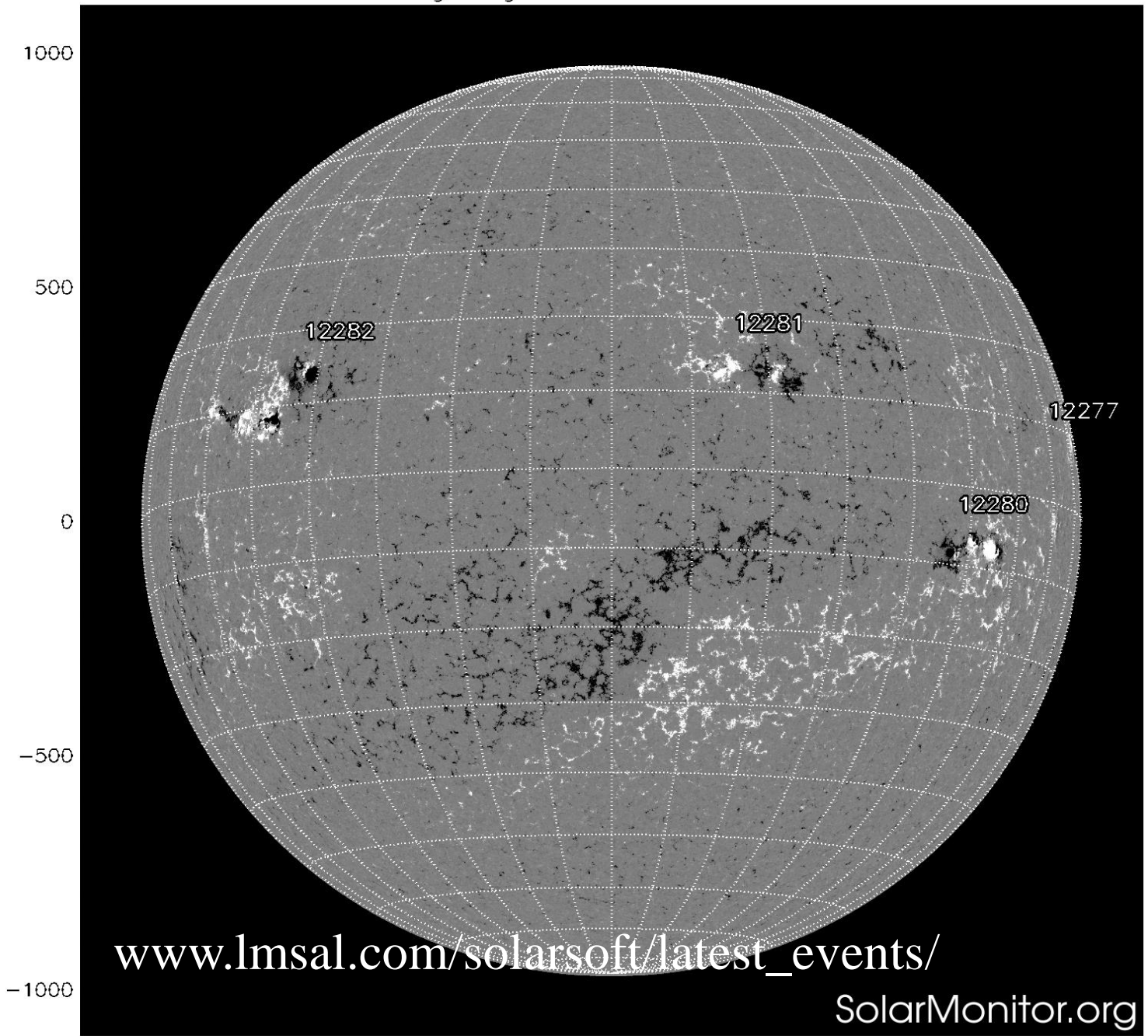
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

SolarMonitor.org

-1000 -500 0 500 1000
X (arcsecs)

11-2-2015
SDO

SDO HMI Magnetogram 10-Feb-2015 21:46:10.800



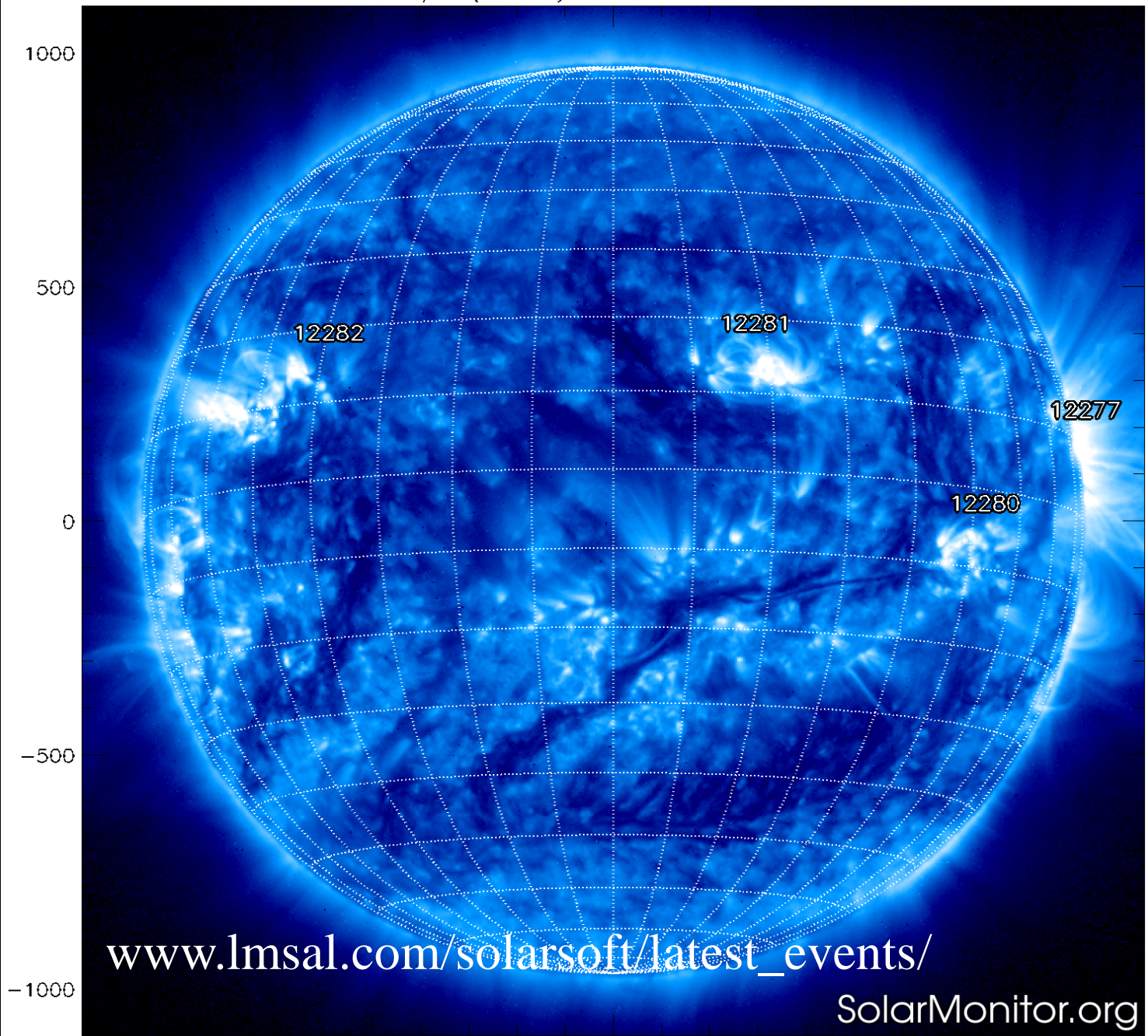
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

SolarMonitor.org

-1000 -500 0 500 1000
X (arcsecs)

11-2-2015
SDO

SWAP Fe IX/X (174 Å) 10-Feb-2015 19:47:29.202



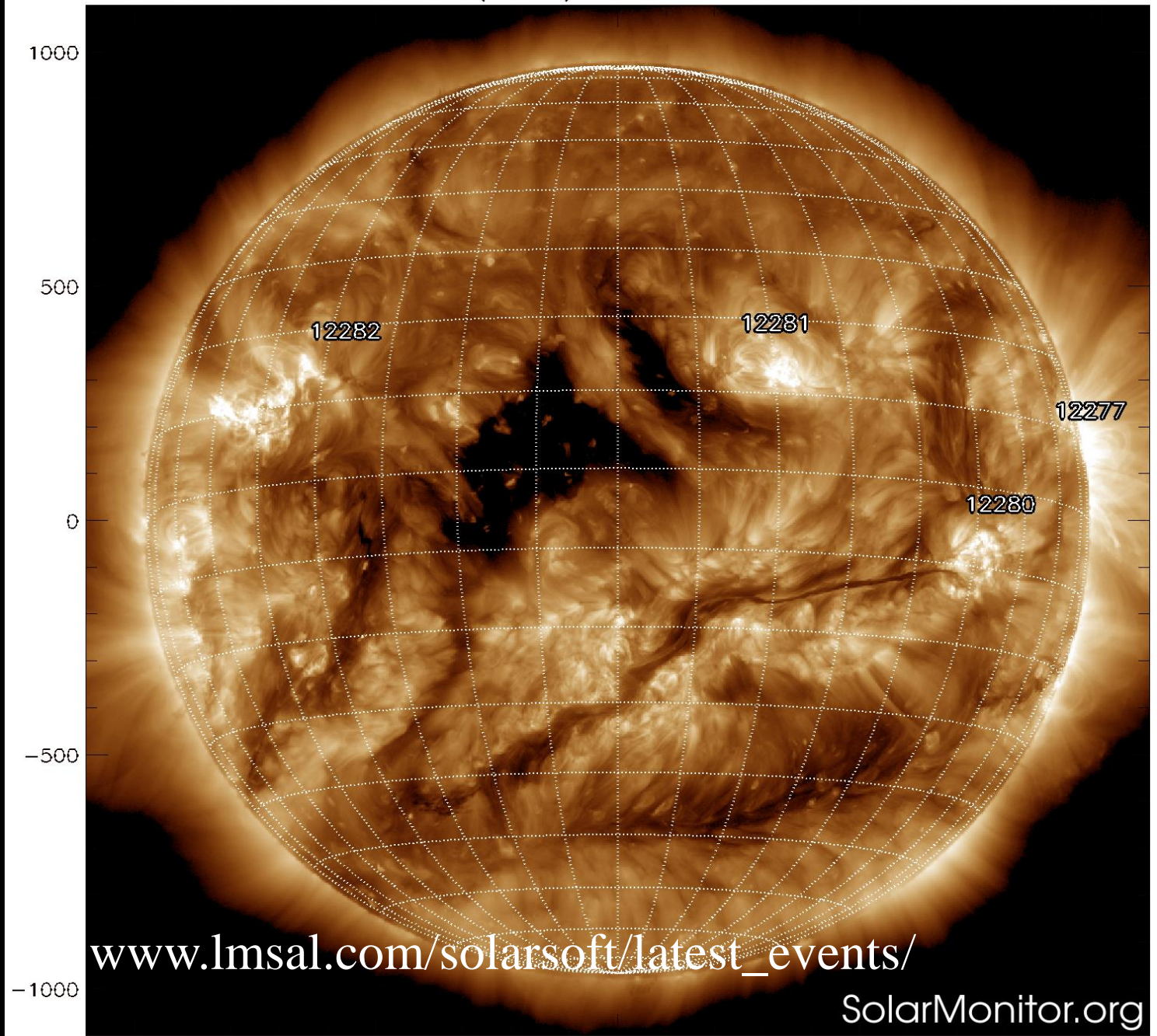
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

SolarMonitor.org

-1000 -500 0 500 1000

11-2-2015
SDO

SDO AIA Fe XII (193 Å) 10-Feb-2015 22:30:18.840



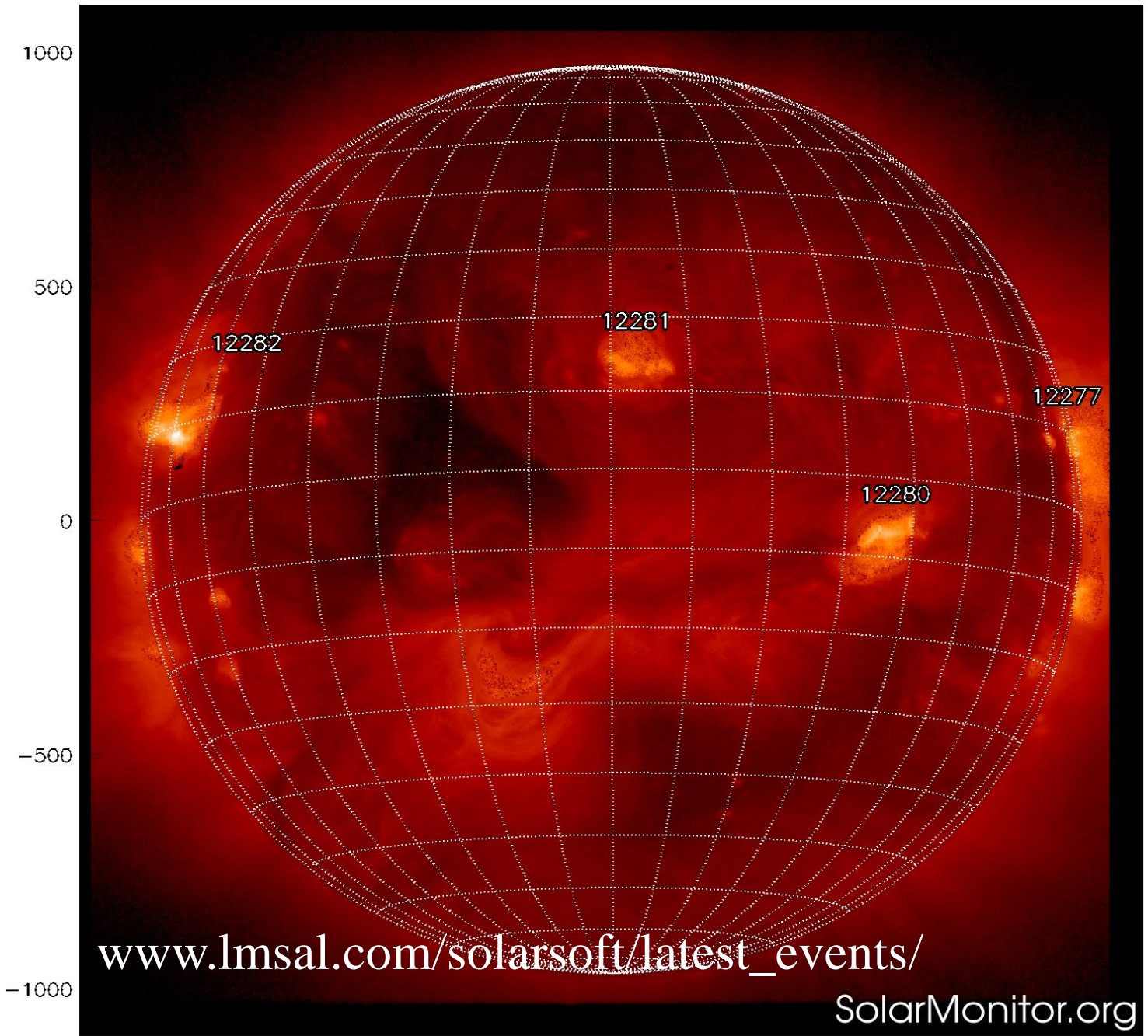
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

SolarMonitor.org

-1000 -500 0 500 1000

11-2-2015
Hinode


Hinode XRT 9-Feb-2015 17:41:10.905



www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

SolarMonitor.org

-1000 -500 0 500 1000

Date Search 

7 May 2015

NOAA Search 

←20150506 ←Week ←Rotation

Today

Rotation→ Week→ 20150508→

Main

Far-side

SDO short-wave

SDO long-wave

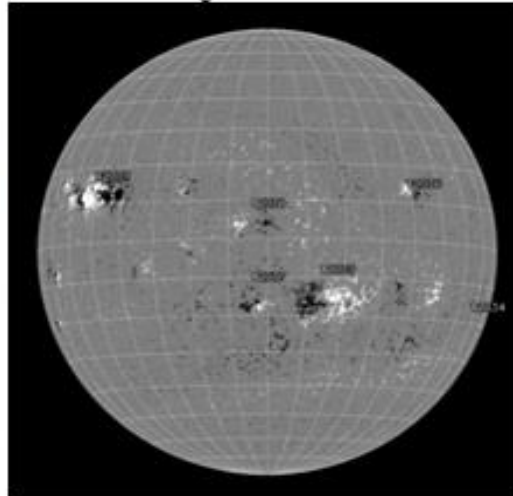
NOAA

6 Active Regions

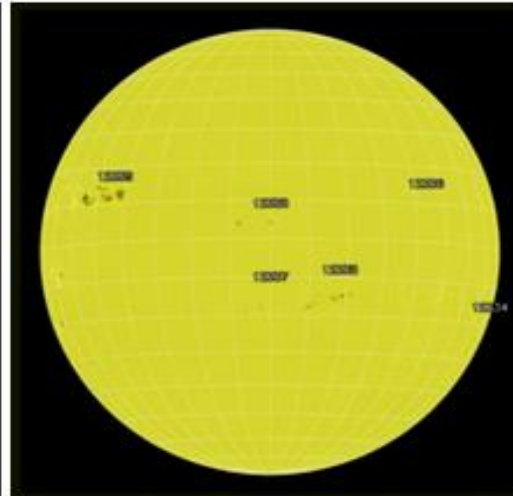
Flare Forecast

GOES
ACE
SDO/EVE
Events

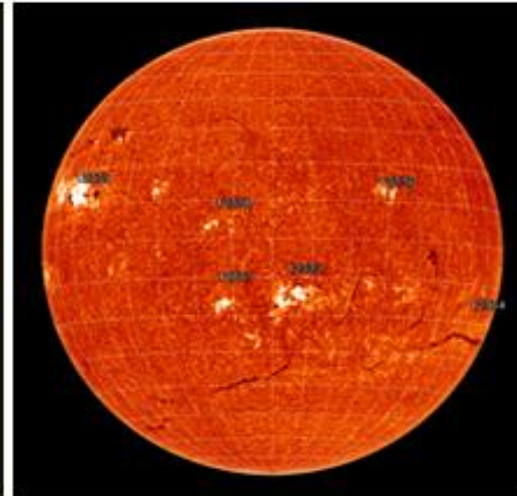
HMI Mag 20150507 22:58



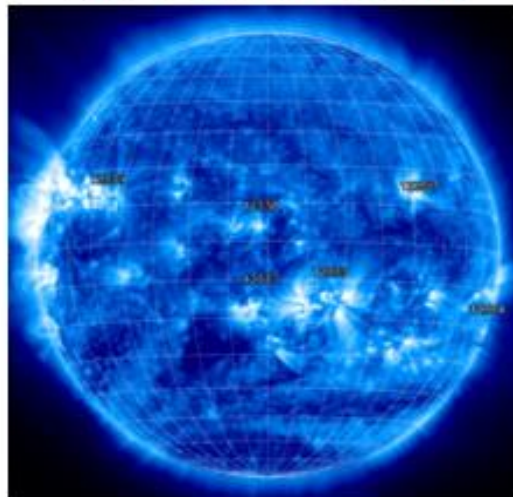
HMI 6173Å 20150507 22:58



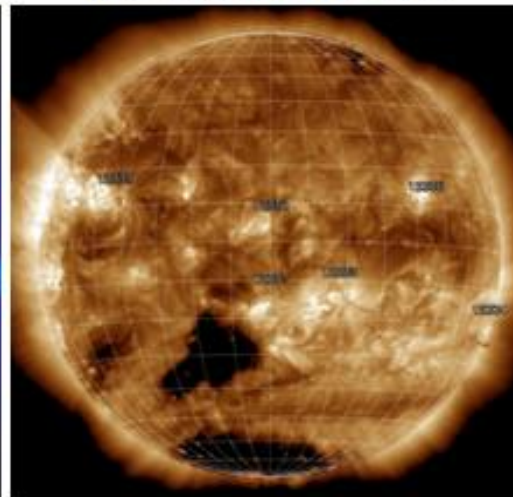
GHN Hα 20150507 06:06



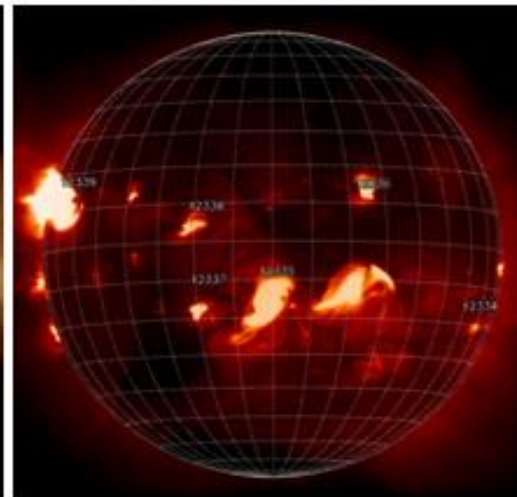
SWAP 174Å 20150507 20:37



AIA 193Å 20150507 23:29



XRT 20150506 18:29




LATEST Most Active Region -- NOAA 12339 -- 14 C-class flares



IDL
Access

Date Search 

2 April 2013

NOAA Search 

←20130401 ←Week ←Rotation

Today

Rotation⇒ Week⇒ 20130403⇒

Main

Far-side

SDO short-wave

SDO long-wave

NOAA

9 Active Regions

SMART

No Data

CHARM

No Data

GOES

ACE

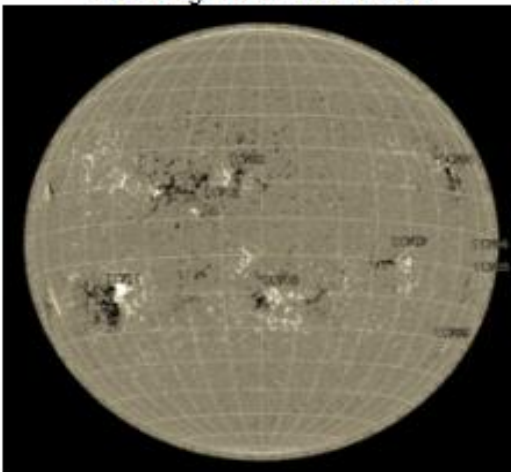
SDO/EVE

GeoMag

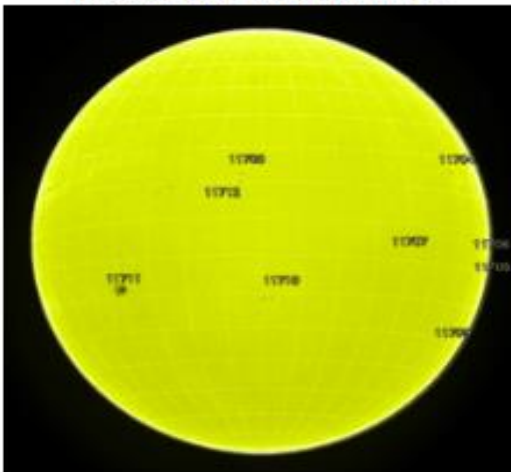
Events

Forecast

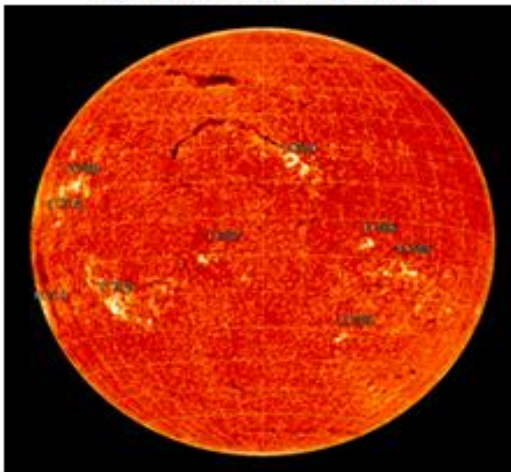
HMI Mag 20130402 19:15



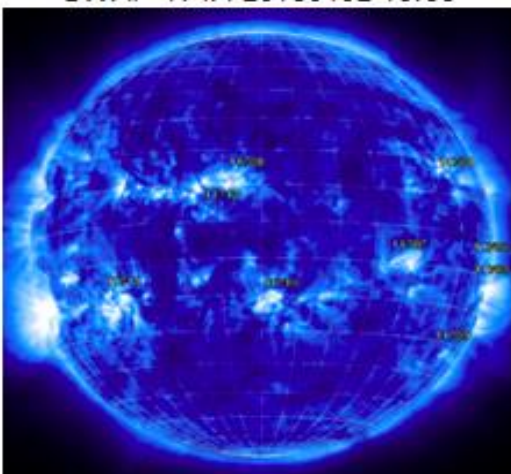
AIA 4500A 20130402 20:00



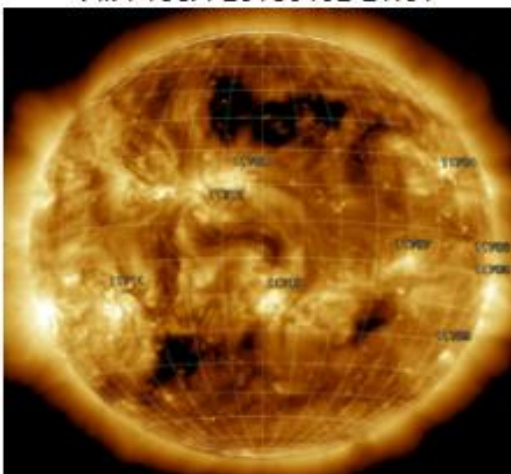
GHN Hα 20130330 07:09



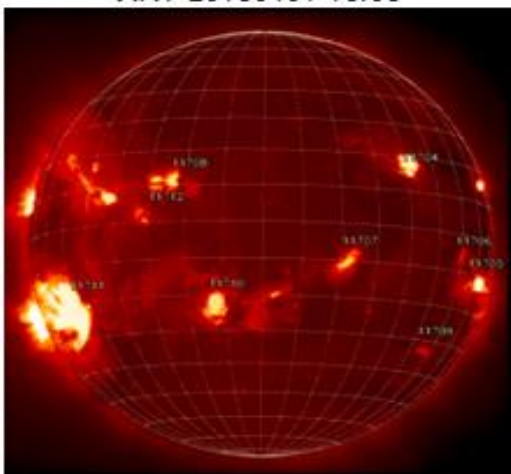
SWAP 174A 20130402 19:55



AIA 193A 20130402 21:01



XRT 20130401 18:03



LATEST Activity Level -- VERY LOW -- no flares in past two days



IDL Access

Date Search 

2 April 2013

NOAA Search 

←20130401 ←Week ←Rotation
Main

Today

Rotation⇒ Week⇒ 20130403⇒
SDO long-wave

Far-side

SDO short-wave

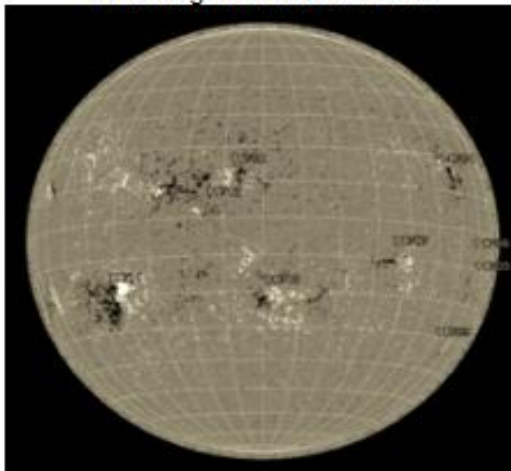
NOAA
9 Active
Regions

SMART
No Data

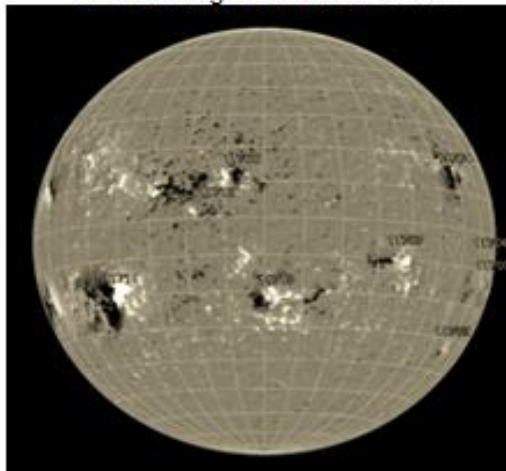
CHARM
No Data

GOES
ACE
SDO/EVE
GeoMag
Events
Forecast

HMI Mag 20130402 19:15



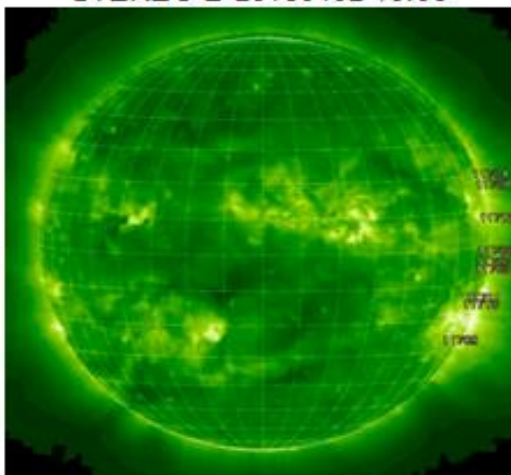
SOLIS Mag 20130402 16:28



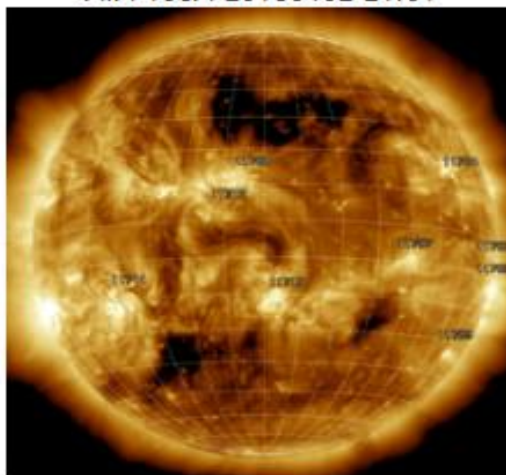
No Time Data Available



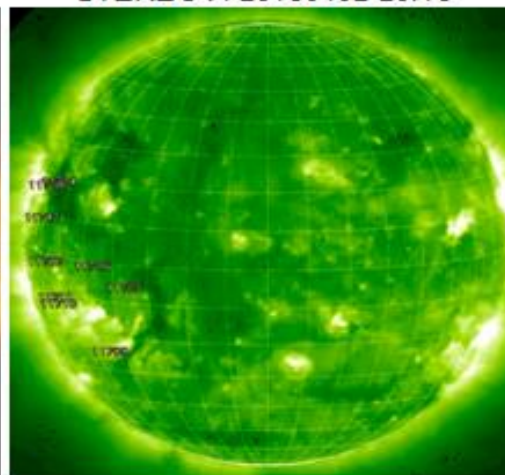
STEREO B 20130402 19:06



AIA 193A 20130402 21:01



STEREO A 20130402 20:15



IDL
Access

LATEST Activity Level -- VERY LOW -- no flares in past two days



Date Search

2 April 2013

NOAA Search

←20130401 ←Week ←Rotation
Main

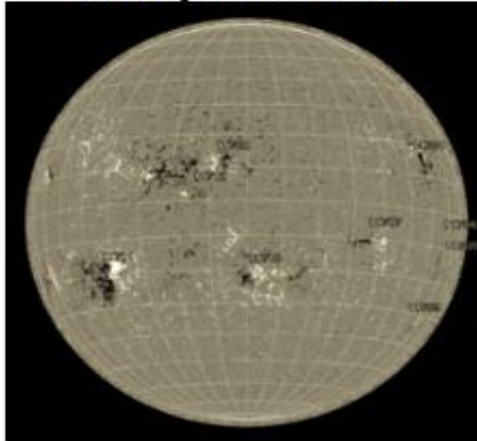
Far-side Today
SDO short-wave

Rotation→ Week→ 20130403→
SDO long-wave

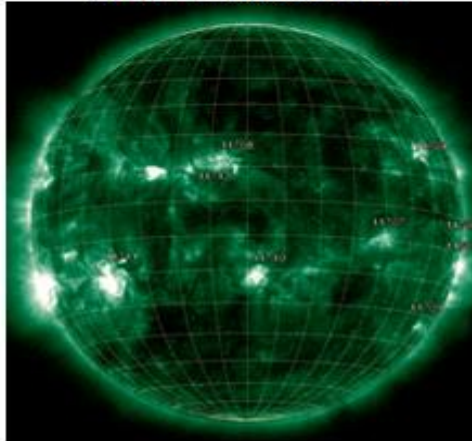
NOAA
9 Active
Regions
SMART
No Data
CHARM
No Data

GOES
ACE
SDO/EVE
GeoMag
Events
Forecast

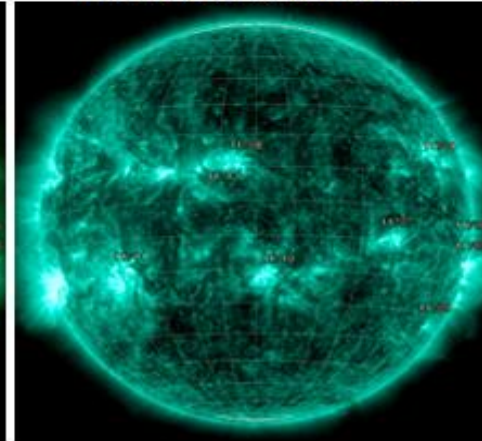
HMI Mag 20130402 19:15



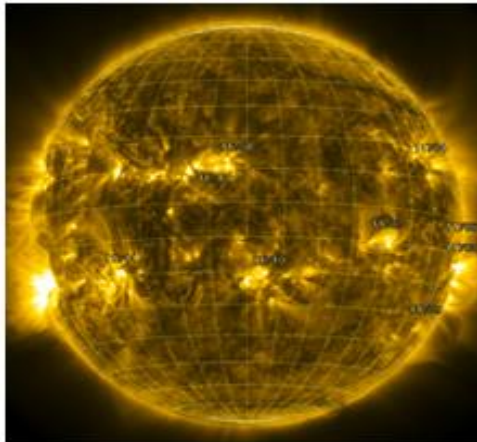
AIA 94A 20130402 21:04



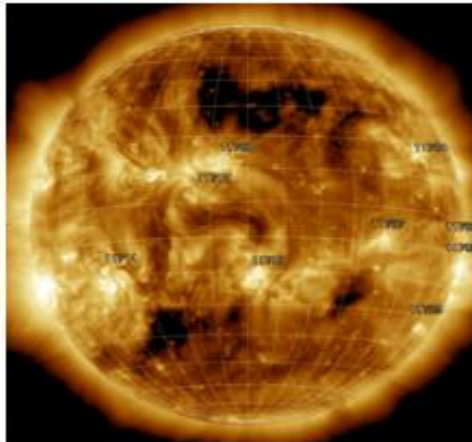
AIA 131A 20130402 21:04



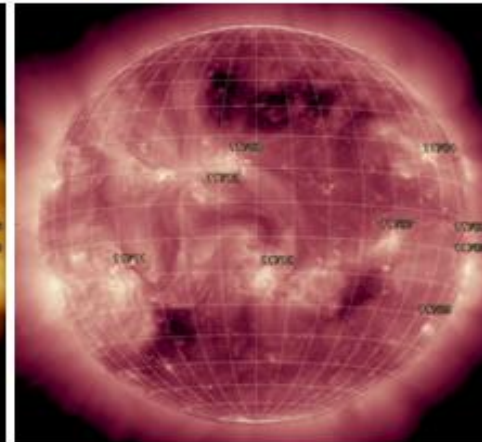
AIA 171A 20130402 21:01



AIA 193A 20130402 21:01



AIA 211A 20130402 21:04



IDL
Access

LATEST Region most likely to flare: NOAA 11711 -- Probabilities: X(0%) M(25%) C(51%)



Date Search

2 April 2013

NOAA Search

←20130401 ←Week ←Rotation

Today

Rotation→ Week→ 20130403→

Main

Far-side

SDO short-wave

SDO long-wave

NOAA

9 Active Regions

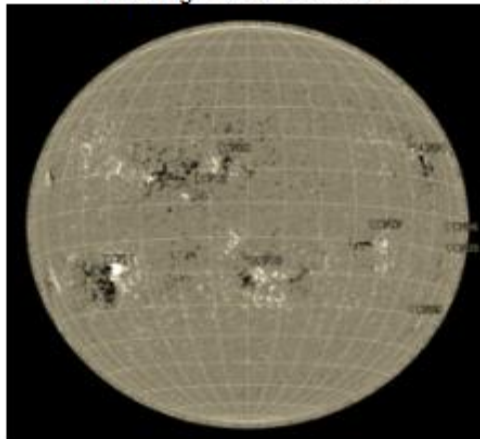
SMART

No Data

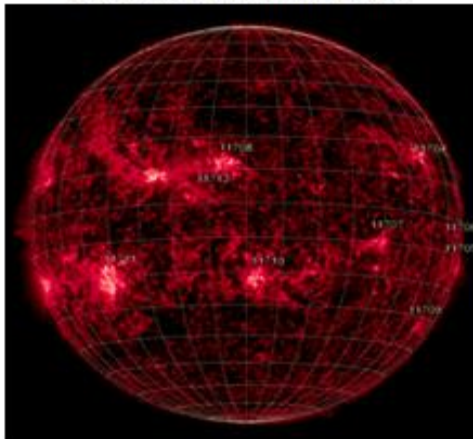
CHARM

No Data

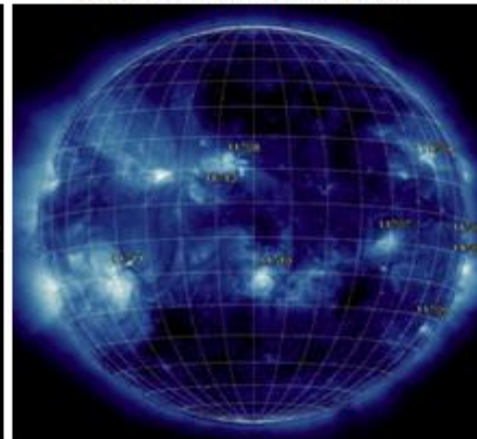
HMI Mag 20130402 19:15



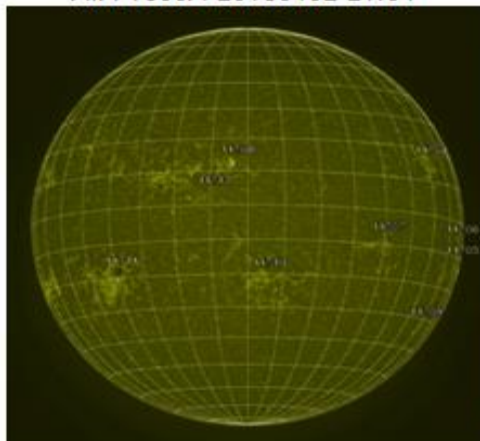
AIA 304A 20130402 21:01



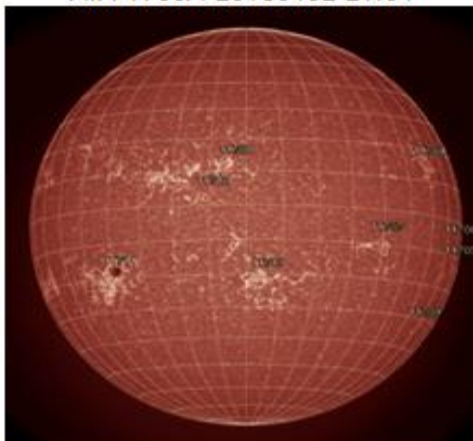
AIA 335A 20130402 21:04



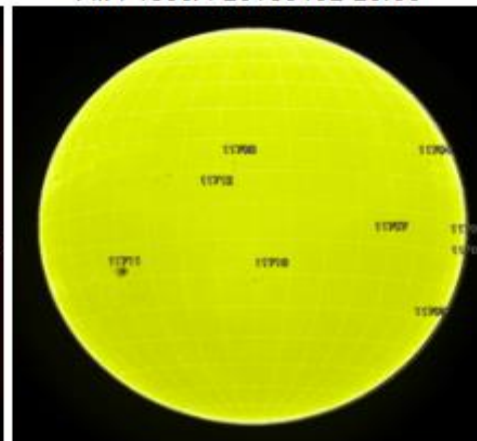
AIA 1600A 20130402 21:04



AIA 1700A 20130402 21:04



AIA 4500A 20130402 20:00



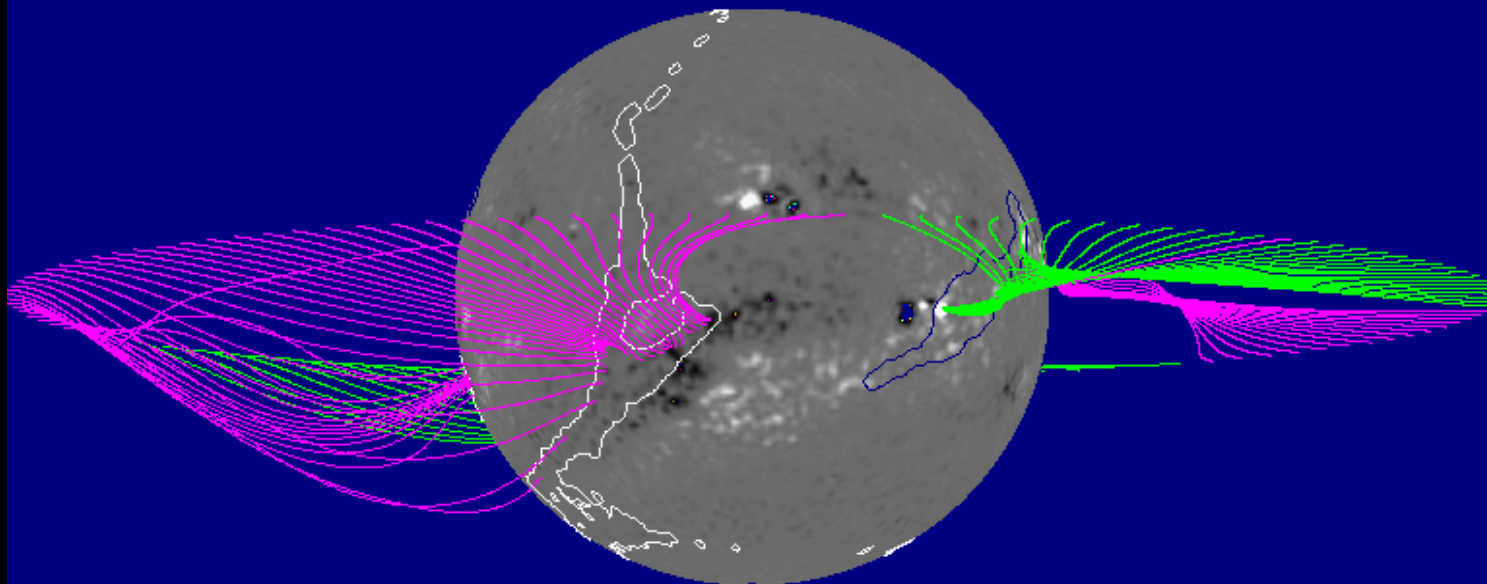
GOES
ACE
SDO/EVE
GeoMag
Events
Forecast

IDL
Access

LATEST Region most likely to flare: NOAA 11711 -- Probabilities: X(0%) M(25%) C(51%)

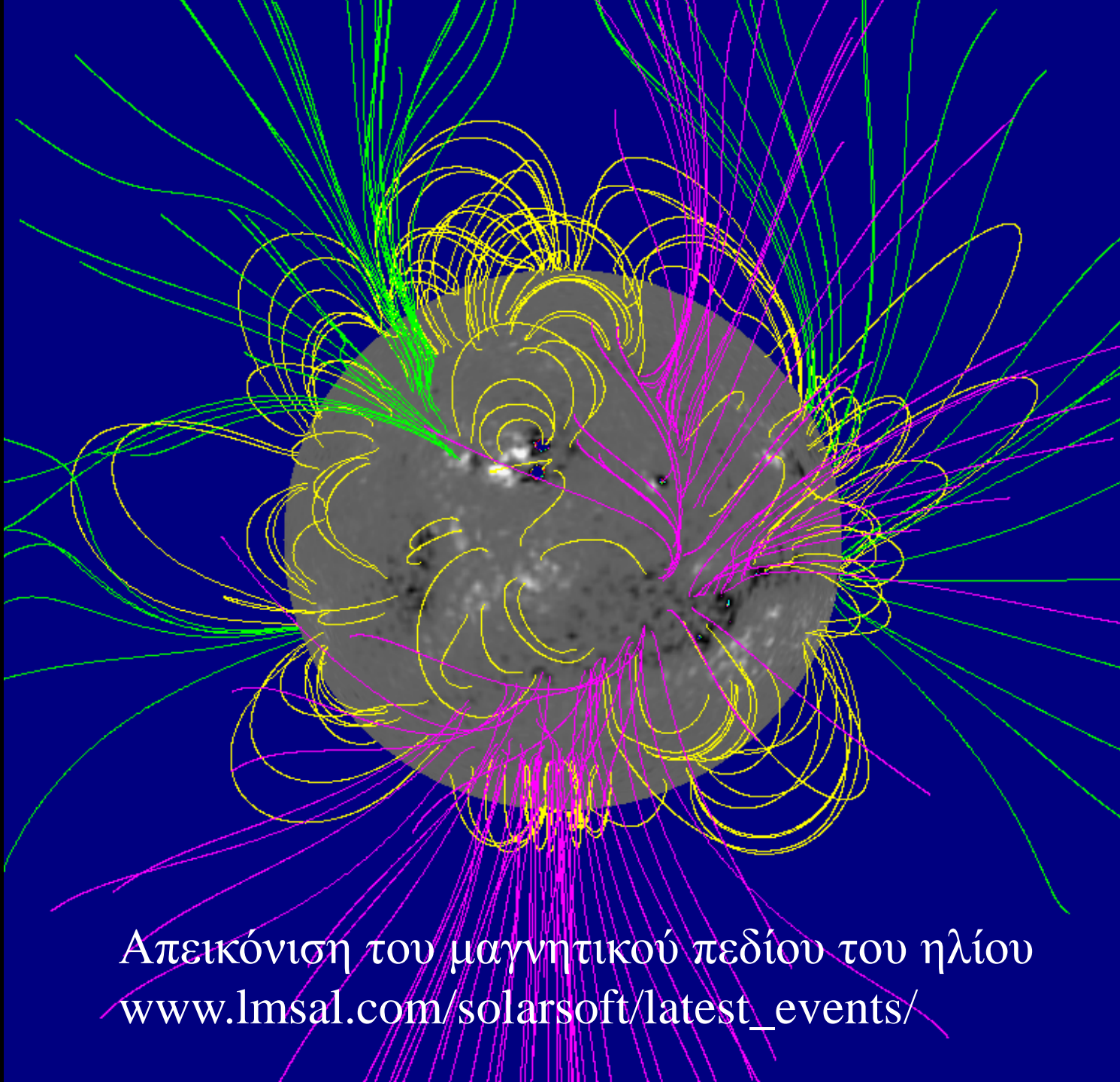


11-2-2015

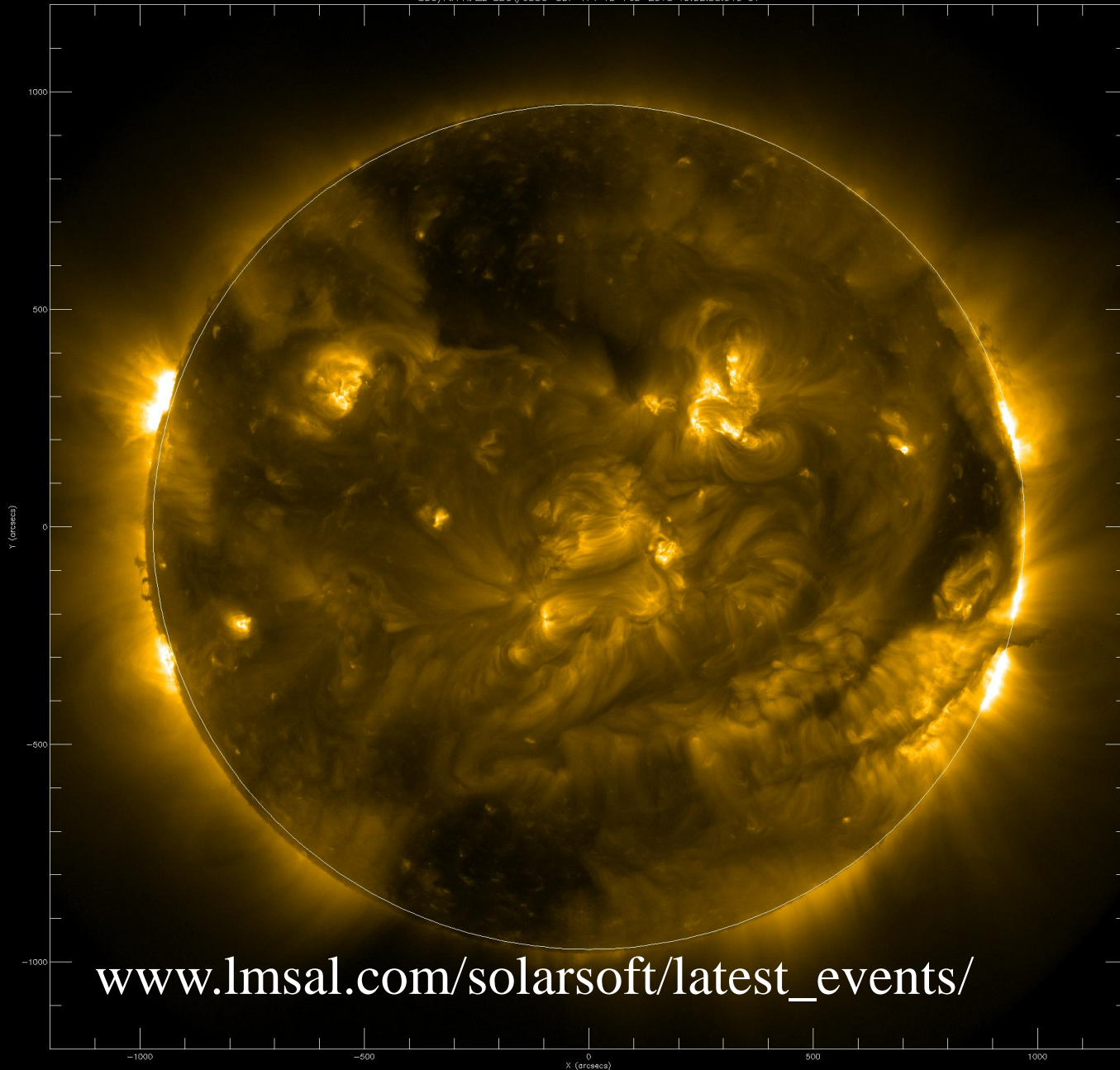


Ο μαγνητικός ισημερινός του Ηλίου
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

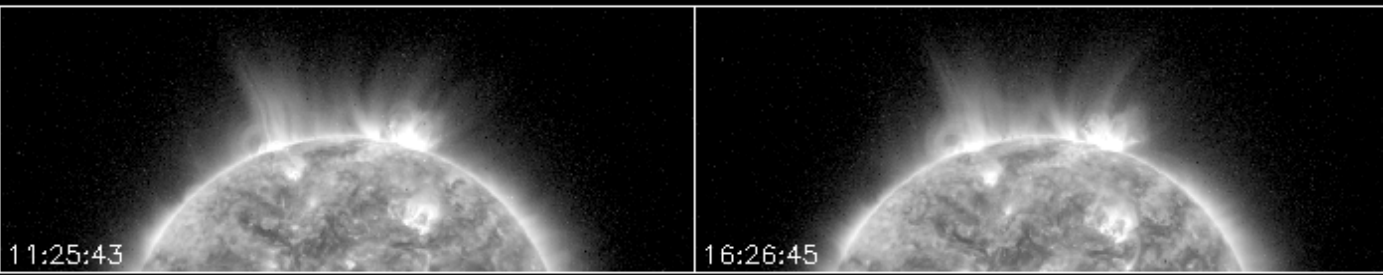
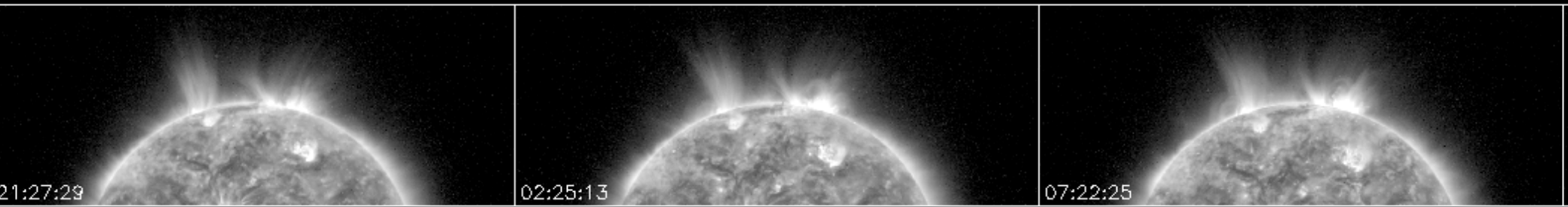
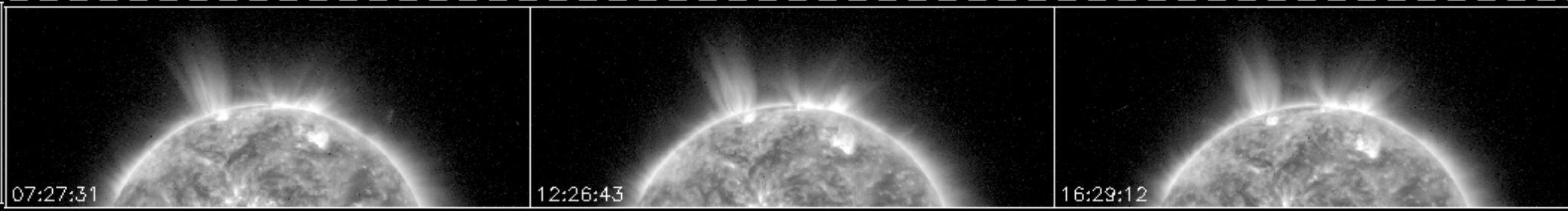
11-2-2015



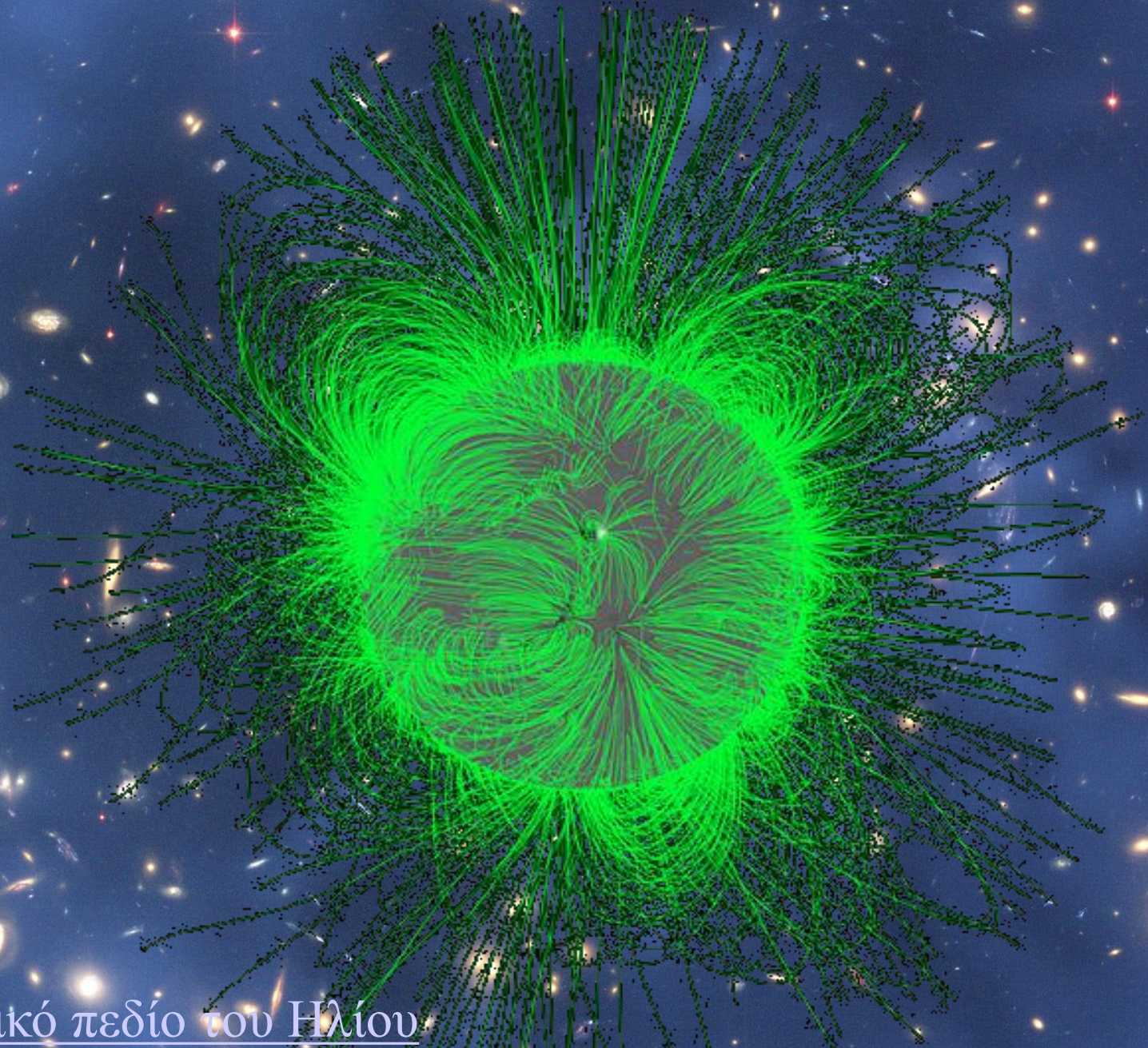
Απεικόνιση του μαγνητικού πεδίου του ηλίου
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/



www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/

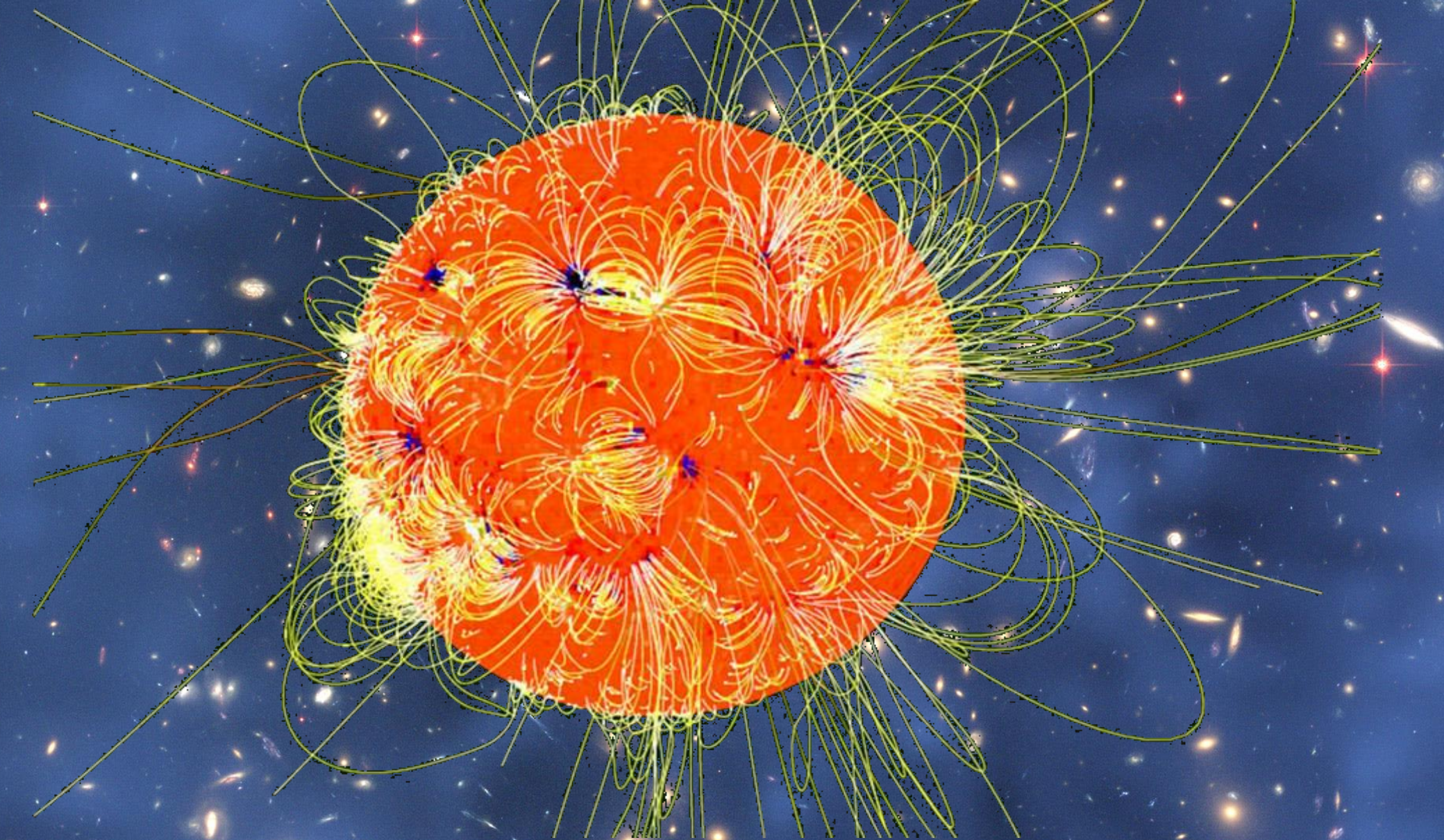


Διαδοχικές εικόνες στην διάρκεια σχετικά μικρής ηλιακής έκλαμψης
www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/



Μαγνητικό πεδίο του Ηλίου

http://www.nasa.gov/pdf/417176main_SDO_Guide_CMV.pdf



Μαγνητικό πεδίο του Ηλίου

https://www2.mps.mpg.de/de/projekte/solar-corona3d/index_print.html

Οι νόμοι του Κέπλερ

Ελλειπτική, **σχεδόν κυκλική** τροχιά:

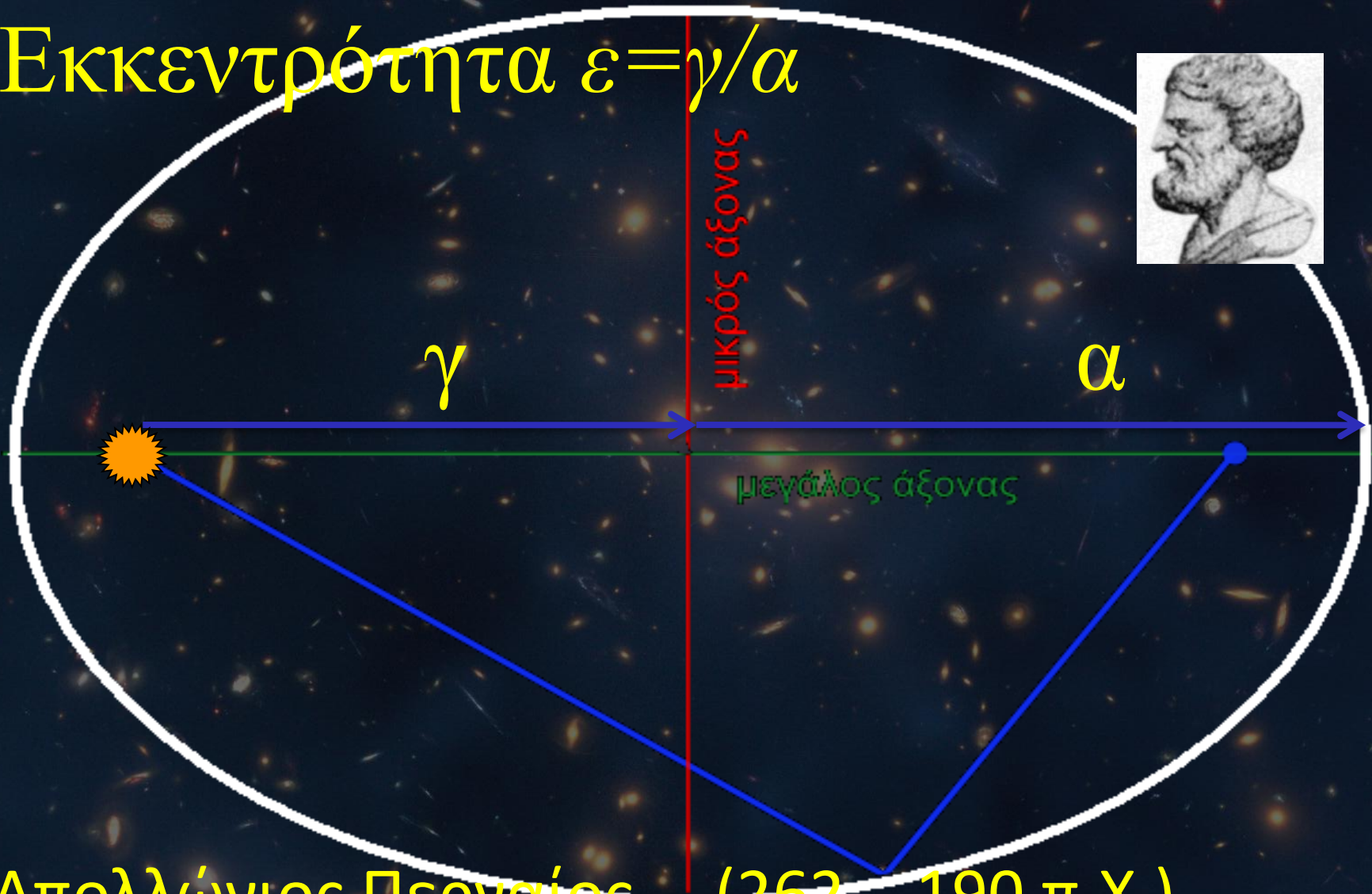
1η Ιανουαρίου η απόσταση Γη ελάχιστη 147.100.000 χλμ (km)

2α Ιουλίου μέγιστη απόσταση 152.100.000 χλμ (km).

μέση τιμή απόστασης είναι 149.504.312 km (αστρονομική μονάδα).



Εκκεντρότητα $\varepsilon = \gamma/\alpha$



Απολλώνιος Περγαίος (262 - 190 π.Χ.)

ΚΩΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ: ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ

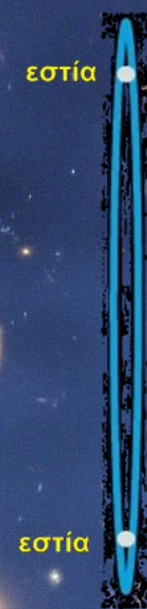
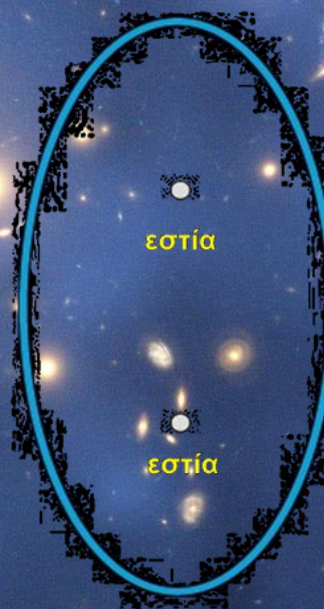
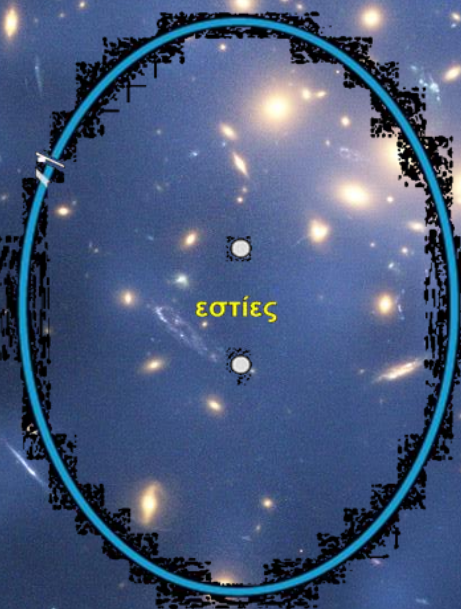
εκκεντρότητα $e = 0$ κύκλος

ελλείψεις $e = 0.66$

$e = 0.87$

$e = 0.96$

$e = 0.999$



Νόμοι Κέπλερ

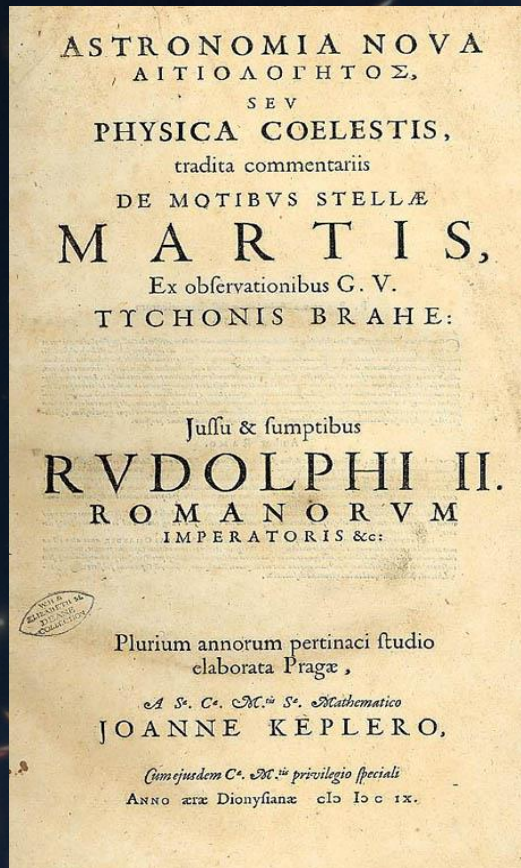
- **1ος Νόμος Έλλειψη:** τροχιά των πλανητών είναι *έλλειψη* και ο Ήλιος είναι στη μία εστία.
- **2ος Νόμος ίσων εμβαδών:** Η επιβατική ακτίνα που ενώνει τον Ήλιο και τον κάθε πλανήτη διαγράφει σε ίσους χρόνους ίσα εμβαδά.
- **3ος Νόμος αρμονικός:** Το τετράγωνο της περιόδου περιφοράς του κάθε πλανήτη είναι *ανάλογο* με τον **κύβο του μήκους του μεγάλου ημιάξονα** της έλλειψης που διαγράφει.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} r^2 \dot{\theta} \right) = 0$$

$$P^2 \propto a^3$$

$$\left(\frac{P}{2\pi} \right)^2 = \frac{a^3}{G(M+m)}$$

Johannes Kepler (1571–1630)



περιήλιο

$$r_{\min} = \frac{p}{1 + \epsilon}.$$

Μέγας ημιάξων
είναι ο γεωμετρικός
μέσος

$$b = (r_{min} r_{max})^{1/2}$$

$$b = \sqrt{r_{min} r_{max}} = \frac{p}{\sqrt{1 - \epsilon^2}}.$$

Kepler τροχιές πλανητών και της Σελήνης

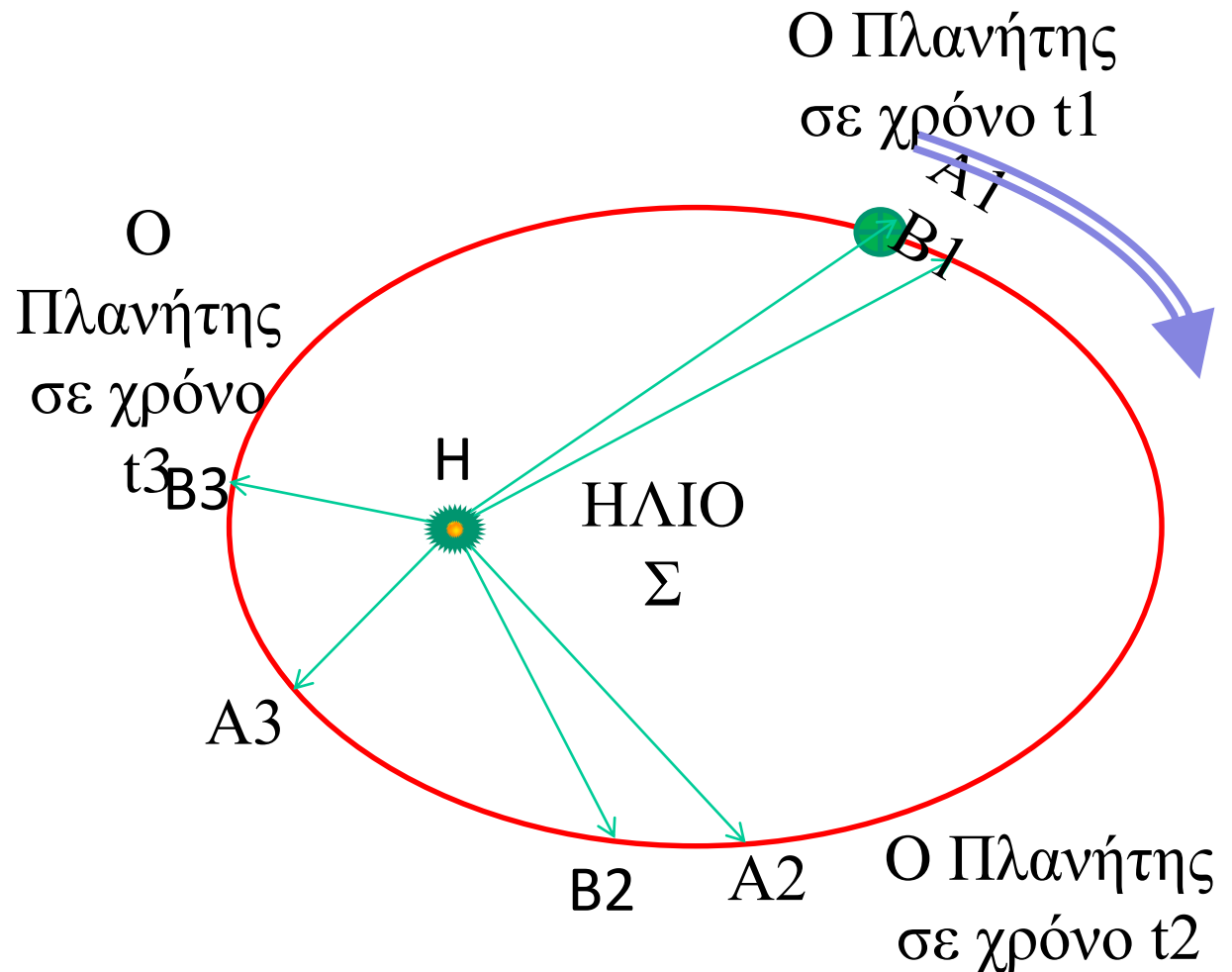
Οι πλανήτες κινούνται γύρω από τον Ήλιο κάτω από την επίδραση της βαρυτικής δύναμης.

Ομοίως η Σελήνη κινείται γύρω από τη Γη λόγω της βαρύτητας της Γης

Πρώτος και δεύτερος νόμος Kepler για τις τροχιές πλανητών

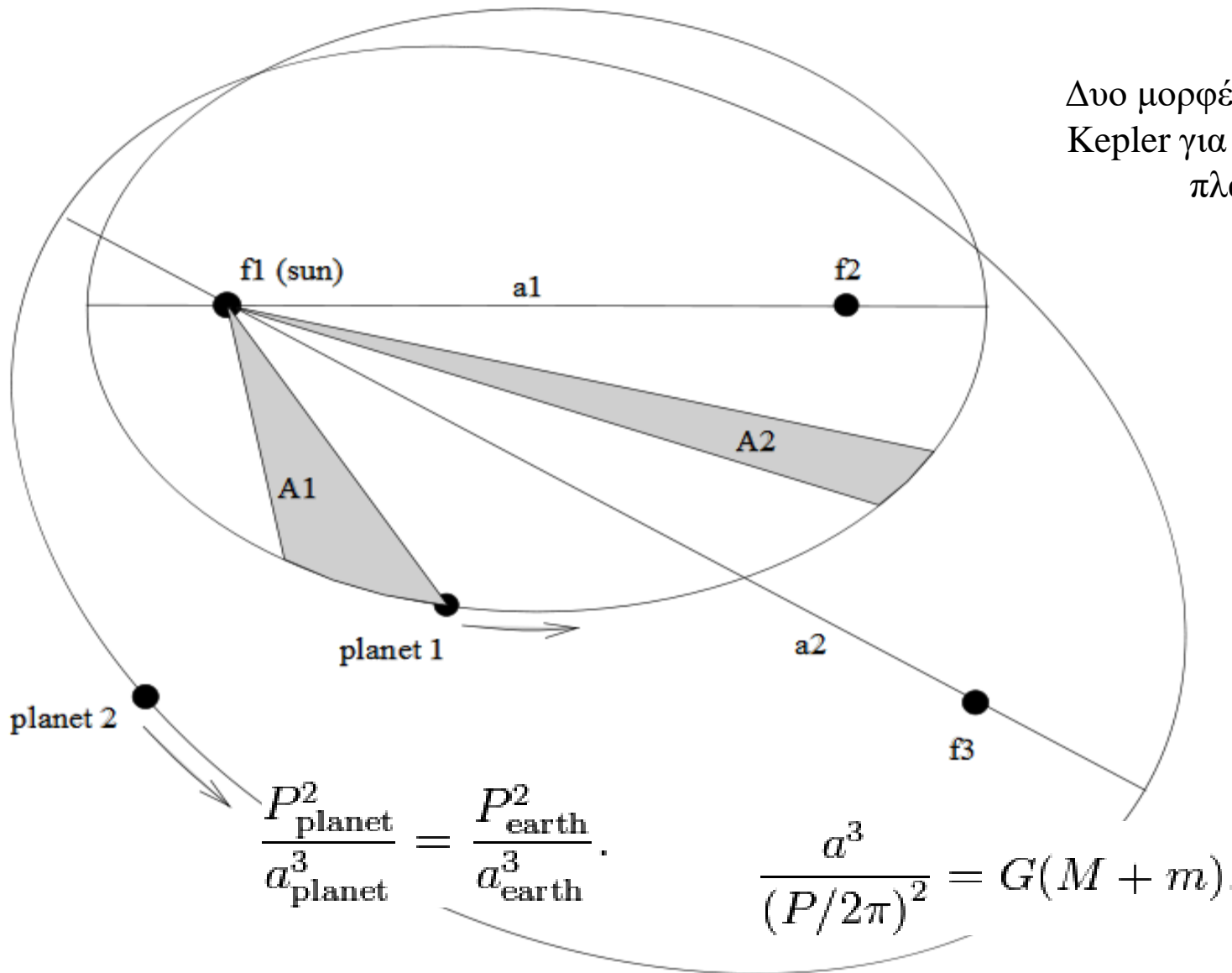
1) Η τροχιά είναι έλλειψη, με τον ήλιο σε μια από τις δυο εστίες της

2) Η επιβατική ακτίνα του πλανήτη (HA, HB κ.λπ.) διατρέχει ίσα εμβαδά σε ίσους χρόνους



τροχιές πλανητών σύμφωνα με τους νόμους του Kepler

Δυο μορφές Τρίτου νόμου
Kepler για τις τροχιές των
πλανητών

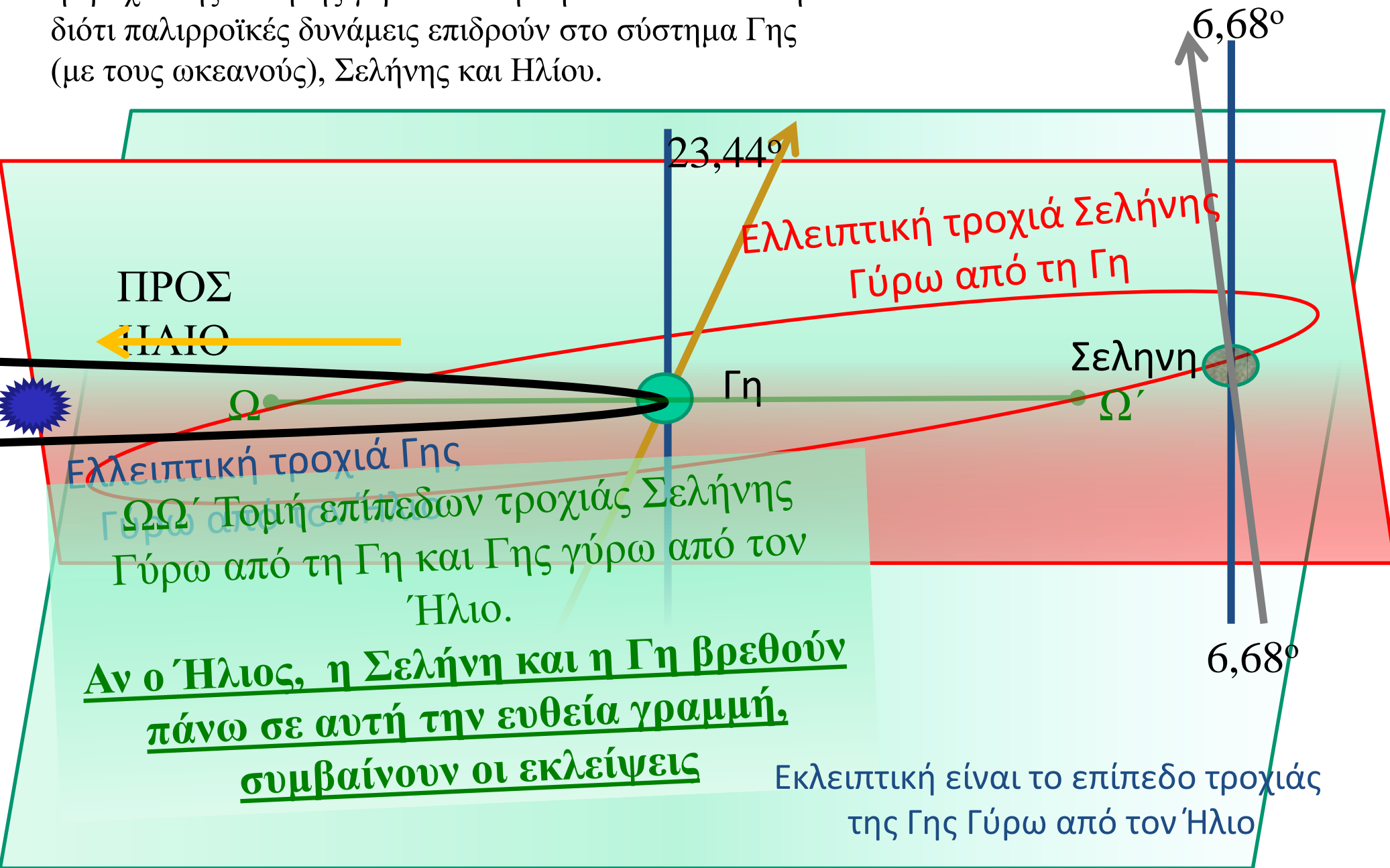


- Η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι πολύπλοκή διότι η Γη και η Σελήνη δεν είναι μόνες τους στο Σύμπαν, αλλά
- **Επιδρά σε αυτές και η βαρύτητα του Ηλίου.**
- **Επιπλέον οι δυνάμεις της παλίρροιας στους ωκεανούς της Γης κάνουν την κίνηση πιο πολύπλοκη.**

- Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα να **αλλάζει το επίπεδο της τροχιάς της Σελήνης γύρω από τη Γη, να ταλαντώνεται γύρω από μια μέση θέση.**

- Η **Σελήνη επανέρχεται στο ίδιο σημείο του ουρανού με την ίδια φάση** (π.χ. νέα Σελήνη, πρώτο τέταρτο, πανσέληνος κ.λπ.) **κάθε 19 έτη** (περίοδος του Μέτωνα, που ακολουθεί και το Ορθόδοξο Πάσχα) ή με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια **κάθε 76 έτη** (περίοδος του Καλλίππου), χρονικές περίοδοι που αναφέρονται στο εγχειρίδιο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων και χρησιμοποιούνται στα ημερολόγια του Μηχανισμού των Αντικυθήρων

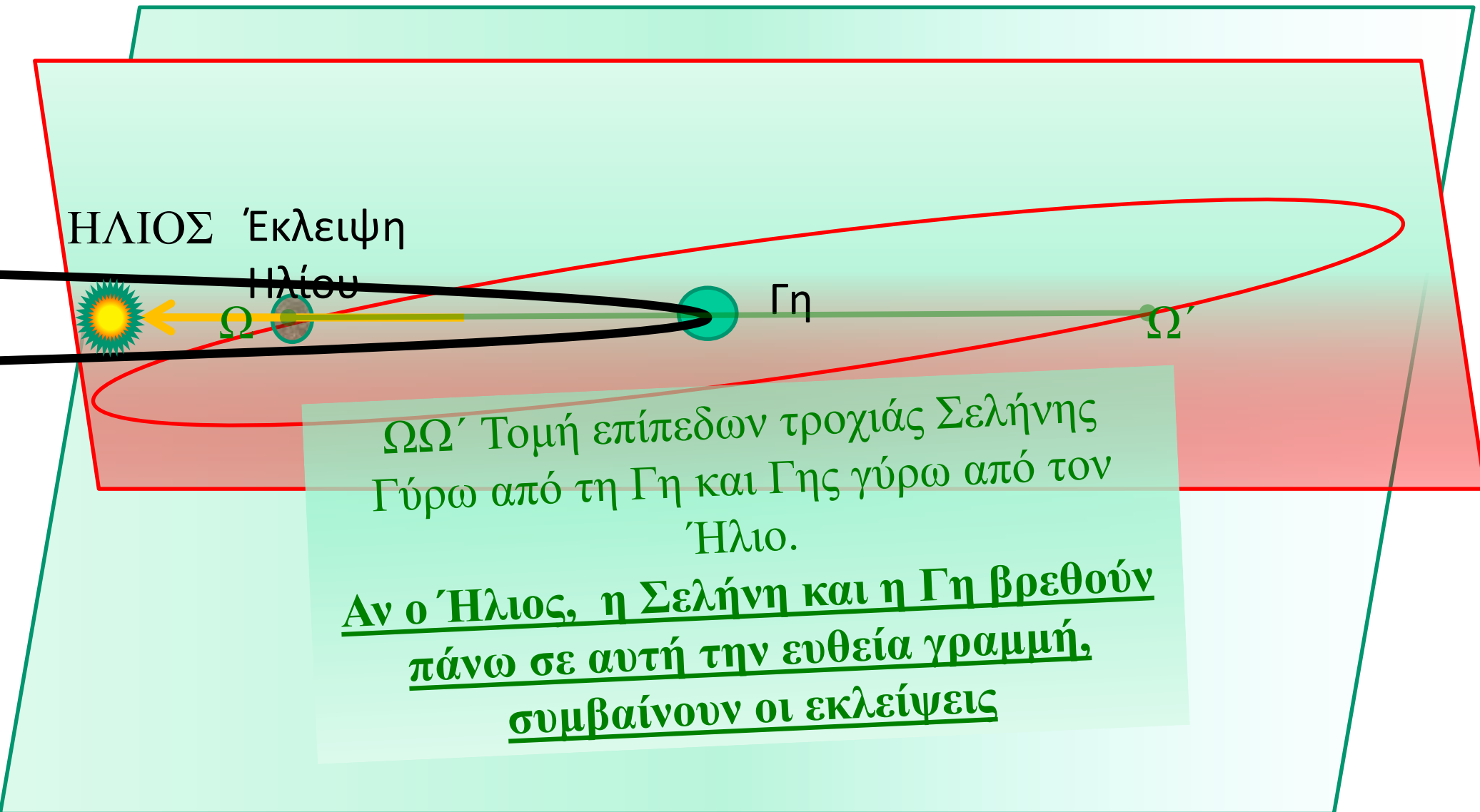
η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι πολύπλοκη
διότι παλιρροϊκές δυνάμεις επιδρούν στο σύστημα Γης
(με τους ωκεανούς), Σελήνης και Ηλίου.



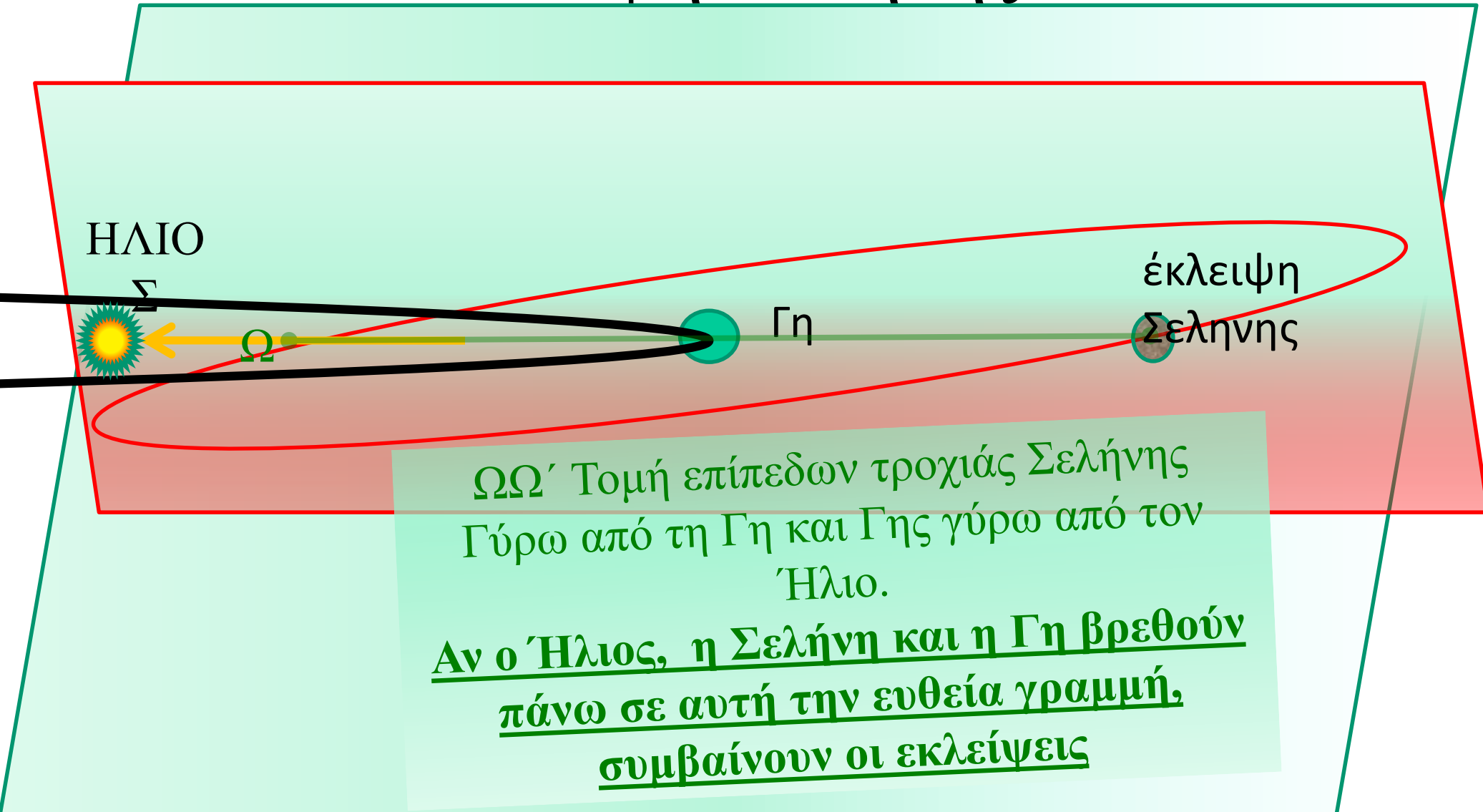
Αν ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη βρεθούν
πάνω σε αυτή την ευθεία γραμμή,
συμβαίνουν οι εκλείψεις

Εκλειπτική είναι το επίπεδο τροχιάς
της Γης γύρω από τον Ήλιο

Έκλειψη Ηλίου



Έκλειψη Σελήνης



Ιστορικά
στοιχεία
παρατηρήσεων
ήλιου



Sun, ΗΛΙΟΣ

- Οι αντιλήψεις των αρχαίων στην Ελλάδα για τον Ήλιο είναι ρεαλιστικές από την αρχαιότητα



Sun, ΗΛΙΟΣ

- Anaxagoras: The Sun is extremely hot
 - Αναξαγόρας: ΜΥΔΡΟΝ
- Plato: The Sun is made of fire
 - Πλάτων: ΤΗΝ ΔΕ ΟΥΣΙΑΝ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΕΚ ΠΥΡΟΣ ΕΙΝΑΙ ΦΗΣΙ
- Physicists: The Sun is made of gases
 - Τινές των Φυσικών: ΕΞ ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΝΕΦΩΝ ΑΥΤΟΝ ΕΙΝΑΙ
- Philolaus: The Sun is hot
 - Φιλόλαος: ΠΥΡΩΔΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΥΓΕΣ
- Philolaus: Aetherian fire gives solar energy
 - Φιλόλαος: το αιθέριο πυρ δίνει την ενέργεια
- Stoics: The Sun is spherical
 - Στωικοί: ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΣΦΑΙΡΟΕΙΔΕΣ

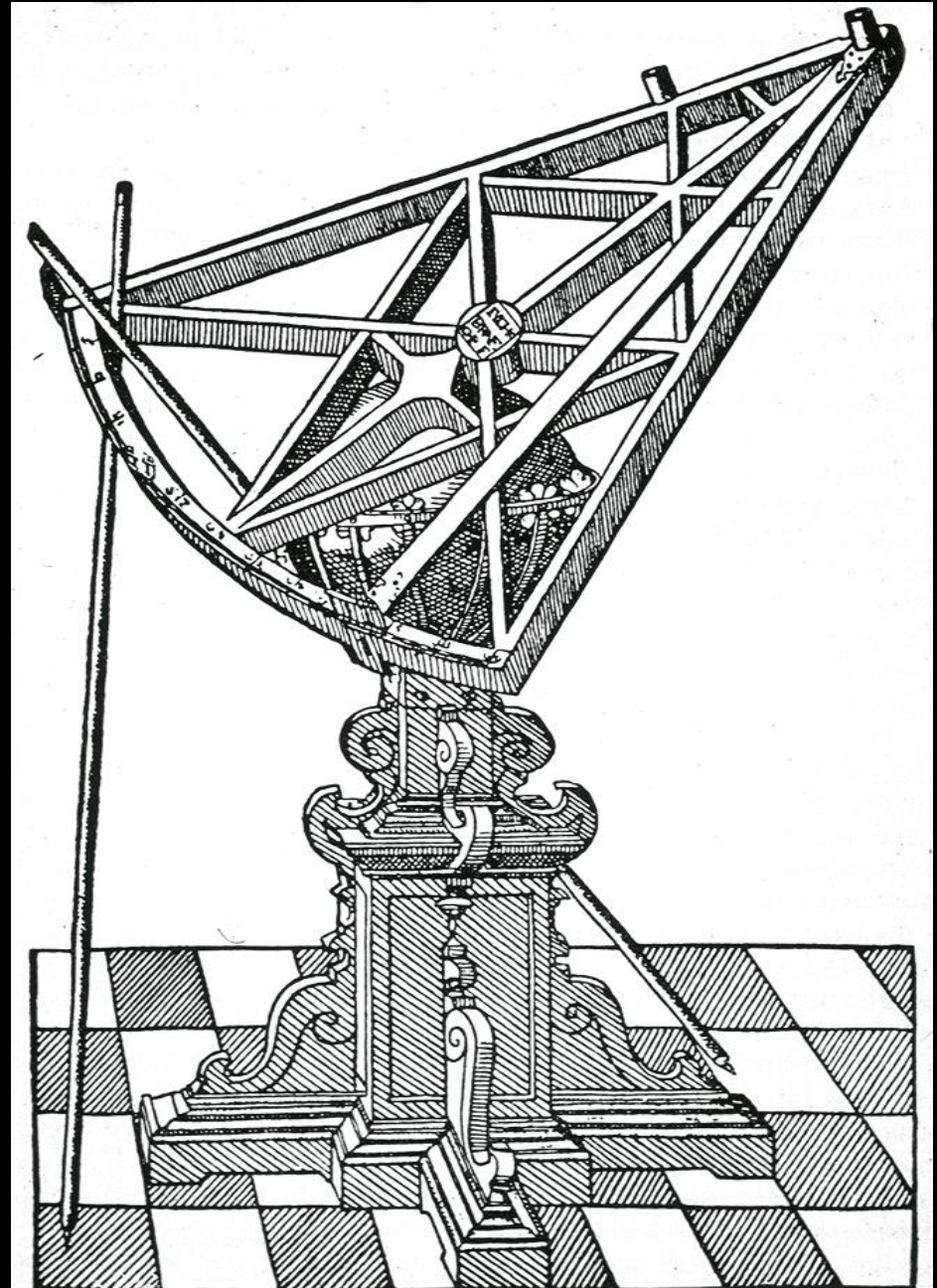


O

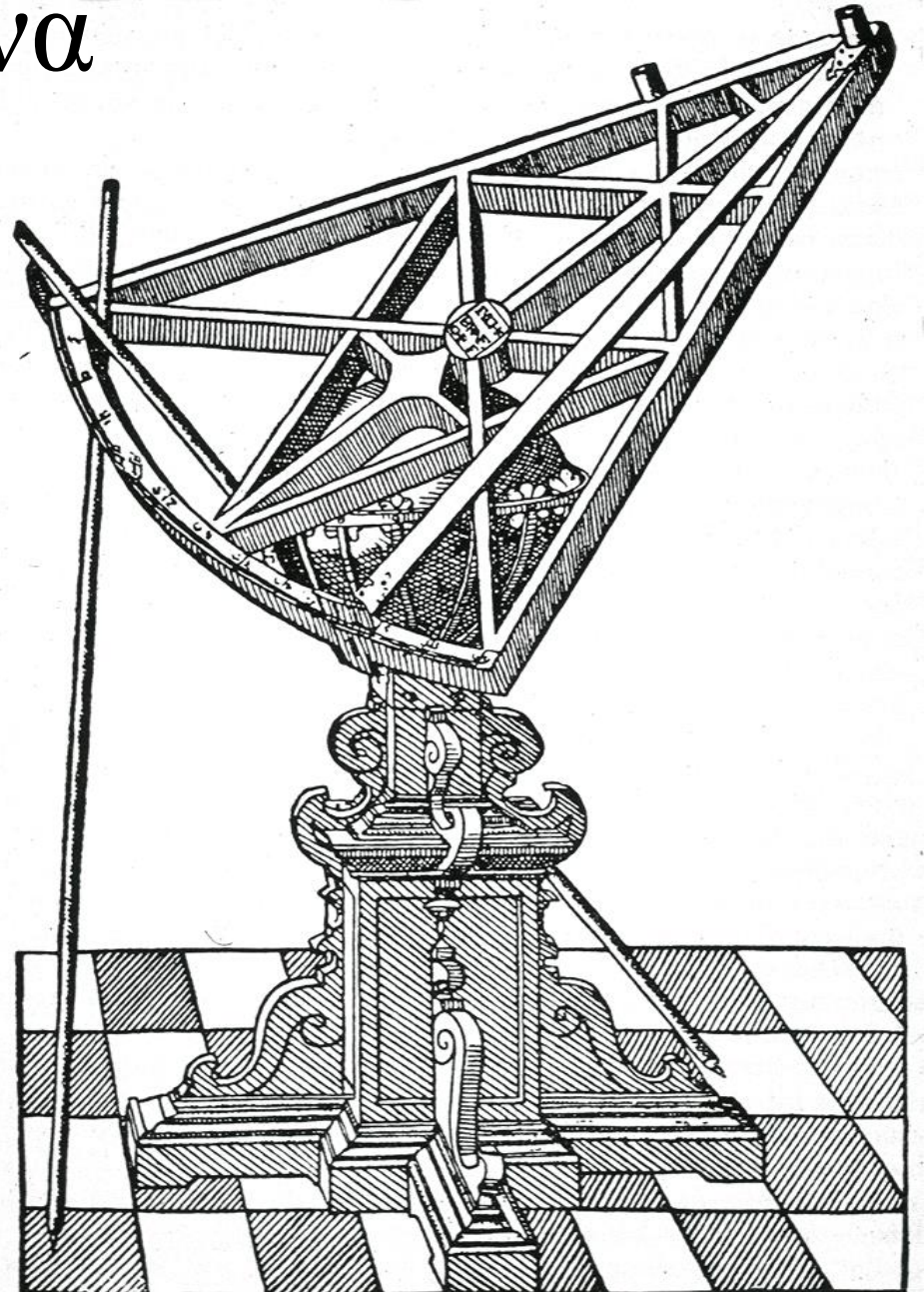
sub stellarū fixarū sphaera haud quāq̄ primitari: sed cum mo-
dica sit differentia, nō nisi cum tpe grandescēs patefacta est:
a ptolemaeo qdē ad nos usq; partim prope xxi: quibus illa
tam anticipant. Quā ob causam crediderūt aliq; stellarū quq;
fixarū sphaerā moveri: quibus idcirco nona sphaera superior
placuit: quae dū nō sufficeret, nūc recentiores decima supaddūt
medum tamē frōe asserenti: quō speramus ex motu terrae nos
consecuturos. Quo tamē principio et hypothēsi utemur i
demonstrationibus aliorū. Et si futuamur Solis huiusmodi
immobilitate quāq; terrae demonstrationi posse: in ceteris vero
erraticis minus congruit. Cerebula est huius similibusque
causae philolaos mobilitate terrae prorsus: quod etiā nonnulli
Aristarchum Samiū ferunt in eadē frōe fuisse sententia. non illa
autem motū: quā allegat reprobatq; Aristoteles. Sed cum
talia sint: quae nisi acri ingenio et diligentia diuturna cō-
phendi nō possent: latuisse tunc plerūq; philosophos: et fu-
isse admodum paucos: qui eo tpe sideriorū motū calluerūt
ratione: a platone nō taceret. At si philolaos vel cuius
pythagorico intellecta fuerūt: vix simile tantū ad po-
pulos nō profudisse. Erat etiā pythagoreos observantia
nō tradere hīs hīs: nec pariter omnibus arcana phiae
Sed amicorū duntaxat et propinquoꝝ fidei committere
ac per manus tradere. Cuius rei monumentum extat

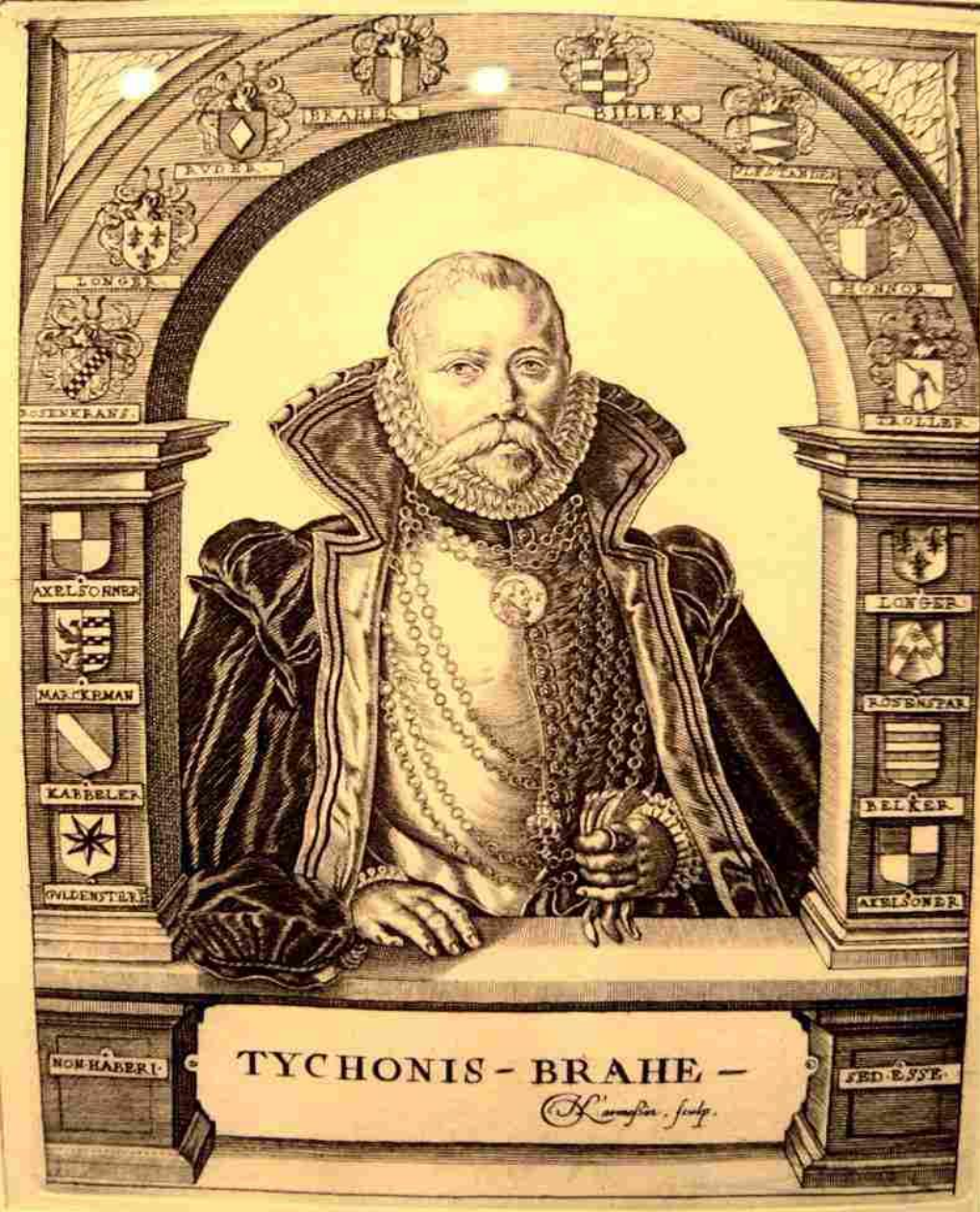
Νικόλεον το Κώπεινον

Αρχαία όργανα
παρατήρησης

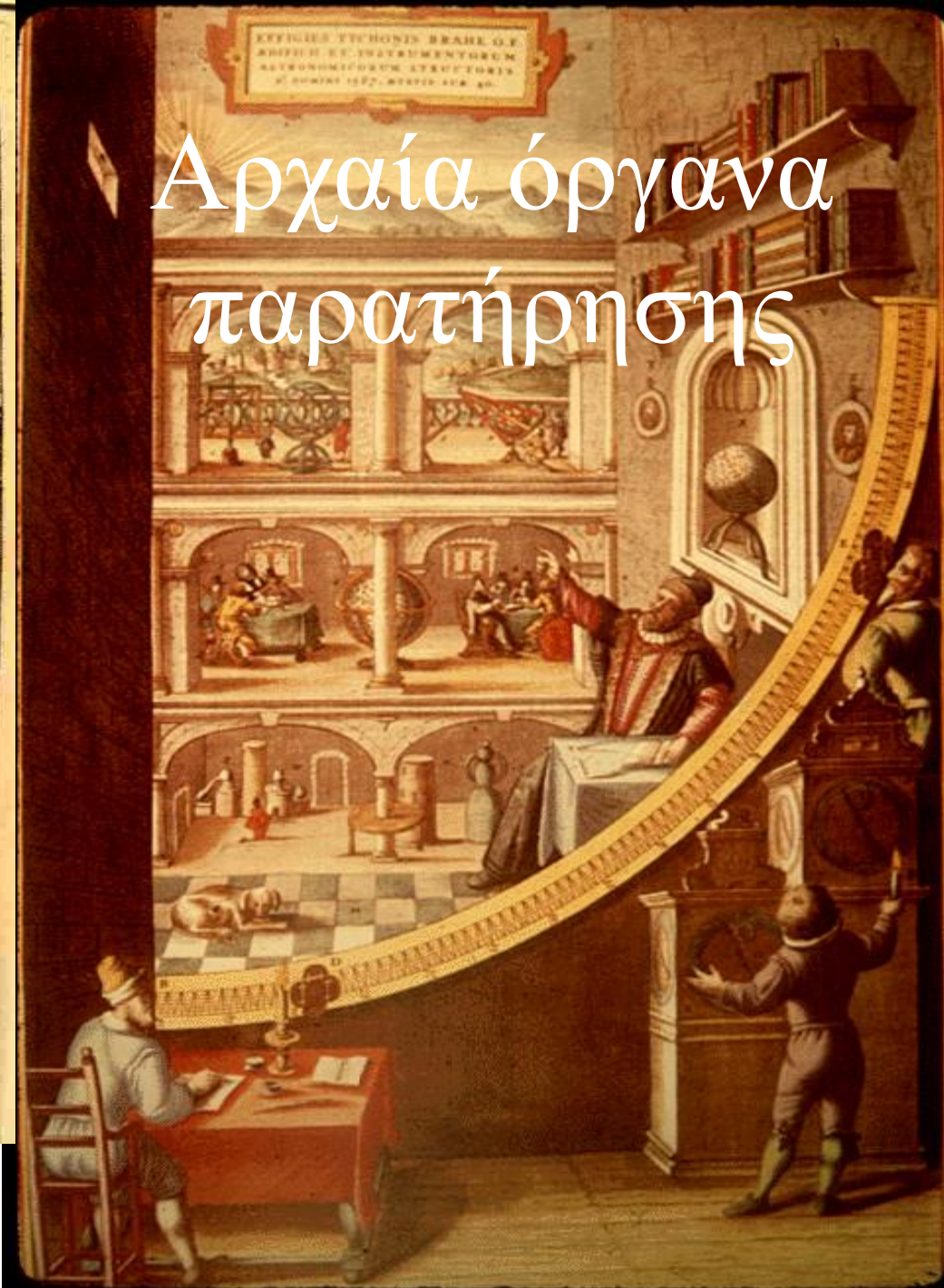


Εξάντας του Τύχωνα Βραχίου



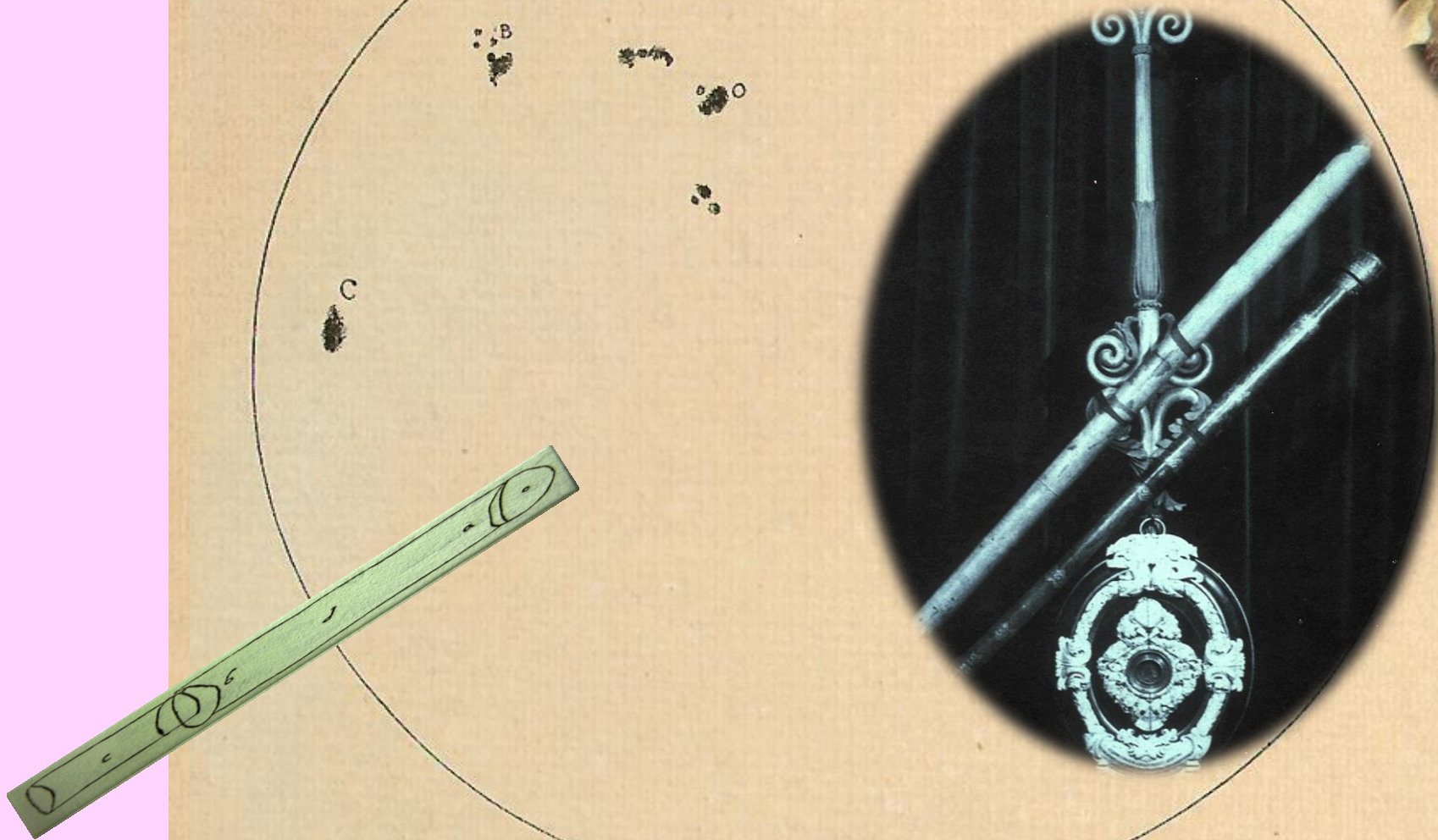
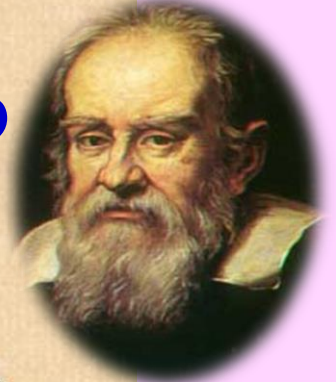


Αρχαία όργανα παρατήρησης



Solar observations by Galileo

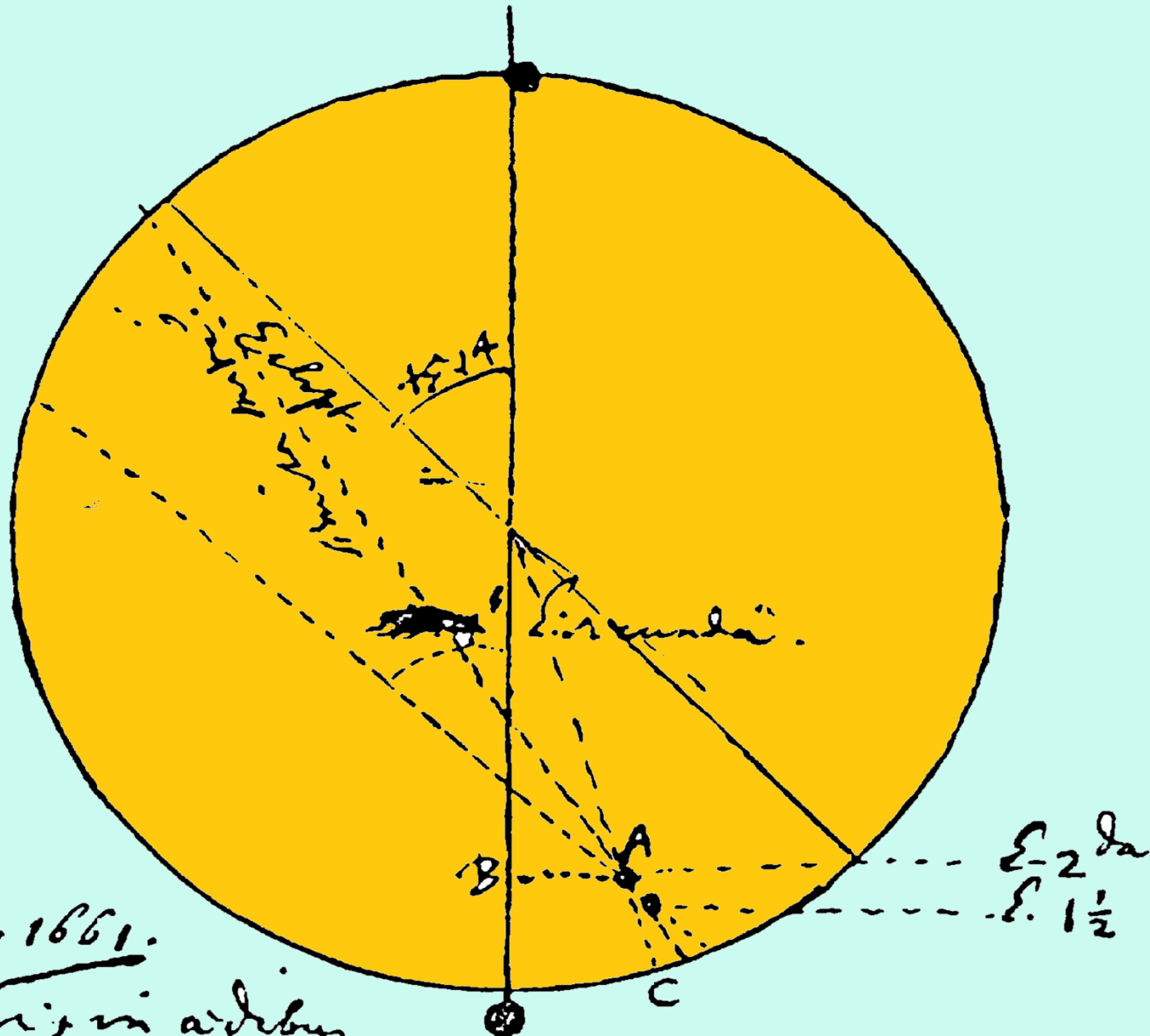
Ηλιακές Παρατηρήσεις του Γαλιλαίου



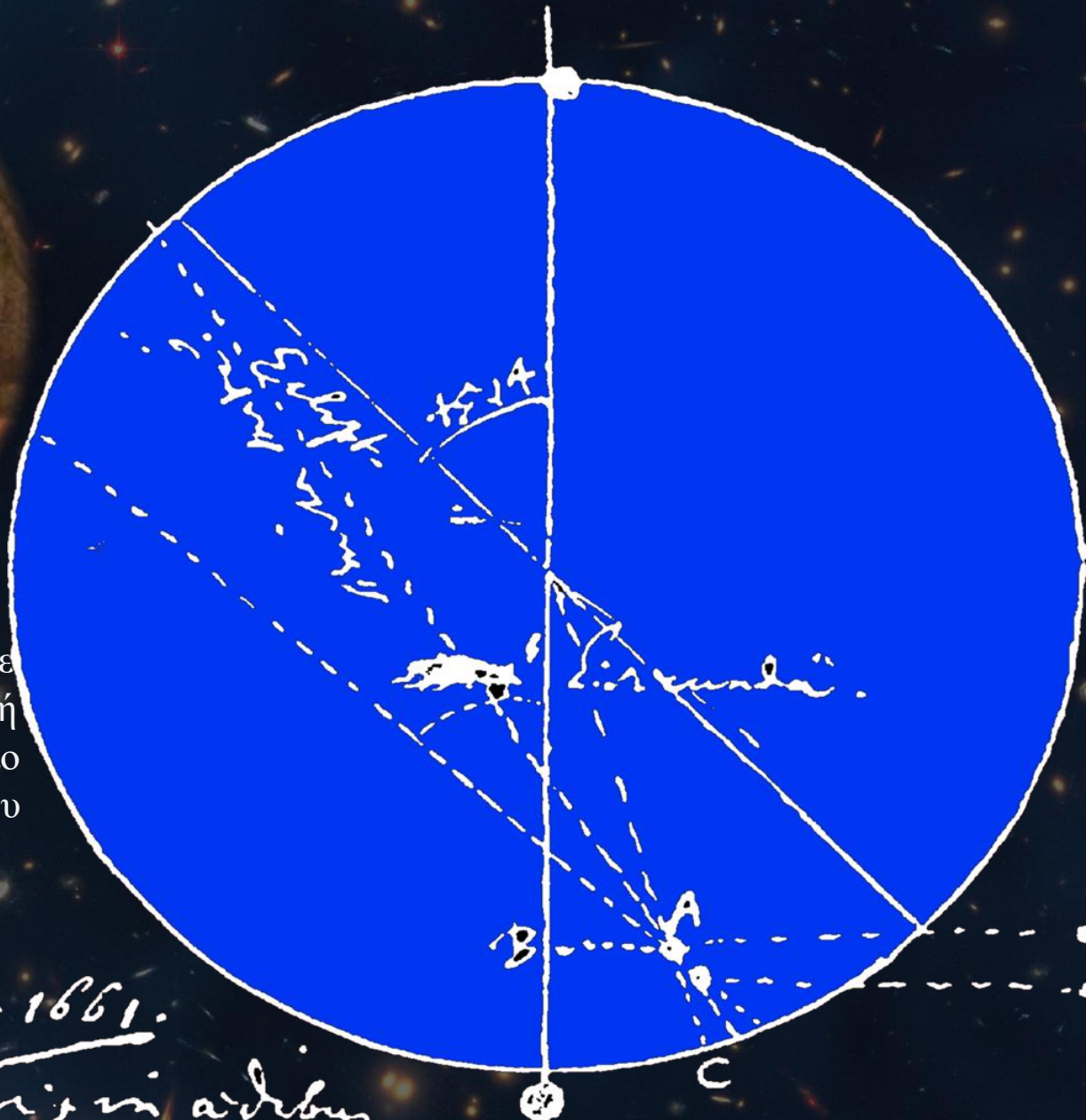
Janssen , Janssen = Ιονίδης; Ιωαννίδης; Ιωάννης και Ζαχαρίας
Ging.D. 6



Ο Huyghens παρατηρεί
την διάβαση του Ερμή
μπροστά από τον Ήλιο
με ένα τηλεσκόπιο που
έχει φτιάξει ένας
τηλεσκοποιός



3 Maj. 1661.
Circulus in aëther
... Βασιλει τηλεσκοπιου



Ο Huyghens παρατηρεί
την διάβαση του Ερμή
μπροστά από τον Ήλιο
με ένα τηλεσκόπιο που
έχει φτιάξει ένας
τηλεσκοποιός

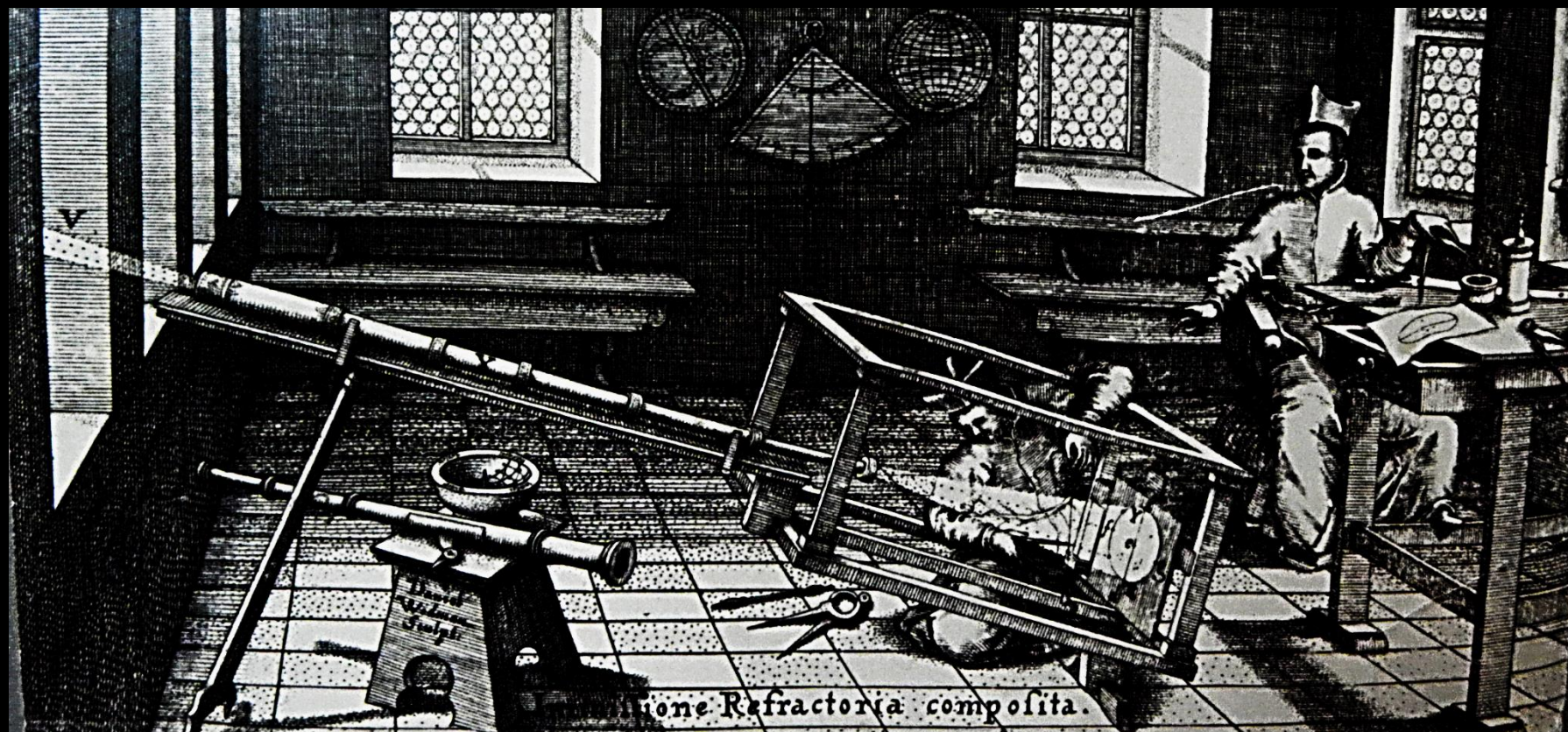
~~3 Απριλ. 1661.~~

~~Mercurius in aërebus~~

~~... Ρωσική τηλεσκοπία.~~

$\epsilon_2 \delta a$
 $\delta. 1\frac{1}{2}$

Παρατήρηση του Ηλίου με τηλεσκόπιο (refractoria composita) του Christoph Scheiner (1573-1650), από το βιβλίο *Rosa Ursina sive Sol* (Το ρόδον της Ἀρκτου ή ο Ἥλιος), Ρώμη 1626–1630)



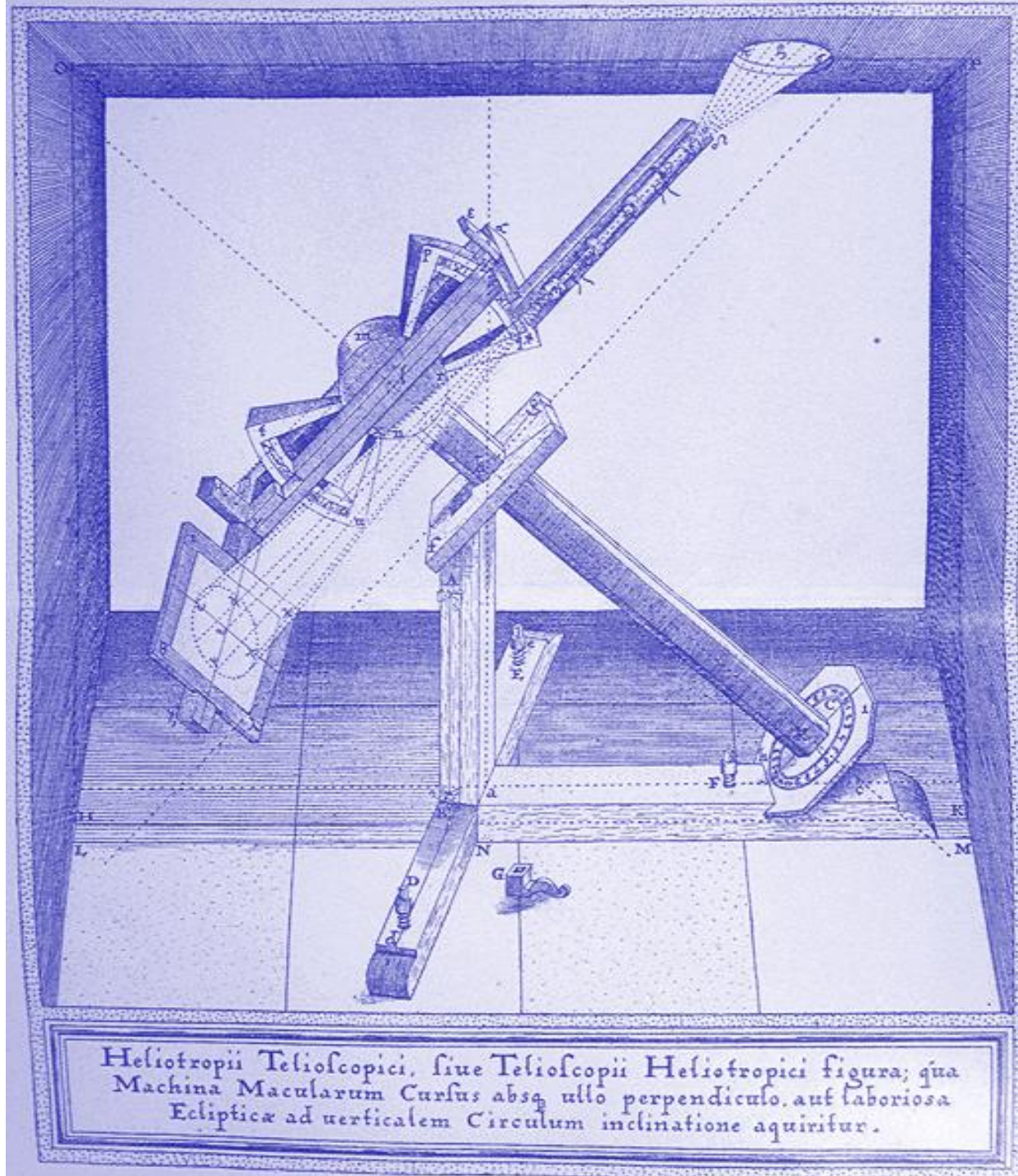
Παρατήρηση του Ηλίου
 με τηλεσκόπιο (refractoria
 composita) του Christoph
 Scheiner (1573-1650),
 από το βιβλίο
Rosa Ursina sive Sol
 (Το ρόδον της Ἀρκτου ή ο
 Ἥλιος),
 Ρώμη 1626-1630)



Ηλιοσκόπιον
του
Christoph
Scheiner (1573-
1650)

*De Maculis Solaribus
et Stellis circa Iovis
Errantibus Accuratio-
Disquisition*

helioscopium



Heliotropii Telescopici, siue Telescopii Heliotropici figura; qua
Machina Macularum Cursus absq; ullo perpendiculari, aut laboriosa
Eclipticæ ad uerticalem Circulum inclinatione aquiritur.



