



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Εισαγωγή στην Αστροφυσική

Ενότητα 3: Ο ήλιος ως αστέρας

Ξενοφών Δ. Μουσάς  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Φυσικής



Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Εισαγωγή στην Αστροφυσική  
και Αστρονομία*

*Ο Ήλιος*

Ξενοφών Δ. Μουσάς,  
Καθηγ. Φυσικής Διαστήματος

ΑΘΗΝΑ 2013 - 2014

## Βιβλιογραφία:

Μάνου Δανέζη και Στράτου Θεοδοσίου, *Το Σύμπαν που αγάπησα*, Εκδ. Διάυλος, Αθήνα, 2012, ISBN: 978-960-531-288-6

Χαράλαμπος Βάρβογλη και Γιάννη Χ. Σειραδάκη, *Εισαγωγή στη σύγχρονη αστρονομία*, Εκδότης: Γαρταγάνης, Αριθμός Σελίδων: 352, 1994

Σταύρου Ι. Αυγολούπη και Ιωάννη Χ. Σειραδάκη, *Παρατηρησιακή Αστρονομία*, Εκδότης Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, 2004, Αριθμός Σελίδων 246, ISBN 960-86810-3-0

**B. W. Carroll and D. A. Ostlie**

*An Introduction to Modern Astrophysics*,

εκδ. Addison-Wesley, 1996 και 2013,

ISBN-13: 978-1292022932

**Επίσης:**

<http://www.astro.virginia.edu/class/majewski/astr551/lectures/LECTURE2/lec2b.html>

<http://casswww.ucsd.edu/archive/public/tutorial/Stars.html>

[http://www.astro.washington.edu/users/anamunn/Astro101/Project1/stellar\\_spectroscopy\\_introduction.html](http://www.astro.washington.edu/users/anamunn/Astro101/Project1/stellar_spectroscopy_introduction.html)

<http://handprint.com/ASTRO/>

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Unit1/sptypes.html>

Γενικώς μπορείτε να βρίσκετε επιστημονικά άρθρα σε οποιοδήποτε αντικείμενο, αστροφυσικής, φυσικής, μαθηματικών, φιλοσοφίας ή οτιδήποτε, στην ιστοσελίδα:

[scholar.google.gr/](http://scholar.google.gr/)

Τα άρθρα παρουσιάζονται με αξιολόγηση και

πρώτα αναφέρονται τα πιο χρησιμοποιημένα, τα κατά τεκμήριο πιο σημαντικά.



## **ΒΙΒΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ**

*Το σύμπαν που αγάπησα*

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22684958

Έκδοση: Πανεπιστημιακή Έκδοση/2012

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-288-6

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

*Το σύμπαν που αγάπησα*

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 12212

Αριθμός τόμου: Τόμος 1

Έκδοση: 3η έκδ./1999

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-062-2

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

*Το σύμπαν που αγάπησα*

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 12213

Αριθμός τόμου: Τόμος 2

Έκδοση: 3η έκδ./1999

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-063-9

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Εισαγωγή στην αστροφυσική

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 42022440

Έκδοση: 1η/2014

Συγγραφείς: Αλυσσανδράκης Κ.

ISBN: 978-960-02-3058-1

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΖΗΣΗ ΑΕΒΕ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ**

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22846310

Έκδοση: Α' ΕΚΔΟΣΗ/2012

Συγγραφείς: ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΑΡΑΤΖΟΓΛΟΥ ΦΙΛΑΡΕΤΗ

ISBN: 978-960-530-148-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): Εταιρεία Αξιοποίησης και Διαχείρισης Περιουσίας

Πανεπιστημίου Πατρών

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

**ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ Ι**

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 280

Αριθμός τόμου: Ι

Έκδοση: 1η/2009

Συγγραφείς: SHU FRANK

ISBN: 978-960-7309-16-7

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

**ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ ΙΙ**

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 282

Αριθμός τόμου: ΙΙ

Έκδοση: 1η/2009

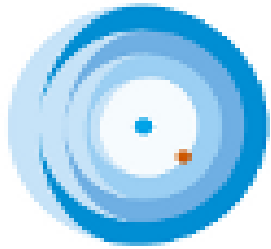
Συγγραφείς: SHU FRANK

ISBN: 978-960-7309-17-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ



# Εύδοξος

Ηλεκτρονική Υπηρεσία Ολοκληρωμένης Διαχείρισης  
Συγγραμμάτων και Ασκήτων Βοηθημάτων

## ΒΙΒΛΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

Αστροφυσική Πλάσματος

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 50661503

Έκδοση: 2η Έκδοση/2015

Συγγραφείς: Κανάρης Τσίγκανος

ISBN: 978-960-91748-2-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΚΑΝΑΡΗΣ ΤΣΙΓΚΑΝΟΣ

Αστροφυσική Πλάσματος

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 42116553

Έκδοση: 1η Έκδοση/2015

Συγγραφείς: Κανάρης Τσίγκανος

ISBN: 978-960-91748-2-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΚΑΝΑΡΗΣ ΤΣΙΓΚΑΝΟΣ

Κοσμική Ακτινοβολία

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 45309

Έκδοση: 1η έκδ./2009

Συγγραφείς: Μαυρομιχαλάκη - Χριστοπούλου Ελένη

ISBN: 978-960-266-251-9

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): Σ.ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

Γενική Σχετικότητα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 6236

Έκδοση: 3/2007

Συγγραφείς: Bernard F. Schutz

ISBN: 960-7122-21-6

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΤΡΑΥΛΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ



Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Εισαγωγή στην Αστροφυσική  
και Αστρονομία*

*Ο Ήλιος*

Ξενοφών Δ. Μουσάς,  
Καθηγ. Φυσικής Διαστήματος

ΑΘΗΝΑ 2013 - 2014



# 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

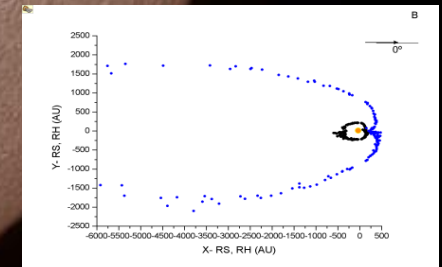
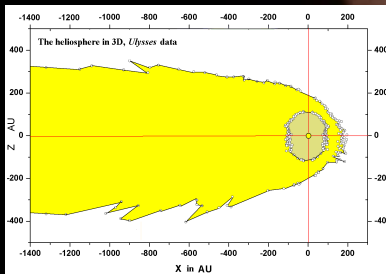
Δρ. Μιχαήλα Δημητροπούλου (σήμερα στην Nokia),  
Δρ. Αθανάσιος Κοντογεώργος (ΤΕΙ Λαμίας), Δρ.  
Δρ. Παναγιώτης Τσιτσιπής (ΤΕΙ Λαμίας),  
Δρ. Νίκος Σέργης (Ακαδημία Αθηνών),  
Αθανάσιος Κουλουμβάκος (σήμερα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)

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

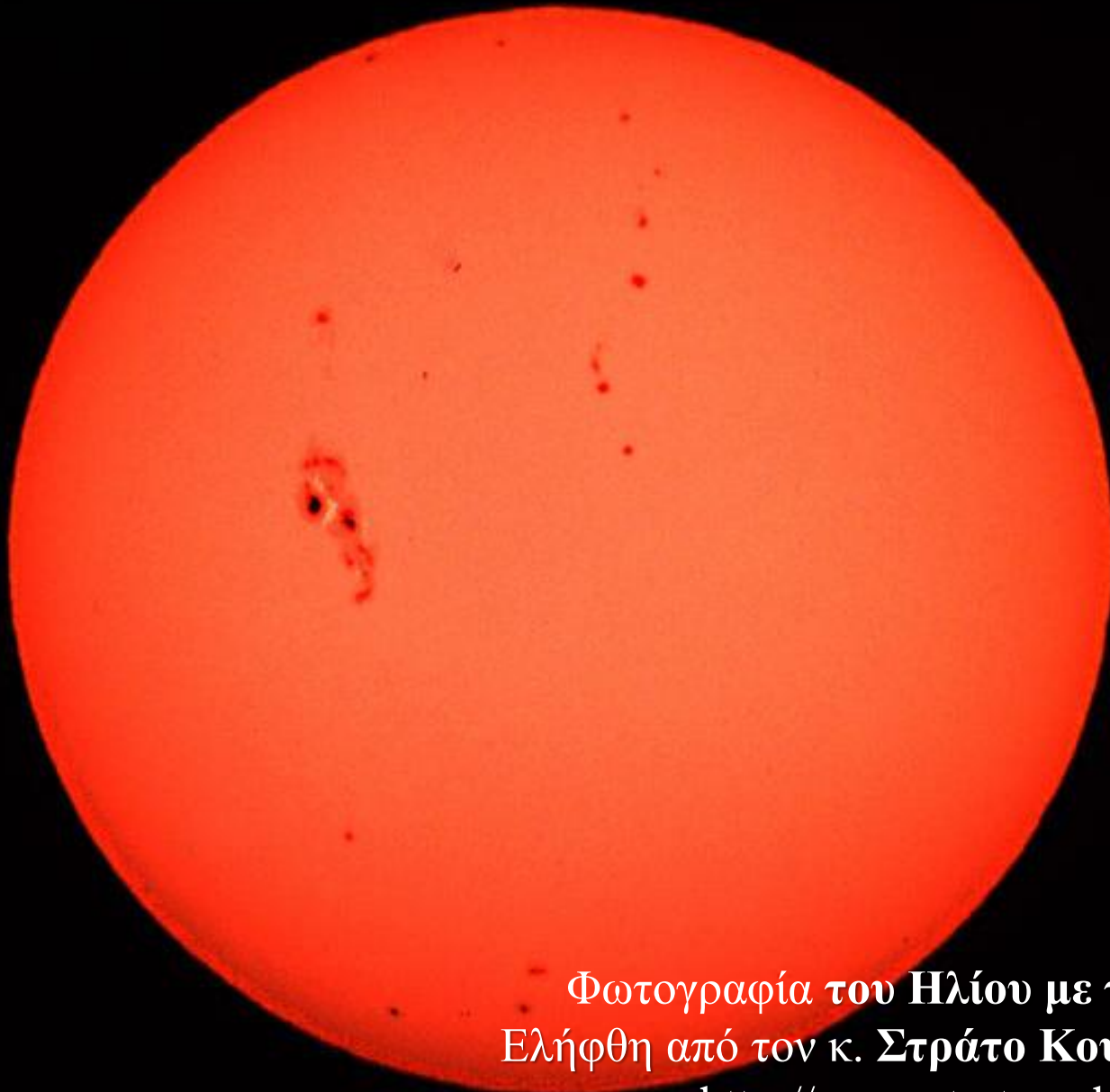
Αγγελική Νικολοπούλου (λύκειο Ευρυτανίας)

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

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



2014

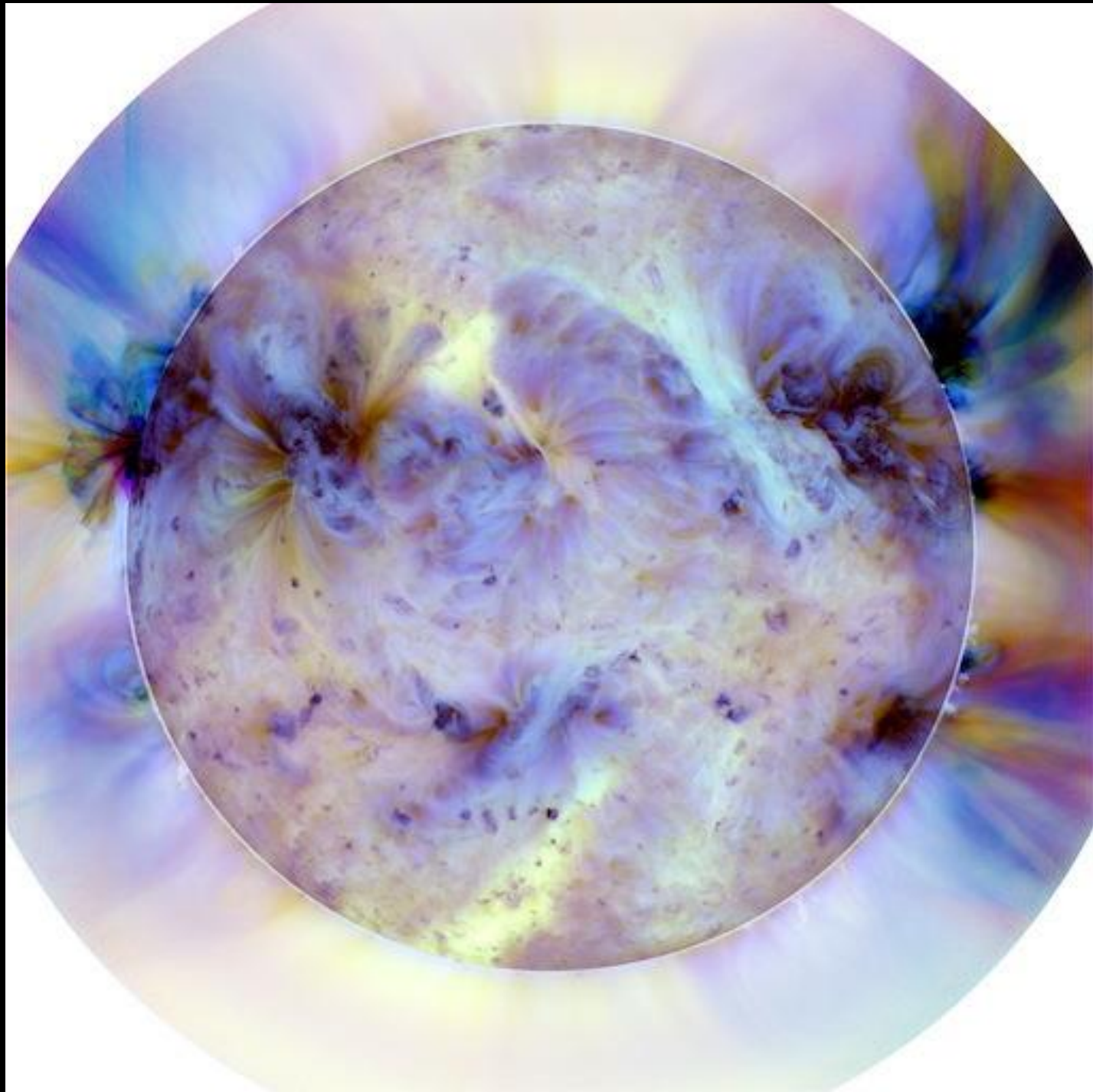


Φωτογραφία του Ηλίου με τις κηλίδες του  
Ελήφθη από τον κ. Στράτο Κουφό, στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>





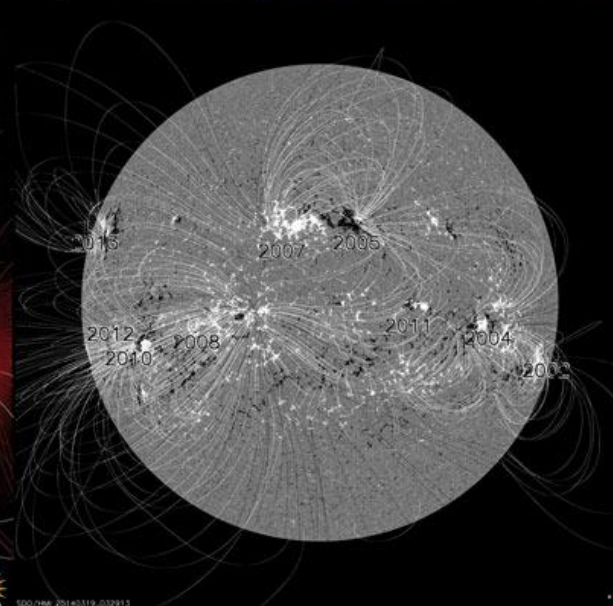
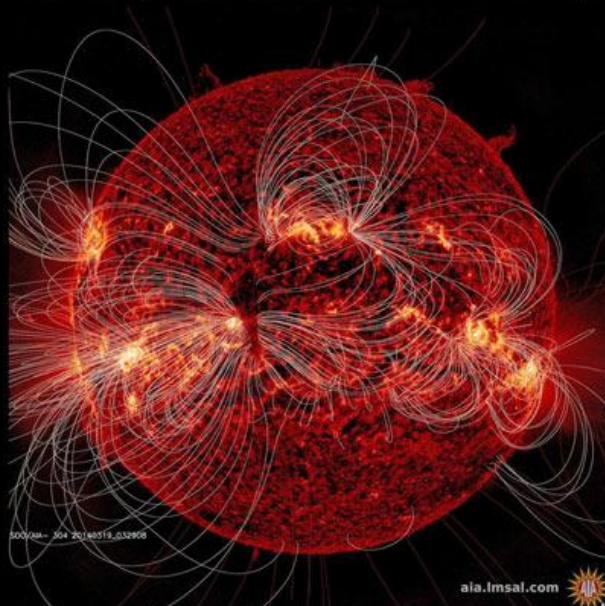
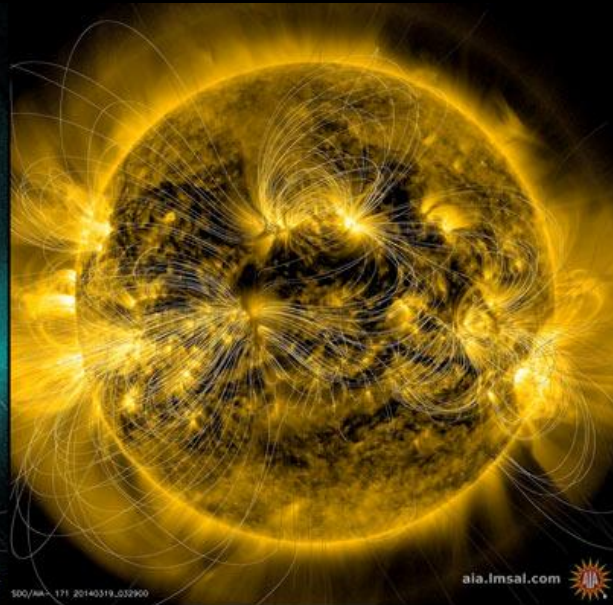
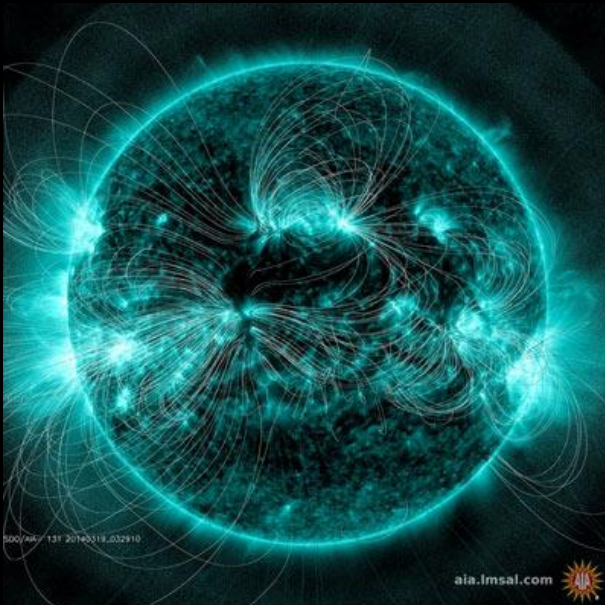
**Φωτογραφία του Ηλίου κατά την διάβαση της Αφροδίτης  
Ελήφθη από τον κ. Στράτο Κουφό, στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>**

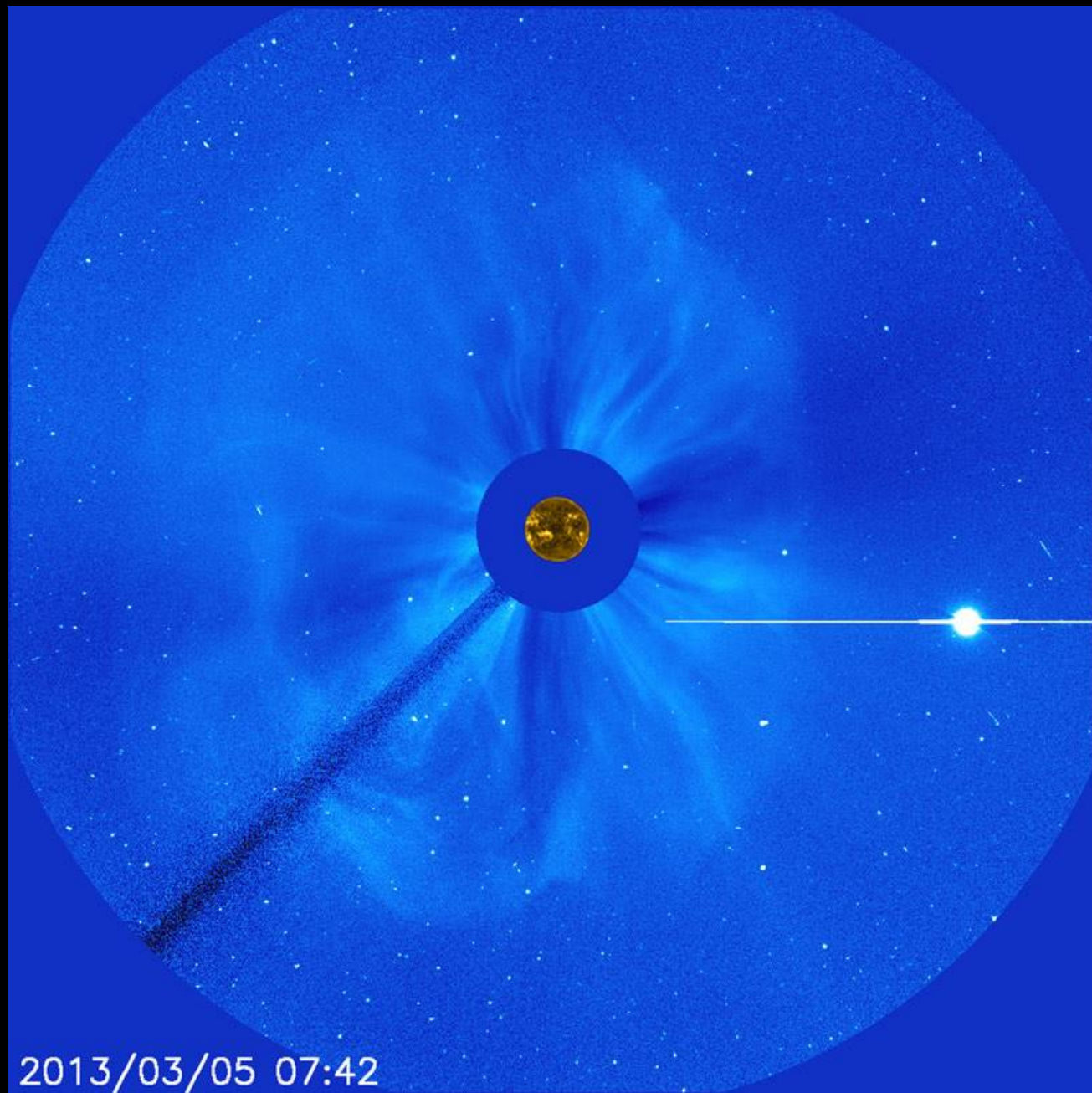


# Ευχαριστίες

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

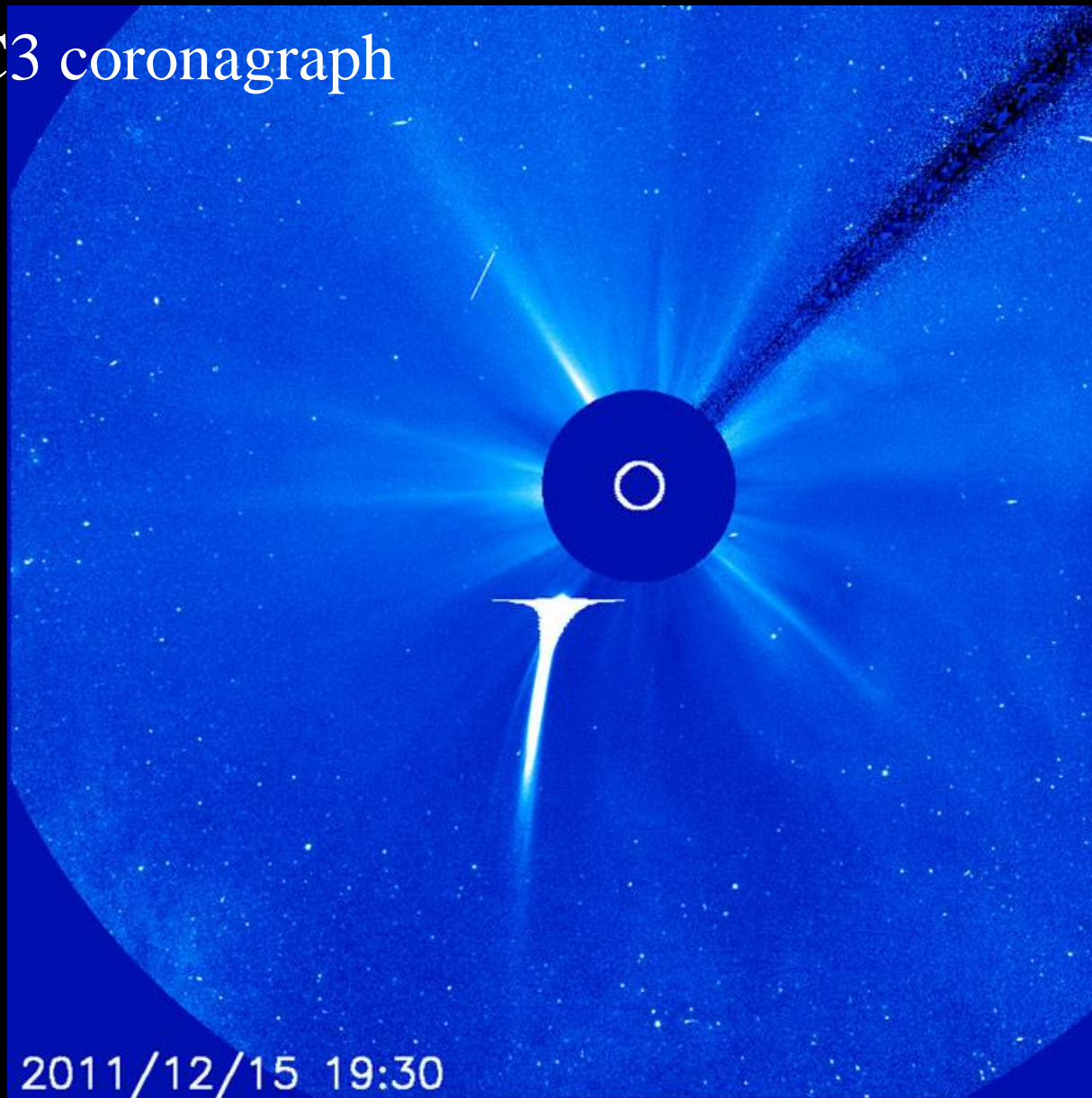
στους Ερευνητές και λοιπούς συντελεστές των επιγείων τηλεσκοπίων και διαστημικών πειραμάτων, στους κυρίους Στράτο Κουφό, Νίκο Πασχάλη, Πάνο Παπασπύρου για τις εικόνες που χρησιμοποιούνται σε αυτό το μάθημα, σε αυτούς που μας έδωσαν μετρήσεις ή συμβουλές, στην Wikipedia για πολλές πολύτιμες εικόνες που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





2013/03/05 07:42

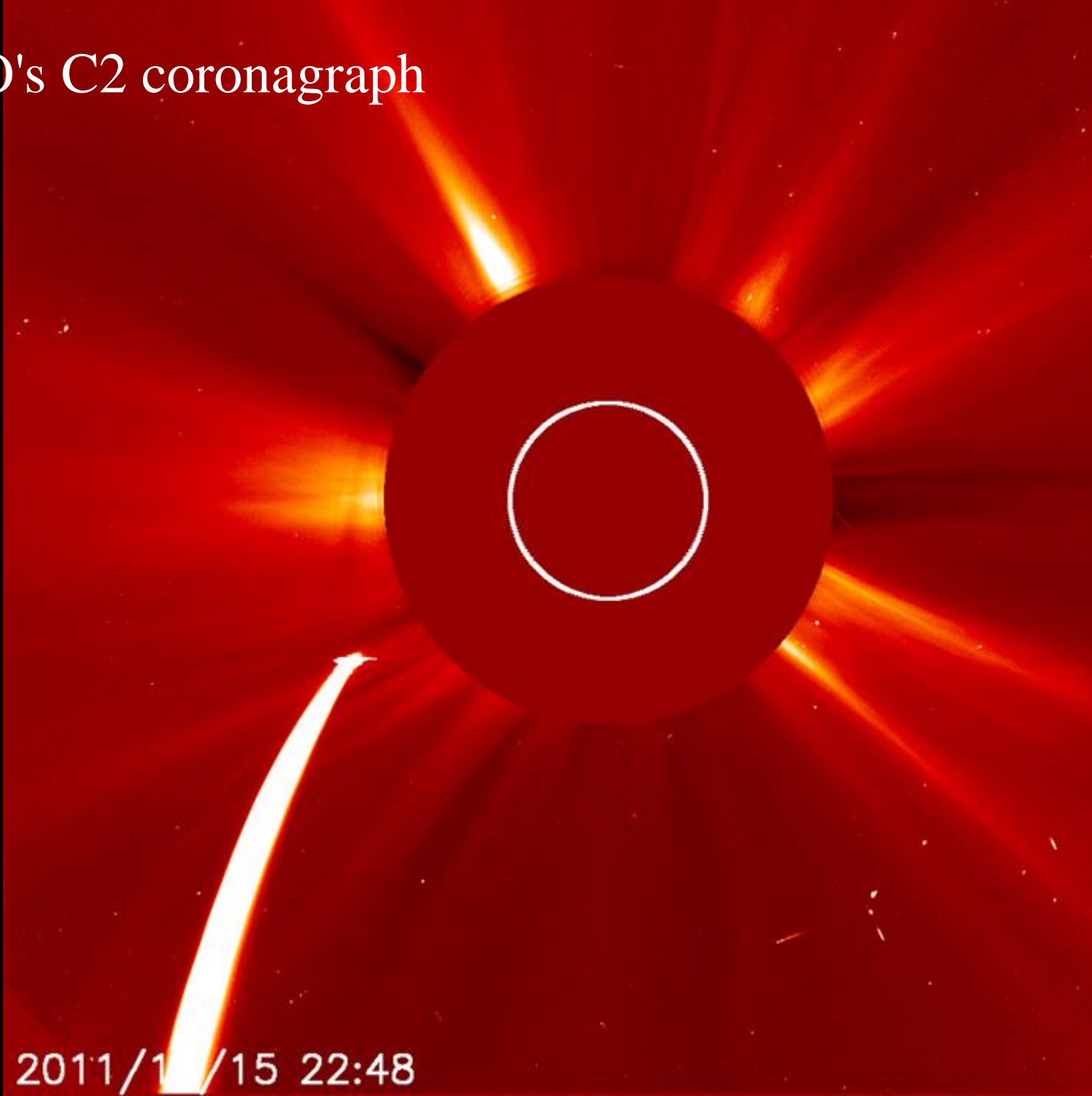
# SOHO's C3 coronagraph



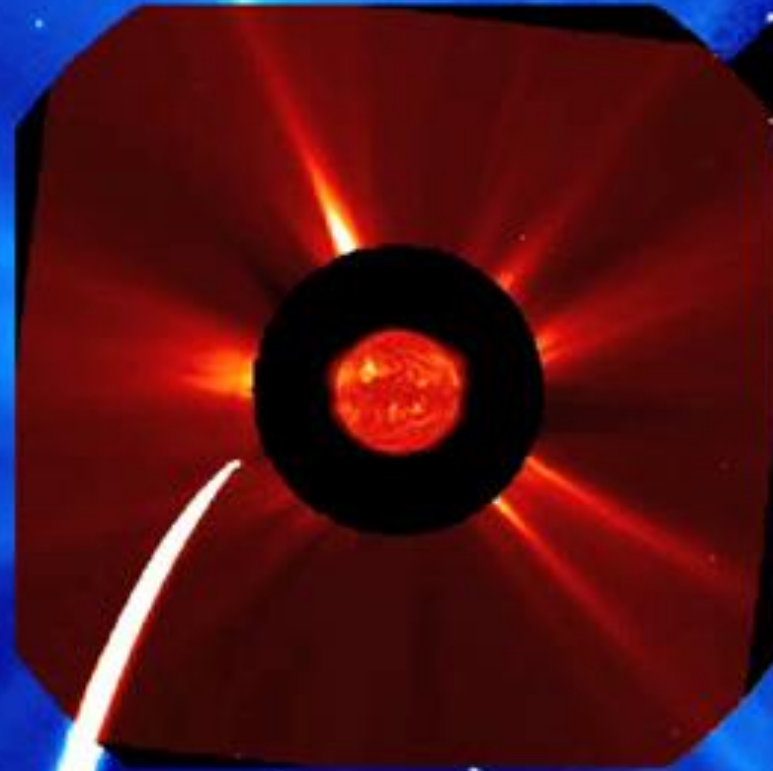
2011/12/15 19:30

# SOHO's C2 coronagraph

2011/11/15 22:48



SOHO C2 και C3 coronagraph







Φωτογραφία του αναλήμματος, της θέσης του  
Ηλίου κατά την μεσουράνηση στην διάρκεια  
του έτους,  
Ελήφθη από τον κ. Στράτο Κουφό, στον ναό του  
Απόλλωνα στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>

Φωτογραφία  
του στέμματος του Ηλίου κατά την  
έκλειψη της 29<sup>η</sup> Μαρτίου 2006 στο  
Καστελόριζο,  
Ελήφθη από τον κ. Στράτο Κουφό,  
<http://www.stratos-photography.com/>





Φωτογραφία του στέμματος του Ηλίου κατά την  
έκλειψη της 29<sup>η</sup> Μαρτίου 2006 στο Καστελόριζο,  
Διακρίνεται μια προεξοχή πάνω αριστερά  
Ελήφθη από τον κ. Στράτο Κουφό,  
<http://www.stratos-photography.com/>



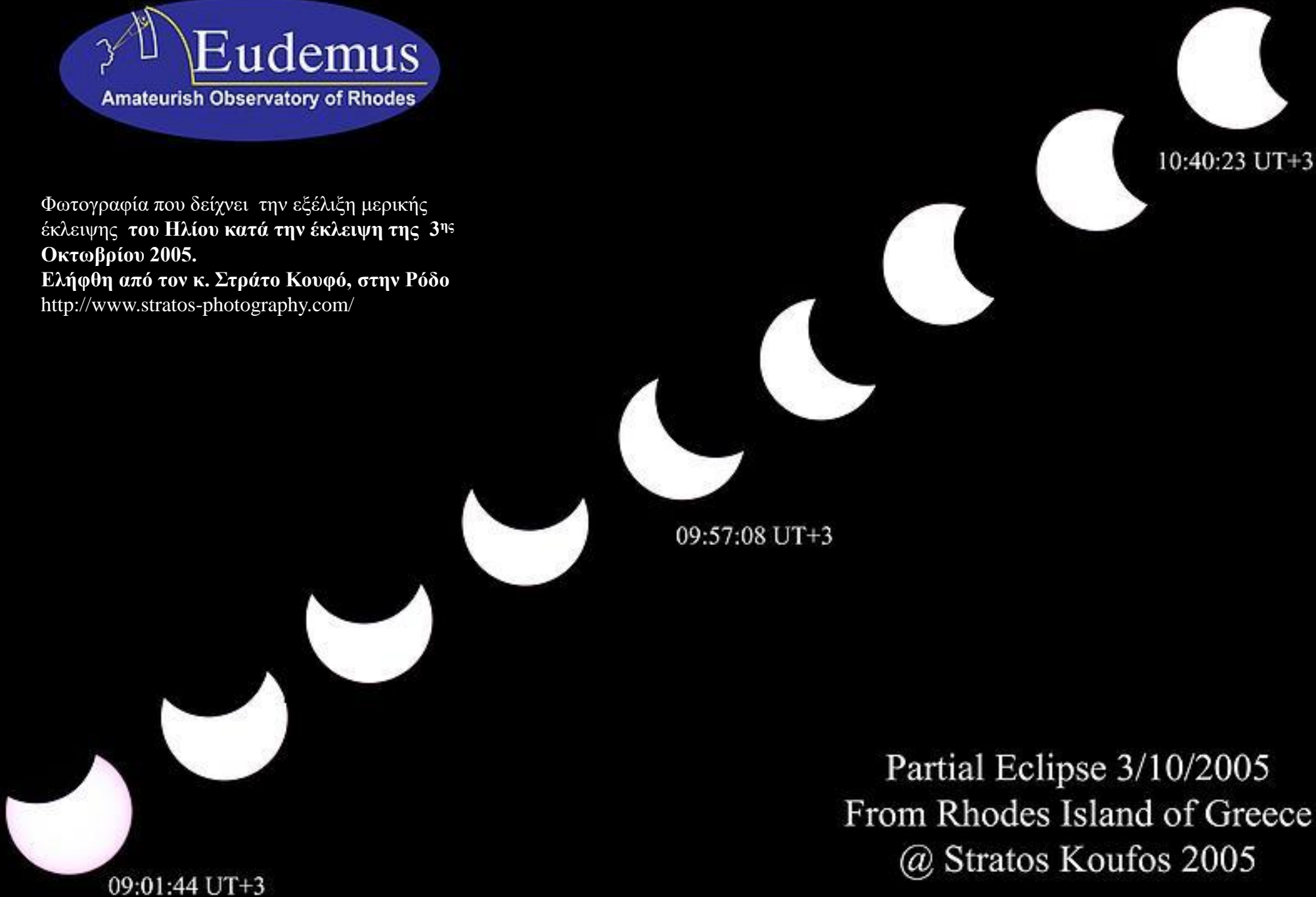
© Stratos Koufos

Φωτογραφία που δείχνει το λεγόμενο  
διαμαντένιο δακτυλίδι  
του στέμματος του Ηλίου κατά την έκλειψη της  
29<sup>η</sup> Μαρτίου 2006 στο Καστελόριζο, Ελήφθη από  
τον κ. Στράτο Κουφό,  
<http://www.stratos-photography.com/>



Φωτογραφία που δείχνει την εξέλιξη μερικής  
έκλειψης του Ηλίου κατά την έκλειψη της 3<sup>ης</sup>  
Οκτωβρίου 2005.

Ελήφθη από τον κ. Στράτο Κουφό, στην Ρόδο  
<http://www.stratos-photography.com/>



Partial Eclipse 3/10/2005  
From Rhodes Island of Greece  
@ Stratos Koufos 2005

## 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](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://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/mission_pages/stereo/main/#.VONns_msV1Y)

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

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

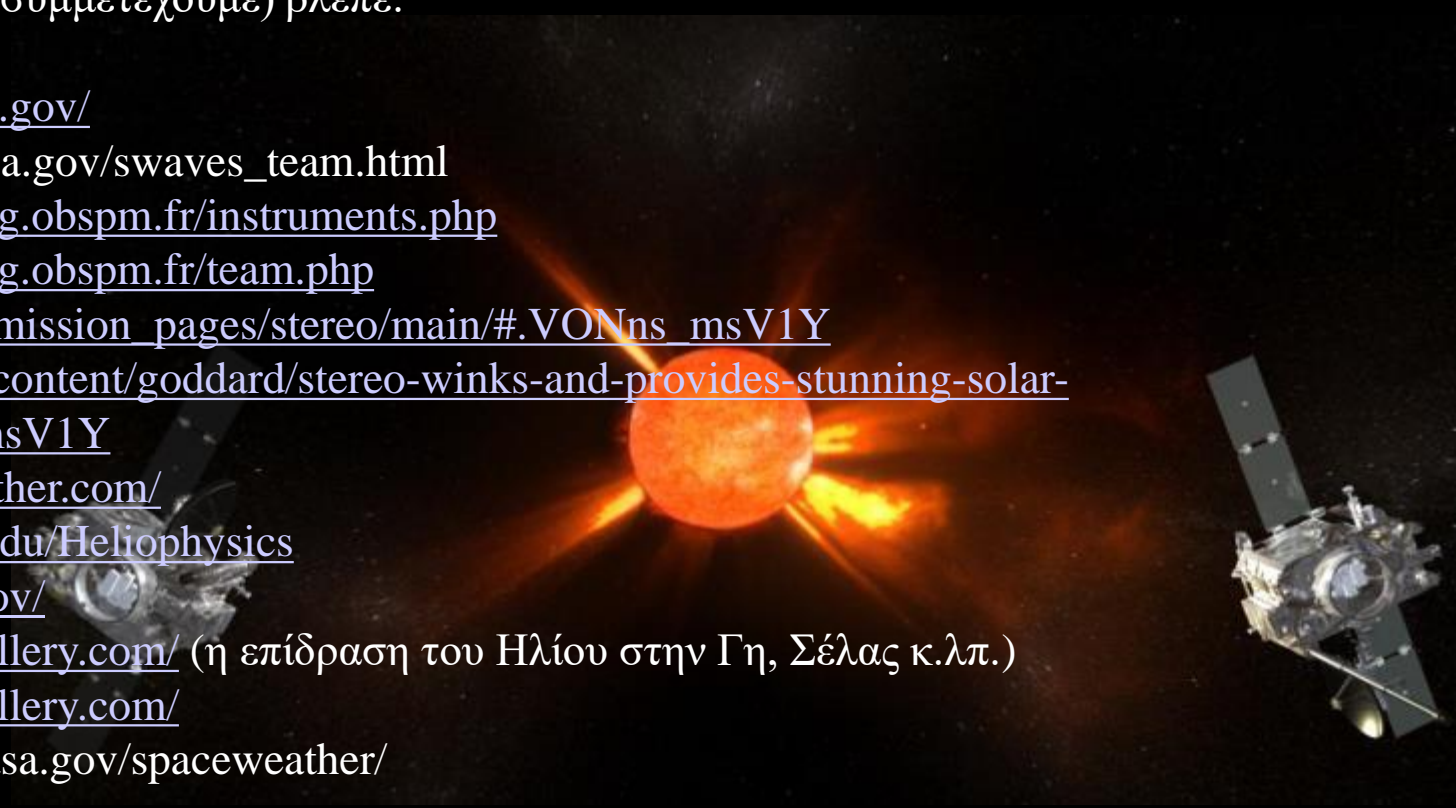
<http://www.vsp.ucar.edu/Heliophysics>

<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*

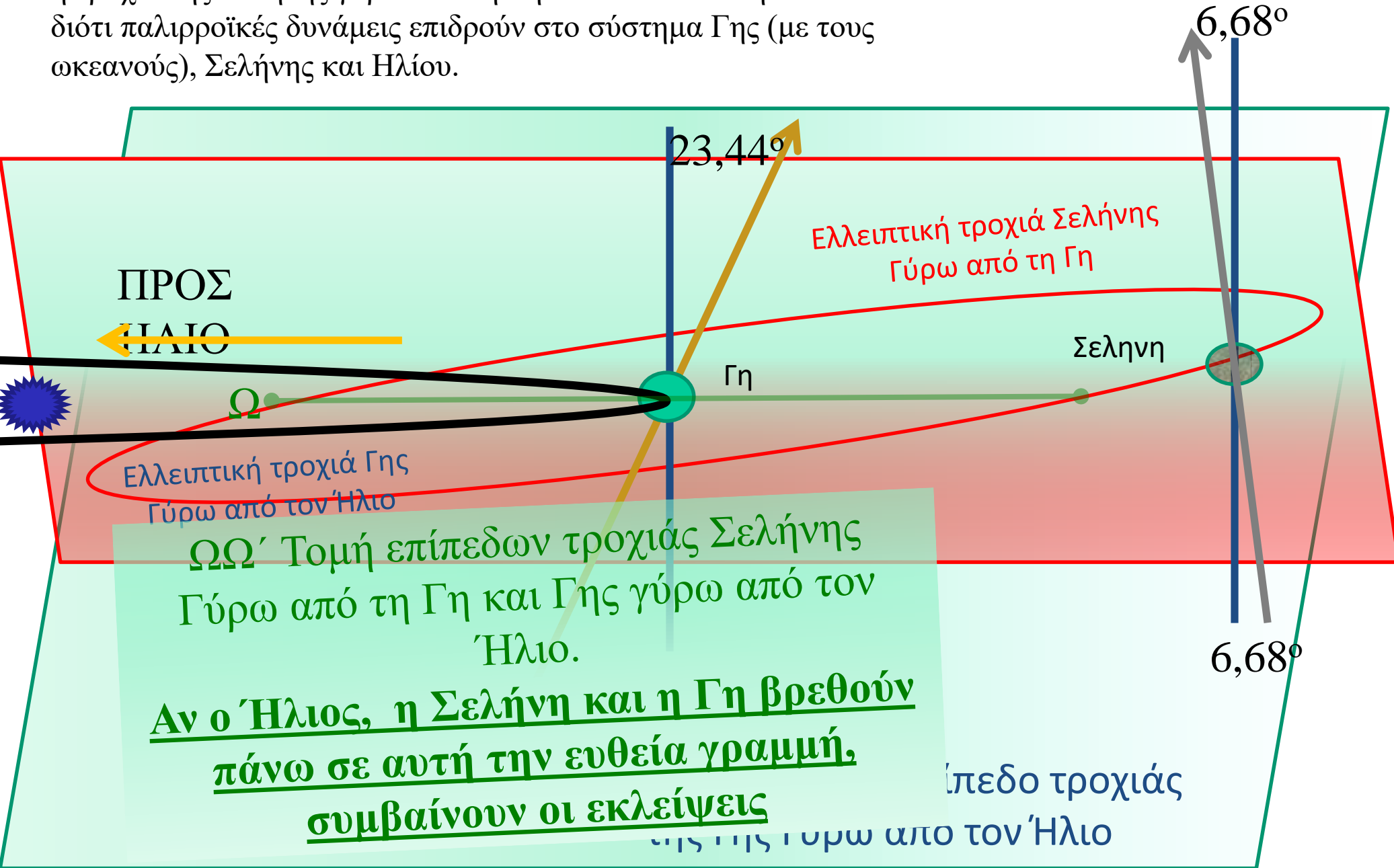




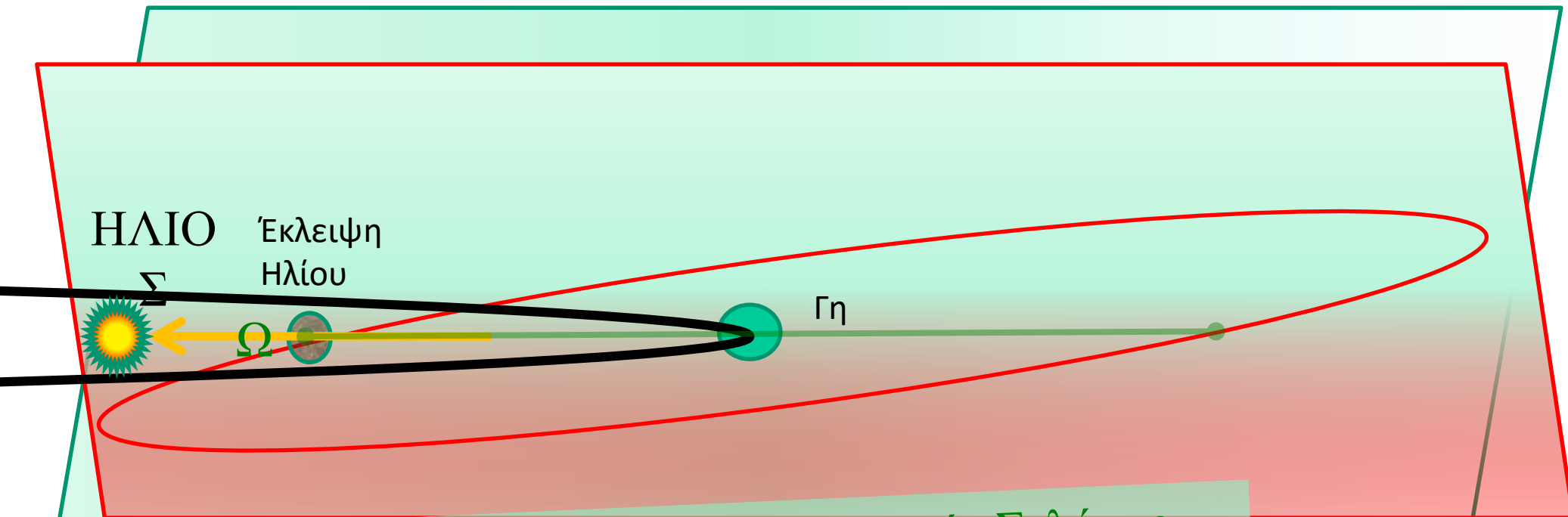
Ρόδος, Ναός του Απόλλωνα, το Θέατρο, Στάδιο,  
και το αστεροσκοπείο του Ιπάρχου  
Μαθητές παρατηρούν τον Ήλιο με προβολή (και μόνον)  
και μελετούν τη διάβαση της Αφροδίτης μπροστά από τον Ήλιο, 8 Ιουνίου 2004



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



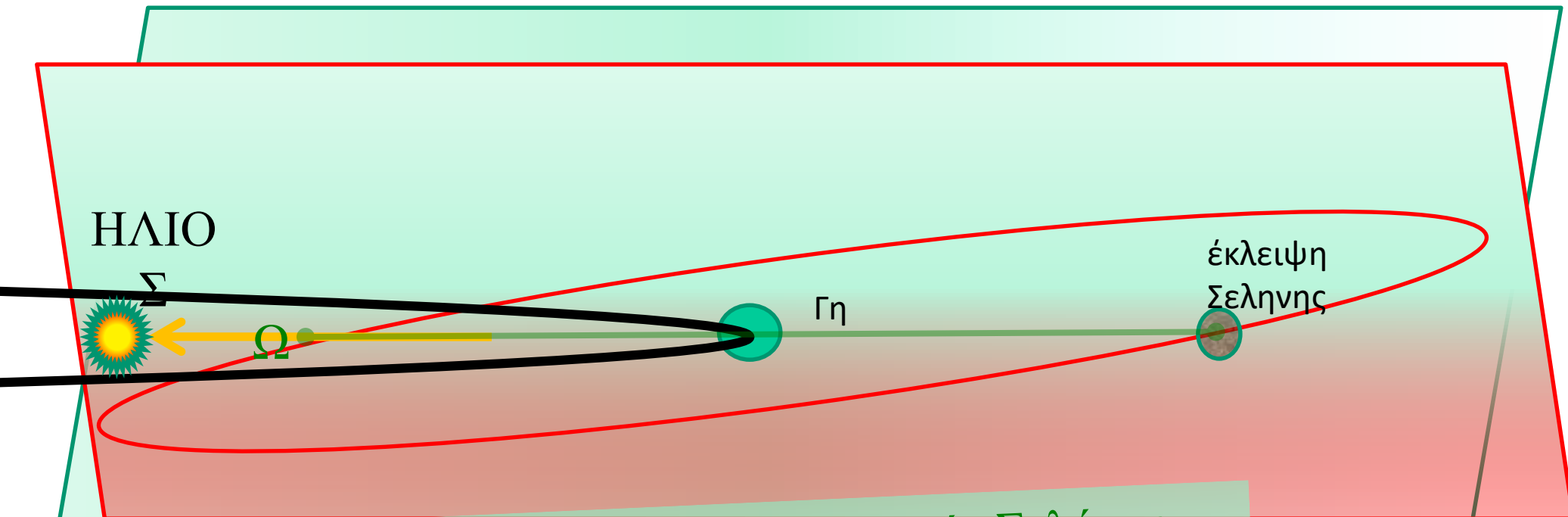
# Έκλειψη Ηλίου



$\Omega\Omega'$  Τομή επίπεδων τροχιάς Σελήνης  
Γύρω από τη Γη και Γης γύρω από τον  
Ήλιο.

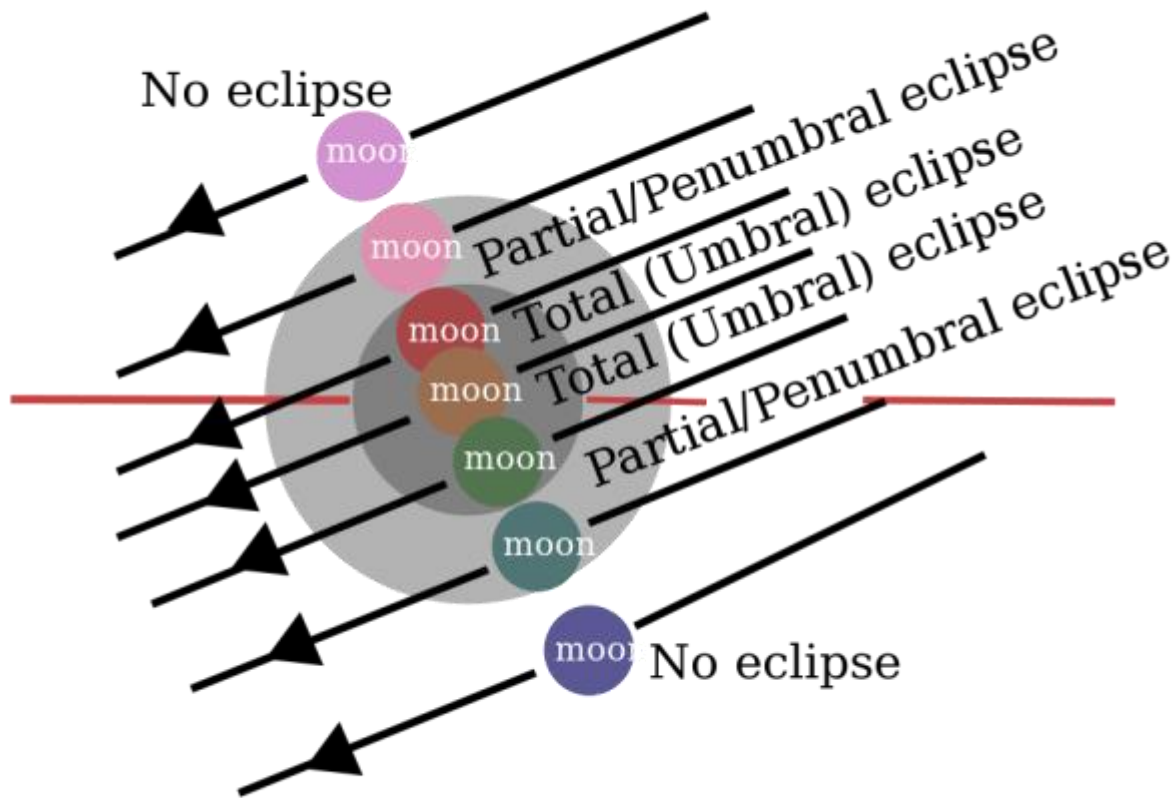
Αν ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη βρεθούν  
πάνω σε αυτή την ευθεία γραμμή,  
συμβαίνουν οι εκλείψεις

# Έκλειψη Σελήνης



$\Omega\Omega'$  Τομή επίπεδων τροχιάς Σελήνης  
Γύρω από τη Γη και Γης γύρω από τον  
Ήλιο.

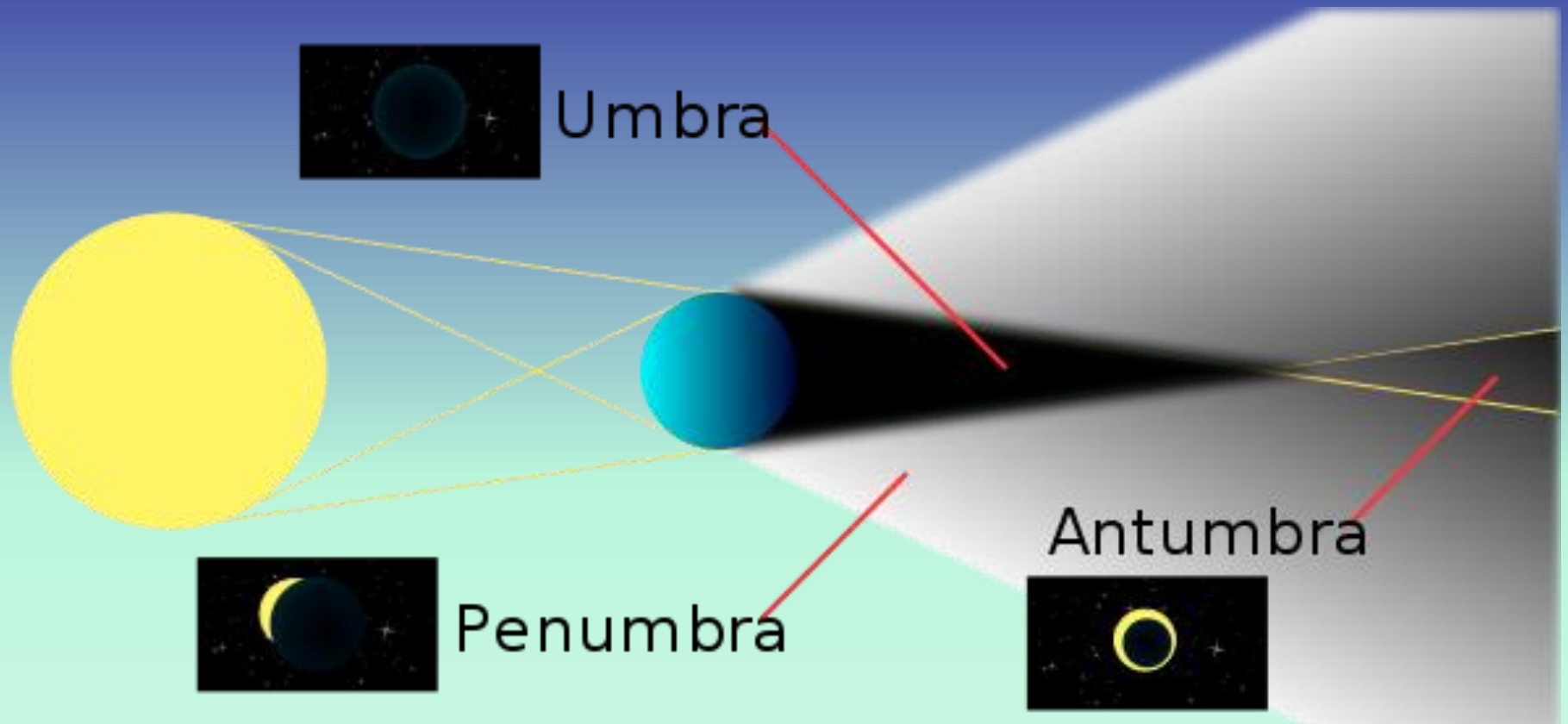
Αν ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη βρεθούν  
πάνω σε αυτή την ευθεία γραμμή,  
συμβαίνουν οι εκλείψεις



Descending node lunar eclipse path

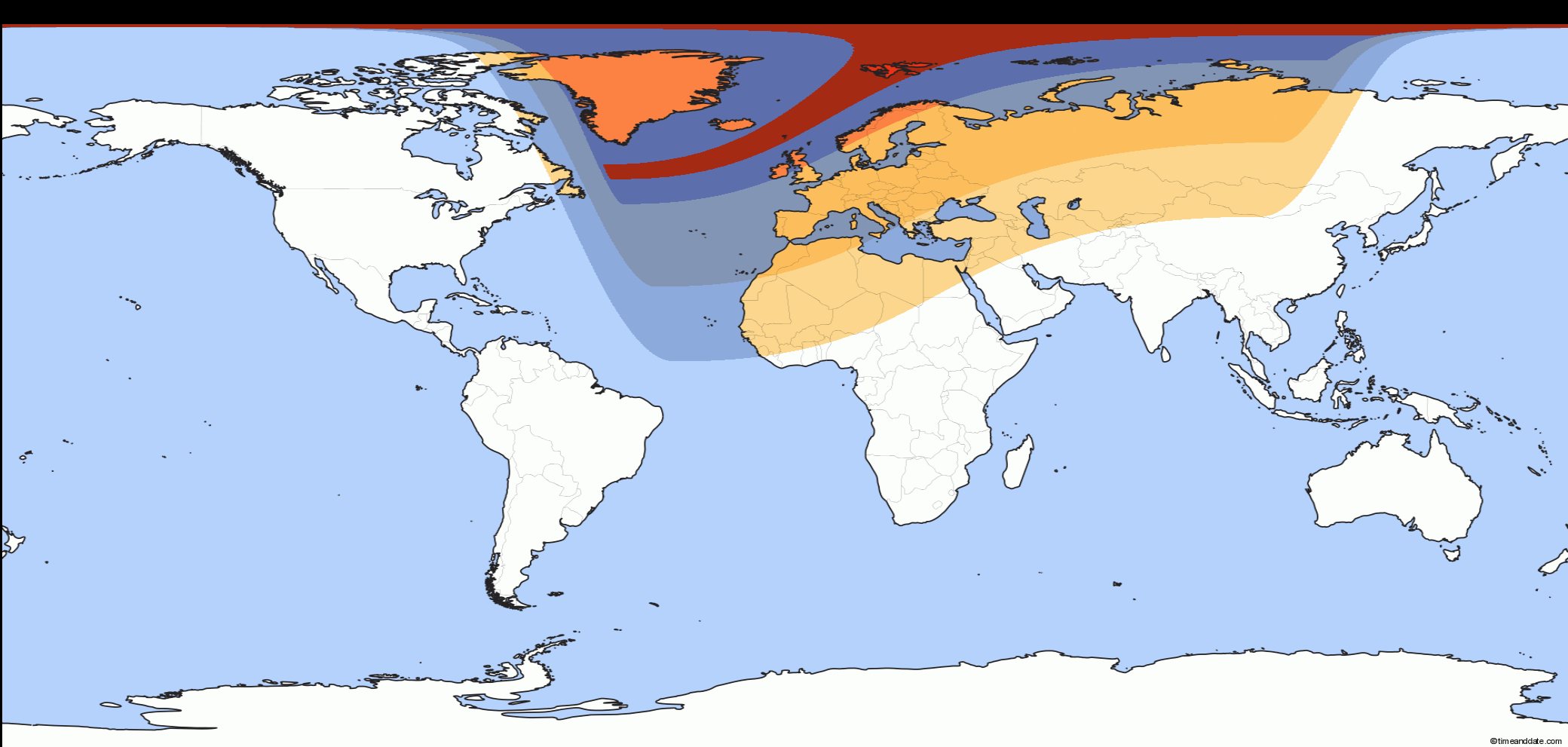
Σχήμα του κ. Tom Ruen

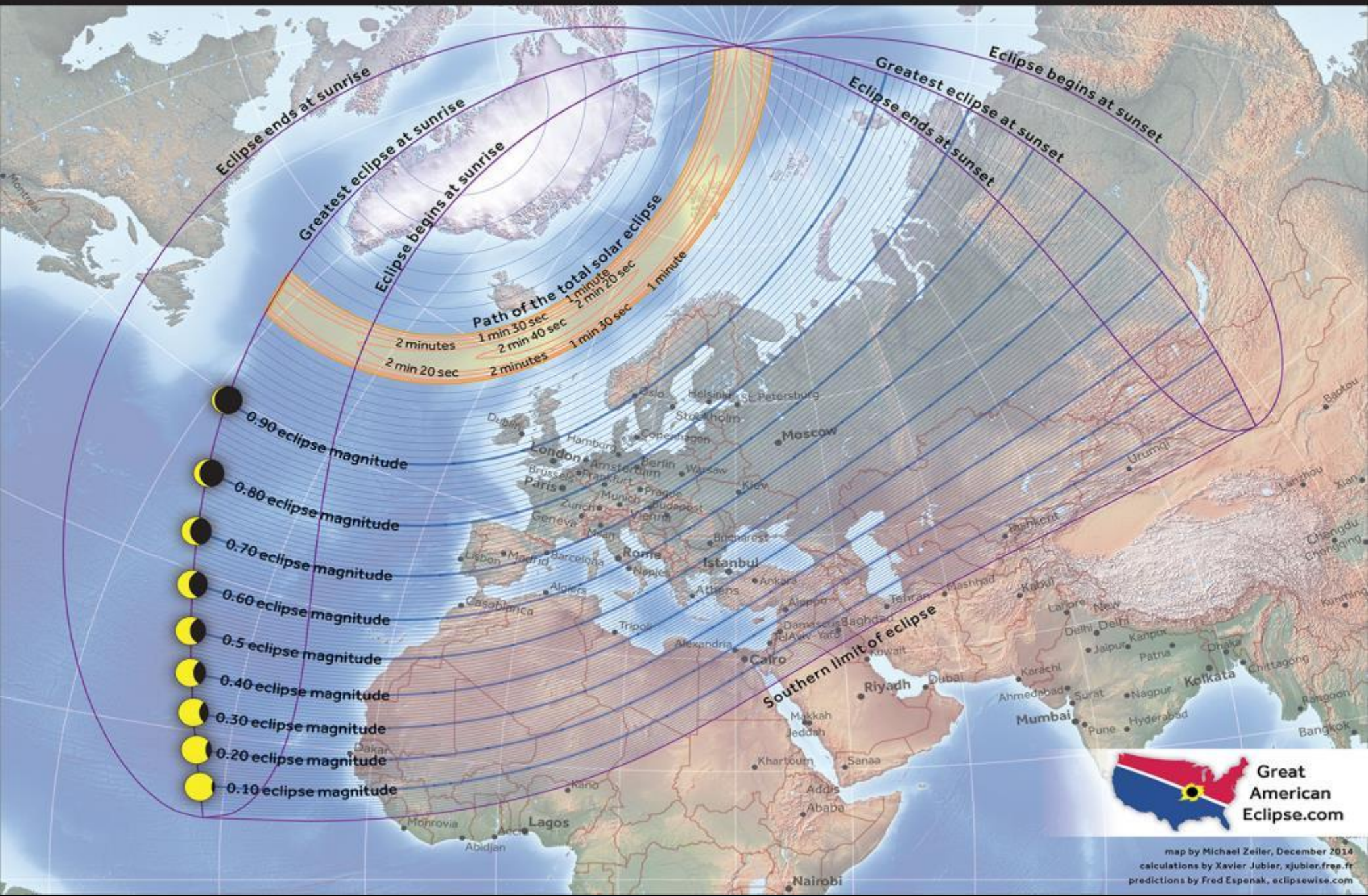
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lunar\\_eclipse\\_shadow\\_paths.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lunar_eclipse_shadow_paths.svg)



Εικόνα του κ. Daniel M. Short

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Umbra01.svg>

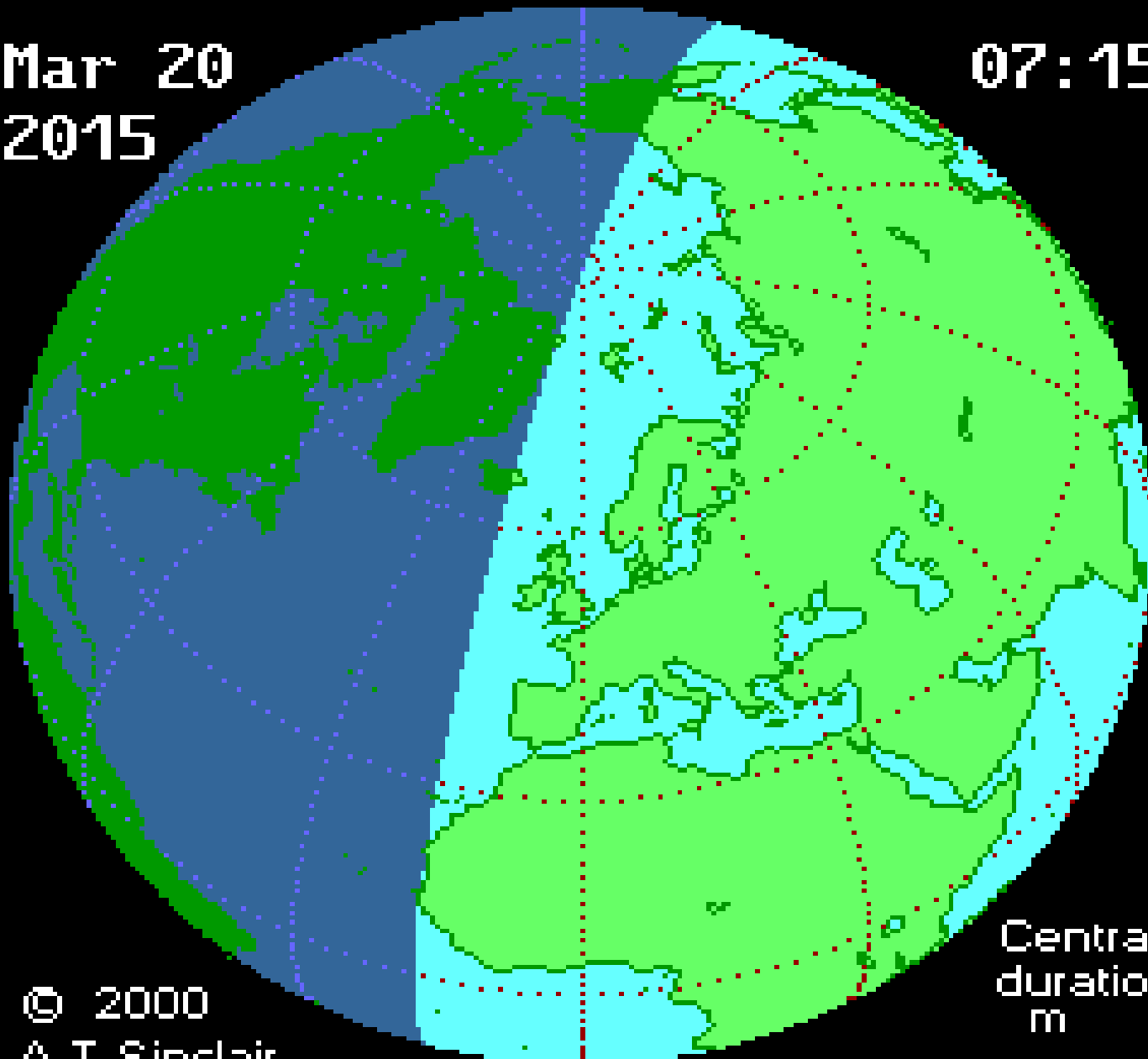






Mar 20  
2015

07:15

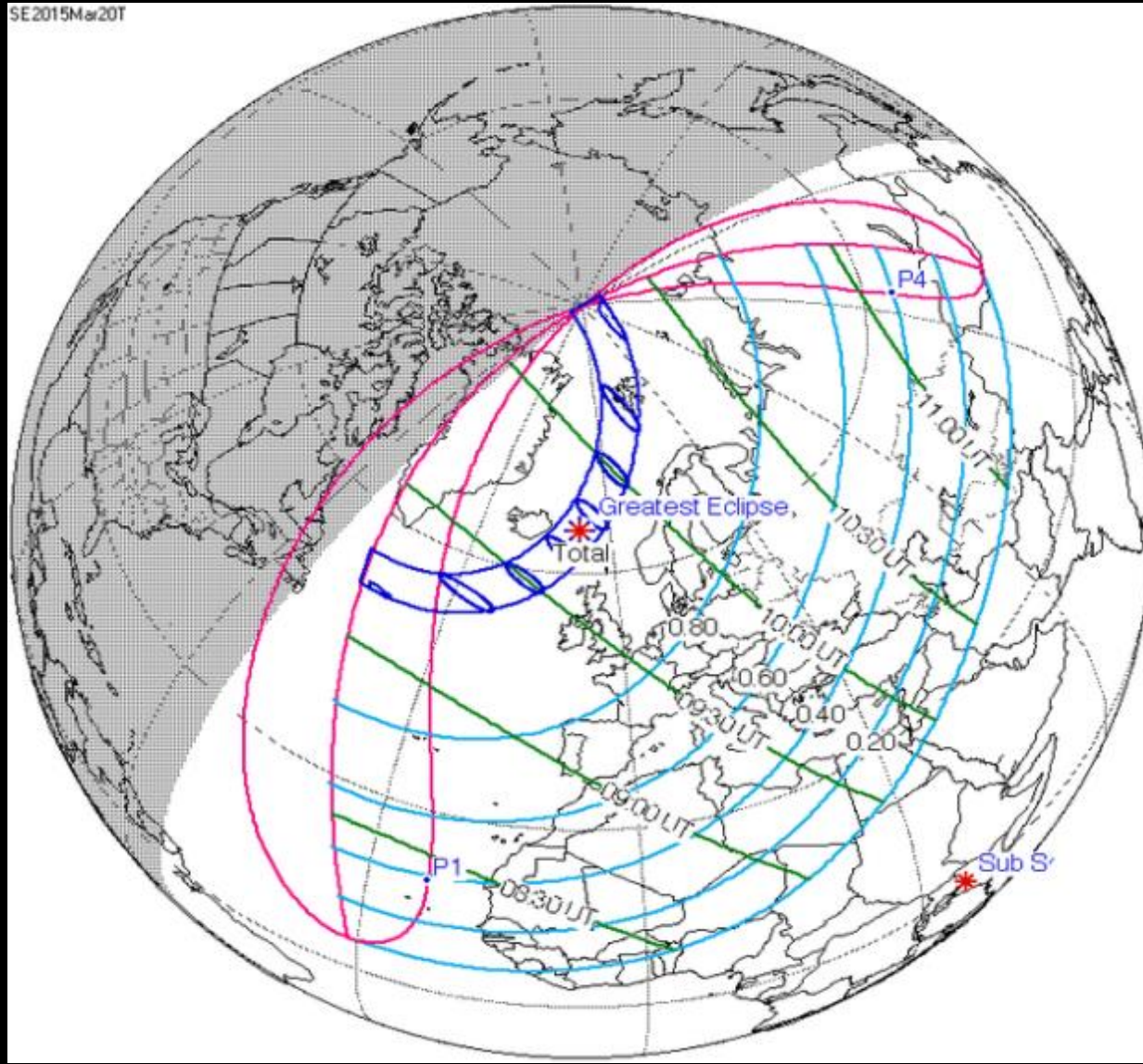


© 2000  
A. T. Sinclair

Central  
duration  
m s

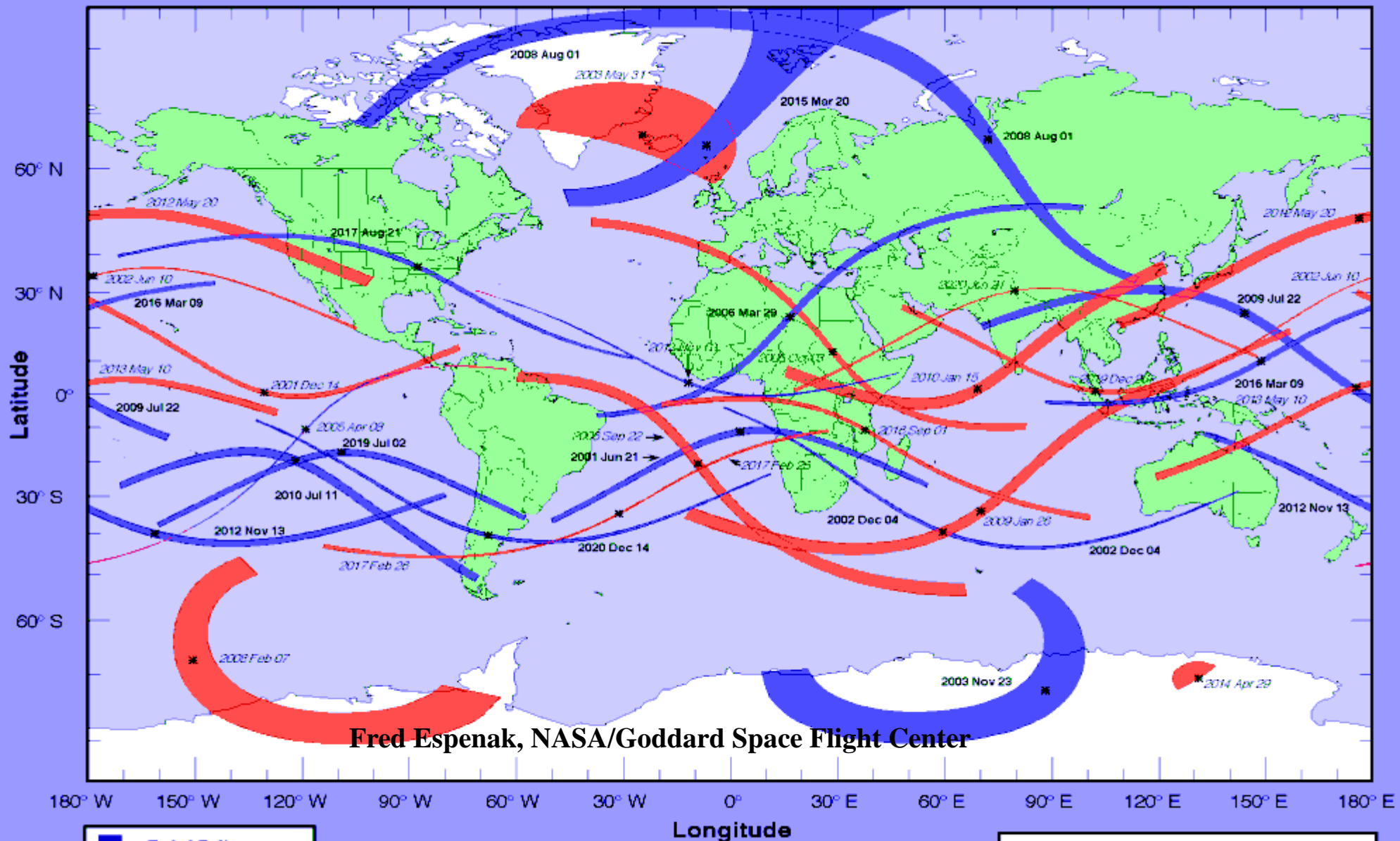
[sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse](http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse)

SE2015Mar20T



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

# Total and Annular Solar Eclipse Paths: 2001 – 2020



Fred Espenak, NASA/Goddard Space Flight Center

- Total Eclipse
- Annular Eclipse
- Hybrid Eclipse



# Συχνότητα Εκλείψεων

- δύο με πέντε ηλιακές εκλείψεις συμβαίνουν κάθε έτος
- 240 ηλιακές εκλείψεις κάθε αιώνα

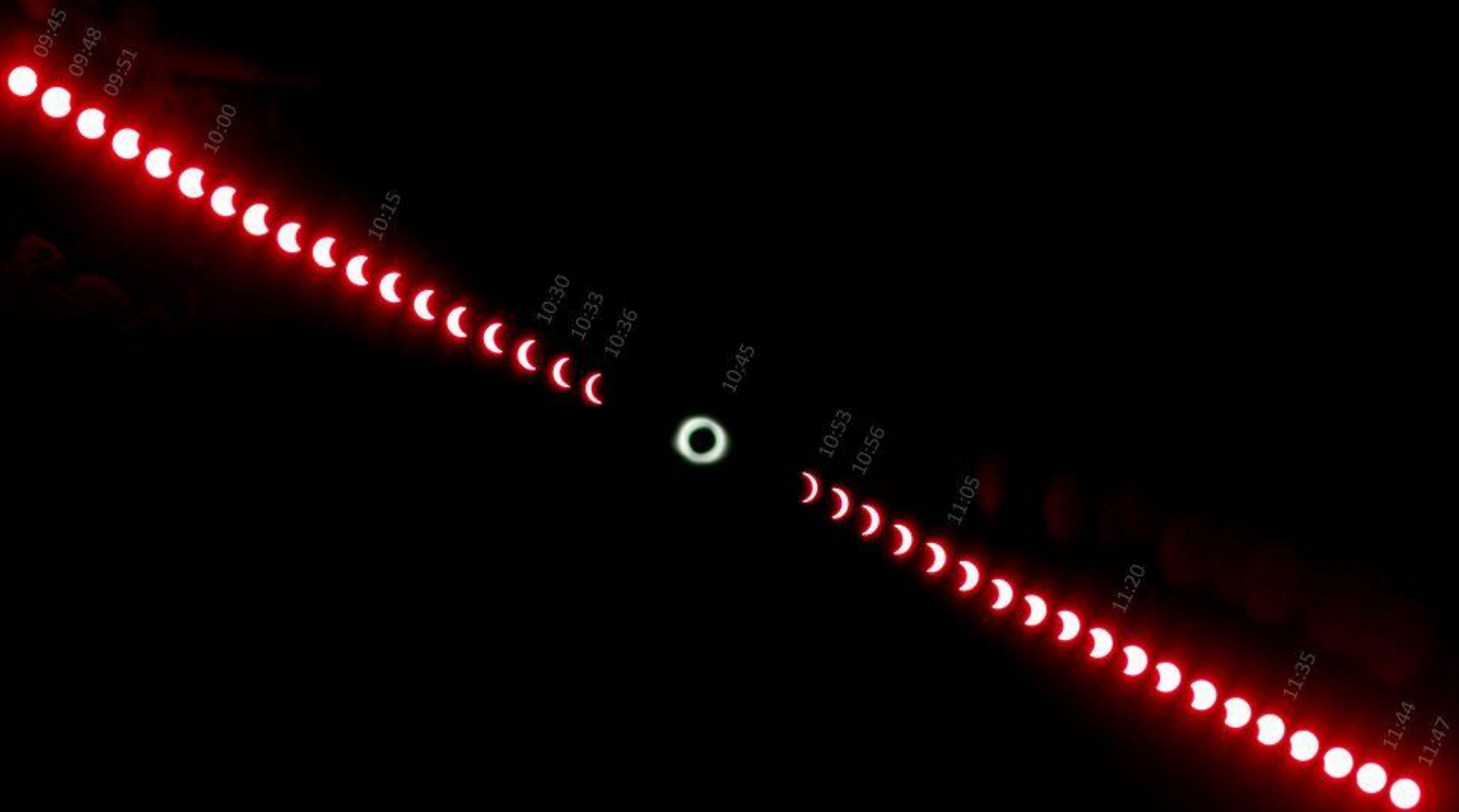


"Solar eclipse 1999 4 NR"

by I, Luc Viatour.

Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons -

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar\\_eclipse\\_1999\\_4\\_NR.jpg#/media/File:Solar\\_eclipse\\_1999\\_4\\_NR.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_eclipse_1999_4_NR.jpg#/media/File:Solar_eclipse_1999_4_NR.jpg)

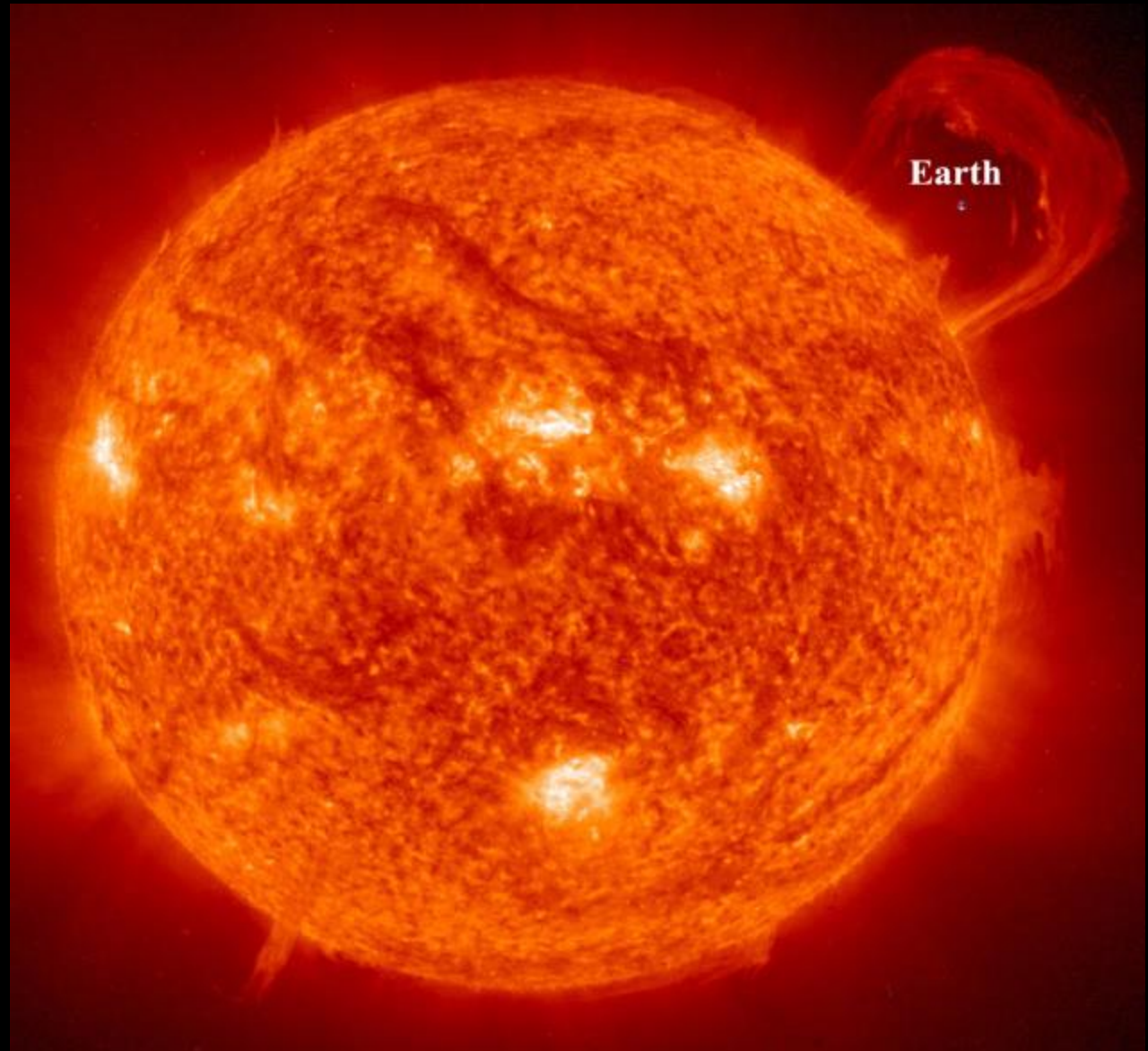


"2008-08-01 Solar eclipse progression with timestamps" by User:Kalan - Based on 38 own photos. Licensed under CC BY 3.0 via Commons - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2008-08-01\\_Solar\\_eclipse\\_progression\\_with\\_timestamps.jpg#/media/File:2008-08-01\\_Solar\\_eclipse\\_progression\\_with\\_timestamps.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2008-08-01_Solar_eclipse_progression_with_timestamps.jpg#/media/File:2008-08-01_Solar_eclipse_progression_with_timestamps.jpg)



Ήλιος  
Εισαγωγή

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





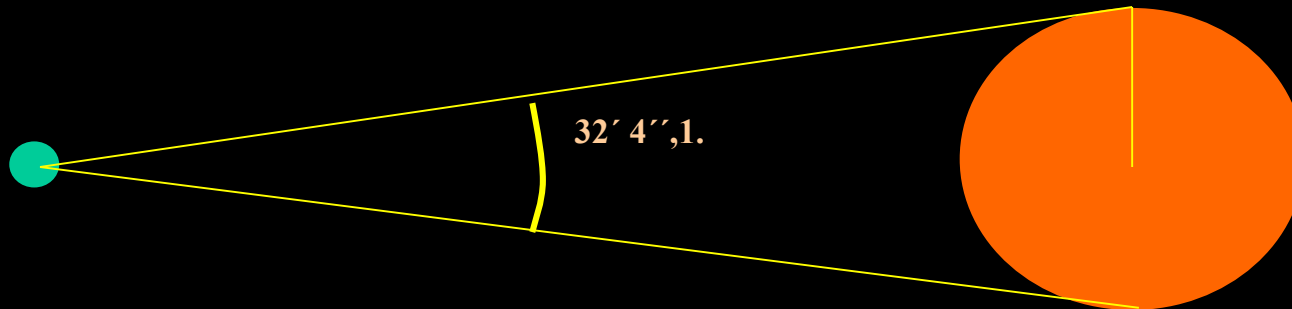
**Φαινόμενη διάμετρος του Ηλίου (γωνία)** μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους.

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/cm<sup>3</sup> =  $1.6 \cdot 10^{-4}$  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/cm<sup>3</sup> =  $8 \times$  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>

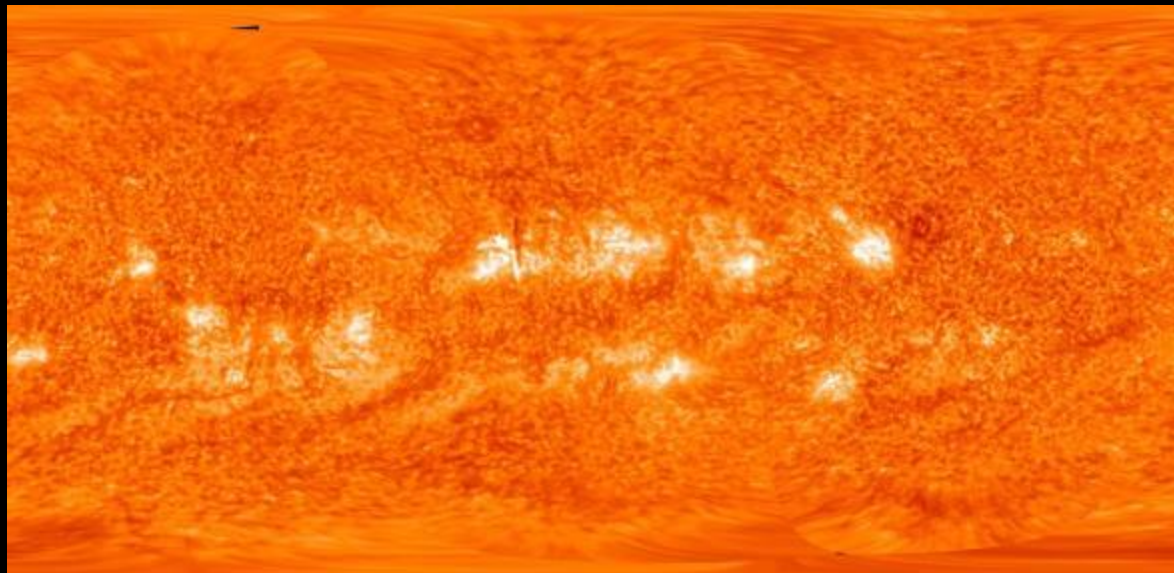
Τρισδιάστατη απεικόνιση του Ηλίου με παρατηρήσεις από τα διαστημόπλοια STEREO (στων οποίων τα πειράματα συμμετέχουμε) βλέπε:

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

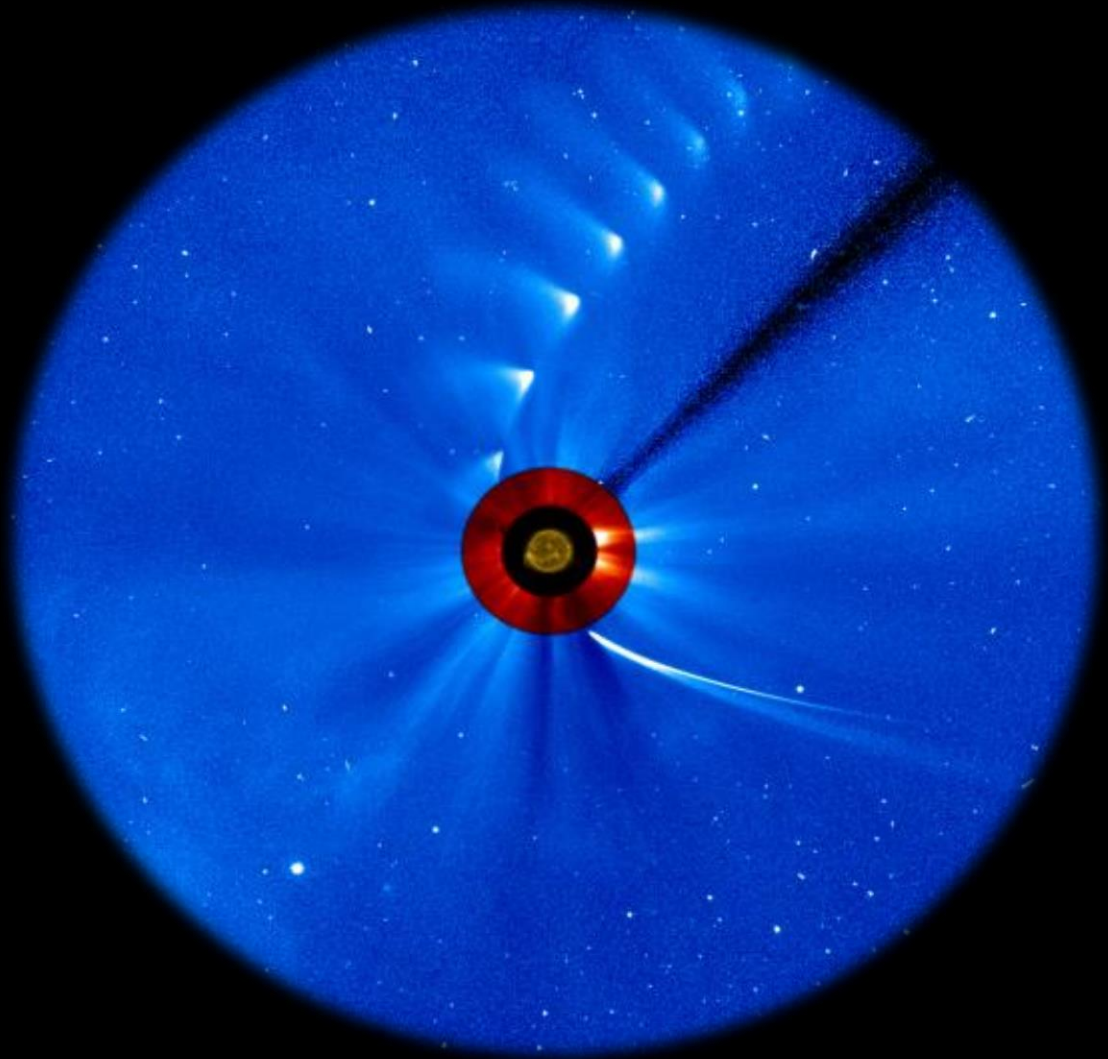
[http://swaves.gsfc.nasa.gov/swaves\\_team.html](http://swaves.gsfc.nasa.gov/swaves_team.html)

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

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



Διαδοχικές εικόνες  
κομήτη ISON που  
πέρασε κοντά στον  
ήλιο και διαλύθηκε  
από την  
παλιρροϊκή  
δύναμη  
ESA/NASA/SOH  
O/SDO/GSFC



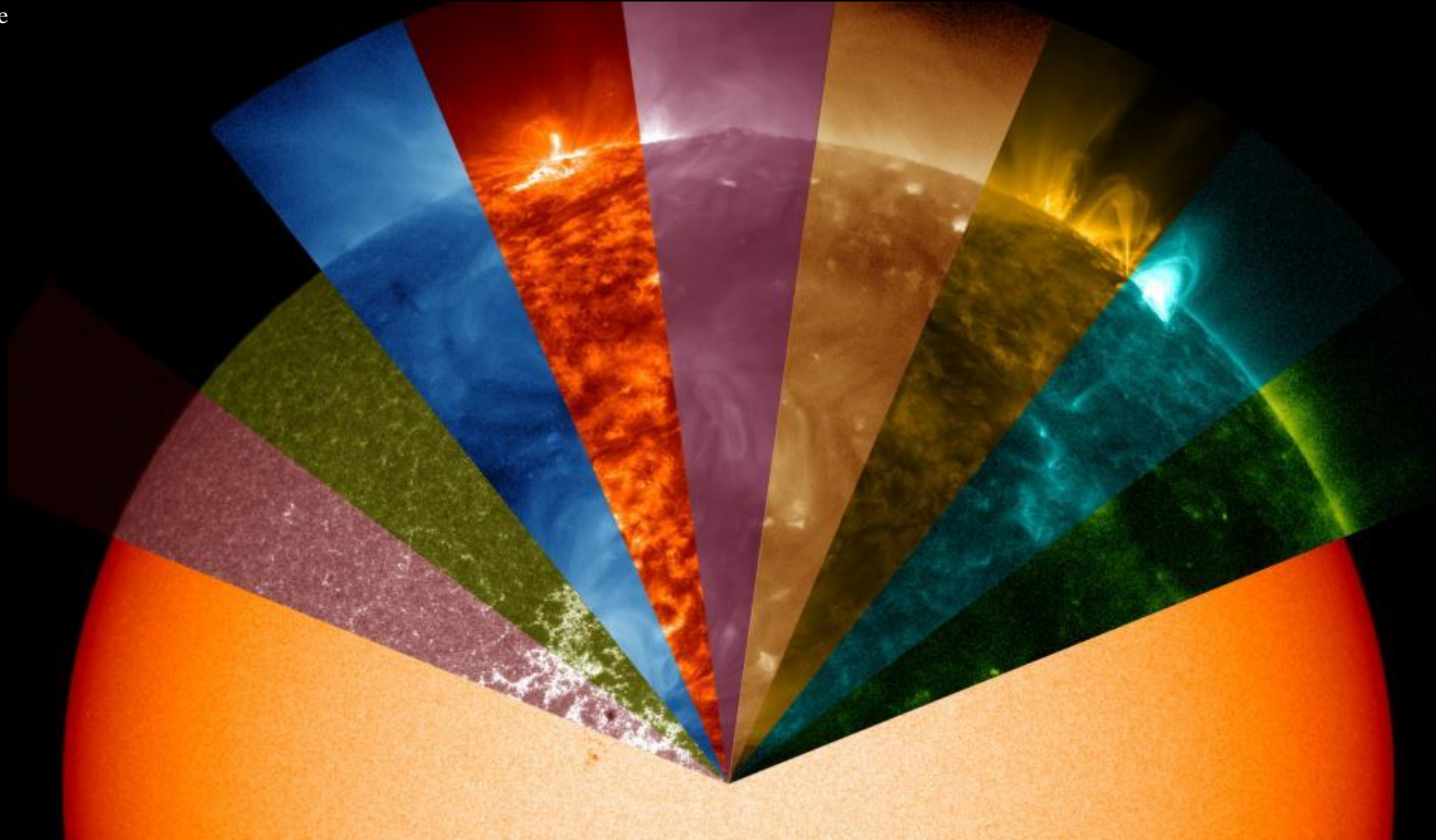
# Εικόνες του ηλίου σε διάφορα μήκη κύματος

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

# Ο Ήλιος έχει πολλές όψεις

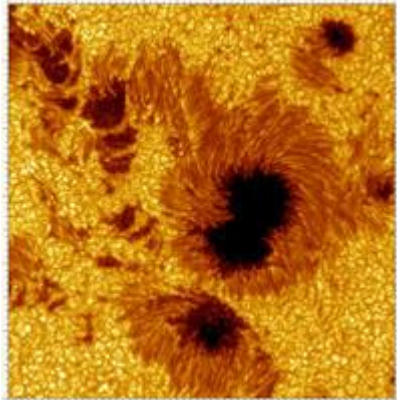
Εικόνες του Ηλίου από διαστημόπλοια,  
σε διάφορα μήκη κύματος, κυρίως υπεριώδες και ακτίνες X

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 He



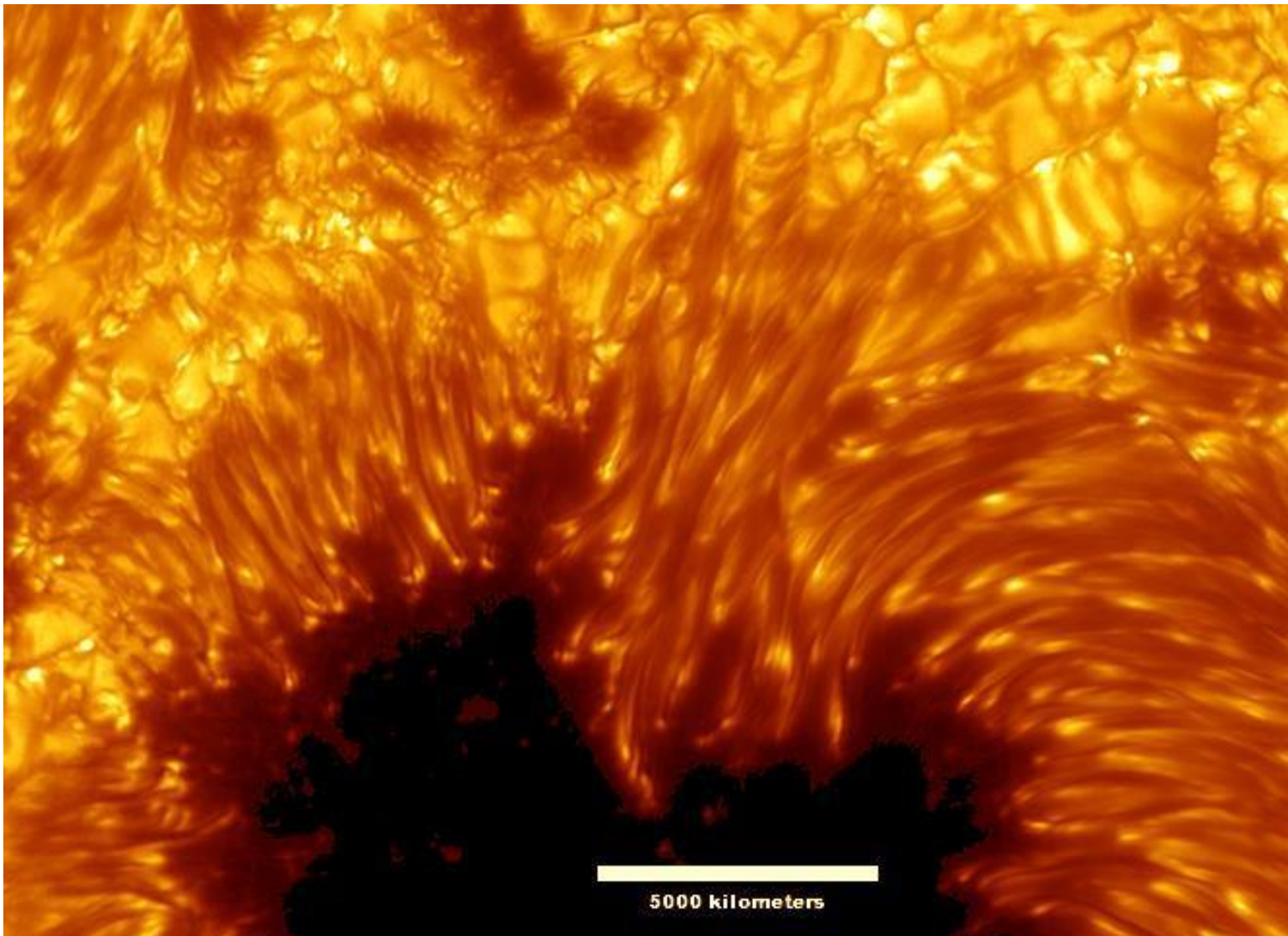
# Το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>



Φωτογραφία του κ. Tim van  
Werkhoven.





## Η πιο καθαρή εικόνα του Ηλίου

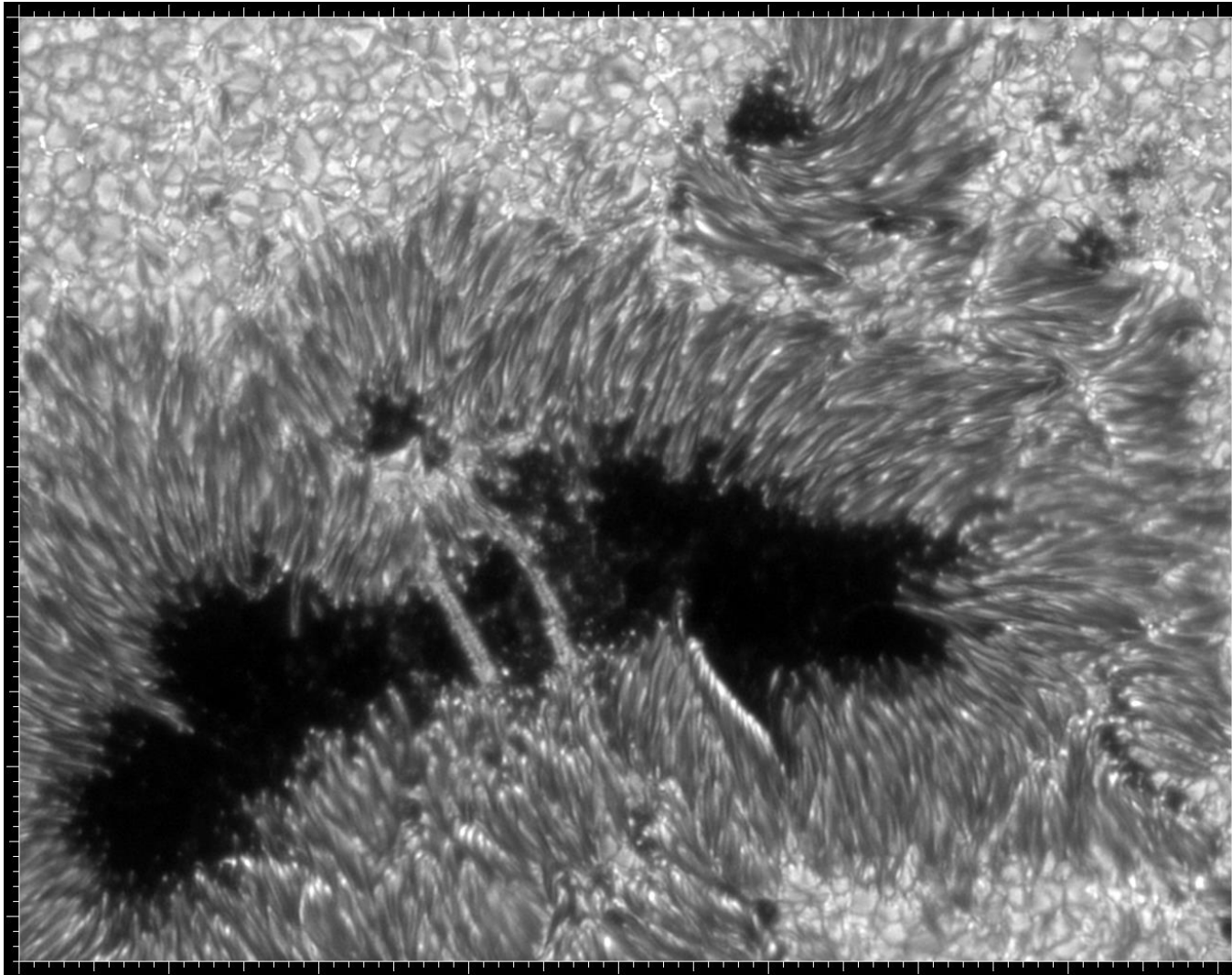
από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

**The Sharpest View of the Sun**

**Credit:** SST, Royal Swedish Academy of Sciences



## Φωτεινές γέφυρες σε κηλίδα

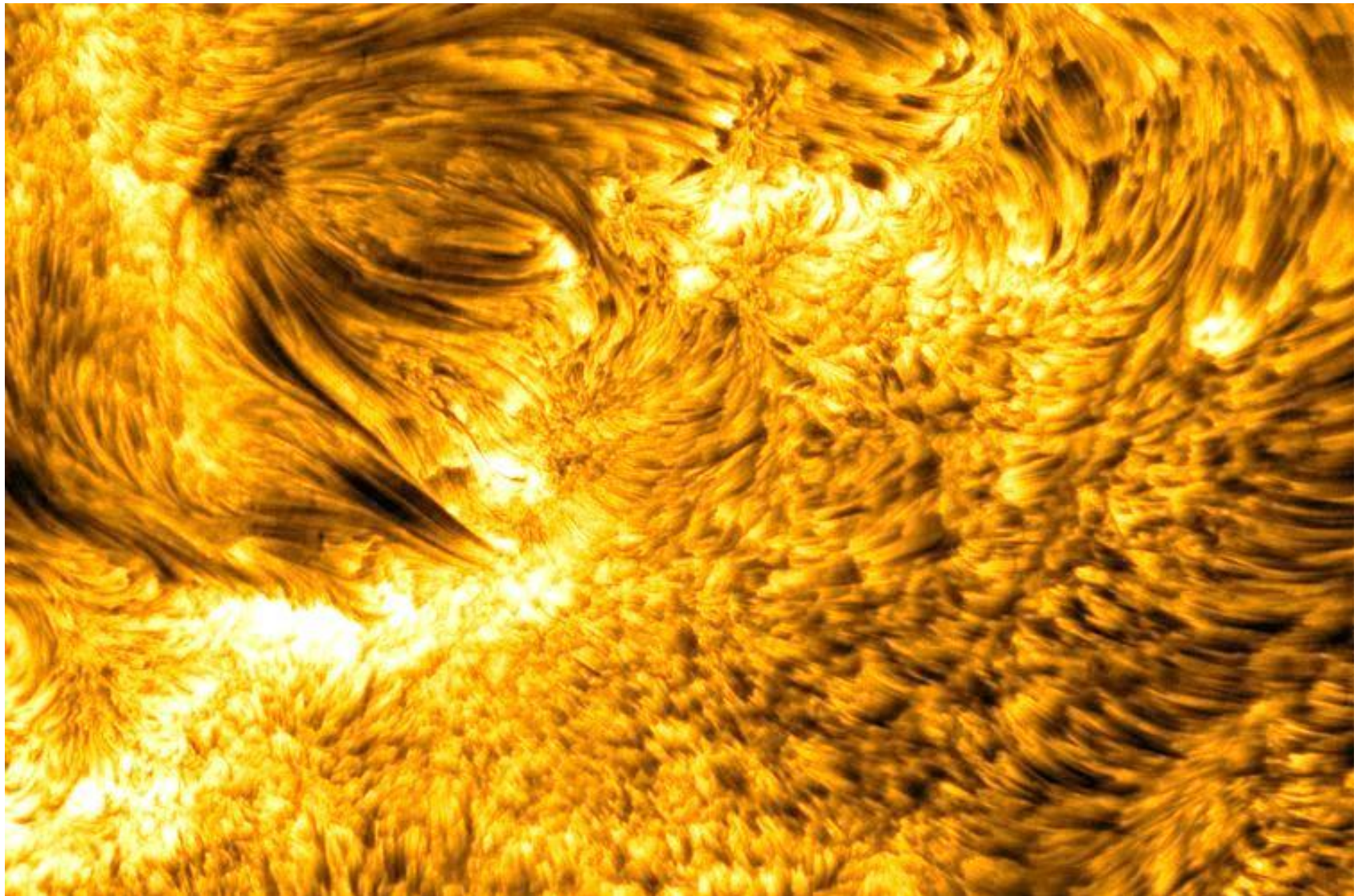
από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

### **Light Bridges on the Sun**

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



### Ηλιακοί πίδακες (spicules)

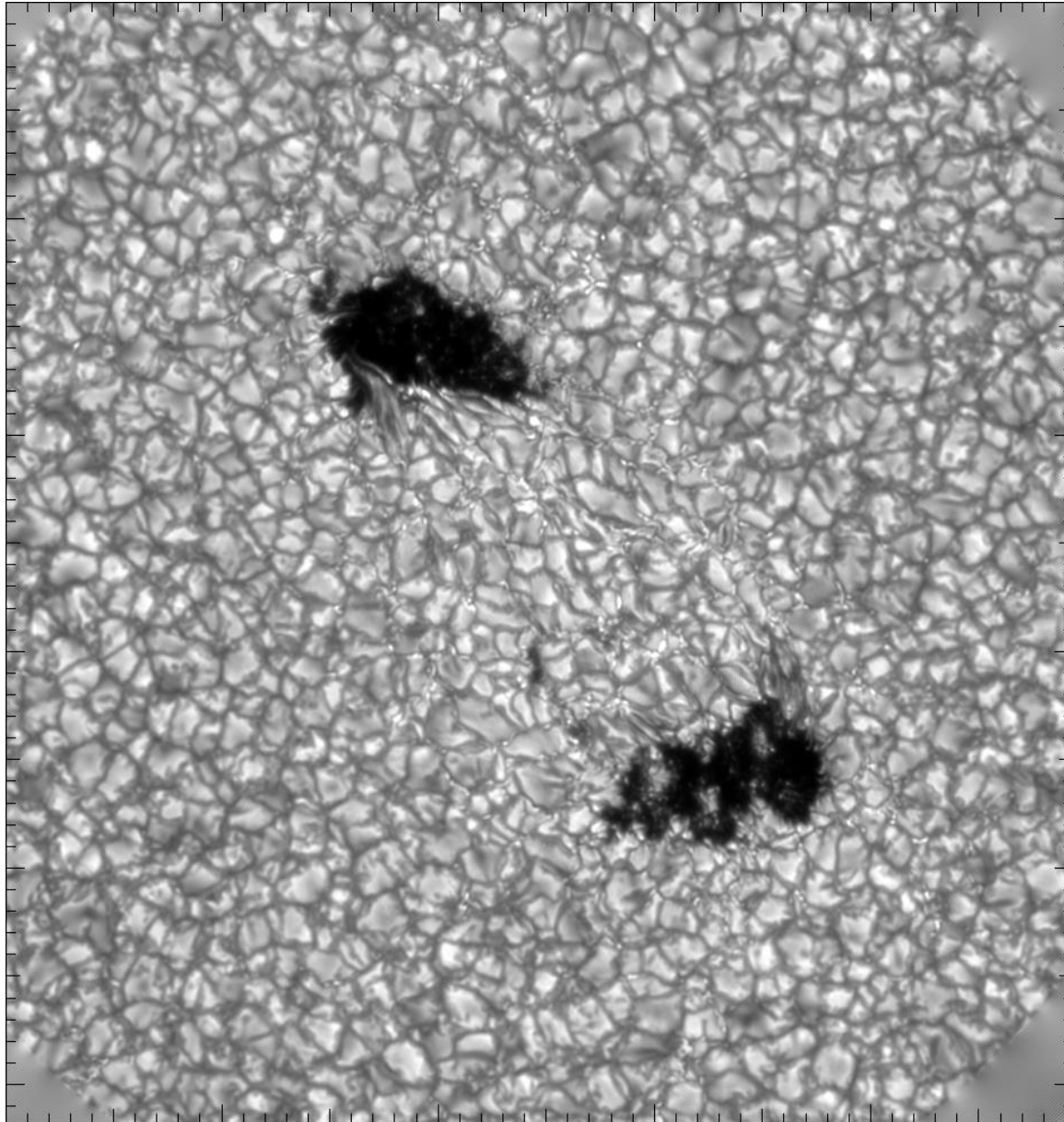
από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

**Spicules: Jets on the Sun**

**Credit:** SST, Royal Swedish Academy of Sciences, LMSAL



# Ηλιακοί πόροι

συνεχές

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

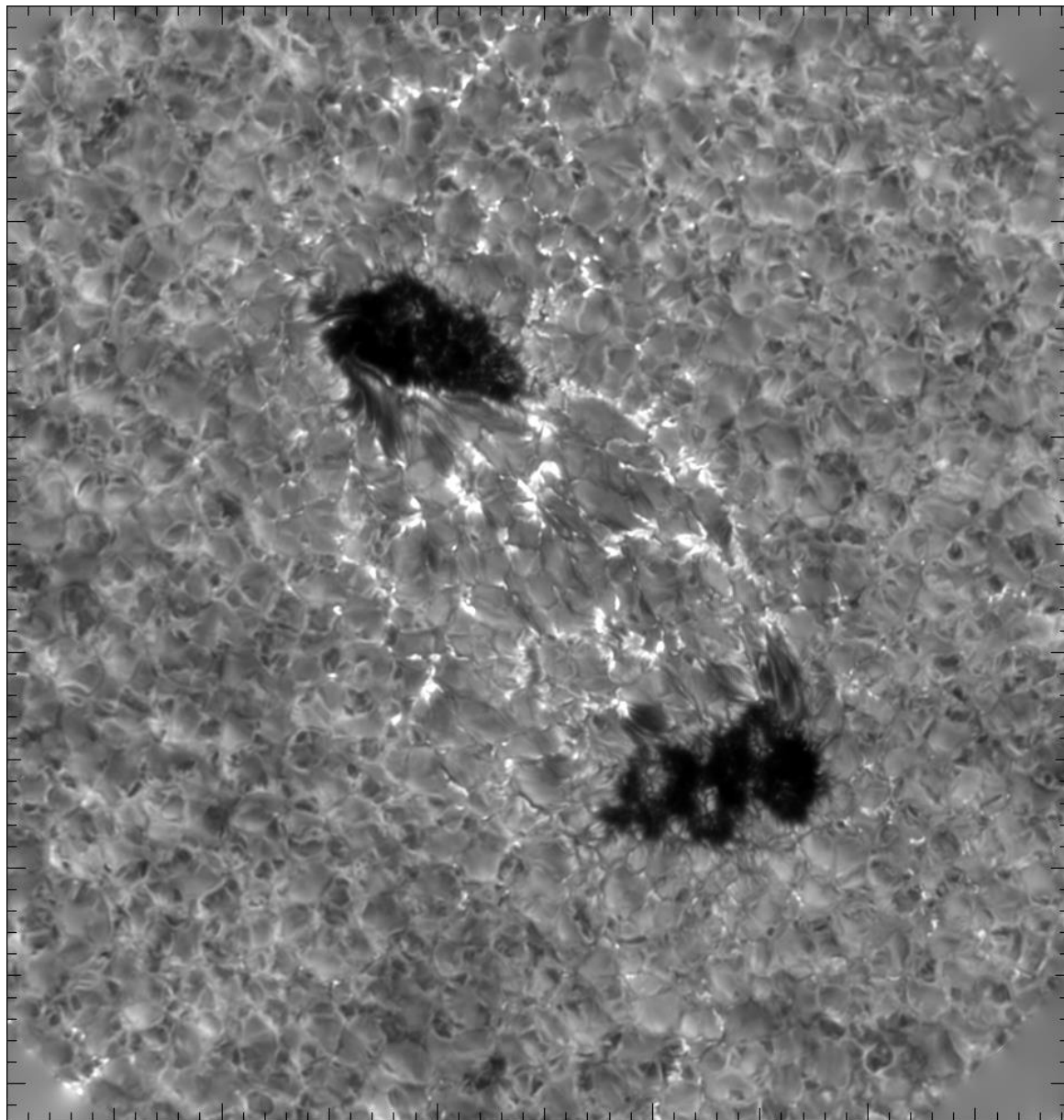
## **Two pores through CRISP**

Observer: Tomas Hillberg

Image processing: Mats Löfdahl

Date: 22 Apr 2008

Wavelength: Fe I 630.2 nm continuum



## Ηλιακοί πόροι

CRISP  $\lambda_{\text{core}}-5$  pm image.

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

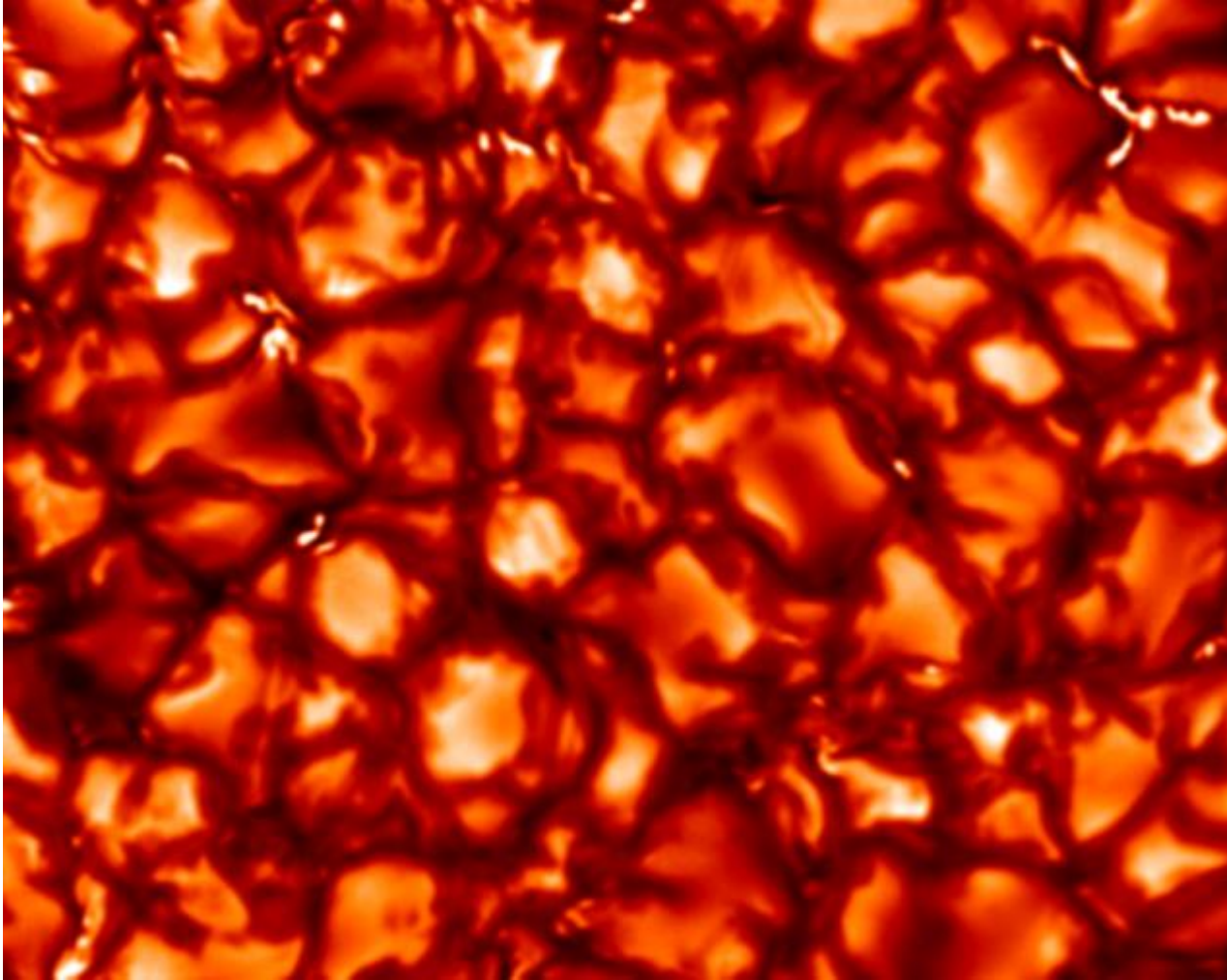
### **Two pores through CRISP**

Observer: Tomas Hillberg

Image processing: Mats Löfdahl

Date: 22 Apr 2008

Wavelength: Fe I 630.2 nm wing ( $\lambda_{\text{core}}-5$  pm)



## Ηλιακή κοκκίαση.

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο  
<http://www.solarphysics.kva.se>

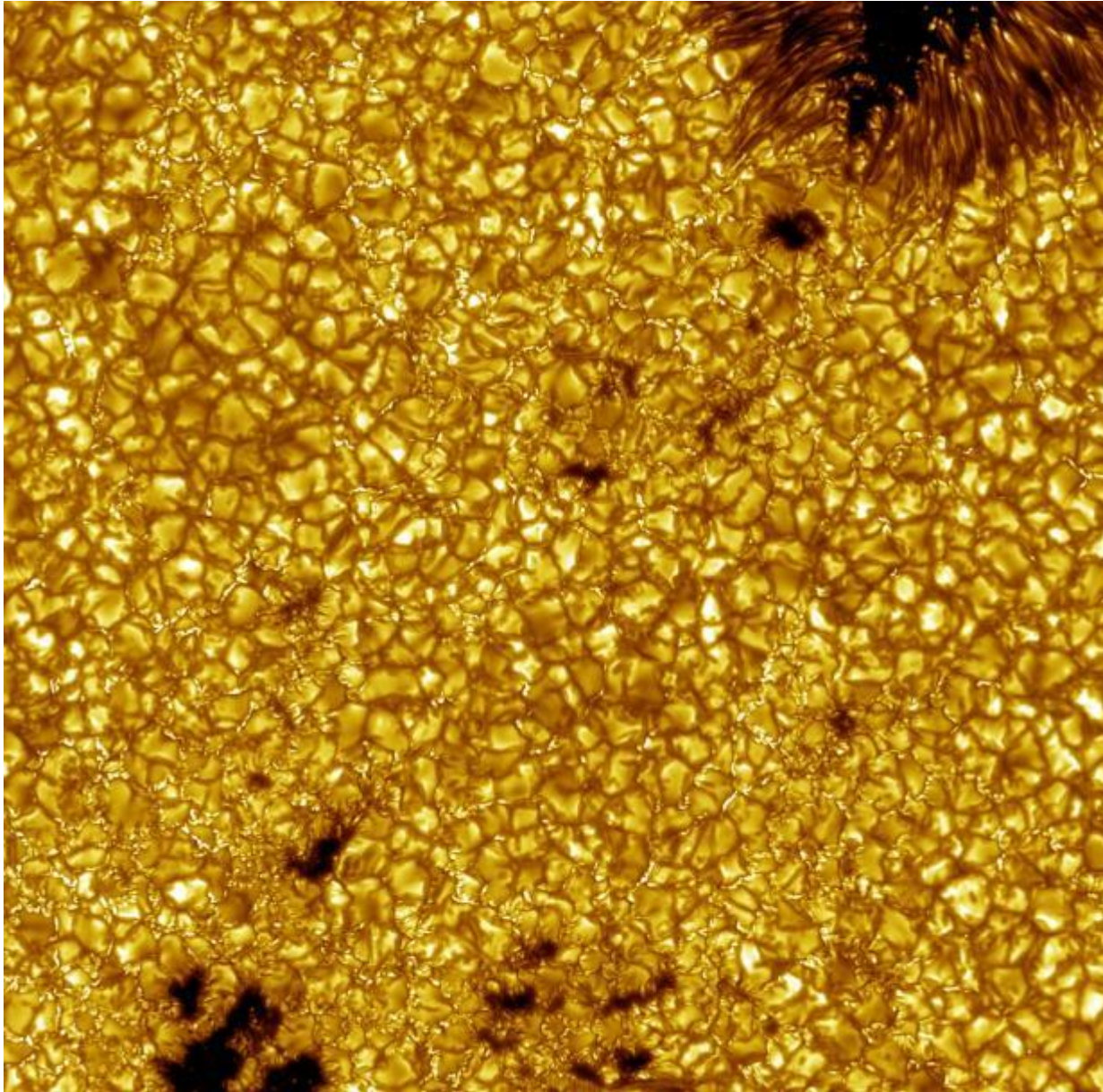
observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

### **High resolution granulation**

Observer: Vasco Henriques

Image processing: Vasco Henriques

Date: 23 May 2010



# Ηλιακή κοκκίαση.

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

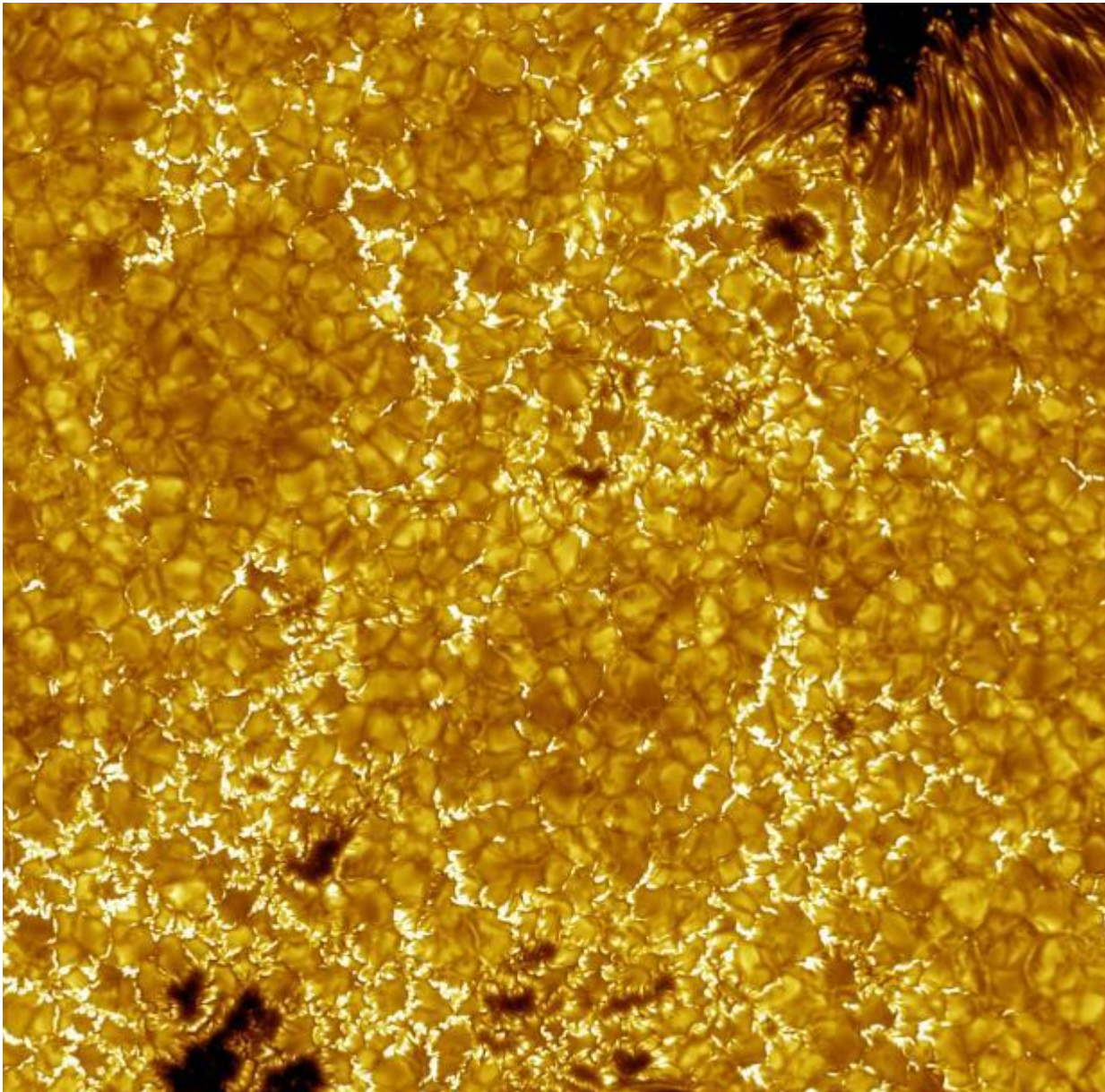
## **High resolution granulation**

Observer: Vasco Henriques

Image processing: Vasco Henriques

Wavelength: 396.37 nm Ca II wideband

Date: 23 May 2010



# Κοκκίαση.

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο  
<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

## **High resolution granulation**

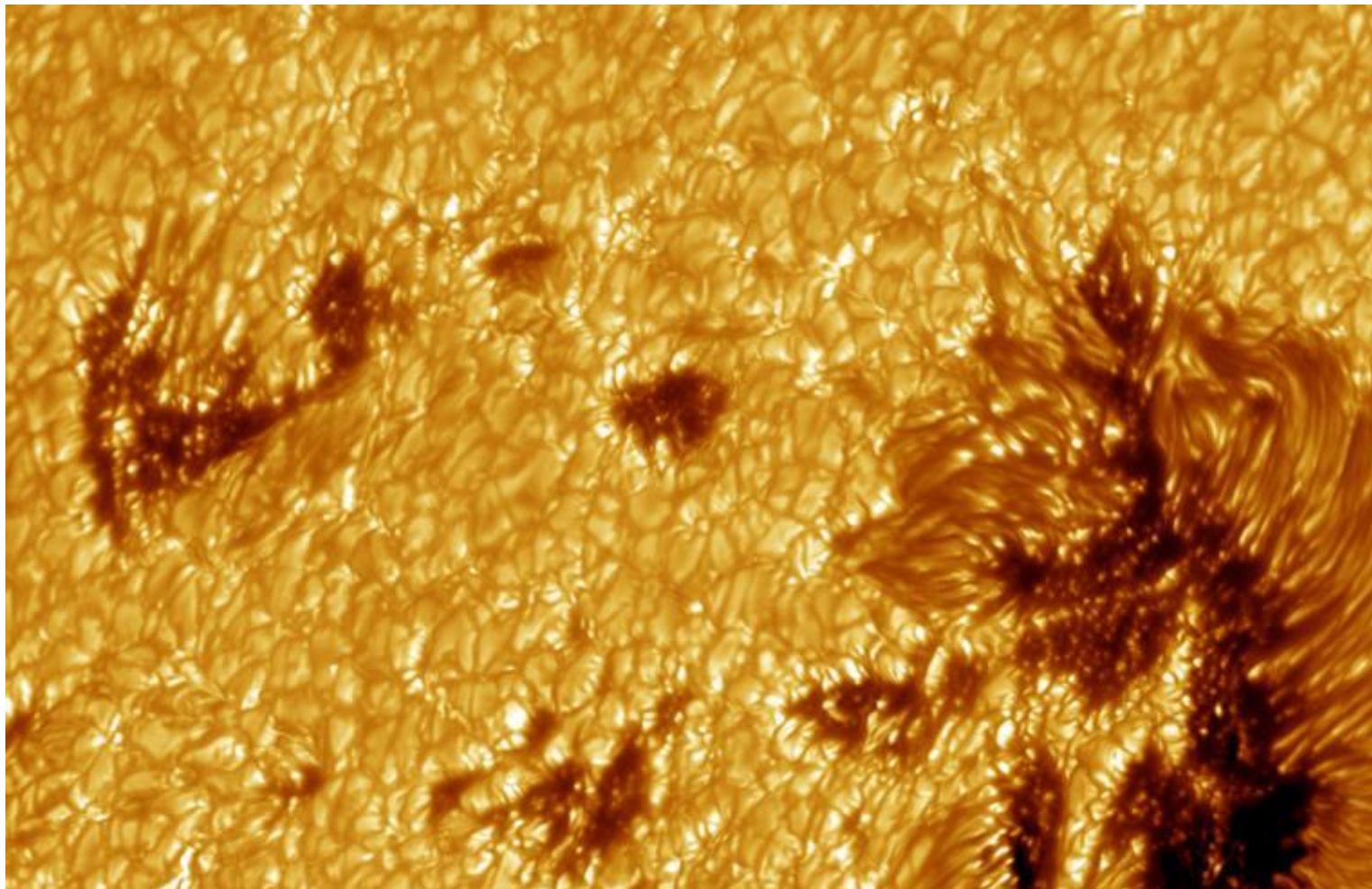
Observer: Vasco Henriques

Image processing: Vasco Henriques

Wavelength: 396.47 nm Ca II H wing

Date: 23 May 2010





## Κηλίδα

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

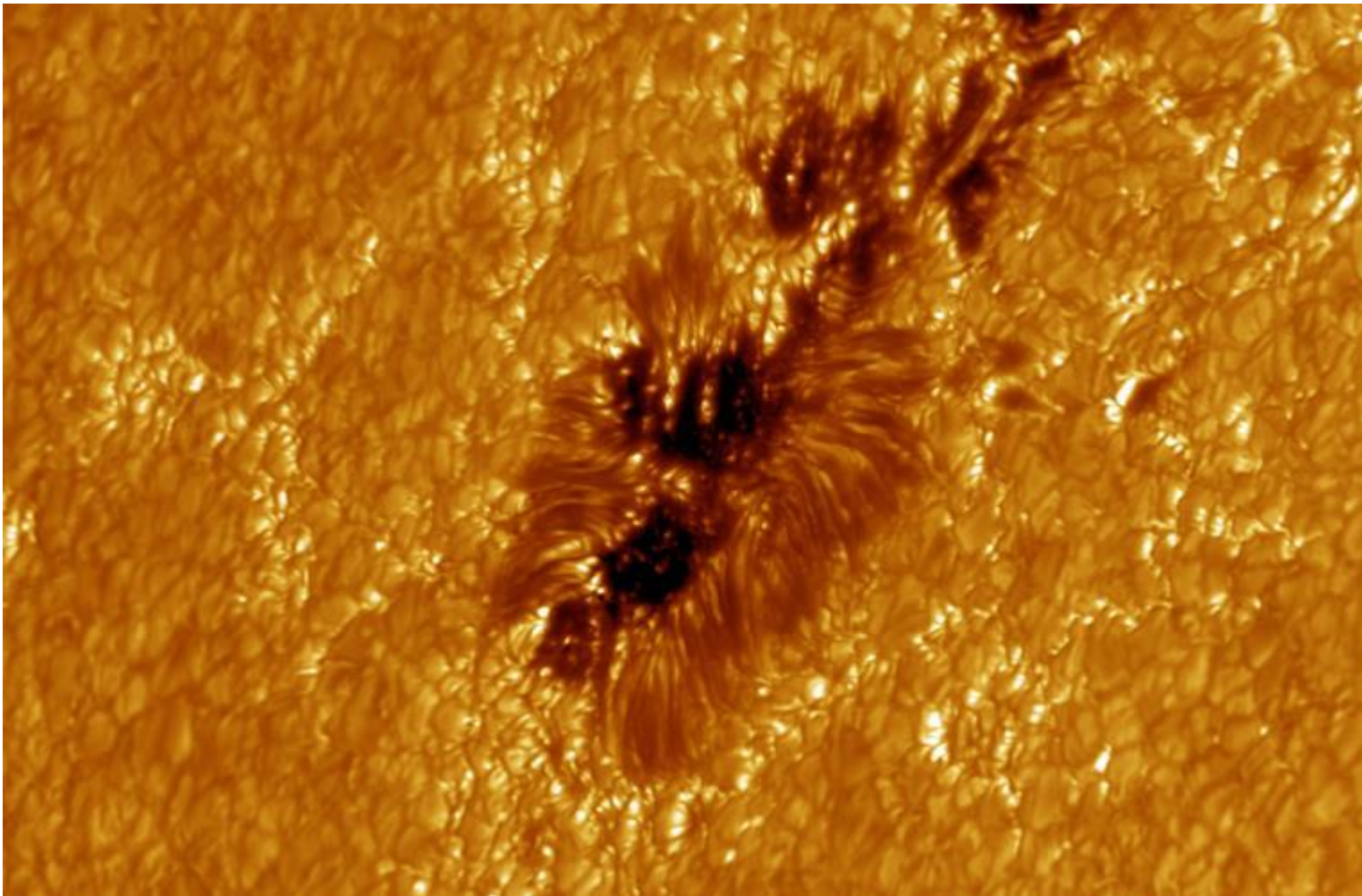
### **Spots**

Observations: Vasily Zakharov, MPI

Image processing (PDS): Vasily Zakharov

Wavelength: 436.5 nm

Date: 8 September 2004



## Κηλίδα

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

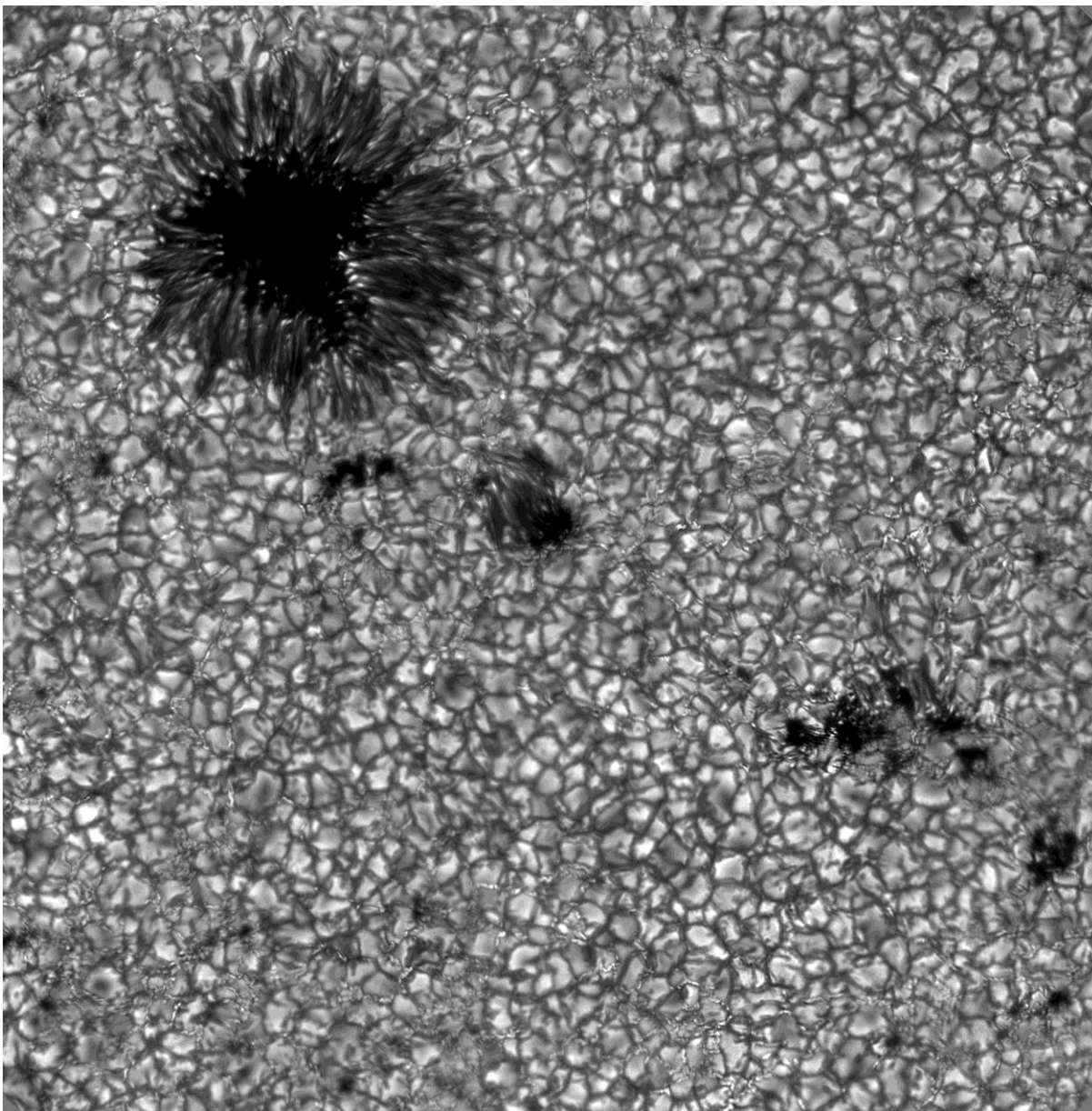
### **Spots, Spot near limb**

Observations: Vasily Zakharov, MPI

Image processing (PDS): Vasily Zakharov

Wavelength: 436.5 nm

Date: 8 September 2004

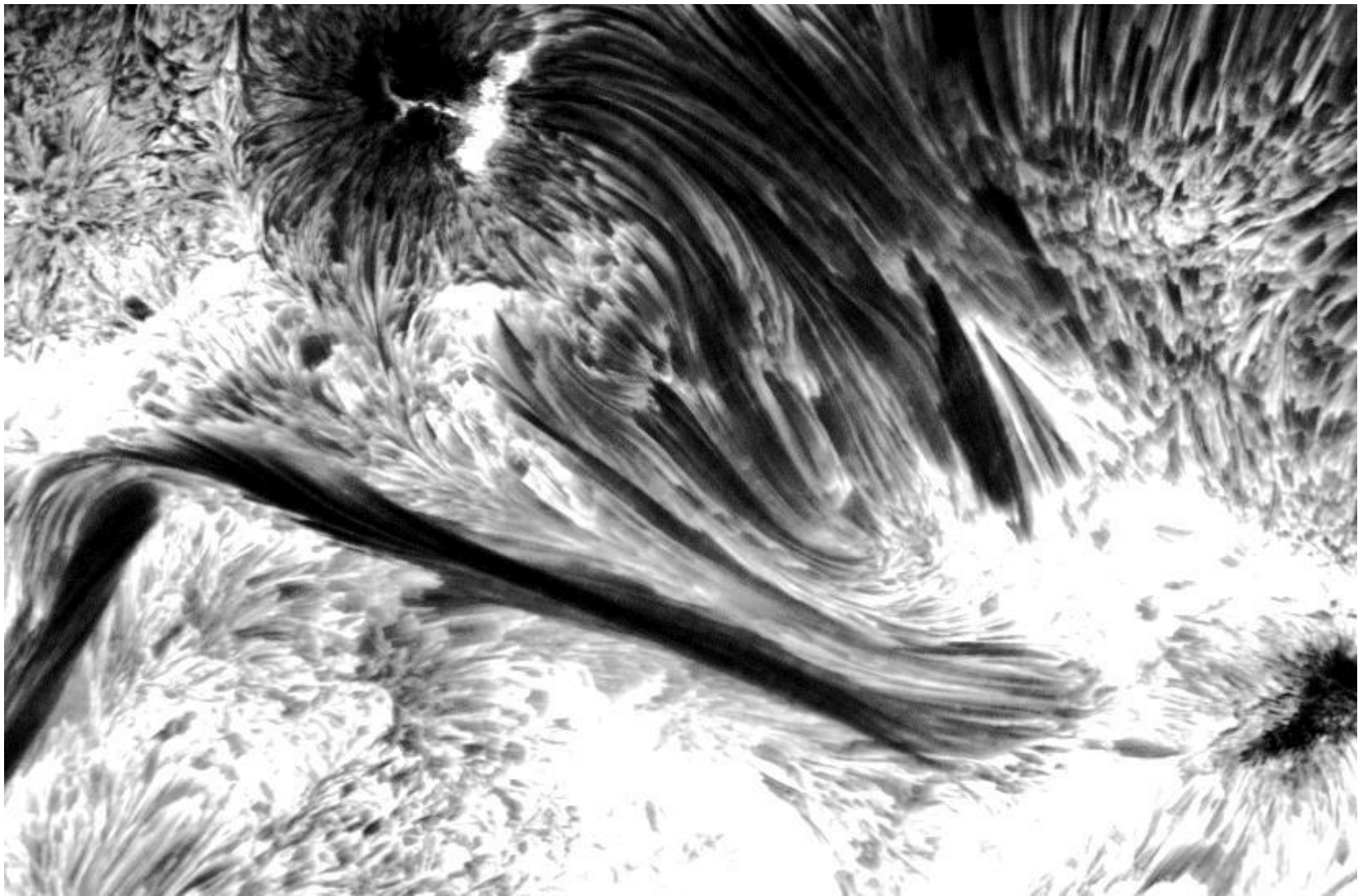


## Ενεργός περιοχή στο κυανό χρώμα.

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο  
<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

**Active region in blue continuum 1**  
Observations: Oddbjorn Engvold, Jun Elin Wiik,  
Luc Rouppe van der Voort, Oslo  
Image processing: Luc Rouppe van der Voort,  
Oslo  
Wavelength: 436.4 nm (Continuum)  
Target:  
Date: 22Aug2003



## Ενεργός περιοχή

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο <http://www.solarphysics.kva.se>

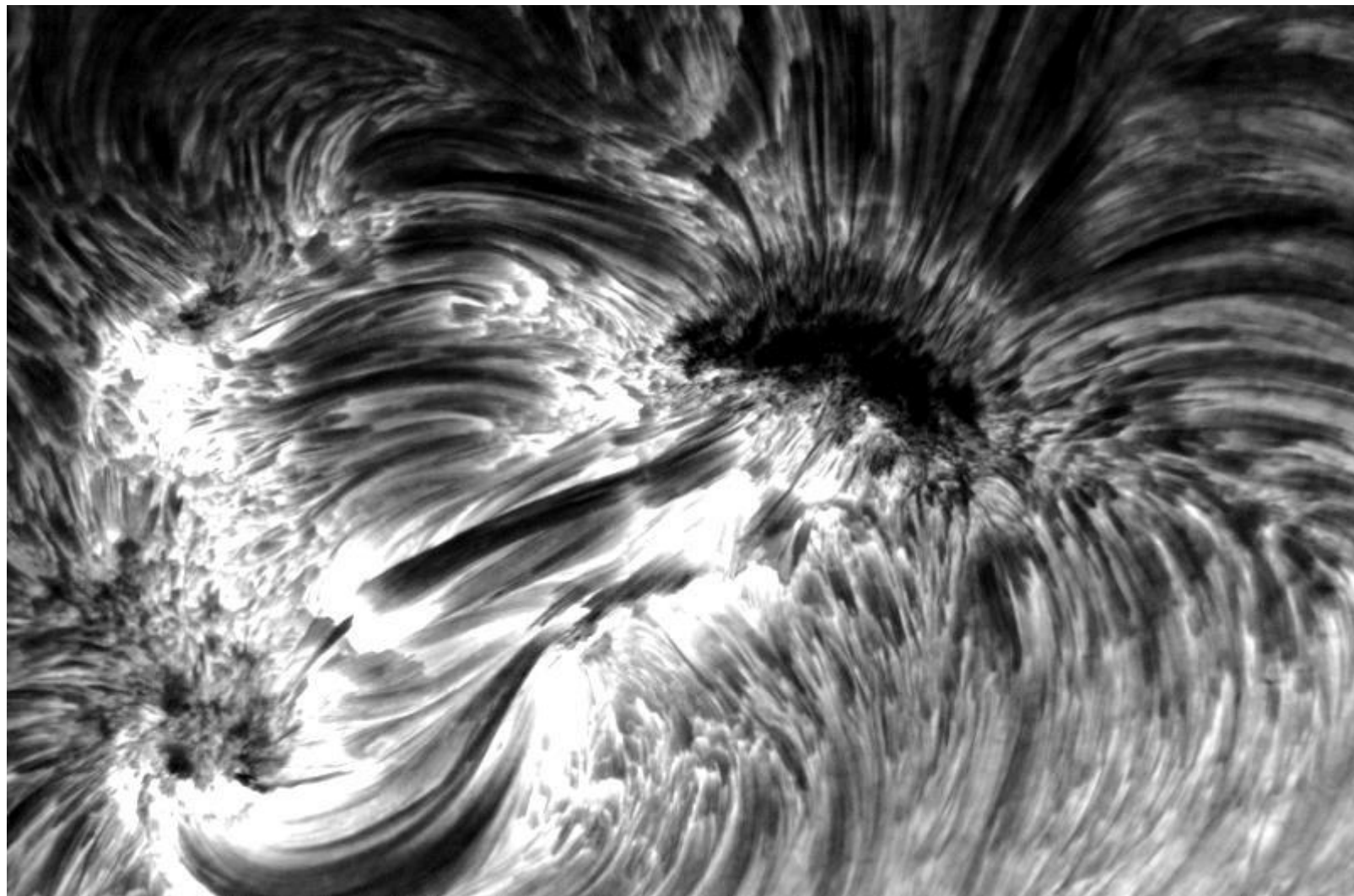
observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

### **Active region in H $\alpha$ 1**

Observations: Oddbjorn Engvold, Jun Elin Wiik, Luc Rouppe van der Voort, Oslo

Image processing: Luc Rouppe van der Voort, Oslo

Wavelength: 656.3 nm (H-alpha), Date: 22Aug2003



### Ενεργός περιοχή

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο <http://www.solarphysics.kva.se>

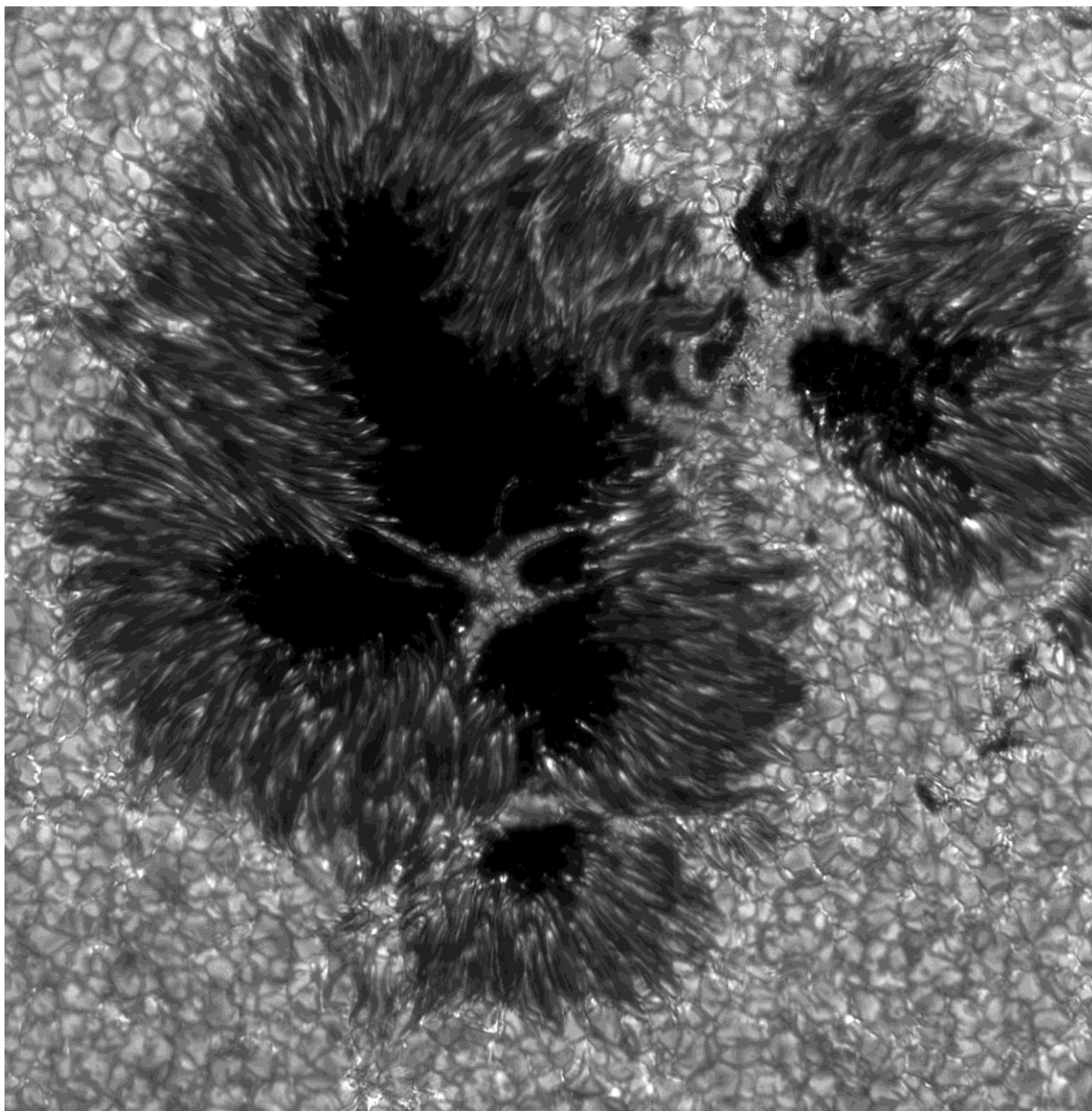
observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

#### **Active region in H $\alpha$ 1**

Observations: Oddbjorn Engvold, Jun Elin Wiik, Luc Rouppe van der Voort, Oslo

Image processing: Luc Rouppe van der Voort, Oslo

Wavelength: 656.3 nm (H-alpha), Date: 22Aug200



## Κηλίδες με «γέφυρες φωτός»

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

### **Light bridges**

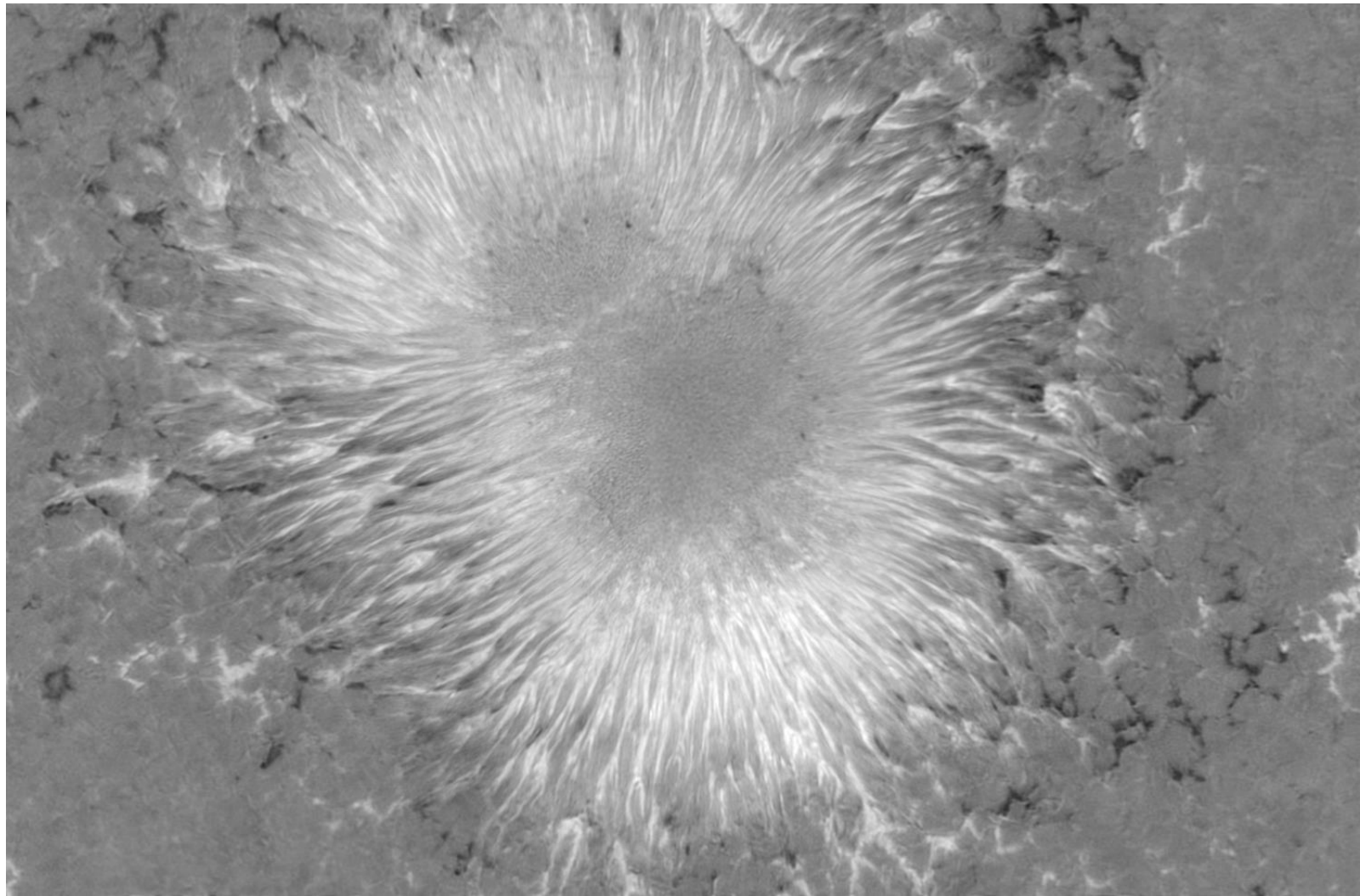
Observations: Mats Löfdahl, ISP

Image processing: Mats Löfdahl, ISP

Wavelength: 430.5 nm (G-band)

Target: AR 349

Date: 02May2003



## Μαγνητόγραμμα κηλίδας

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο <http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

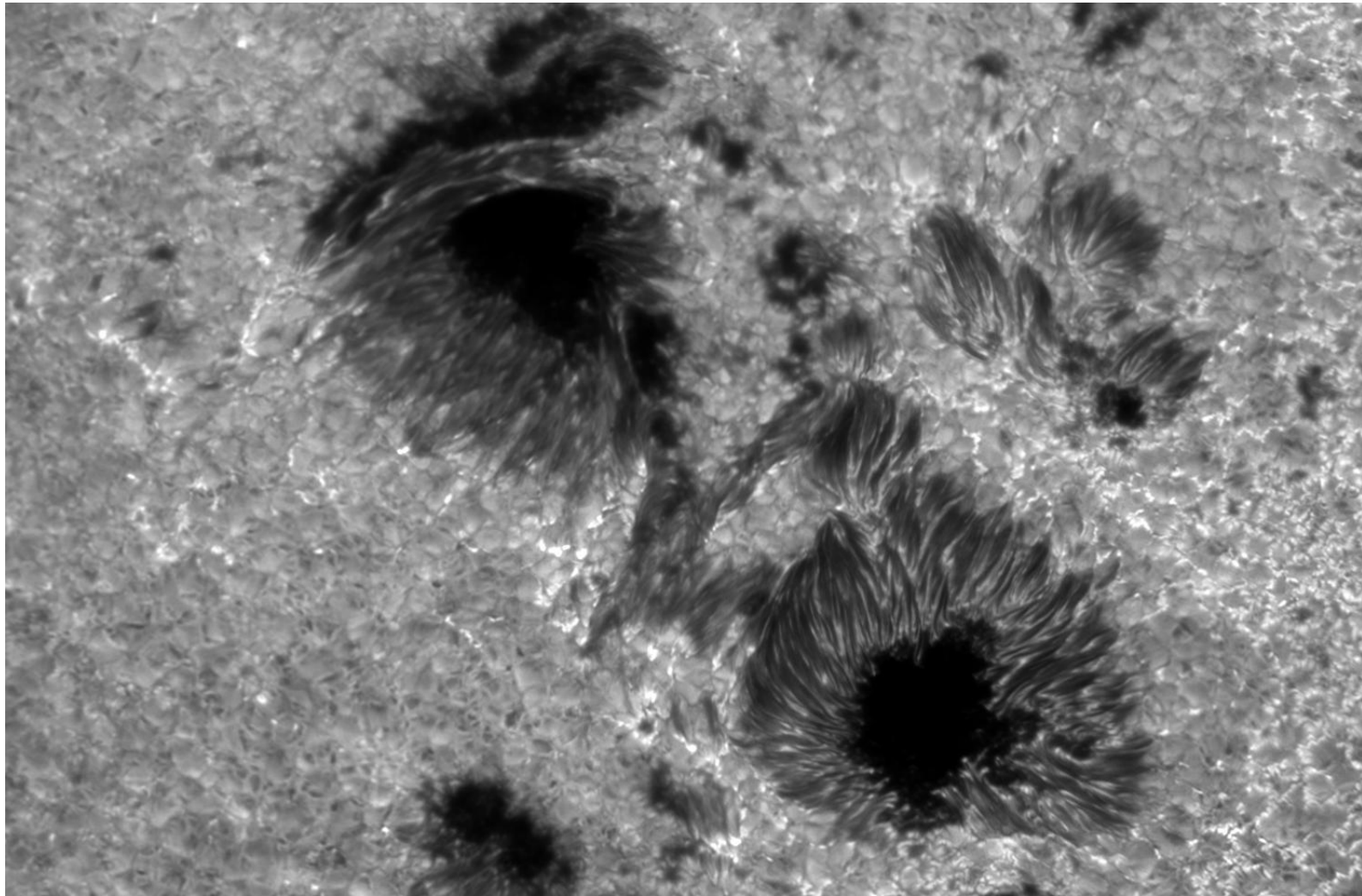
### **Large regular spot**

Observations: Dan Kiselman, ISP

Image processing: Mats Löfdahl, ISP

Wavelength: **Magnetogram** at 630.2 nm (Fe I)

Target: AR 397 Date: 03Jul2003



### Ομάδα κηλίδων

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο <http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

#### **Sunspot group**

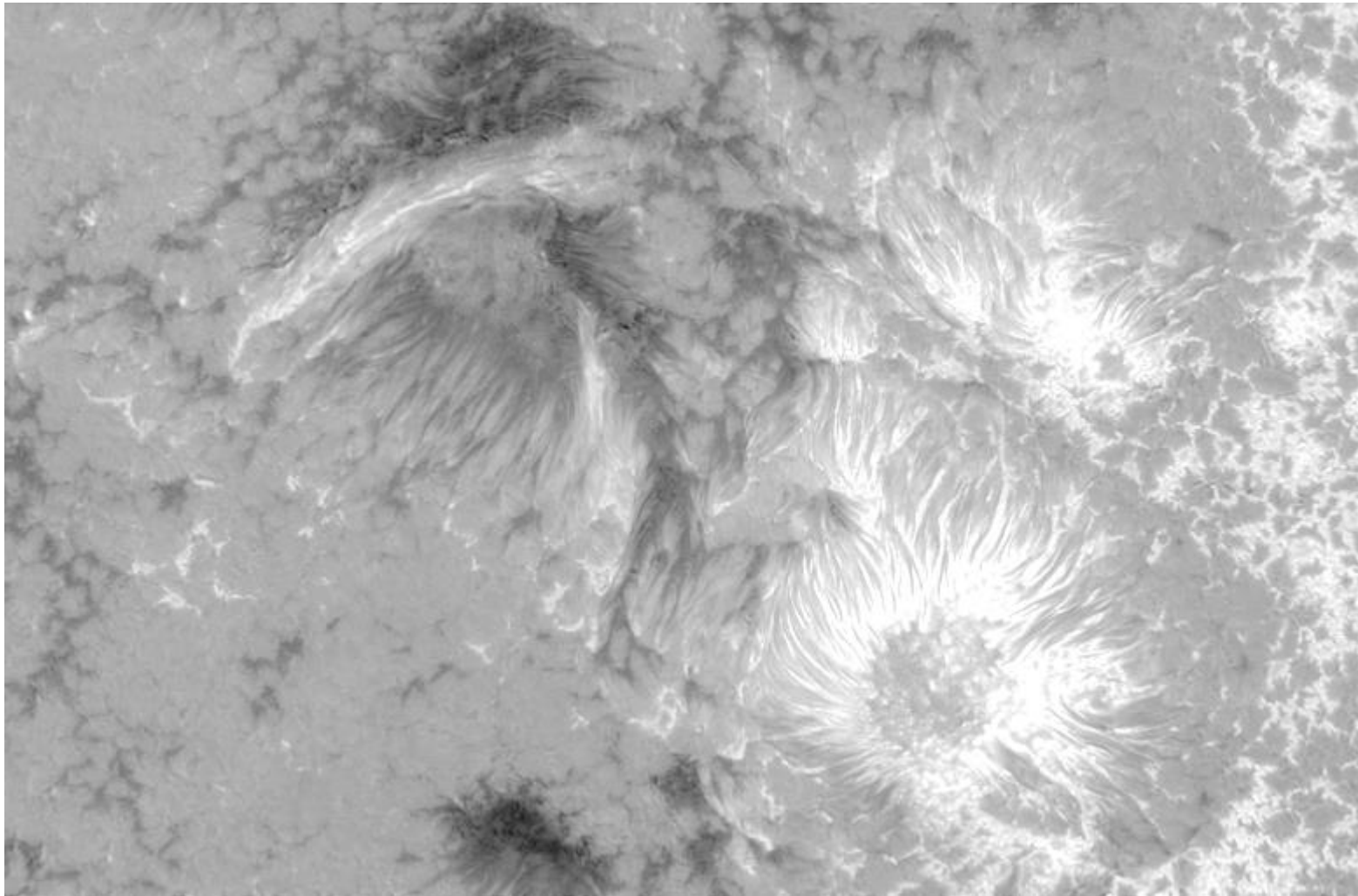
Observations: Göran Scharmer and Kai Langhans, ISP

Image processing: Mats Löfdahl, ISP

Wavelength: 630.2 nm (Fe I)

Target: AR 431 Date: 14Aug2003





### Μαγνητόγραμμα Ομάδας Κηλίδων

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο <http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

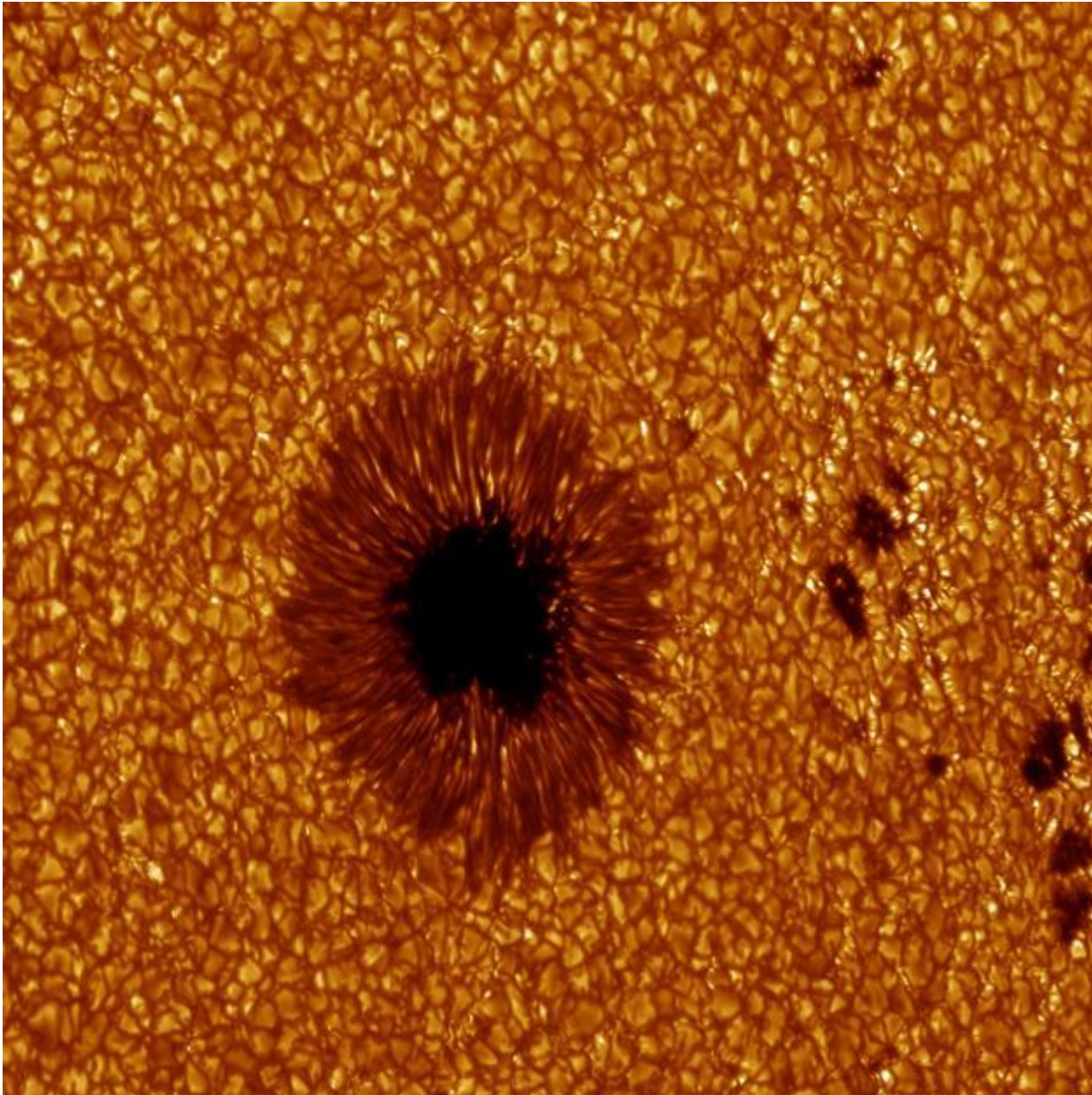
#### **Sunspot group**

Observations: Göran Scharmer and Kai Langhans, ISP

Image processing: Mats Löfdahl, ISP

Wavelength: Magnetogram at 630.2 nm (Fe I)

Target: AR 431, Date: 14Aug2003



# Μικρή κηλίδα

στοσυνεχές  
από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο  
<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

## **Small regular spot**

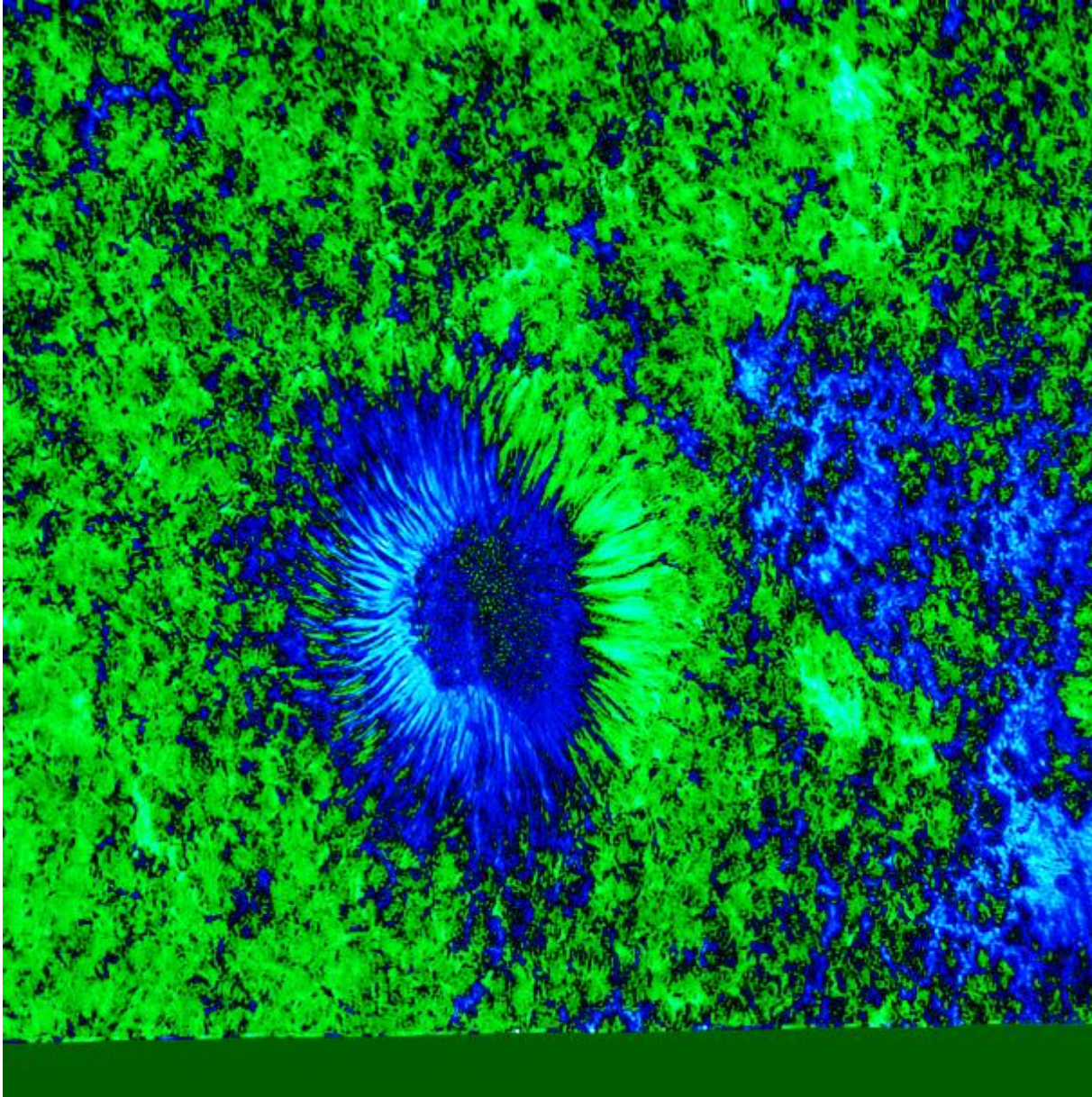
Observations: Göran Scharmer and Kai Langhans,  
ISP

Image processing: Mats Löfdahl, ISP

Wavelength: 436.4 nm (Continuum)

Target: AR 425 at  $\theta=40.5^\circ$ ,  $\mu=0.76$

Date: 04Aug2003



# Μαγνητόγραμμα Μικρής κηλίδας

Πράσινο και γαλάζιο  
απεικονίζουν βόρεια και  
νότια μαγνητικά πεδία.  
Προσεξτε πώς εναλλάσσονται  
τα πεδία

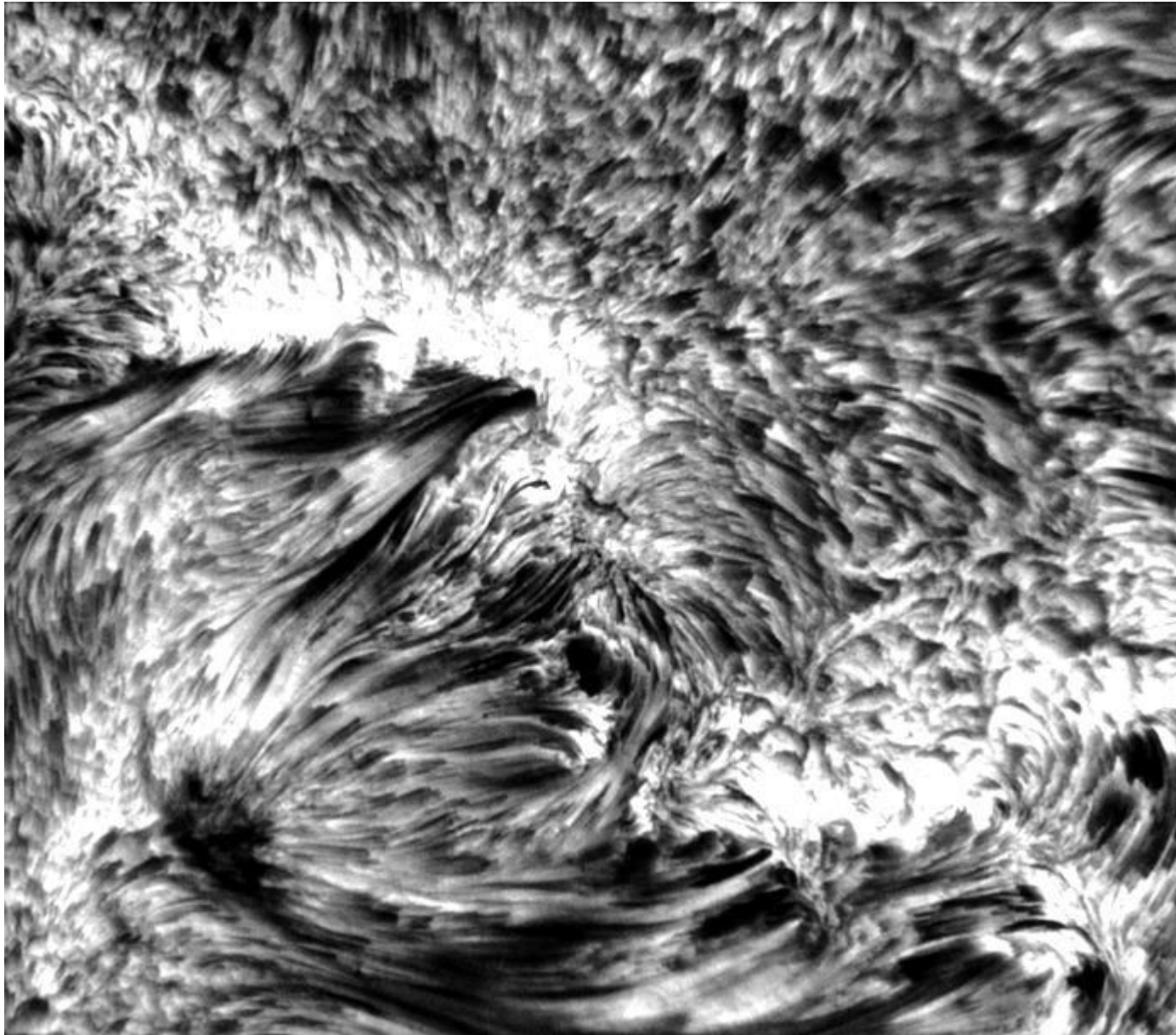
από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο  
<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

## **Small regular spot**

Observations: Göran Scharmer and Kai Langhans,  
ISP

Image processing: Mats Löfdahl, ISP  
Wavelength: Magnetogram at 630.2 nm (Fe I)  
Target: AR 425 at  $\theta=40.5^\circ$ ,  $\mu=0.76$   
Date: 04Aug2003



## Ενεργός περιοχή με λαμπρές περιοχές

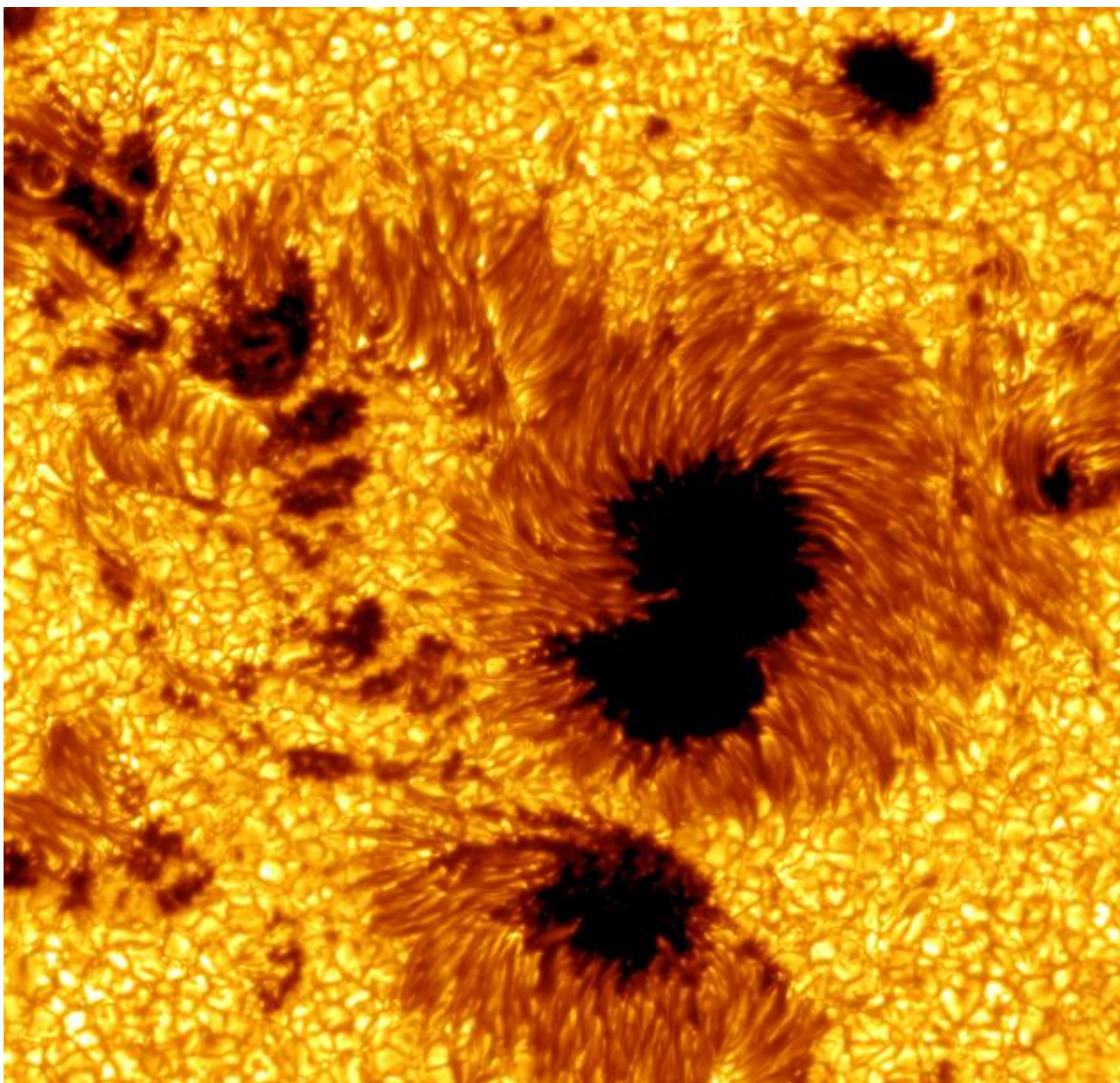
από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο  
<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofísica de Canarias.

### **Active region with faculae, near red wing of H $\alpha$**

Observations: Bart De Pontieu, LMSAL  
Image processing: Bart De Pontieu,  
LMSAL

Wavelength: 656.3 + 0.035 nm (H-alpha)  
Target: Stonyhurst S15 W50,  $\theta=51^\circ$ ,  $\mu=0.6$   
Date: 16Jun2003



## Κηλίδες με έντονη παρασκιά

από το Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο

<http://www.solarphysics.kva.se>

observed with the Swedish 1-m Solar Telescope (SST). The SST is operated on the island of La Palma by the Institute for Solar Physics in the Spanish Observatorio del Roque de los Muchachos of the Instituto de Astrofisica de Canarias.

### **Dark penumbral cores**

Observations: Göran Scharmer, ISP  
Image processing: Mats Löfdahl, ISP

Wavelength: 487.7 nm

Target: AR10030

Date: 15 Jul 2002

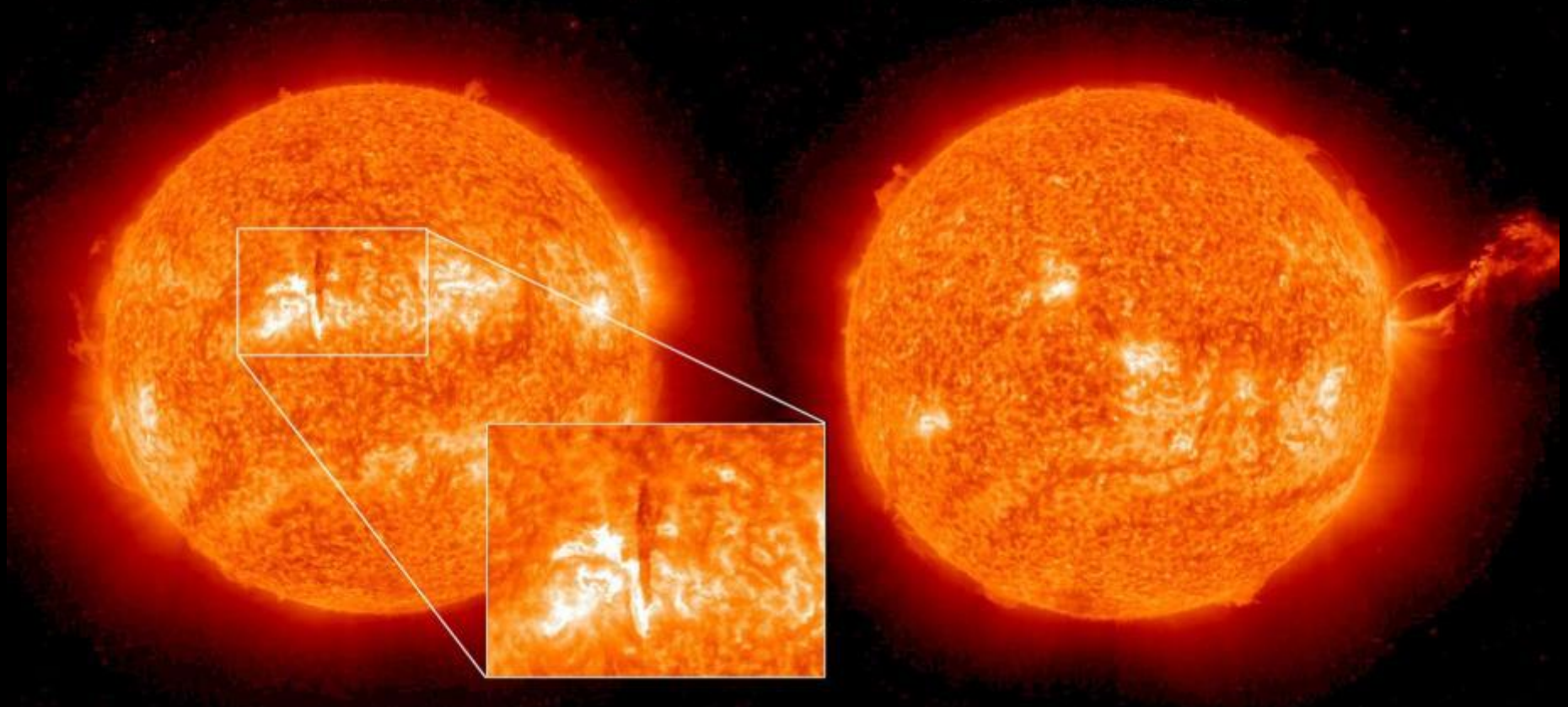


Ο Ήλιος είναι το μόνο άστρο που  
επηρεάζει την ζωή μας  
Εκρηκτικό φαινόμενο 15-2-2015

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



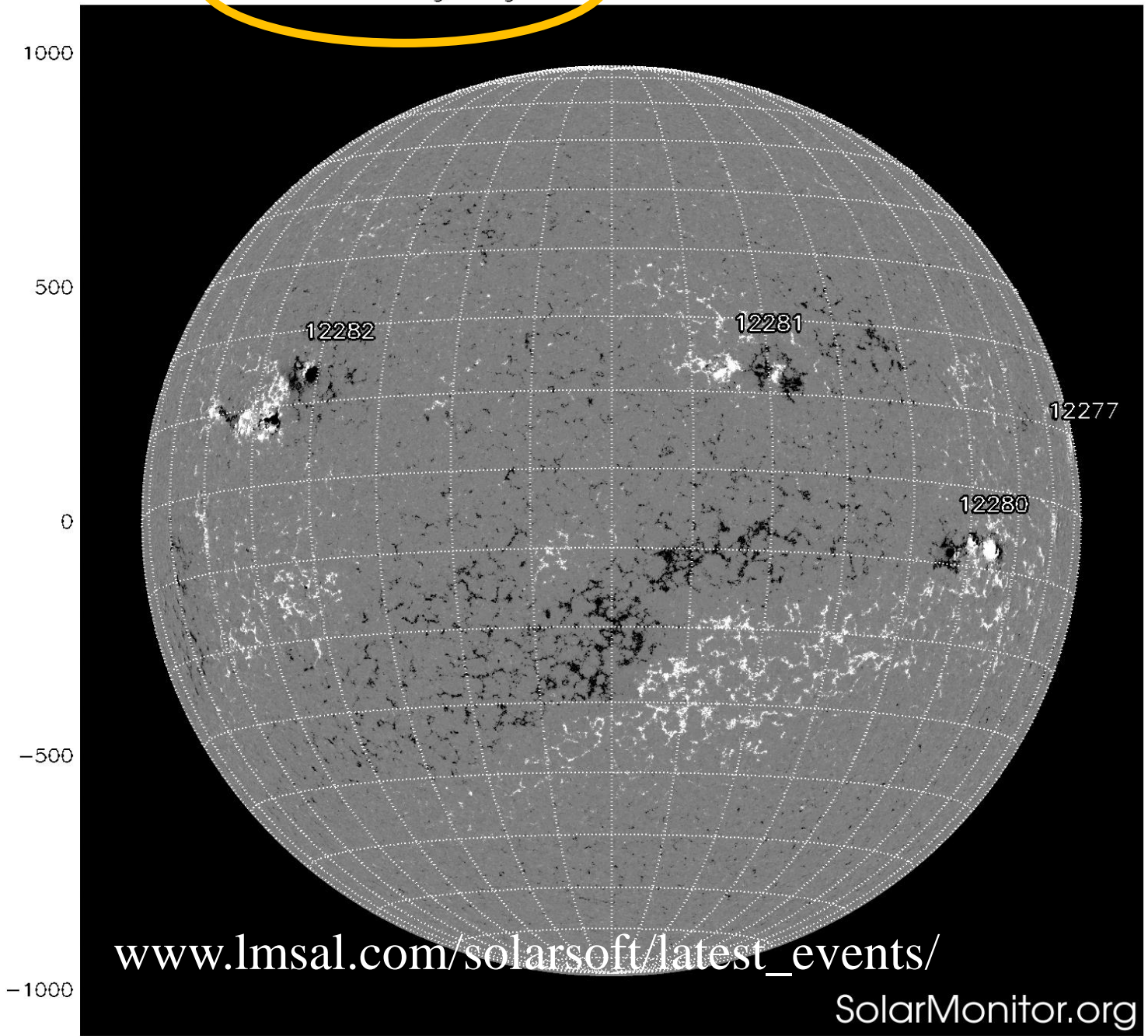
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

SolarMonitor.org



11-2-2015  
SDO

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



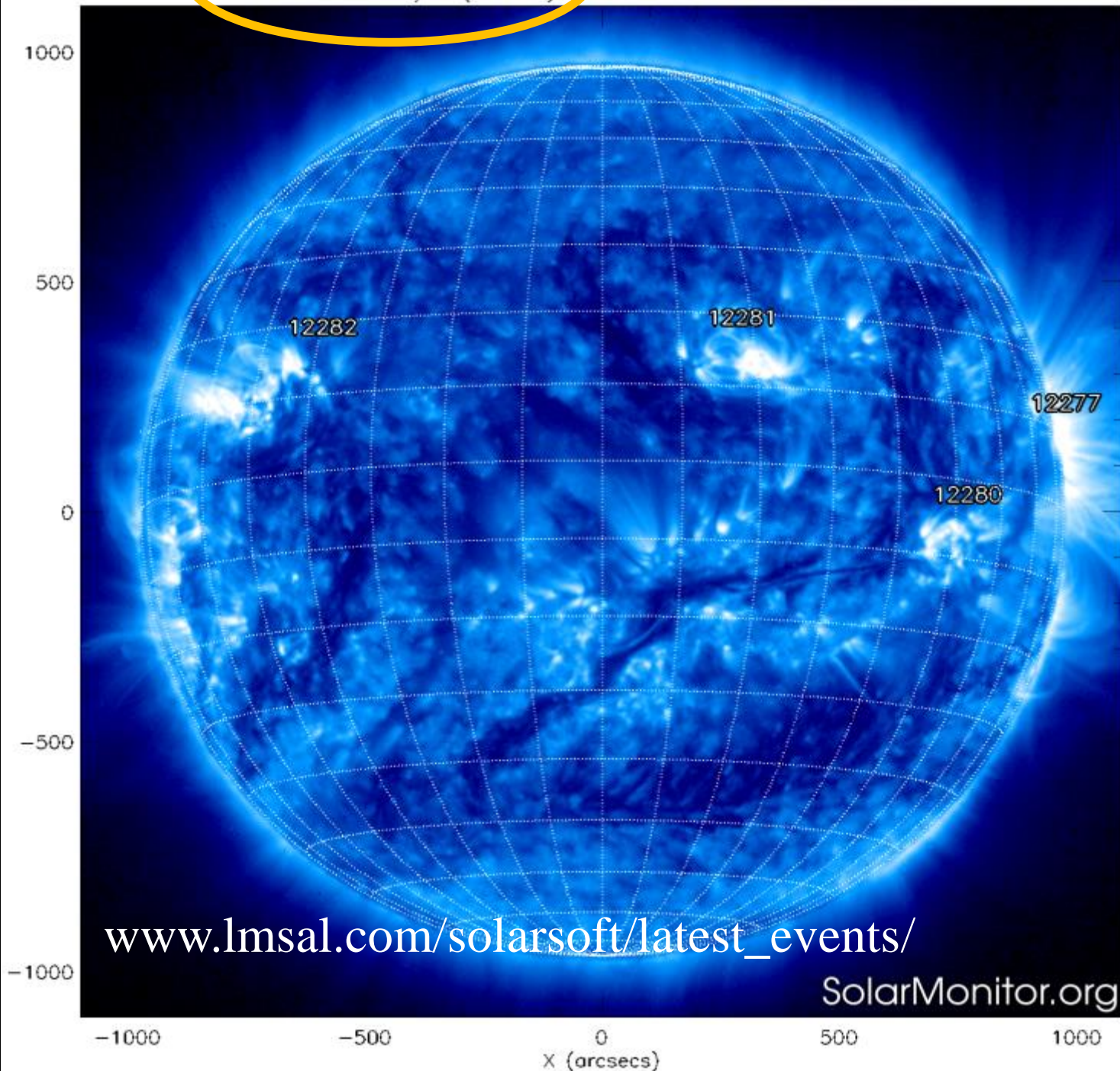
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

SolarMonitor.org

-1000      -500      0      500      1000  
X (arcsecs)

11-2-2015  
SDO

SWAP Fe IX/X (174 Å) 11-Feb-2015 19:47:29.202

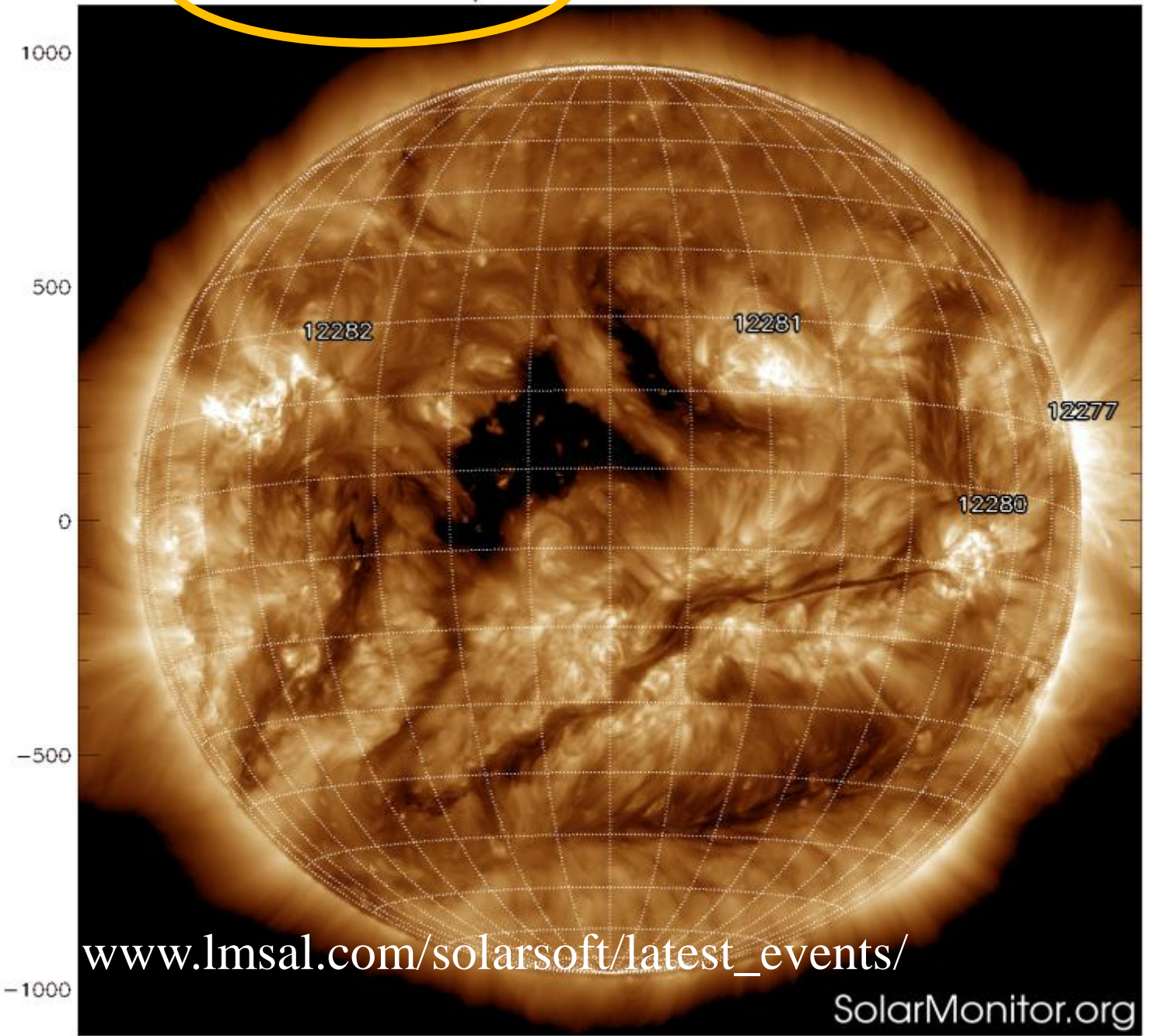


[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

SolarMonitor.org

11-2-2015  
SDO

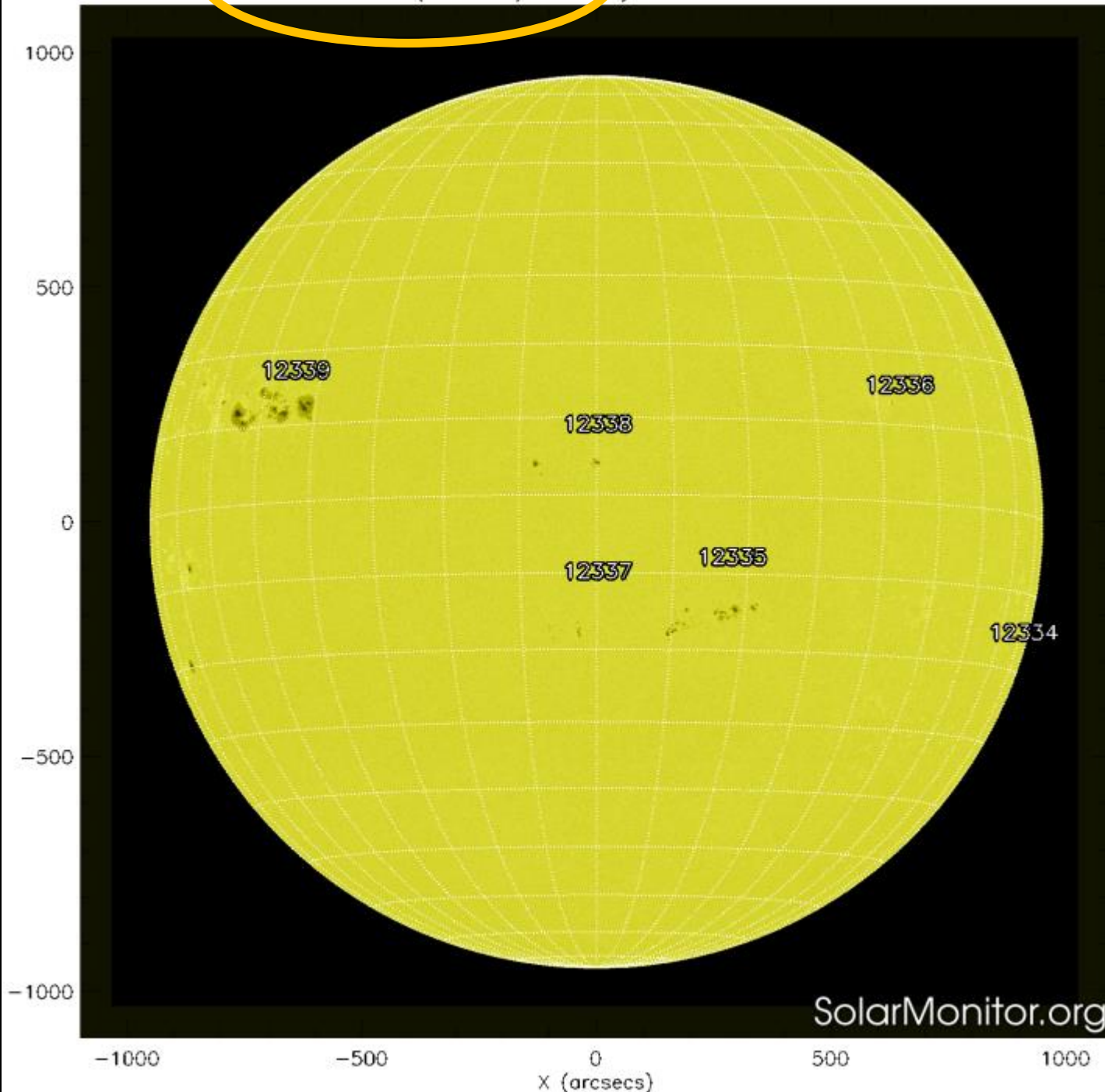
SDO AIA Fe XII (193 Å) 10-Feb-2015 22:30:18.840