Αρχαίο
Λεπτομερέστατο
σχέδιο κηλίδων

Χημική
σύσταση του
Ηλίου

Ο ήλιος αποτελείται από στα ίδια χημικά στοιχεία που έχουμε στη Γη

Σύνθεση Φωτόσφαιρας Ηλίου

Υδρογόνο 73,46 %

Ήλιο 24,85 %

Οξυγόνο 0,77 %

Άνθρακας 0,29 %

Σίδηρος 0,16 %

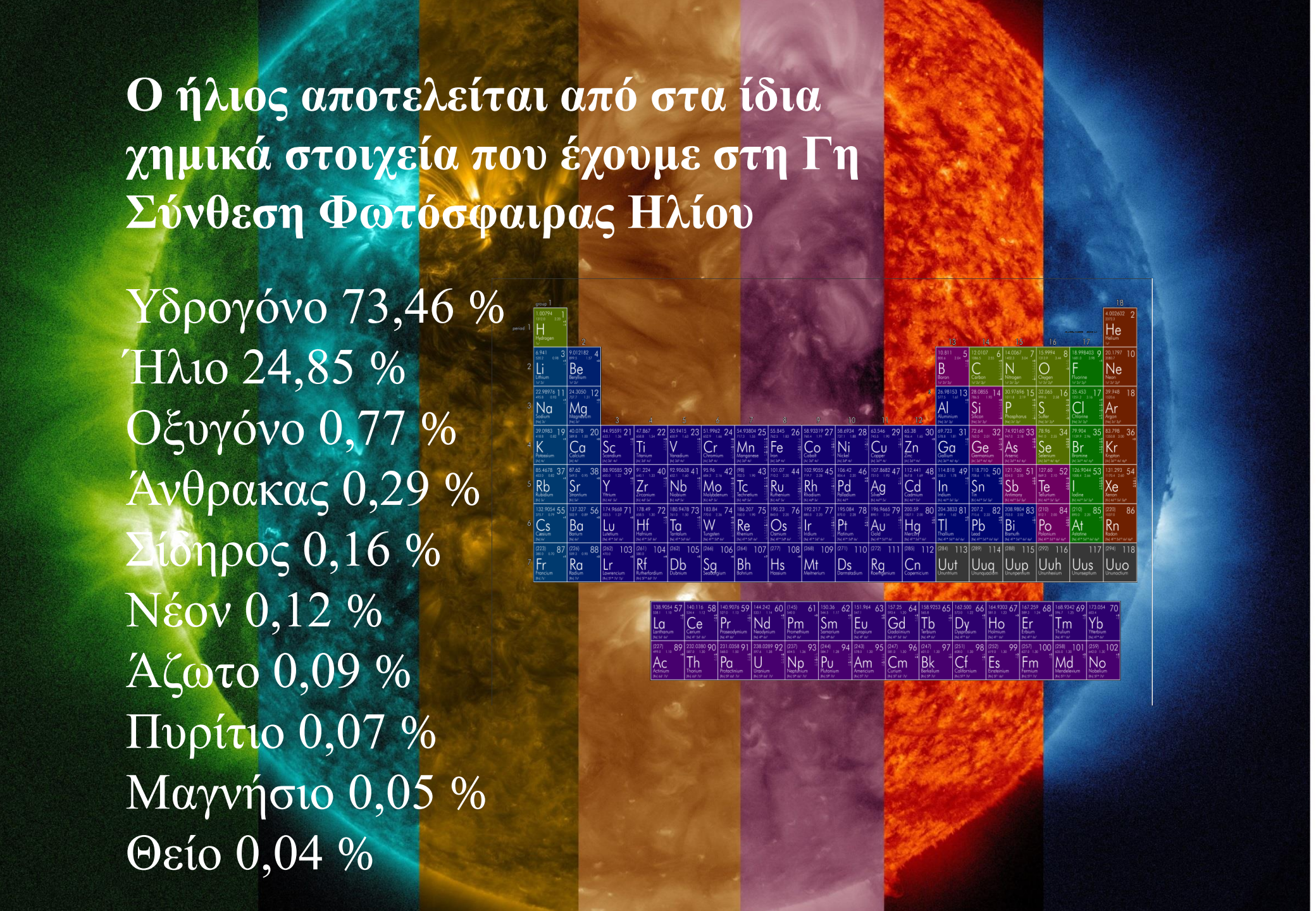
Νέον 0,12 %

Άζωτο 0,09 %

Πυρίτιο 0,07 %

Μαγνήσιο 0,05 %

Θείο 0,04 %



1																		18			
1																	2				
1,00794																	4,002602				
H																	He				
Hydrogen																	Helium				
2																					
3	4															5	6	7	8	9	10
6,941	9,012182															12,0107	14,0064	15,9994	18,998403	20,1797	
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
Lithium	Beryllium															Boron	Carbon	Nitrogen	Oxygen	Fluorine	Neon
3																					
11	12															13	14	15	16	17	18
22,98976	24,3050															26,98153	28,0855	30,97376	32,065	35,453	39,948
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
Sodium	Magnesium															Aluminum	Silicon	Phosphorus	Sulfur	Chlorine	Argon
4																					
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
39,0983	40,078	44,9559	47,867	50,9415	51,9962	54,93804	55,845	58,93319	58,6934	63,546	65,38	69,723	72,64	74,9216	78,96	79,904	83,798				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Potassium	Calcium	Scandium	Titanium	Vanadium	Chromium	Manganese	Iron	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic	Selenium	Bromine	Krypton				
5																					
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
85,4678	87,62	88,9058	91,224	92,90638	95,96	101,07	102,9055	106,42	107,8682	112,411	114,818	118,710	127,60	126,905	125,904	131,293					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Rubidium	Strontium	Yttrium	Zirconium	Niobium	Molybdenum	Technetium	Ruthenium	Rhodium	Palladium	Silver	Cadmium	Indium	Tin	Antimony	Tellurium	Iodine	Xenon				
6																					
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72				
132,9054	137,327	174,9668	178,49	183,84	186,207	190,23	192,22	197,22	195,084	198,9665	200,59	204,3833	207,2	208,9804	210	216	223,0185				
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Cesium	Barium	Lanthanum	Hafnium	Tantalum	Tungsten	Rhenium	Osmium	Iridium	Platinum	Gold	Mercury	Thallium	Lead	Bismuth	Polonium	Astatine	Radon				
7																					
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104				
223,0185	226	227	232,0376	231,0368	238,0289	237,048	244	248	247	247	247	247	247	251	252	257	261				
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo				
Francium	Radium	Lanthanum	Rutherfordium	Dubnium	Seaborgium	Berkelium	Hassium	Moscovium	Darmstadtium	Rutherfordium	Copernicium	Ununtrium	Ununquadium	Ununpentium	Ununhexium	Ununseptium	Ununoctium				
8																					
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106				
138,9054	140,116	140,9078	144,242	145	150,36	151,964	157,25	158,933	162,500	164,9304	167,259	168,9342	173,054	175,077	176,435	178,910	183,084				
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	107	108	109				
Lanthanum	Cerium	Praseodymium	Neodymium	Promethium	Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutetium	107	108	109				
9																					
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106				
227	232,0376	231,0368	238,0289	237,048	244	248	247	247	247	247	247	251	252	257	261	265	269				
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	107	108	109	110				
Actinium	Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkelium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	107	108	109	110				

Χημική σύνθεση Φωτόσφαιρας

Ηλίου Υδρογόνο 73,46 %

Ήλιο 24,85 %

Οξυγόνο 0,77 %

Άνθρακας 0,29 %

Σίδηρος 0,16 %

Νέον 0,12 %

Άζωτο 0,09 %

Πυρίτιο 0,07 %

Μαγνήσιο 0,05 %

Θείο 0,04 %

Credit Nigel Sharp (NSF), FTS, NSO, KPNO, AURA, NSF

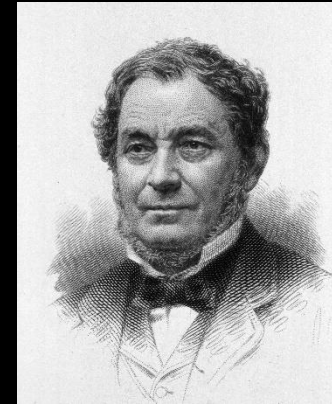
Διαφάνειε

χημική ανάλυση
από μακριά

Fraunhofer, τηλεσκόπιο με φασματοσκόπιο λεπτής σχισμής
Παρόμοιο τηλεσκόπιο υπάρχει και στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών



Fraunhofer

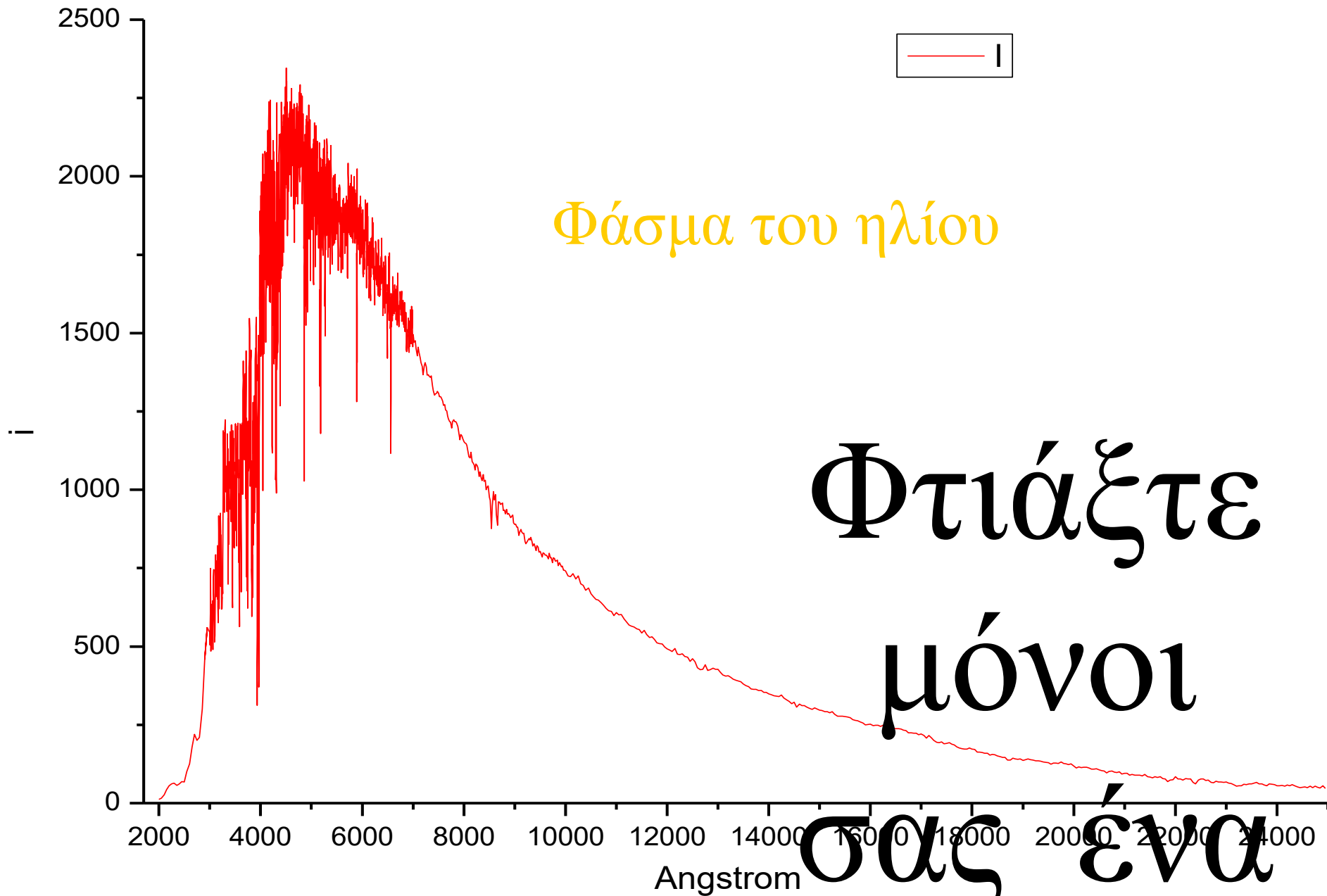


Bunsen,



Kirchoff

Φάσμα του ηλίου: τα χημικά στοιχεία



Άφθονία χημικών στοιχείων

H 92,1%

He 7,8%

O 0,061%

C 0,030%

N 0,0084%

Ne 0,0076%

Fe 0,0037%

Si 0,0031%

Mg 0,0024%

S 0,0015%

Au 0,0000000004%

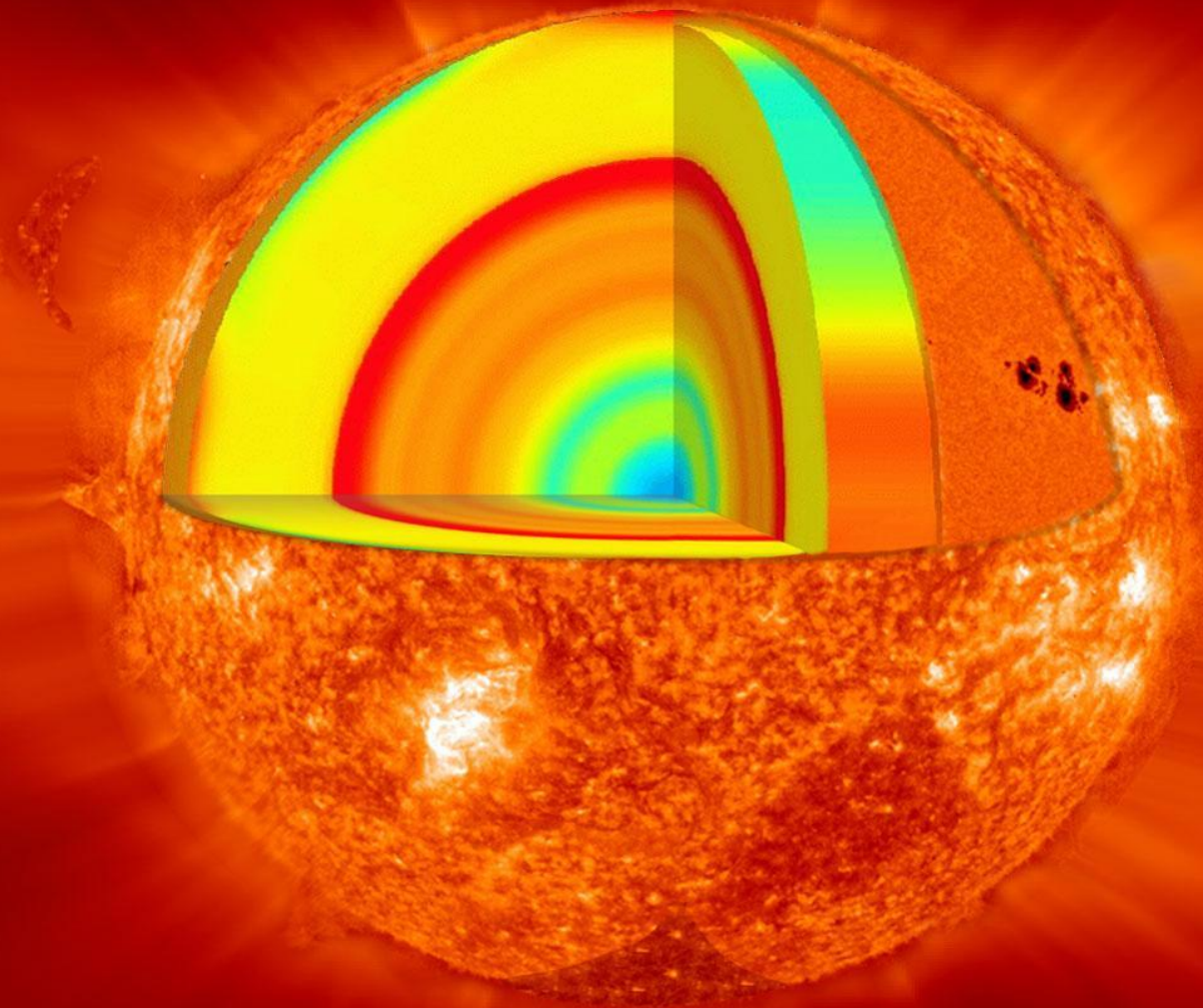
U 0,0000000001%

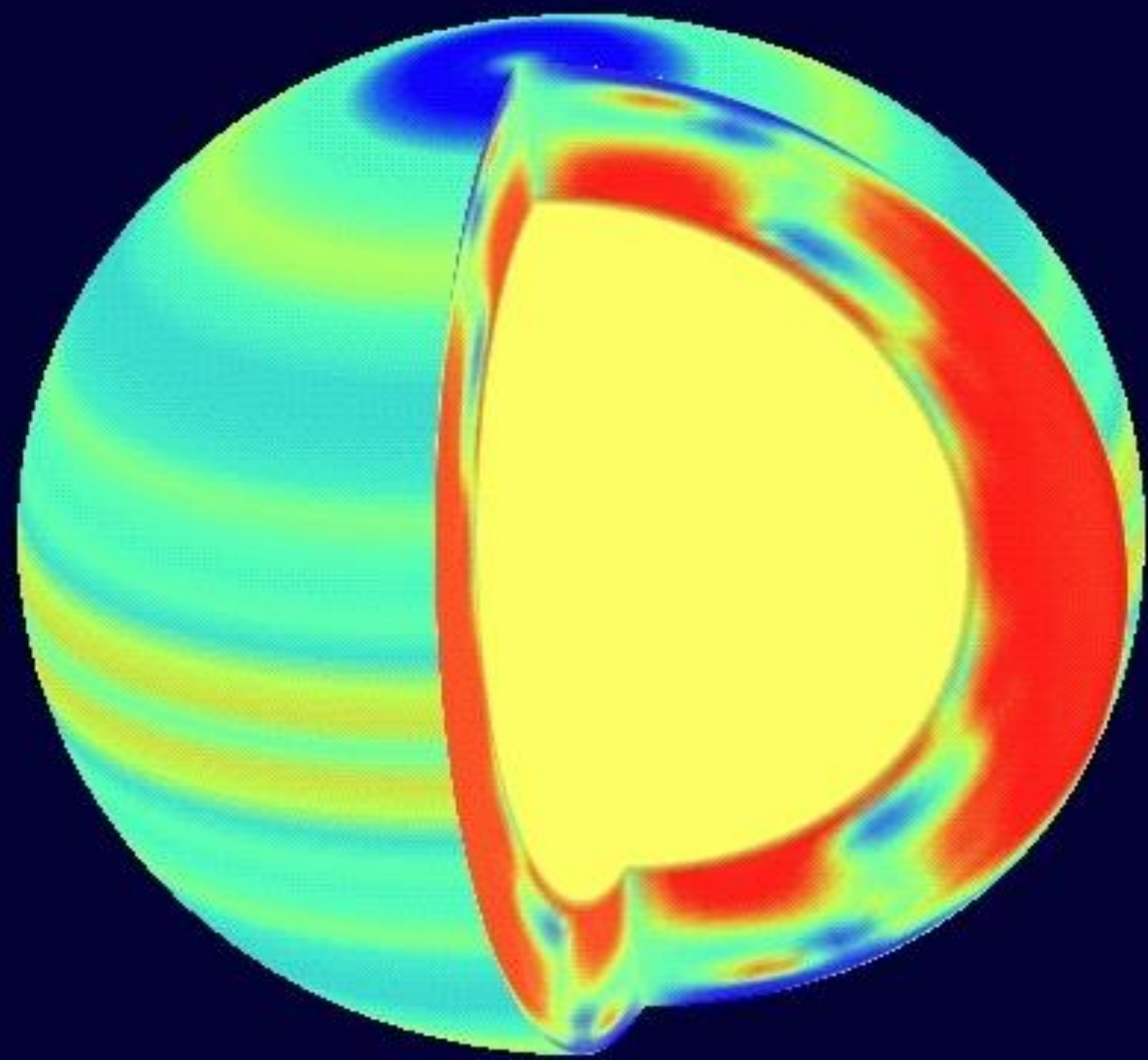
άλλα 0,0015%

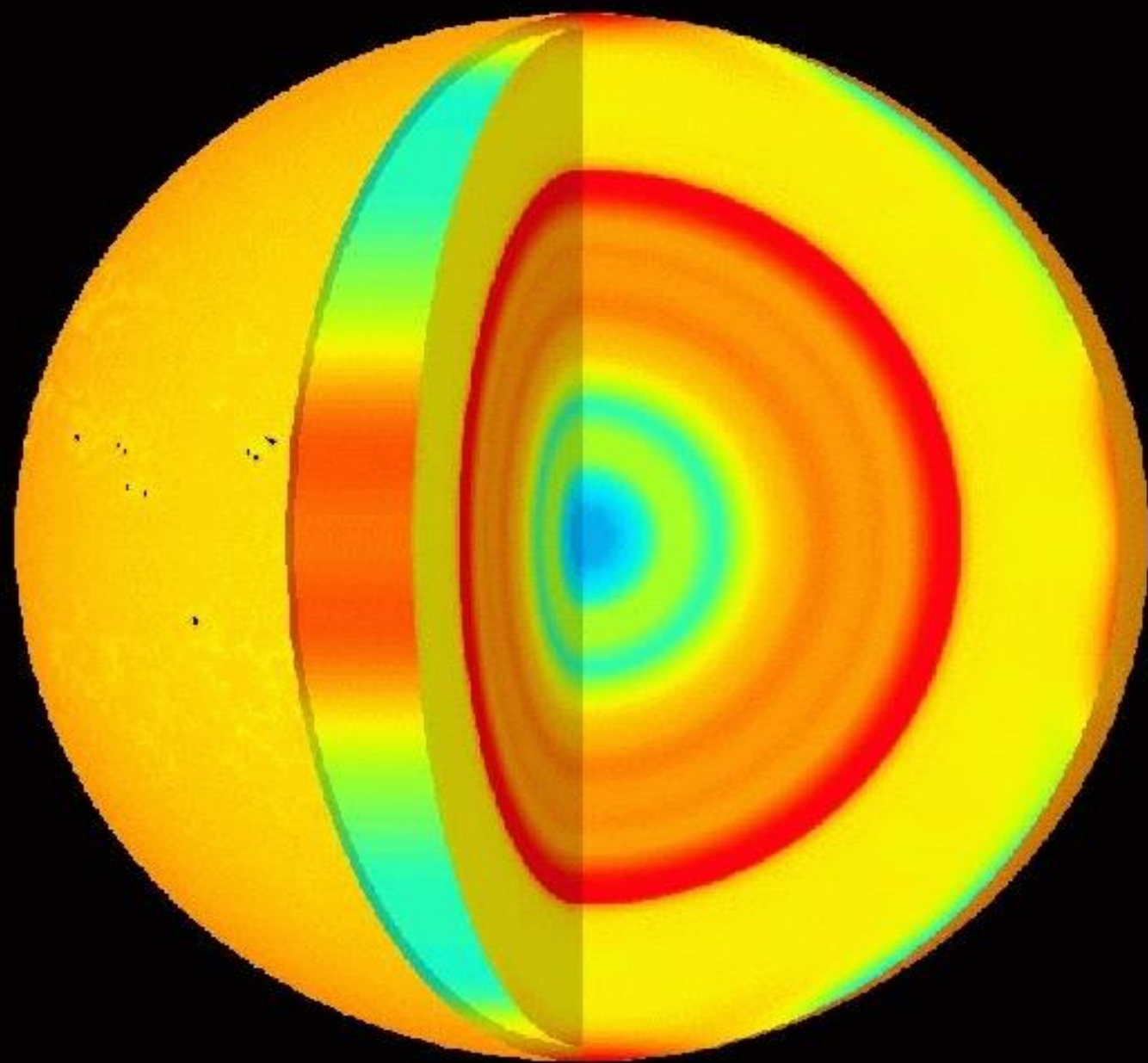
Η δομή του ήλιου

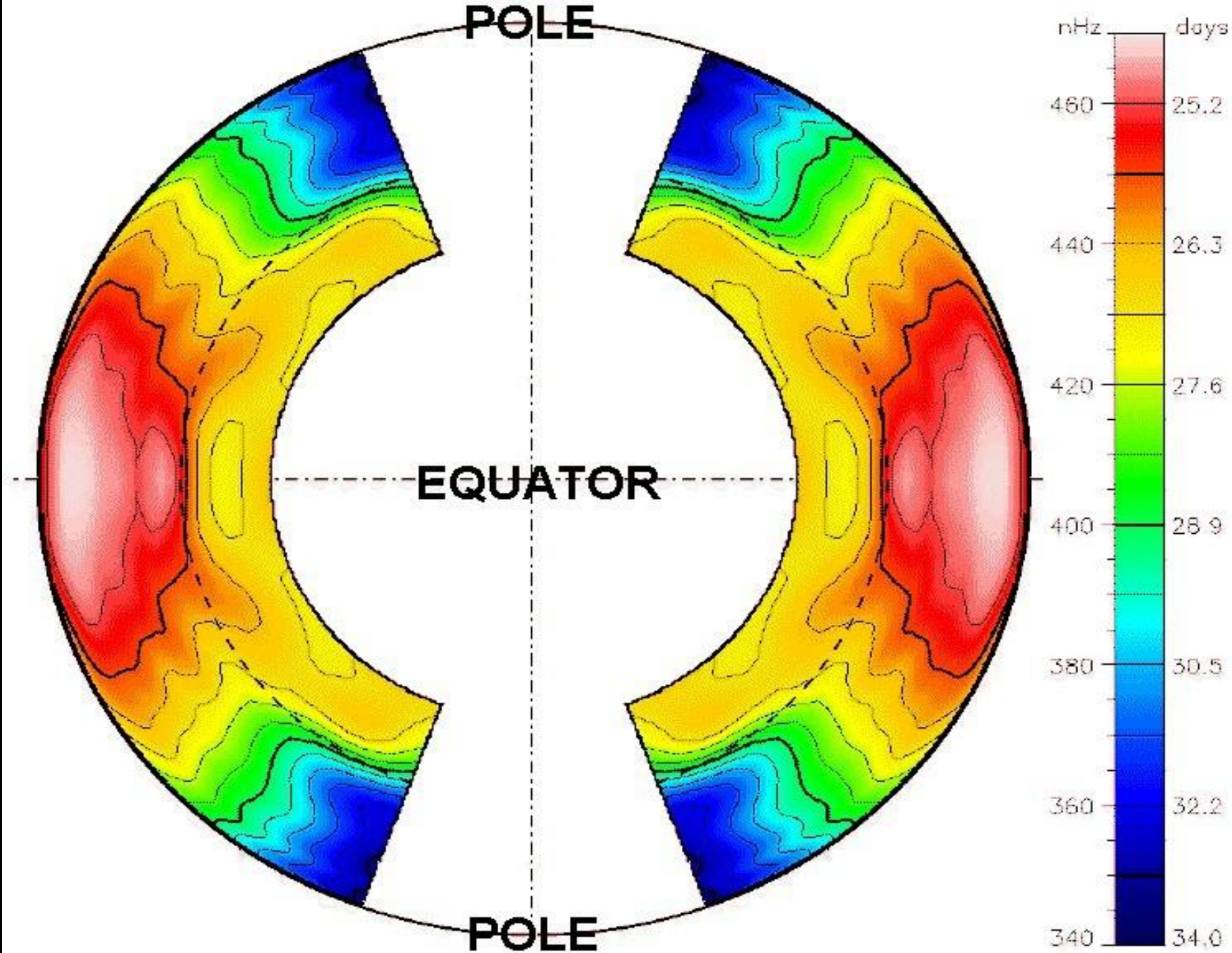


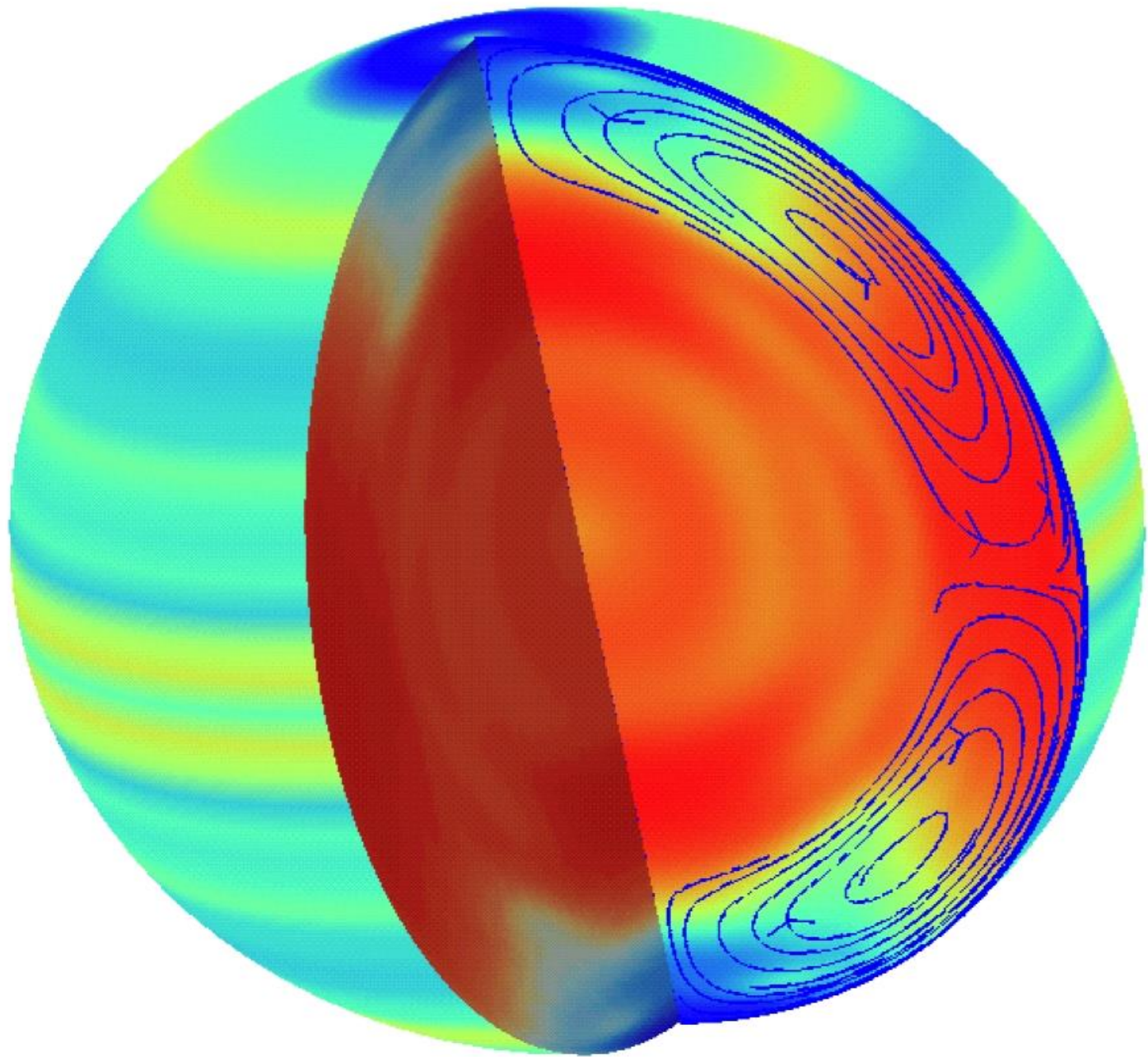
Ήλιος, στέμμα και εσωτερικό μεταβολή ταχύτητας του ήχου στο εσωτερικό του Ηλίου

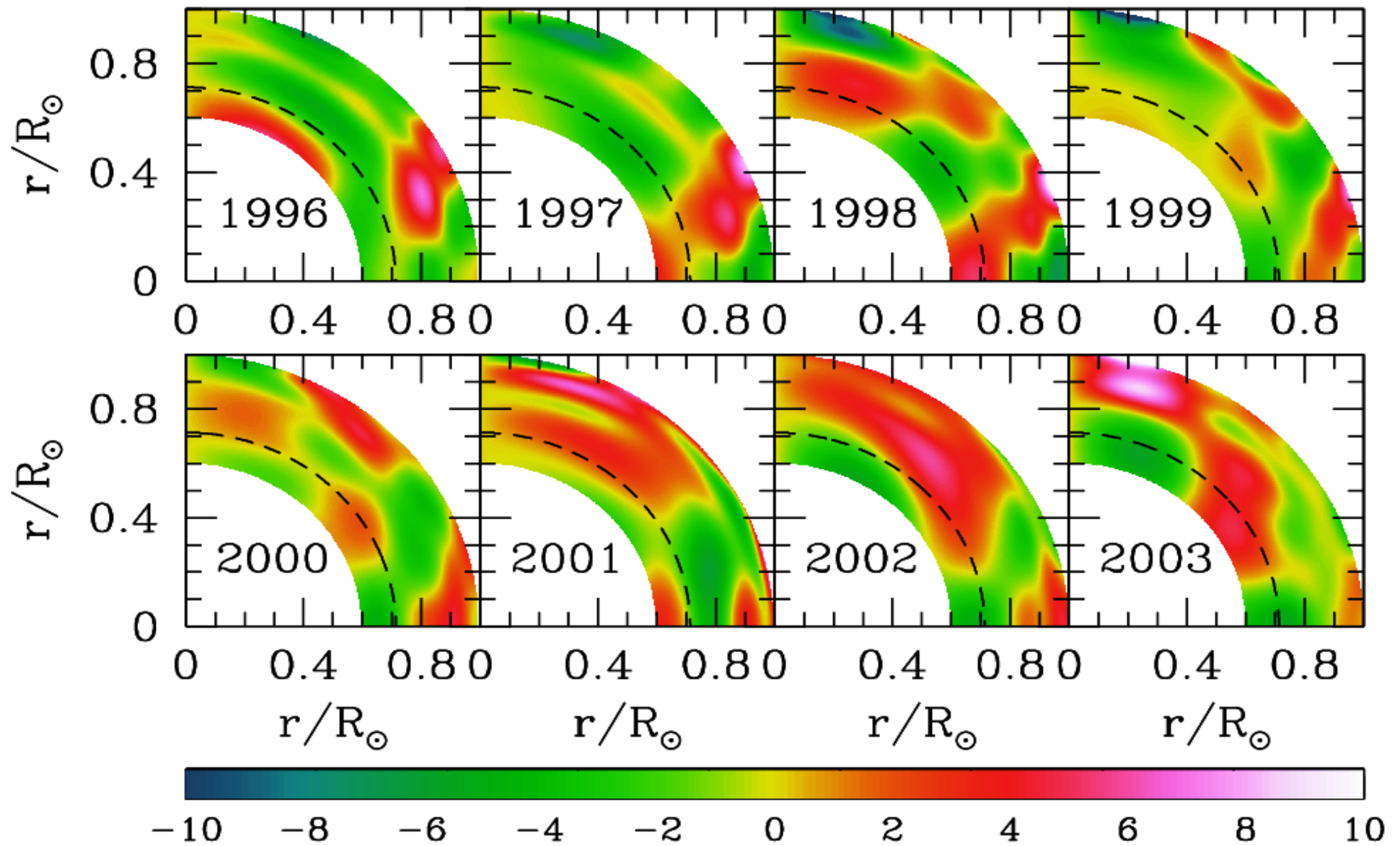






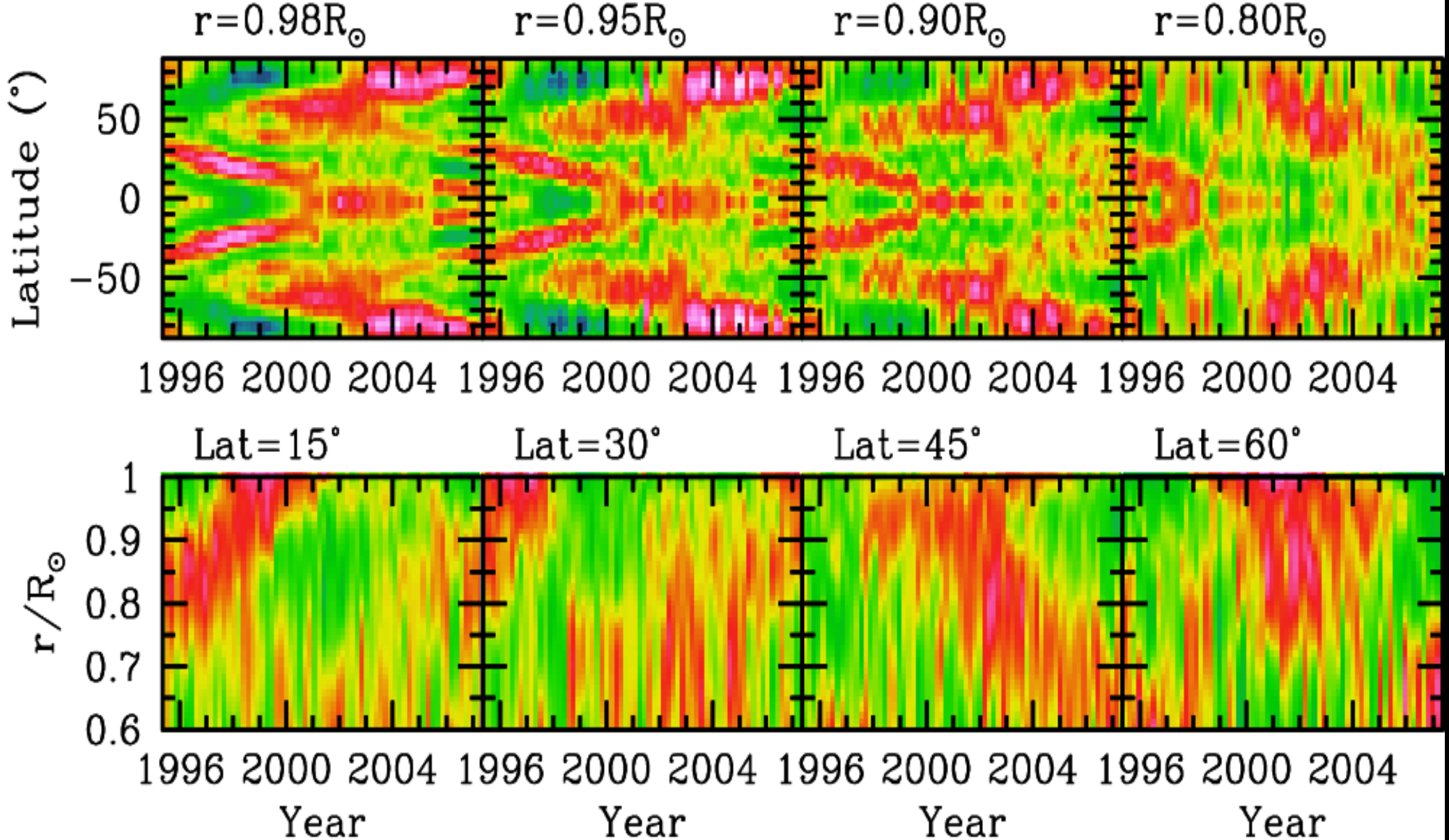






www.astro.yale.edu/basu/research.html

Ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Sarbani Basu

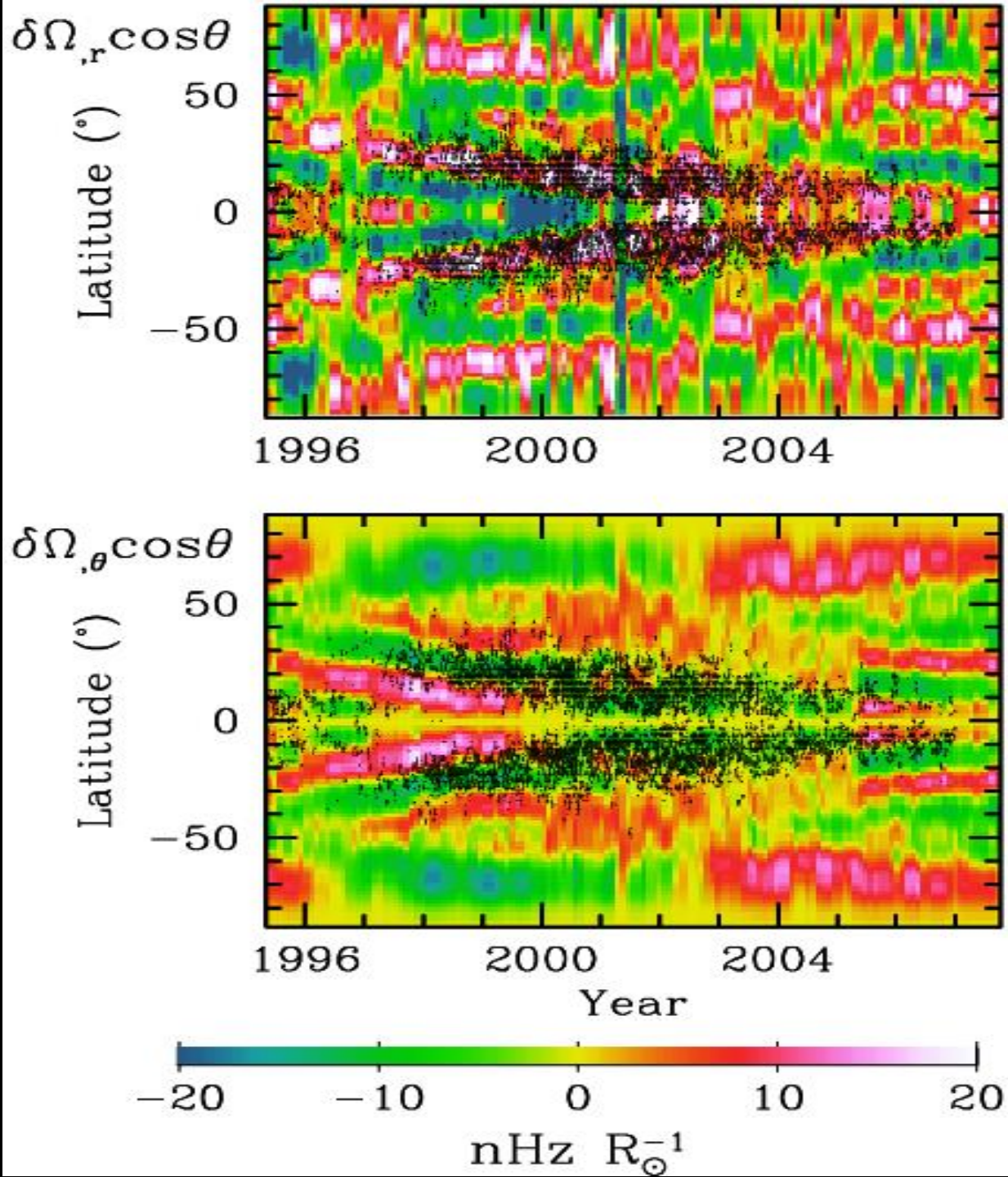


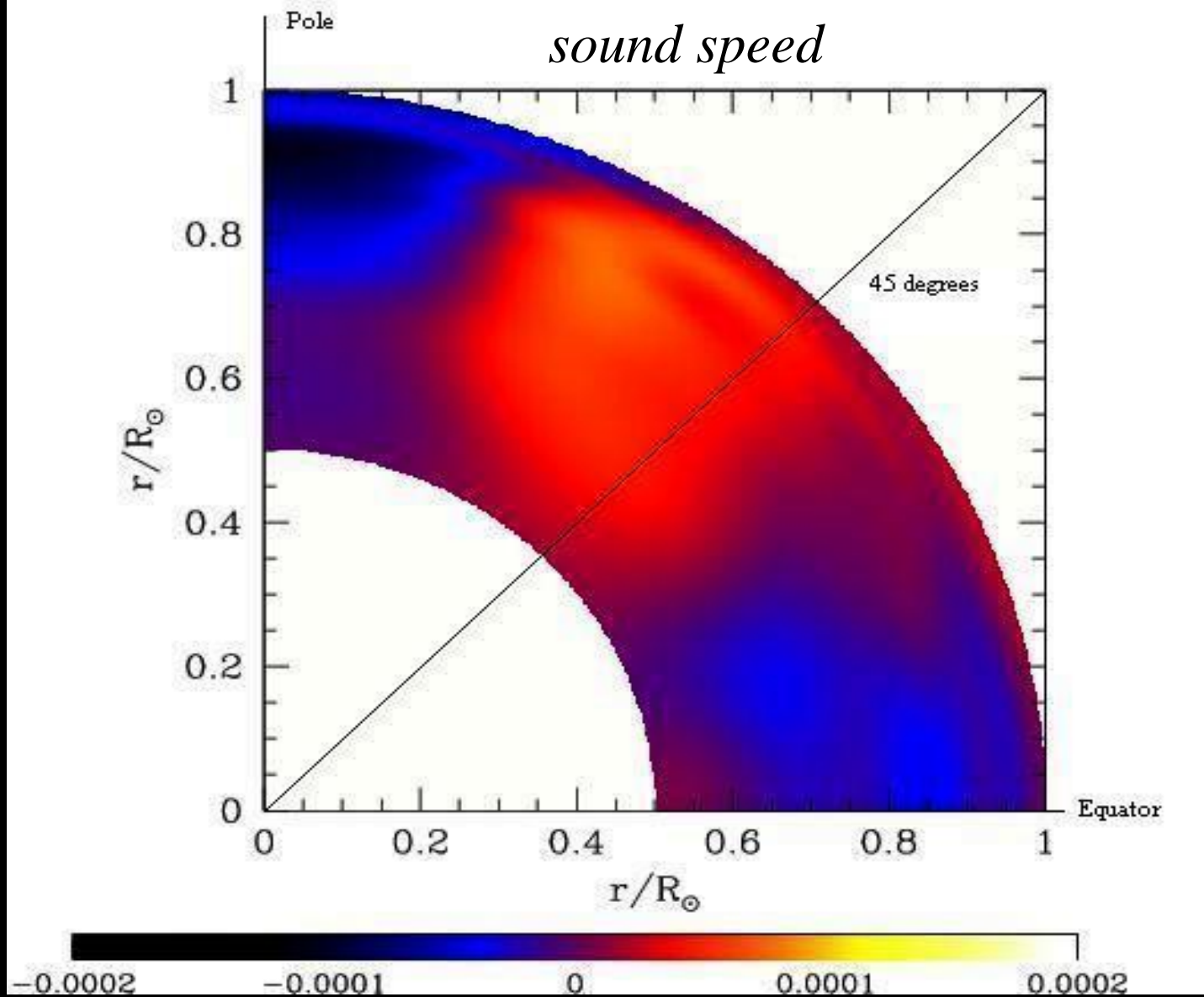
www.astro.yale.edu/basu/research.html Ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Sarbani

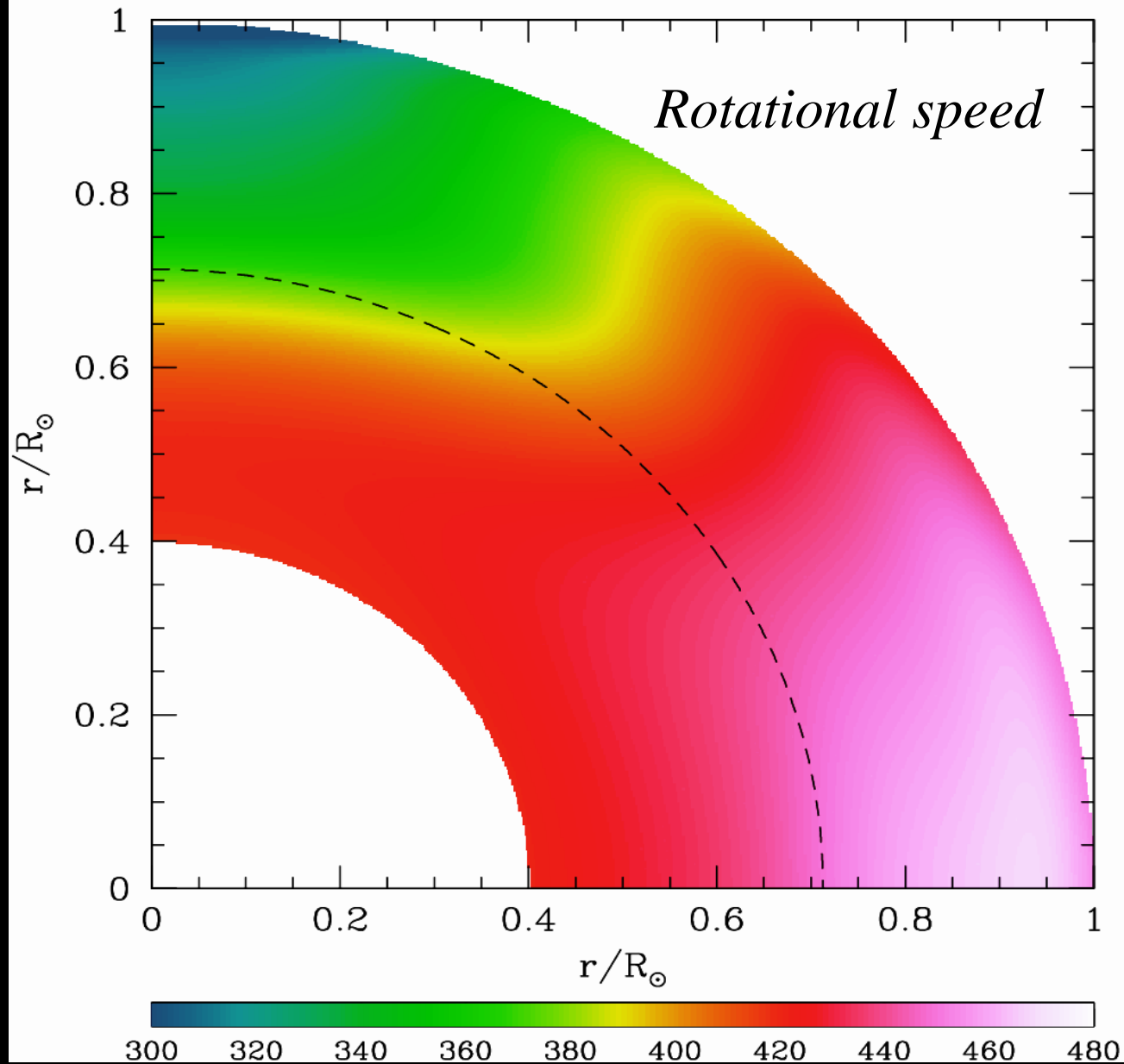
-10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10

Πώς αλλάζει χρονικά η συχνότητα
περιστροφής του Ηλίου στην
διάρκεια του 11ετούς κύκλου της
ηλιακής δραστηριότητας

www.astro.yale.edu/basu/research.html
Ευχαριστίες στον
καθηγητή κ. Sarbani Basu

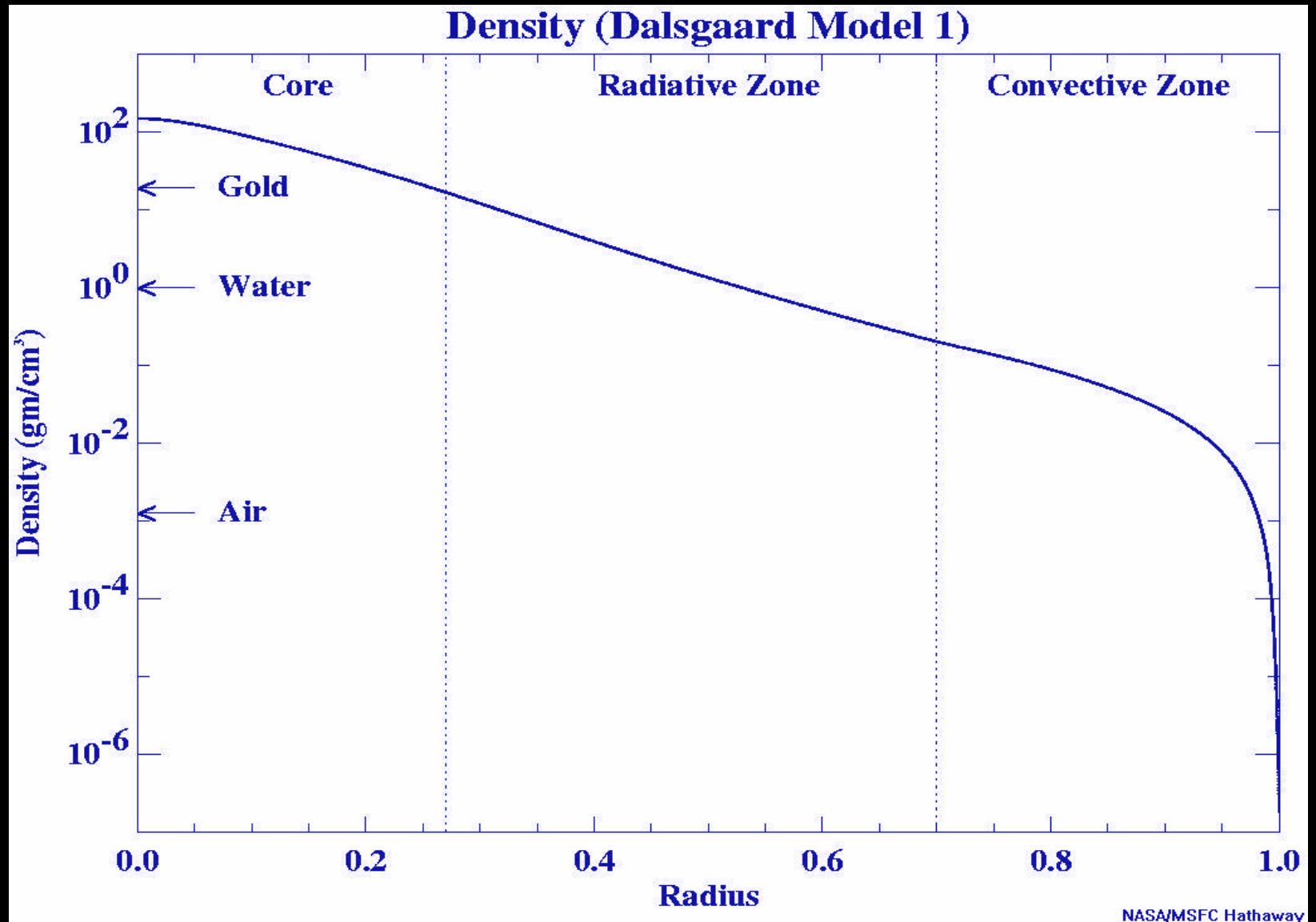




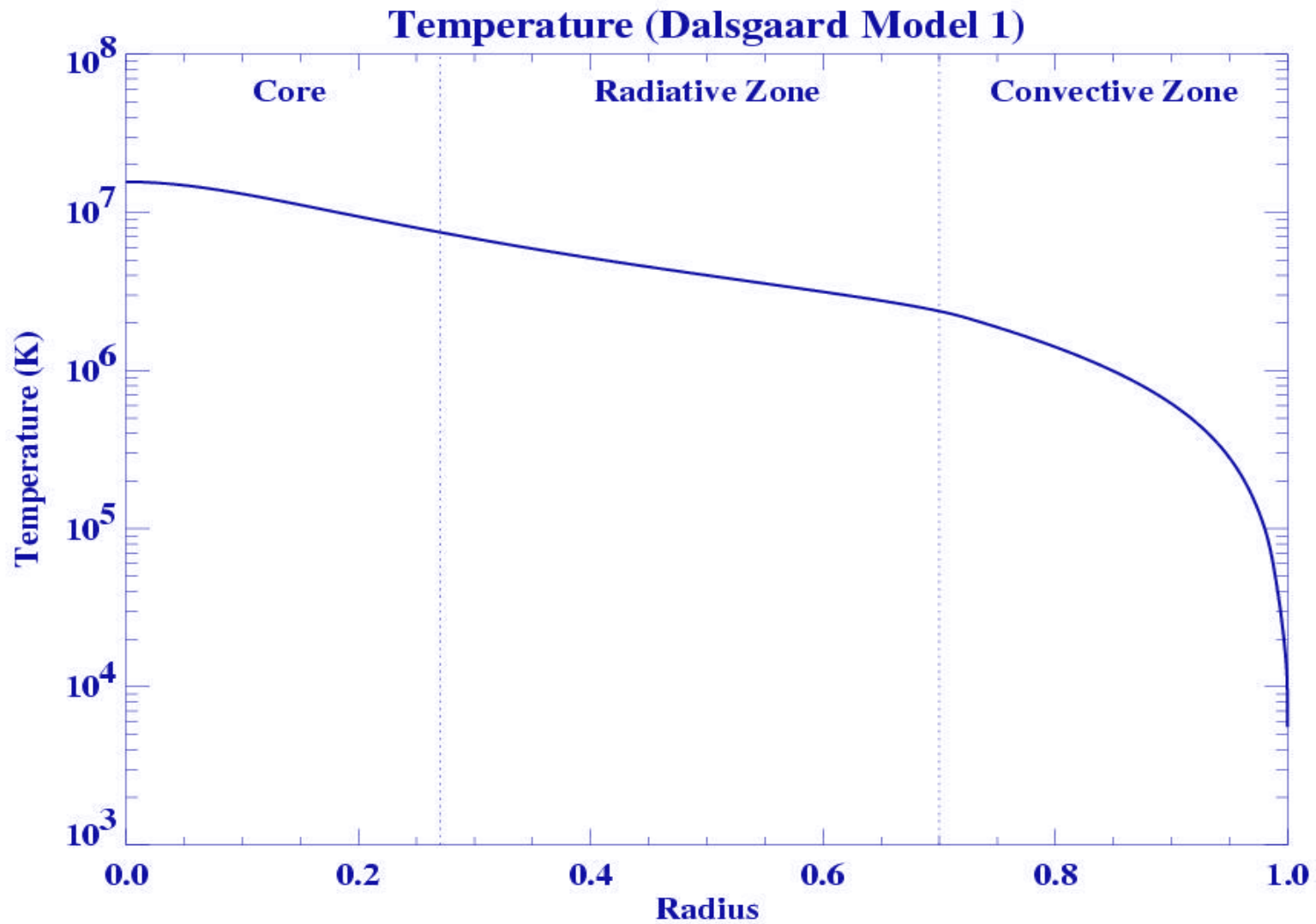


www.astro.yale.edu/basu/research.html Ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Sarbani Basu

Ο ήλιος ως
άστρο



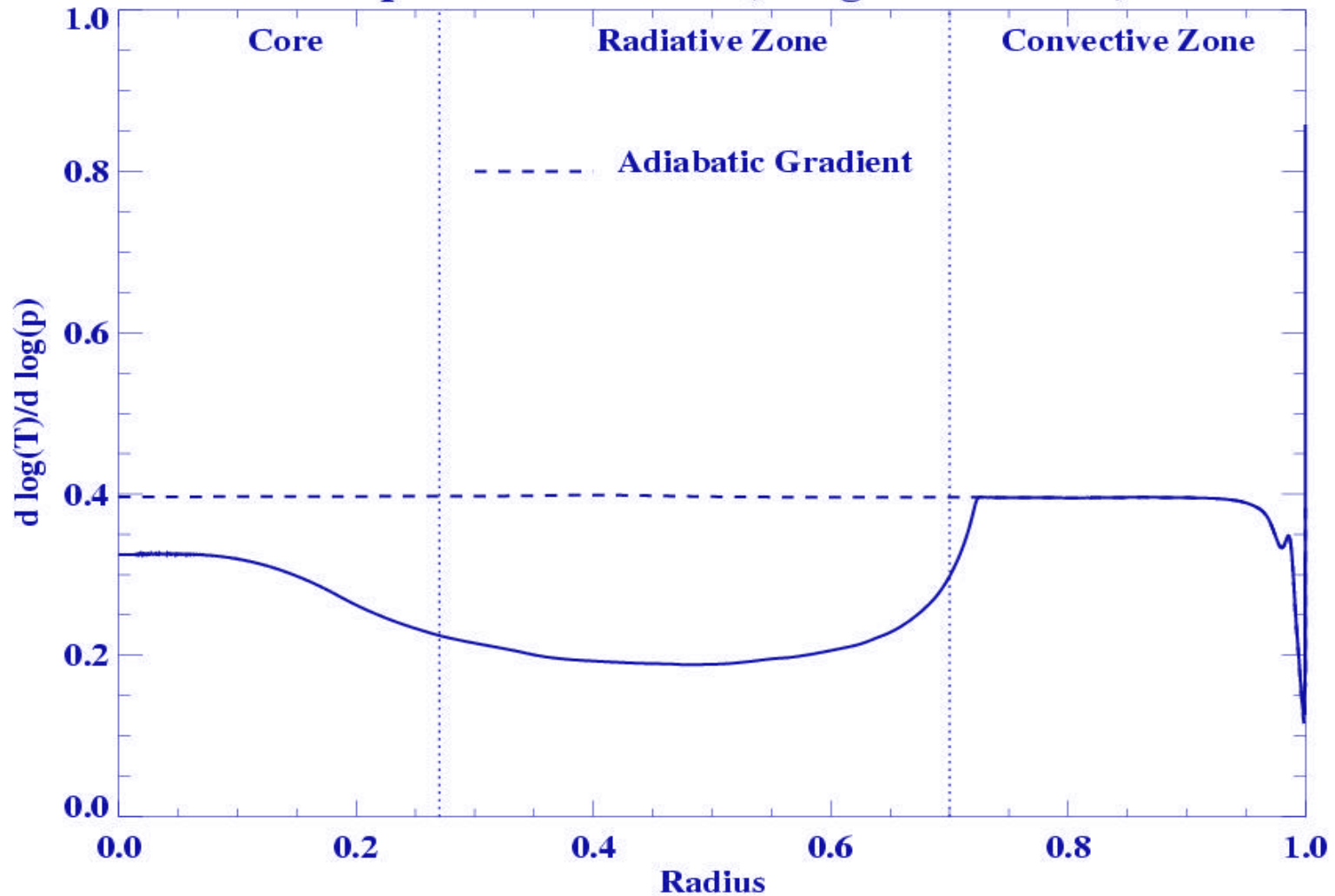
<http://solarscience.msfc.nasa.gov/interior.shtml>



NASA/MSFC Hathaway

<http://solarscience.msfc.nasa.gov/interior.shtml>

Temperature Gradient (Dalsgaard Model 1)



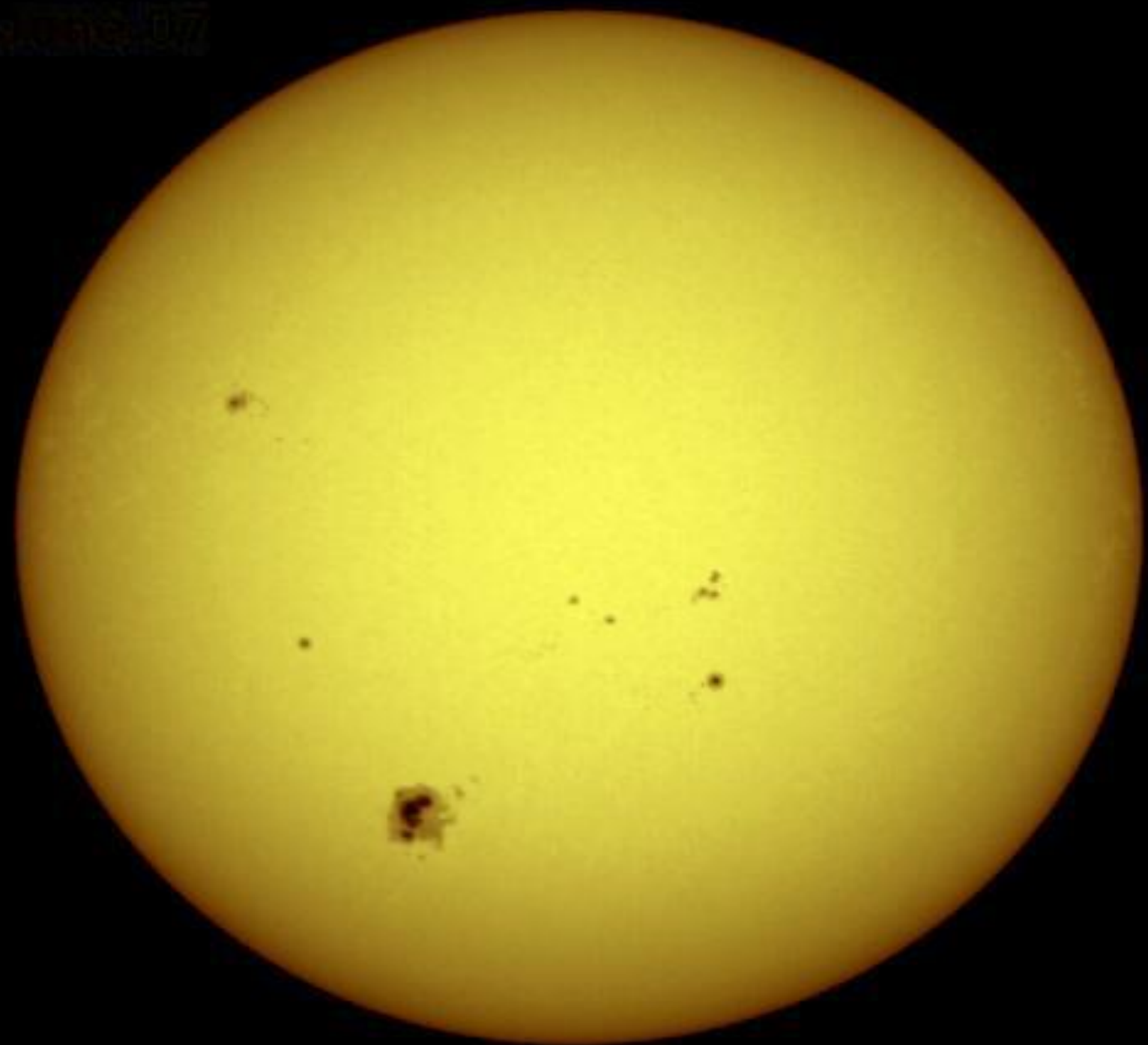
NASA/MSFC Hathaway

<http://solarscience.msfc.nasa.gov/interior.shtml>

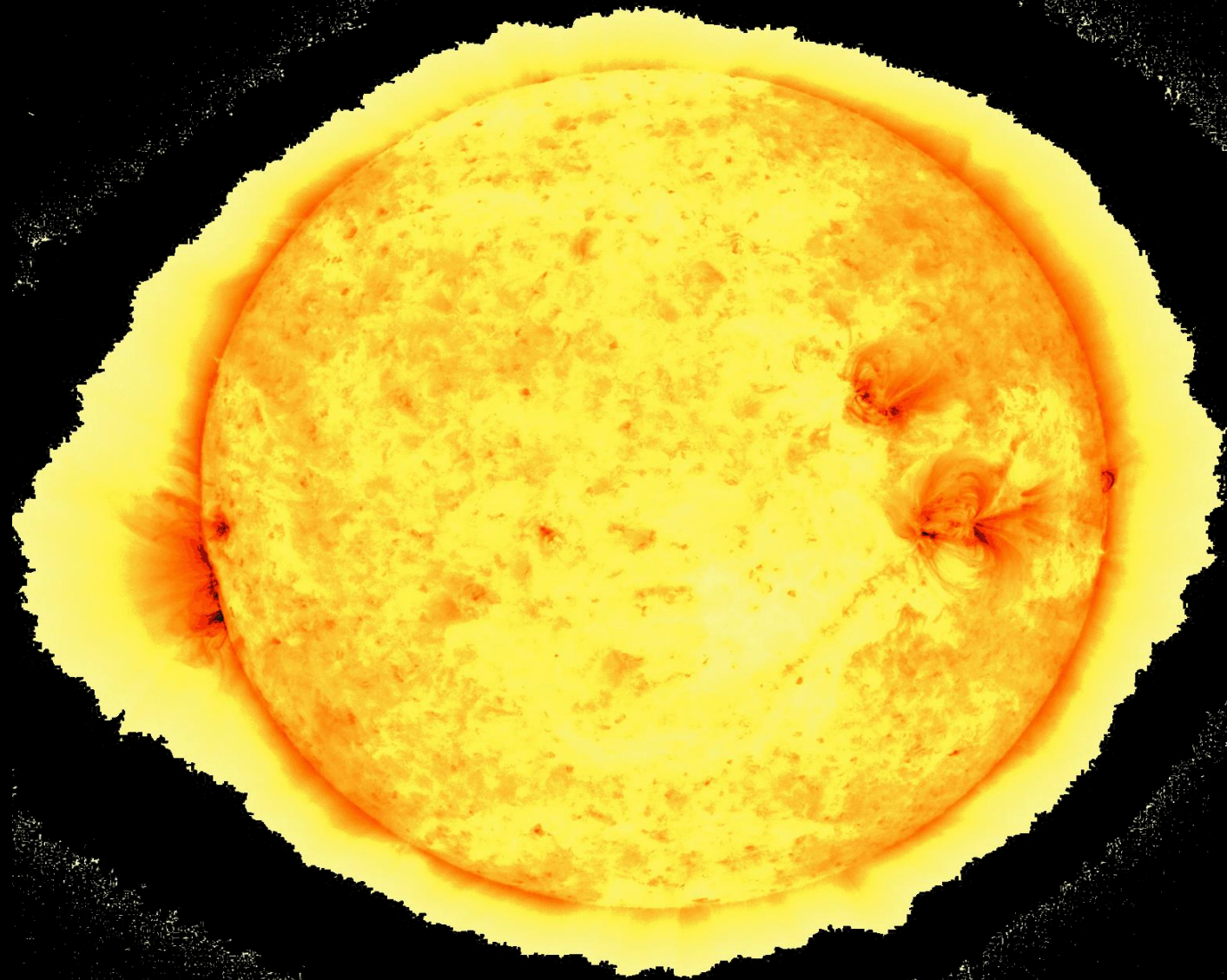
- Θερμοκρασία επιφάνειας: 5.778 K
- Απόσταση από τη Γη: 149.600.000 km
- Μέγεθος: -26,74
- Μάζα: 1,989e30 kg
- Ακτίνα: 695.800 km (1 R_⊙)
- Απόλυτο μέγεθος: 4,83

- Από wikipedia

ατμόσφαιρα

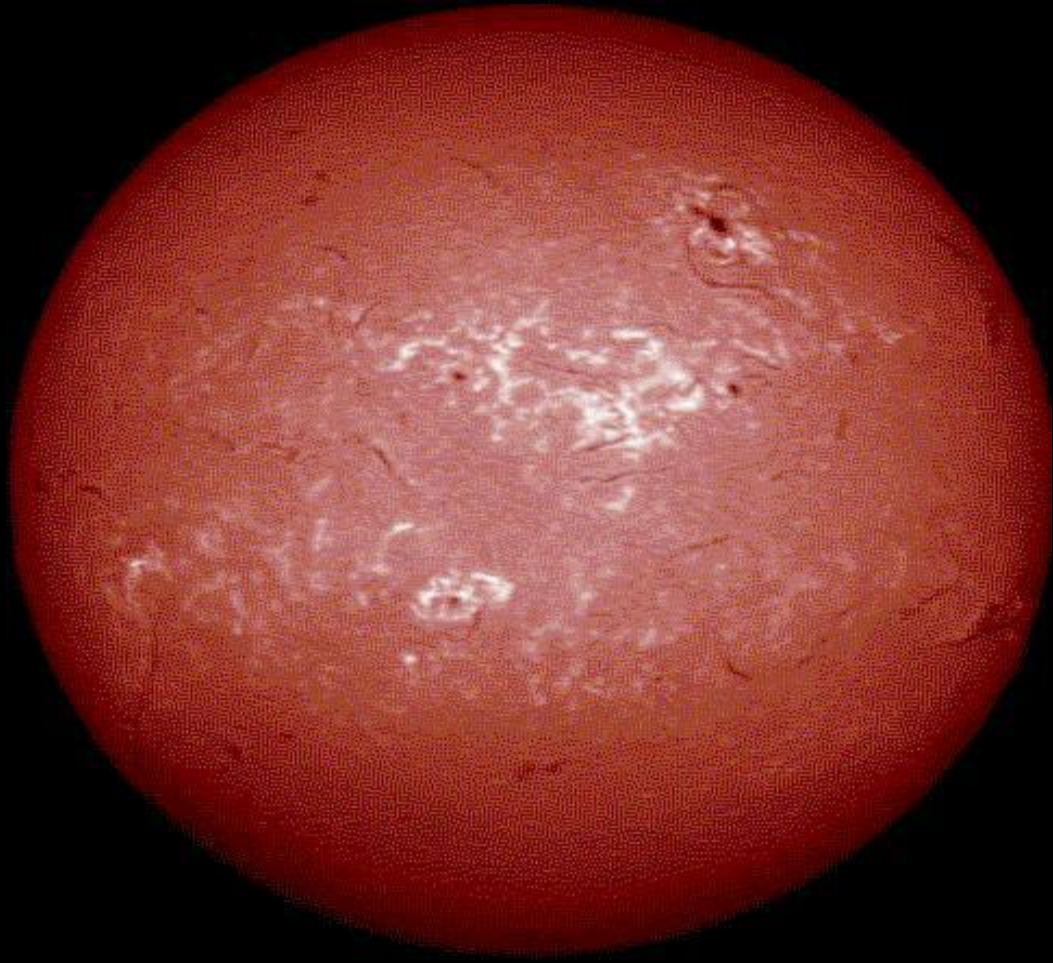






Χρωμόσφαιρα

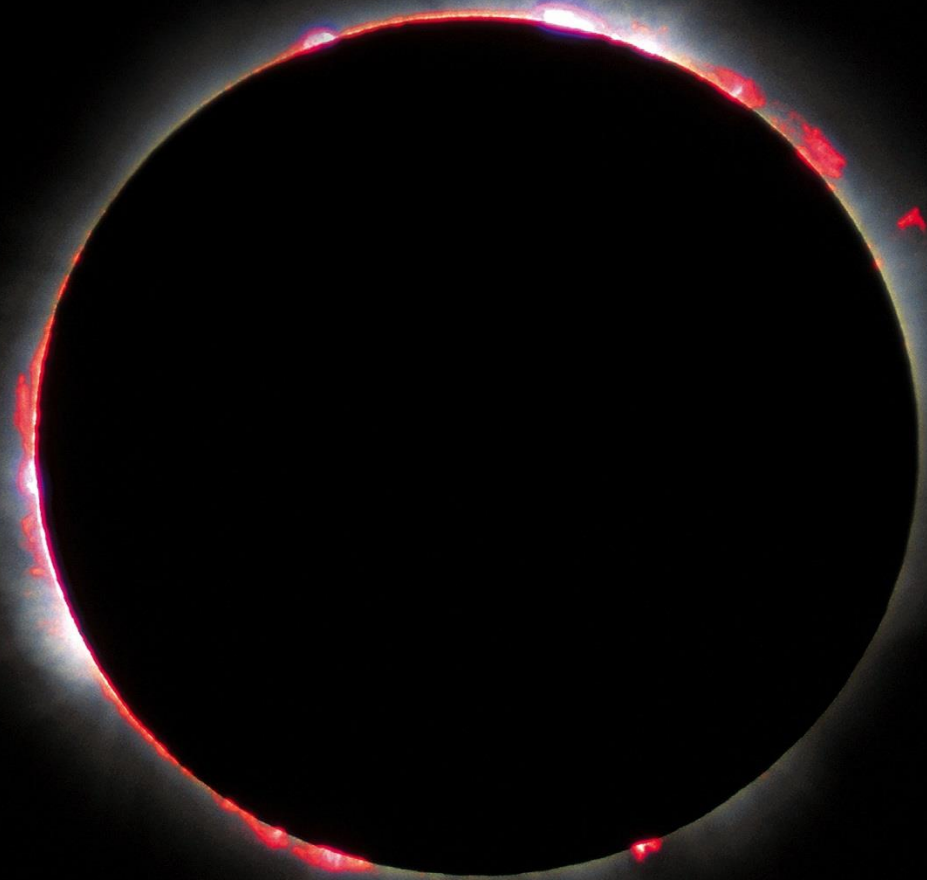
Ηα, Ca γραμμή Κ



chromosphere


χρωμόσφαιρα

Η χρωμόσφαιρα
είναι ορατή στις
εκλείψεις.
Επίσης είναι
ορατή με ειδικά
φίλτρα (H_{α})

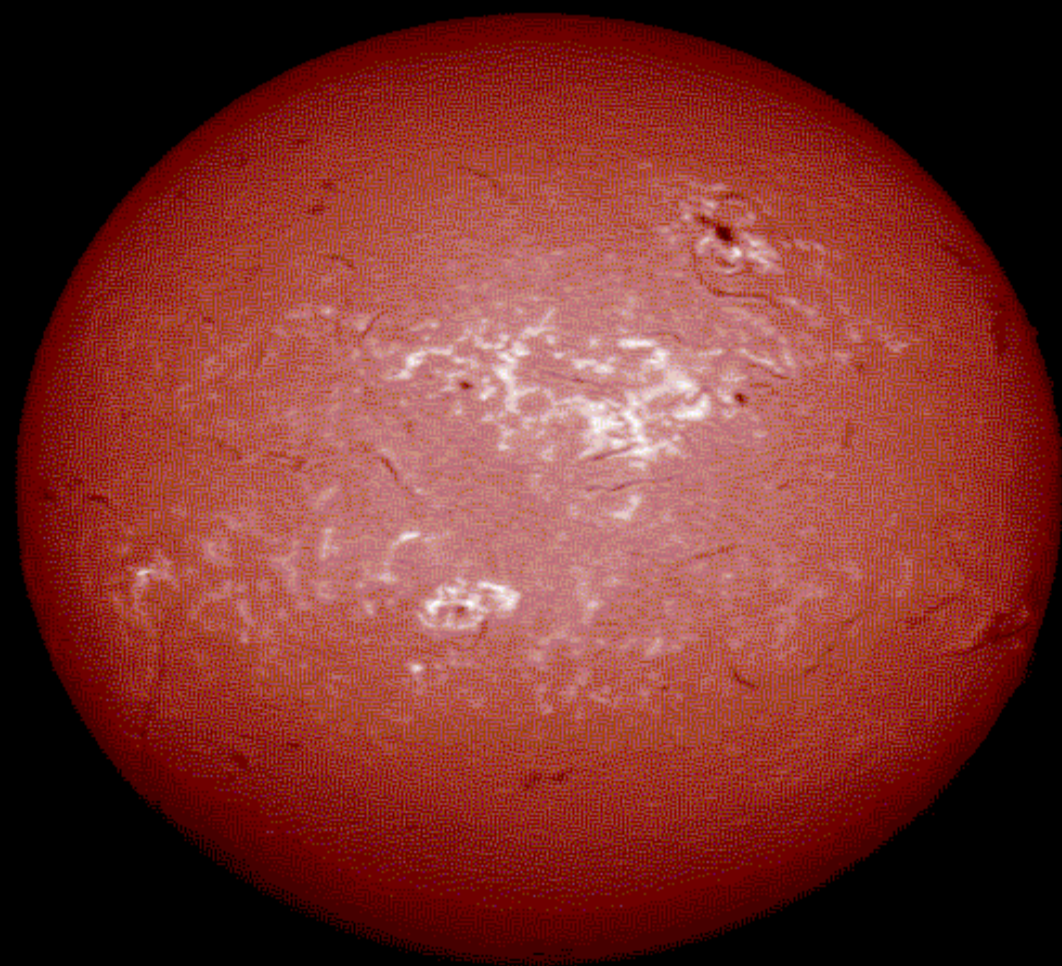


Filaments →

↙
Plage

A transmission electron micrograph showing a cell with internal structures. The image is in grayscale. At the top, the word "Filaments" is written in a bold, serif font, with a horizontal arrow pointing to the right towards a dark, wavy line. In the center, there is a large, irregularly shaped, electron-dense region. A vertical arrow points downwards from the top of this region. To the right of this region, the word "Plaque" is written in a bold, serif font, with a diagonal arrow pointing upwards and to the left towards the plaque.

HI 6563 Å
BB50

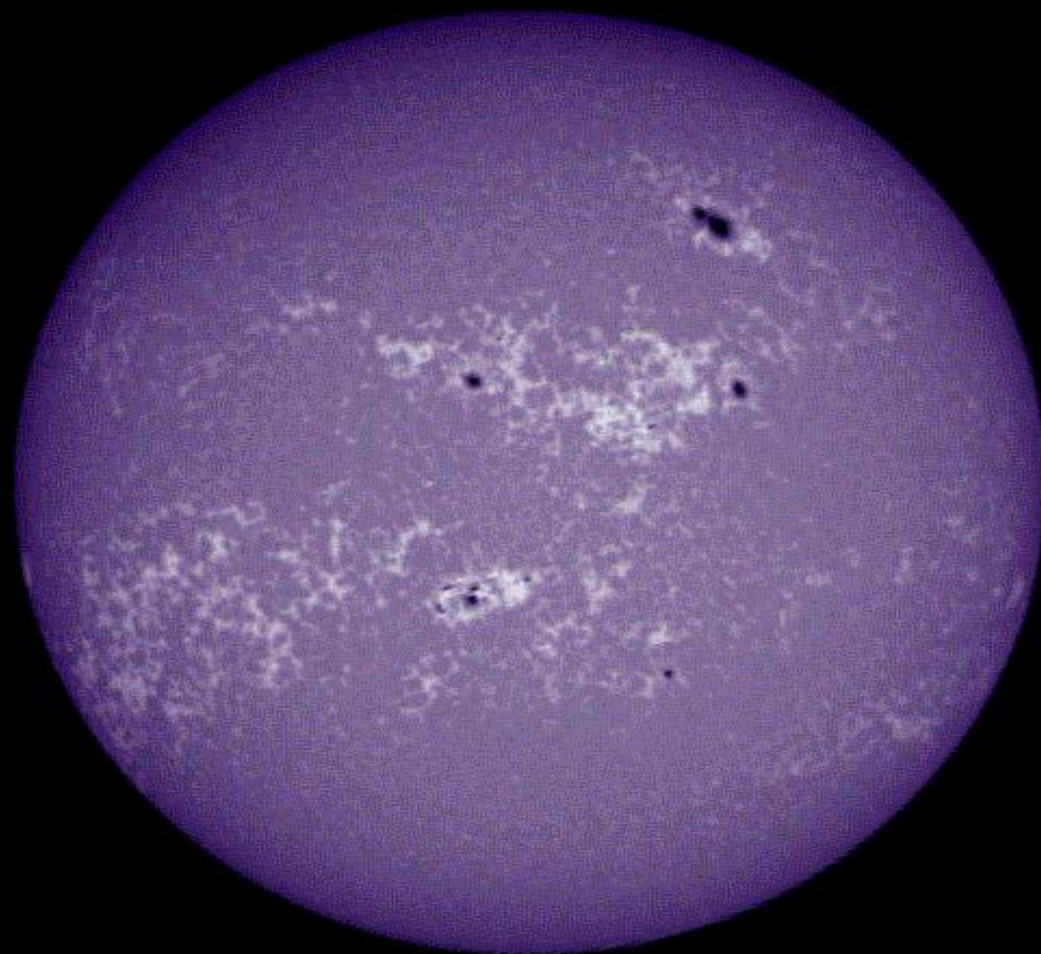


1991 May 13



**The Chromospheric
Network**

Ca II 3934 Å
BB50



1991 May 13



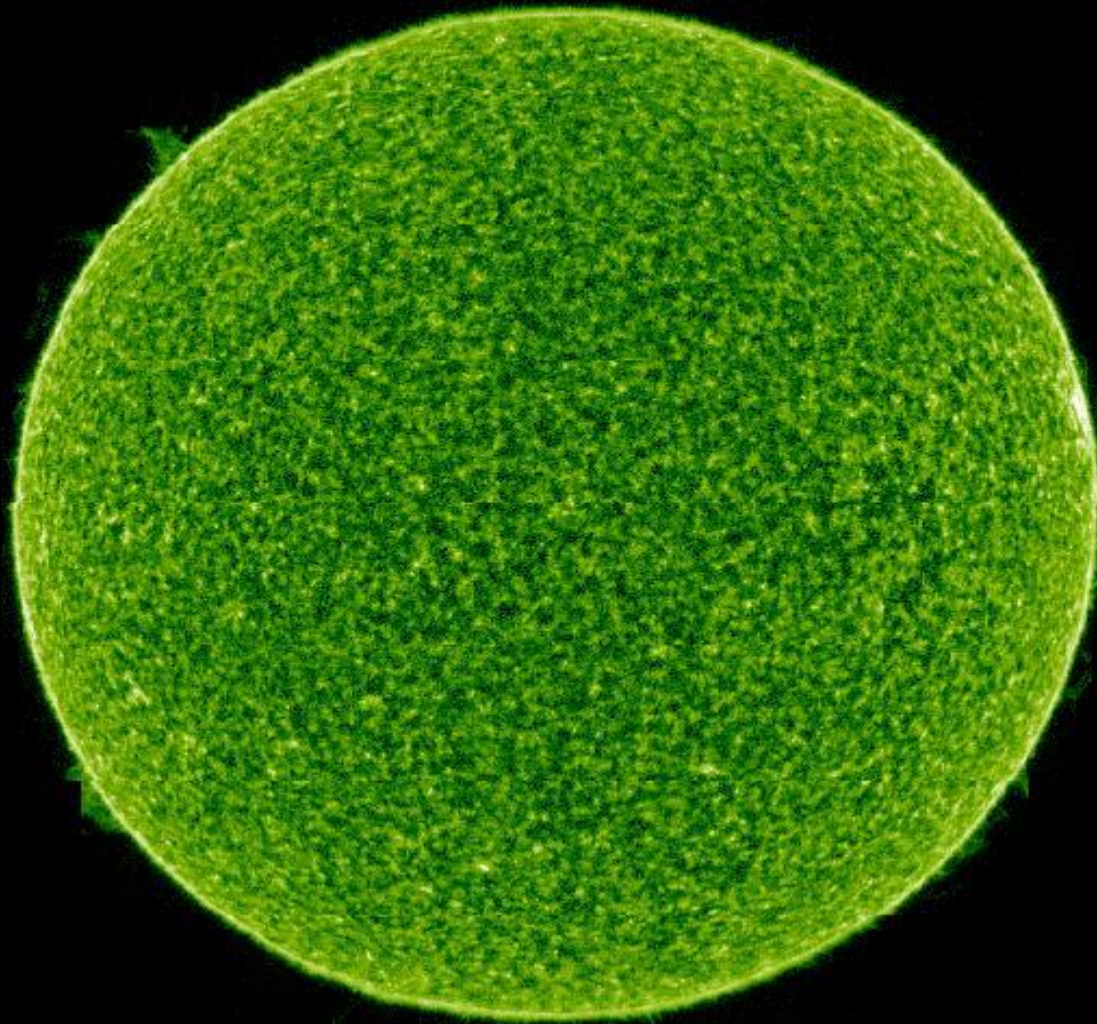
chromosphere

χρωμόσφαιρα



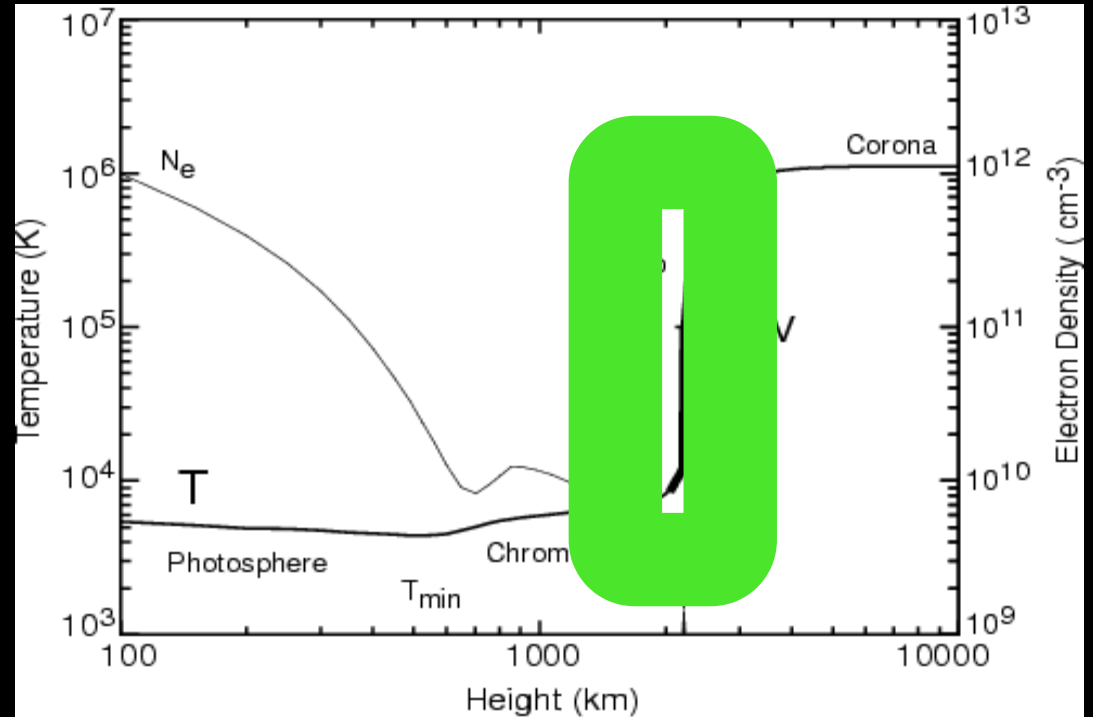
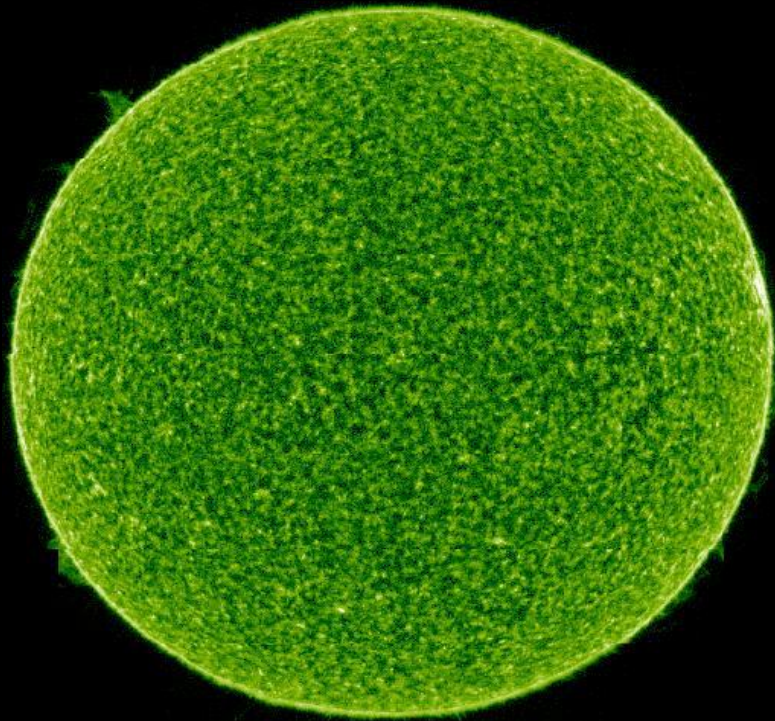
Transition
region

Μεταβατική
ζώνη



Transition
region

Μεταβατική
ζώνη ή περιοχή

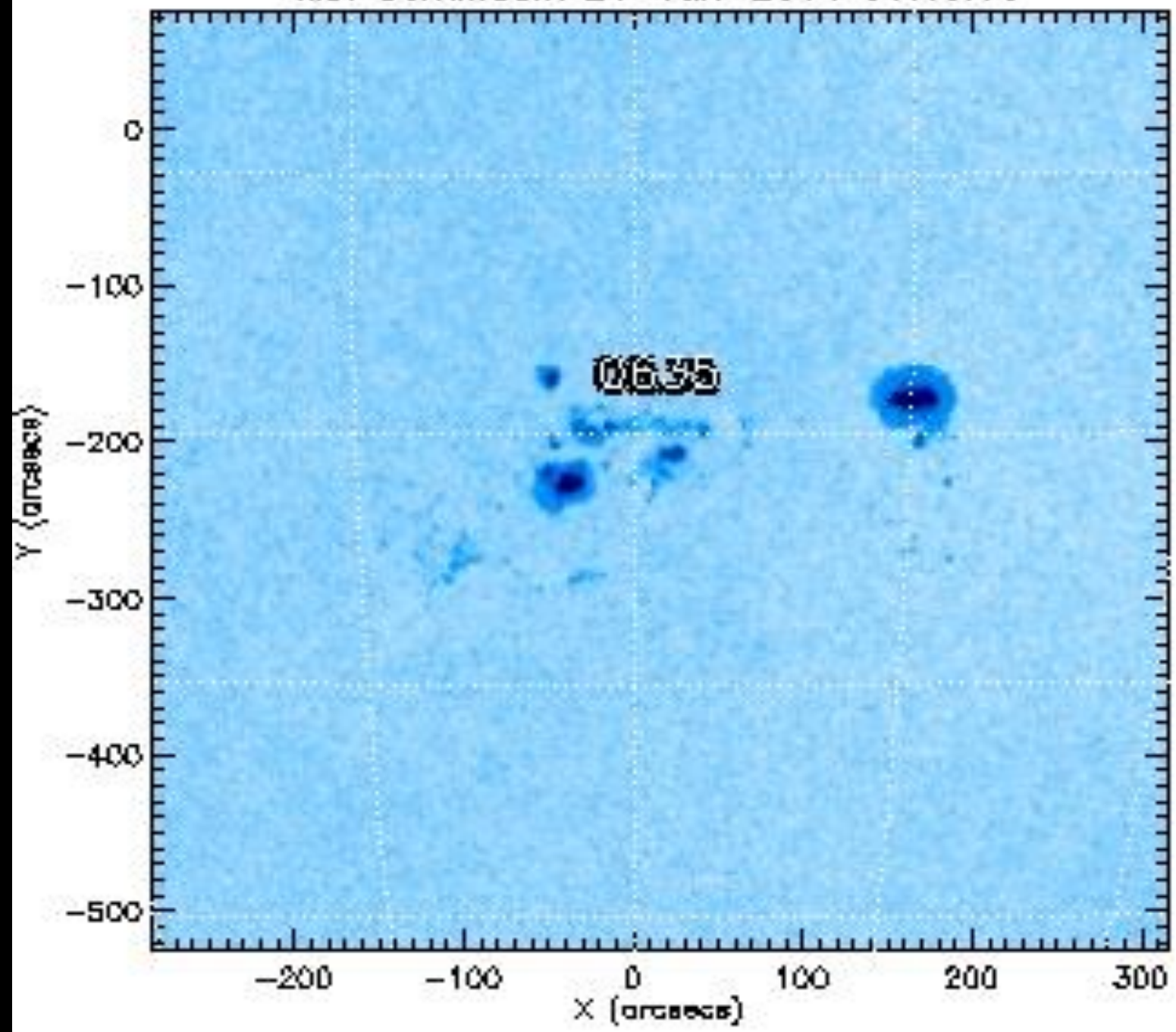


Transition region

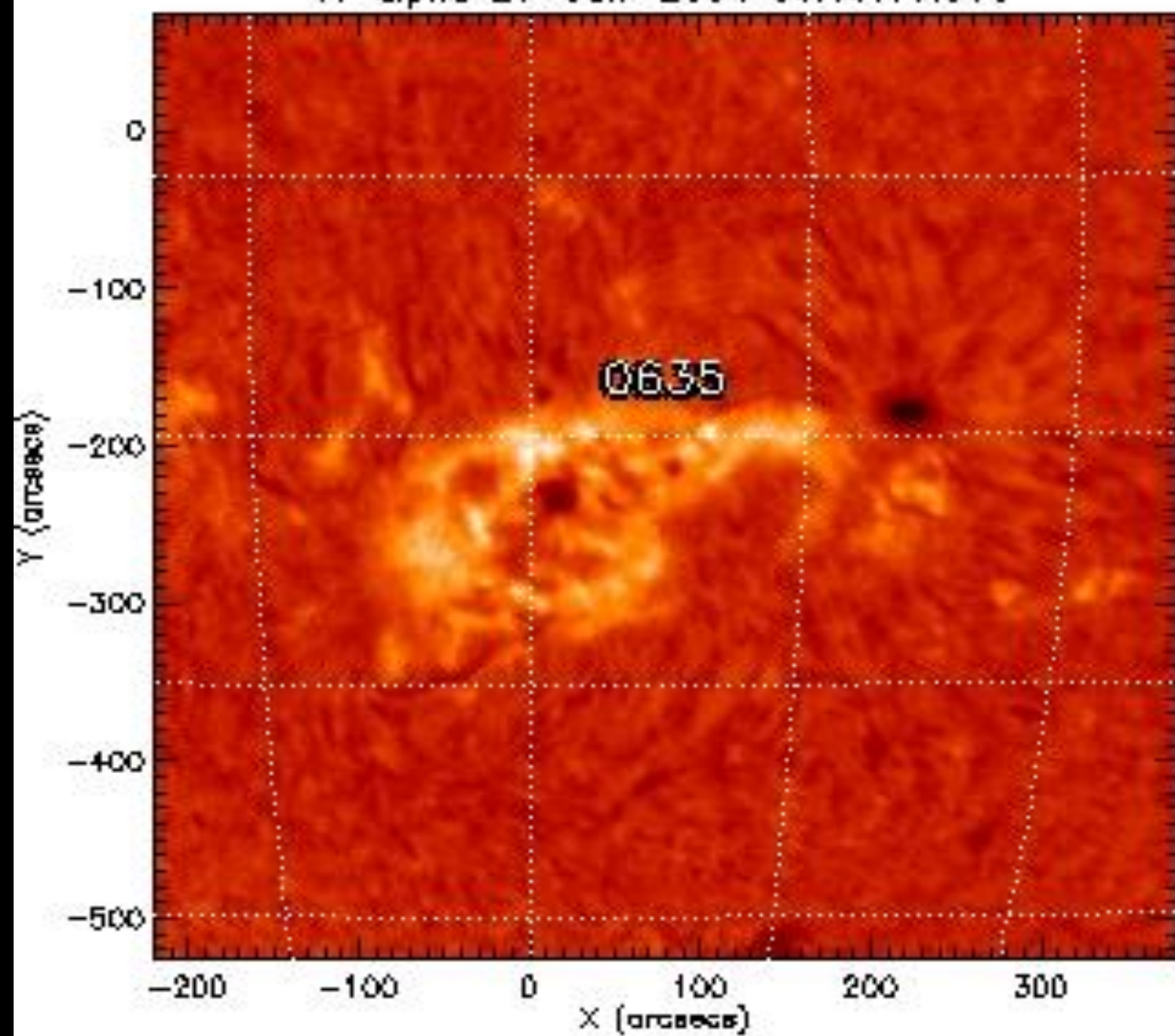
Μεταβατική ζώνη

κηλίδες

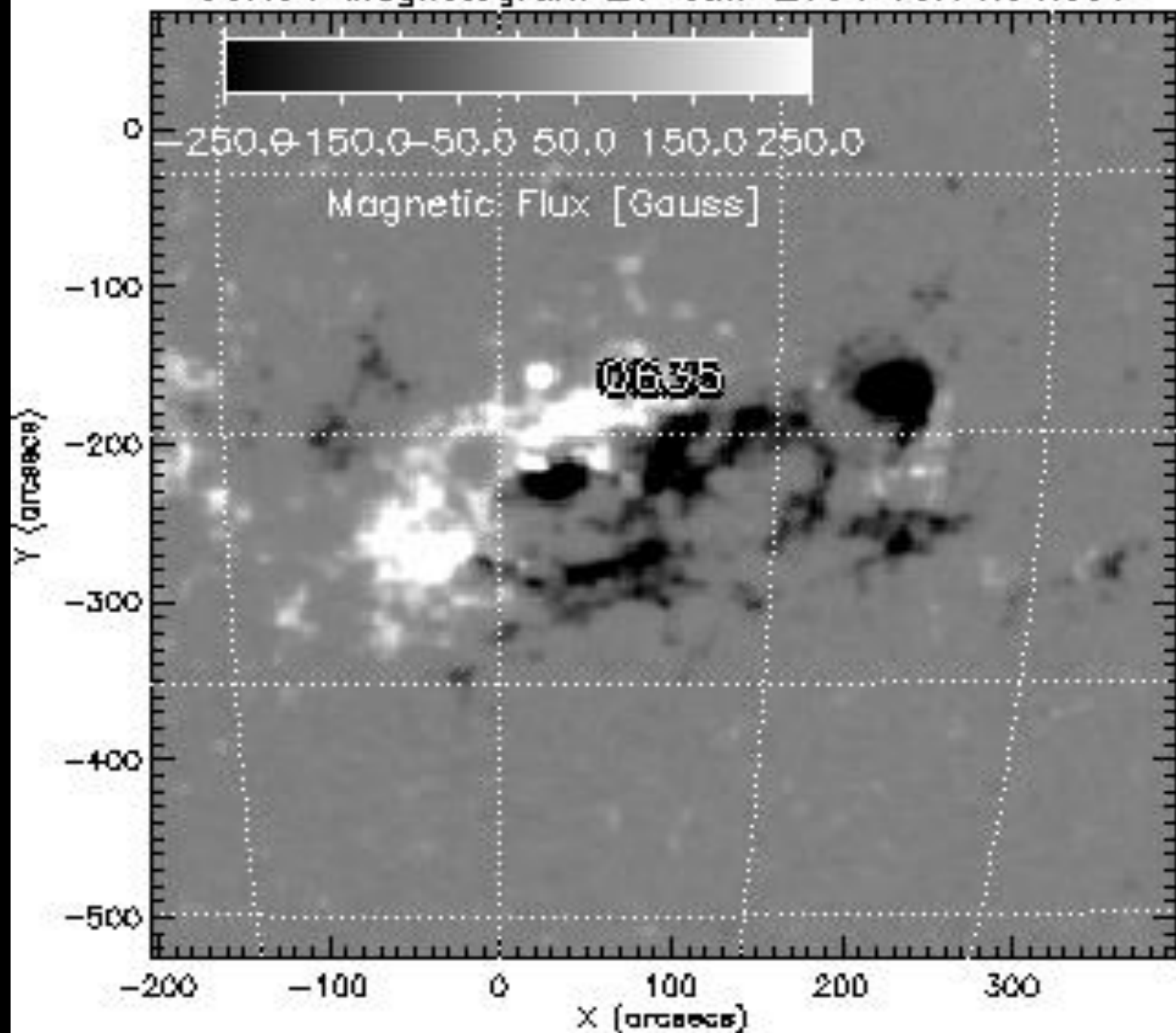
MDI Continuum 21-Jun-2004 00:10:00

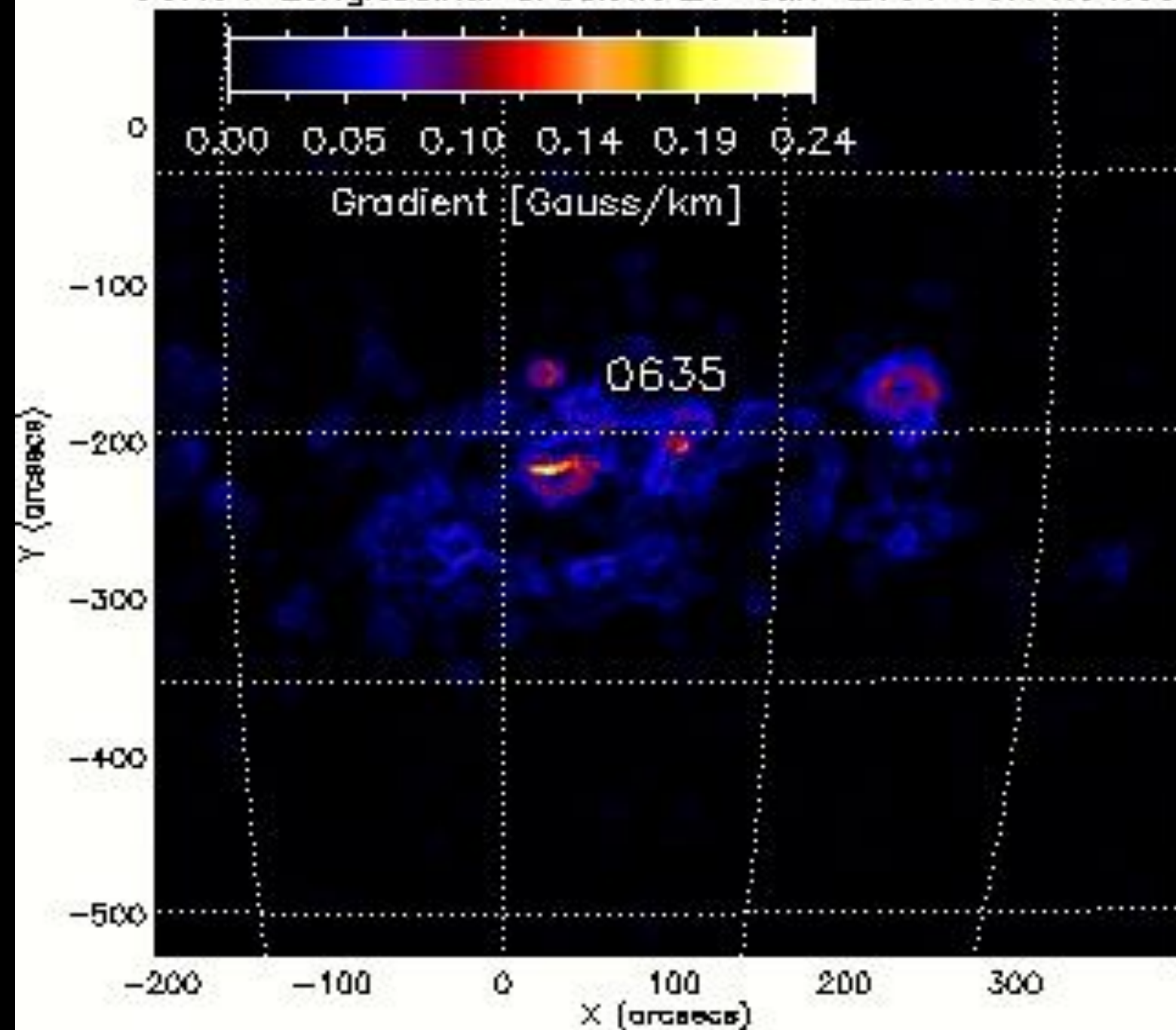


H-alpha 21-Jun-2004 06:09:10.000

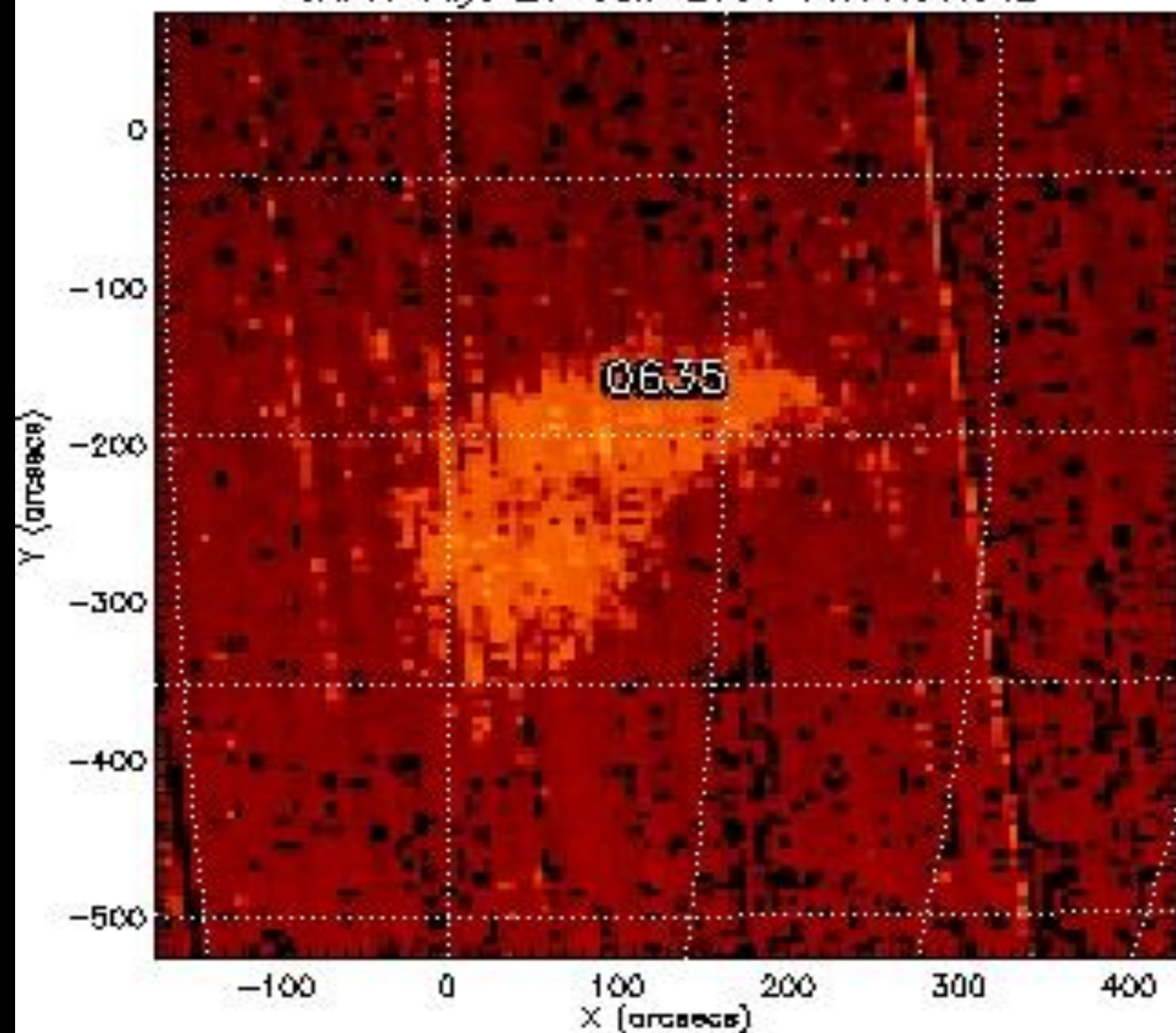


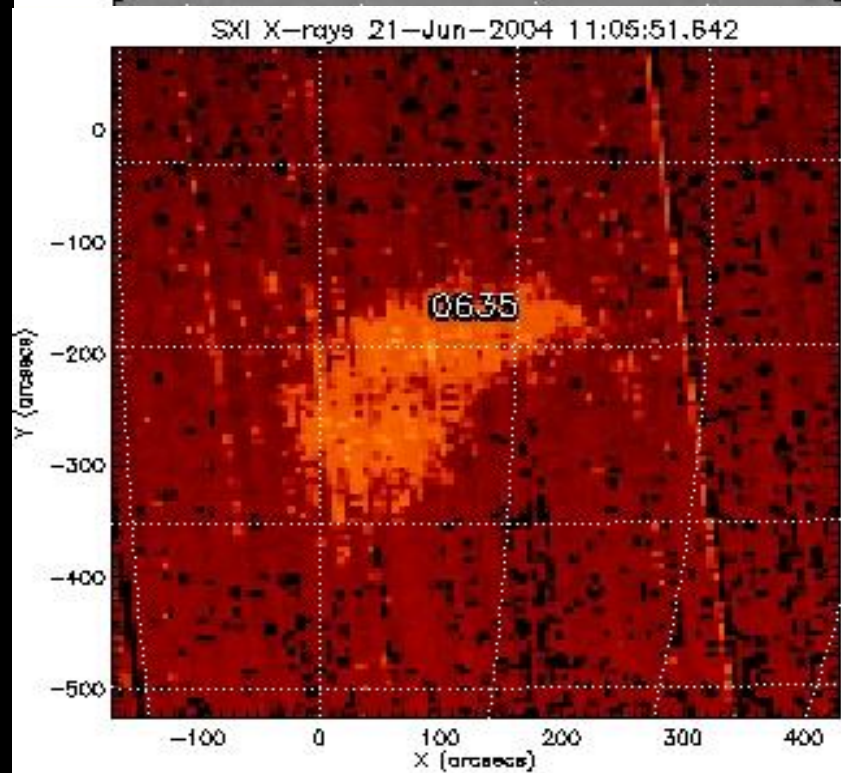
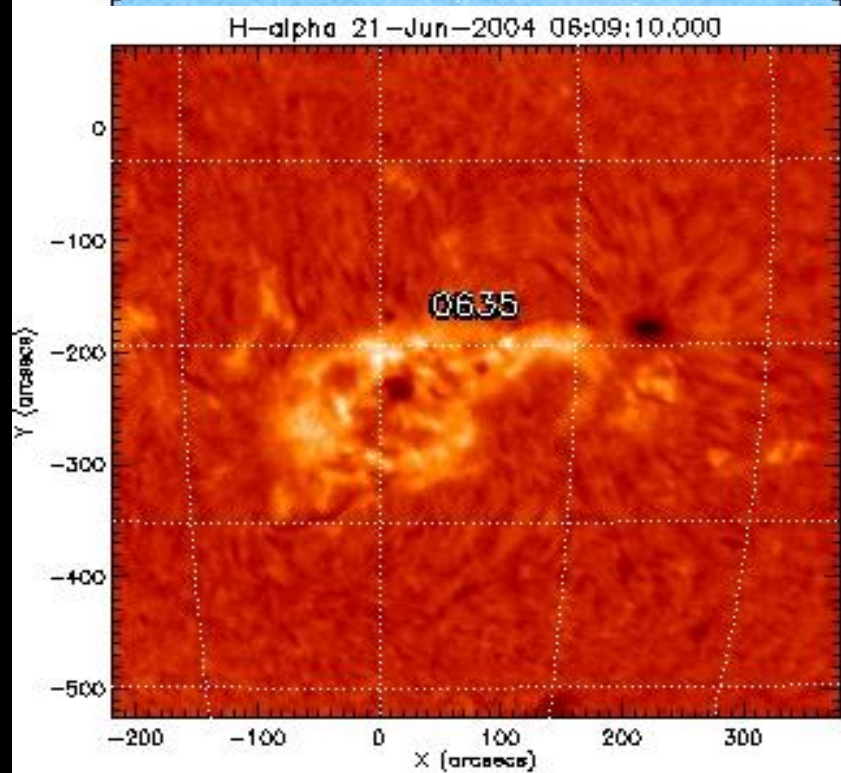
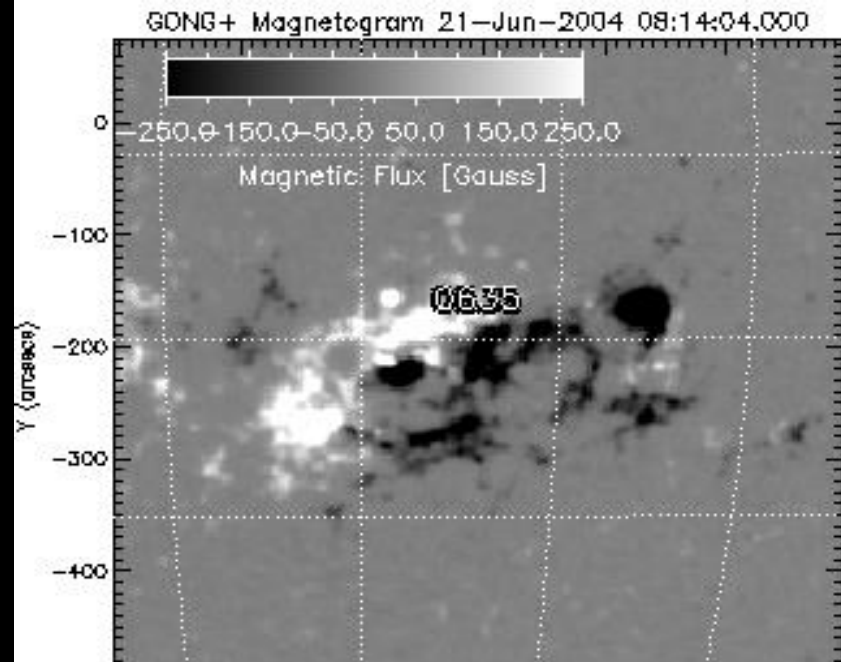
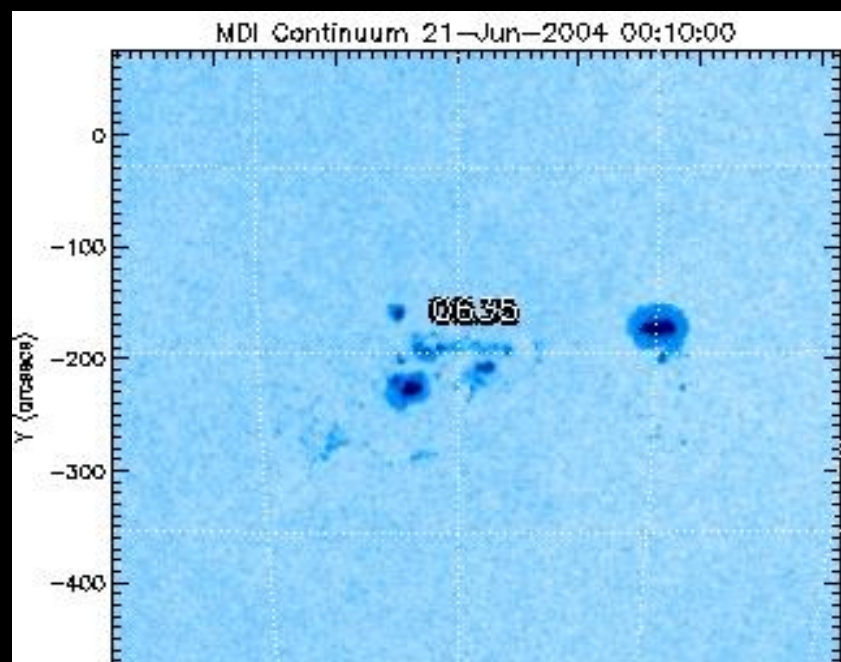
GONG+ Magnetogram 21-Jun-2004 08:14:04.000