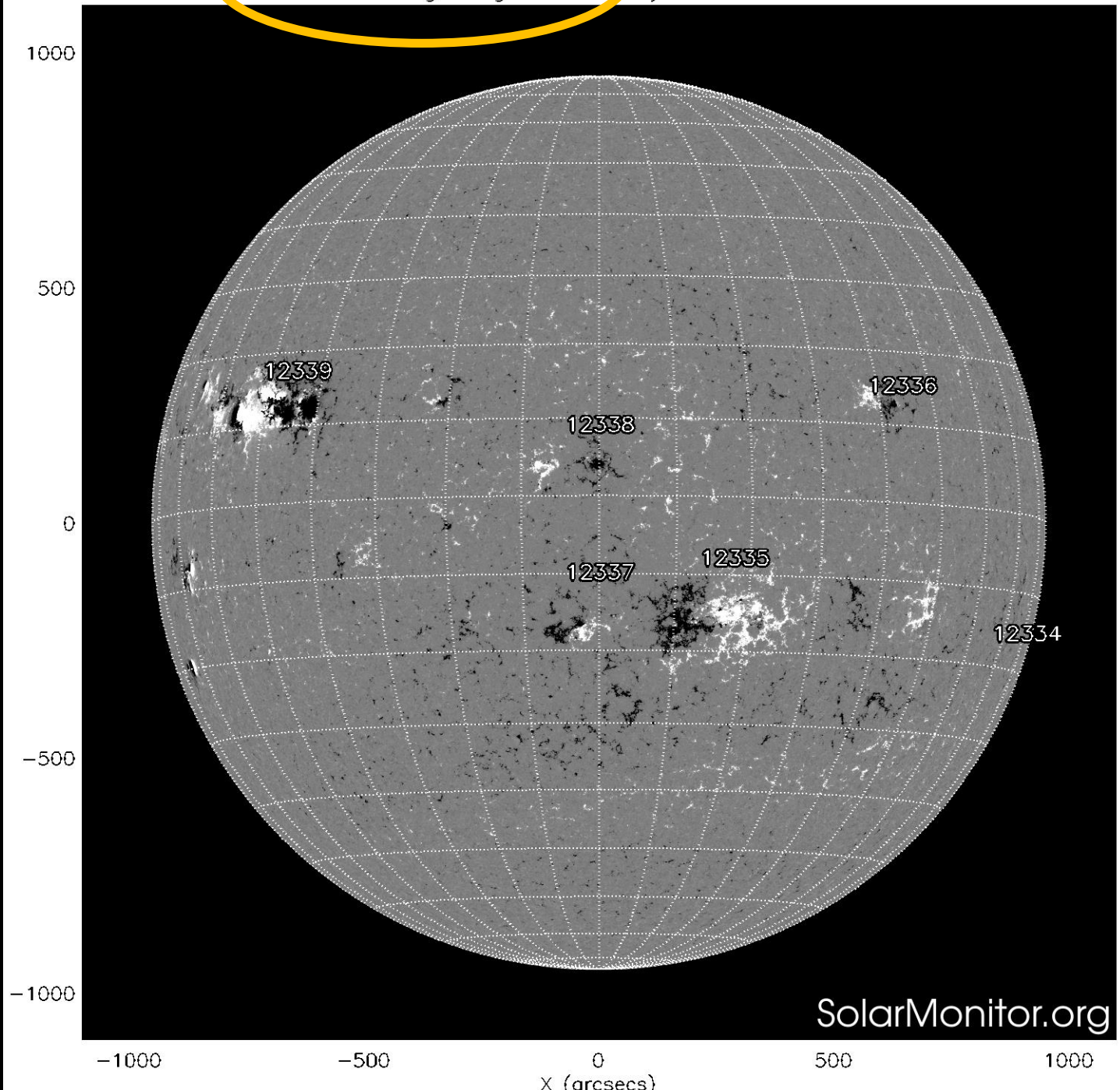


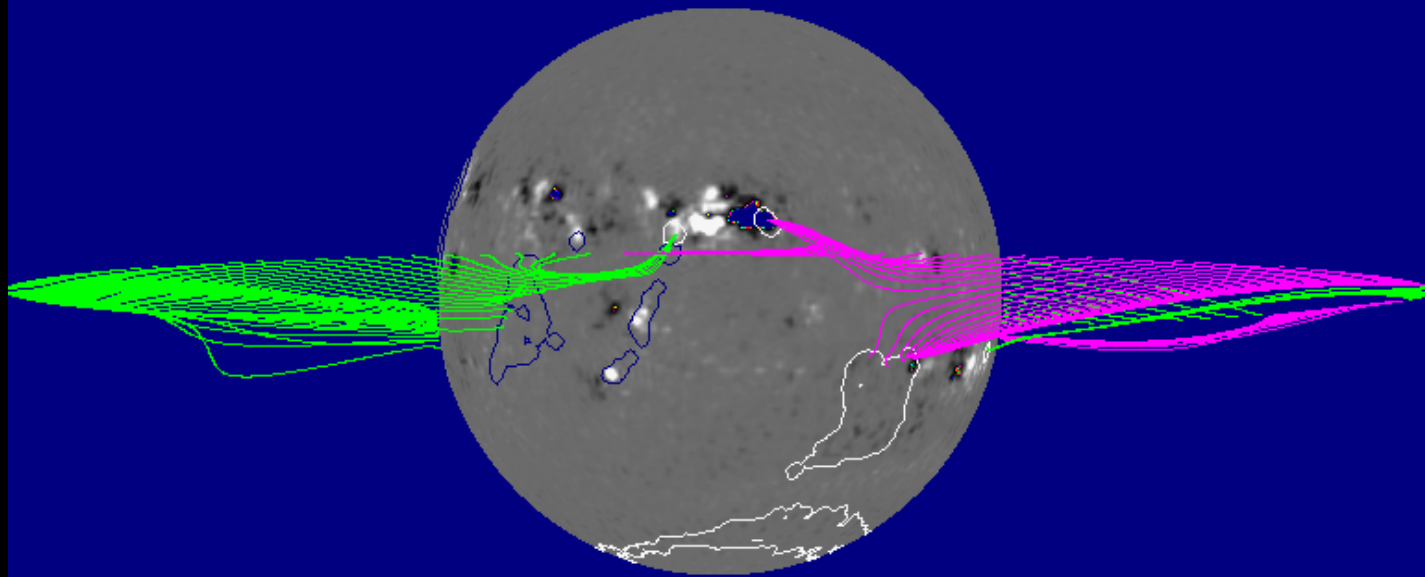
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

SolarMonitor.org

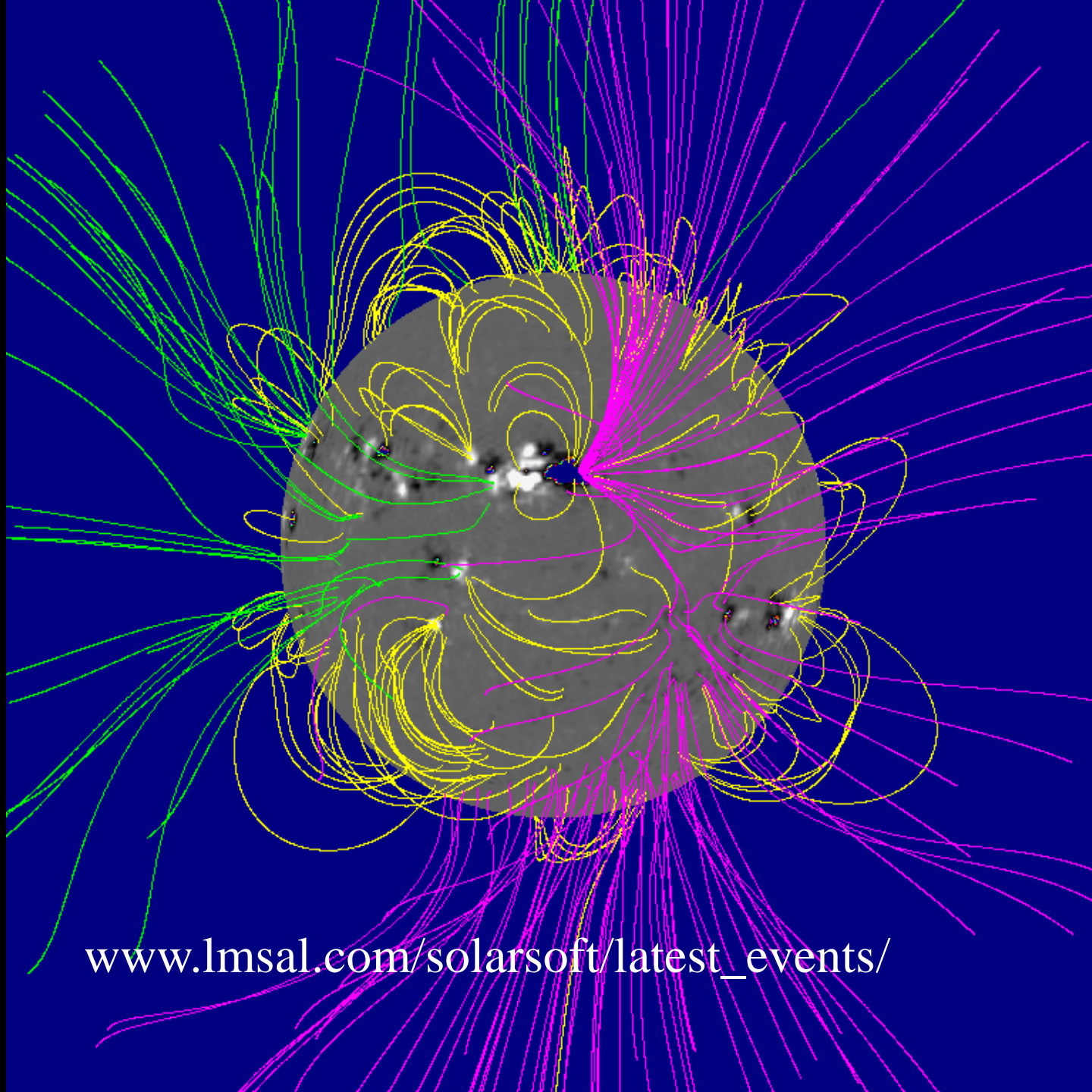
-1000 -500 0 500 1000  
X (arcsecs)



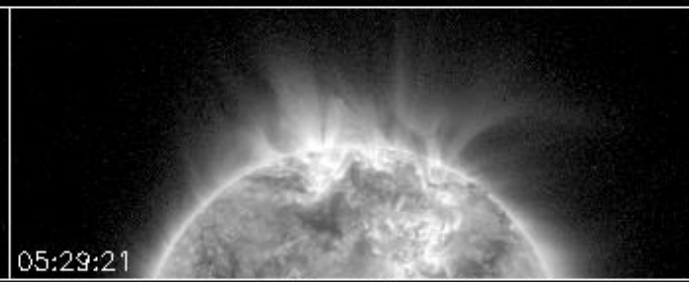
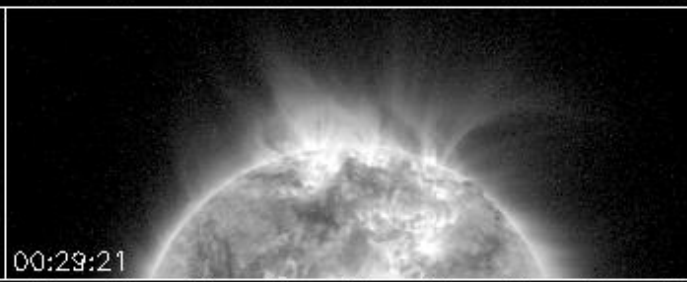
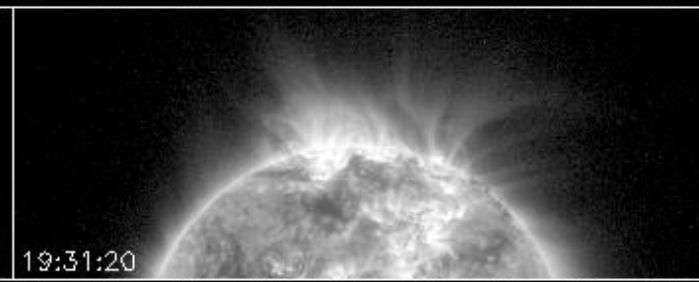
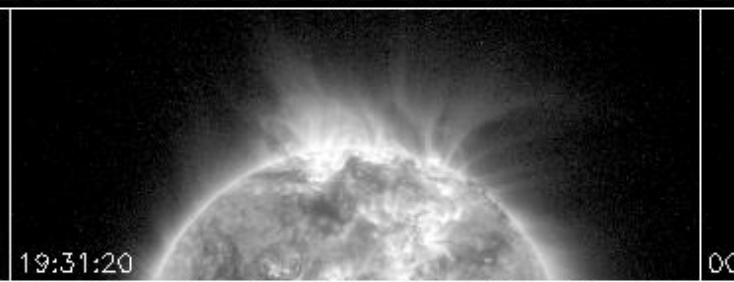
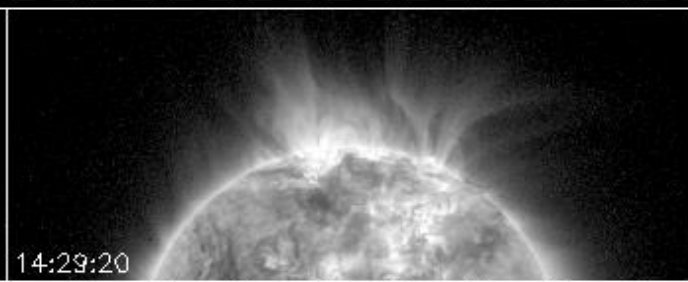
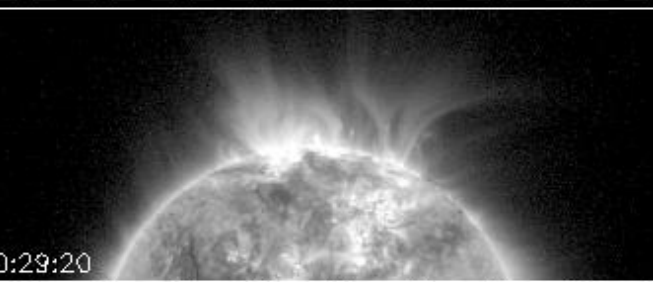
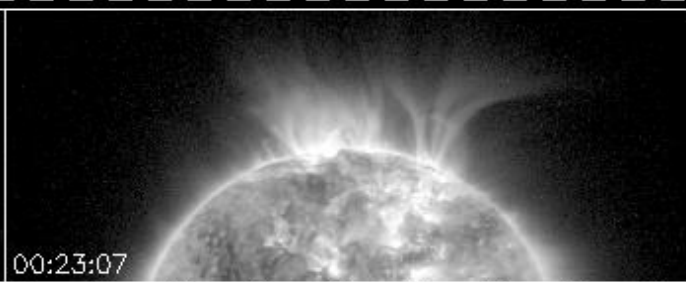
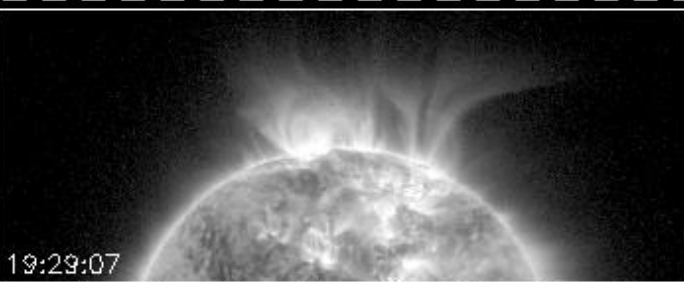




[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

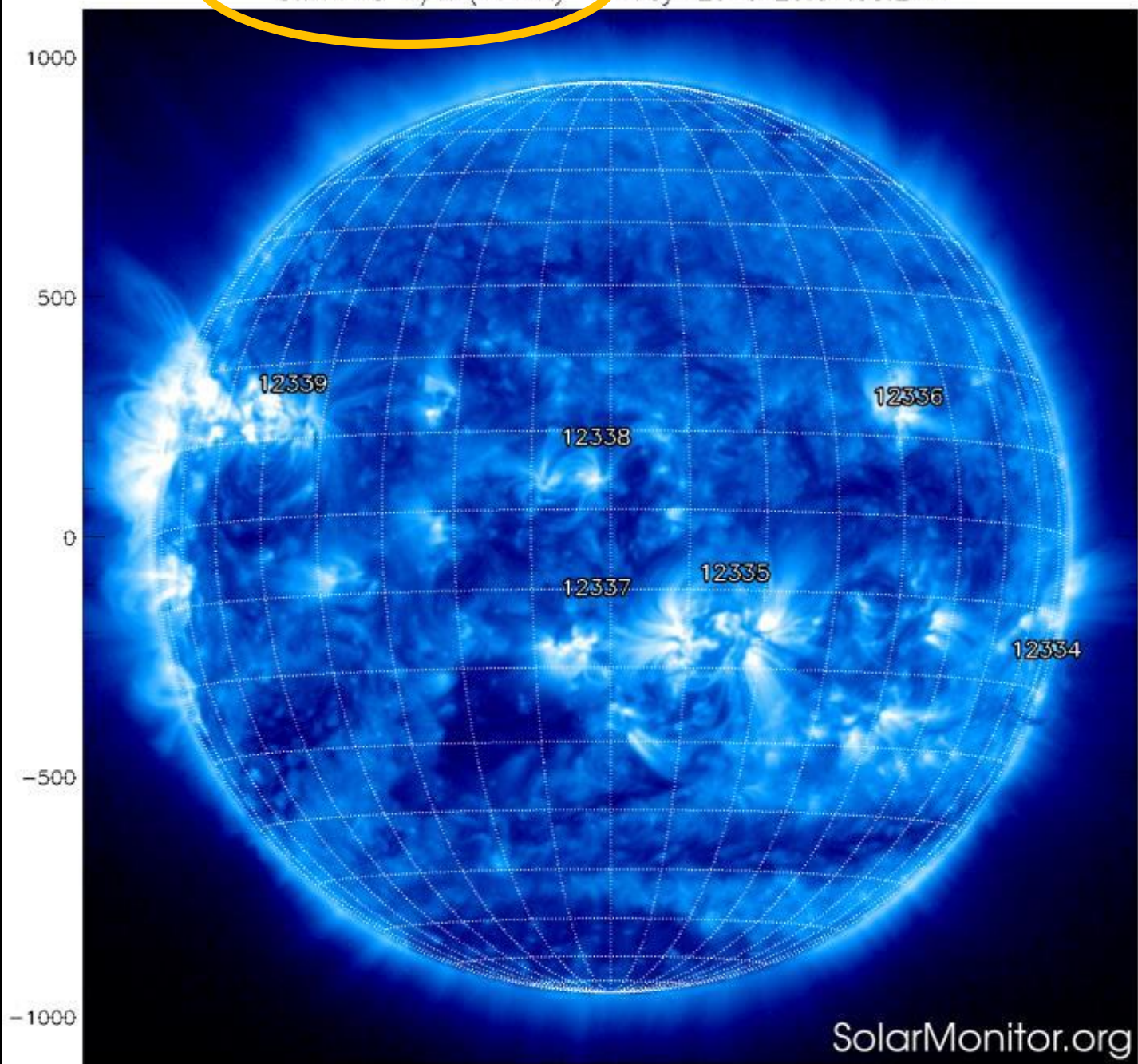


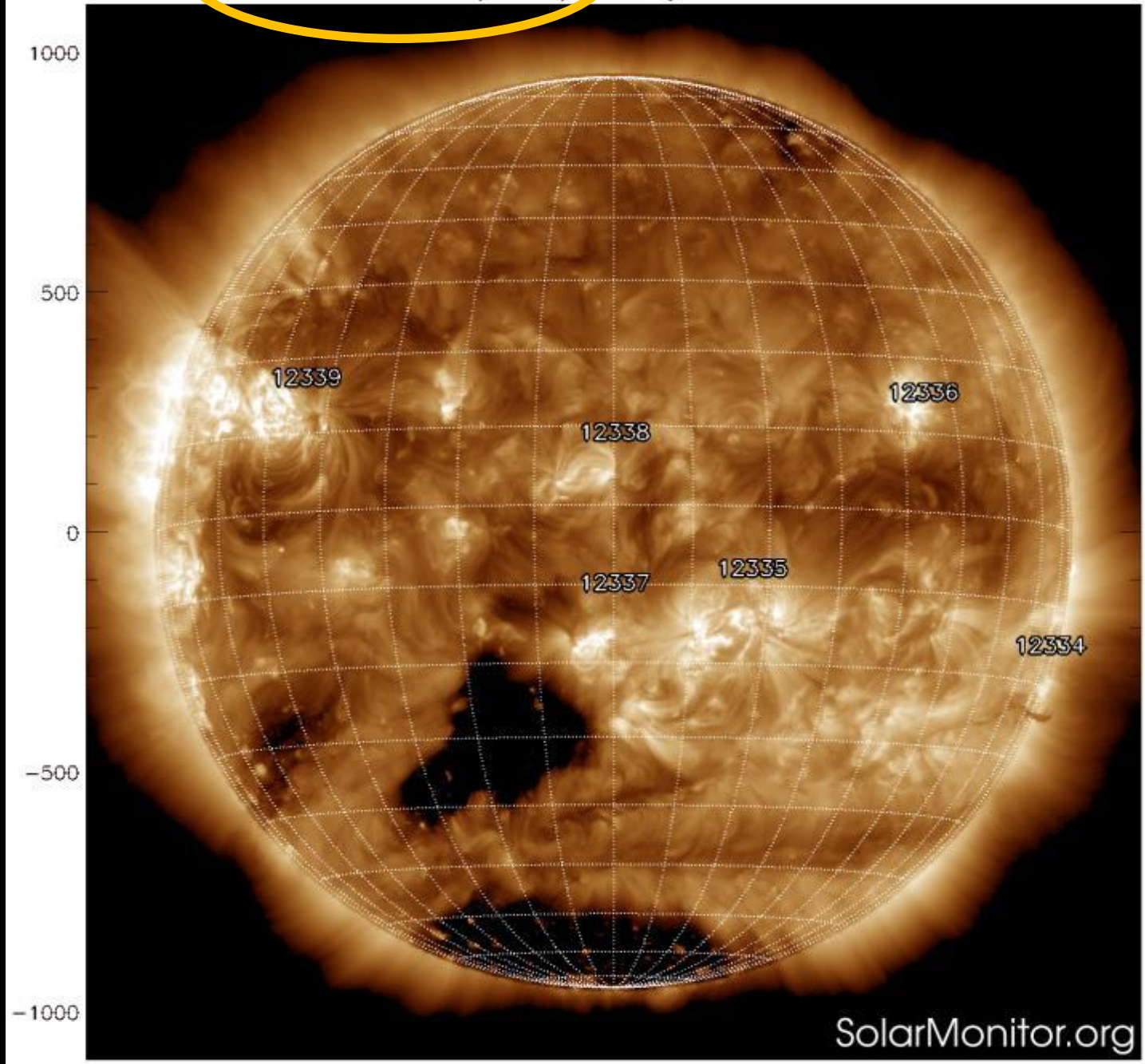
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

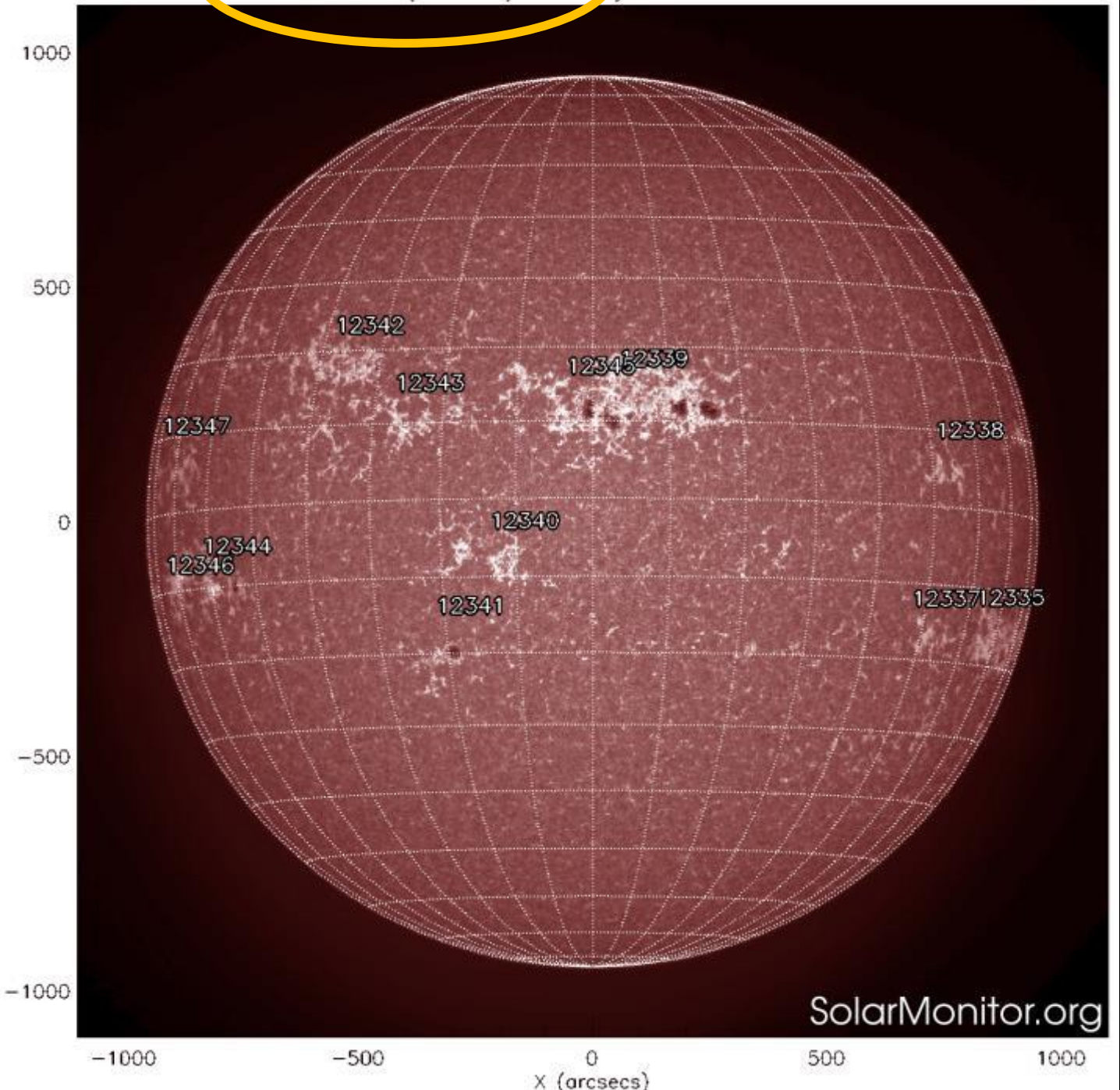


[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)









Main

Far-side

SDO short-wave

SDO long-wave

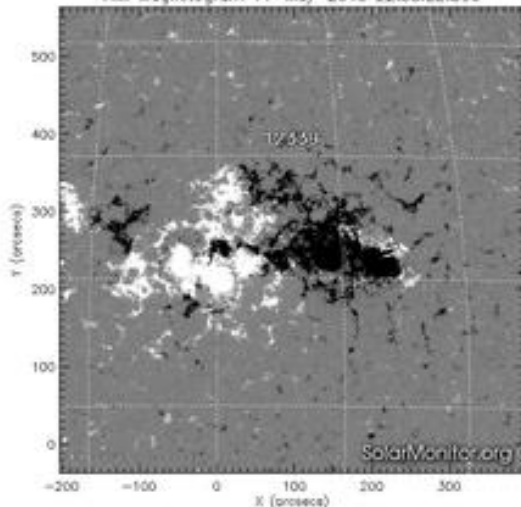
NOAA  
10 Active  
Regions

Flare  
Forecast

GOES  
ACE  
SDO/EVE  
Events

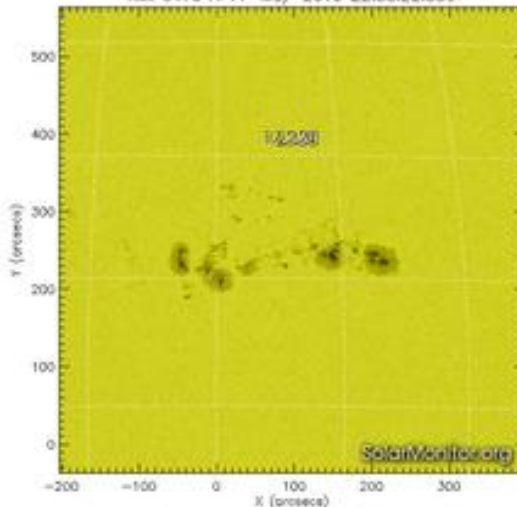
HMI Mag 20150511 22:58

HMI Magnetogram 11-May-2015 22:58:22.500



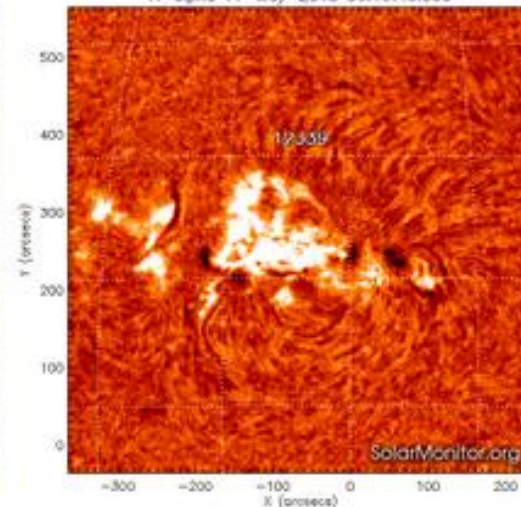
HMI 6173Å 20150511 22:58

HMI 6173 Å 11-May-2015 22:58:22.500



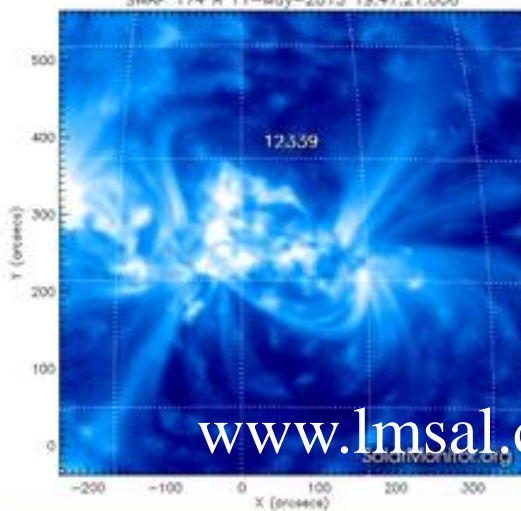
GHN Hα 20150511 06:19

H-alpha 11-May-2015 06:19:46.000



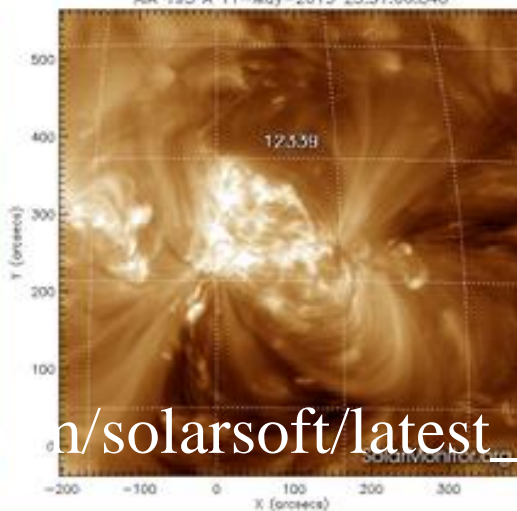
SWAP 174Å 20150511 19:47

SWAP 174 Å 11-May-2015 19:47:21.006



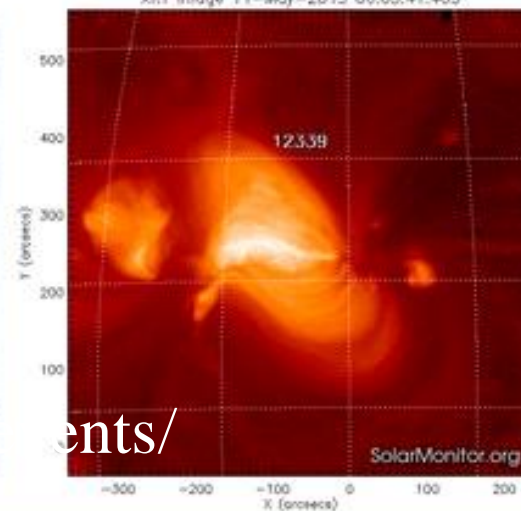
AIA 193Å 20150511 23:31

AIA 193 Å 11-May-2015 23:31:06.840



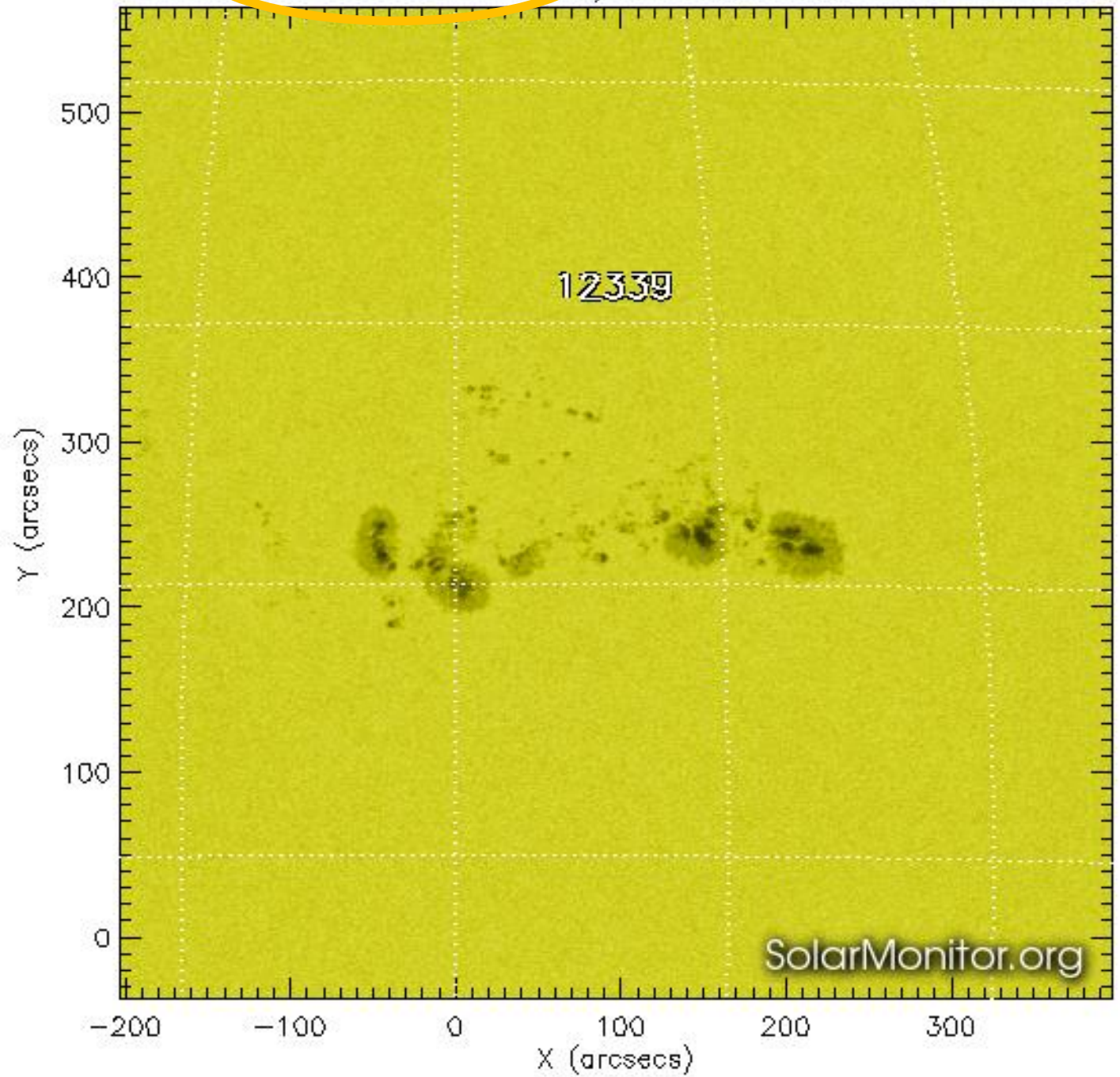
XRT 20150511 06:03

XRT Image 11-May-2015 06:03:41.403



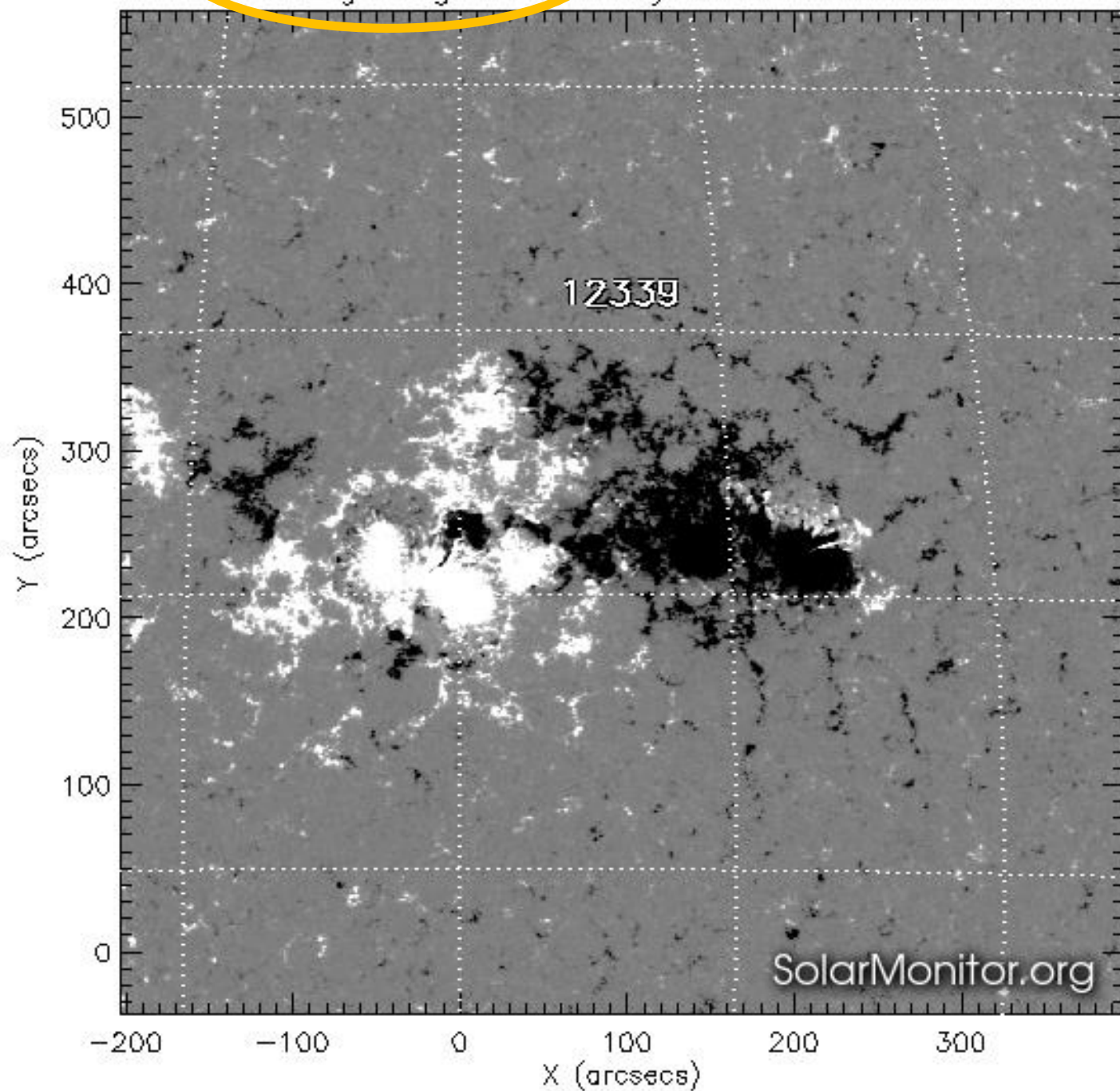
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

HMI 6173 Å 11-May-2015 22:58:22.500

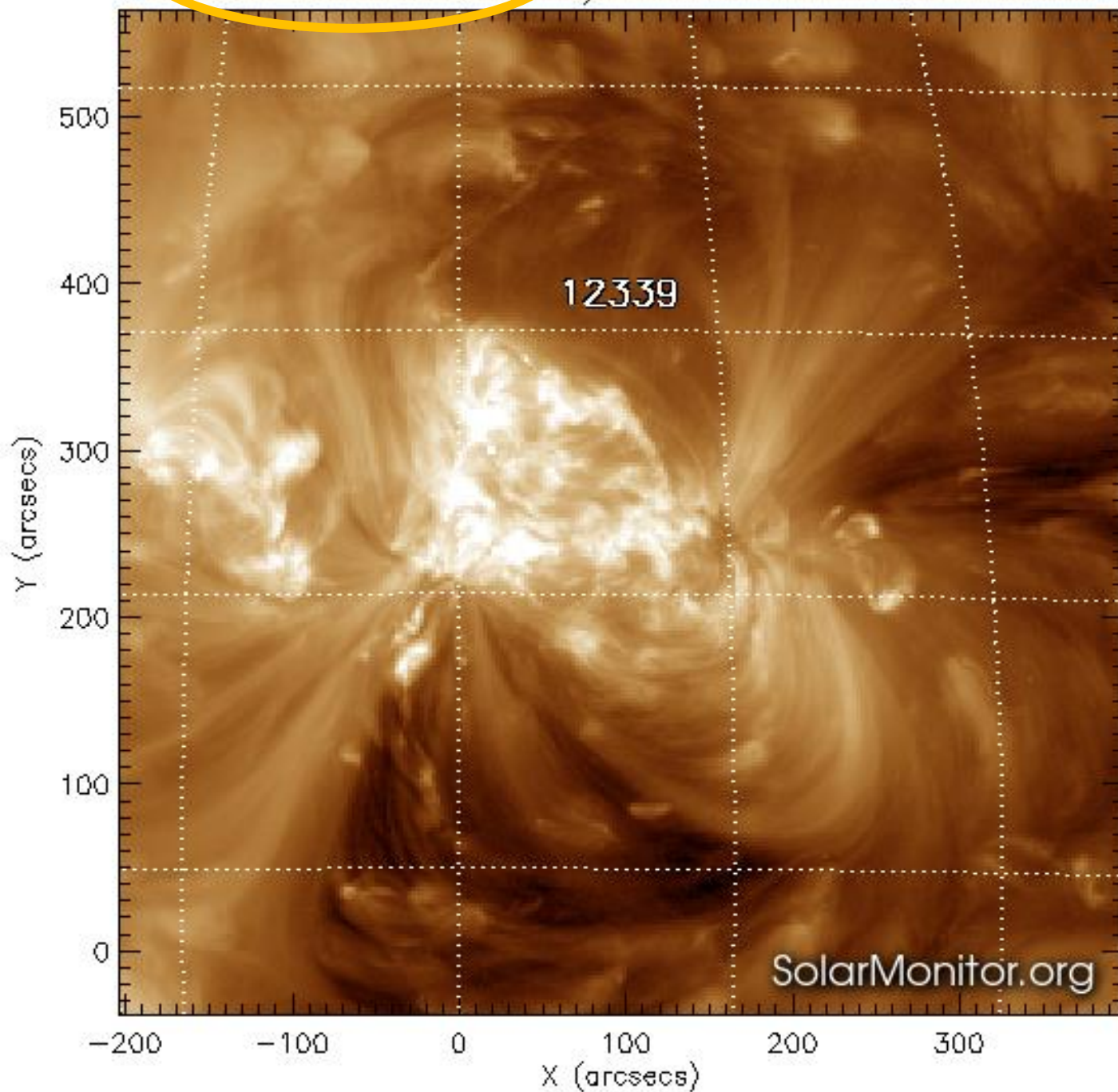


SolarMonitor.org

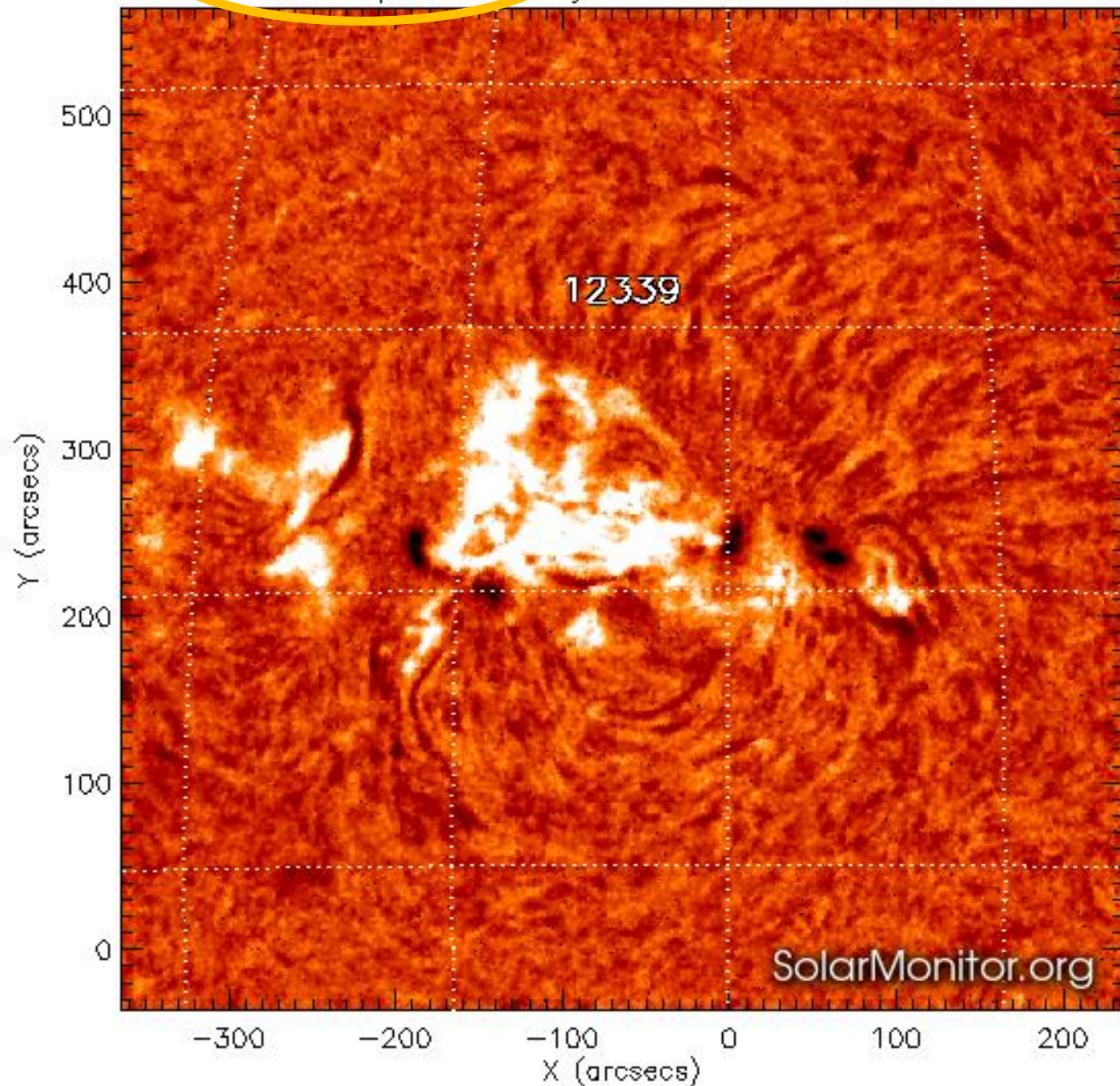
HMI Magnetogram 11 - May - 2015 22:58:22.500



AIA 193 Å 11-May-2015 23:31:06.840

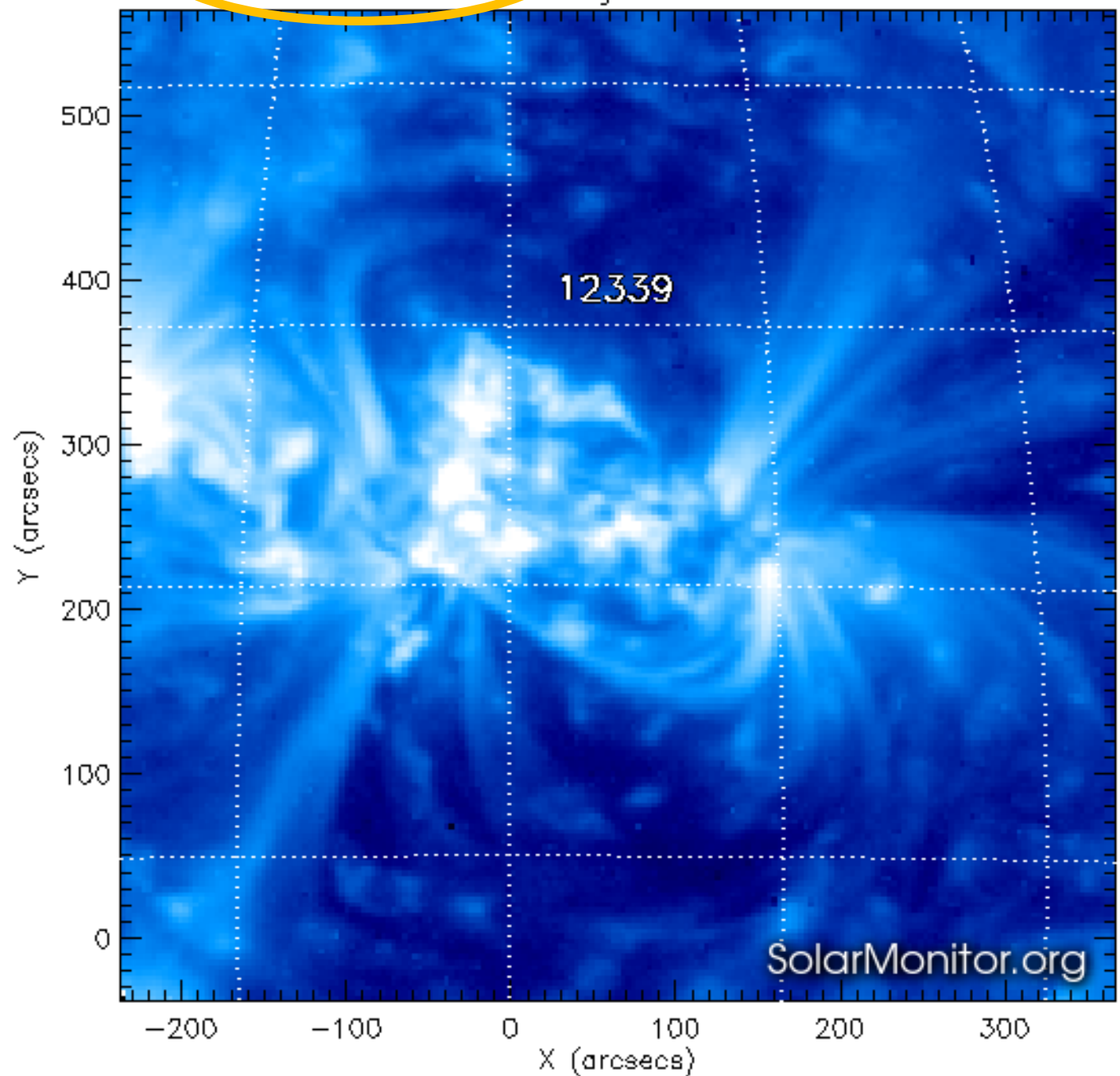


H-alpha 11-May-2015 06:19:46.000

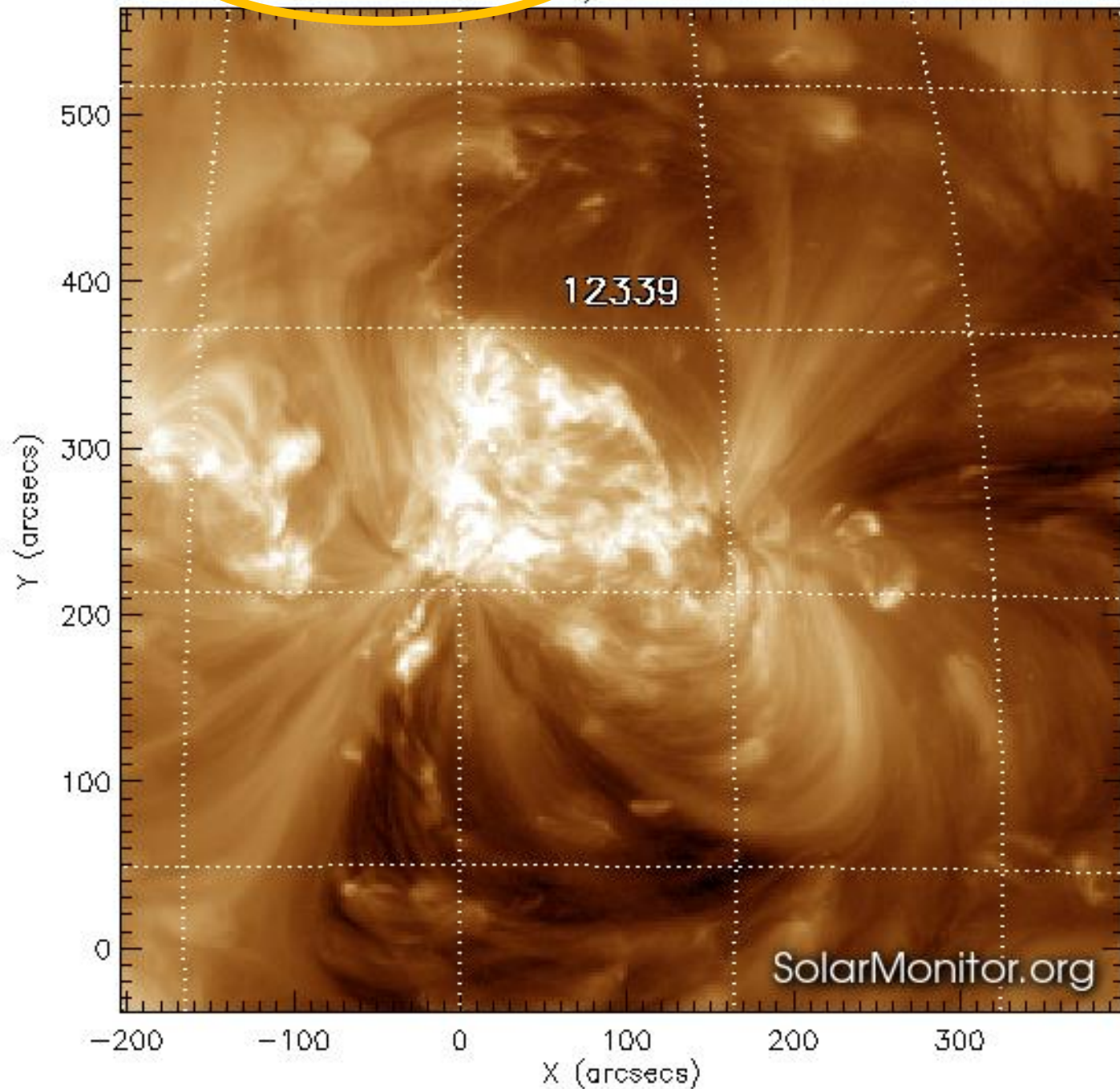




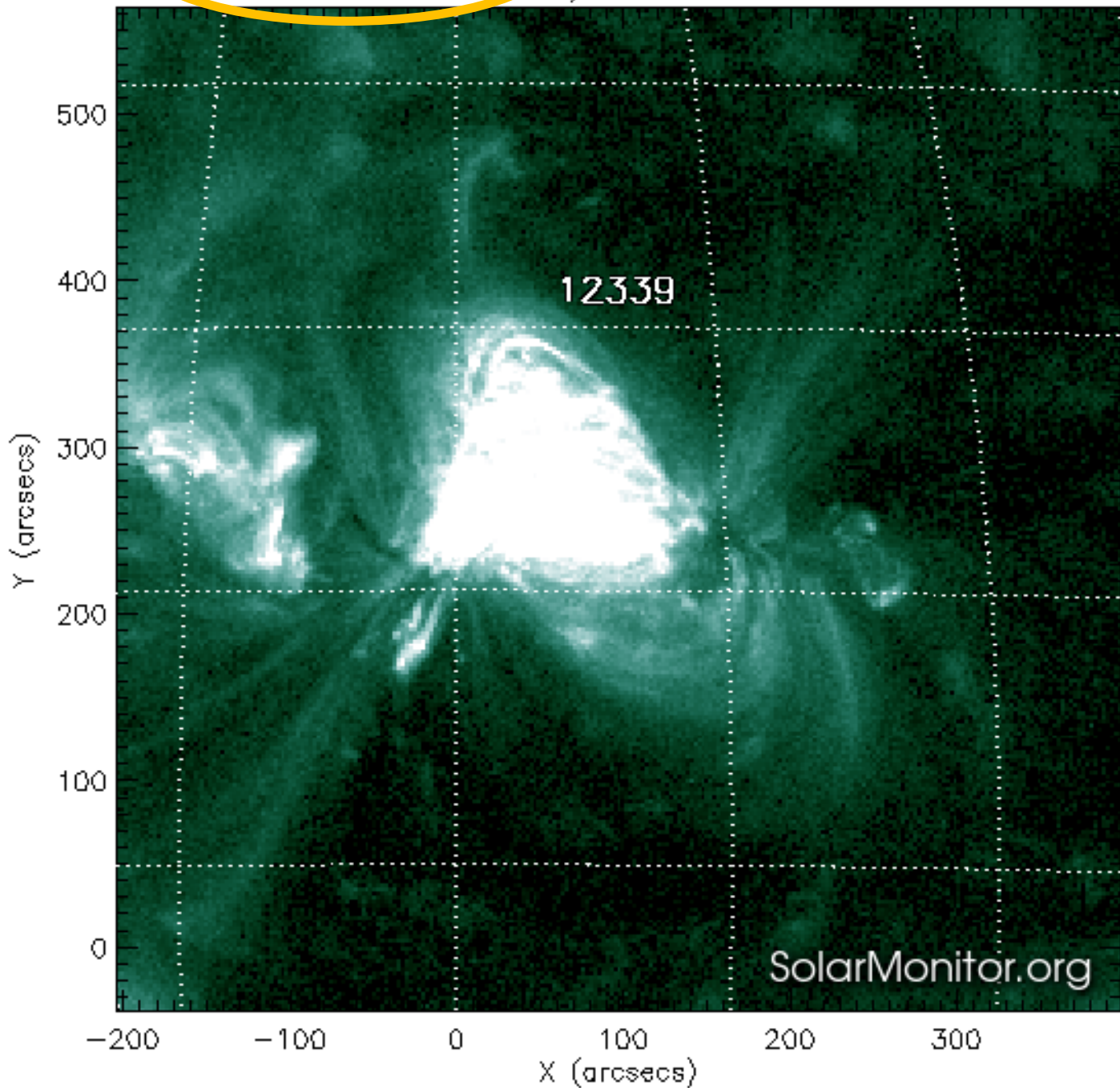
SWAP 174 Å 11-May-2015 19:47:21.006



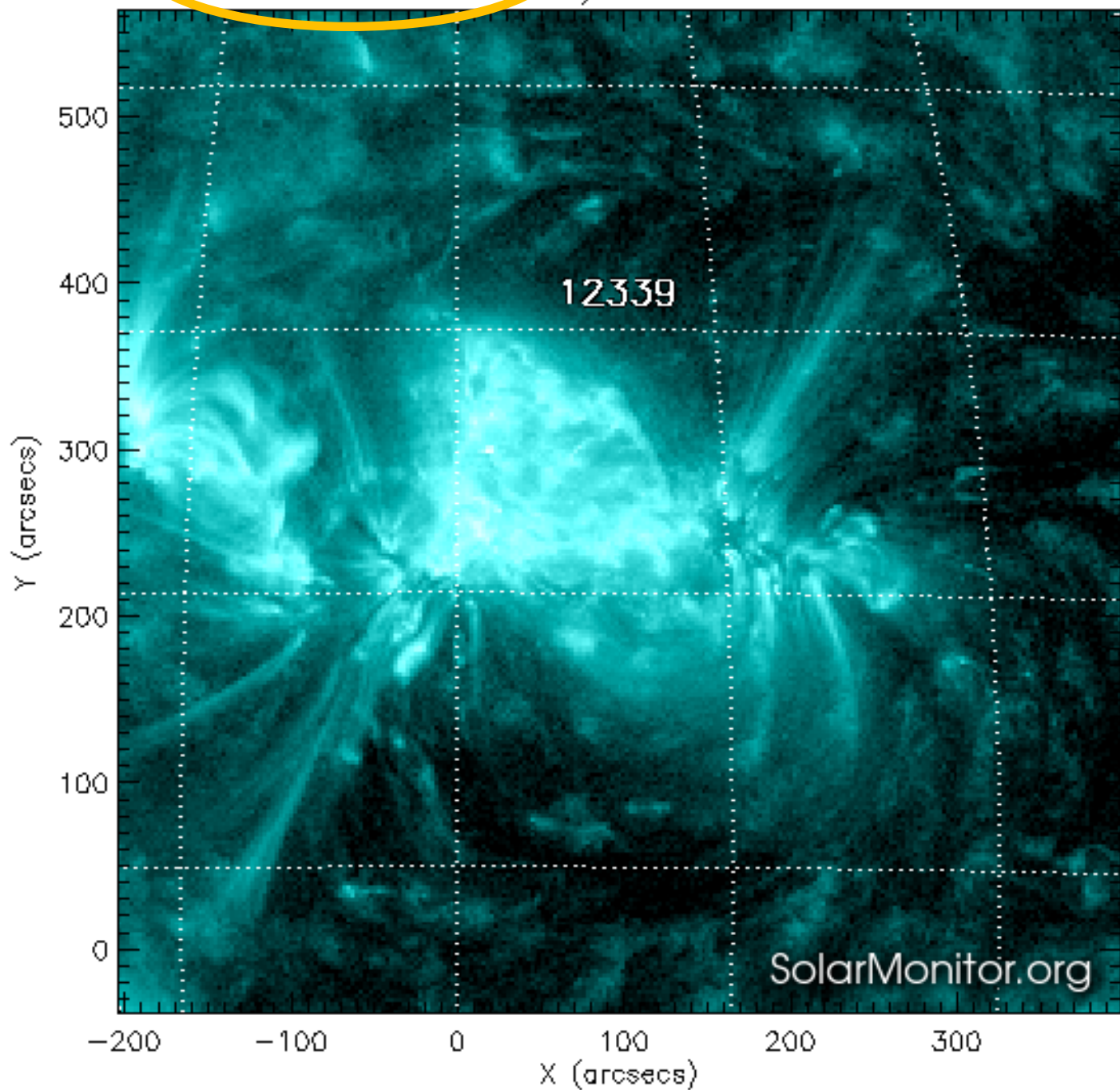
AIA 193 Å 11-May-2015 23:31:06.840




AIA 94 Å 11-May-2015 23:33:49.120




AIA 131 Å 11-May-2015 23:33:56.620



Date Search 

7 May 2015

NOAA Search 

←20150506 ←Week ←Rotation

Today

Rotation→ Week→ 20150508→

Main

Far-side

SDO short-wave

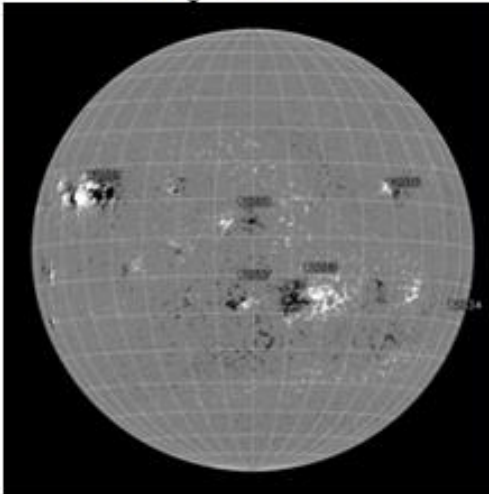
SDO long-wave

NOAA  
6 Active  
Regions

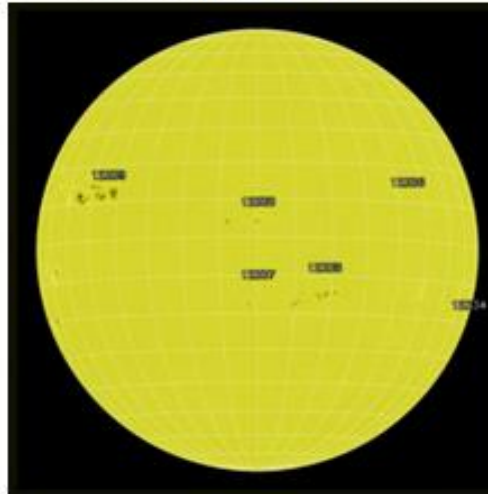
Flare  
Forecast

GOES  
ACE  
SDO/EVE  
Events

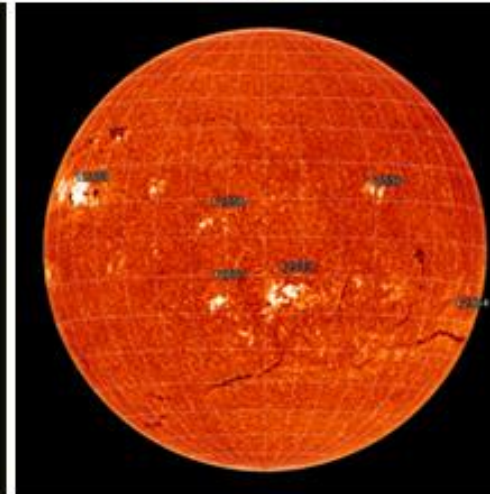
HMI Mag 20150507 22:58



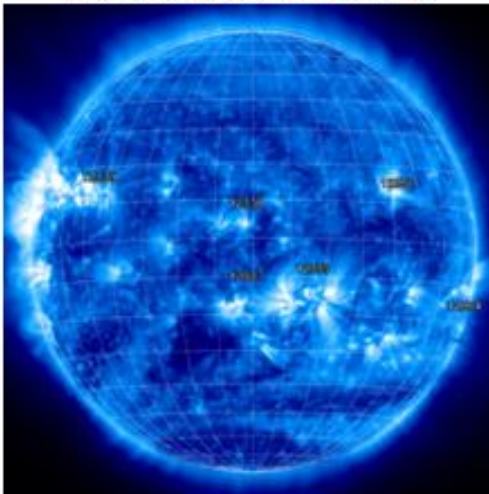
HMI 6173Å 20150507 22:58



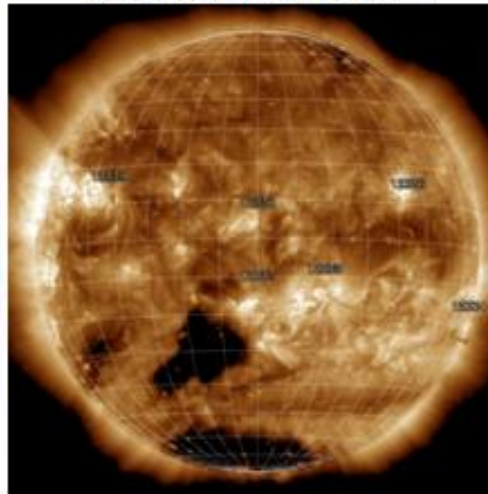
GHN Hα 20150507 06:06



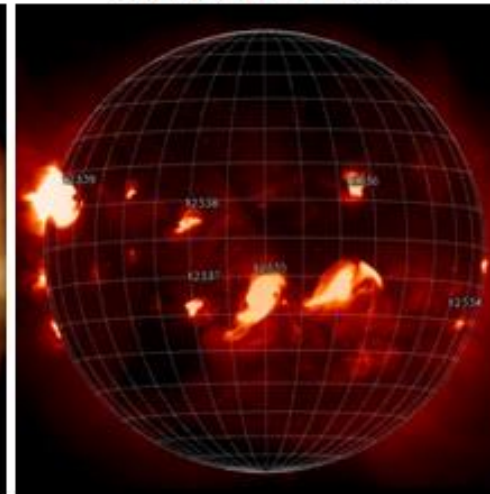
SWAP 174Å 20150507 20:37



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

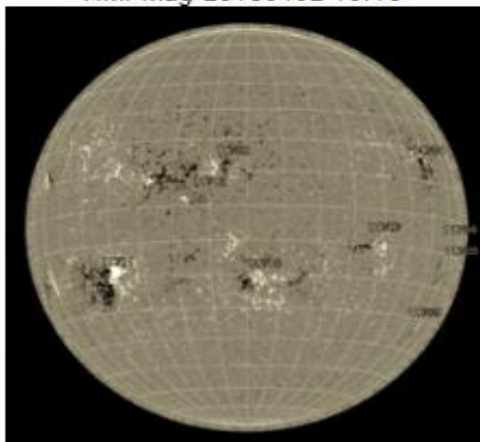
SDO/EVE

GeoMag

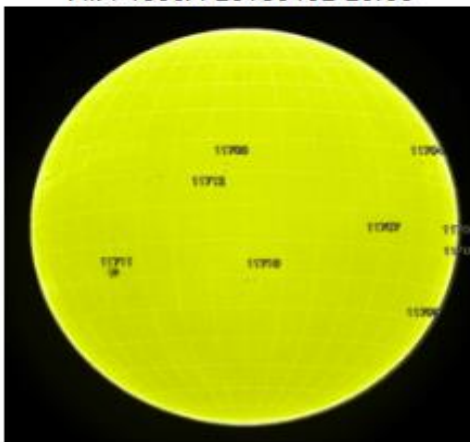
Events

Forecast

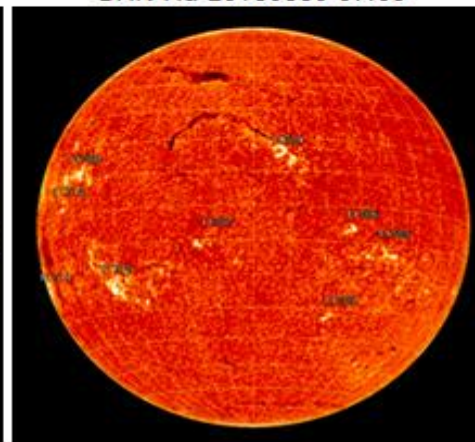
HMI Mag 20130402 19:15



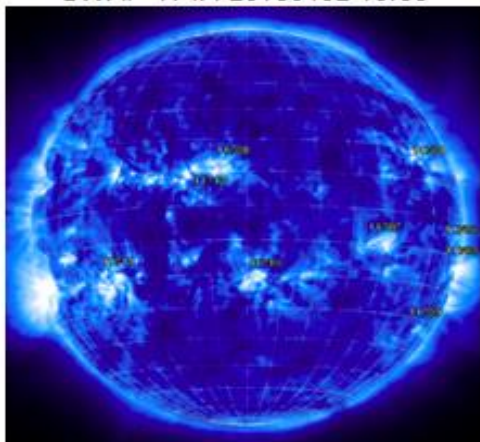
AIA 4500A 20130402 20:00



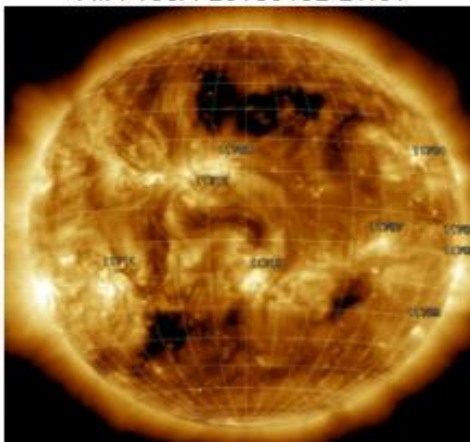
GHN Hα 20130330 07:09



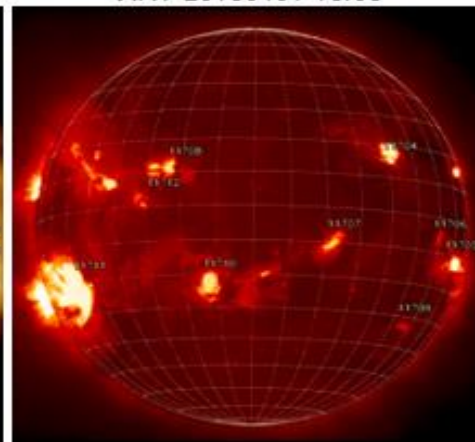
SWAP 174A 20130402 19:55



AIA 193A 20130402 21:01



XRT 20130401 18:03



IDL  
Access

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



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

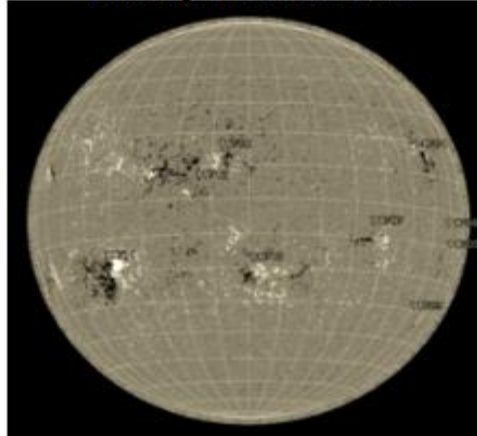
SMART

No Data

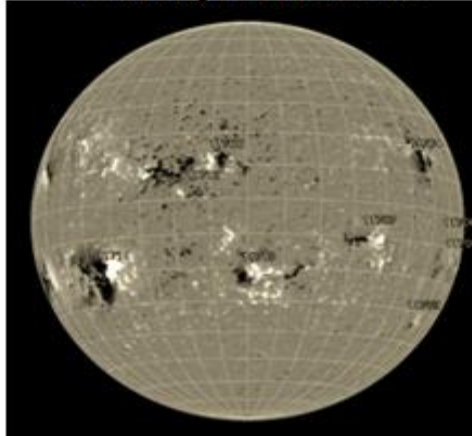
CHARM

No Data

HMI Mag 20130402 19:15



SOLIS Mag 20130402 16:28

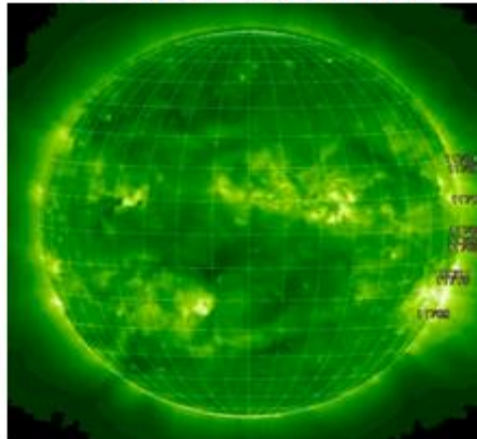


No Time Data Available

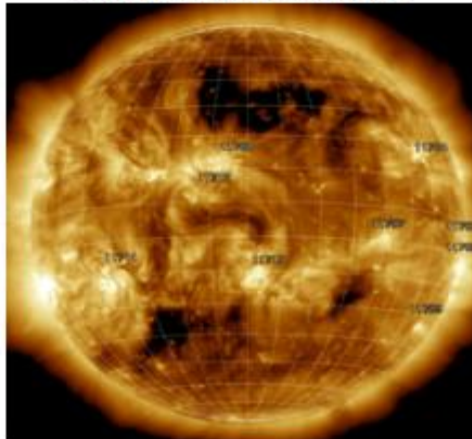


GOES  
ACE  
SDO/EVE  
GeoMag  
Events  
Forecast

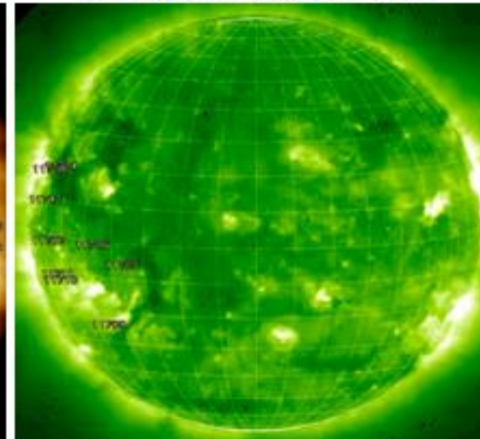
STEREO B 20130402 19:06



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

Today

Rotation→ Week→ 20130403→

Main

Far-side

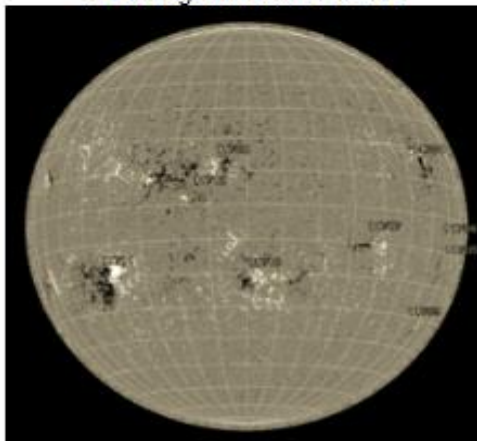
SDO short-wave

SDO long-wave

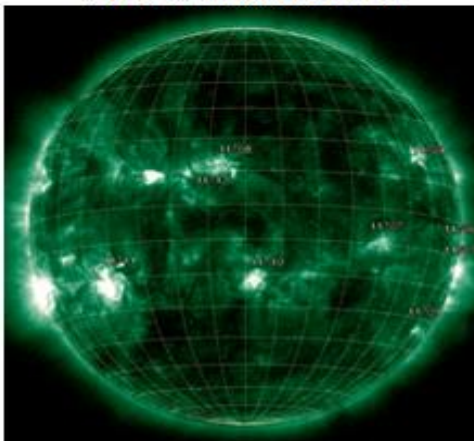
**NOAA**  
9 Active Regions  
**SMART**  
No Data  
**CHARM**  
No Data

**GOES**  
**ACE**  
**SDO/EVE**  
**GeoMag**  
**Events**  
**Forecast**

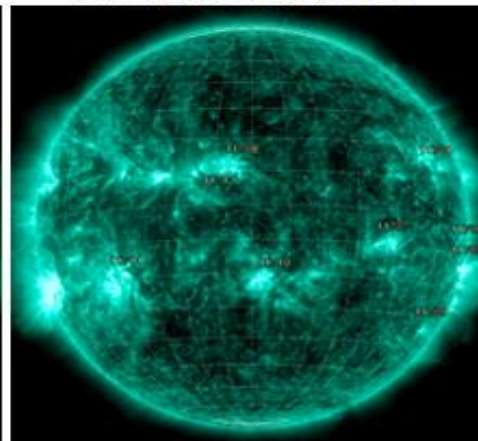
HMI Mag 20130402 19:15



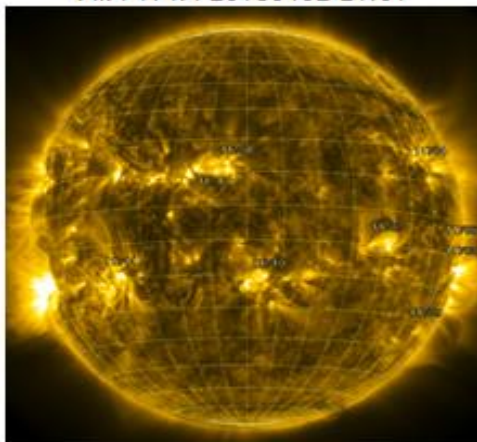
AIA 94A 20130402 21:04



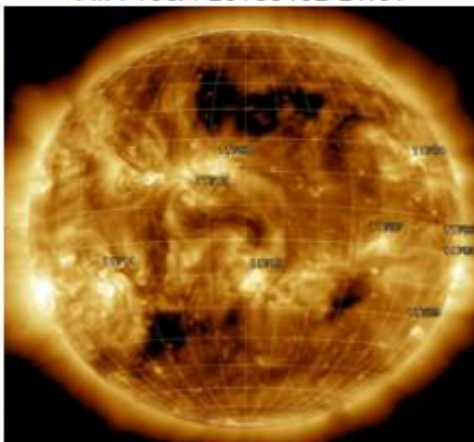
AIA 131A 20130402 21:04



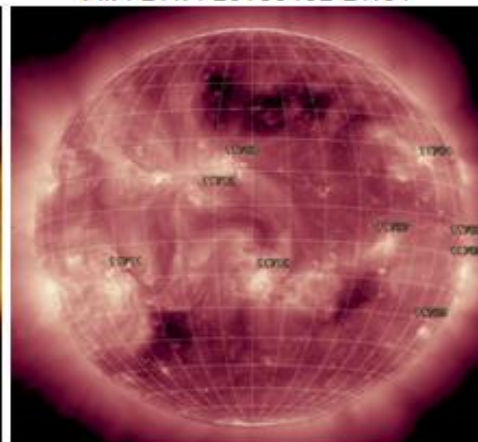
AIA 171A 20130402 21:01



AIA 193A 20130402 21:01



AIA 211A 20130402 21:04




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



**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

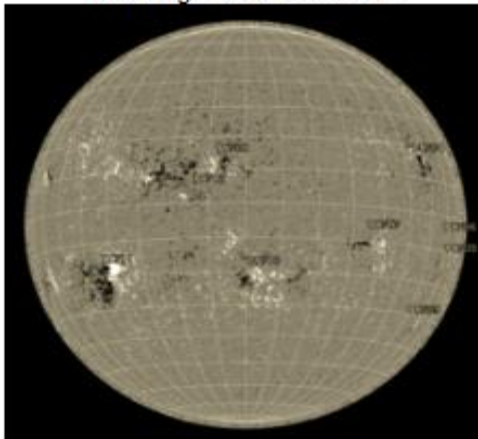
SMART

No Data

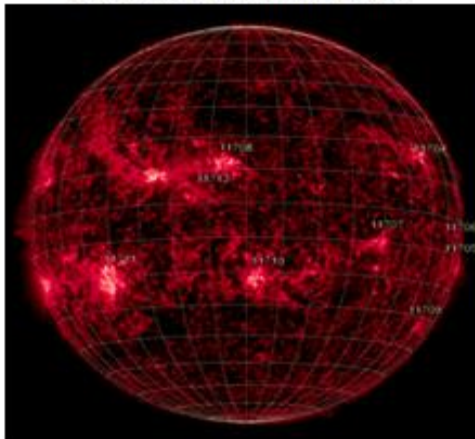
CHARM

No Data

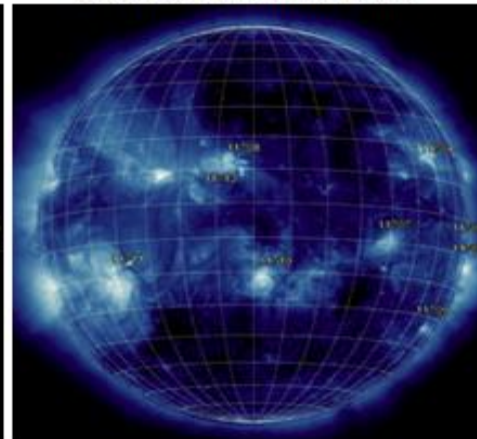
HMI Mag 20130402 19:15



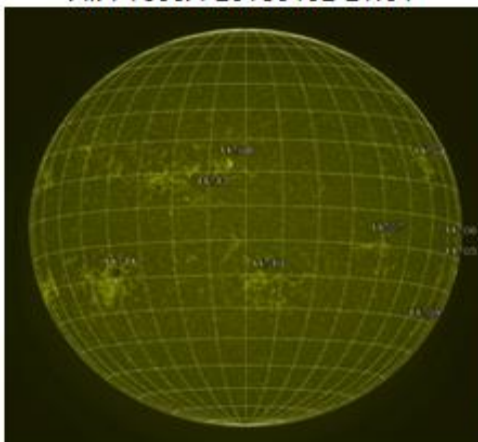
AIA 304A 20130402 21:01



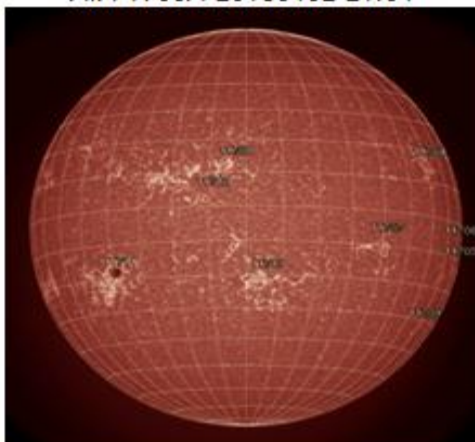
AIA 335A 20130402 21:04



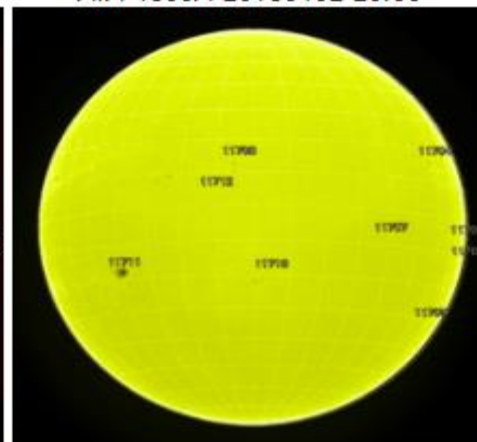
AIA 1600A 20130402 21:04



AIA 1700A 20130402 21:04



AIA 4500A 20130402 20:00



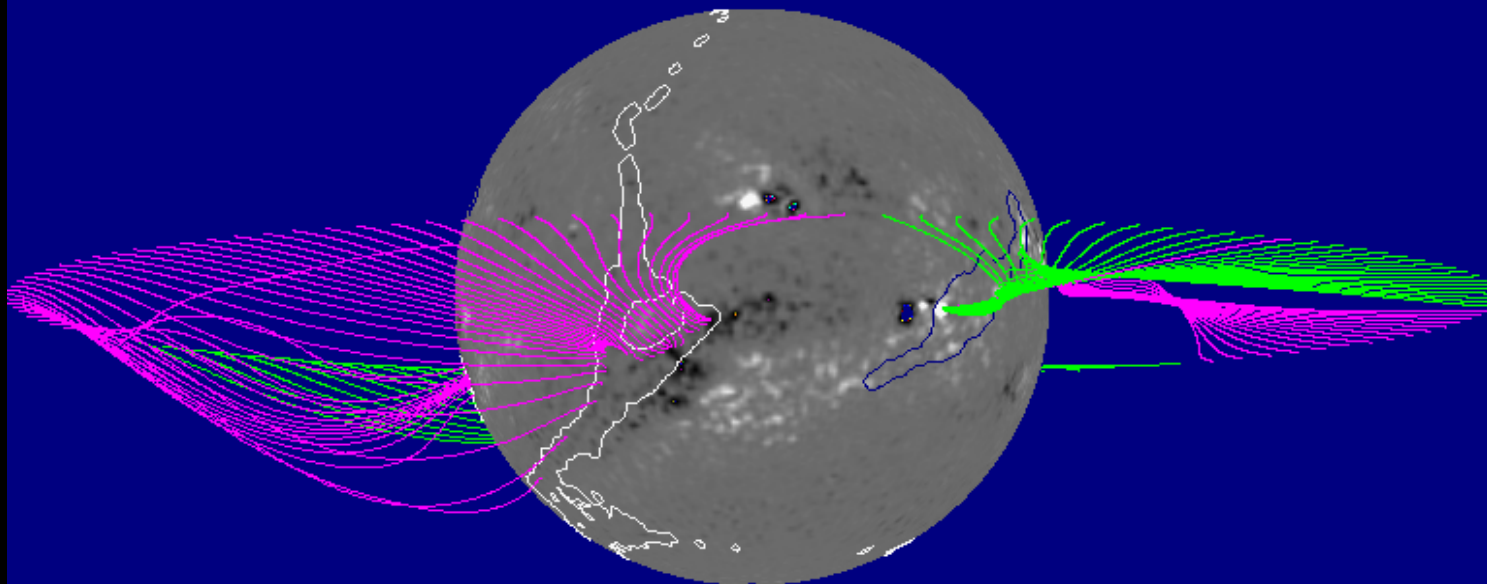
GOES  
ACE  
SDO/EVE  
GeoMag  
Events  
Forecast

IDL  
Access

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

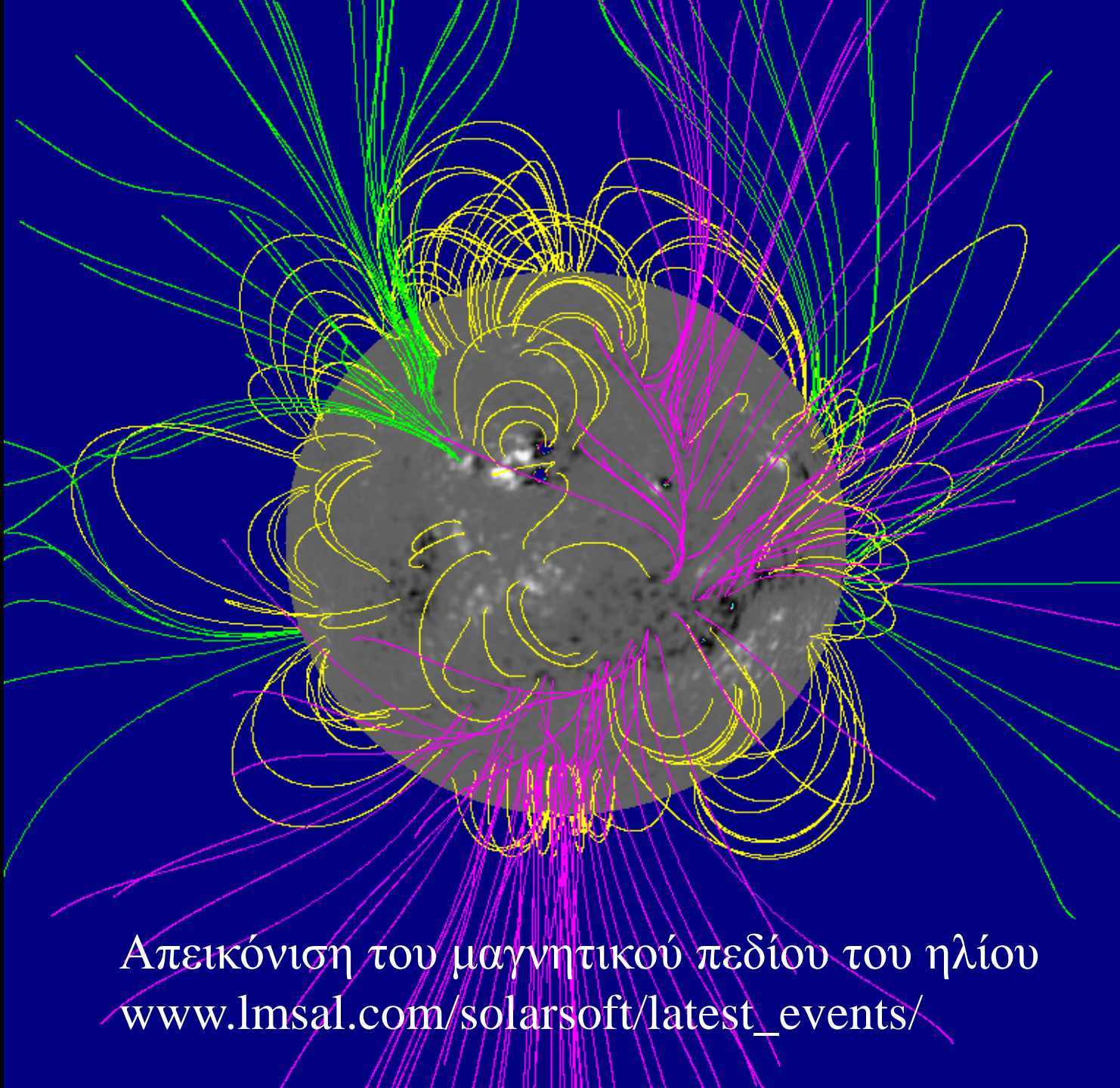


11-2-2015

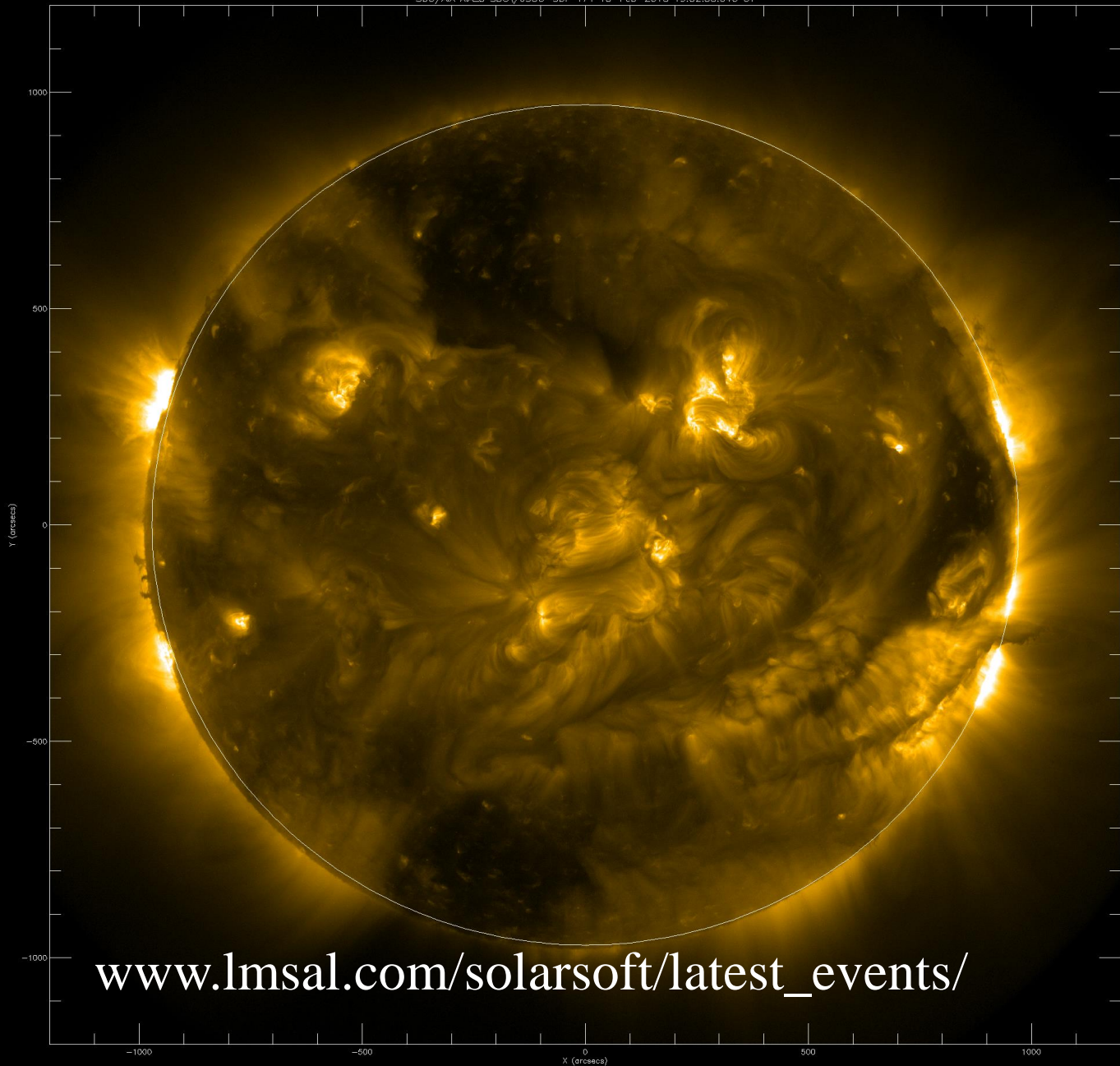


Ο μαγνητικός ισημερινός του Ηλίου  
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

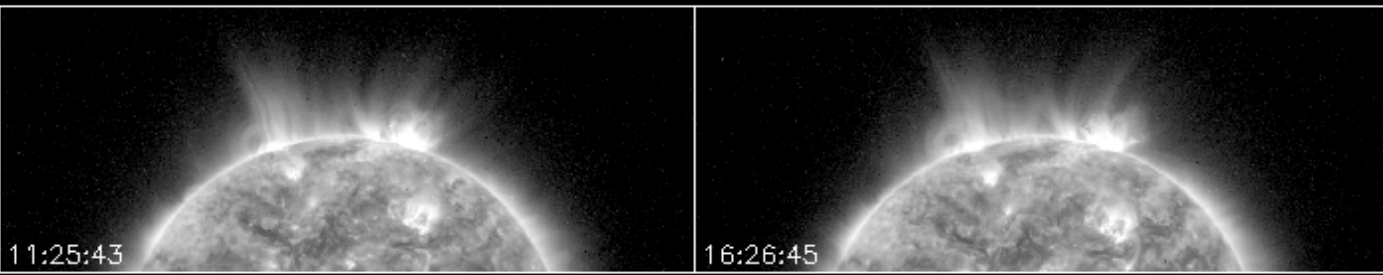
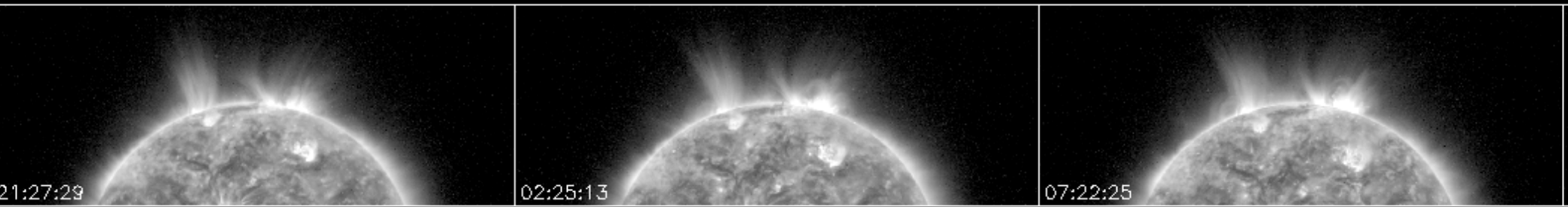
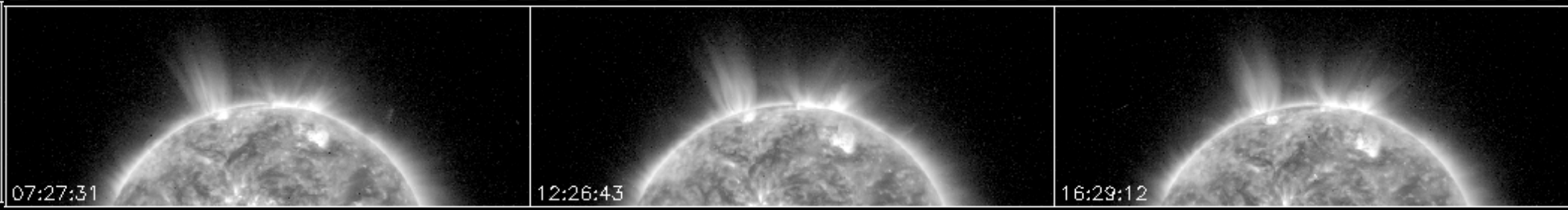
11-2-2015



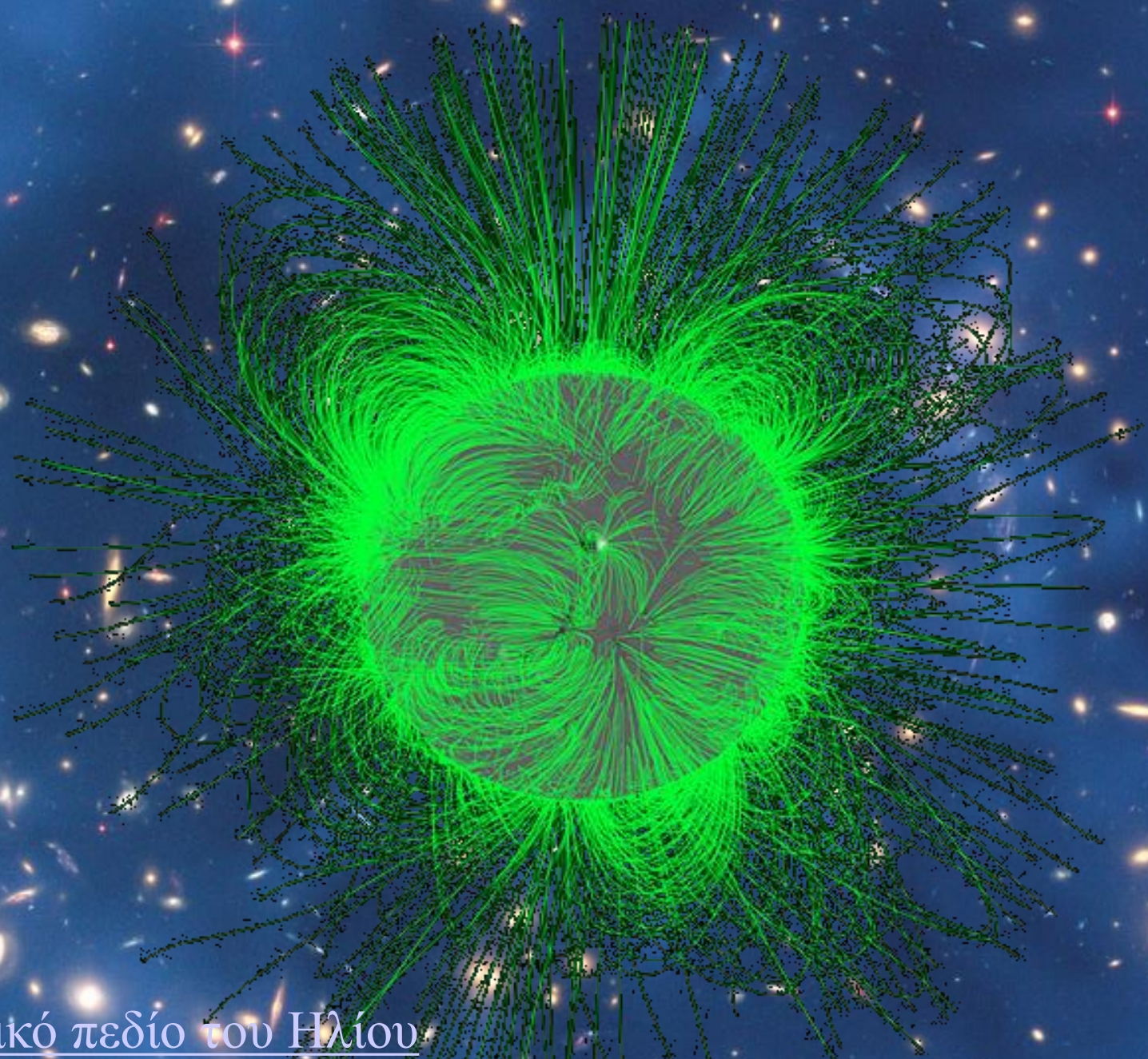
Απεικόνιση του μαγνητικού πεδίου του ηλίου  
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)



[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)

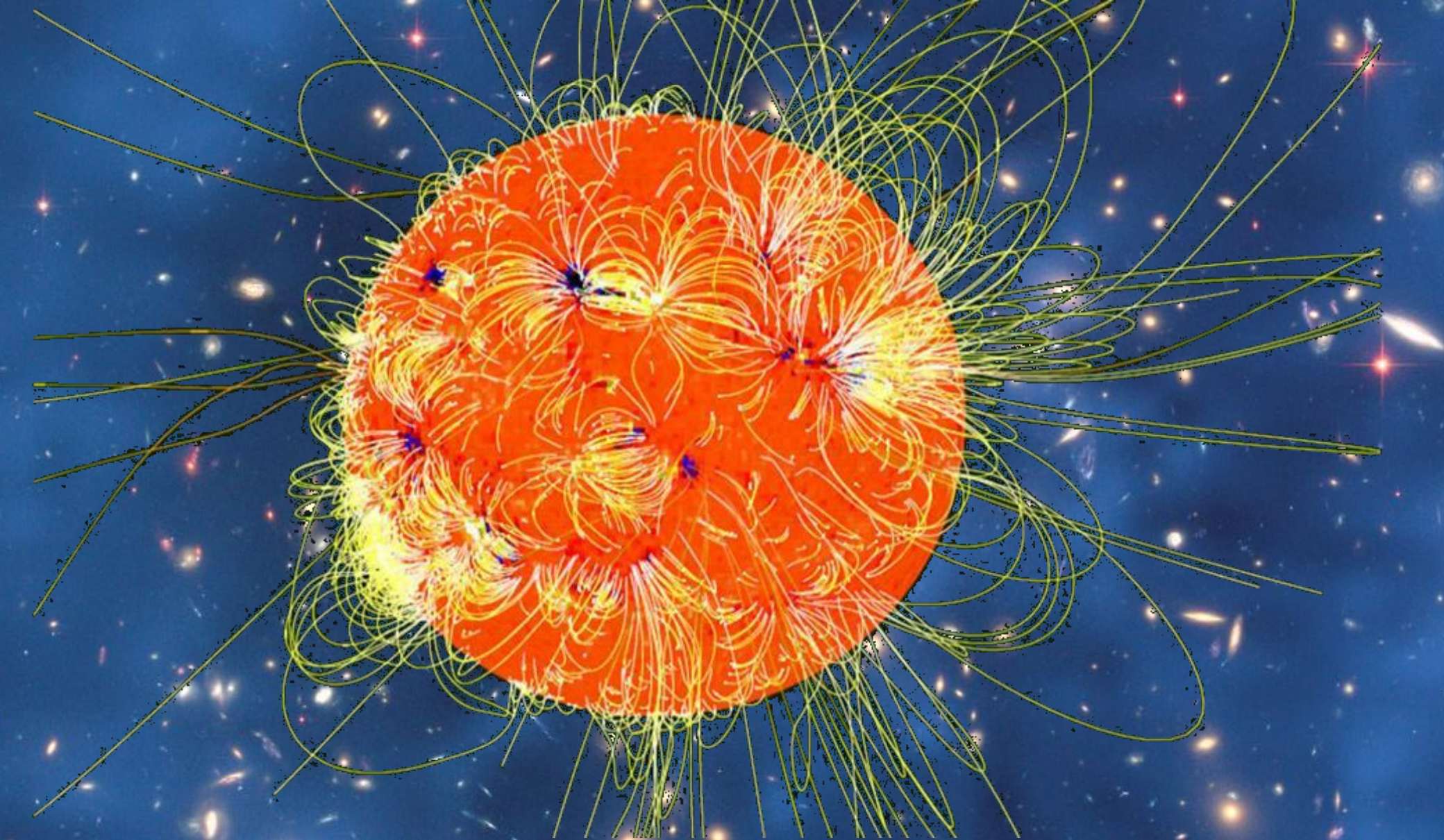


Διαδοχικές εικόνες στην διάρκεια σχετικά μικρής ηλιακής έκλαμψης  
[www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/)



Μαγνητικό πεδίο του Ηλίου

[http://www.nasa.gov/pdf/417176main\\_SDO\\_Guide\\_CMR.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/417176main_SDO_Guide_CMR.pdf)



Μαγνητικό πεδίο του Ηλίου

[https://www2.mps.mpg.de/de/projekte/solar-corona3d/index\\_print.html](https://www2.mps.mpg.de/de/projekte/solar-corona3d/index_print.html)

εκλείψεις



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).



# Νόμοι Κέπλερ

- **1ος Νόμος Έλλειψη:** τροχιά των πλανητών είναι *έλλειψη* και ο Ήλιος είναι στη μία εστία.

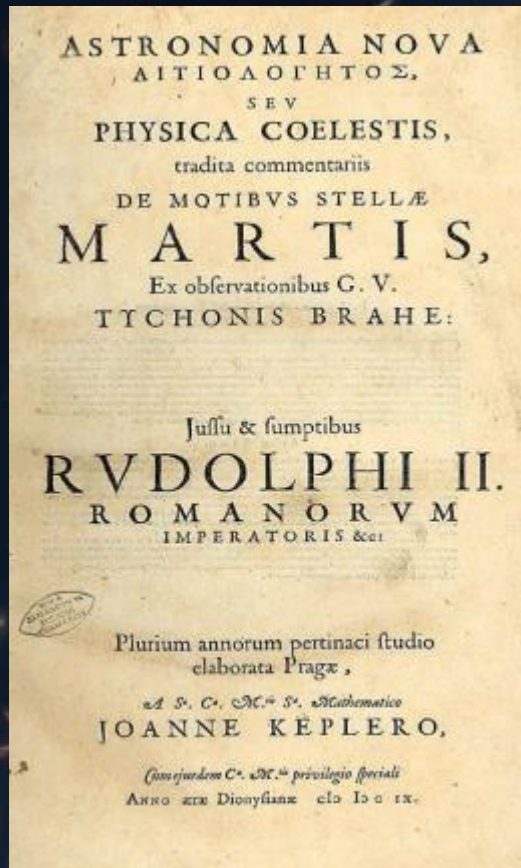
- **2ος Νόμος ίσων εμβαδών:** Η επιβατική ακτίνα που ενώνει τον Ήλιο και τον κάθε πλανήτη διαγράφει σε ίσους χρόνους ίσα εμβαδά.

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

- **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.

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

# Johannes Kepler (1571–1630)



περιήλιο

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

Μέγας ημιάξων  
είναι ο γεωμετρικός  
μέσος

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

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

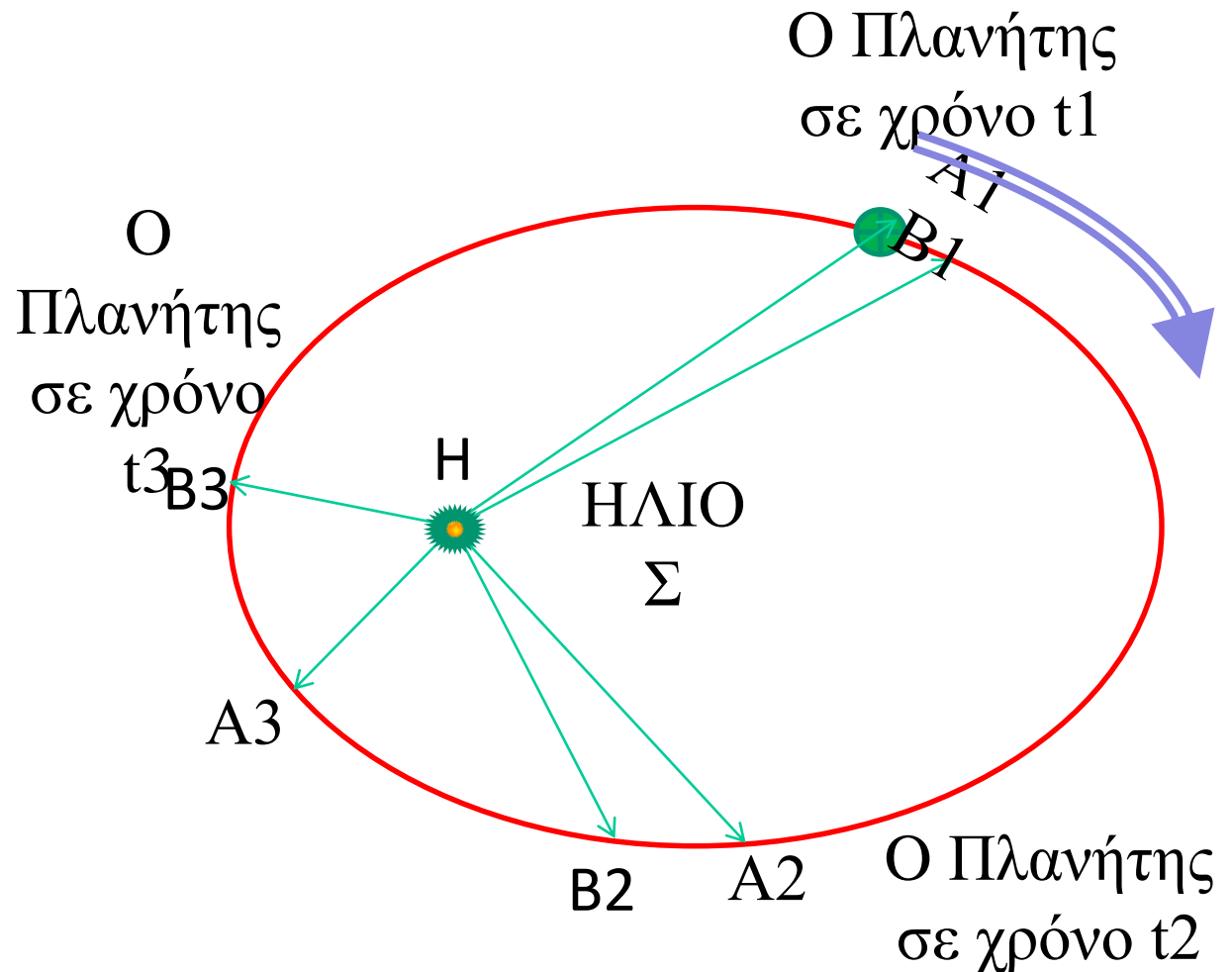
# Kepler τροχιές πλανητών και της Σελήνης

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

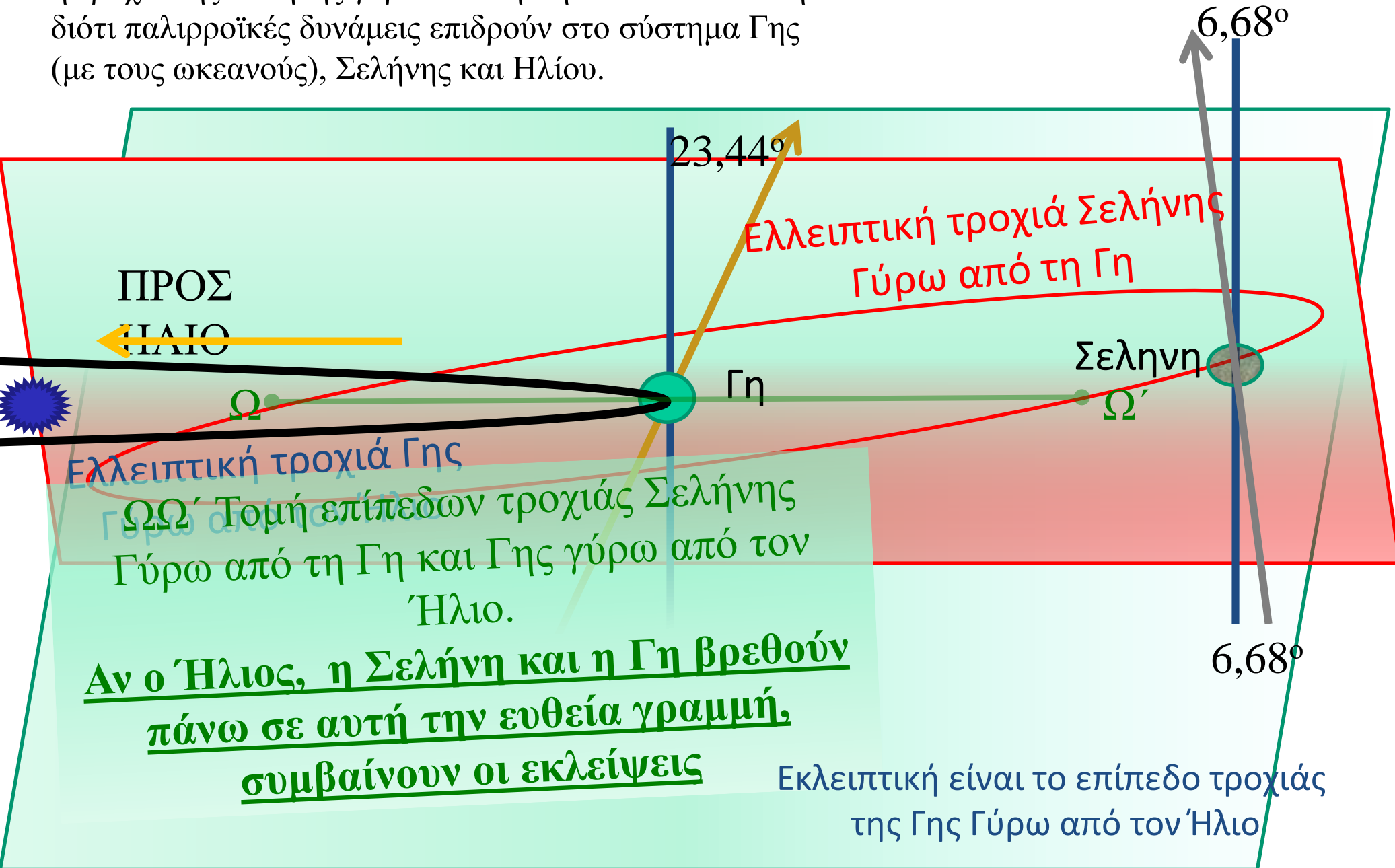
Πρώτος και δεύτερος νόμος Kepler για τις τροχιές πλανητών

- 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



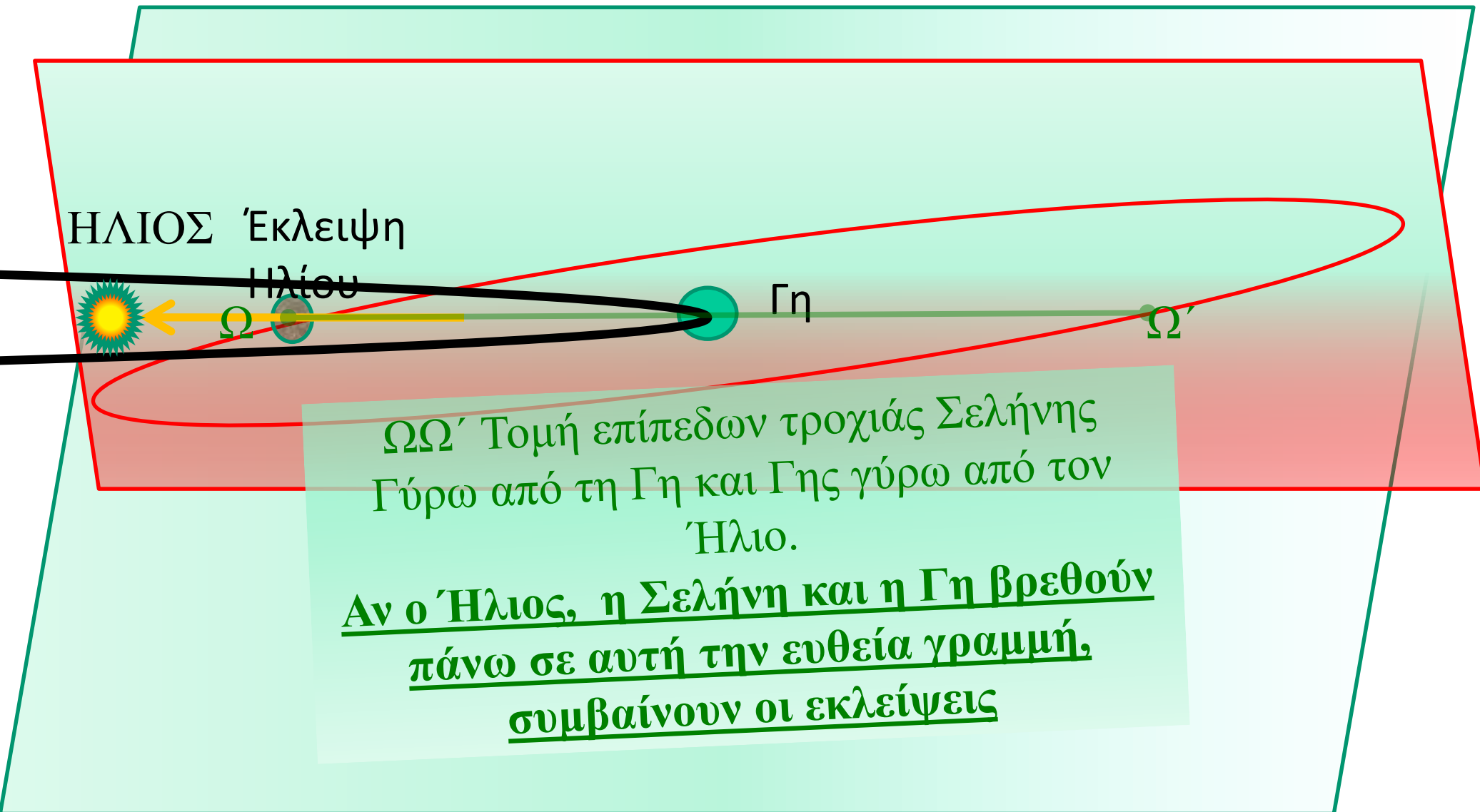
- Η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι πολύπλοκή διότι η Γη και η Σελήνη δεν είναι μόνες τους στο Σύμπαν, αλλά
- **Επιδρά σε αυτές και η βαρύτητα του Ηλίου.**
- **Επιπλέον οι δυνάμεις της παλίρροιας στους ωκεανούς της Γης κάνουν την κίνηση πιο πολύπλοκη.**
  
- Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα να **αλλάζει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

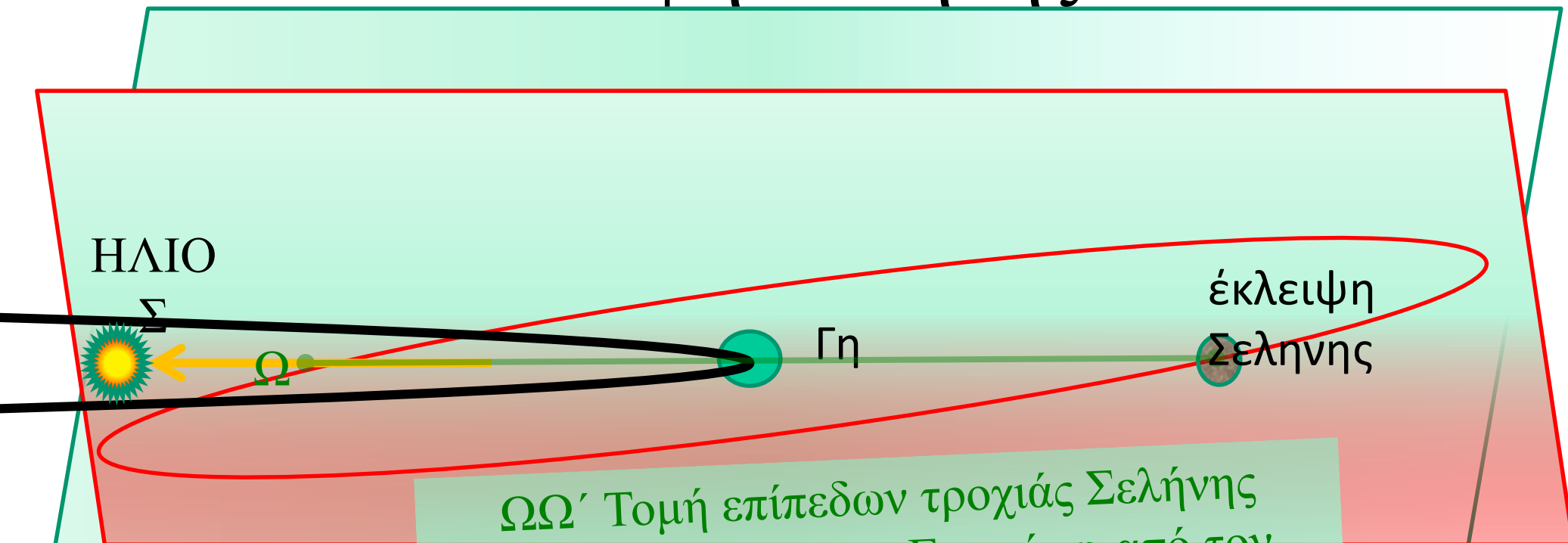




# Έκλειψη Ηλίου



# Έκλειψη Σελήνης



$\Omega\Omega'$  Τομή επίπεδων τροχιάς Σελήνης  
Γύρω από τη Γη και Γης γύρω από τον  
Ήλιο.

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

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 %

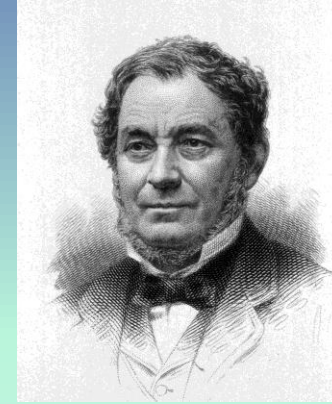
Θείο 0,04 %

χημική ανάλυση  
από μακριά

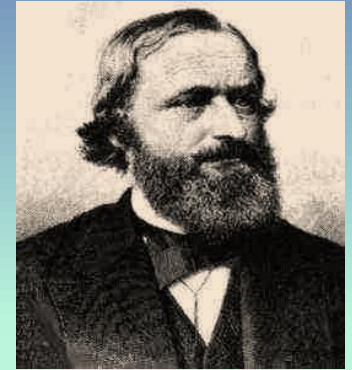
**Fraunhofer, τηλεσκόπιο με φασματοσκόπιο λεπτής σχισμής**  
**Παρόμοιο τηλεσκόπιο υπάρχει και στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών**



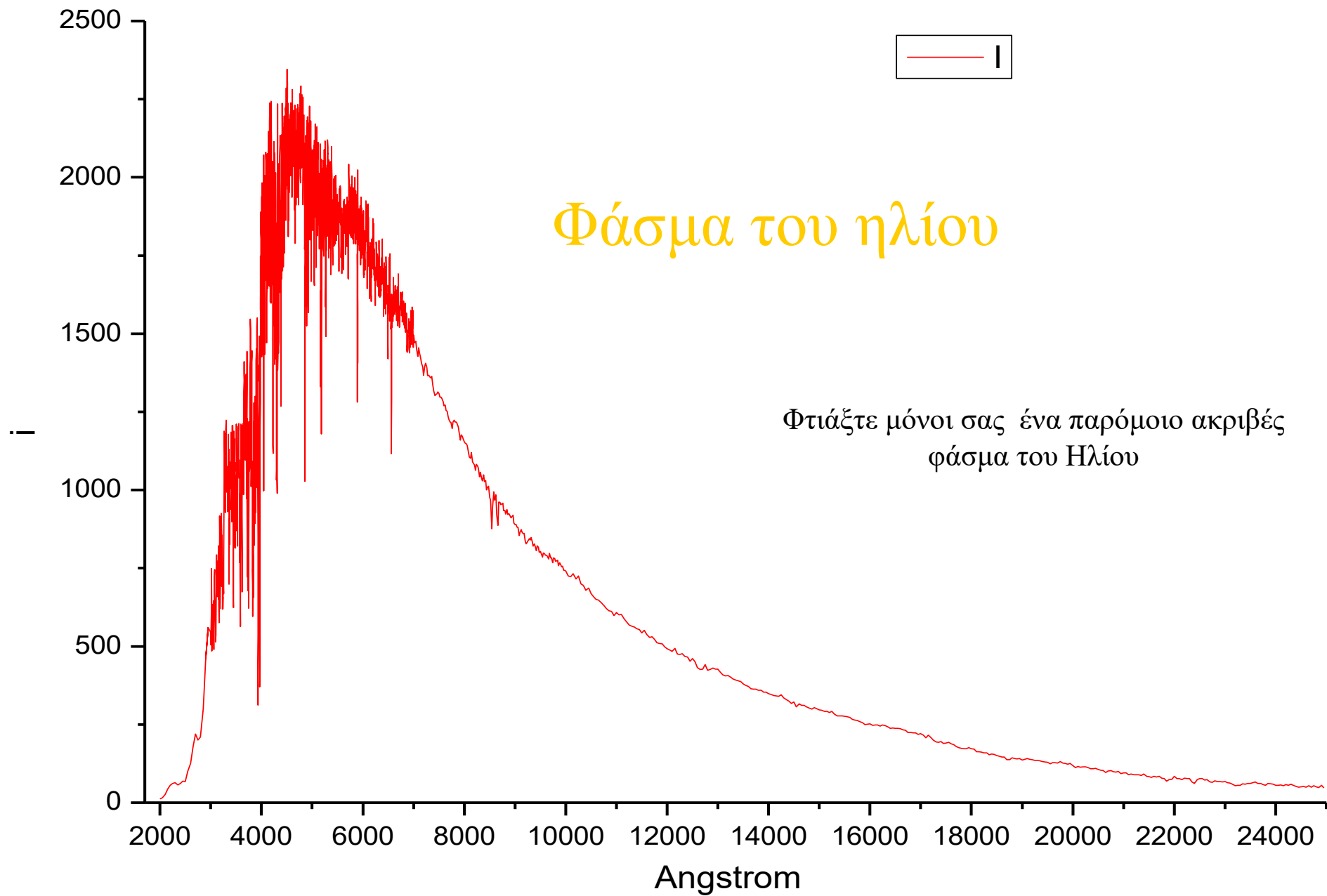
**Fraunhofer**



**Bunsen,**



**Kirchoff**



# 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%

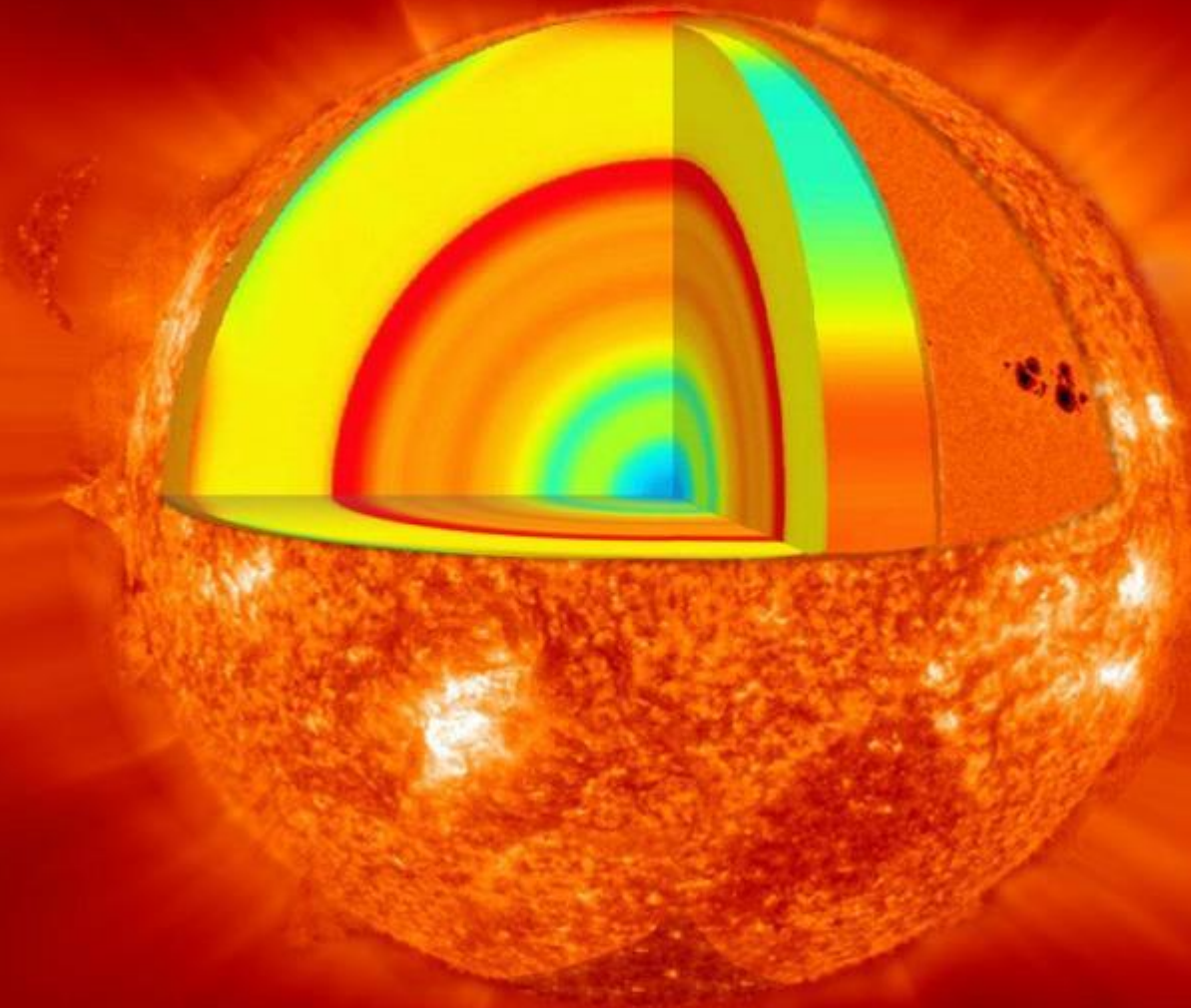
άλλα 0,0015%

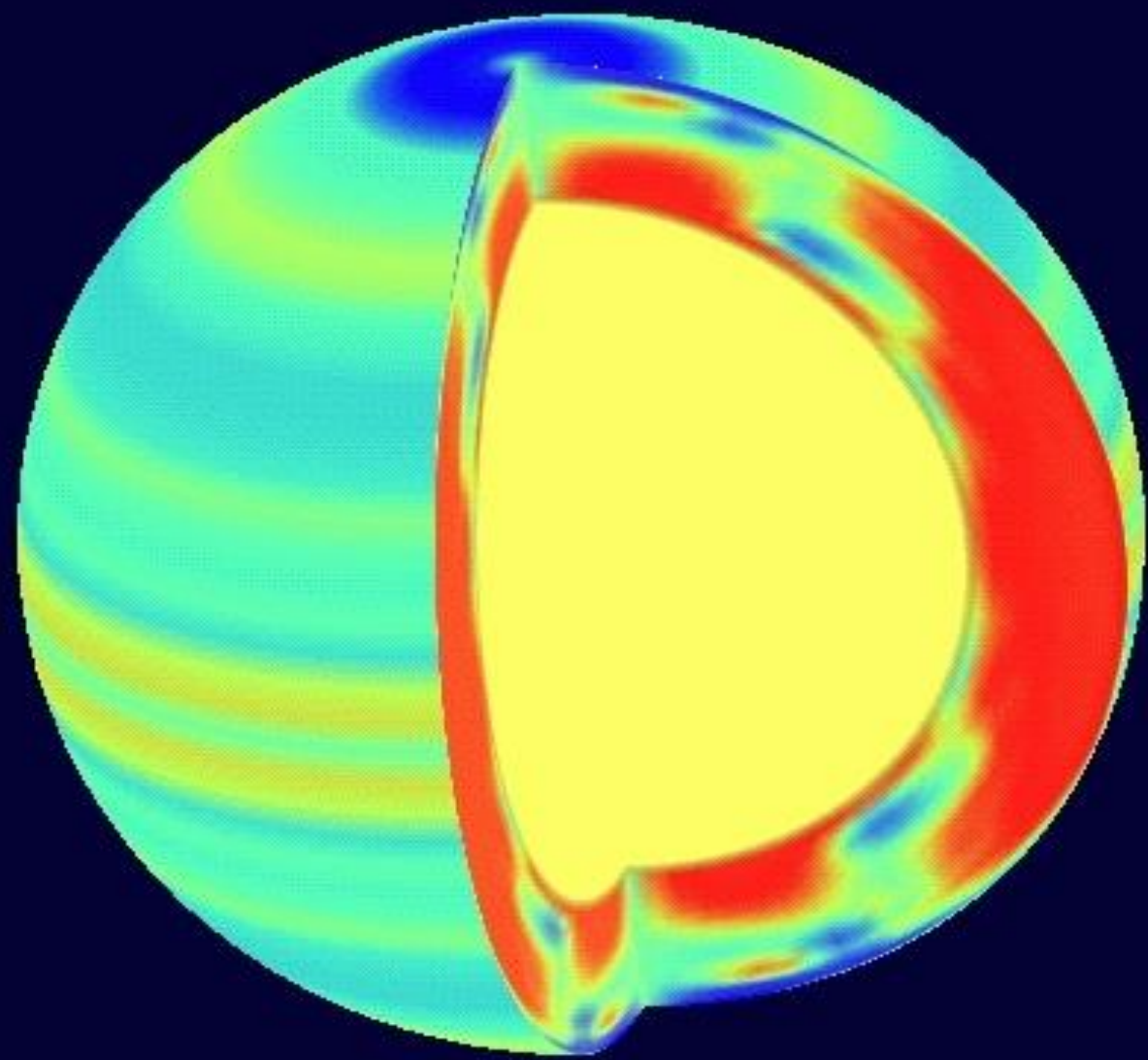
# Η δομή του ήλιου

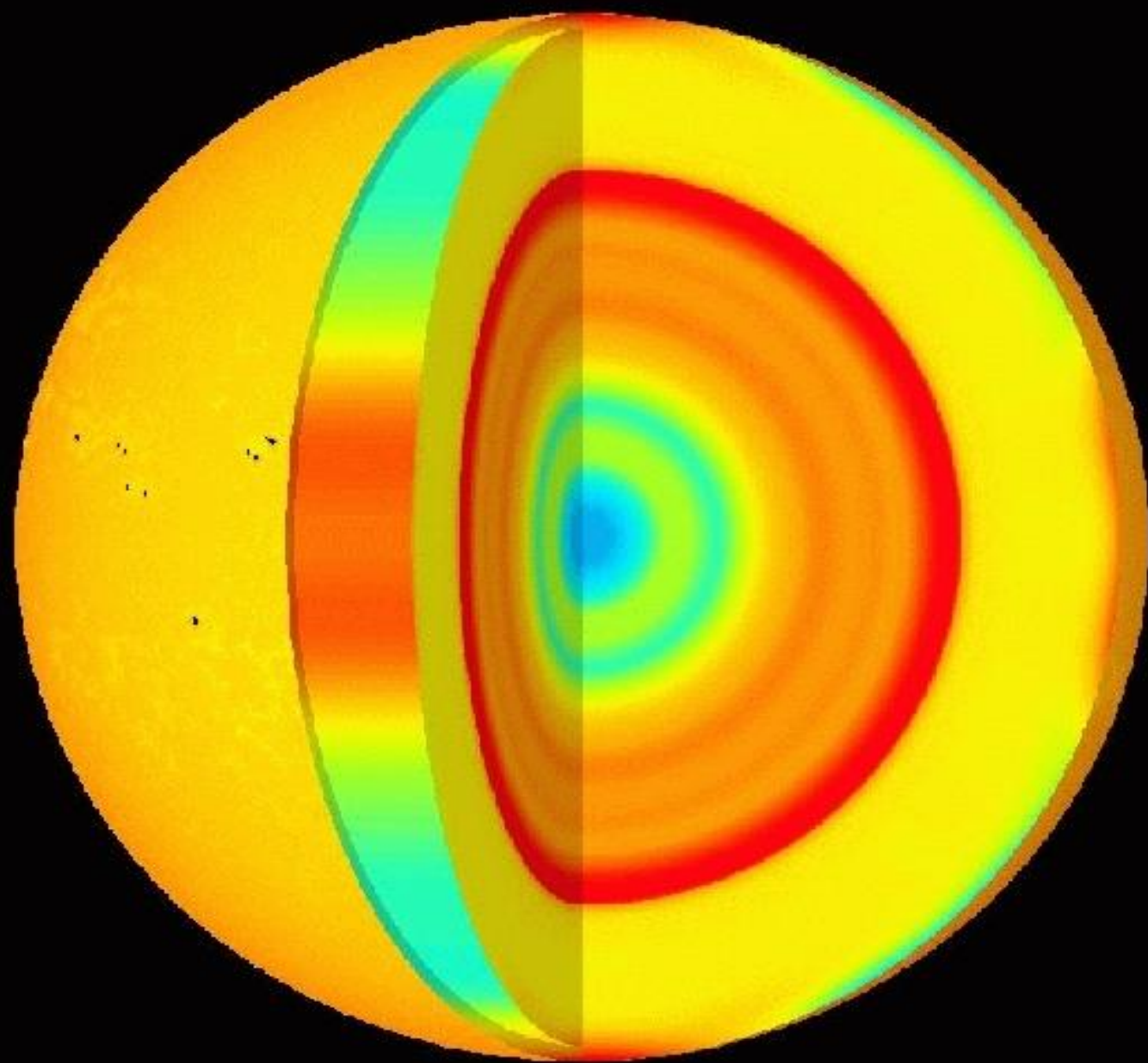


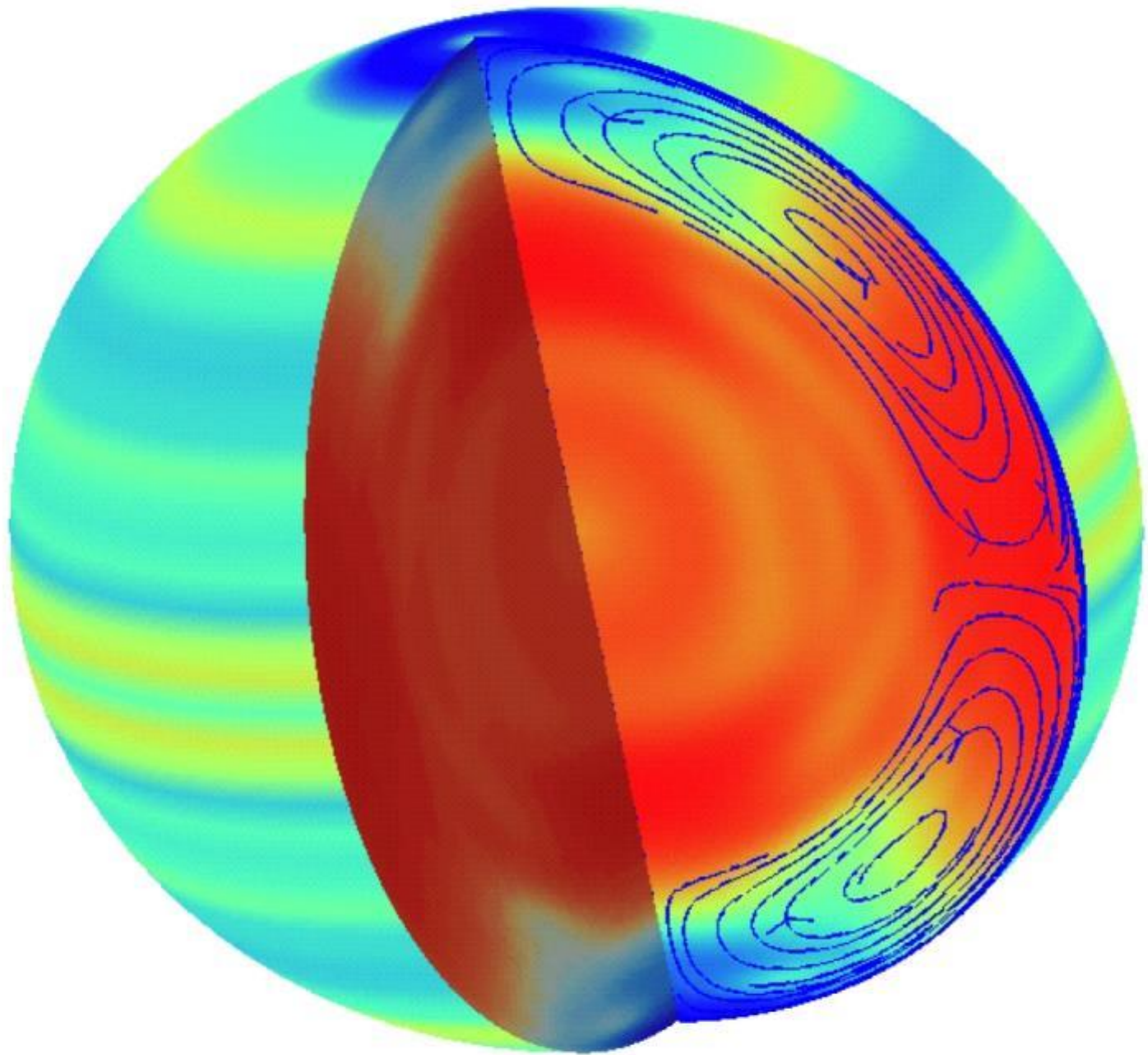


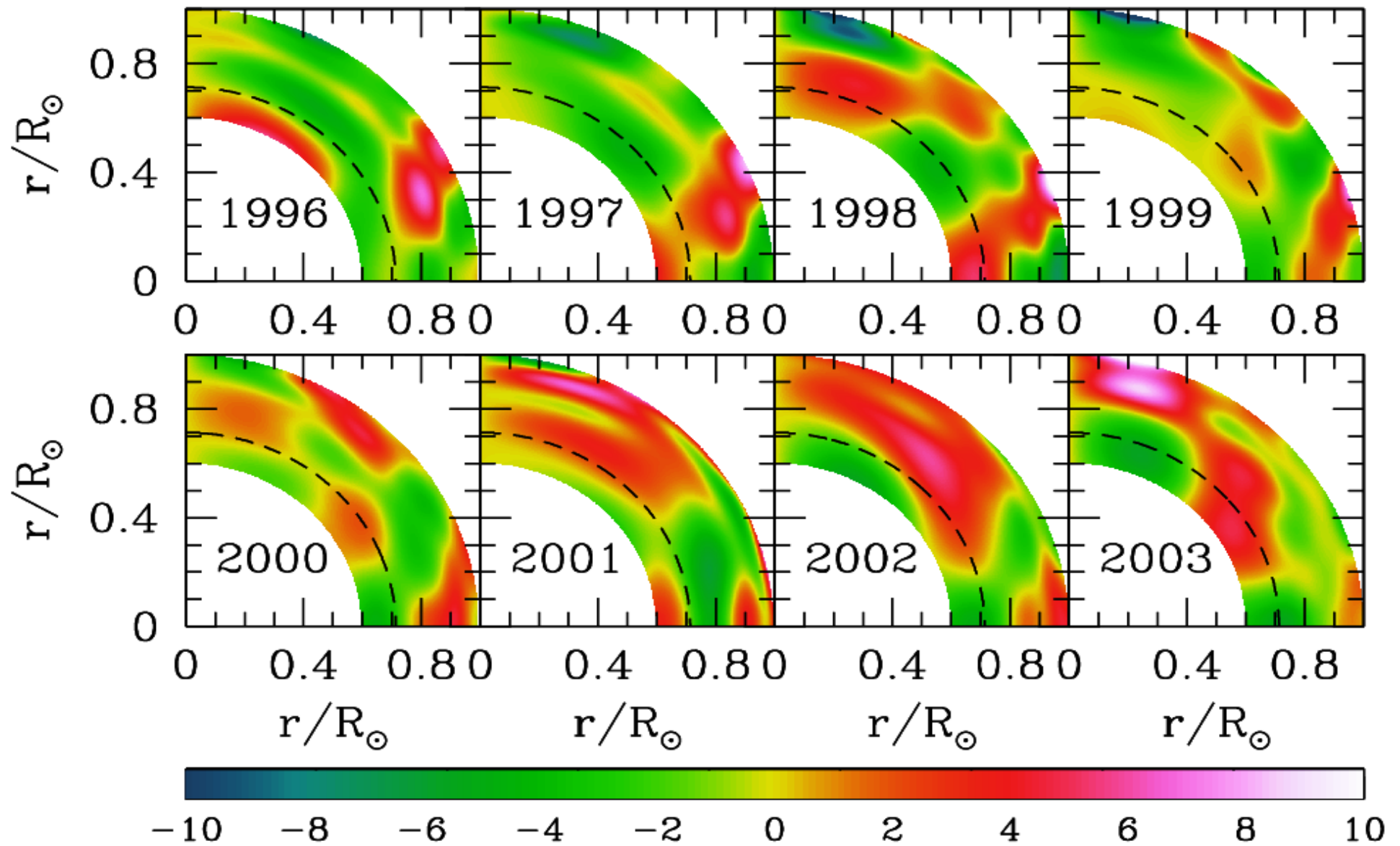
# Ήλιος, στέμμα και εσωτερικό μεταβολή ταχύτητας του ήχου στο εσωτερικό του Ηλίου





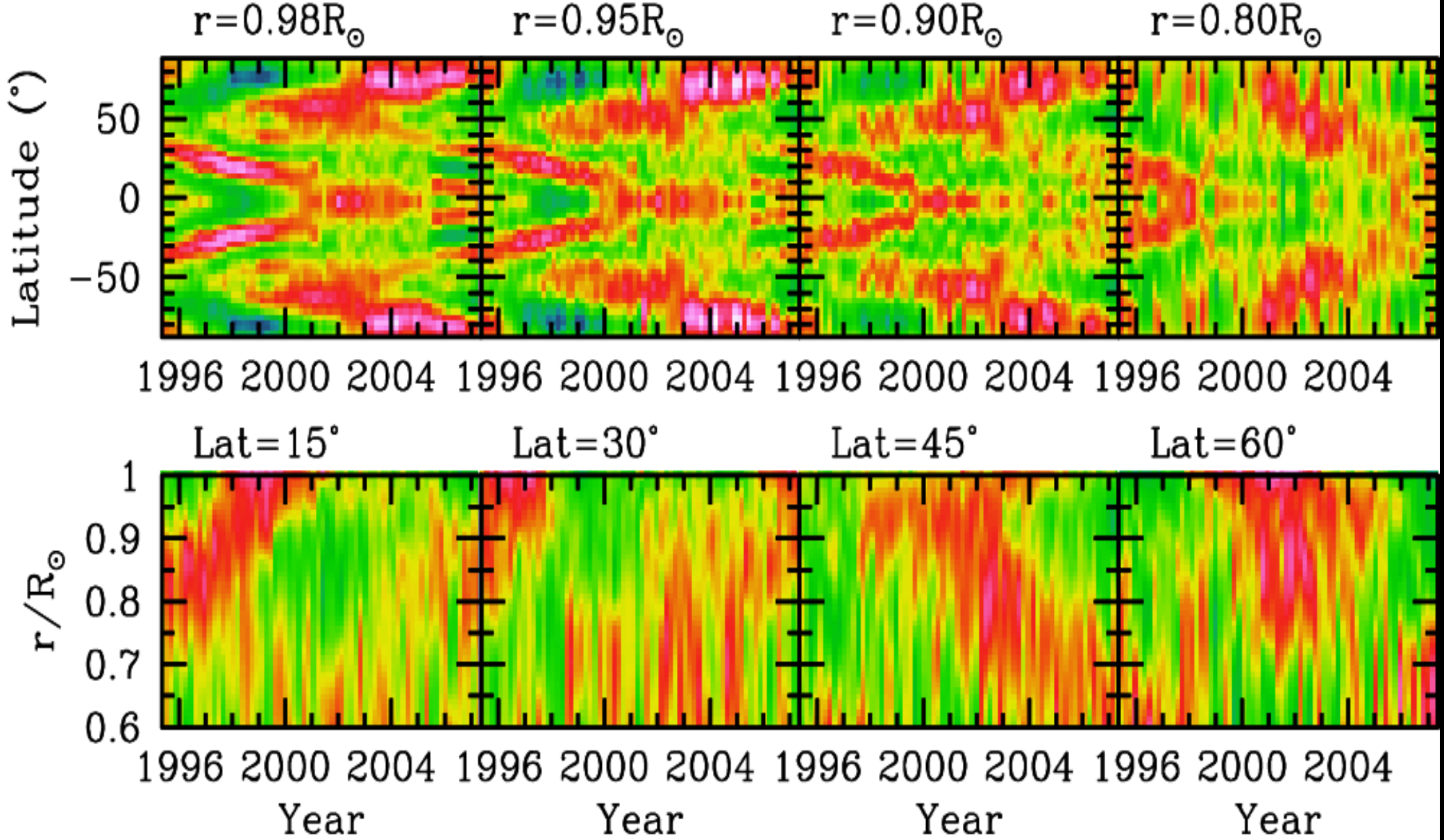






[www.astro.yale.edu/basu/research.html](http://www.astro.yale.edu/basu/research.html)

Ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Sarbani Basu

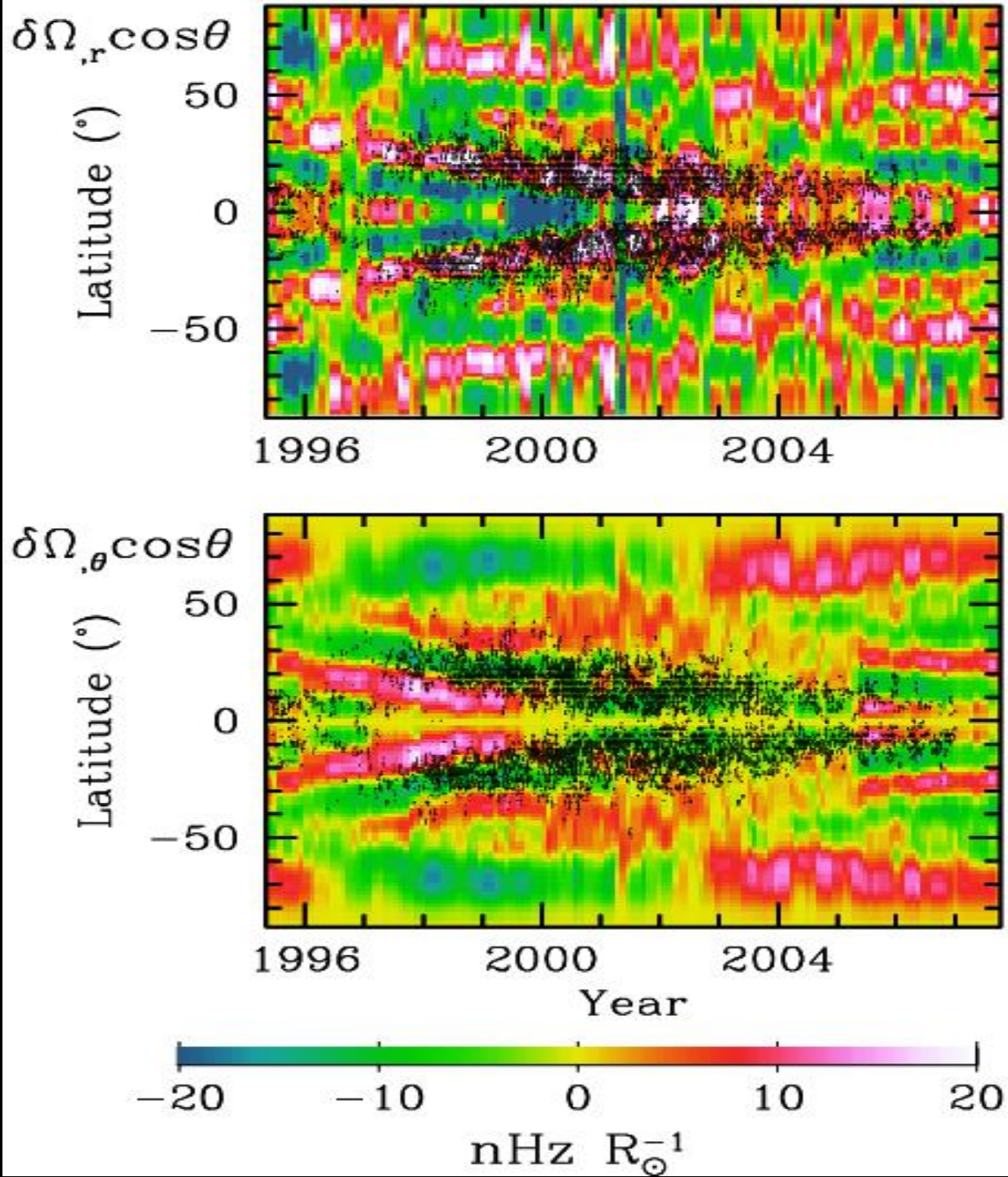


[www.astro.yale.edu/basu/research.html](http://www.astro.yale.edu/basu/research.html) Ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Sarbani

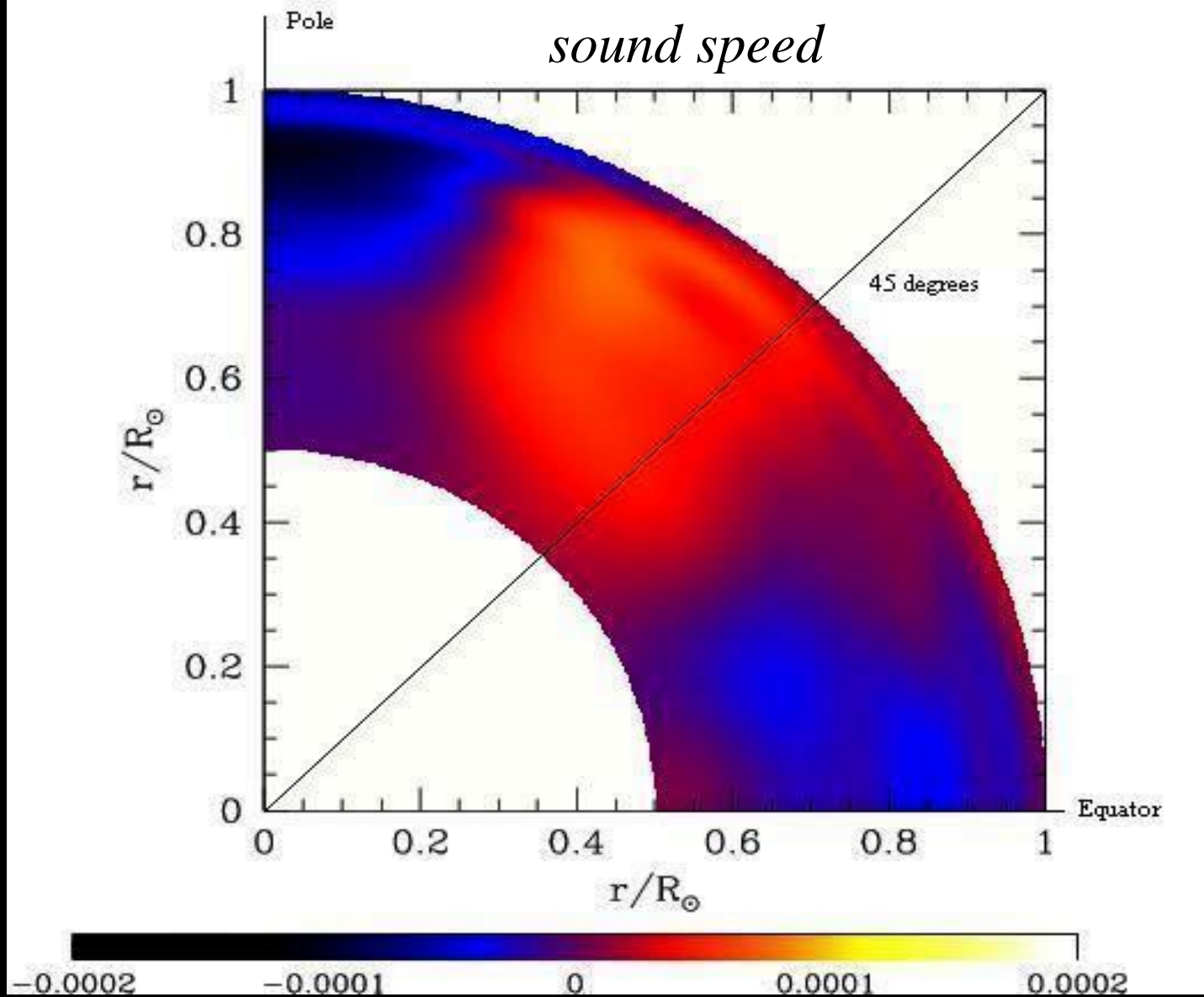
-10    -8    -6    -4    -2    0    2    4    6    8    10

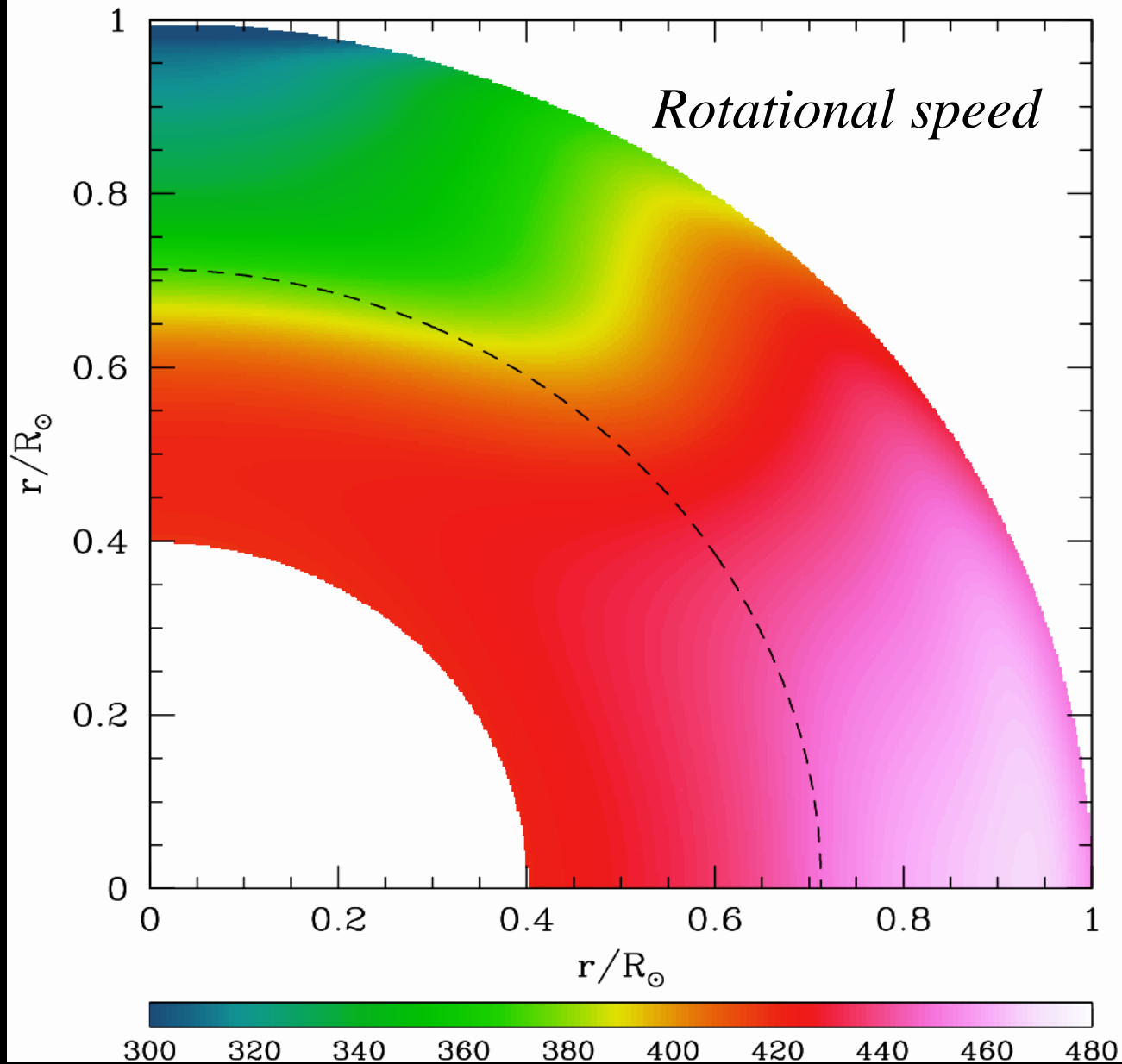
Πώς αλλάζει χρονικά η συχνότητα  
περιστροφής του Ηλίου στην  
διάρκεια του 11ετούς κύκλου της  
ηλιακής δραστηριότητας

[www.astro.yale.edu/basu/research.html](http://www.astro.yale.edu/basu/research.html)  
Ευχαριστίες στον  
καθηγητή κ. Sarbani Basu

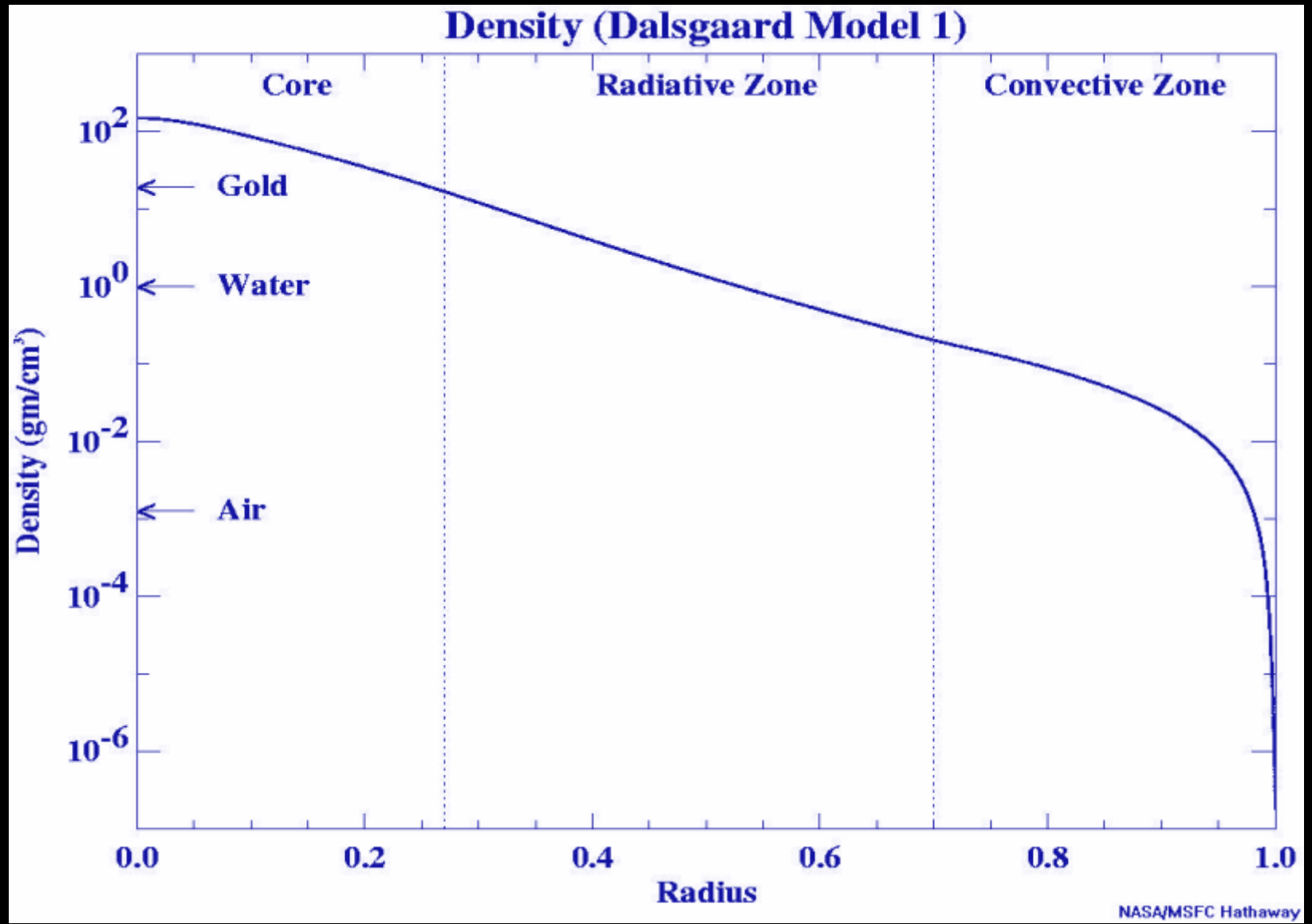




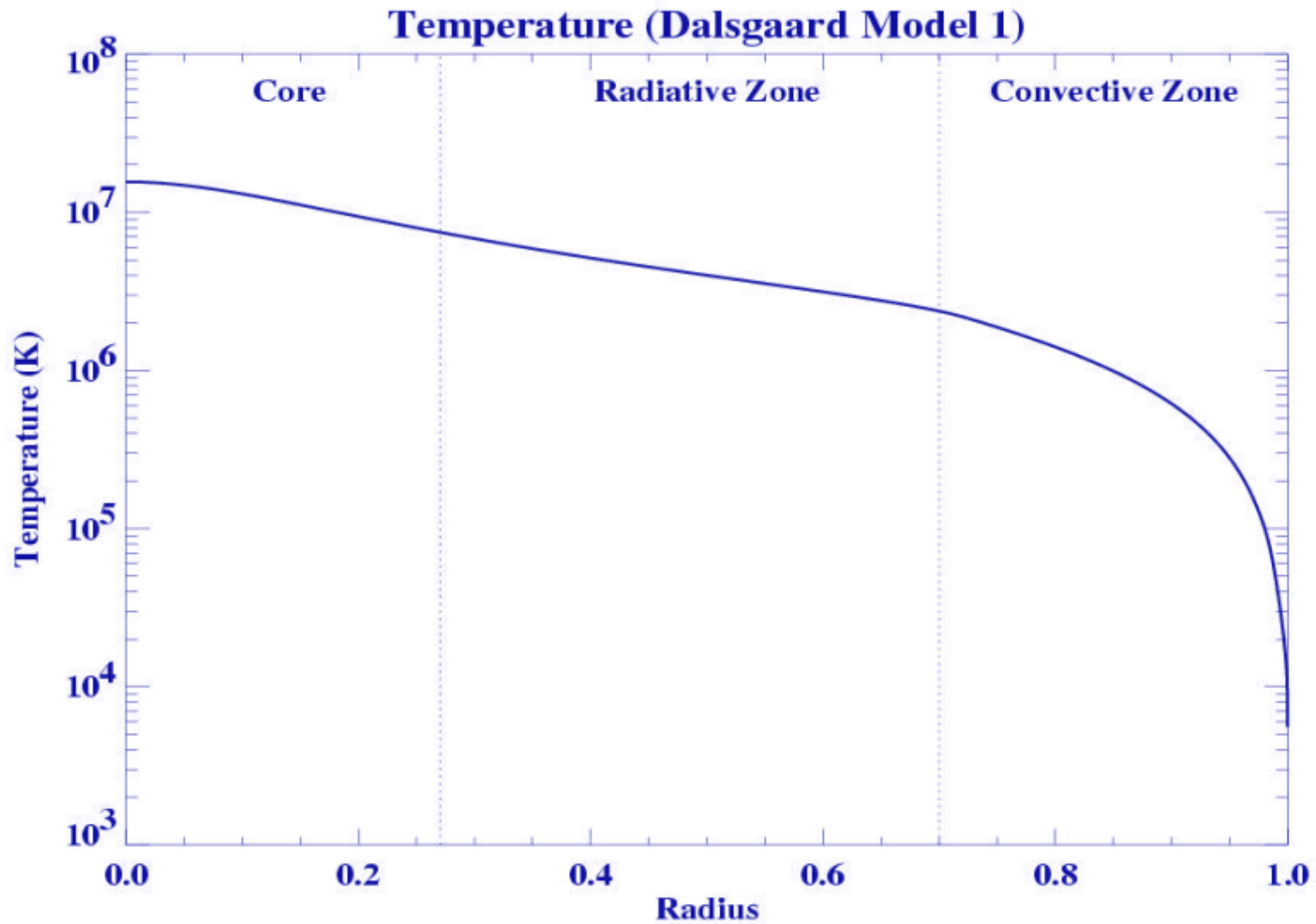




Ο ήλιος ως  
άστρο



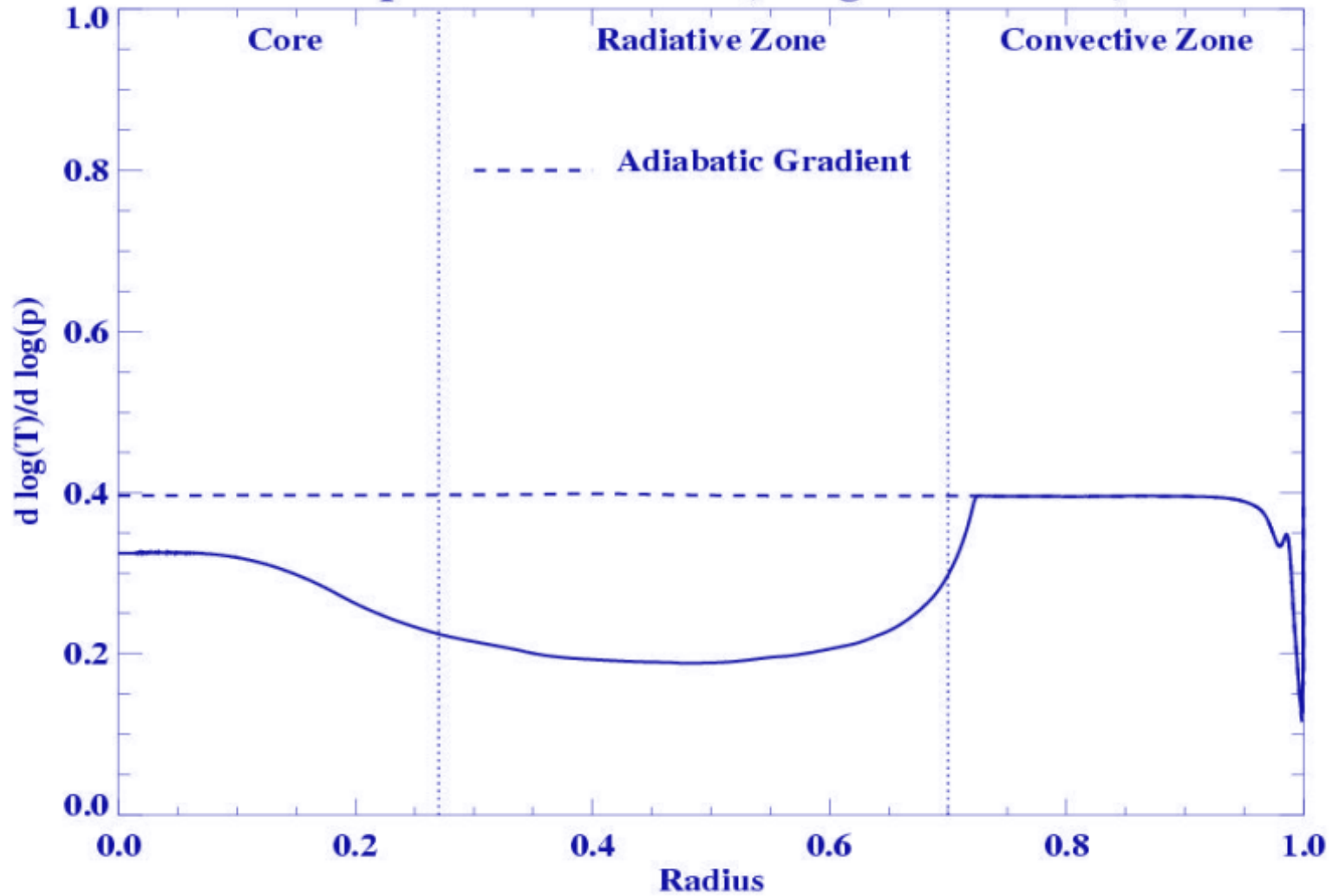
<http://solarscience.msfc.nasa.gov/interior.shtml>



NASA/MSFC Hathaway

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

## Temperature Gradient (Dalsgaard Model 1)



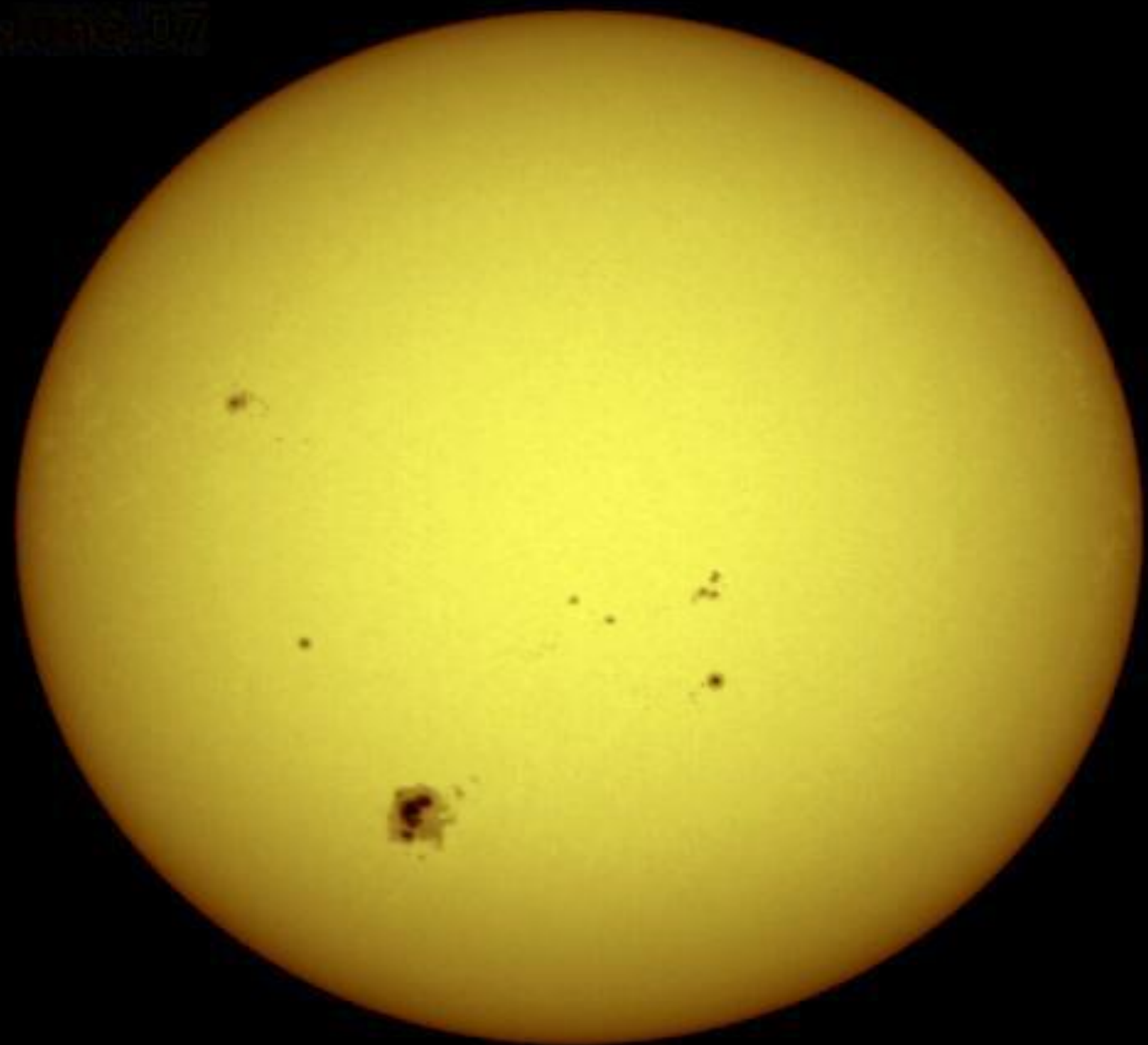
NASA/MSFC Hathaway

<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<sub>⊙</sub>)
- Απόλυτο μέγεθος: 4,83
  
- Από wikipedia

ατμόσφαιρα



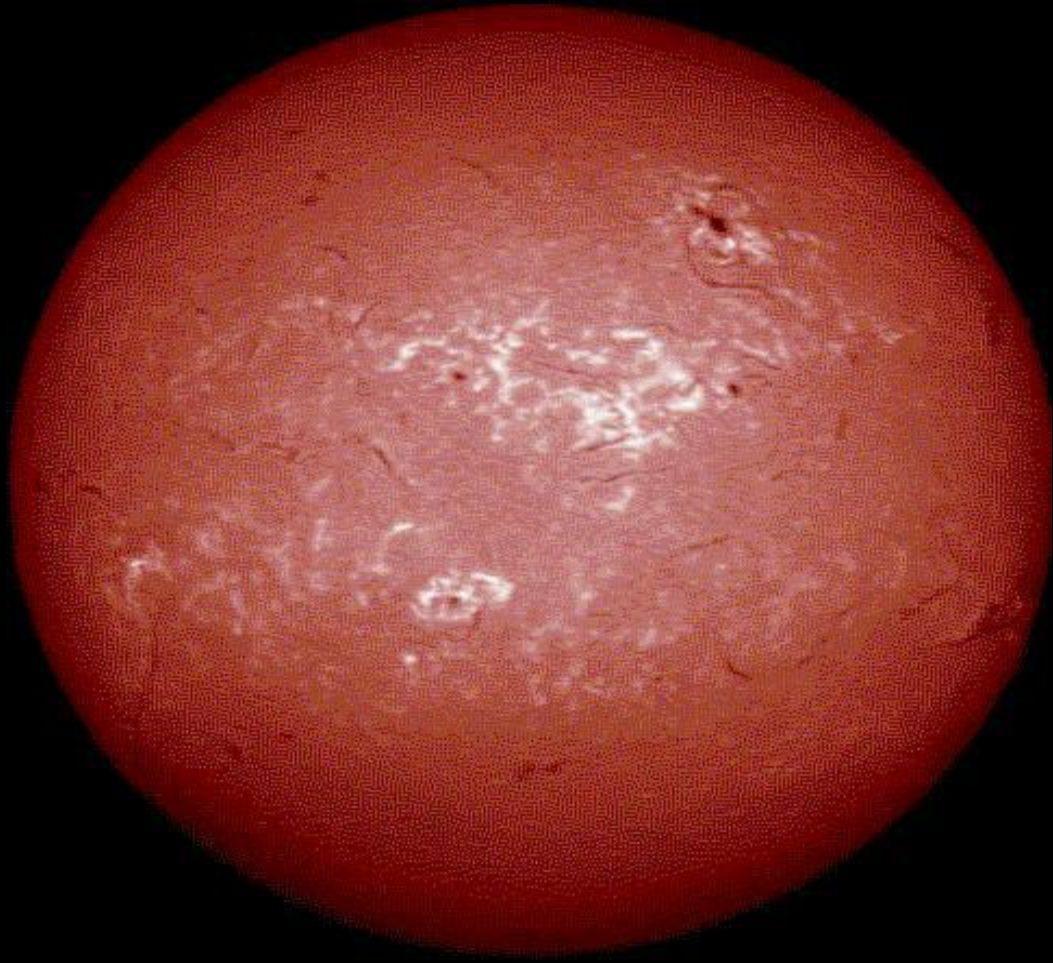






Χρωμόσφαιρα

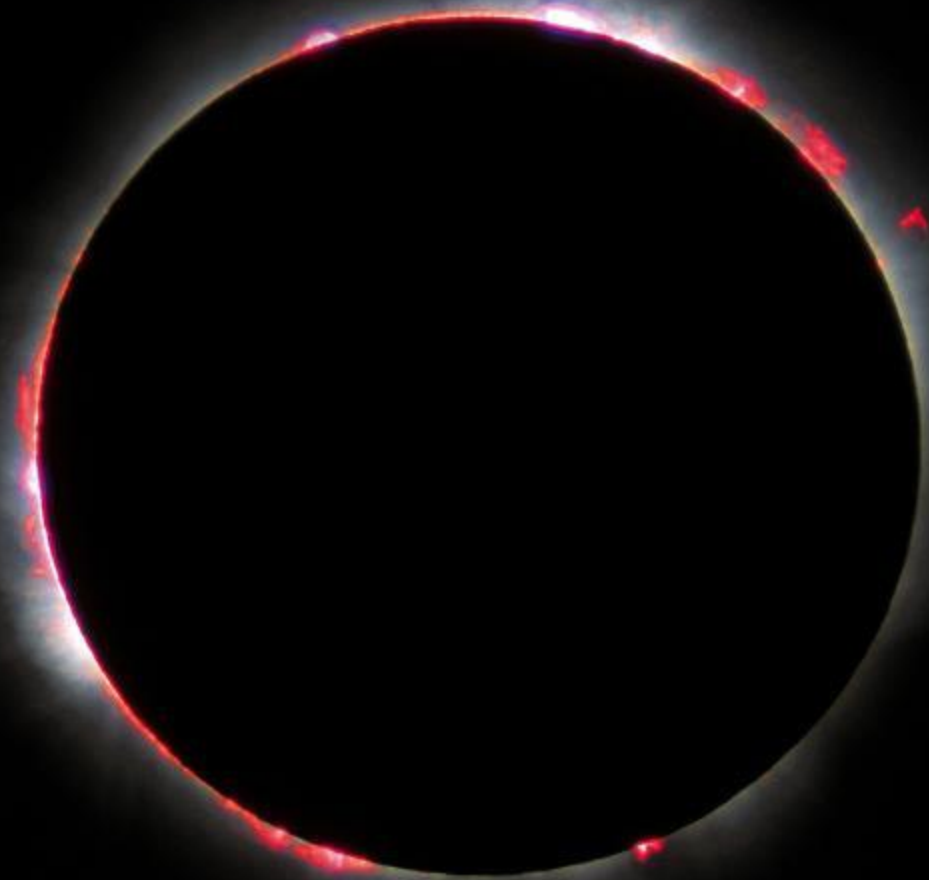
Ηα, Ca γραμμή Κ



chromosphere

χρωμόσφαιρα

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



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Solar\\_eclips\\_1999\\_5.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Solar_eclips_1999_5.jpg)



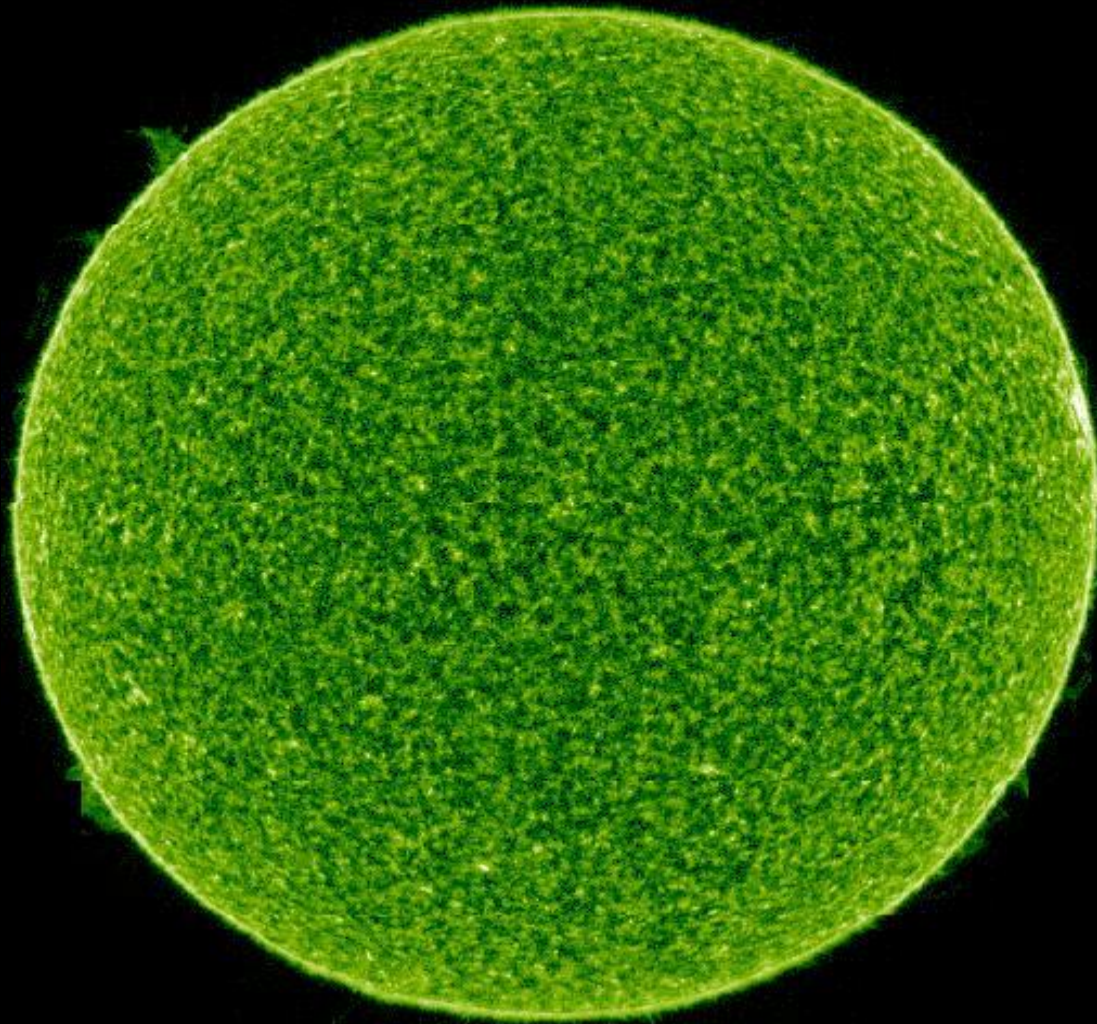
chromosphere

χρωμόσφαιρα

Transition  
region

Μεταβατική  
ζώνη



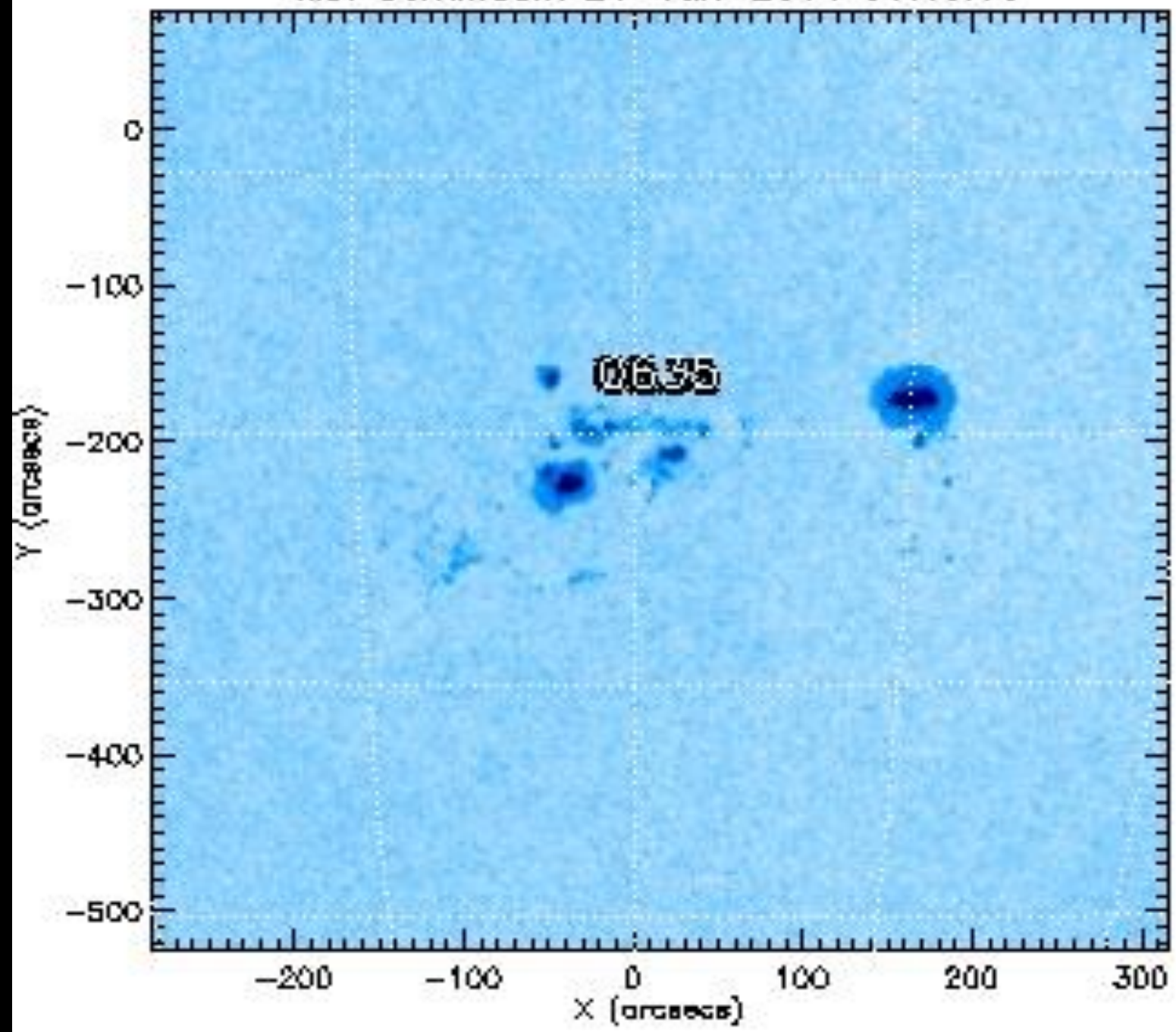


Transition  
region

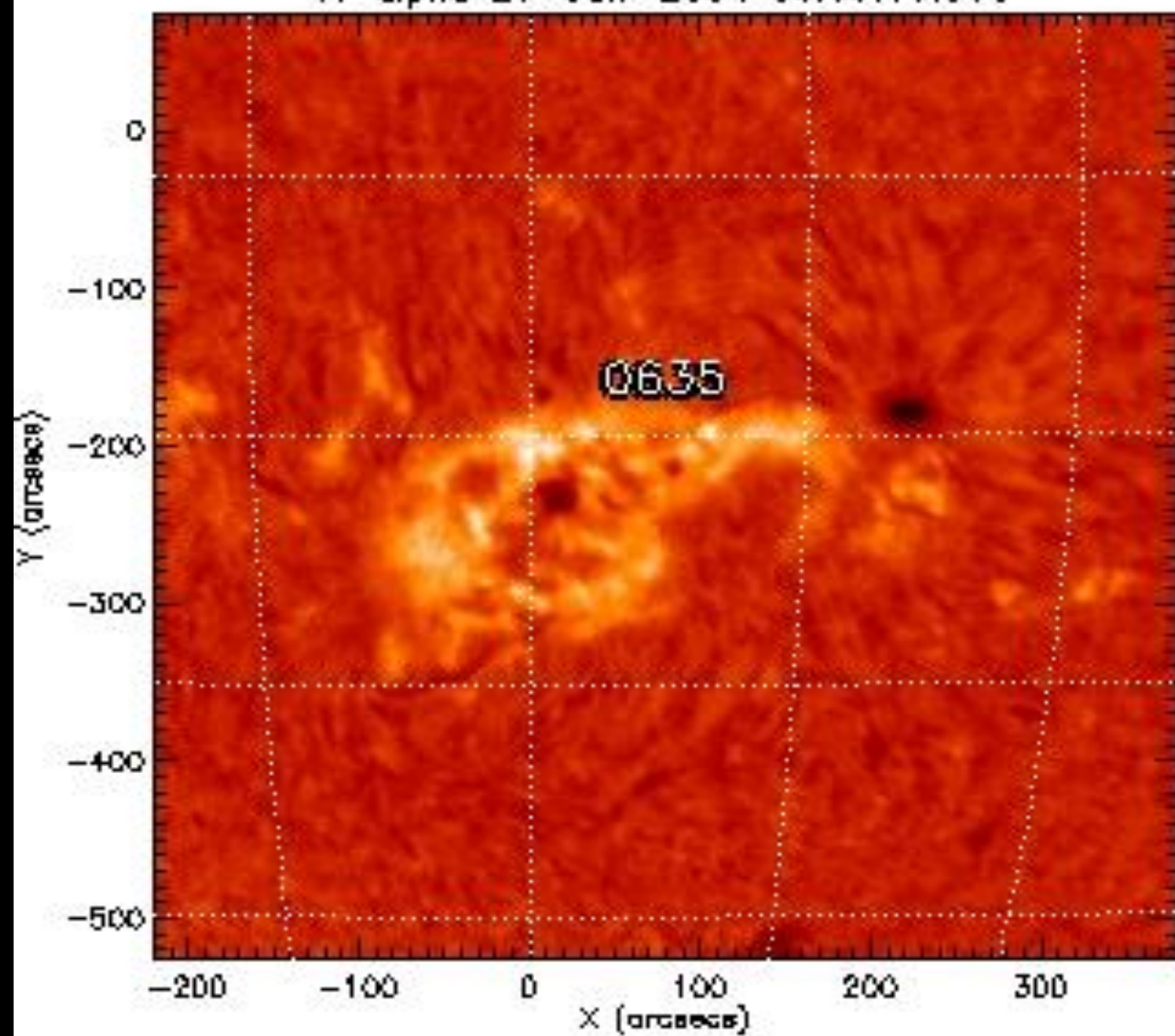
Μεταβατική  
ζώνη ή περιοχή

κηλίδες

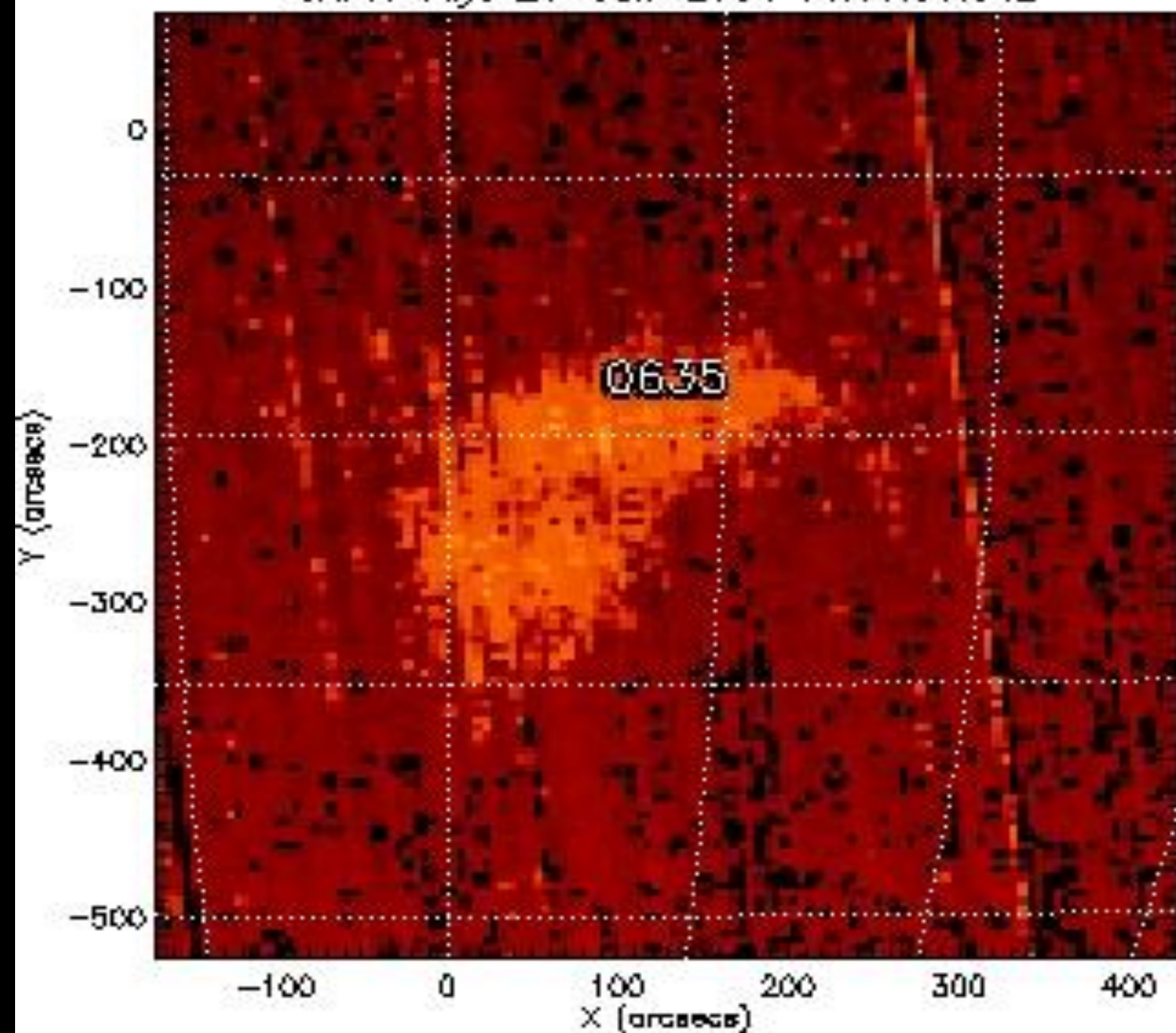
MDI Continuum 21-Jun-2004 00:10:00

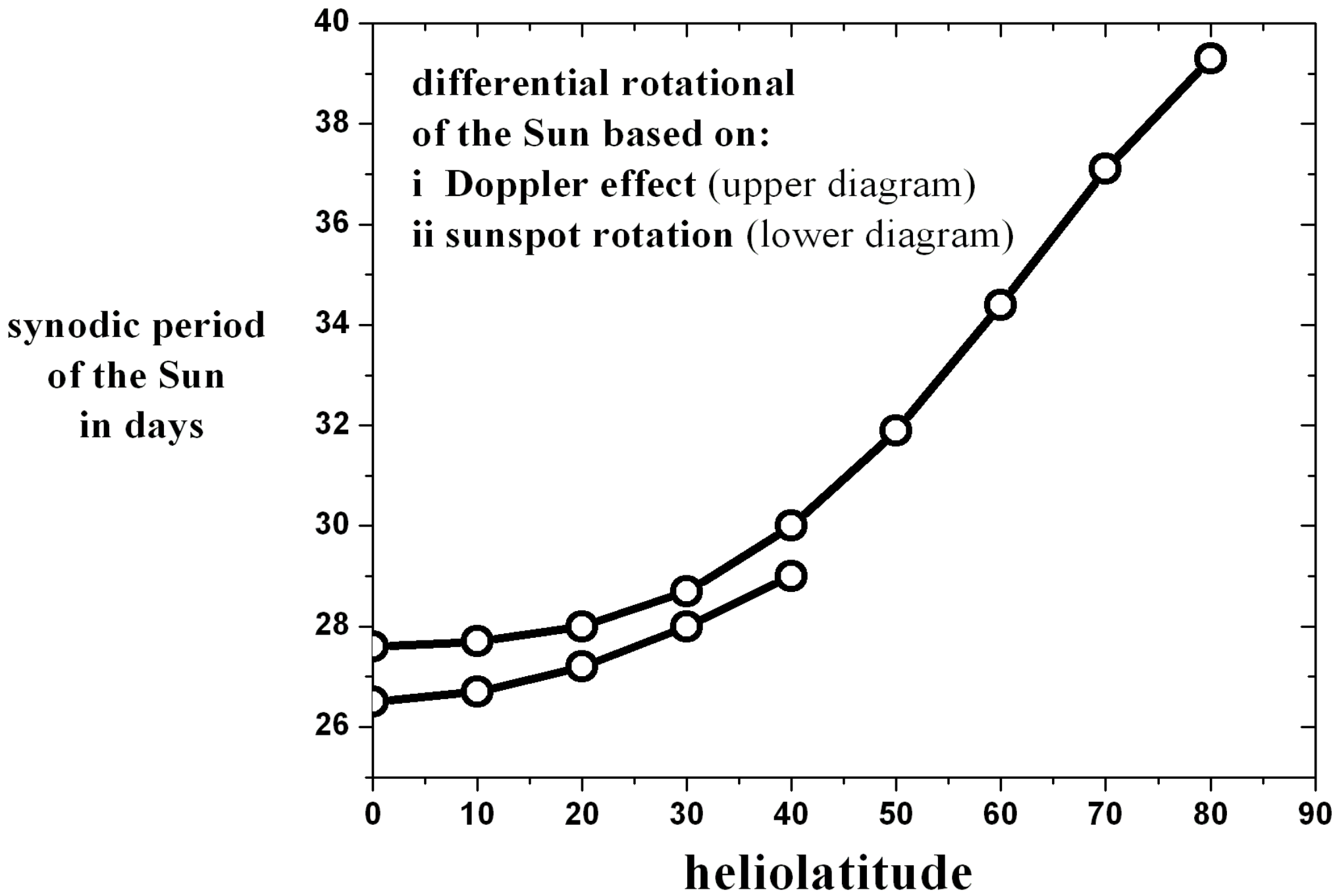


H-alpha 21-Jun-2004 06:09:10.000



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





- Διαφορική περιστροφή του Ηλίου

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

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

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

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

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

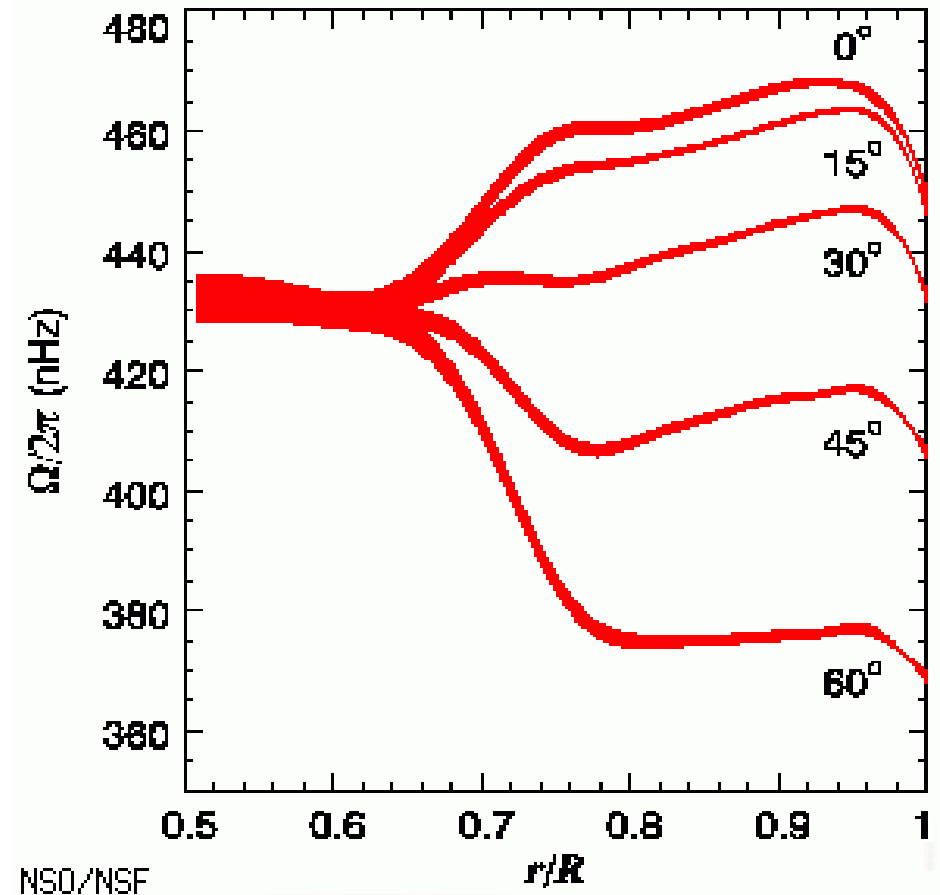


- Διαφορική περιστροφή του Ηλίου

- 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

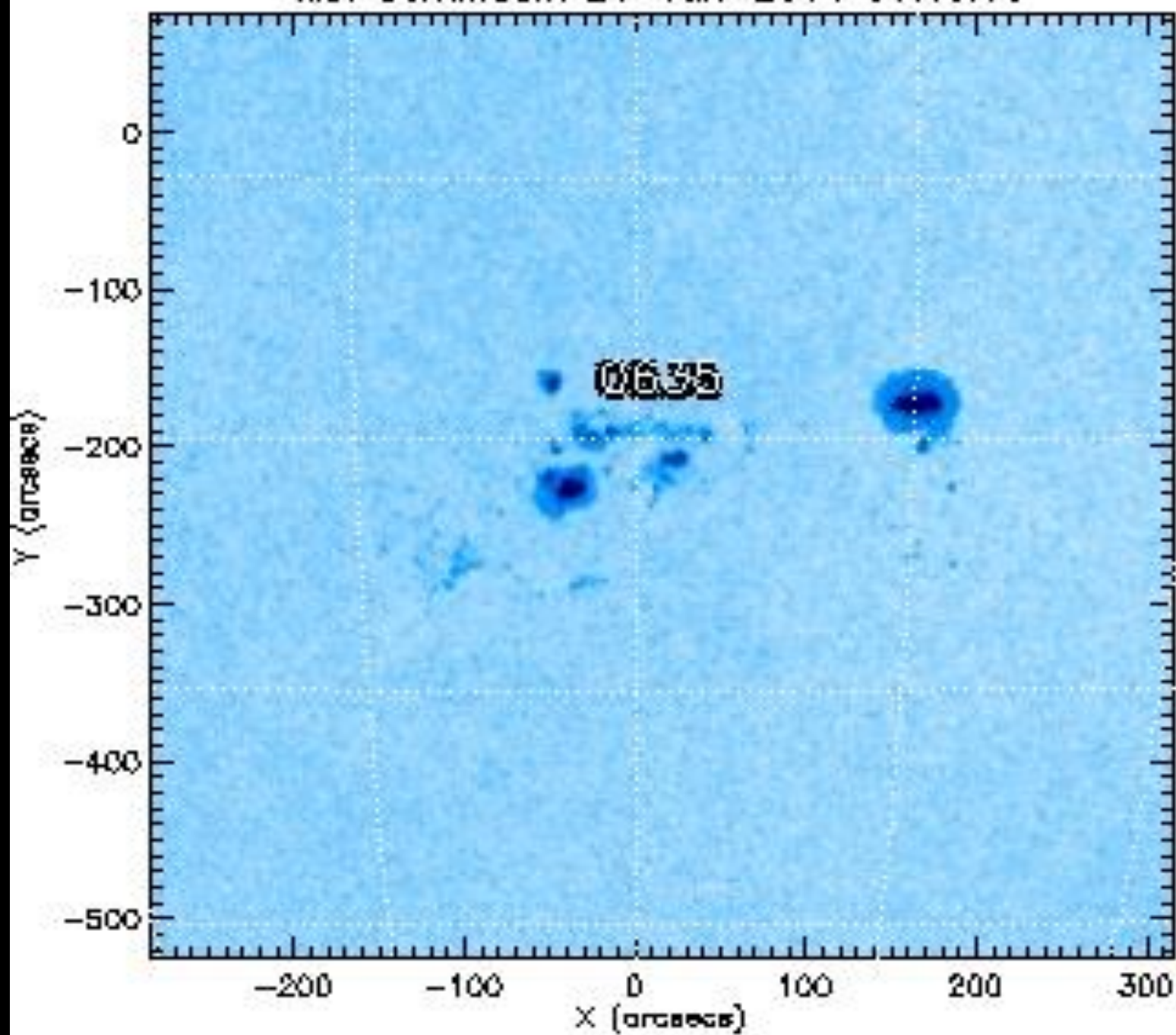
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tachocline.gif#mediaviewer/File:Tachocline.gif>