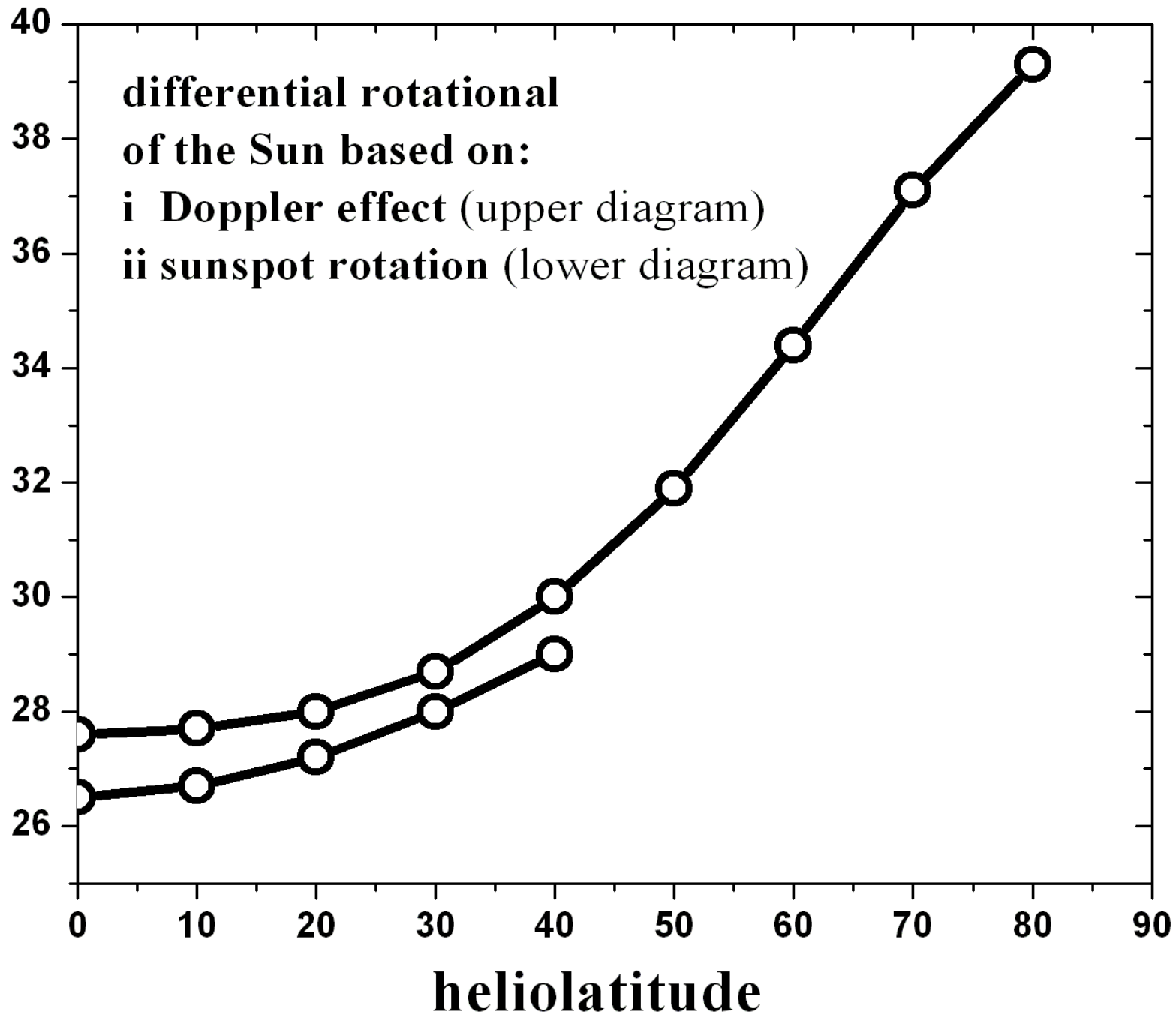


SXI X-rays 21-Jun-2004 11:05:51.642





**synodic period
of the Sun
in days**



- Διαφορική περιστροφή του Ηλίου

$$\omega = A + B \sin^2(\varphi) + C \sin^4(\varphi)$$

$$\omega = A + B \sin^2(\phi)$$

$$A = 14.18 \text{ deg/day } (+/- 0.35)$$

$$B = -2.00 \text{ deg/day } (+/- 0.48)$$

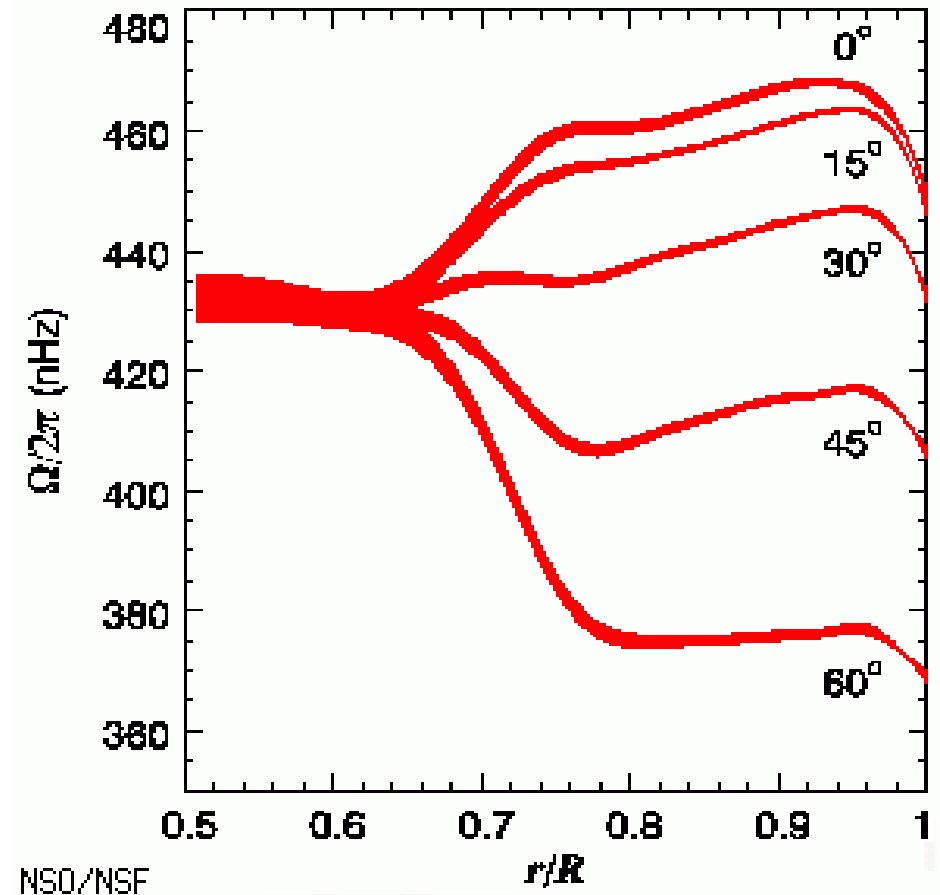
$$\Omega = 13,9 - 1,76 \sin^2 \phi - 2,21 \sin^4 \phi$$

- Διαφορική περιστροφή του Ηλίου

- Ταχοκλινες,

- "Tachocline" by Global Oscillation Network Group. Original uploader was NAH8 at en.wikipedia. Later version(s) were uploaded by Puzl bustr at en.wikipedia. - Transferred from en.wikipedia (Original text : <http://gong.nso.edu/>). Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

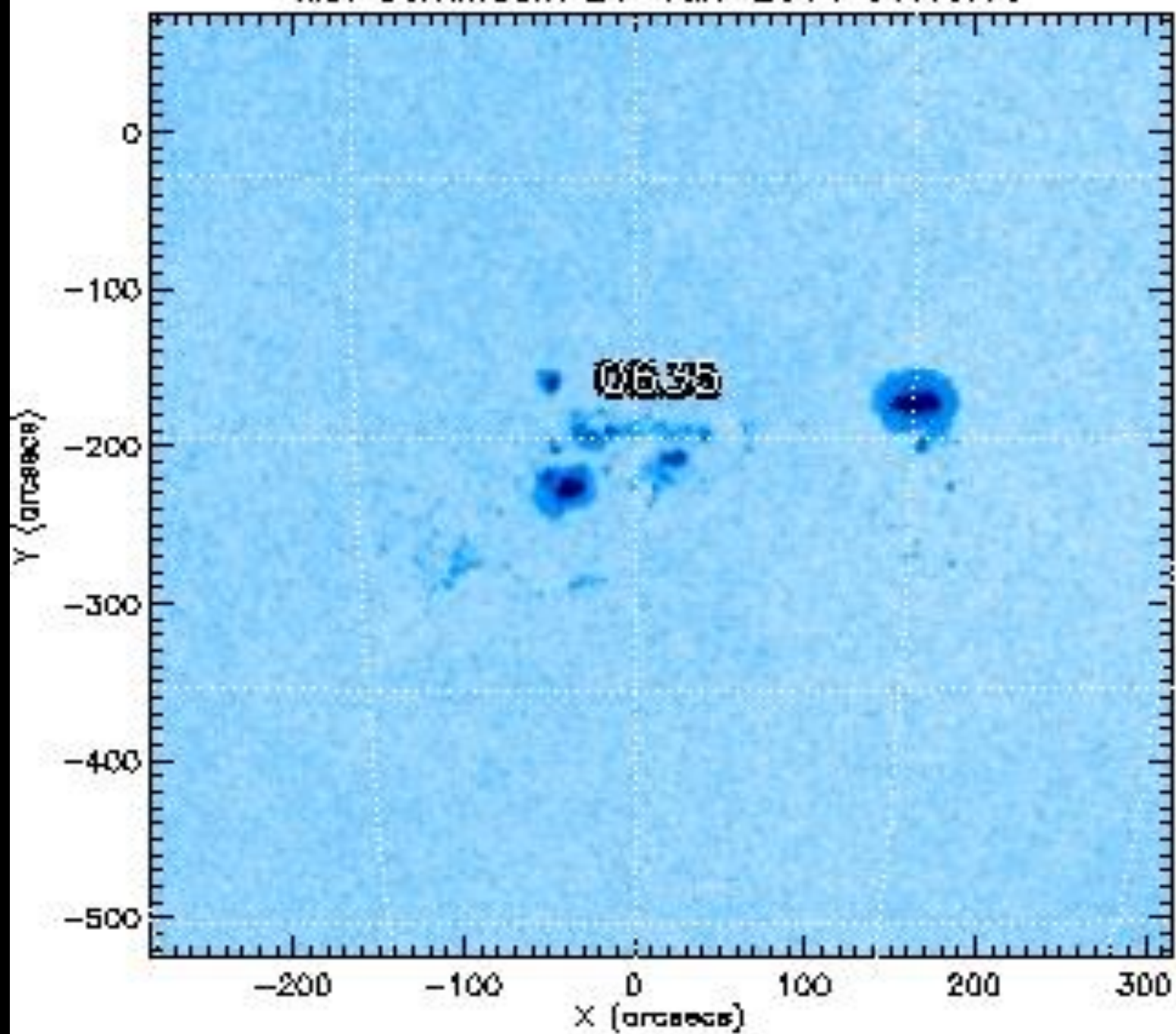
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tachocline.gif#mediaviewer/File:Tachocline.gif>



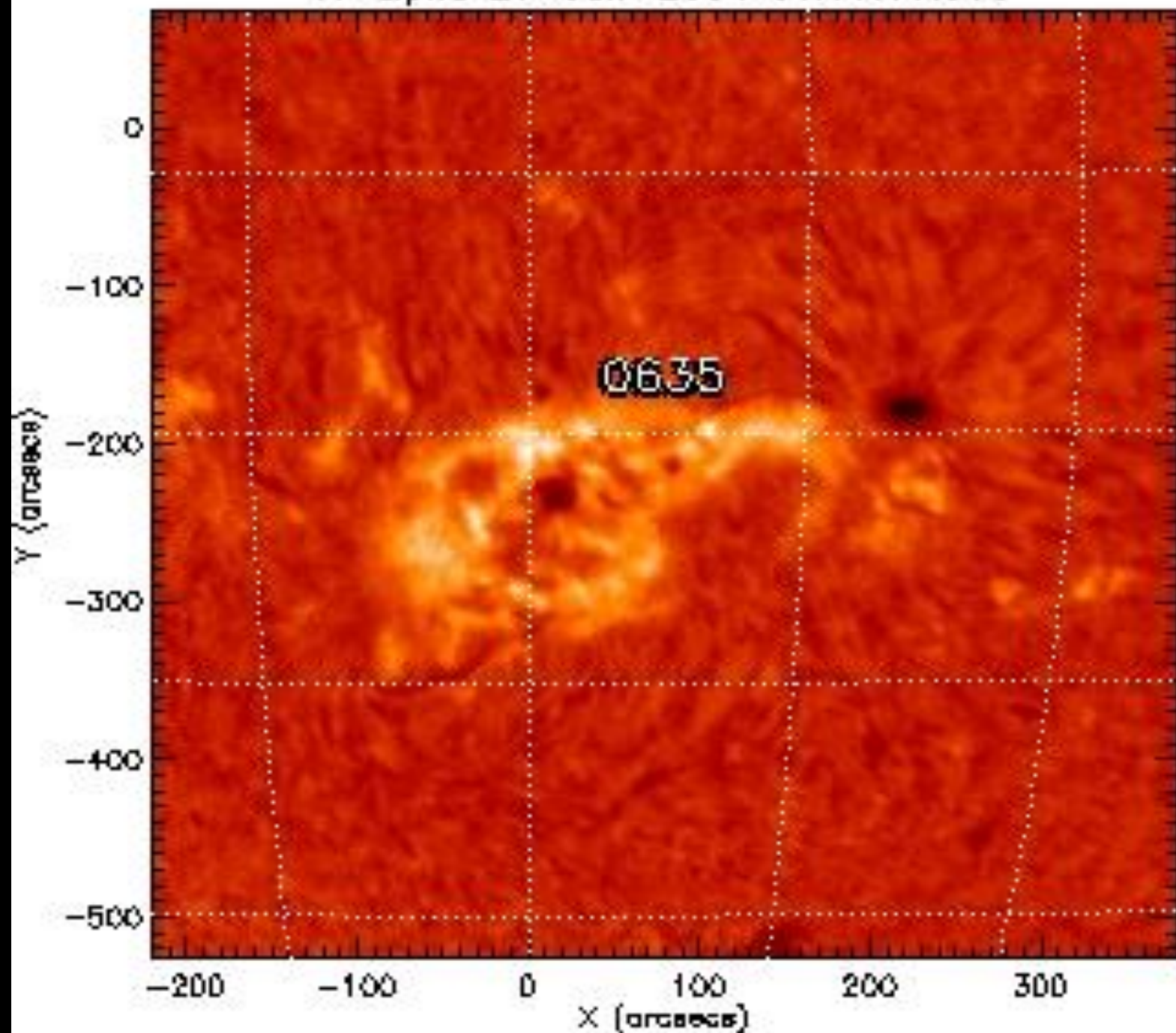
Φωτόσφαιρα



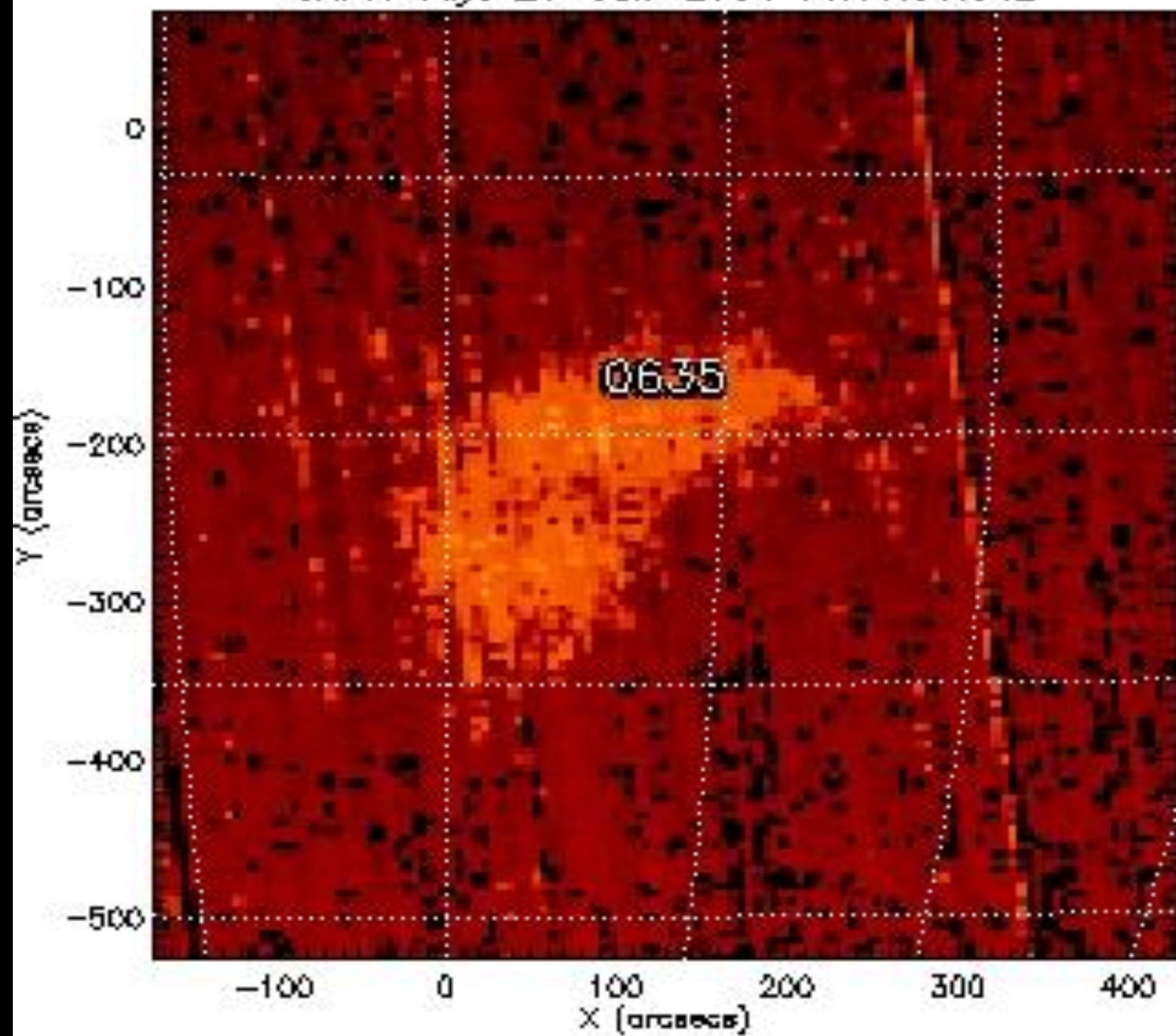
MDI Continuum 21-Jun-2004 00:10:00

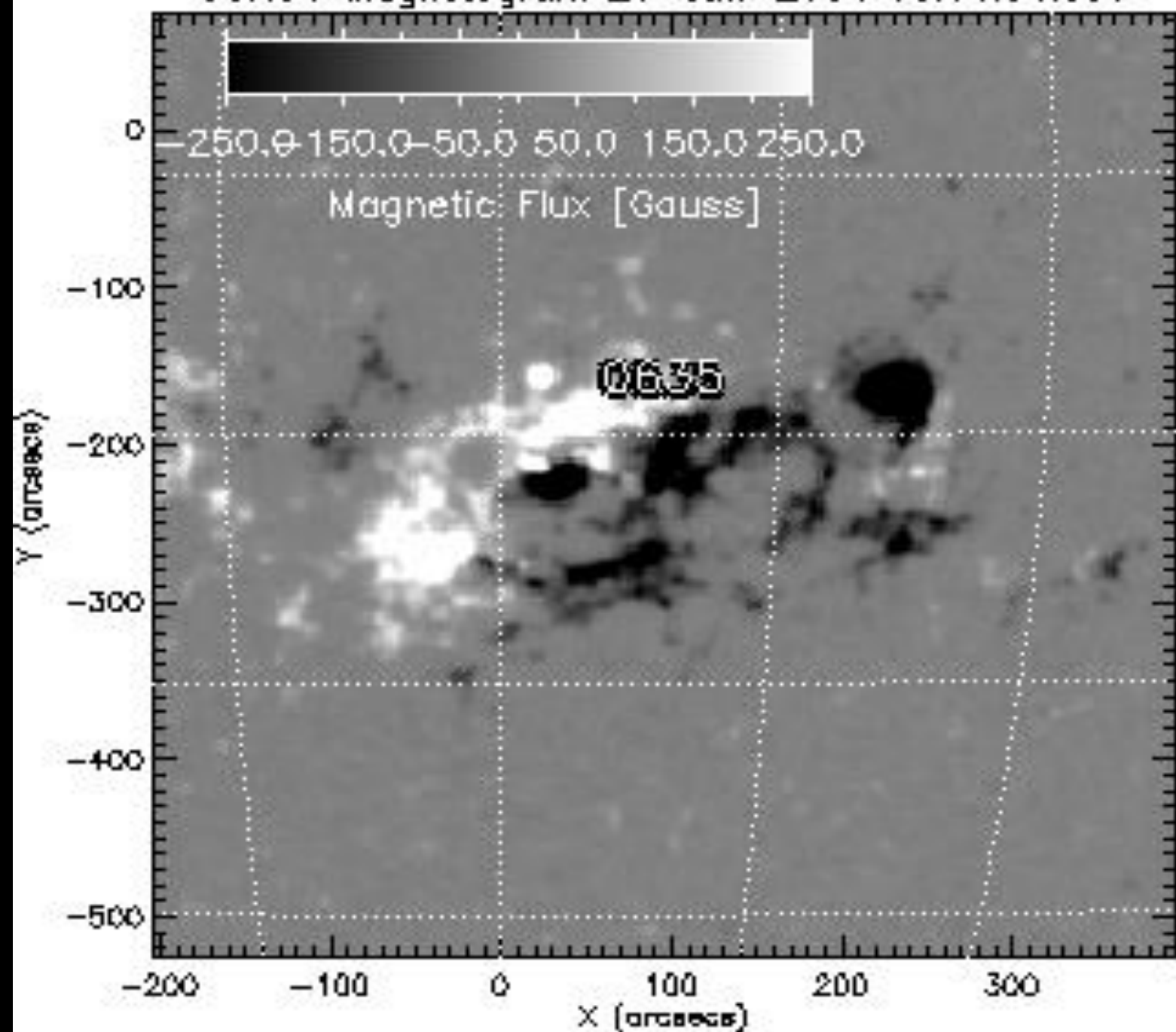


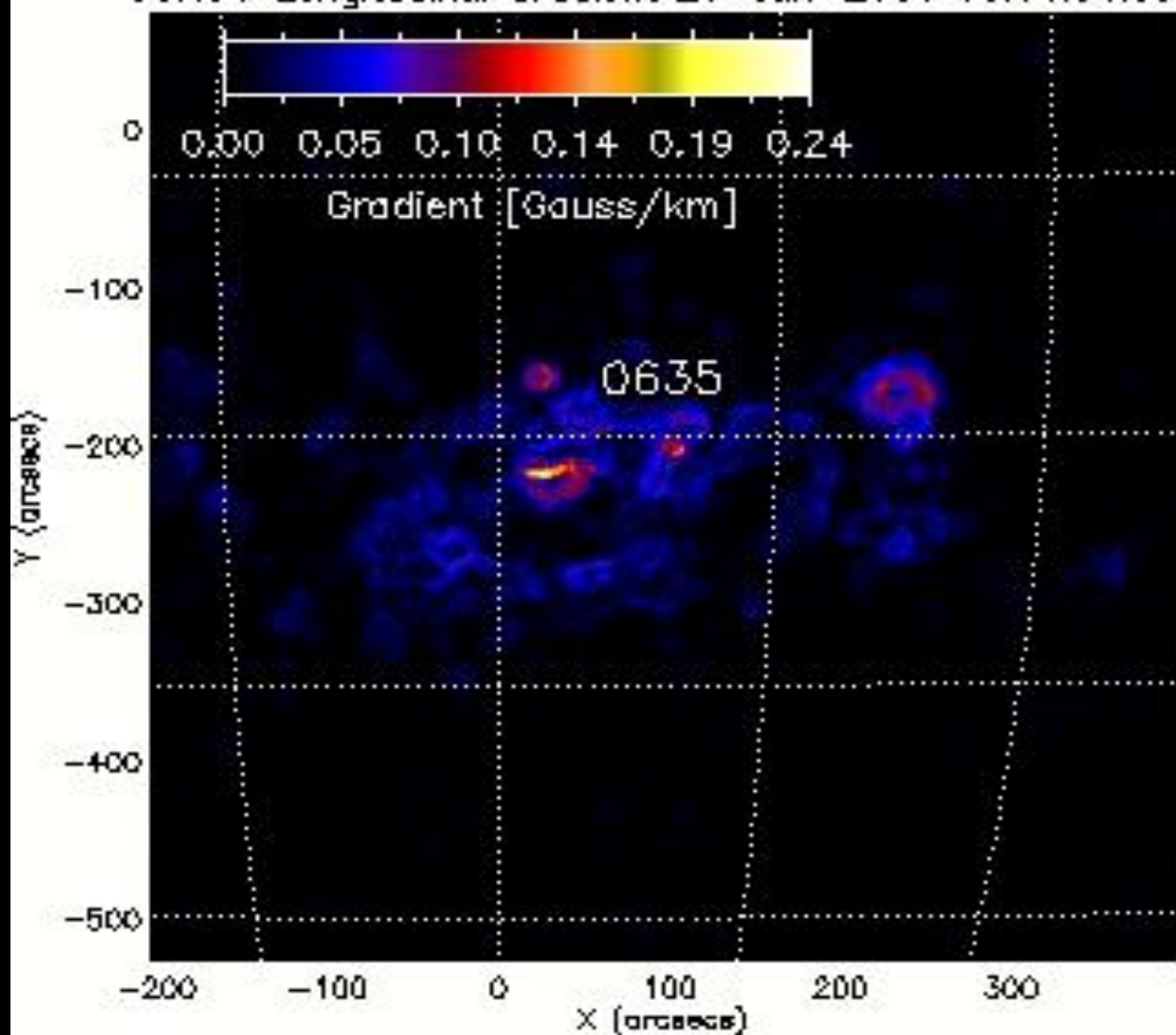
H-alpha 21-Jun-2004 06:09:10.000



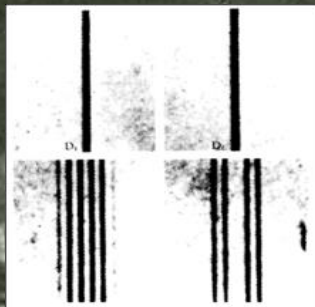
SXI X-rays 21-Jun-2004 11:05:51.642







Κύκλος Hale
Μαγνητικά πεδία
Θεωρία Babcock

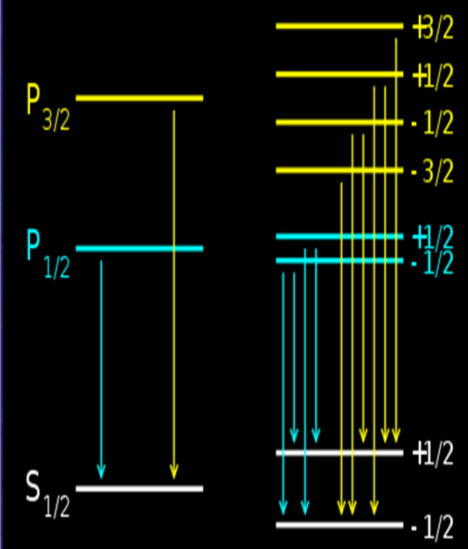
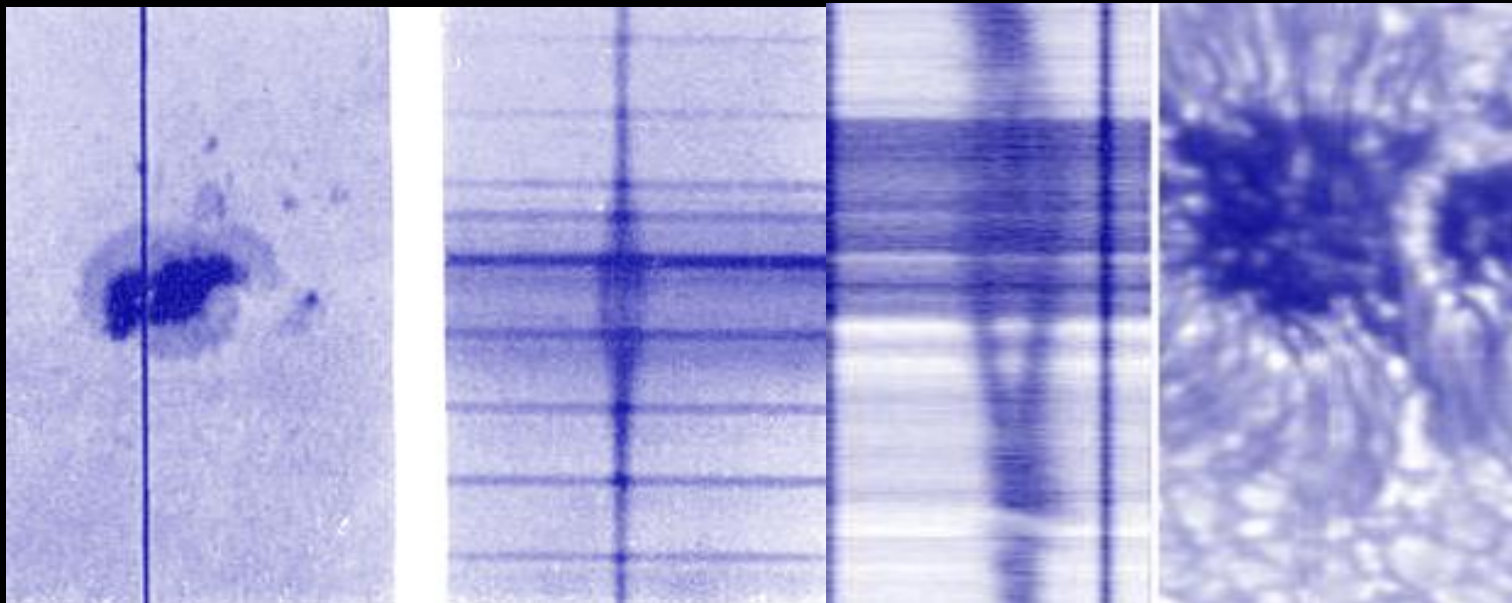


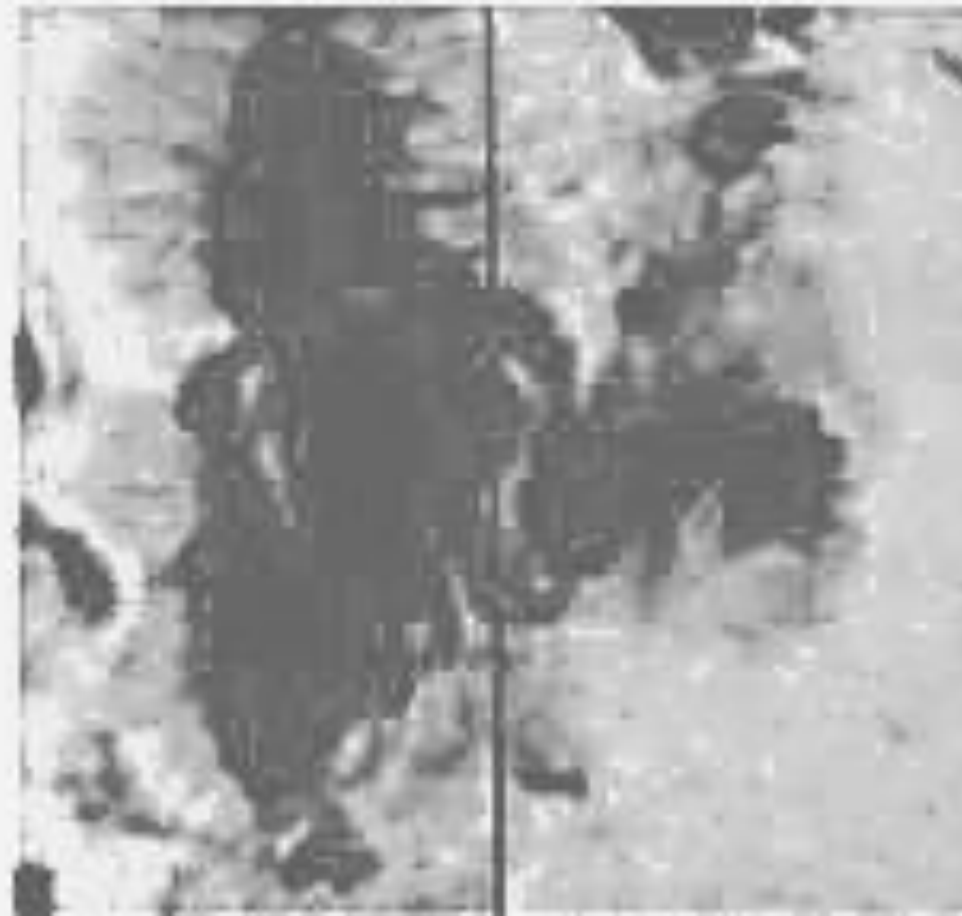
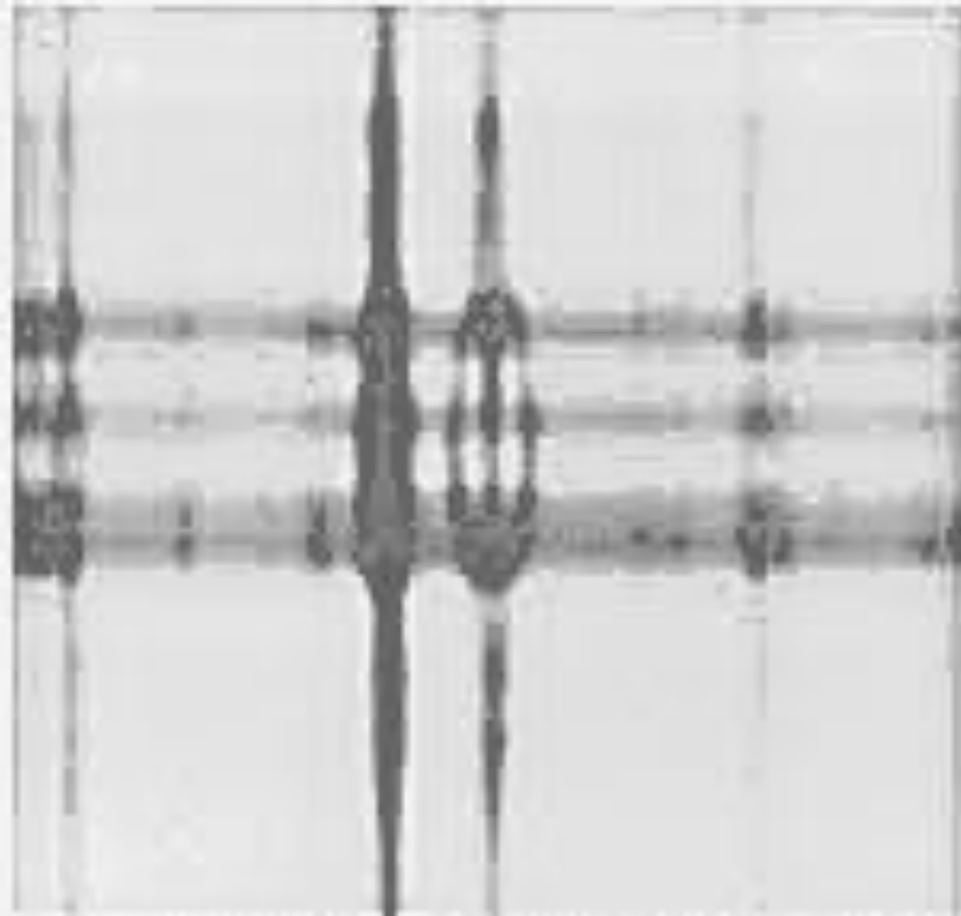
Einstein επισκέπτεται τον πειραματικό φυσικό Pieter Zeeman (αριστερά), με τον φίλο Paul Ehrenfest (1920)



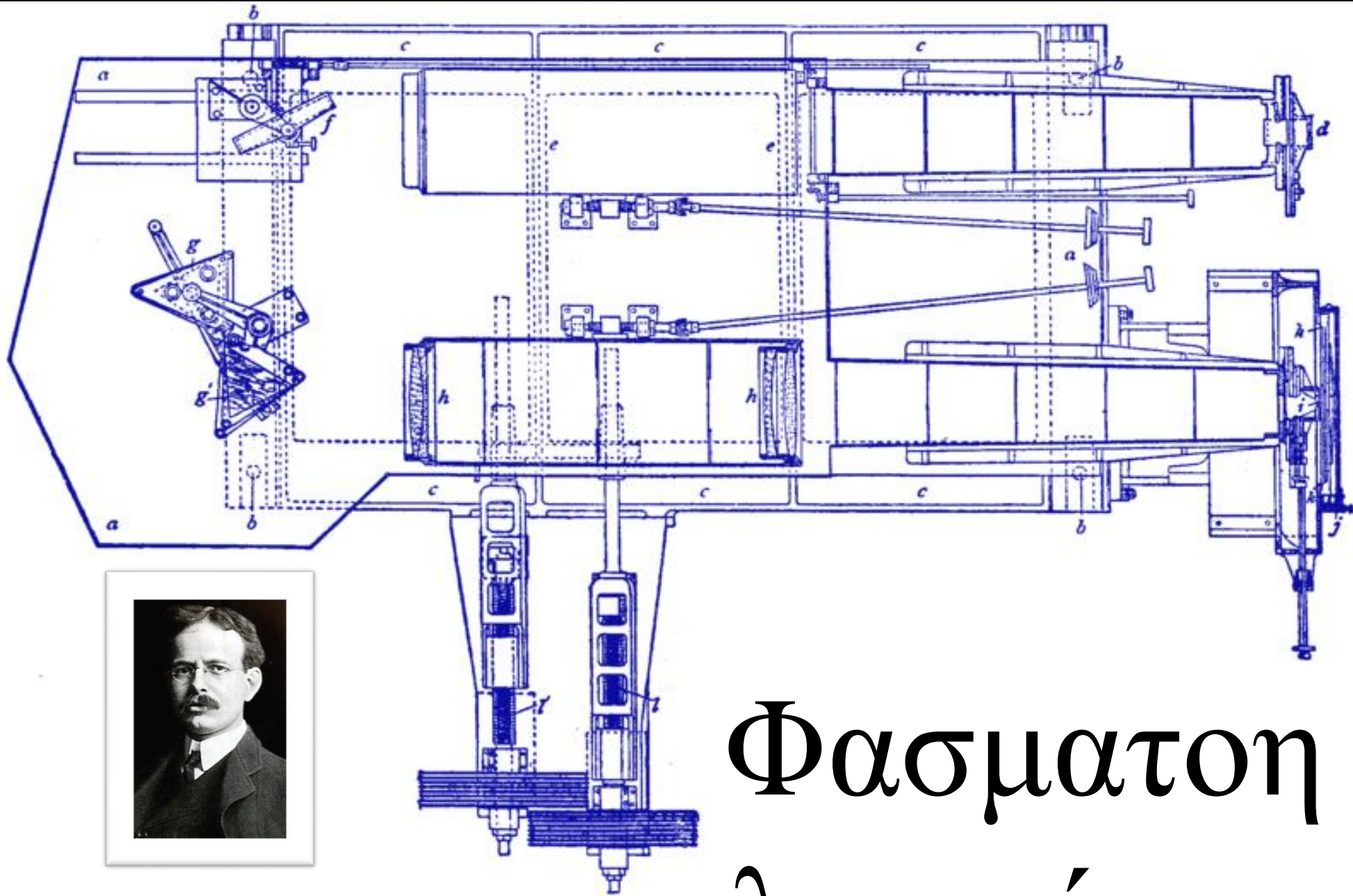
Ο Pieter Zeeman μετράει από την διαίρεση των φασματικών γραμμών το μαγνητικό πεδίο. Το φαινόμενο Zeeman χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του μαγνητικού πεδίου του ηλίου και αργότερα και άλλων άστρων, με μεγάλη επιτυχία.

Με αυτό γνωρίζουμε καλύτερα την ηλιακή δραστηριότητα, η οποία εξαρτάται σε τεράστιο βαθμό από τα μαγνητικά πεδία στον Ήλιο.



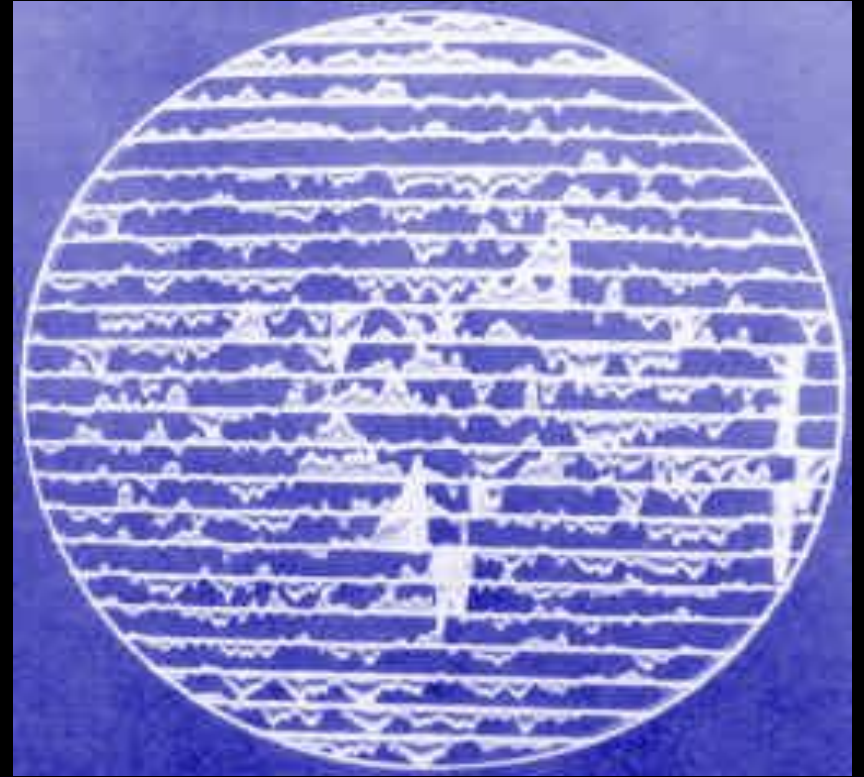


Το φαινόμενο Zeeman χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του μαγνητικού πεδίου του ηλίου

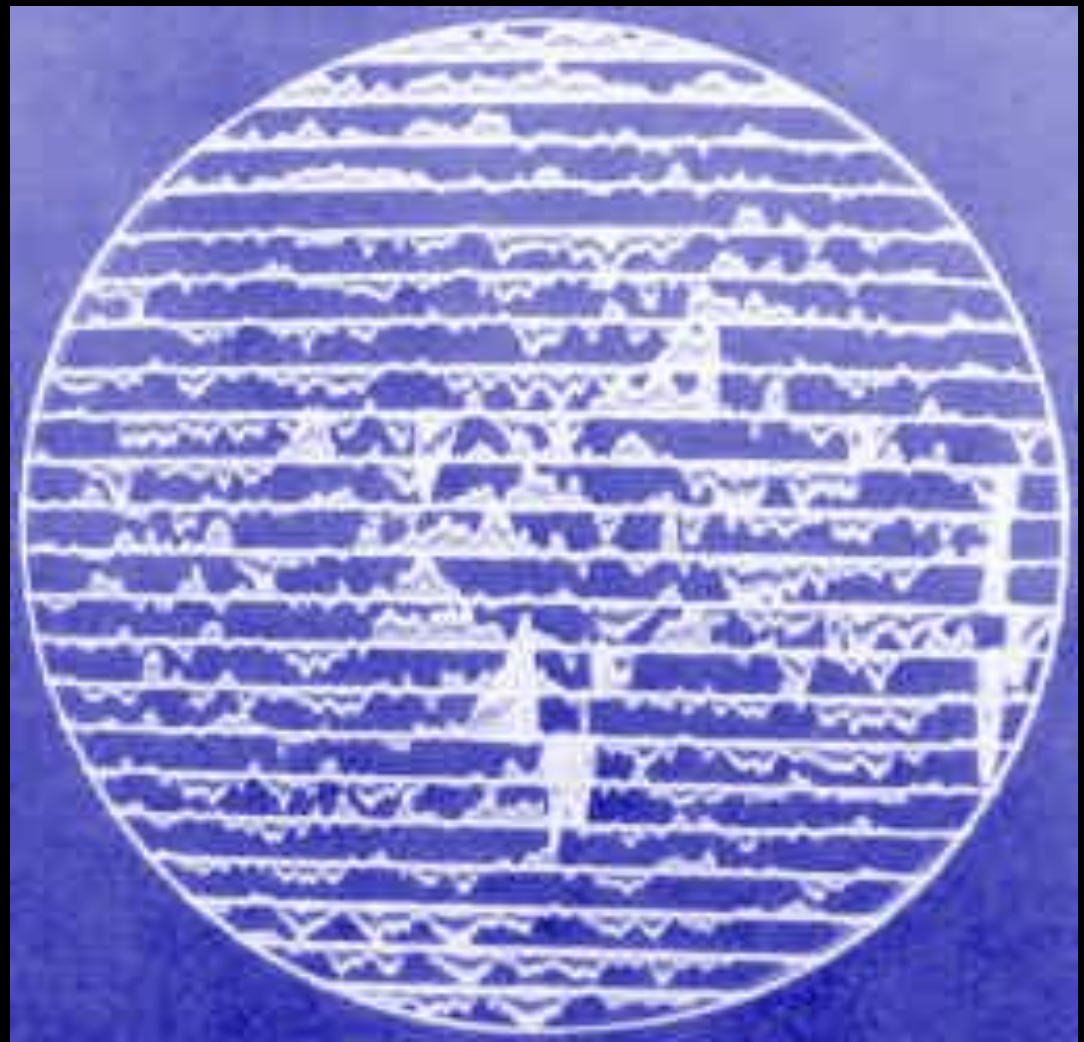


Φασματα

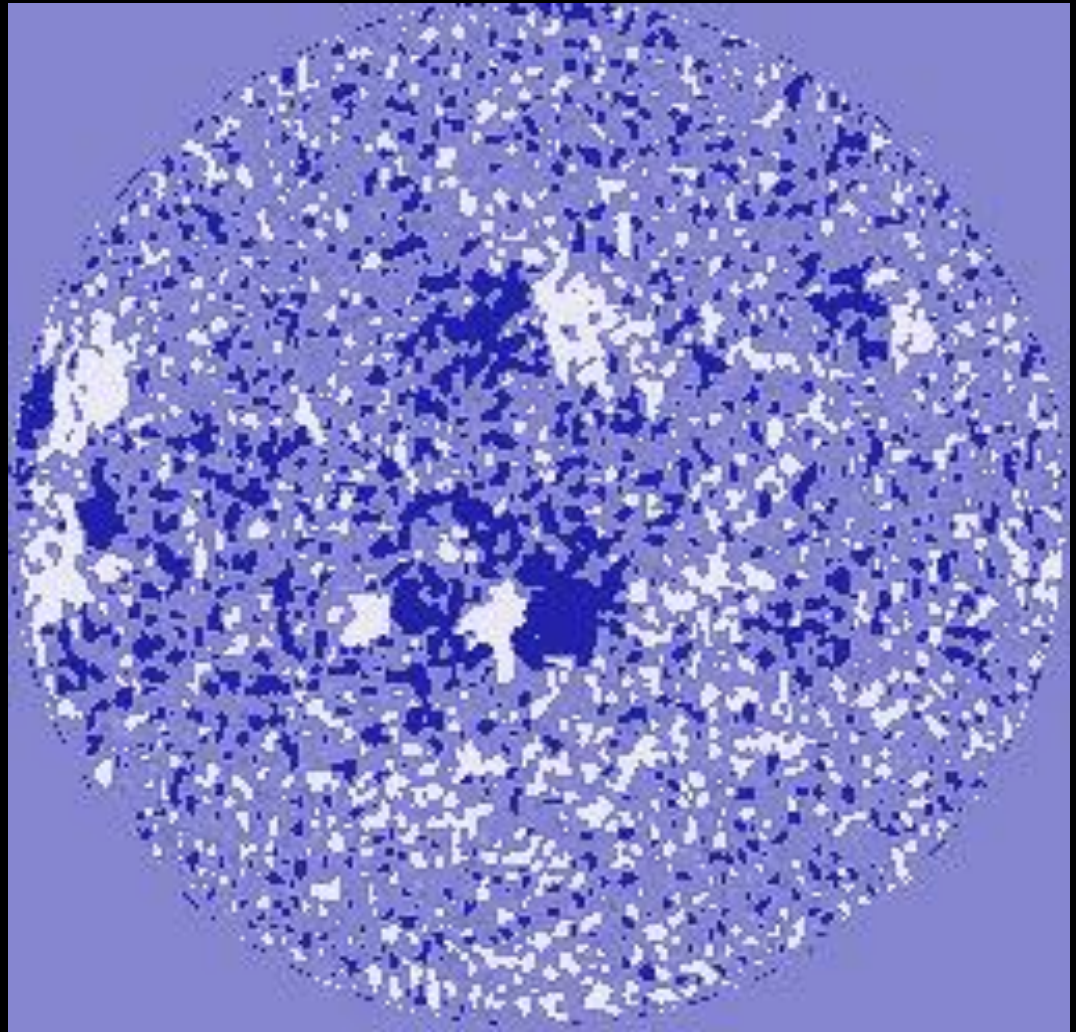
2



1951, Horace W. Babcock developed the photoelectric magnetograph



http://www.astrosurf.com/rondi/obs/shg/magnetogram_anglais.htm





Harold Delos Babcock



Horace W. Babcock

Ανέπτυξαν την

Ομοσπονδία

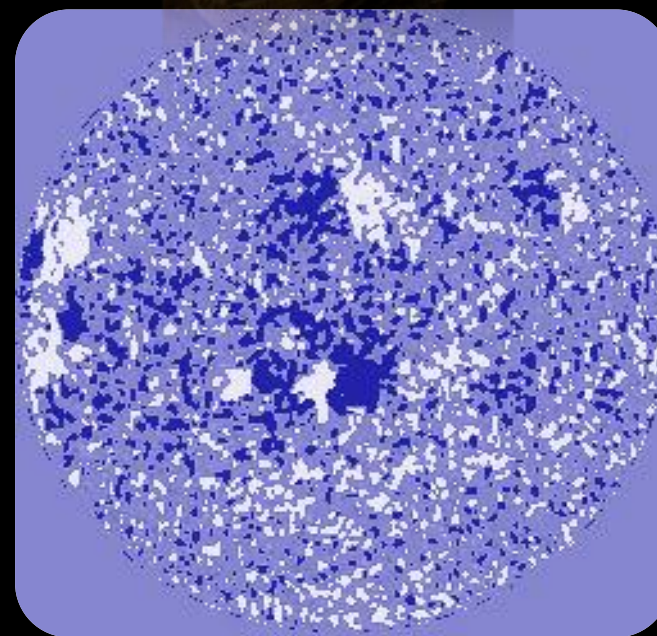
Ο Robert B. Leighton ανέπτυξε νέα μέθοδο ανάδειξης χαρακτηριστικών σε φωτογραφίες με αφαίρεση δυο φωτογραφιών του ιδίου αντικειμένου, μια θετική και μια αρνητική, τις οποίες πρόσθετε αφού μεγέθυνε μια από τις δυο, ή δυο διαδοχικών εικόνων.

Συνεπώς έτσι λαμβάνει κανείς την πρώτη παράγωγο ως προς την θέση ή ως προς τον χρόνο αντίστοιχα.

Η μέθοδος περιγράφεται στο άρθρο [Leighton, Robert](#), Observations of Solar Magnetic Fields in Plage Regions. *The Astrophysical Journal*, 1959, 130: 366.

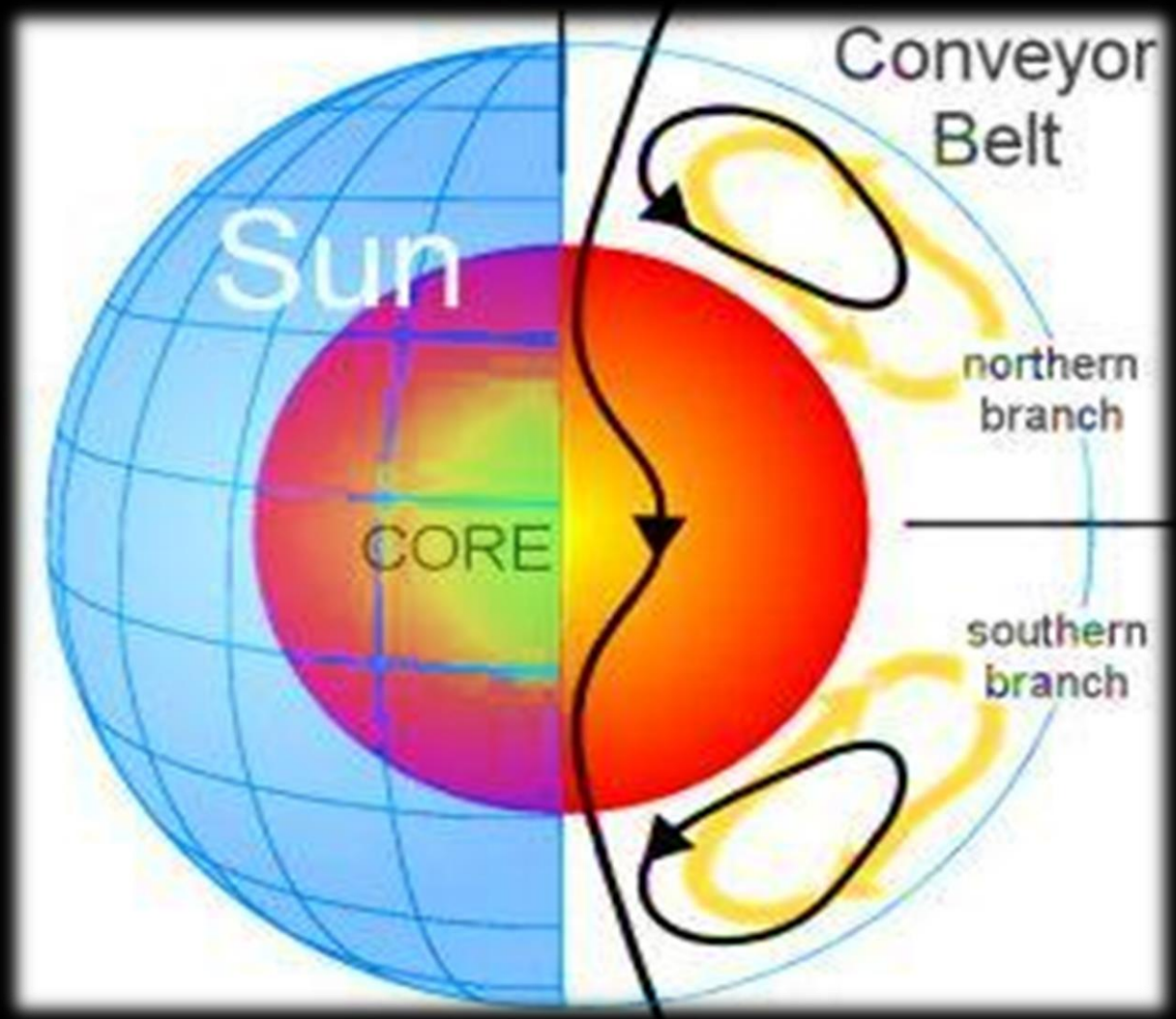
Η μέθοδος αυτή σήμερα γίνεται ευκολότερα με τις ψηφιακές μετρήσεις.

Εμείς στο ΕΚΠΑ την χρησιμοποιούμε για να μελετάμε τις μεταβολές των φασμάτων του Ηΐου σε ραδιοκύματα, στην διάρκεια ηλιακών εκρηκτικών φαινομένων.



The Sun's Great Conveyor Belt has slowed to a record-low crawl, according to research by NASA solar physicist **David Hathaway**. "It's off the bottom of the charts," he says. "This has important repercussions for future solar activity."

phys.org/news66581392.html#jCp
NASA

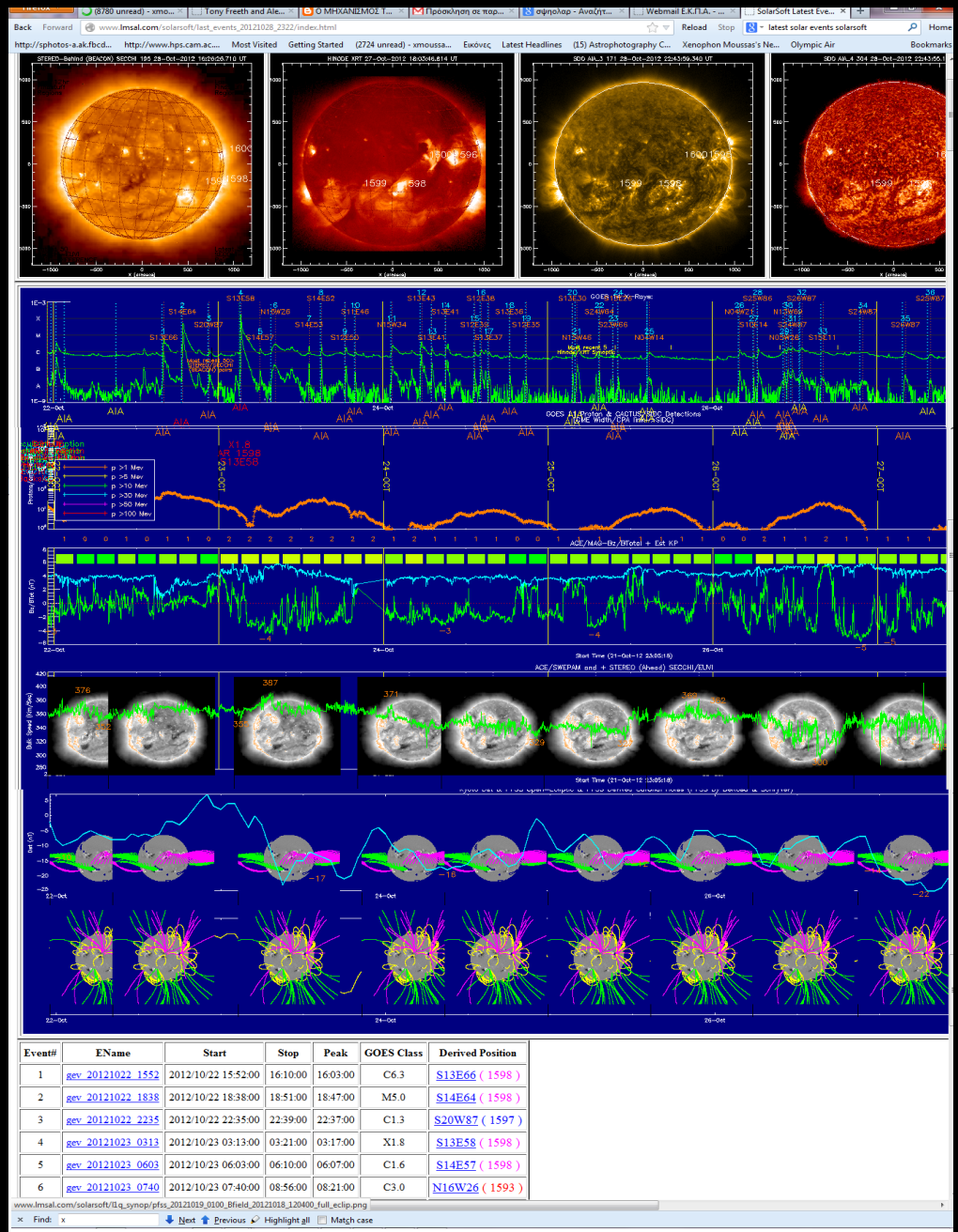


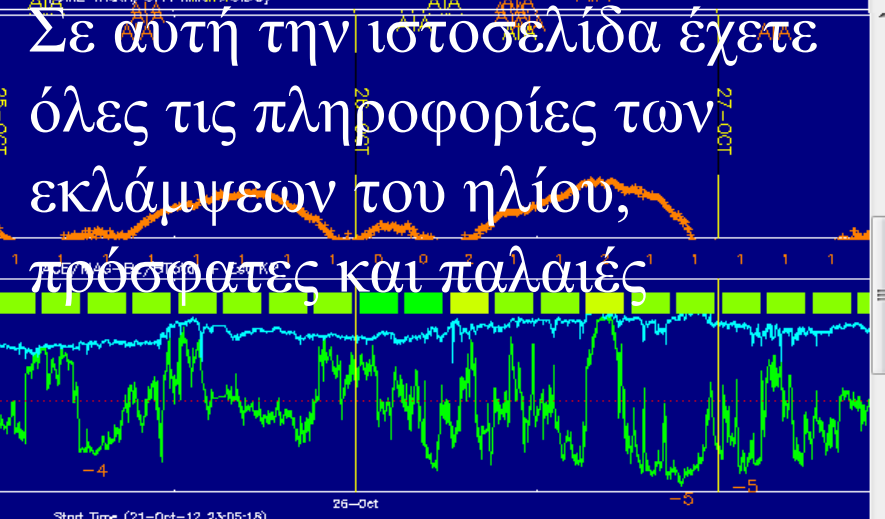
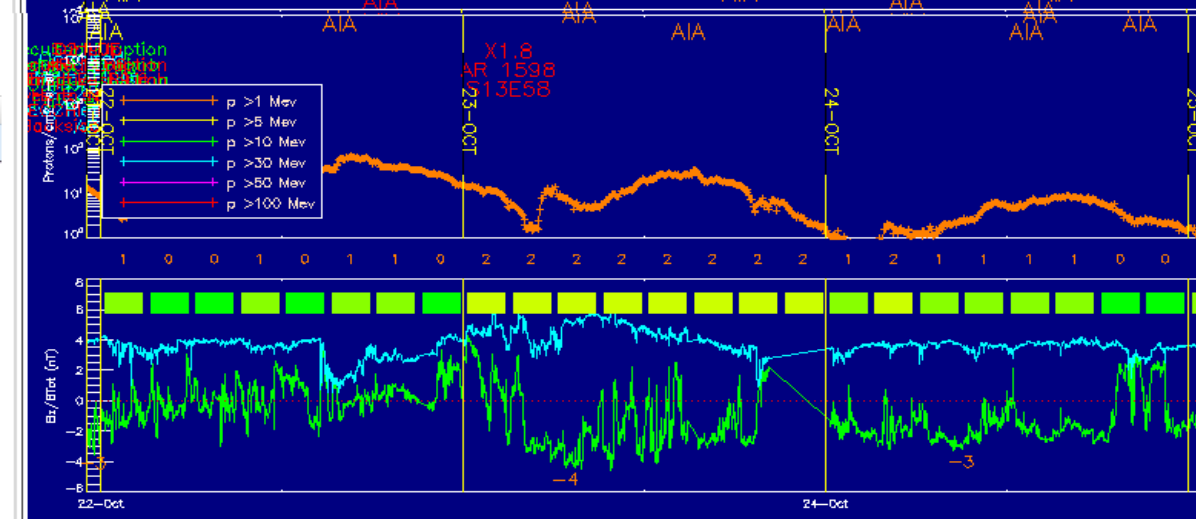
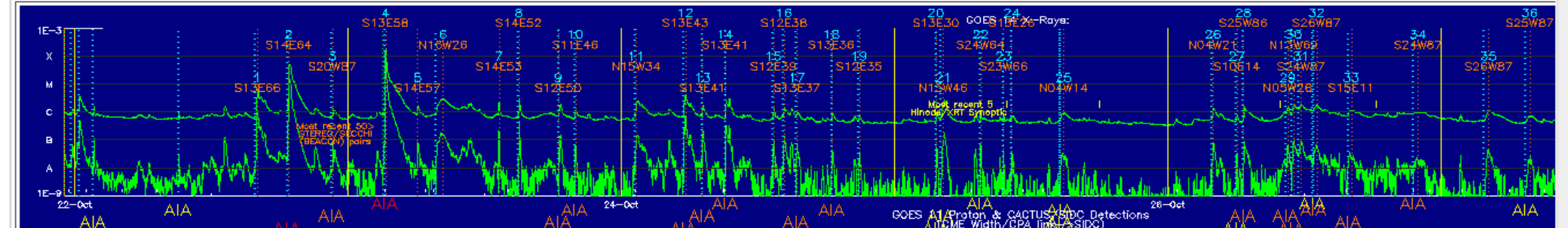
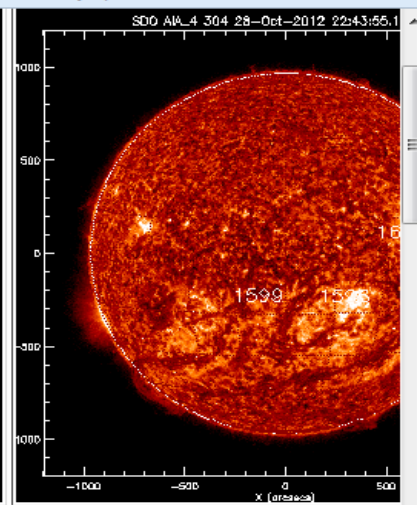
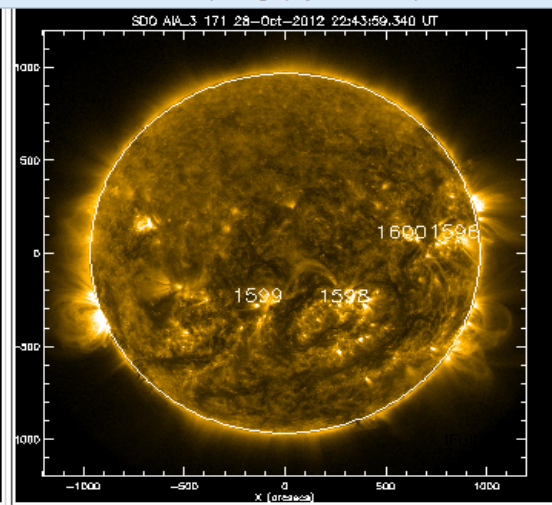
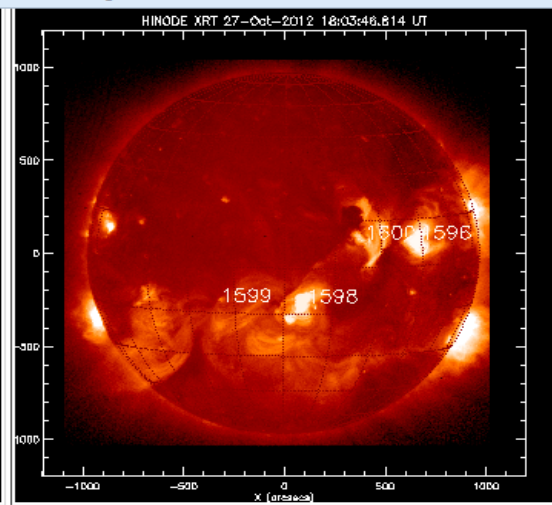
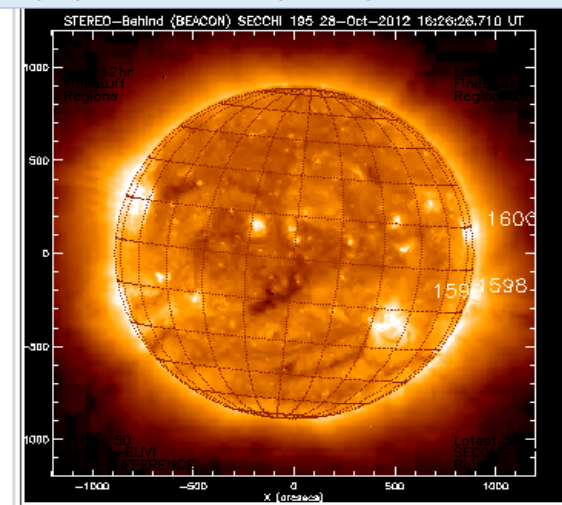
Η μεγάλη διάρκεια του προηγούμενου 11-ετους κύκλου του Ηλίου που διήρκεσε 12 έτη θεωρείται ότι οφείλεται σε αλλαγή των ρευμάτων στο εσωτερικό του Ηλίου (**David Hathaway, NASA**)

<http://solar-b.msfc.nasa.gov/ssl/PAD/solar/papers/hathadh/HathawayWilsonReichmann1999.pdf>

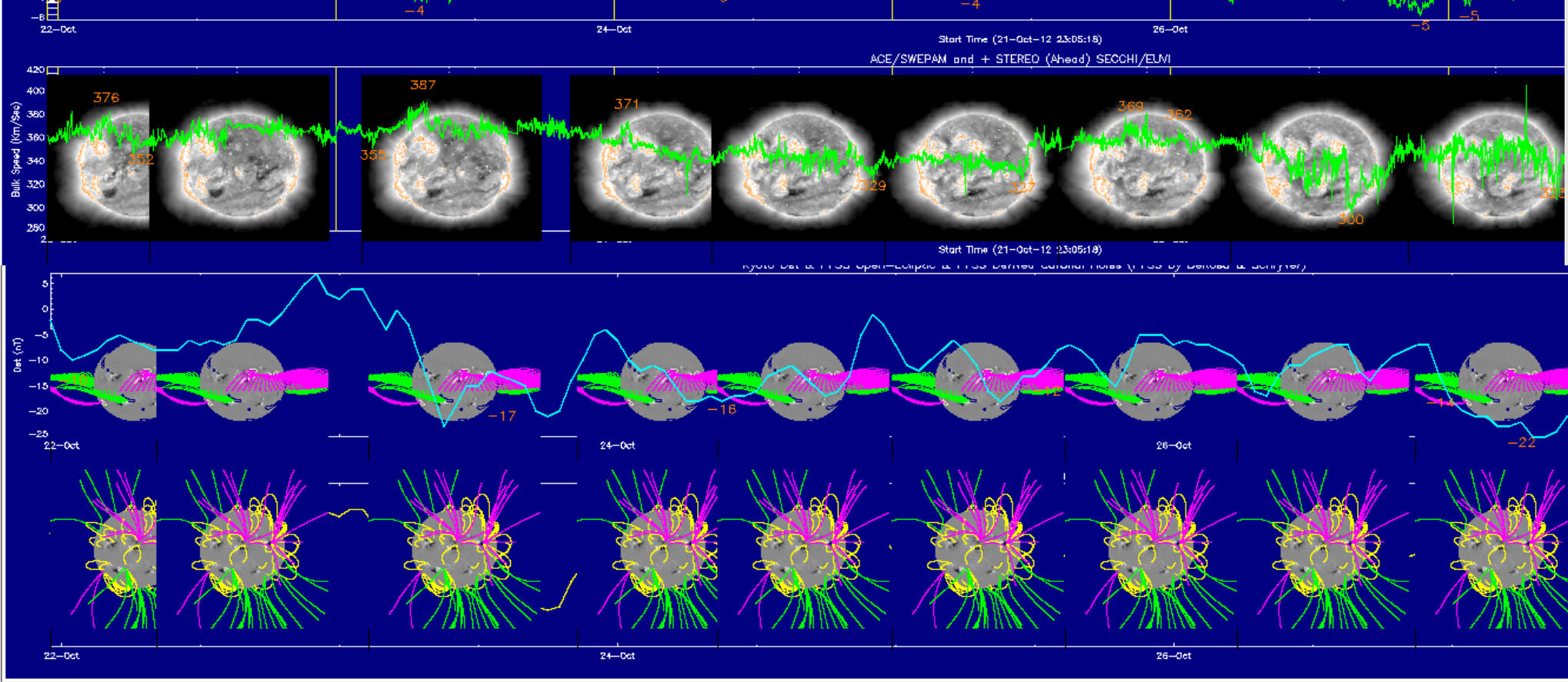
http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2006/10may_longrange/

Σε αυτή την ιστοσελίδα έχετε όλες τις πληροφορίες των εκλάμψεων του ηλίου, πρόσφατες και παλαιές





Σε αυτή την ιστοσελίδα έχετε όλες τις πληροφορίες των εκλάμψεων του ηλίου, πρόσφατες και παλαιές

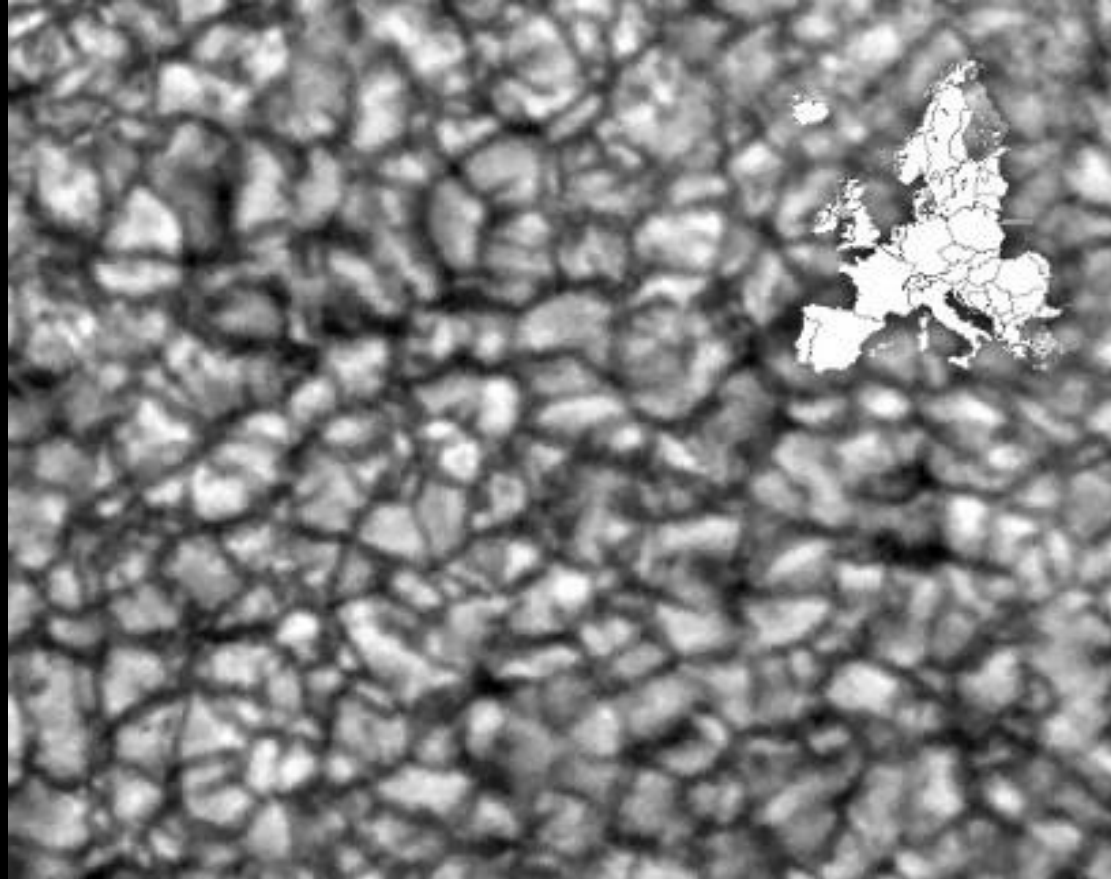


Event#	EName	Start	Stop	Peak	GOES Class	Derived Position
1	gev_20121022_1552	2012/10/22 15:52:00	16:10:00	16:03:00	C6.3	S13E66 (1598)
2	gev_20121022_1838	2012/10/22 18:38:00	18:51:00	18:47:00	M5.0	S14E64 (1598)
3	gev_20121022_2235	2012/10/22 22:35:00	22:39:00	22:37:00	C1.3	S20W87 (1597)
4	gev_20121023_0313	2012/10/23 03:13:00	03:21:00	03:17:00	X1.8	S13E58 (1598)
5	gev_20121023_0603	2012/10/23 06:03:00	06:10:00	06:07:00	C1.6	S14E57 (1598)
6	gev_20121023_0740	2012/10/23 07:40:00	08:56:00	08:21:00	C3.0	N16W26 (1593)

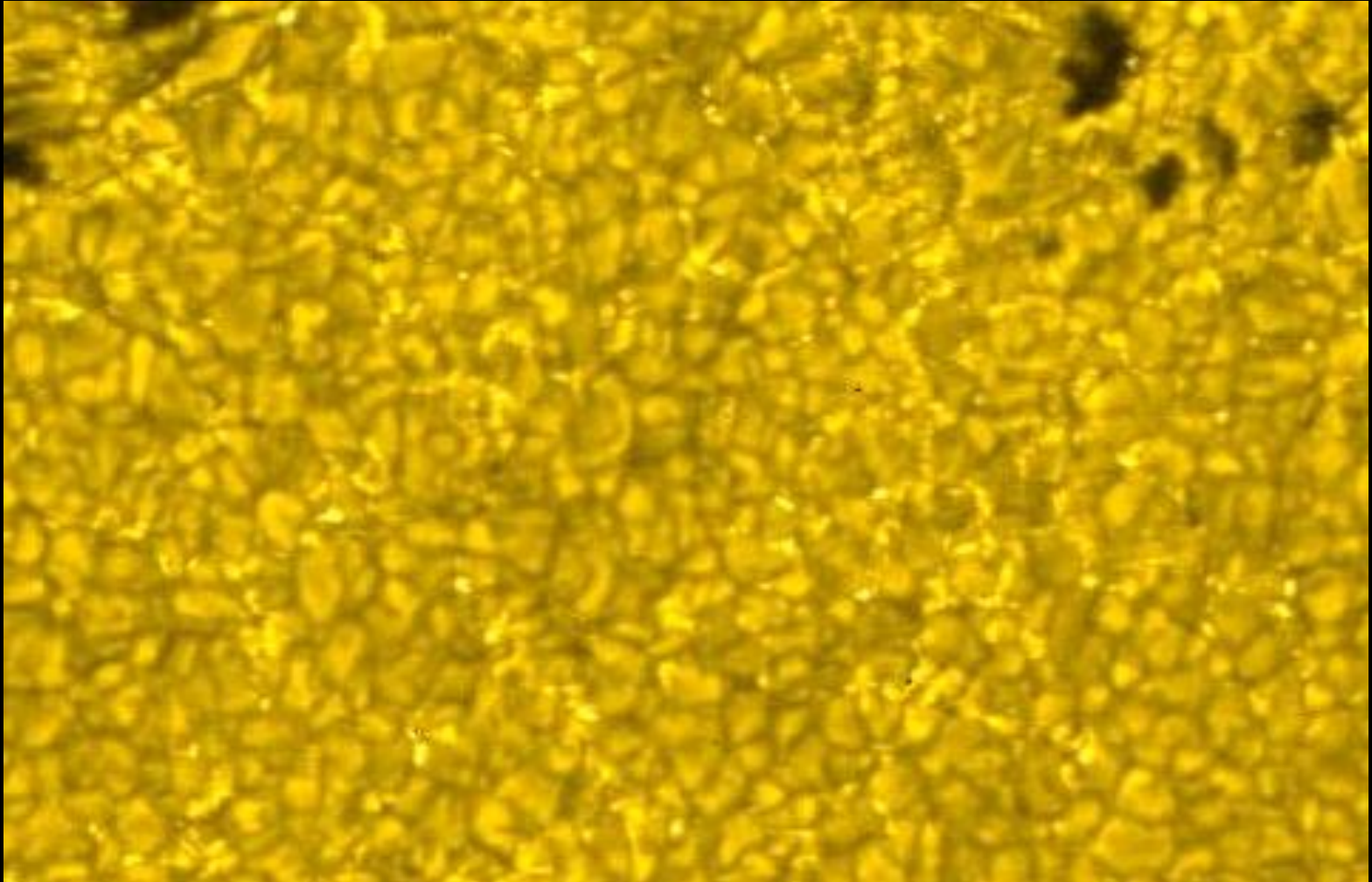
Σε αυτή την ιστοσελίδα έχετε όλες τις πληροφορίες των εκλάμψεων του ηλίου, πρόσφατες και παλαιές

Ηλιακή κοκκίαση

Taille comparée (approx.) de la granulation solaire et de l'Europe. La taille moyenne d'un granule solaire est de 1000km. Image réalisée à la Lunette Jean Rösch de l'Observatoire du Pic du Midi.

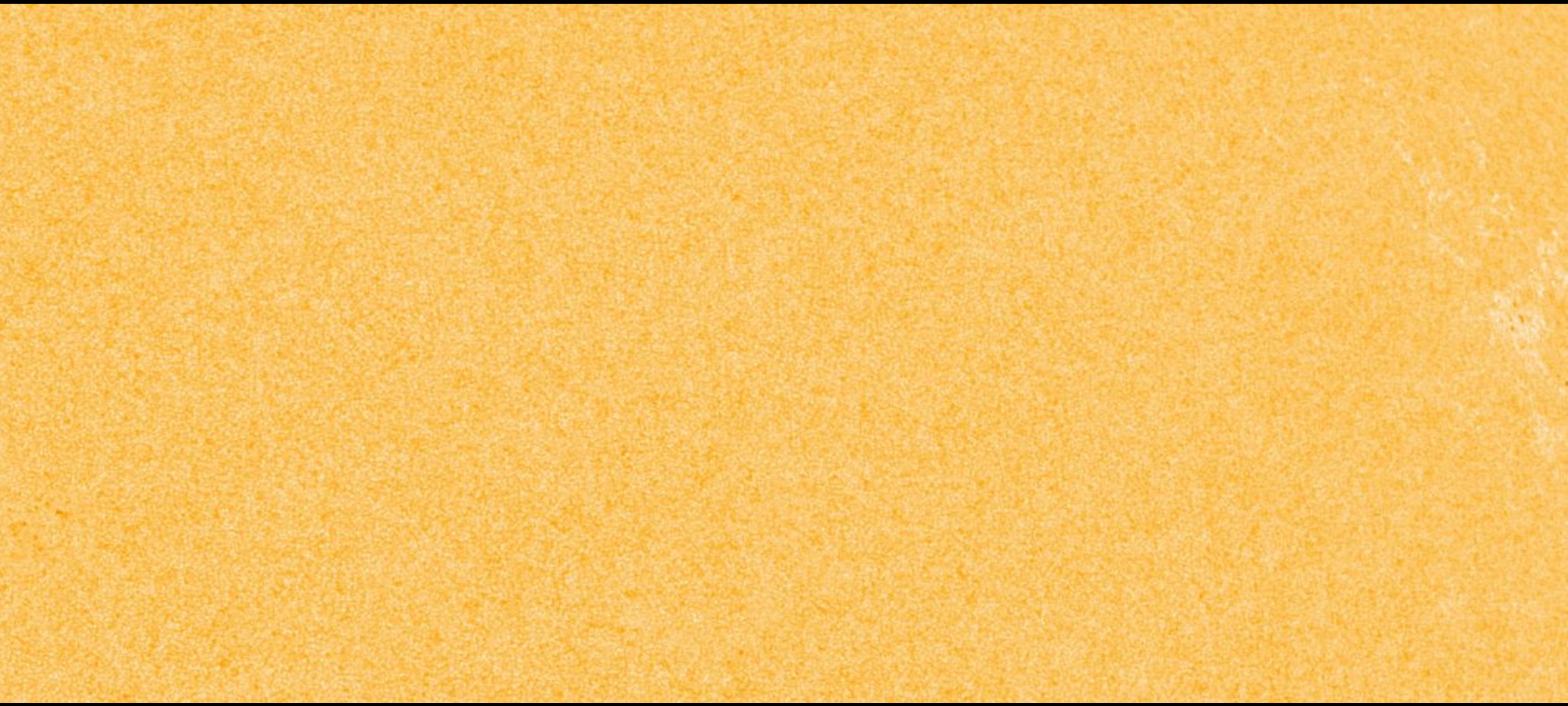
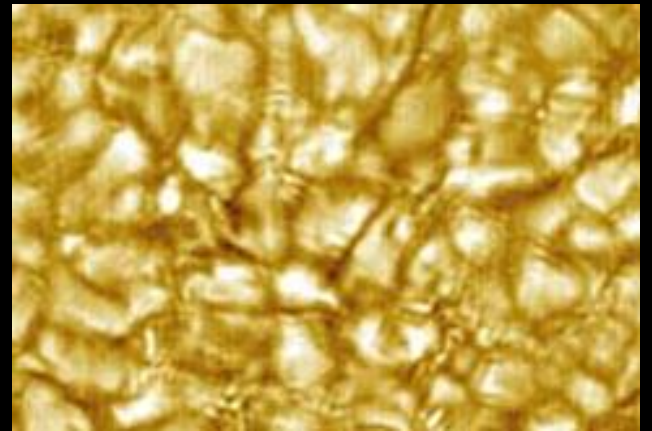


Ηλιακή κοκκίαση.

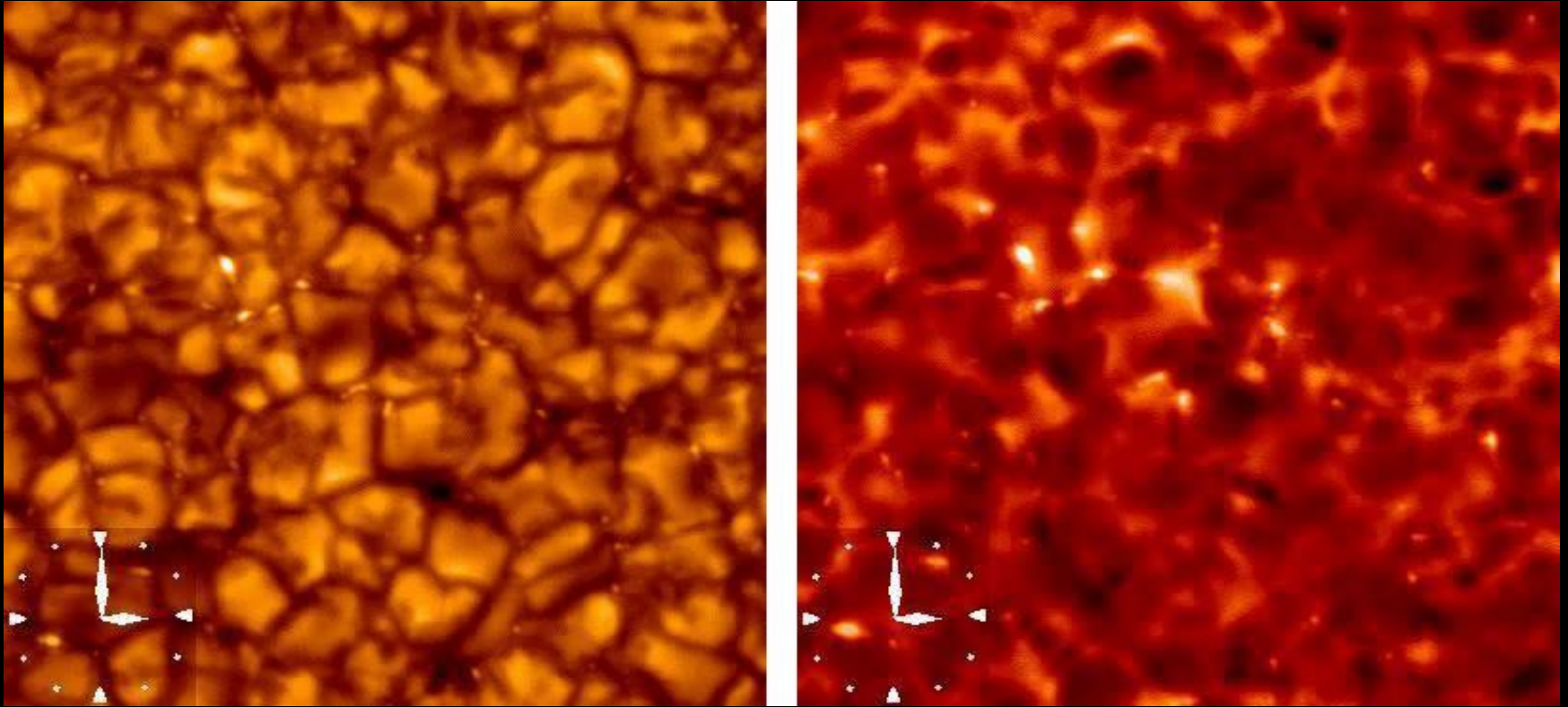


Ηλιακή κοκκίαση

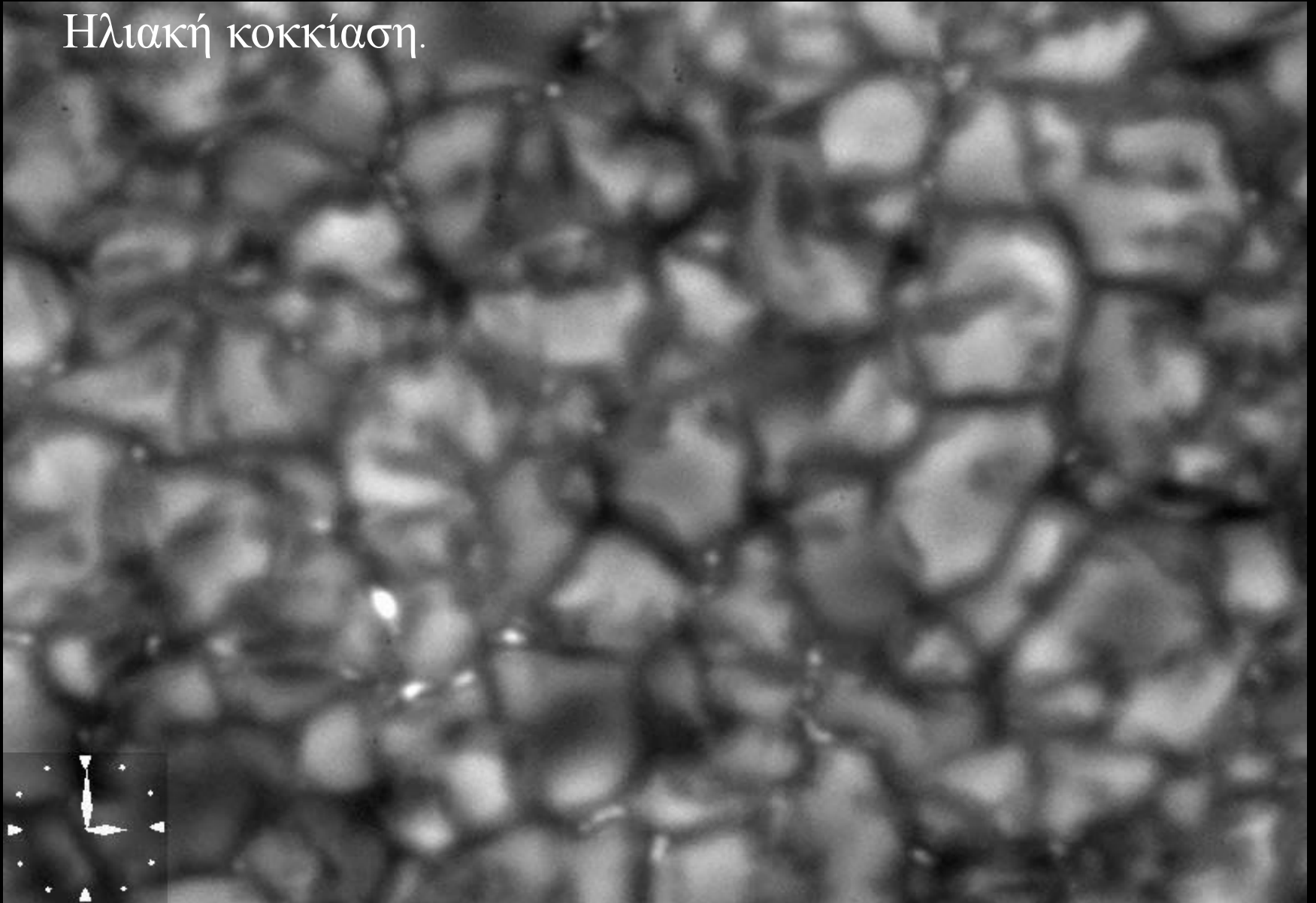
(σε δυο μεγεθύνσεις).

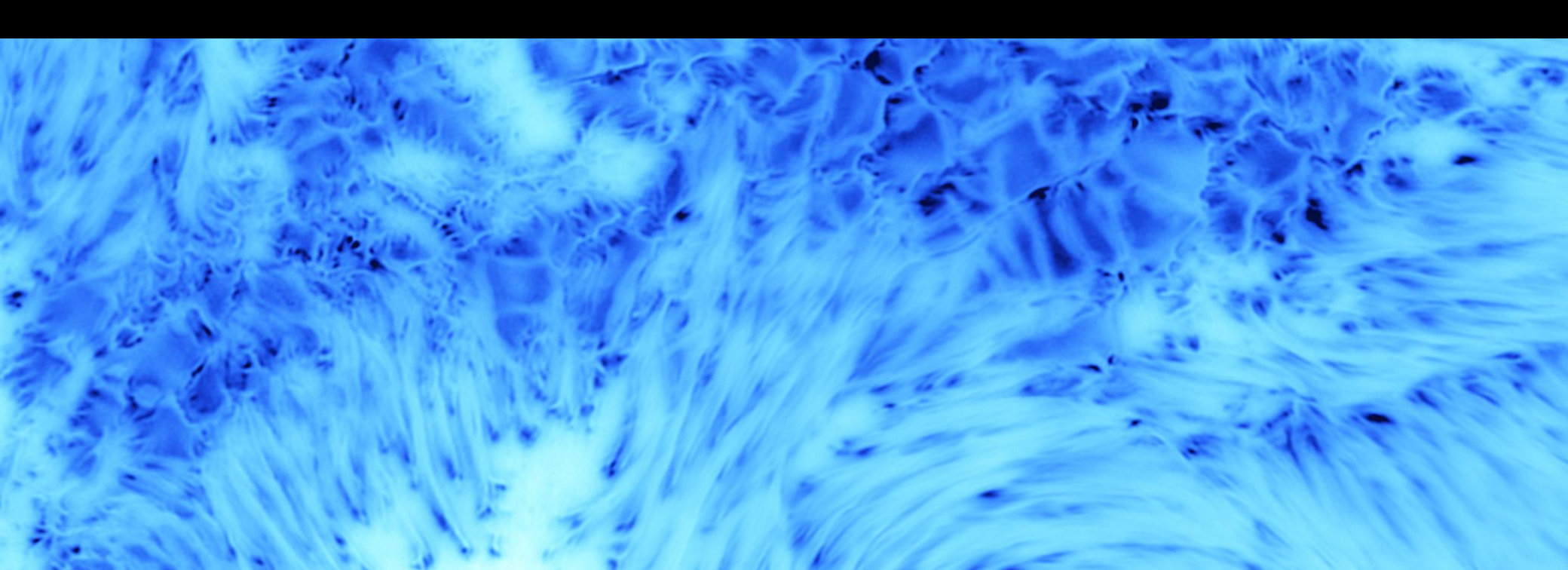


Ηλιακή κοκκίαση.



Ηλιακή κοκκίαση.



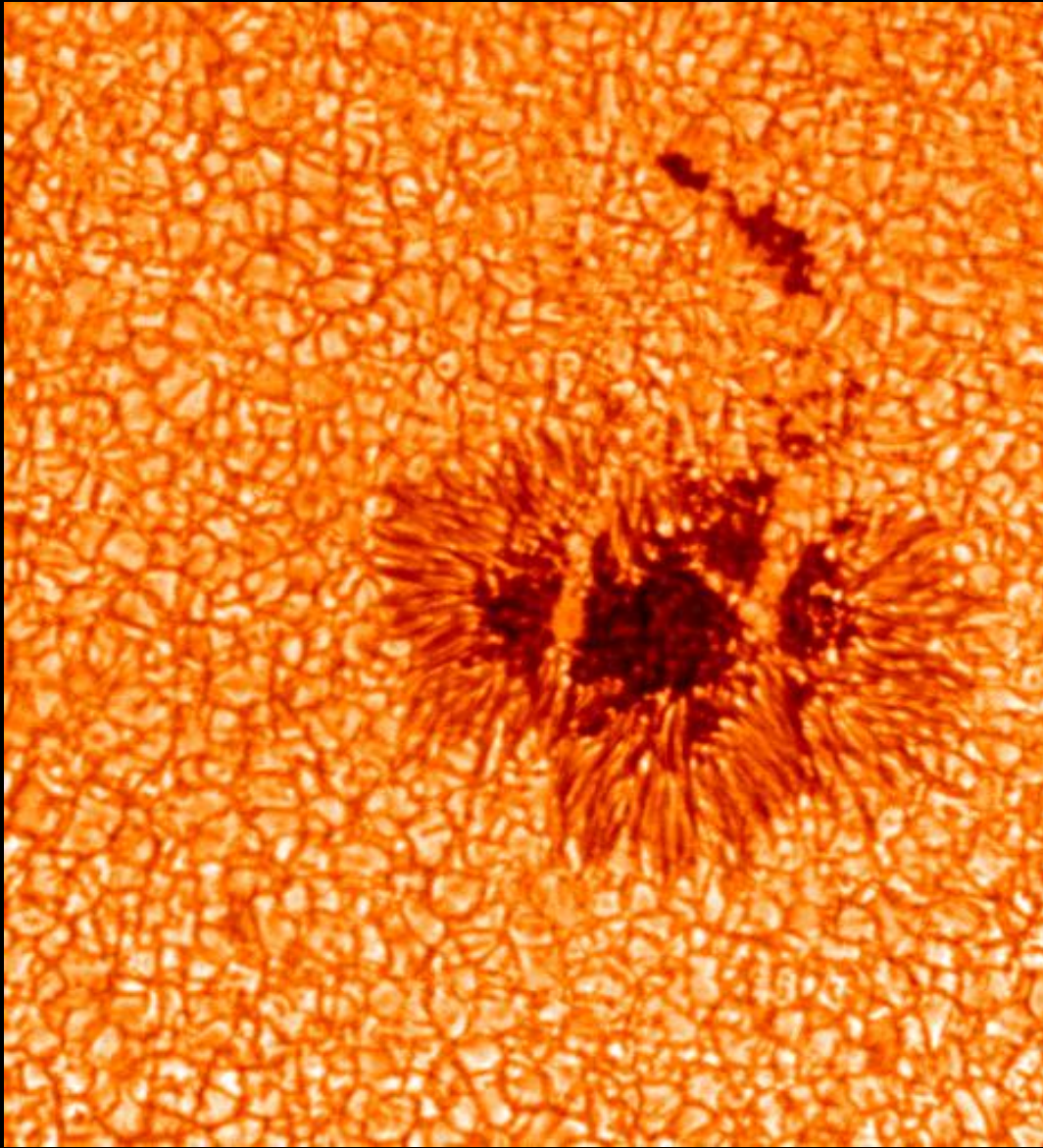


Ηλιακή κοκκίαση

κοντά σε κηλίδα

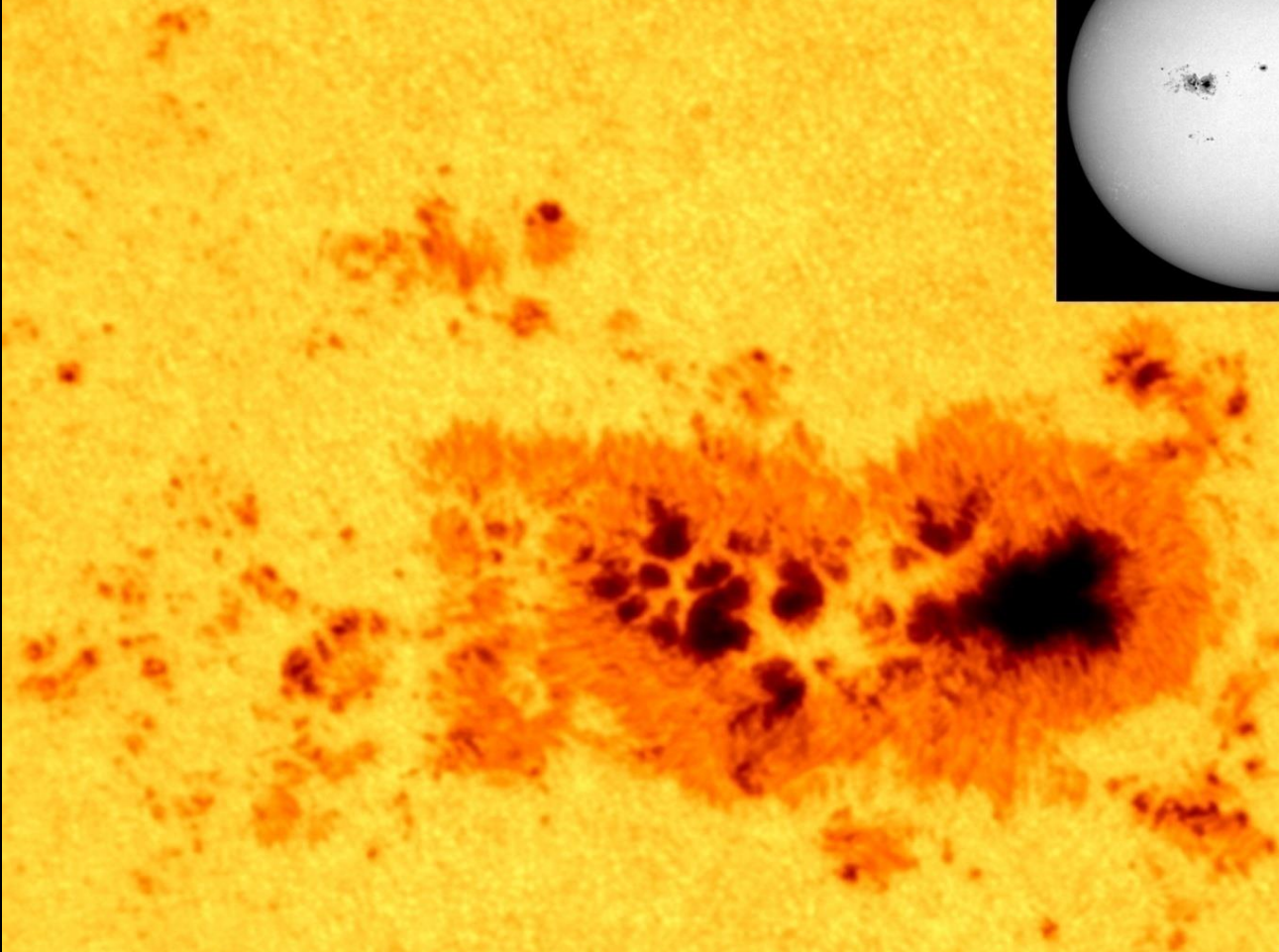
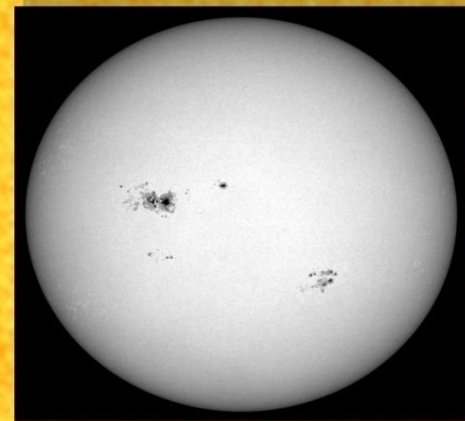
Ηλιακή κοκκίαση

κοντά σε κηλίδα



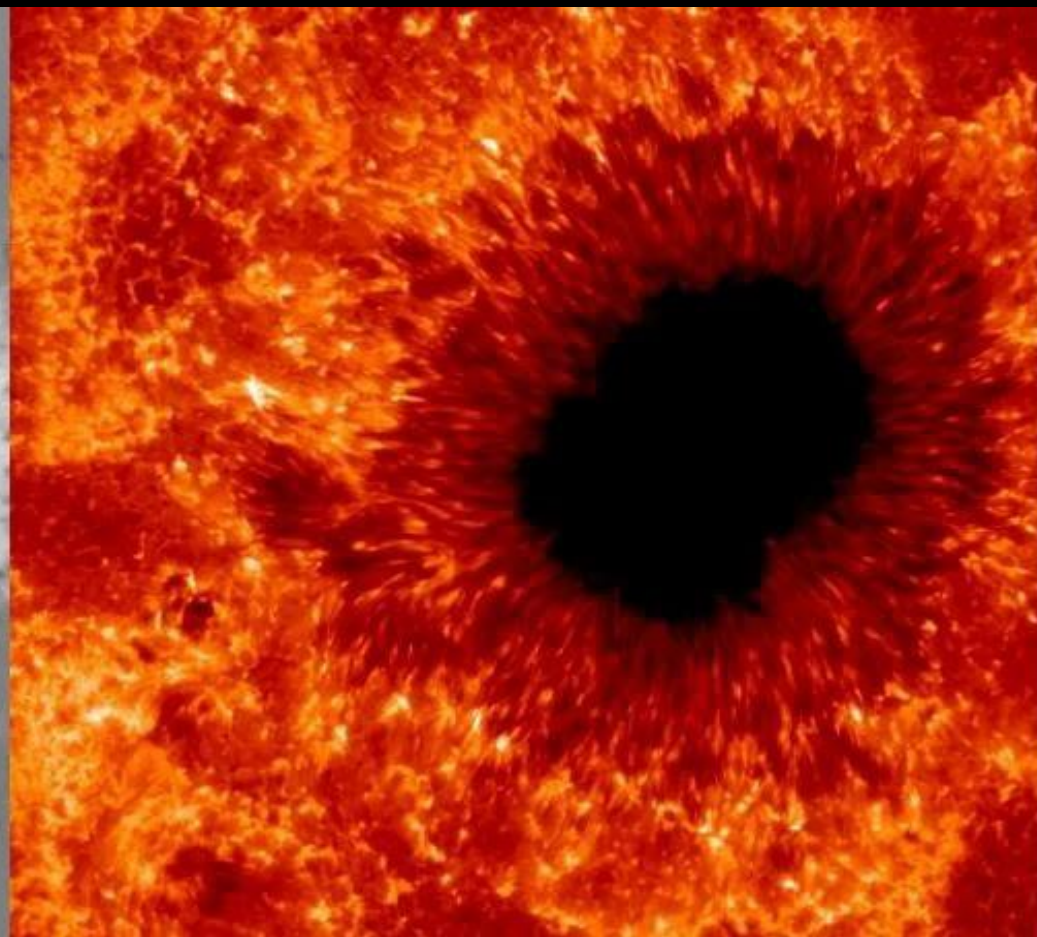
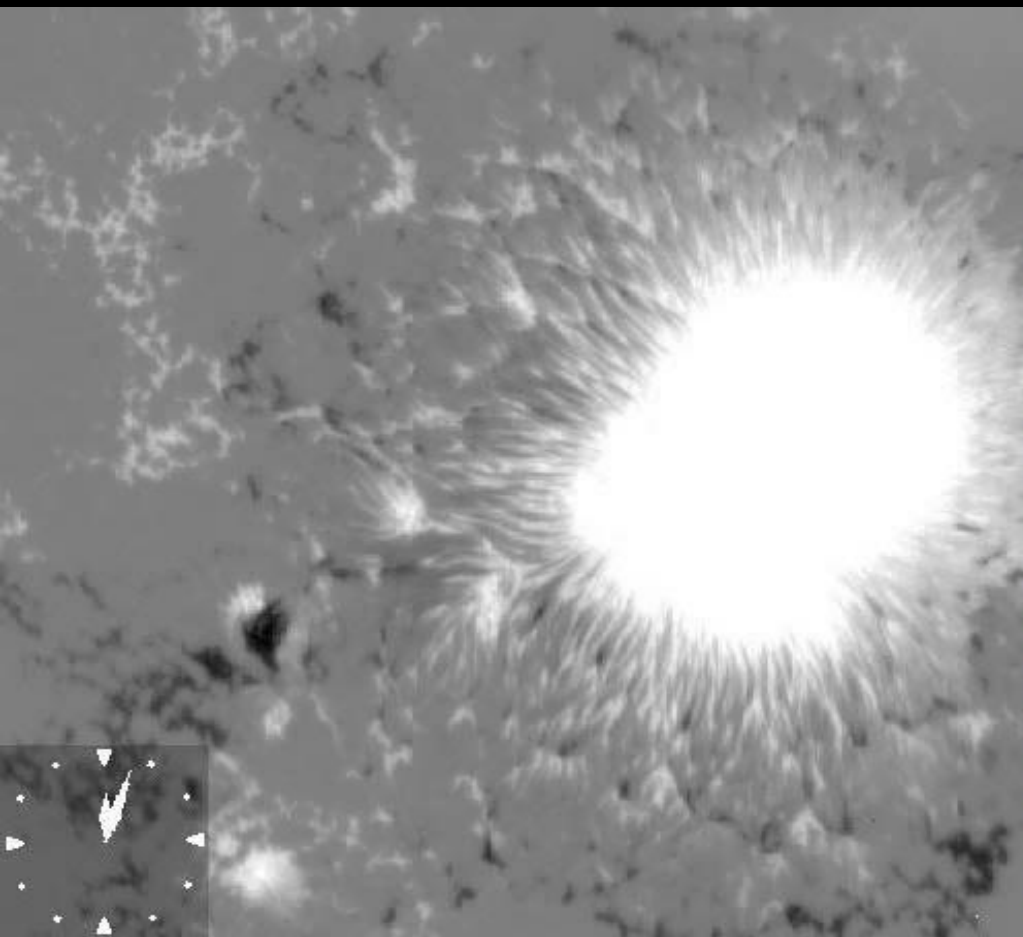
Φωτόσφαιρα
κηλίδα

September 23, 2000



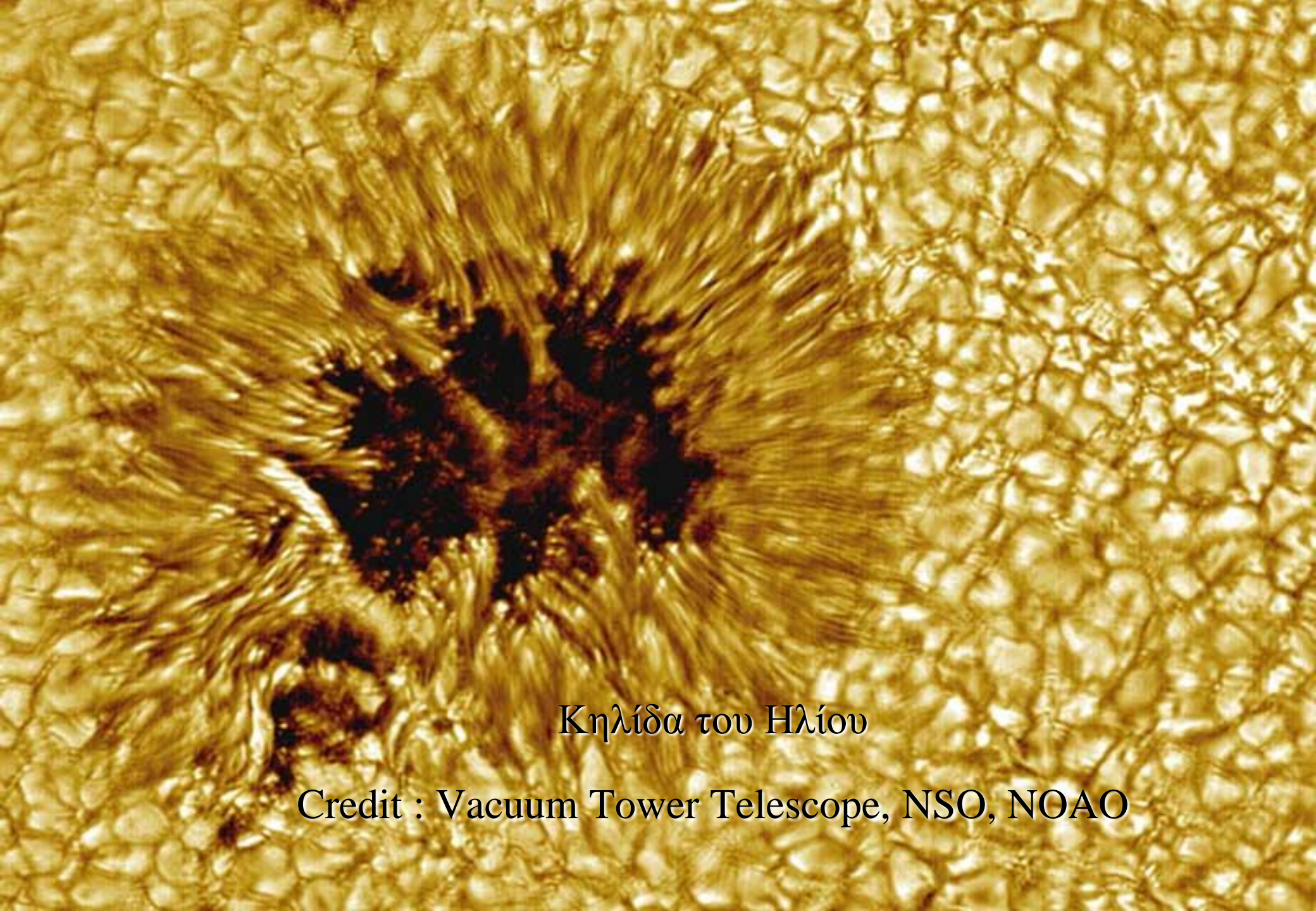
Size of Earth (approx.)