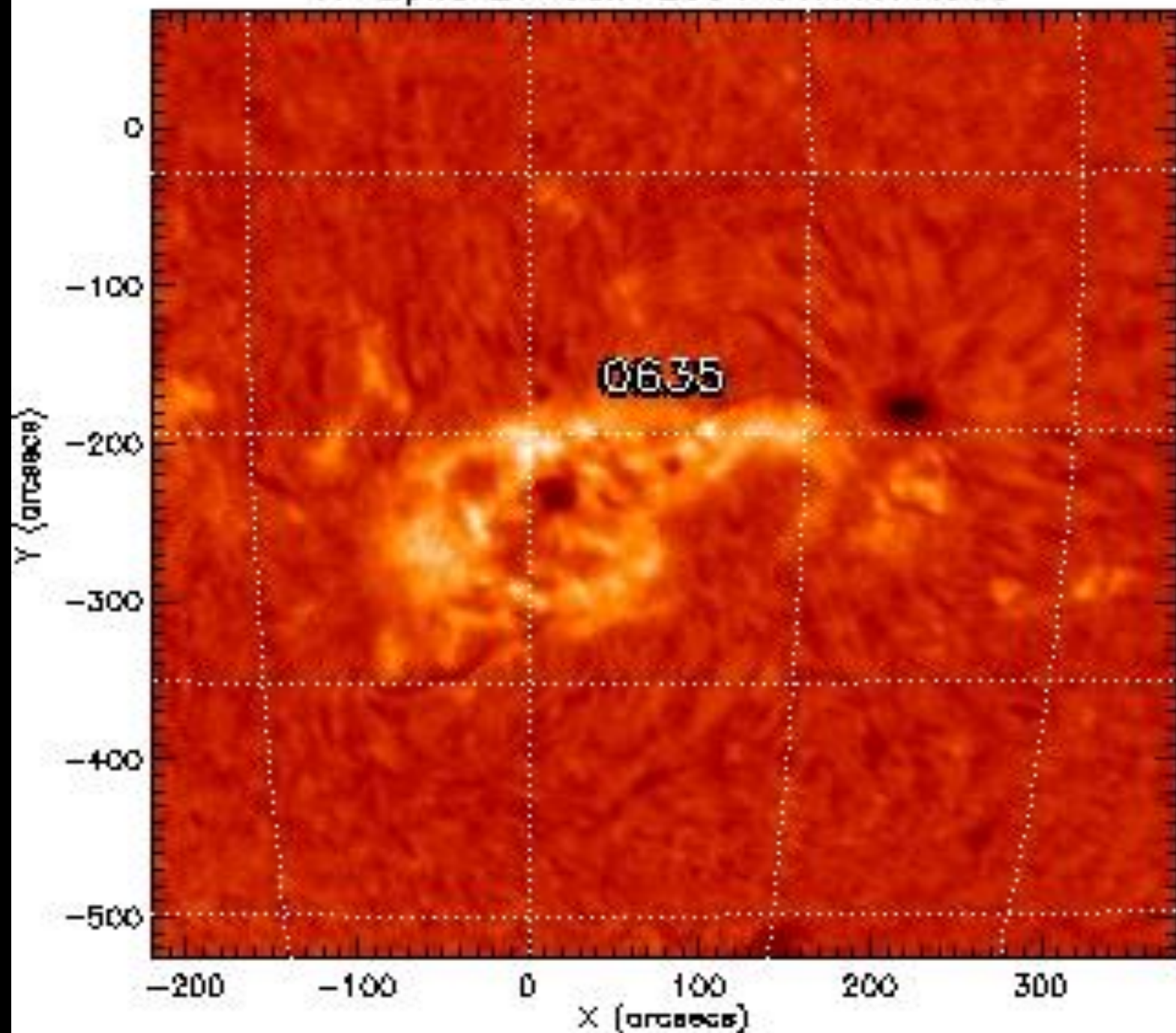
# Φωτόσφαιρα



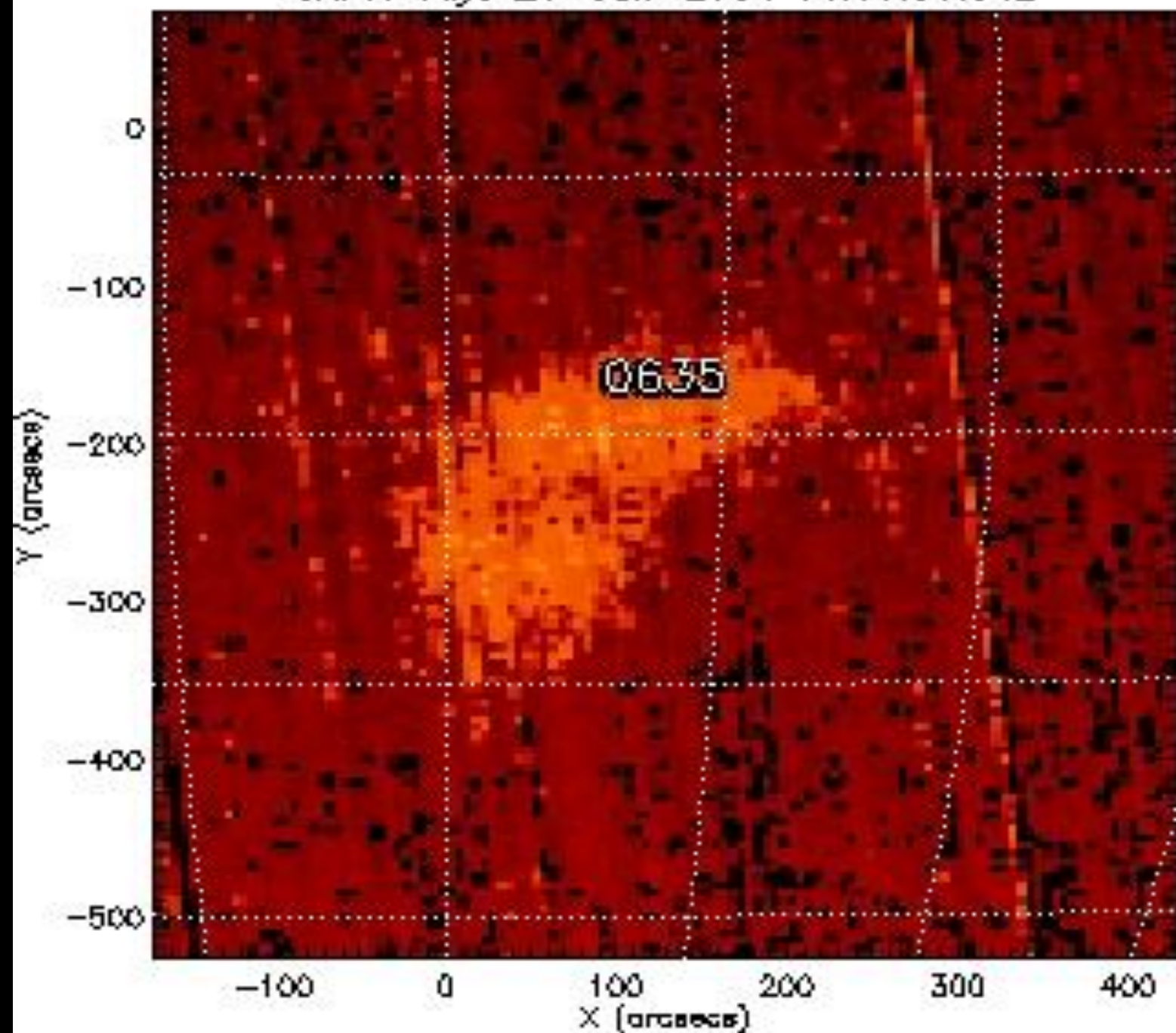
MDI Continuum 21-Jun-2004 00:10:00



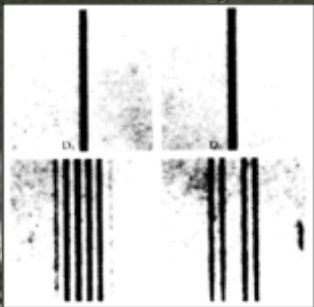
H-alpha 21-Jun-2004 06:09:10.000



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



Κύκλος Hale  
Μαγνητικά πεδία  
Θεωρία Babcock

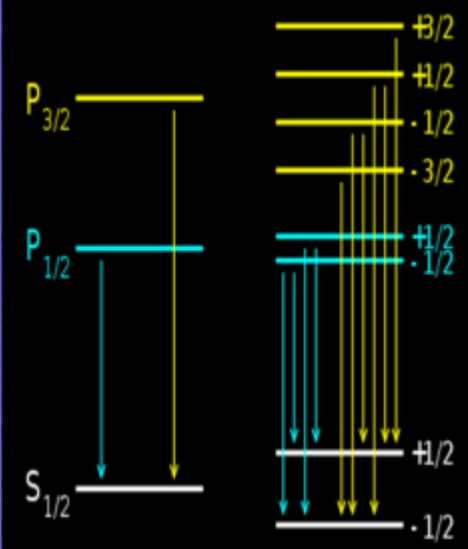
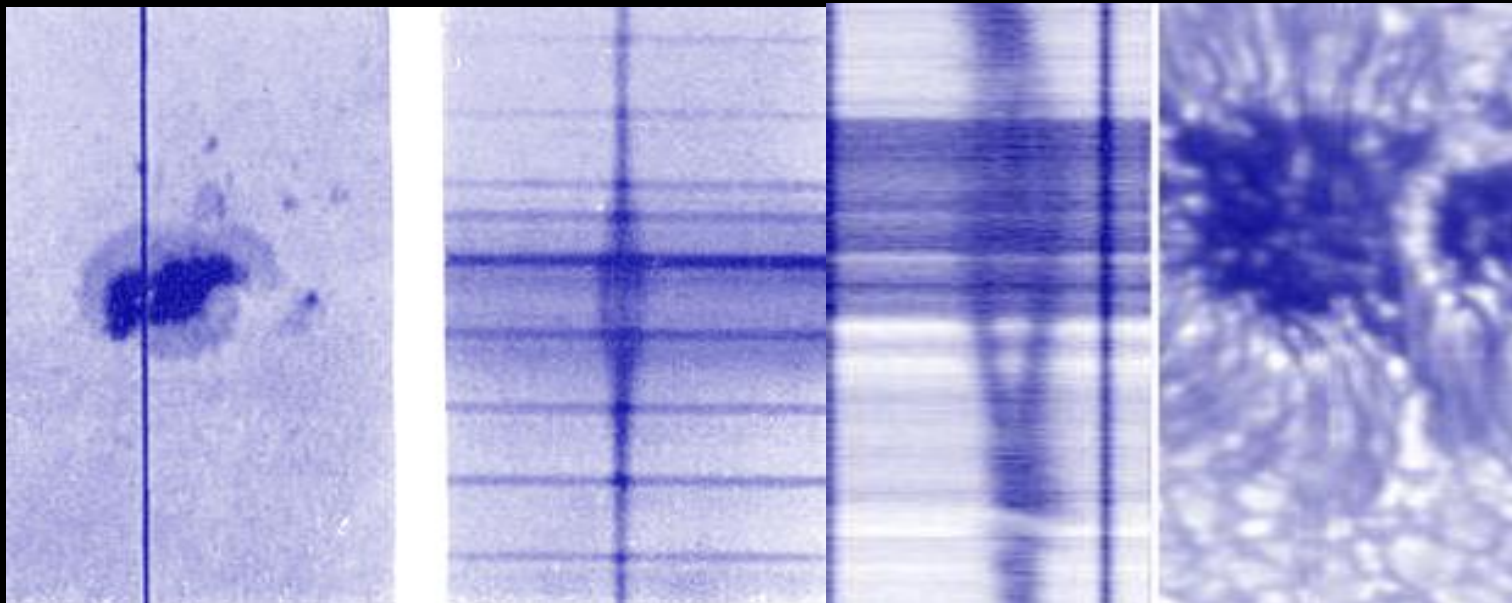


Einstein επισκέπτεται τον πειραματικό φυσικό Pieter Zeeman (αριστερά), με τον φίλο Paul Ehrenfest (1920)

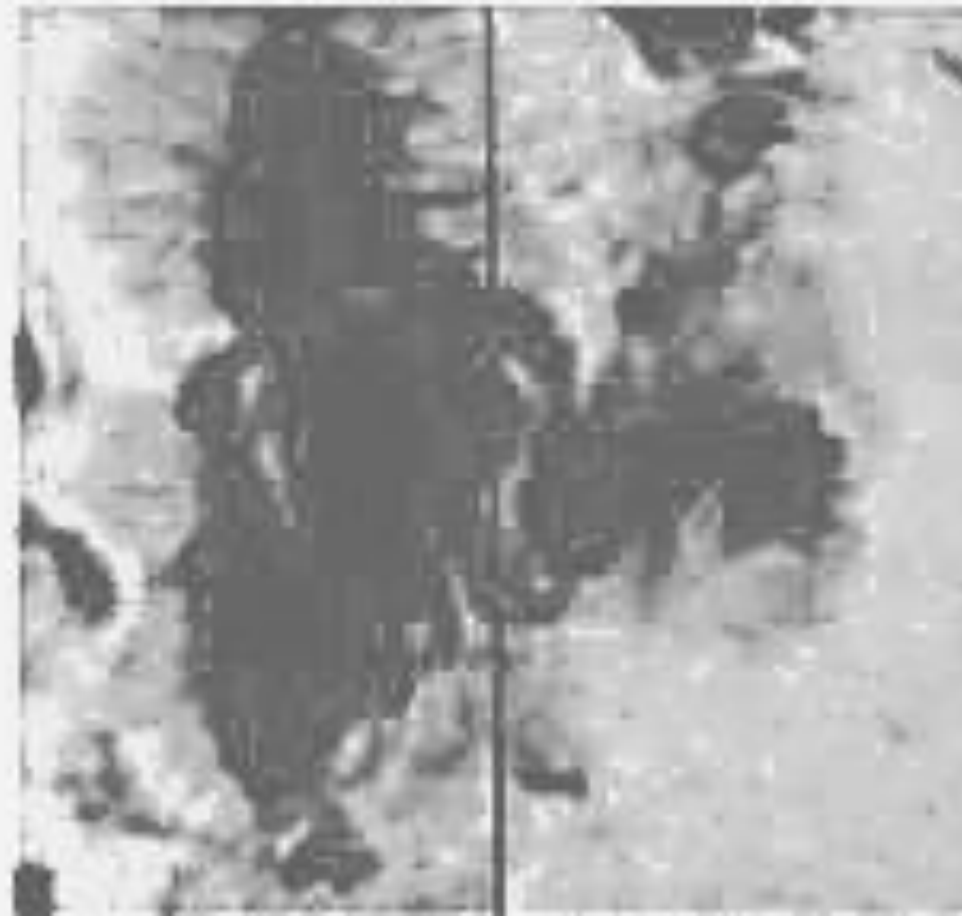
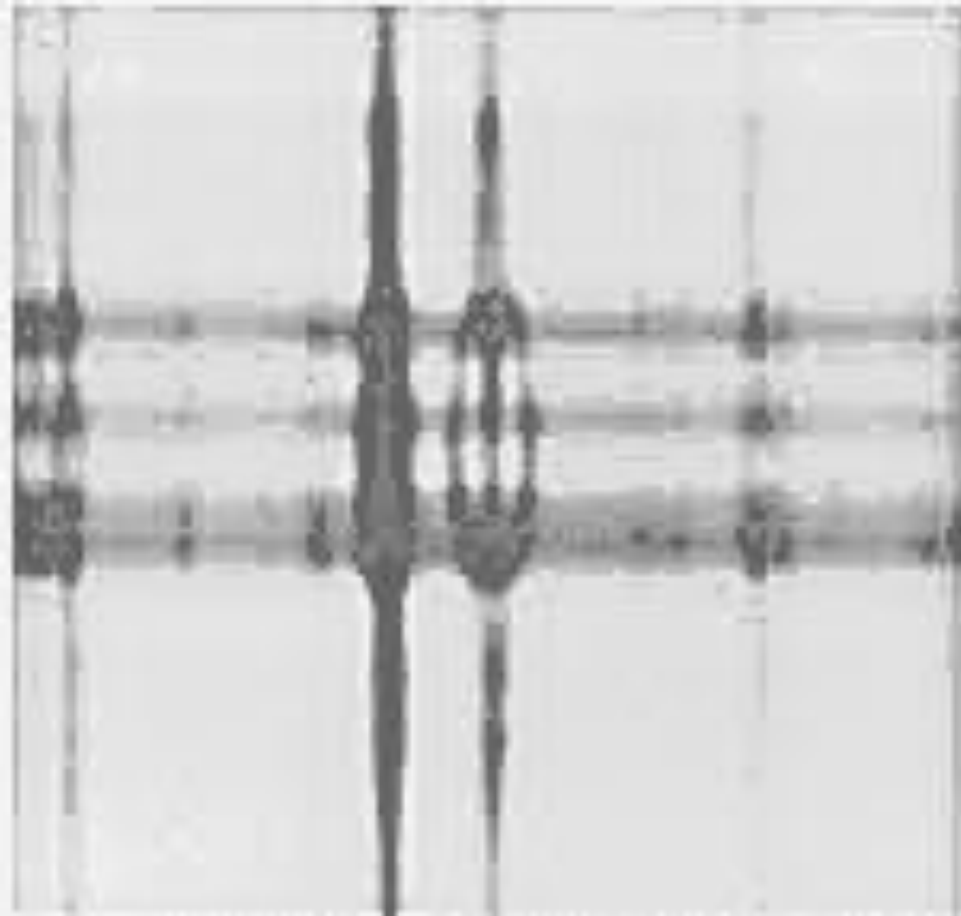


Ο Pieter Zeeman μετράει από την διαίρεση των φασματικών γραμμών το μαγνητικό πεδίο. Το φαινόμενο Zeeman χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του μαγνητικού πεδίου του ηλίου και αργότερα και άλλων άστρων, με μεγάλη επιτυχία.

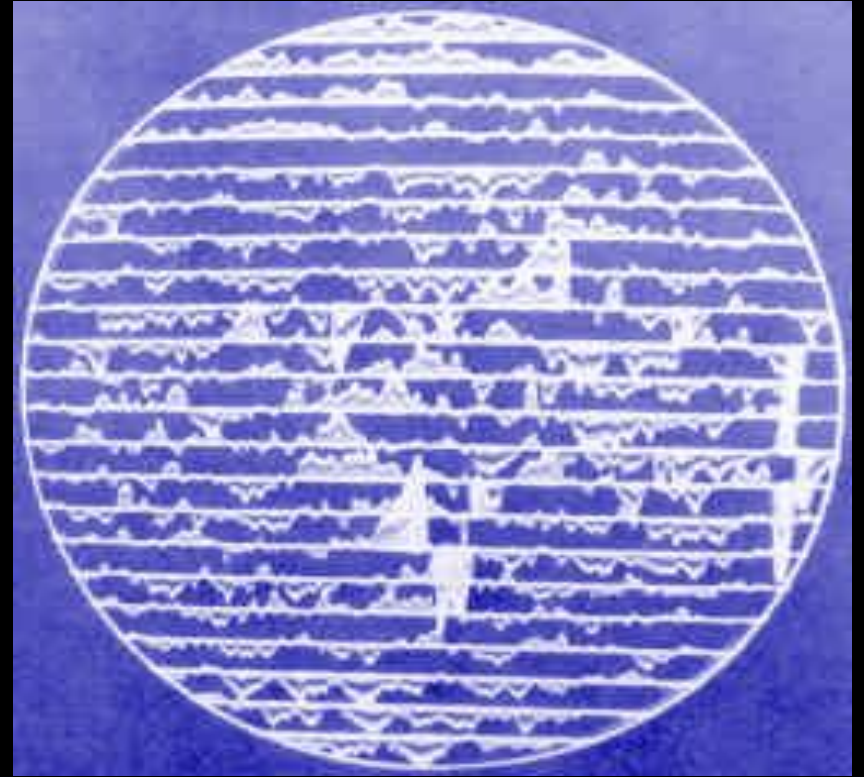
Με αυτό γνωρίζουμε καλύτερα την ηλιακή δραστηριότητα, η οποία εξαρτάται σε τεράστιο βαθμό από τα μαγνητικά πεδία στον Ήλιο.



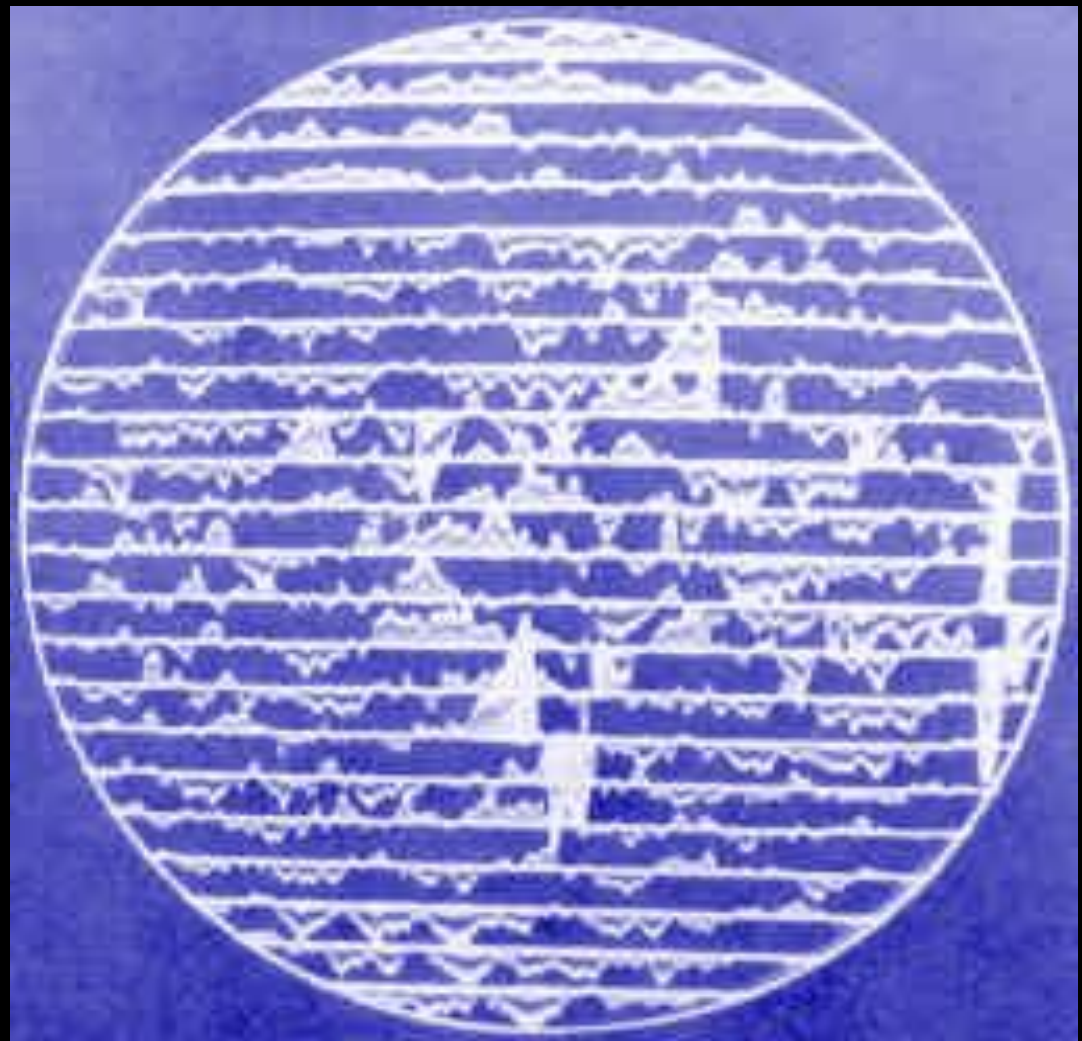




Το φαινόμενο Zeeman χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του μαγνητικού πεδίου του ηλίου



**1951, Horace W. Babcock developed the photoelectric magnetograph**





**Harold Delos Babcock**



**Horace W. Babcock**

Ανέπτυξαν την θεωρία για το ηλιακό μαγνητικό πεδίο και την αντίστοιχη 11ετή δραστηριότητα

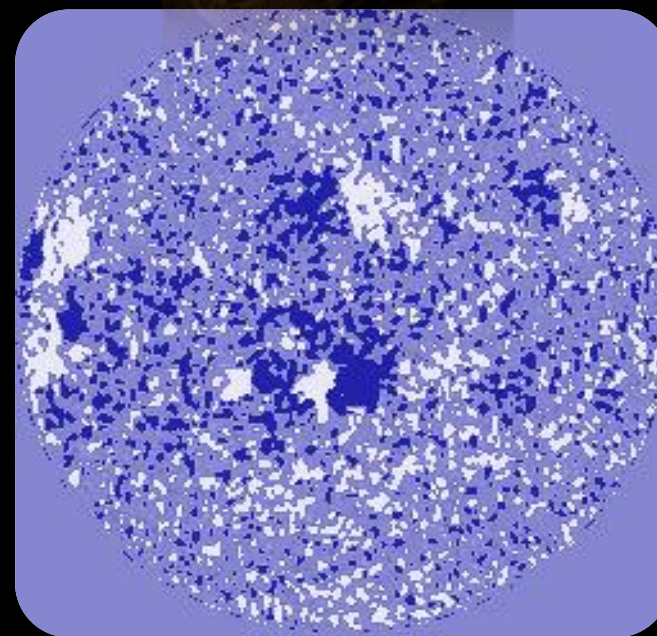
Ο Robert B. Leighton ανέπτυξε νέα μέθοδο ανάδειξης χαρακτηριστικών σε φωτογραφίες με αφαίρεση δυο φωτογραφιών του ιδίου αντικειμένου, μια θετική και μια αρνητική, τις οποίες πρόσθετε αφού μεγέθυνε μια από τις δυο, ή δυο διαδοχικών εικόνων.

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.



Οι κηλίδες του Ηλίου εμφανίζονται κατά ζεύγη και το μαγνητικό πεδίο των ζευγών των κηλίδων του Ηλίου σε κάθε ημισφαίριο του είναι το ίδιο, αλλά αντίθετο του άλλου ημισφαιρίου.

Συγκρίνετε τα δυο ζεύγη κηλίδων μέσα στις ελλείψεις.

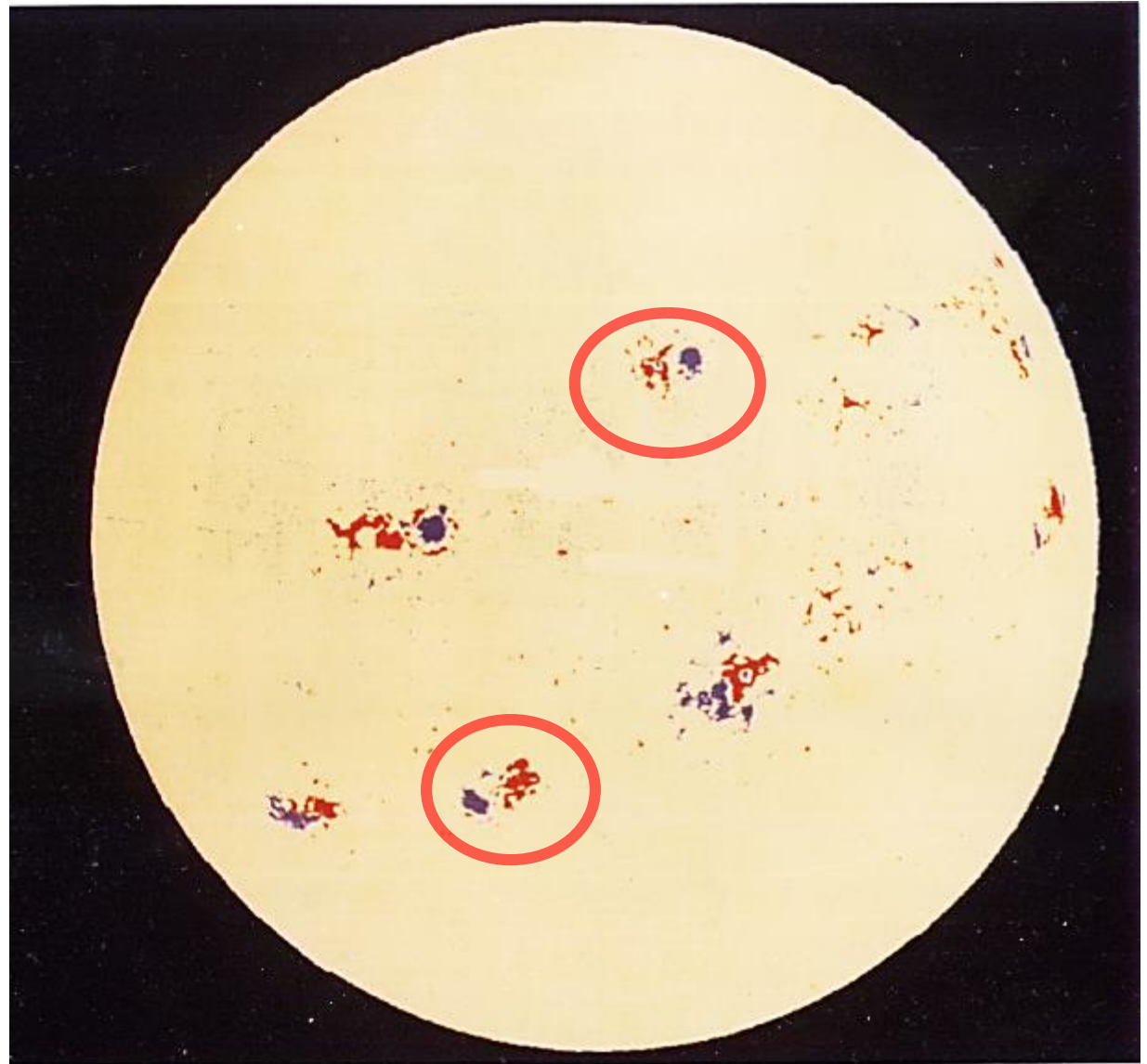
Ποια είναι η πιο σημαντική διαφορά που διαπιστώνετε;

Solar magnetogram. Two bands of active regions are seen on opposite sides of the solar equator.

Magnetic fields pointing upward and downward are coded as red and blue. The active regions in the two opposite latitude bands have opposite magnetic field patterns.

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar-magnetogram-from-skylab-era.png>

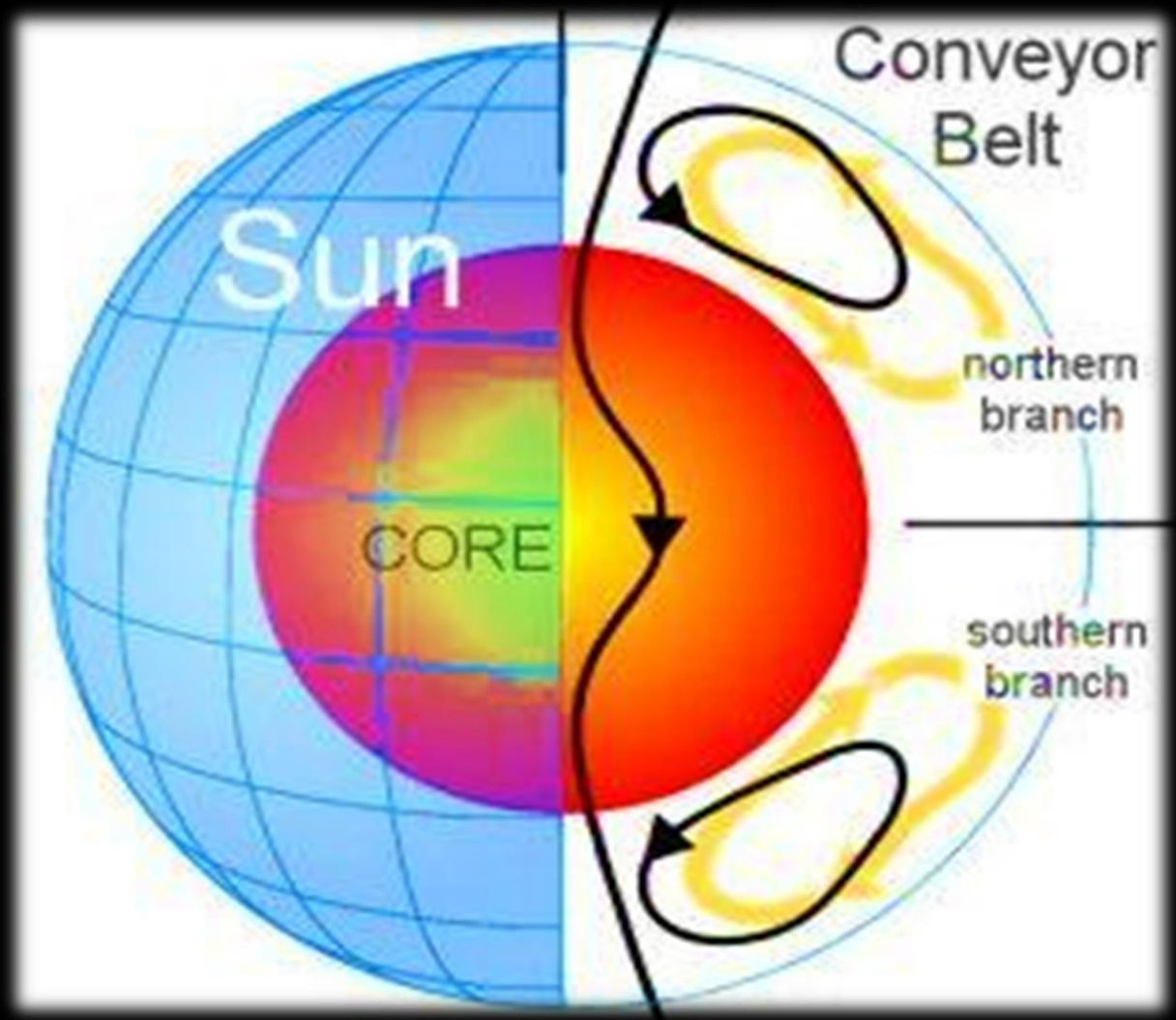
Βλ. επίσης <http://solar-center.stanford.edu/solar-images/magnetograms.html>



Μαγνητόγραμμα του Ηλίου

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](http://phys.org/news66581392.html#jCp)  
NASA

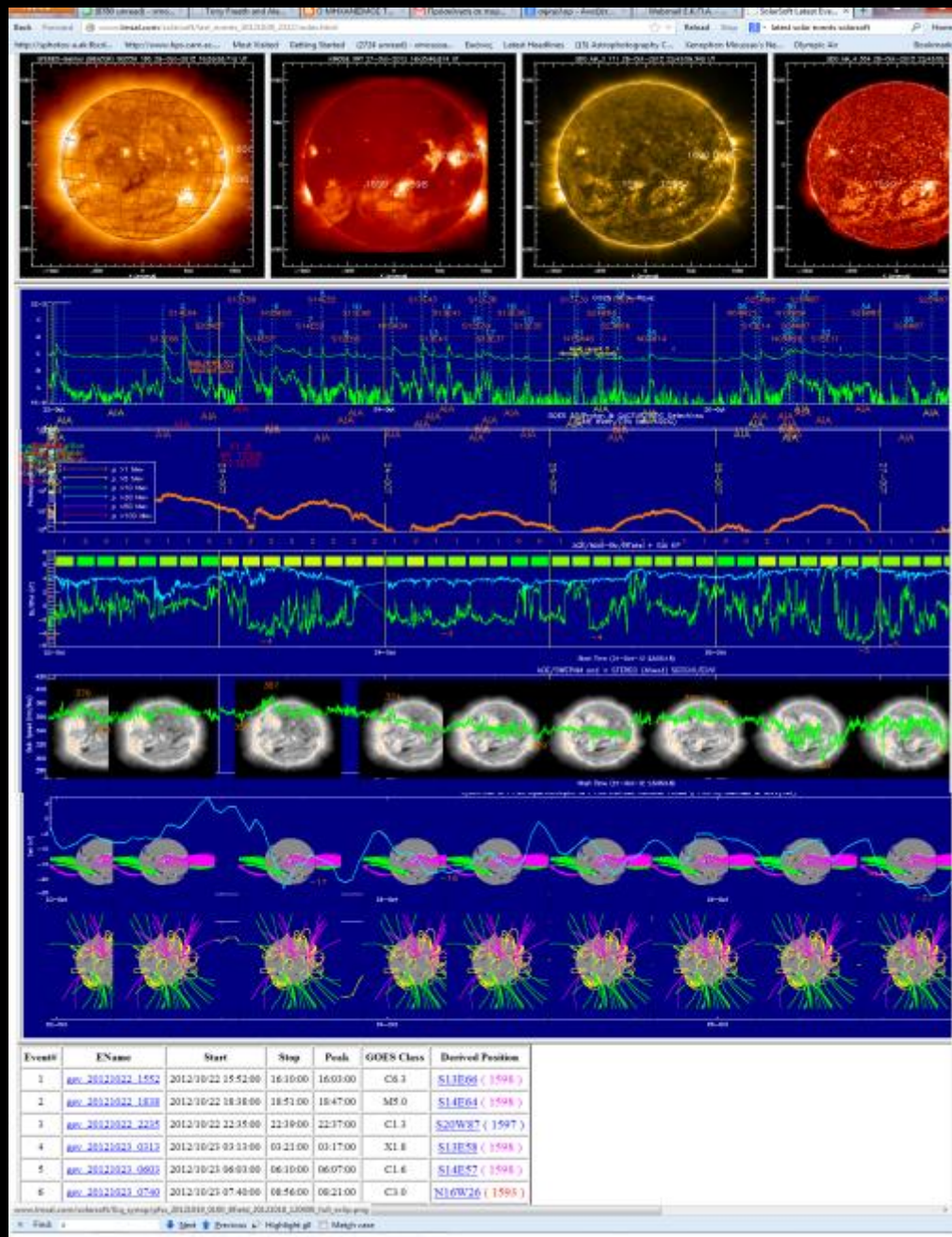


Η μεγάλη διάρκεια του προηγούμενου 11-ετους κύκλου του Ηλίου που διήρκεσε 12 έτη θεωρείται ότι οφείλεται σε αλλαγή των ρευμάτων στο εσωτερικό του Ηλίου (**David Hathaway, NASA**)

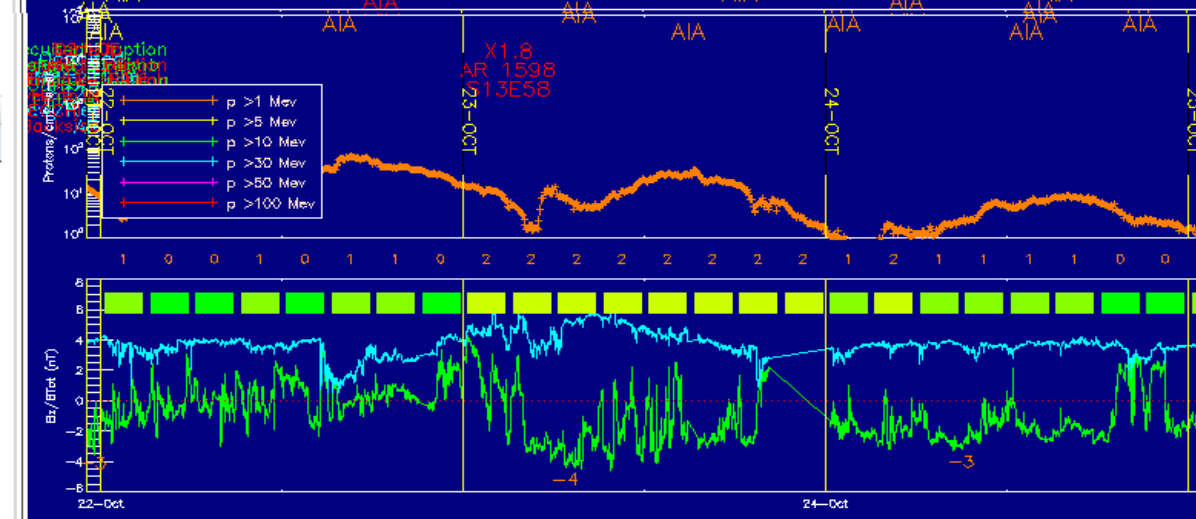
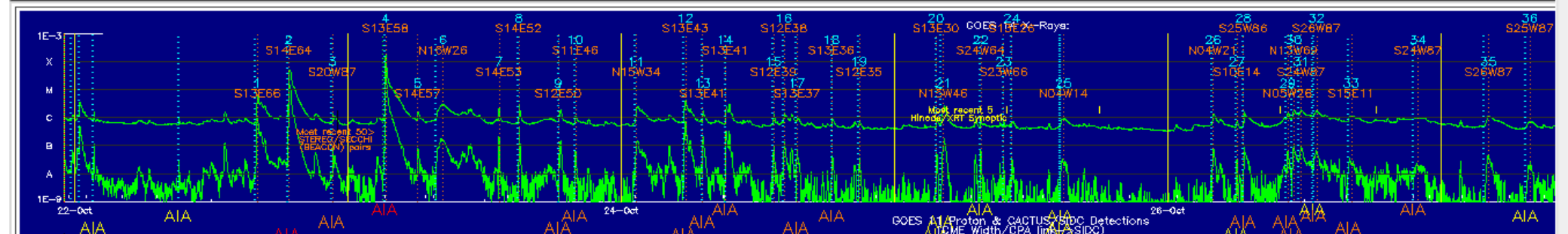
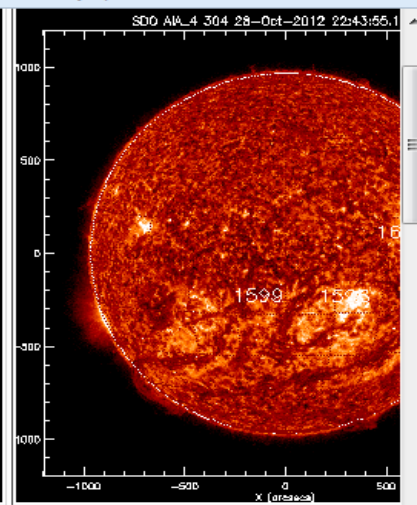
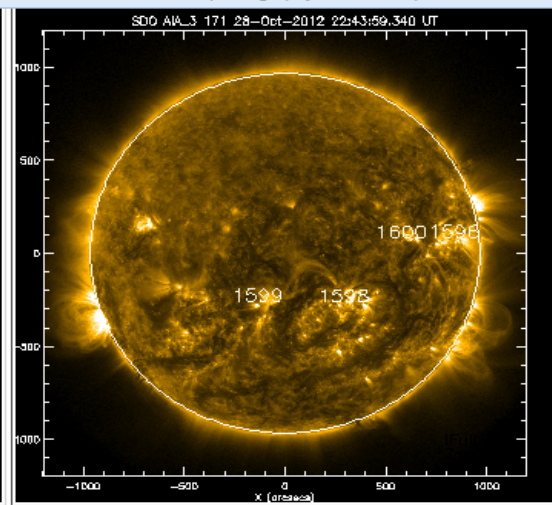
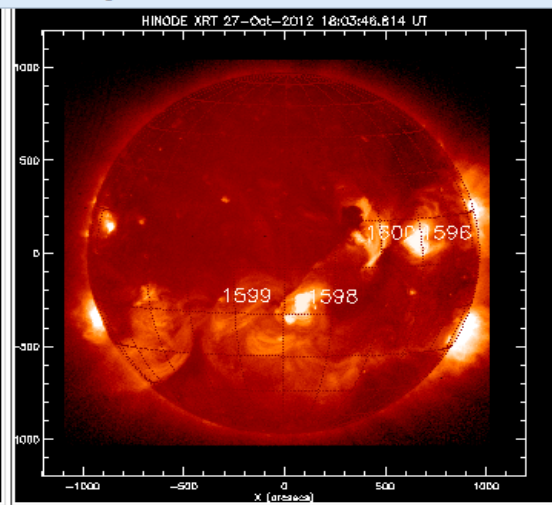
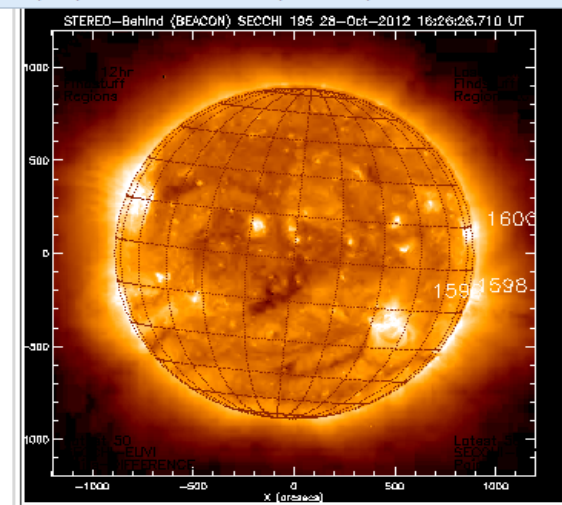
<http://solar-b.msfc.nasa.gov/ssl/PAD/solar/papers/hathadh/HathawayWilsonReichmann1999.pdf>

[http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2006/10may\\_longrange/](http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2006/10may_longrange/)

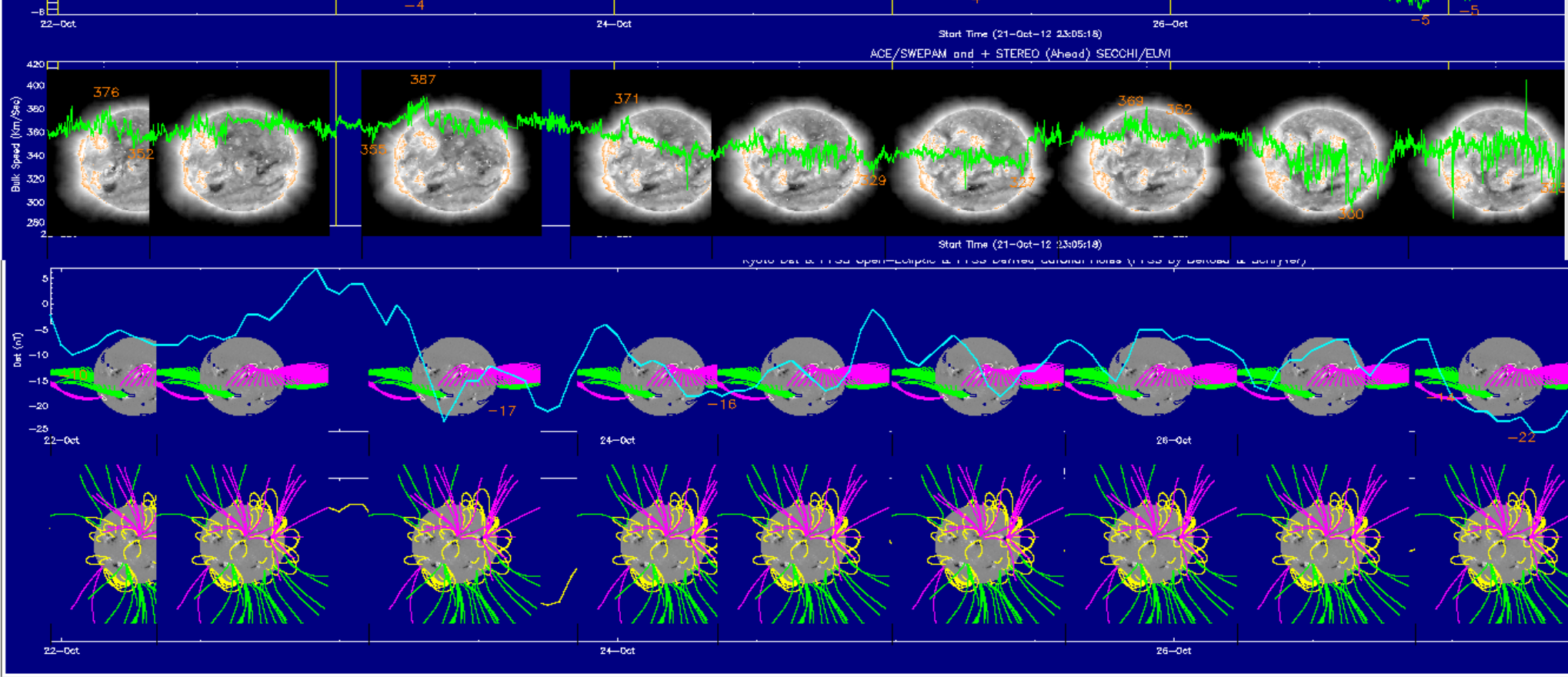
Σε αυτή την ιστοσελίδα έχετε όλες τις πληροφορίες των εκλάμψεων του ηλίου, πρόσφατες και παλαιές







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

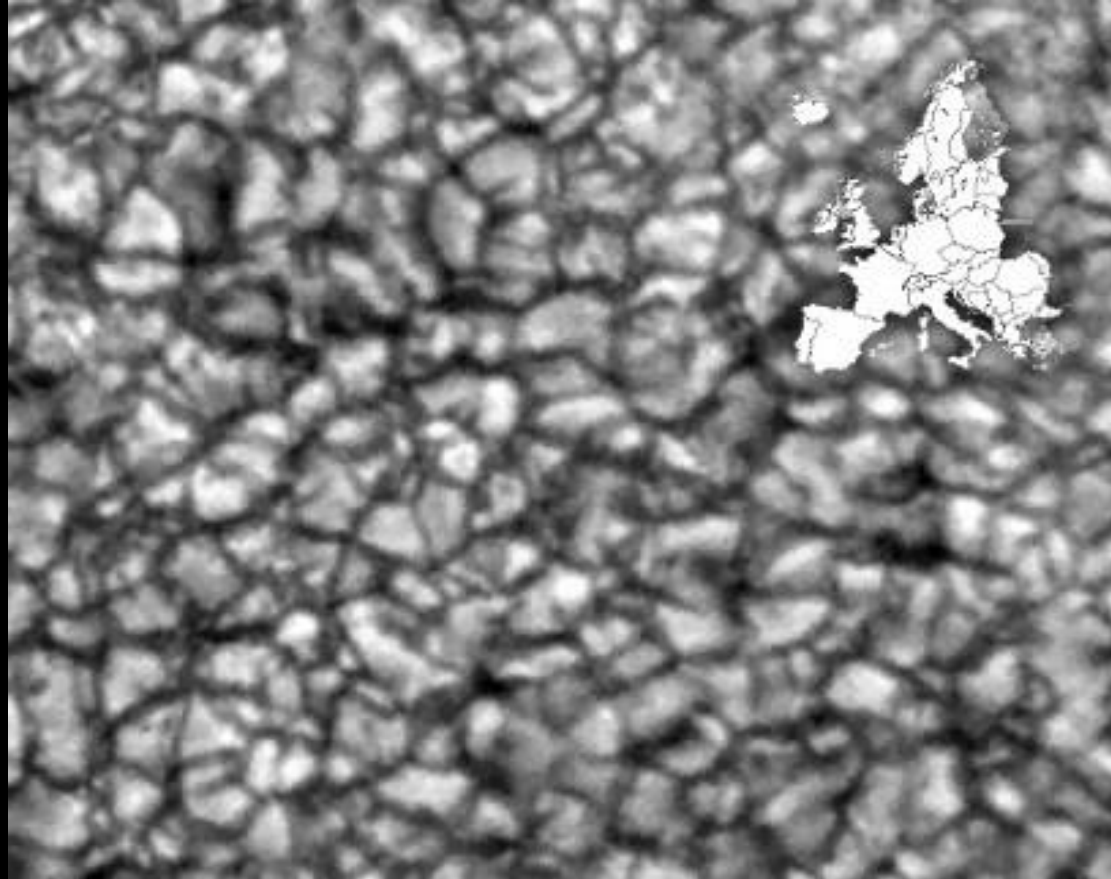


Event#	EName	Start	Stop	Peak	GOES Class	Derived Position
1	<a href="#">gev_20121022_1552</a>	2012/10/22 15:52:00	16:10:00	16:03:00	C6.3	<a href="#">S13E66 (1598)</a>
2	<a href="#">gev_20121022_1838</a>	2012/10/22 18:38:00	18:51:00	18:47:00	M5.0	<a href="#">S14E64 (1598)</a>
3	<a href="#">gev_20121022_2235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

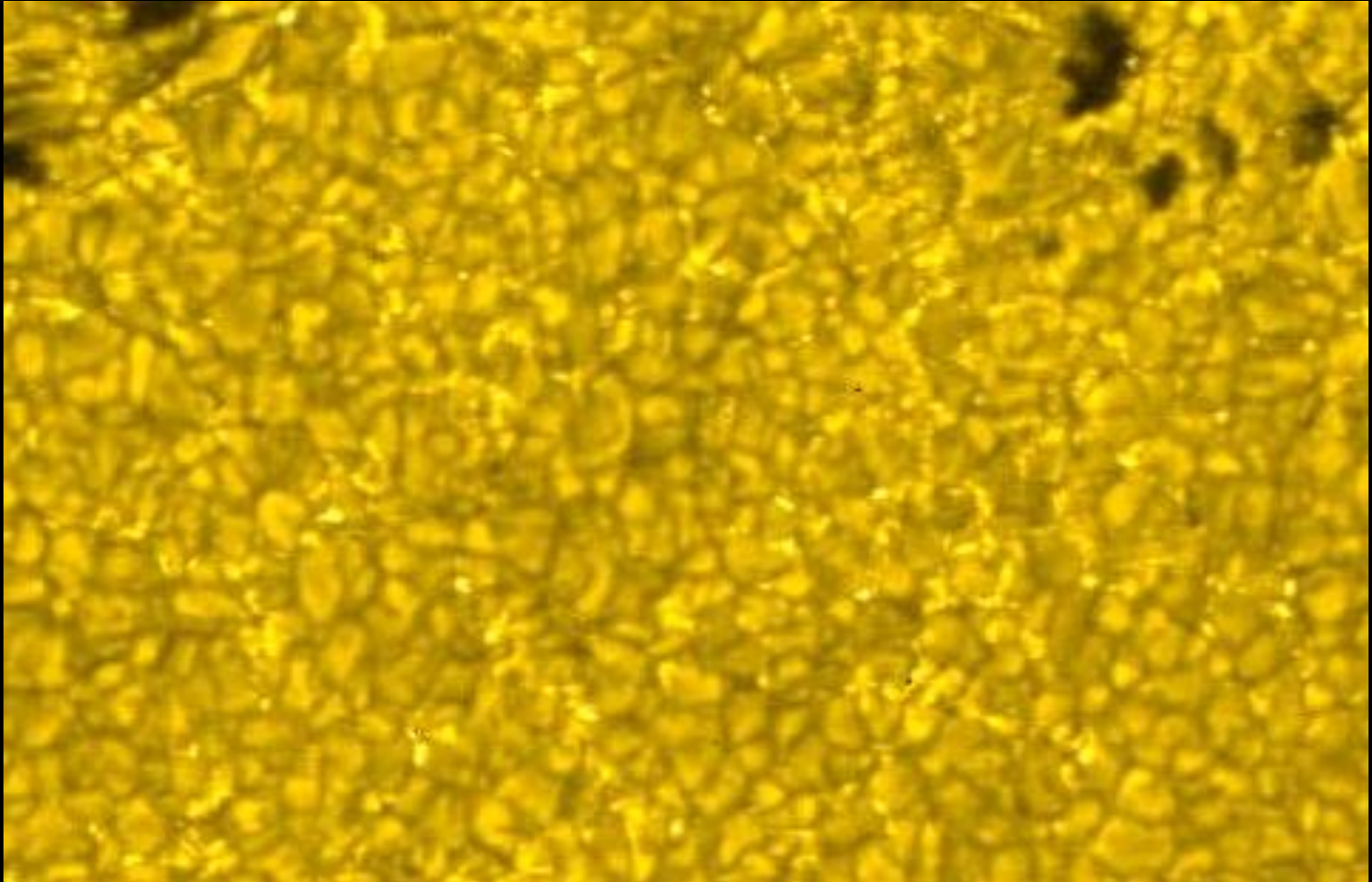
Σε αυτή την ιστοσελίδα έχετε όλες τις πληροφορίες των εκλάμψεων του ηλίου, πρόσφατες και παλαιές

# 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.

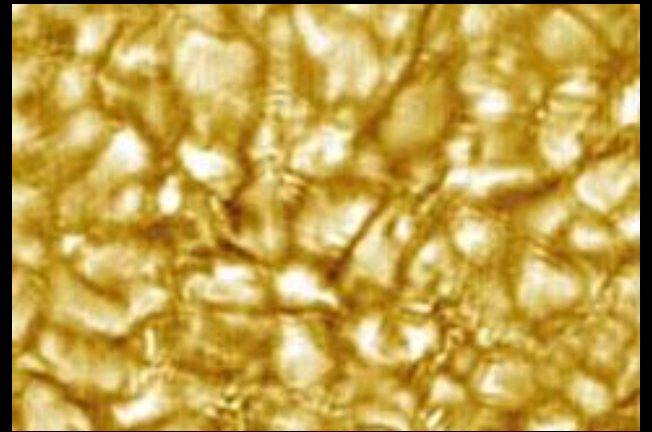


Ηλιακή κοκκίαση.

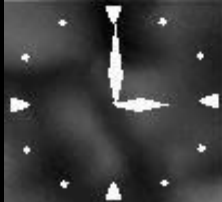


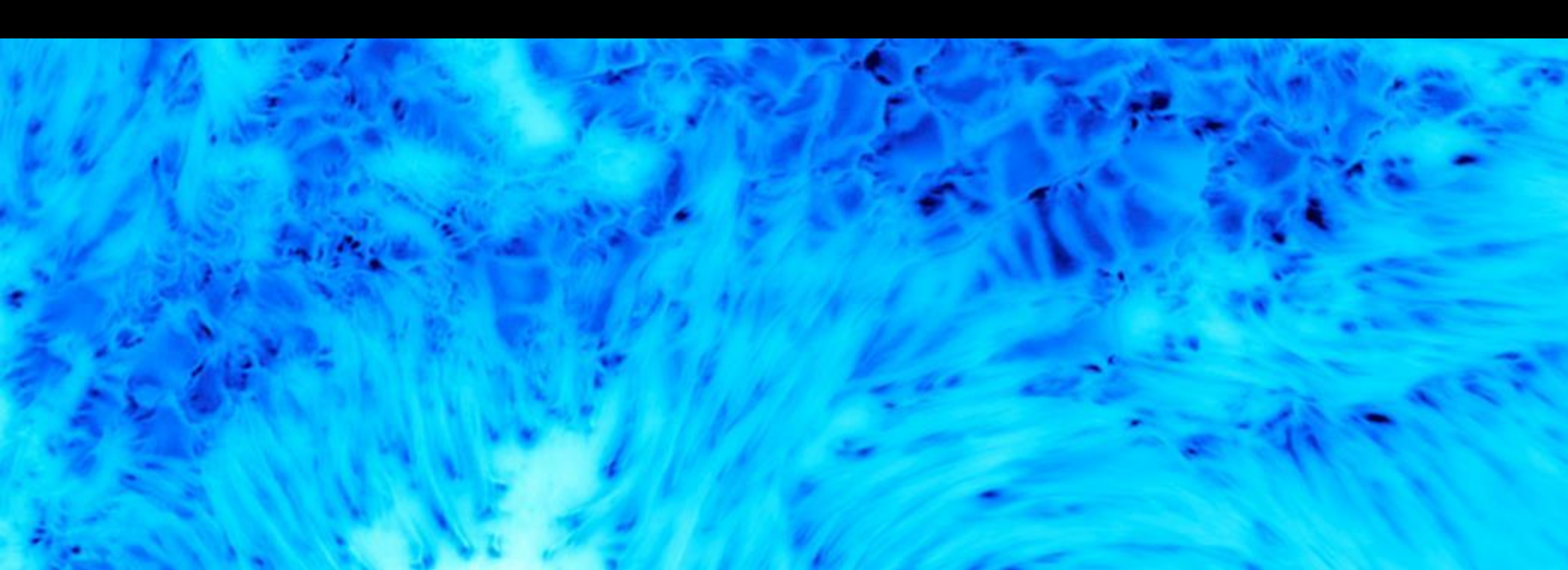
# Ηλιακή κοκκίαση

(σε δυο μεγεθύνσεις).



Ηλιακή κοκκίαση.






# Ηλιακή κοκκίαση

κοντά σε κηλίδα

# Ηλιακή κοκκίαση

κοντά σε κηλίδα

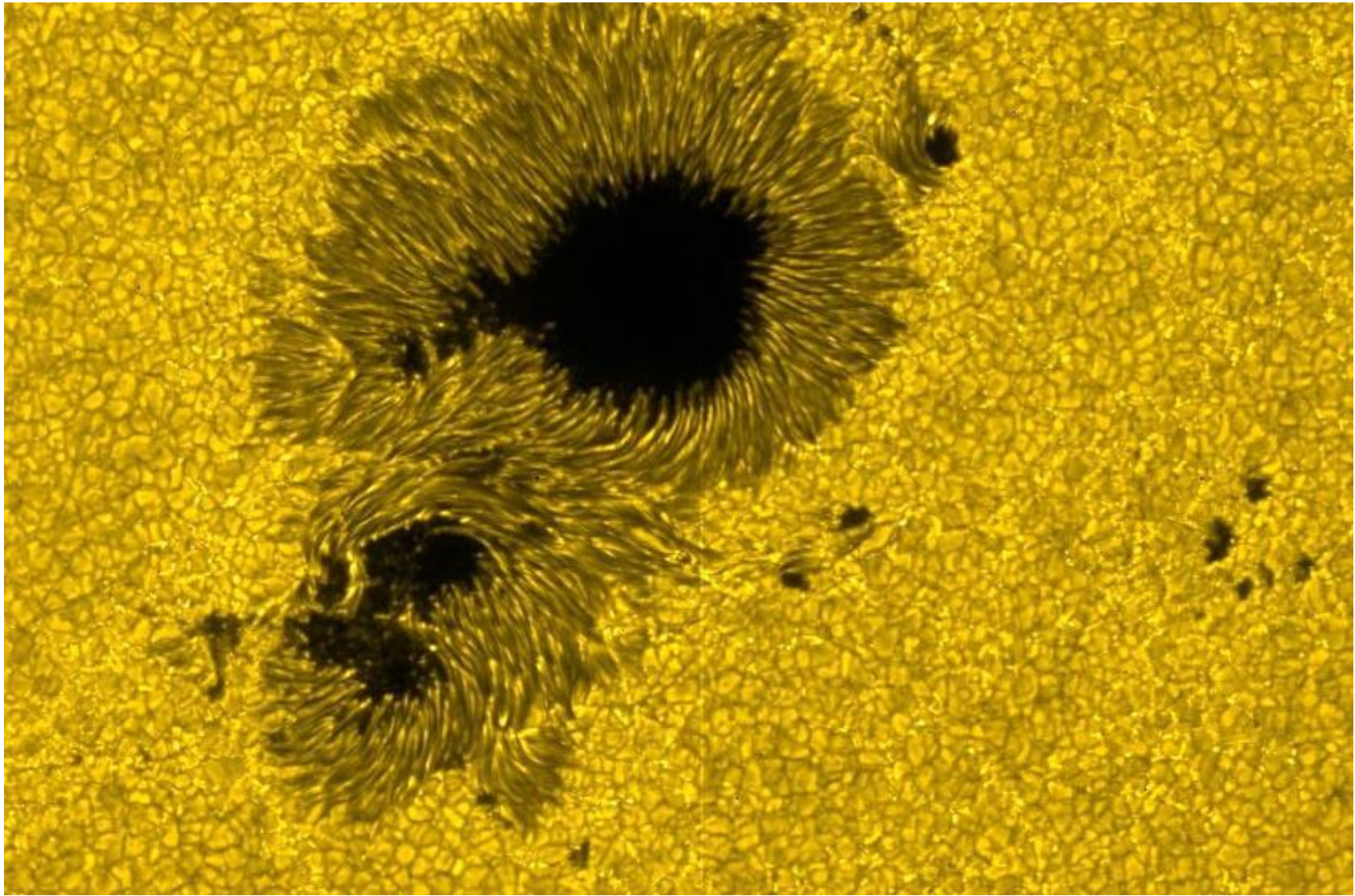




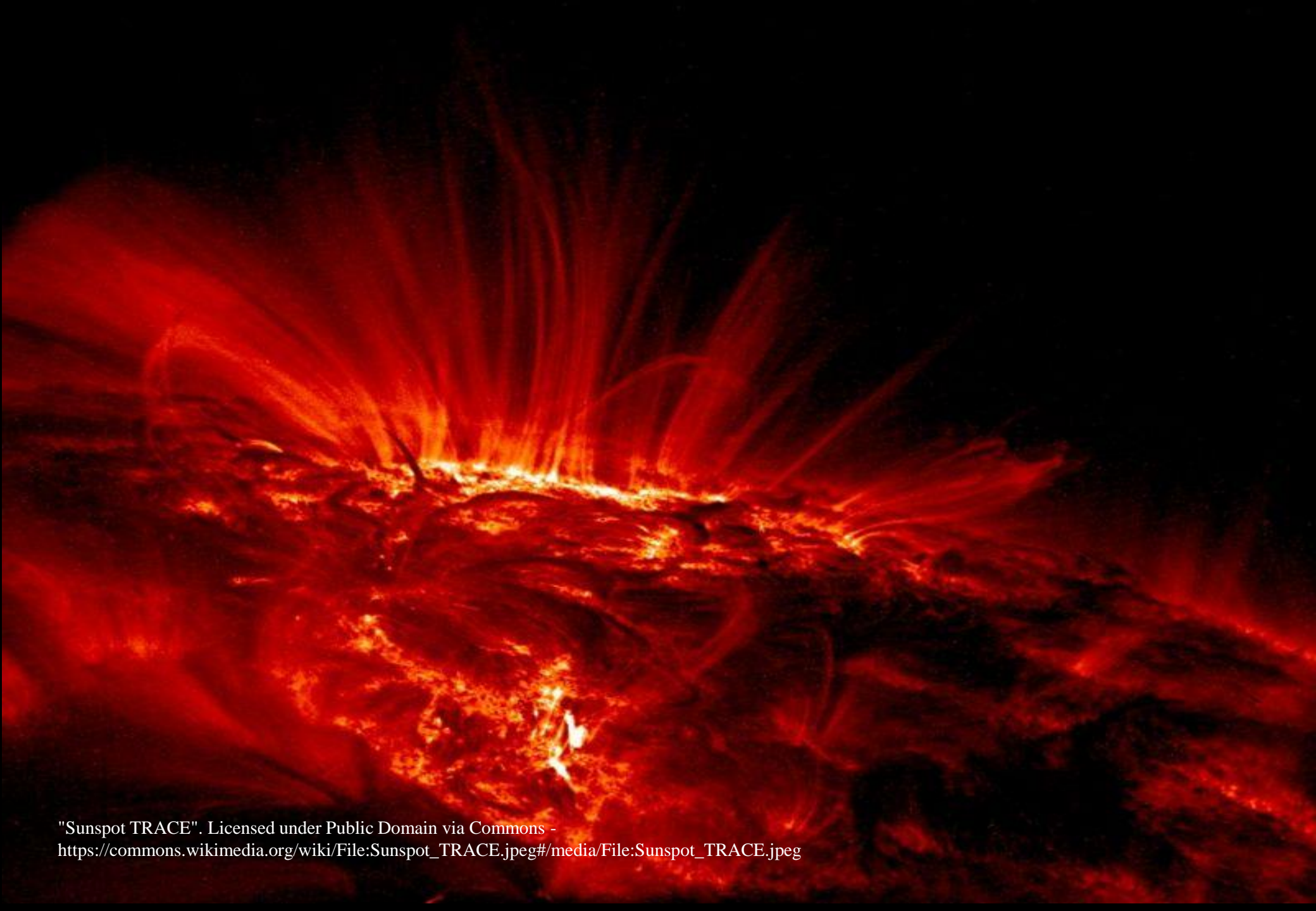
"Solar eclipse of October 23 2014 start of partial" by Tomruen - Own work.

Licensed under CC BY-SA 4.0 via Commons -

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar\\_eclipse\\_of\\_October\\_23\\_2014\\_start\\_of\\_partial.jpg#/media/File:Solar\\_eclipse\\_of\\_October\\_23\\_2014\\_start\\_of\\_partial.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_eclipse_of_October_23_2014_start_of_partial.jpg#/media/File:Solar_eclipse_of_October_23_2014_start_of_partial.jpg)



"172197main NASA Flare Gband lg-withouttext" by NASA / JAXA - [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/solar-b/solar\\_022.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/solar-b/solar_022.html). Licensed under Public Domain via Commons - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:172197main\\_NASA\\_Flare\\_Gband\\_lg-withouttext.jpg#/media/File:172197main\\_NASA\\_Flare\\_Gband\\_lg-withouttext.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:172197main_NASA_Flare_Gband_lg-withouttext.jpg#/media/File:172197main_NASA_Flare_Gband_lg-withouttext.jpg)



"Sunspot TRACE". Licensed under Public Domain via Commons - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunspot\\_TRACE.jpeg#/media/File:Sunspot\\_TRACE.jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunspot_TRACE.jpeg#/media/File:Sunspot_TRACE.jpeg)

# *Magnetic Structure of Sunspots*

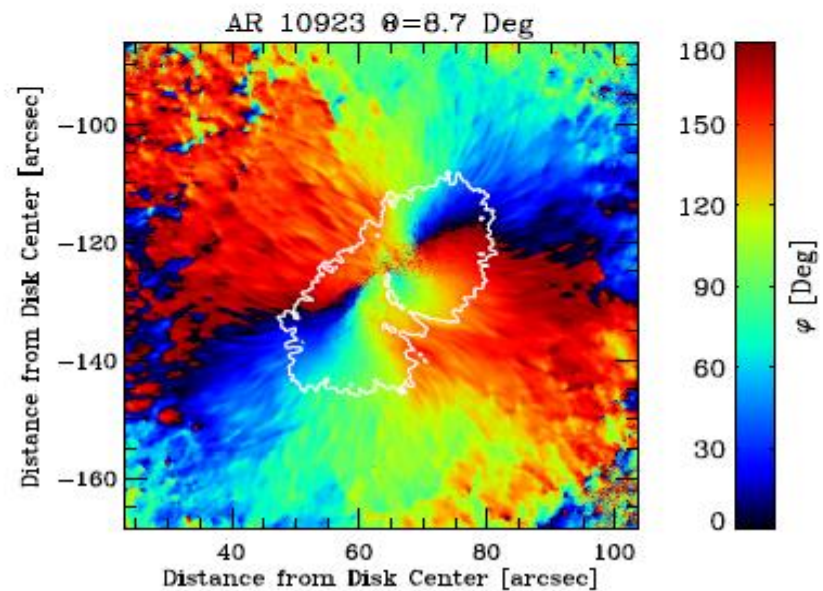
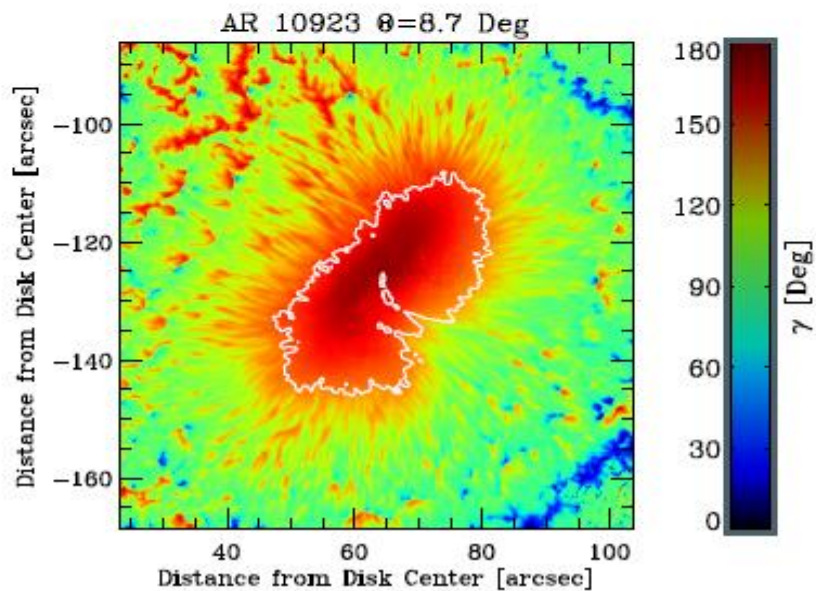
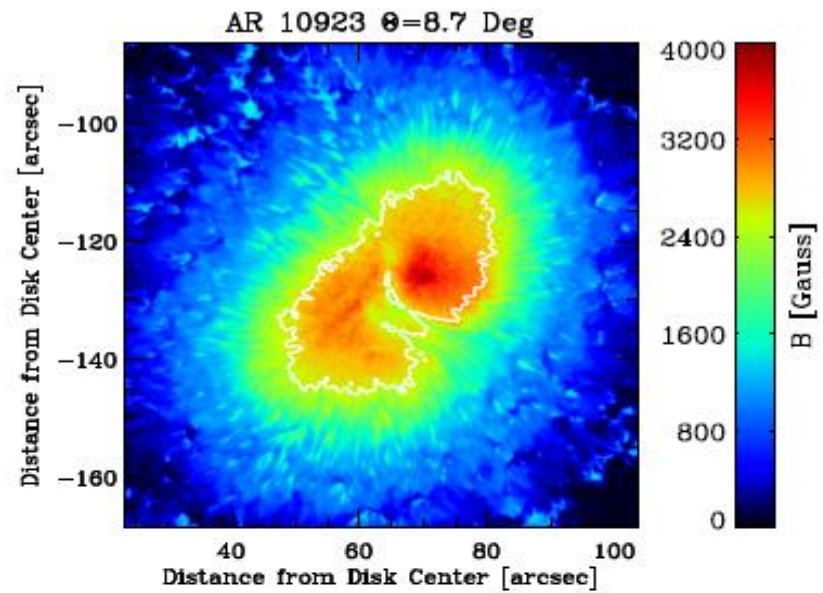
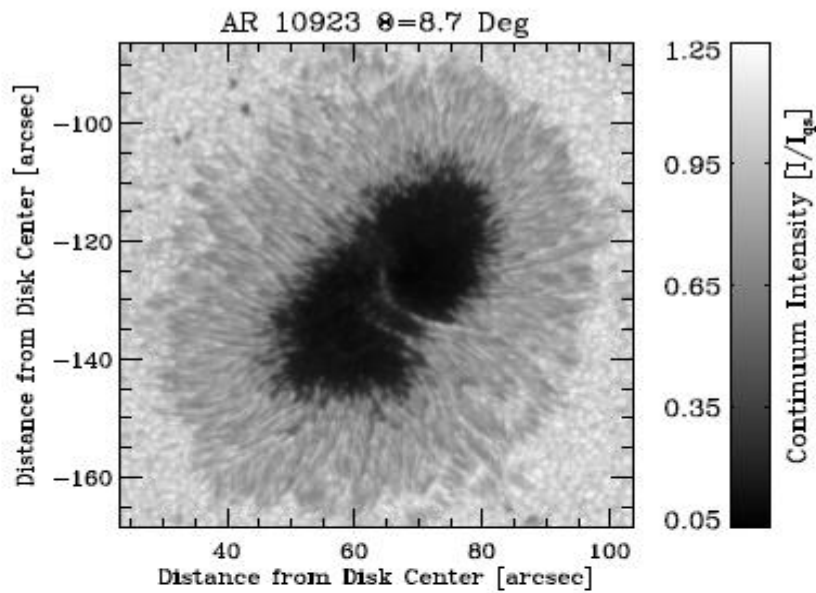
Juan M. Borrero

Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik  
Schönneckstr. 6, D-79104 Freiburg, Germany  
email: [borrero@kis.uni-freiburg.de](mailto: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](mailto:ichimoto@kwasan.kyoto-u.ac.jp)

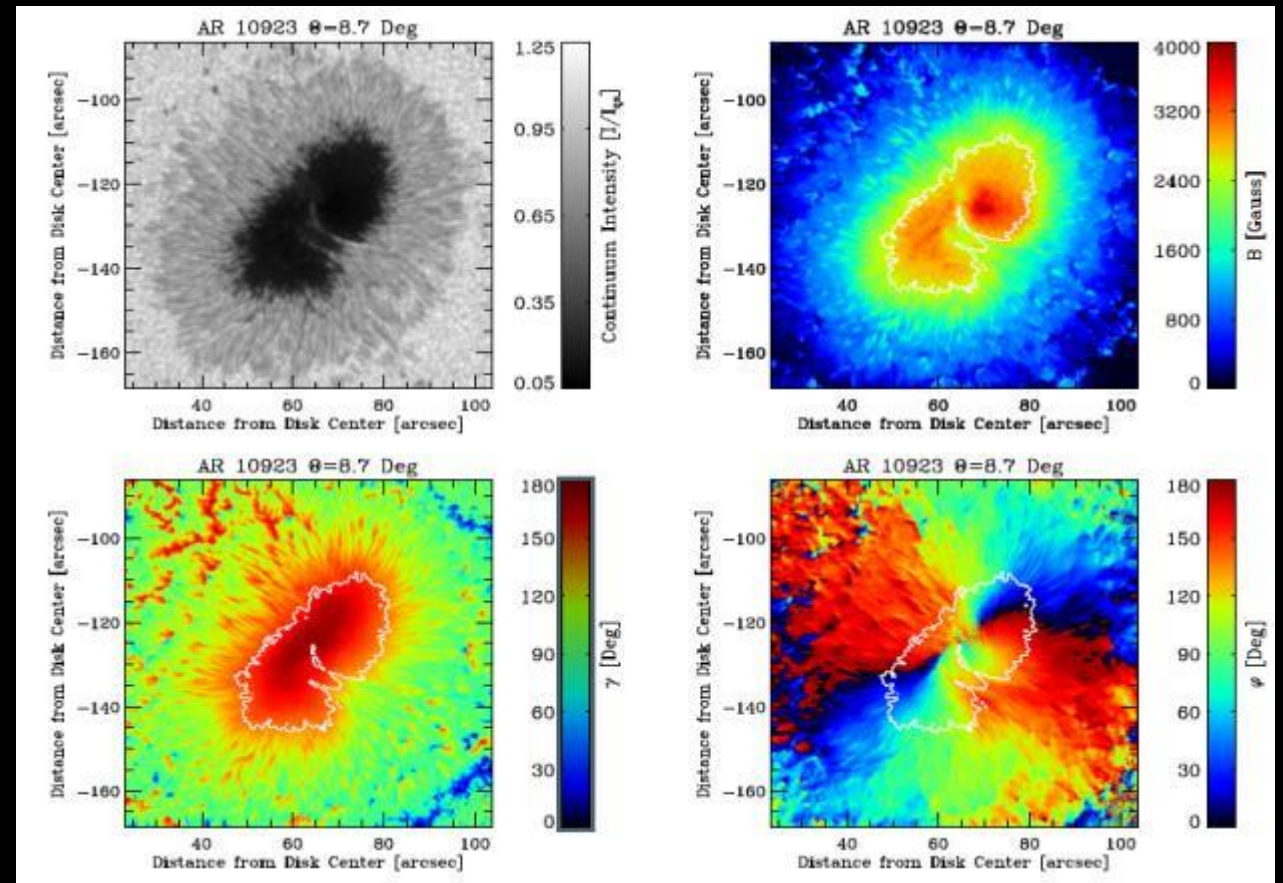
Living Rev. Solar Phys., 8, (2011), 4  
<http://www.livingreviews.org/lrsp-2011-4> *in solar physics*



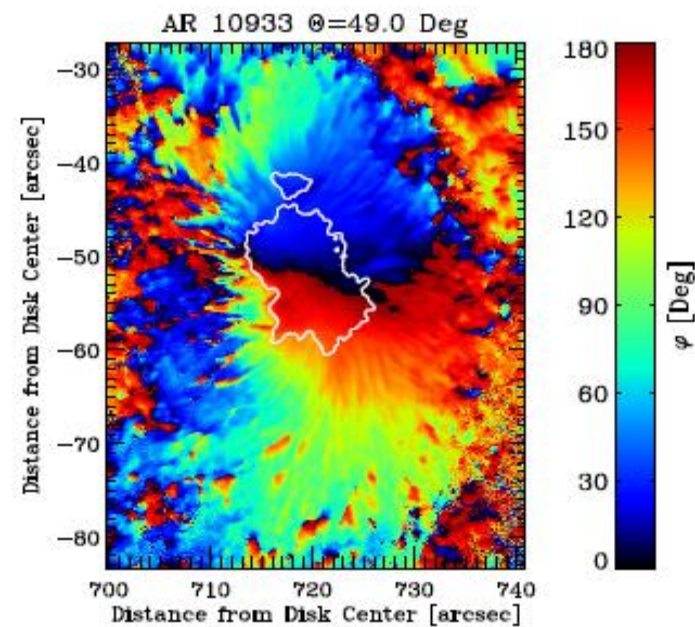
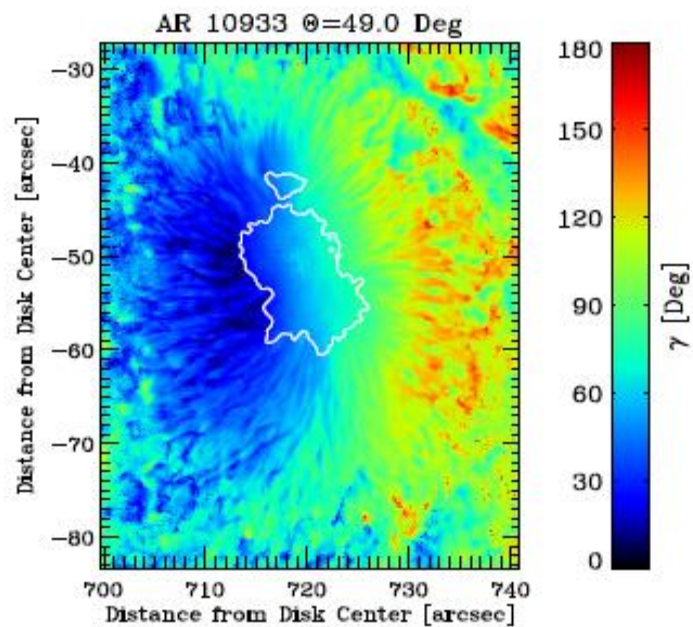
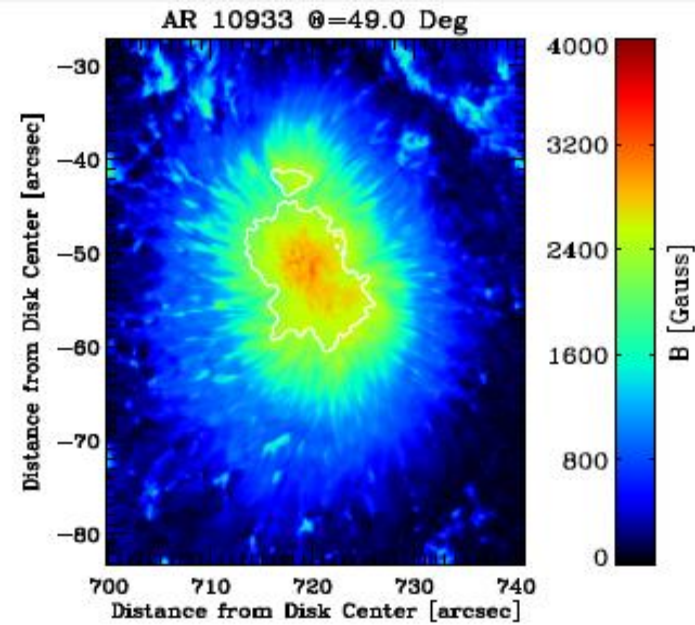
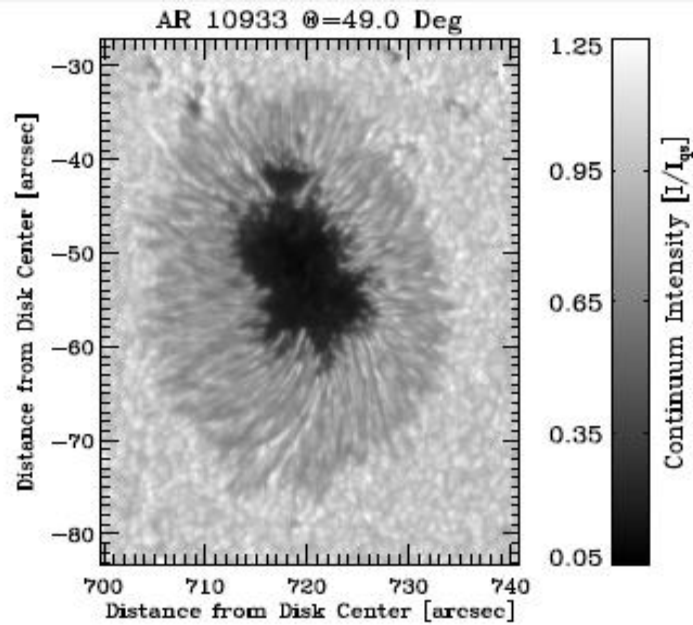
the inclination and  
the azimuth of the  
magnetic field,  $\zeta$ ,  $\Psi$

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

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

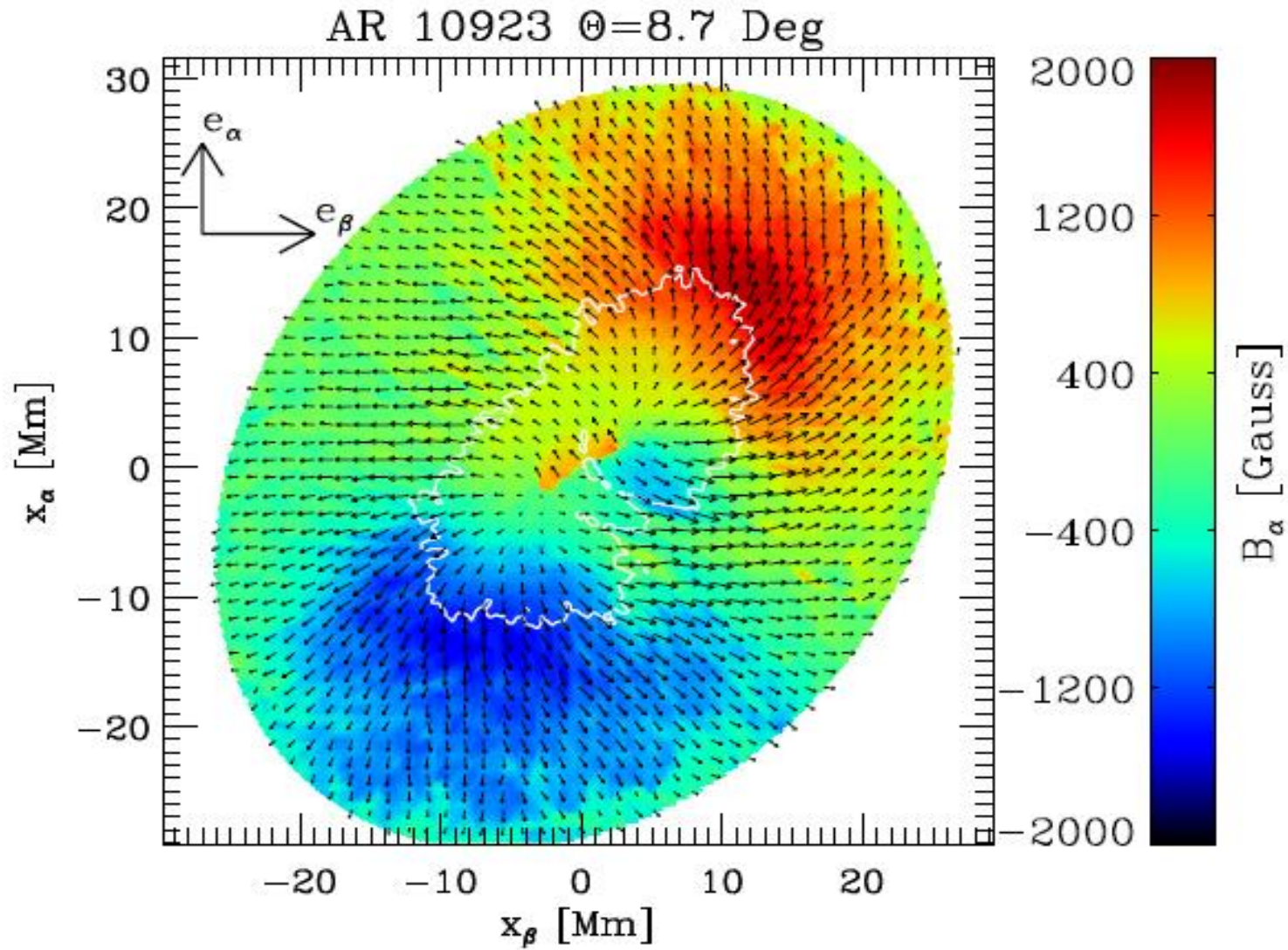


magnetic field vector in the sunspot AR 10923, observed on November 14, 2006 close to disk center ( $\Theta = 8.7^\circ$  at the umbral center). The upper-left panel displays the normalized (to the quiet Sun value) continuum intensity at 630 nm. The upper-right panel displays the total magnetic field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

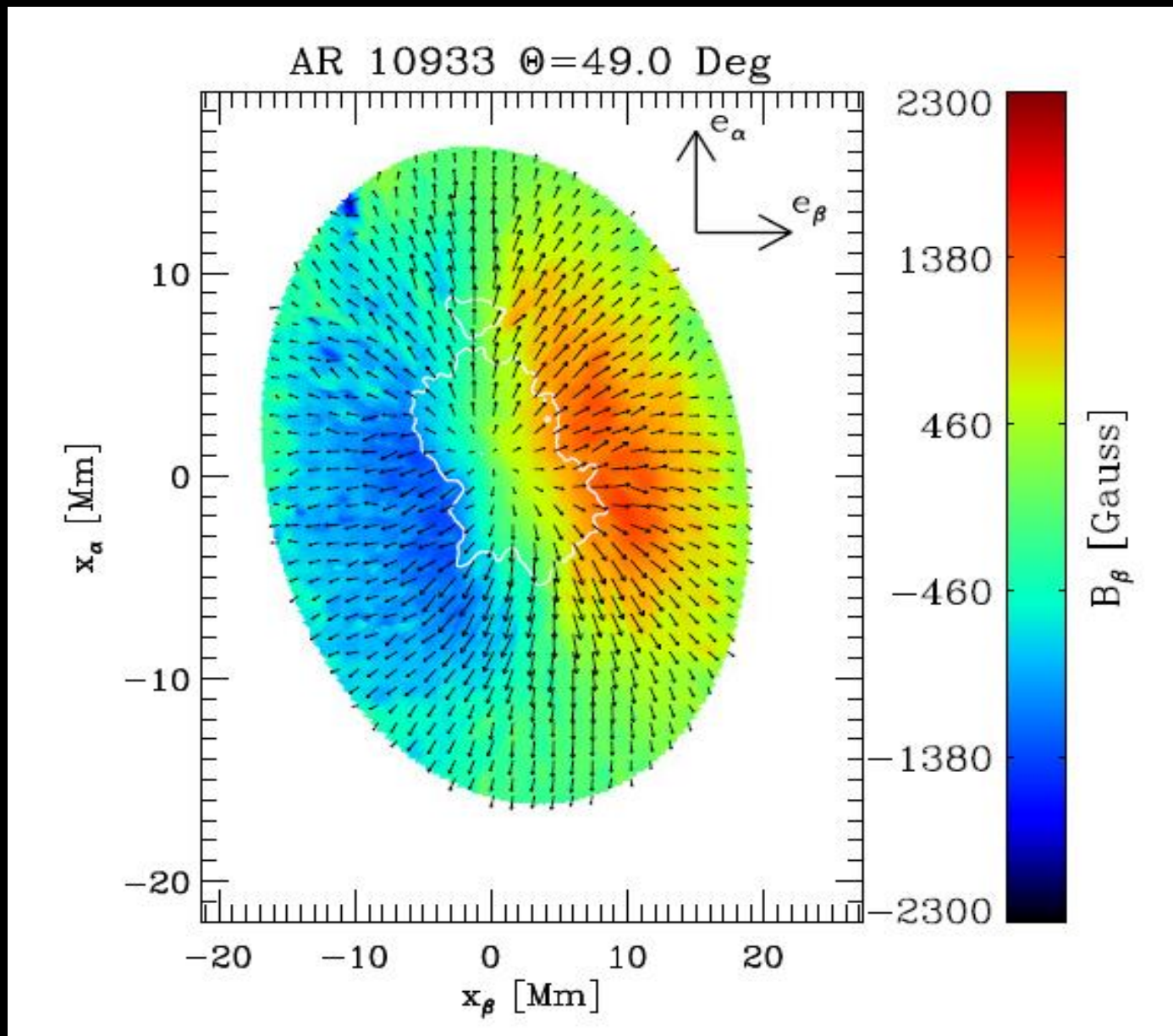


Same as Figure 2 but for the sunspot AR 10933, observed on January 9, 2007 close to the limb ( $\Theta = 49.0^\circ$  at the umbral center).

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







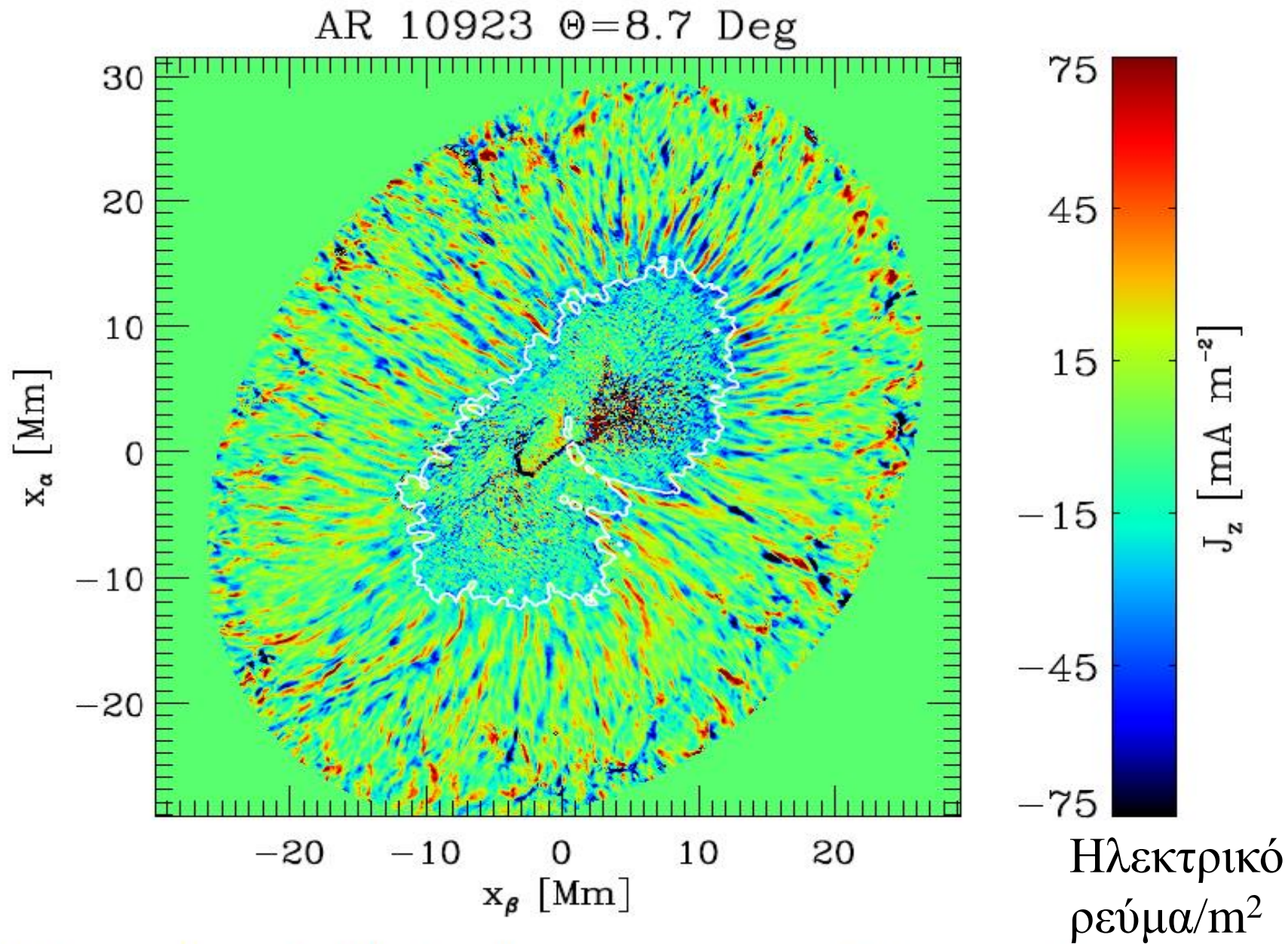
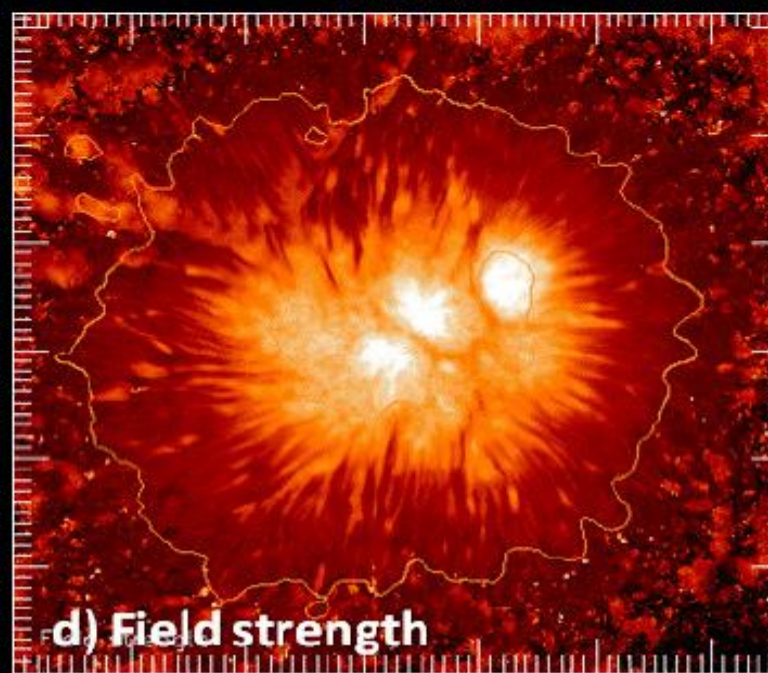
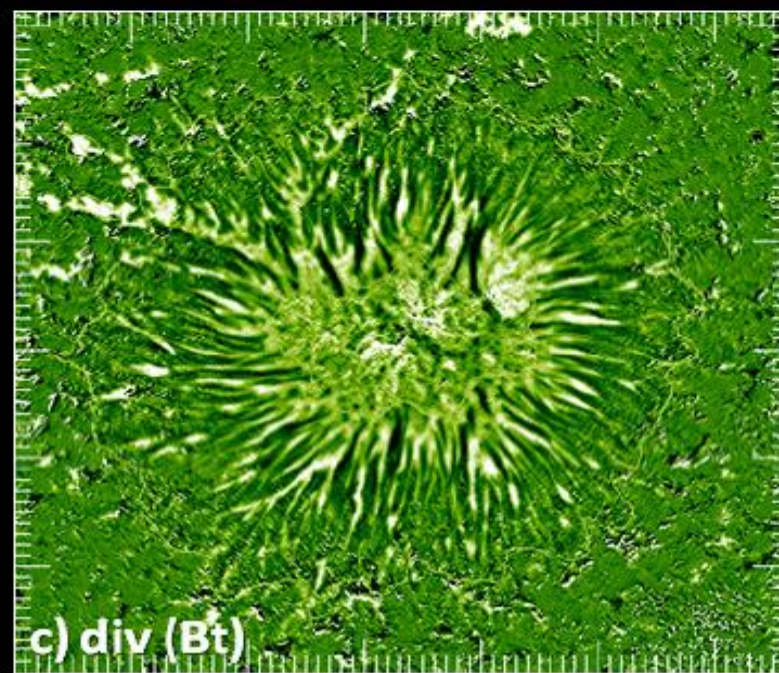
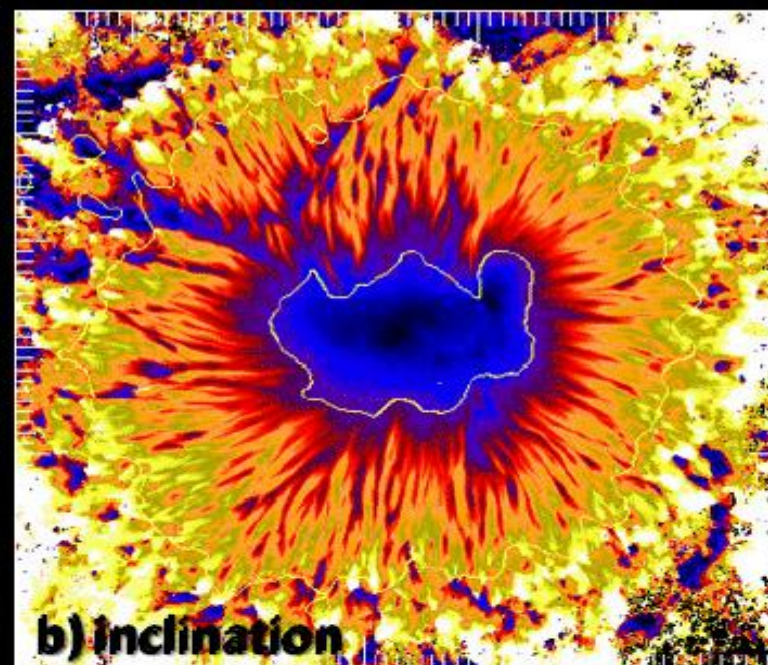
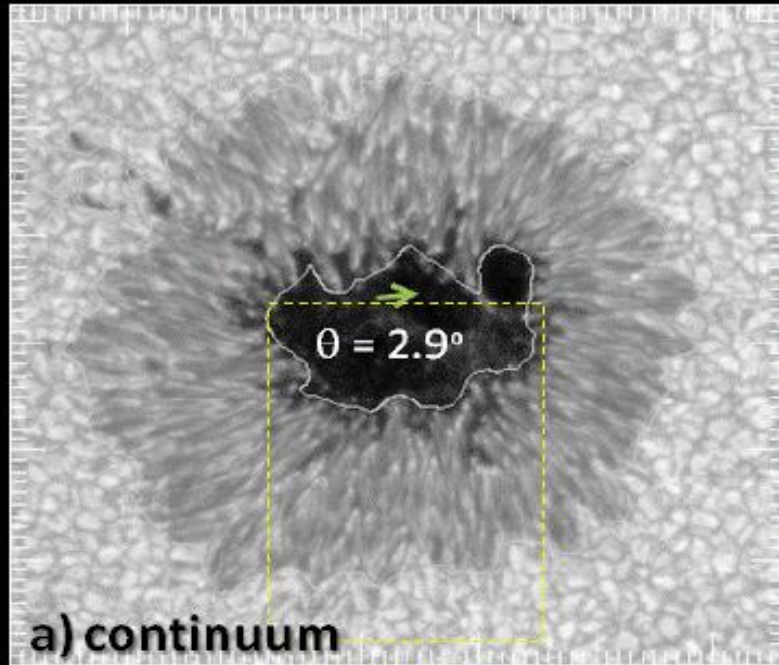
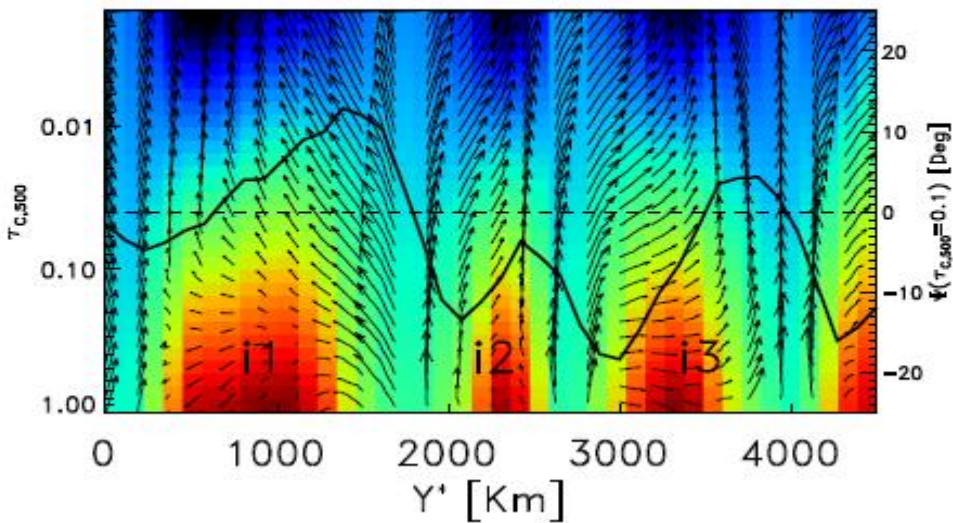
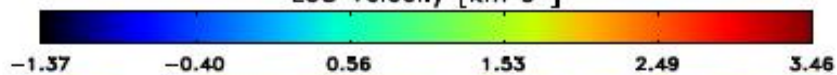
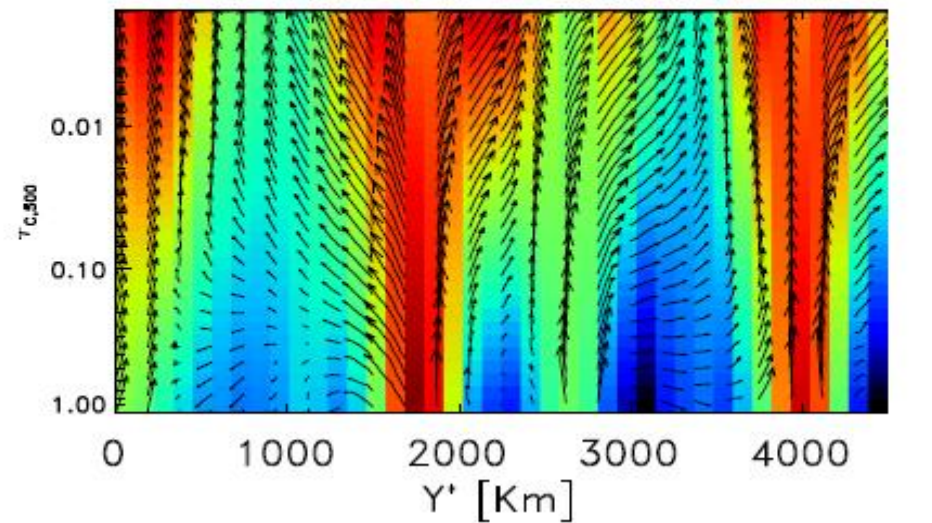
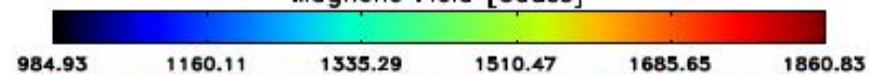
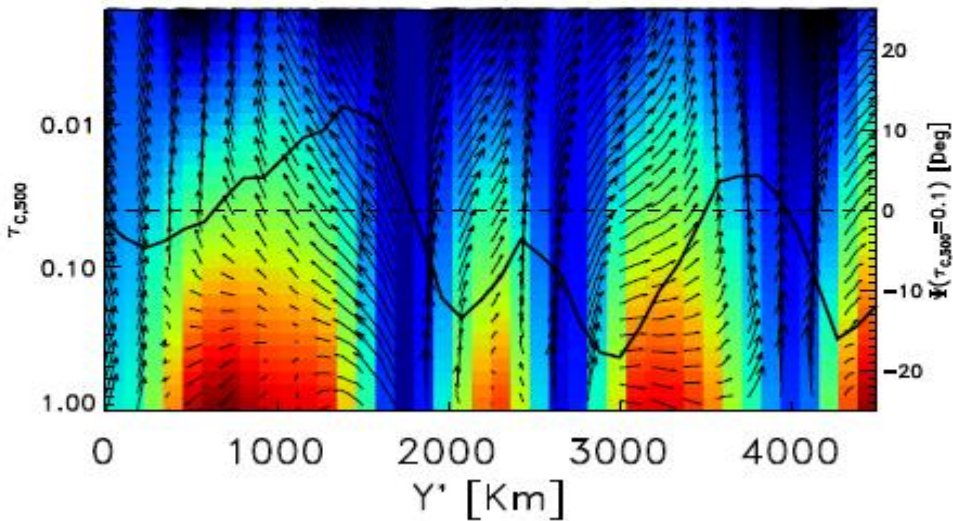
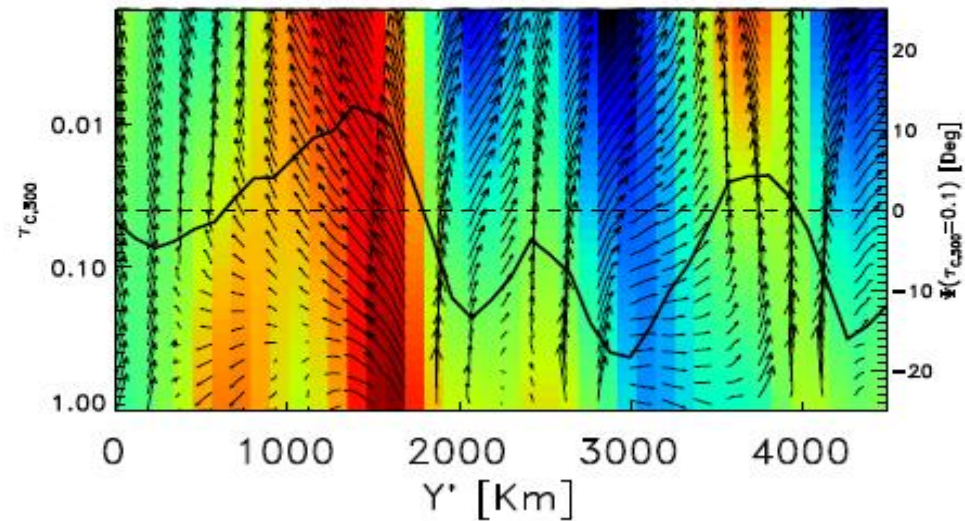
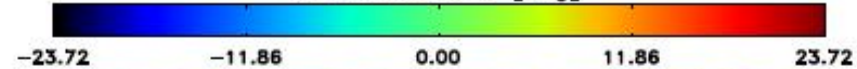


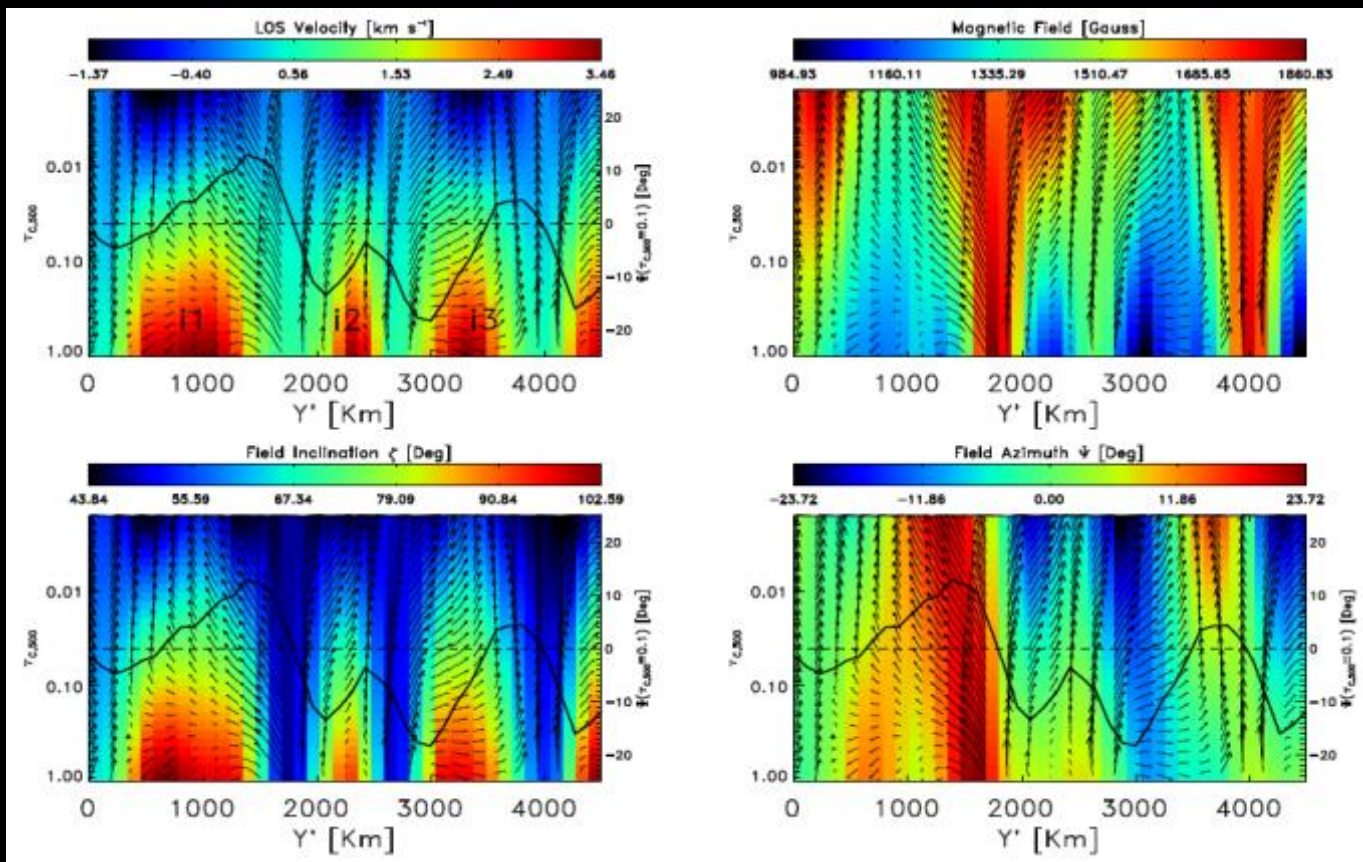
Figure 14: Same as Figures 4–8 but for the vertical component of the current density vector  $j_z$  (or  $j_\rho$ )



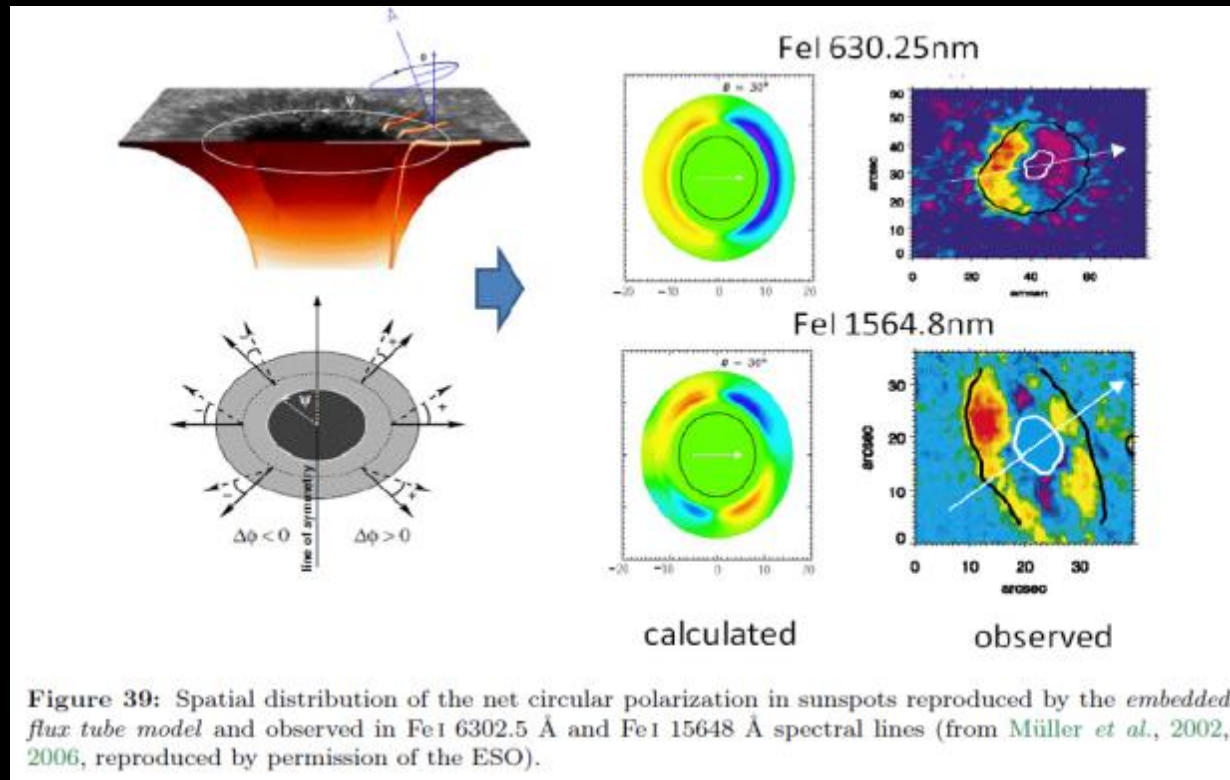
LOS Velocity [km s<sup>-1</sup>]

Magnetic Field [Gauss]

Field Inclination  $\zeta$  [Deg]Field Azimuth  $\Psi$  [Deg]



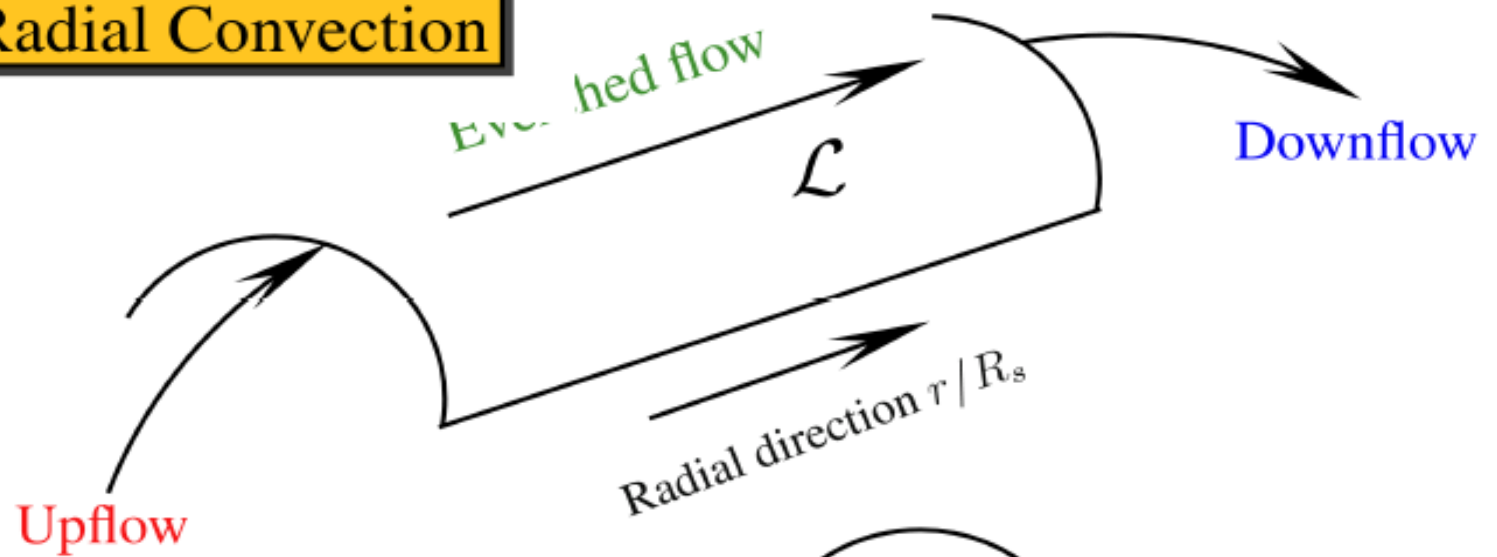
Vertical stratification (optical depth  $\tau_c$ ) of the physical parameters in the penumbra. The horizontal axis is the azimuthal direction around the penumbra and, therefore, it is perpendicular to the radial penumbral filaments. Upper-left panel: line-of-sight velocity  $V_{los}$ . Upper-right: total magnetic field strength  $B$ . Lower-left: inclination of the magnetic field vector with respect to the normal vector to the solar surface  $\zeta$  (see Equation 10). Lower-right: azimuth of the magnetic field vector  $\Psi$  (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



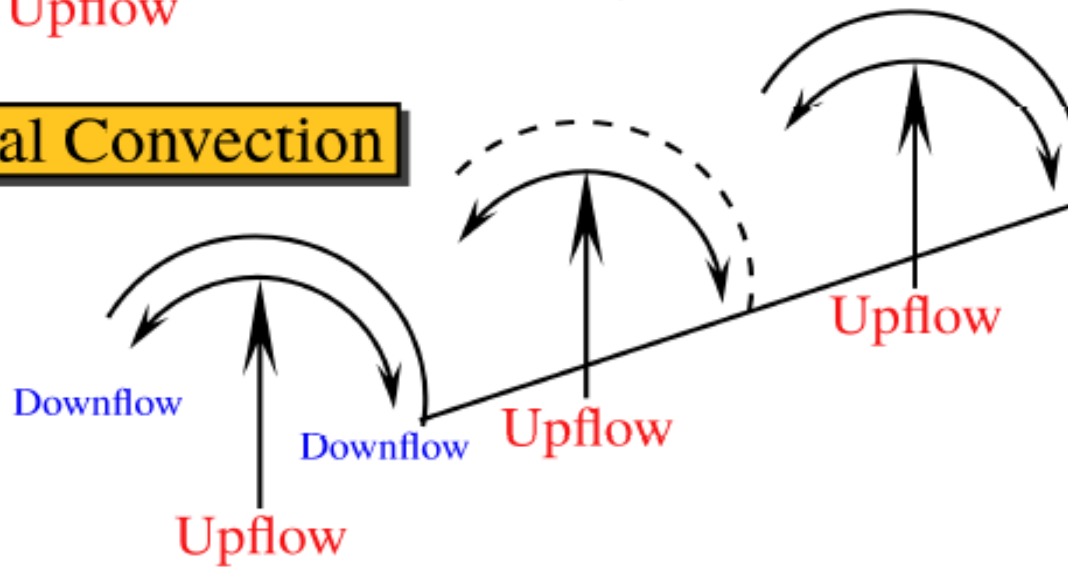
## *Ενσωματωμένος σωλήνας ροής, embedded flux-tube model*

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:.

## Radial Convection



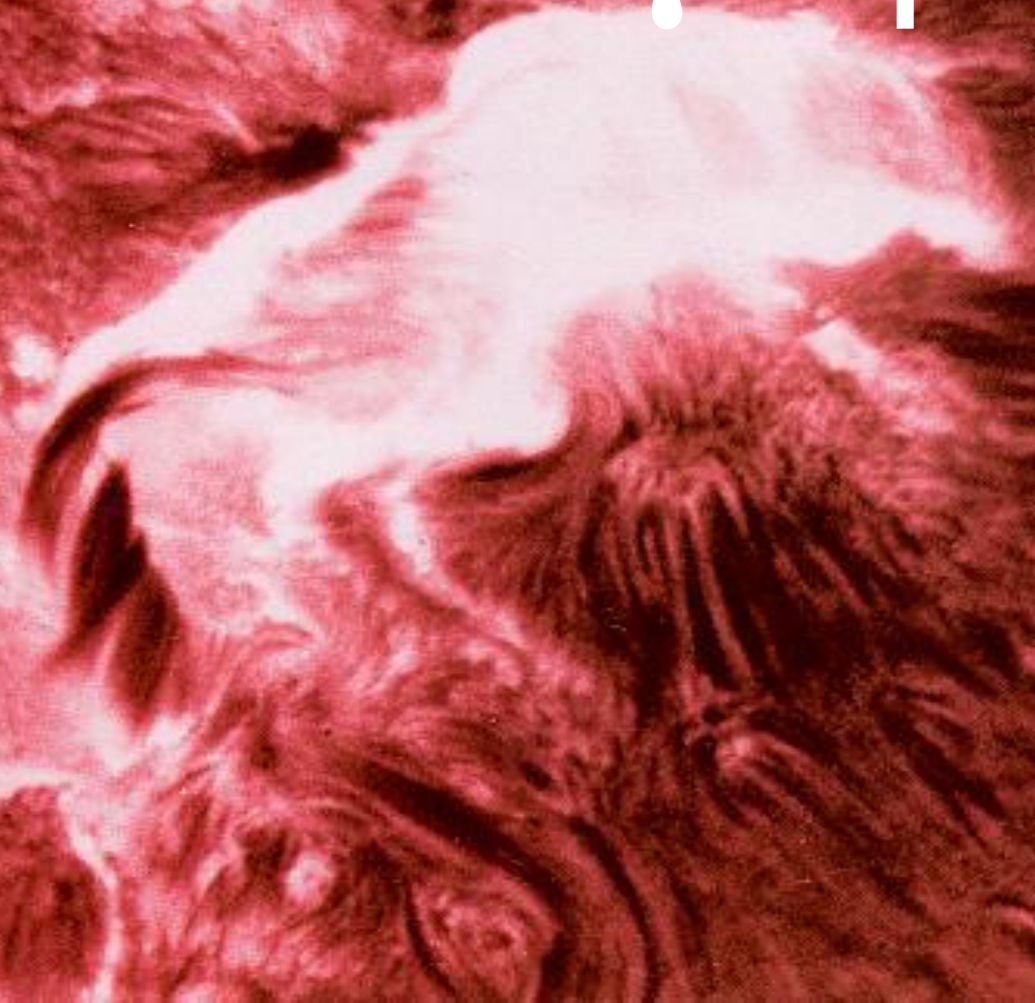
## Azimuthal Convection

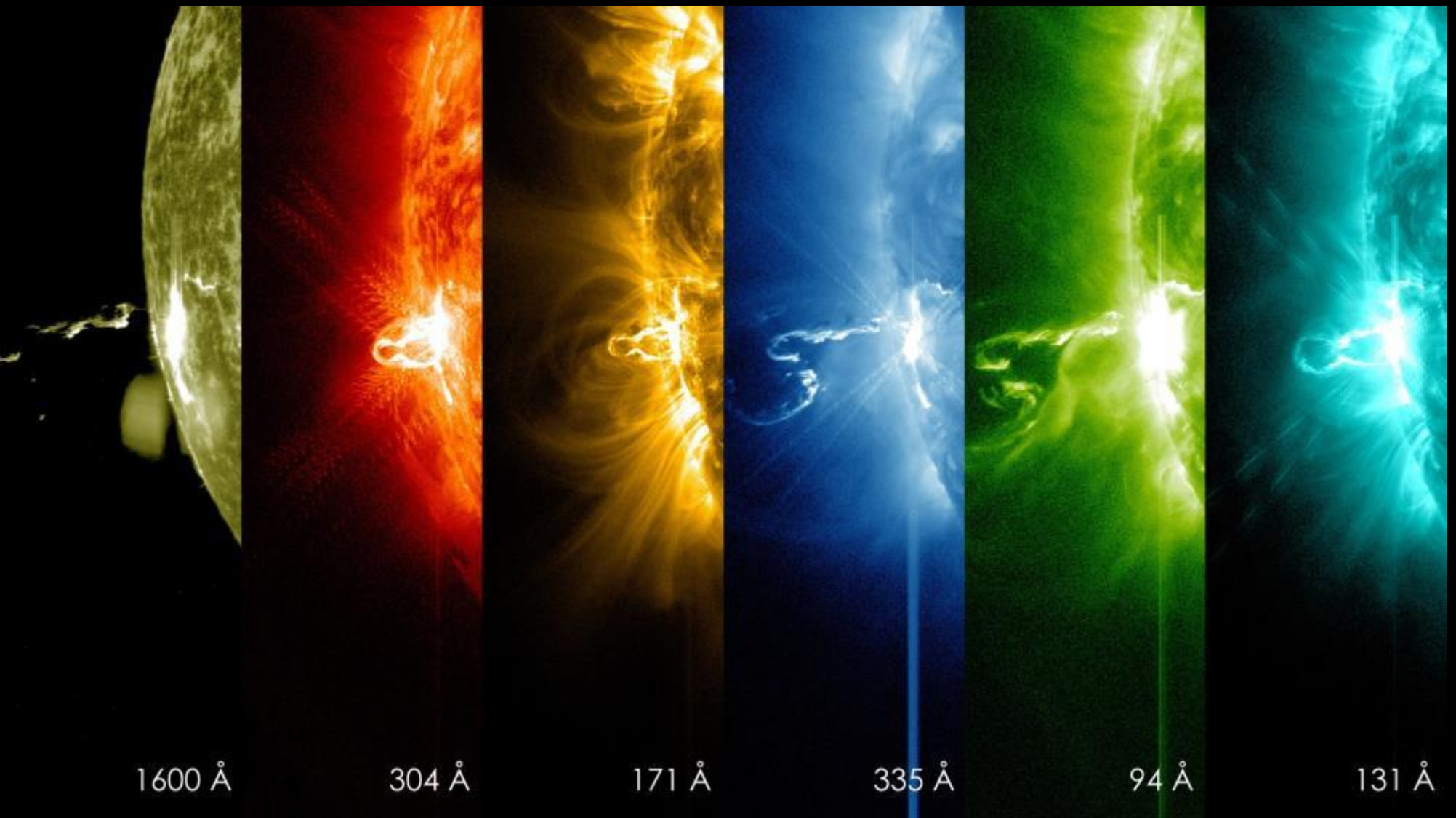


# Εκλάμψεις και εκτοξεύσεις στεμματικού υλικού (CMEs, coronal mass ejections)



# έκλαμψη

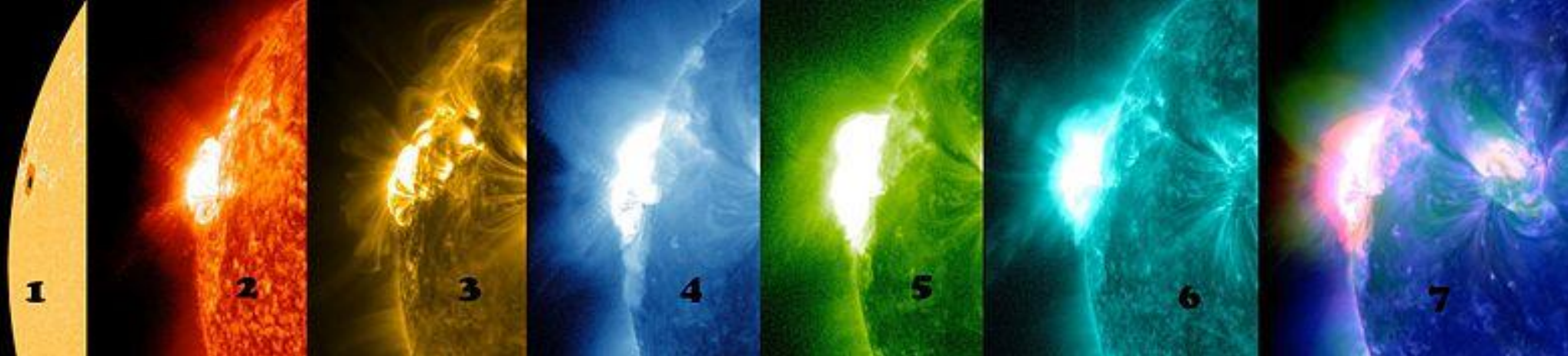




### NASA's SDO Shows Images of Significant Solar Flare

Caption: These SDO images from 7:25 p.m. EST on Feb. 24, 2014, show the first moments of an X-class flare in different wavelengths of light -- seen as the bright spot that appears on the left limb of the sun. Hot solar material can be seen hovering above the active region in the sun's atmosphere, the corona.

Credit: NASA/SDO

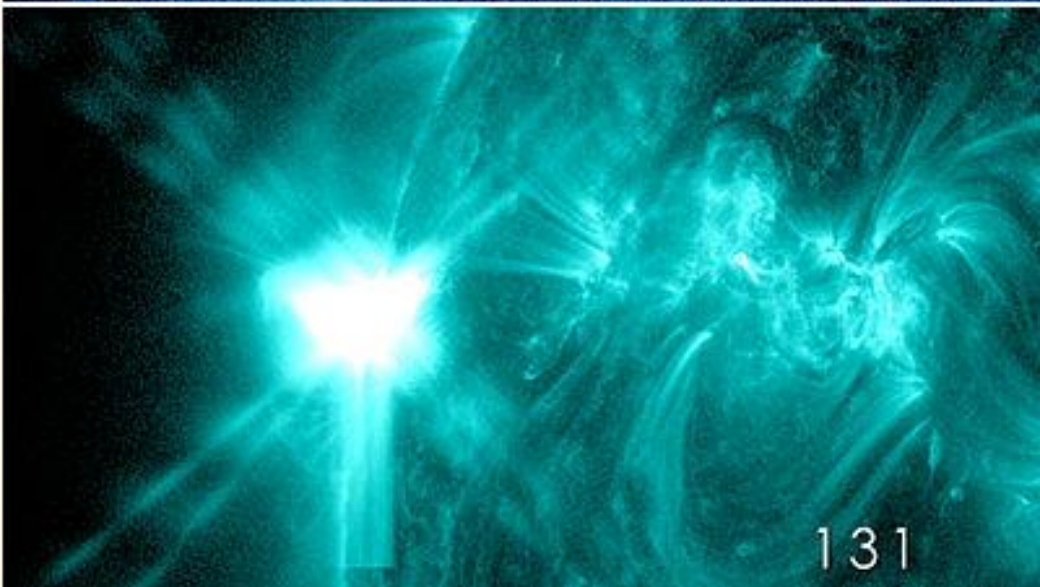
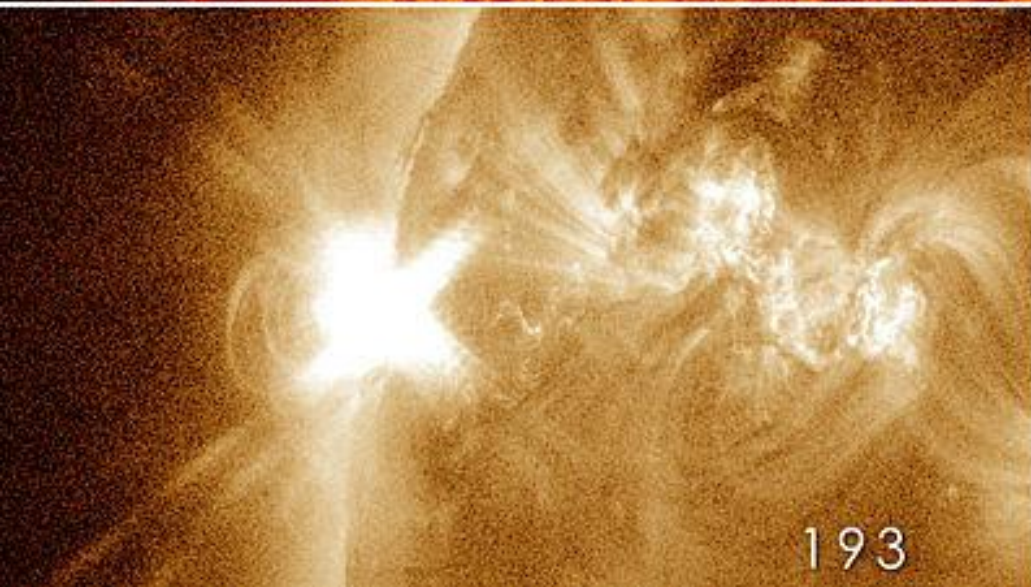
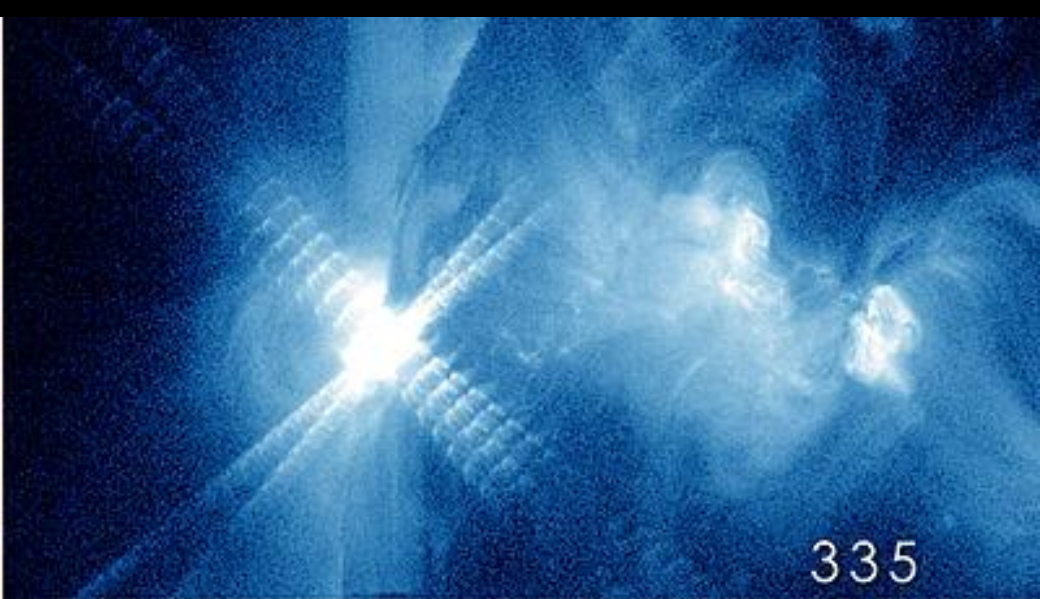
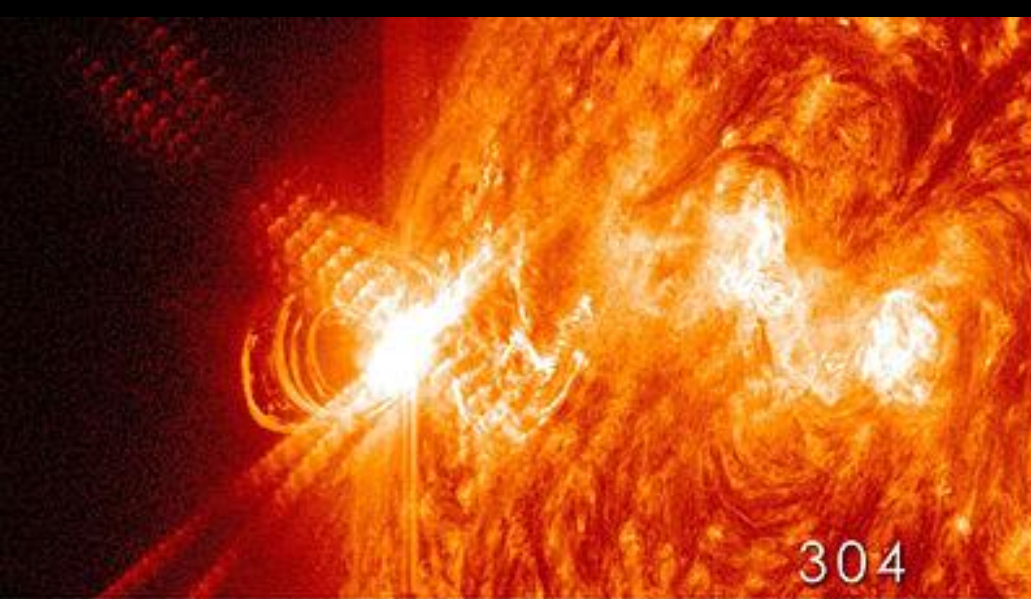


φωτογραφίες σε διάφορα μήκη κύματος μιας μεγάλης έκλαμψης του Ηλίου τύπου X1 (Σεπτέμβρης 2011). Από το διαστημόπλοιο SDO,

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  $\sim 2.500000$  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  $\sim 10000000$ . Σύνθετη εικόνα (τρεις εικόνες μαζί) σε μήκη κύματος 094, 335, 193



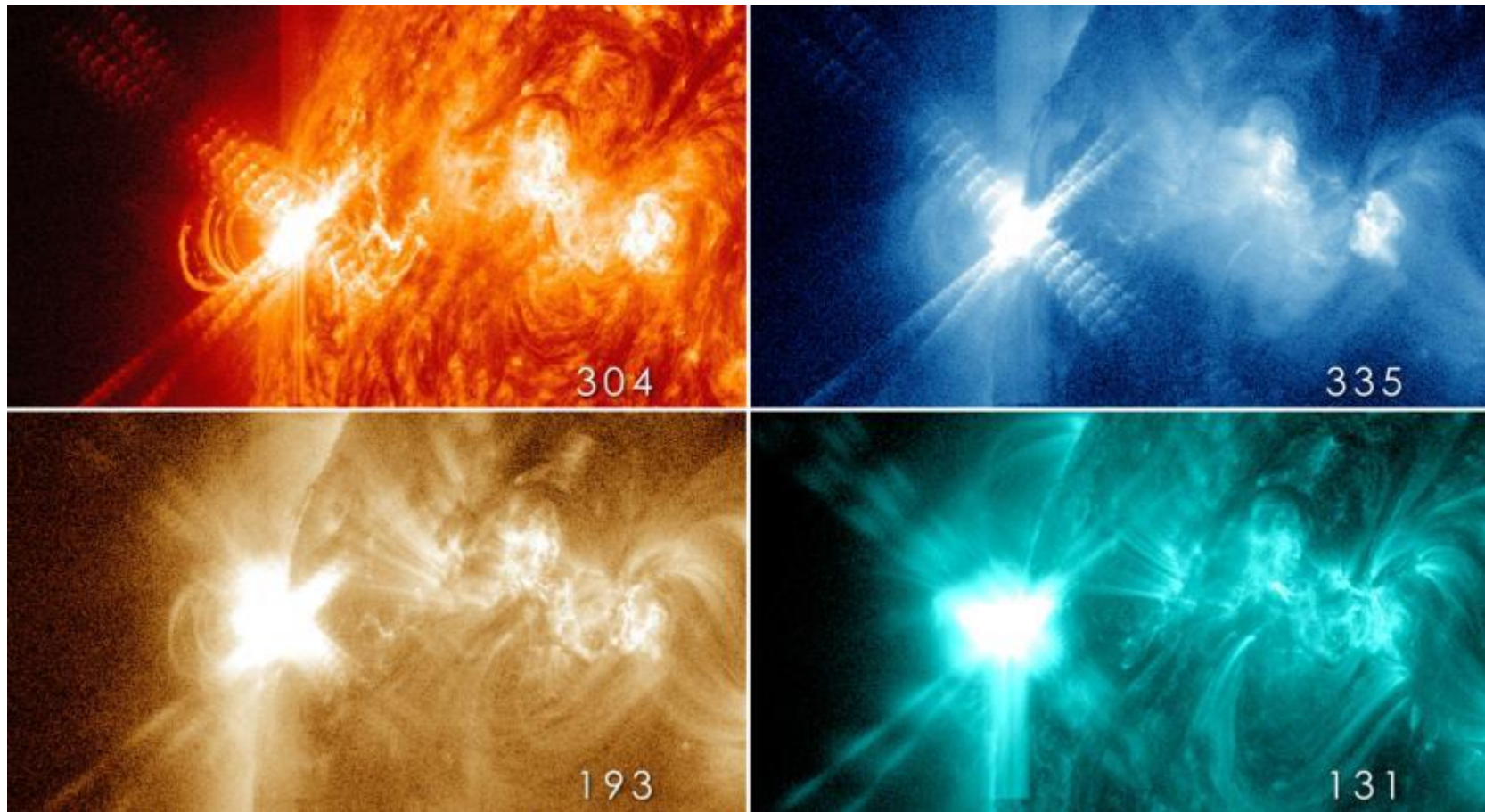
Ηλιακή εκρήξη από το διαστημόπλοιο SDO



By NASA/SDO (NASA website) [Public domain], via Wikimedia Commons



**Έκλαμψη 31 Αυγ. 2012, SDO, NASA**



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  $\sim 2.500000$  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/mission_pages/sunearth/news/News051213-flare.html)

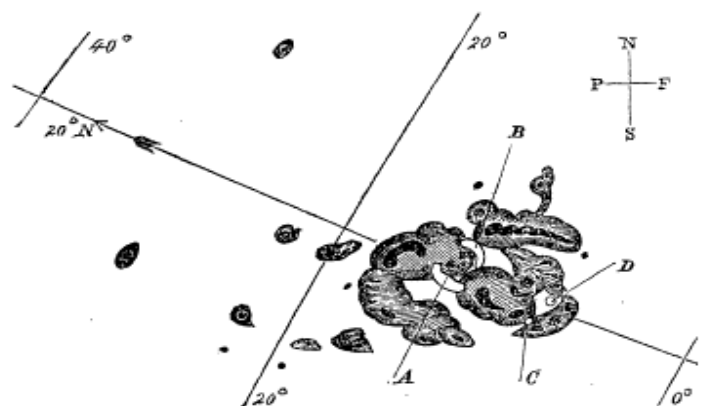
[http://www.nasa.gov/sites/default/files/images/748608main\\_May\\_14\\_X3.2\\_Four.jpg](http://www.nasa.gov/sites/default/files/images/748608main_May_14_X3.2_Four.jpg)

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.

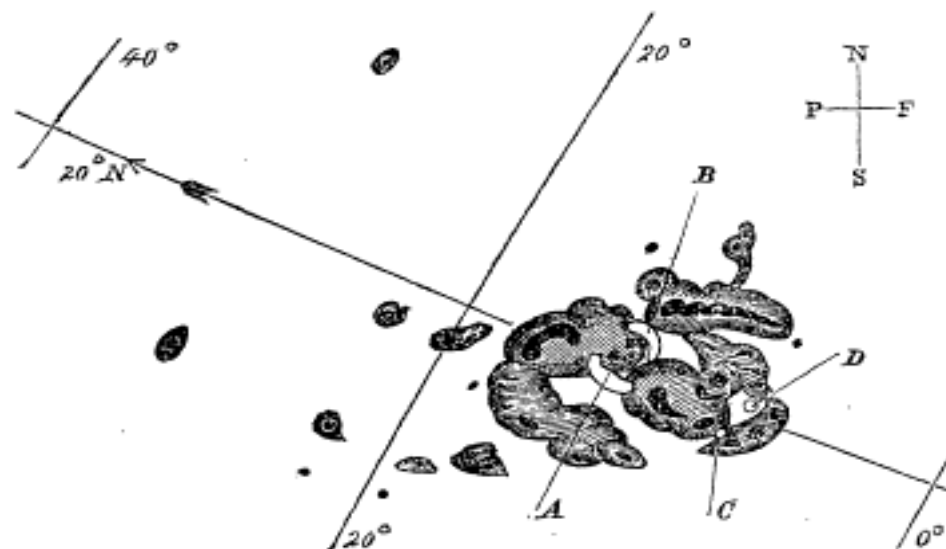
*Pulkowa, October, 1859.*

*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



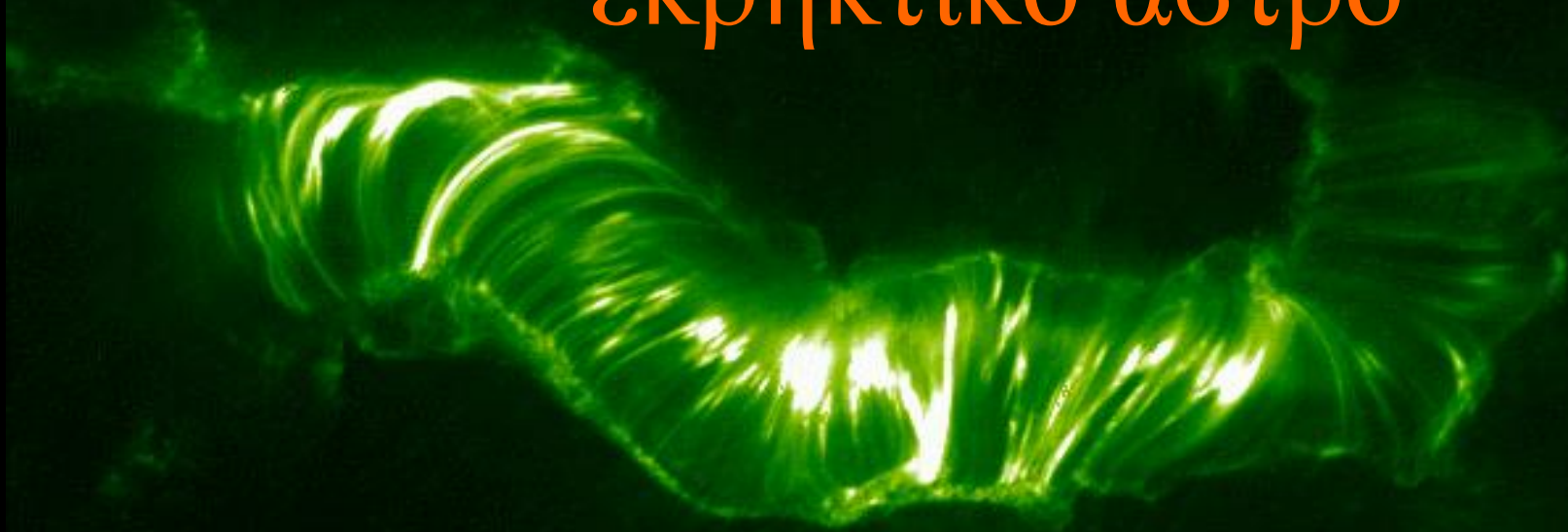
first impression was that by some chance a ray of light had penetrated a hole in the screen attached to the object-glass, by

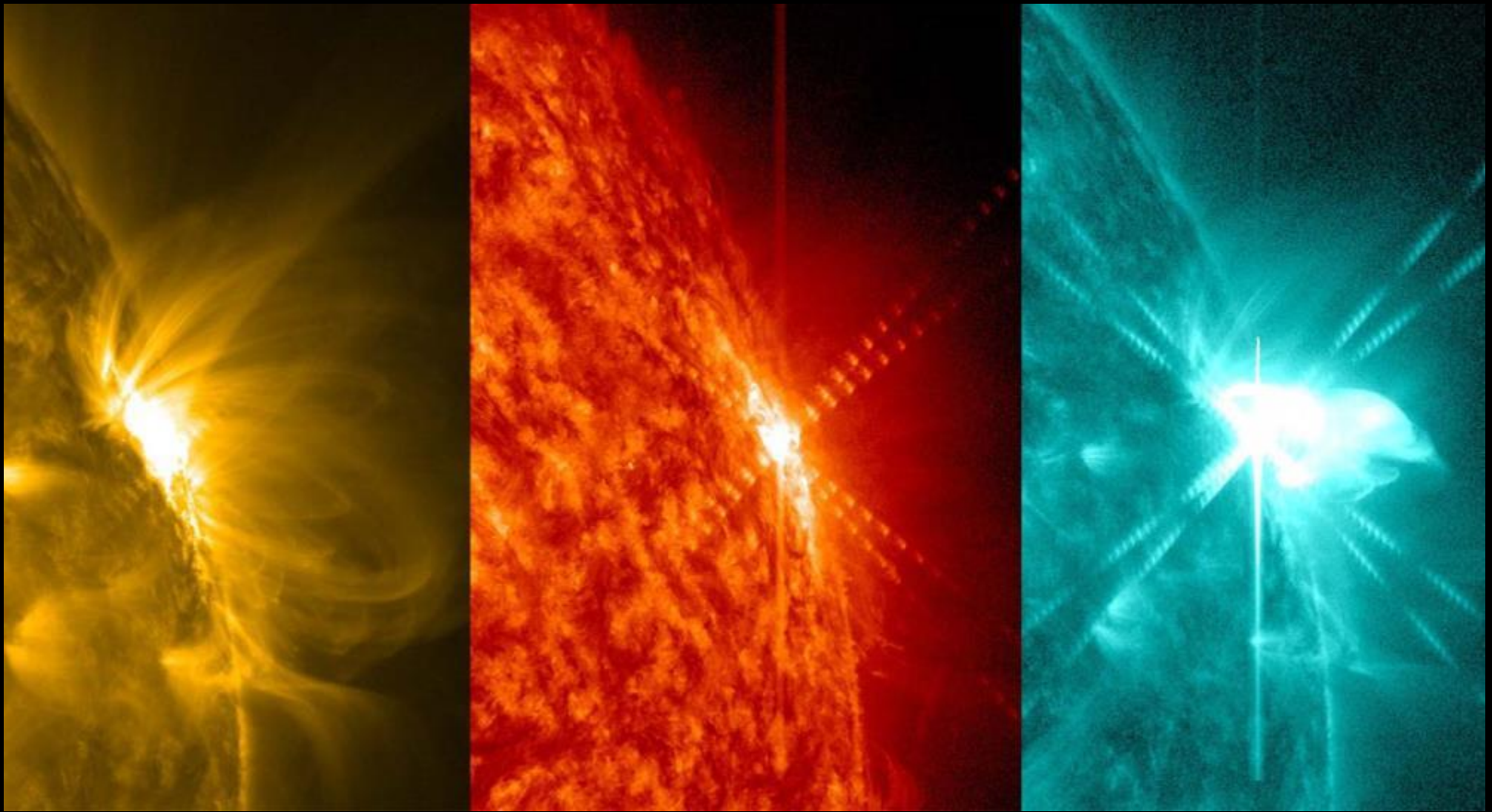


first impression was that by some chance a ray of light had penetrated a hole in the screen attached to the object-glass, by

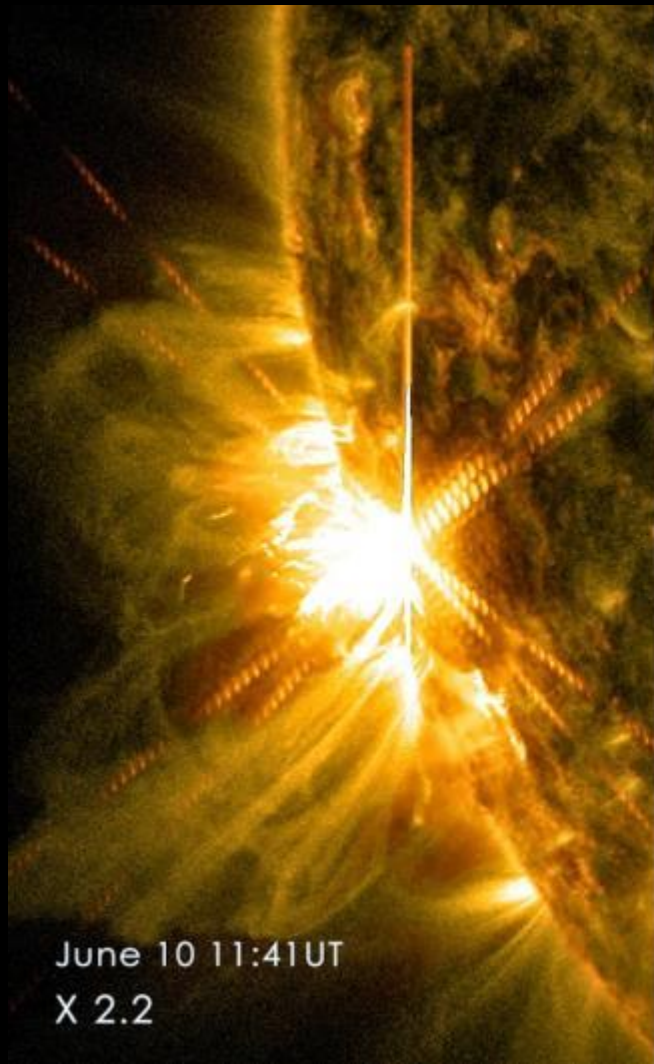


# Ο Ήλιος ένα εκρηκτικό άστρο



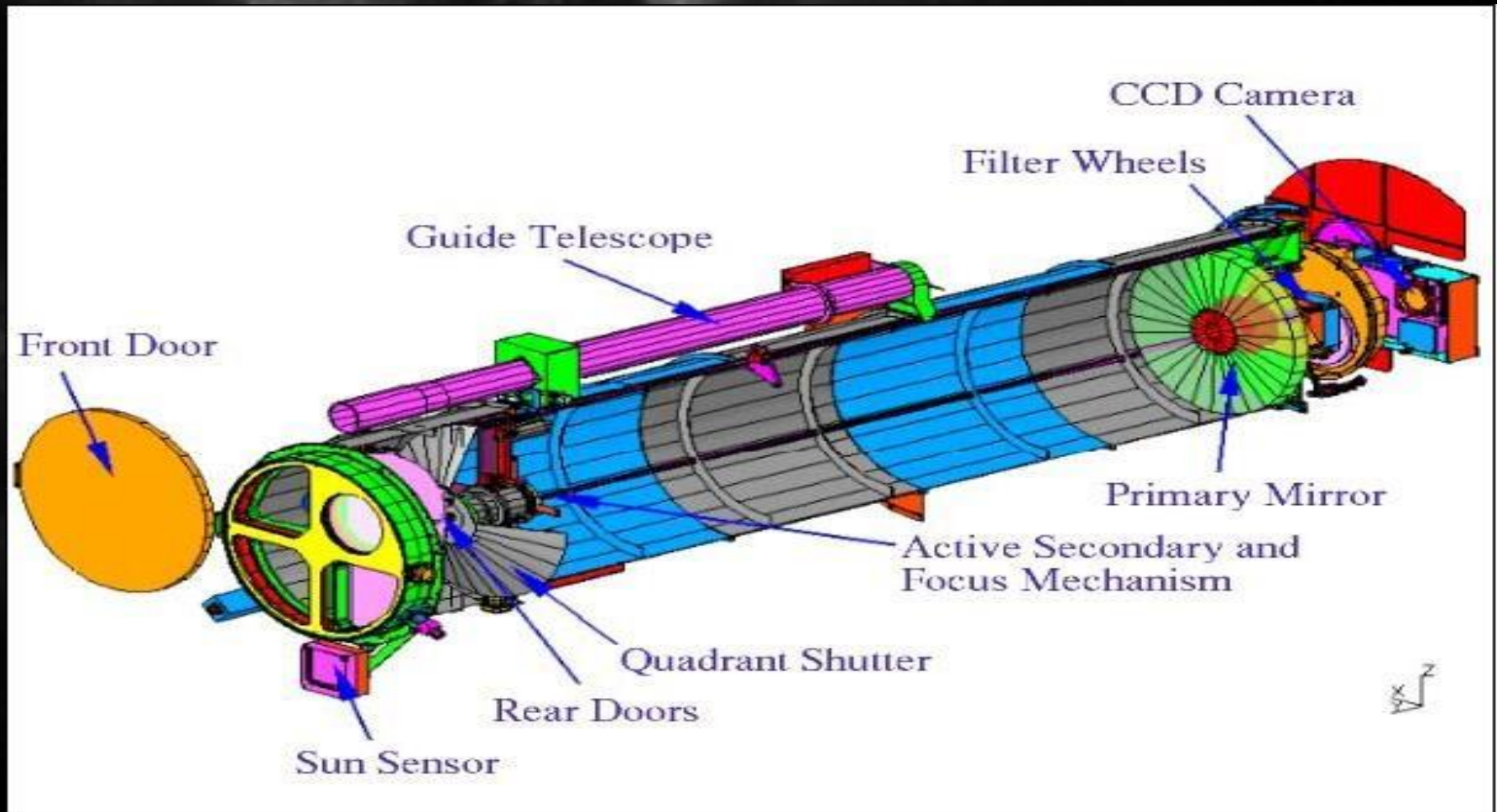


*NASA/SDO/Goddard Space Flight Center, 12 Μαρτίου 2014*



Τρεις Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο SDO

# Ηλιακές εκρήξεις με παρατηρήσεις από το διαστημόπλοιο TRACE Διάγραμμα του LMSAL



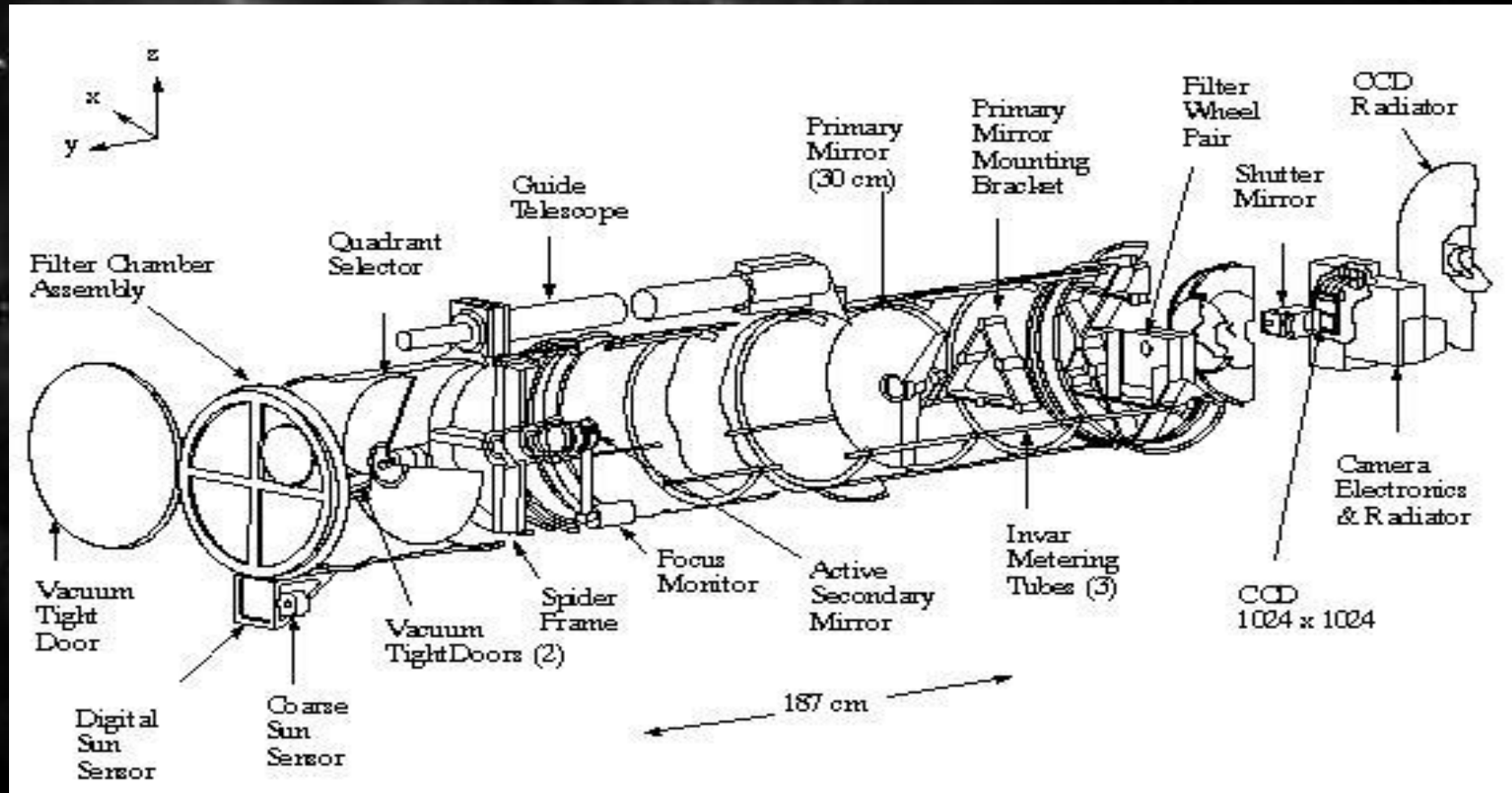
Ηλιακές εκρήξεις με παρατηρήσεις από το διαστημόπλοιο TRACE


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](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

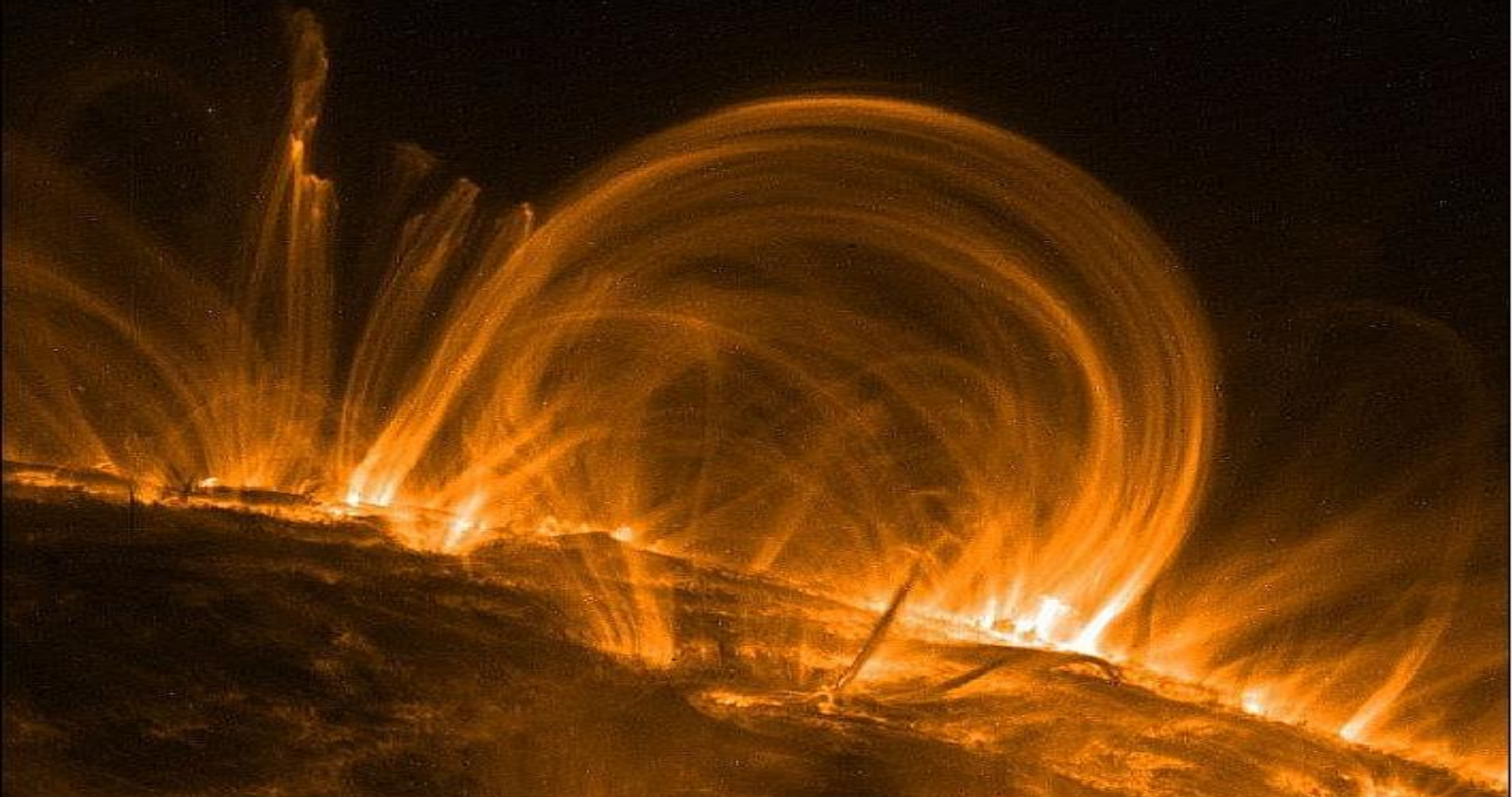


# Ηλιακές εκρήξεις από το διαστημόπλοιο TRACE

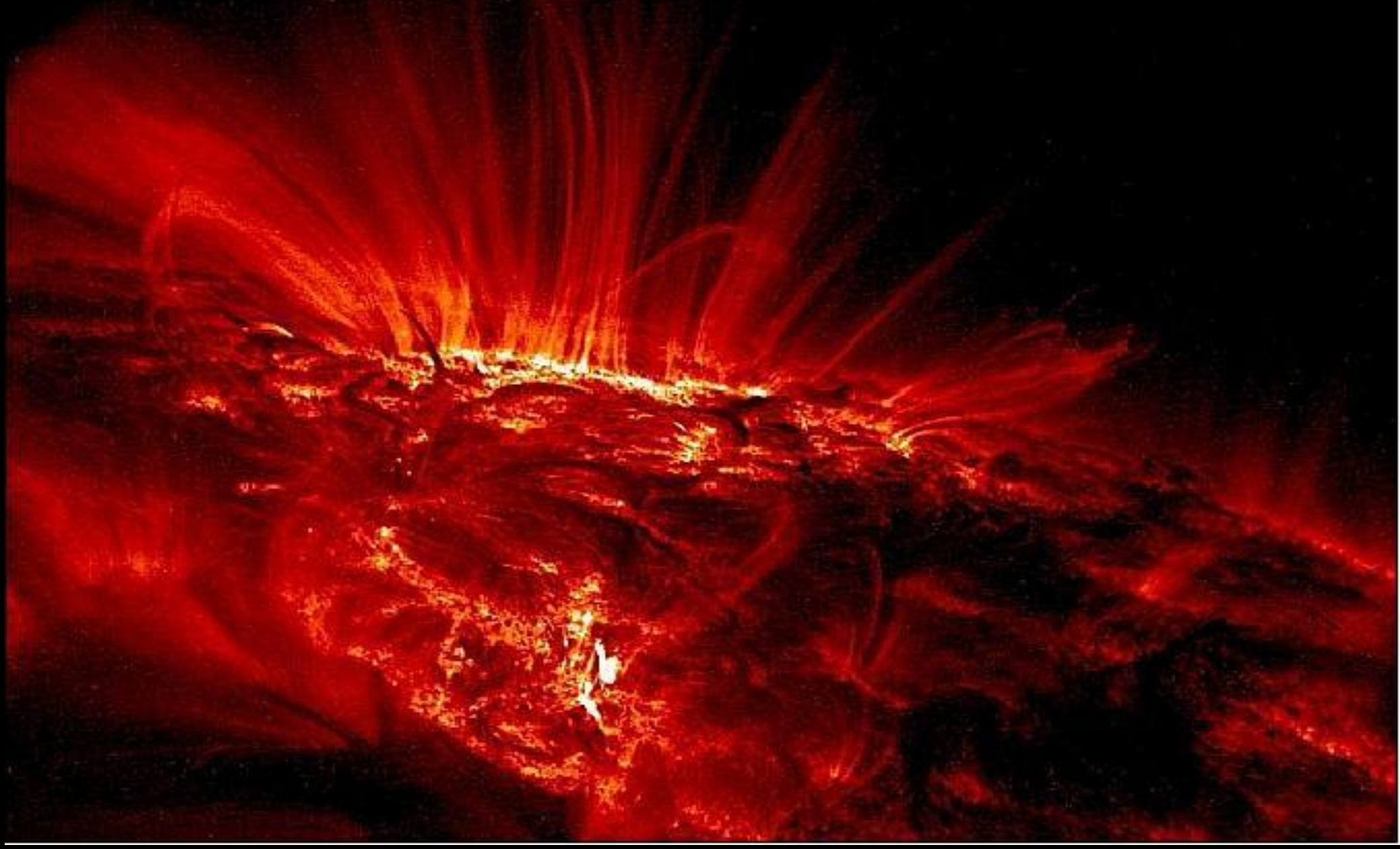




# Ηλιακές εκρήξεις από το διαστημόπλοιο TRACE



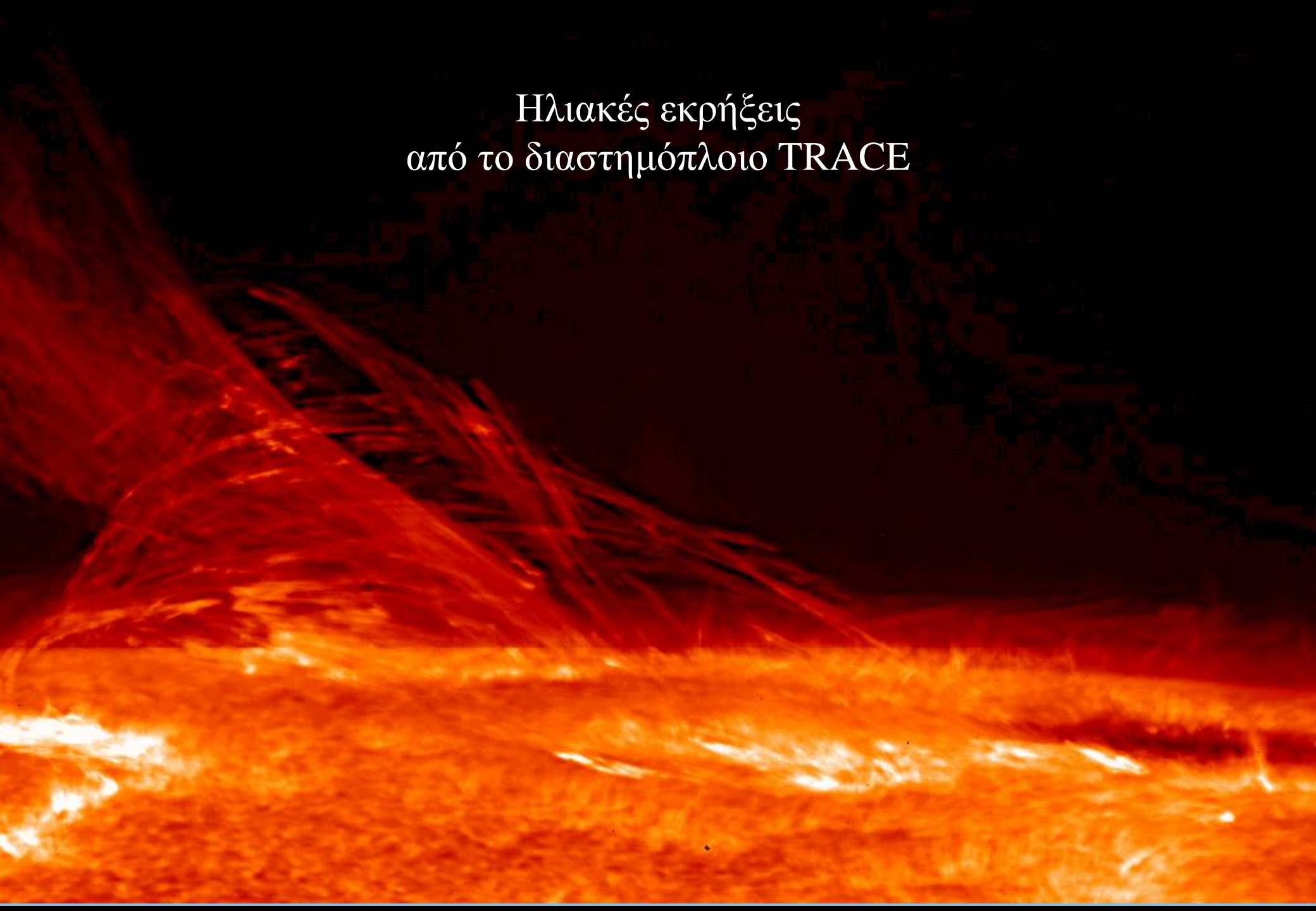
# Ηλιακές εκρήξεις από το διαστημόπλοιο TRACE



Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE



Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE

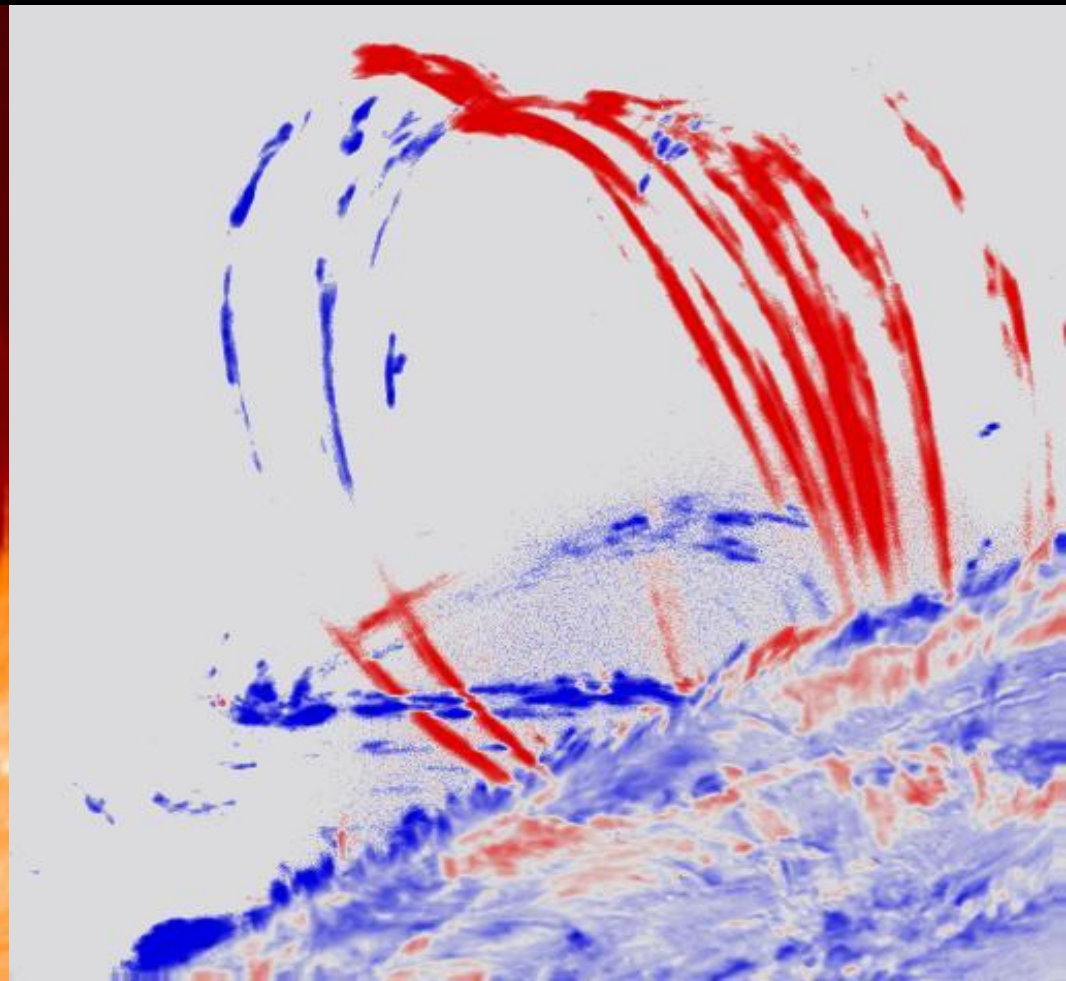
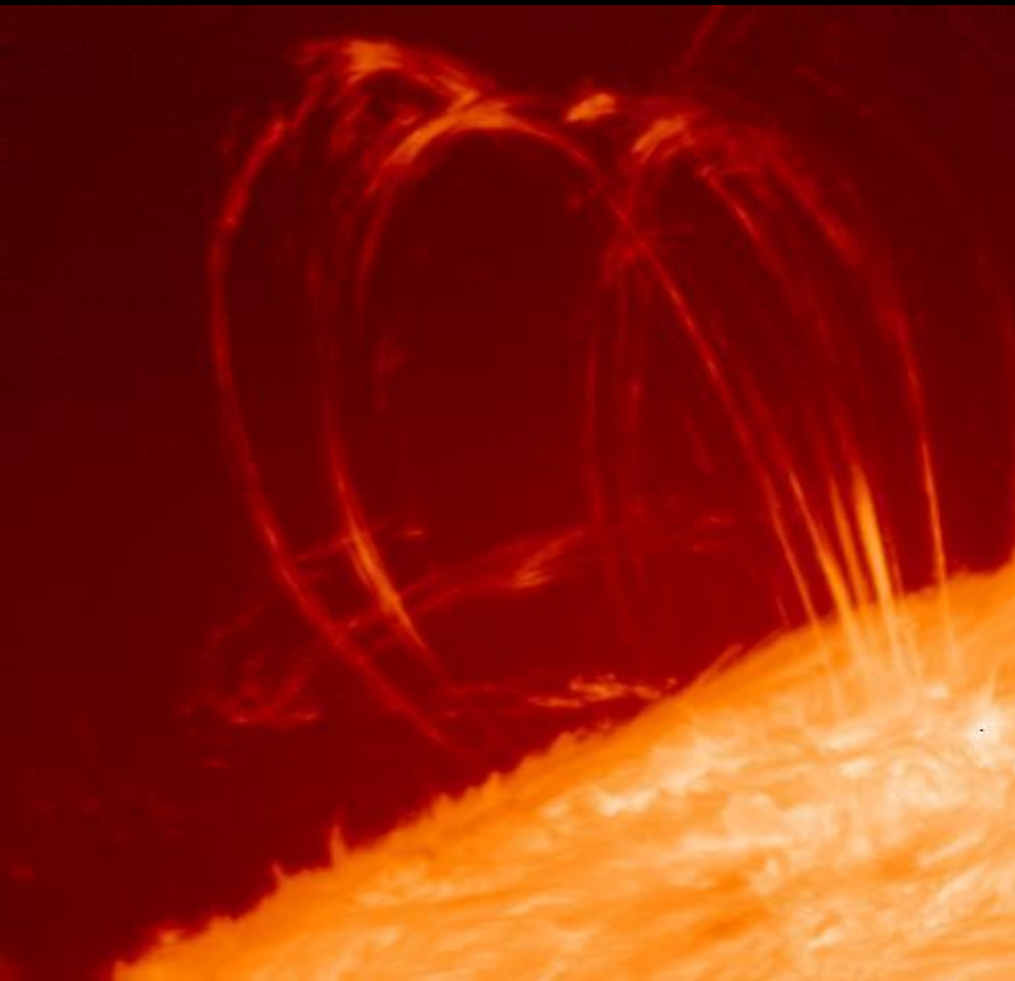


Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE



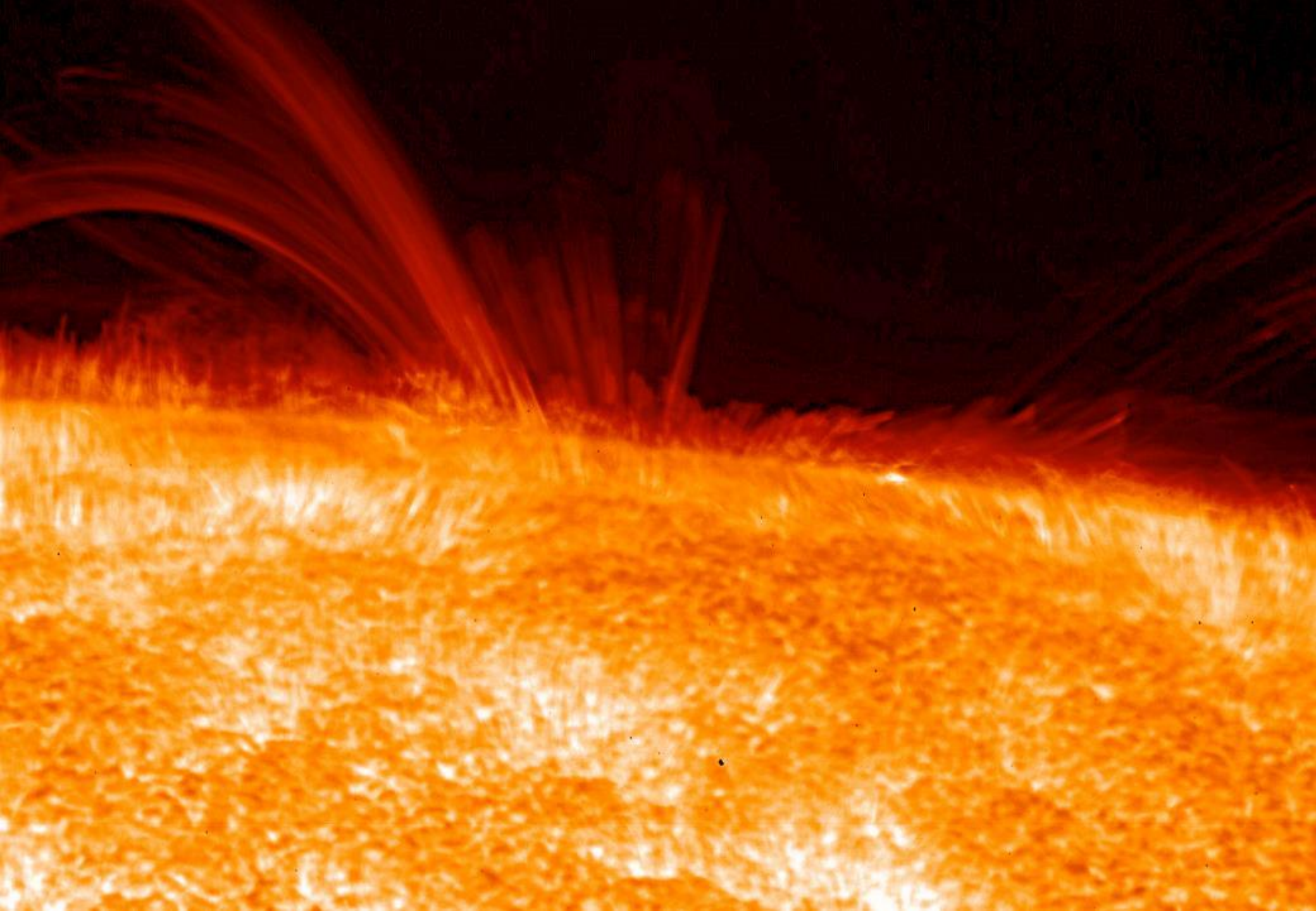
Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE

Μετά την έκλαμψη



Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE



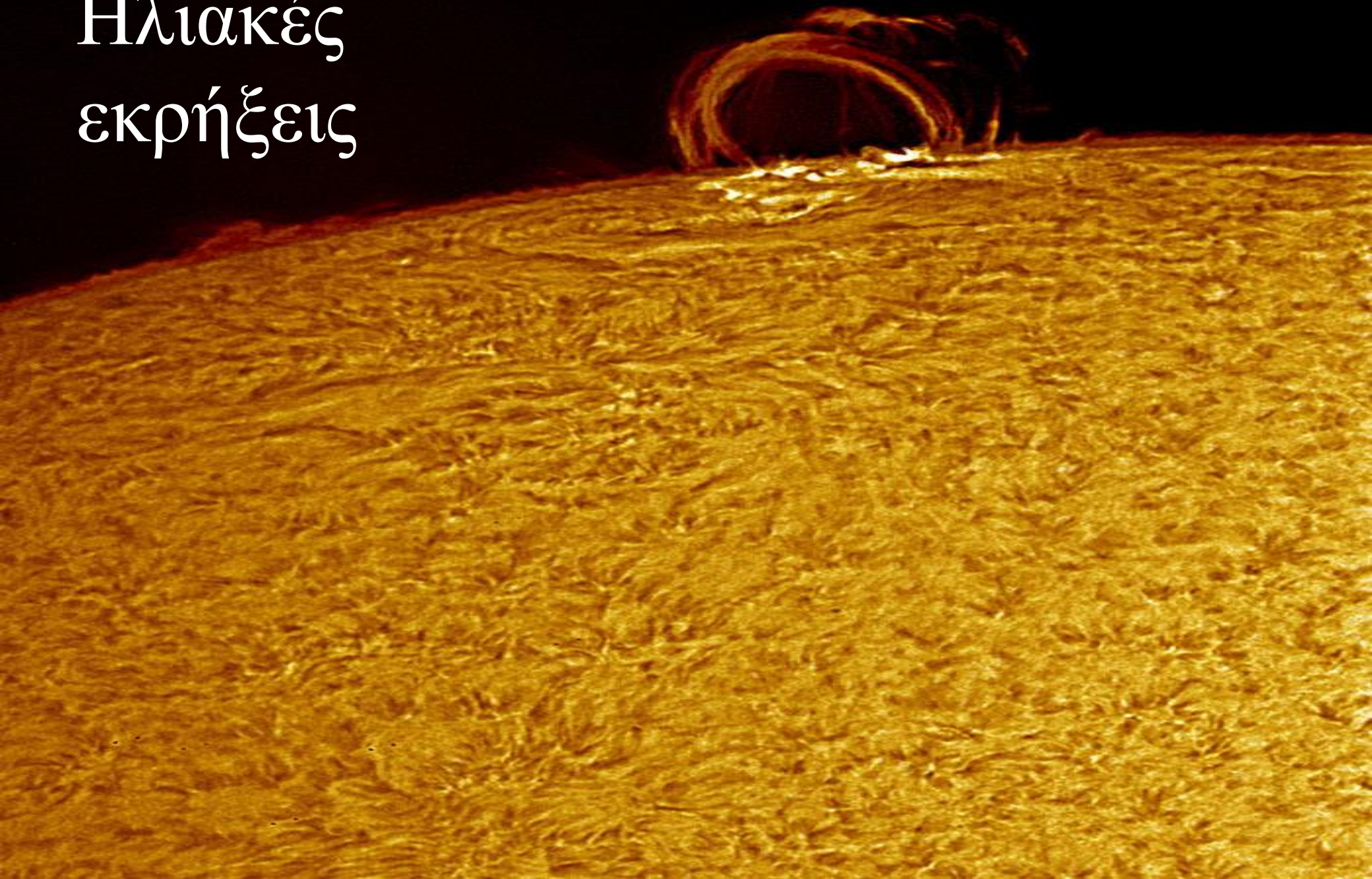






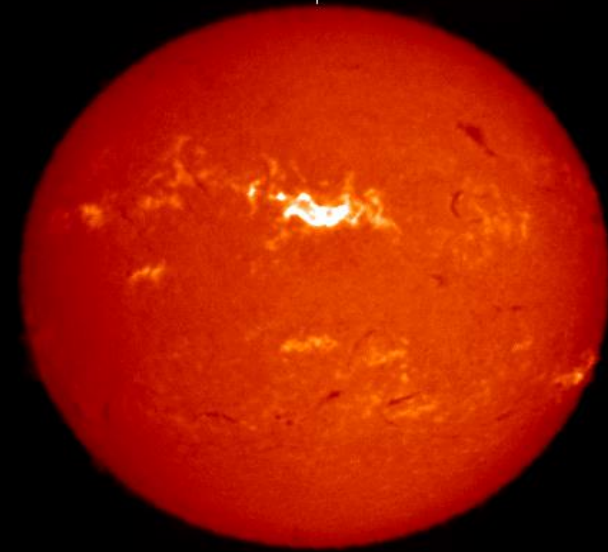
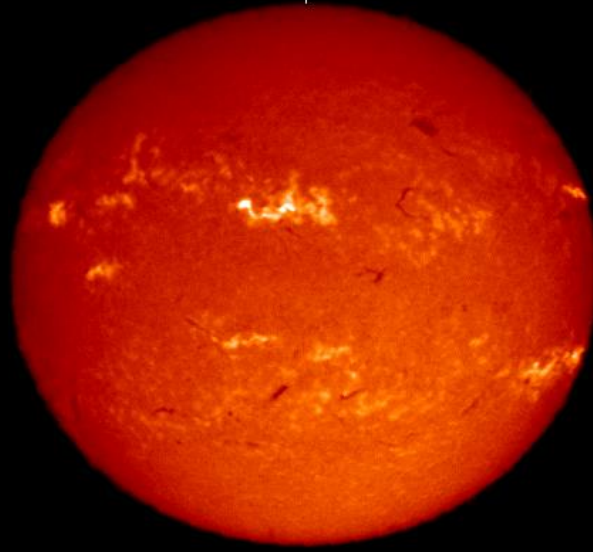
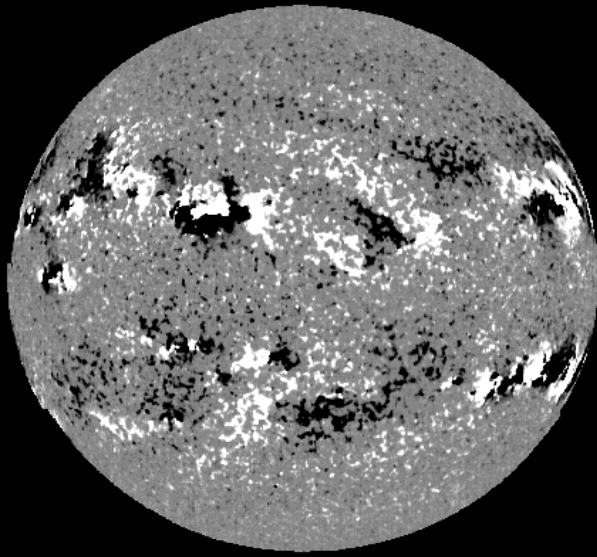
Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE

# Ηλιακές εκρήξεις





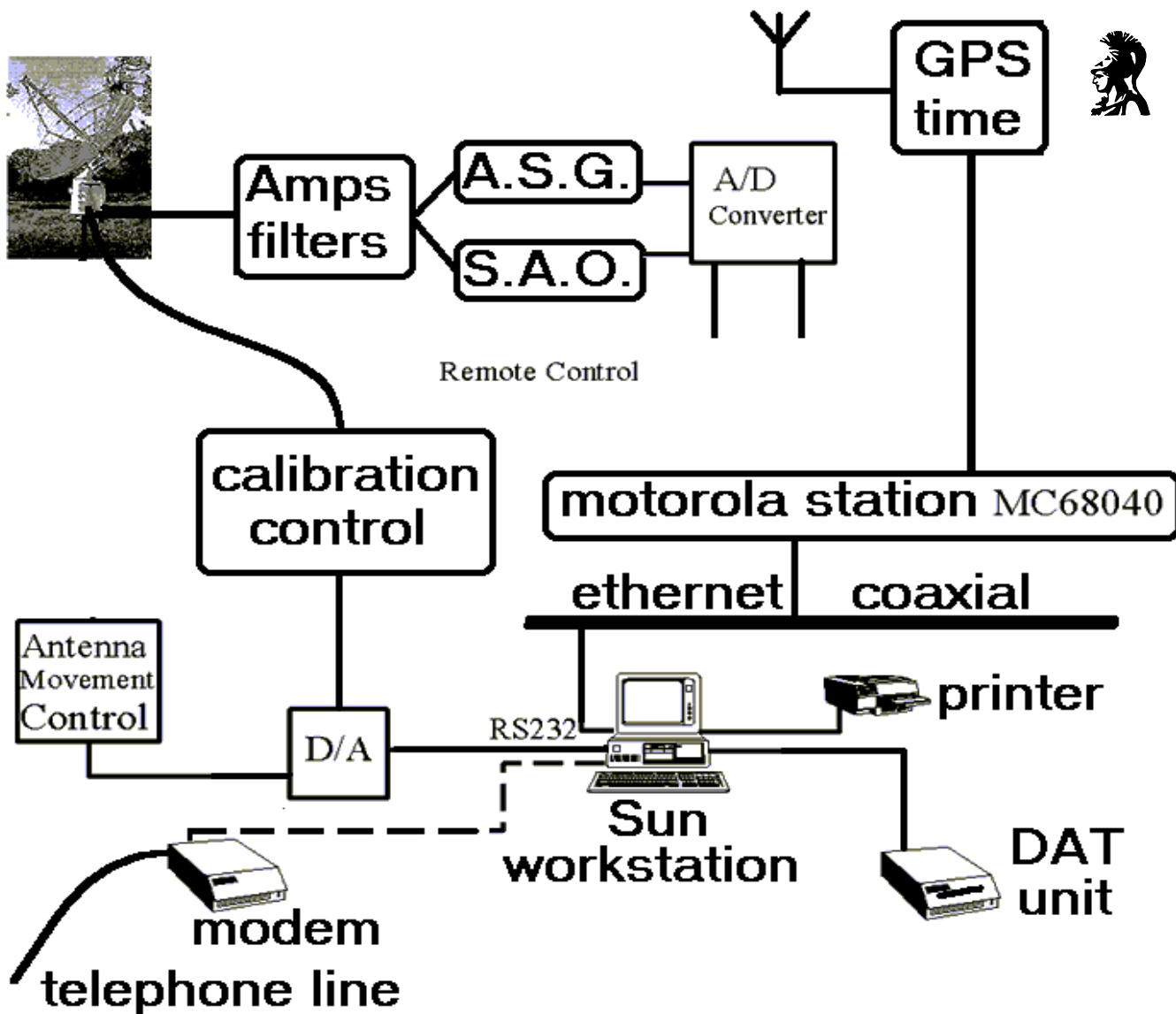
Ηλιακές εκρήξεις  
από το διαστημόπλοιο TRACE



Έκλαμψη 14<sup>ης</sup> Ιουλίου 2000

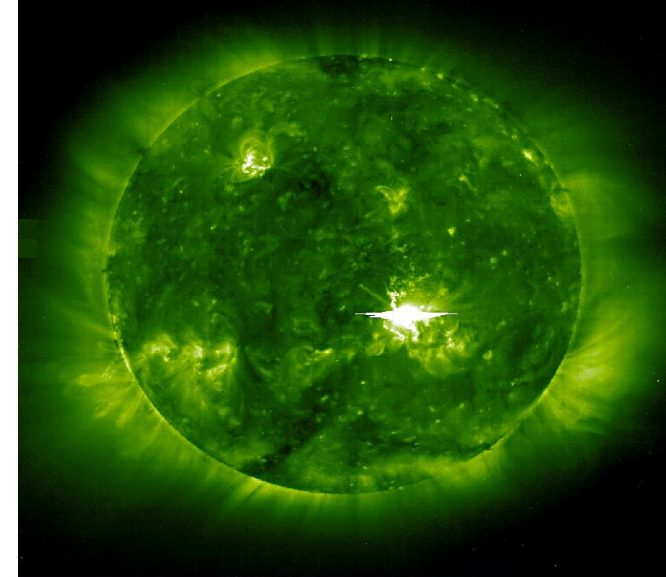
ARTEMIS IV  
Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Αστεροσκοπείο Παρισίων  
ΤΕΙ Λαμίας





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

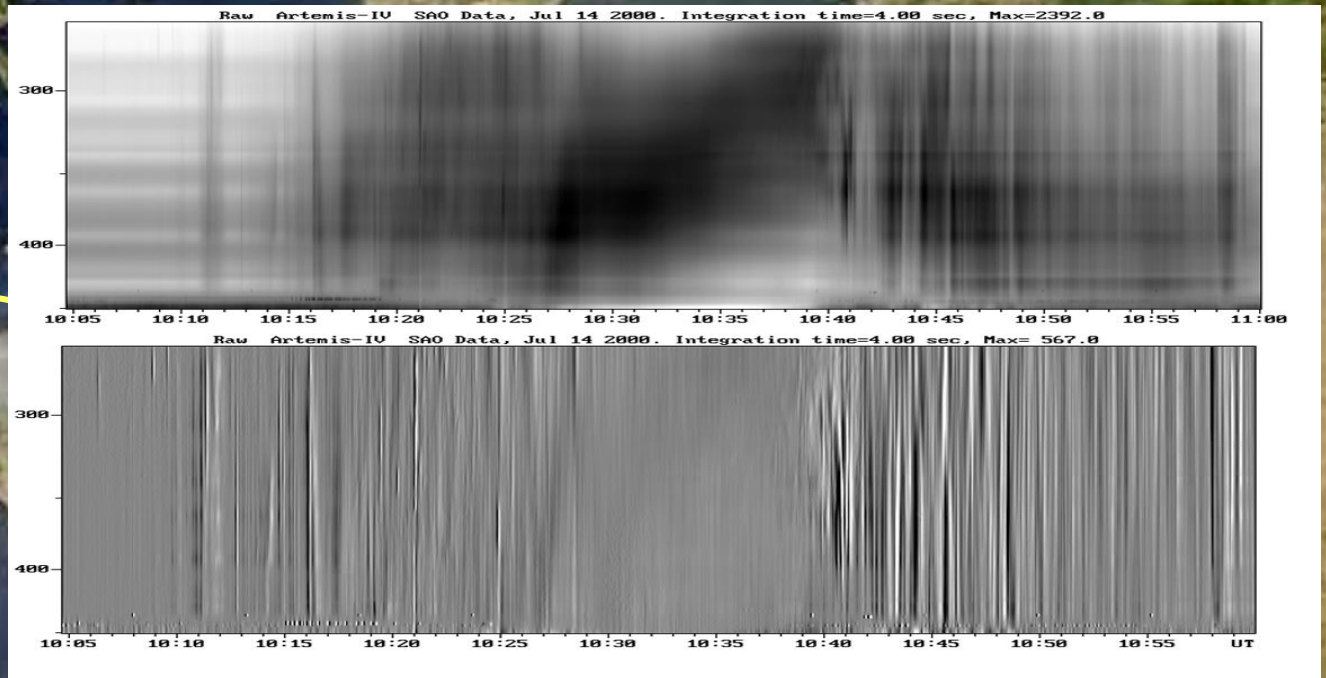
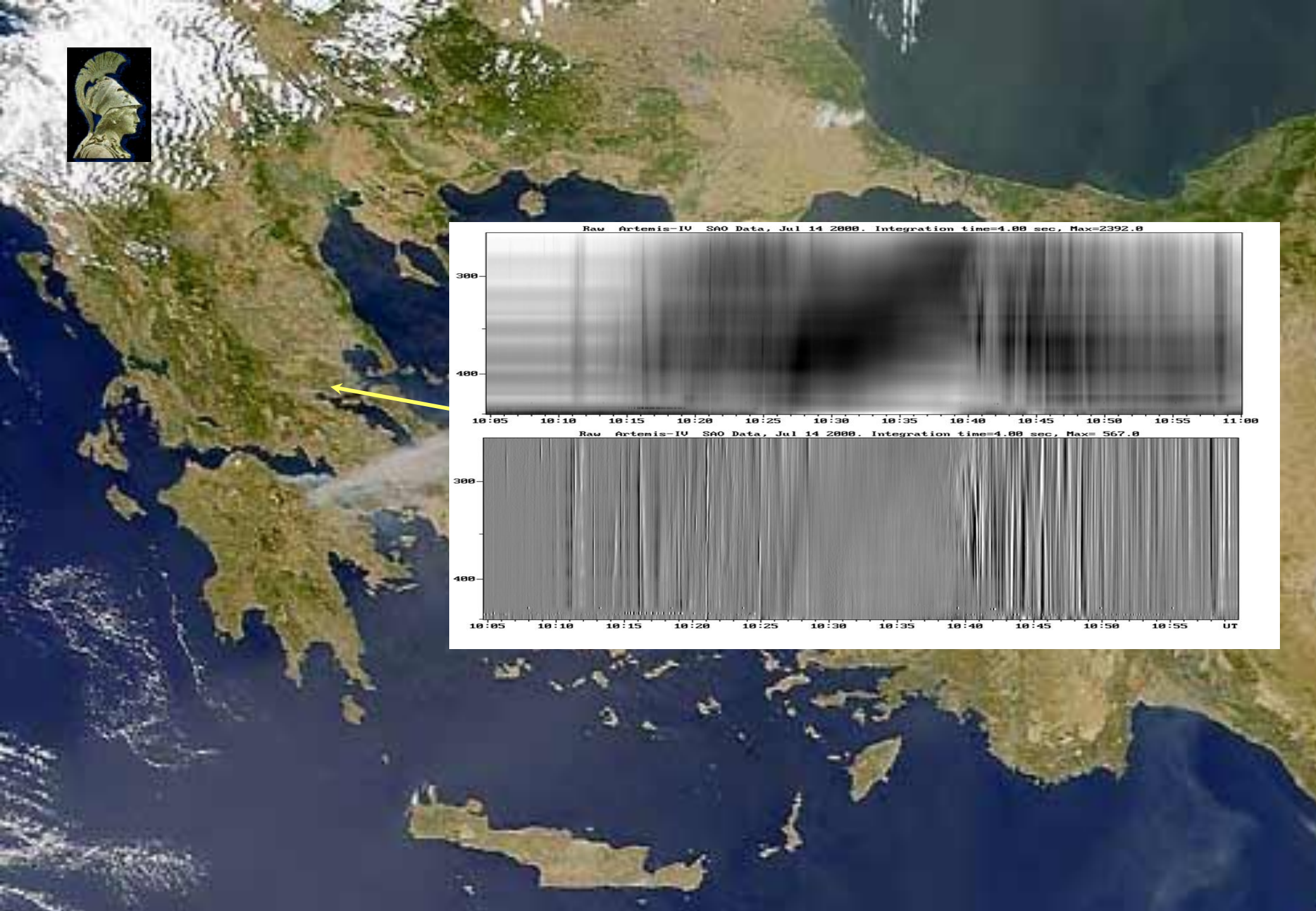
ASG 20-680 MHz, 10 spectra/sec