Φωτόσφαιρα κηλίδα



Μαγνητικό πεδίο
κηλίδας

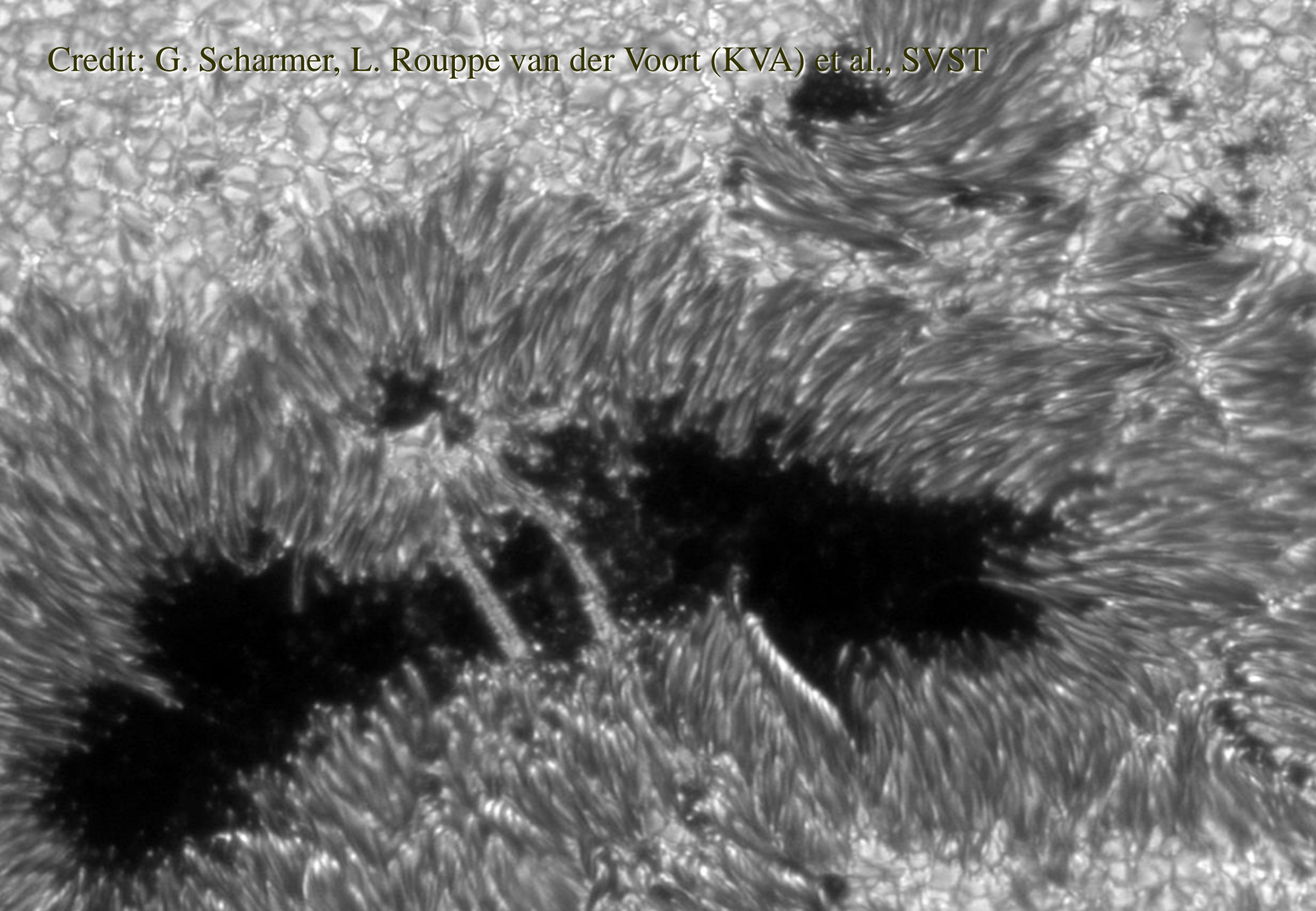
κηλίδα

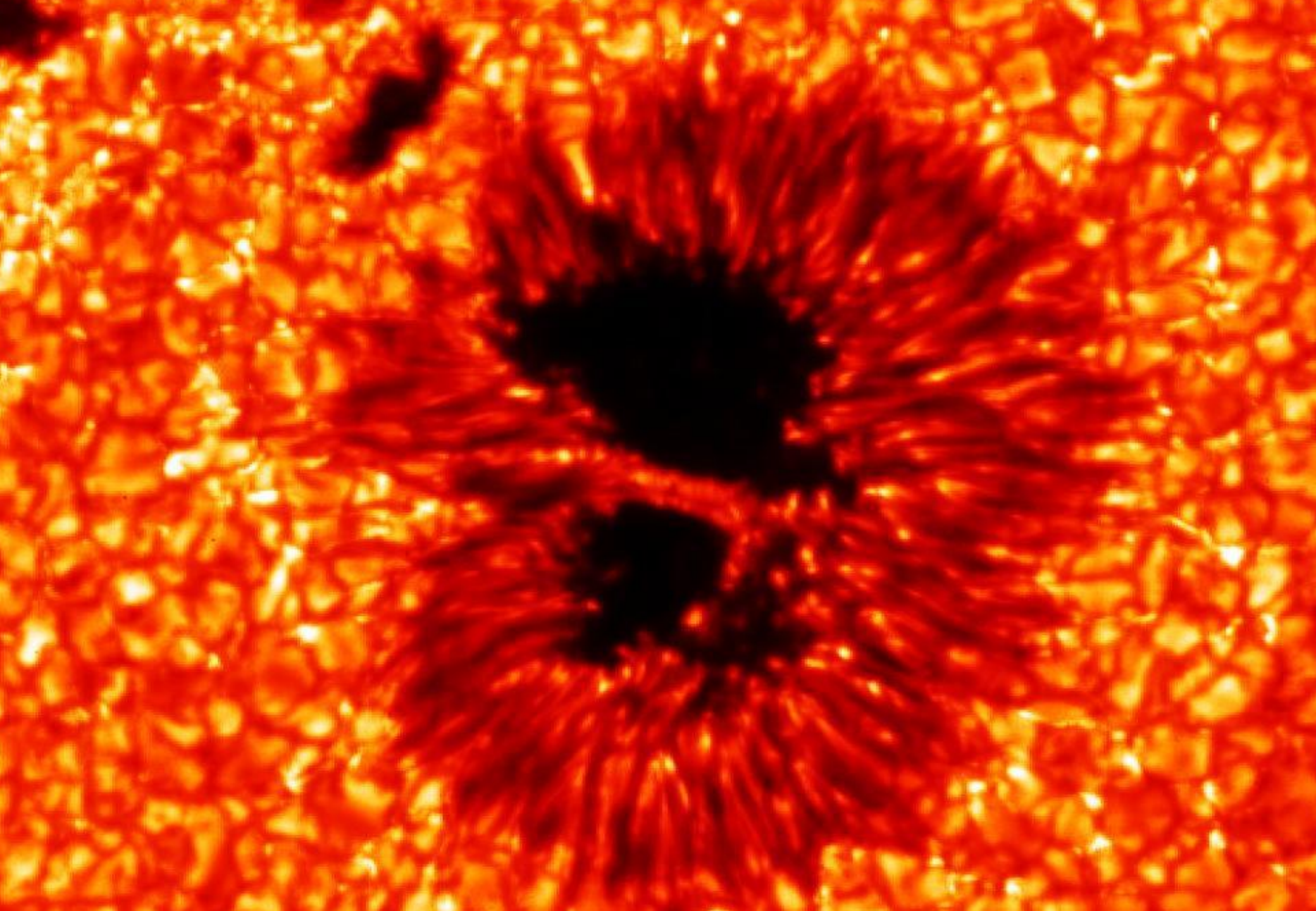


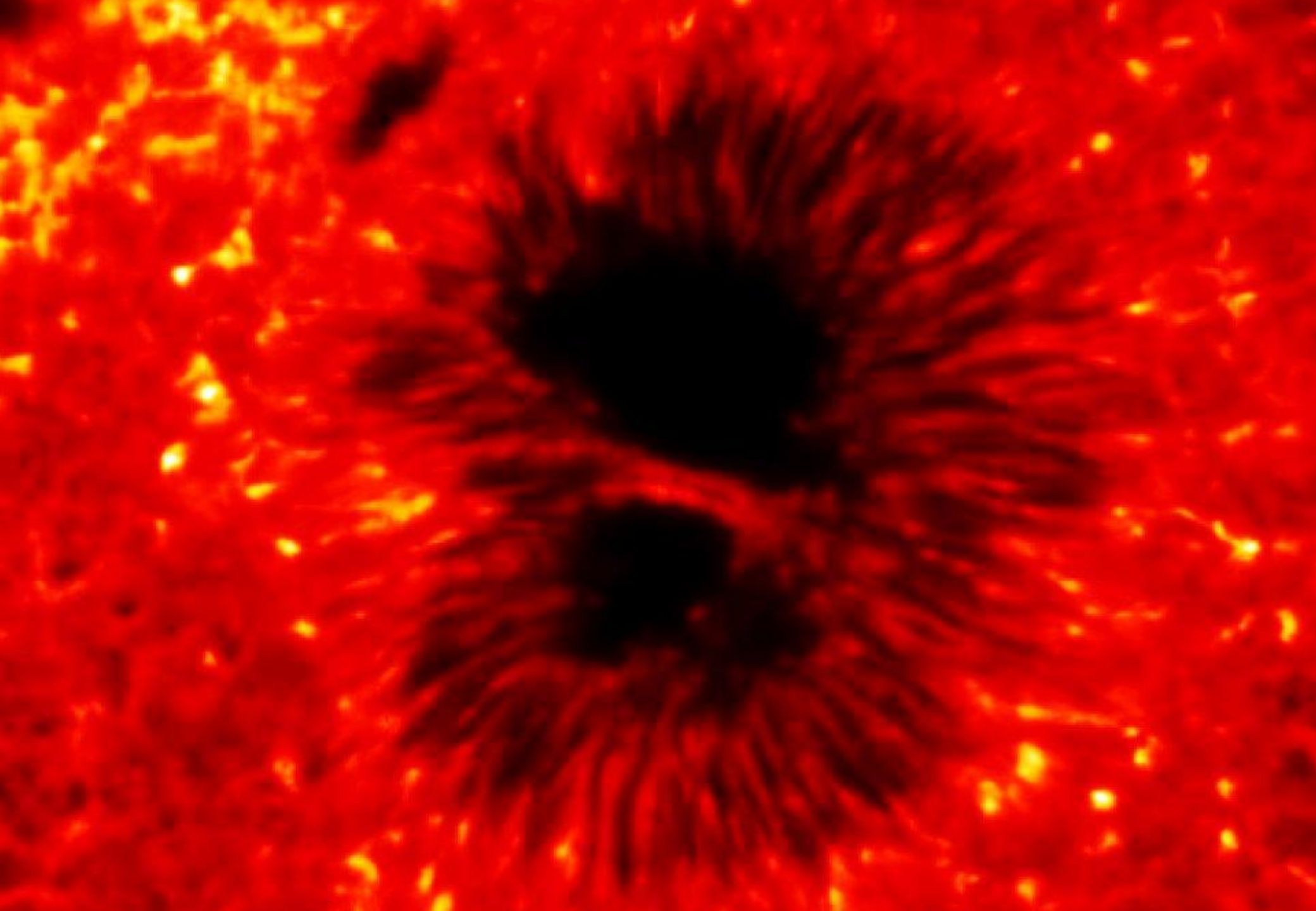
Κηλίδα του Ηλίου

Credit : Vacuum Tower Telescope, NSO, NOAO

Credit: G. Scharmer, L. Rouppe van der Voort (KVA) et al., SVST







Magnetic Structure of Sunspots

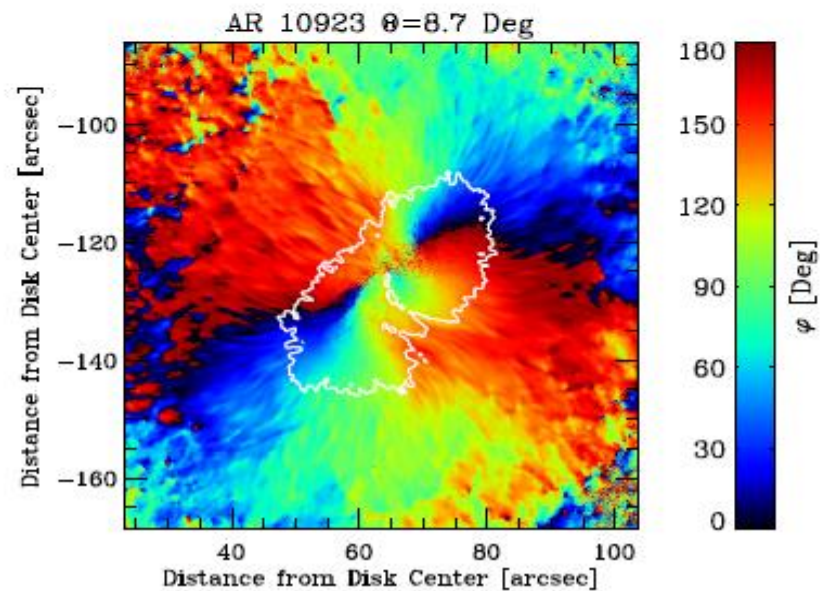
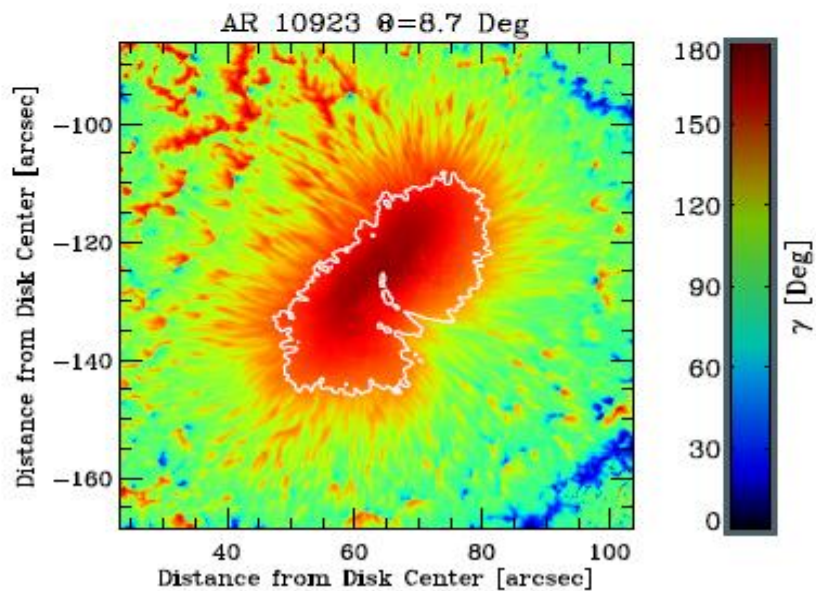
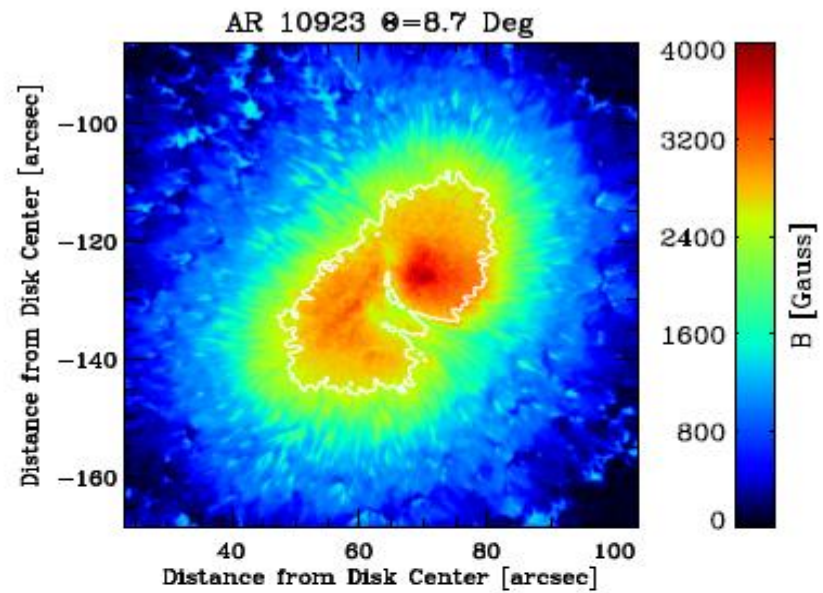
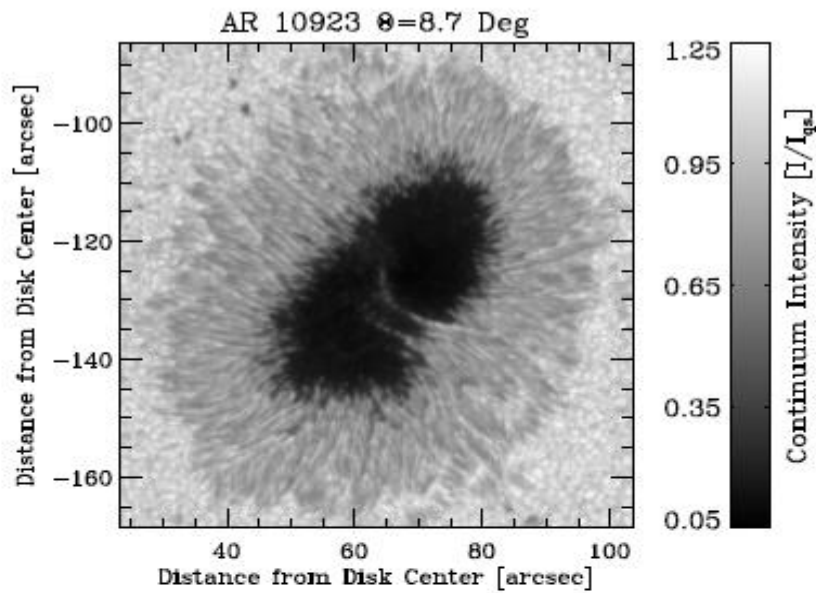
Juan M. Borrero

Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik
Schönneckstr. 6, D-79104 Freiburg, Germany
email: borrero@kis.uni-freiburg.de

Kiyoshi Ichimoto

Kwasan and Hida Observatories
Kyoto University, Yamashina, Kyoto 607-8471, Japan
email: ichimoto@kwasan.kyoto-u.ac.jp

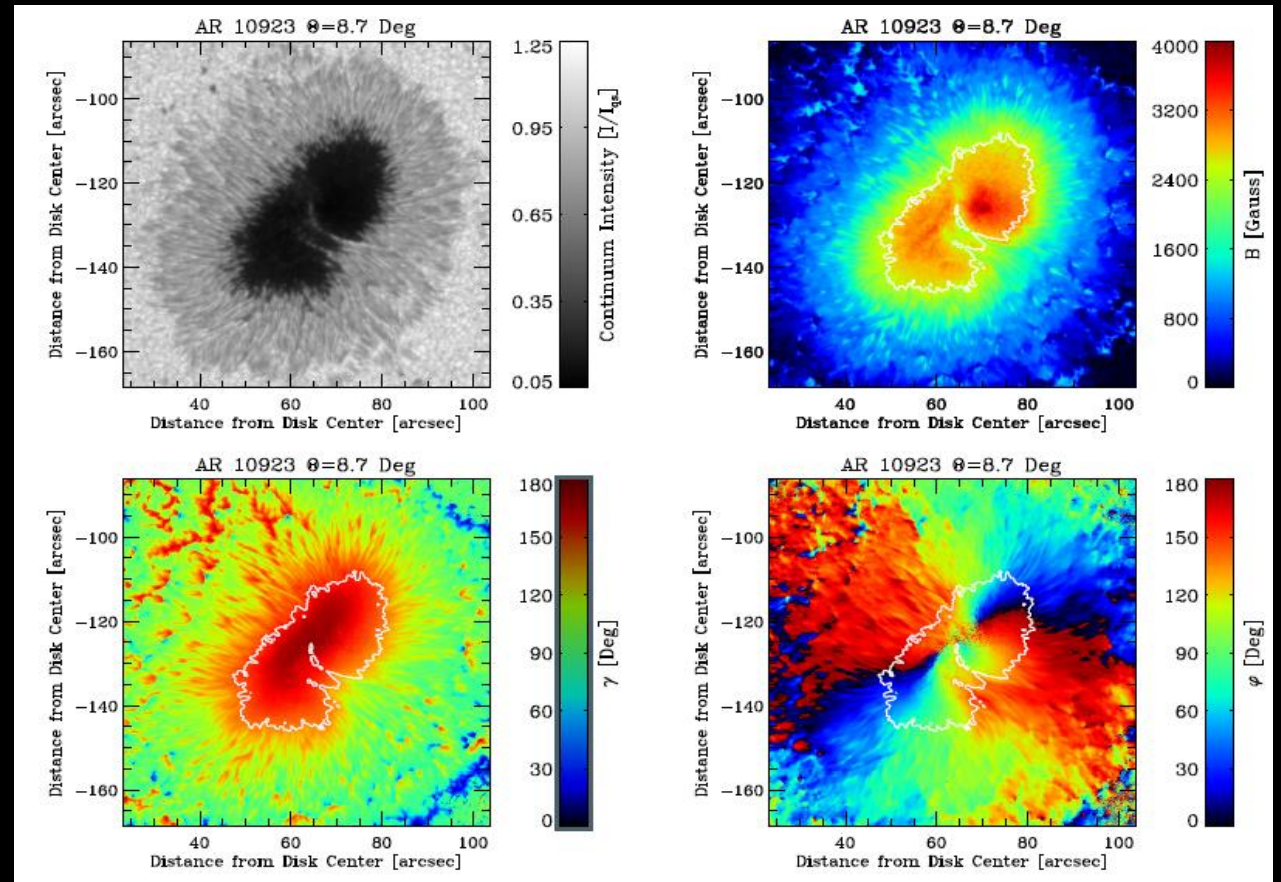
Living Rev. Solar Phys., 8, (2011), 4
<http://www.livingreviews.org/lrsp-2011-4> *in solar physics*



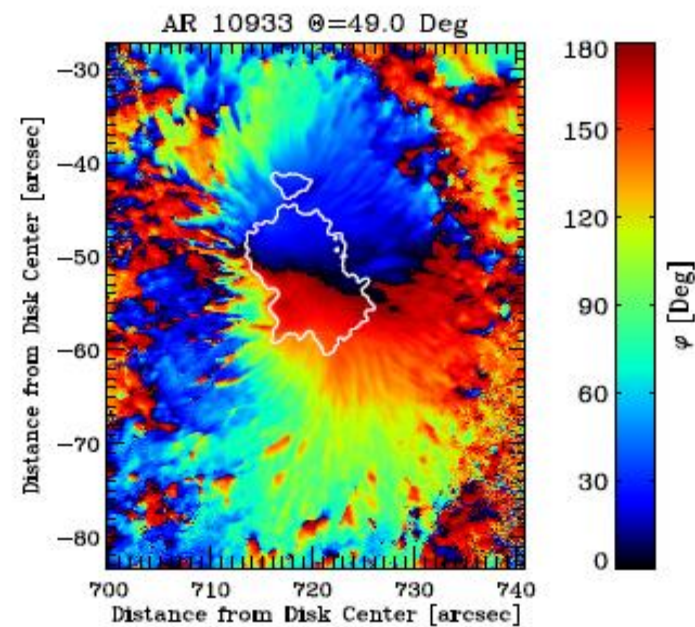
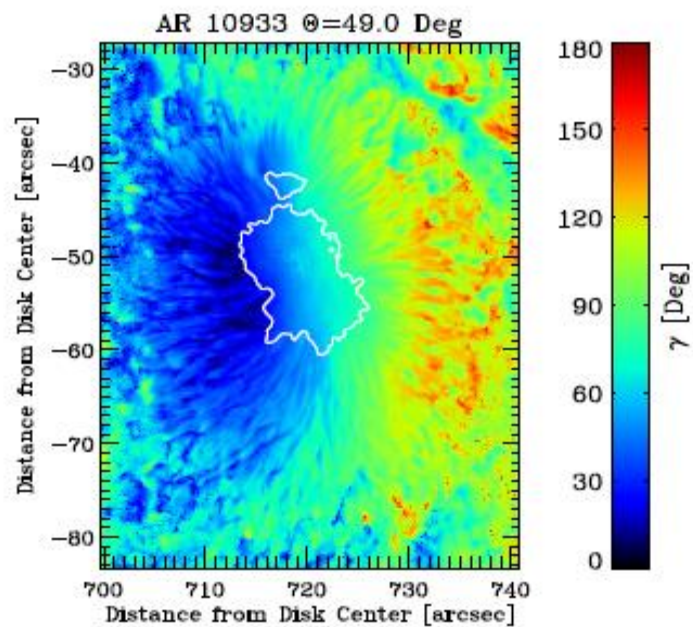
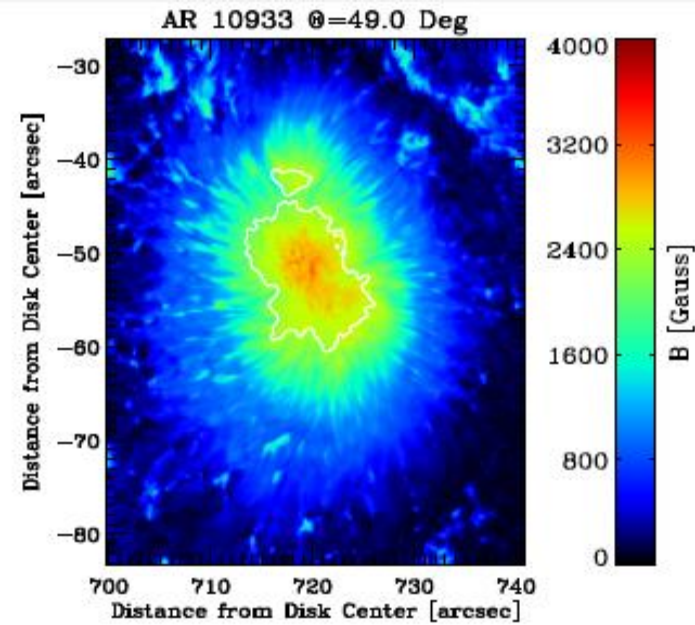
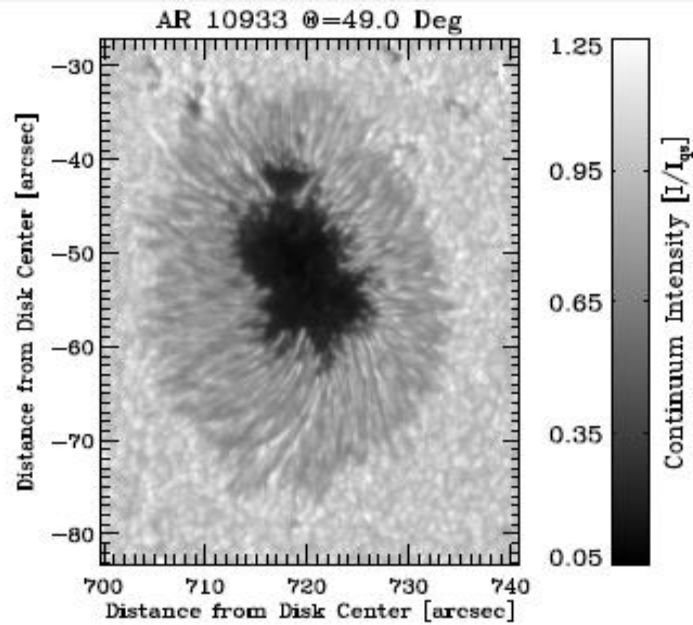
the inclination and
the azimuth of the
magnetic field, ζ , Ψ

$$\zeta = \cos^{-1} \left[\frac{B_\rho}{\sqrt{B_\alpha^2 + B_\beta^2}} \right],$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{B_\beta}{B_\alpha} \right].$$

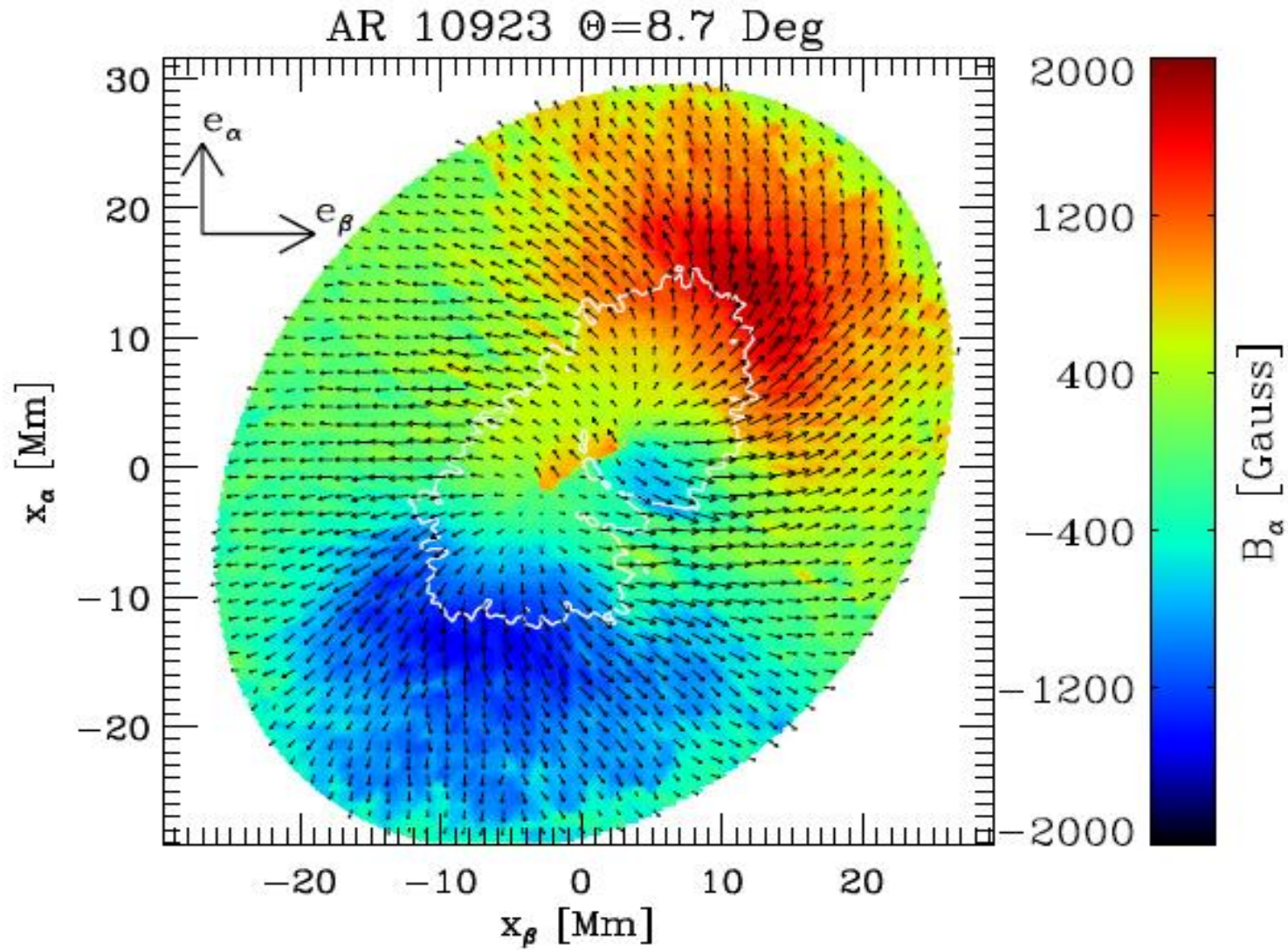


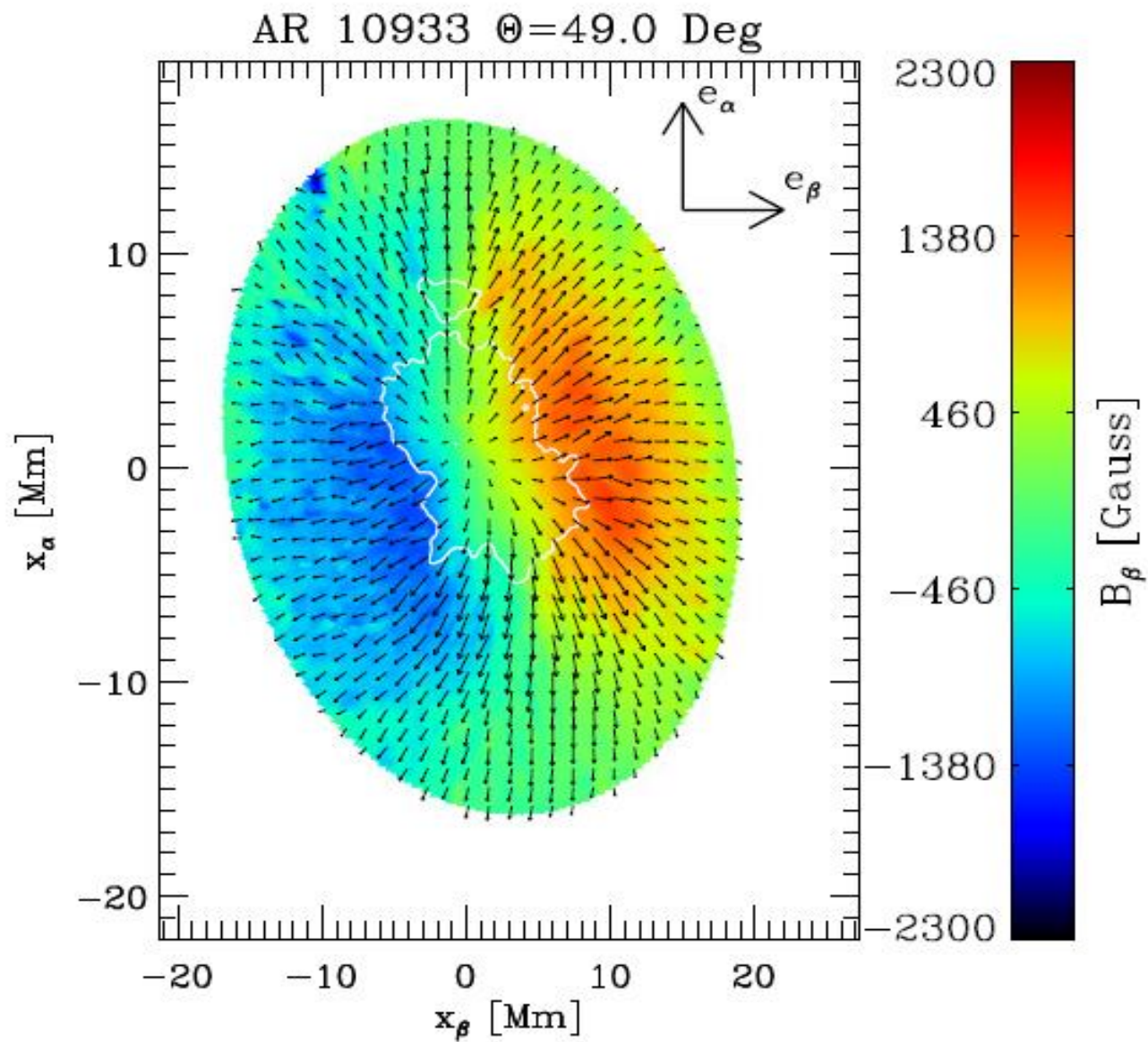
magnetic field vector in the sunspot AR 10923, observed on November 14, 2006 close to disk center ($\Theta = 8.7^\circ$ at the umbral center). The upper-left panel displays the normalized (to the quiet Sun value) continuum intensity at 630 nm. The upper-right panel displays the total magnetic field strength, whereas the lower-left and lower-right panels show the inclination of the magnetic field vector γ with respect to the observer's line-of-sight, and the azimuth of the magnetic field vector in the plane perpendicular to the line-of-sight ϕ , respectively. The white contours on the colored panels indicate the umbral boundary, defined as the region in the top-left panel where $I/I_q < 0.3$. These maps should be interpreted as the average over the optical depth range in which the employed spectral lines are formed: $\tau \simeq [1, 10-3]$.



Same as Figure 2 but for the sunspot AR 10933, observed on January 9, 2007 close to the limb ($\Theta = 49.0^\circ$ at the umbral center).

Juan M. Borrero Kiyoshi Ichimoto *Magnetic Structure of Sunspots*, Living Rev. Solar Phys., 8, (2011), 4 <http://www.livingreviews.org/lrsp-2011-4> in solar physics





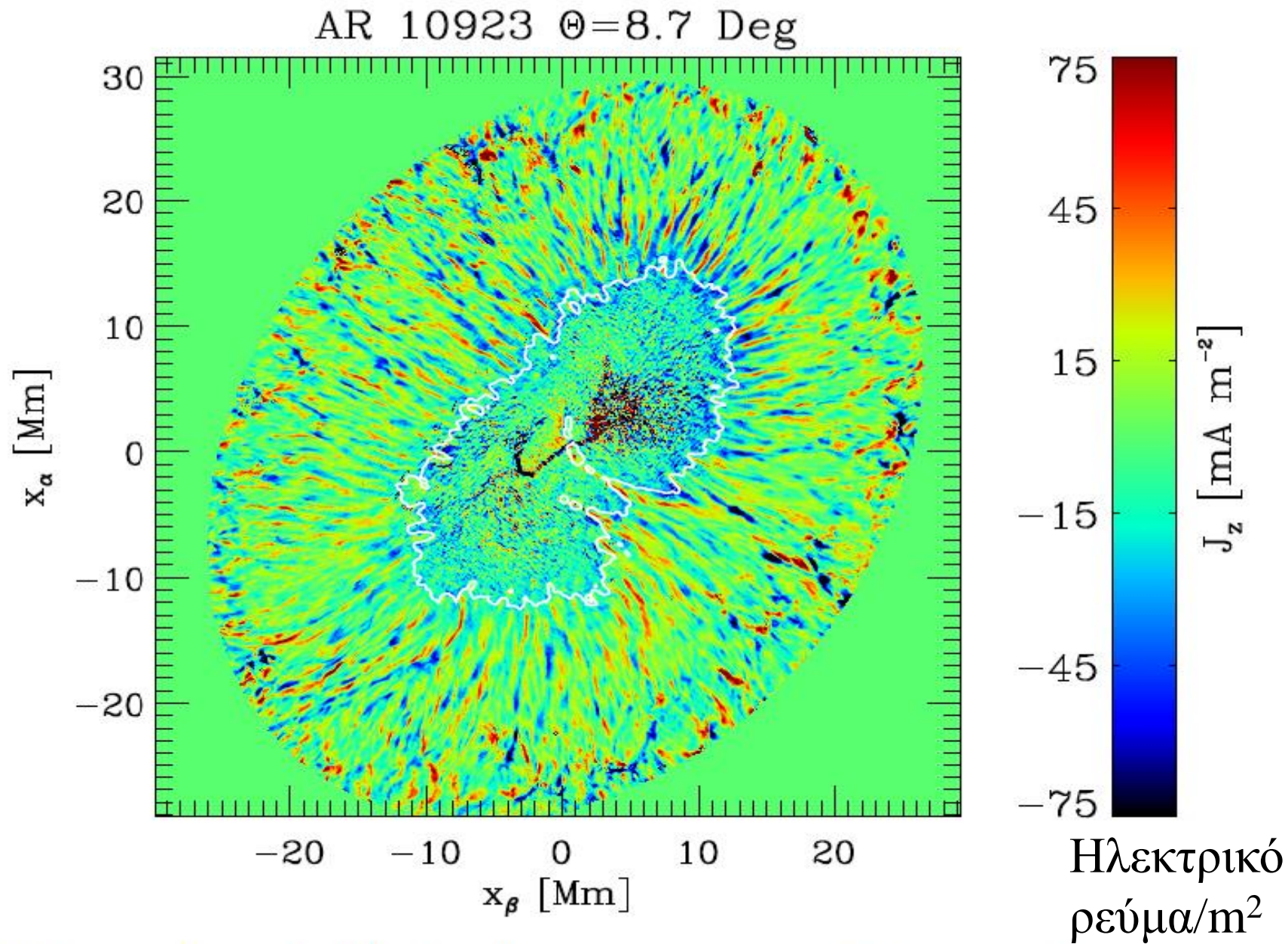
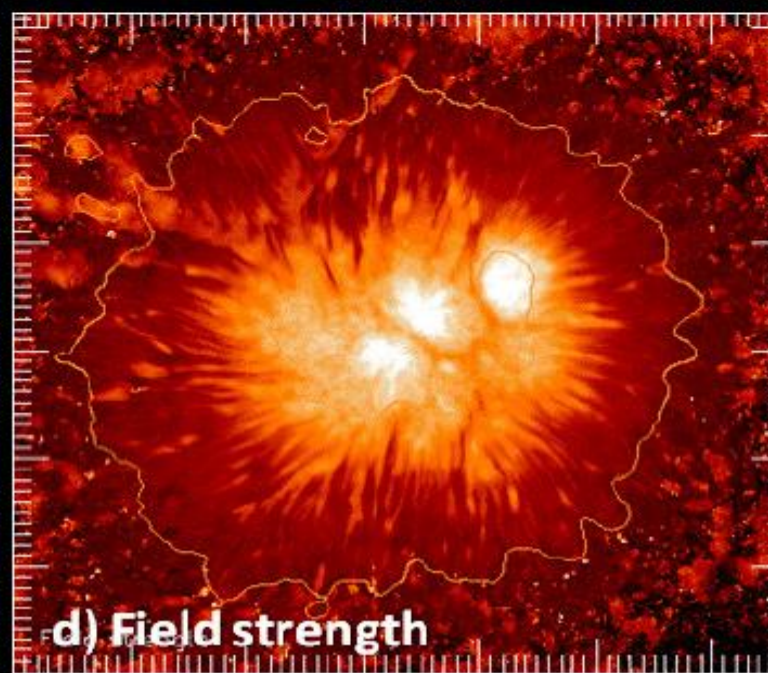
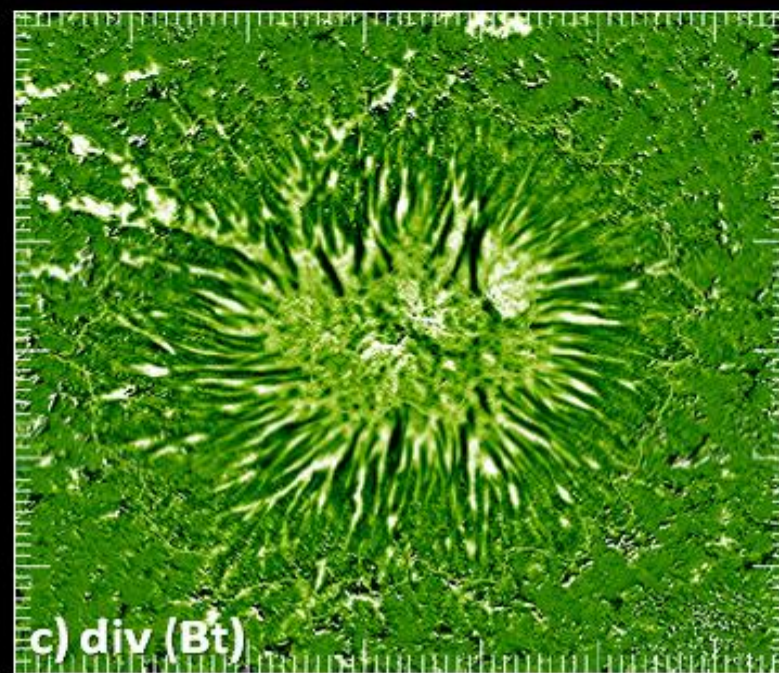
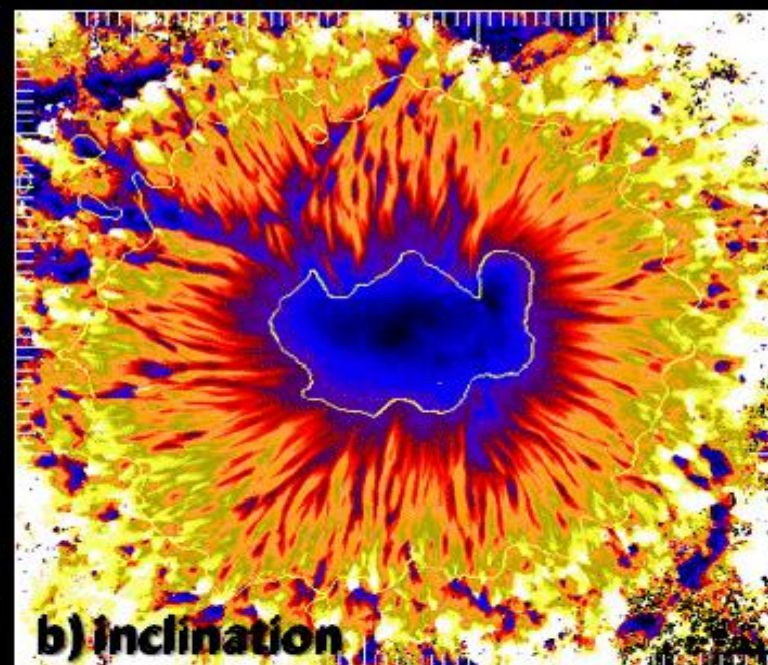
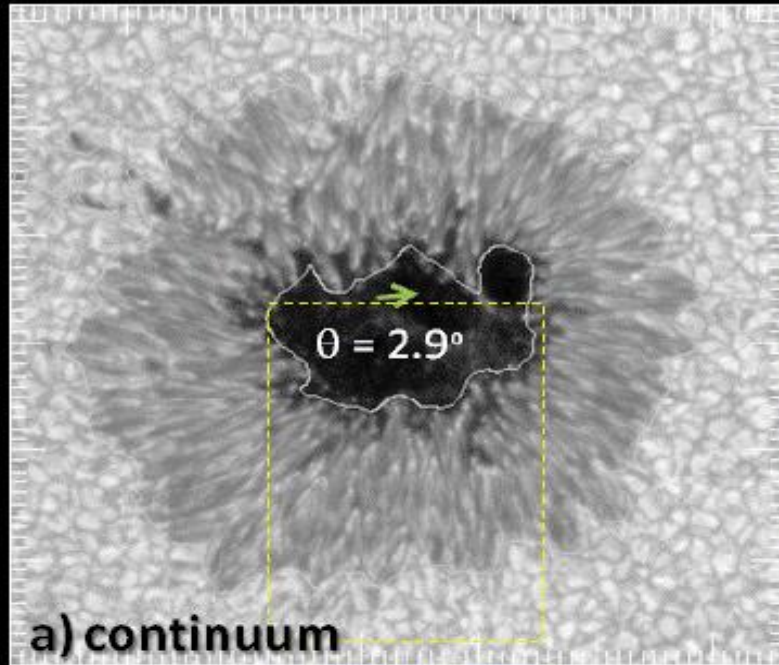
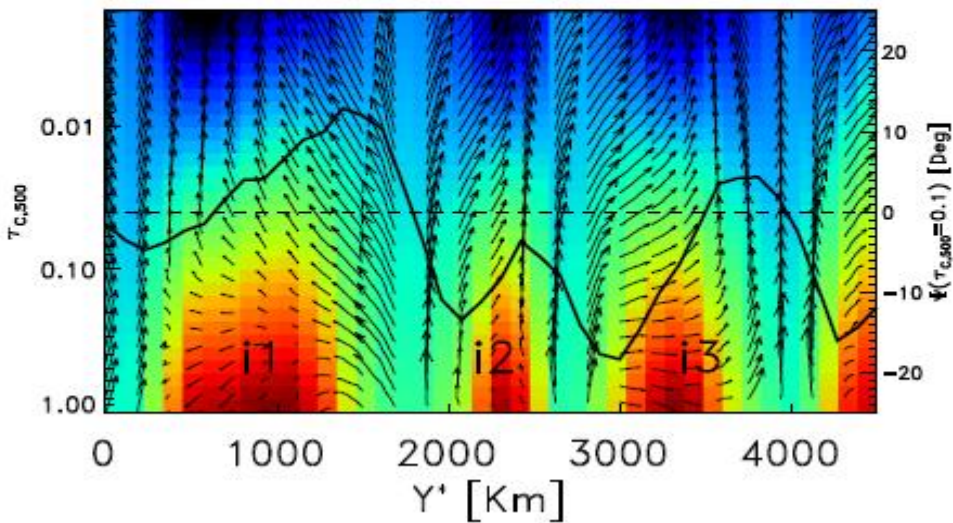
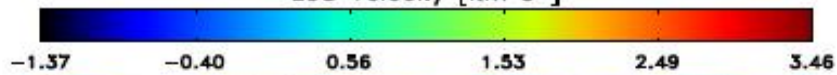
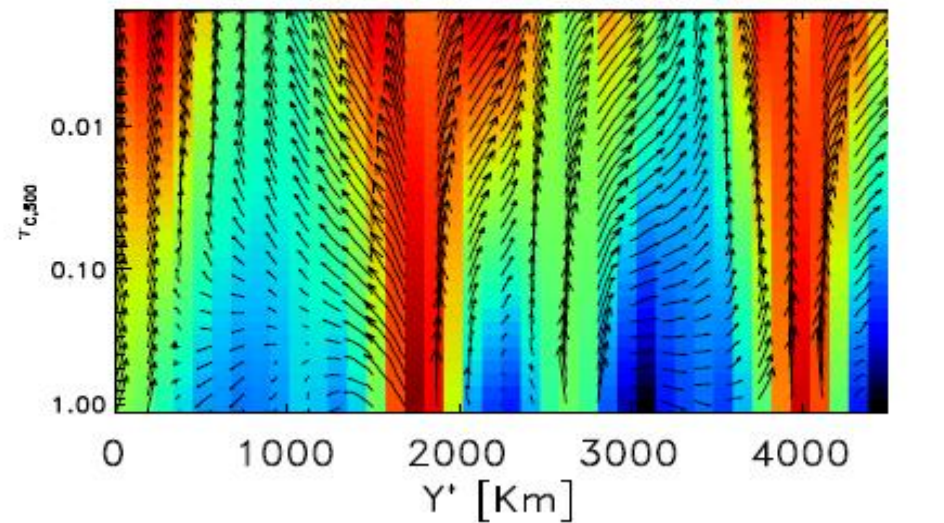
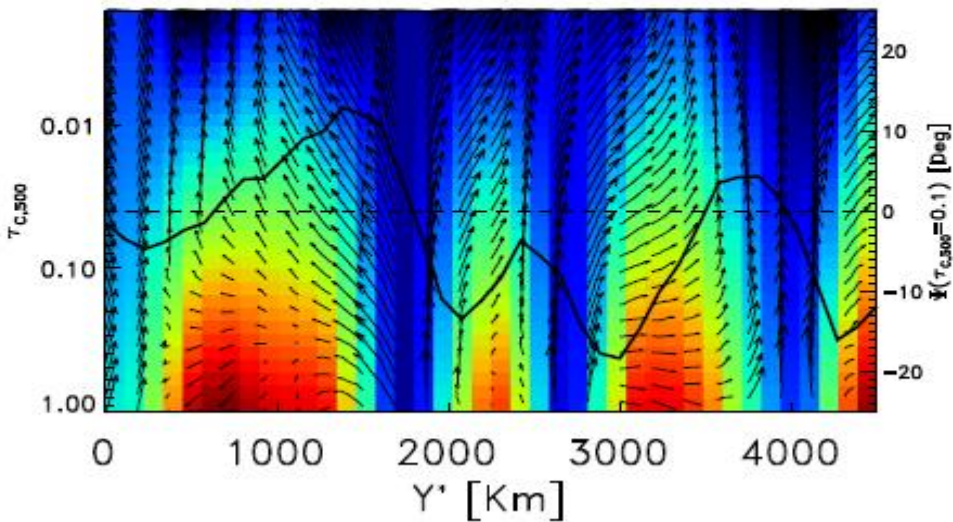
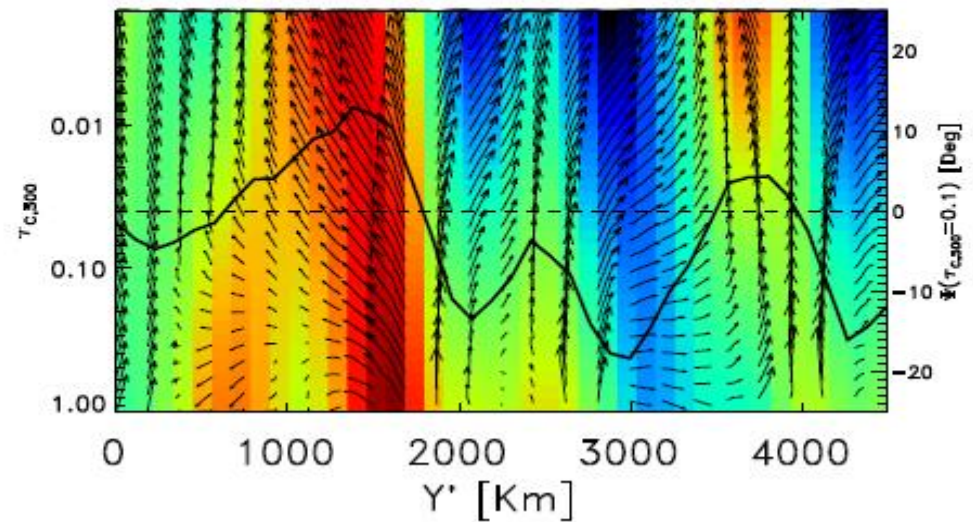
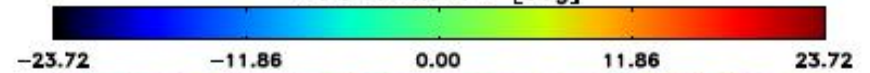


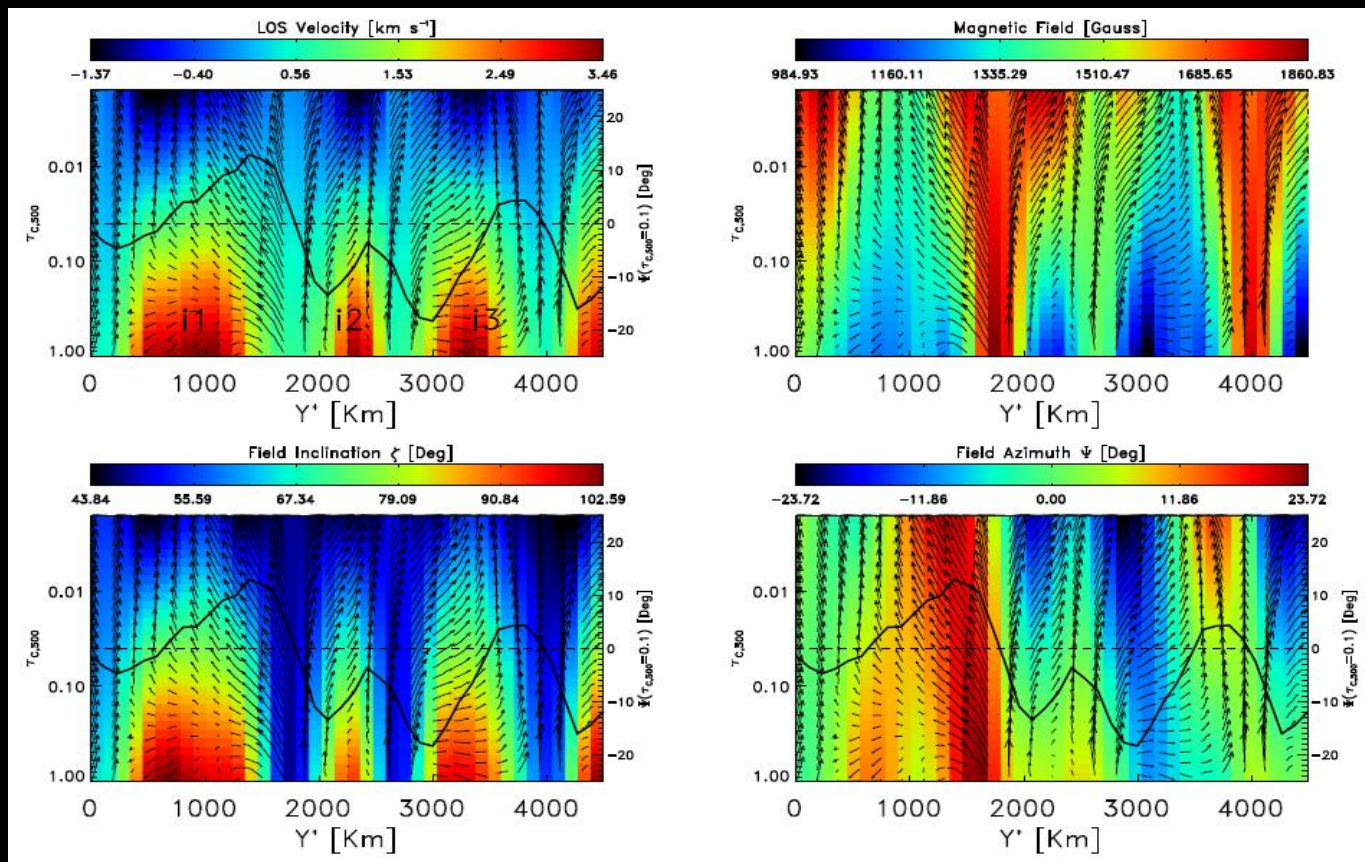
Figure 14: Same as Figures 4–8 but for the vertical component of the current density vector j_z (or j_ρ)



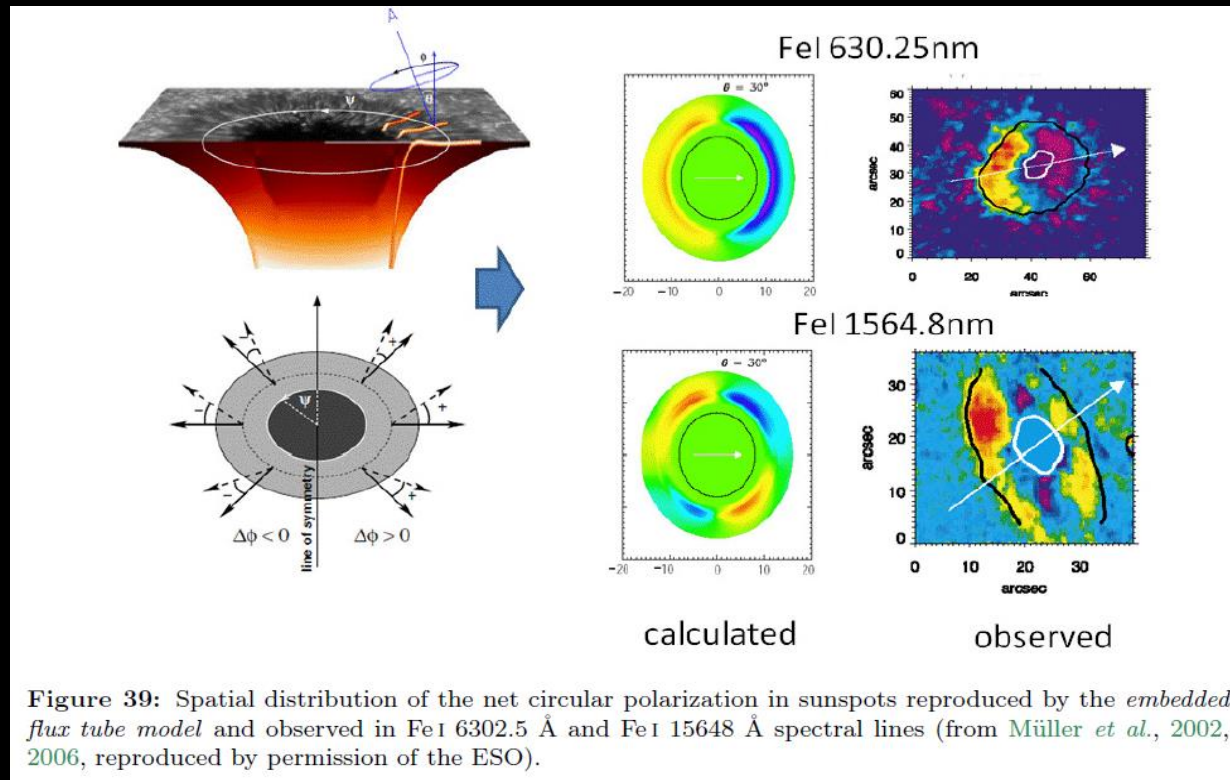
LOS Velocity [km s⁻¹]

Magnetic Field [Gauss]

Field Inclination ζ [Deg]Field Azimuth Ψ [Deg]



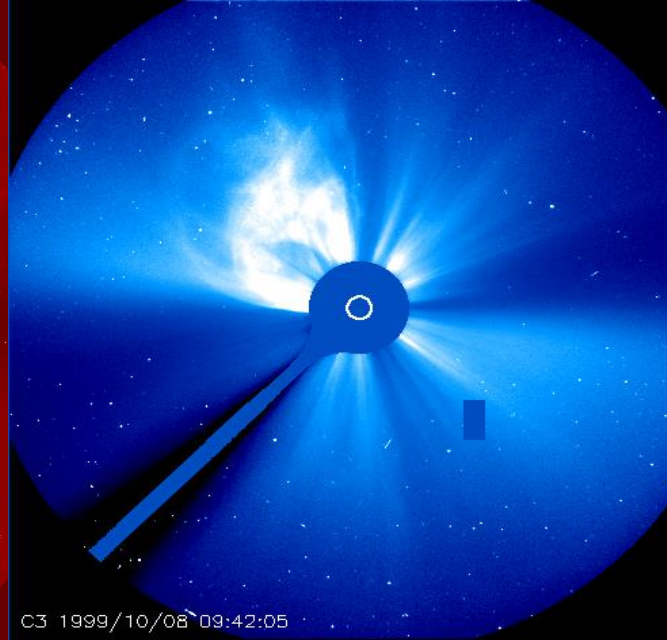
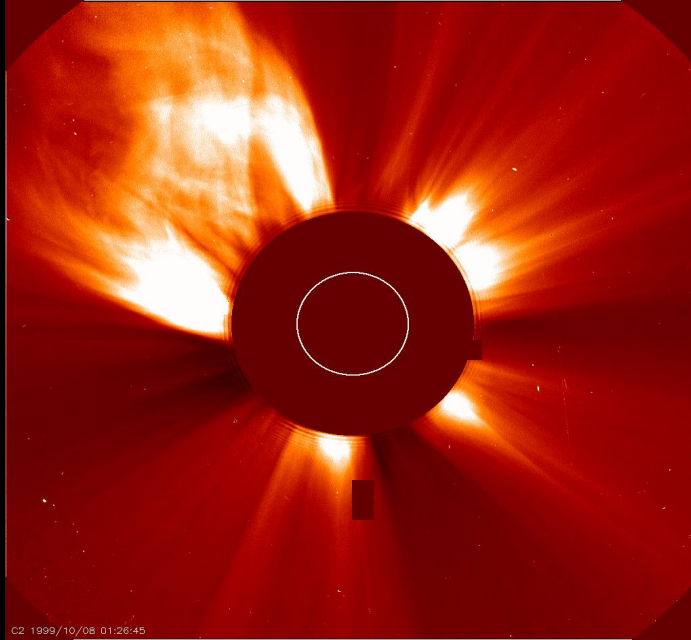
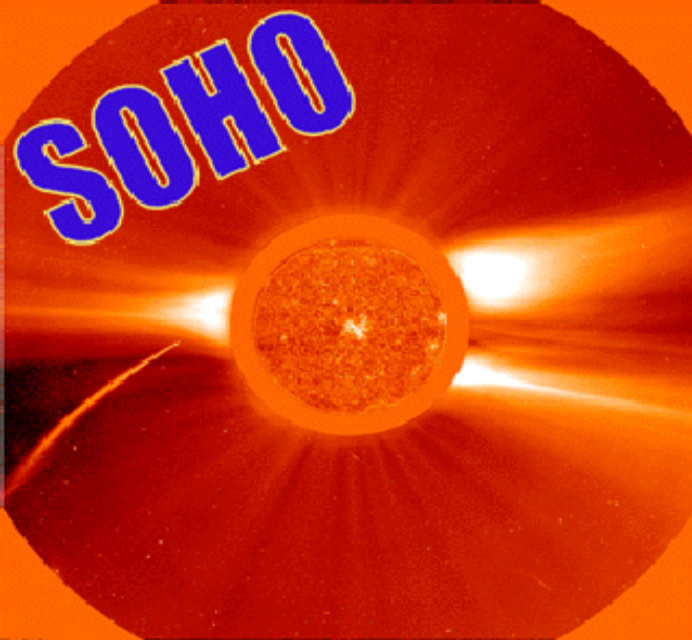
Vertical stratification (optical depth τ_c) of the physical parameters in the penumbra. The horizontal axis is the azimuthal direction around the penumbra and, therefore, it is perpendicular to the radial penumbral filaments. Upper-left panel: line-of-sight velocity V_{los} . Upper-right: total magnetic field strength B . Lower-left: inclination of the magnetic field vector with respect to the normal vector to the solar surface ζ (see Equation 10). Lower-right: azimuth of the magnetic field vector Ψ (Equation 11). This plot demonstrates that the strong and vertical magnetic field of the spines extends above the intraspines (indicated by the index i), where the Evershed flow is located where the magnetic field is rather horizontal and weak. It also shows that the azimuth of the magnetic field changes sign above the intraspines, indicating that the magnetic field of the spines wraps around the intraspines. The arrows in this figure show the direction of the magnetic field in the plane perpendicular to the axis of the penumbral filaments (from Borrero et al., 2008



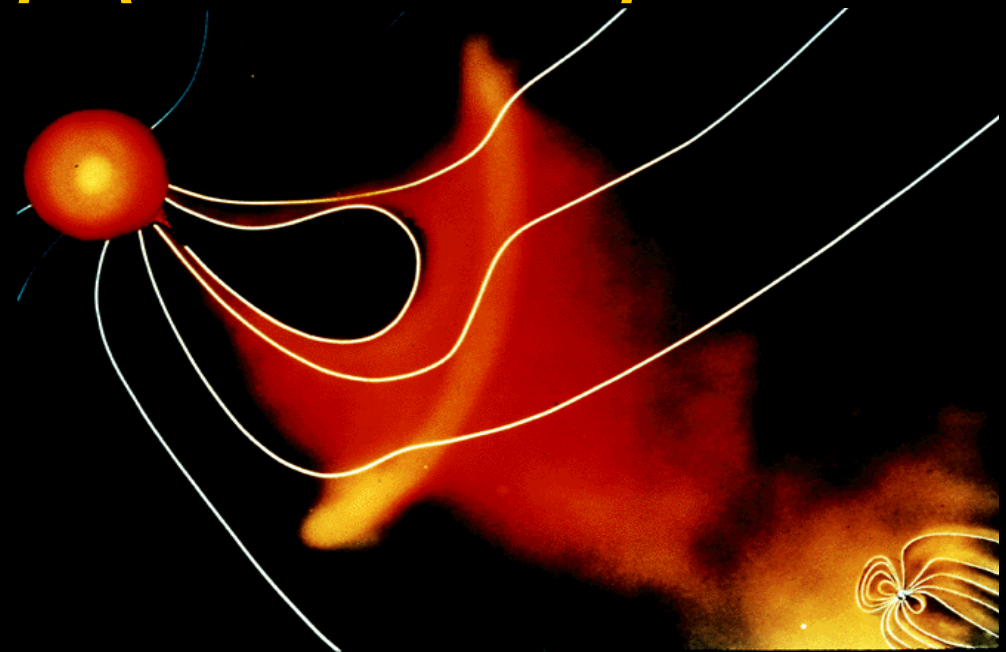
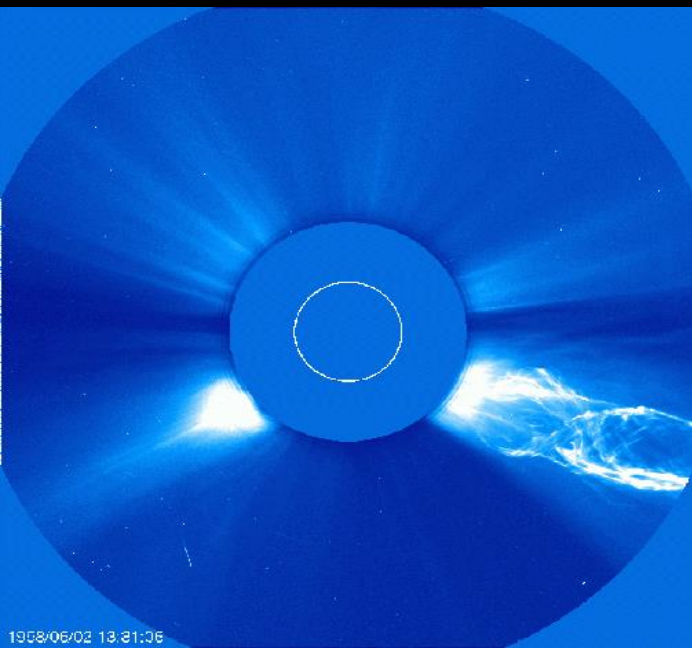
Ενσωματωμένος σωλήνας ροής, embedded flux-tube model

Solanki and Montavon (1993) proposed that the needed gradients to reproduce the NCP could be achieved without affecting the sunspot's equilibrium if they assumed the presence of a horizontal flux tube carrying the Evershed flow embedded in a more vertical background that wraps around it:.

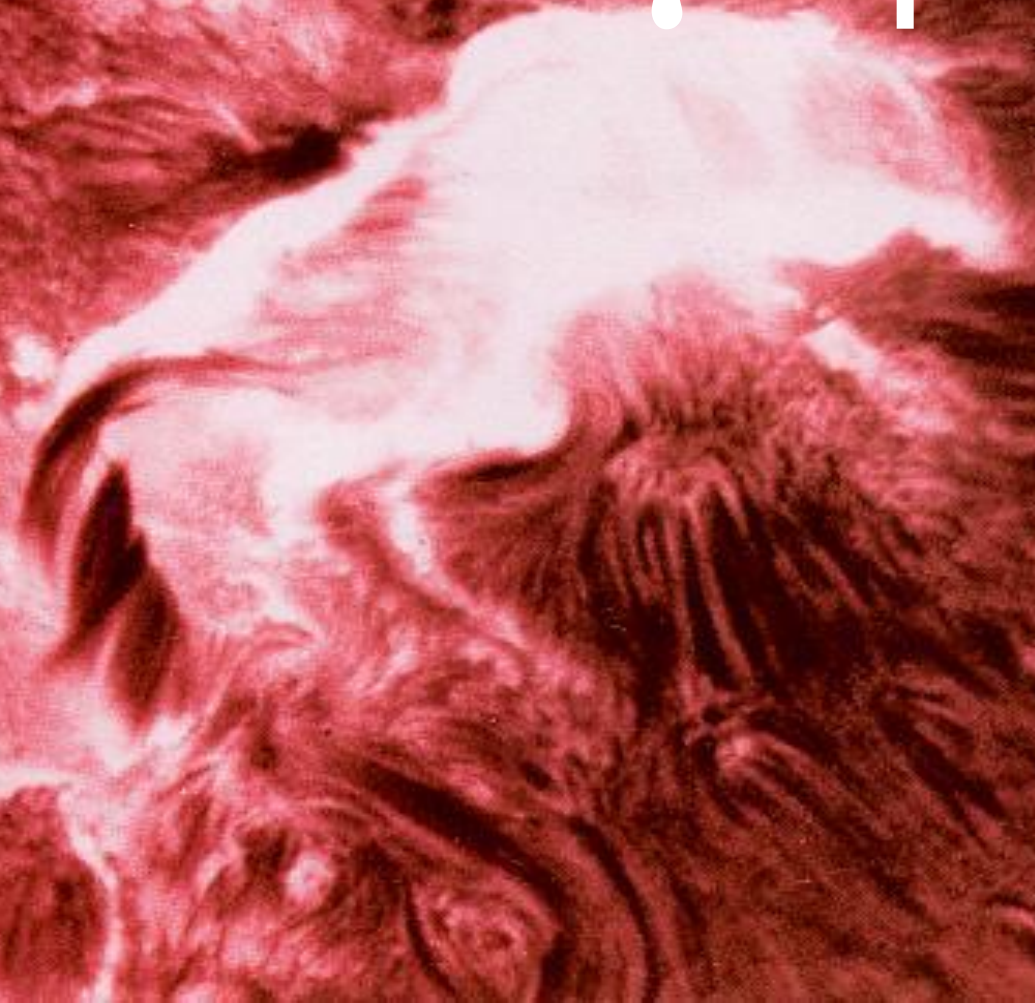
Εκλάμψεις και εκτοξεύσεις
στεμματικού υλικού
(CMEs, coronal mass ejections)



Ο Ήλιος ένα εκρηκτικό άστρο



έκλαμψη

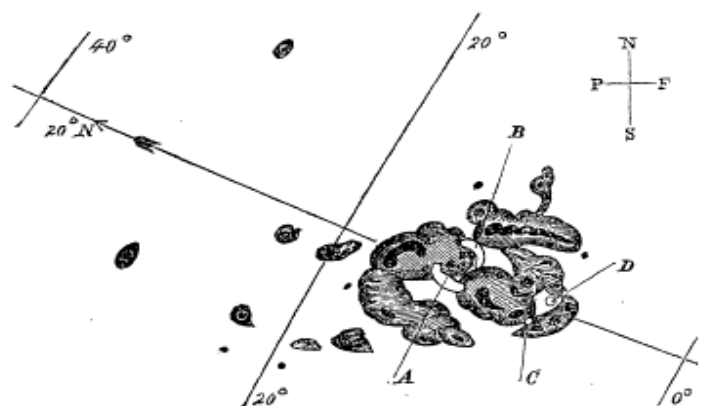


bination with the ancient measures, to a new computation by M. Oom, of the Royal Observatory of Lisbon, at present living at Pulkowa. The results of his computation have entirely confirmed my father's conclusions, that the changes observed in the course of 28 years in the relative positions of the two stars find a complete explanation in the proper motion of the principal star, but the new formula does but very little diminish the discordance of the results obtained in 1823 by transit observations.

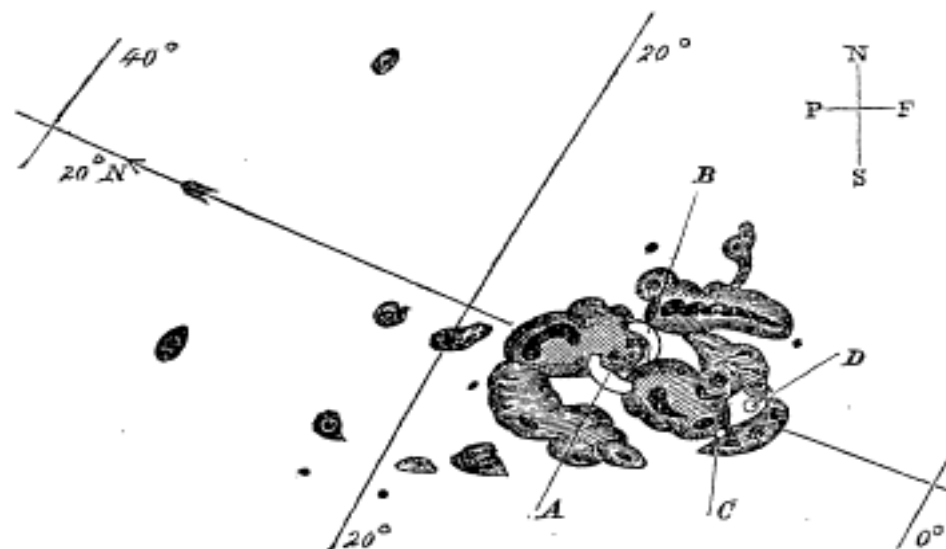
Pulkowa, October, 1859.

Description of a Singular Appearance seen in the Sun on September 1, 1859. By R. C. Carrington, Esq.

While engaged in the forenoon of Thursday, Sept. 1, in taking my customary observation of the forms and positions of the solar spots, an appearance was witnessed which I believe to be exceedingly rare. The image of the sun's disk was, as usual with me, projected on to a plate of glass coated with distemper of a pale straw colour, and at a distance and under a power which presented a picture of about 11 inches diameter. I had secured diagrams of all the groups and detached spots, and was engaged at the time in counting from a chronometer and recording the contacts of the spots with the cross-wires used in the observation, when within the area of the great north group (the size of which had previously excited general remark), two patches of intensely bright and white light broke out, in the positions indicated in the appended diagram by the letters A and B, and of the forms of the spaces left white. My

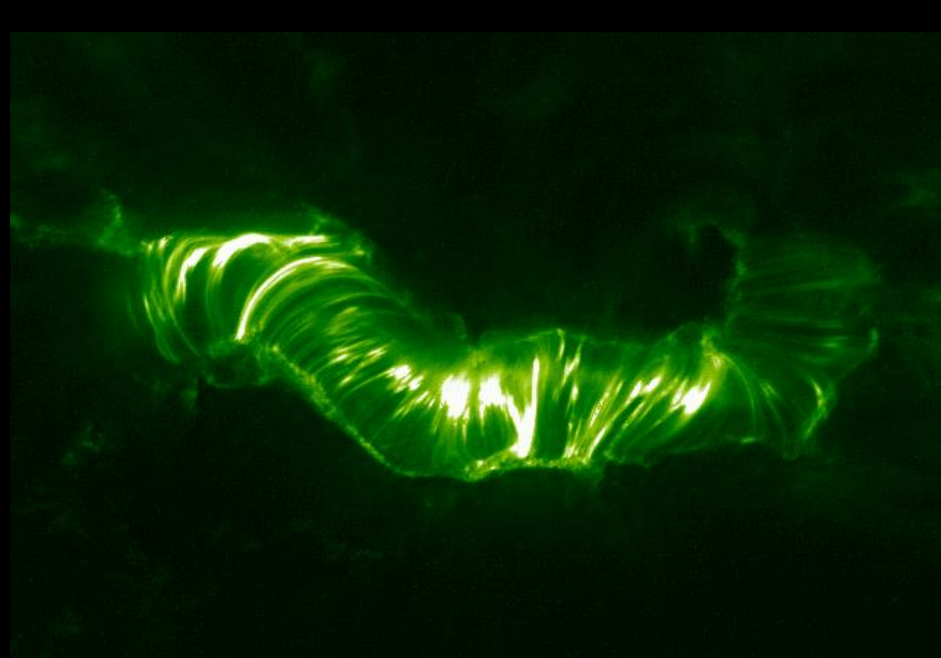
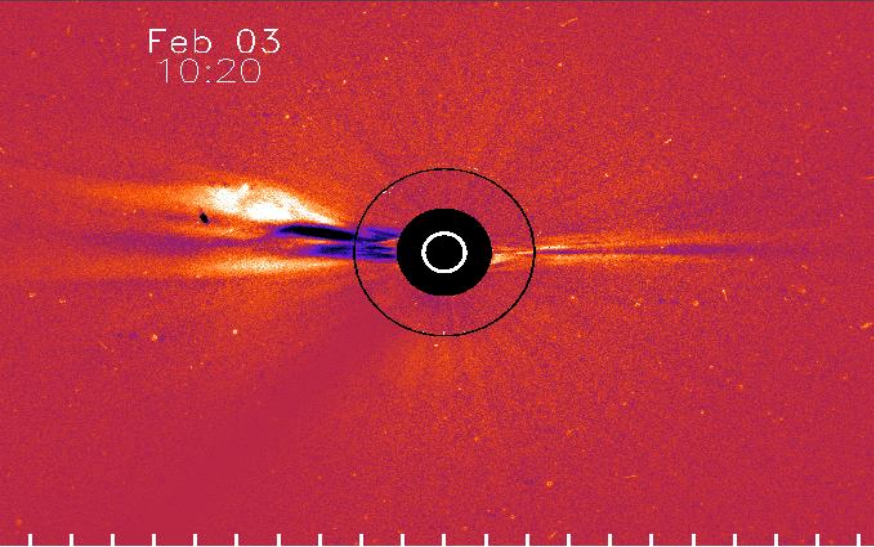


first impression was that by some chance a ray of light had penetrated a hole in the screen attached to the object-glass, by



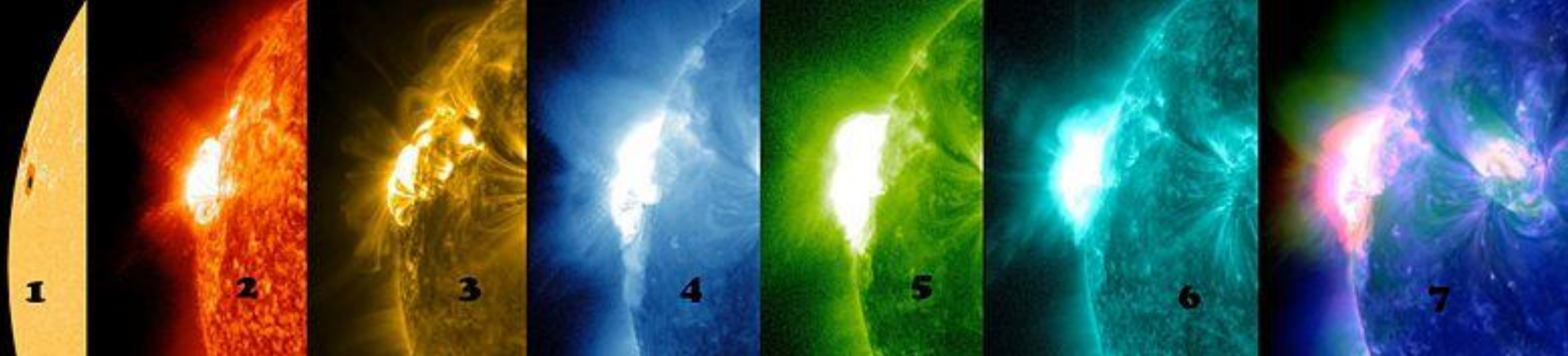
first impression was that by some chance a ray of light had penetrated a hole in the screen attached to the object-glass, by

Feb 03
10:20



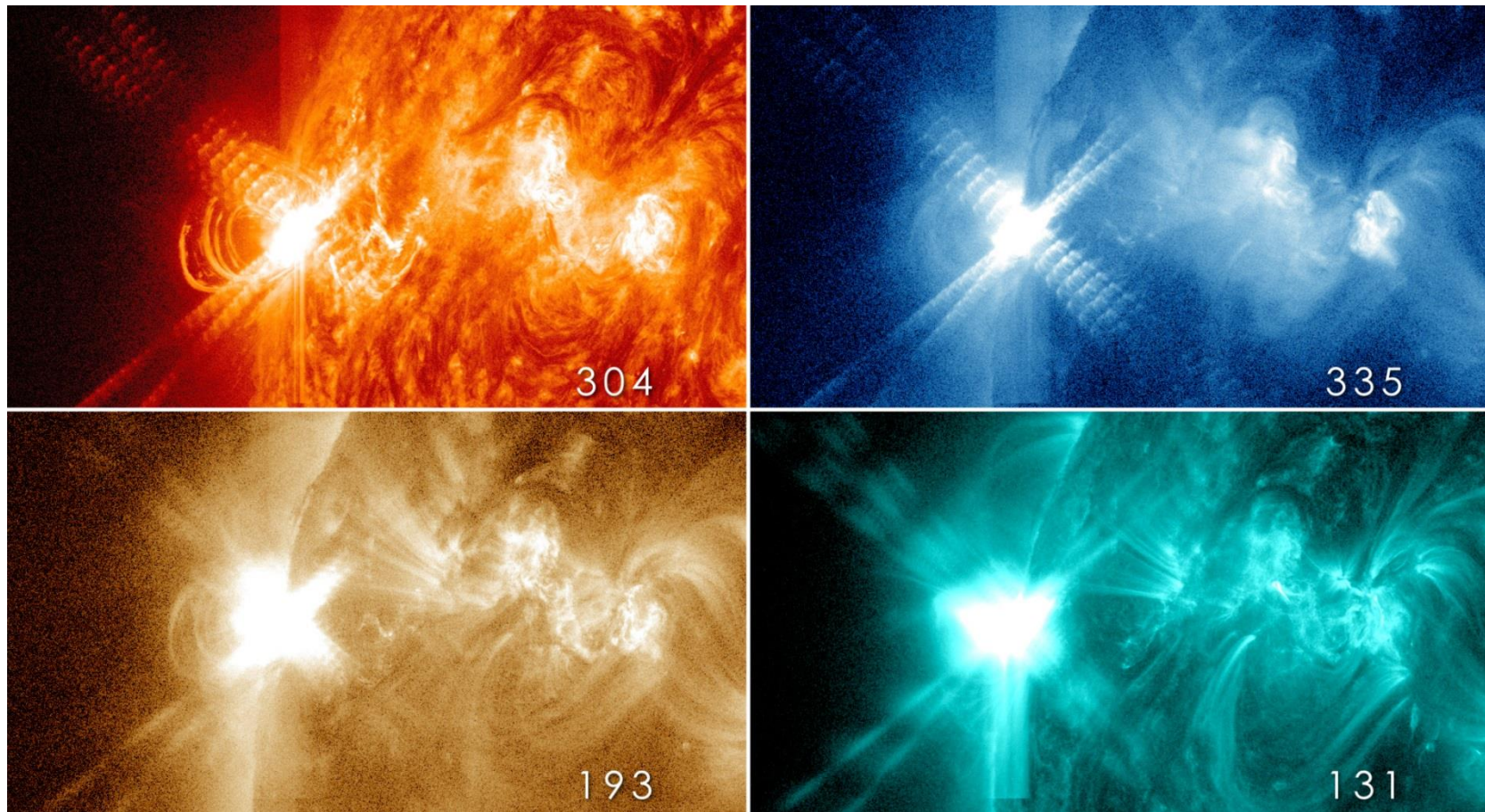
Ο Ήλιος ένα
εκρηκτικό άστρο





φωτογραφίες σε διάφορα μήκη κύματος μιας μεγάλης έκλαμψης του Ηλίου τύπου X1 (Σεπτέμβρης 2011). Από το διαστημόπλοιο SDO,

1. Το Πείραμα HMI δείχνει την κηλίδα
2. Με μήκος κύματος 304 Angstroms βλέπουμε την χρωμόσφαιρα σε περιοχές (ύψη) με θερμοκρασία $\sim 50,000$ degrees C.
3. Σε μήκος κύματος 171 Angstroms βλέπουμε την μεταβατική ζώνη, περιοχή ανάμεσα την χρωμόσφαιρα και το στέμμα με θερμοκρασία 1000000
4. Σε μήκος κύματος 335 Angstroms βλέπουμε το στέμμα, περιοχές που επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στα ~ 2.500000 K
5. Σε μήκος κύματος 193 Angstroms βλέπουμε το στέμμα, περιοχές που επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στα $\sim 6\ 000000$
6. Σε μήκος κύματος 131 Angstroms βλέπουμε το στέμμα, περιοχές που επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στα ~ 10000000 . Σύνθετη εικόνα (τρεις εικόνες μαζί) σε μήκη κύματος 094, 335, 193



φωτογραφίες σε διάφορα μήκη κύματος μιας μεγάλης έκλαμψης του Ηλίου, 14 Μαΐου 2013, 18:28:52, τύπου X3.2.

Από το διαστημόπλοιο SDO,

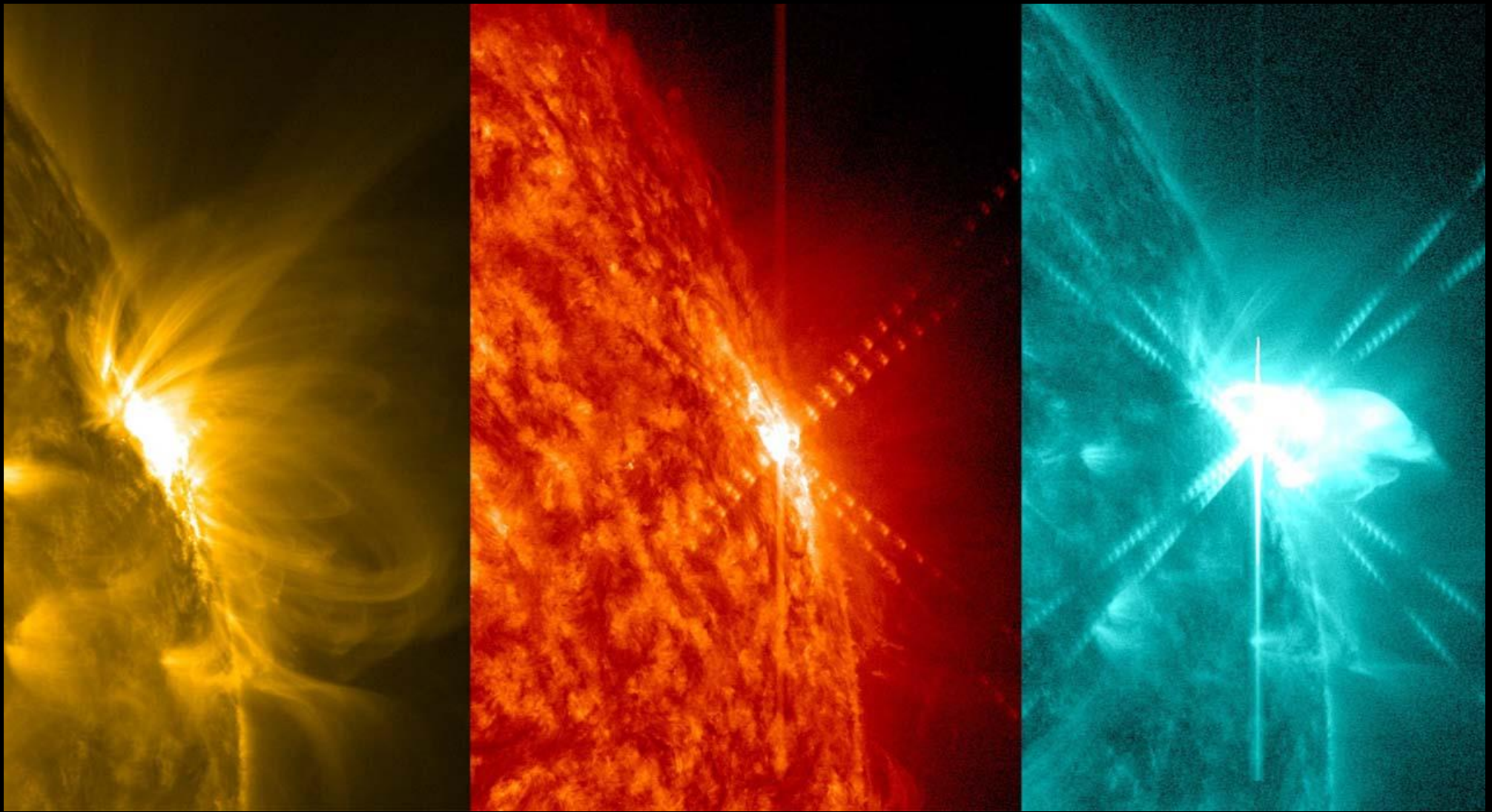
1. Με μήκος κύματος 304 Angstroms βλέπουμε την χρωμόσφαιρα σε περιοχές (ύψη) με θερμοκρασία $\sim 50,000$ degrees C.
2. Σε μήκος κύματος 335 Angstroms βλέπουμε το στέμμα, περιοχές που επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στους ~ 2.500000 K
3. Σε μήκος κύματος 193 Angstroms βλέπουμε το στέμμα, περιοχές που επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στους $\sim 6\,000000$ K
4. Σε μήκος κύματος 131 Angstroms βλέπουμε το ανώτατο στέμμα, περιοχές που επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στους $\sim 10\,000000$ K

http://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/news/News051213-flare.html

http://www.nasa.gov/sites/default/files/images/748608main_May_14_X3.2_Four.jpg



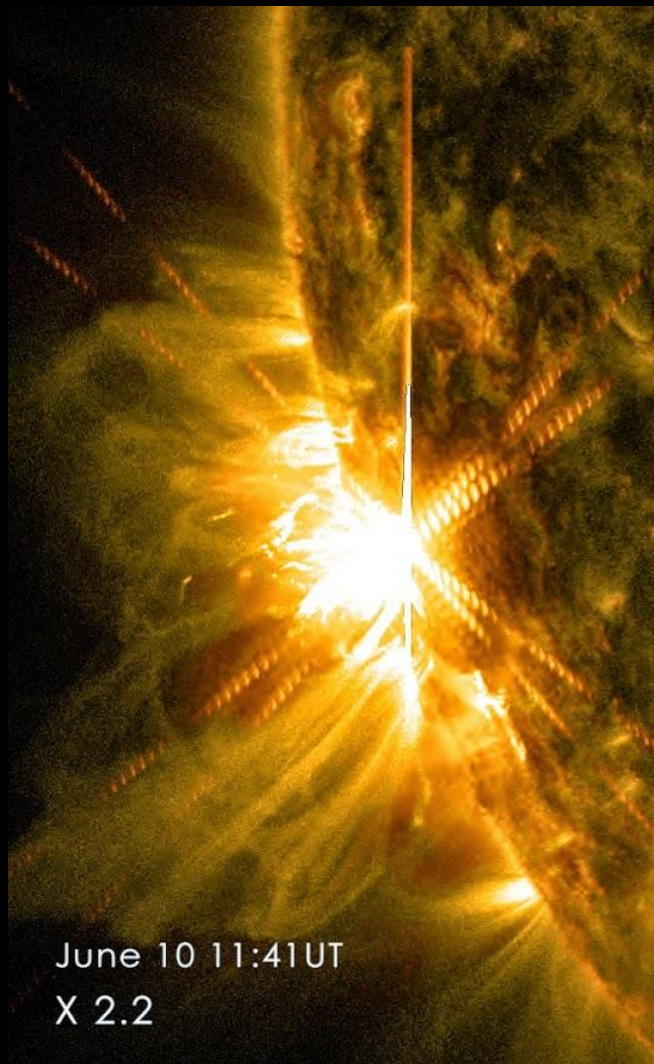
Ηλιακή εκρήξη από το διαστημόπλοιο SDO



NASA/SDO/Goddard Space Flight Center, 12 Μαρτίου 2014



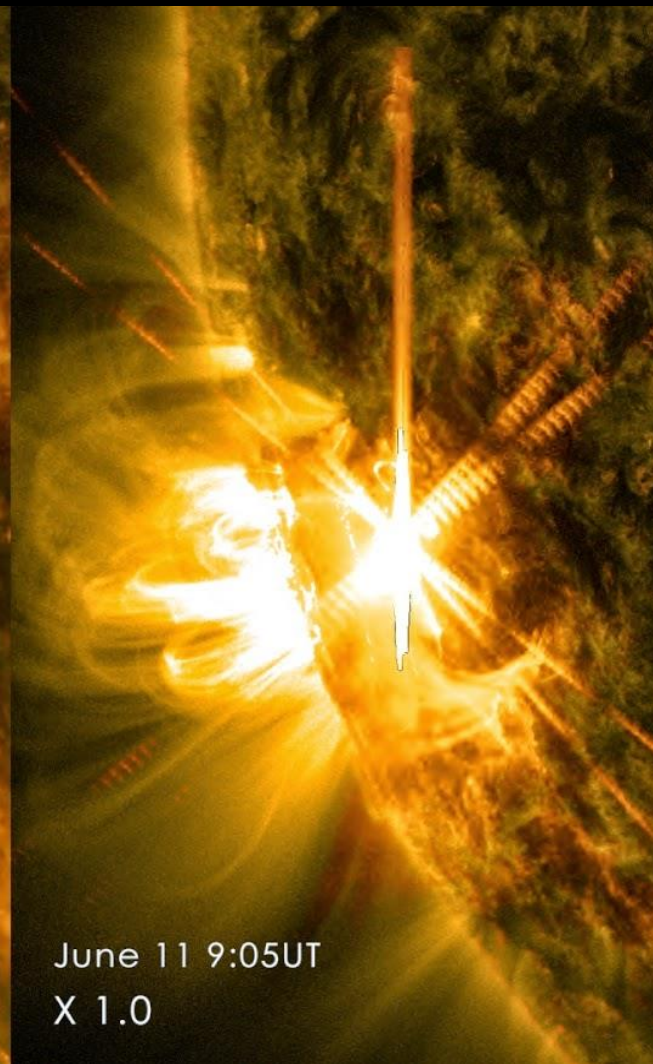
Έκλαμψη 31 Αυγ. 2012, SDO, NASA



June 10 11:41UT
X 2.2



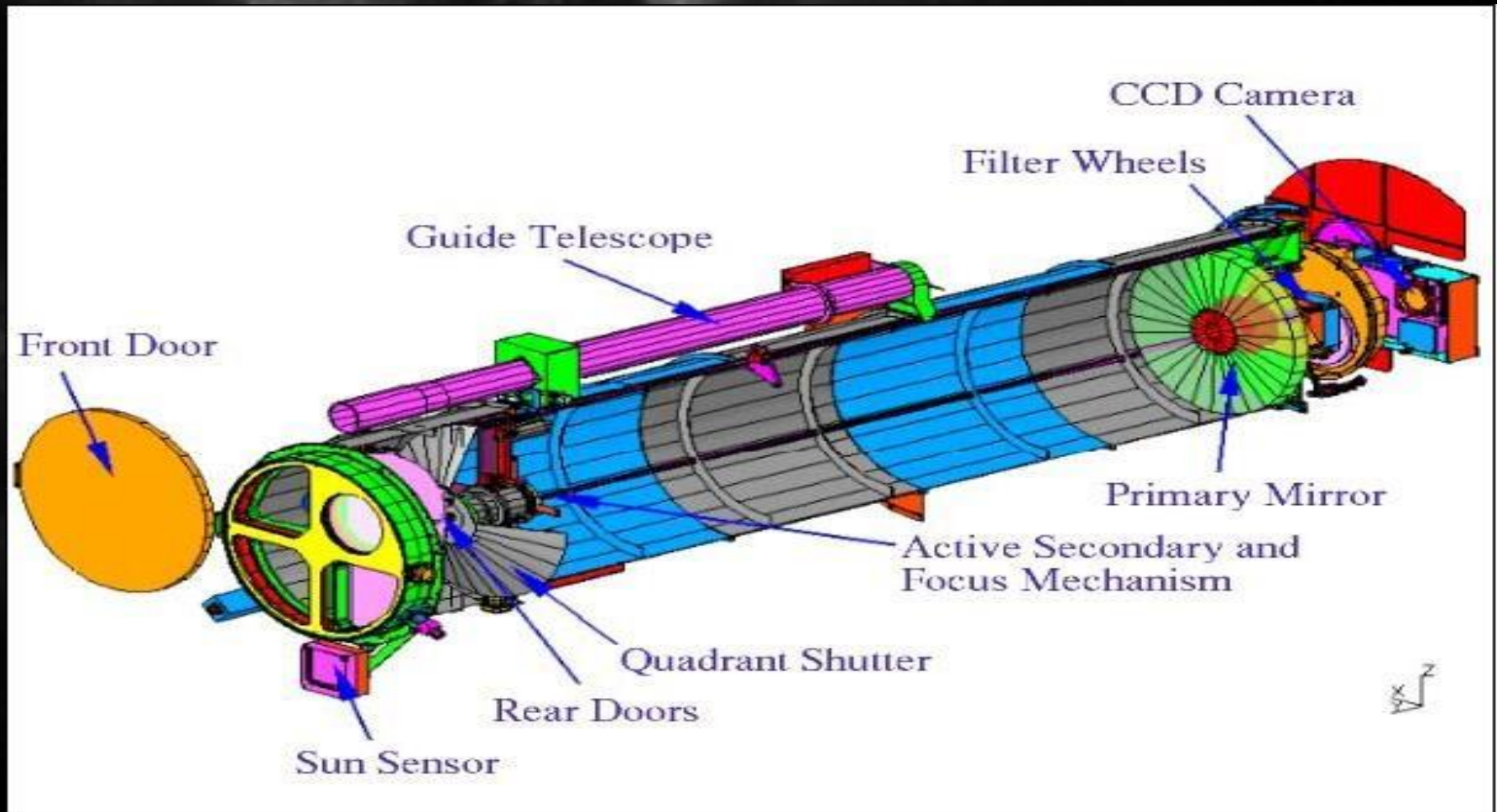
June 10 12:55UT
X 1.5



June 11 9:05UT
X 1.0

Τρεις Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο SDO

Ηλιακές εκρήξεις με παρατηρήσεις από το διαστημόπλοιο TRACE Διάγραμμα του LMSAL



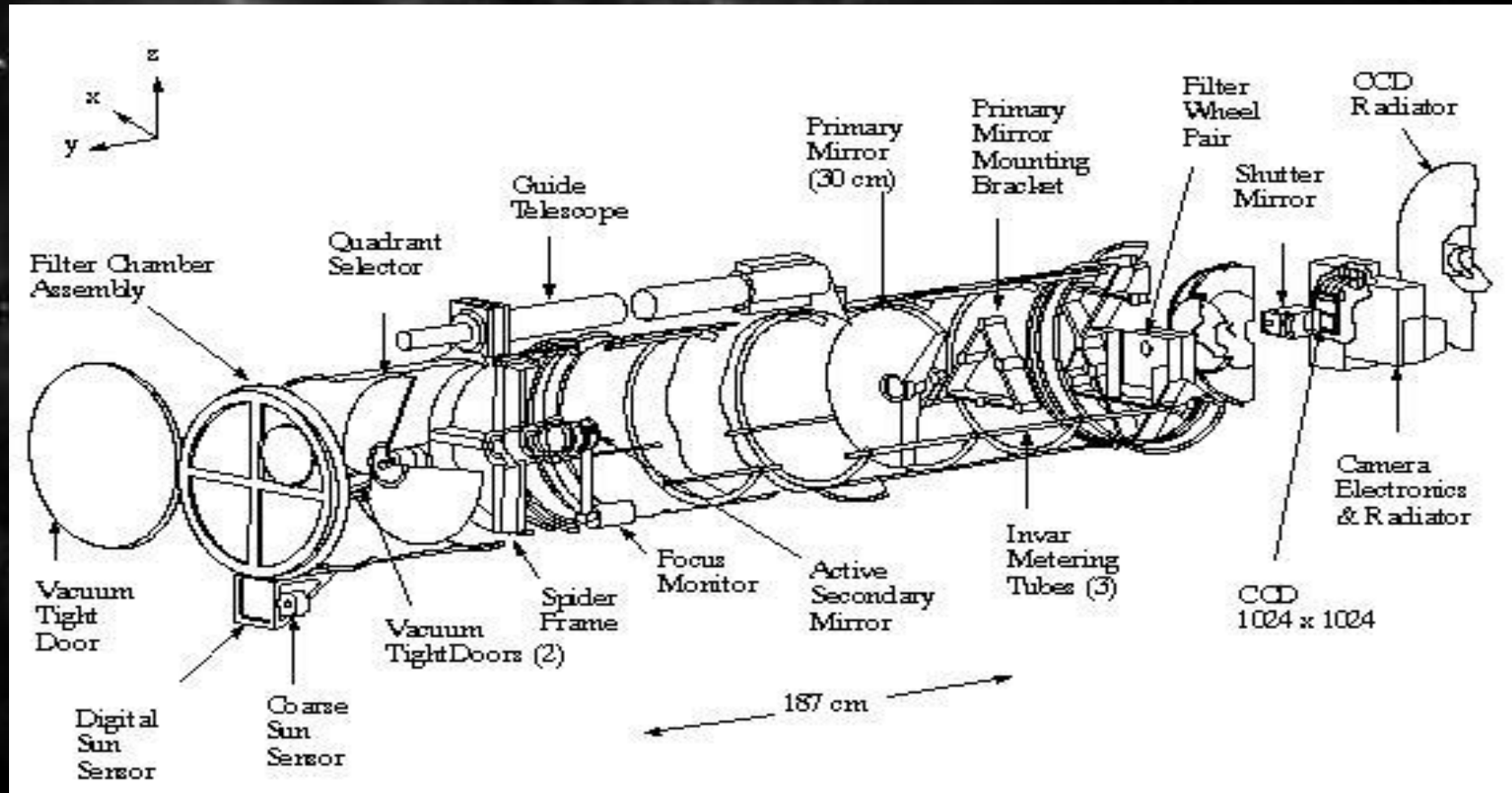
Ηλιακές εκρήξεις με παρατηρήσεις από το διαστημόπλοιο TRACE

Διάγραμμα του LMSAL

Transition Region and Coronal Explorer (TRACE): Exploring the Upper Regions of the Solar Atmosphere:

<http://trace.lmsal.com/>

http://www.nasa.gov/centers/goddard/pdf/106506main_trace.pdf



Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE
<http://trace.lmsal.com/>



Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE



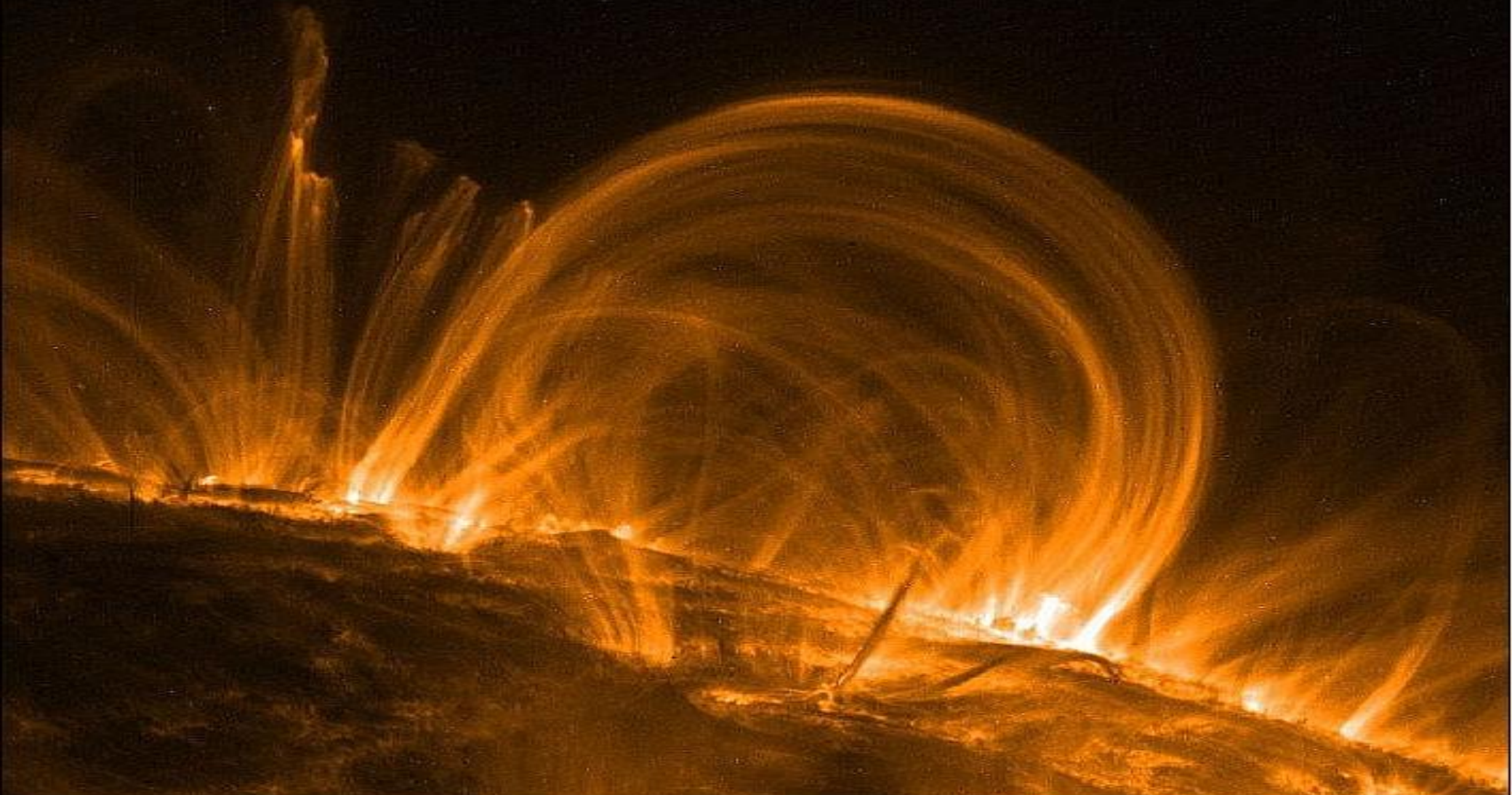
Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE



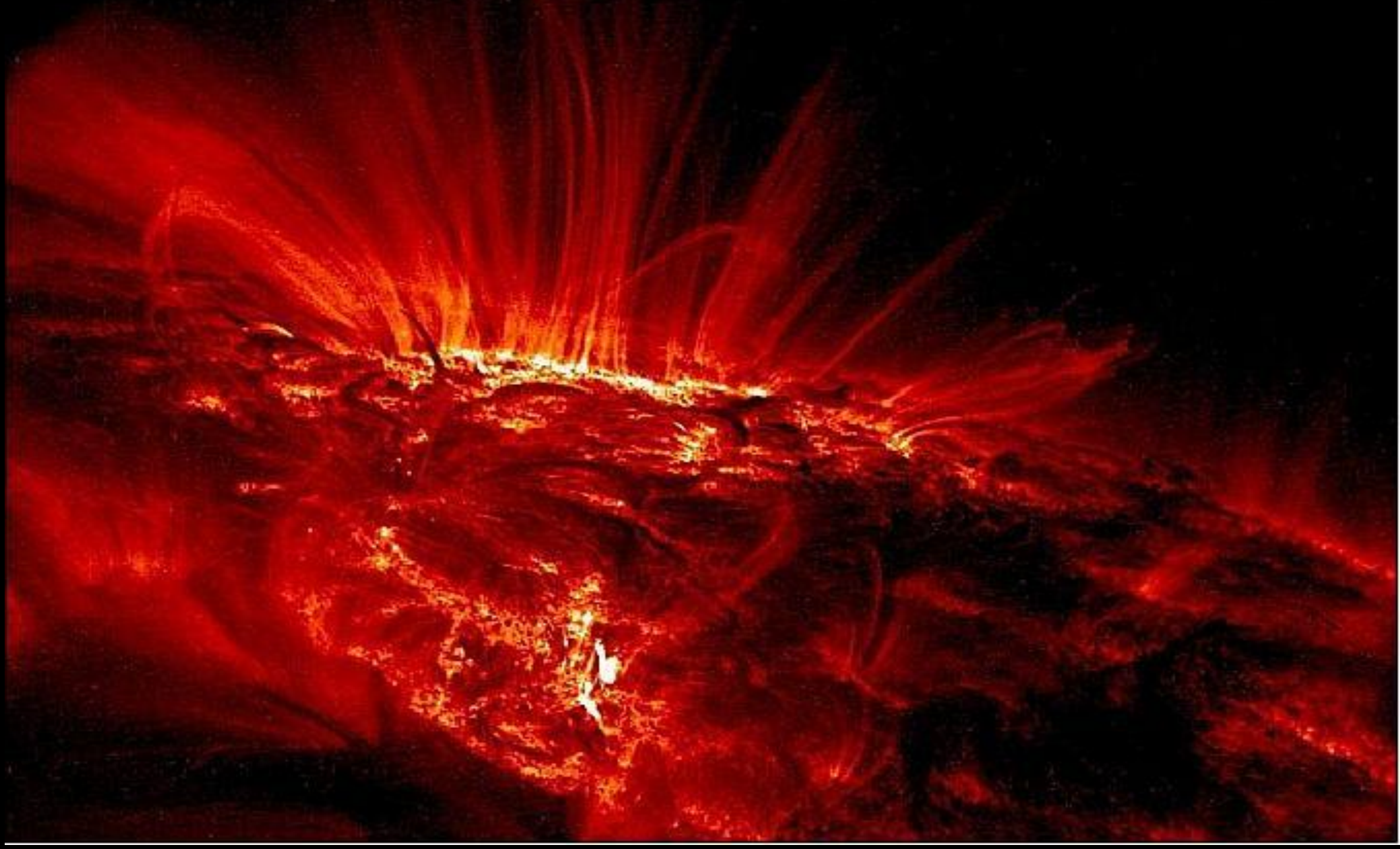
Ηλιακές εκρήξεις από το διαστημόπλοιο TRACE



Ηλιακές εκρήξεις από το διαστημόπλοιο TRACE



Ηλιακές εκρήξεις από το διαστημόπλοιο TRACE



Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE

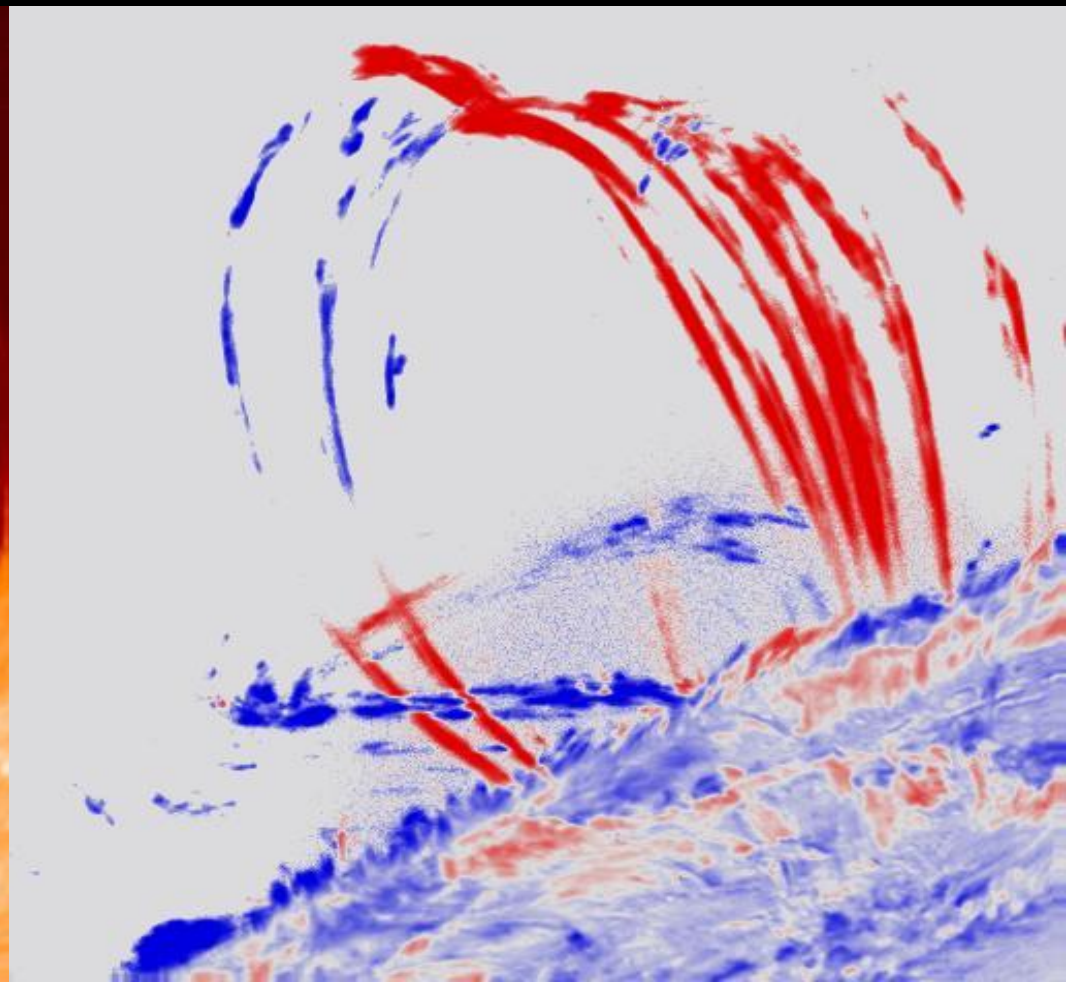
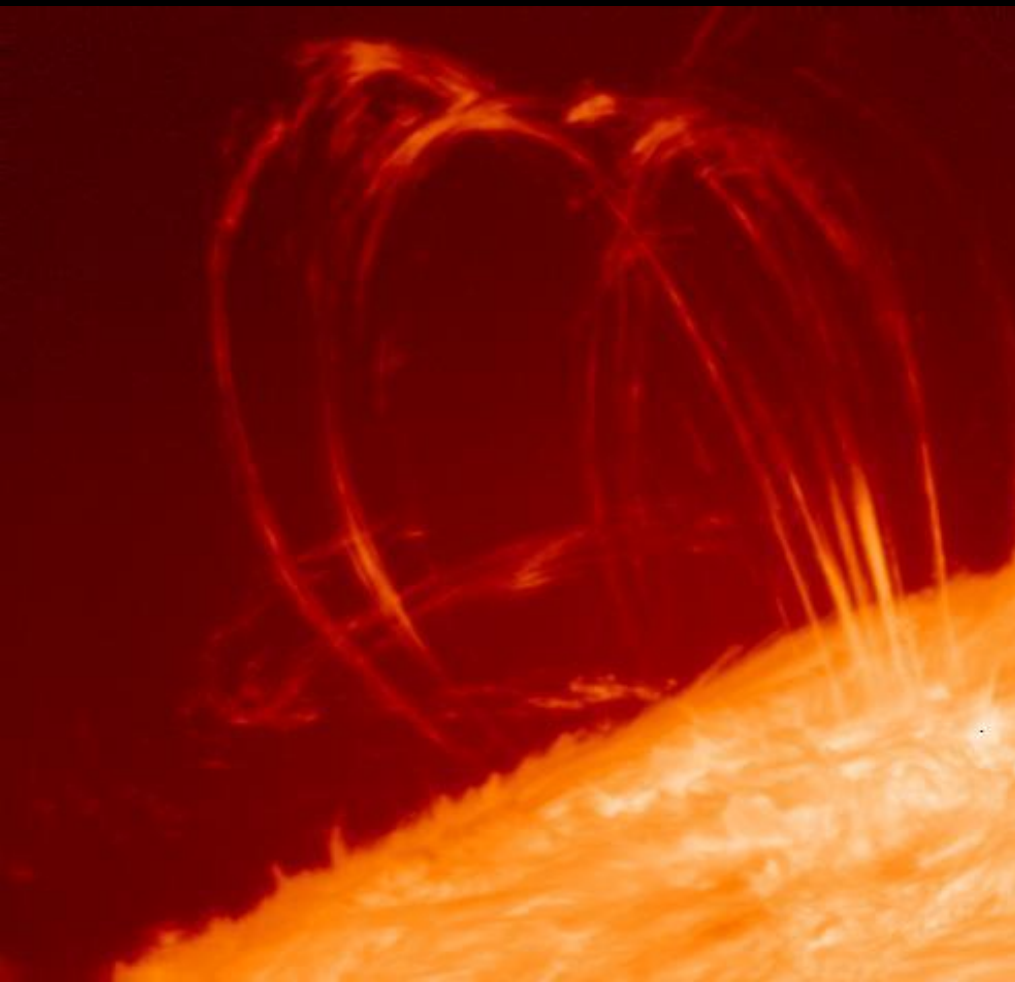


Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE



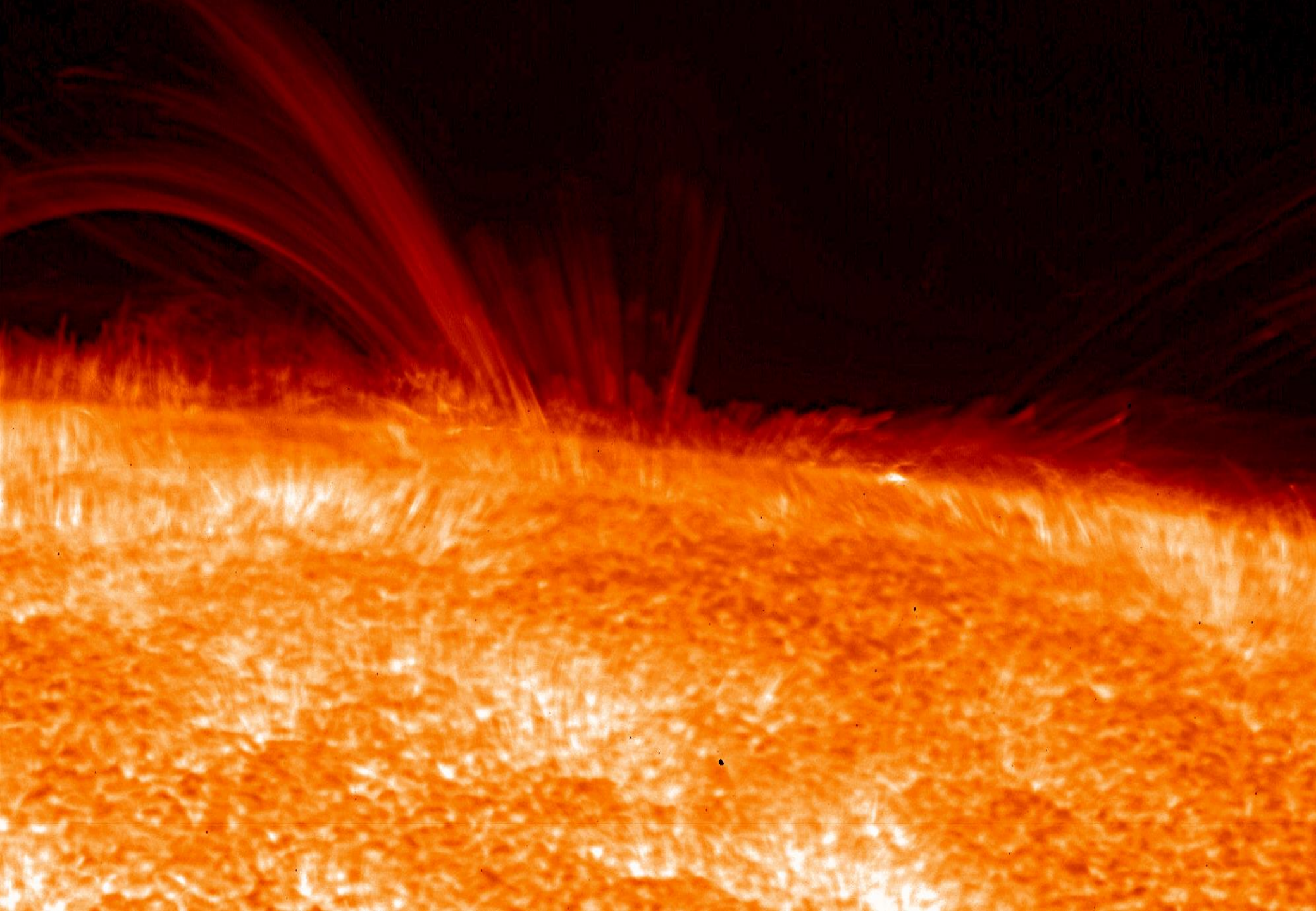
Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE