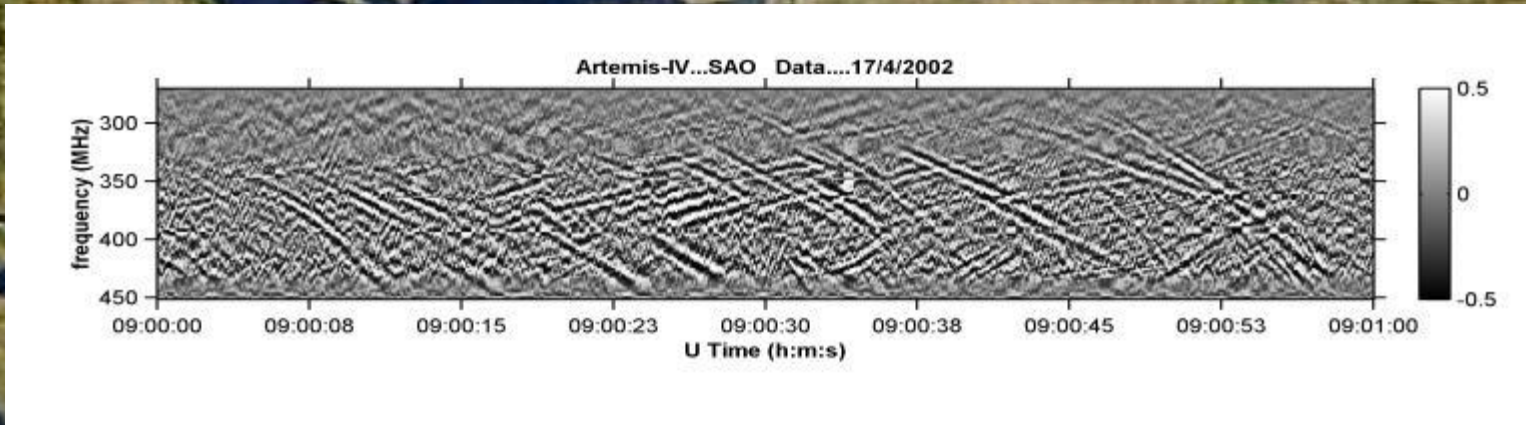
SOA 250-450MHz, 100 spectra/sec

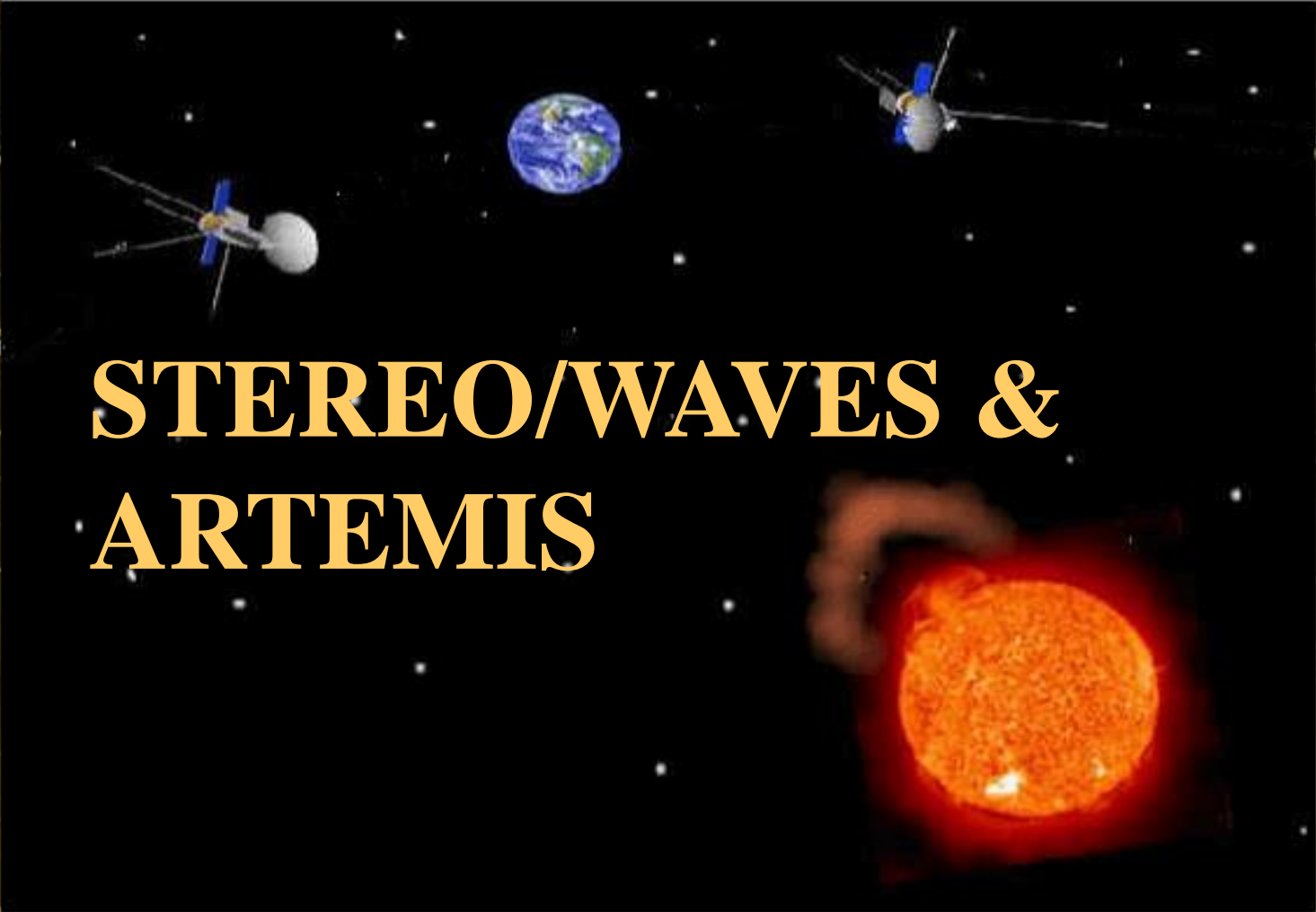
1,4GB/day







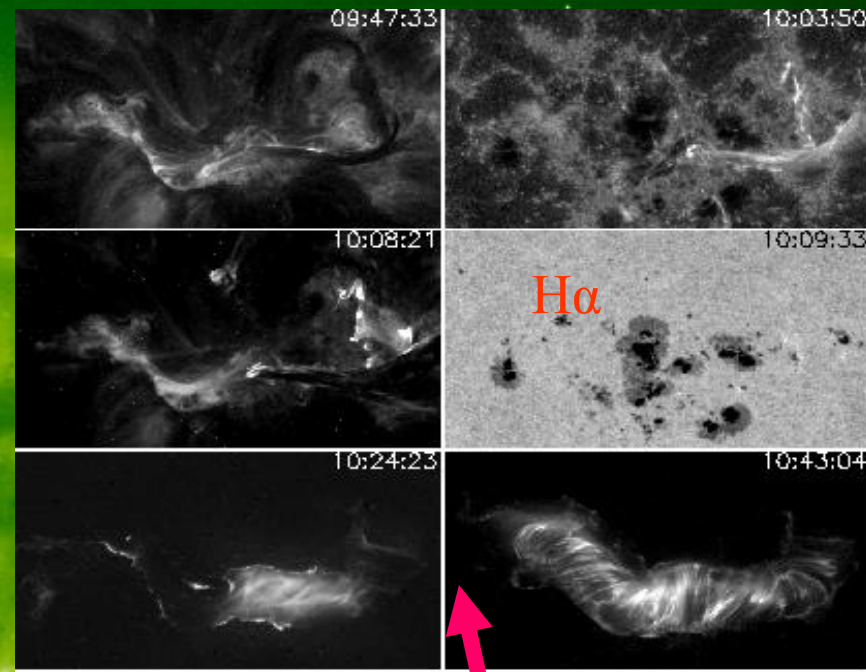




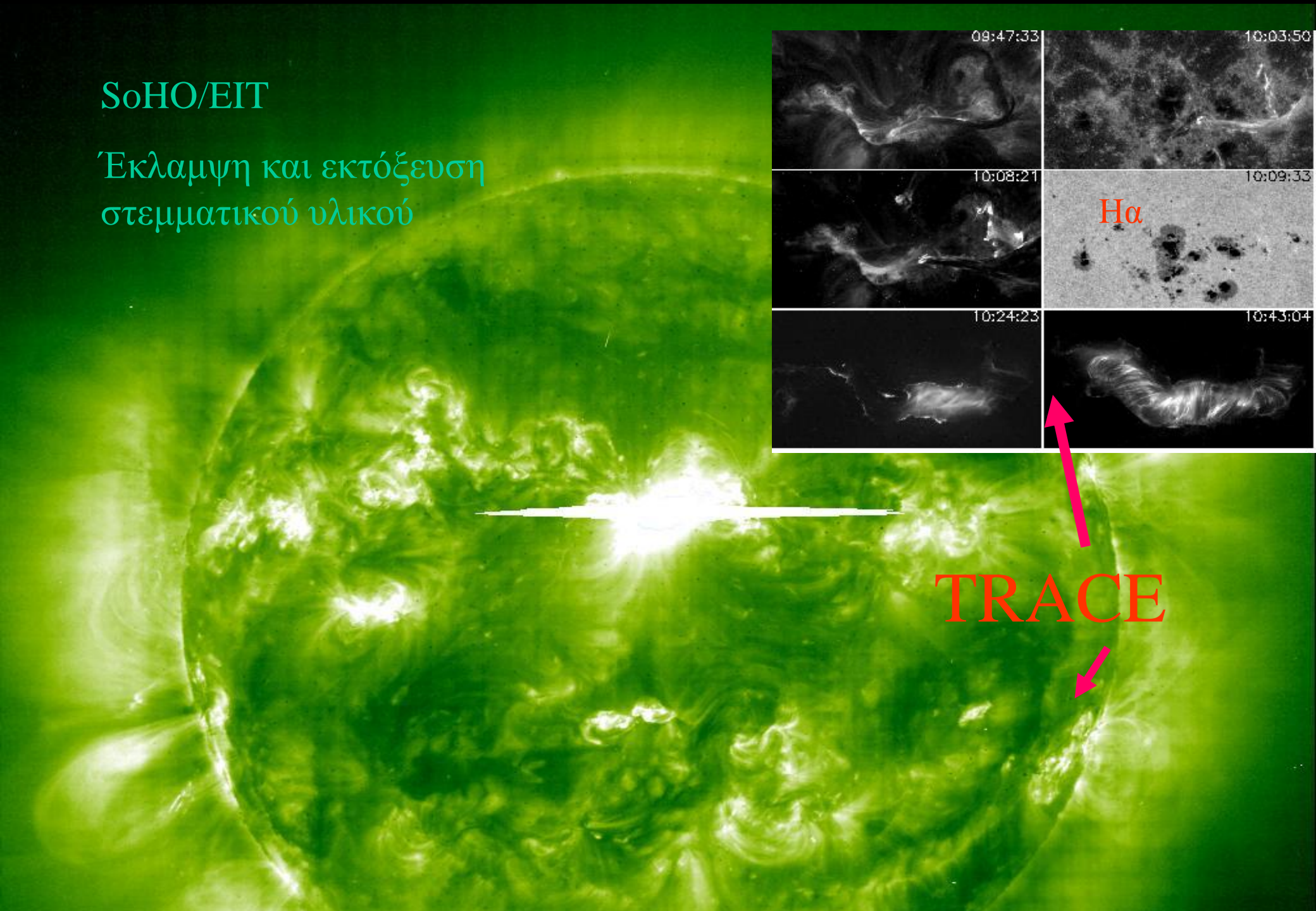
**STEREO/WAVES &  
ARTEMIS**

SoHO/EIT

Έκλαμψη και εκτόξευση  
στεμματικού υλικού

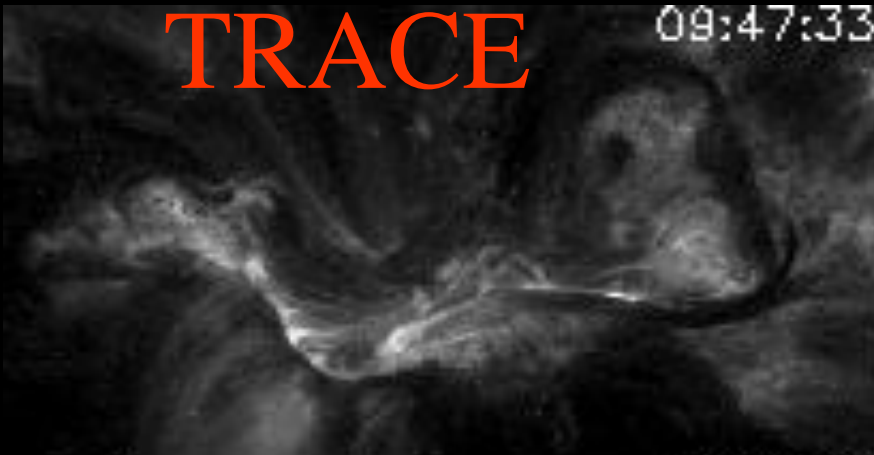


TRACE

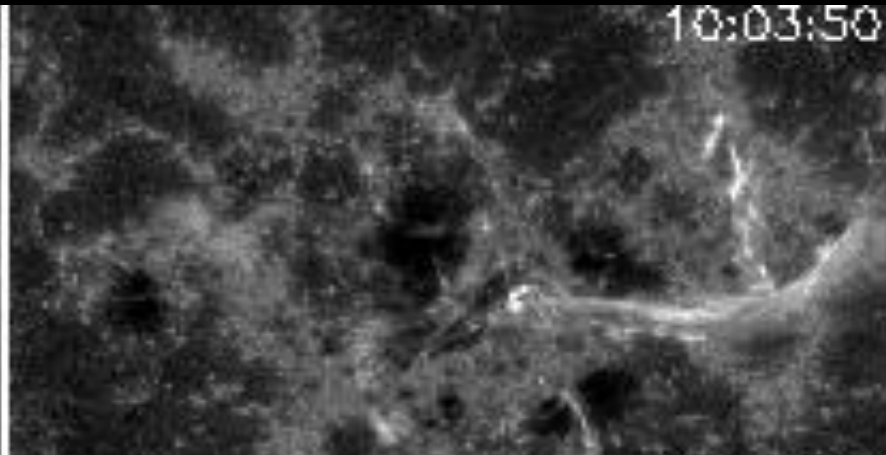


TRACE

09:47:33



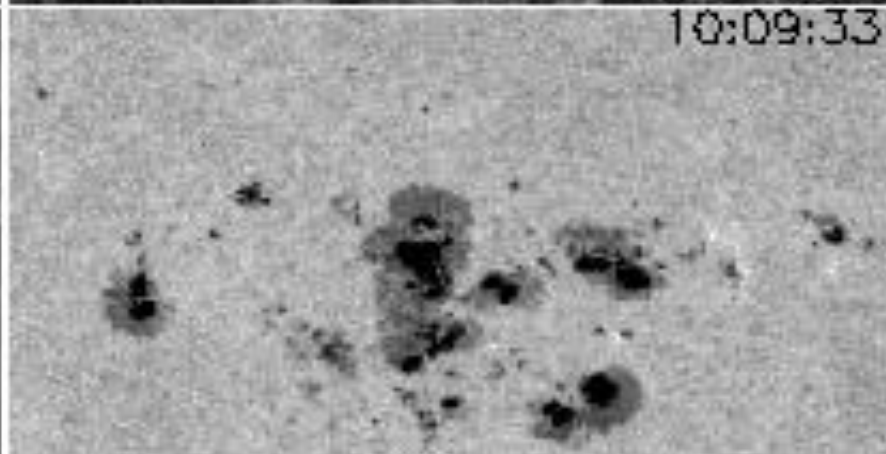
10:03:50



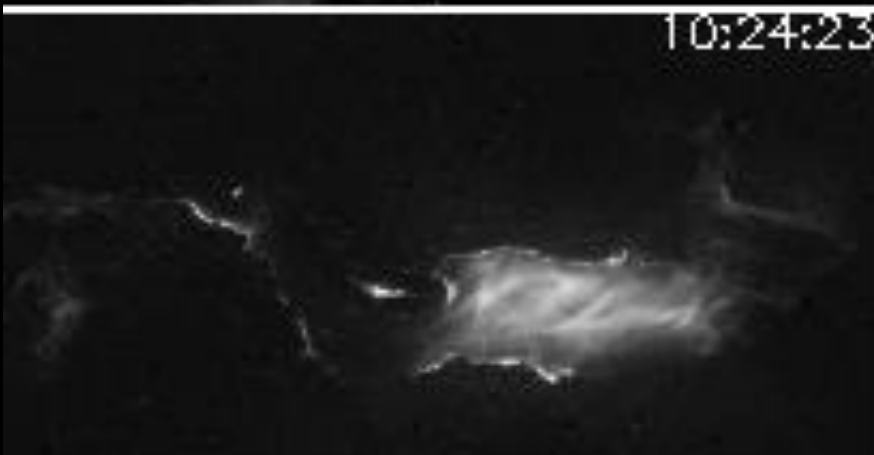
10:08:21



10:09:33



10:24:23



10:43:04



250 Mhz

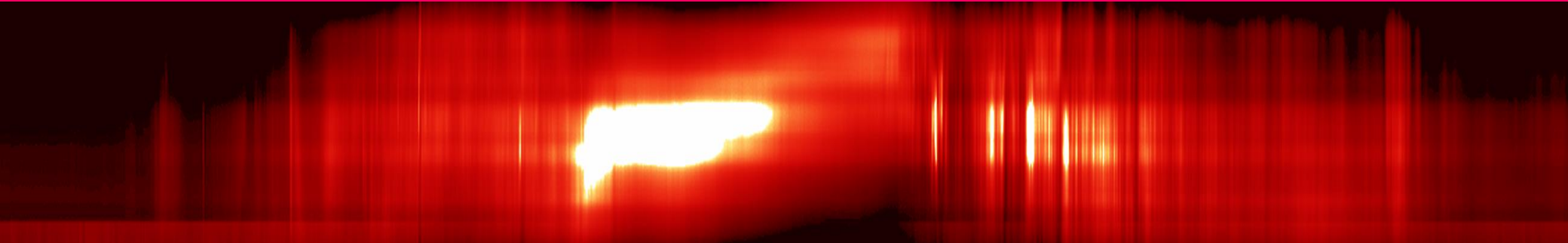
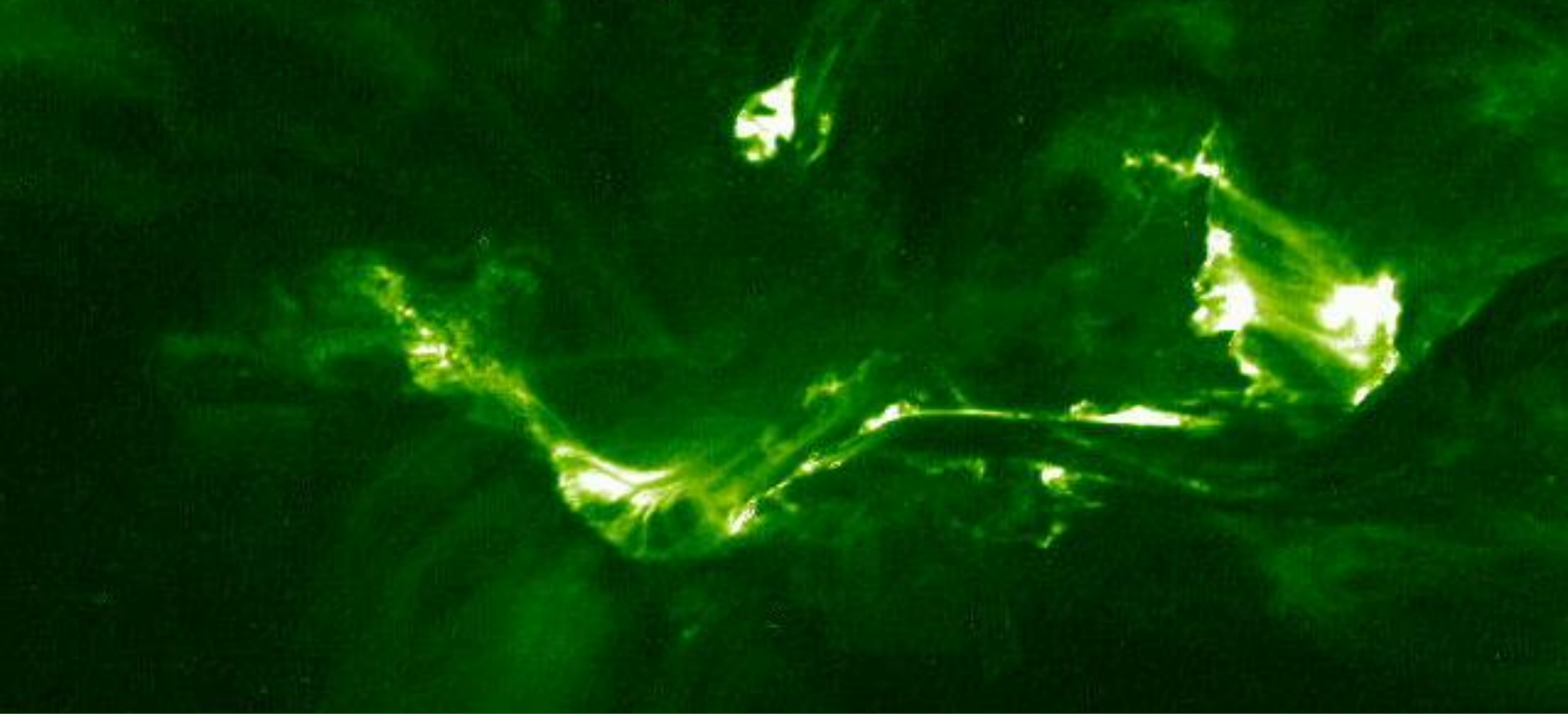
Σειρά φασμάτων του Ηλίου σε  
ραδιοσυχνότητες διάρκειας μιας  
ώρας (360000 φάσματα, 100/sec)  
από μια έκλαμψη του Ηλίου

συχνότητα

t

450 Mhz

η έκρηξη της 14 Ιουλίου 2000 κατά το μέγιστο

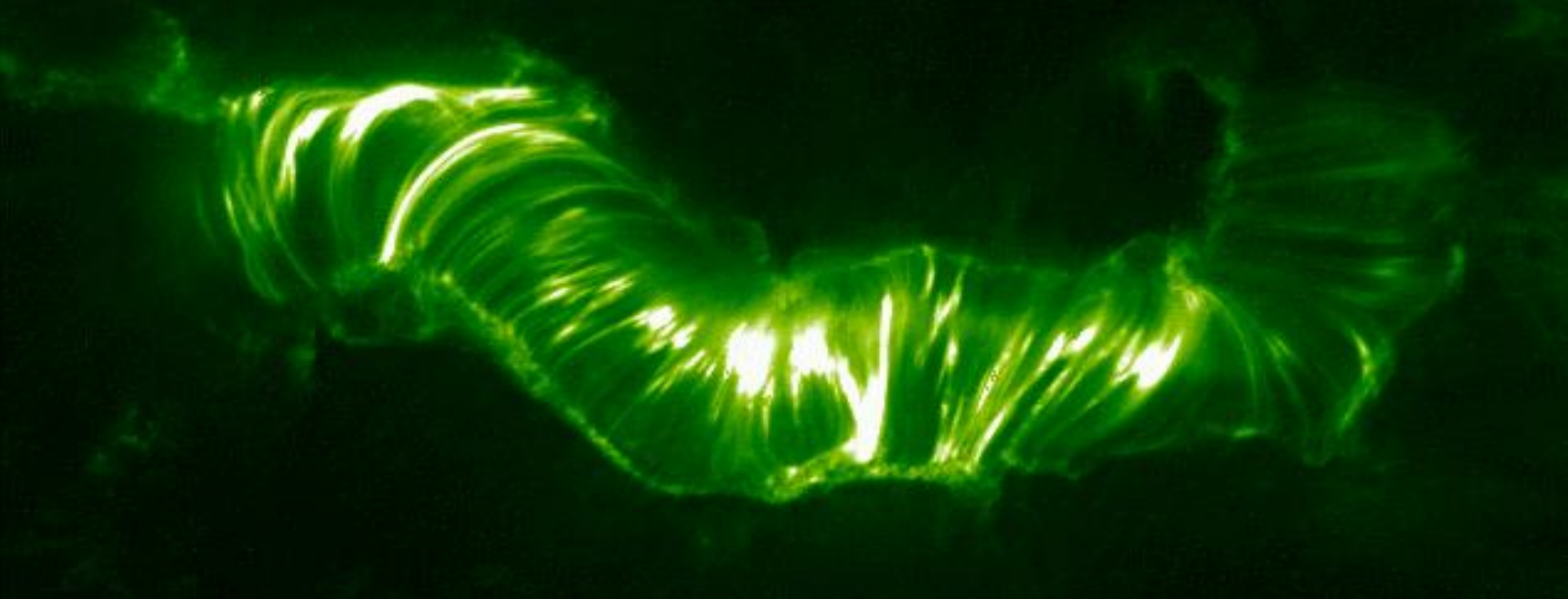


# η έκρηξης της 14 Ιουλίου 2000



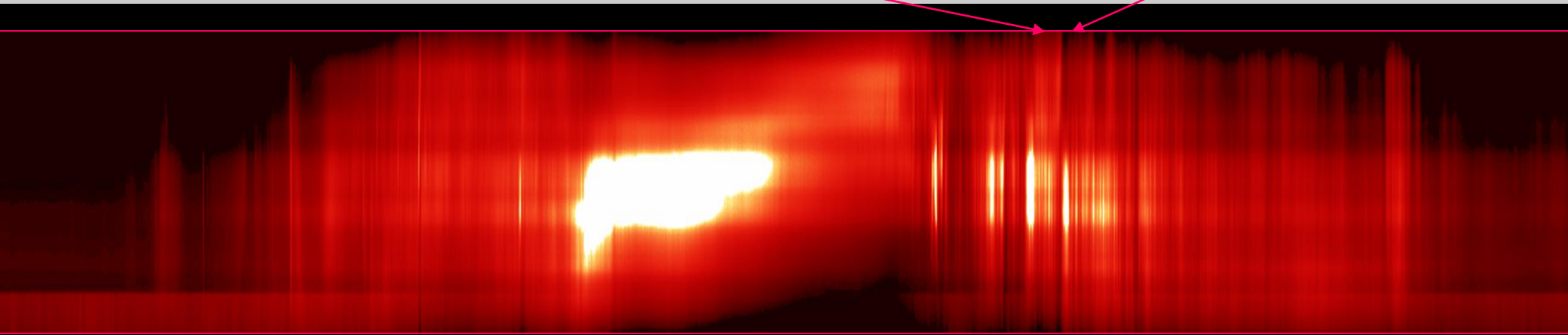
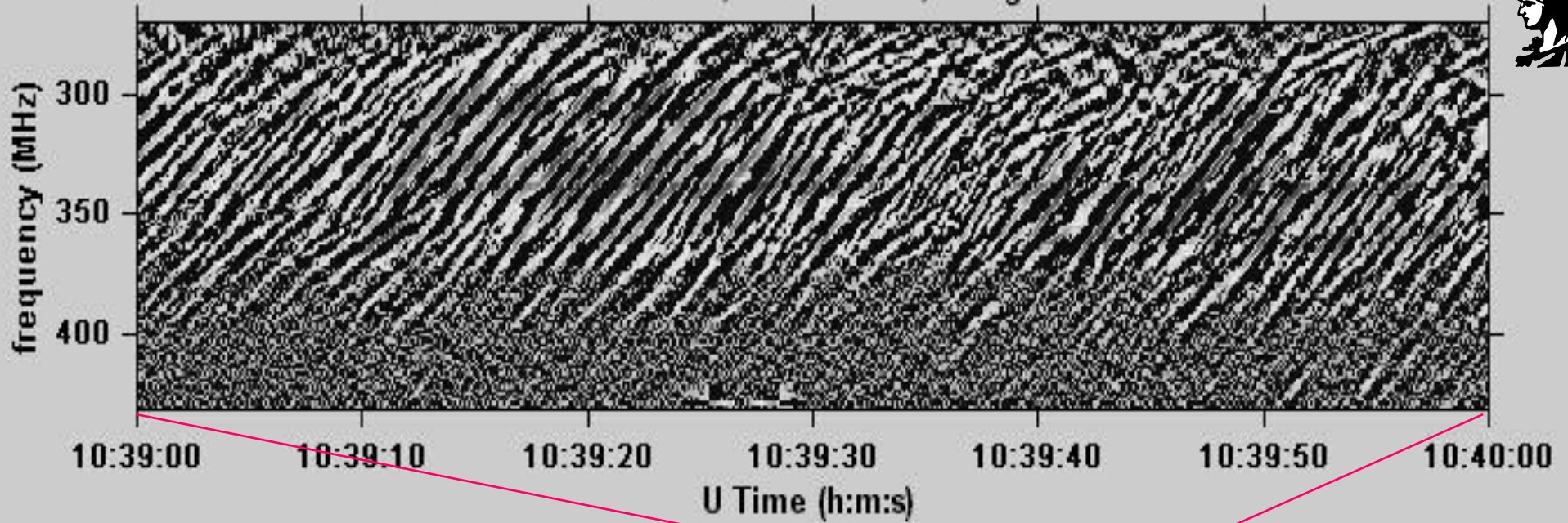


η έκρηξη της 14 Ιουλίου 2000 'μετά το μέγιστο



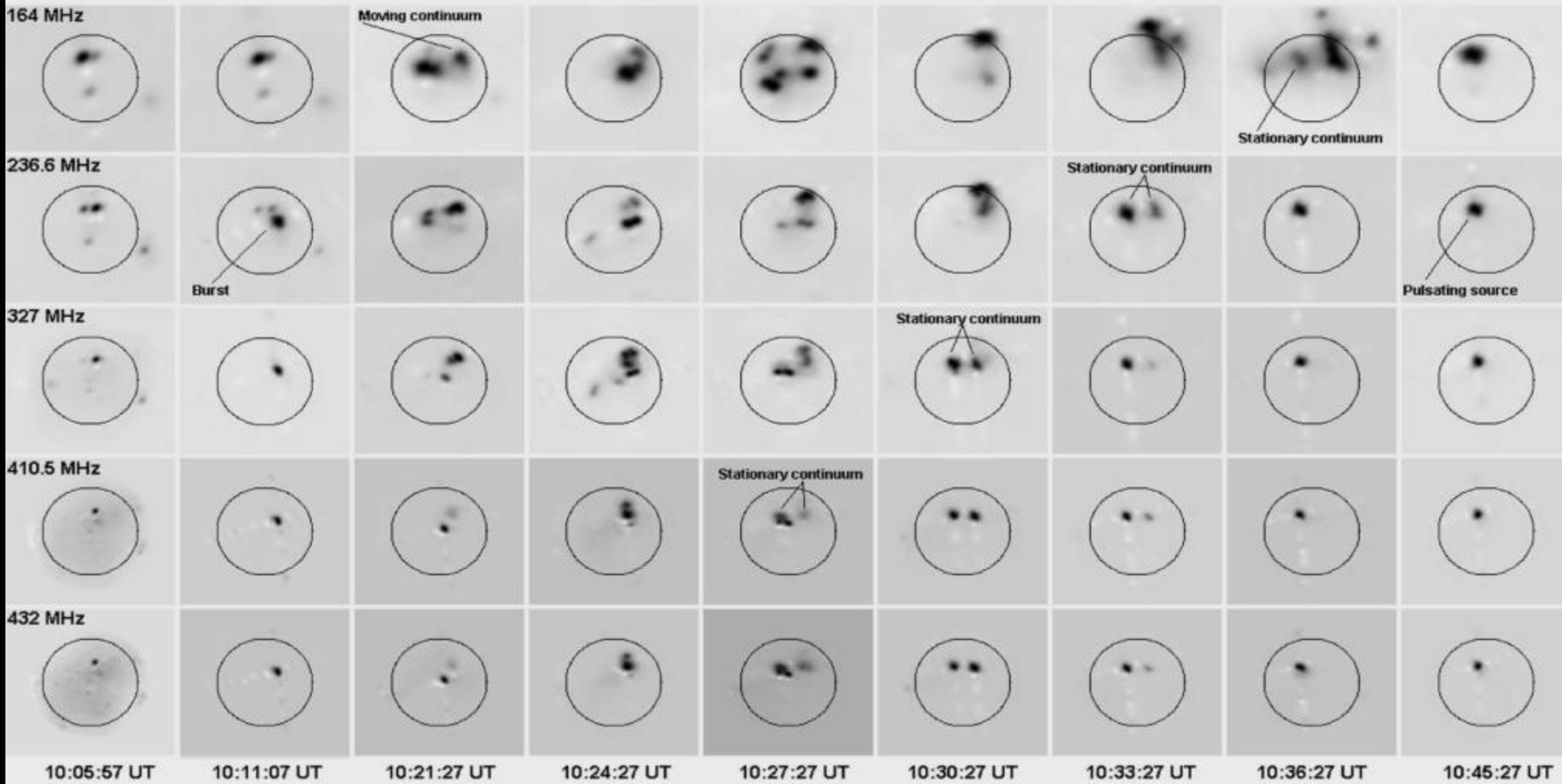


Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000, Integration=0.05s



Φάσματα της έκρηξης στα ραδιοκύματα

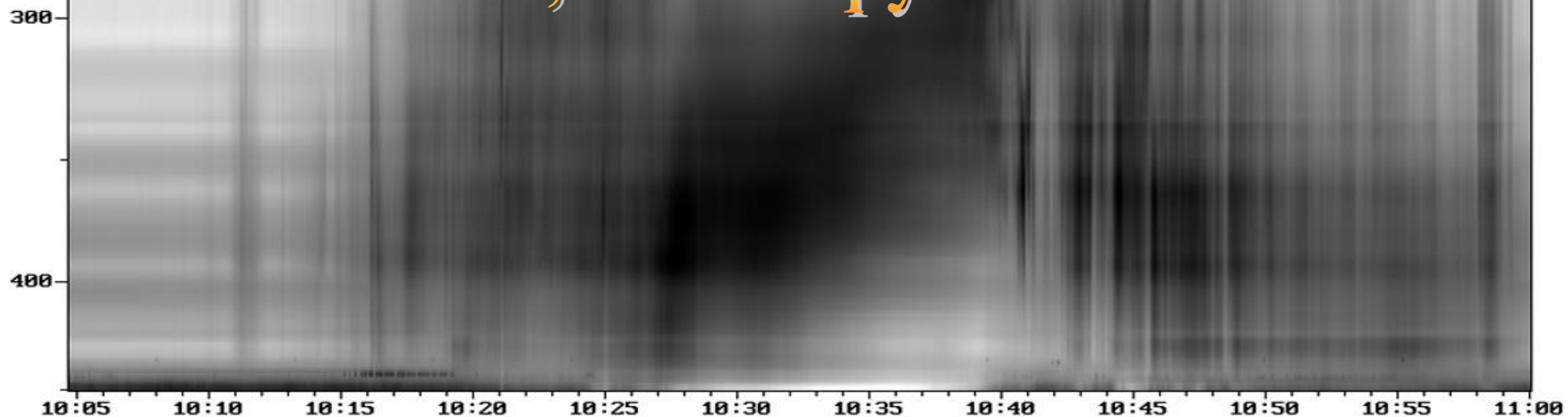
Nancay Radioheliograph Images, July 14 2000, Stokes I; 3.5 x 3.33 Ro



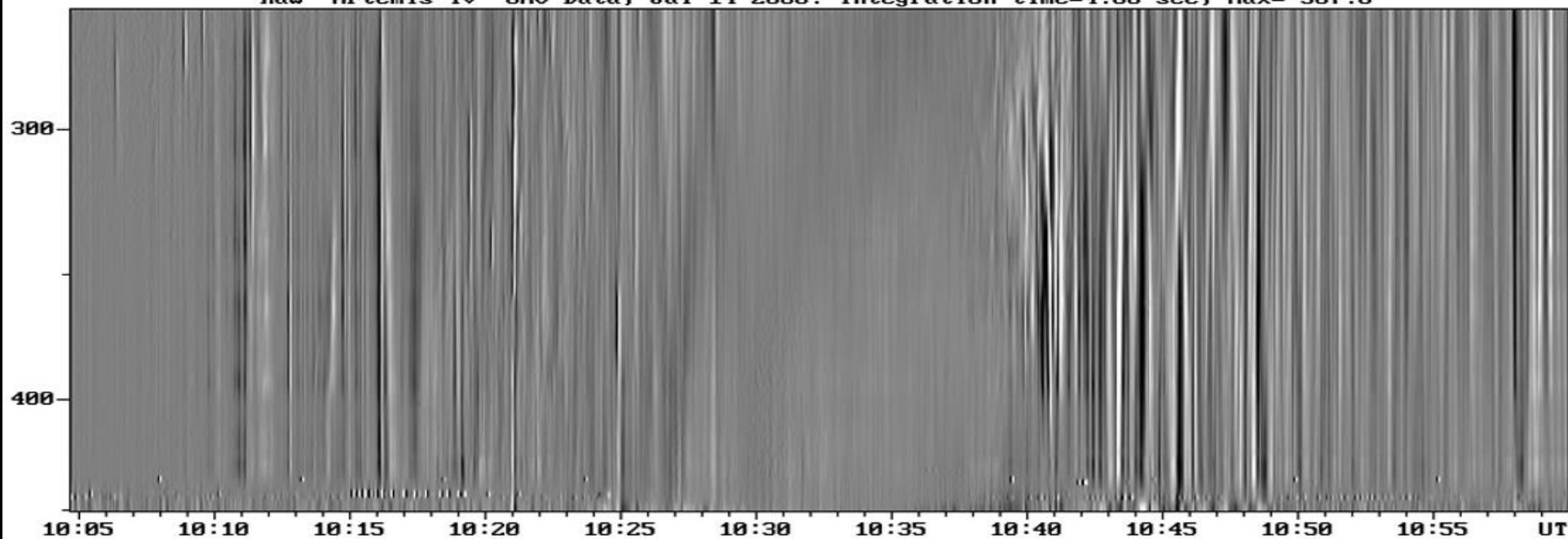
Εικόνες από τον ραδιοηλογράφο του Nancay

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

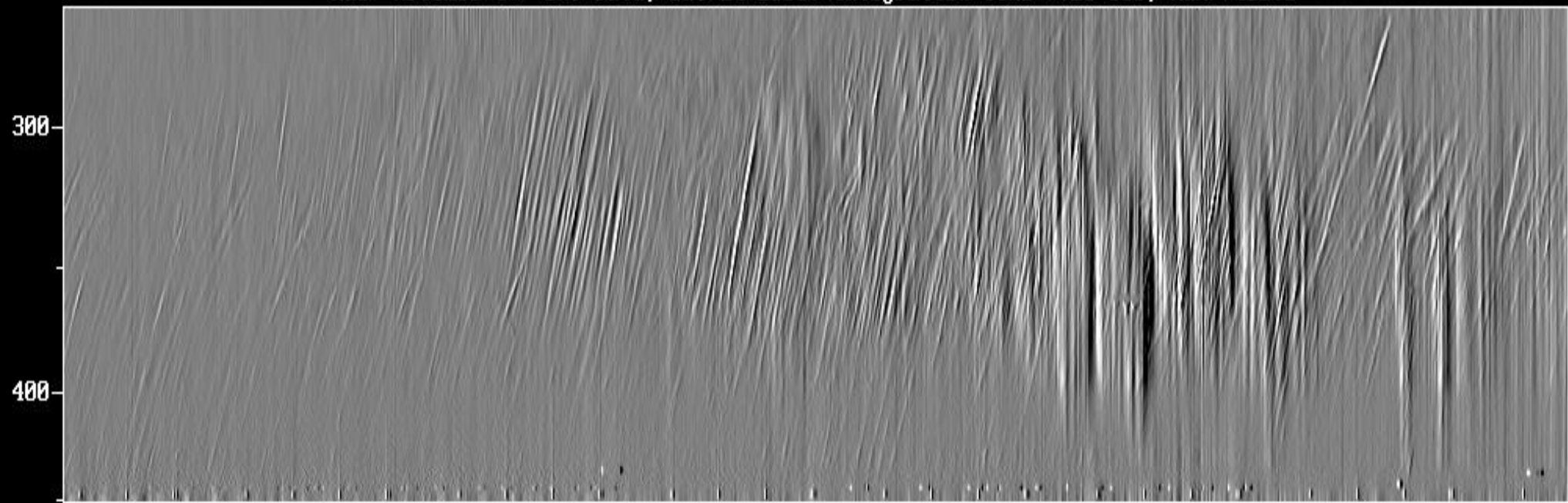
# ARTEMIS IV, Thermopylae



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

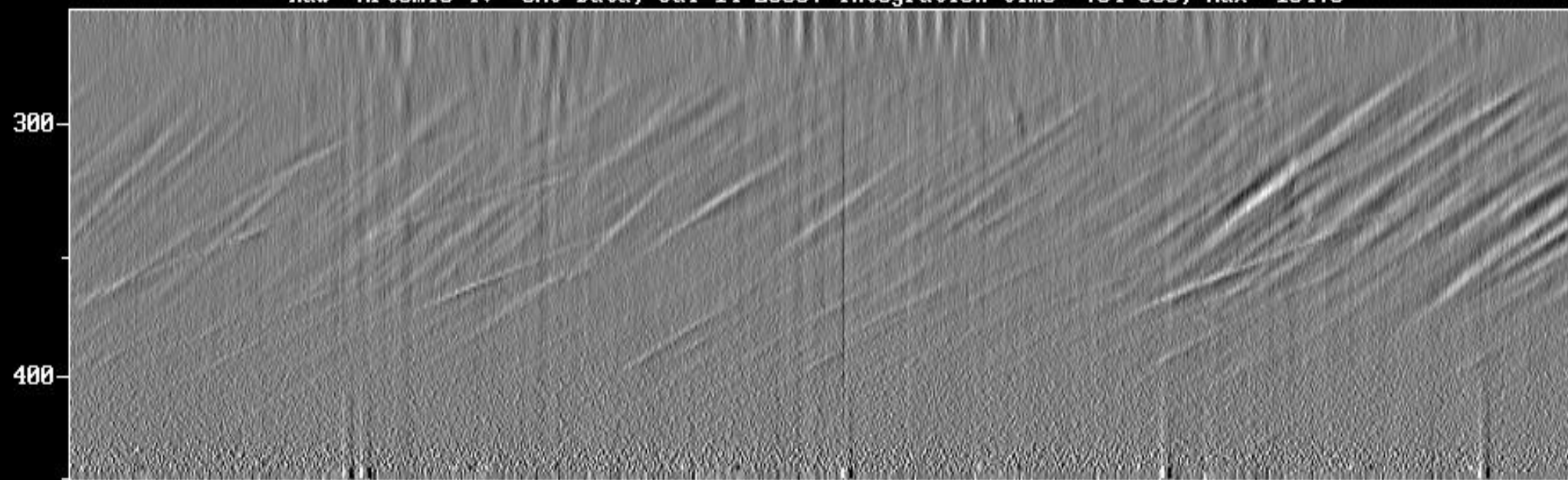


Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time= .25 sec, Max= 415.0



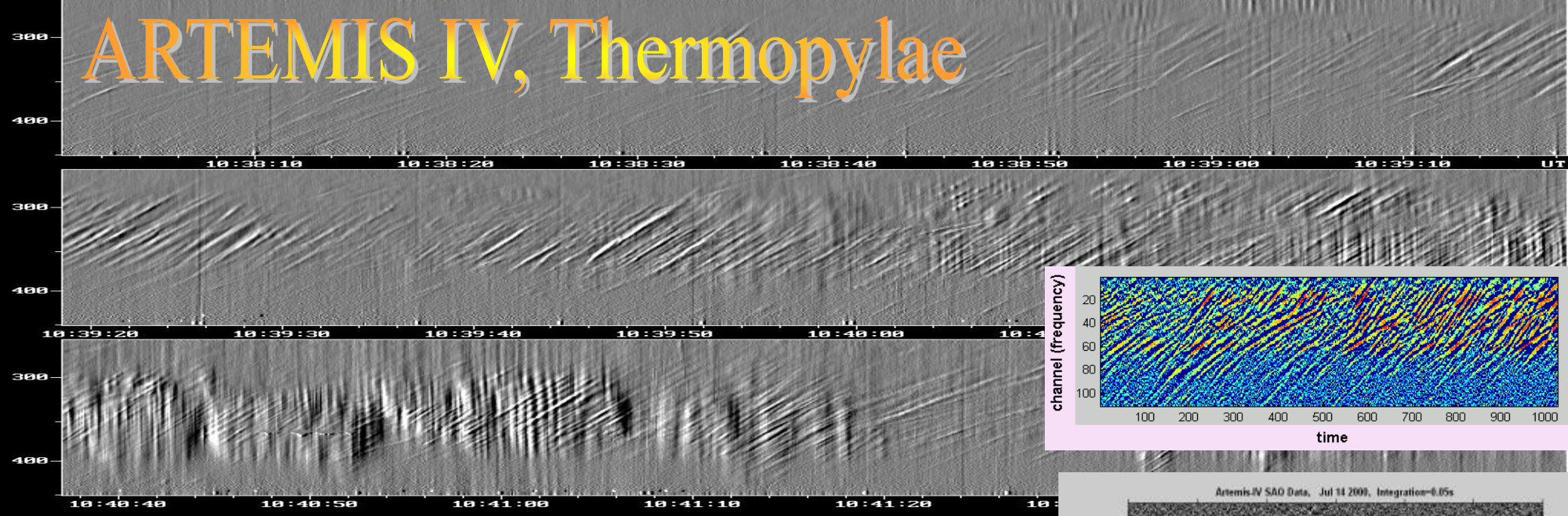
10:38:30 10:39:00 10:39:30 10:40:00 10:40:30 10:41:00 10:41:30 UT

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

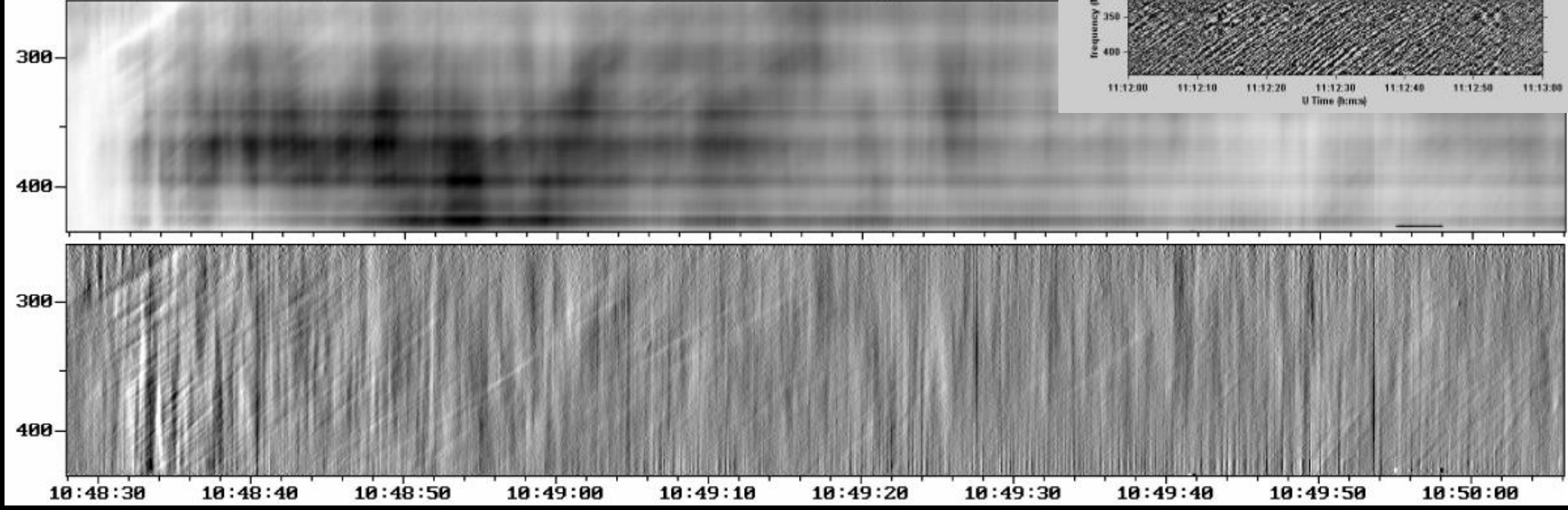


10:38:50 10:38:55 10:39:00 10:39:05 10:39:10 10:39:15 UT

# ARTEMIS IV, Thermopylae

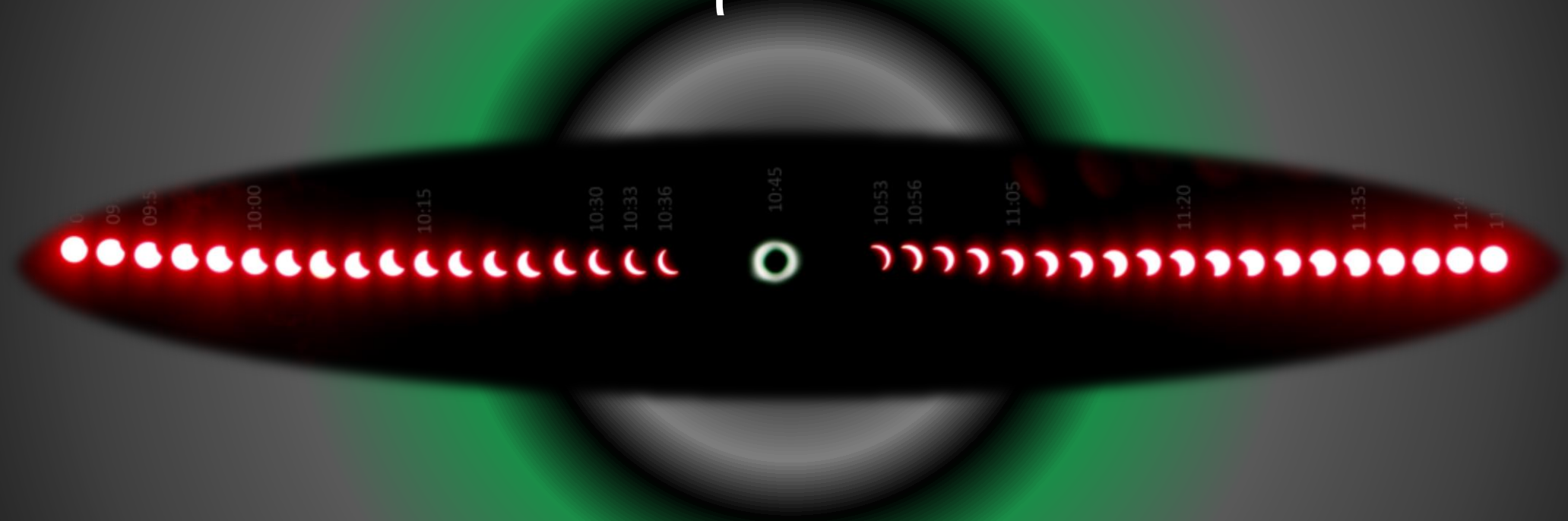


Raw Artemis-IV SAO Data, Jul 14 2000. Integration time= .08 sec, Max= 385.0



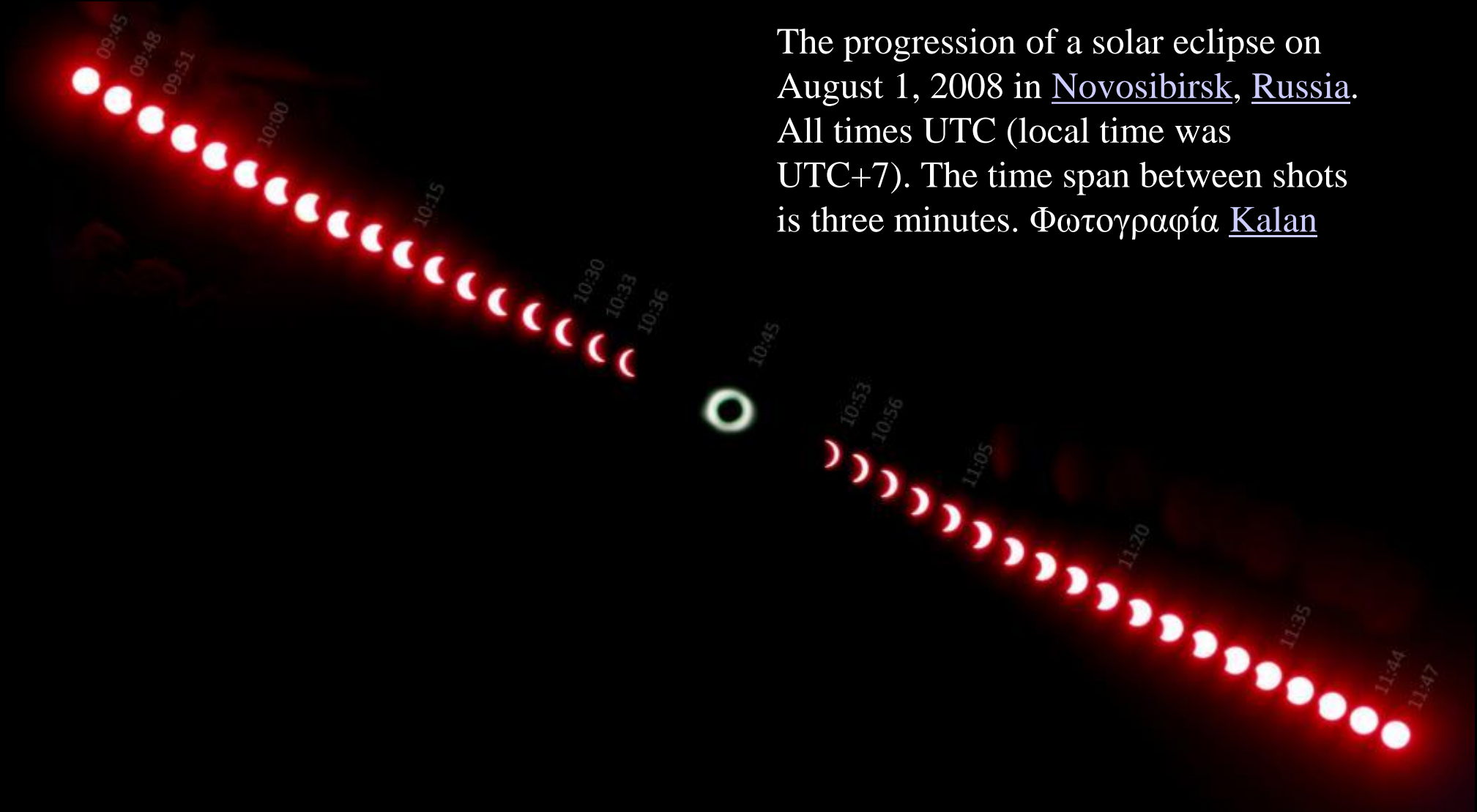
στέμμα

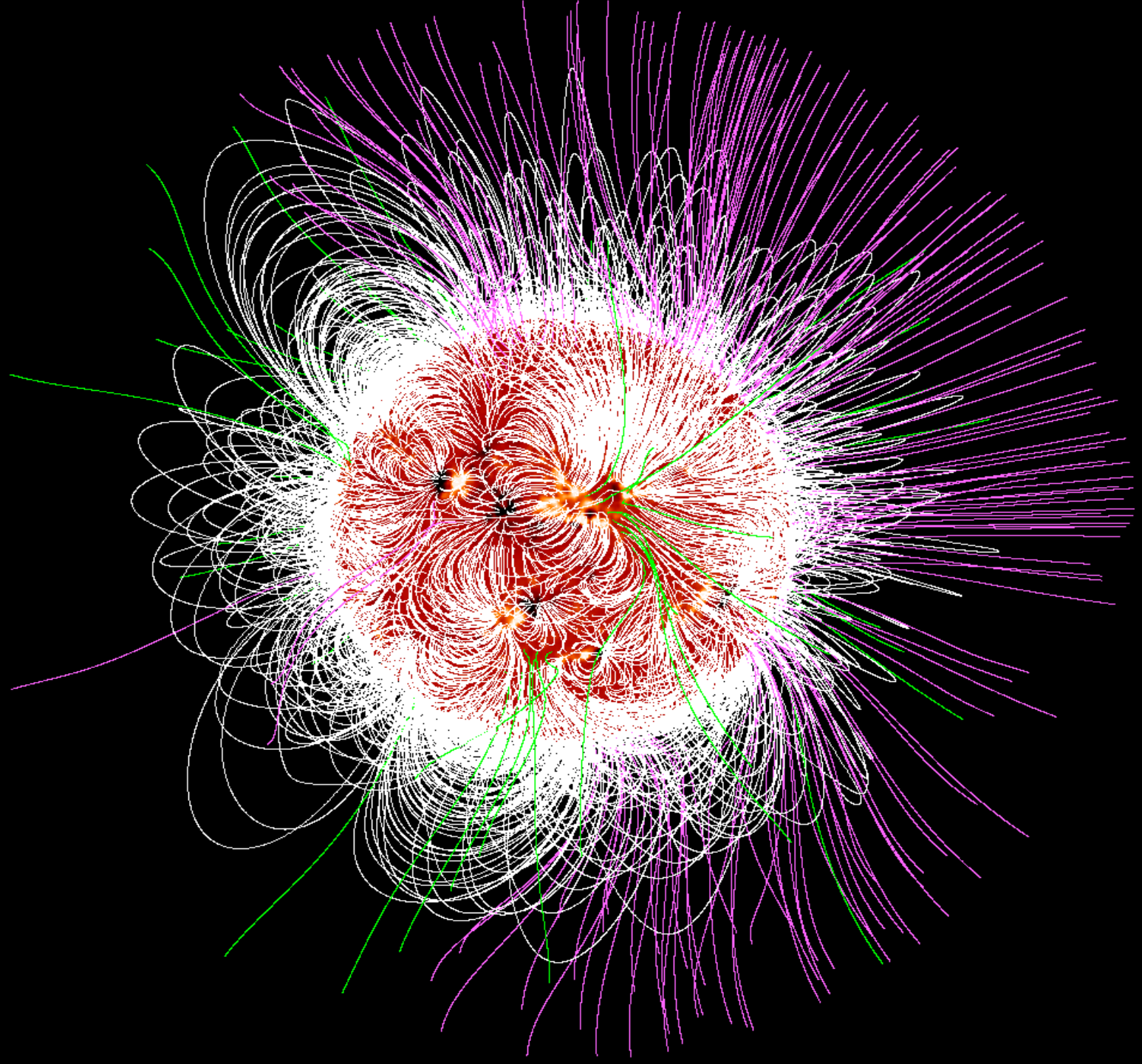
Το στέμμα, όπως και την χρωμόσφαιρα τα βλέπουμε  
στις εκλείψεις  
ηλίου

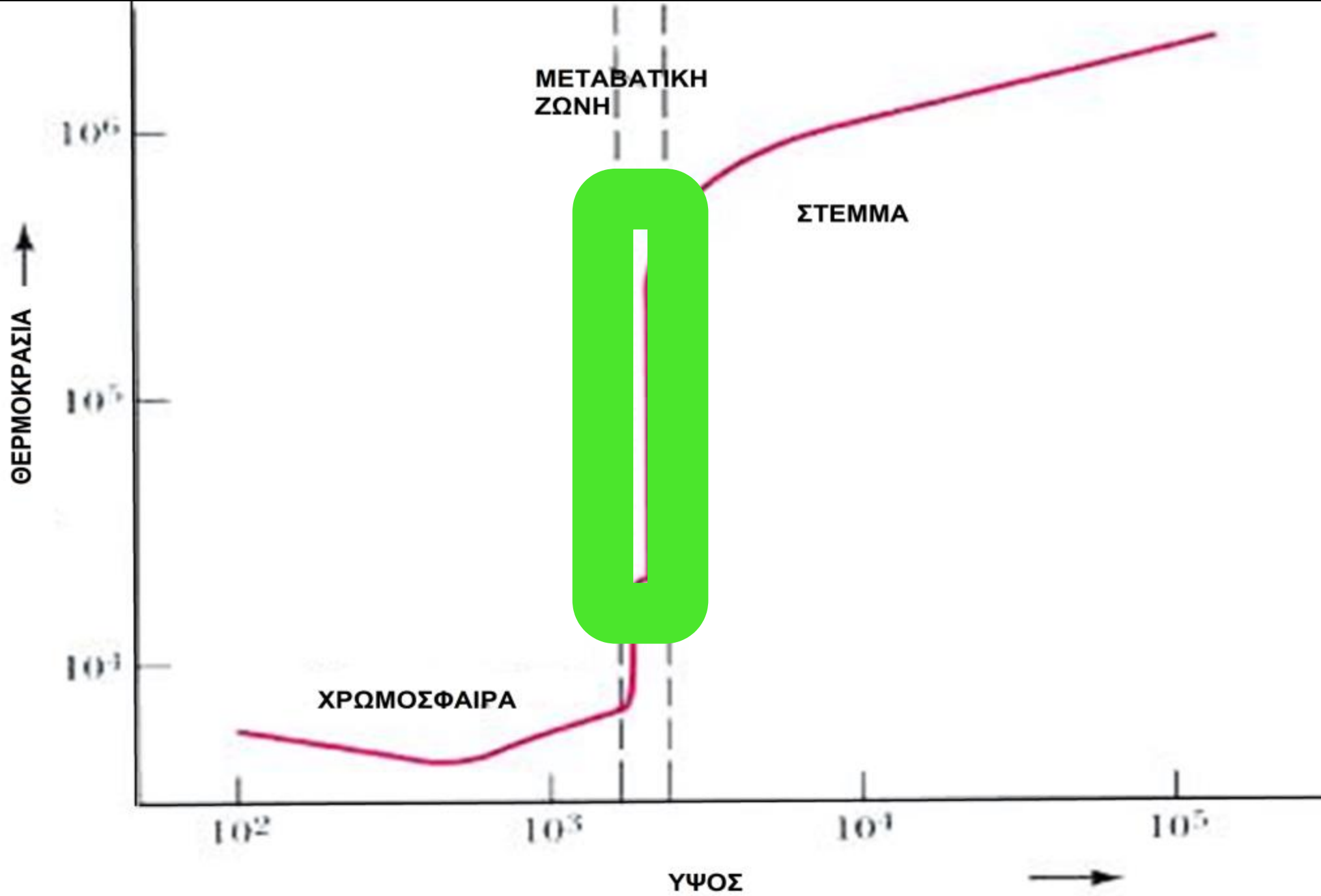


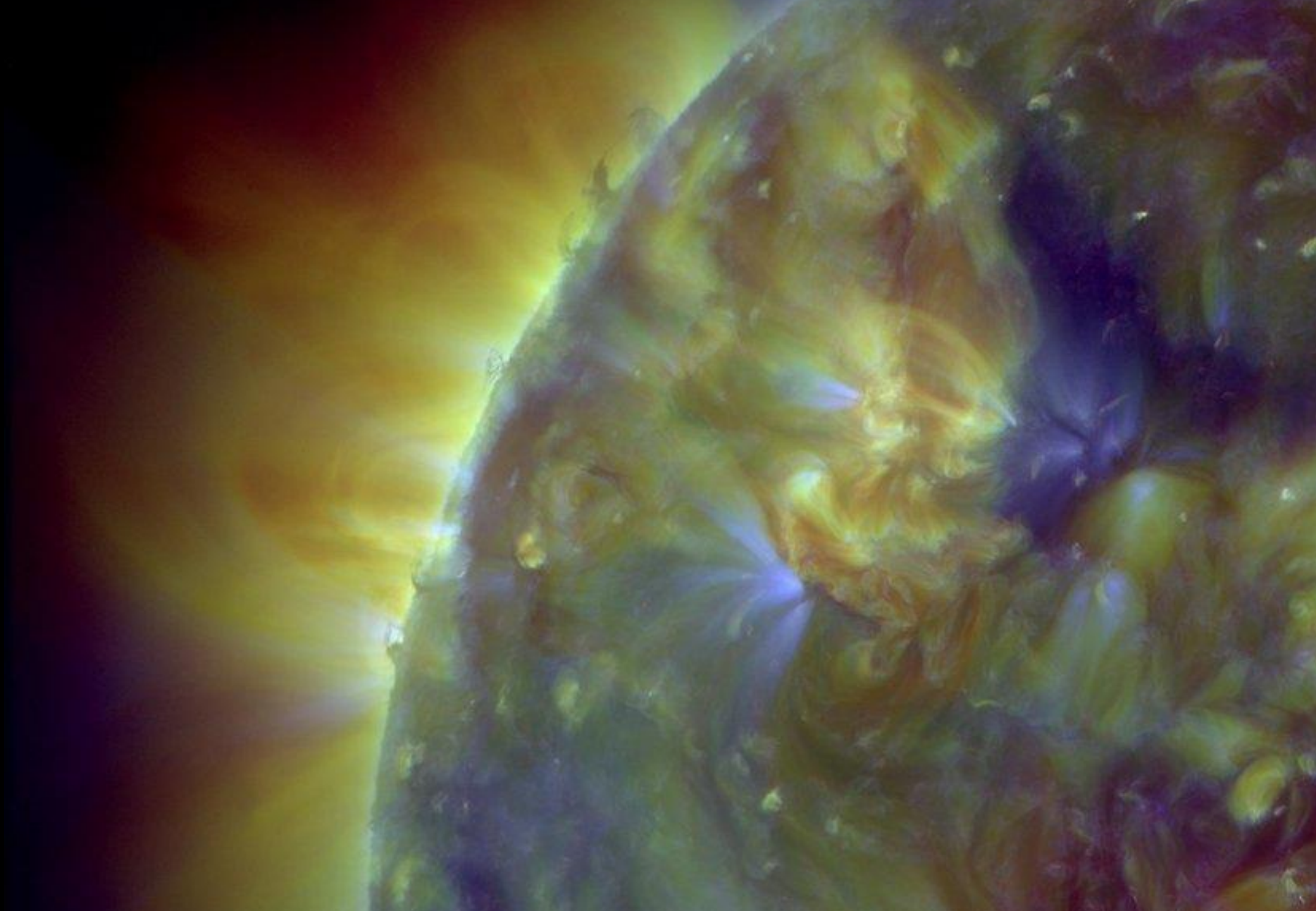


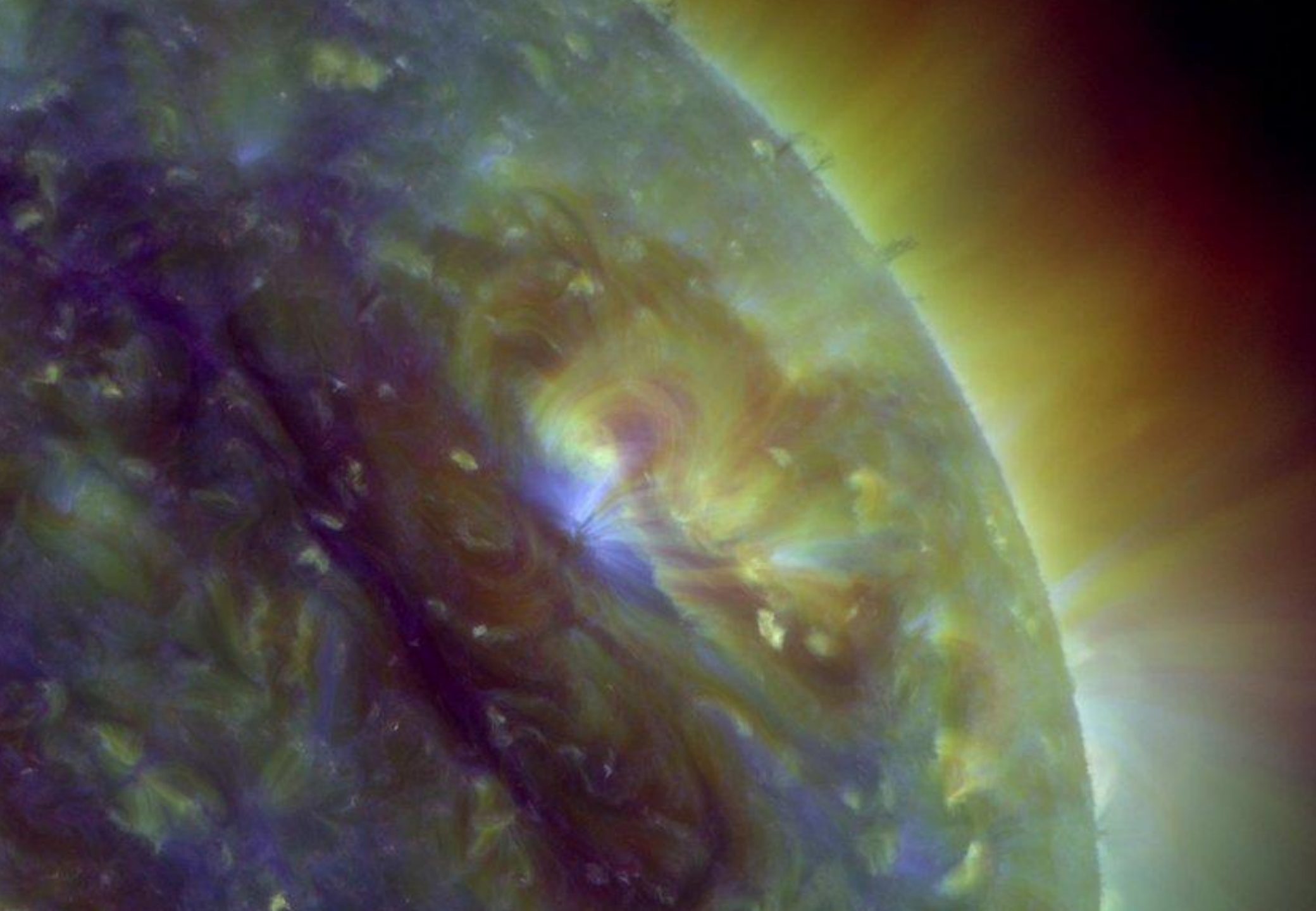
The progression of a solar eclipse on August 1, 2008 in Novosibirsk, Russia. All times UTC (local time was UTC+7). The time span between shots is three minutes. Φωτογραφία Kalan

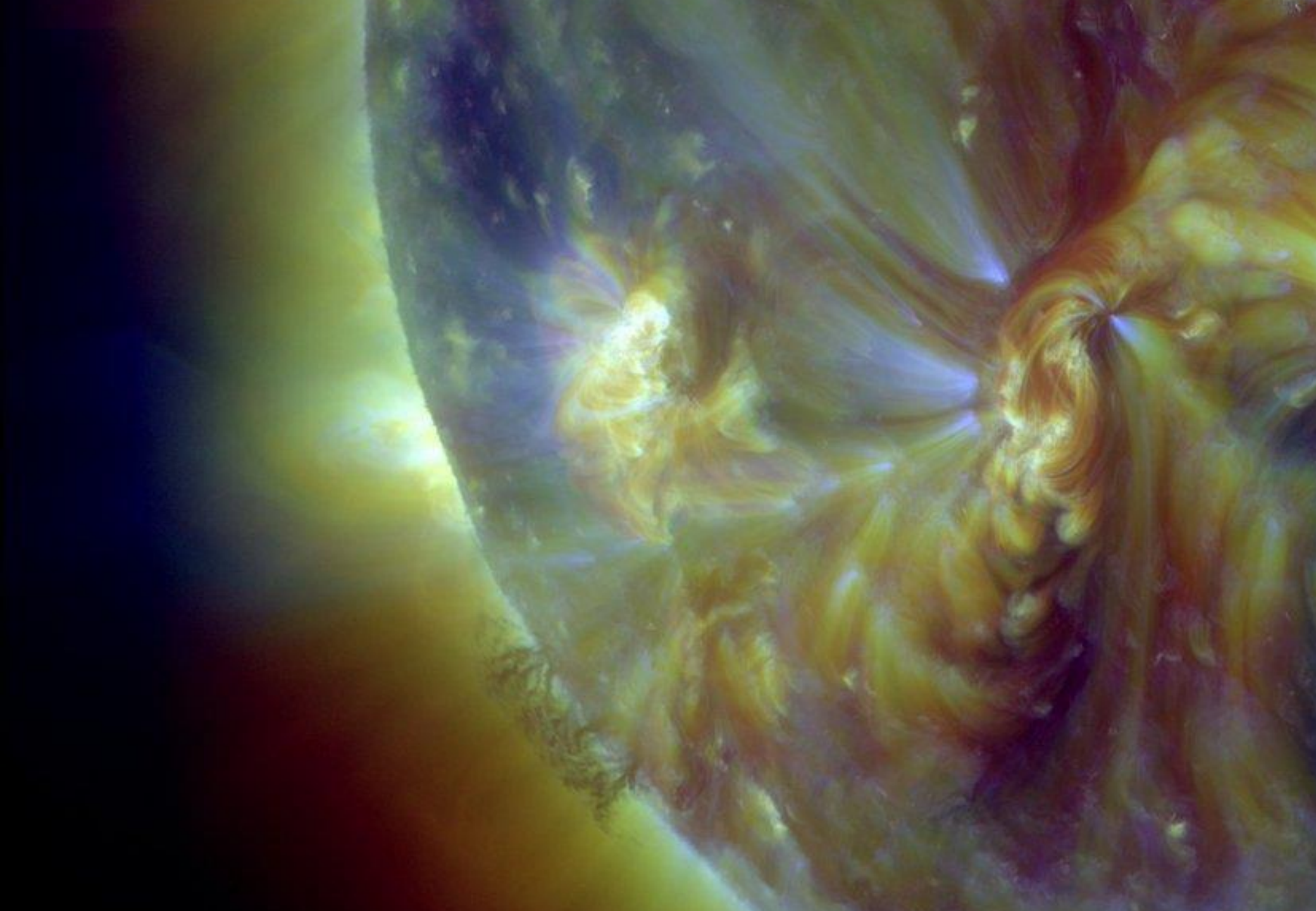


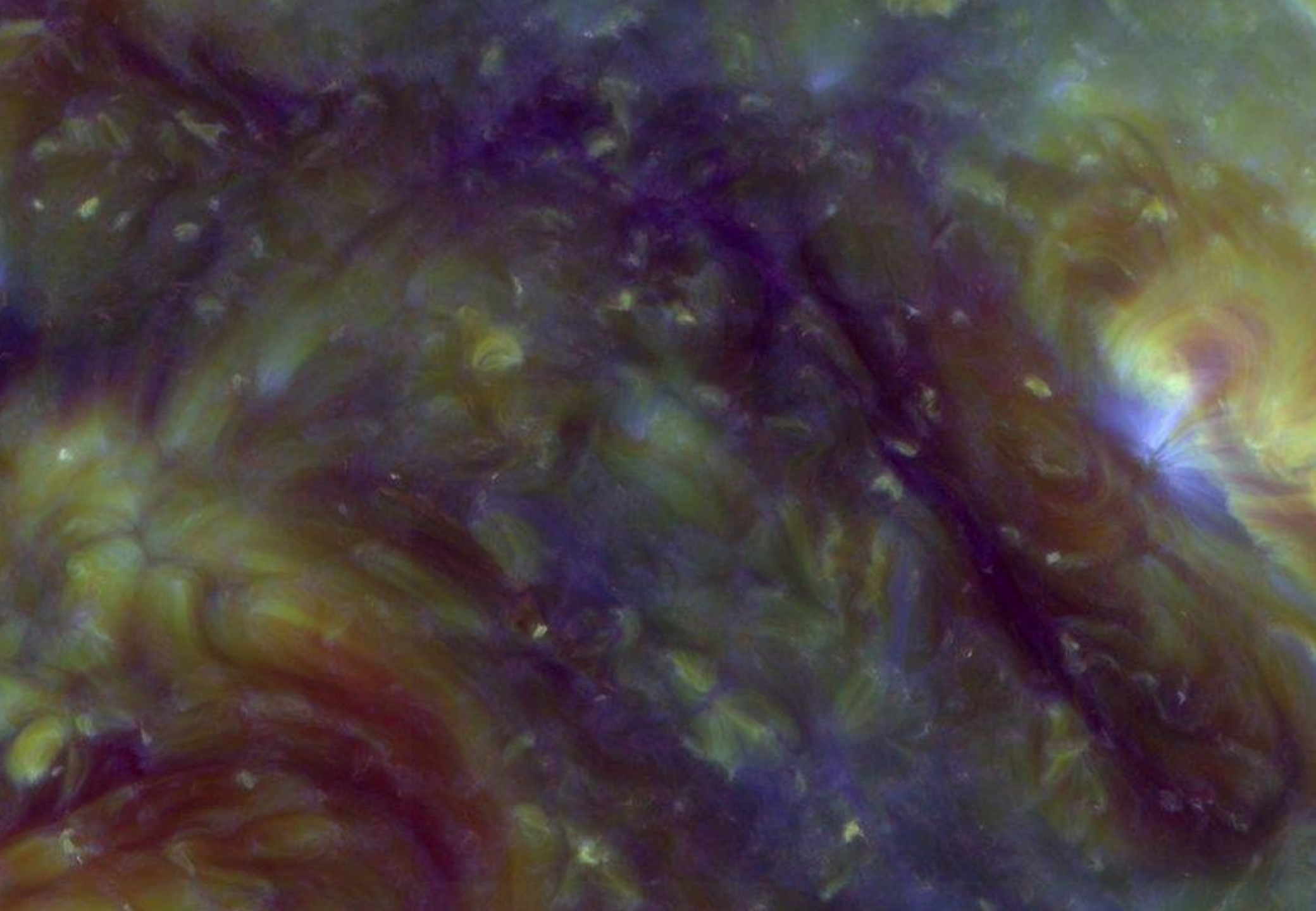


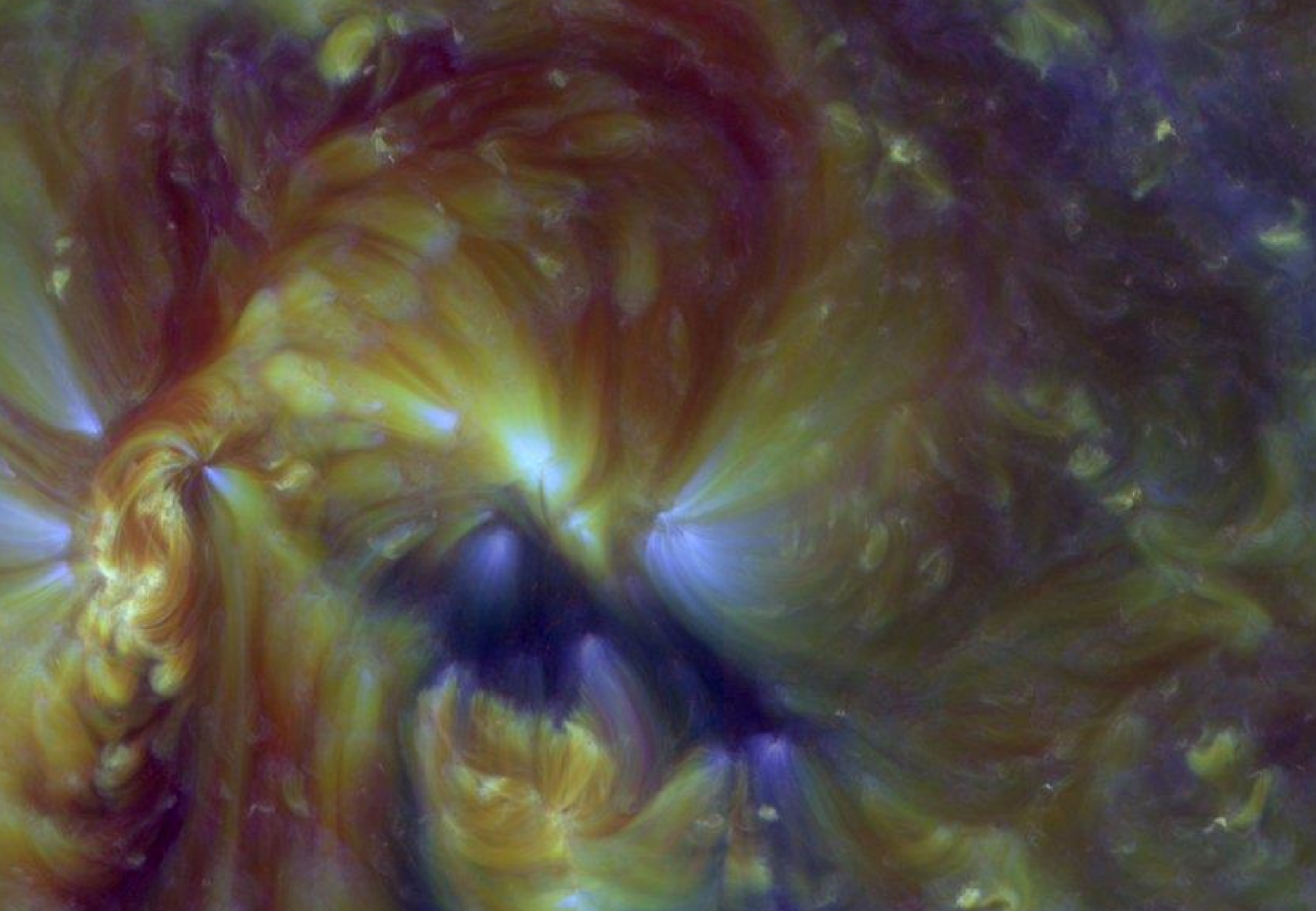




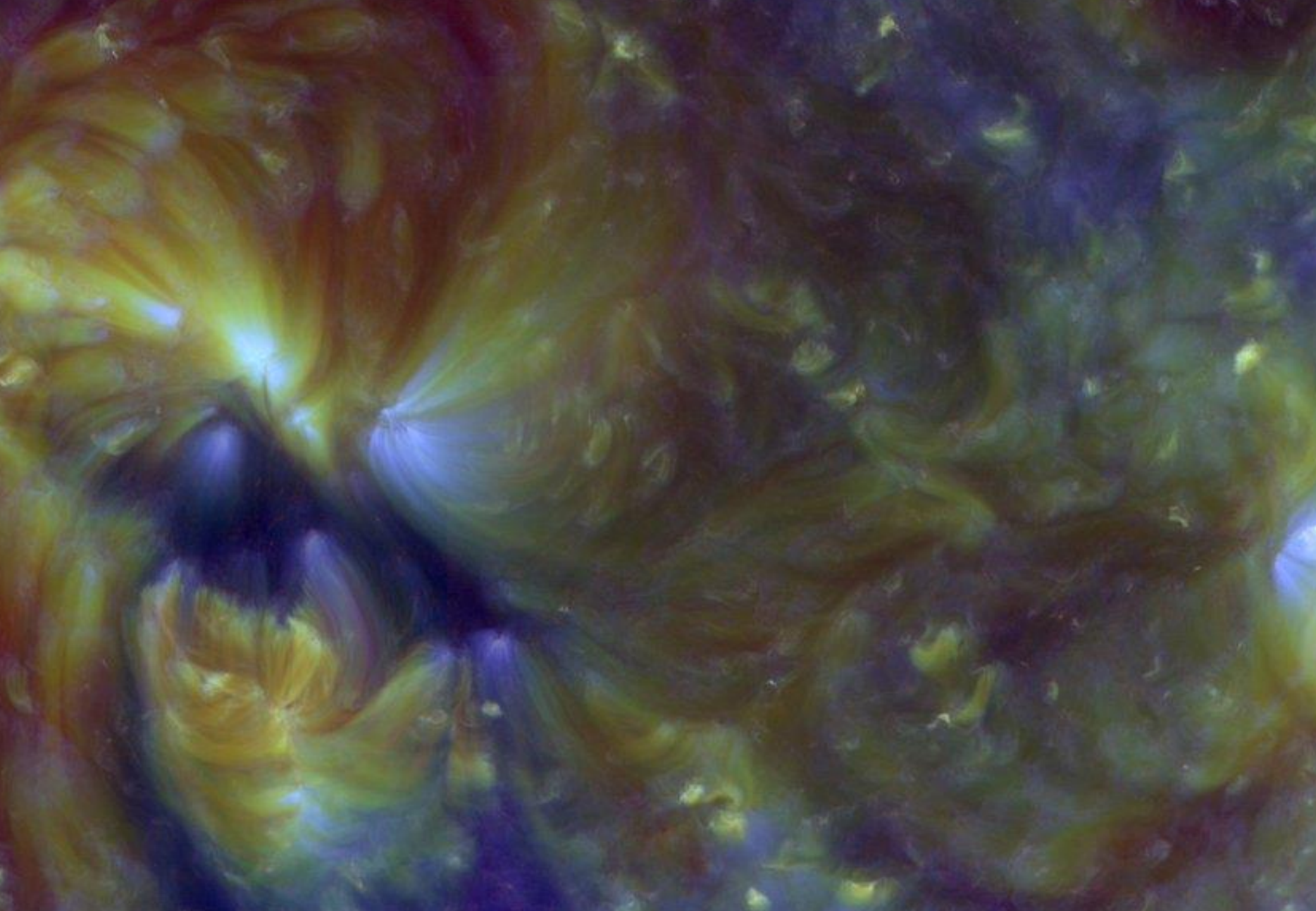












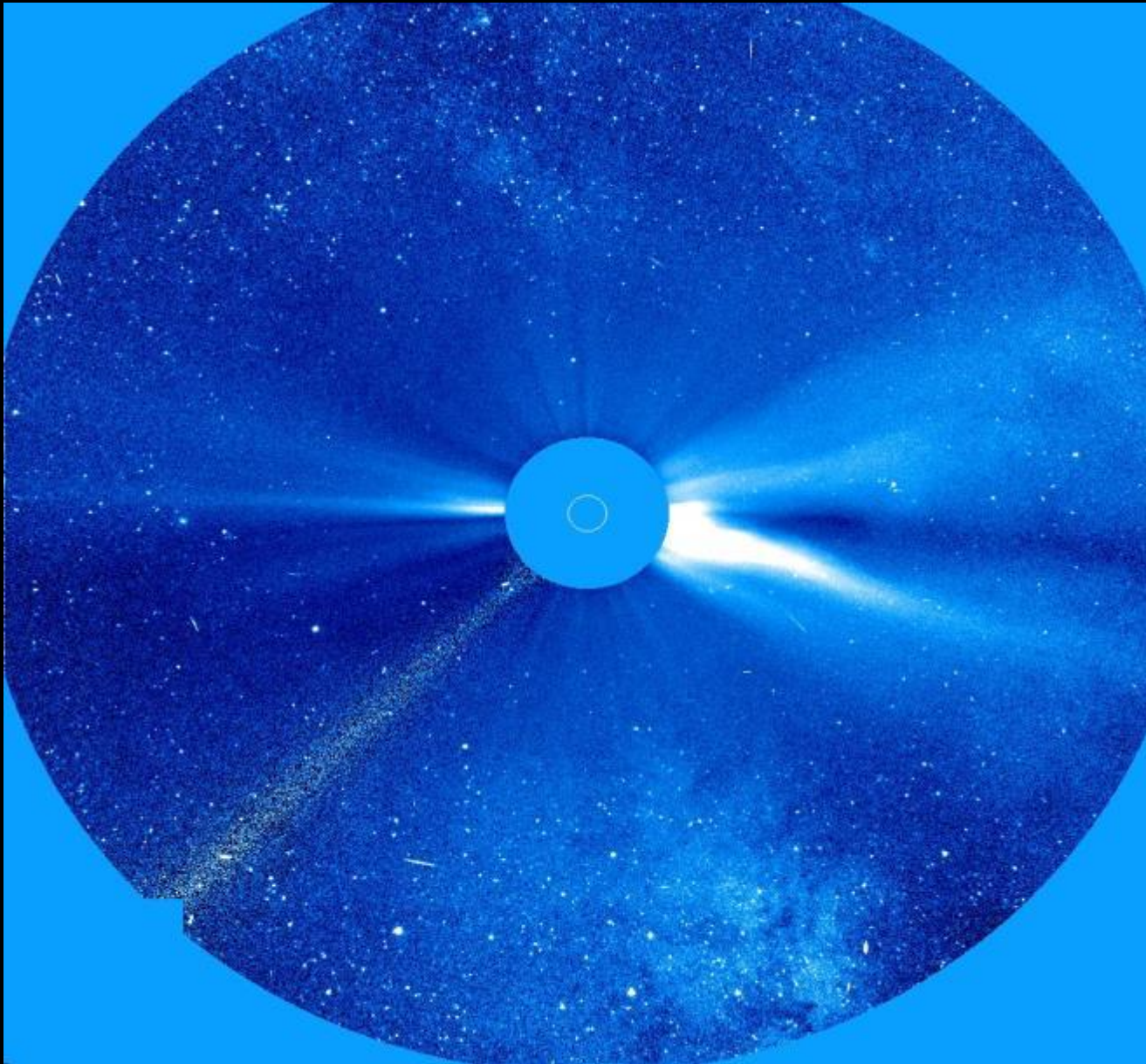


SDO/AIA - 211 20110520\_044414  
SDO/AIA - 193 20110520\_044420  
SDO/AIA - 171 20110520\_044413

1988 March 18

# Στέμμα και Ηλιακός άνεμος

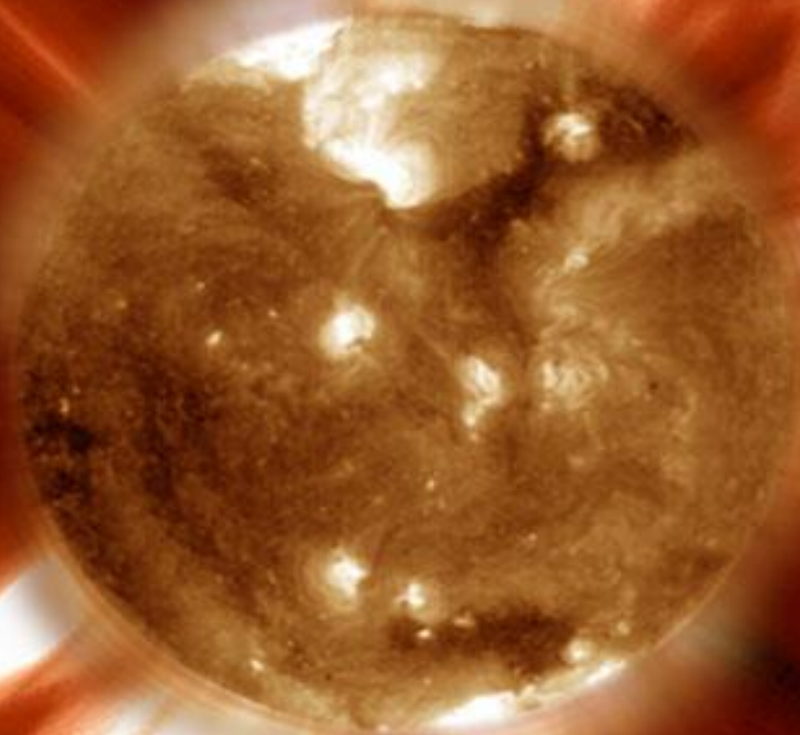




Ηλιακός  
άνεμος

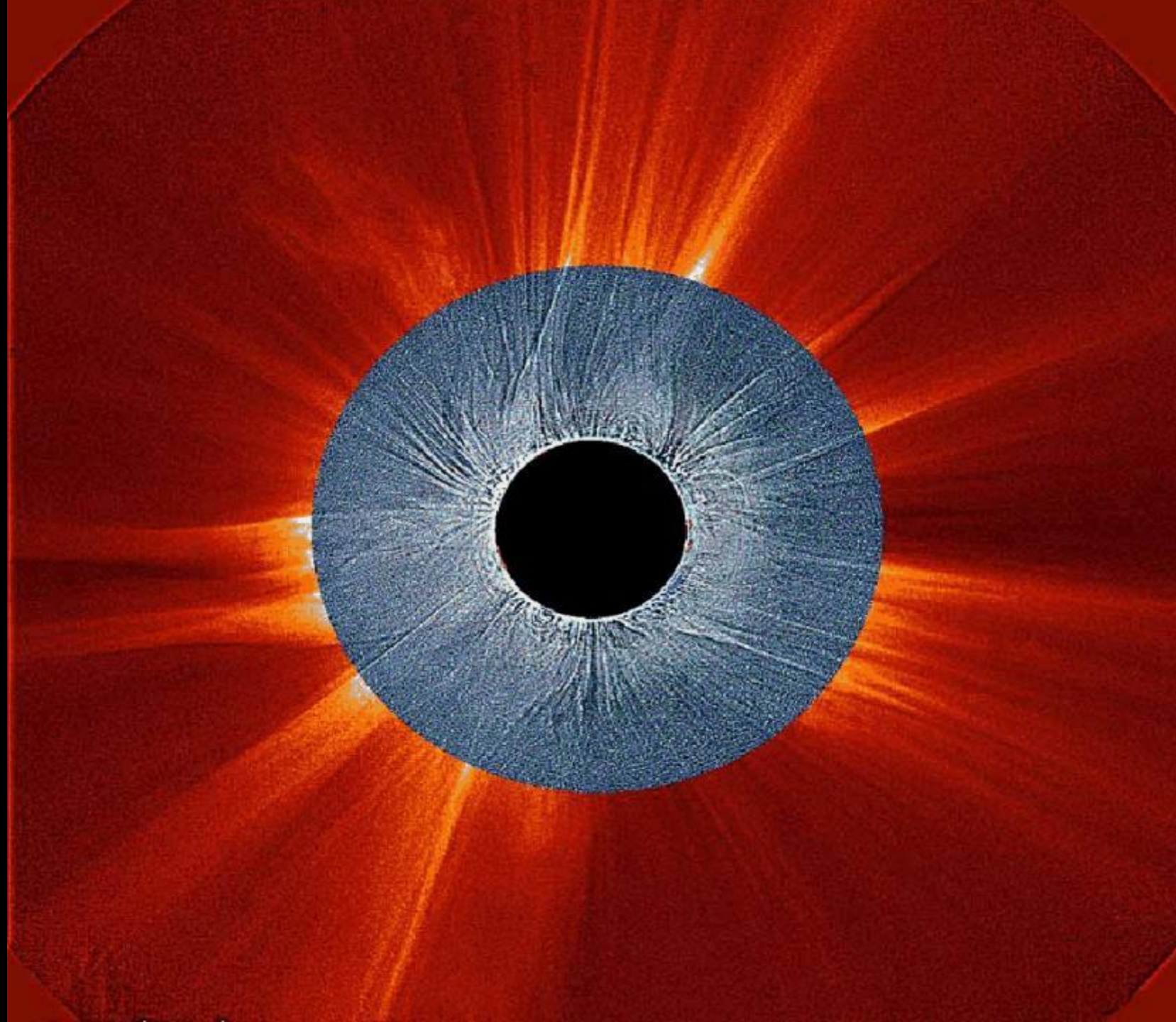
# Έκρηξη του ηλίου

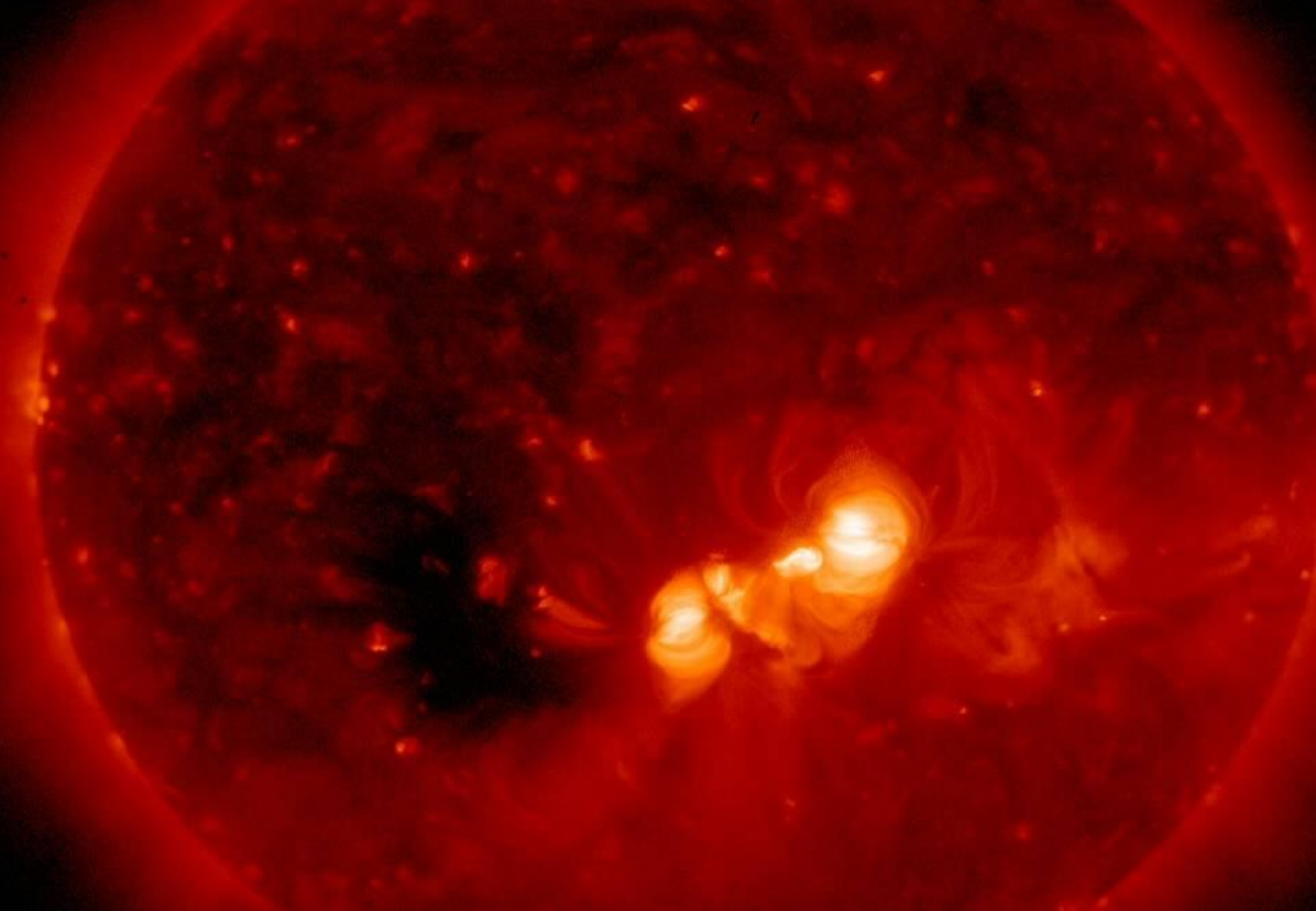
Credit: SOHO Consortium, ESA, NASA



# 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

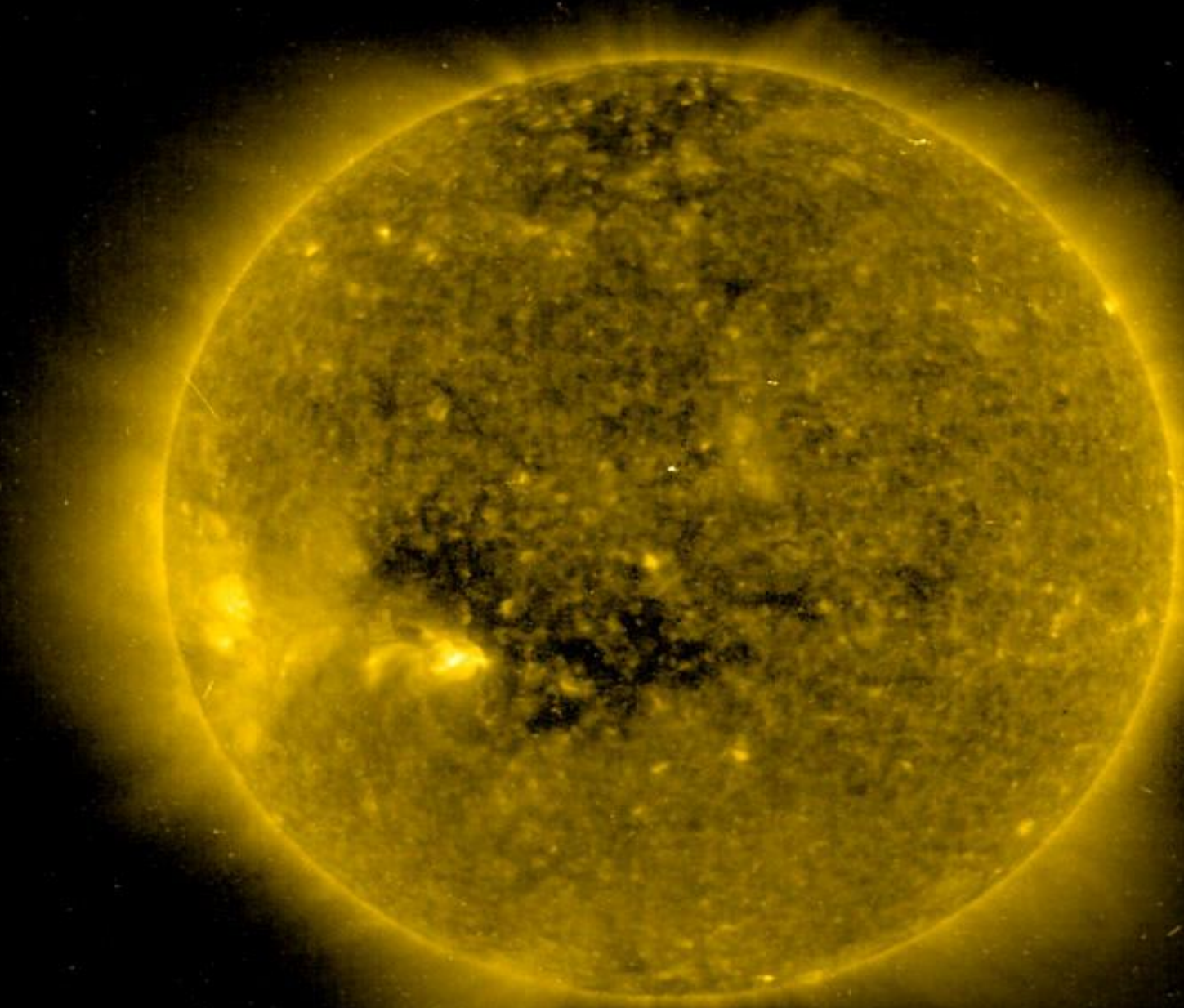
Time (UT)      21 19 48      21 26 10      21 33 48      21 41 27      21 48 26