Μετά την έκλαμψη

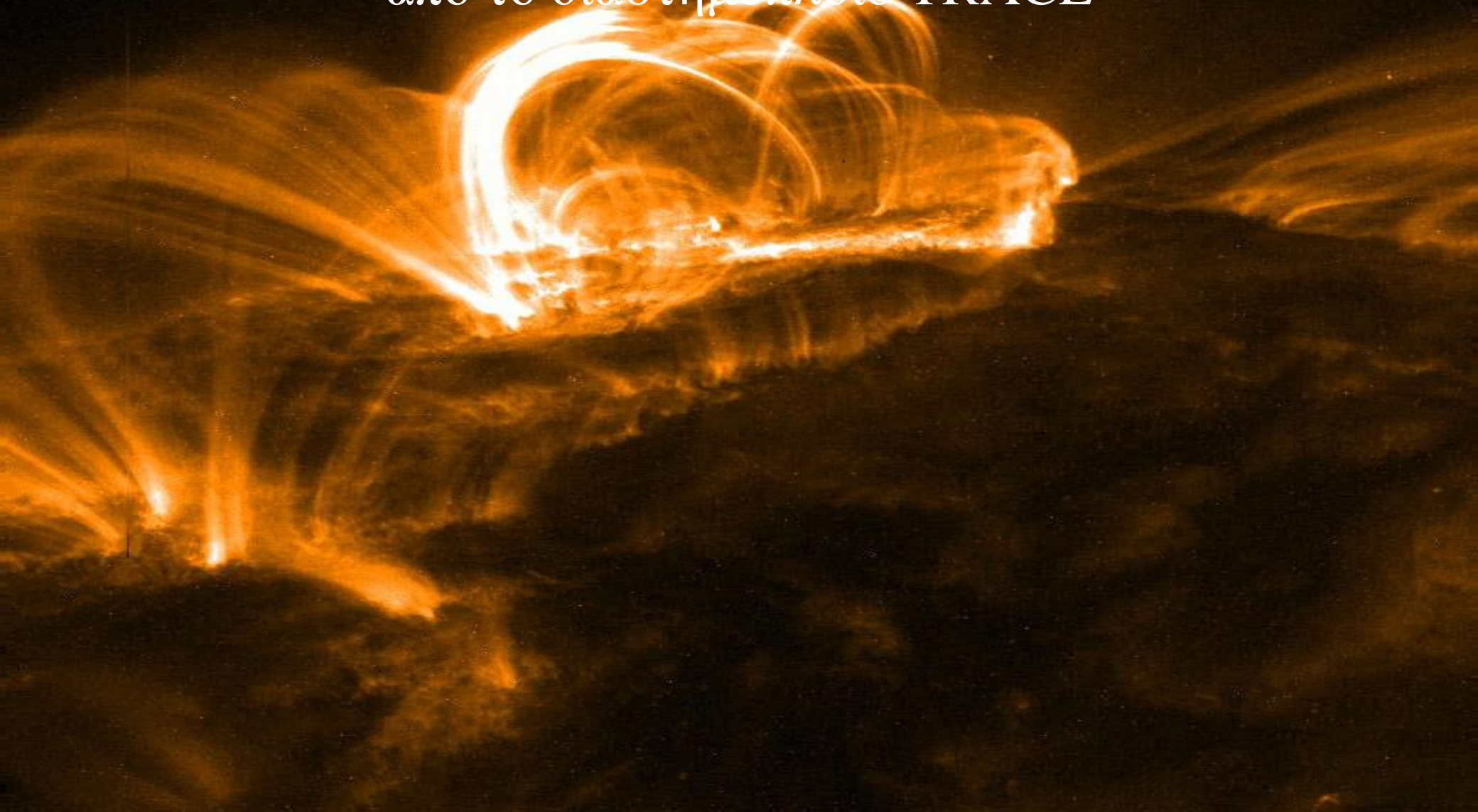


Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE

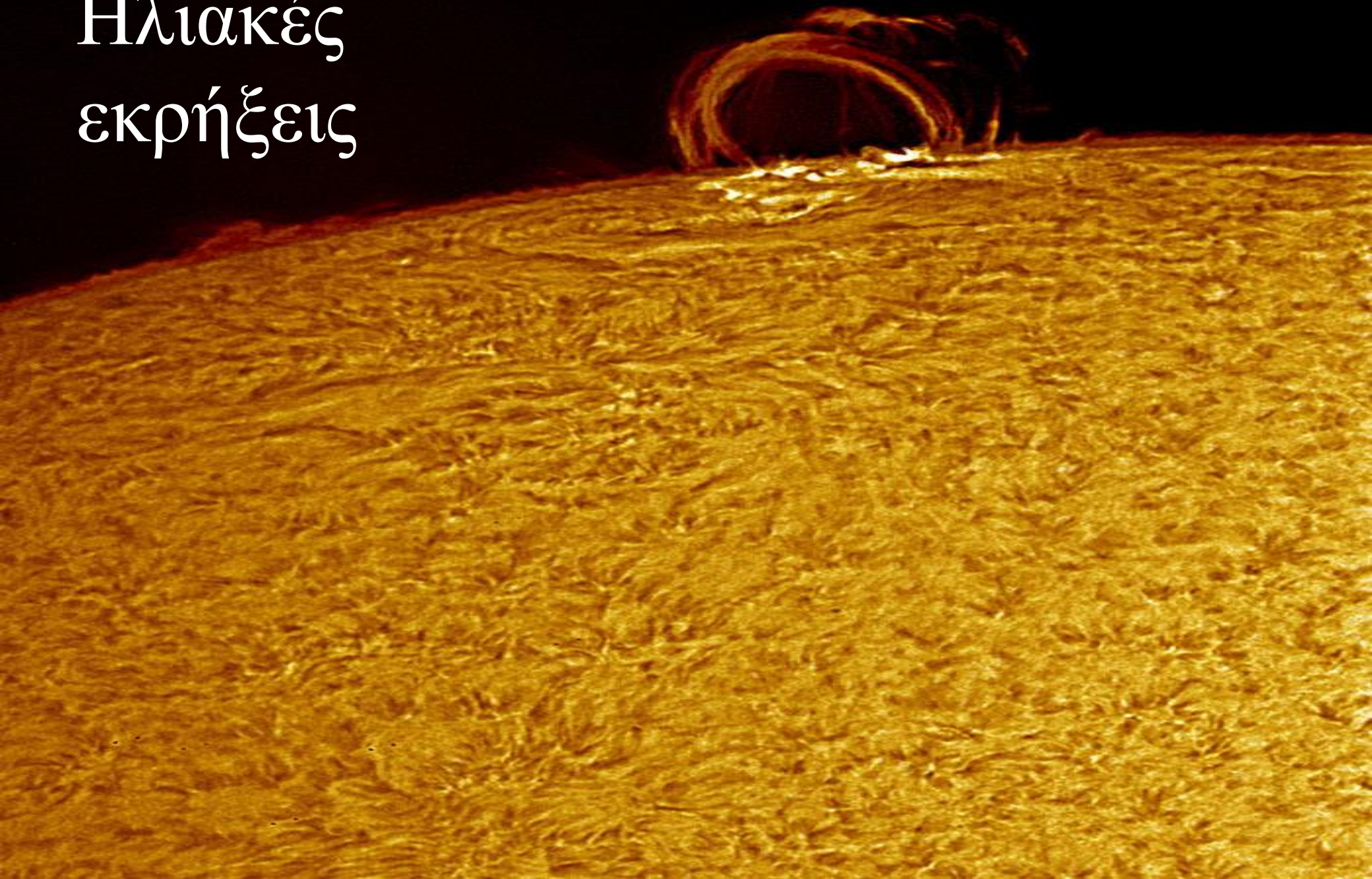




Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE

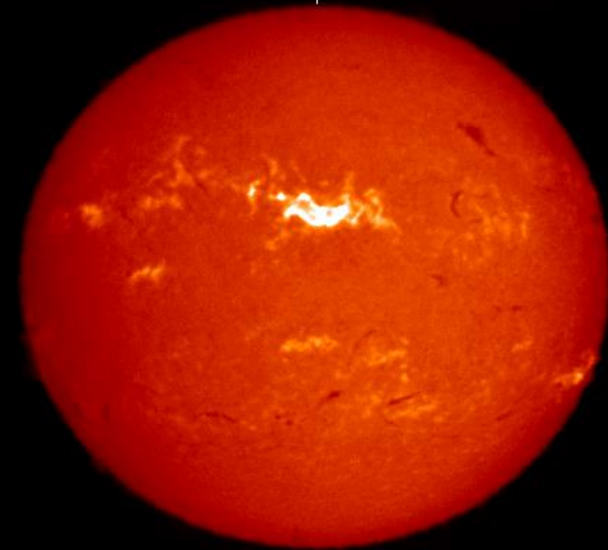
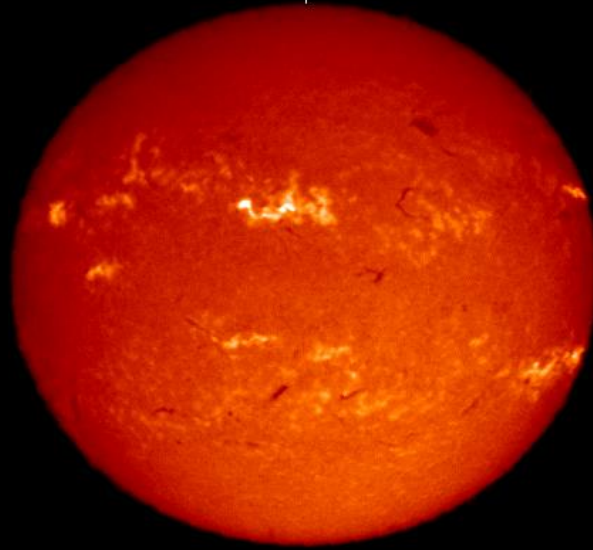
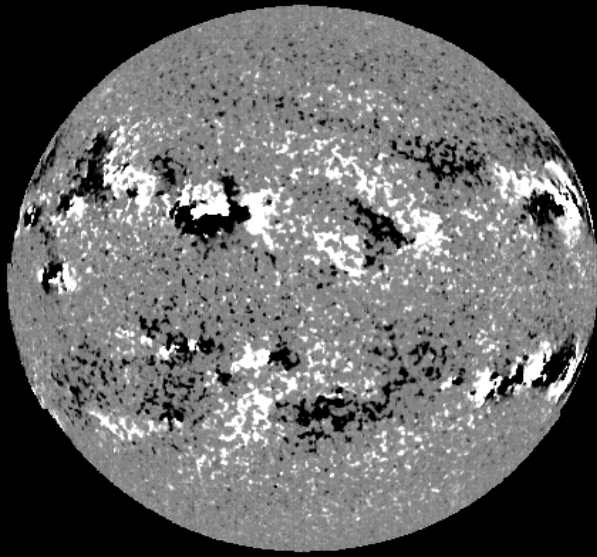


Ηλιακές εκρήξεις



- Ηλιακές εκρήξεις
από το διαστημόπλοιο TRACE

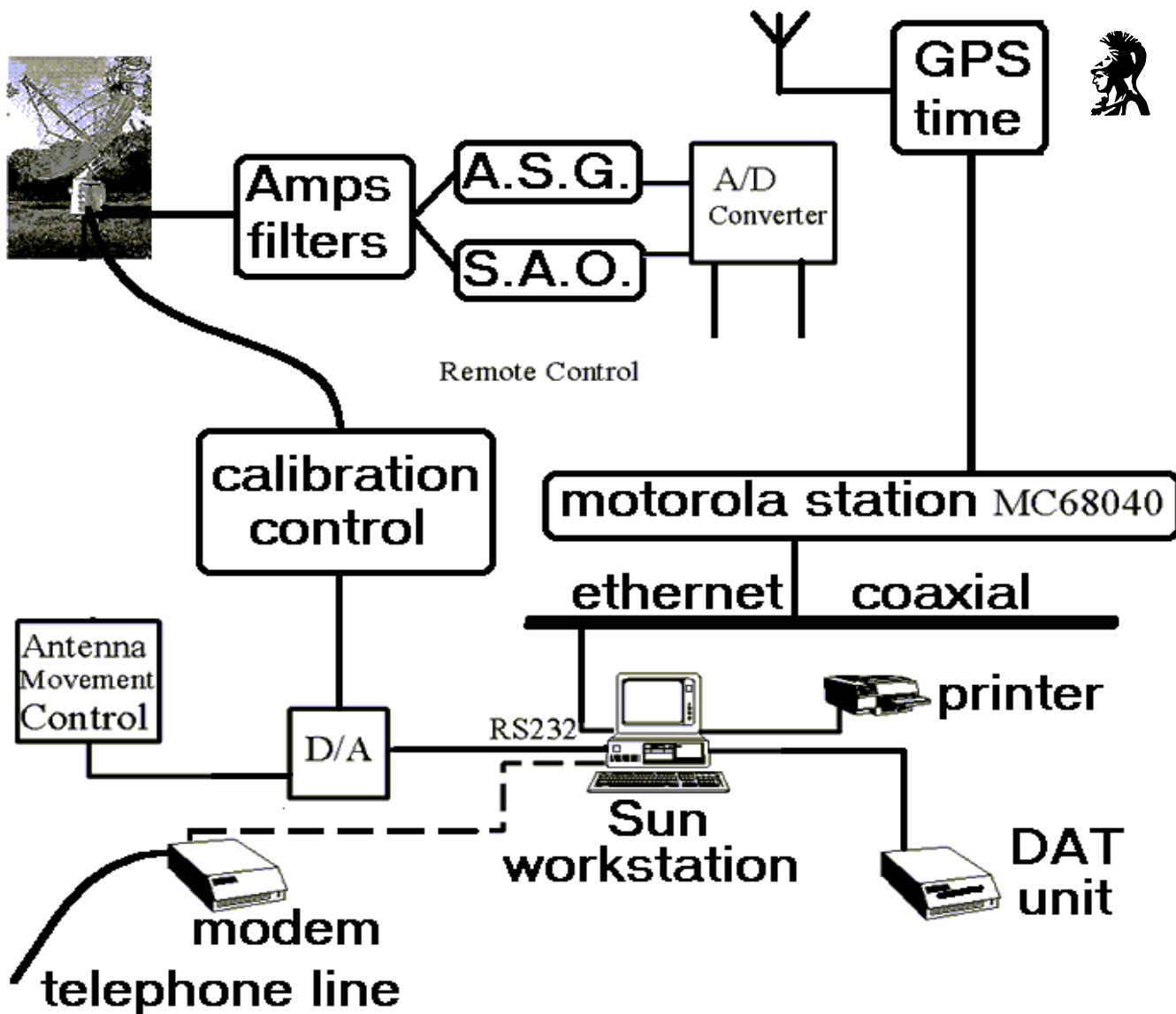




Έκλαμψη 14^{ης} Ιουλίου 2000

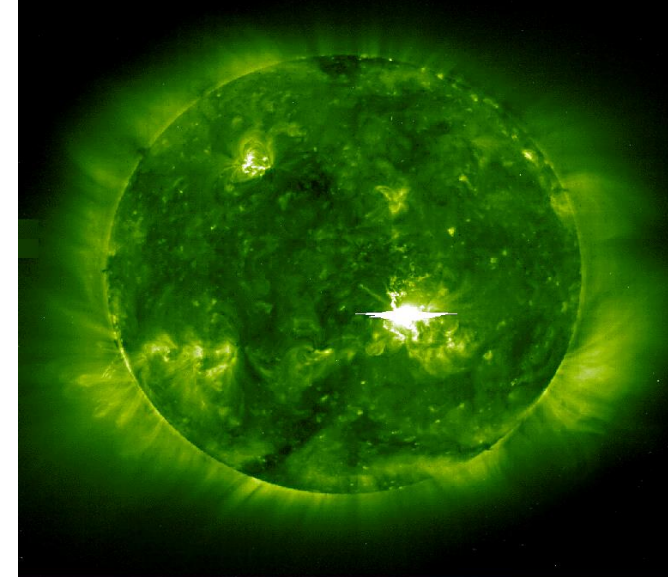
ARTEMIS IV
Πανεπιστήμιο Αθηνών
Αστεροσκοπείο Παρισίων
ΤΕΙ Λαμίας





Ο ηλιακός
ραδιοφασματογράφος
του Πανεπιστημίου

Αθηνών ARTEMIS IV





Πανεπιστήμιο Αθηνών



πλάτος 38 49' Β,
μήκος 22 41' Α

παρατηρήσεις 9 ώρες
και 40 λεπτά κάθε μέρα,
δηλαδή 4 ώρες και 50
λεπτά πριν και μετά
τοπική μεσημβρία

ARTEMIS-IV

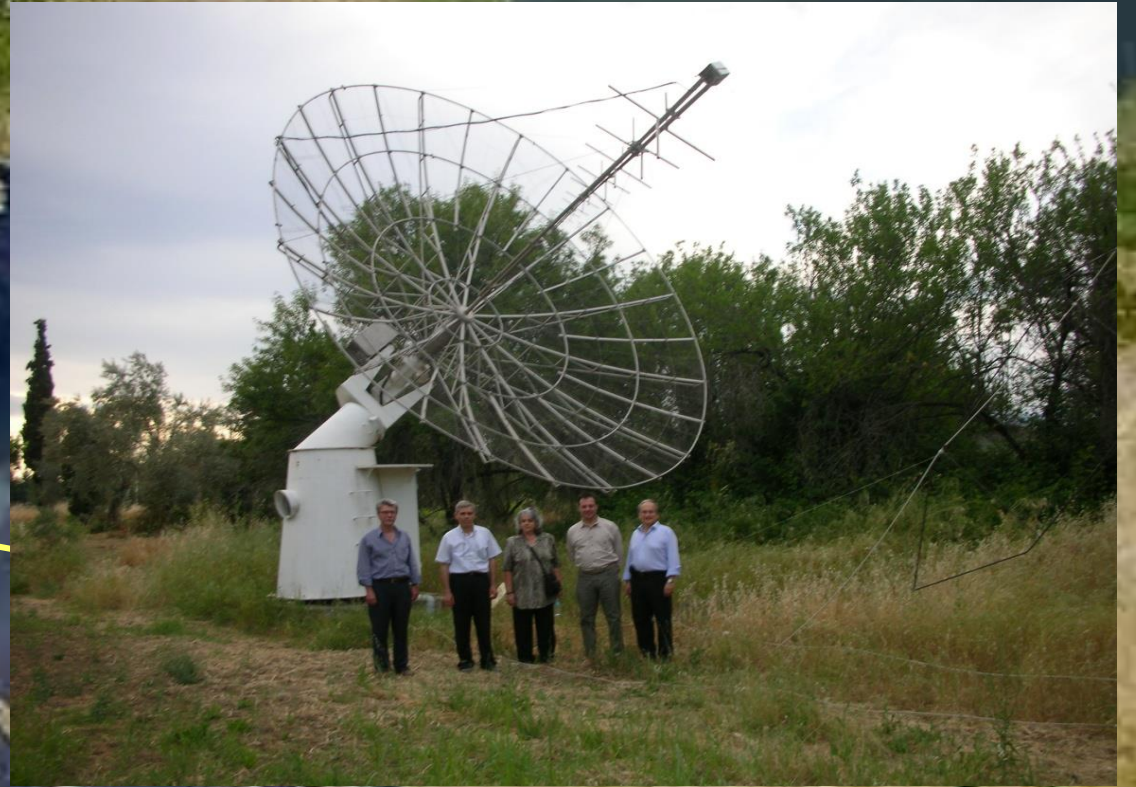
ηλιακός ραδιοφασματογράφος

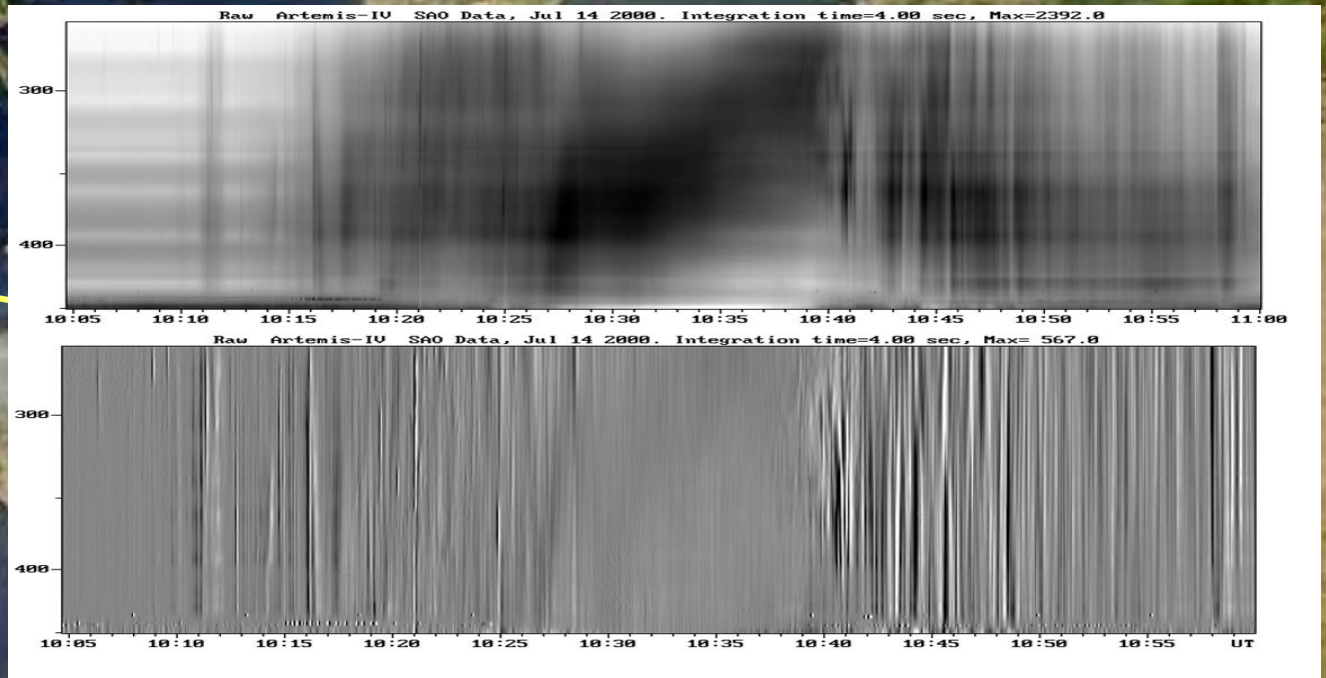
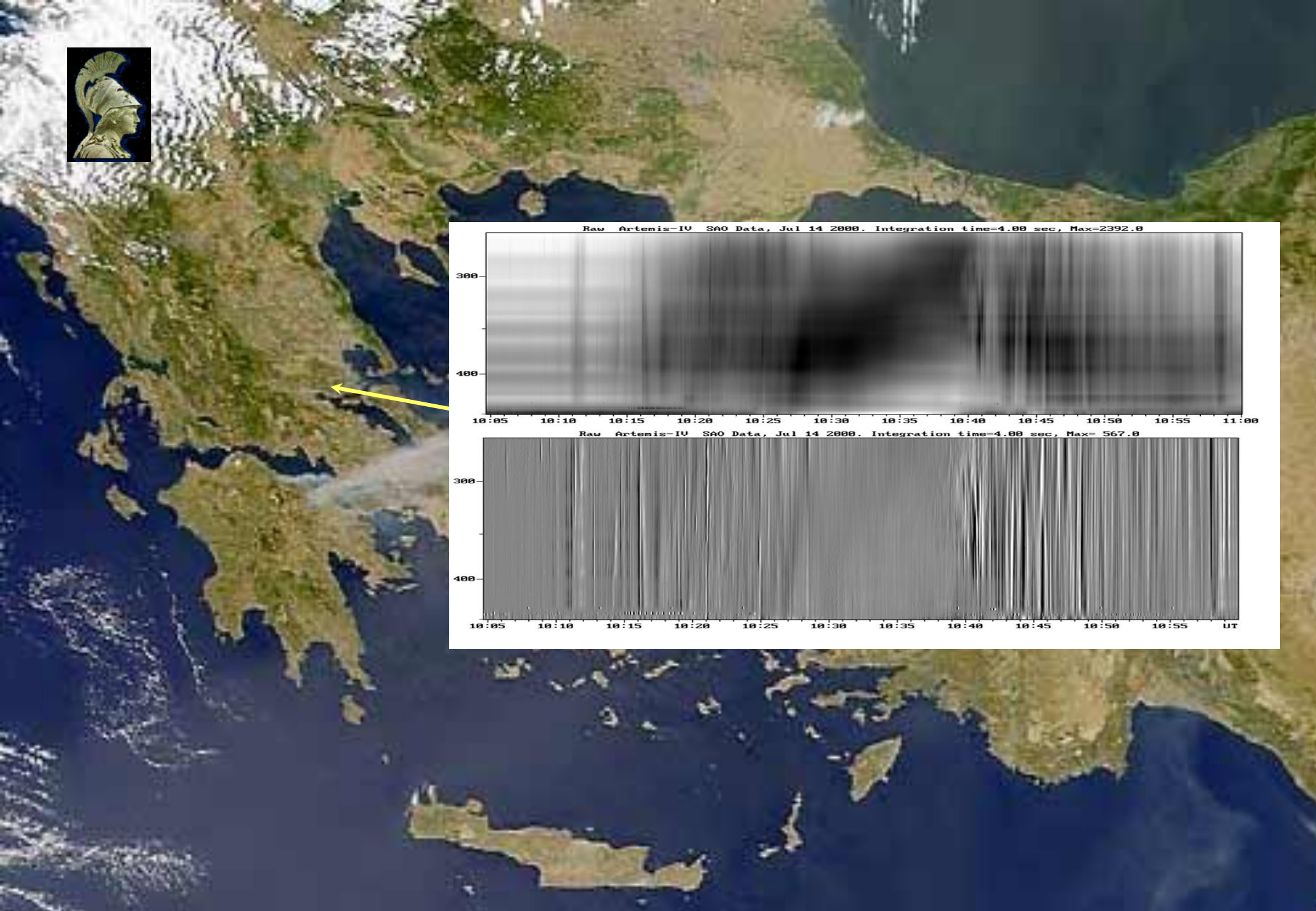
Θερμοπύλες, ΟΤΕ

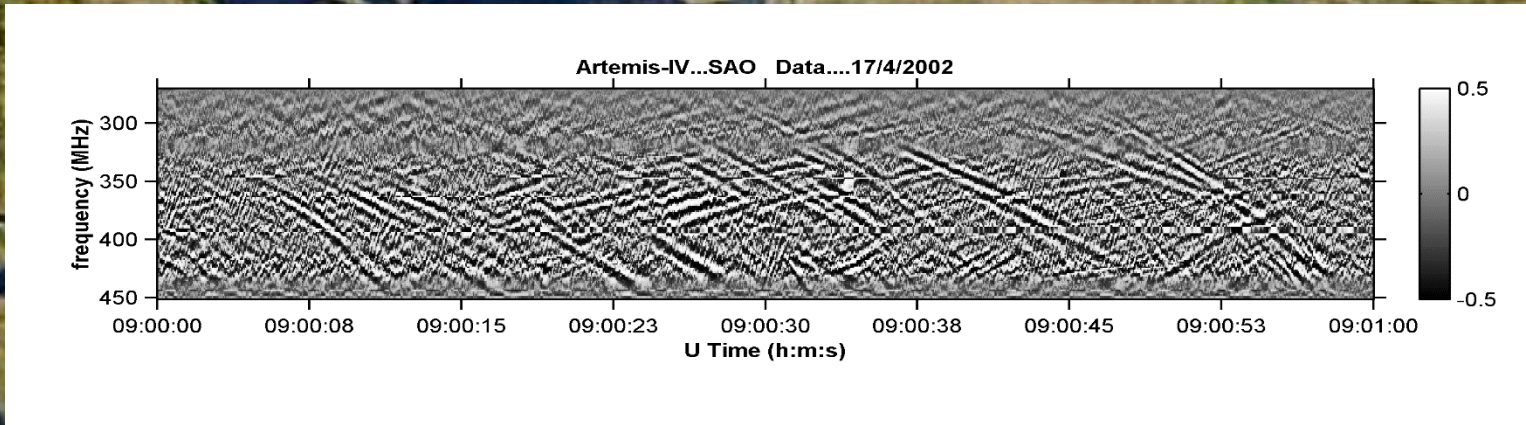
ASG 20-680 MHz, 10 spectra/sec

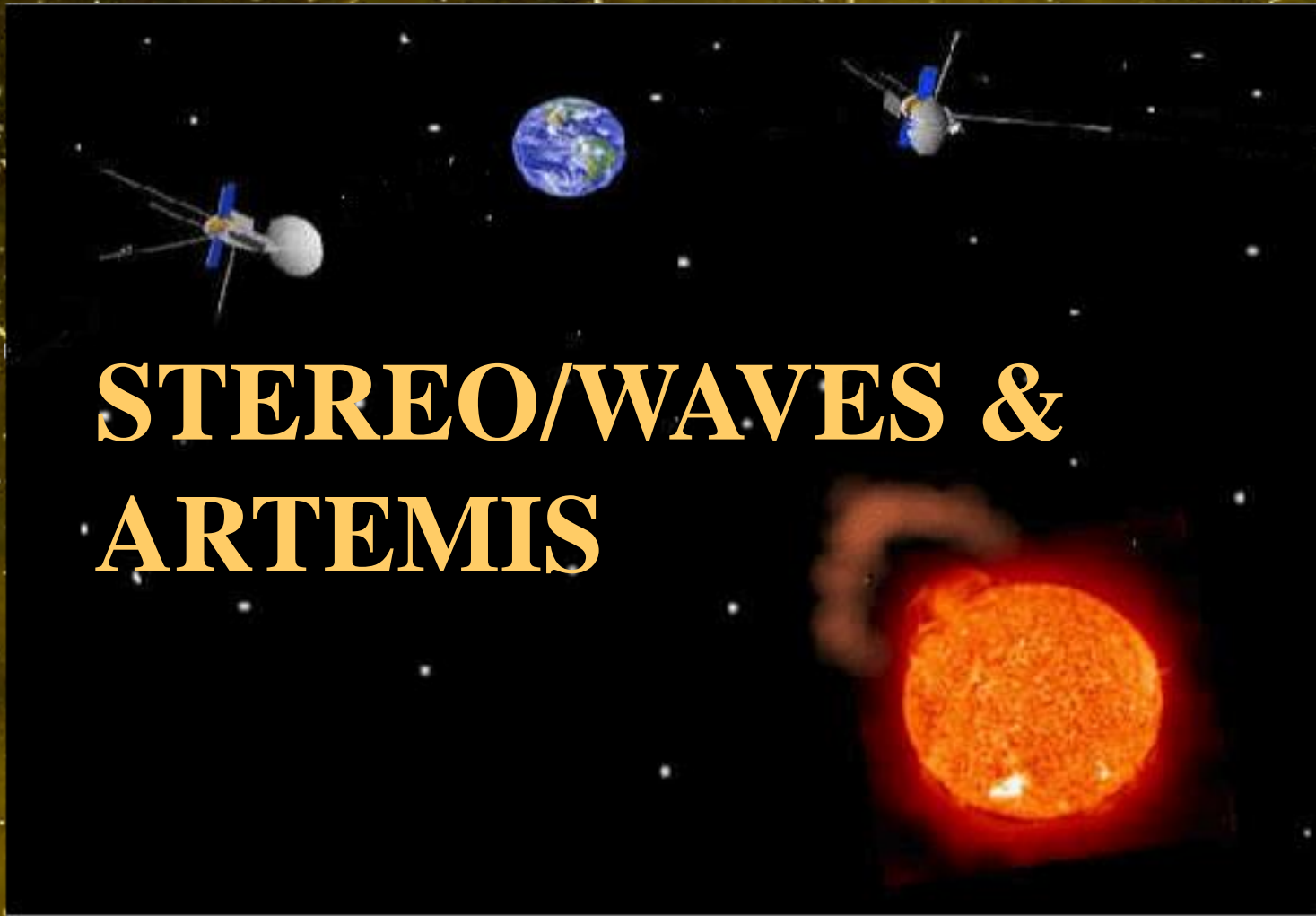
SOA 250-450MHz, 100 spectra/sec

1,4GB/day





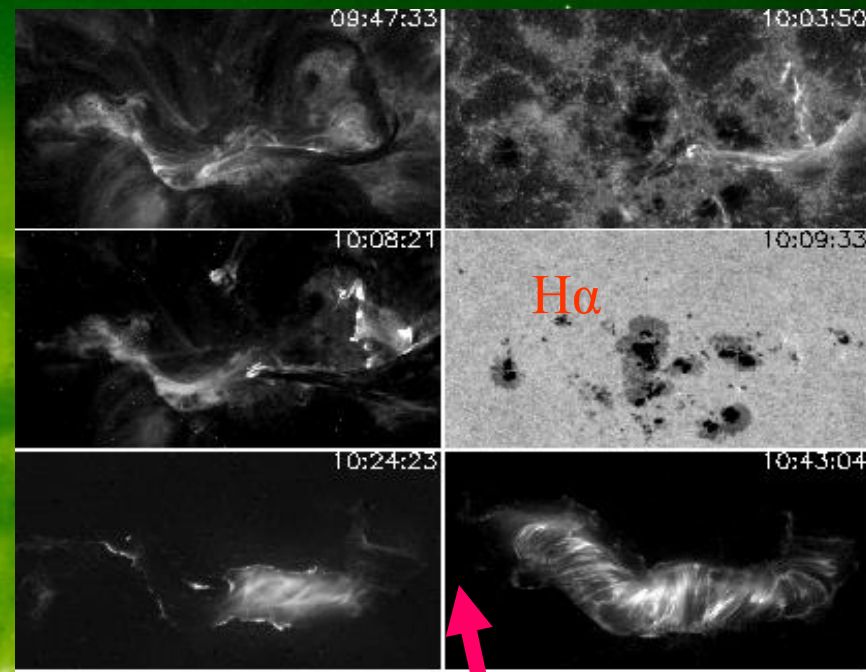




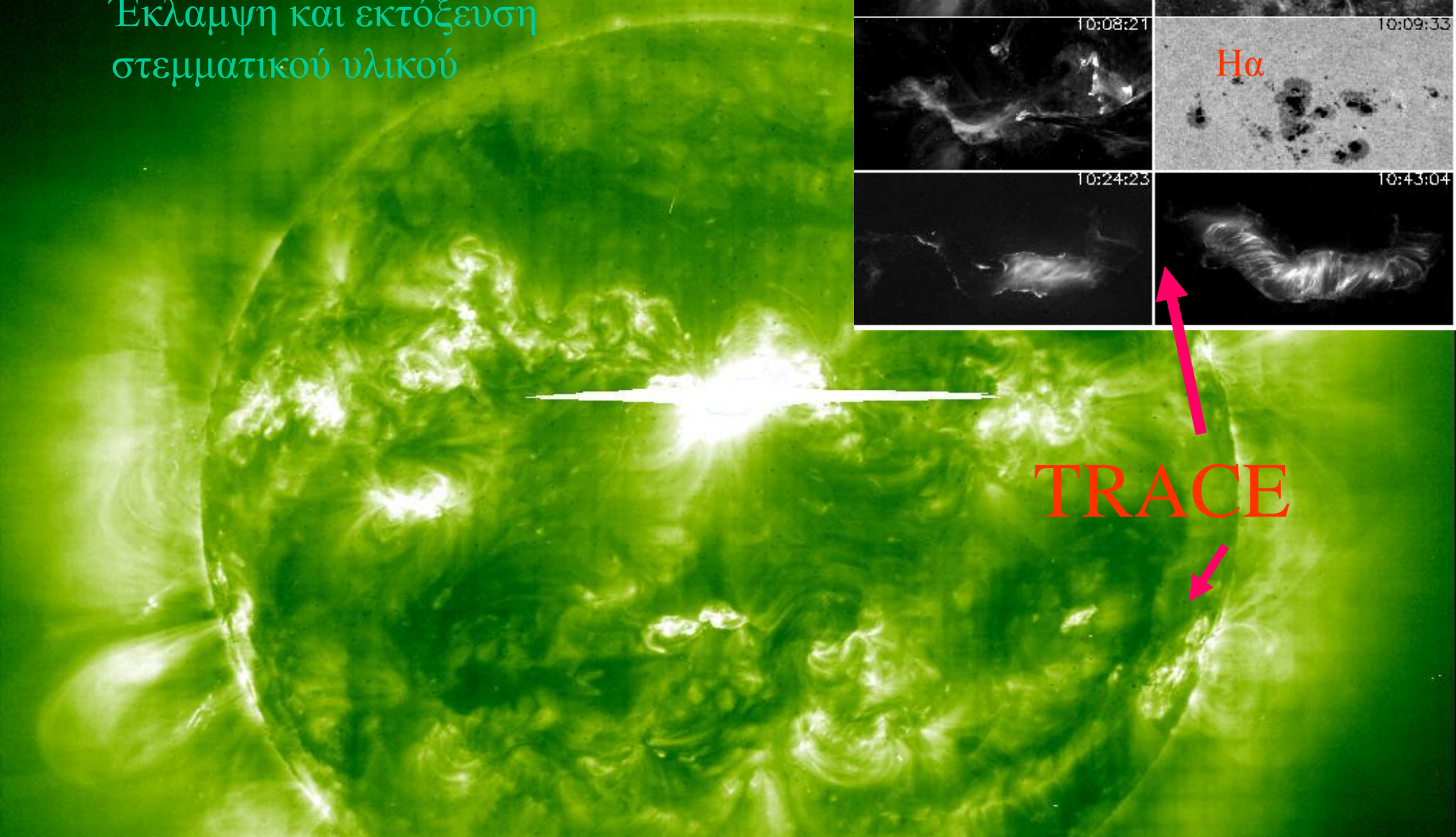
STEREO/WAVES & ARTEMIS

SoHO/EIT

Έκλαμψη και εκτόξευση
στεμματικού υλικού

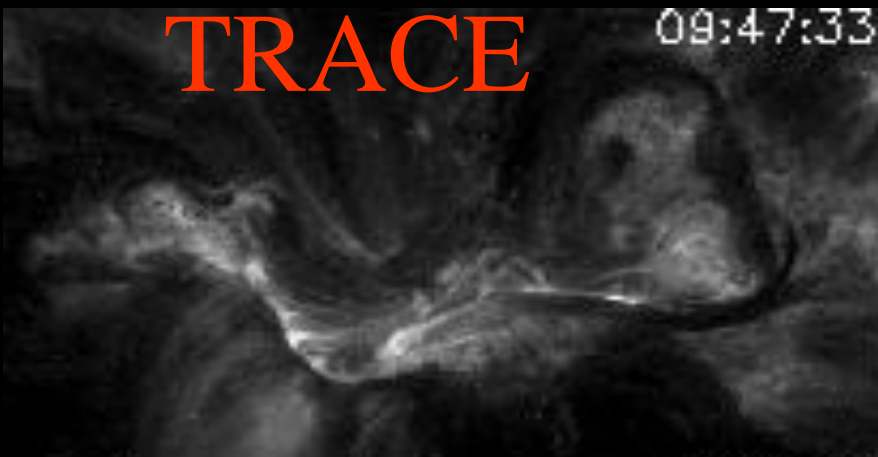


TRACE

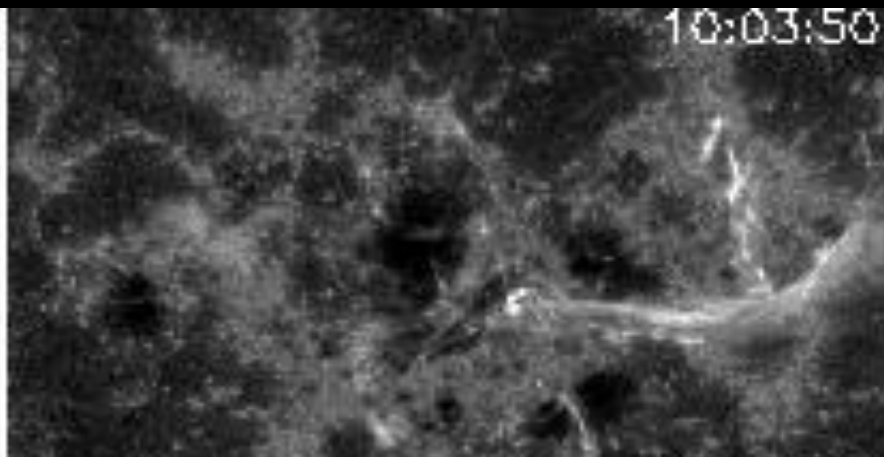


TRACE

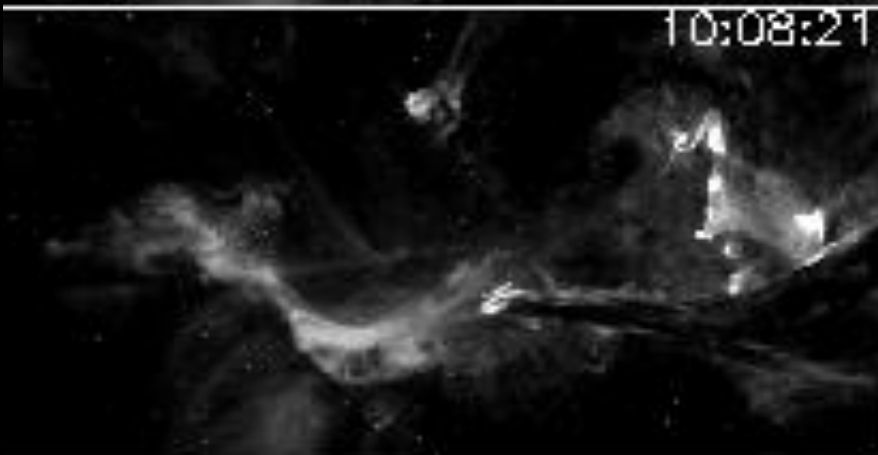
09:47:33



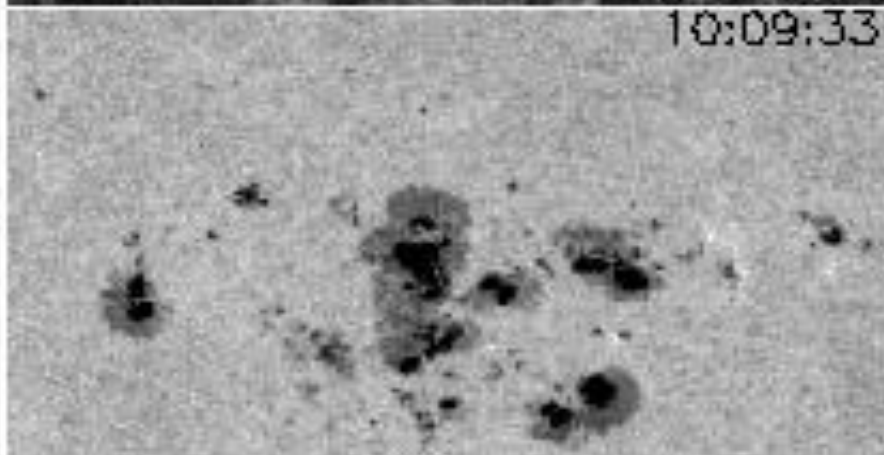
10:03:50



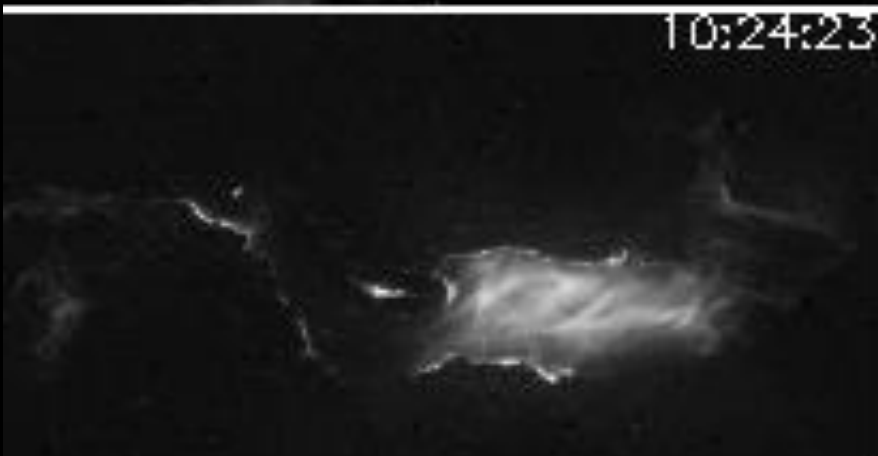
10:08:21



10:09:33



10:24:23



10:43:04



250 Mhz

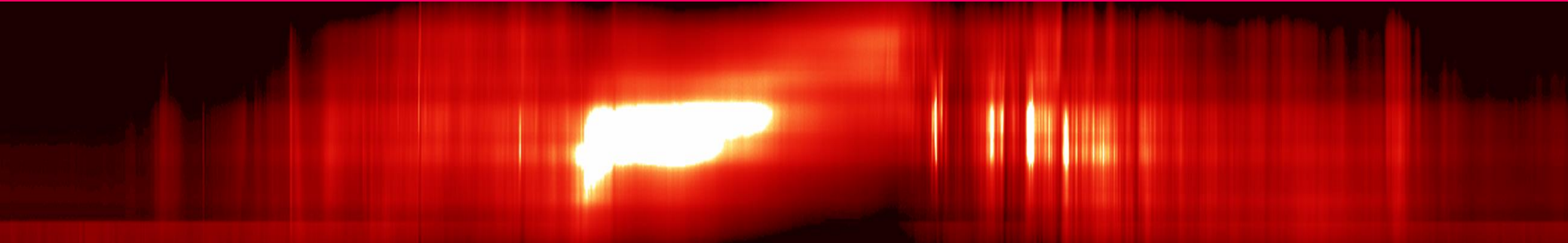
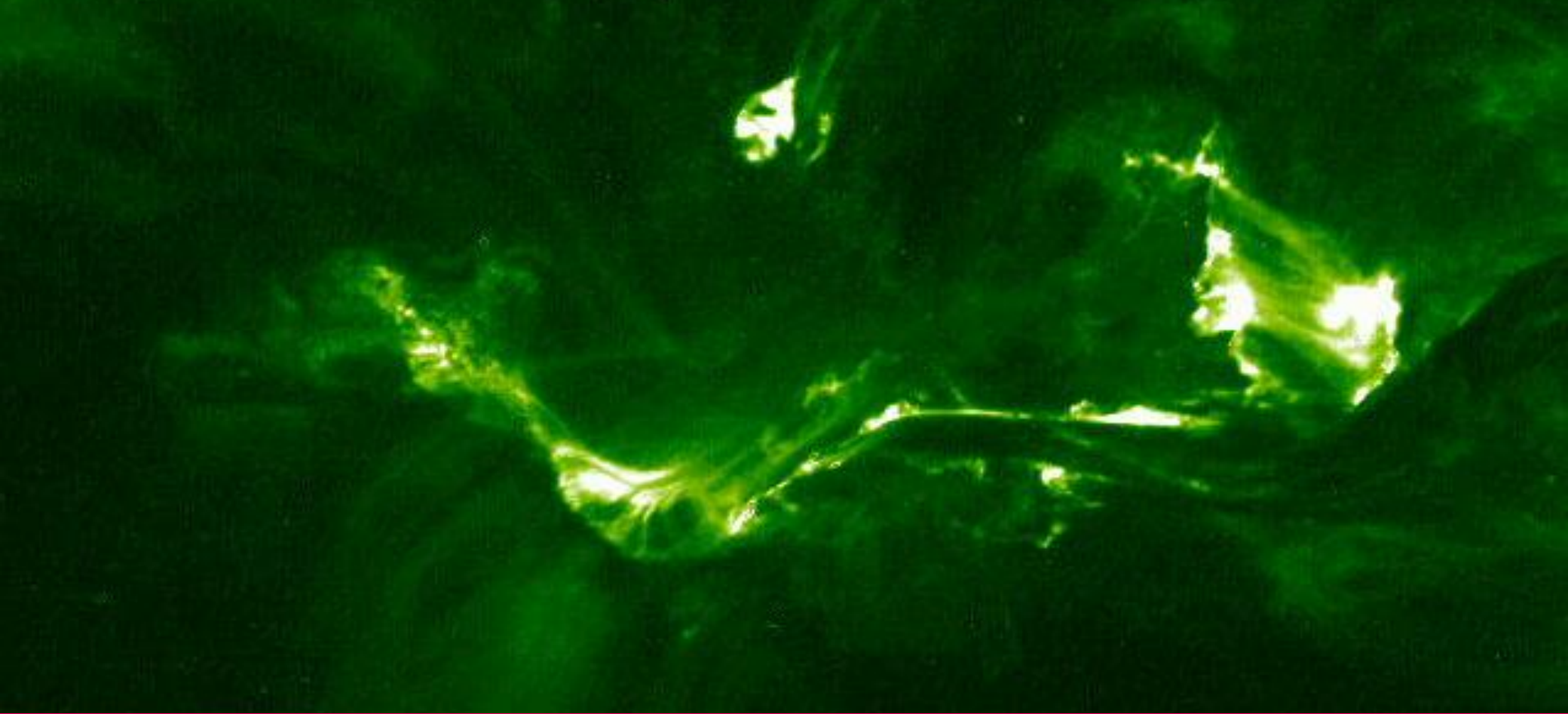
συχνότητα

450 Mhz

Σειρά φασμάτων του Ηλίου σε
ραδιοσυχνότητες διάρκειας μιας
ώρας (360000 φάσματα, 100/sec)
από μια έκλαμψη του Ηλίου

t

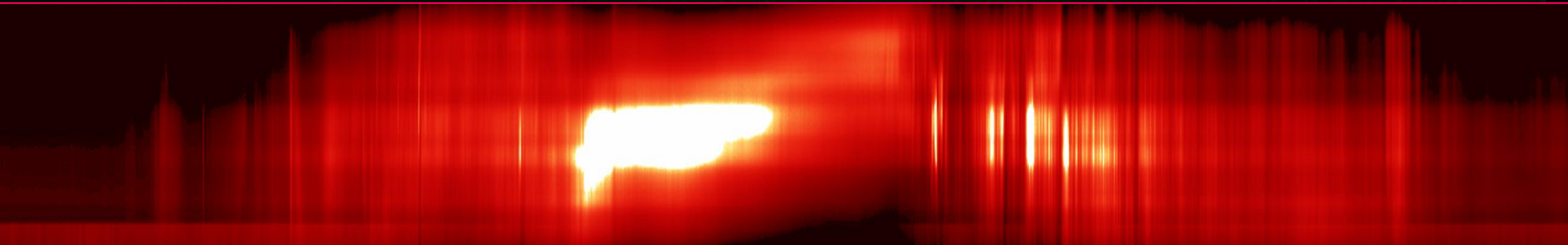
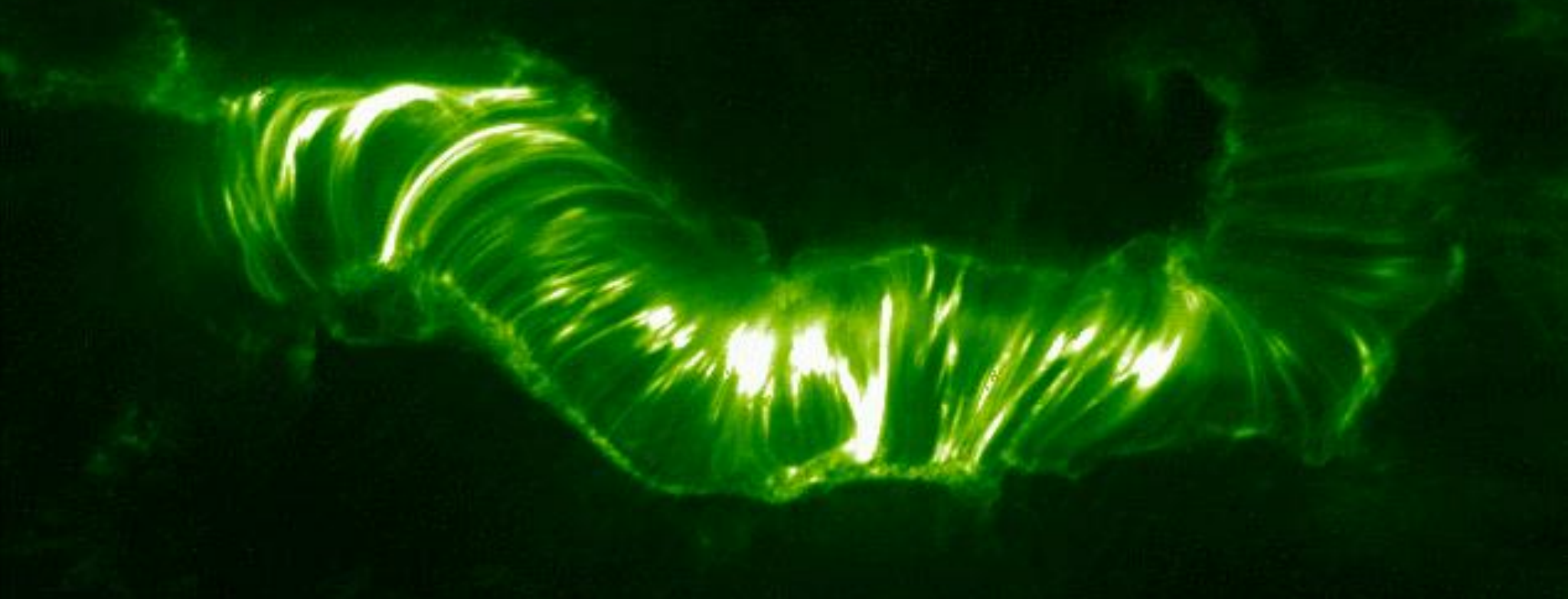
η έκρηξη της 14 Ιουλίου 2000 κατά το μέγιστο



η έκρηξης της 14 Ιουλίου 2000

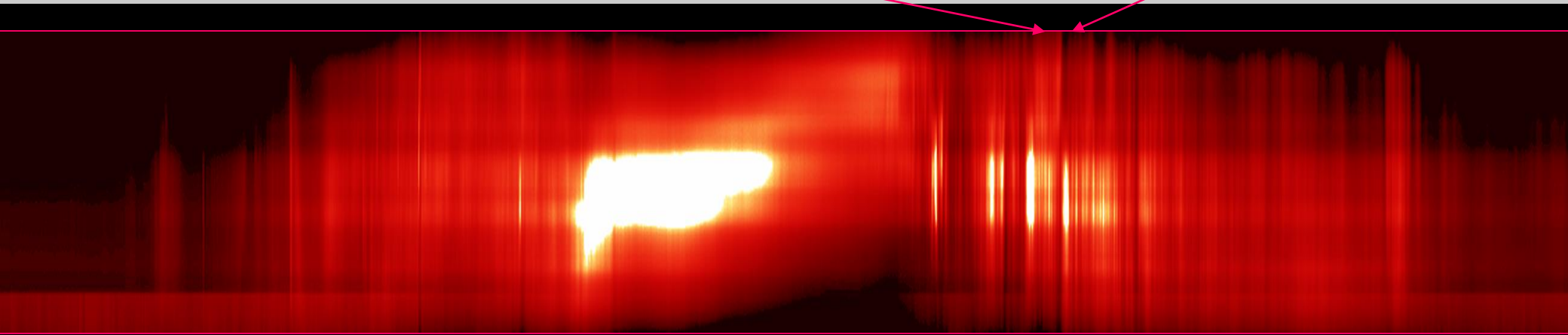
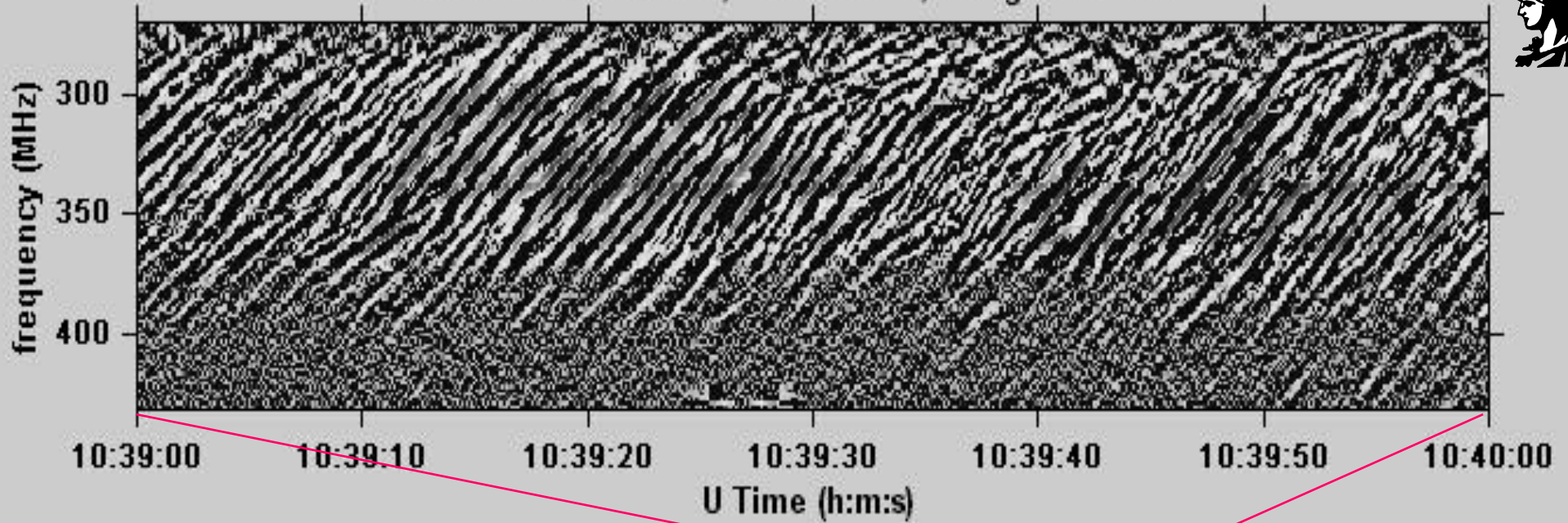


η έκρηξη της 14 Ιουλίου 2000 'μετά το μέγιστο



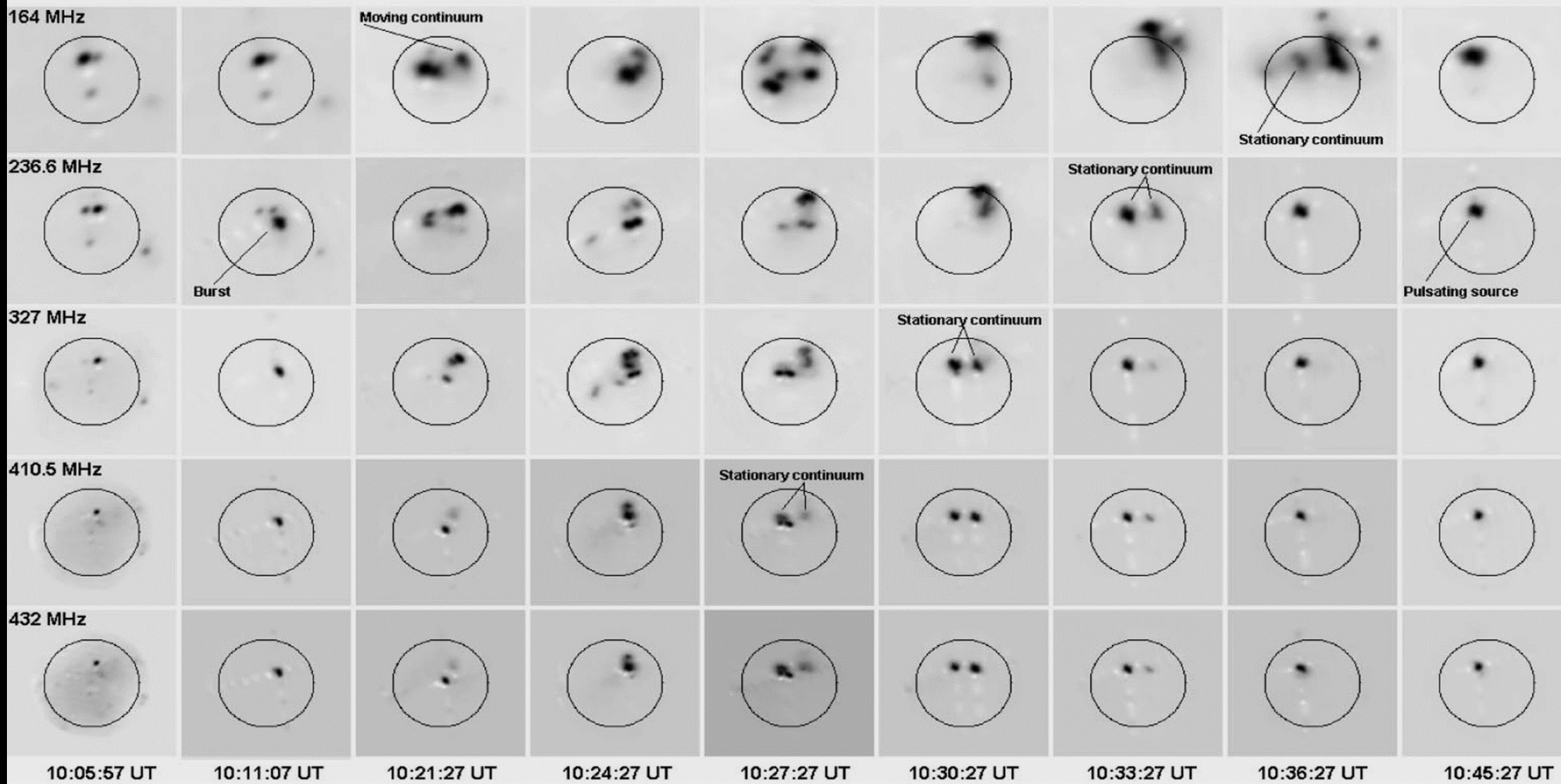


Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000, Integration=0.05s



Φάσματα της έκρηξης στα ραδιοκύματα

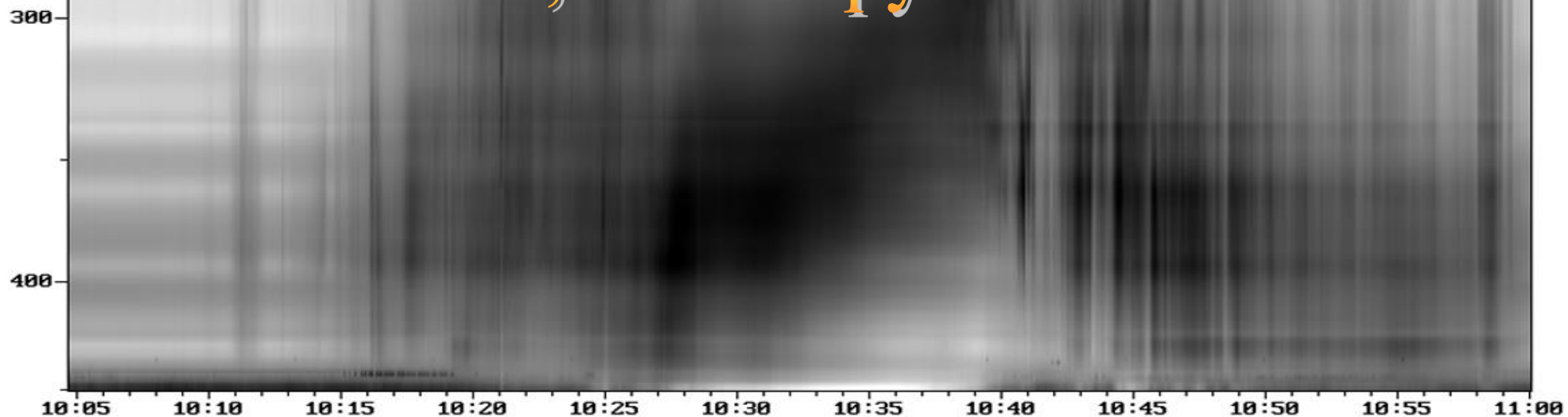
Nancay Radioheliograph Images, July 14 2000, Stokes I; $3.5 \times 3.33 R_{\odot}$



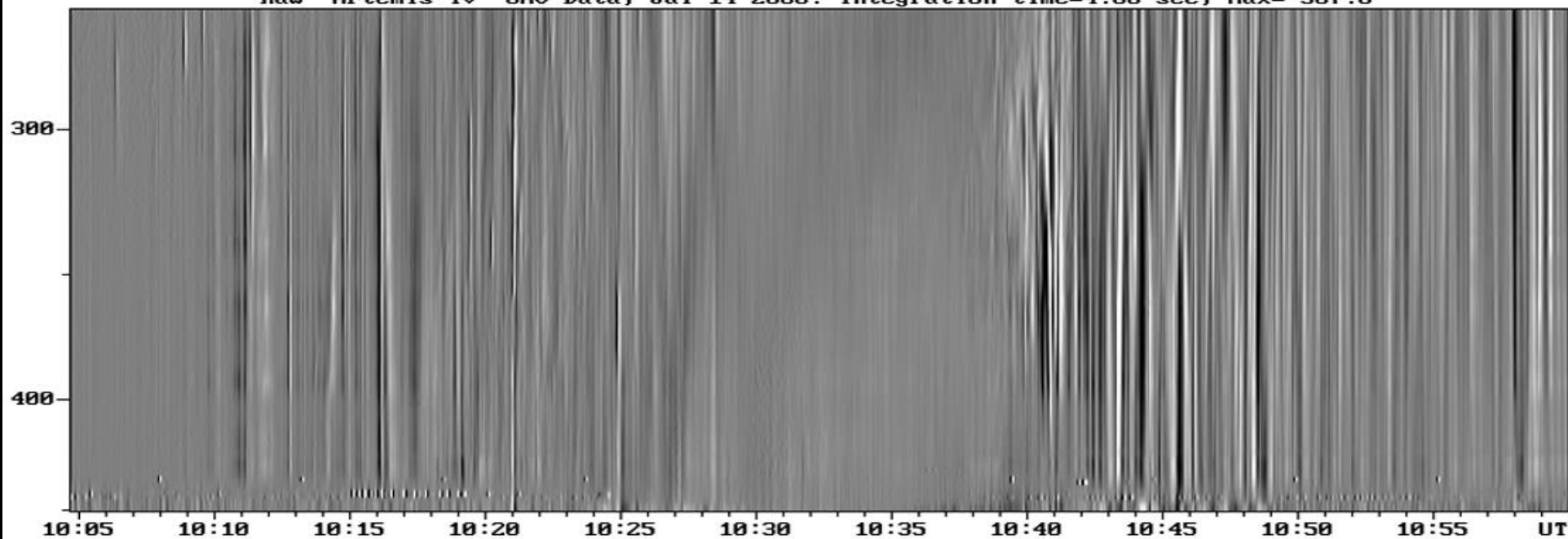
Εικόνες από τον ραδιοηλογράφο του Nancay

Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time=4.00 sec, Max=2392.0

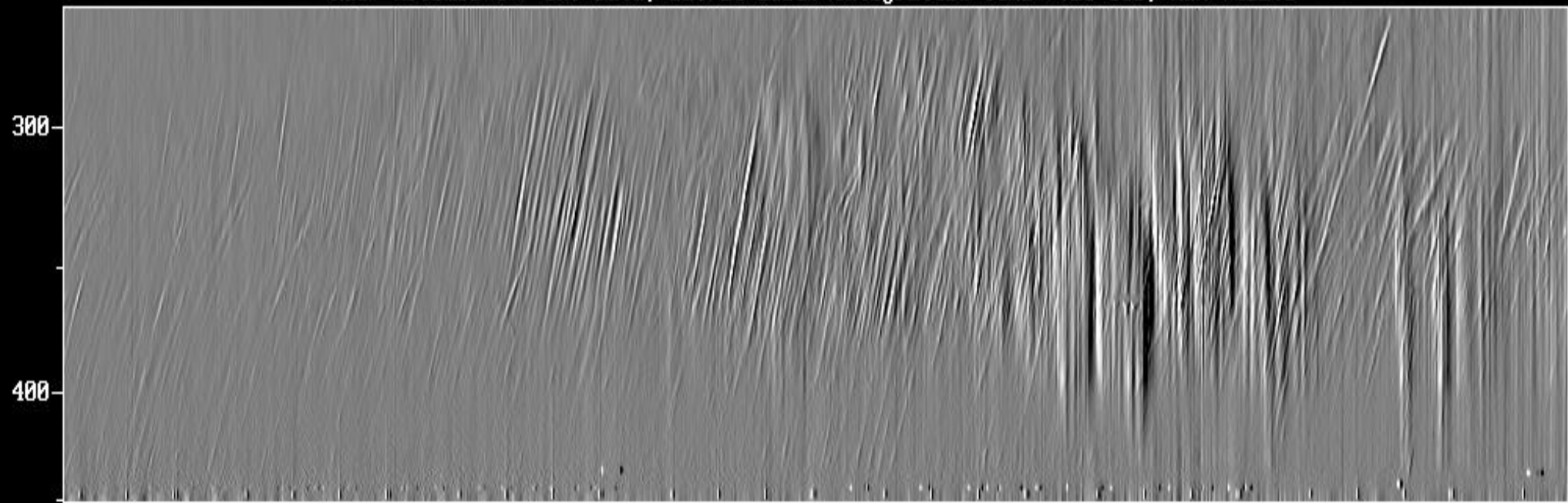
ARTEMIS IV, Thermopylae



Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time=4.00 sec, Max= 567.0

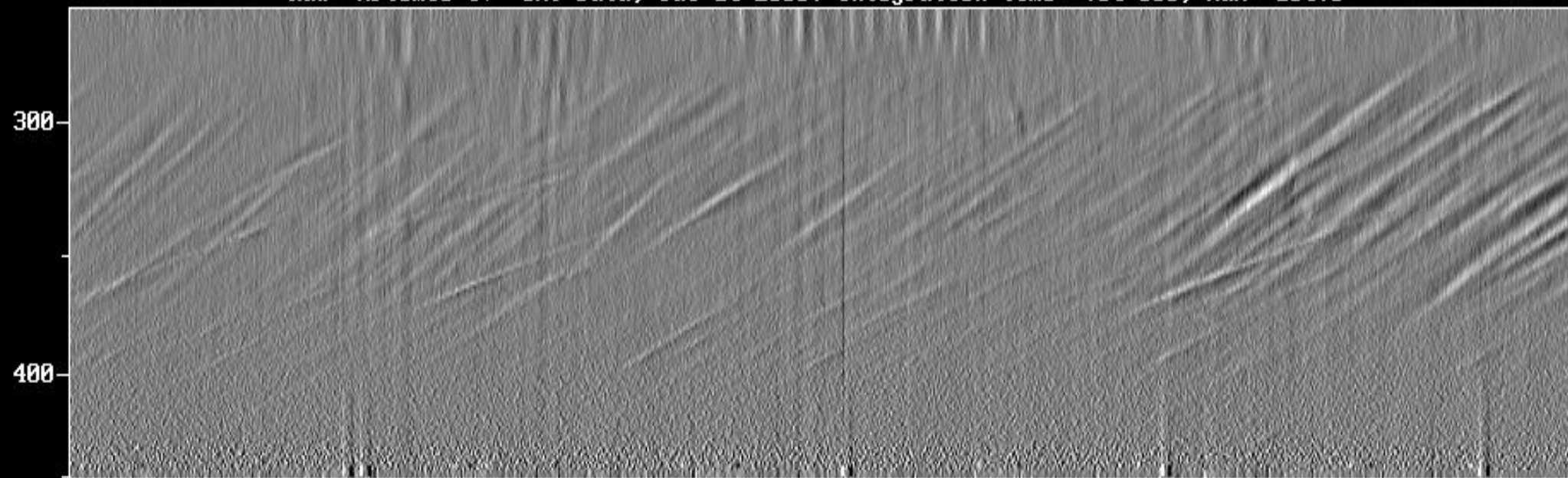


Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time= .25 sec, Max= 415.0



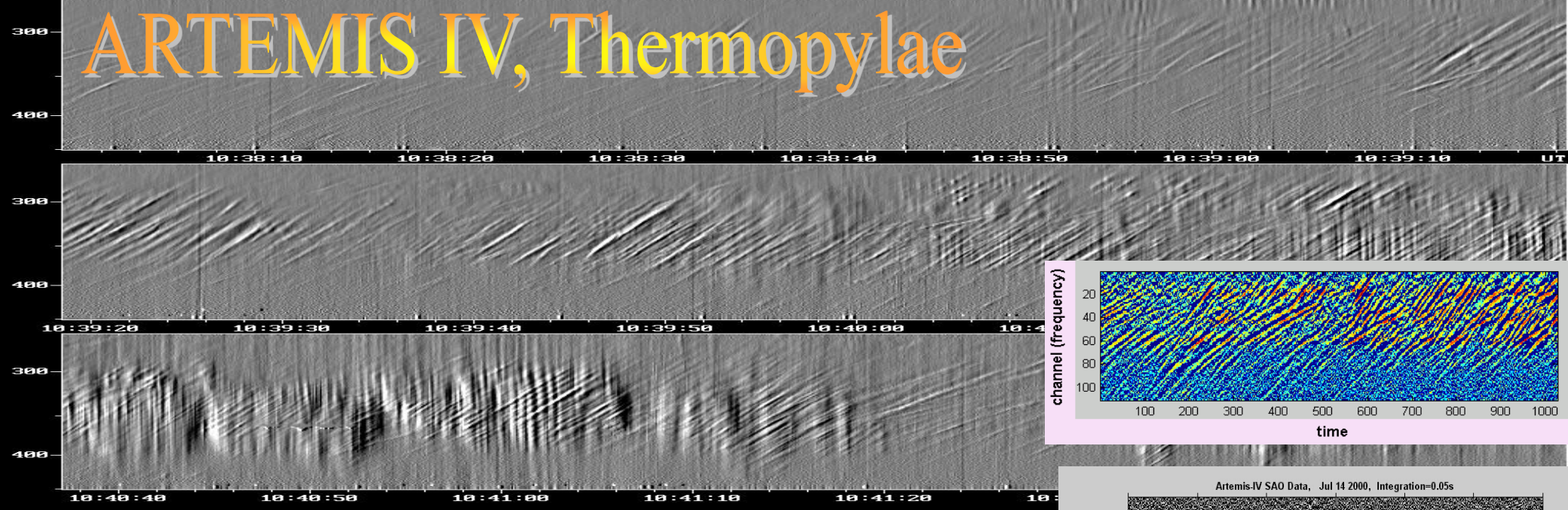
10:38:30 10:39:00 10:39:30 10:40:00 10:40:30 10:41:00 10:41:30 UT

Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time= .04 sec, Max= 164.0

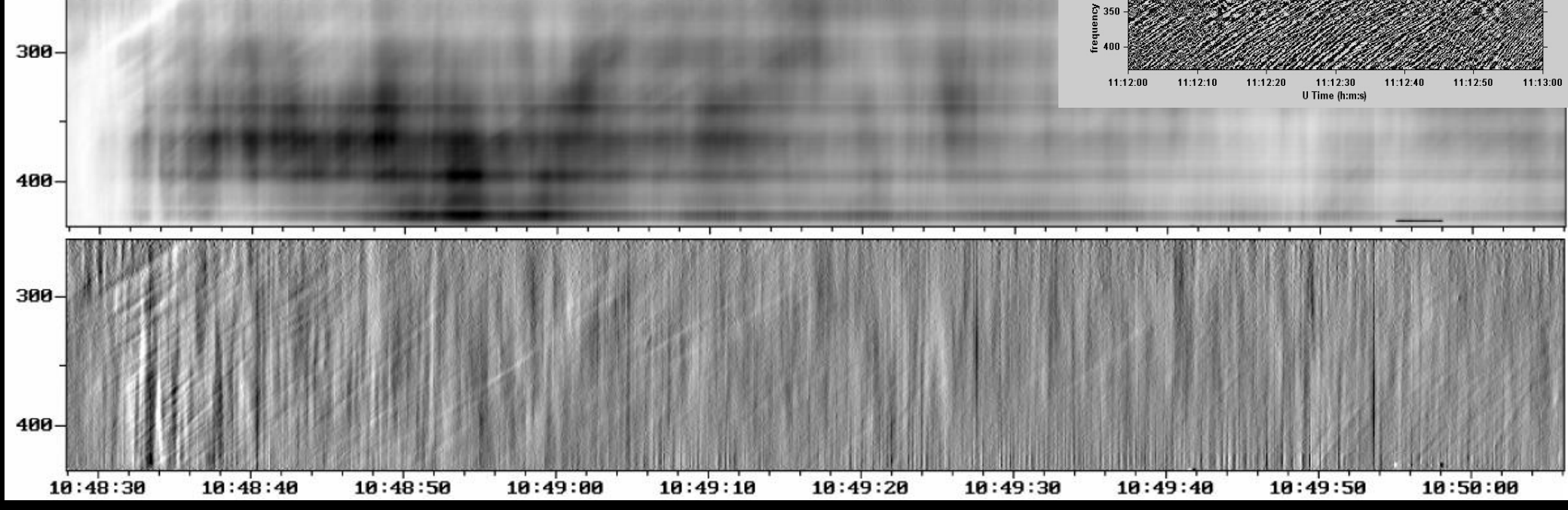


10:38:50 10:38:55 10:39:00 10:39:05 10:39:10 10:39:15 UT

ARTEMIS IV, Thermopylae

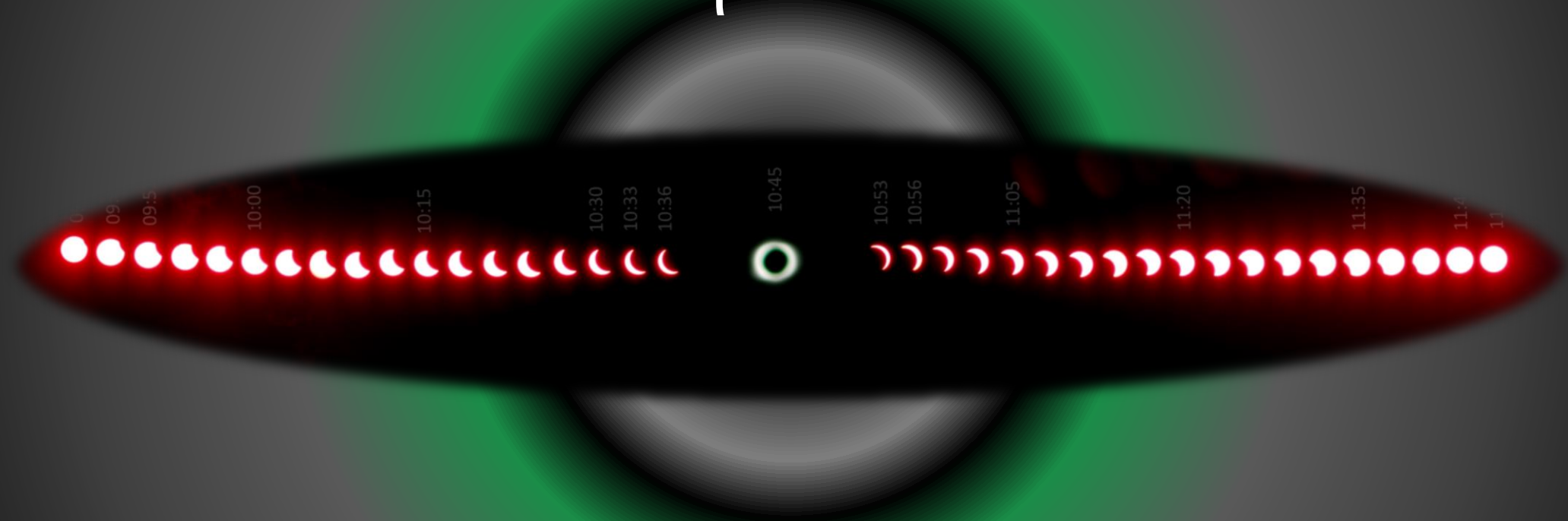


Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time=

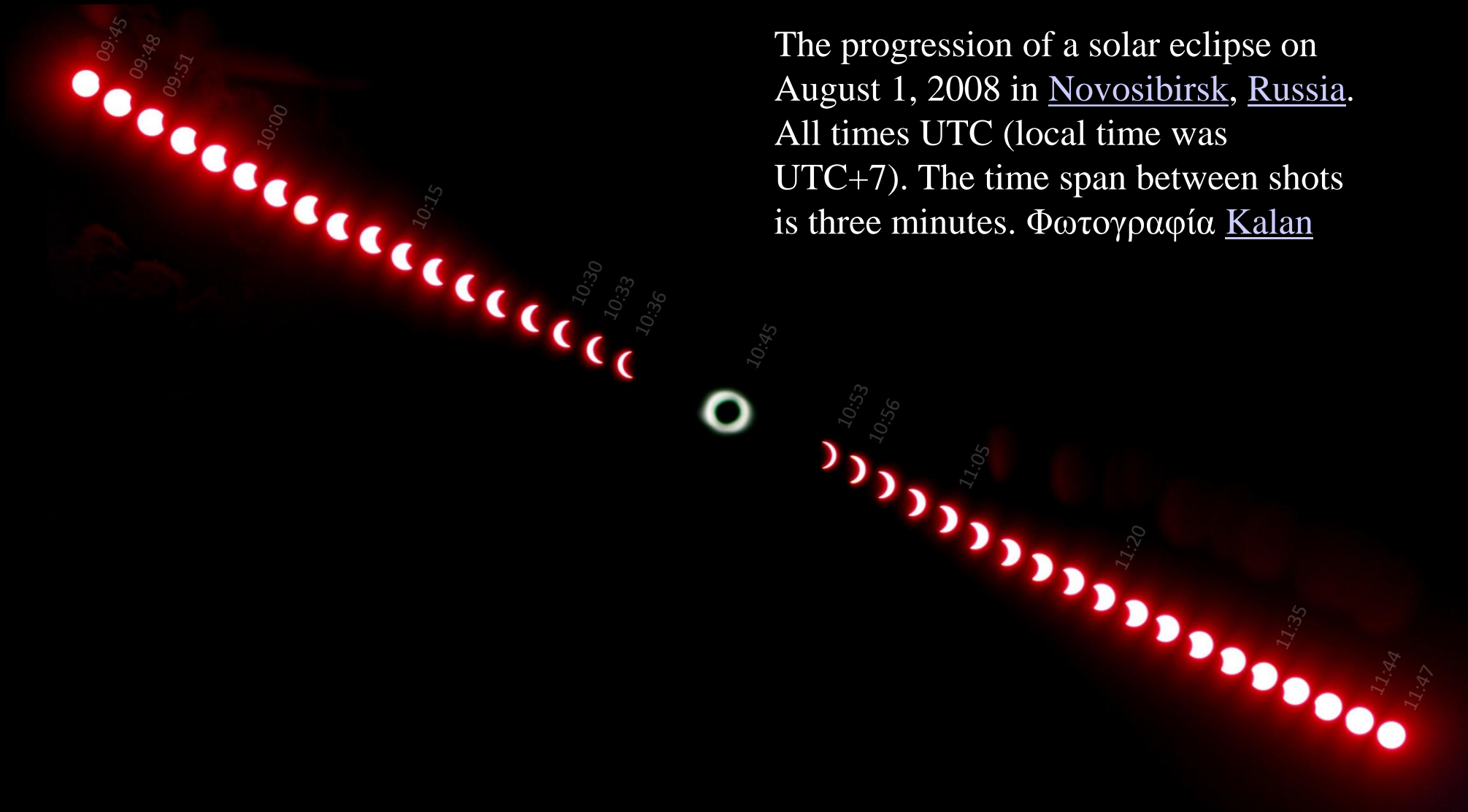


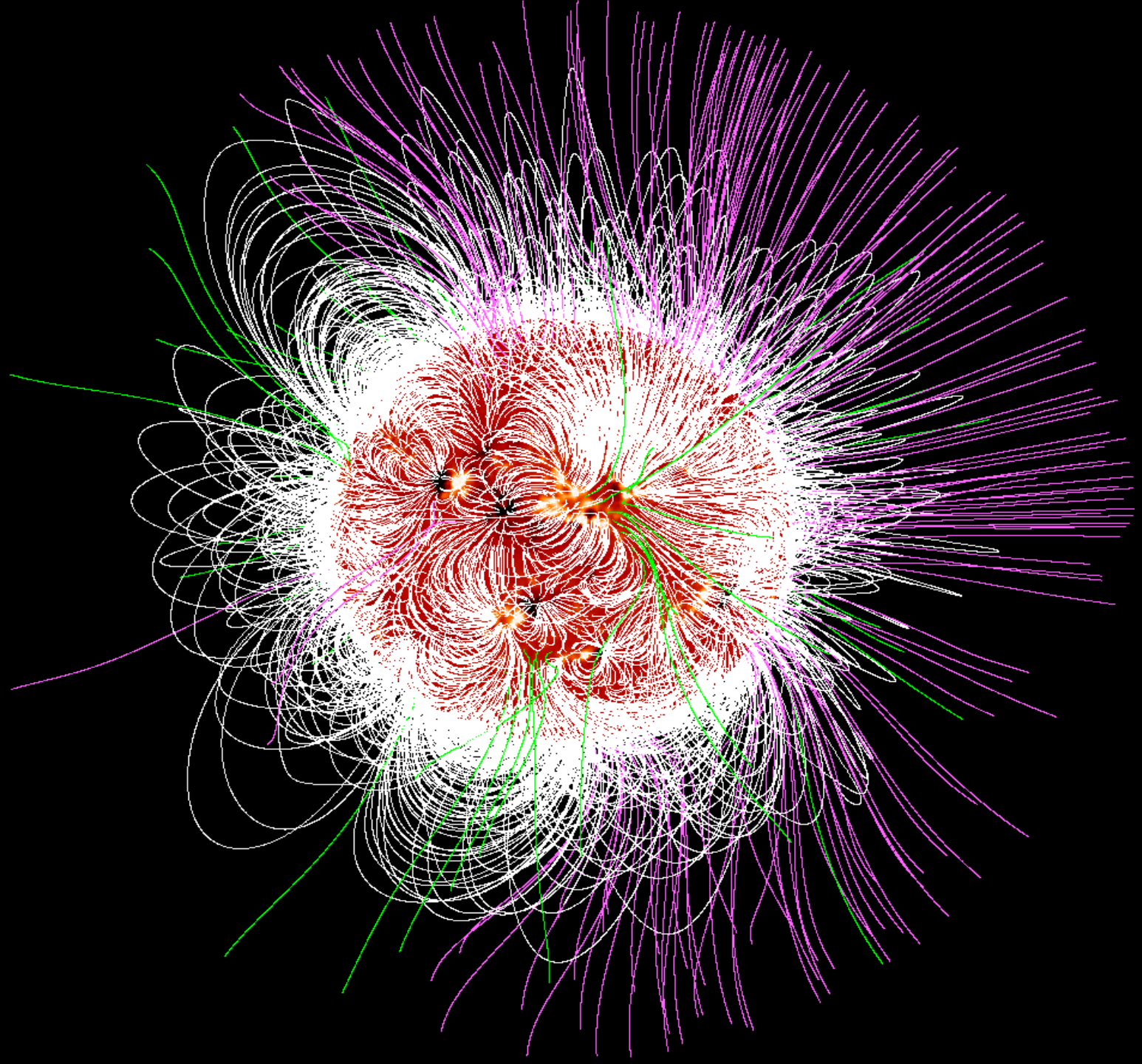
στέμμα

Το στέμμα, όπως και την χρωμόσφαιρα τα βλέπουμε
στις εκλείψεις
ηλίου



The progression of a solar eclipse on August 1, 2008 in Novosibirsk, Russia. All times UTC (local time was UTC+7). The time span between shots is three minutes. Φωτογραφία Kalan





ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ↑

10^6

10^5

10^4

10^2

10^3

10^4

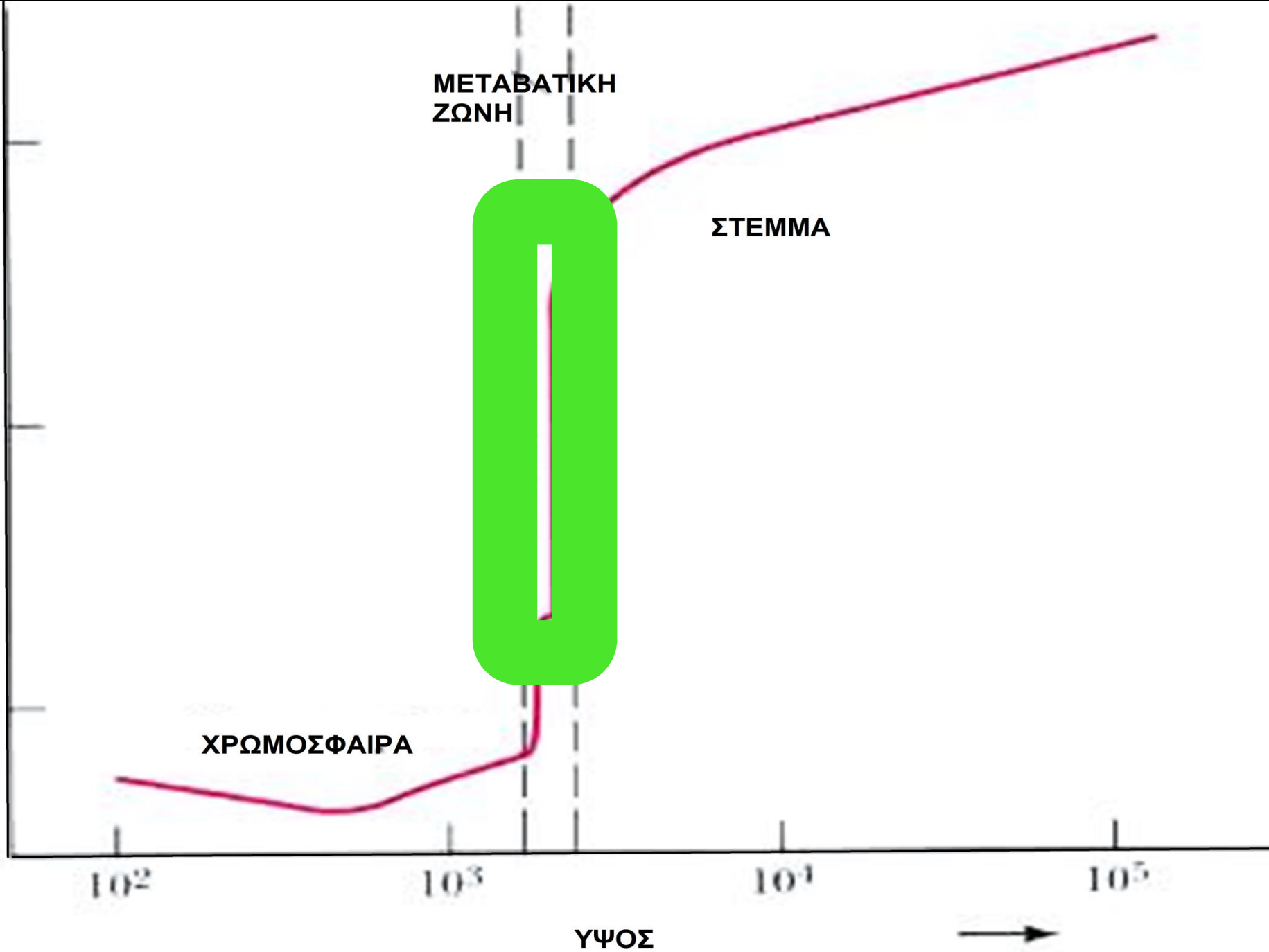
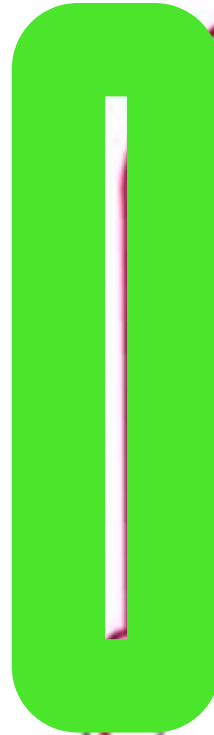
10^5

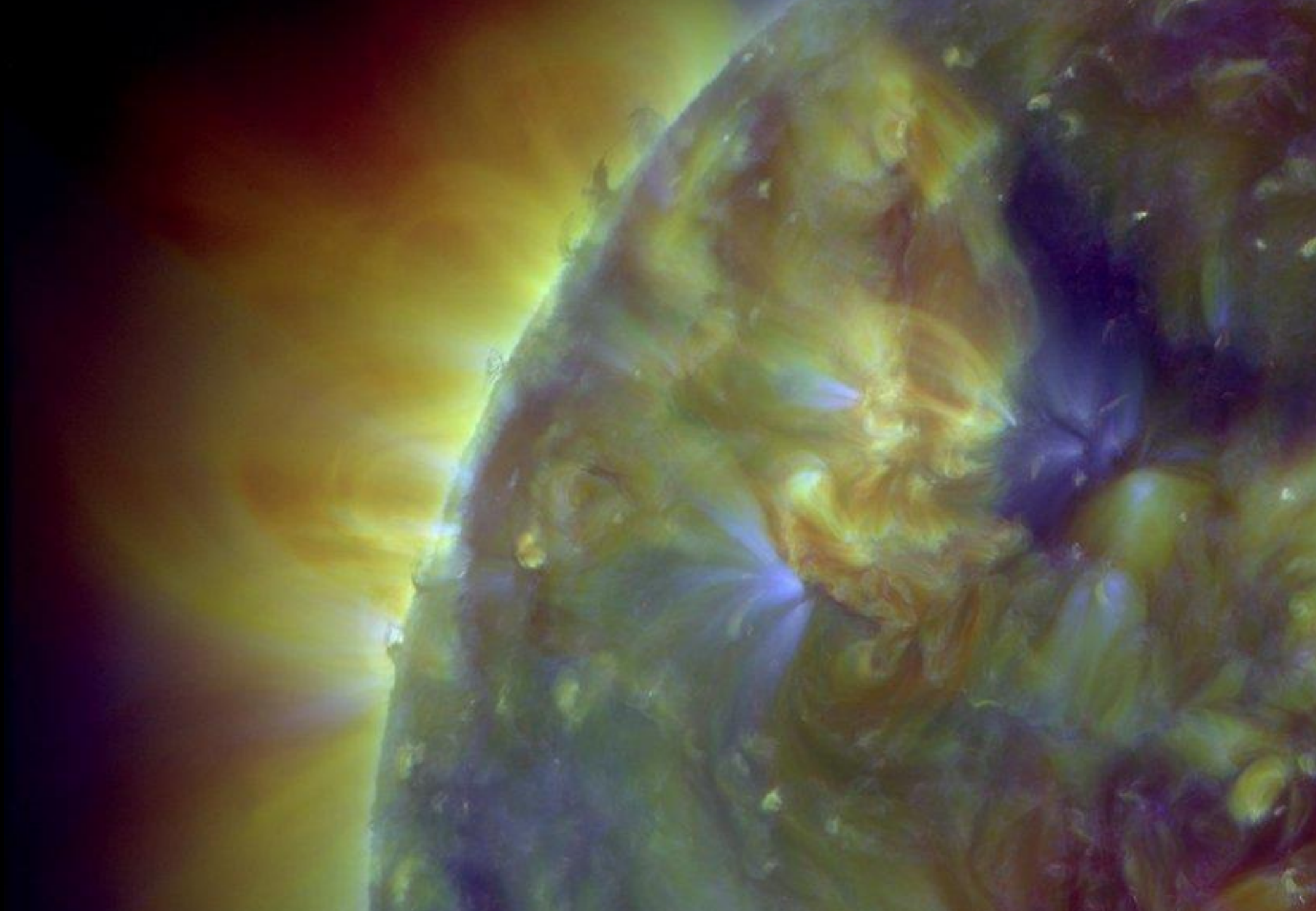
ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ
ΖΩΝΗ

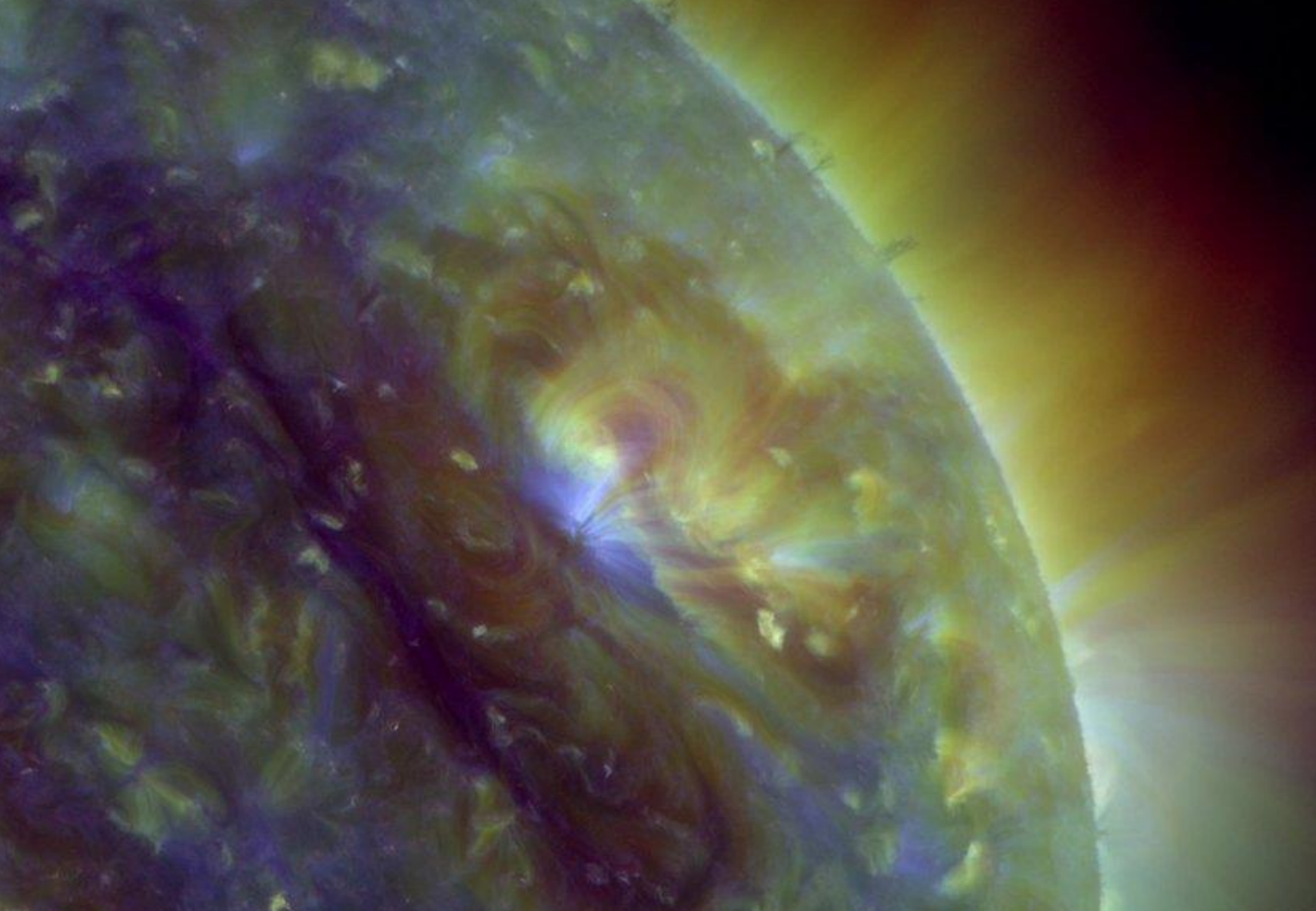
ΣΤΕΜΜΑ

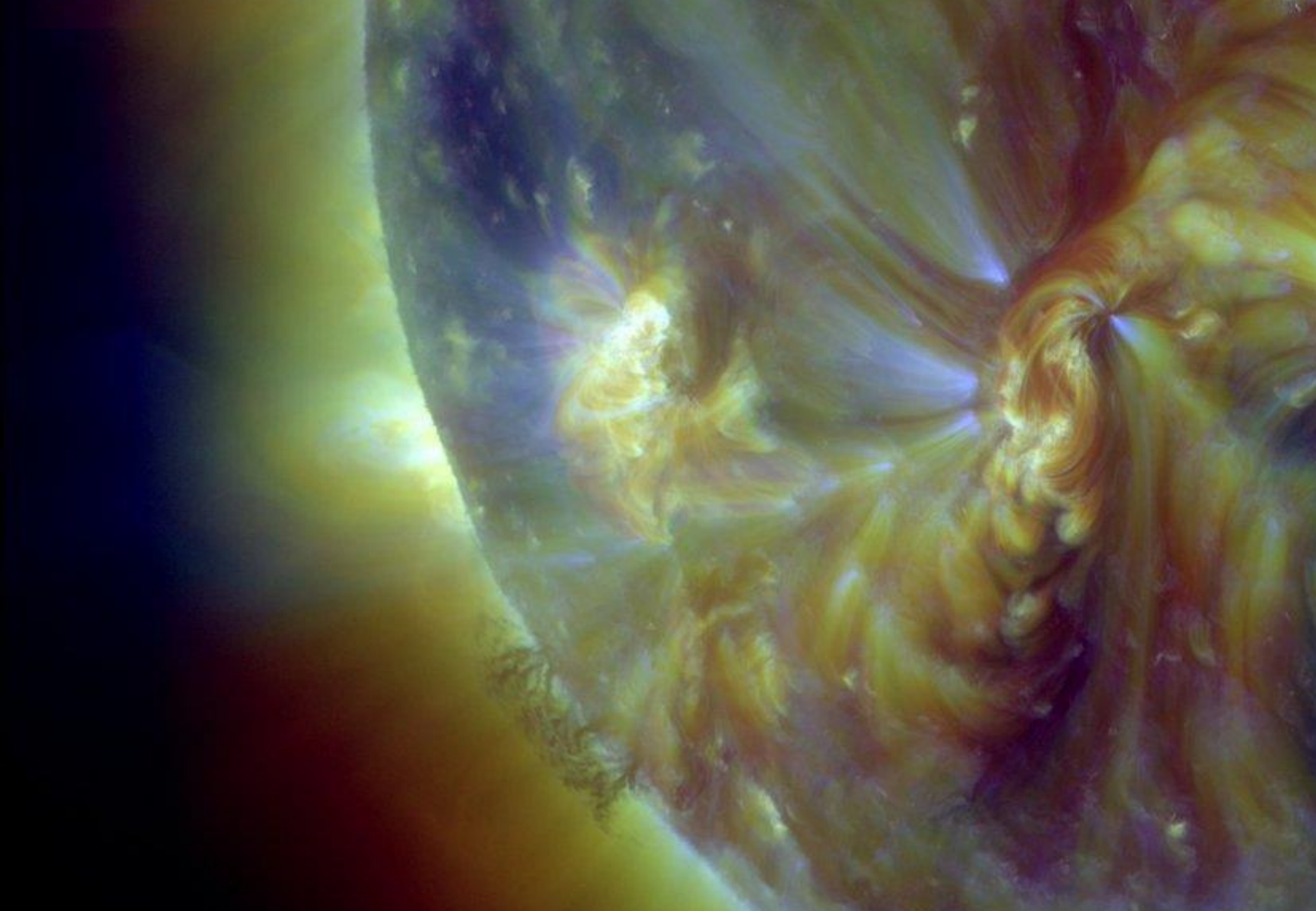
ΧΡΩΜΟΣΦΑΙΡΑ

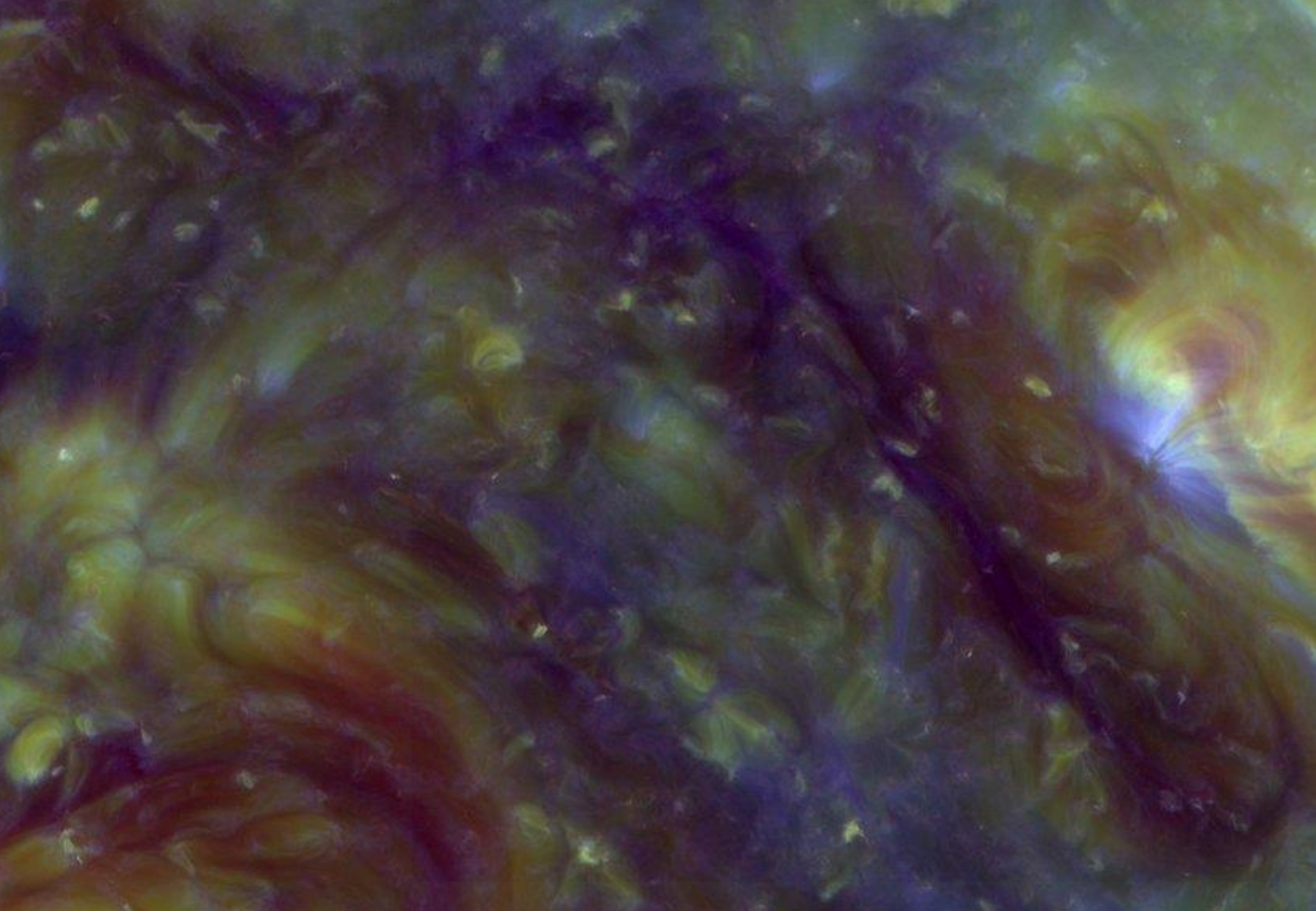
ΥΨΟΣ →

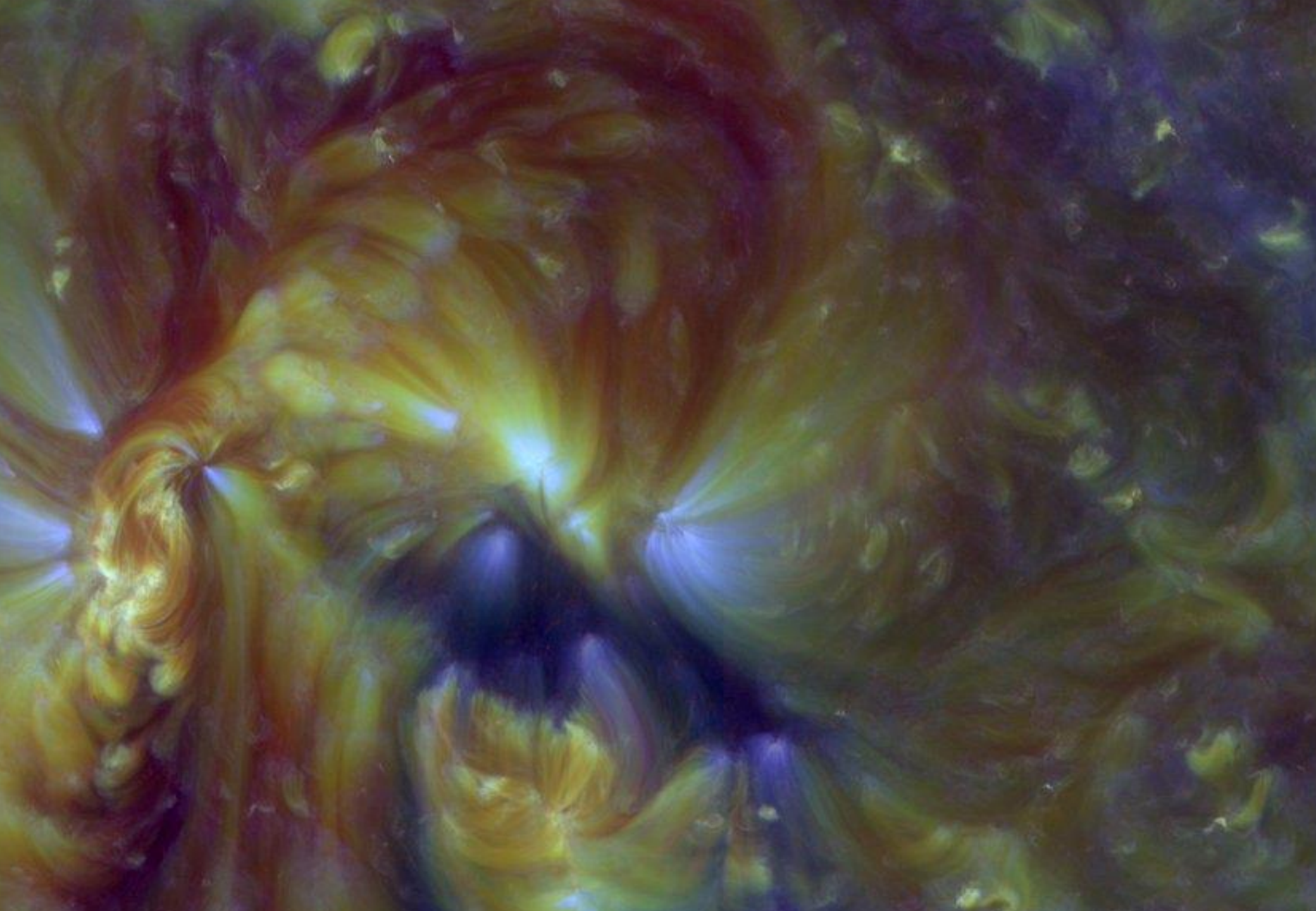


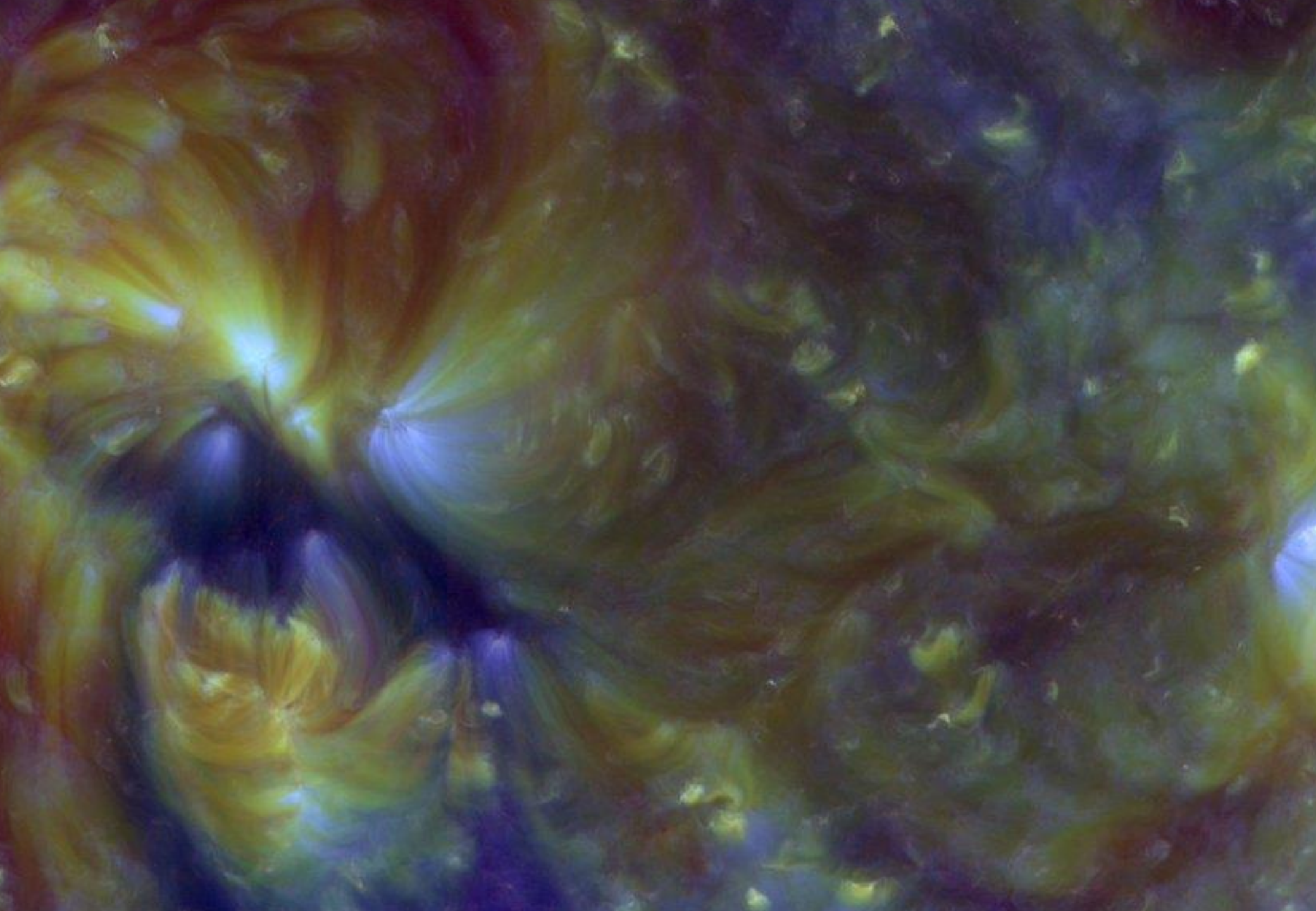














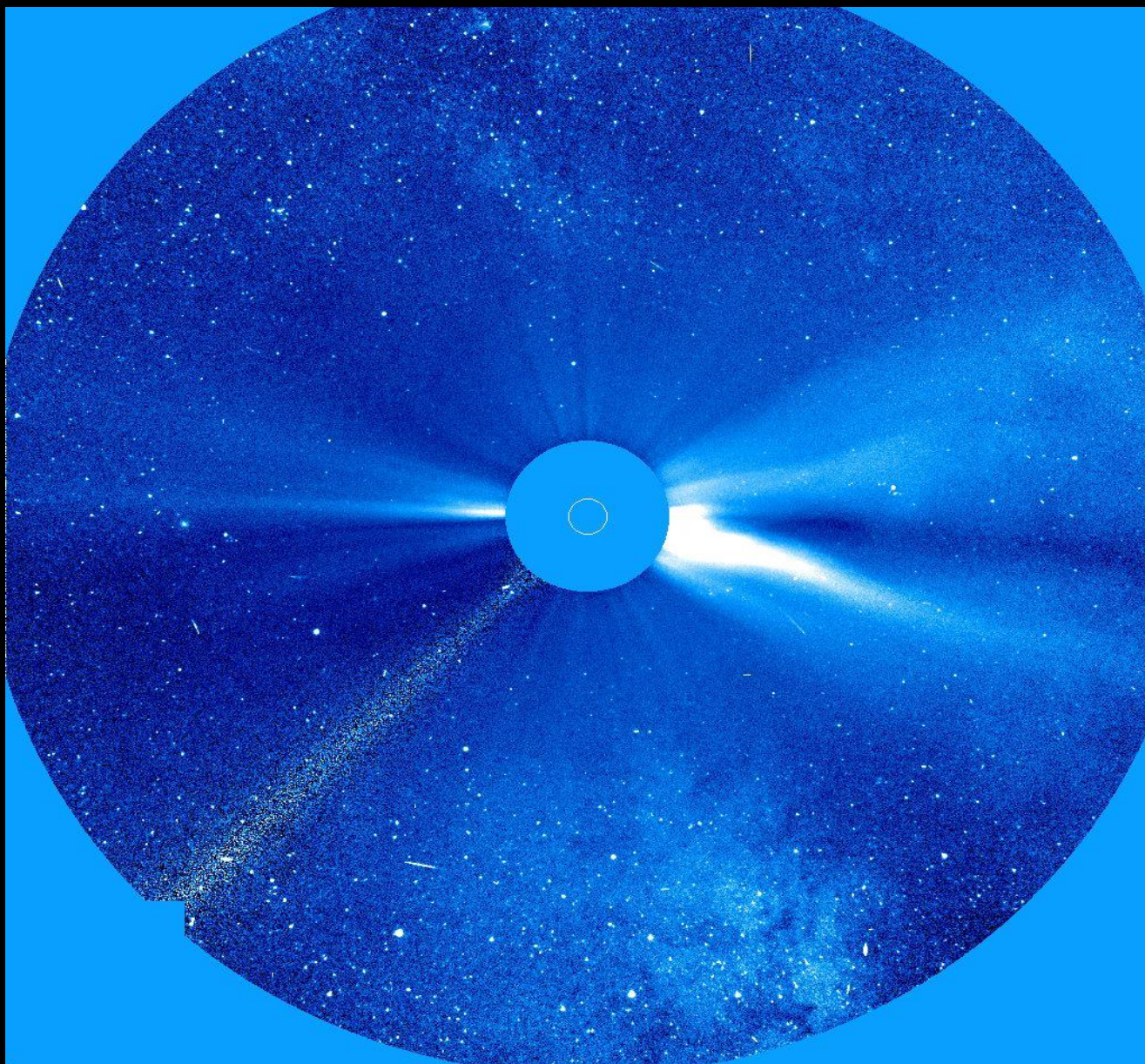
SDO/AIA- 211 20110520_044414
SDO/AIA- 193 20110520_044420
SDO/AIA- 171 20110520_044413

1988 March 18

Στέμμα και Ηλιακός άνεμος

High Altitude Observatory/NCAR

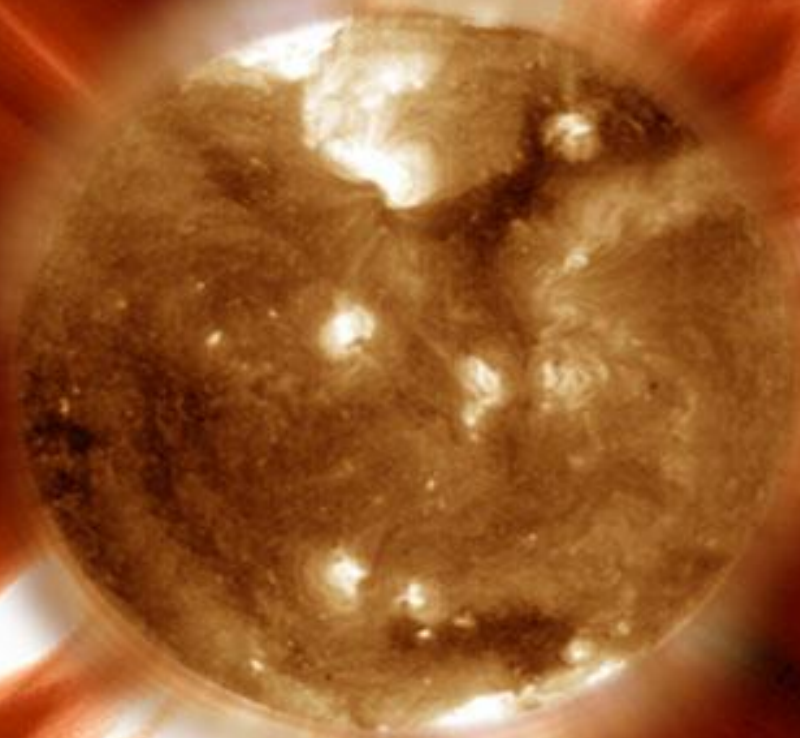




Ηλιακός
άνεμος

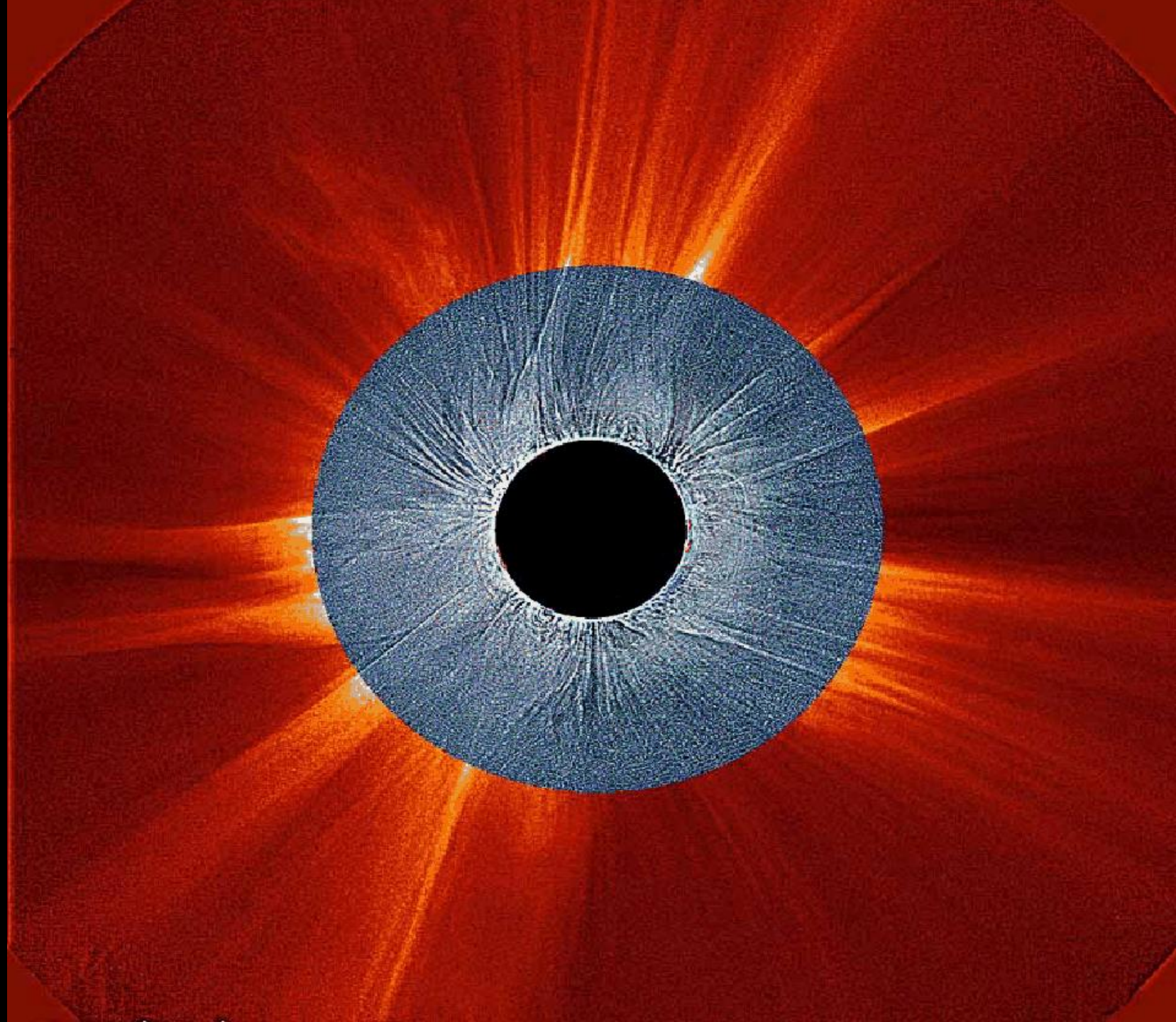
Έκρηξη του ηλίου

Credit: SOHO Consortium, ESA, NASA



Ηλιακές εκρήξεις







17-Feb-2
16:09:00



Μερική Έκλειψη Ηλίου από το διαστημόπλοιο 17/2/2007

Mercury transit observed with *TRACE* on 15 Nov 1999

171A

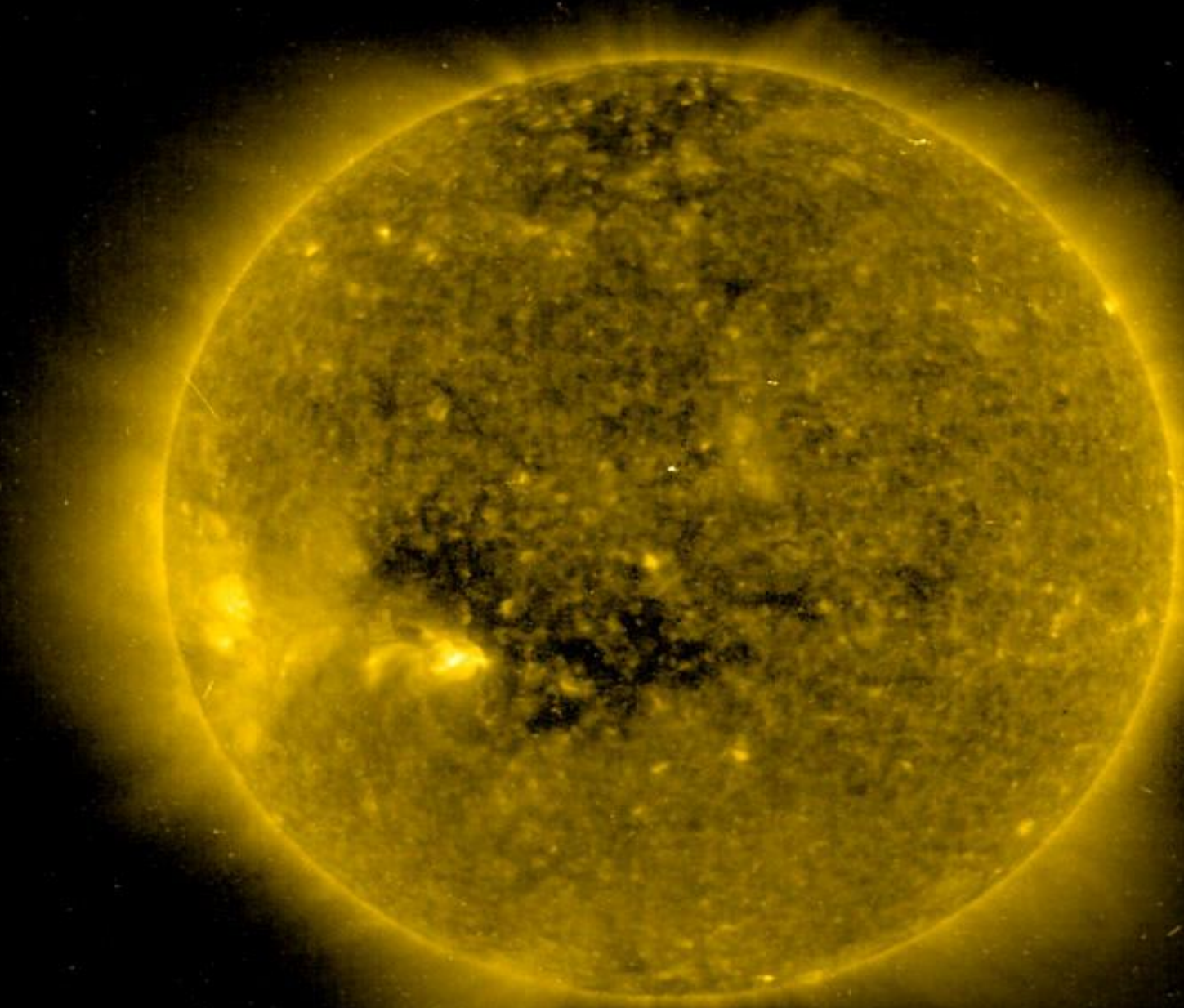
Time (UT)	21 19 48	21 26 10	21 33 48	21 41 27	21 48 26
-----------	----------	----------	----------	----------	----------

1600A

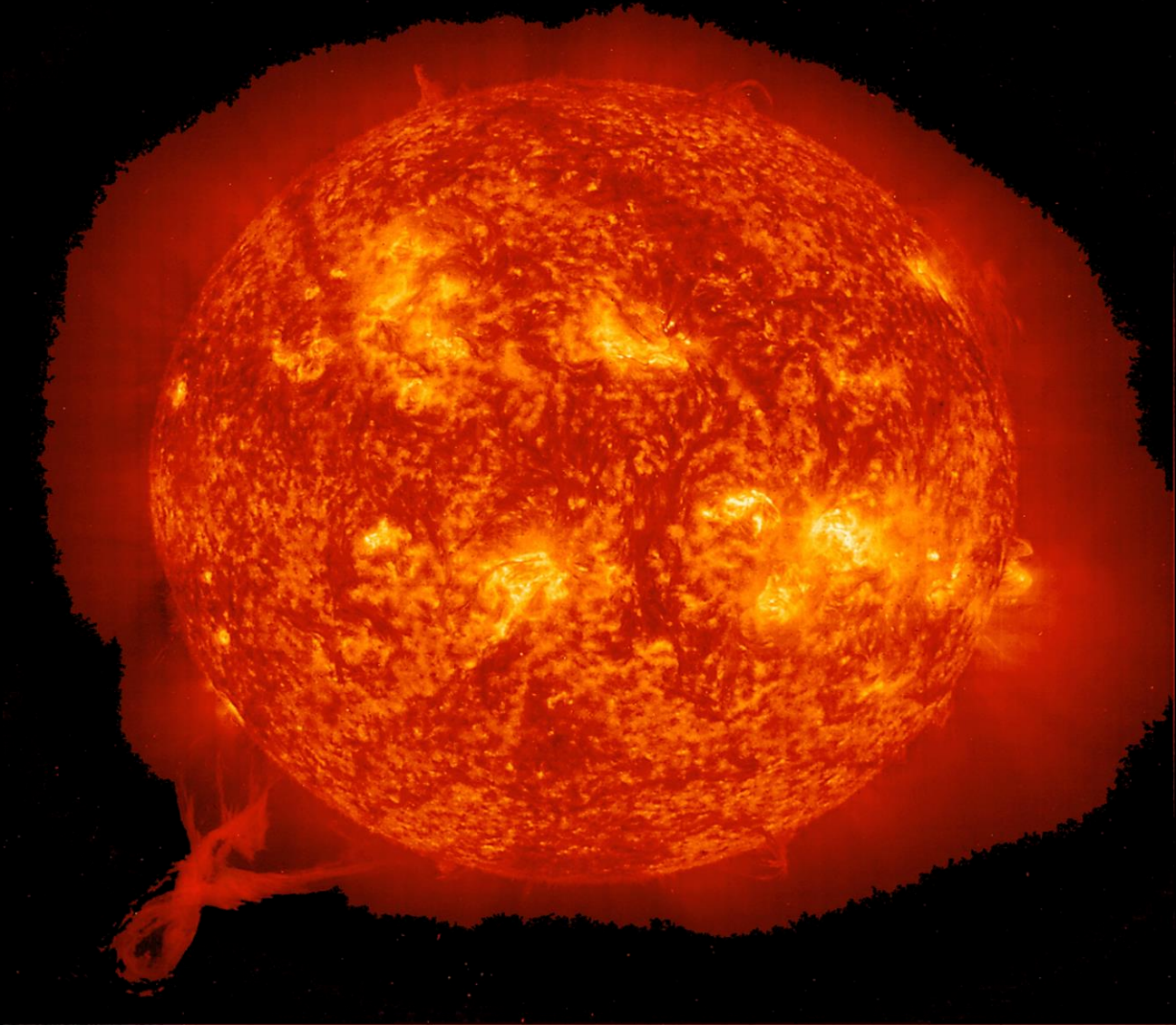
Time (UT)	21 19 19	21 26 19	21 33 57	21 42 14	21 48 36
-----------	----------	----------	----------	----------	----------

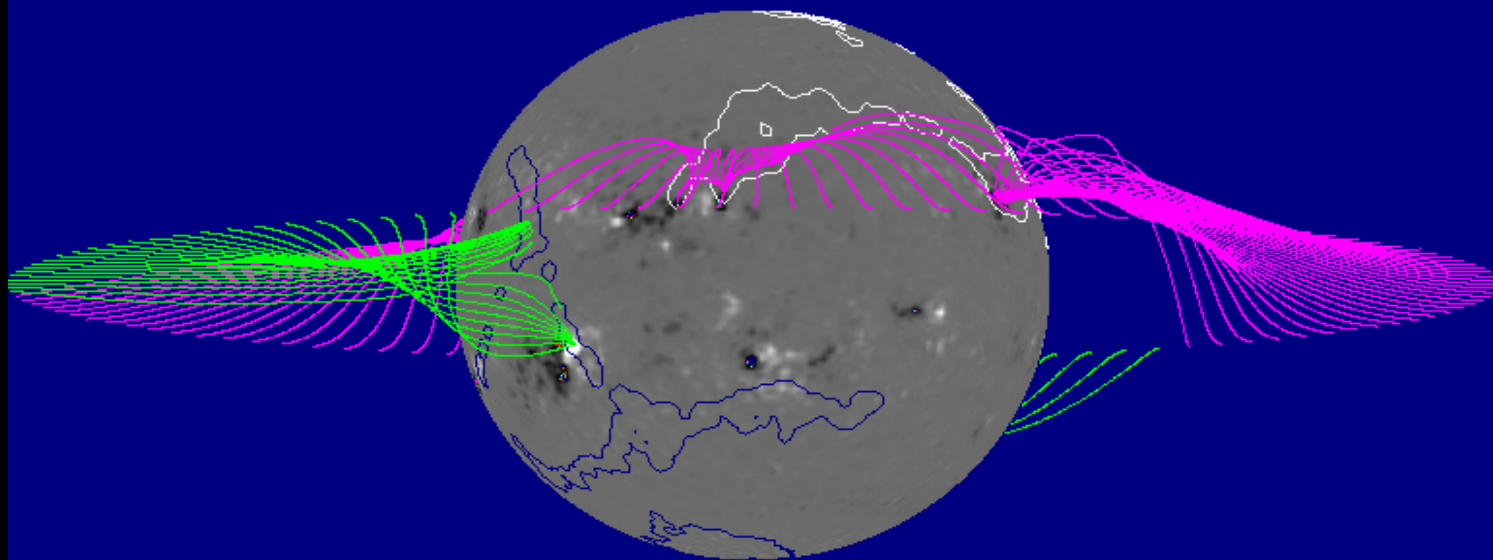
white light

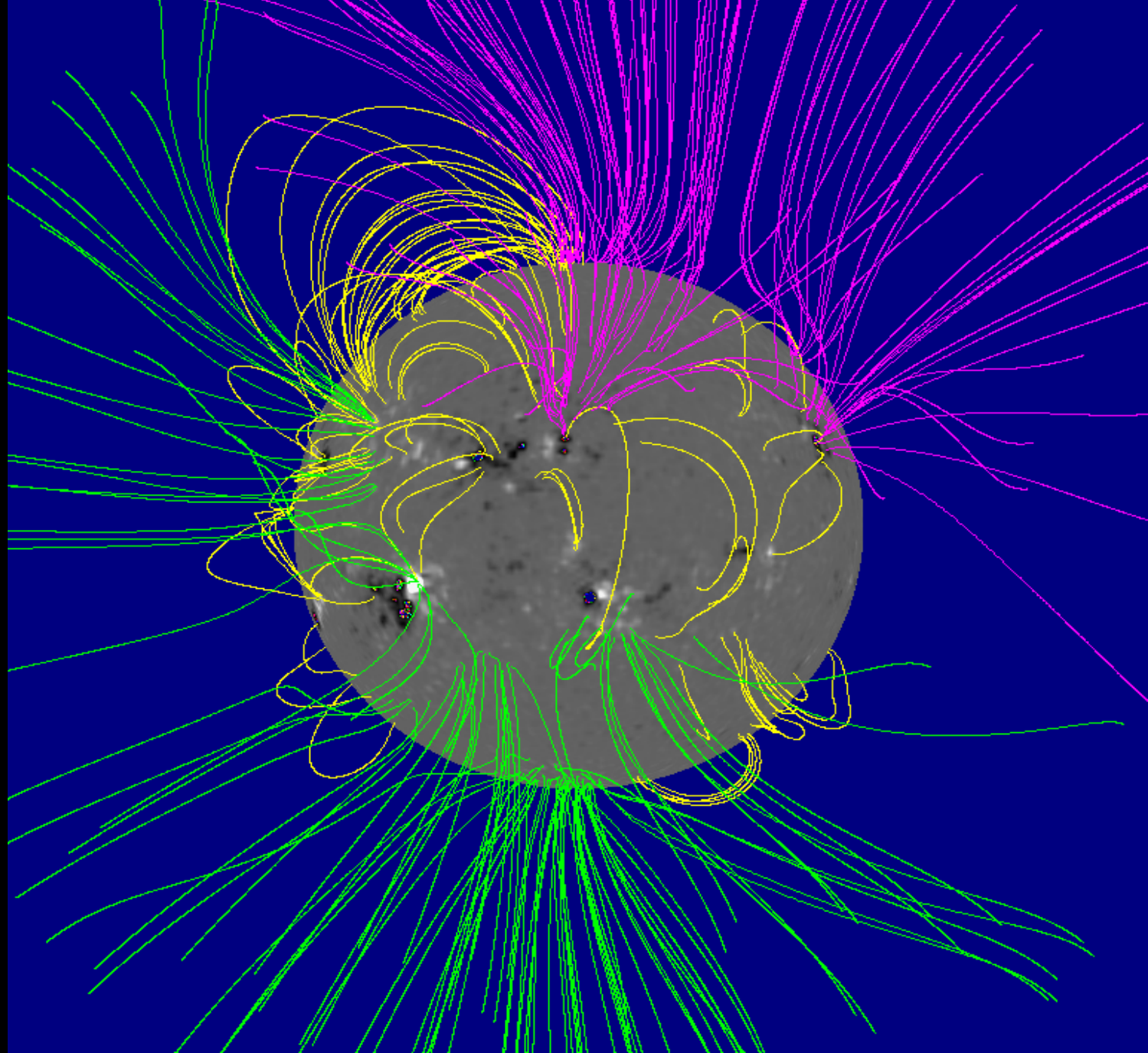
Time (UT)	21 19 21	21 26 22	21 34 00	21 41 38	21 48 39
-----------	----------	----------	----------	----------	----------

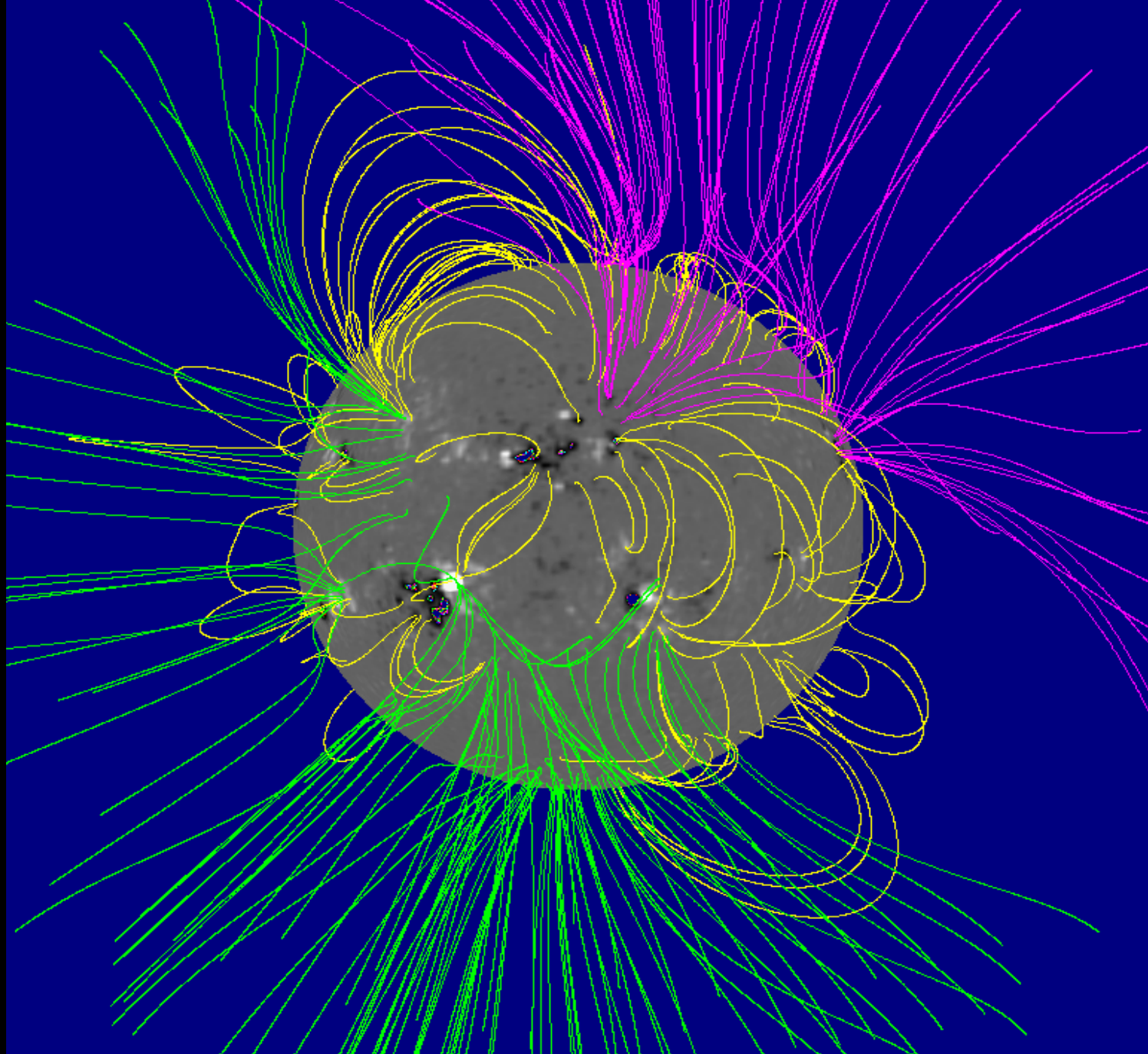


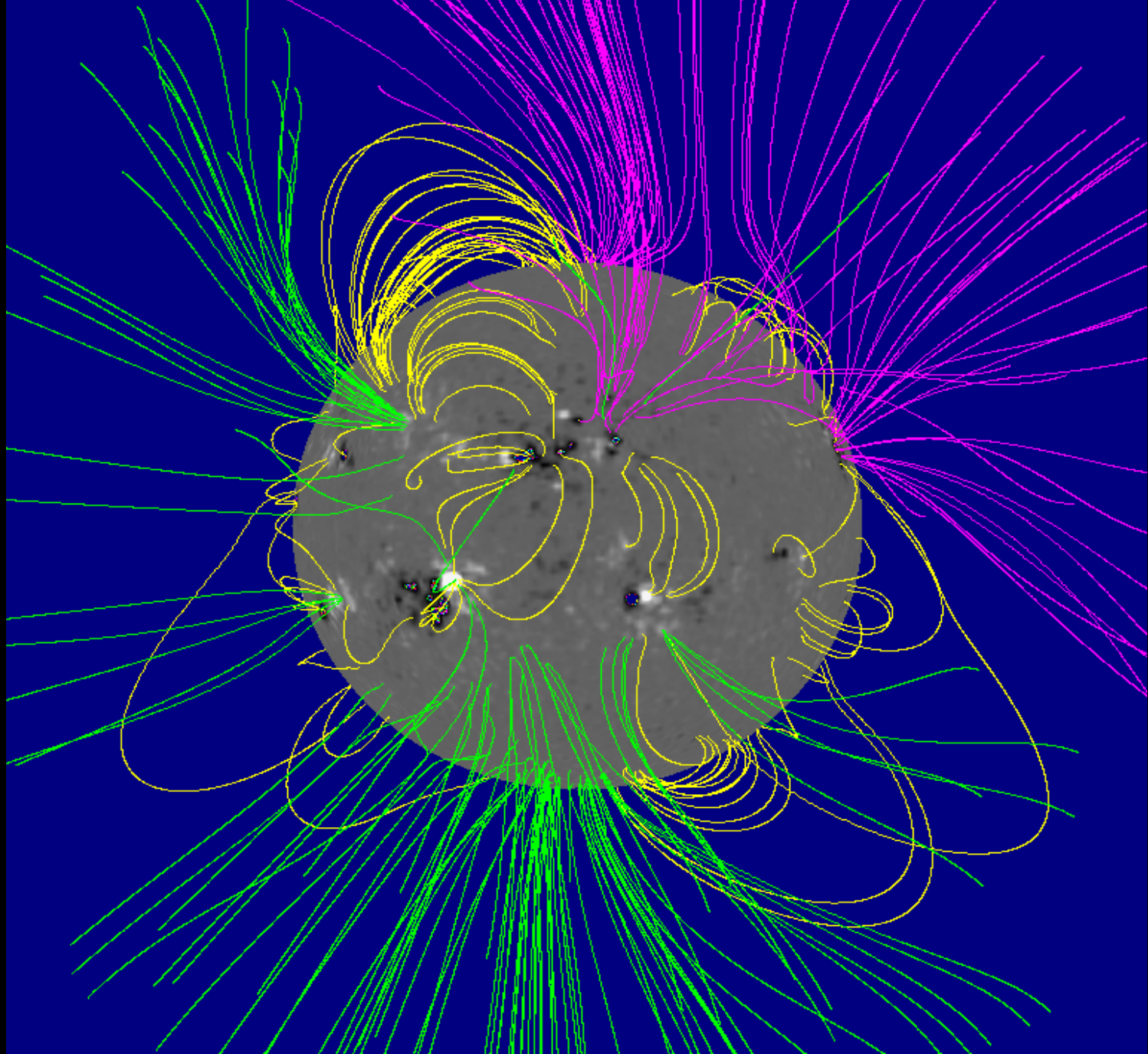
2007/09/19 07:06:09 UT



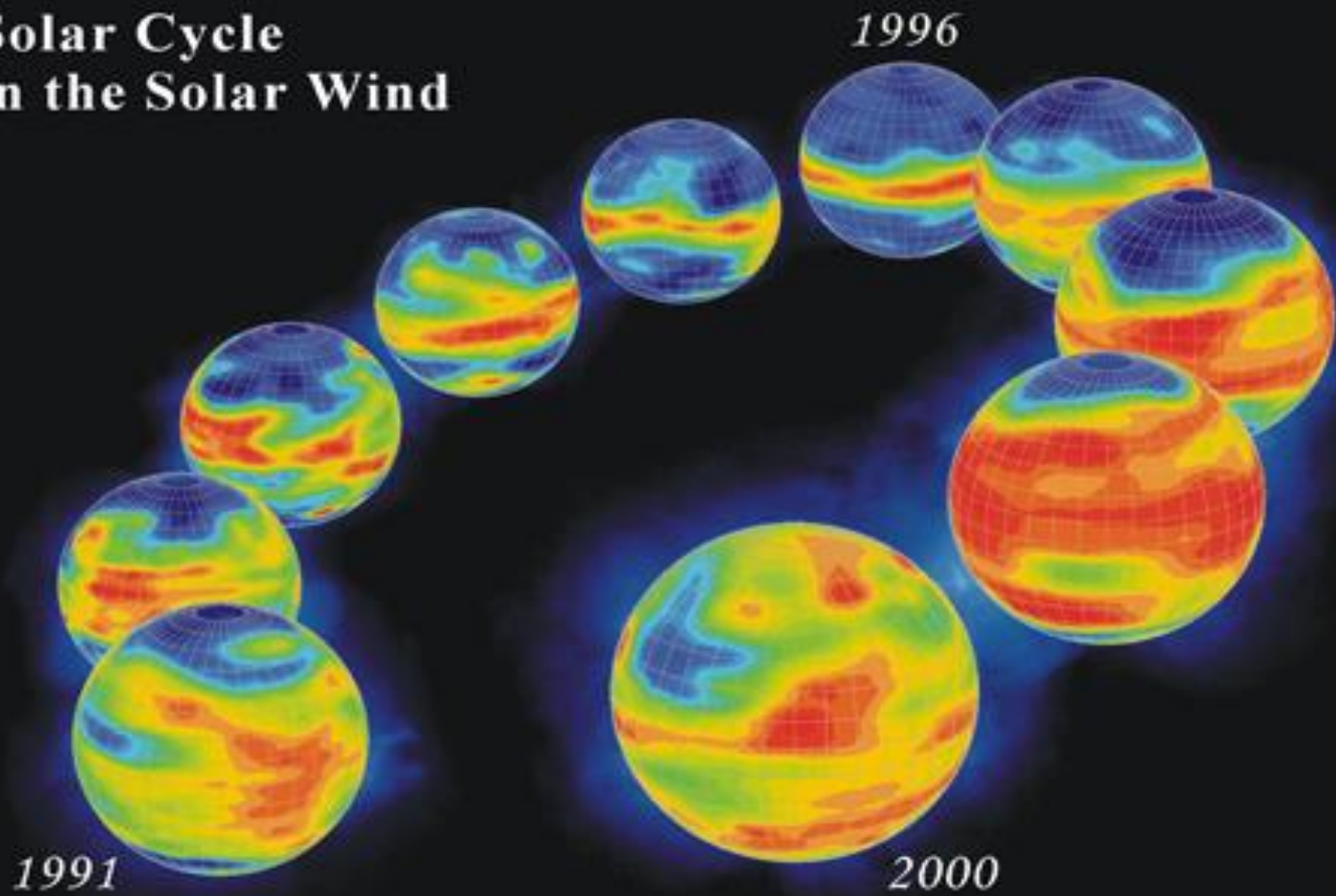








Solar Cycle in the Solar Wind



Ηλιακή δραστηριότητα

Solar cycles

Earth's climate record has revealed a 100,000-year cycle oscillating between cooler and warmer conditions.

Earth and the Sun also operate in shorter cycles, including 41,000-year cycles and 20,000-year glacial cycles (Milankovitch Theory),

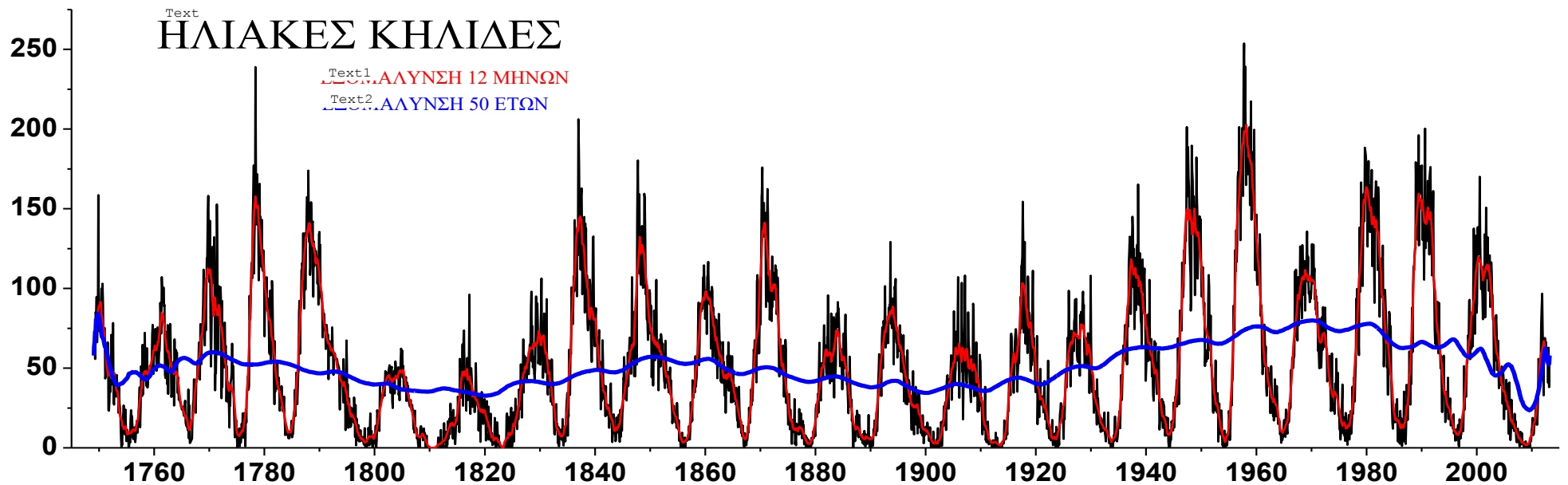
1,500-year cycles (Bond Cycle),

90-year sunspot cycles (Gleissberg Cycle),

22-year solar magnetic polarity cycles (Hale Cycle)

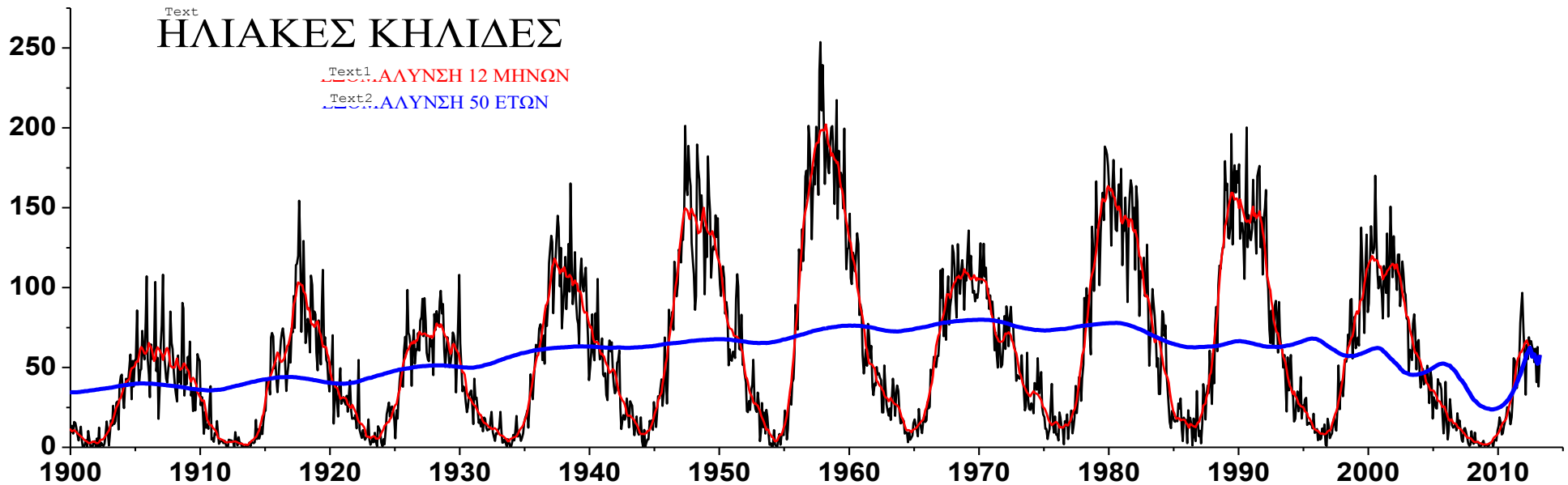
and 11-year sunspot cycles (Schwabe Cycle).

2, 1.7, 1,3 years, 154, 27 days

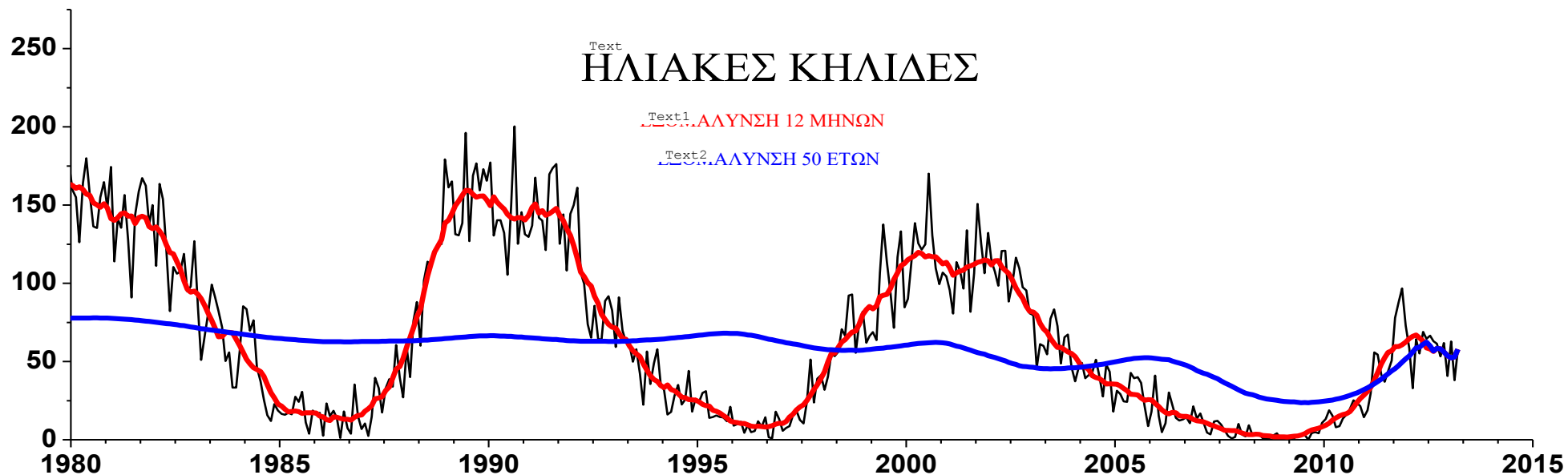


Οι κηλίδες του Ηλίου παρουσιάζουν περιοδικότητα 11 και 22 ετών, αν λάβουμε υπόψη το μαγνητικό τους πεδίο βλέπουμε ότι η τάση για το μέλλον είναι μάλλον πτωτική

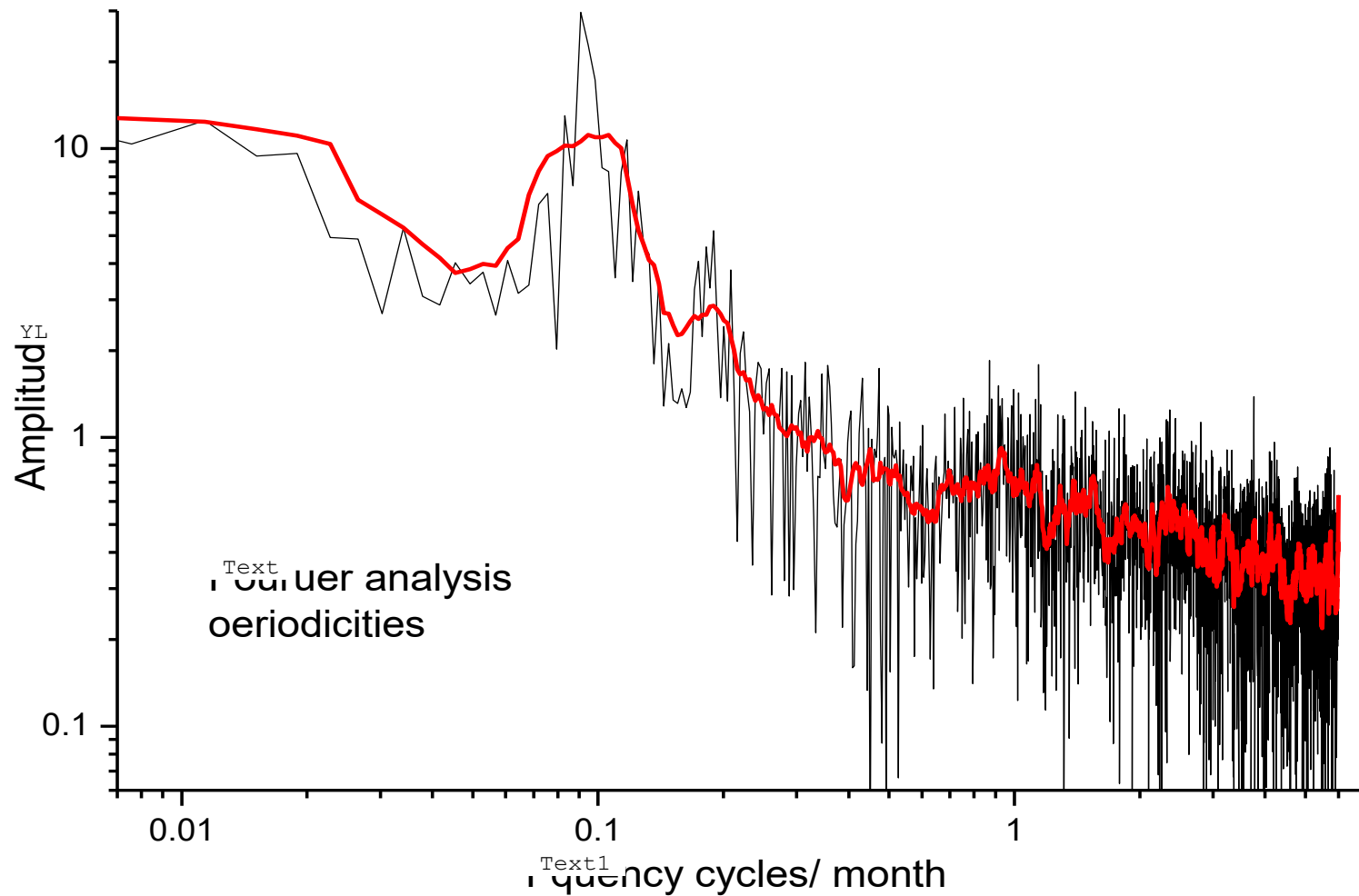
Text ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΗΛΙΔΕΣ



Οι κηλίδες του Ηλίου παρουσιάζουν περιοδικότητα 11 και 22 ετών, αν λάβουμε υπόψη το μαγνητικό τους πεδίο βλέπουμε ότι η τάση για το μέλλον είναι μάλλον πτωτική



Οι κηλίδες του Ηλίου παρουσιάζουν περιοδικότητα 11 και 22 ετών, αν λάβουμε υπόψη το μαγνητικό τους πεδίο βλέπουμε ότι η τάση για το μέλλον είναι μάλλον πτωτική



Οι κηλίδες του Ηλίου παρουσιάζουν περιοδικότητα 11 ετών και άλλες μικρότερες που φαίνονται σε αυτή την ανάλυση περιοδικοτήτων που κάναμε με ανάλυση Fourier

Οι κηλίδες του Ηλίου
παρουσιάζουν
περιοδικότητα 11 και 22
ετών, αν λάβουμε
υπόψη το μαγνητικό
τους πεδίο

Sunspot Number



Solar cycles

Earth's climate record has revealed a 100,000-year cycle oscillating between cooler and warmer conditions.

Earth and the Sun also operate in shorter cycles, including 41,000-year cycles and 20,000-year glacial cycles (Milankovitch Theory), 1,500-year cycles (Bond Cycle),

90-year sunspot cycles (Gleissberg Cycle),

22-year solar magnetic polarity cycles (Hale Cycle)

and 11-year sunspot cycles (Schwabe Cycle).

2, 1.7, 1,3 years, 154, 27 days

A NONLINEAR RLC SOLAR CYCLE MODEL

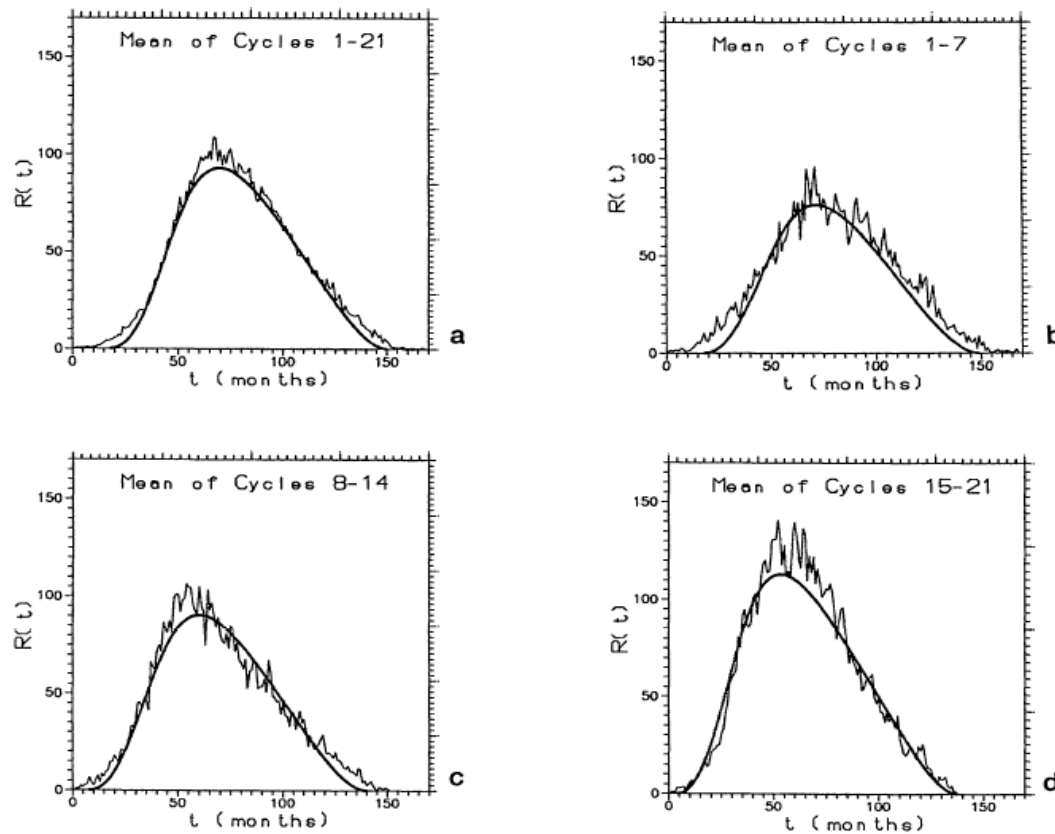
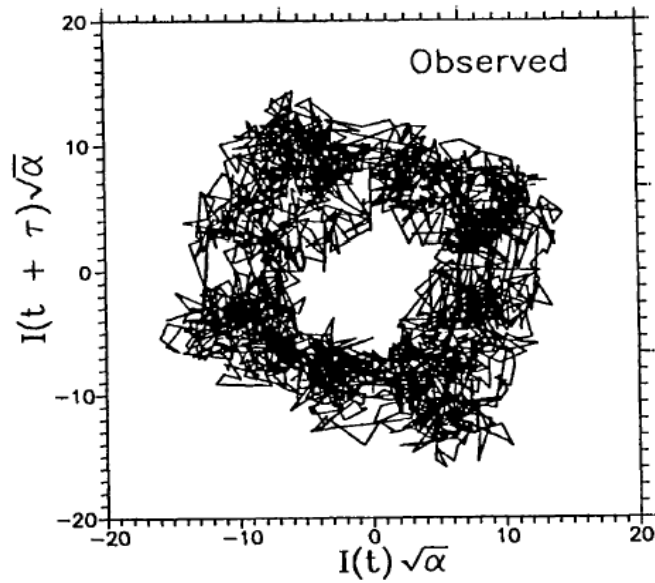


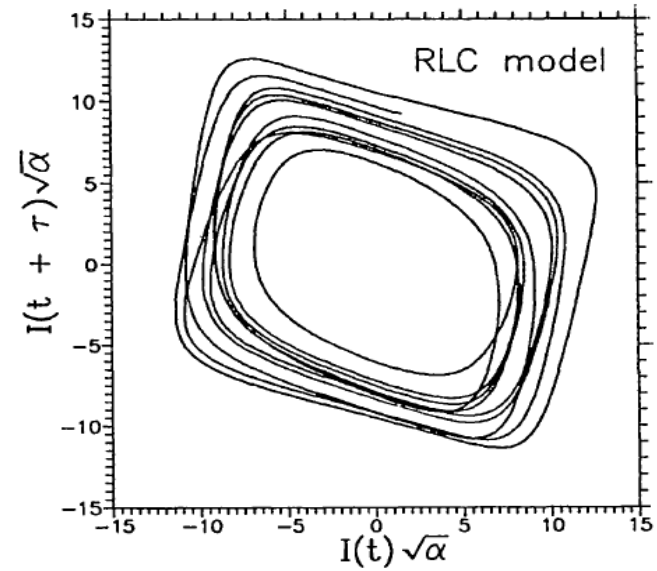
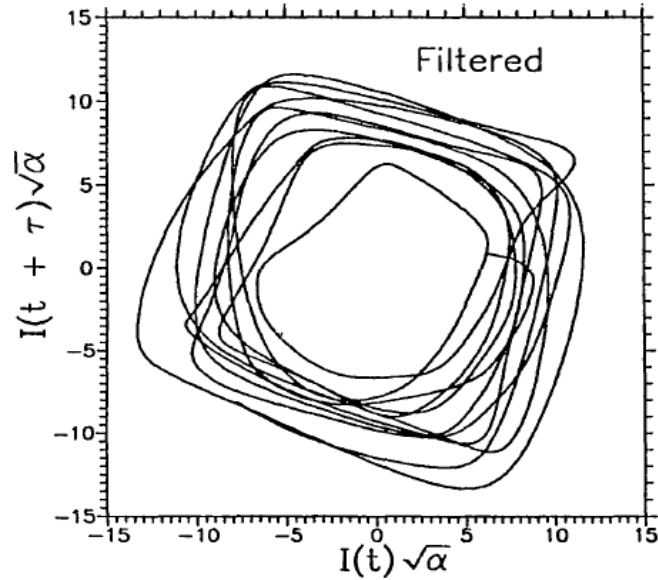
Fig. 1. The mean sunspot cycle, derived for the solar cycle groups: (a) 1-21, (b) 1-7, (c) 8-14, (d) 15-21. The heavy curves are sunspot cycles produced from the Van der Pol model, using I_0 values given in Table I and assuming constant mean period of 11 yr.

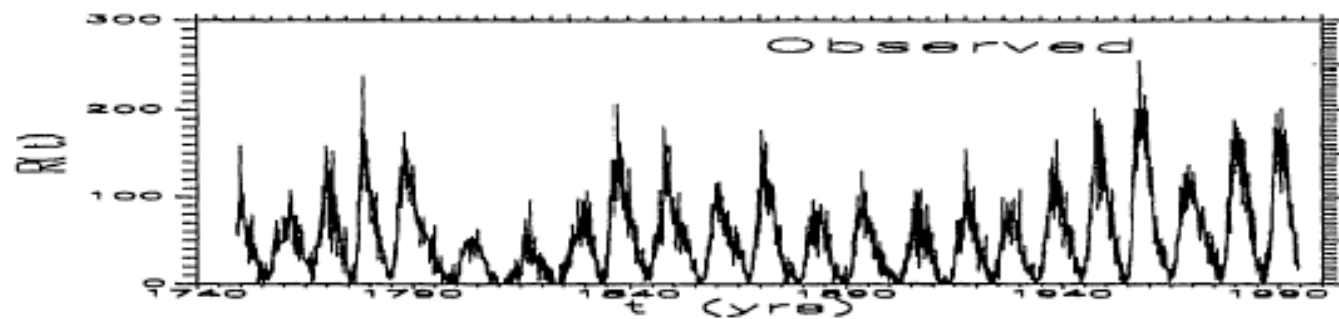
Non-linear RLC (van der Pol)

A NONLINEAR RLC SOLAR CYCLE MODEL

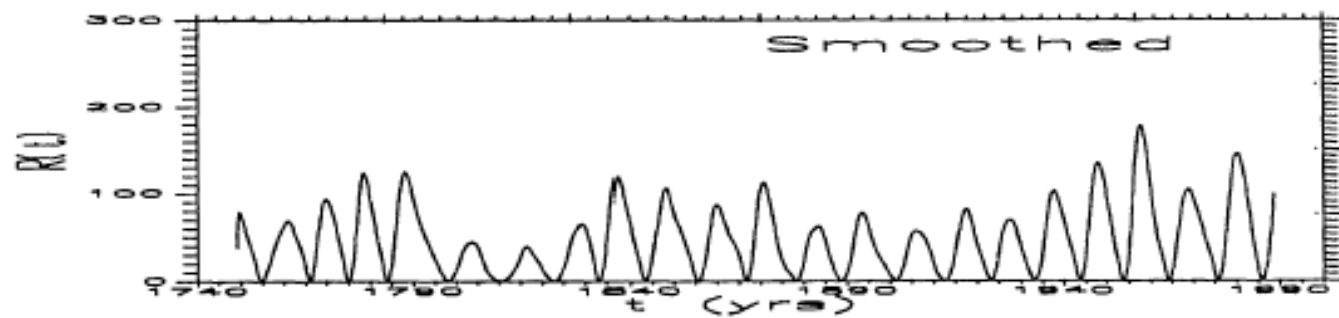


$\tau = 66$ months

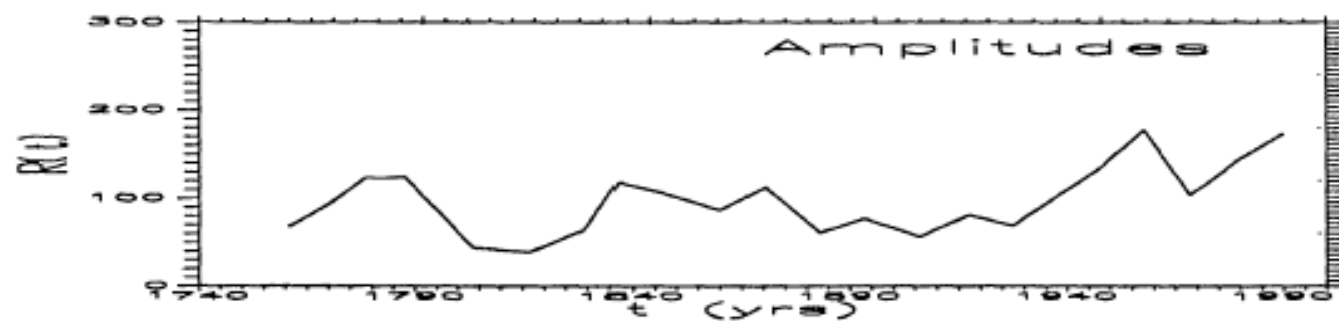




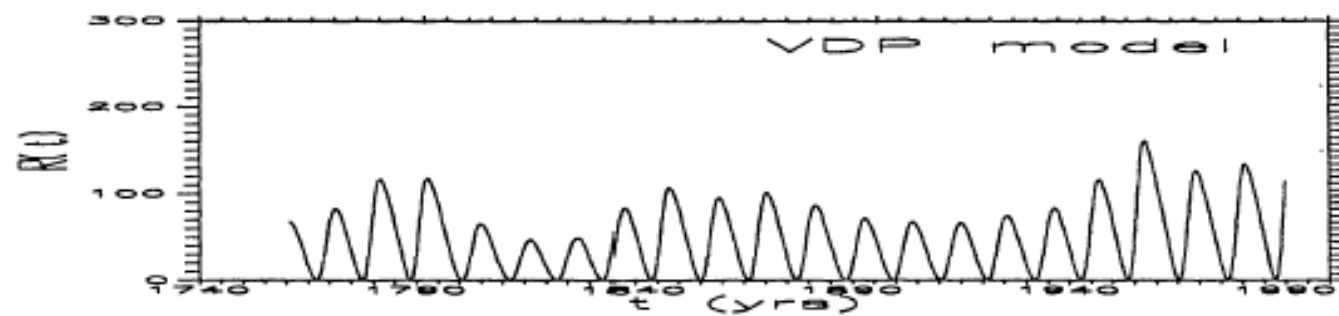
(a)



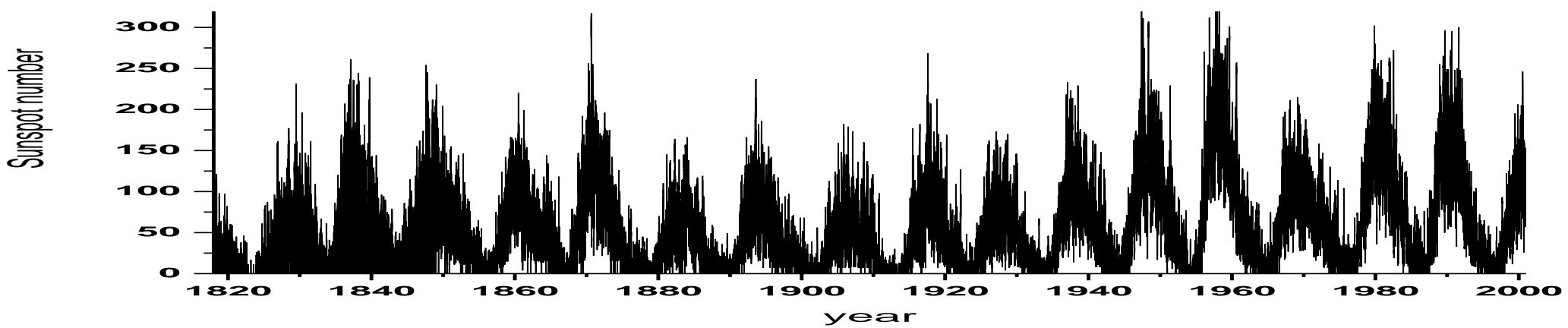
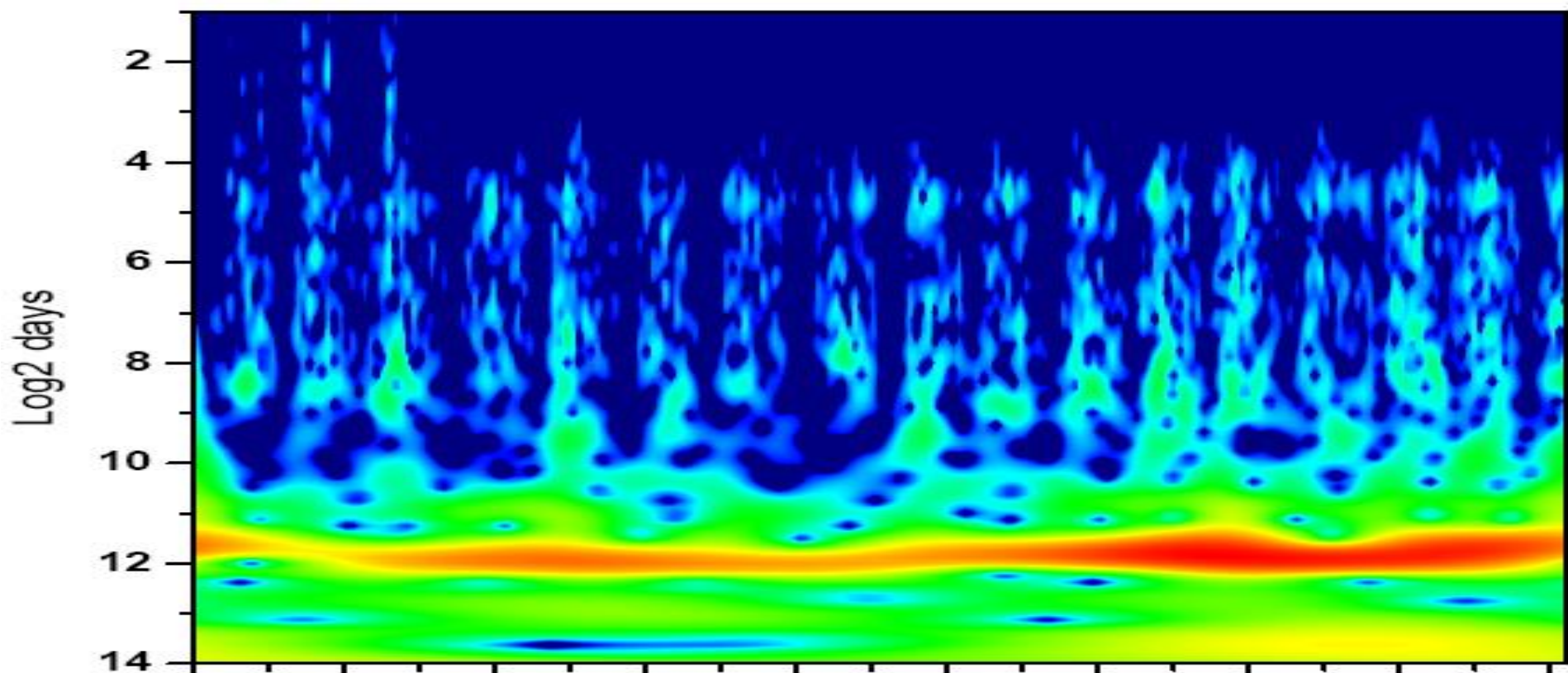
(b)

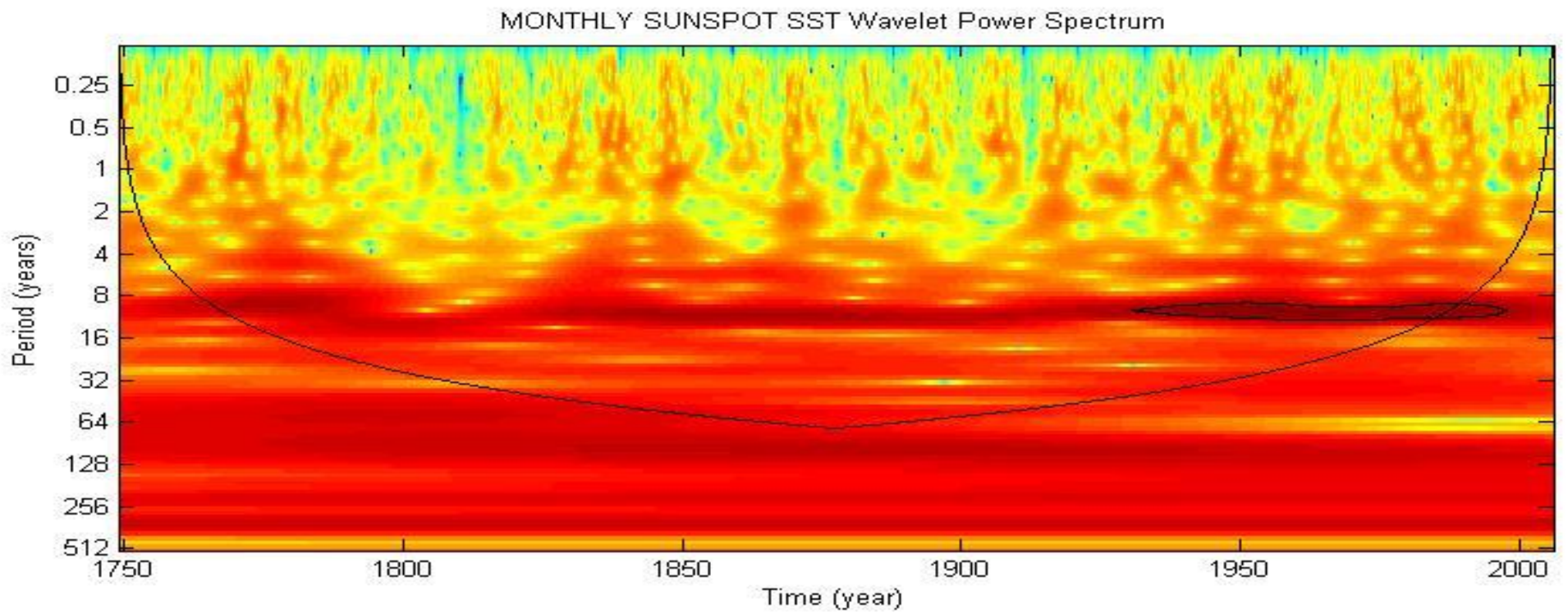
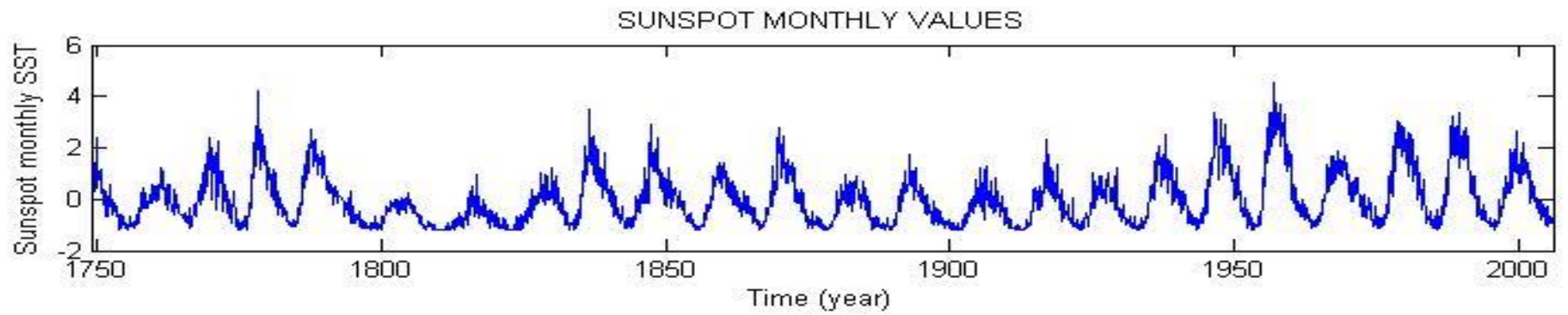


(c)

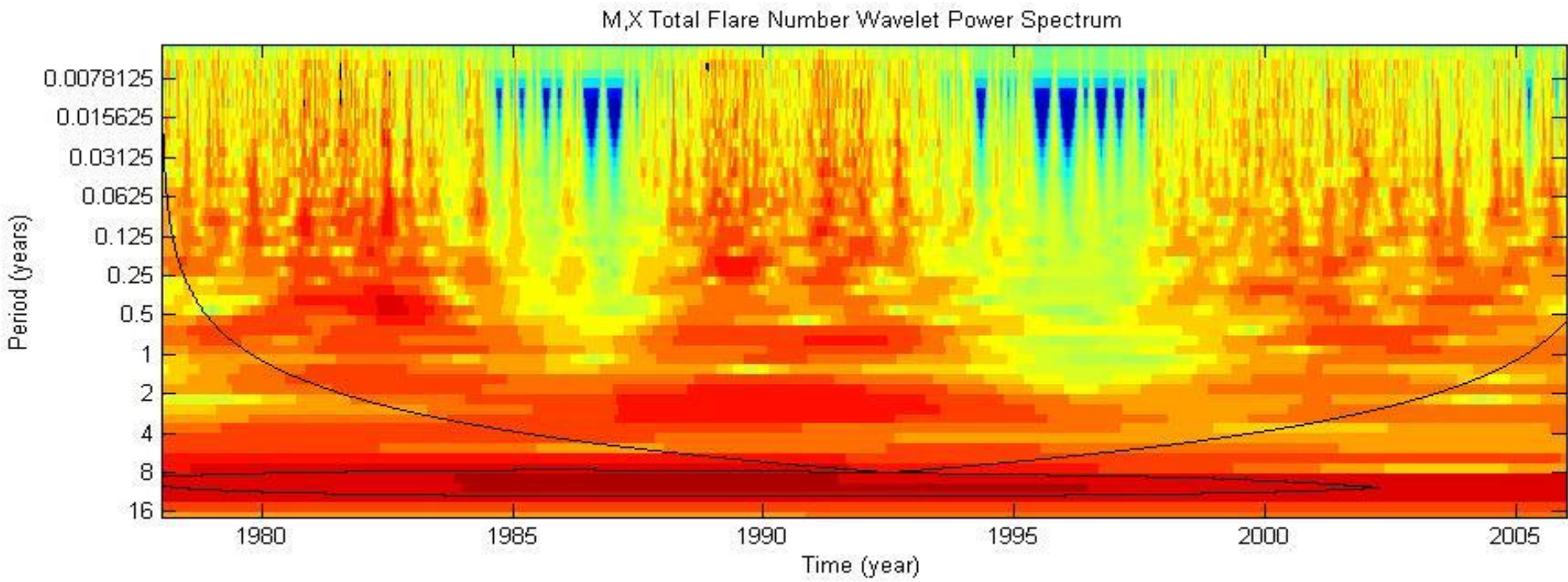
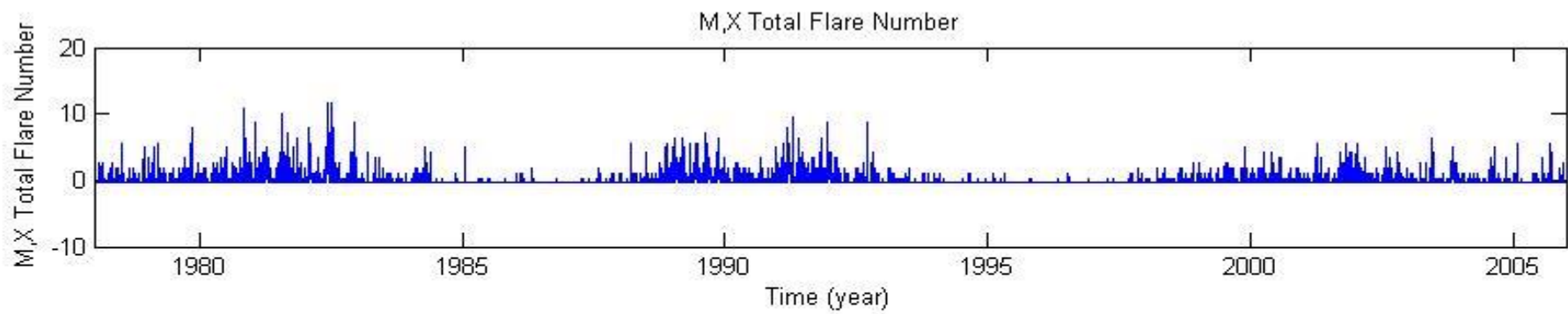


(d)

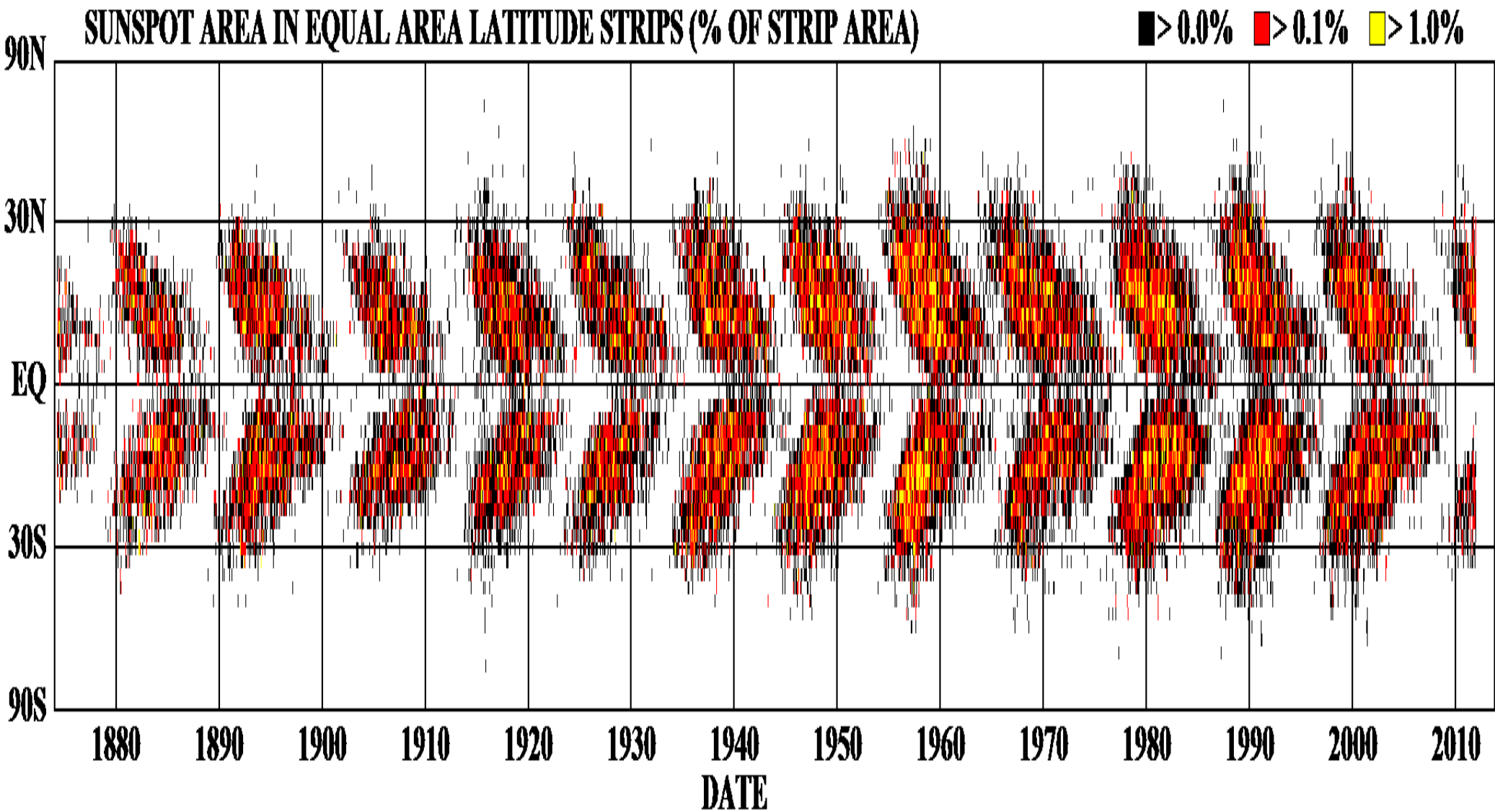




Michaila Dimitropoulou



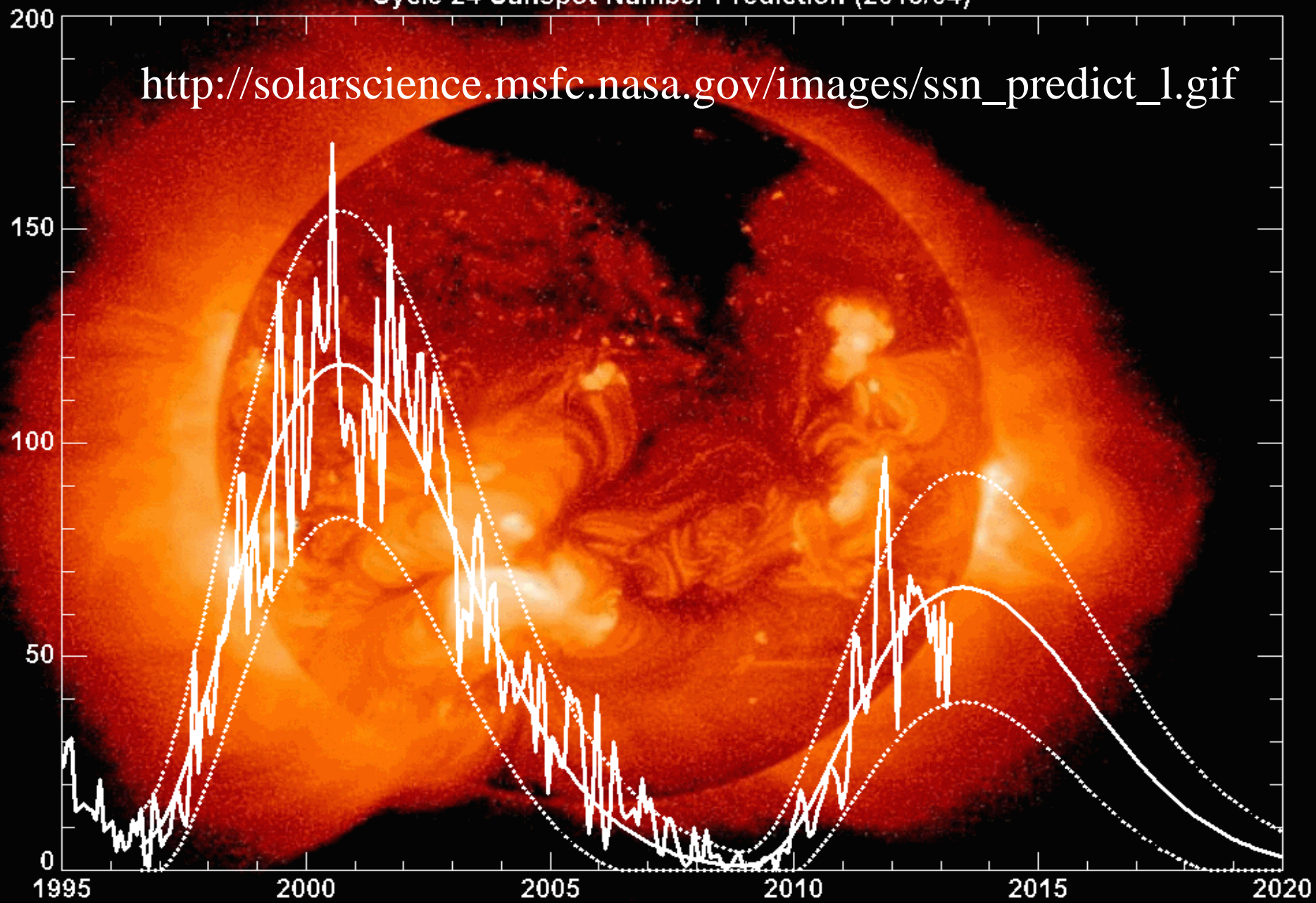
Michaila Dimitropoulou



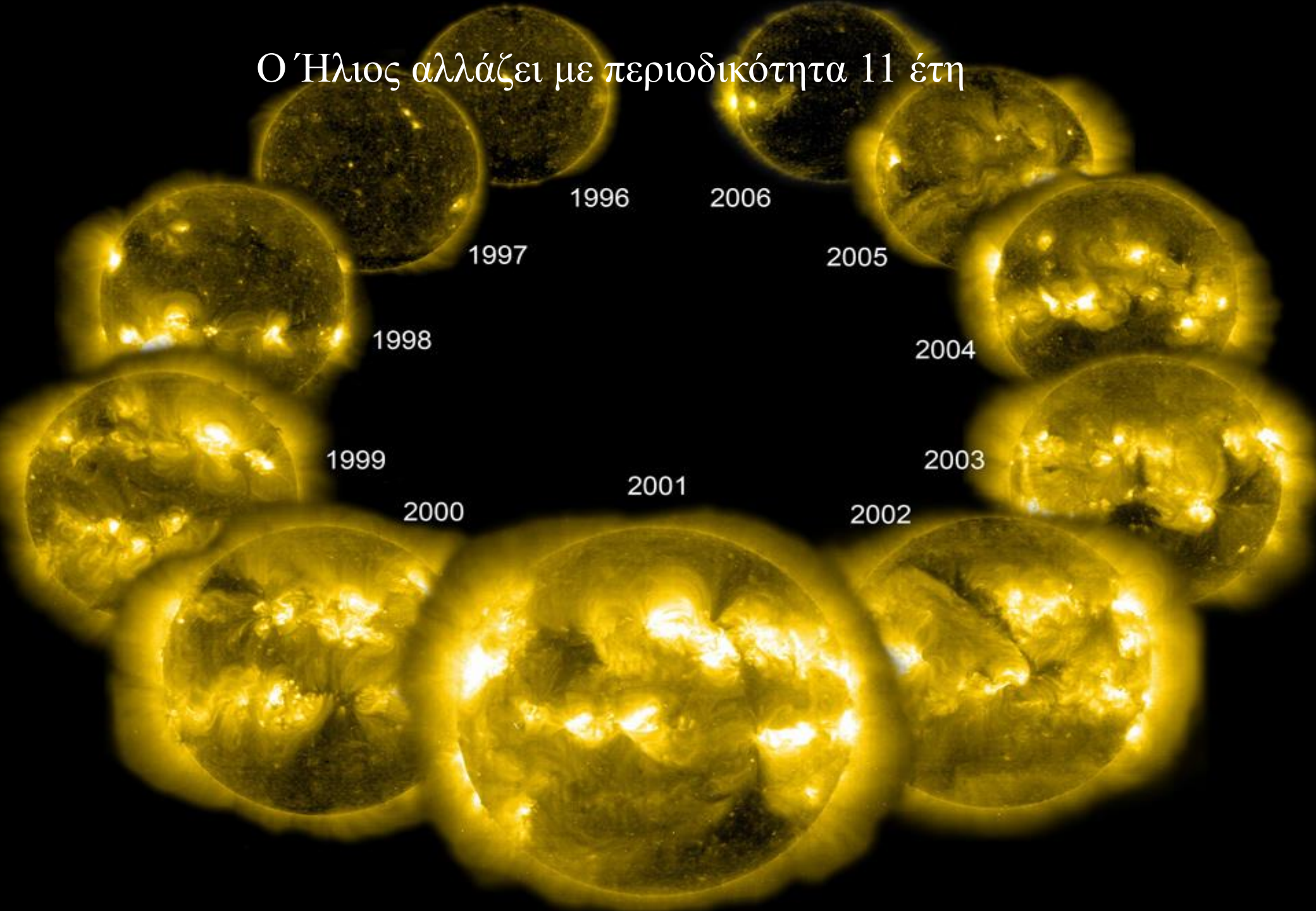
Οι κηλίδες του Ηλίου παρουσιάζουν περιοδικότητα 11 και 22 ετών, αν λάβουμε υπόψη το μαγνητικό τους πεδίο

Cycle 24 Sunspot Number Prediction (2013/04)

http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_1.gif



Ο Ήλιος αλλάζει με περιοδικότητα 11 έτη

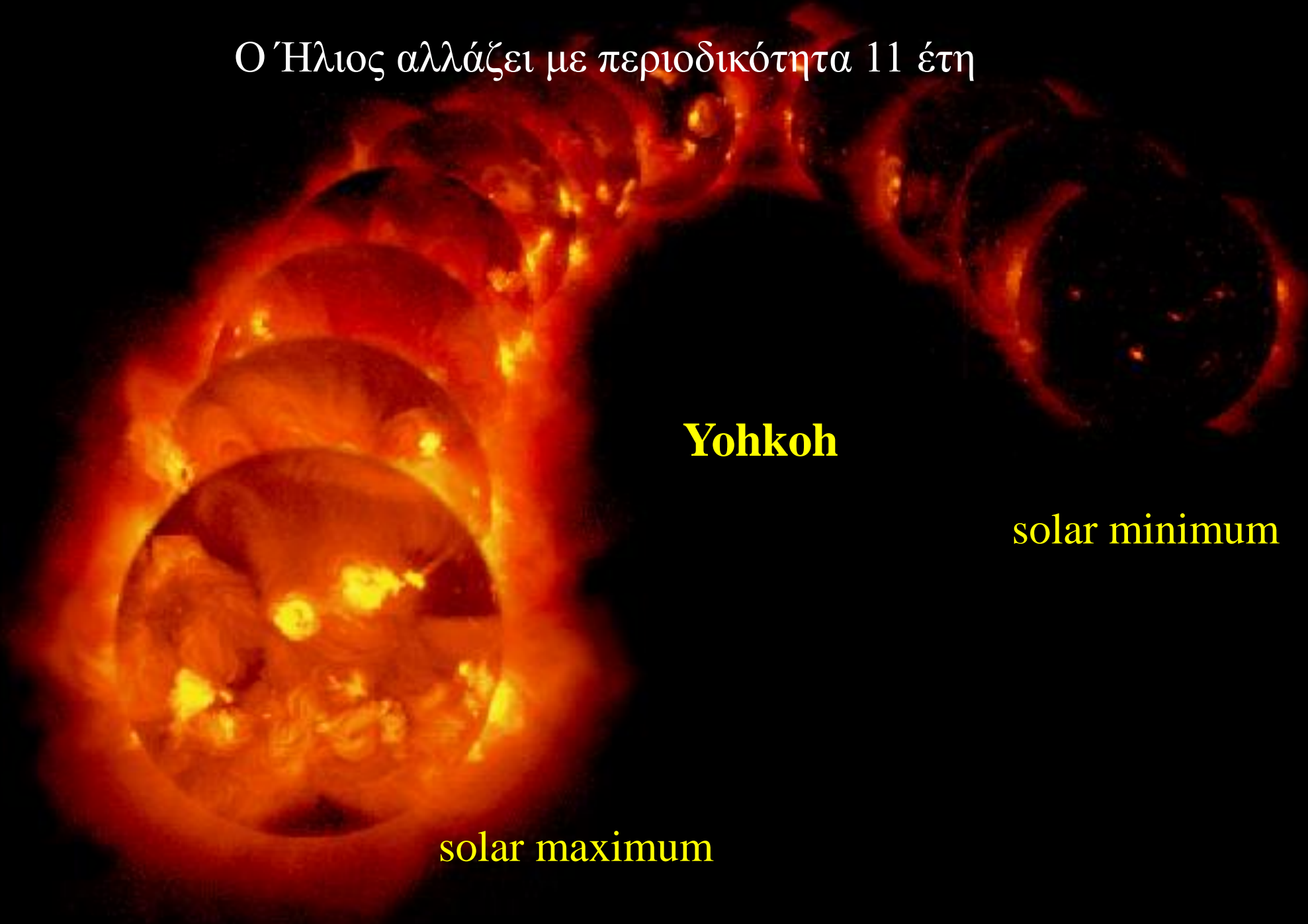


Ο Ήλιος αλλάζει με περιοδικότητα 11 έτη

Yohkoh

solar minimum

solar maximum



Data sources

<http://www.climatedata.info/Forcing/Forcing/sunspots.html>

Source - sun spots: <http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsunspotnumber.html#hoyt>.

(Reference: Hoyt, D. V., and K. H. Schatten, 1997. Group Sunspot Numbers: A New Solar Activity Reconstruction. Solar Physics.)

Source – data for butterfly diagram: <http://solarscience.msfc.nasa.gov/greenwch/bflydata.txt>

(Reference: Dr. David H. Hathaway, Marshall Space Flight Center, NASA.)

Source – cosmic rays: ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/COSMIC_RAYS.

Source – radio flux:

ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_RADIO/FLUX/MONTHLY.ADJ

Source – total solar irradiance:

http://www.acrim.com/RESULTS/Composite/composite_acrim_hdr_1108.txt

The photos of the sunspots were downloaded from <http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html>

Ἡλιος και
Γη

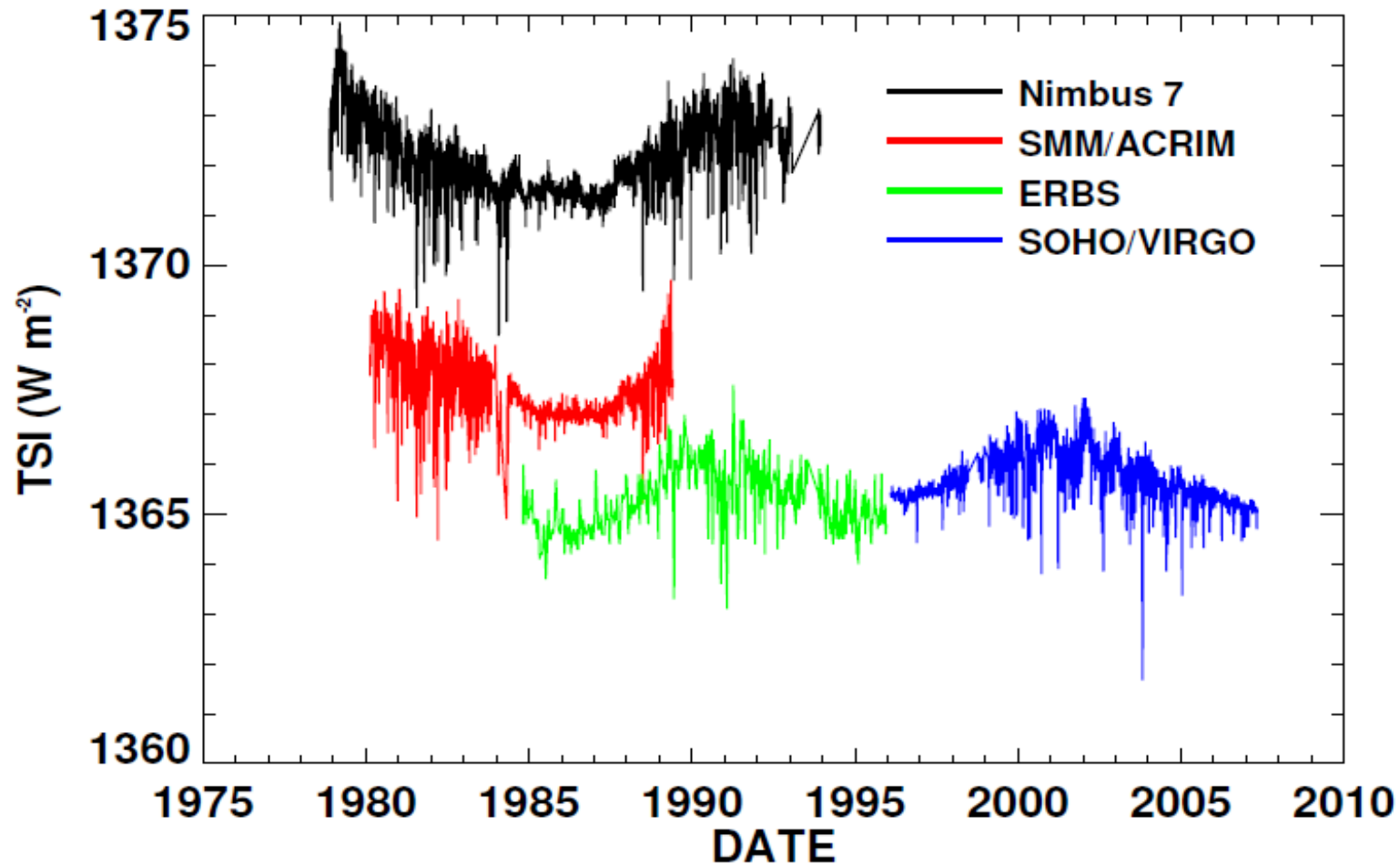
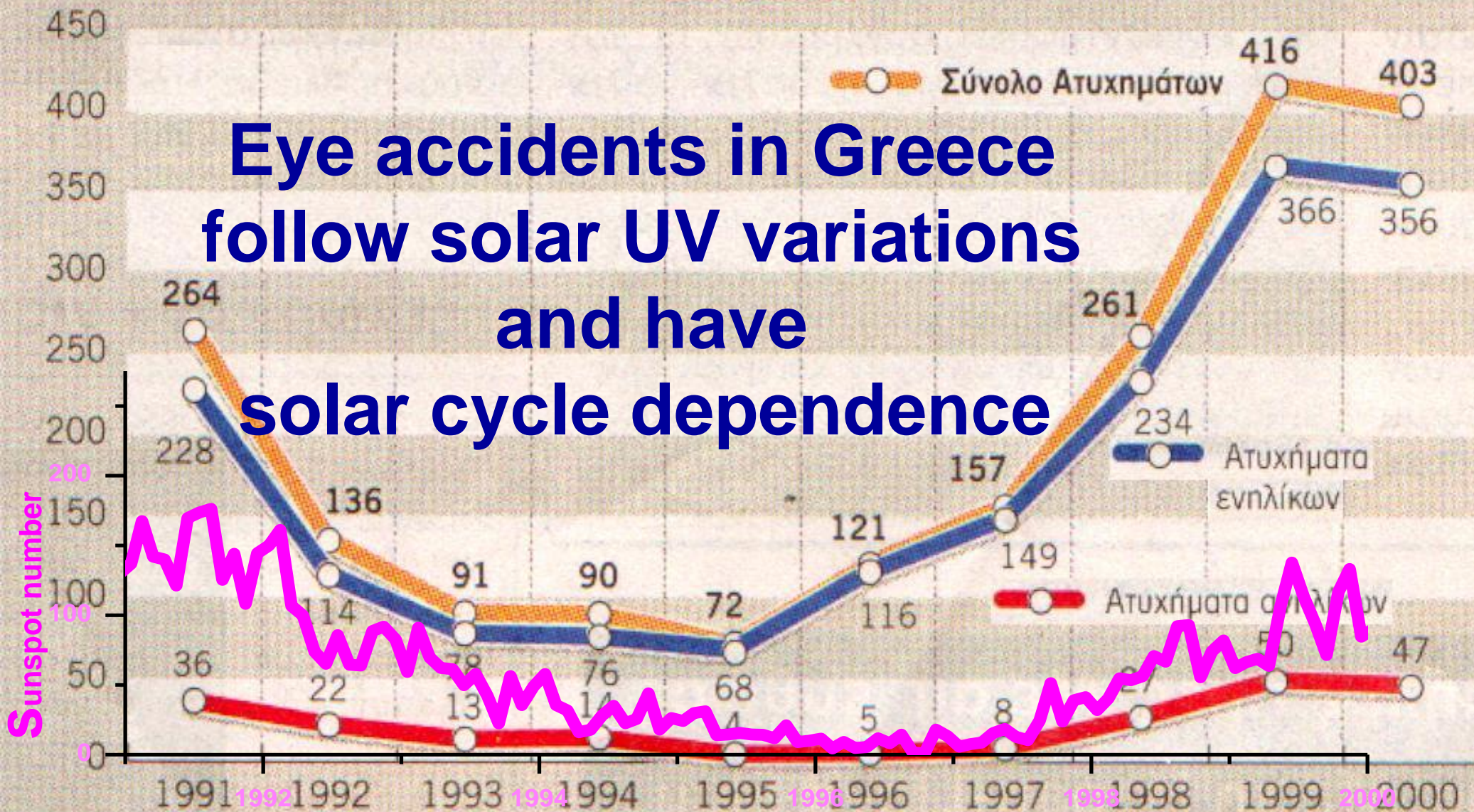


Figure 10: Daily measurements of the Total Solar Irradiance (TSI) from instruments on different satellites. The systematic offsets between measurements taken with different instruments complicate determinations of the long-term behavior.

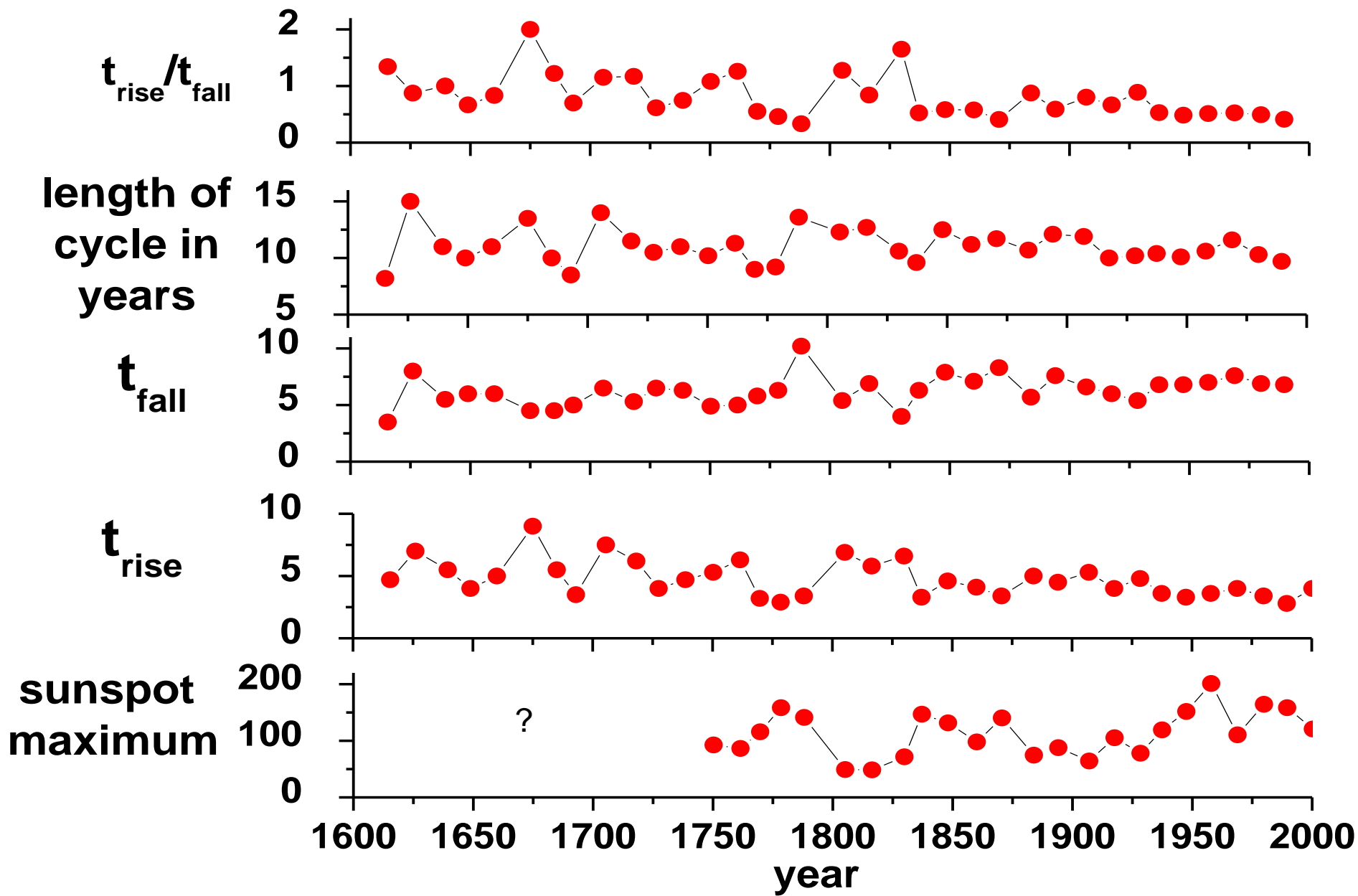
Εργατικά οφθαλμολογικά ατυχήματα στο Θριάσιο Πεδίο

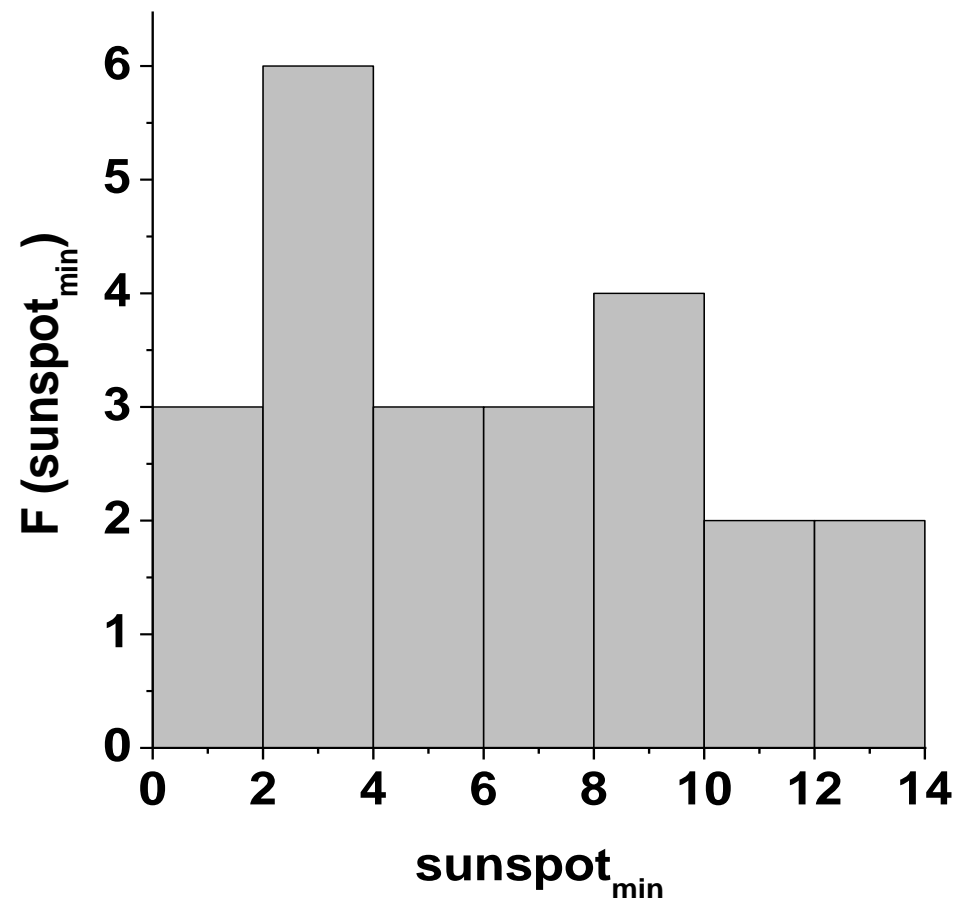
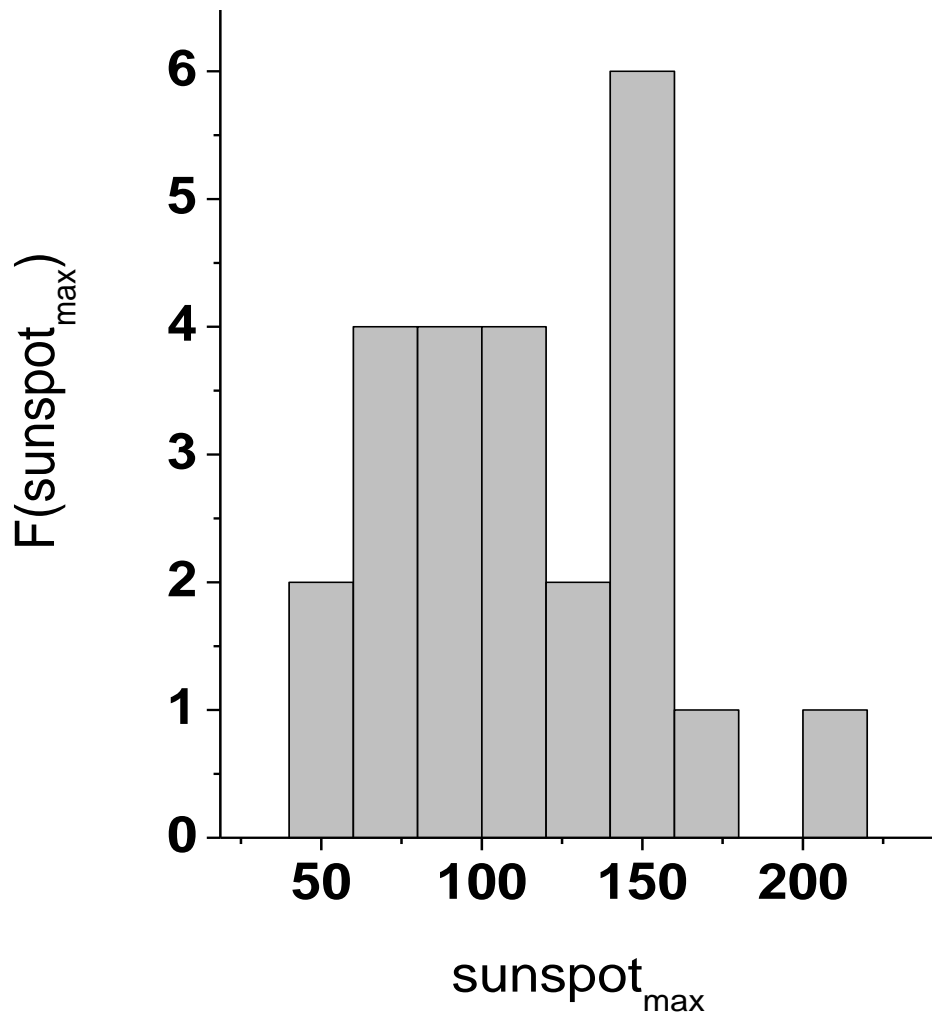
1991-2000

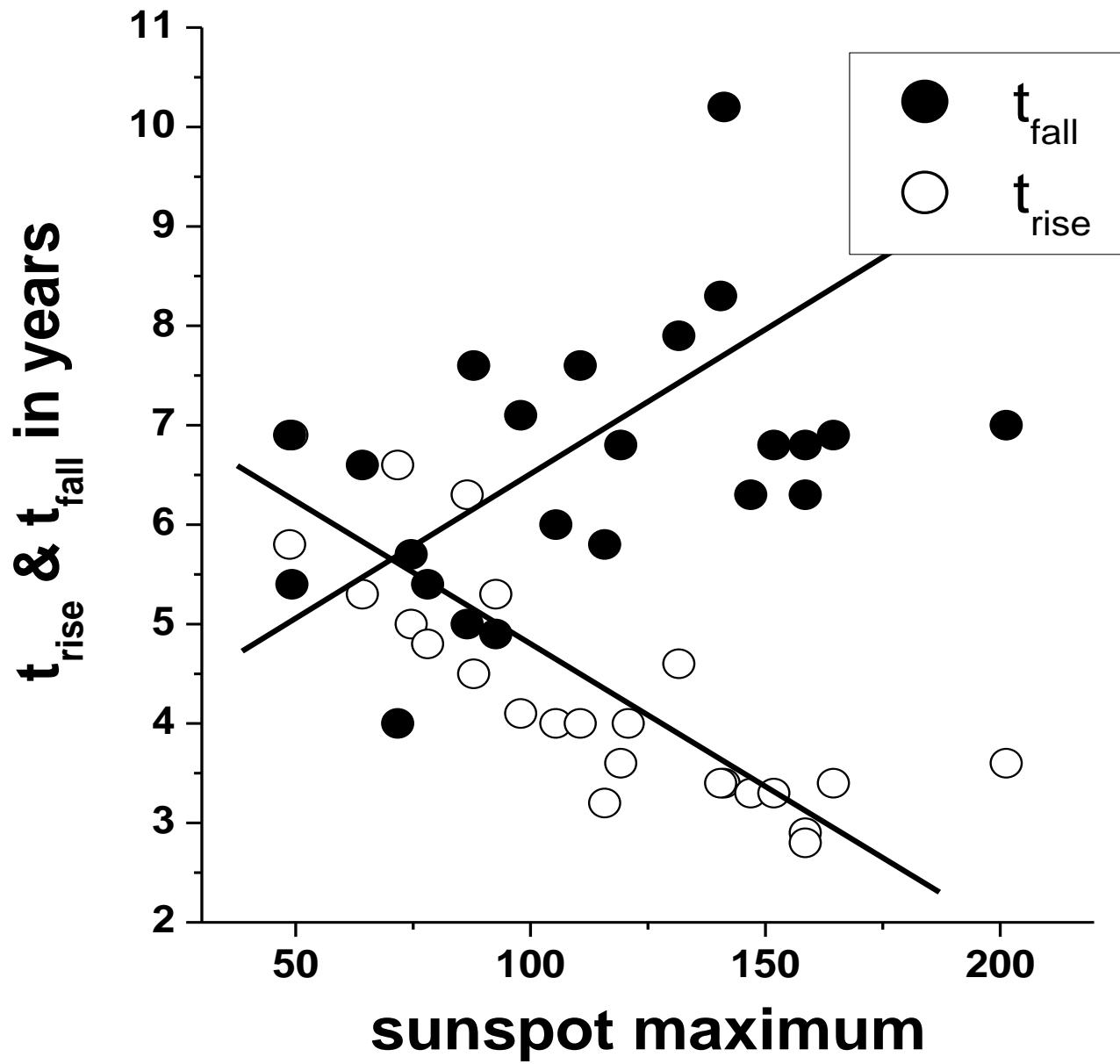
Eye accidents in Greece follow solar UV variations and have solar cycle dependence

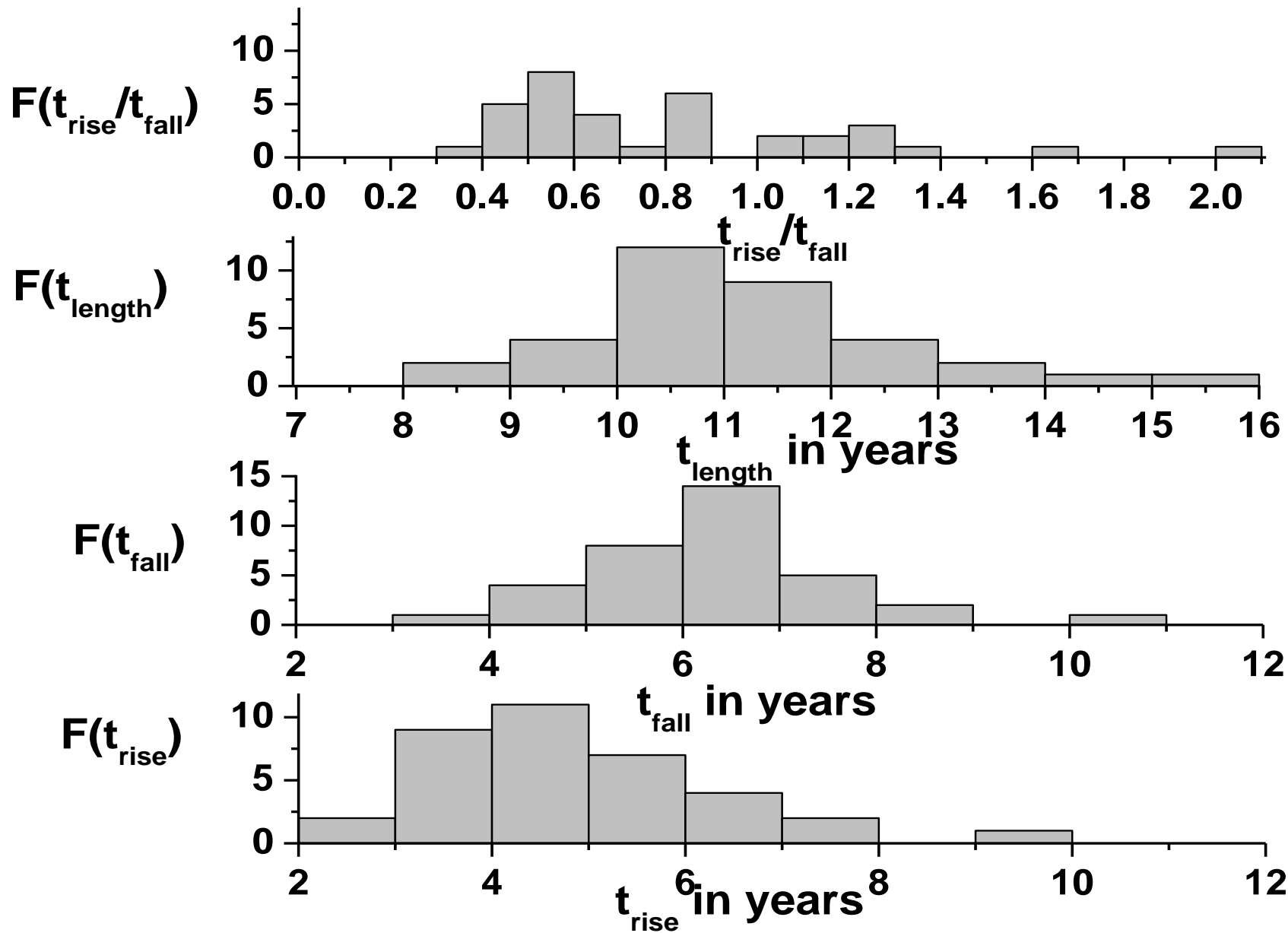


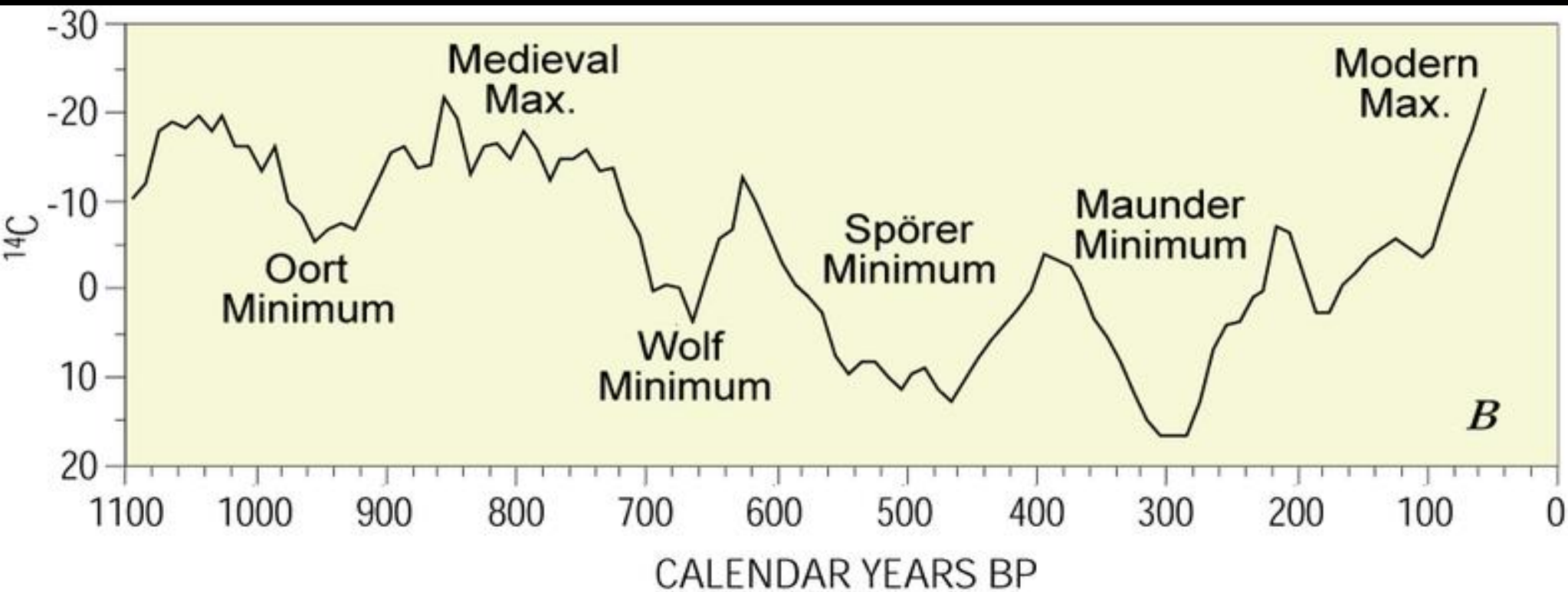
ιατρός Μιχ. Αγγέλου, οικονομολόγος Κυριάκος Σουλιώτης, ΙΚΑ Ελευσίνας
εφημ. Καθημερινή, Κυριακή 2 Σεπτεμβρίου 2001











"Changes in carbon-14 concentration in the Earth's atmosphere, which serves as a long term proxy of solar activity. Note the present day is on the left-hand side of this figure."

http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_activity

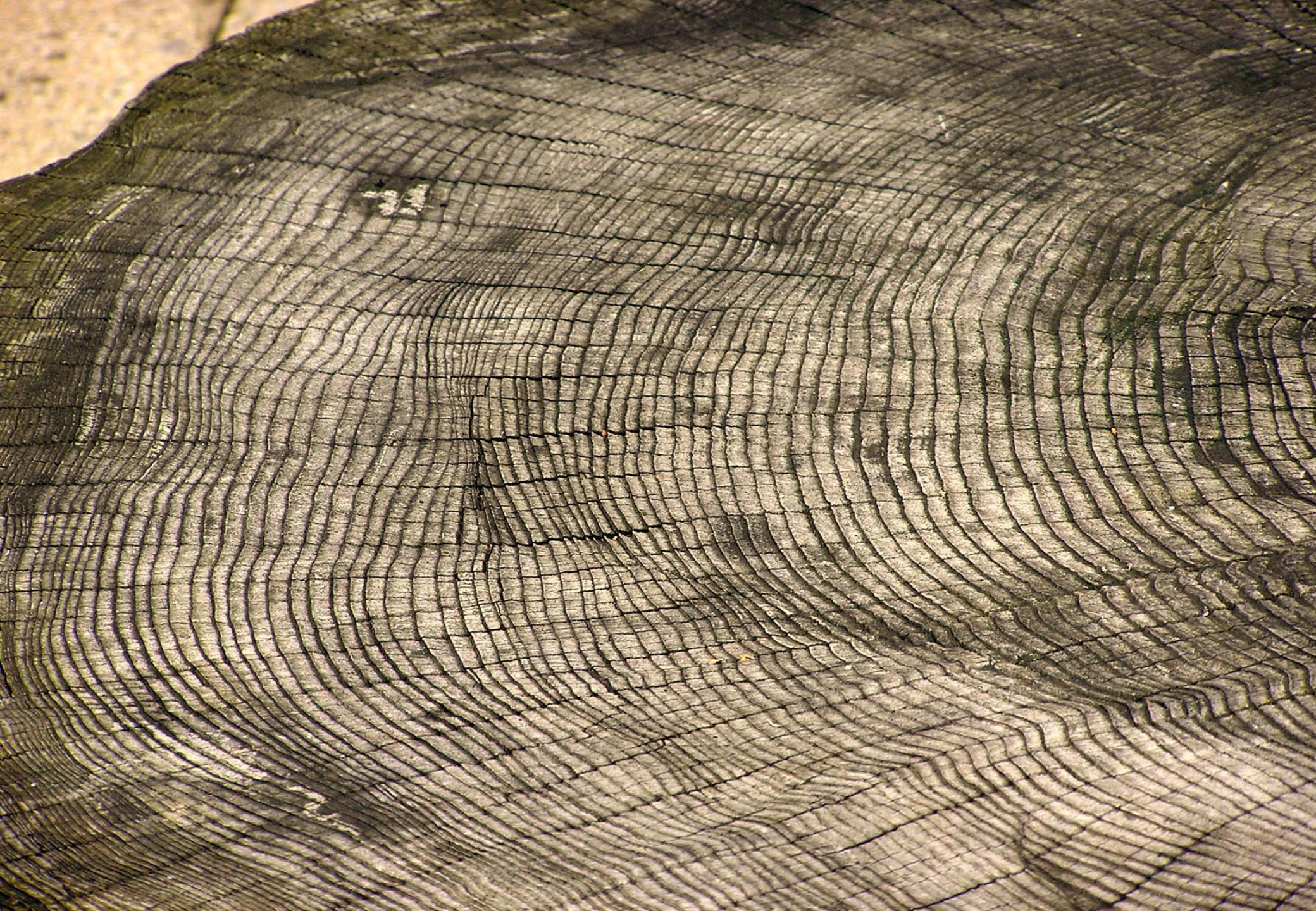
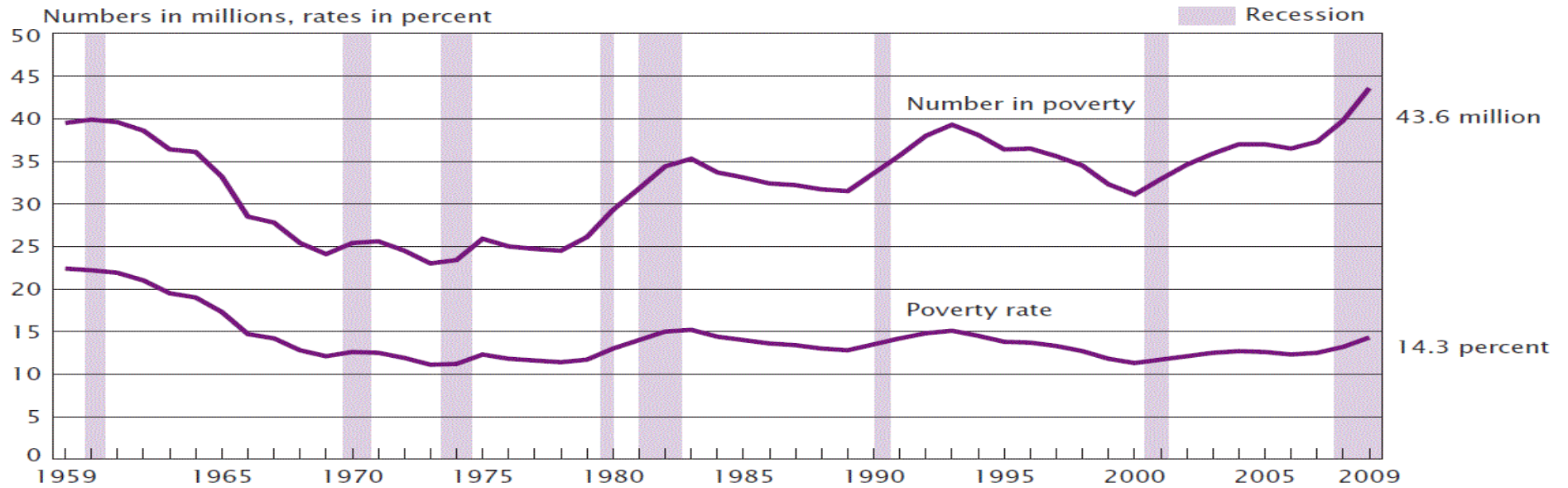
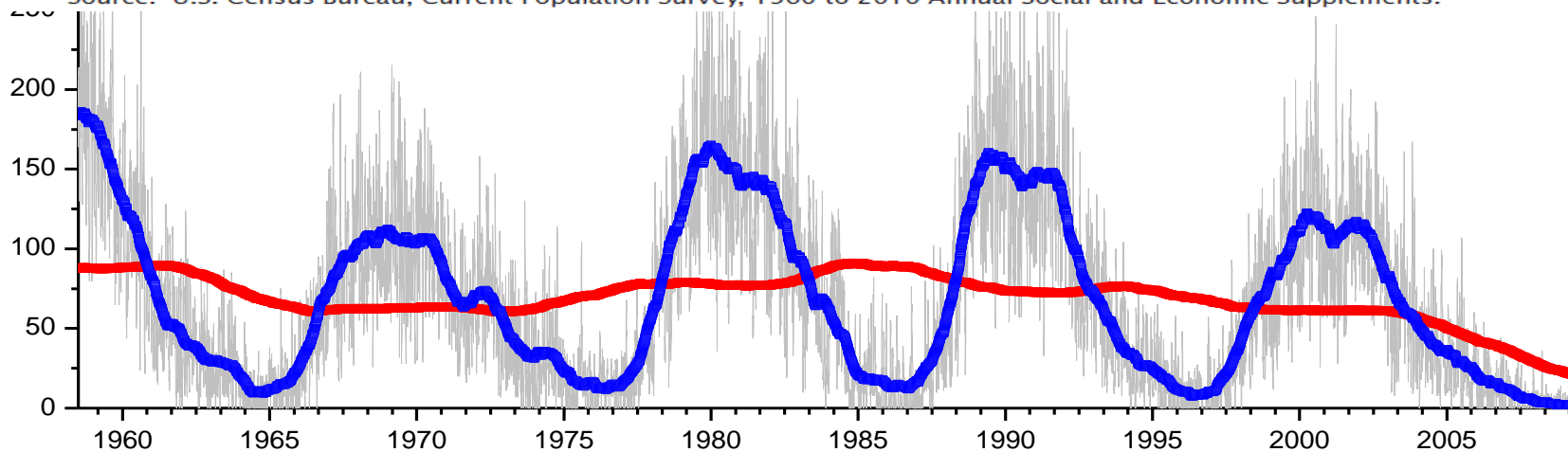


Figure 4.
Number in Poverty and Poverty Rate: 1959 to 2009



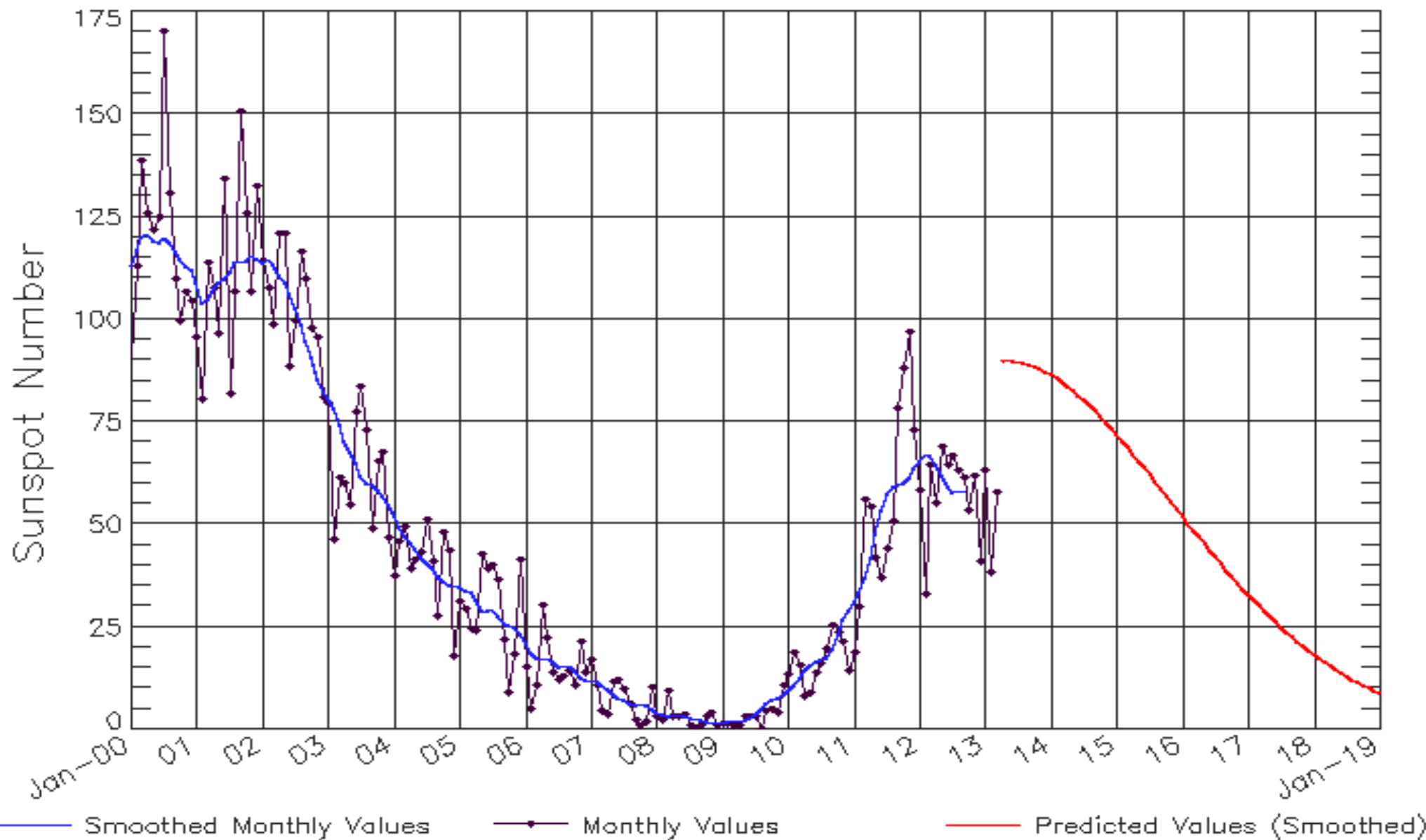
Note: The data points are placed at the midpoints of the respective years.

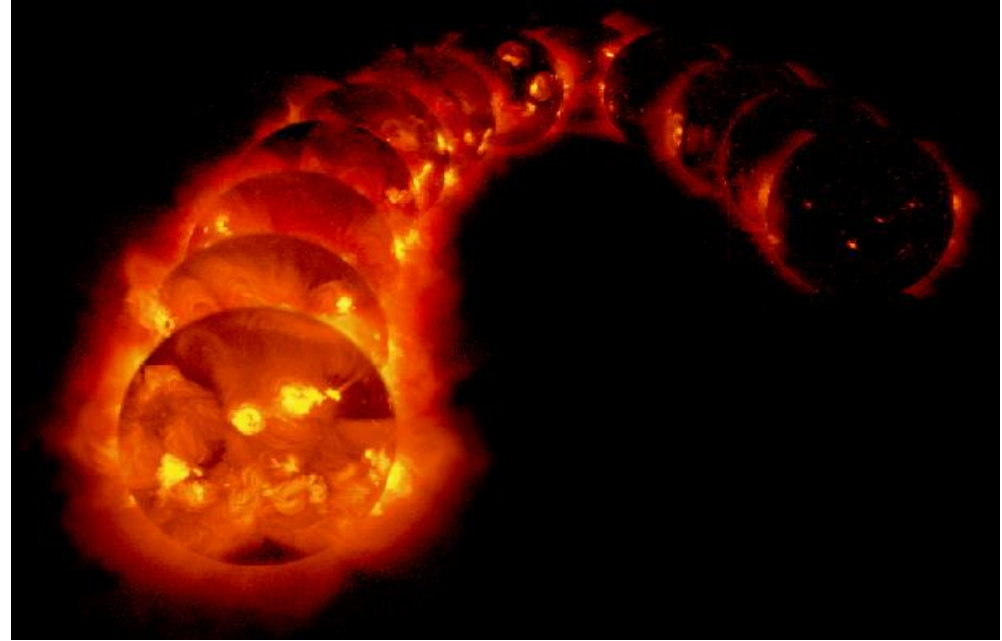
Source: U.S. Census Bureau, Current Population Survey, 1960 to 2010 Annual Social and Economic Supplements.



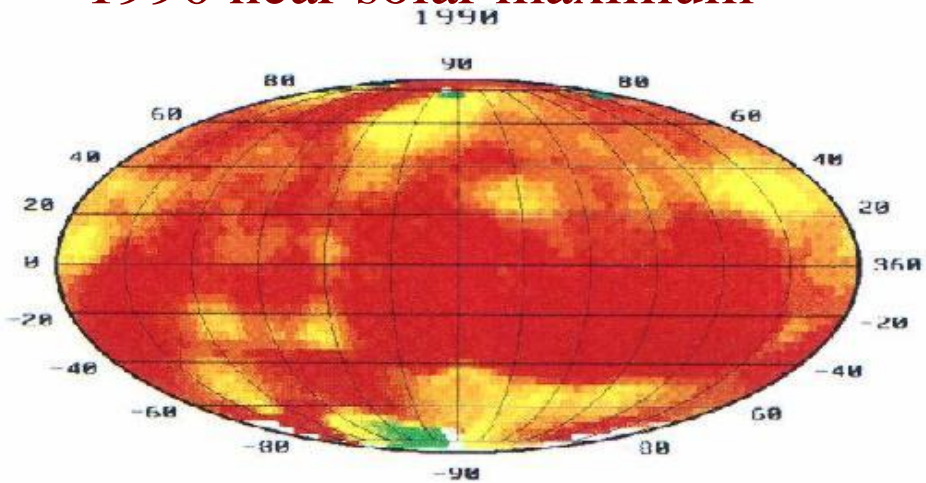
ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression

Observed data through Mar 2013

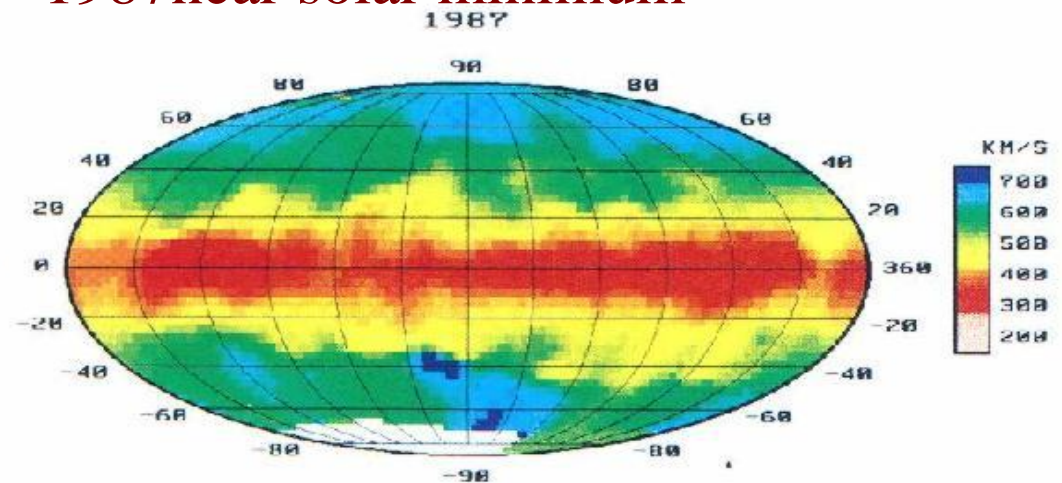


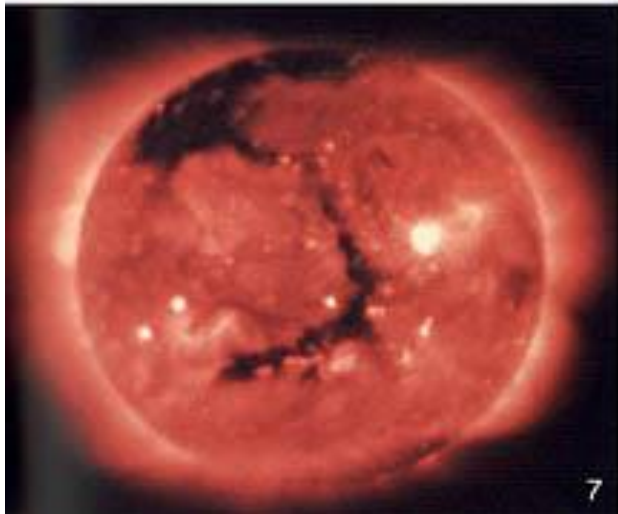
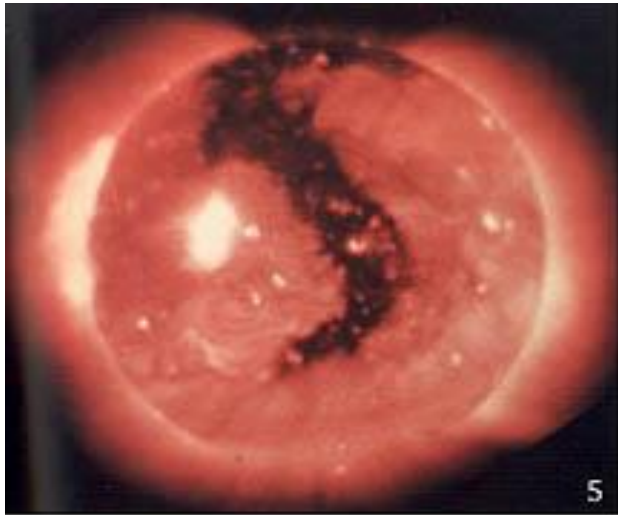


1990 near solar maximum



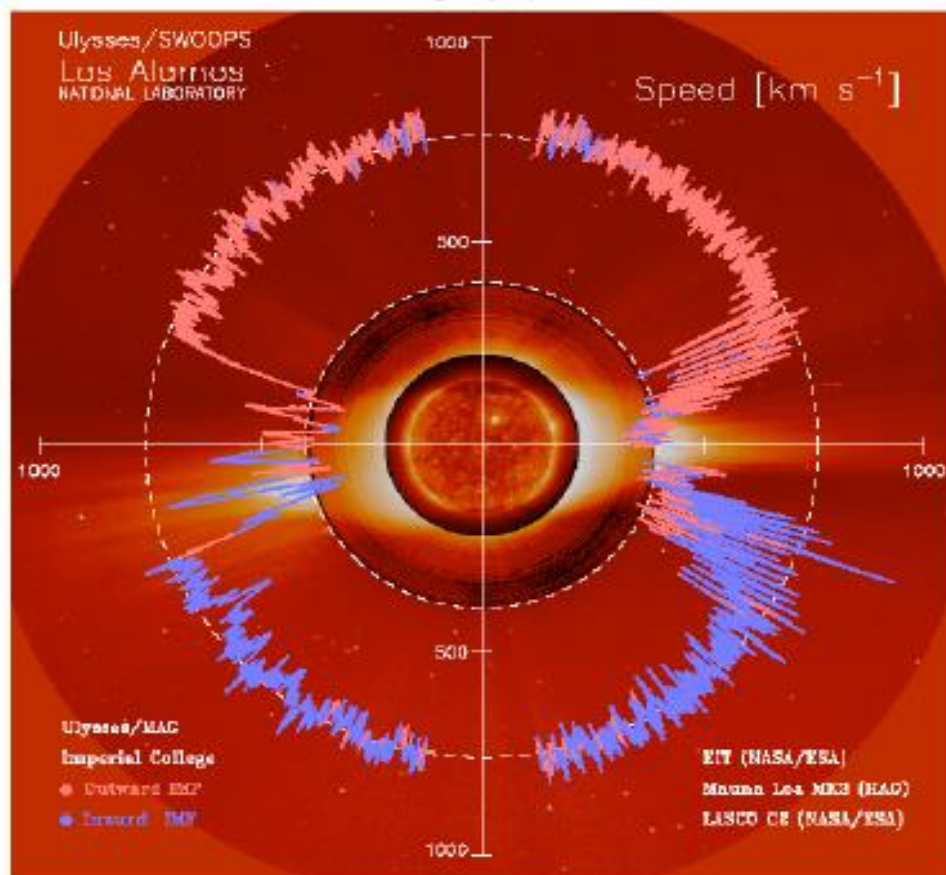
1987 near solar minimum





CORONAL HOLES FROM SKYLAB'S X-RAY TELESCOPES
13 months

Orbit 1



Orbit 2

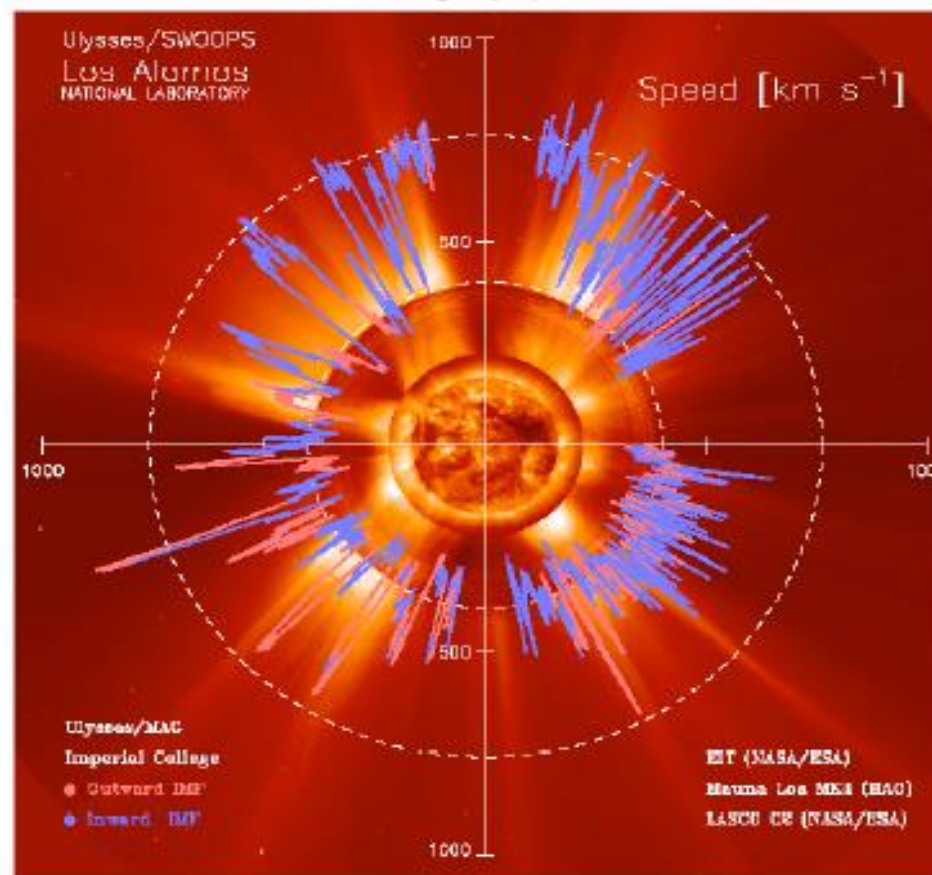
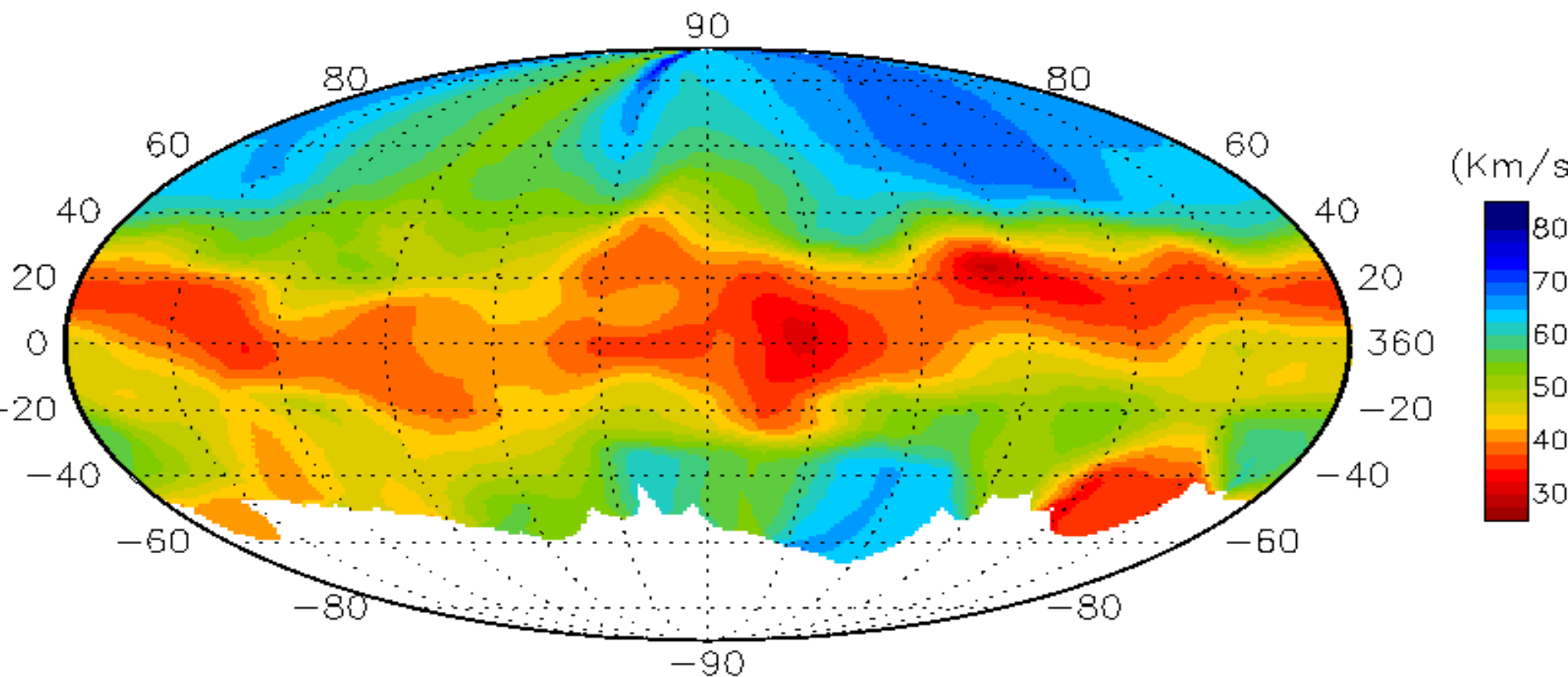
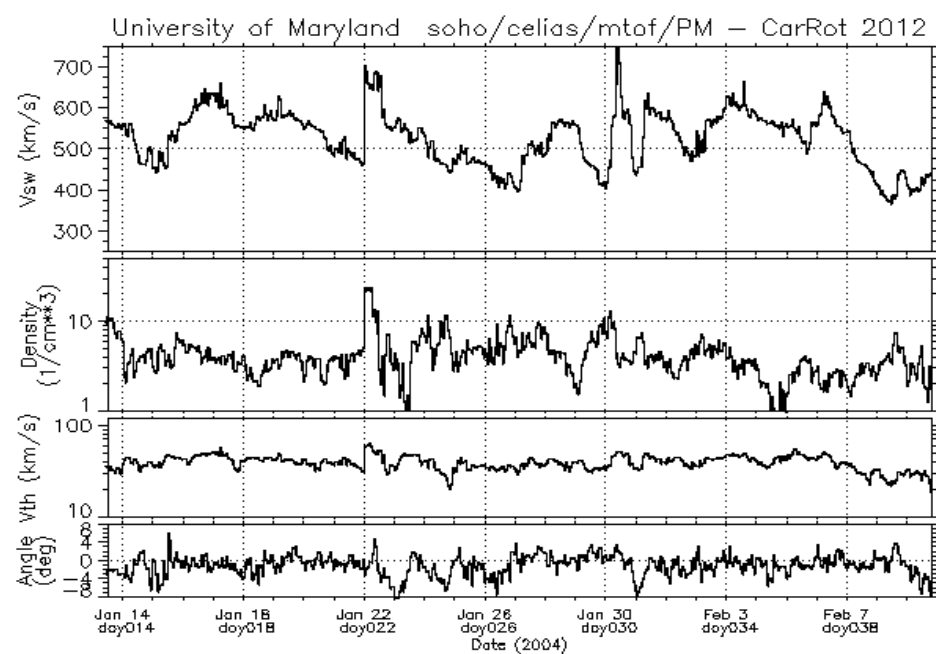
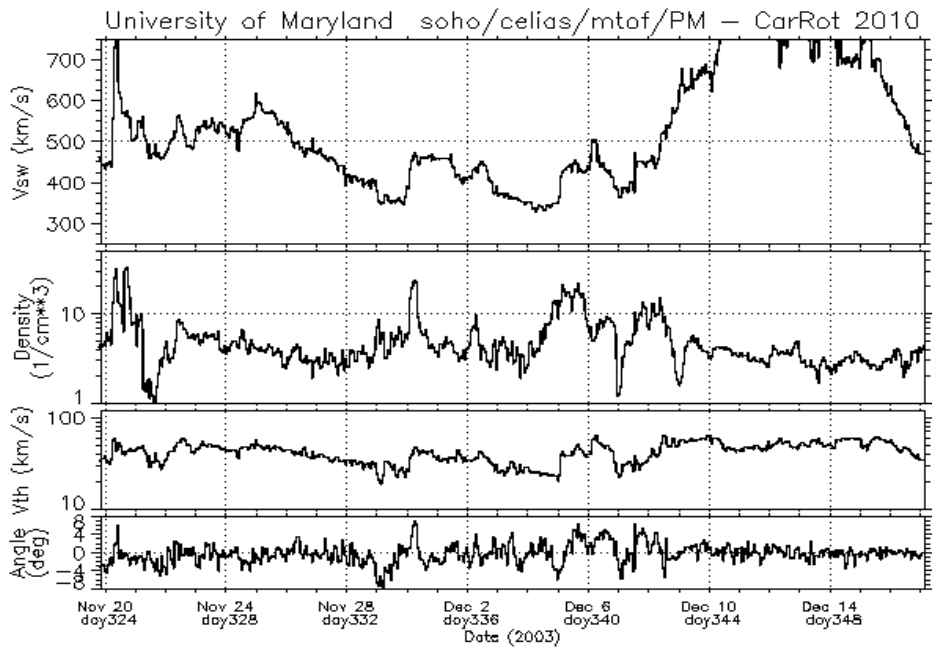
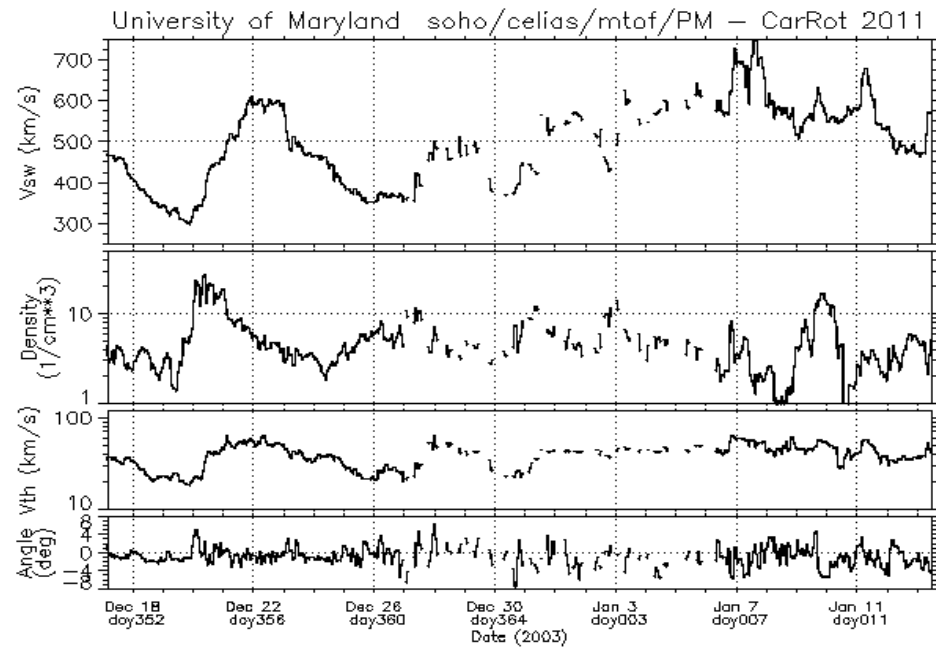
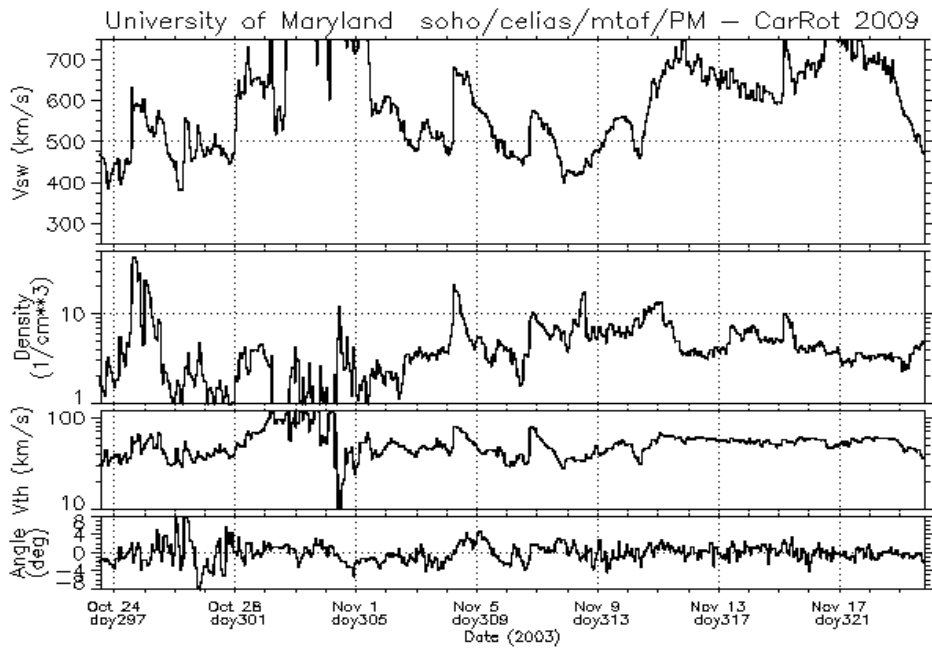
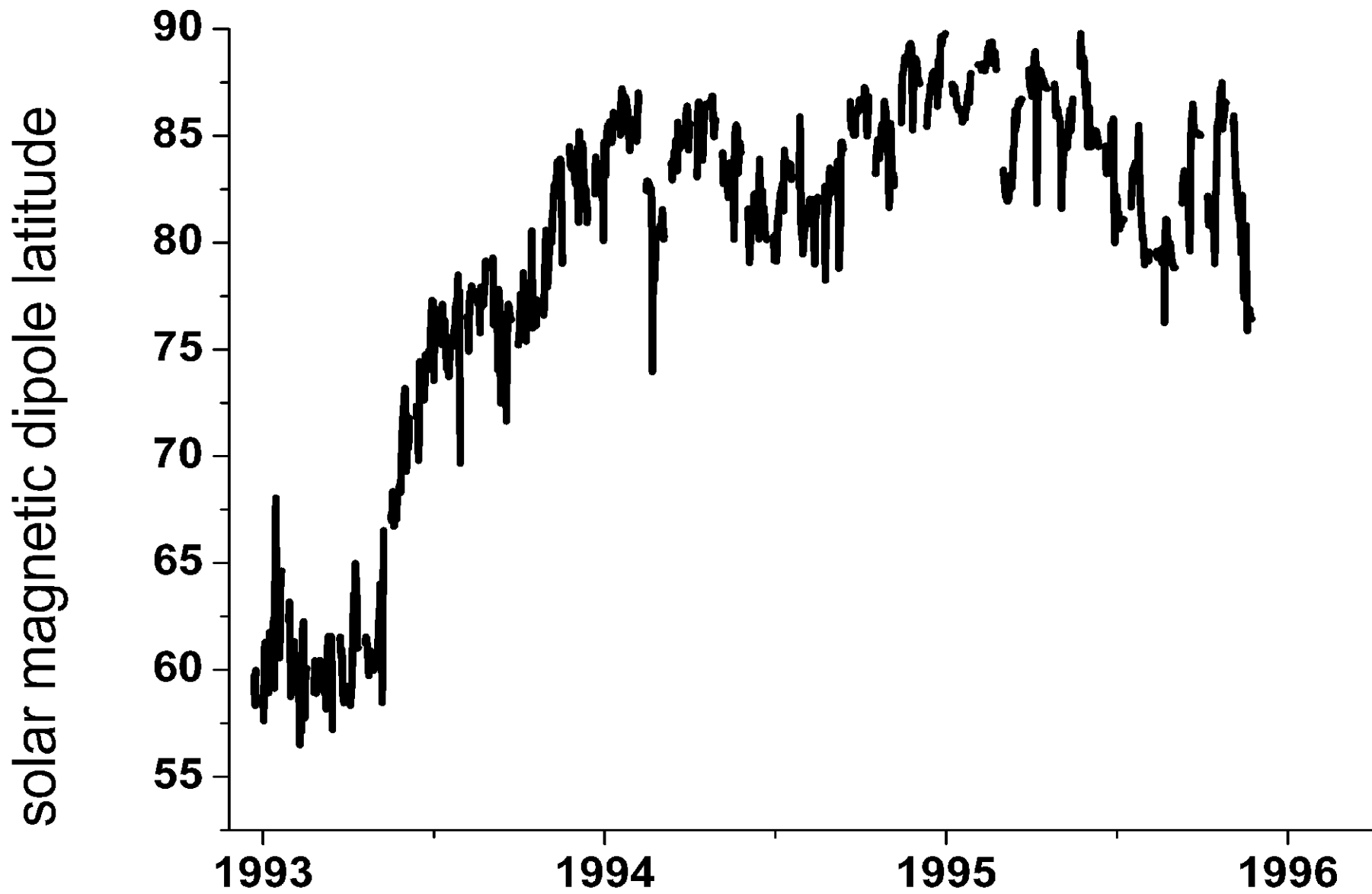


Figure 1.3. Dial plots of solar wind speed with co-temporal coronal images two years prior to solar minimum (Orbit 1) and at solar maximum (Orbit 2). Time runs clockwise from 3 o'clock, along with heliographic latitude. The solar wind speed scales are 500 km/s (1000 km/s) on the inner (outer) dashed circle. The 6.2 year orbits start in 1992 and 1998. The gaps at the north and south poles reflect the maximum Ulysses latitude of 80.2° . The final U-II data point is from December 2002.

SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1888 - 1890
1994

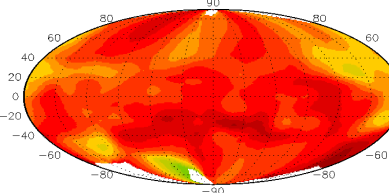




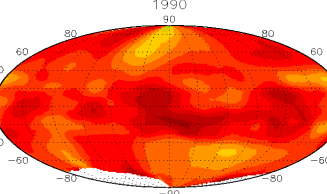


1990 near solar maximum

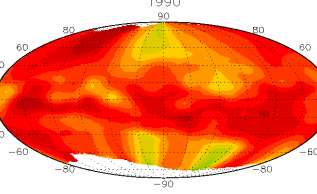
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1827 - 1829
1990



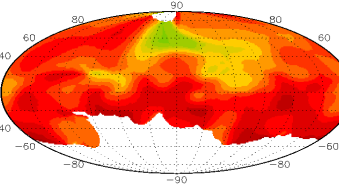
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1829 - 1831
1990



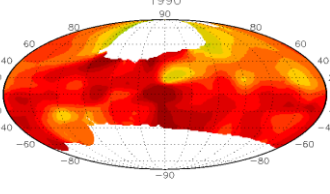
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1831 - 1833
1990



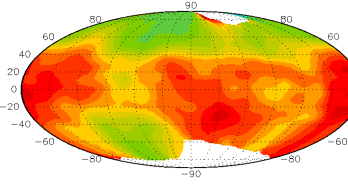
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1832 - 1834
1990



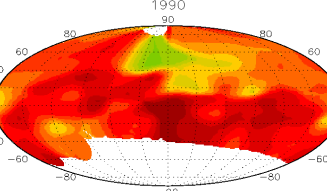
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1834 - 1836
1990



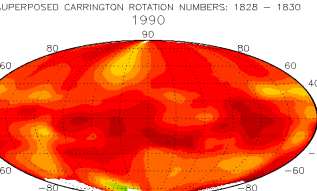
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1844 - 1846
1991



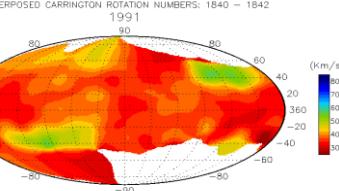
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1833 - 1835
1990



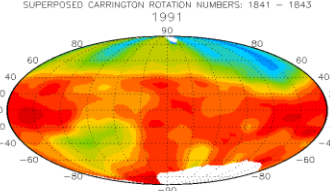
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1828 - 1830
1990



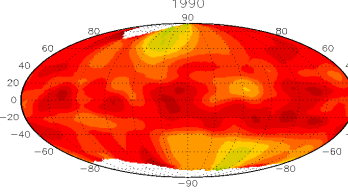
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1840 - 1842
1991



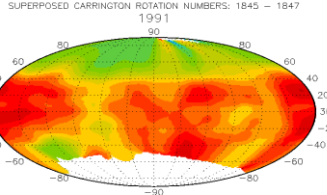
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1841 - 1843
1991



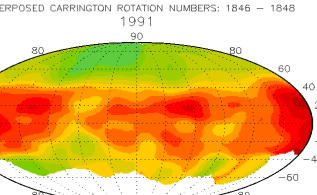
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1830 - 1832
1990



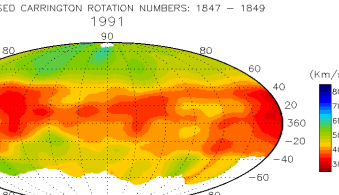
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1845 - 1847
1991



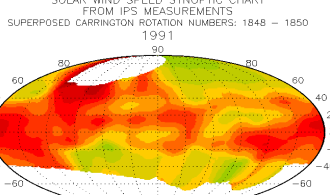
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1846 - 1848
1991



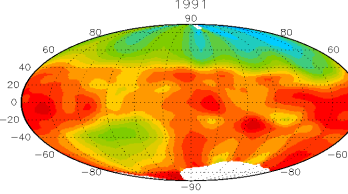
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1847 - 1849
1991



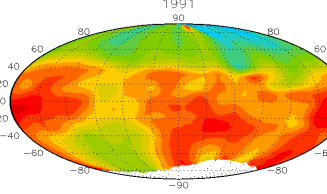
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1848 - 1850
1991



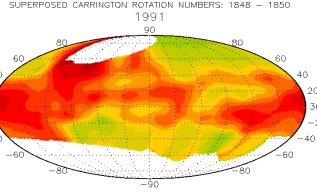
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1842 - 1844
1991



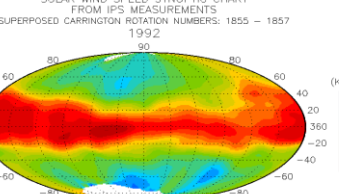
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1843 - 1845
1991



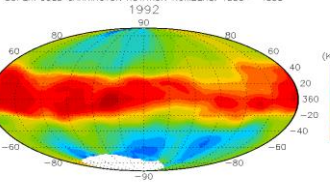
SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1848 - 1850
1991



SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1855 - 1857
1992

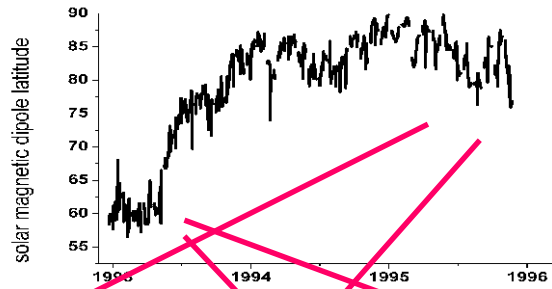


SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART
FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1856 - 1858
1992



1990 near solar maximum

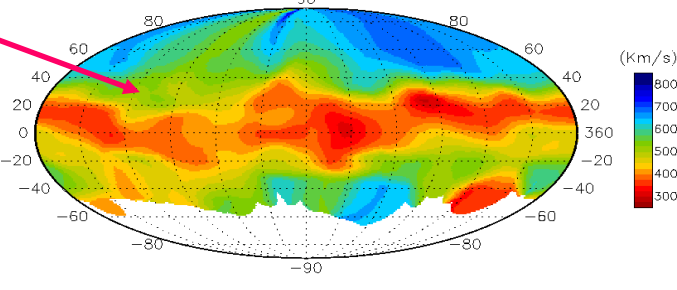
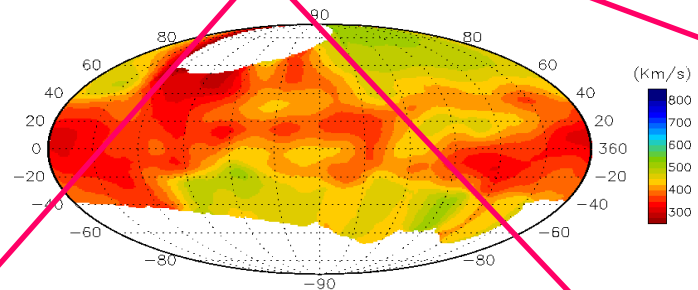
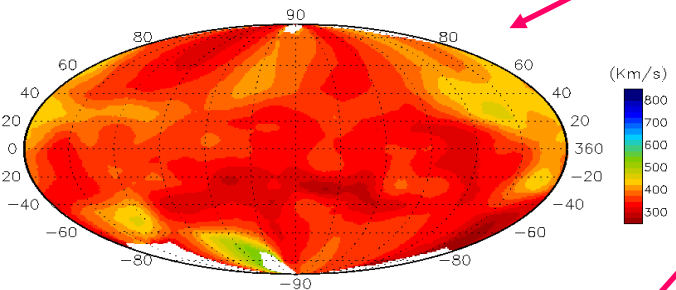
1994 near solar minimum



SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1827 - 1829
1990

SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1848 - 1850
1991

SOLAR WIND SPEED SYNOPTIC CHART FROM IPS MEASUREMENTS
SUPERPOSED CARRINGTON ROTATION NUMBERS: 1888 - 1890
1994



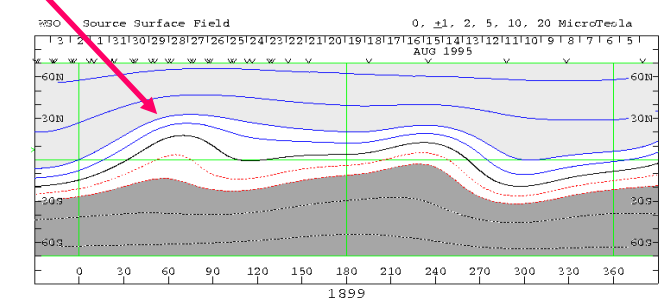
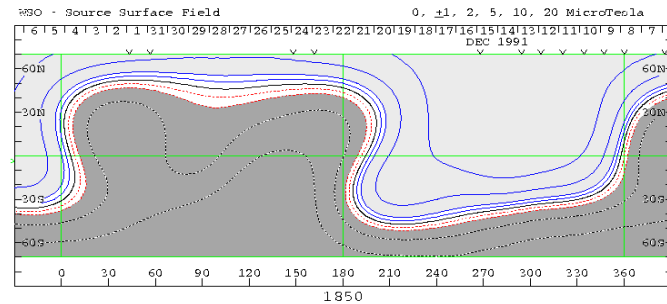
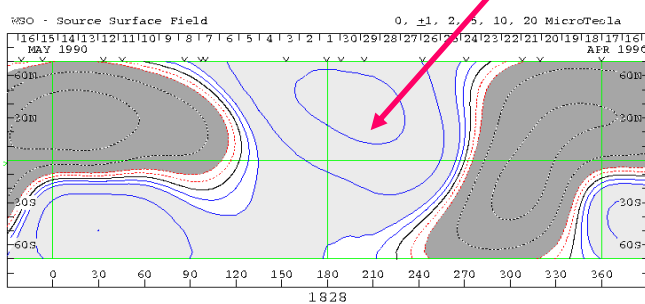
SOLAR-TERRRESTRIAL ENVIRONMENT LABORATORY, NAGOYA UNIVERSITY

SOLAR-TERRRESTRIAL ENVIRONMENT LABORATORY, NAGOYA UNIVERSITY

SOLAR-TERRRESTRIAL ENVIRONMENT LABORATORY, NAGOYA UNIVERSITY

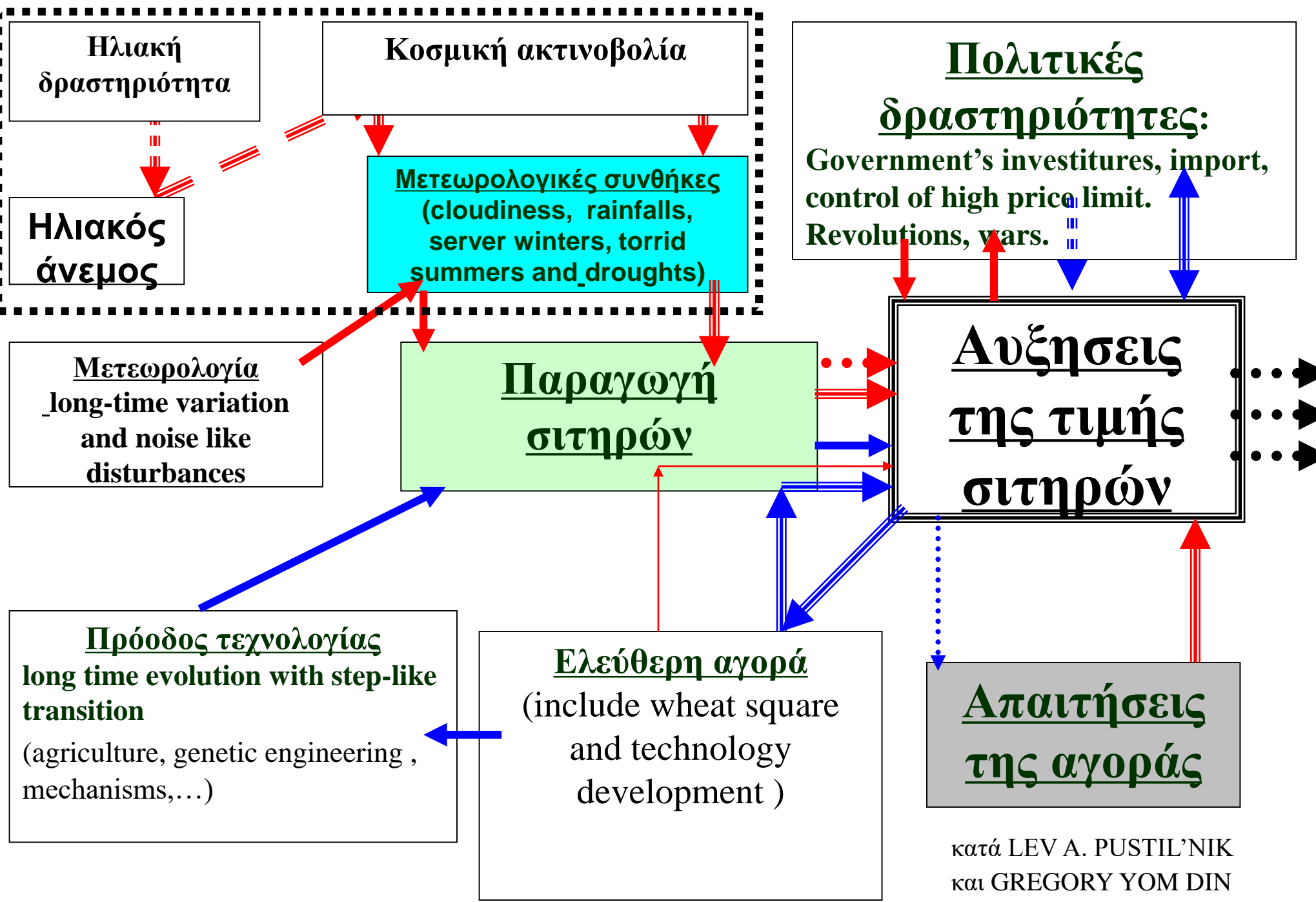
Nagoya University, Solar wind speed synoptic chart from IPS measurements (1990-1994)

<http://shnet1.stelab.nagoya-u.ac.jp/omosaic/gojn95/ips2/ips2.html>



Wilcox Solar Observatory Source Surface Synoptic Charts

<http://wso.stanford.edu/synsource.html>



κατά LEV A. PUSTIL'NIK
και GREGORY YOM DIN

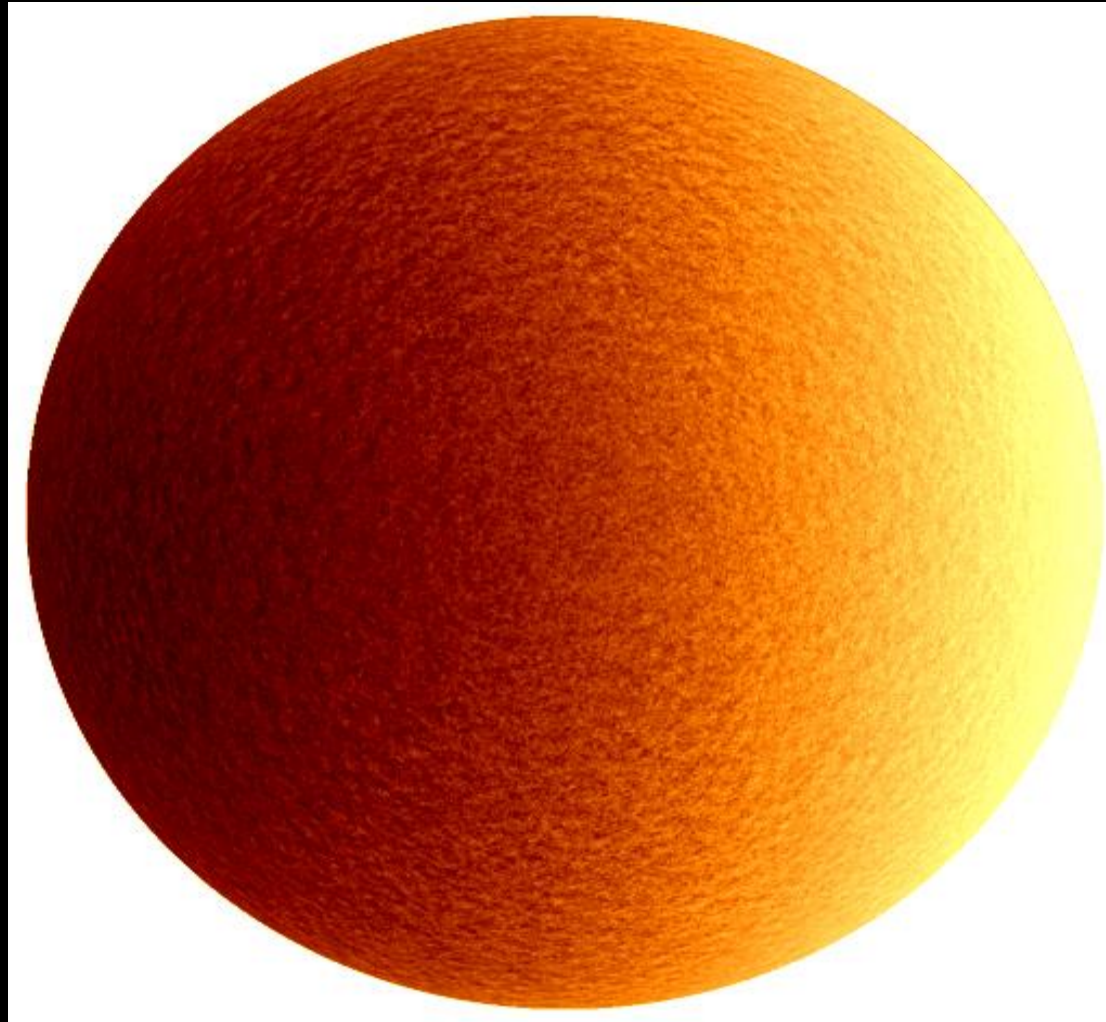
INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON STATE OF WHEAT MARKET IN MEDIEVAL ENGLAND

Conceptual model based on:

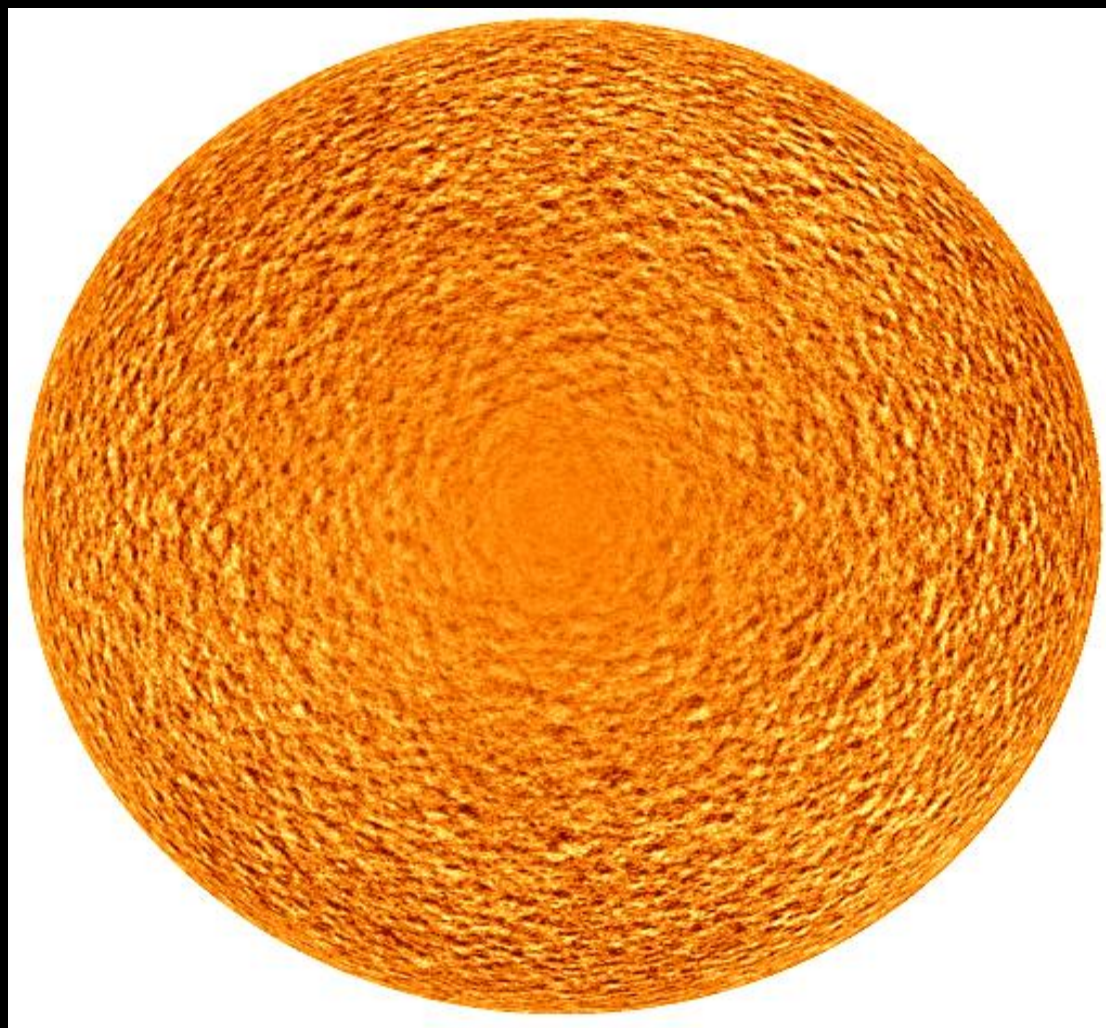
1. Cosmic ray intensity in the solar system changes with solar activity.
2. Existence of the correlation between cosmic ray flux entering the terrestrial atmosphere and cloudiness of the atmosphere.
3. Wheat production depends on weather conditions as a nonlinear function with threshold transitions.
4. A wheat market with a limited supply (as it was in Medieval England) is highly nonlinearly sensitive to variations in wheat production with boundary states where small changes in wheat supply could lead to bursts of prices or to prices falling.

Ηλιοσεισμολογία

Ηλιοσεισμολογία



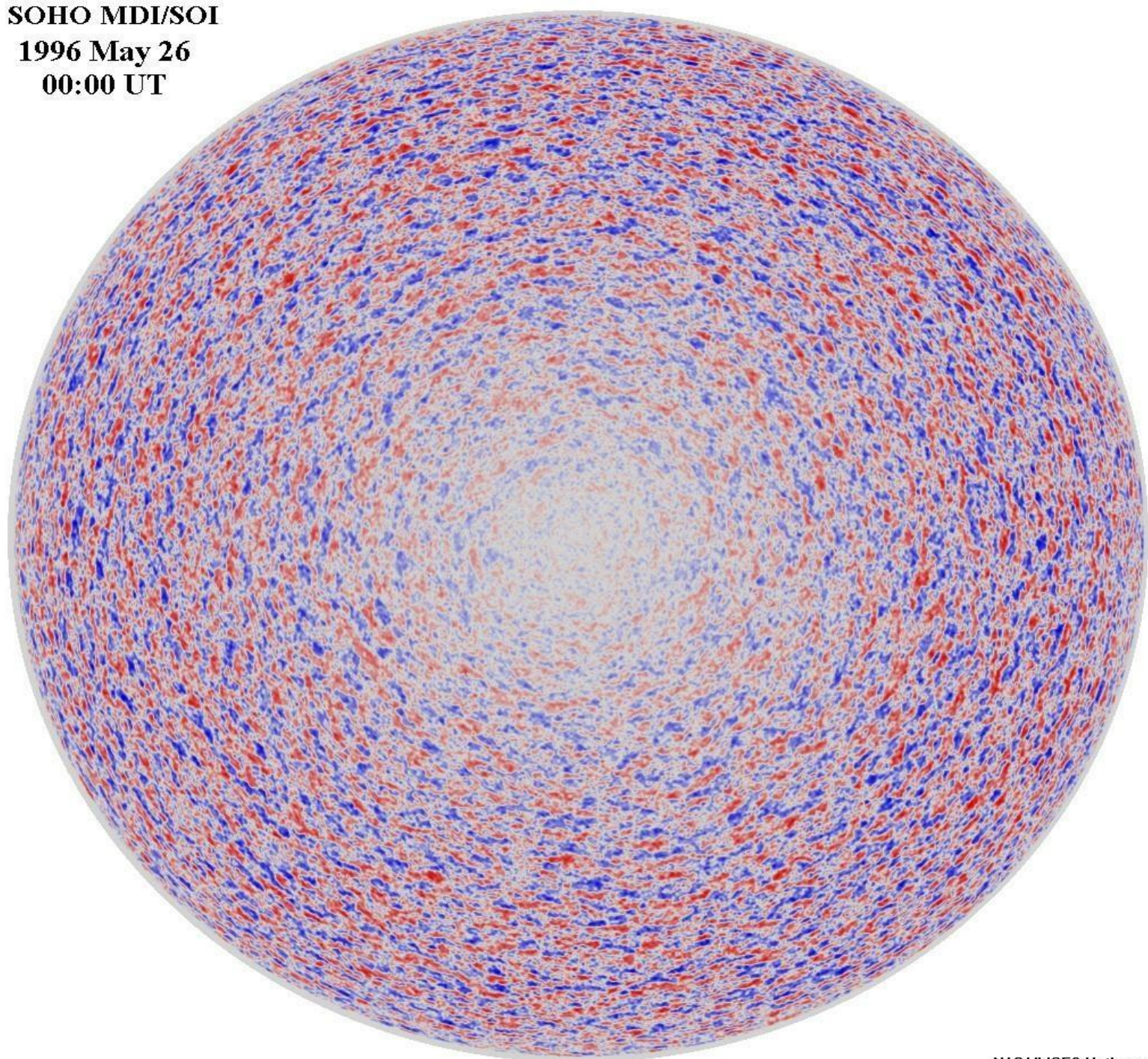
Ηλιοσεισμολογία



SOHO MDI/SOI

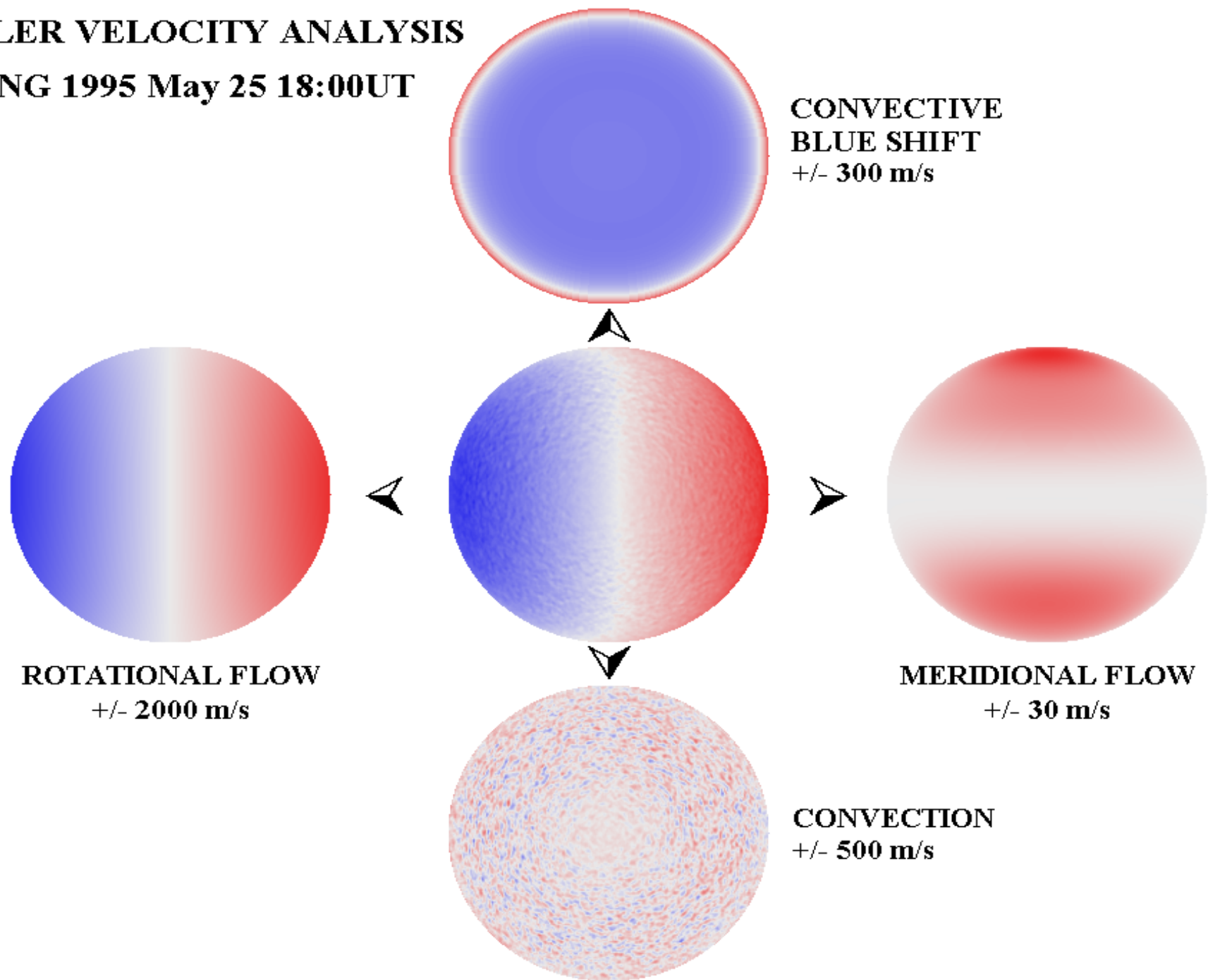
1996 May 26

00:00 UT



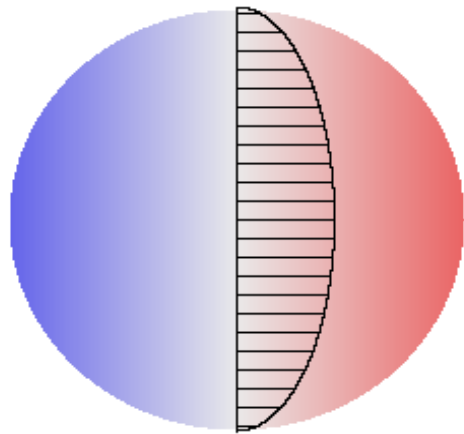
DOPPLER VELOCITY ANALYSIS

GONG 1995 May 25 18:00UT

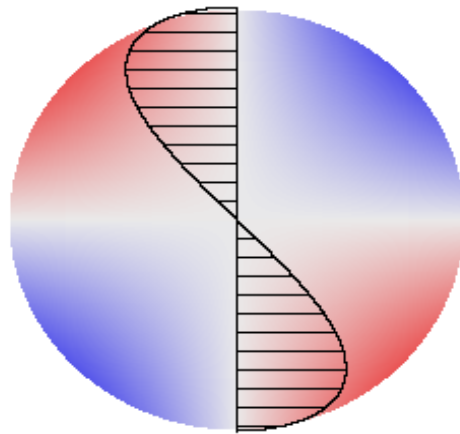


ROTATION COMPONENTS

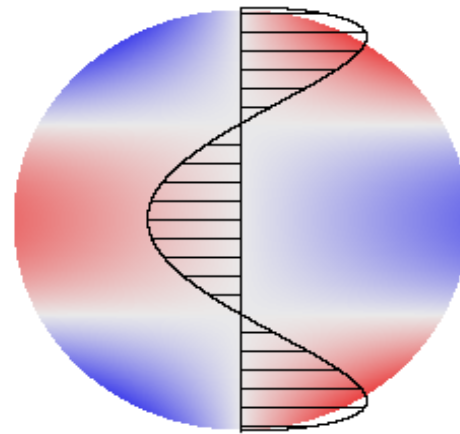
T_1^0



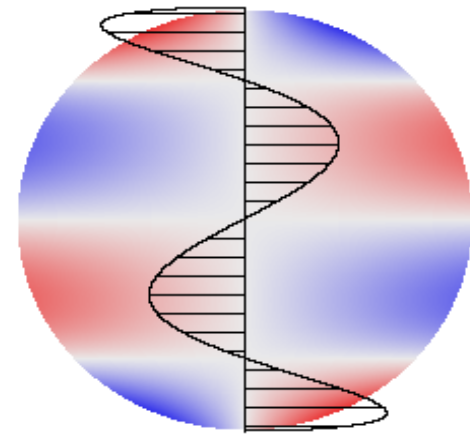
T_2^0



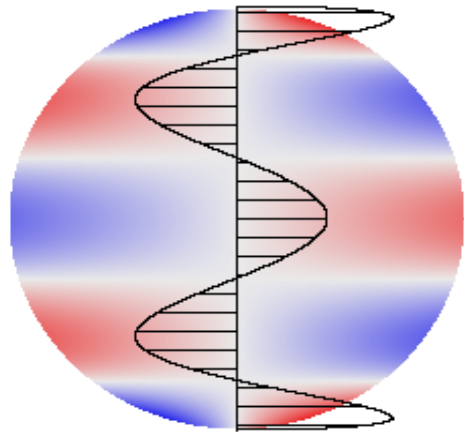
T_3^0



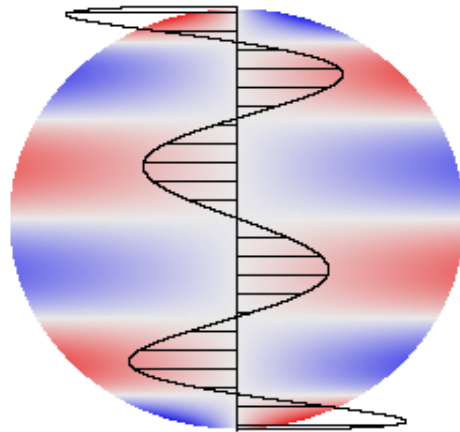
T_4^0



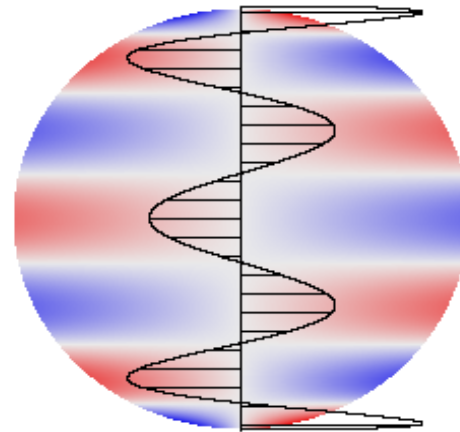
T_5^0



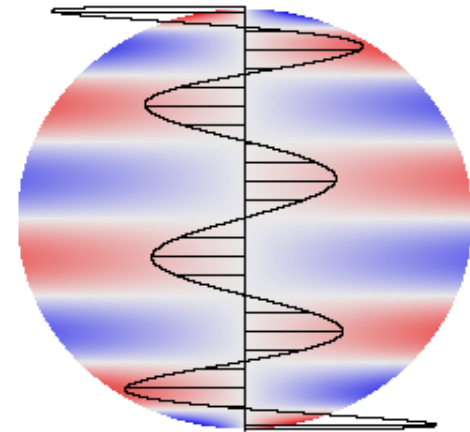
T_6^0

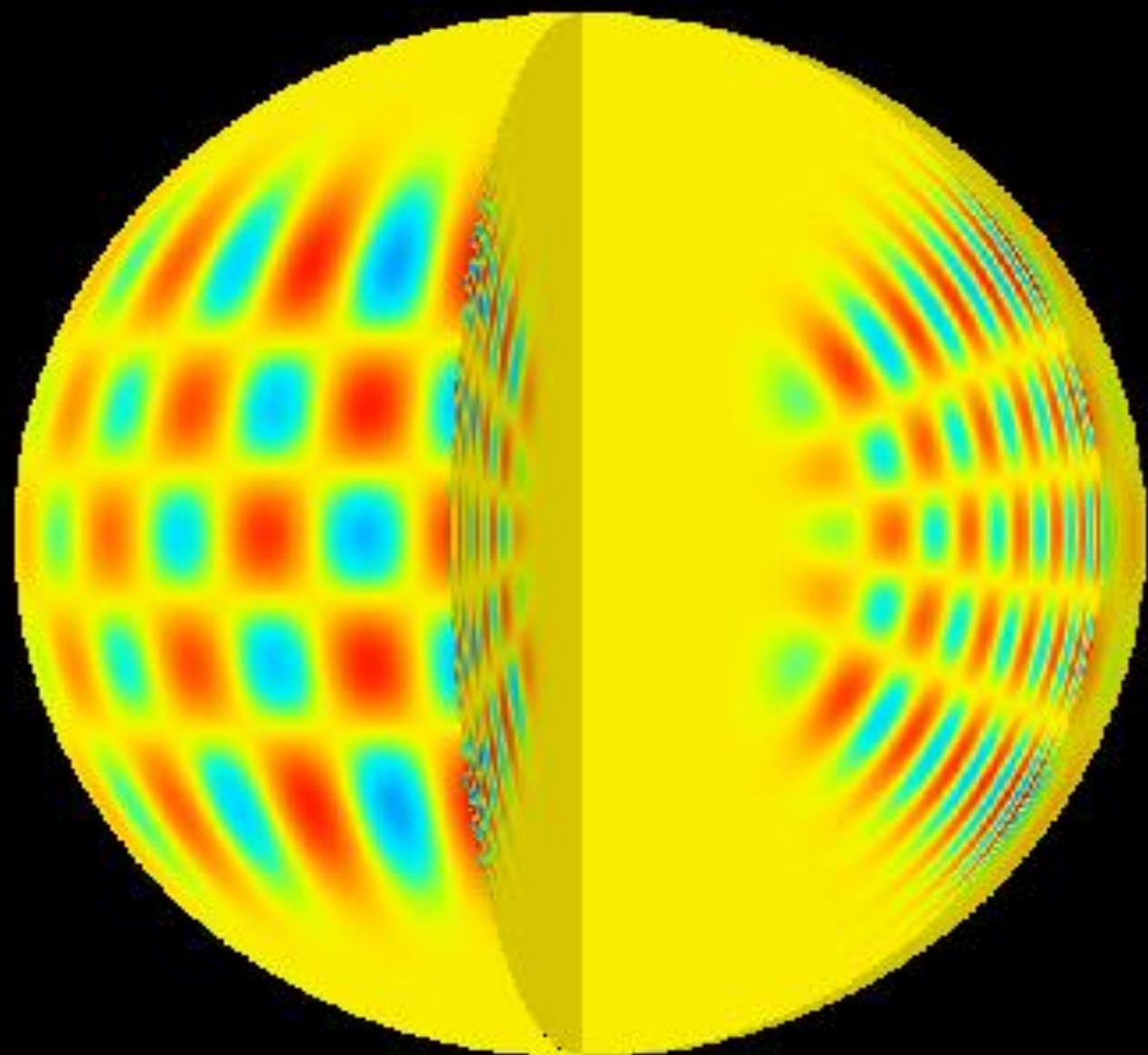


T_7^0

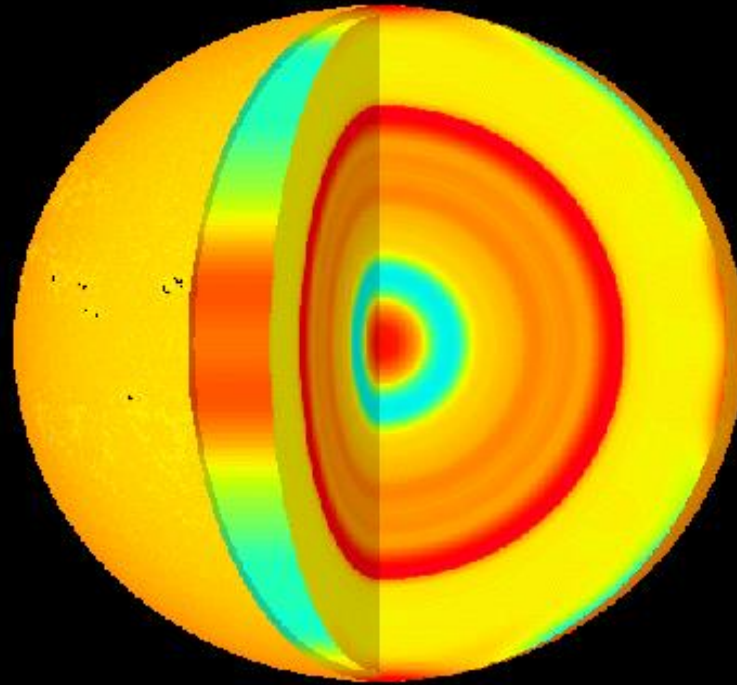


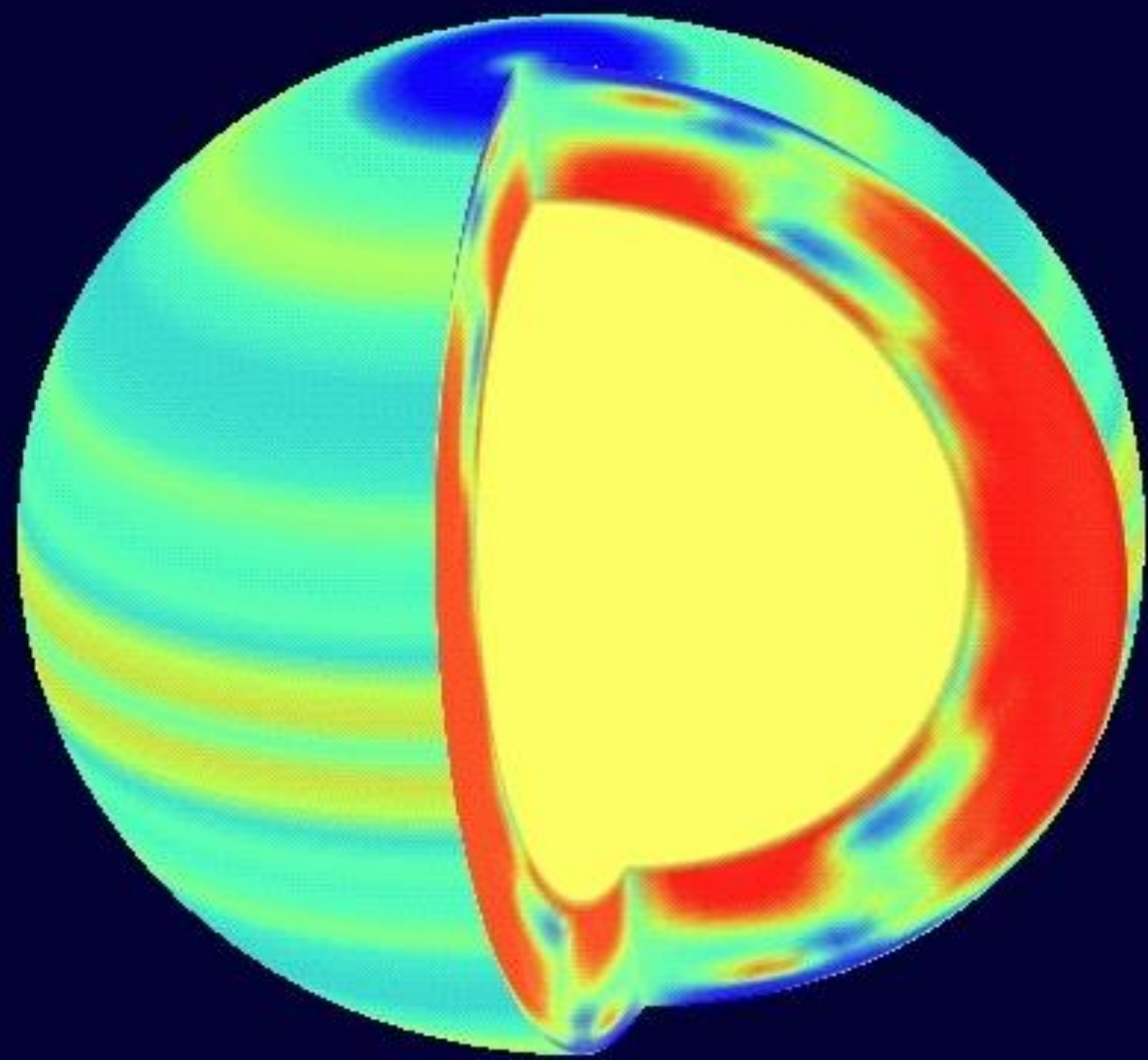
T_8^0

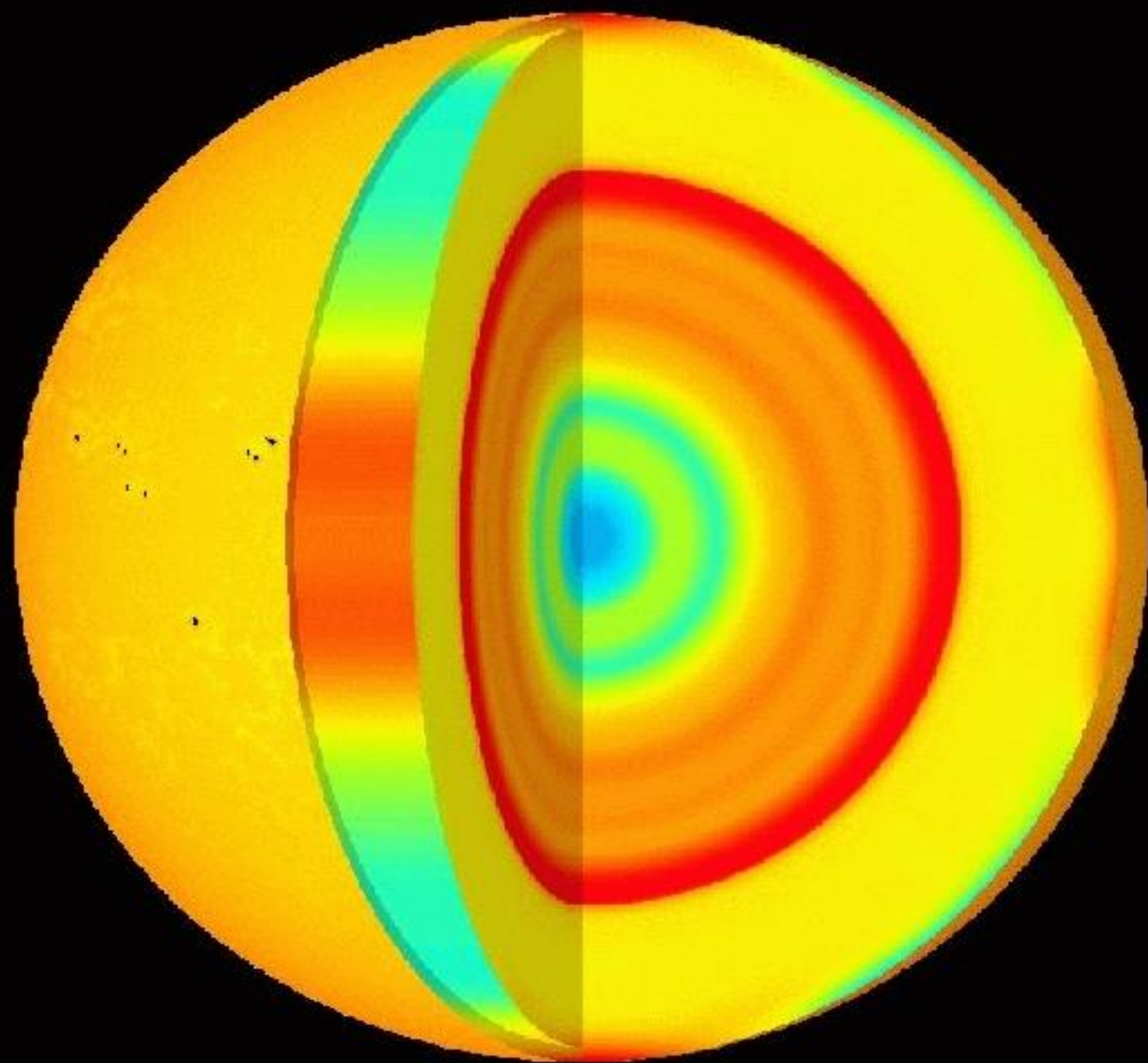


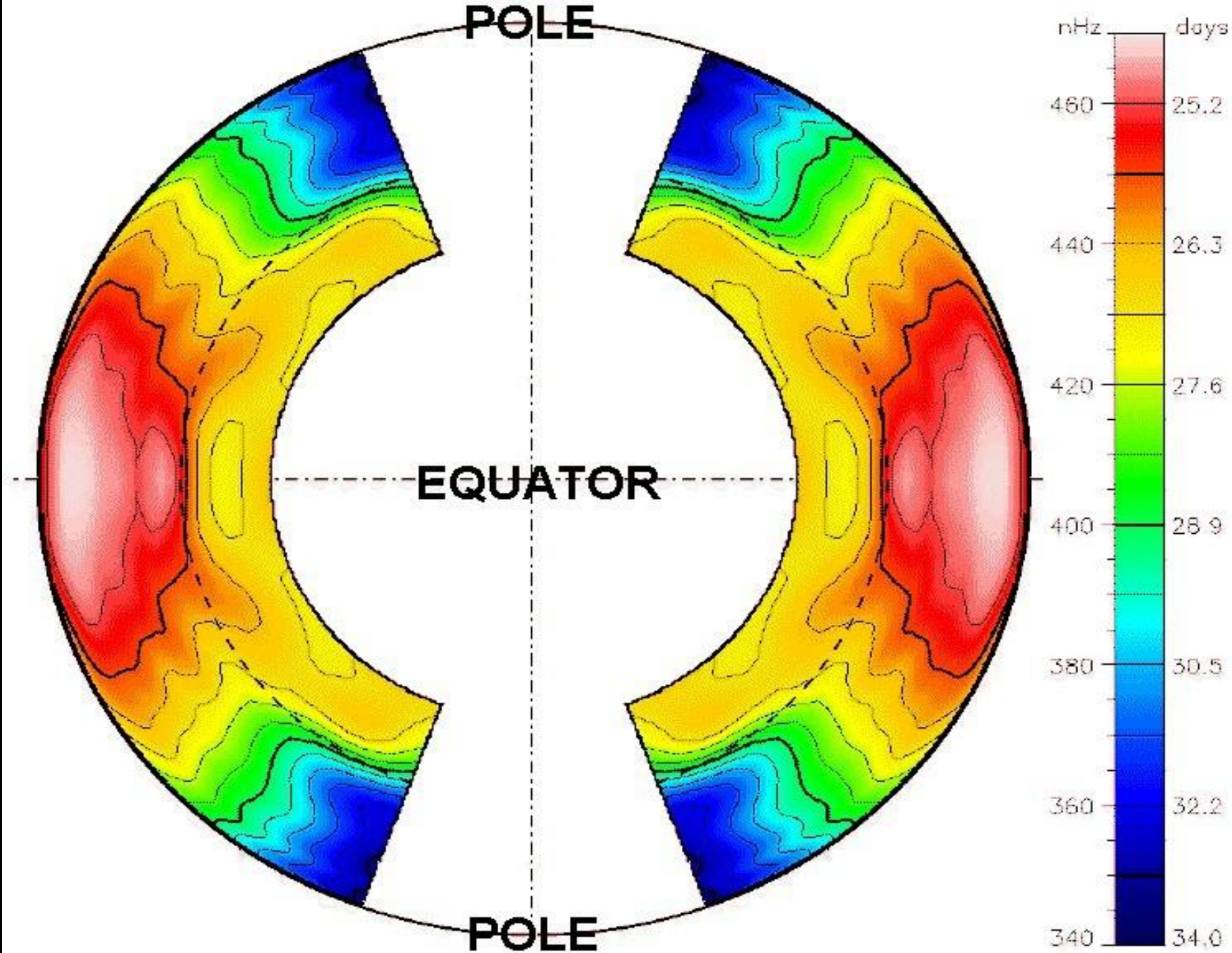


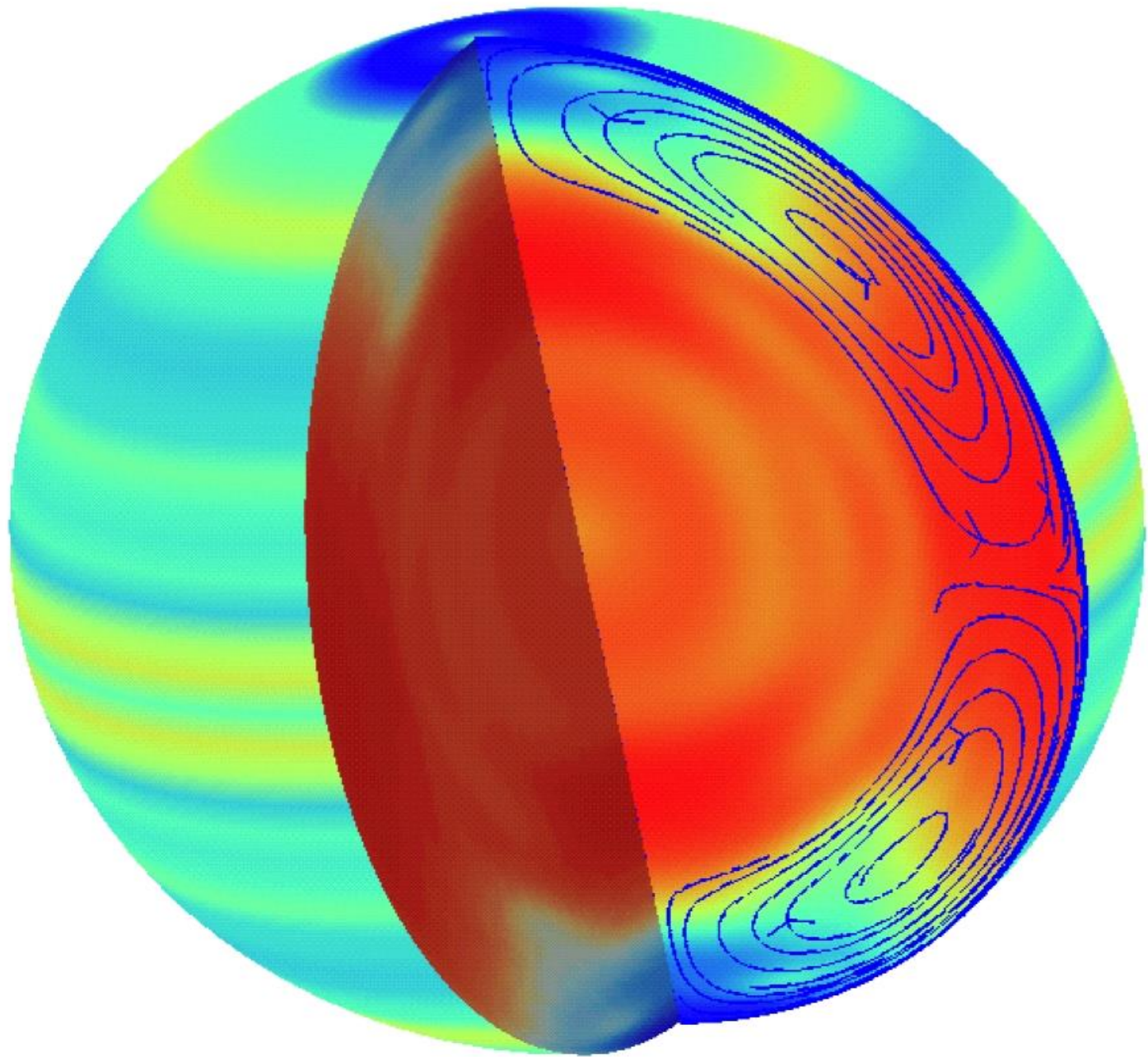
Η ταχύτητα του ήχου μέσα στον Ήλιο

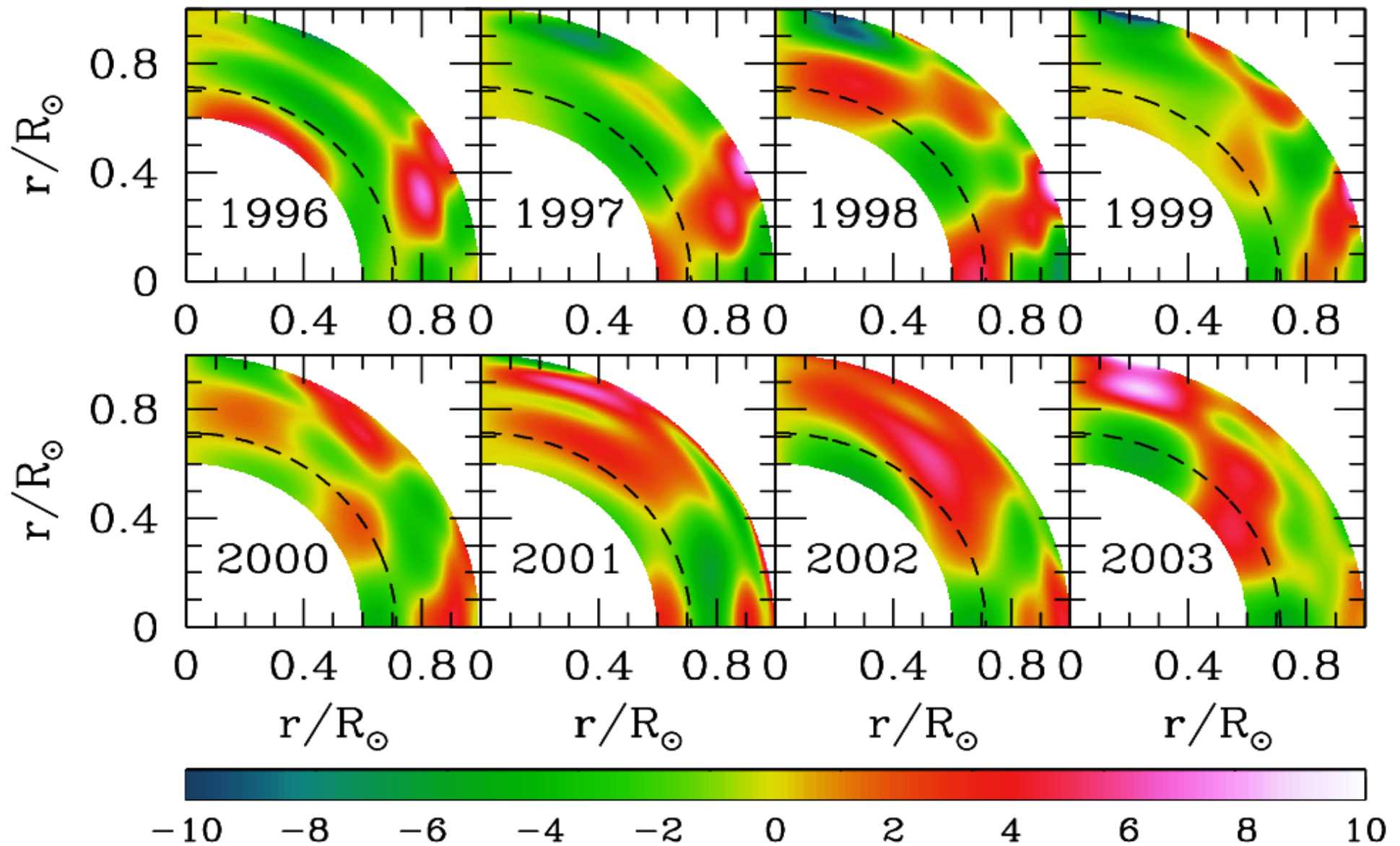






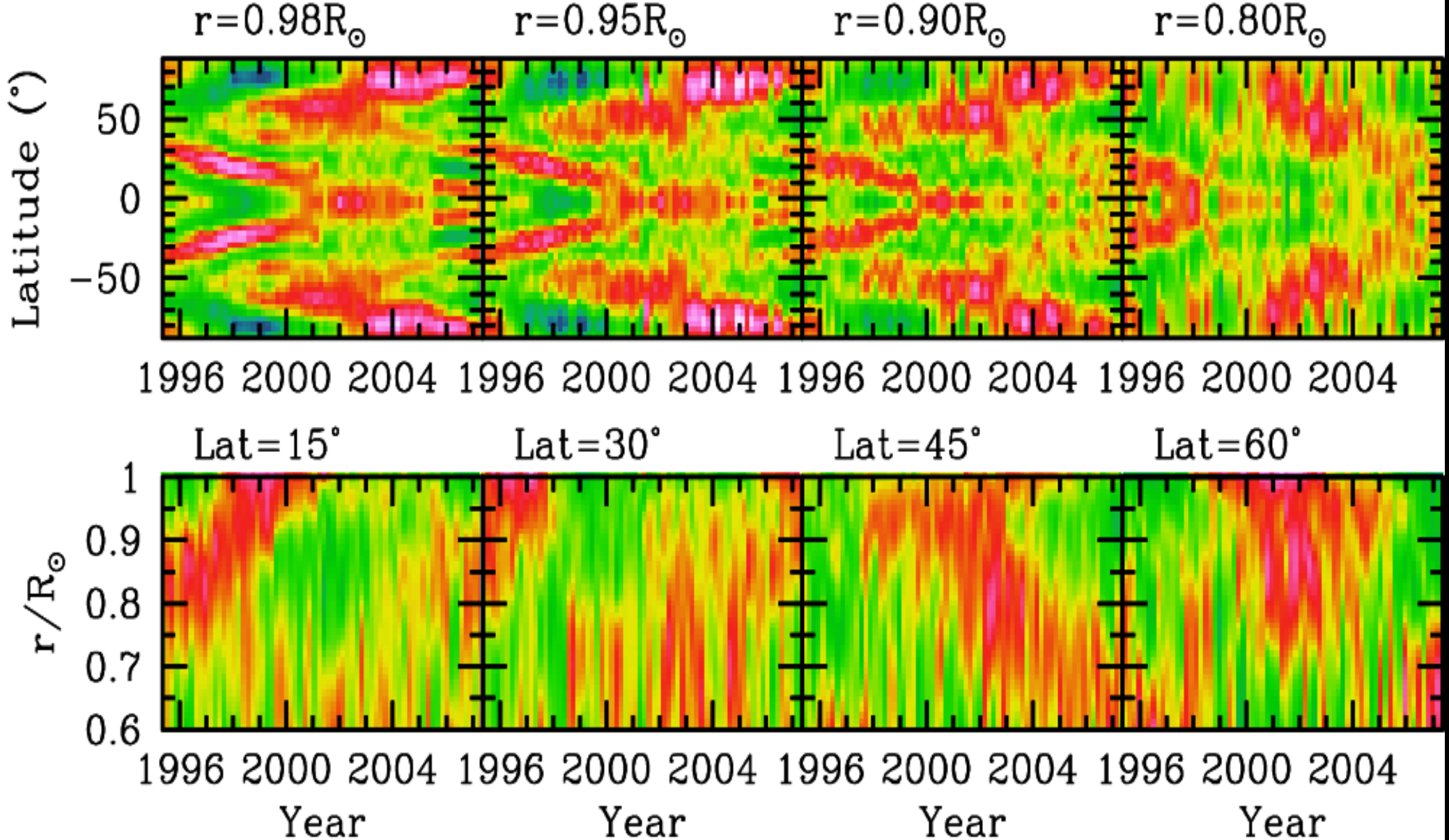






Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

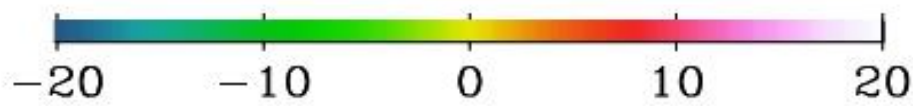
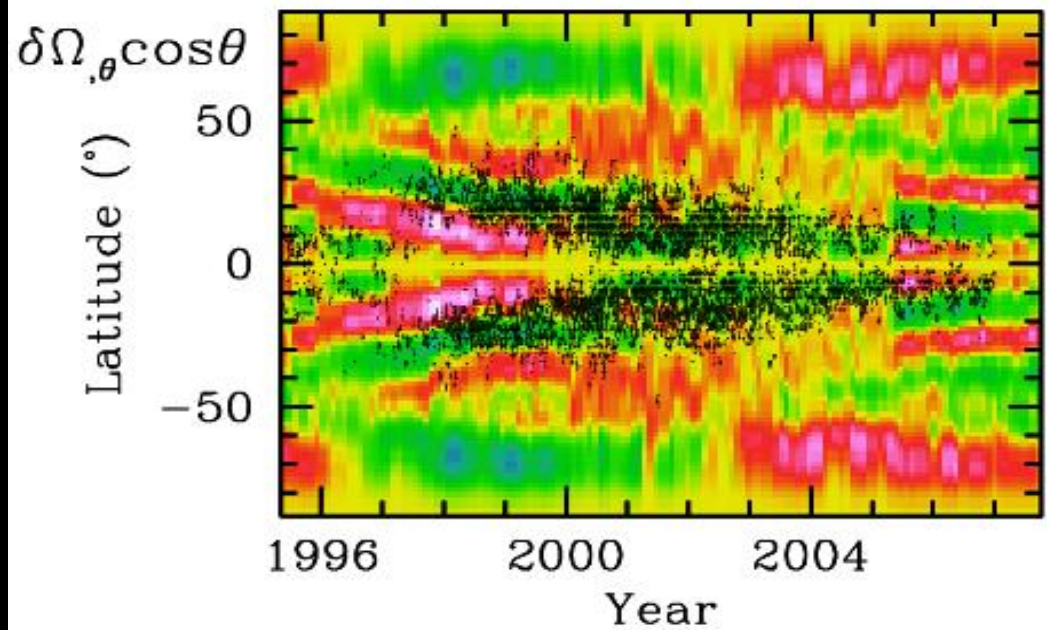
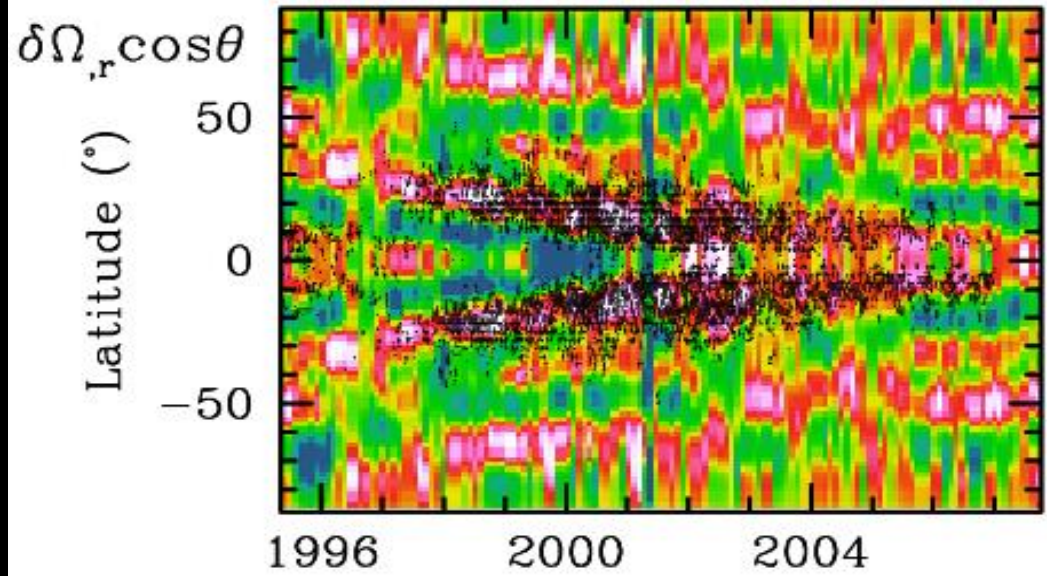
www.astro.yale.edu/basu/research.html



Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

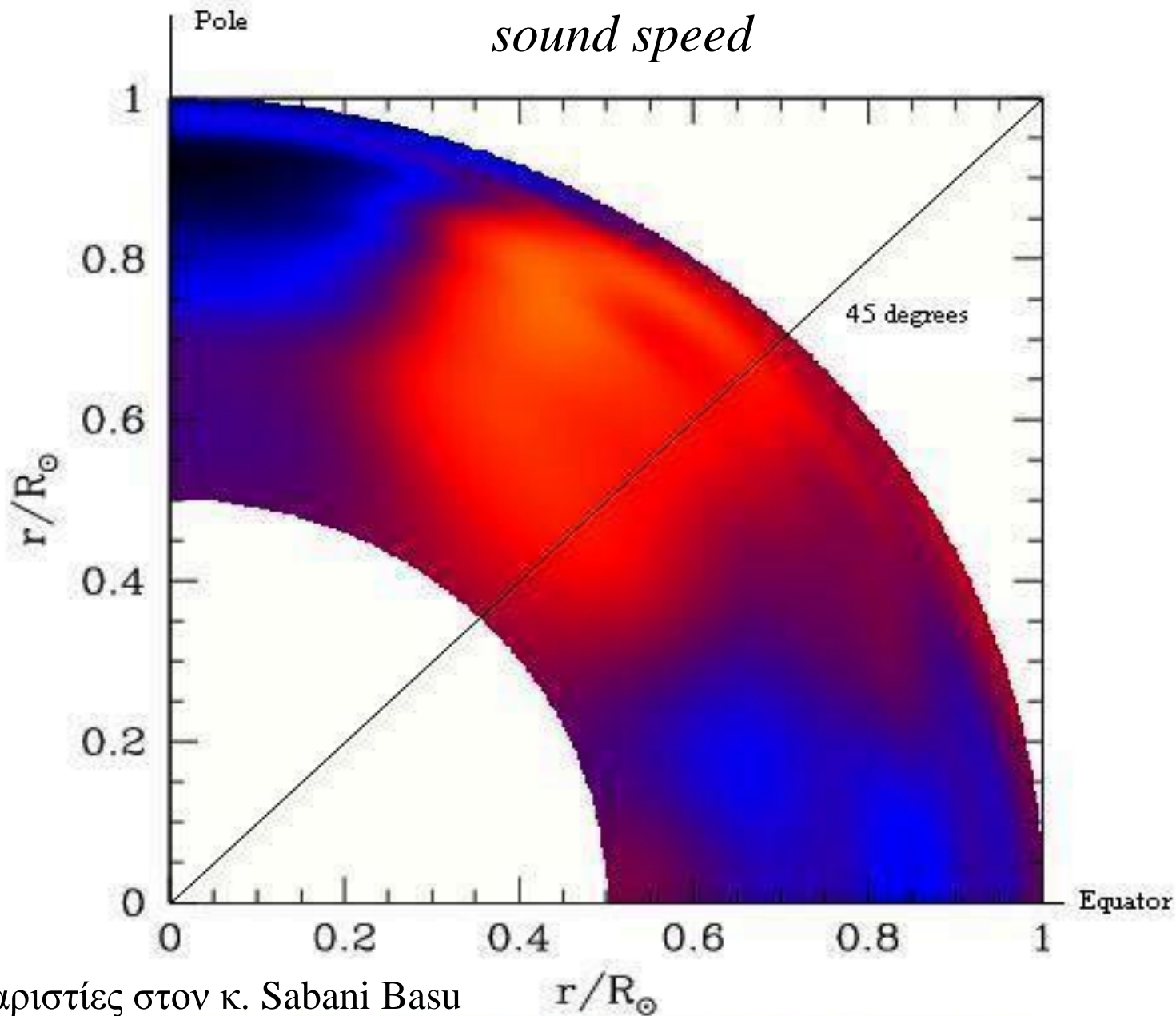
www.astro.yale.edu/basu/research.html

-10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10



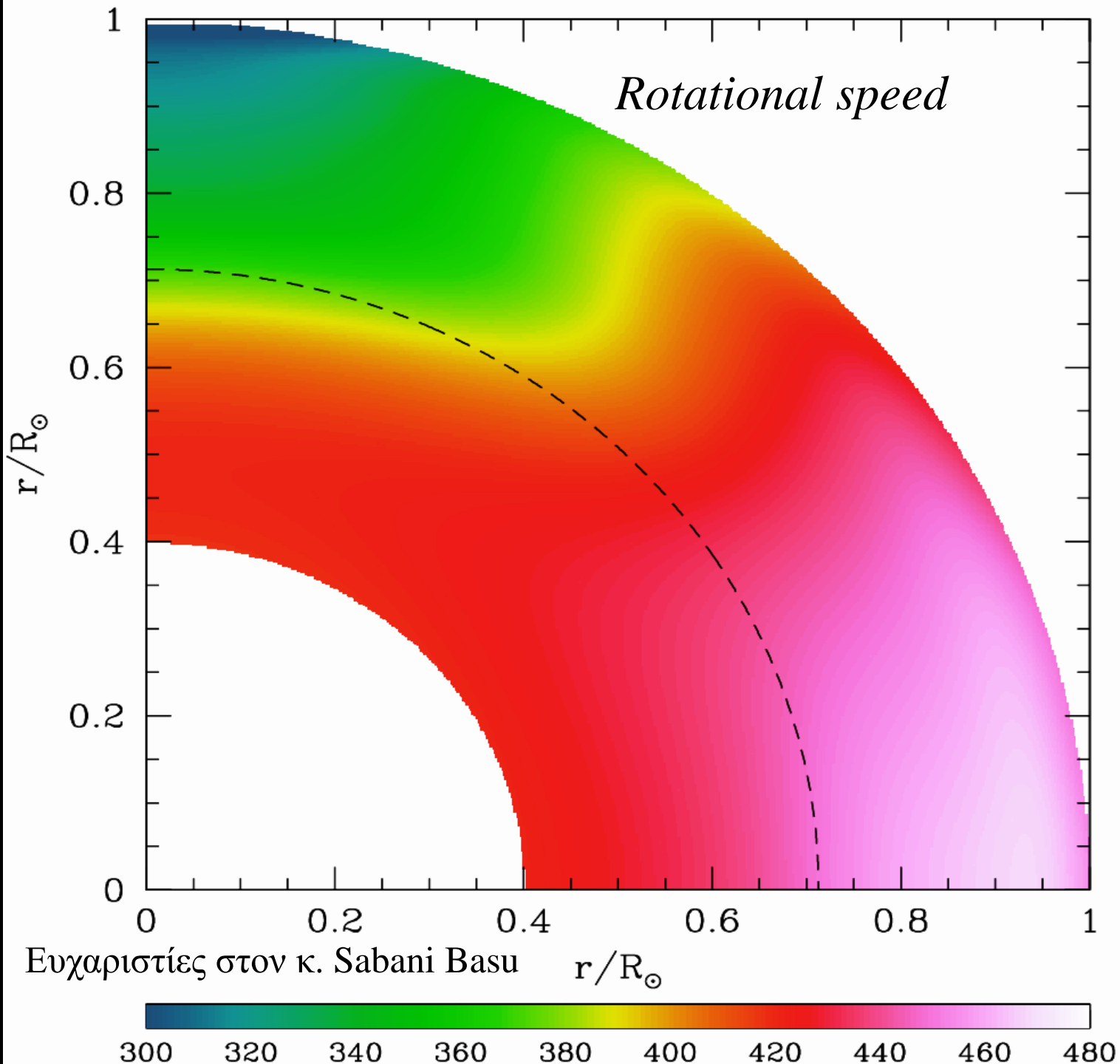
Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

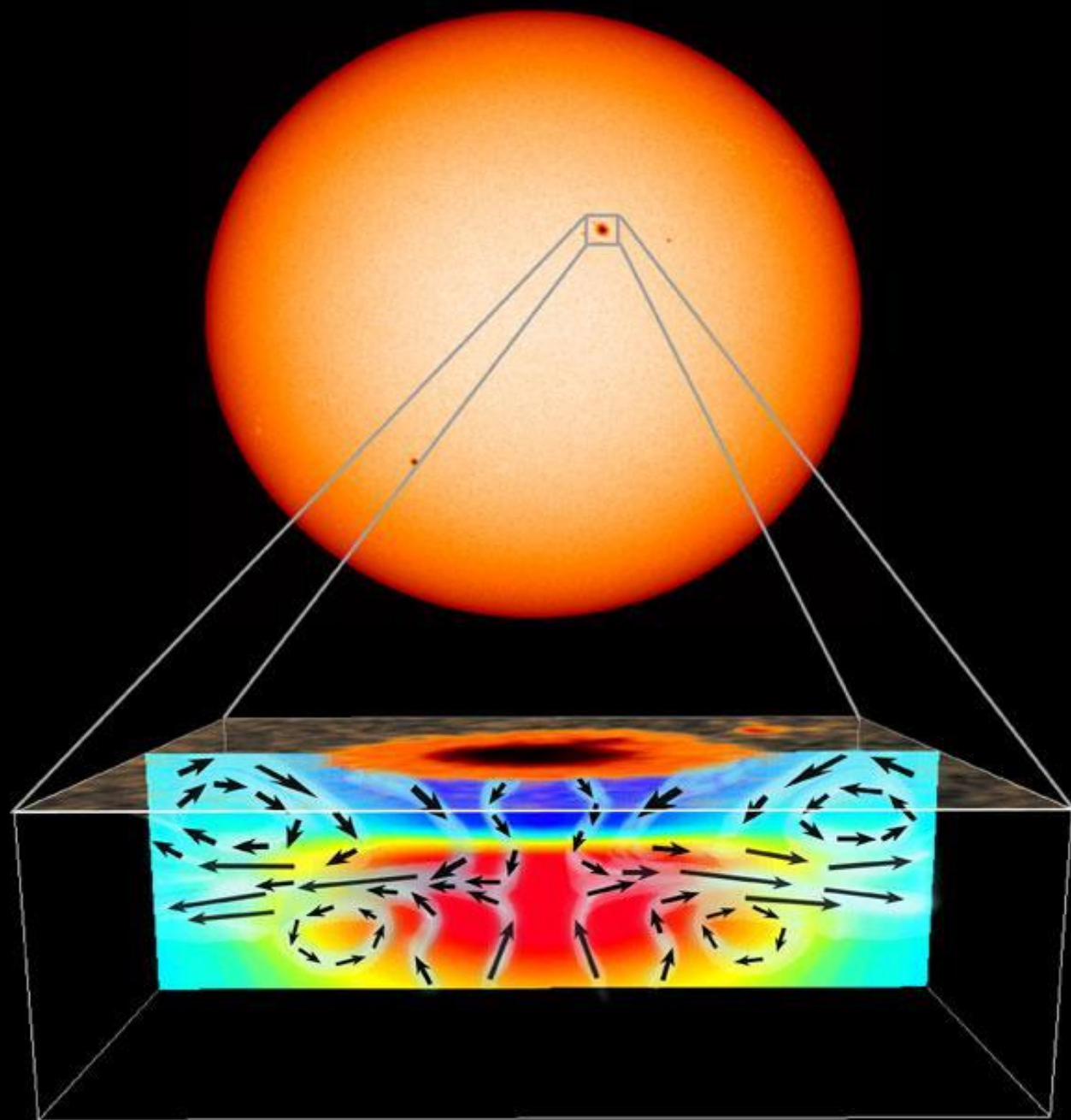
sound speed



Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu







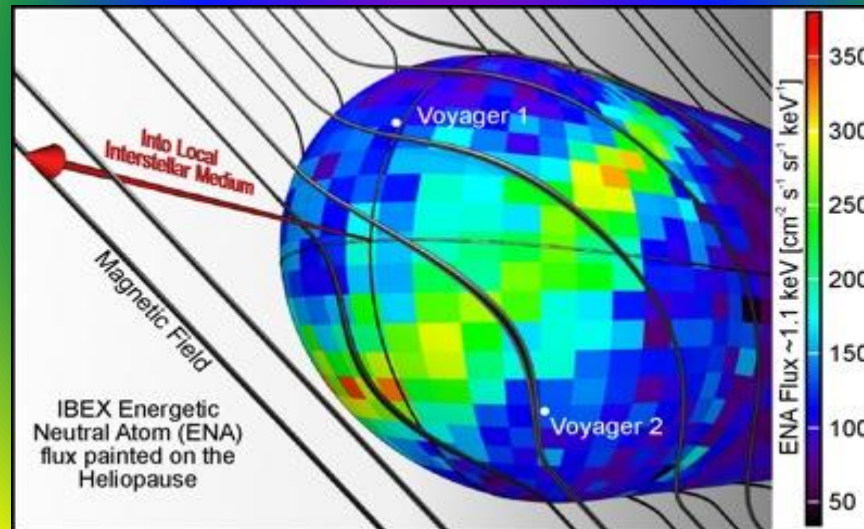
Map_080514_12h

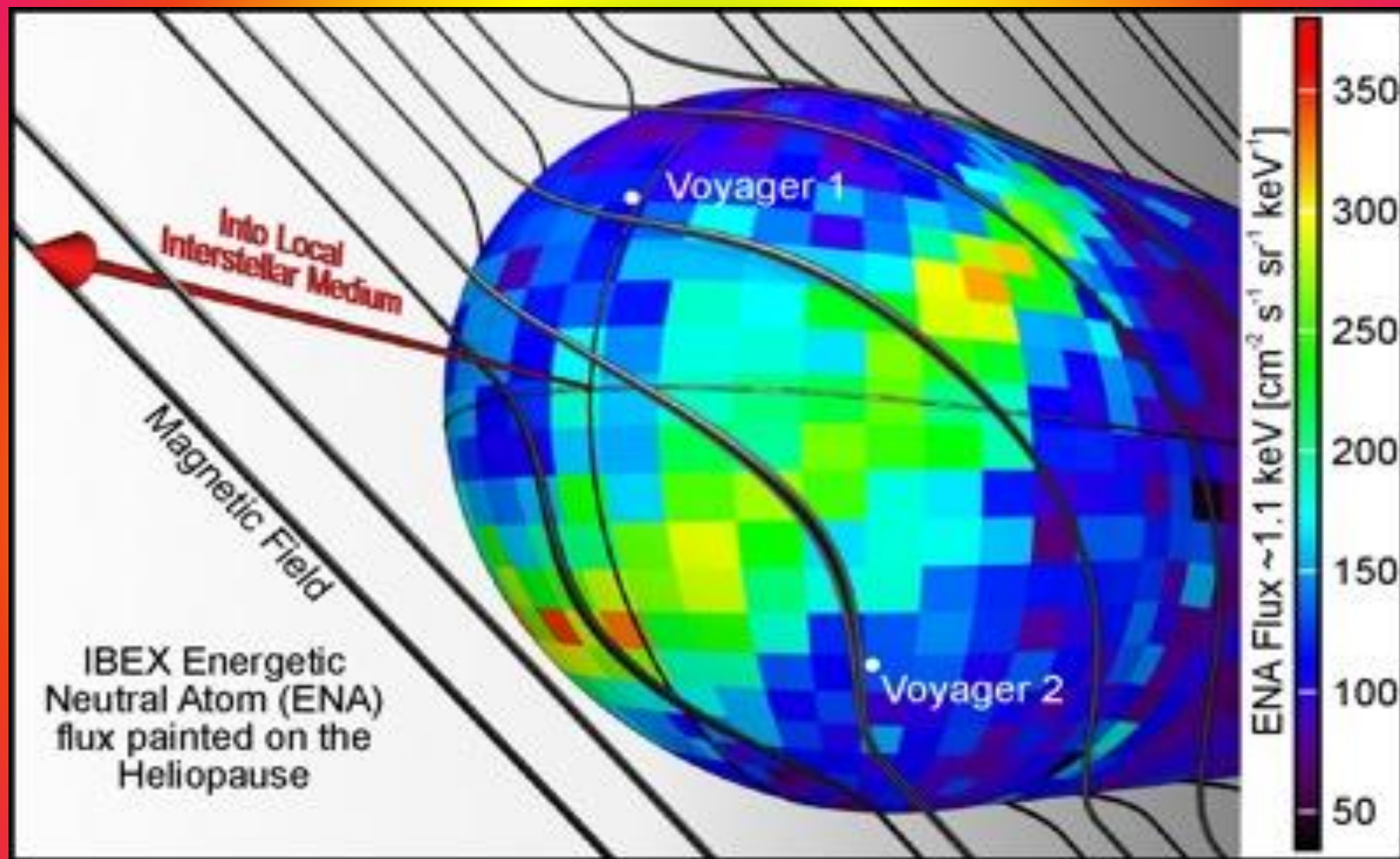


Farside

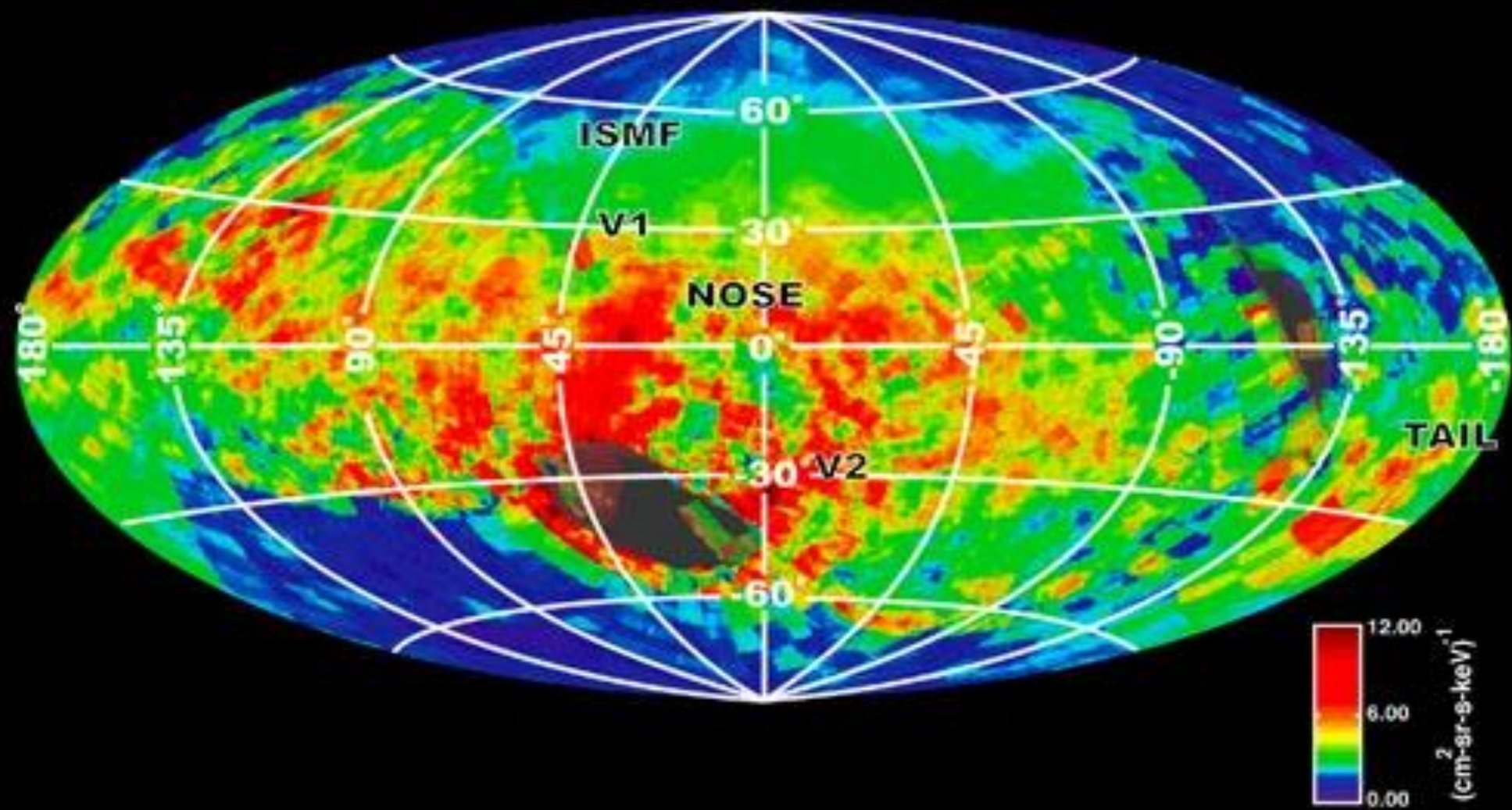
Earthsic

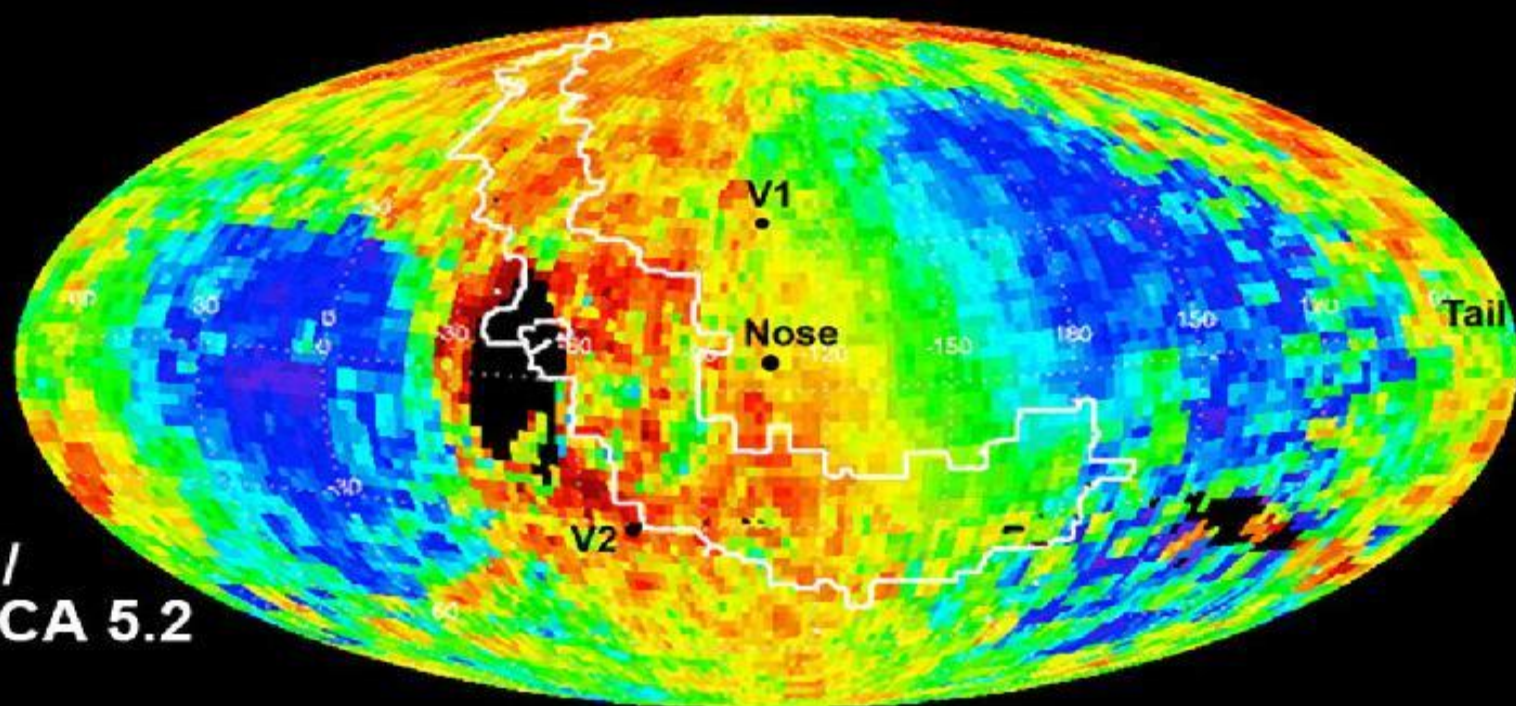
ηλιόσφαιρα





ηλιόσφαιρα

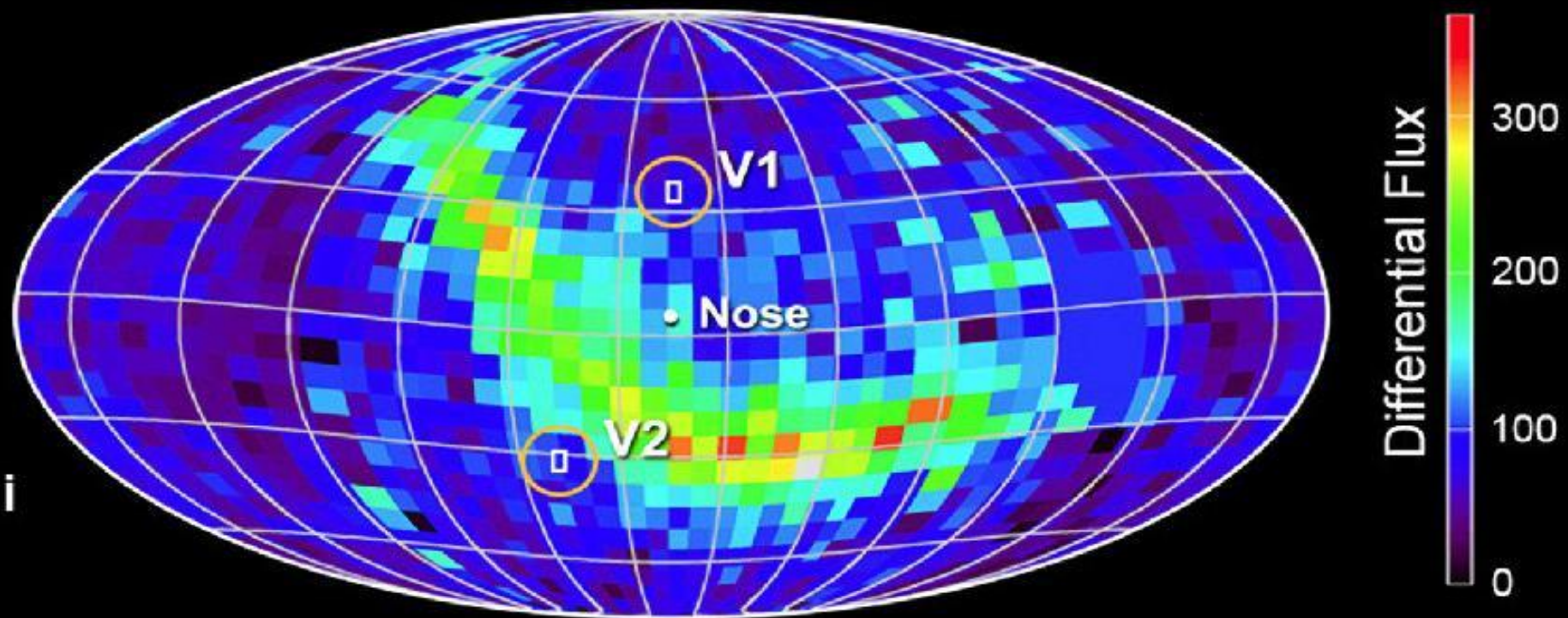




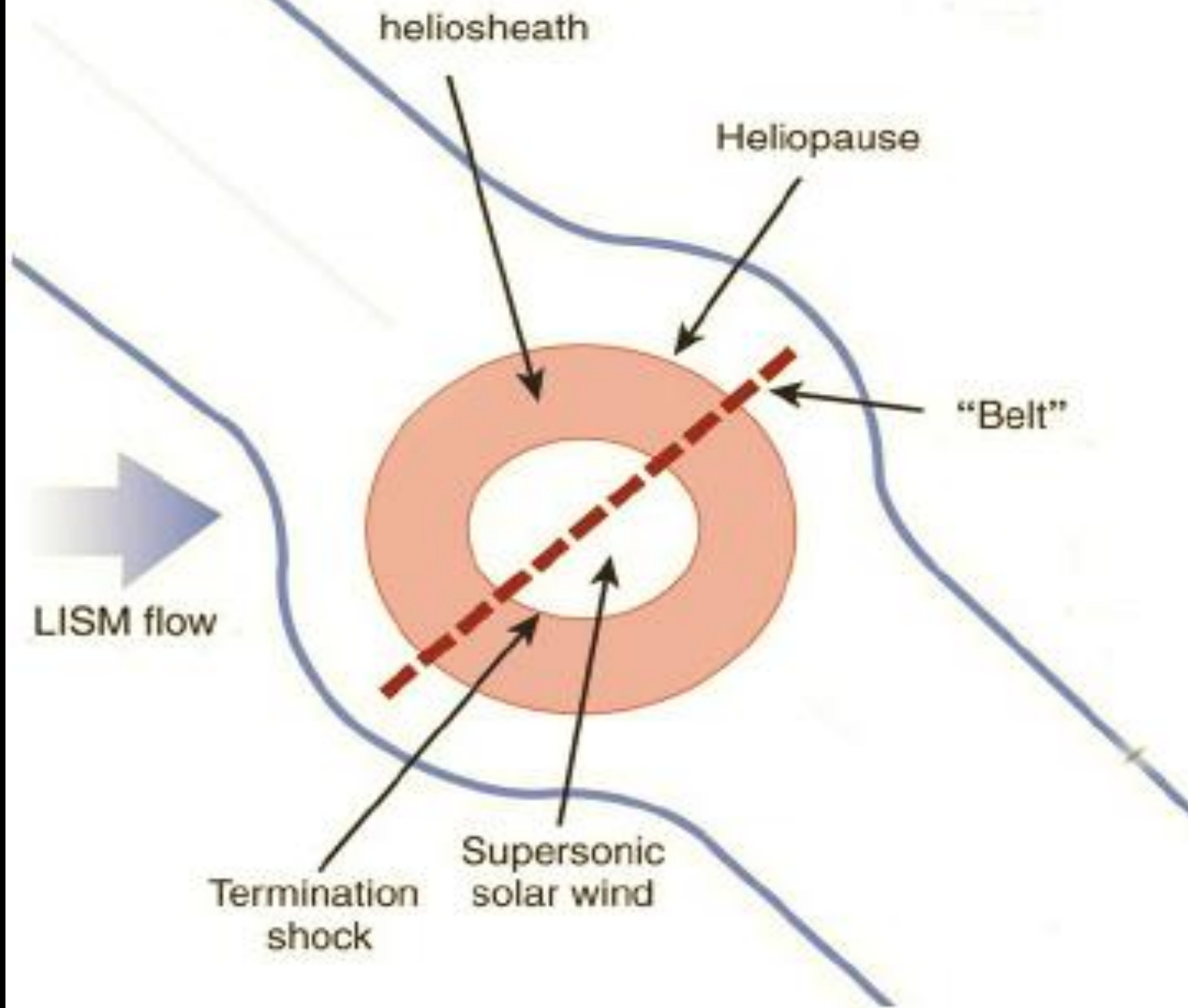
Cassini/
MIMI/INCA 5.2

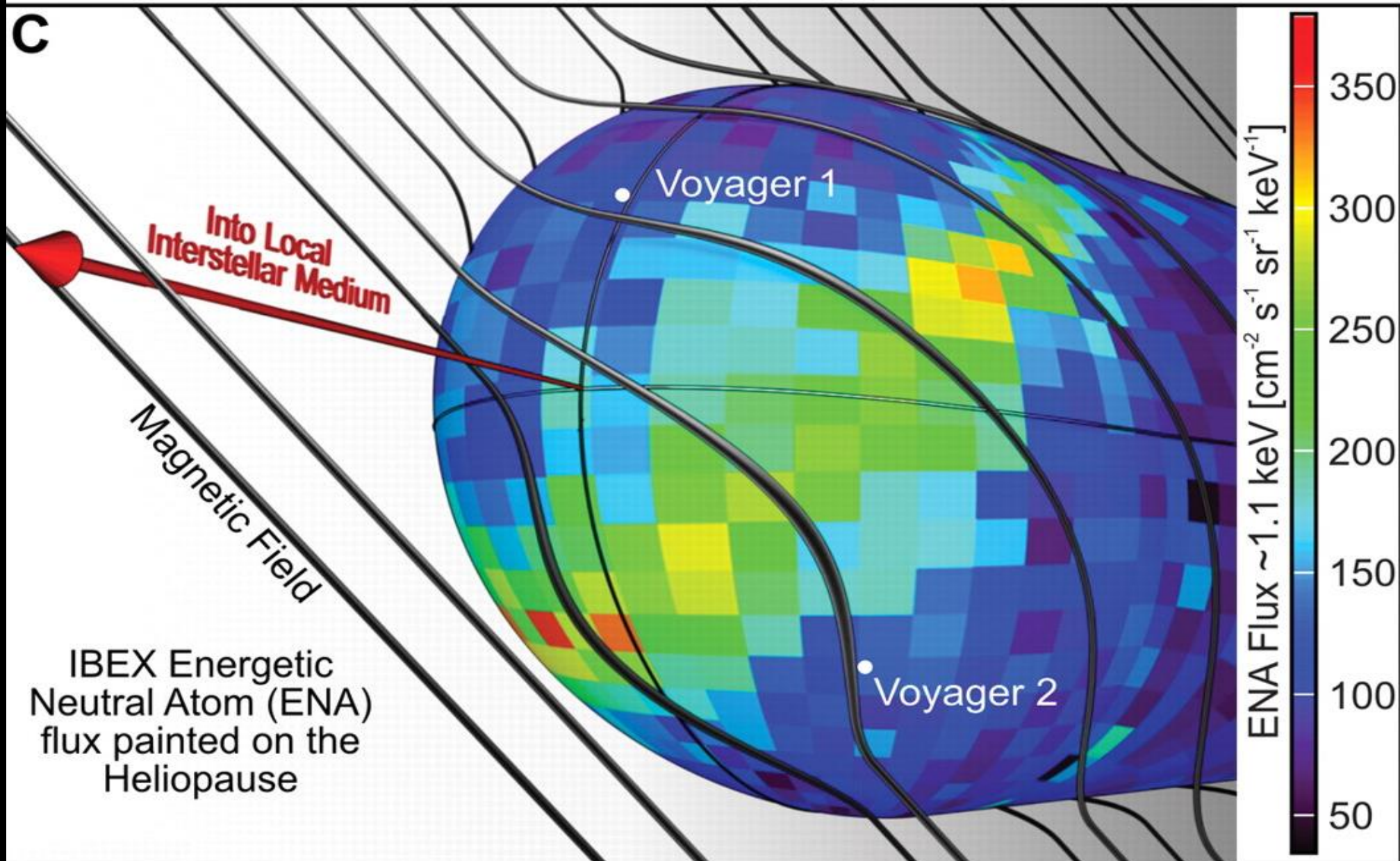
13.5keV Hydrogen
11.0
5.5
0

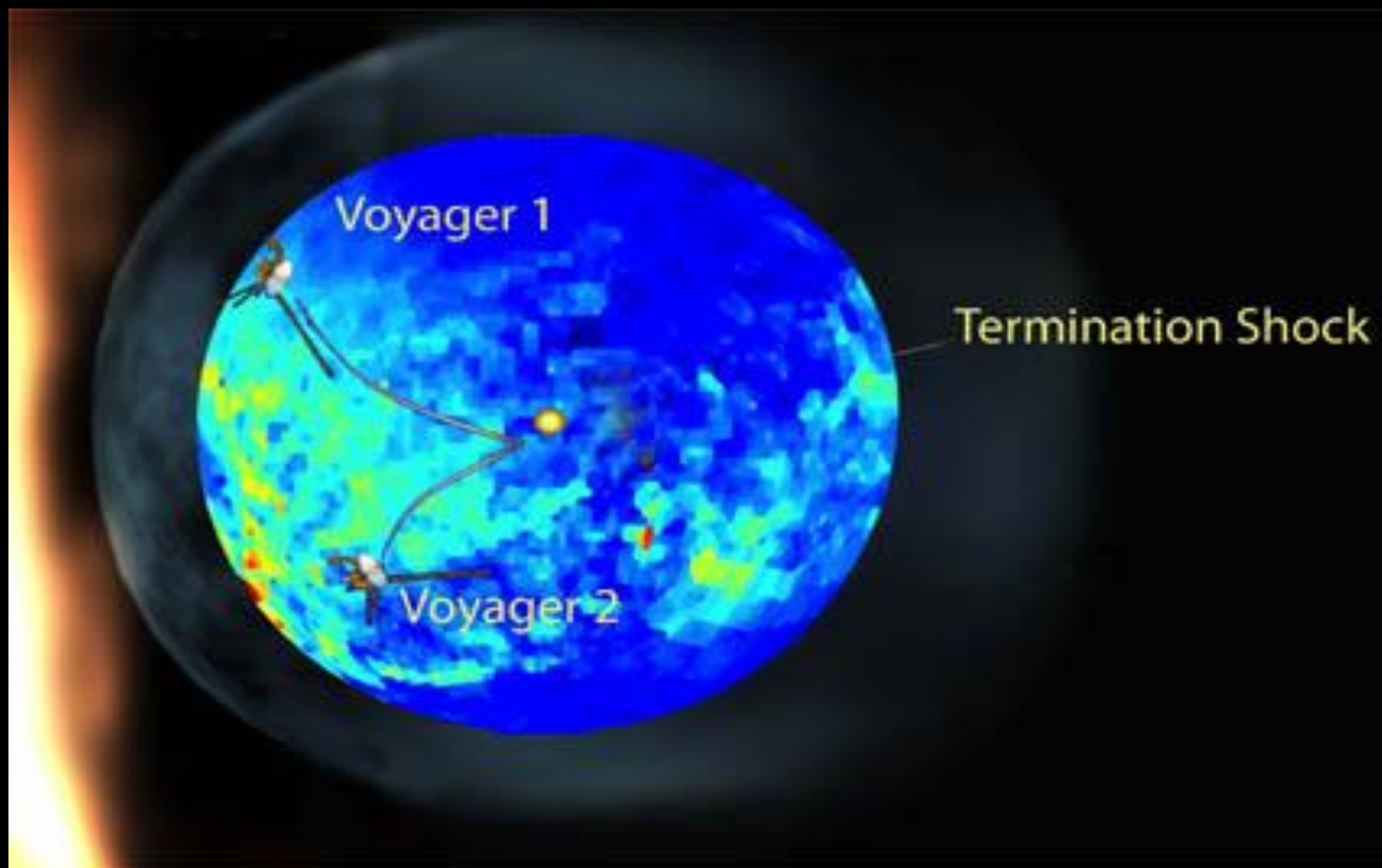
IBEX-Hi



ENA map of the heliosheath

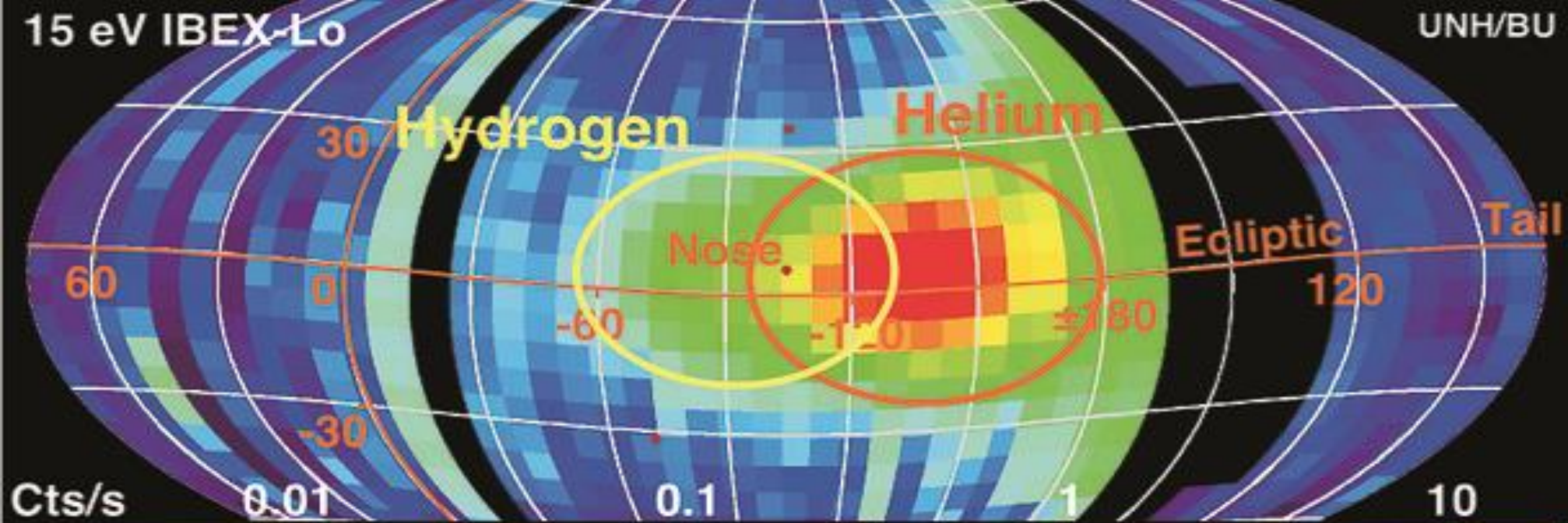


C



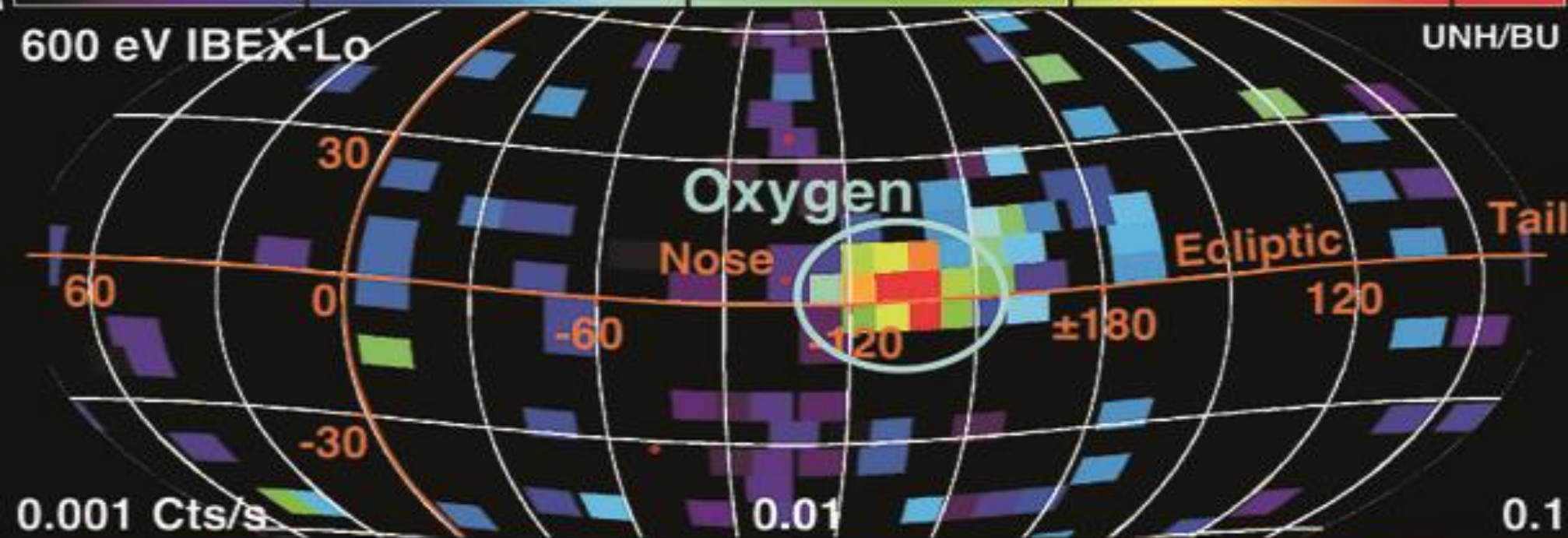
15 eV IBEX-Lo

UNH/BU



600 eV IBEX-Lo

UNH/BU



Properties of the Very Local Interstellar Medium

NEUTRAL COMPONENT Flow Speed 25 +/- 2 km/s

Flow Direction 75.4 ecliptic longitude **-7.5 ecliptic latitude**

Hydrogen density 0.10 +/- 0.01 /cubic cm

Helium density 0.010 +/- 0.003 /cubic cm

Hydrogen temperature (7 +/- 2) x 1000K

Helium temperature (7 +/- 2) x 1000K

IONIZED COMPONENT

Electron density < 0.3/ cubic cm

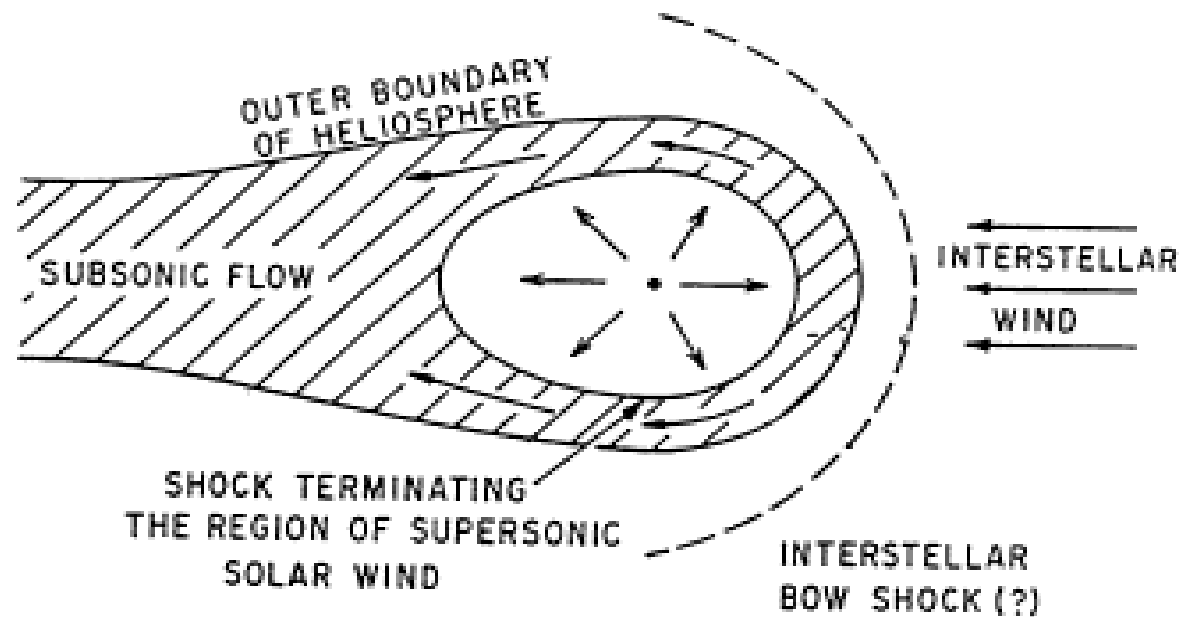
Flow speed Assumed same as neutral component

Flow direction Assumed same as neutral component

Ion temperature Assumed same as neutral component

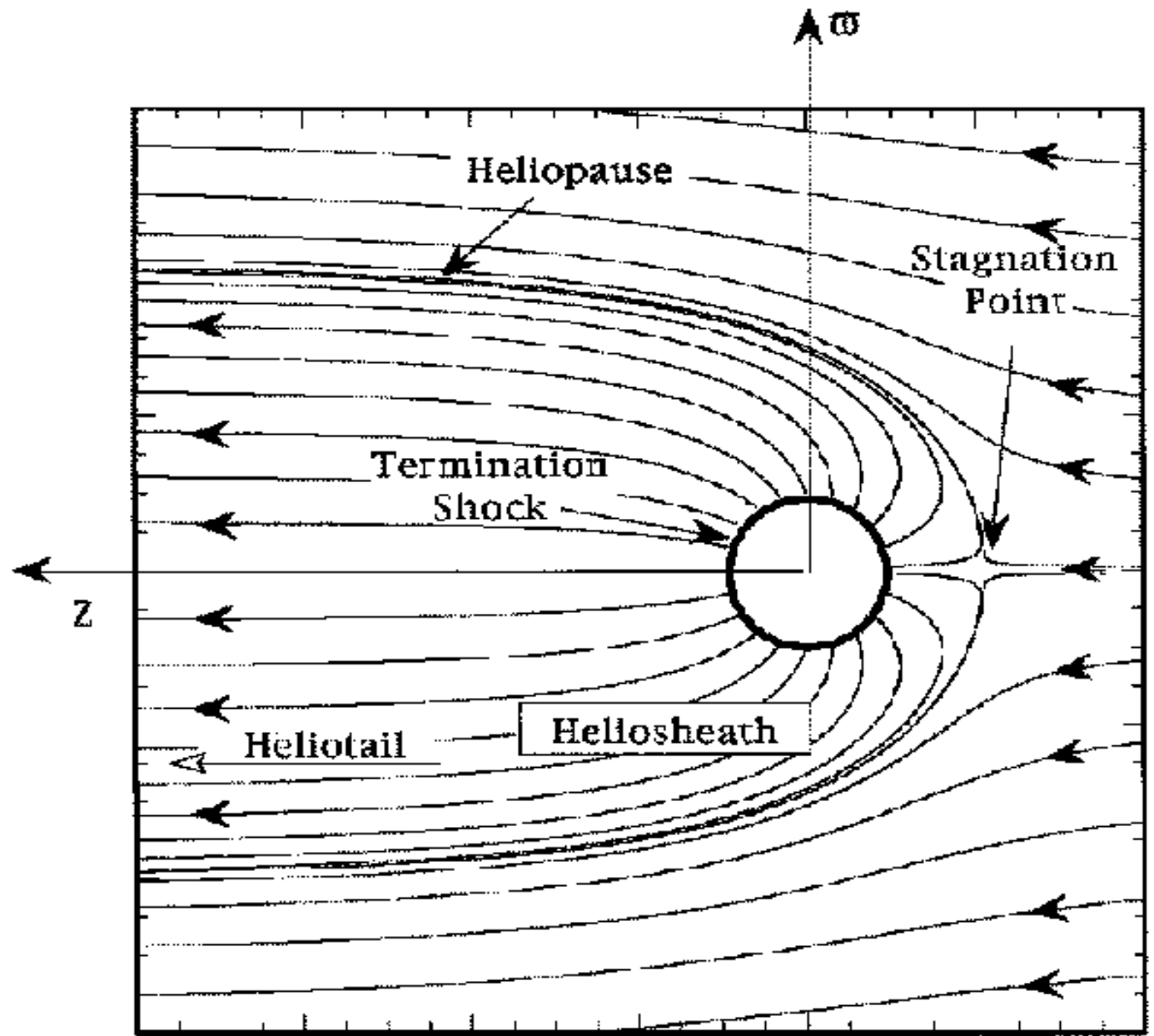
MAGNETIC FIELD Magnitude 0.1 - 0.5 nT Direction Unknown

COSMIC RAYS Total pressure (1.3+/-0.2) x 10⁽⁻¹²⁾dynes/square cm



Outer boundary of heliosphere = "heliopause"
 Region of subsonic flow = "heliosheath"

Figure 1. The configuration of the heliosphere shown schematically.



Η αλληλεπίδραση του διαστρικού αερίου με τον ηλιακό άνεμο.

Διακρίνουμε την **Ηλιόπαυση**, που είναι μια επαπτομενική ασυνέχεια ή ασυνέχεια επαφής που χωρίζει το πλάσμα του ηλιακού ανέμου από το διαστρικό αέριο

Το **τερματικό κρουστικό κύμα** (*termination shock, TS*) που σχηματίζεται εκεί όπου ο ηλιακός άνεμος γίνεται υποηχητικός, καθώς μειούται η ταχύτητά του.

Το **τοξοειδές κρουστικό κύμα** (*bow shock BS*).

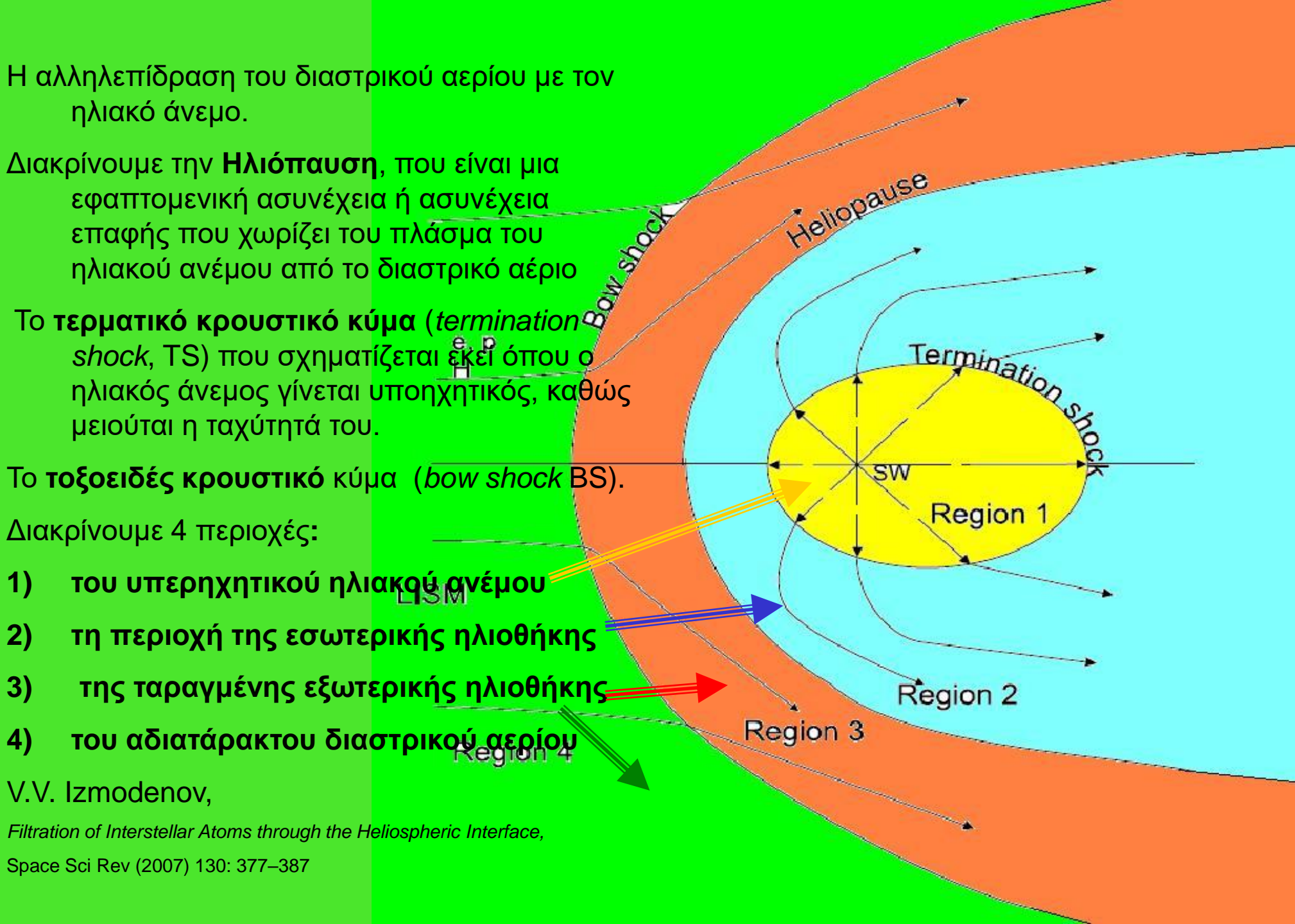
Διακρίνουμε 4 περιοχές:

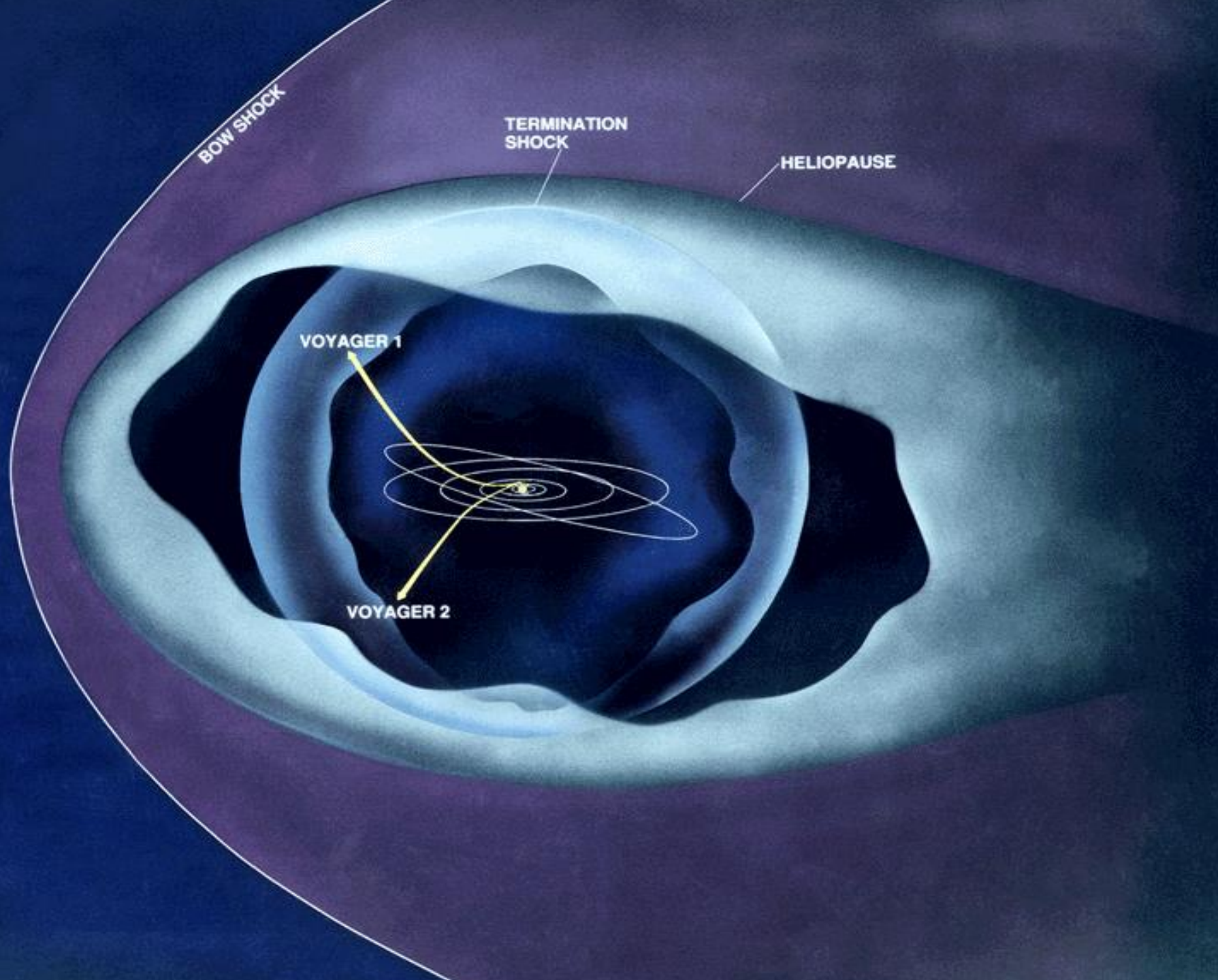
- 1) του υπερηχητικού ηλιακού ανέμου
- 2) τη περιοχή της εσωτερικής ηλιοθήκης
- 3) της παραγμένης εξωτερικής ηλιοθήκης
- 4) του αδιατάρακτου διαστρικού αερίου

V.V. Izmodenov,

Filtration of Interstellar Atoms through the Heliospheric Interface,

Space Sci Rev (2007) 130: 377–387





BOW SHOCK

TERMINATION SHOCK

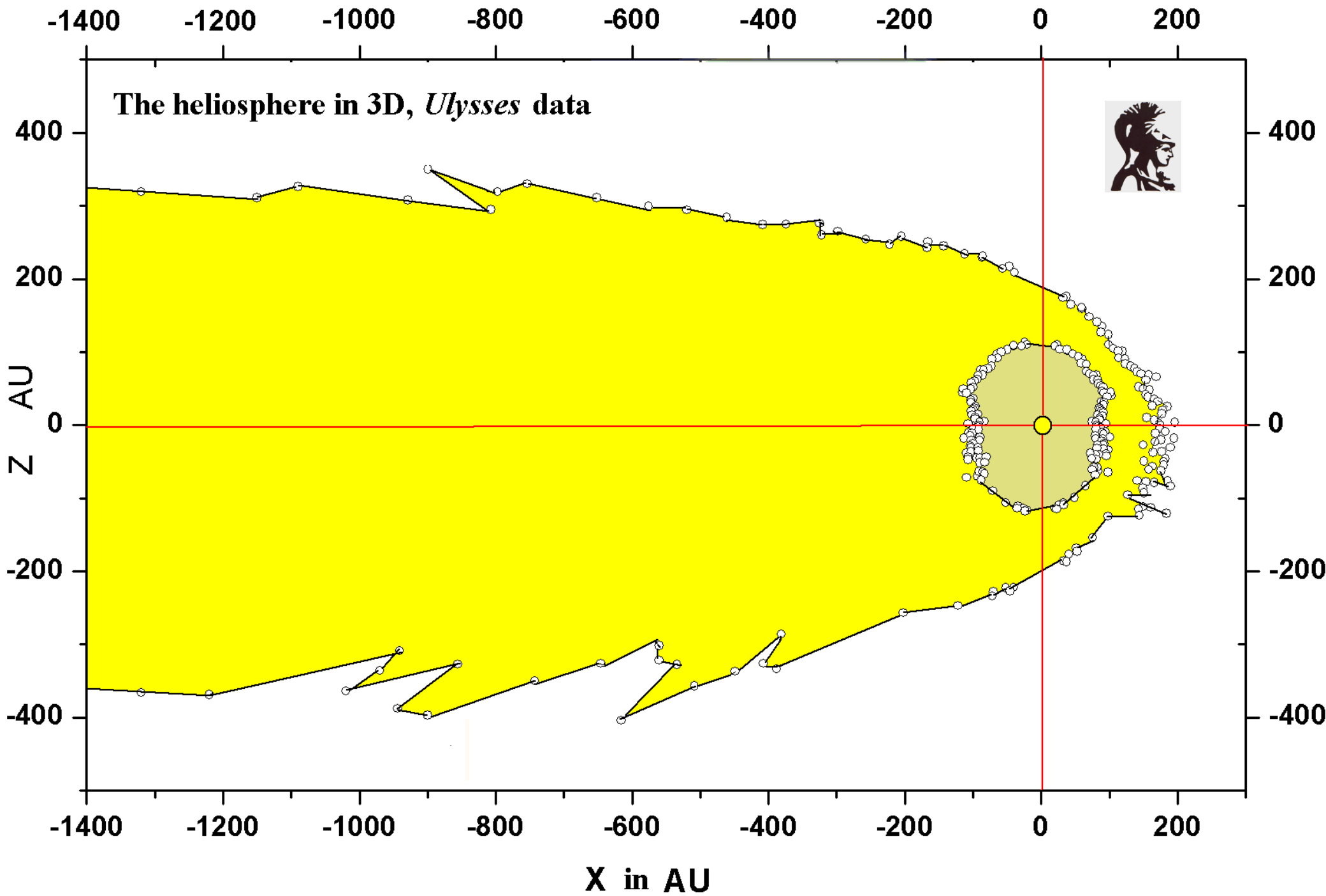
HELIOPAUSE

VOYAGER 1

VOYAGER 2

το μαγνητικό πεδίο του διαστρικού μέσου επηρεάζει τη μορφή και έκταση της ηλιόσφαιρας

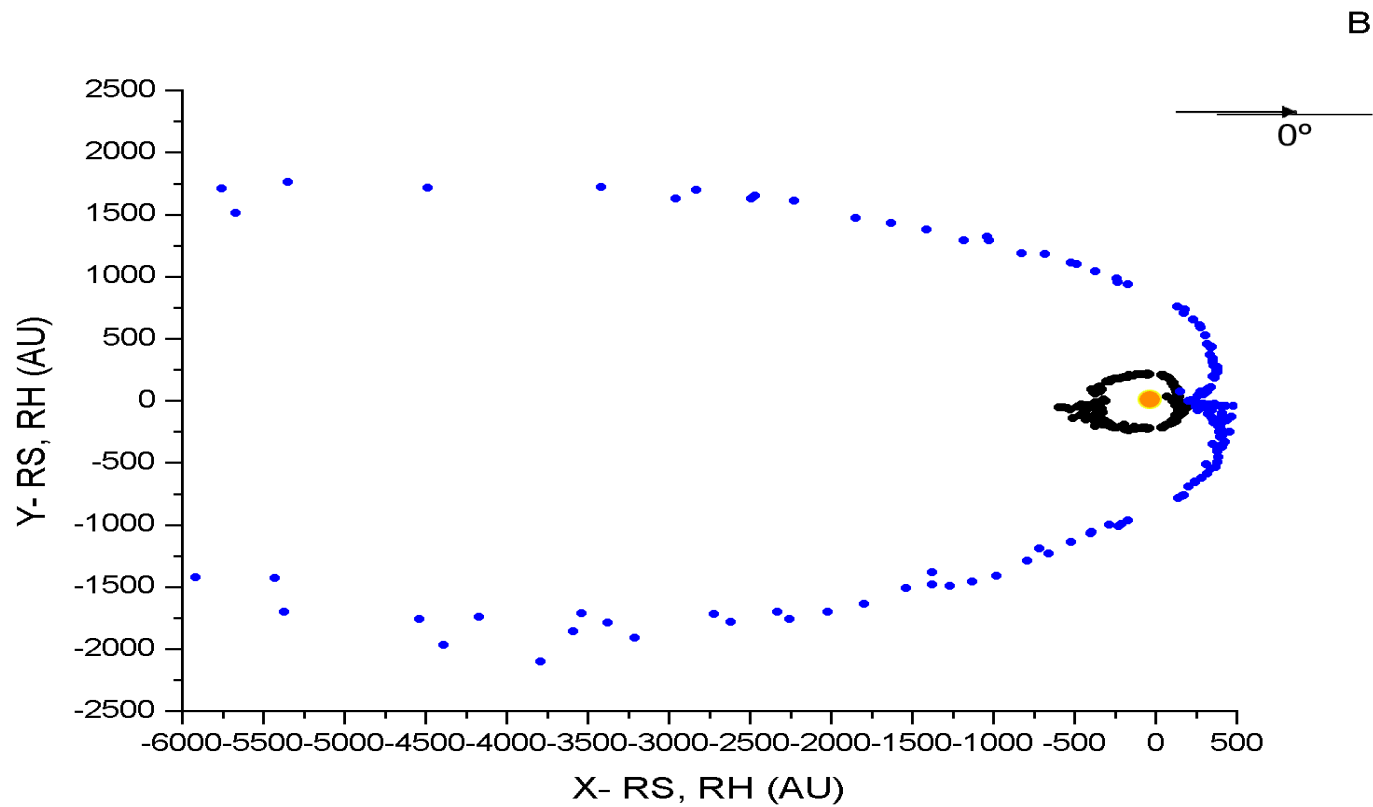
**R. Ratkiewicz, A. Barnes, G.A. Molvik, J.R. Spreiter, S.S. Stahara, M. Vinokur, and S. Venkateswaran,
Effect of varying strength and orientation of local interstellar magnetic field on configuration of
exterior heliosphere: 3D MHD simulations, Astron. Astrophys. 335, 363–369, 1998**





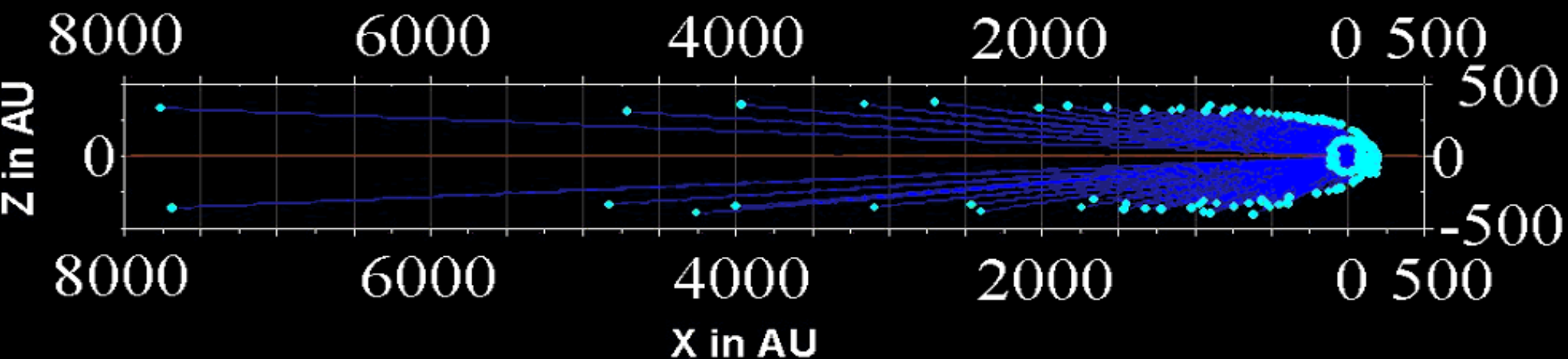
Οι μεταβολές της **Ηλιόσφαιρας**
συναρτήσει του
προσανατολισμού του διαστρικού μαγνητικού πεδίου

Αγγελική Νικολοπούλου, Γιώργος Έξαρχος





heliosphere and heliopause *Ulysses* data

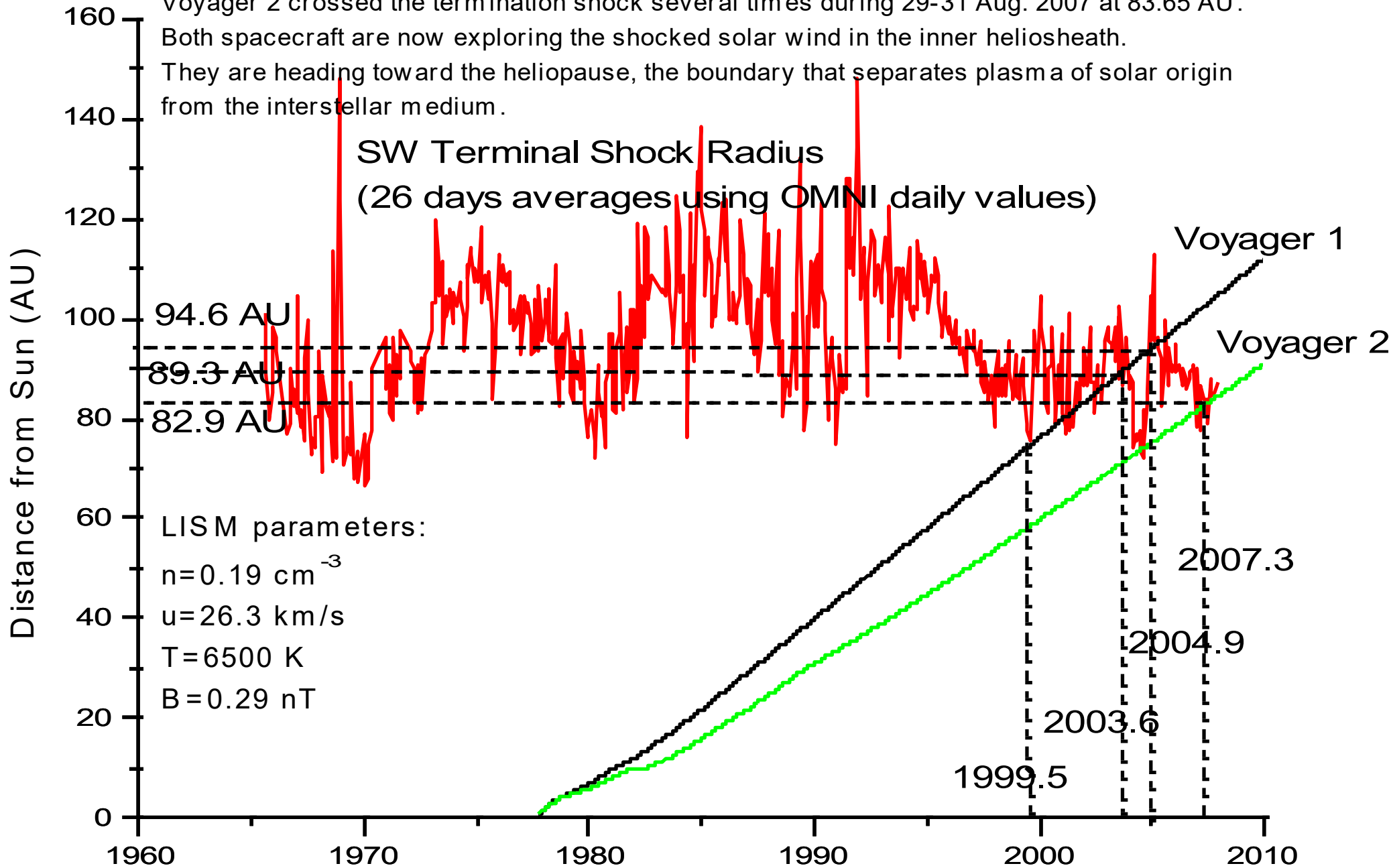


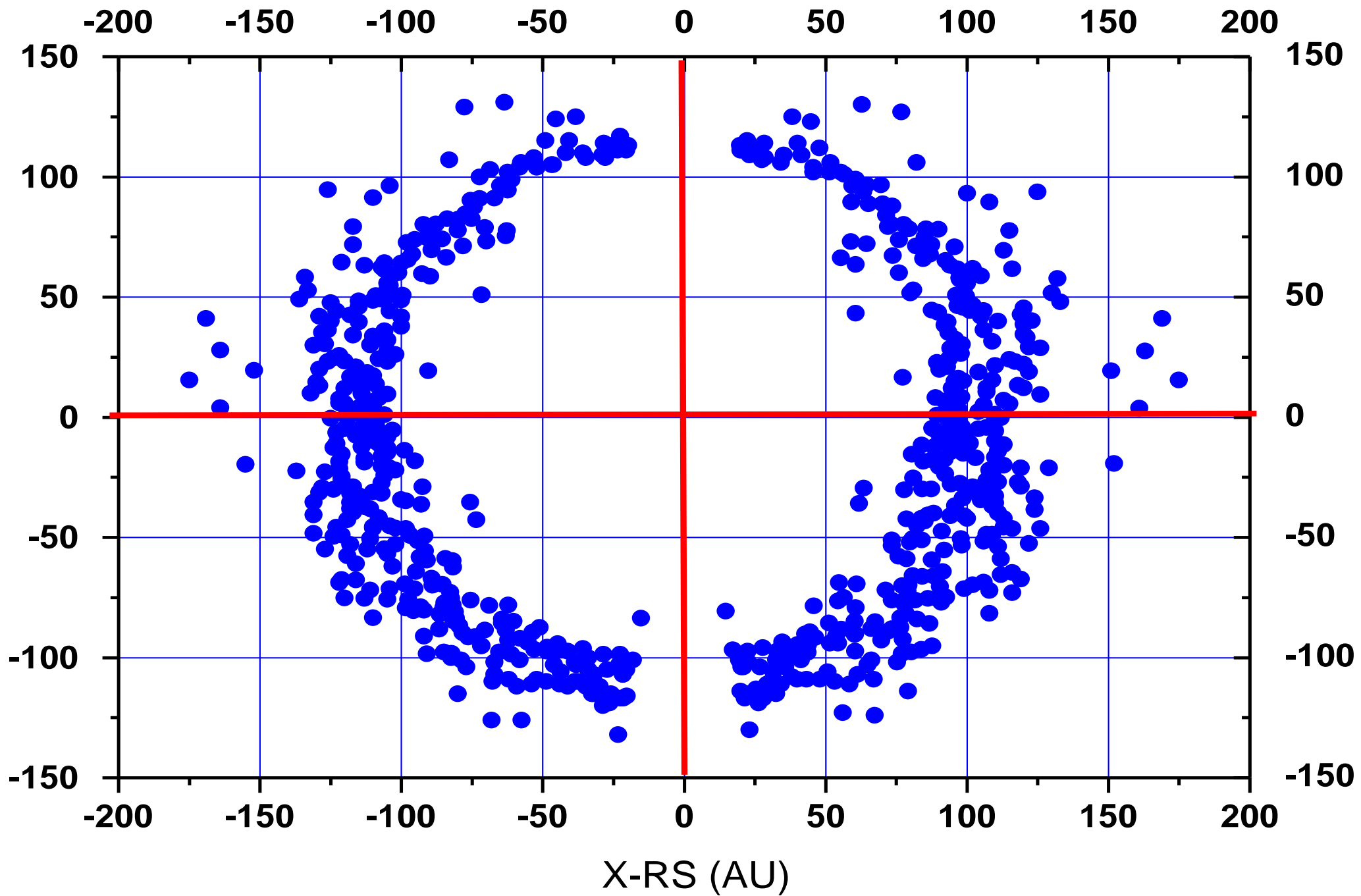
Voyager 1 crossed the termination shock of the solar wind on 16 Dec. 2004 at 94.0 AU.

Voyager 2 crossed the termination shock several times during 29-31 Aug. 2007 at 83.65 AU.

Both spacecraft are now exploring the shocked solar wind in the inner heliosheath.

They are heading toward the heliopause, the boundary that separates plasma of solar origin from the interstellar medium.





LL ORIONI

Bow shock

αστρόσφαιρα

10 000 AU

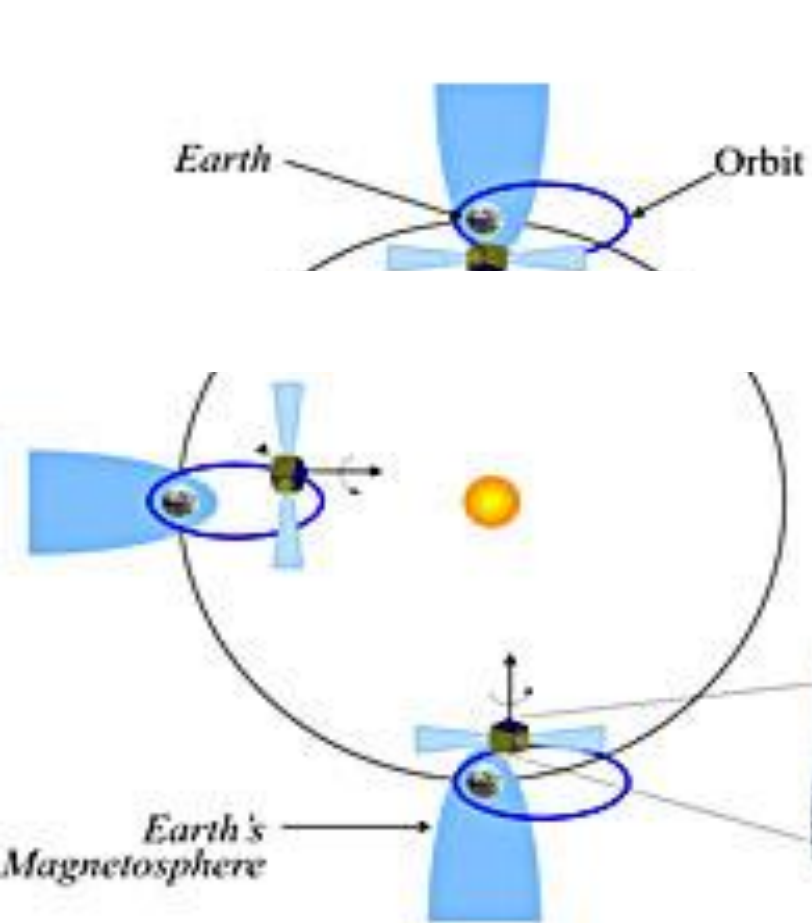


0,25 έτους φωτός

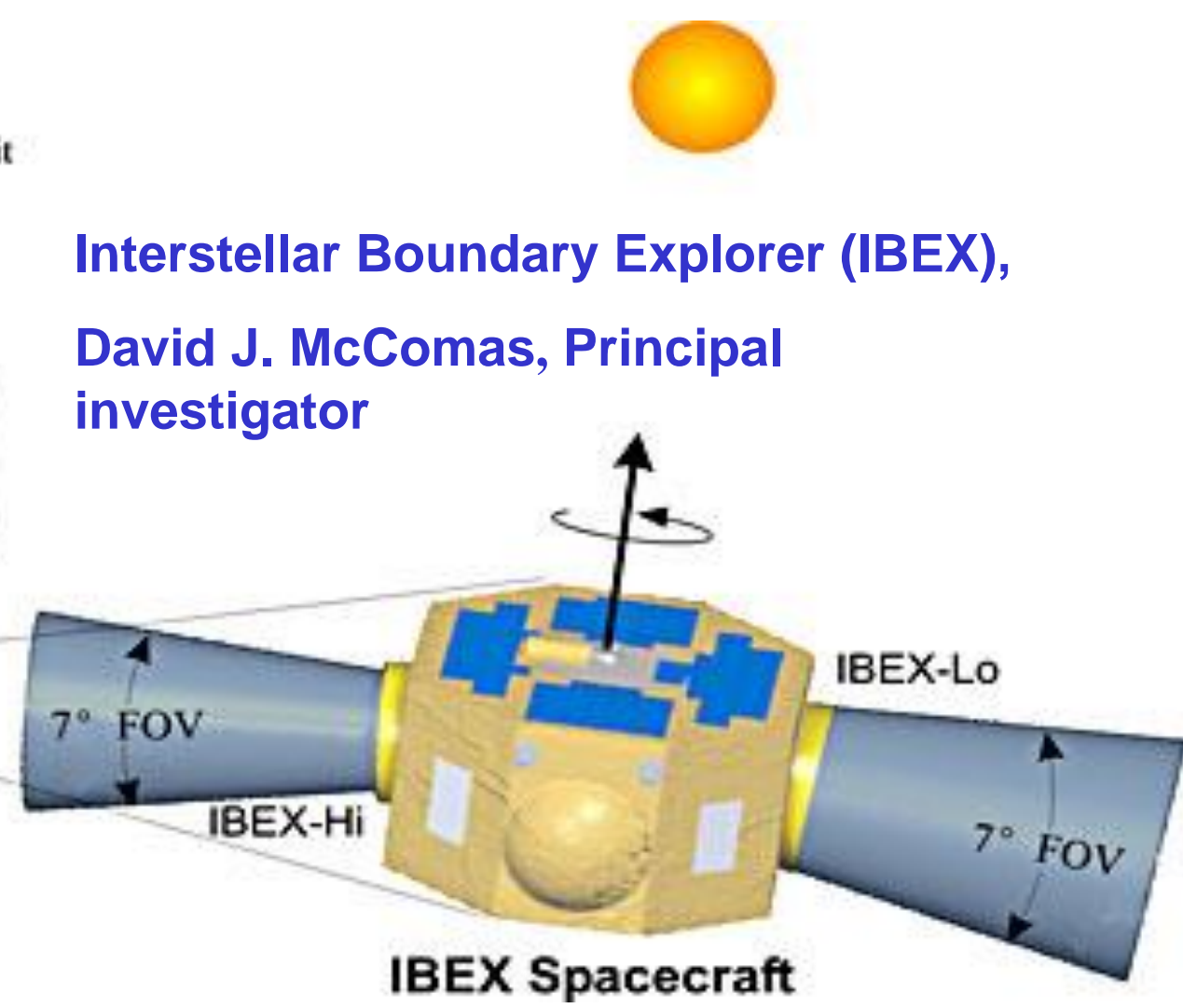


0,1 parsec



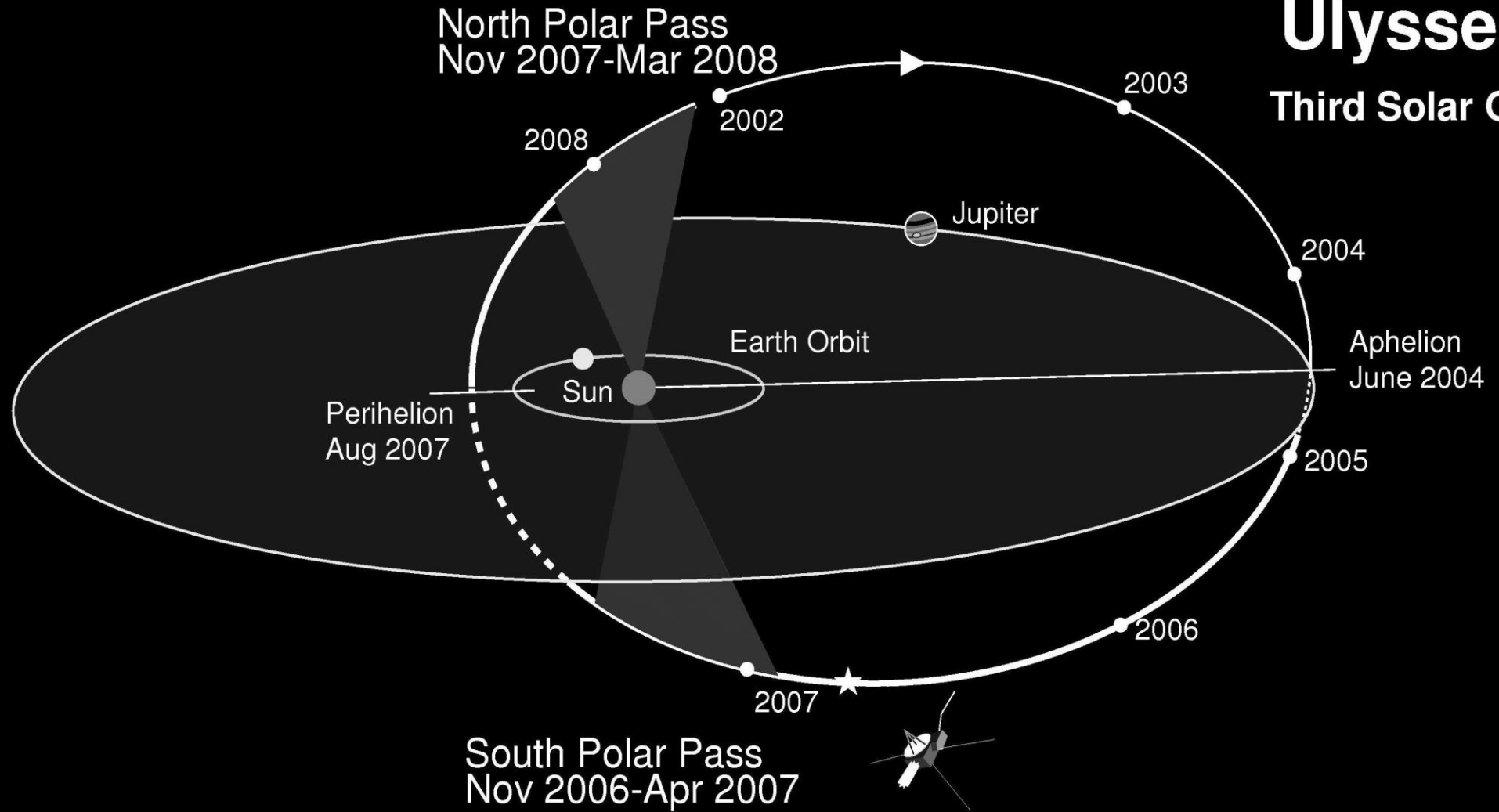


Interstellar Boundary Explorer (IBEX),
David J. McComas, Principal
investigator



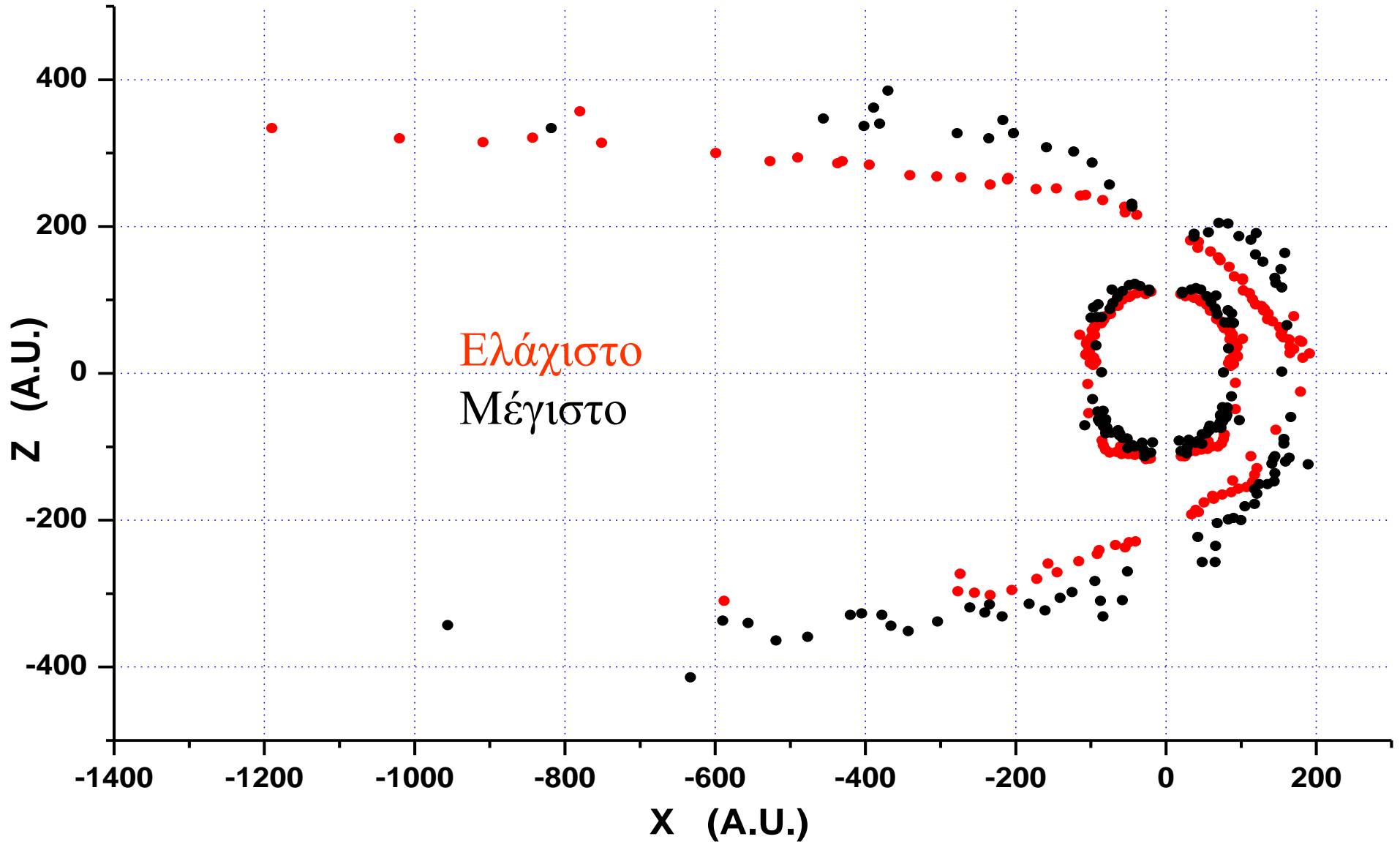
Ulysses

Third Solar Orbit

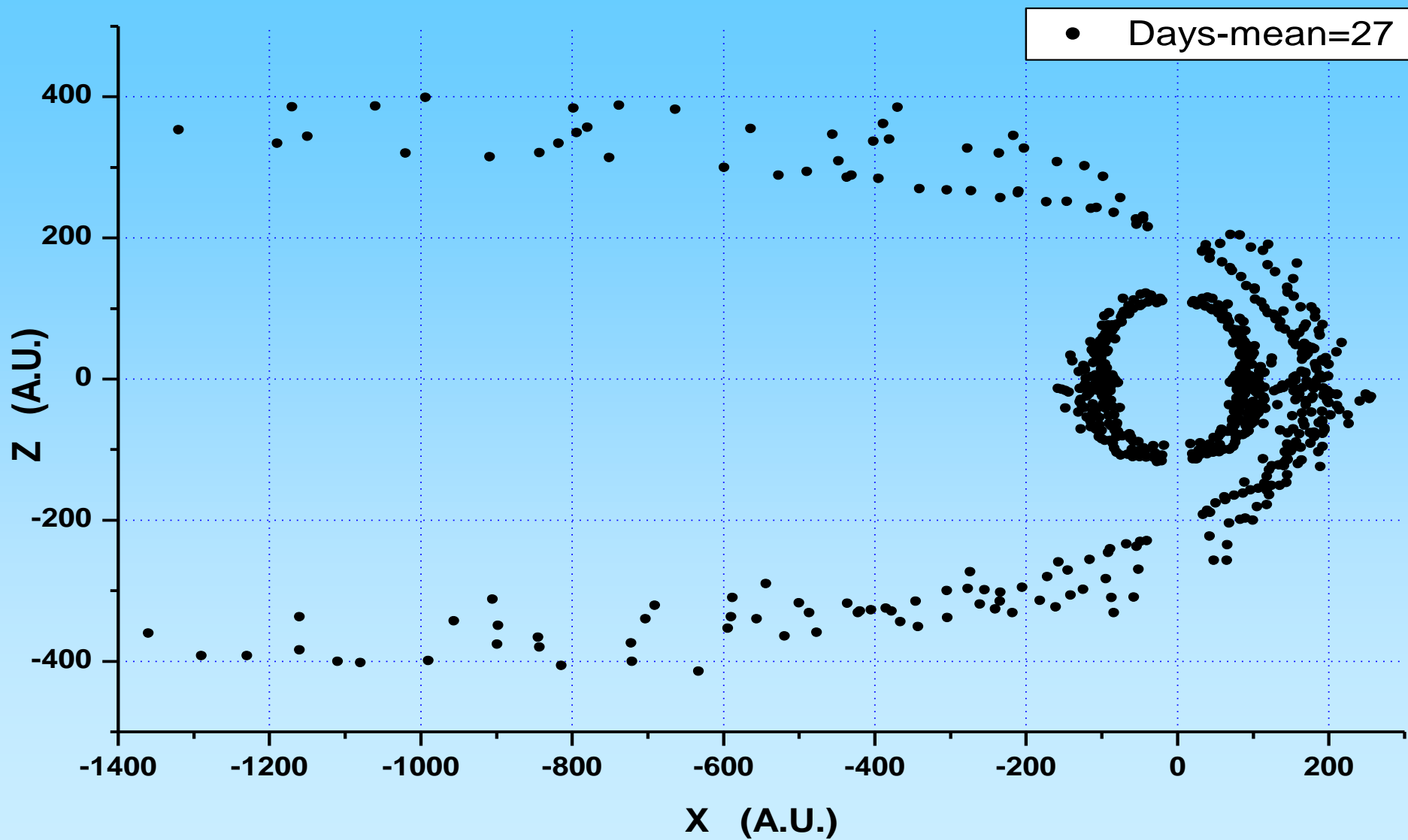


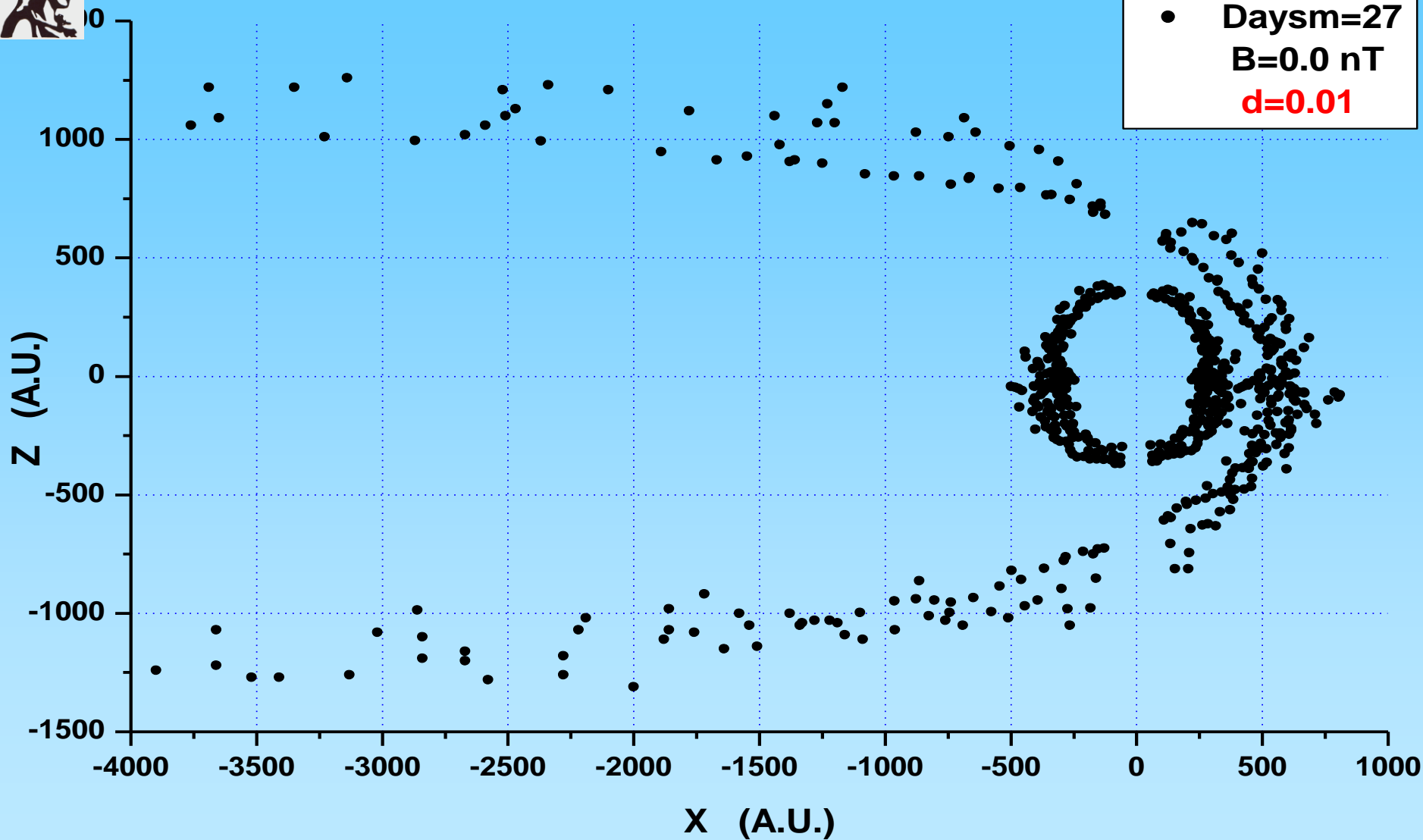


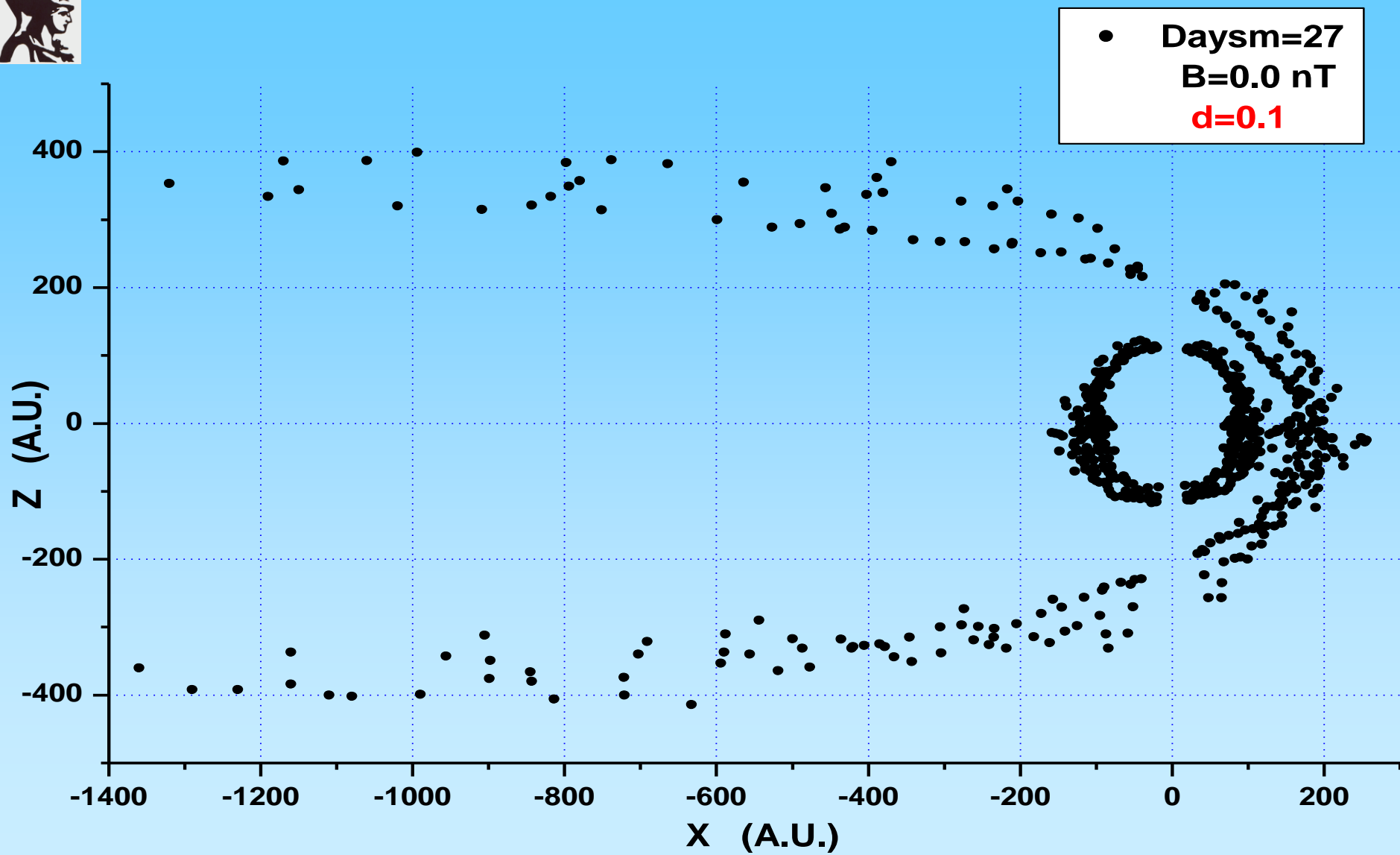
the shape of the heliosphere using *Ulysses* measurements

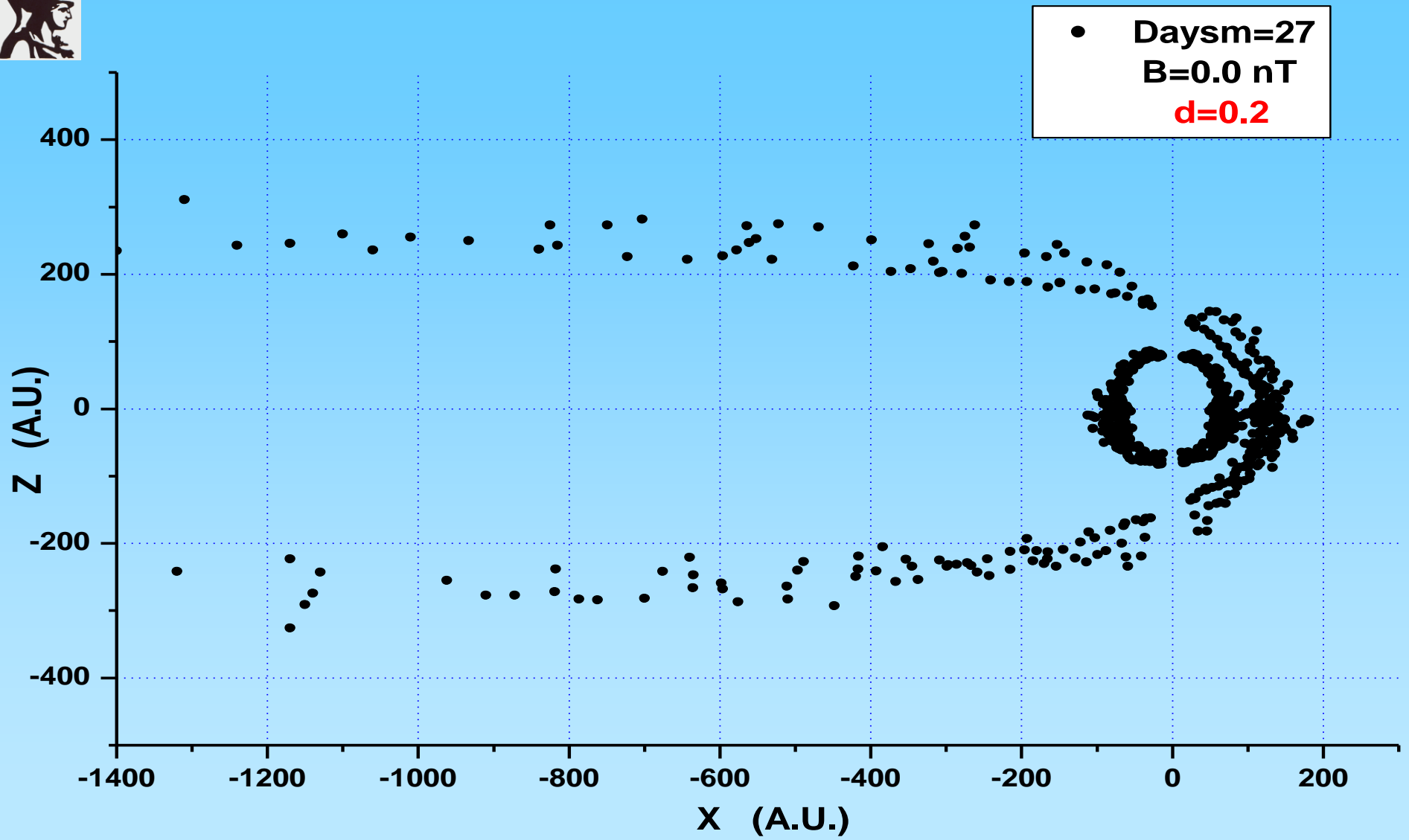


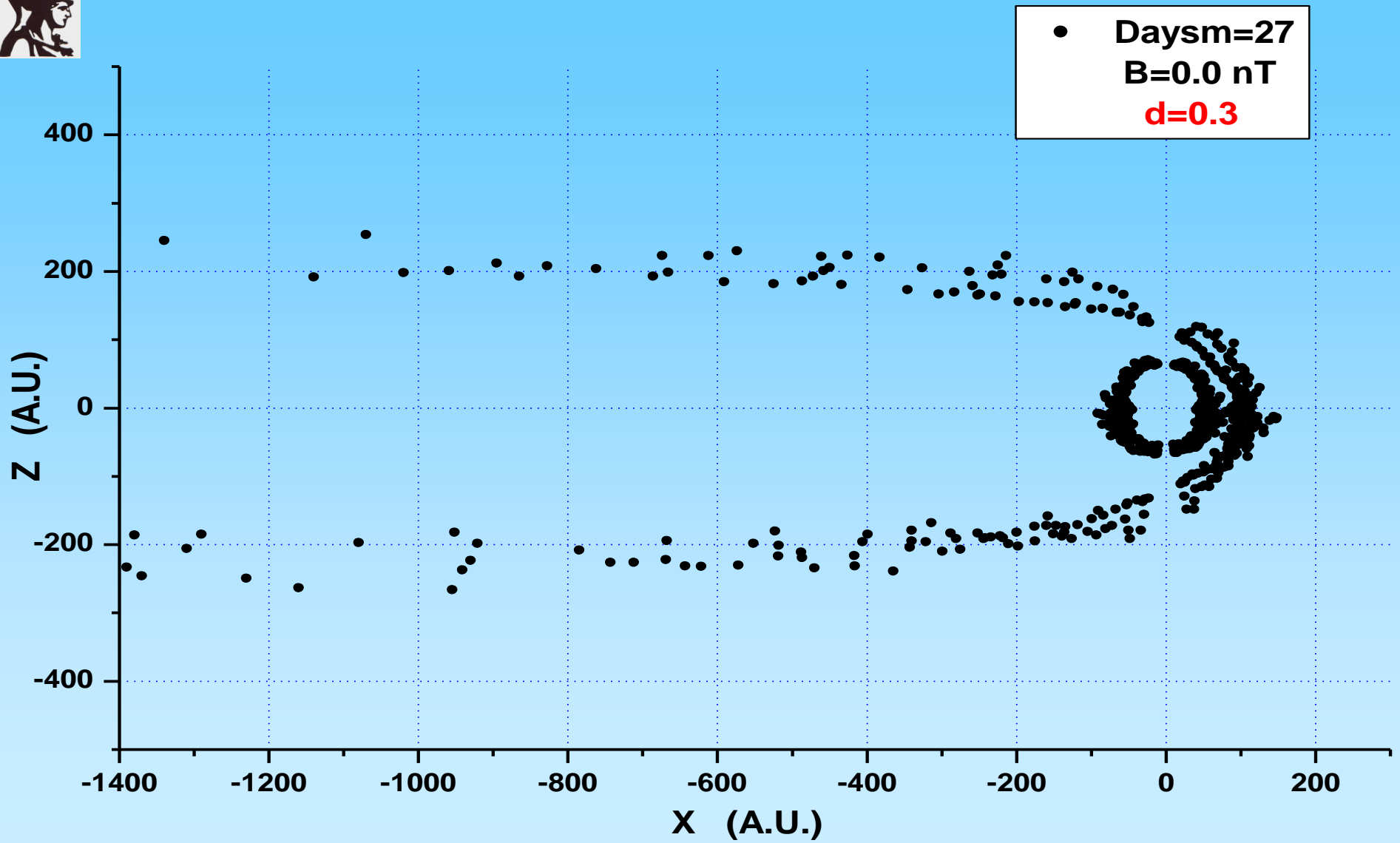
the shape of the heliosphere using *Ulysses* measurements

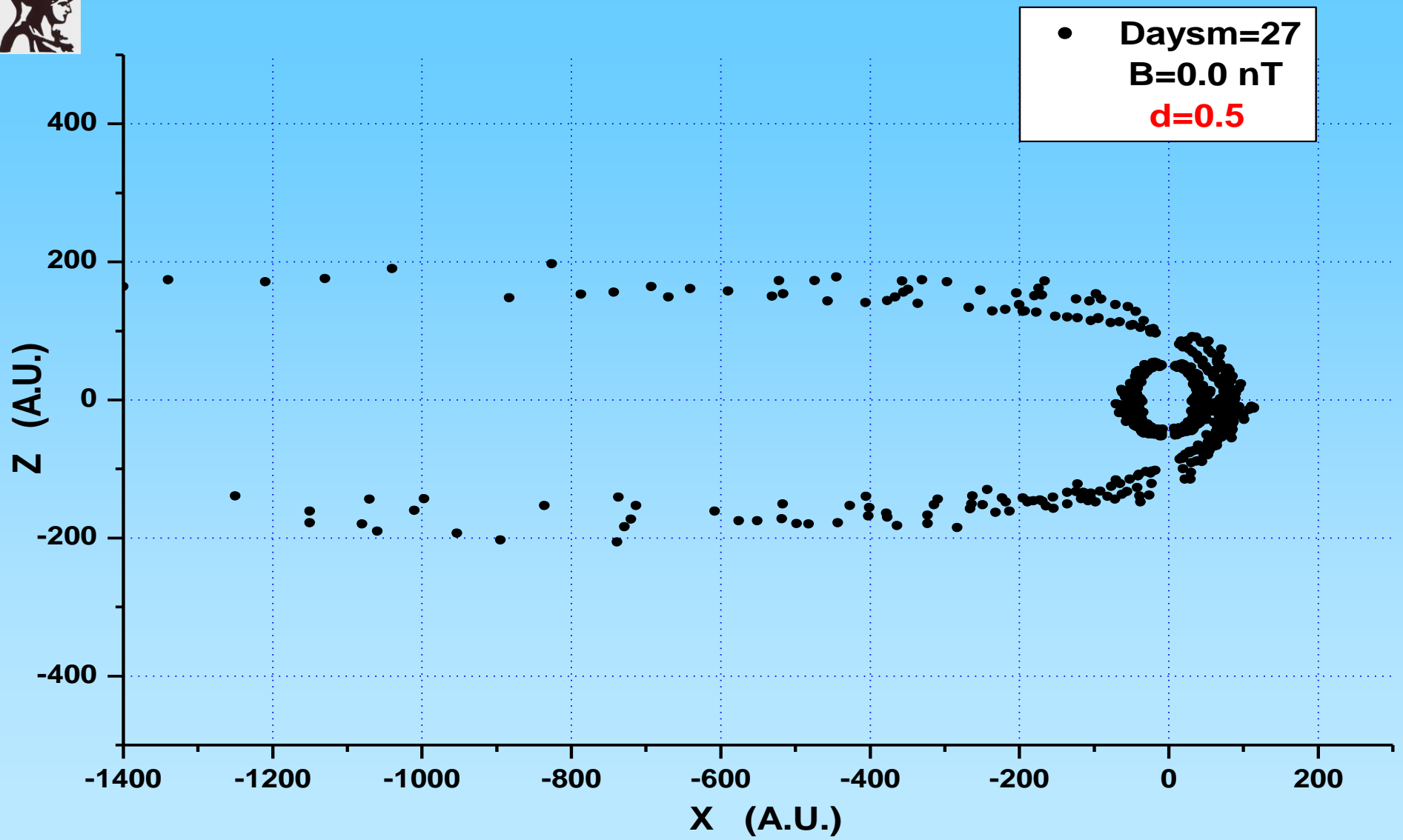










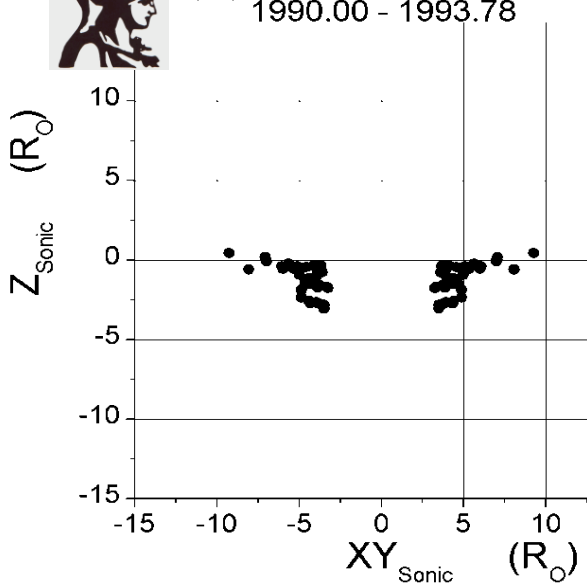


Sonic surface



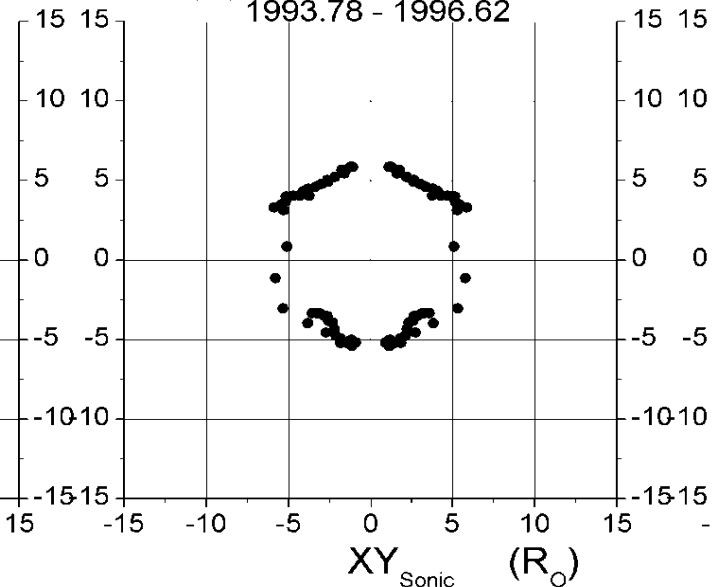
(A) Solar maximum

1990.00 - 1993.78



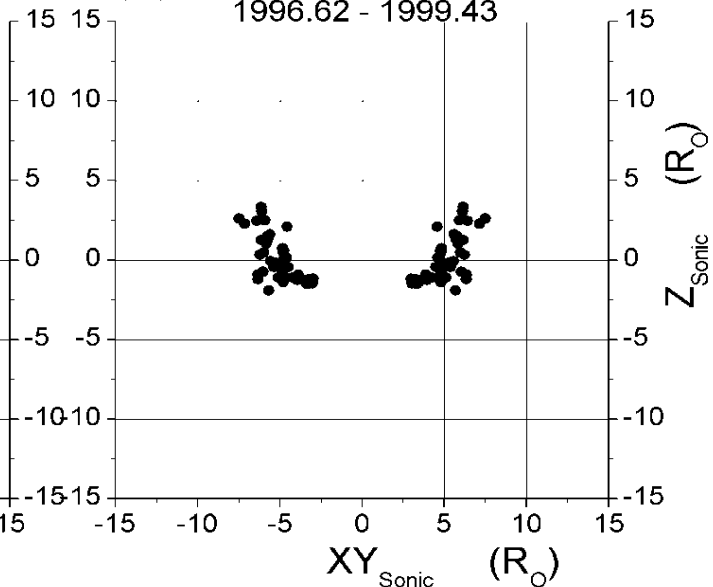
(B) Solar minimum

1993.78 - 1996.62



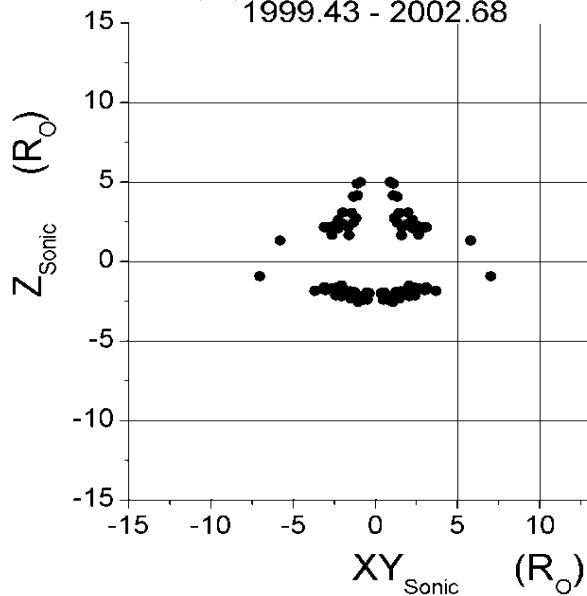
(C) Rise to solar maximum

1996.62 - 1999.43



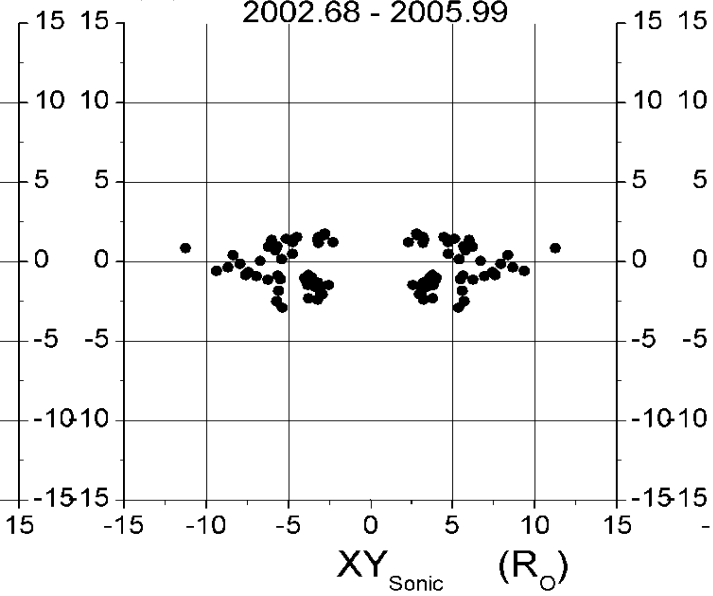
(D) Solar maximum

1999.43 - 2002.68



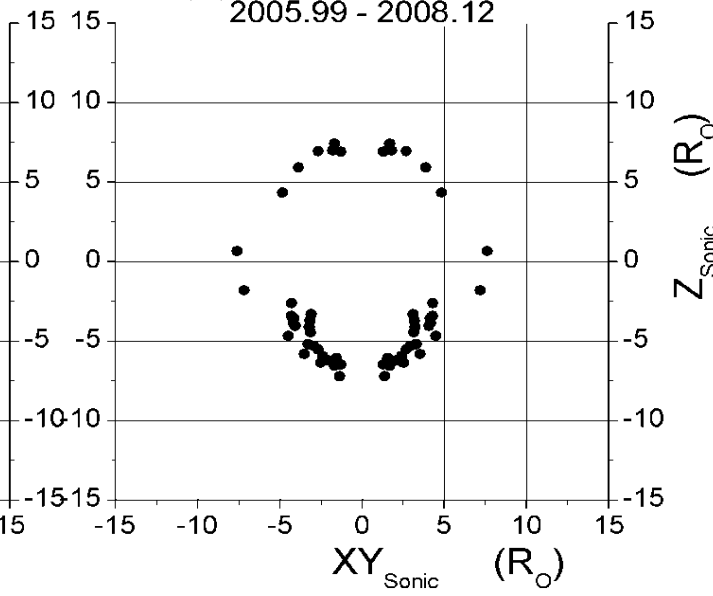
(E) Fall to solar minimum

2002.68 - 2005.99



(F) Solar minimum

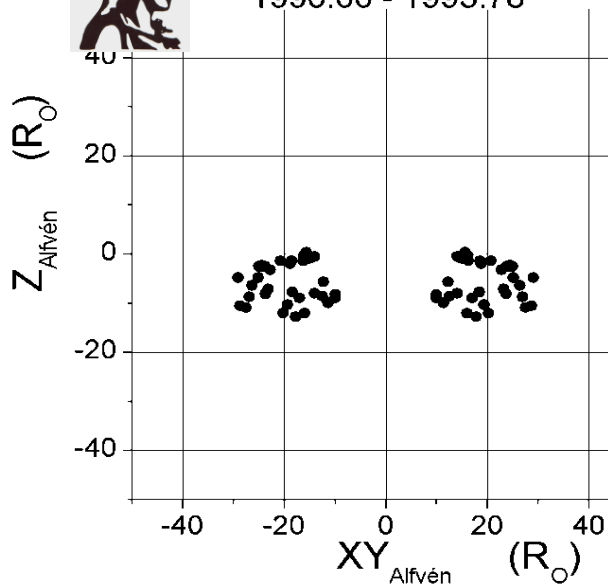
2005.99 - 2008.12



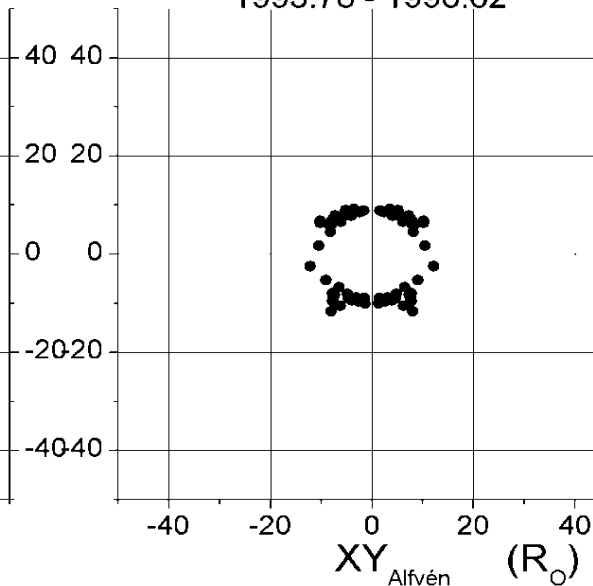
Alfvén surface



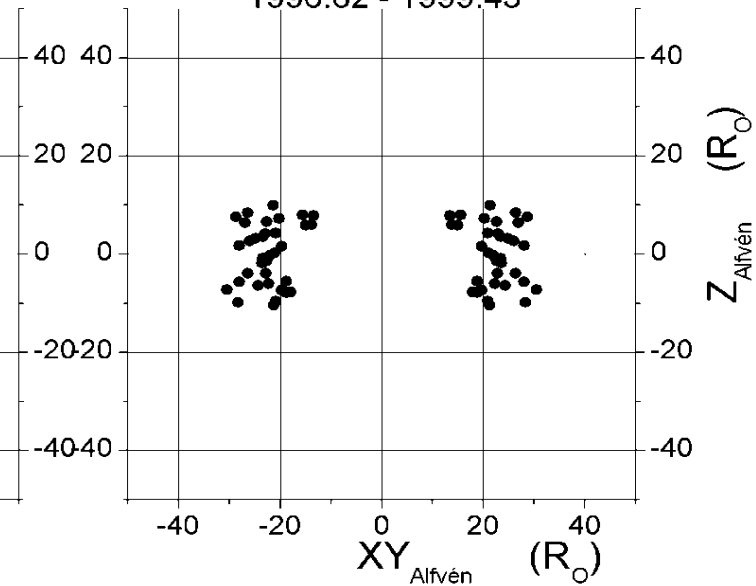
(A) Solar maximum
1990.00 - 1993.78



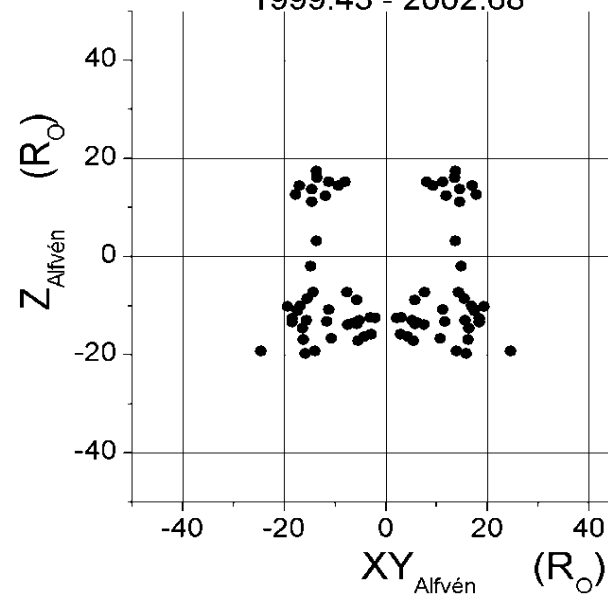
(B) Solar minimum
1993.78 - 1996.62



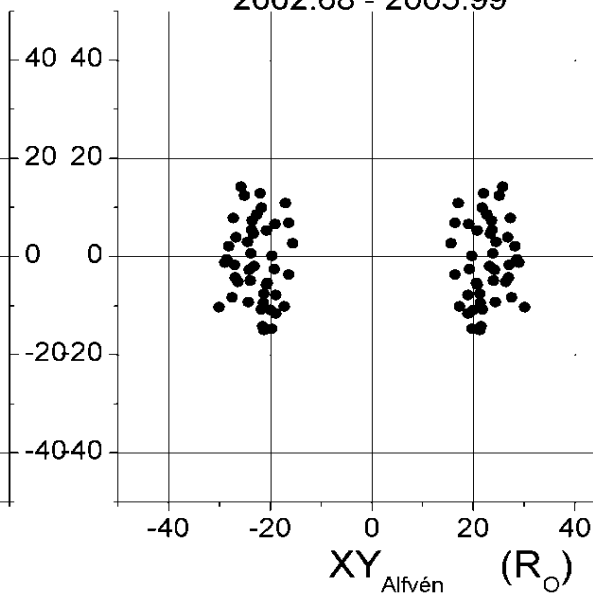
(C) Rise to solar maximum
1996.62 - 1999.43



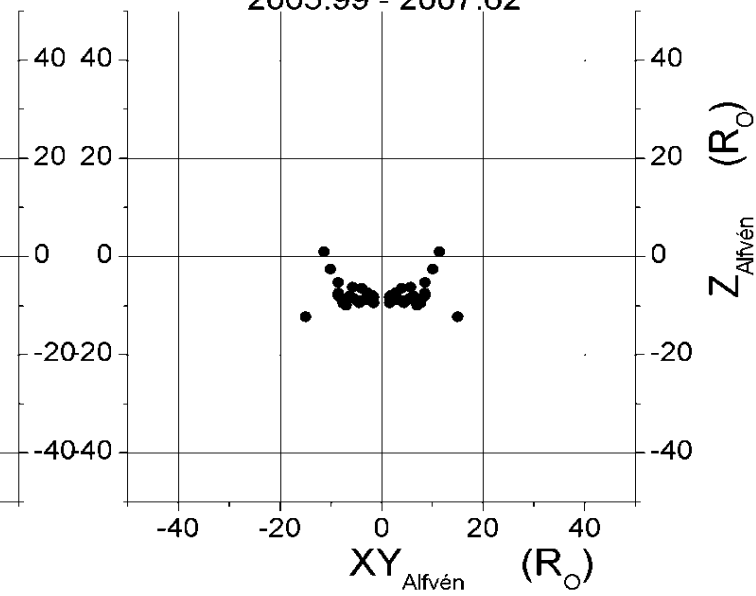
(D) Solar maximum
1999.43 - 2002.68

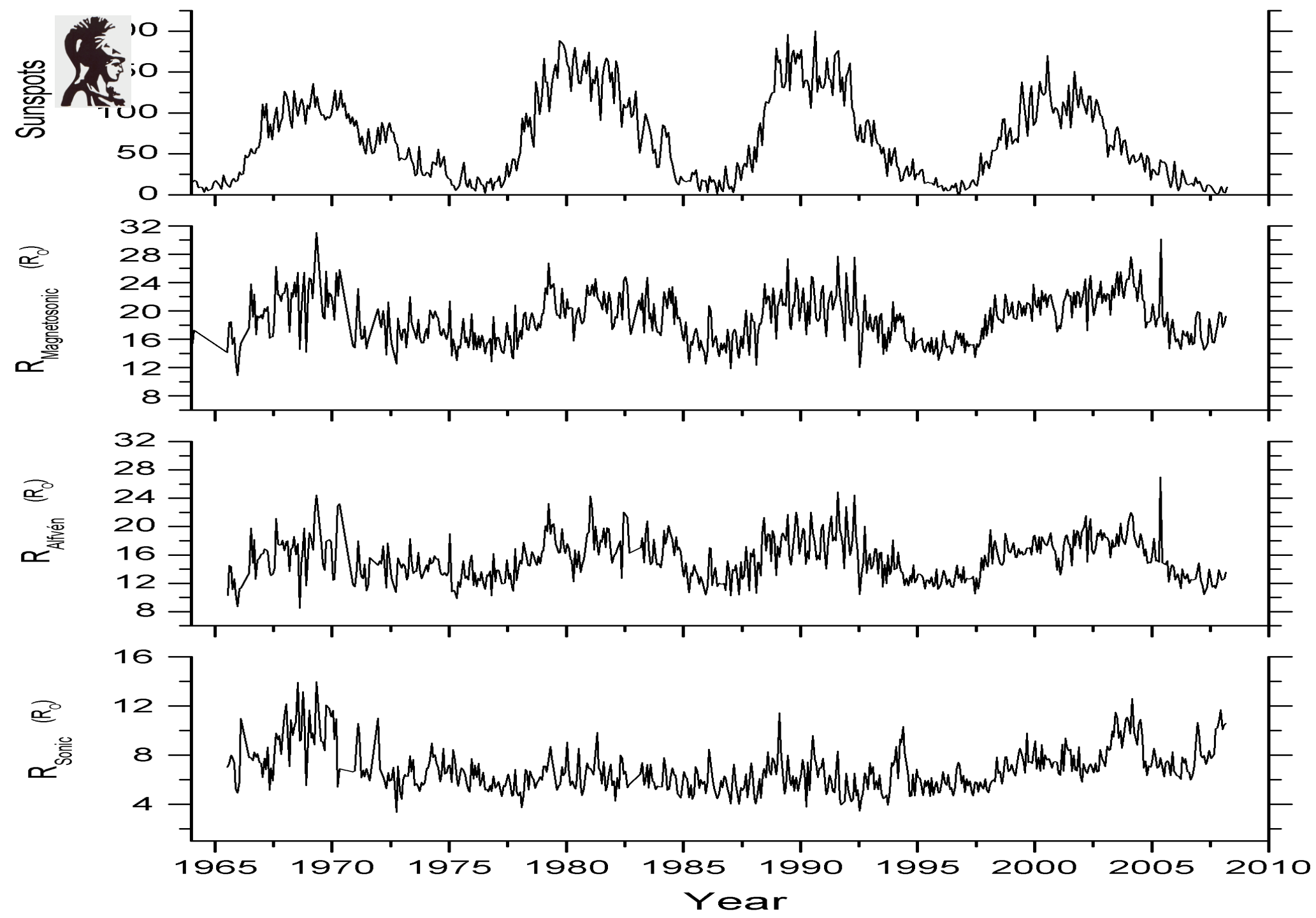


(E) Fall to solar minimum
2002.68 - 2005.99



(F) Solar minimum
2005.99 - 2007.62

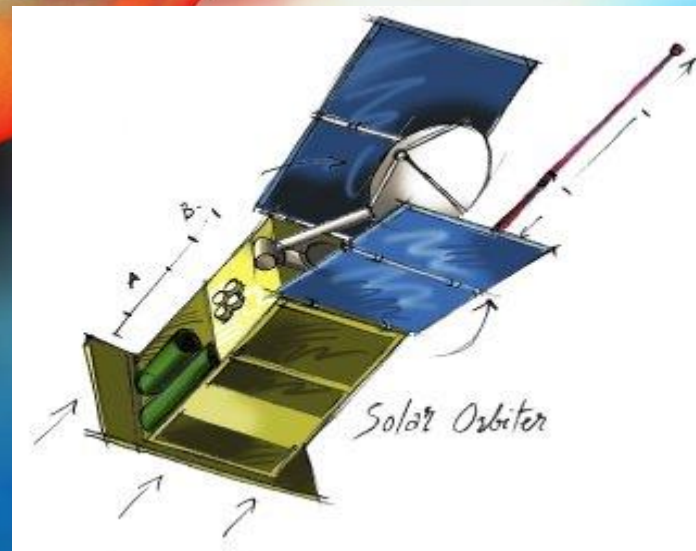
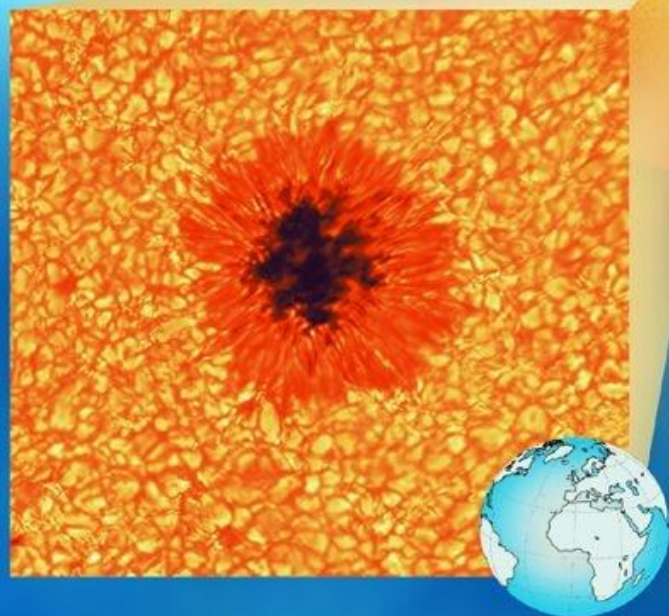






ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: ΗΛΙΟΣ

Ηλιακό τροχιακό διαστημόπλοιο Solar Orbiter, διαστημική αποστολή στην οποία συμμετέχει το ΕΚΠΑ
http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Solar_Orbiter





ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: ΗΛΙΟΣ

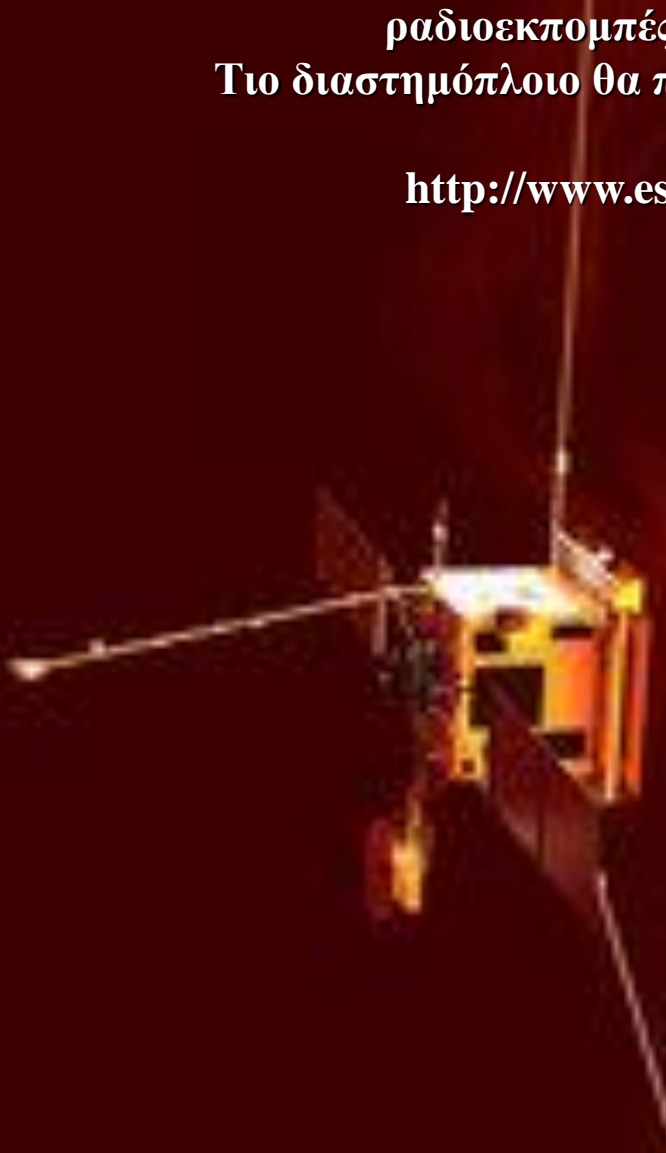
ακό τροχιακό διαστημόπλοιο Solar Orbiter, διαστημική αποστολή στην οποία συμμετέχει
το ΕΚΠΑ

Οι τρεις κάθετες μεταξύ τους κεραιές είναι του πειράματός μας που καταγράφει τις
ραδιοεκπομπές του Ηλίου και του πλάσματος του ηλιακού ανέμου

Το διαστημόπλοιο θα πλησιάσει πάρα πολύ τον Ήλιο (0,28 αστρονομικής μονάδας)

Θα εκτοξευθεί τον Ιούλιο 2017

http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Solar_Orbiter





Πειράματα στο διαστημόπλοιο Solar orbiter

Heliospheric in-situ instruments
Solar Wind Analyser (SWA): To measure solar wind properties and composition

Energetic Particle Detector (EPD): To measure suprathermal ions, electrons, neutral atoms, as well as energetic particles in the energy range from few keV/nuc to relativistic electrons and ions up to 100 MeV (protons) and 200 MeV/nuc (heavy ions)

Magnetometer (MAG): will provide detailed measurements of the magnetic field

Radio and Plasma Wave analyser (RPW): To measure magnetic and electric fields at high time resolution (πείραμα που συμμετέχει το ΕΚΠΑ)

Solar remote-sensing instruments
Polarimetric and Helioseismic Imager (PHI): To provide high-resolution and full-disk measurements of the photospheric magnetic field

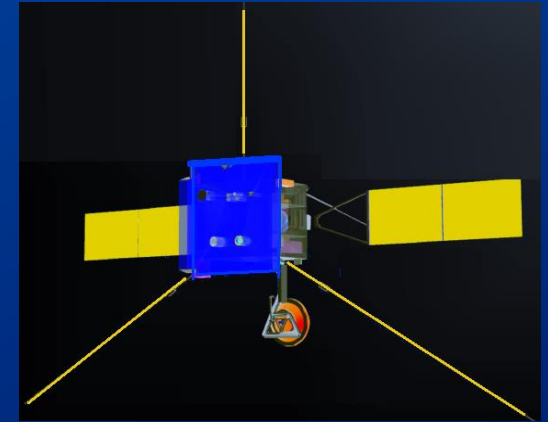
EUV full-Sun and high-resolution Imager (EUI): To image various layers of the solar atmosphere

EUV spectral Imager (SPICE): To provide spectral imaging of solar disk and corona, characterize plasma properties at the Sun

Spectrometer/Telescope for Imaging X-rays (STIX): To provide imaging spectroscopy of thermal and non-thermal solar X-ray emission from 4 to 150 keV

Coronagraph (METIS): To provide simultaneous UV (121.6 nm), and polarized visible light imaging of the corona

Heliospheric Imager (SoloHI): To image quasi-steady and transient flows of the solar wind



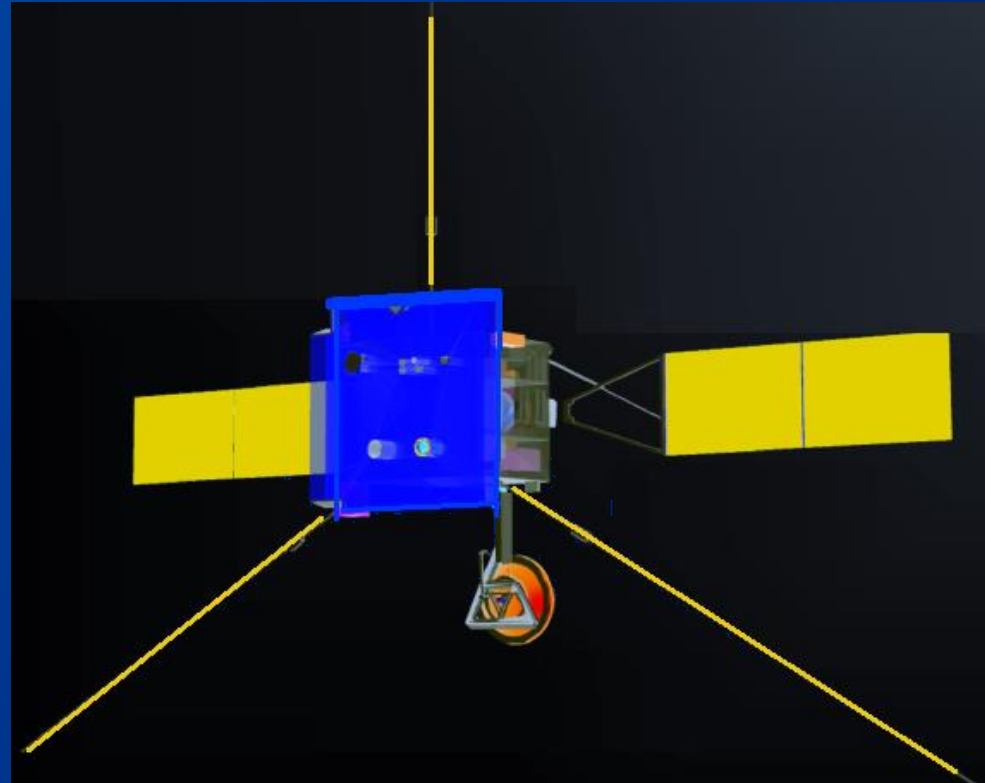


ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: ΗΛΙΟΣ

Ηλιακό τροχιακό διαστημόπλοιο *Solar Orbiter*, διαστημική αποστολή στην οποία συμμετέχει το ΕΚΠΑ

Οι τρεις κάθετες μεταξύ τους κεραίες είναι του πειράματός μας που καταγράφει τις ραδιοεκπομπές του Ηλίου και του πλάσματος του ηλιακού ανέμου

http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Solar_Orbiter



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ξενοφών Δ. Μουσάς 2015.«Ηλιακή Φυσική. Γενικά χαρακτηριστικά του ήλιου». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS2/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