1600A

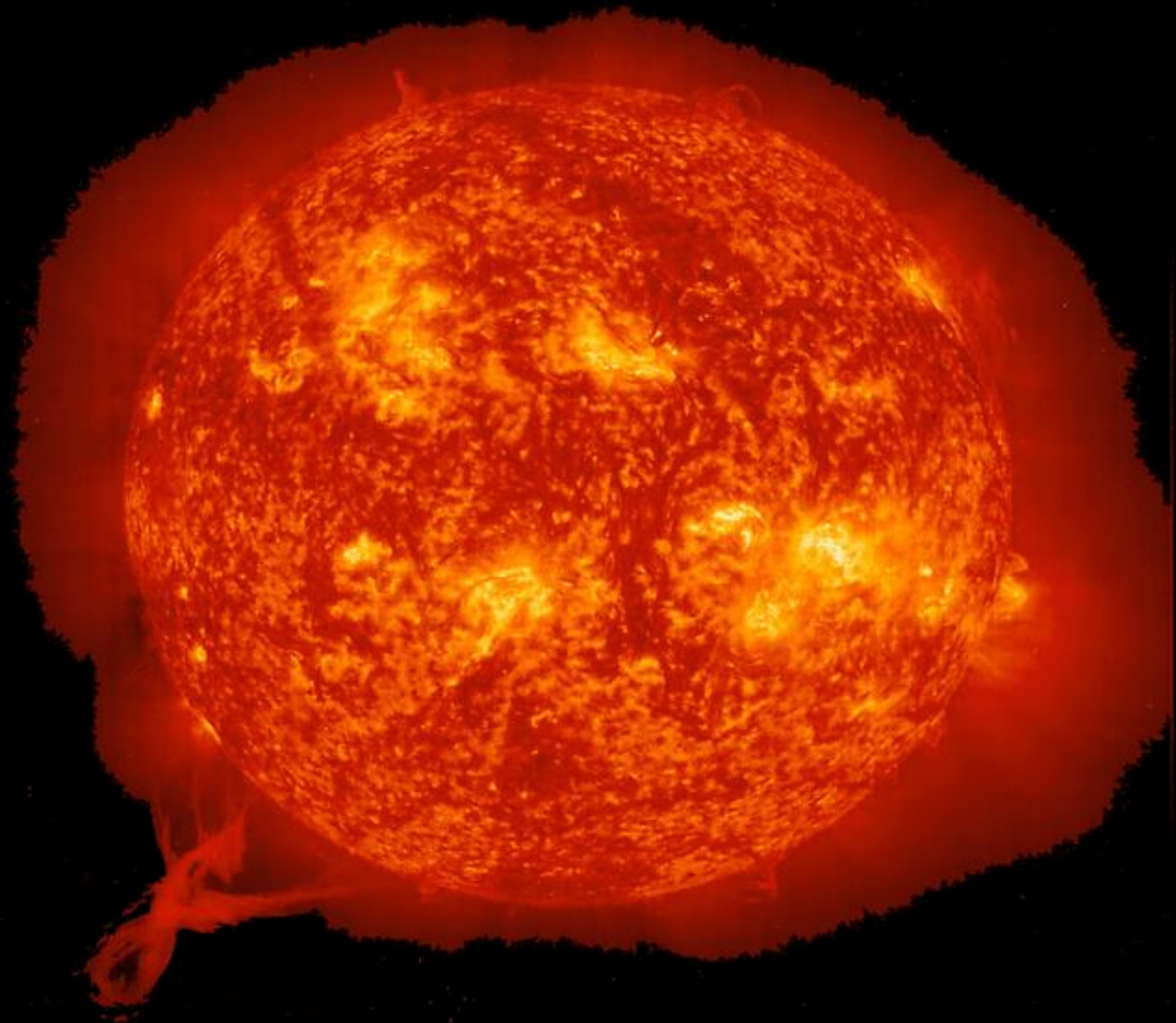
Time (UT)      21 19 19      21 26 19      21 33 57      21 42 14      21 48 36

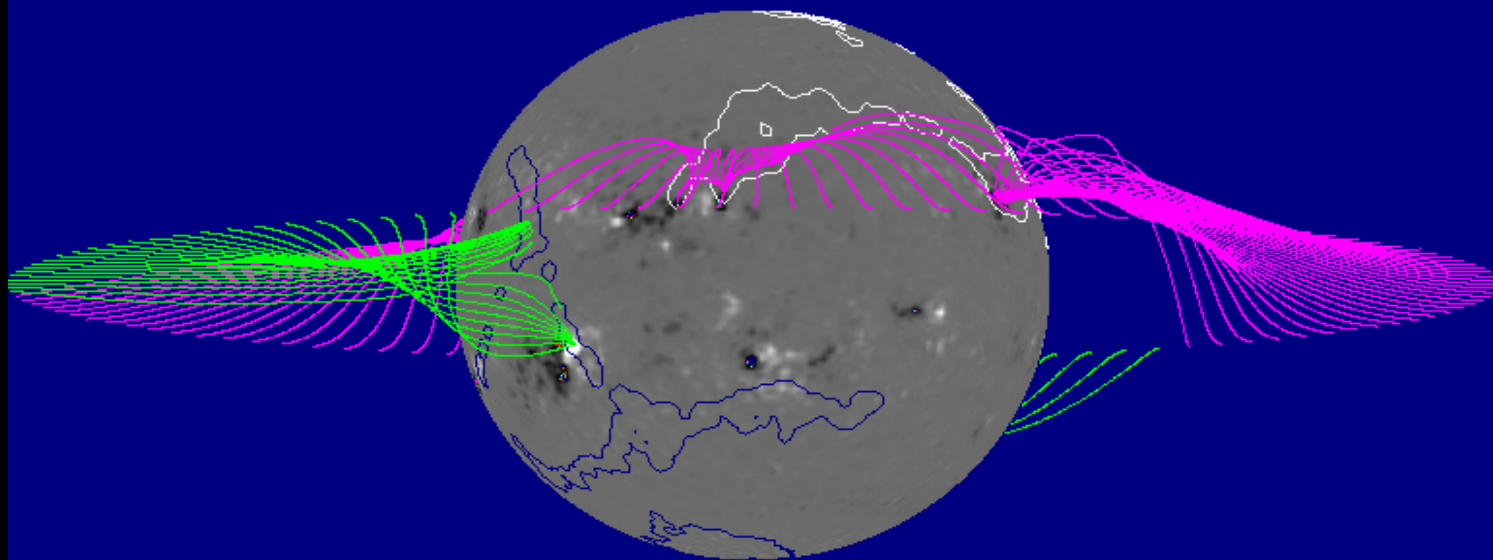
white light

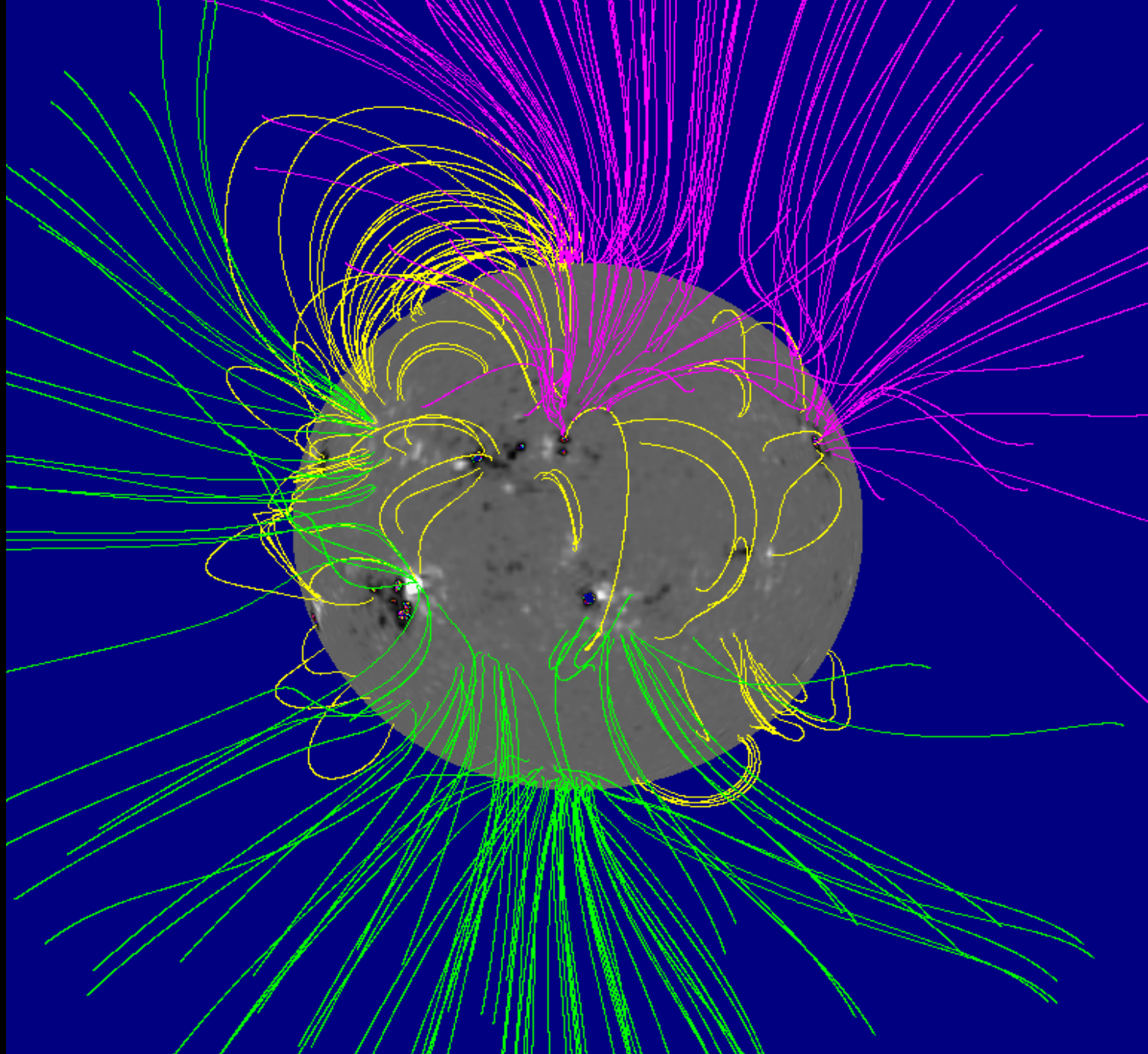
Time (UT)      21 19 21      21 26 22      21 34 00      21 41 38      21 48 39

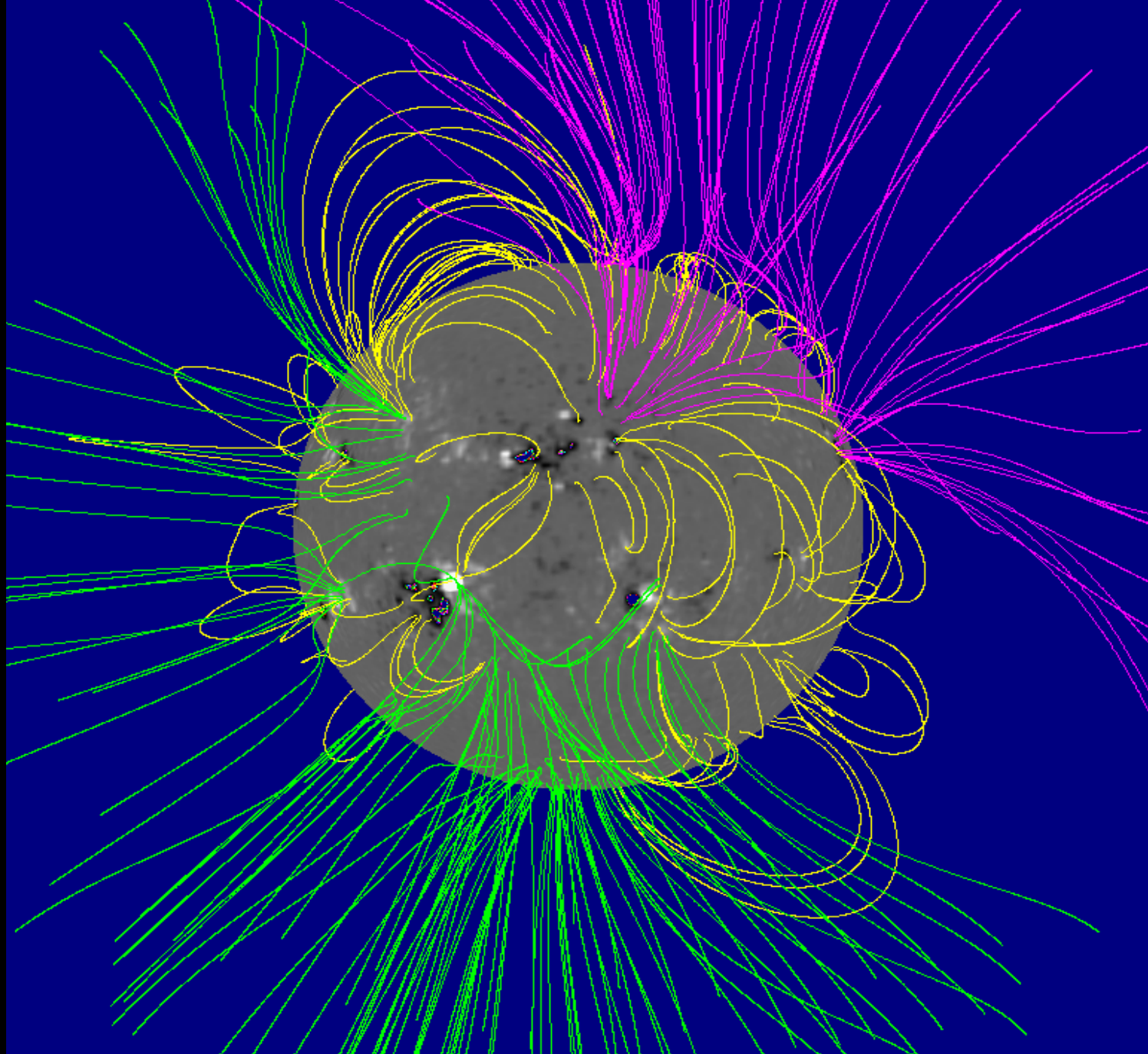


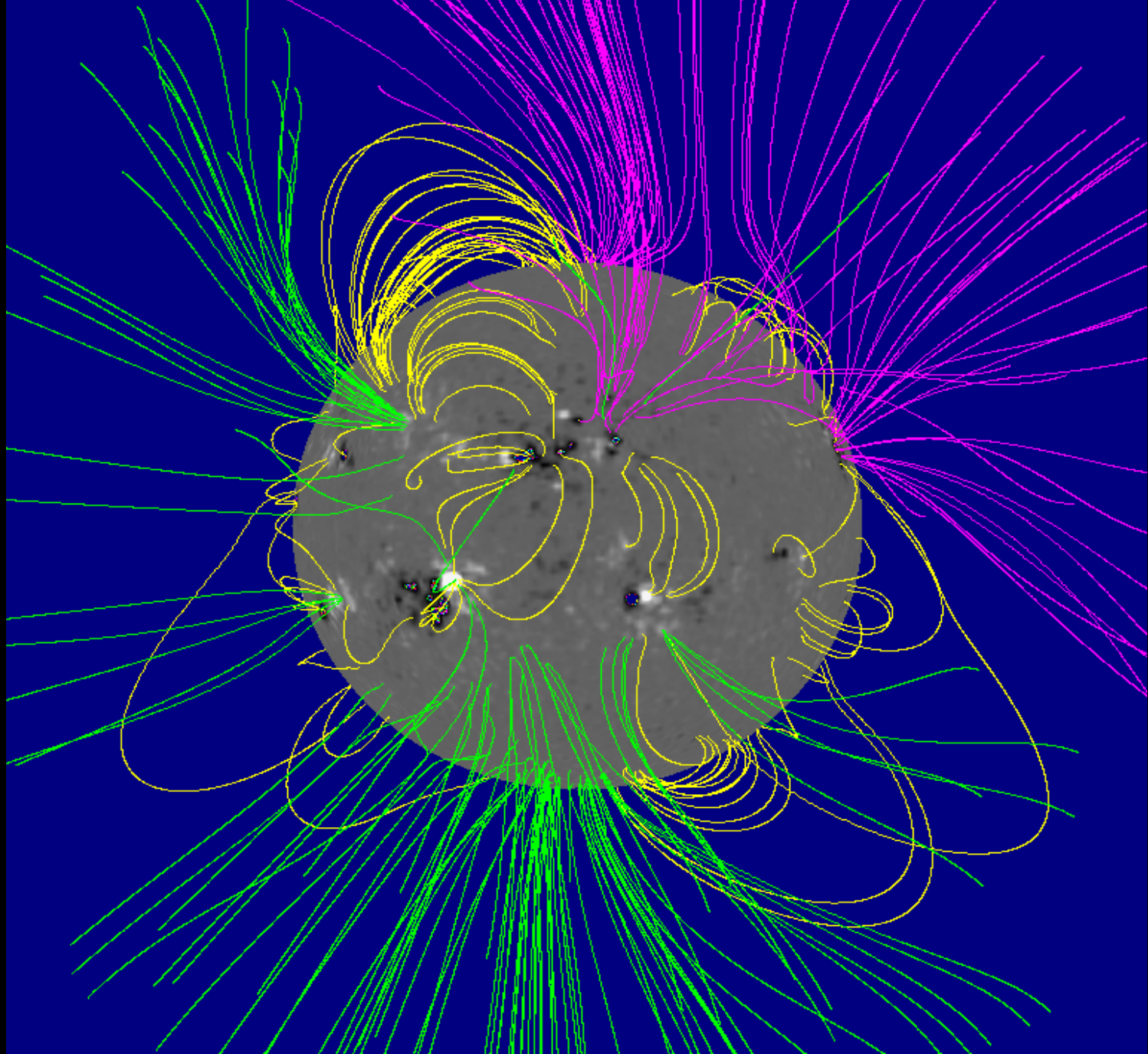
2007/09/19 07:06:09 UT













# 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),

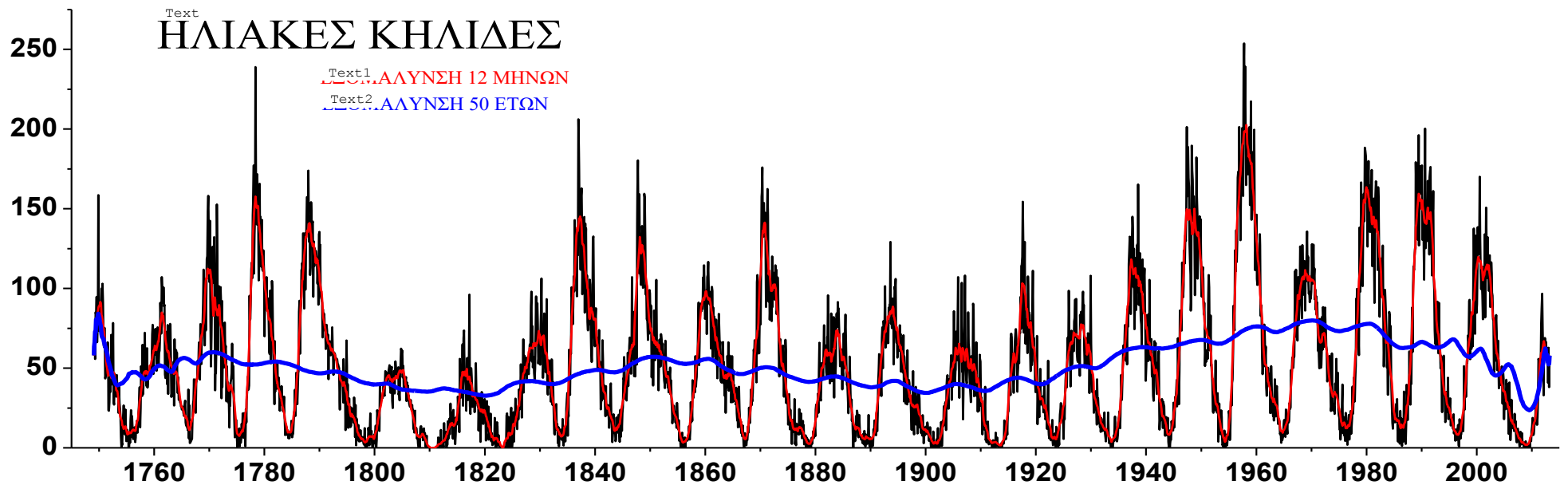
1,500-year cycles (Bond Cycle),

90-year sunspot cycles (Gleissberg Cycle),

22-year solar magnetic polarity cycles (Hale Cycle)

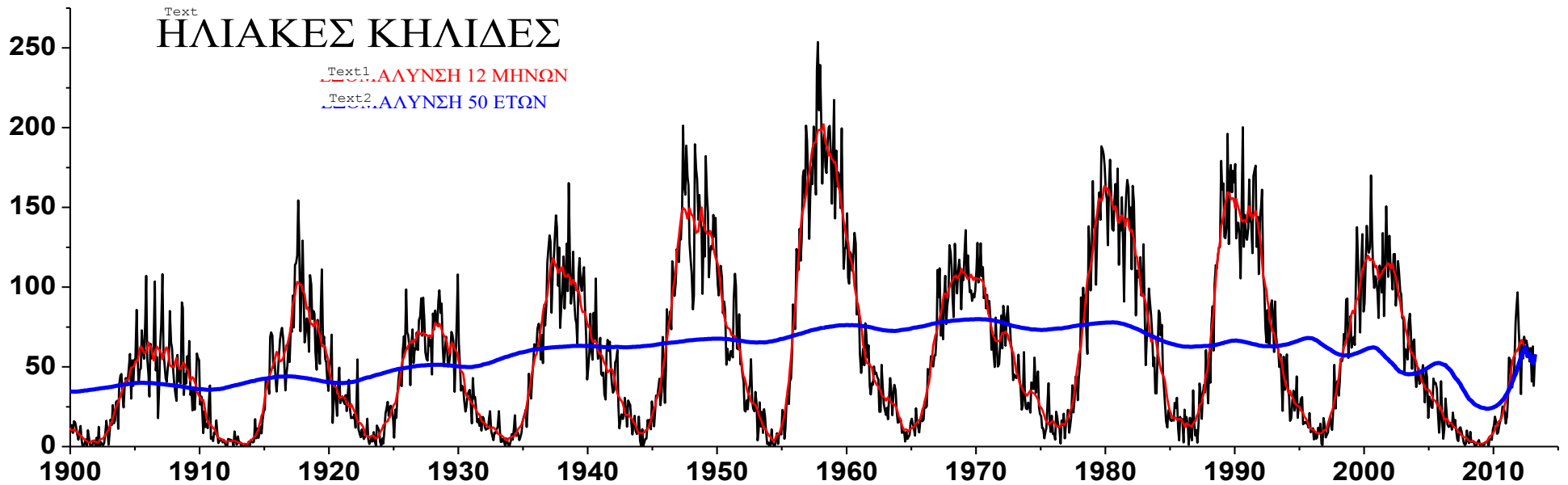
and 11-year sunspot cycles (Schwabe Cycle).

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

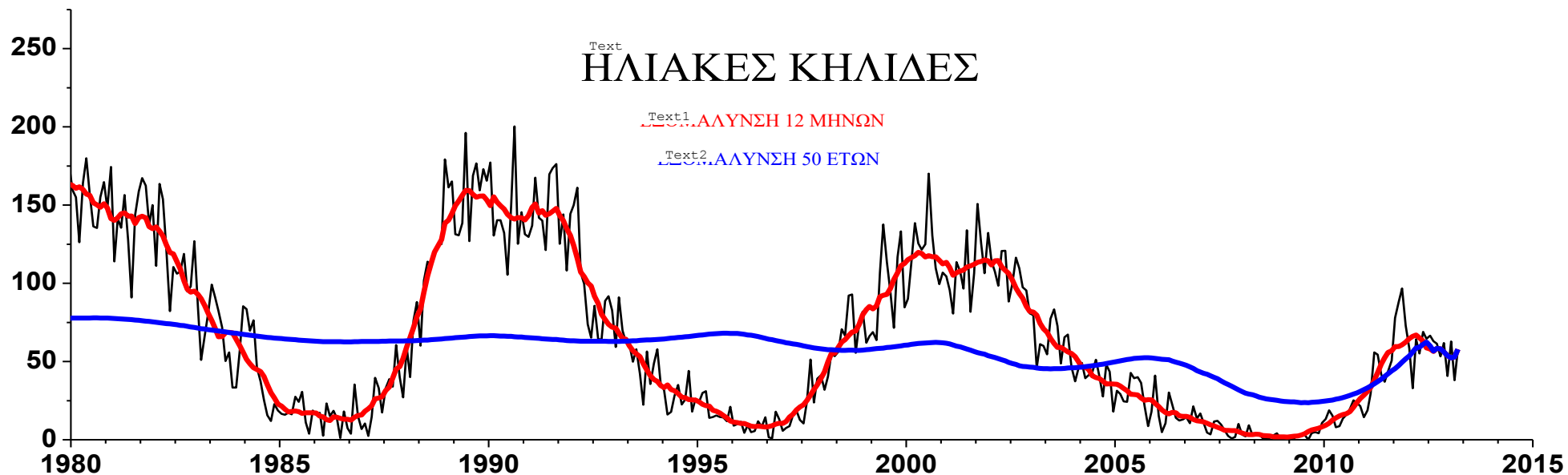


Οι κηλίδες του Ηλίου παρουσιάζουν περιοδικότητα 11 και 22 ετών, αν λάβουμε υπόψη το μαγνητικό τους πεδίο βλέπουμε ότι η τάση για το μέλλον είναι μάλλον πτωτική

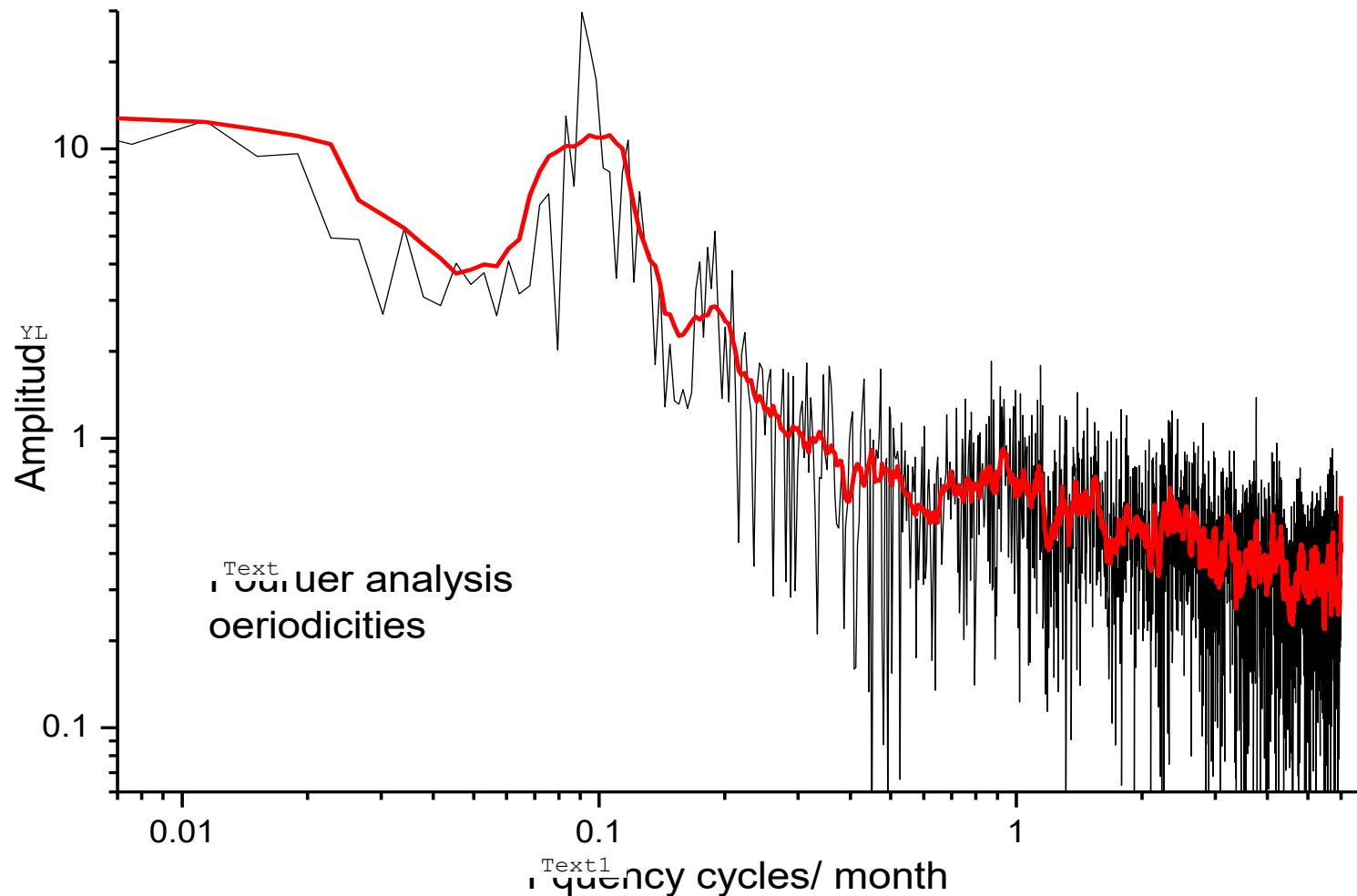
# Text ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΗΛΙΔΕΣ



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

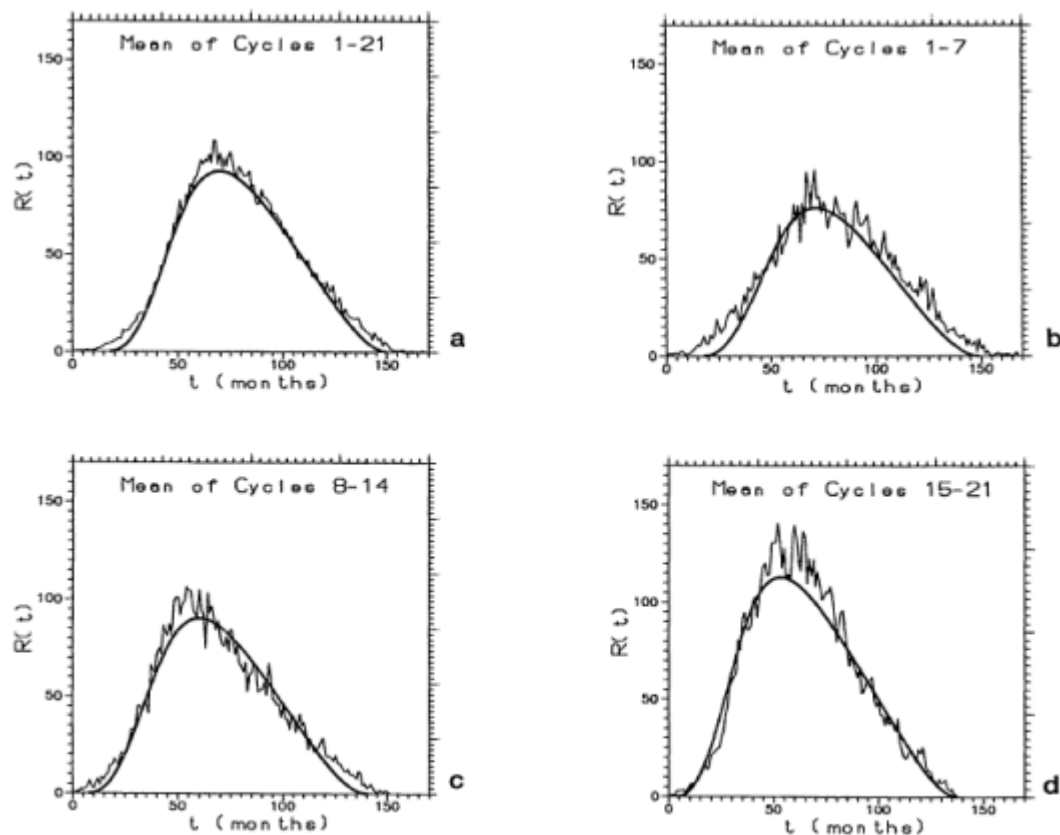
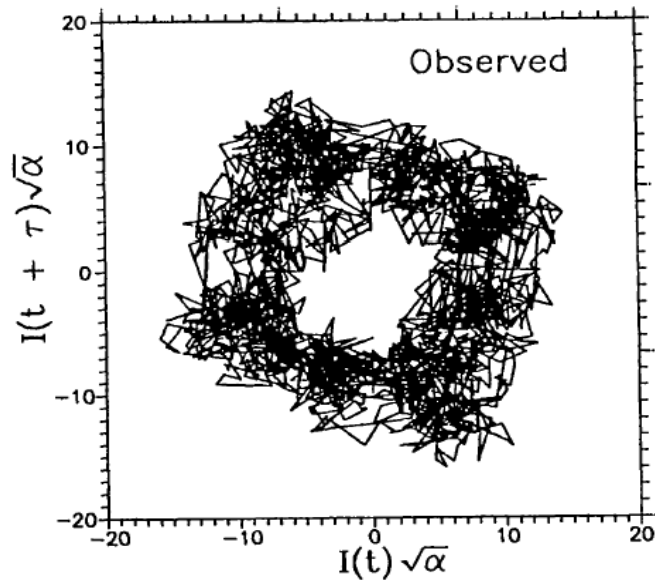


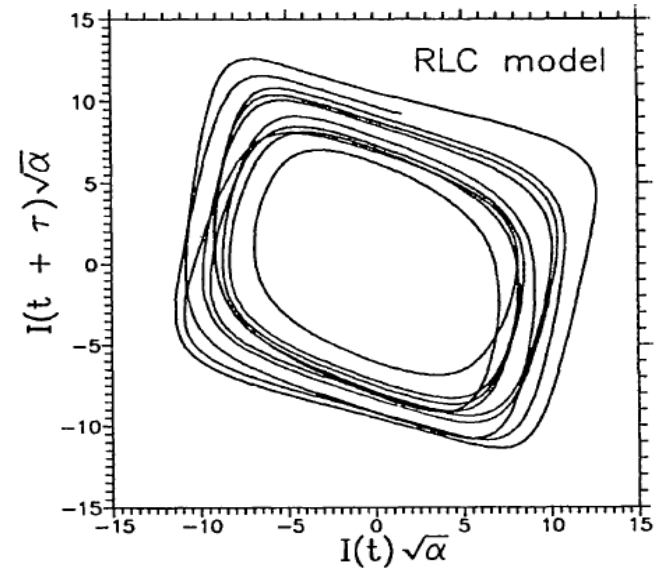
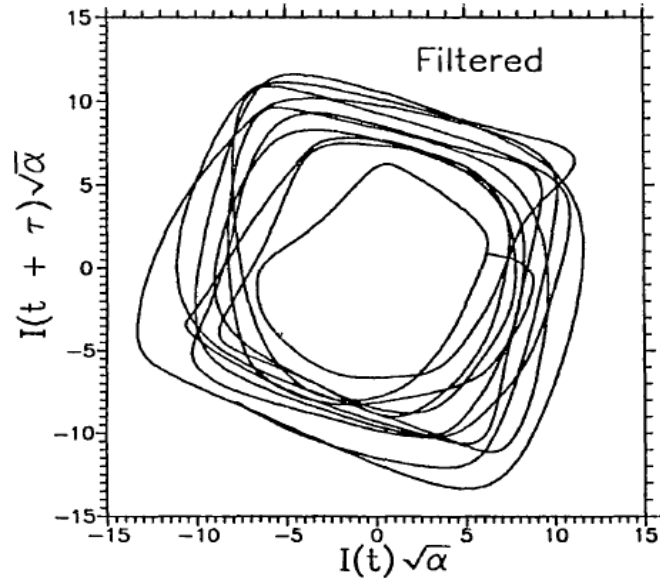
Fig. 1. The mean sunspot cycle, derived for the solar cycle groups: (a) 1-21, (b) 1-7, (c) 8-14, (d) 15-21. The heavy curves are sunspot cycles produced from the Van der Pol model, using  $I_0$  values given in Table I and assuming constant mean period of 11 yr.

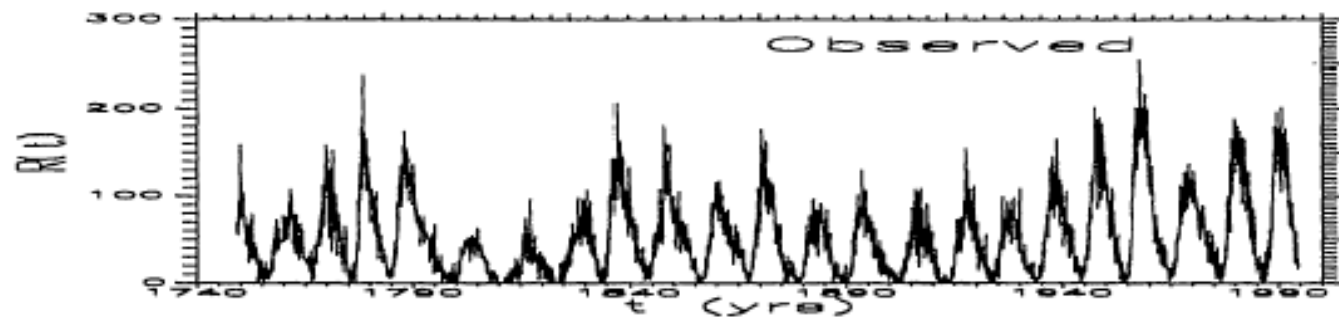
Non-linear RLC (van der Pol)

# A NONLINEAR RLC SOLAR CYCLE MODEL

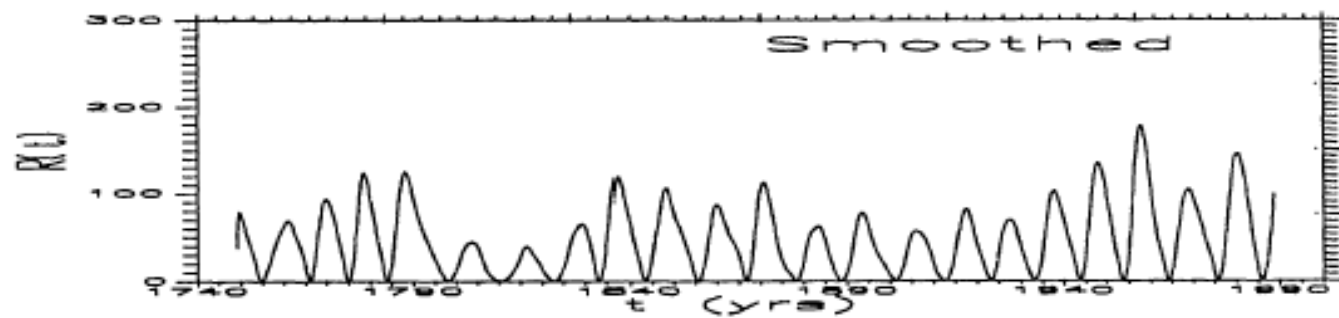


$\tau = 66$  months

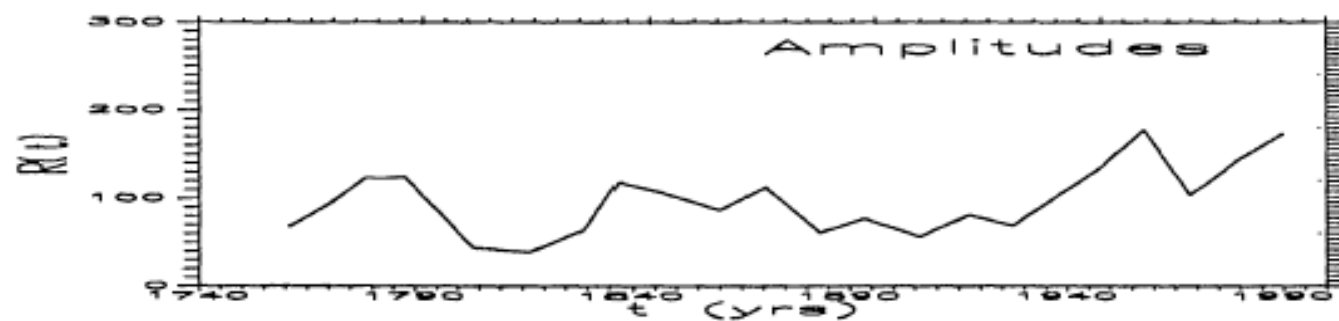




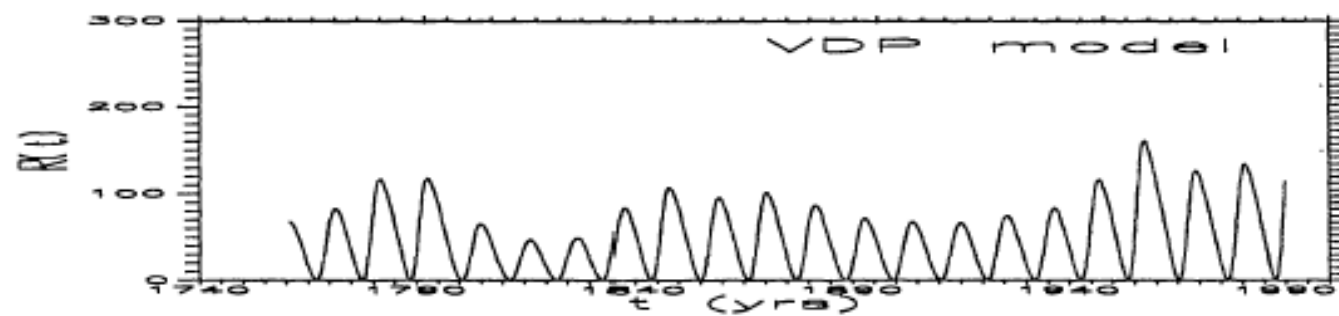
(a)



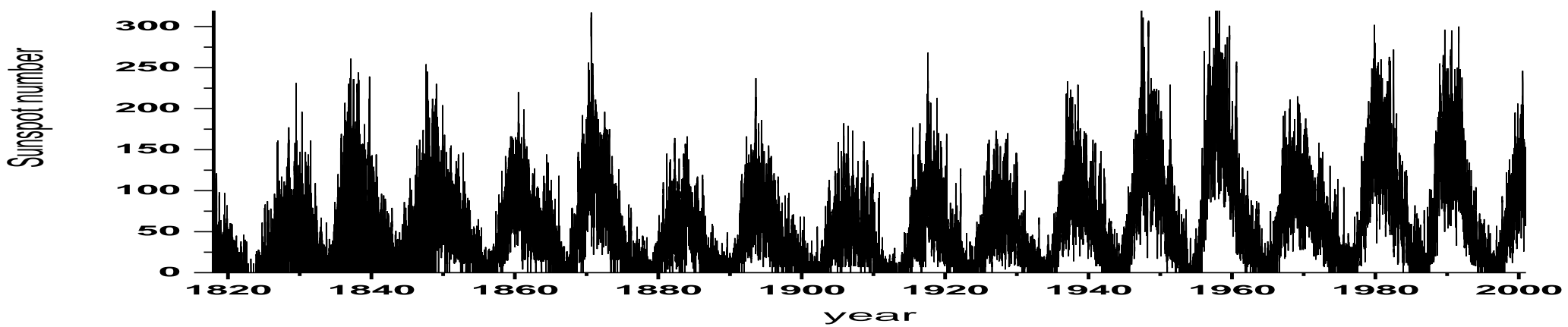
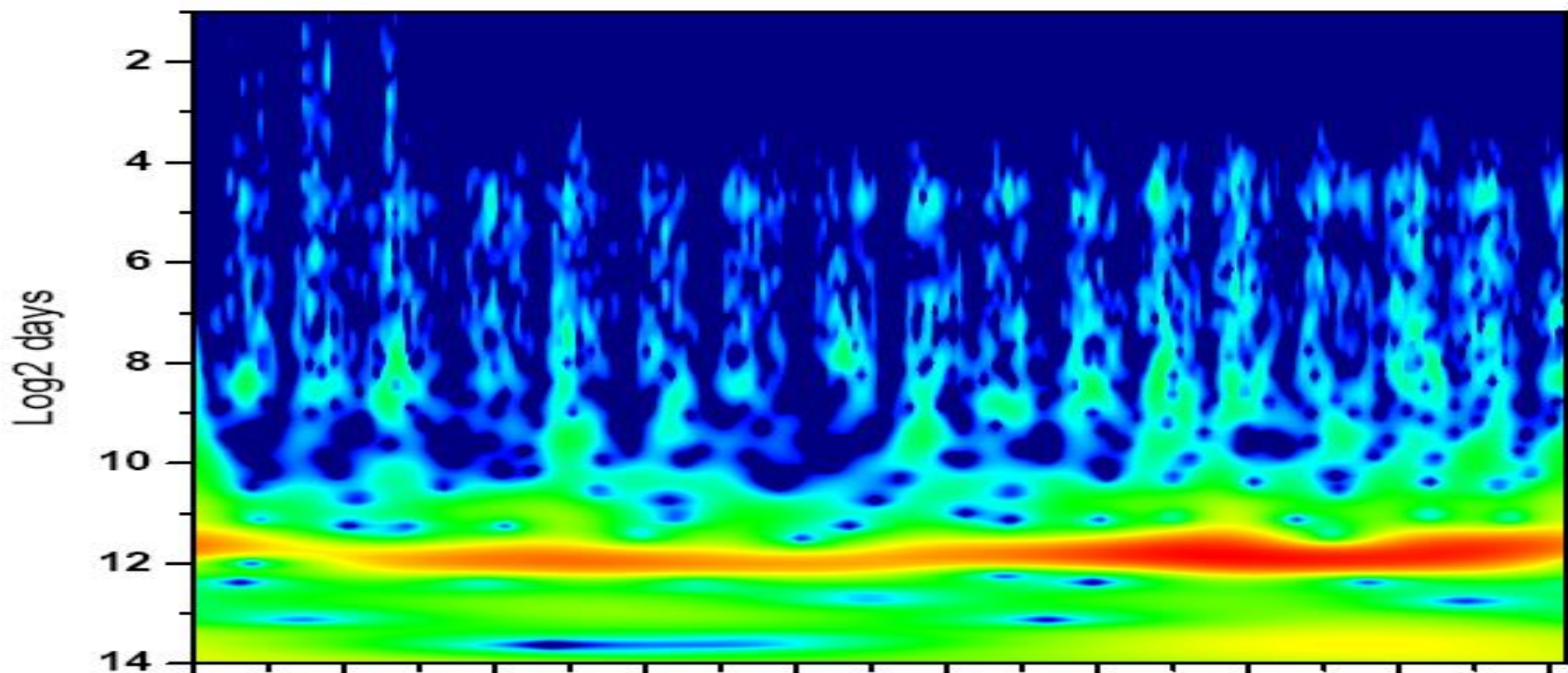
(b)

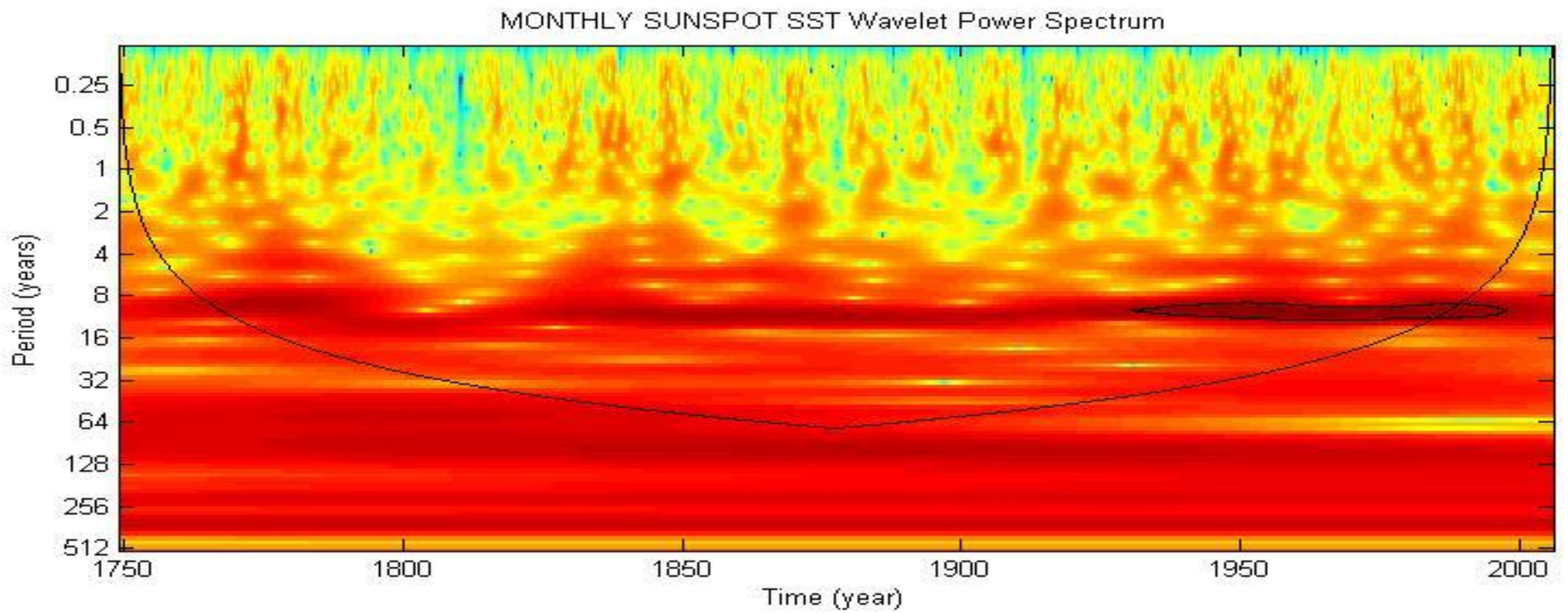
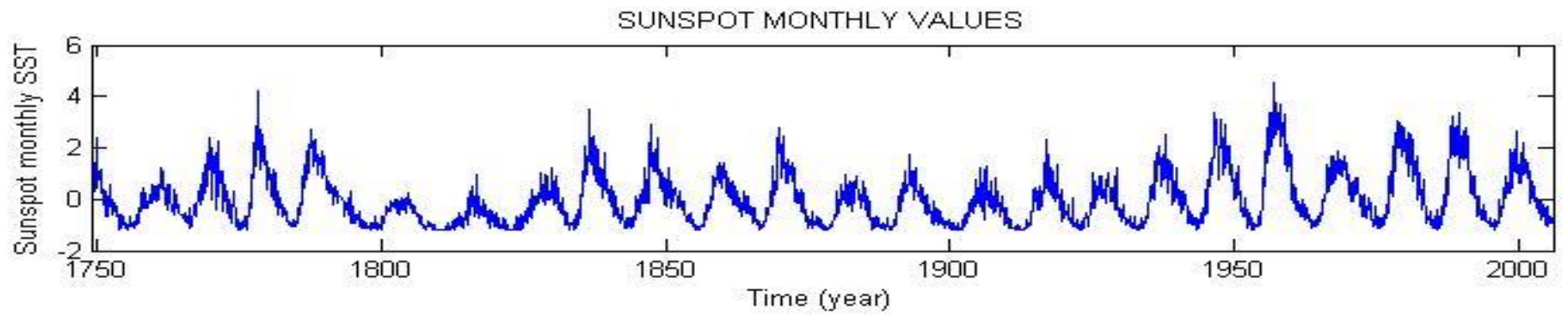


(c)

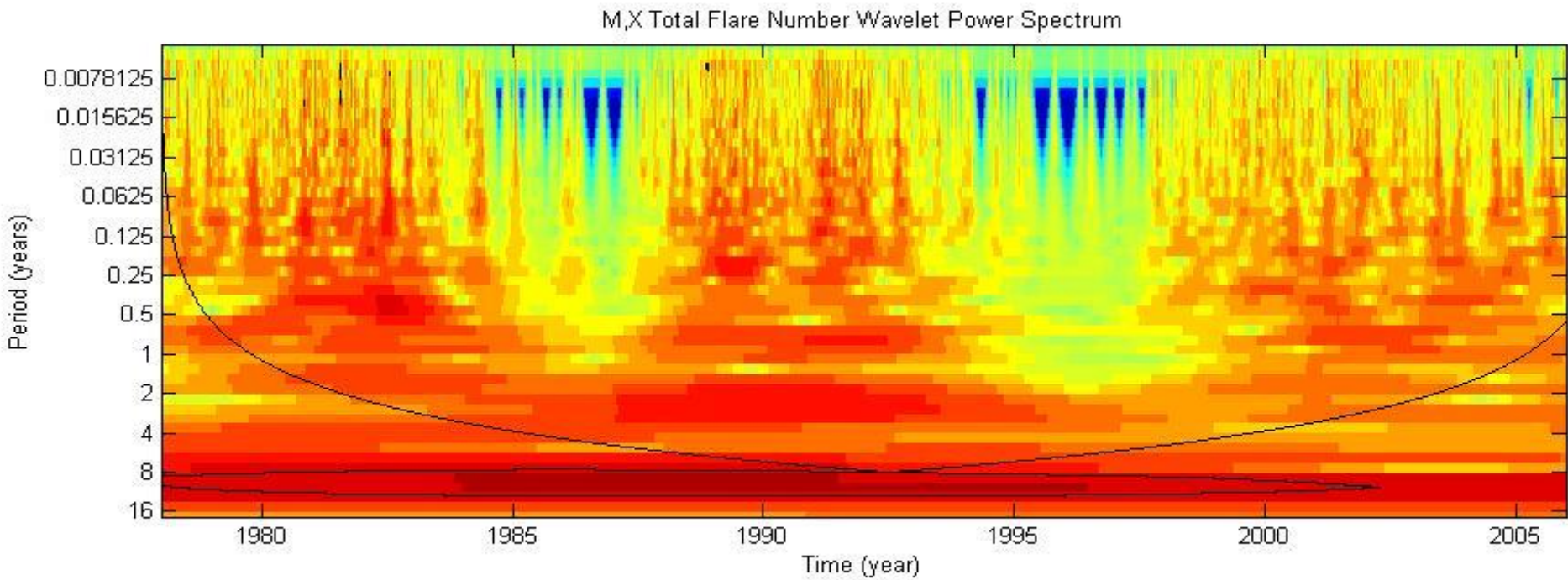
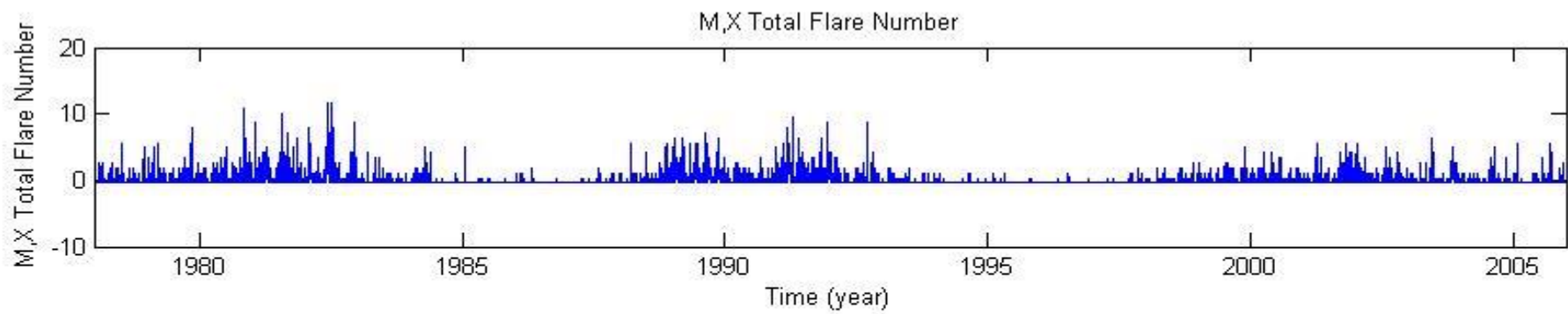


(d)

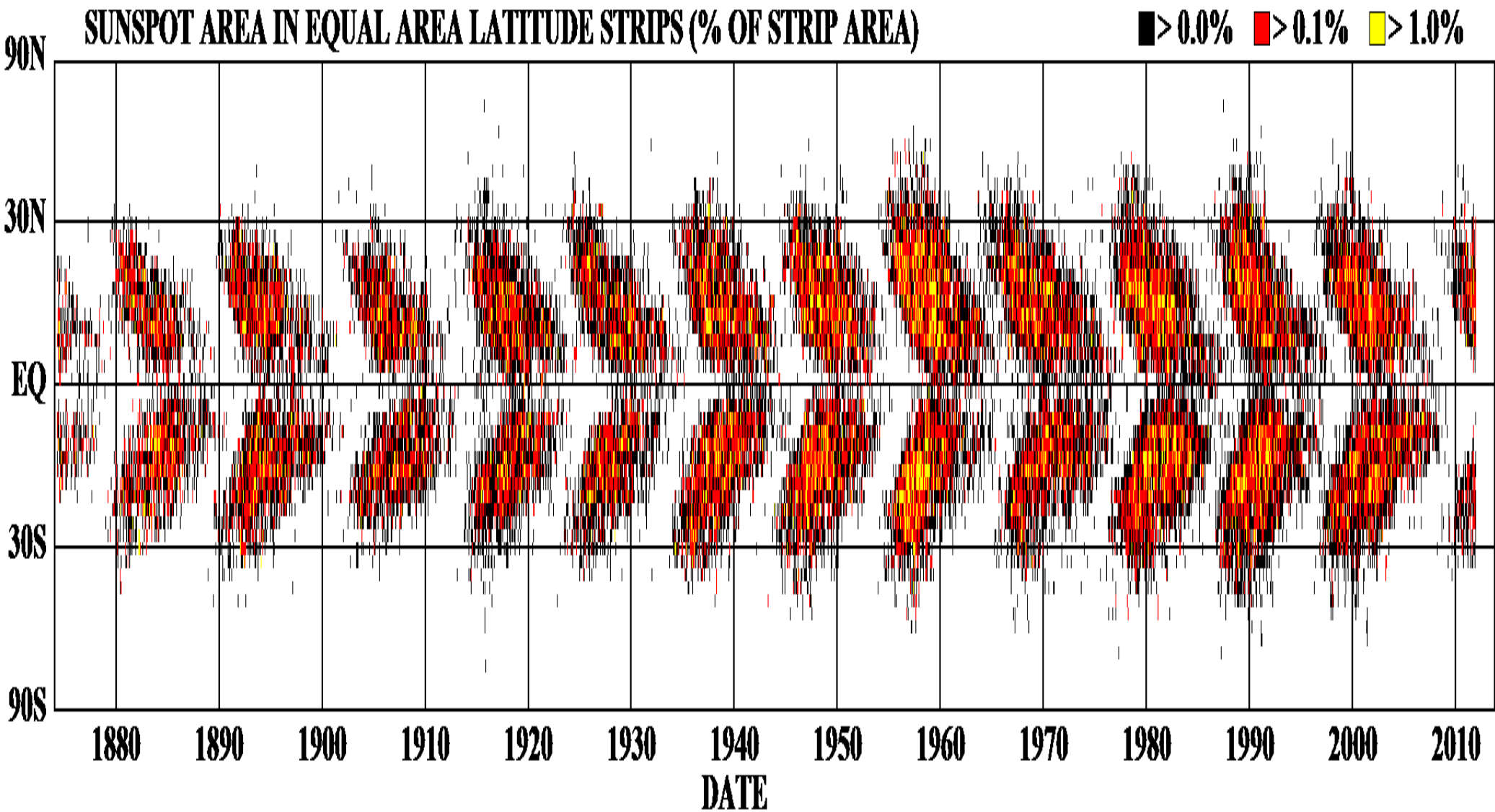




Michaila Dimitropoulou



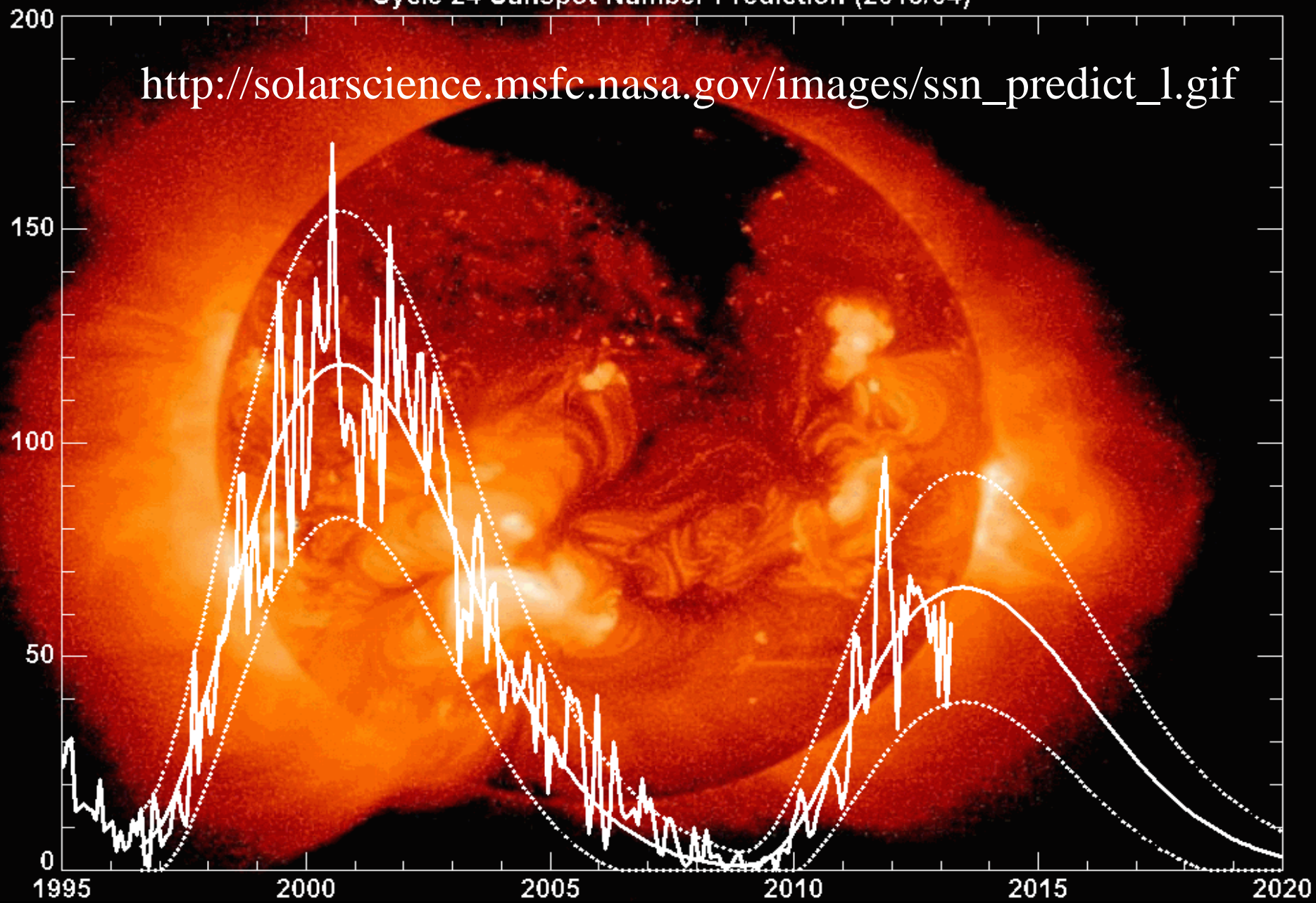
Michaila Dimitropoulou



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

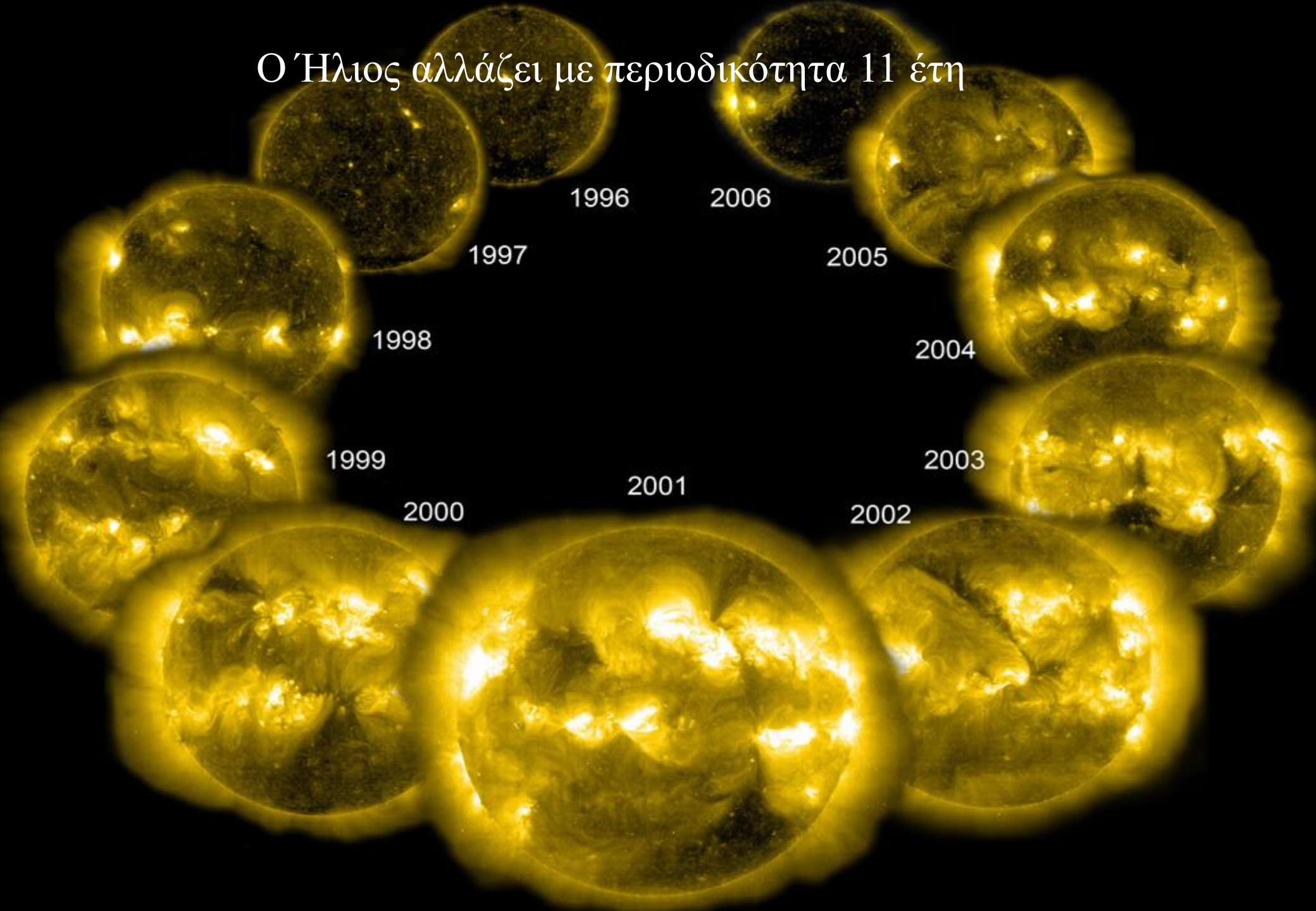
Cycle 24 Sunspot Number Prediction (2013/04)

[http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn\\_predict\\_1.gif](http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict_1.gif)





# Ο Ήλιος αλλάζει με περιοδικότητα 11 έτη



1996

2006

1997

2005

1998

2004

1999

2003

2000

2001

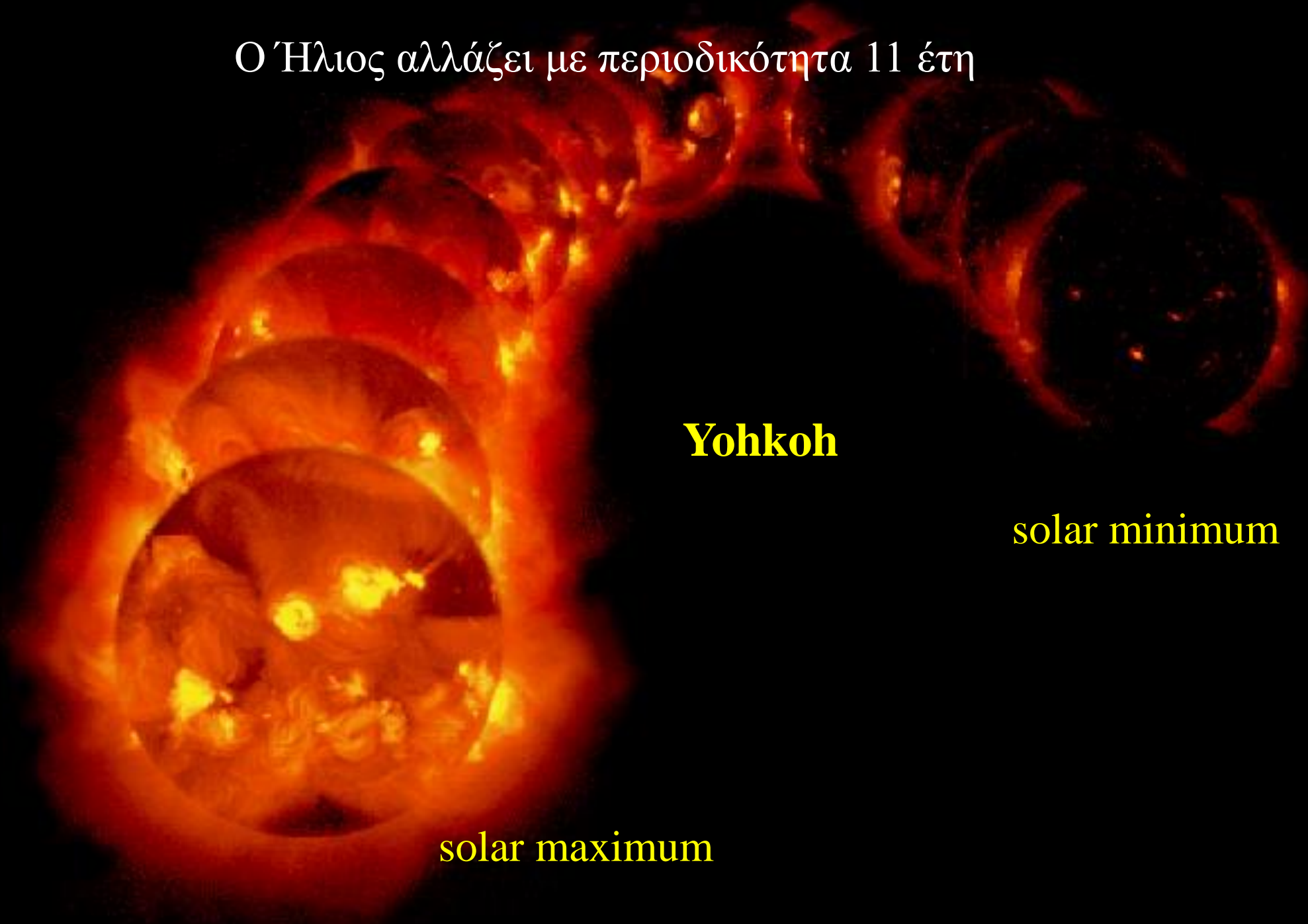
2002

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](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/COSMIC_RAYS).

Source – radio flux:

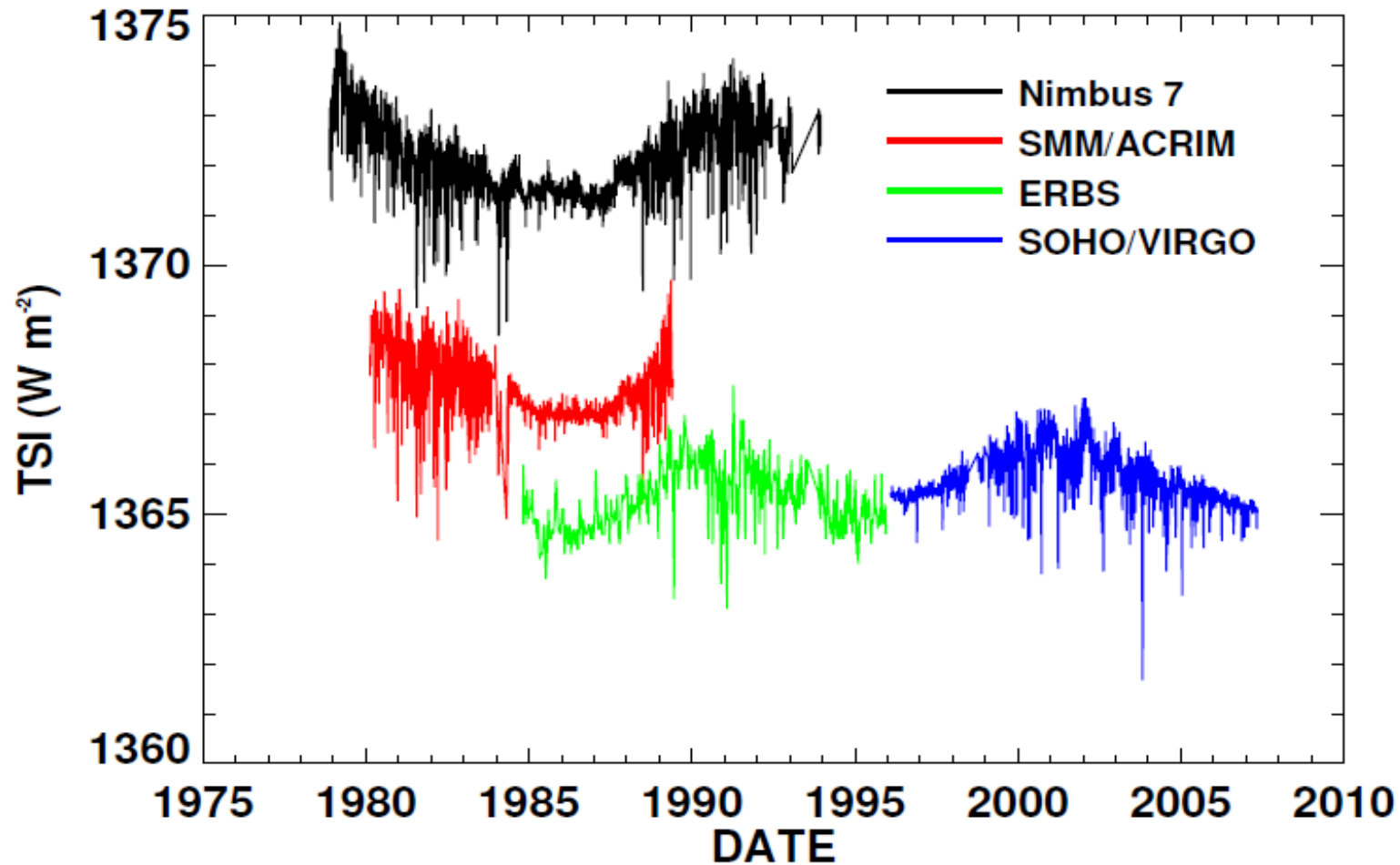
[ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR\\_DATA/SOLAR\\_RADIO/FLUX/MONTHLY.ADJ](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_RADIO/FLUX/MONTHLY.ADJ)

Source – total solar irradiance:

[http://www.acrim.com/RESULTS/Composite/composite\\_acrim\\_hdr\\_1108.txt](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

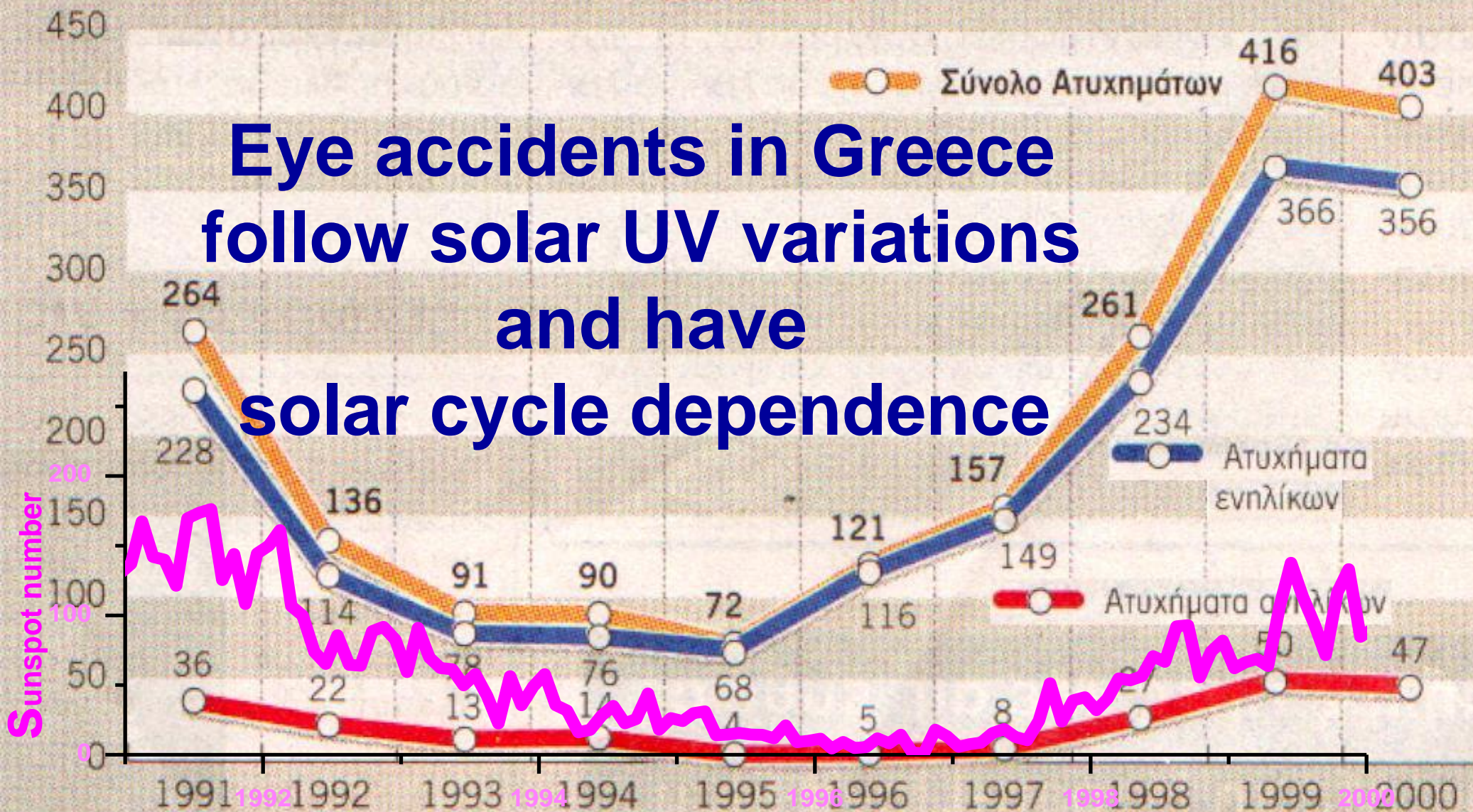


**Figure 10:** Daily measurements of the Total Solar Irradiance (TSI) from instruments on different satellites. The systematic offsets between measurements taken with different instruments complicate determinations of the long-term behavior.

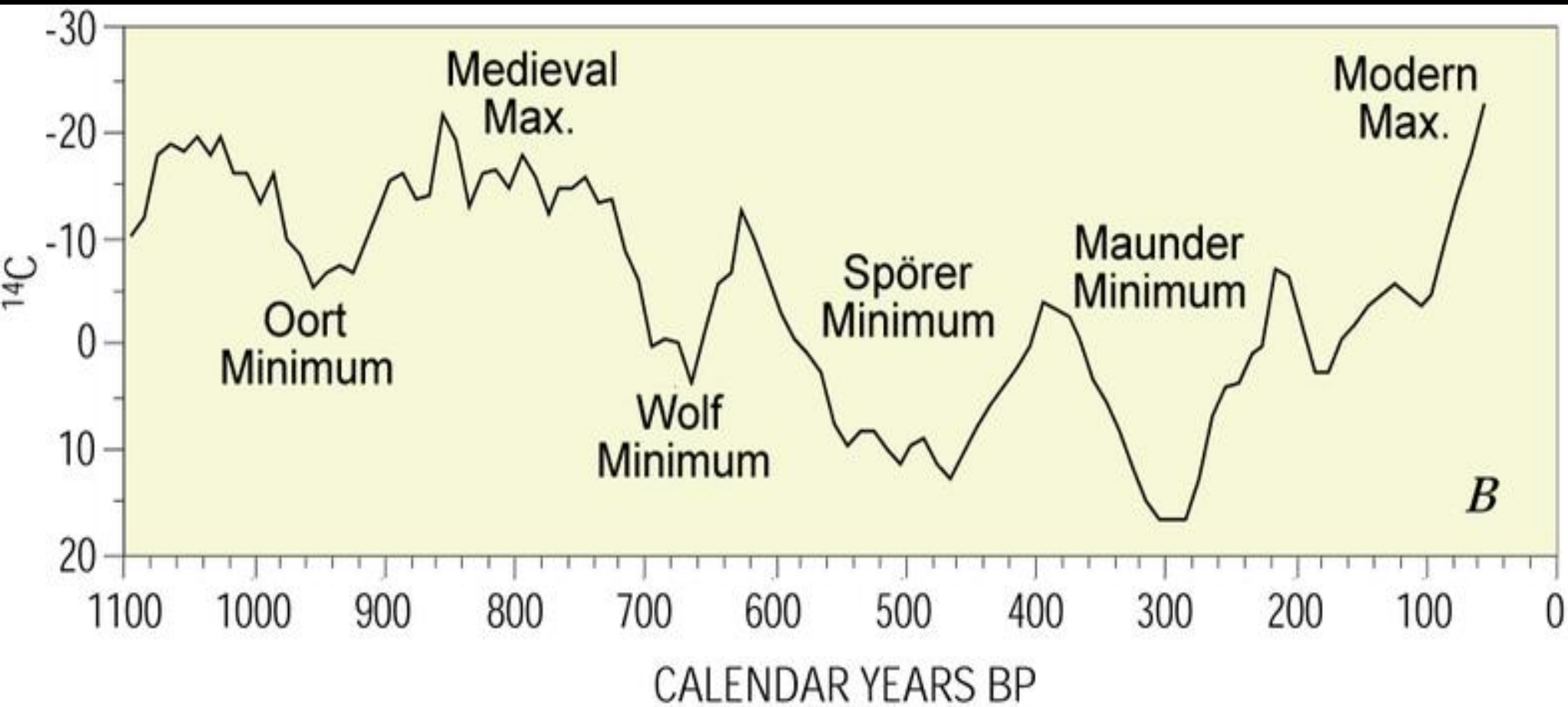
# Εργατικά οφθαλμολογικά ατυχήματα στο Θριάσιο Πεδίο

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



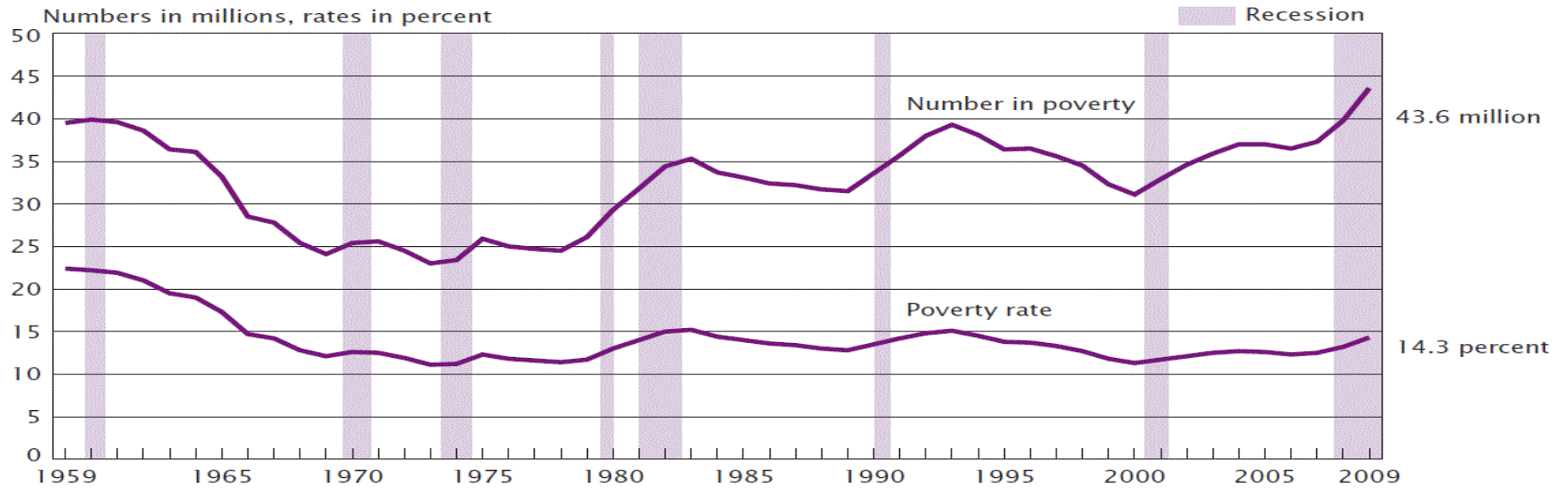
"Changes in carbon-14 concentration in the Earth's atmosphere, which serves as a long term proxy of solar activity. Note the present day is on the left-hand side of this figure."

[http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_activity](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_activity)



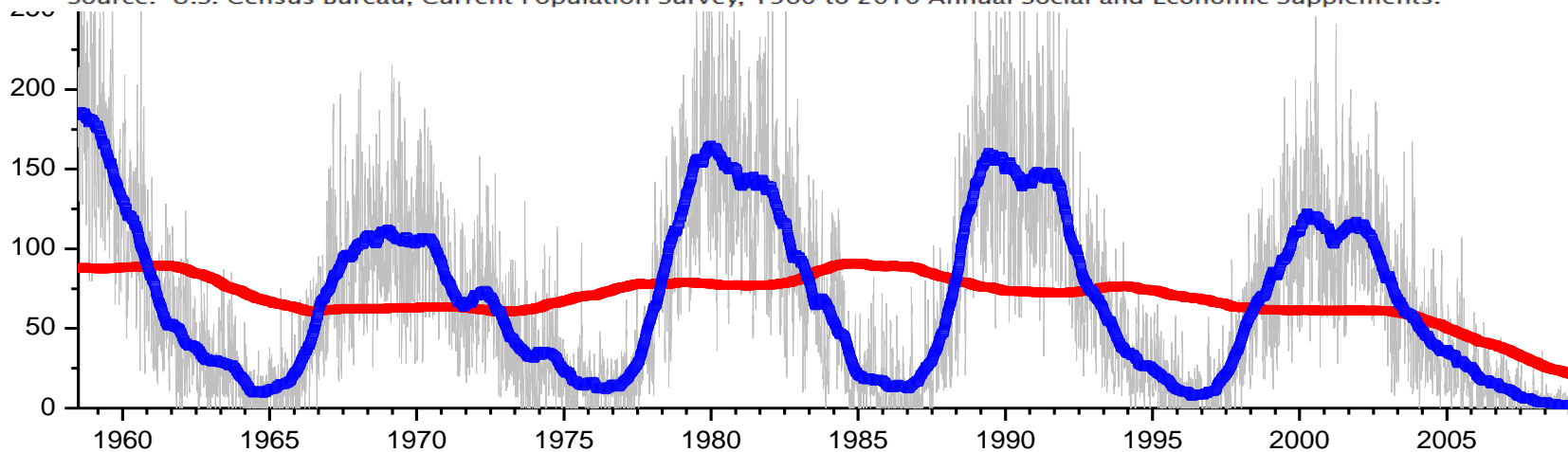


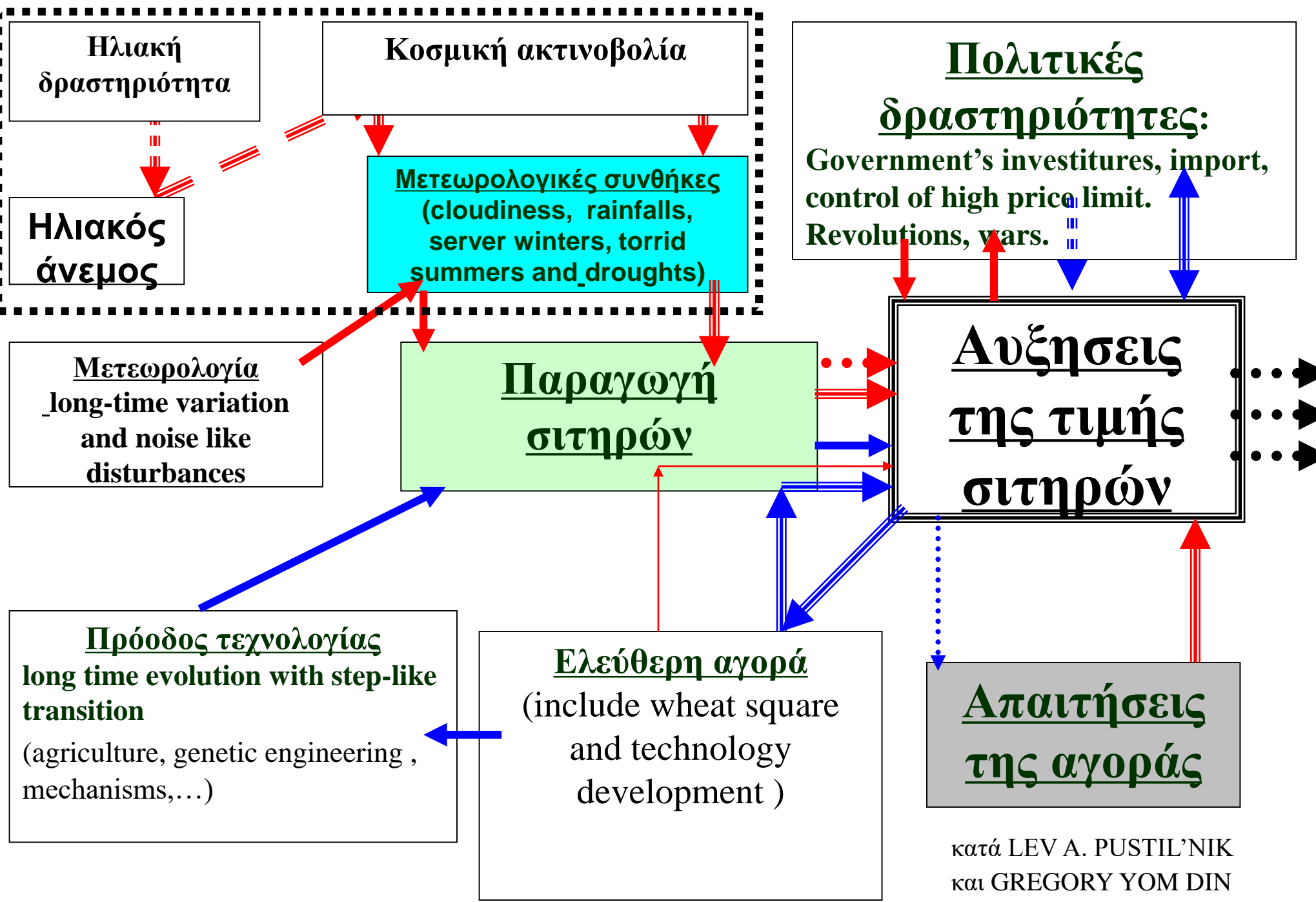
Figure 4.  
**Number in Poverty and Poverty Rate: 1959 to 2009**



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.

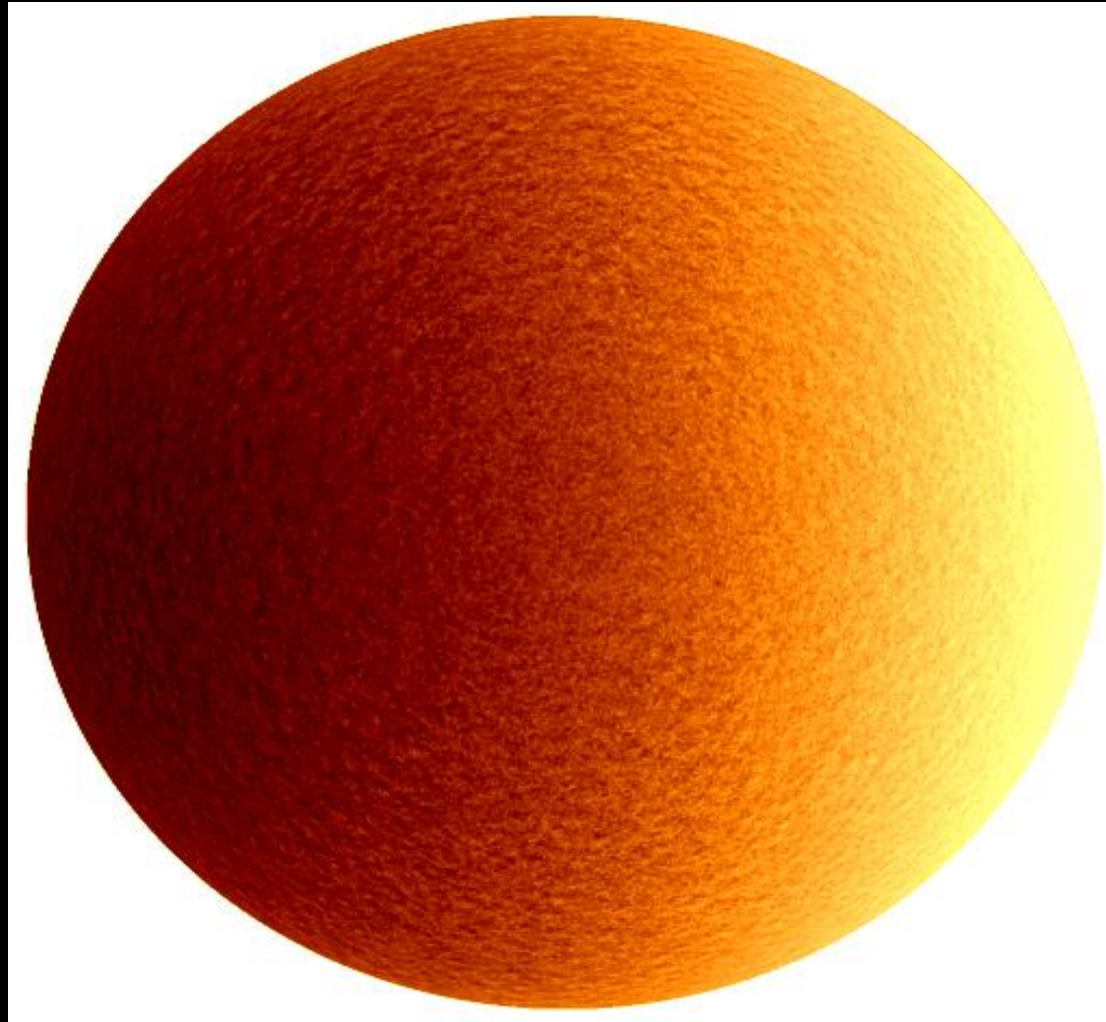




κατά LEV A. PUSTIL'NIK  
και GREGORY YOM DIN

# Ηλιοσεισμολογία

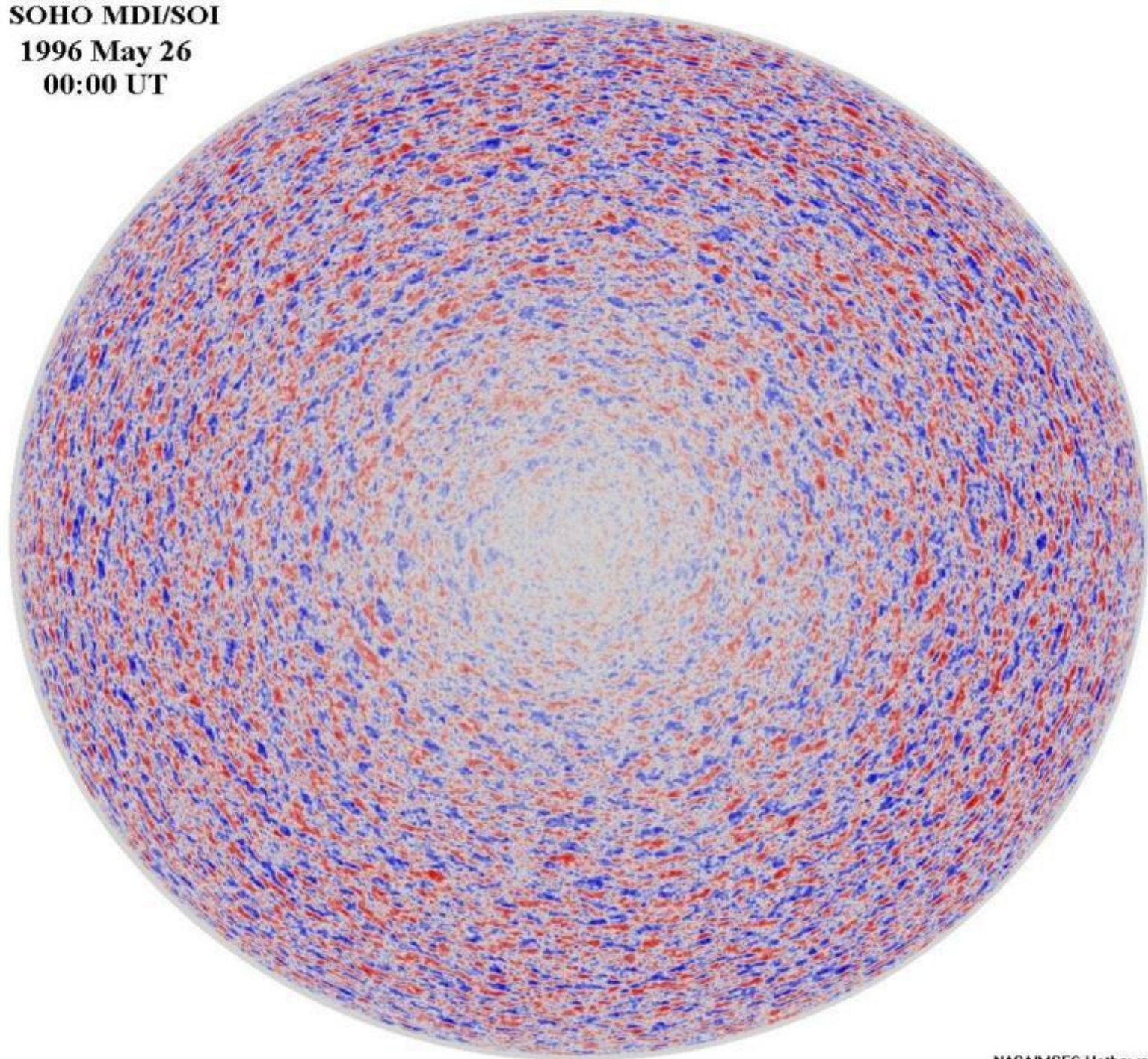
# Ηλιοσεισμολογία



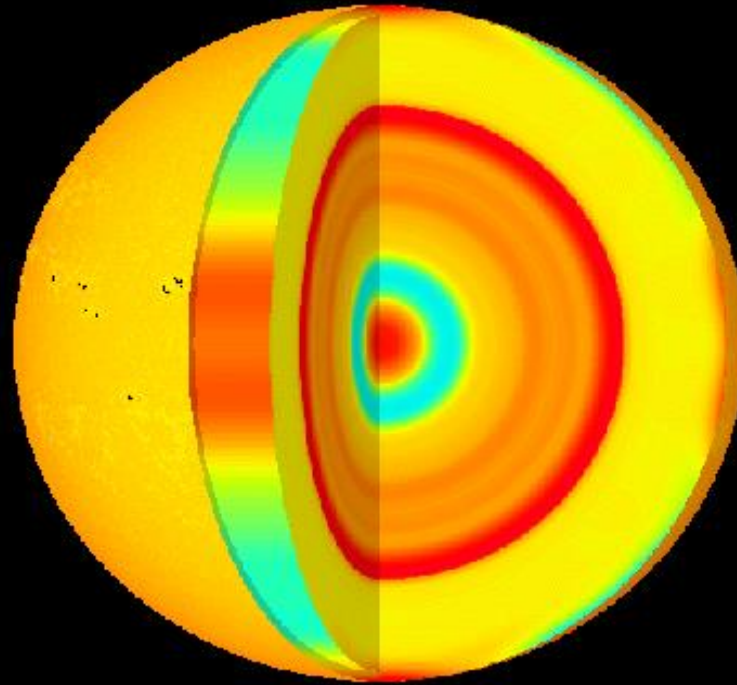
# Ηλιοσεισμολογία

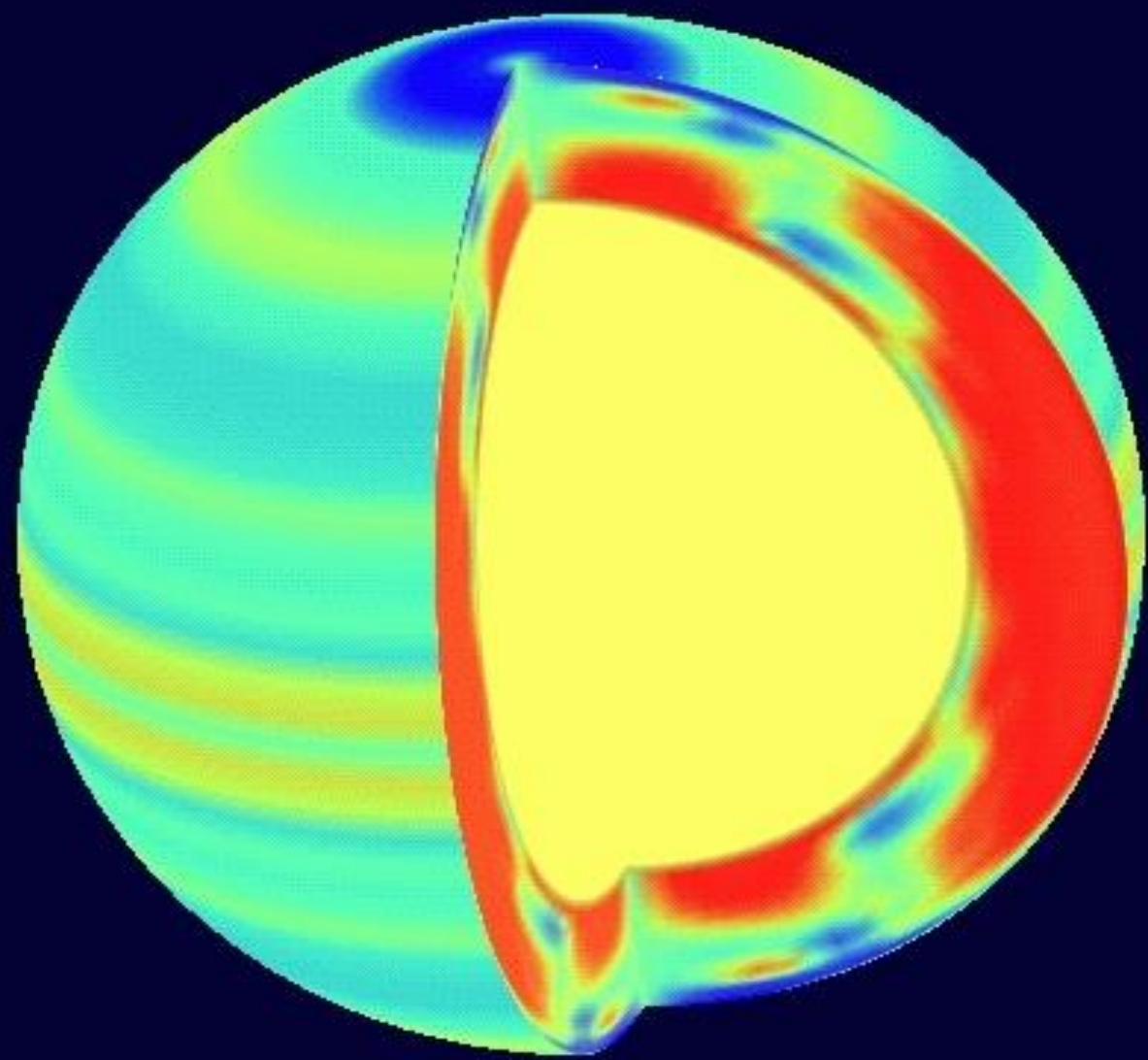


**SOHO MDI/SOI**  
**1996 May 26**  
**00:00 UT**

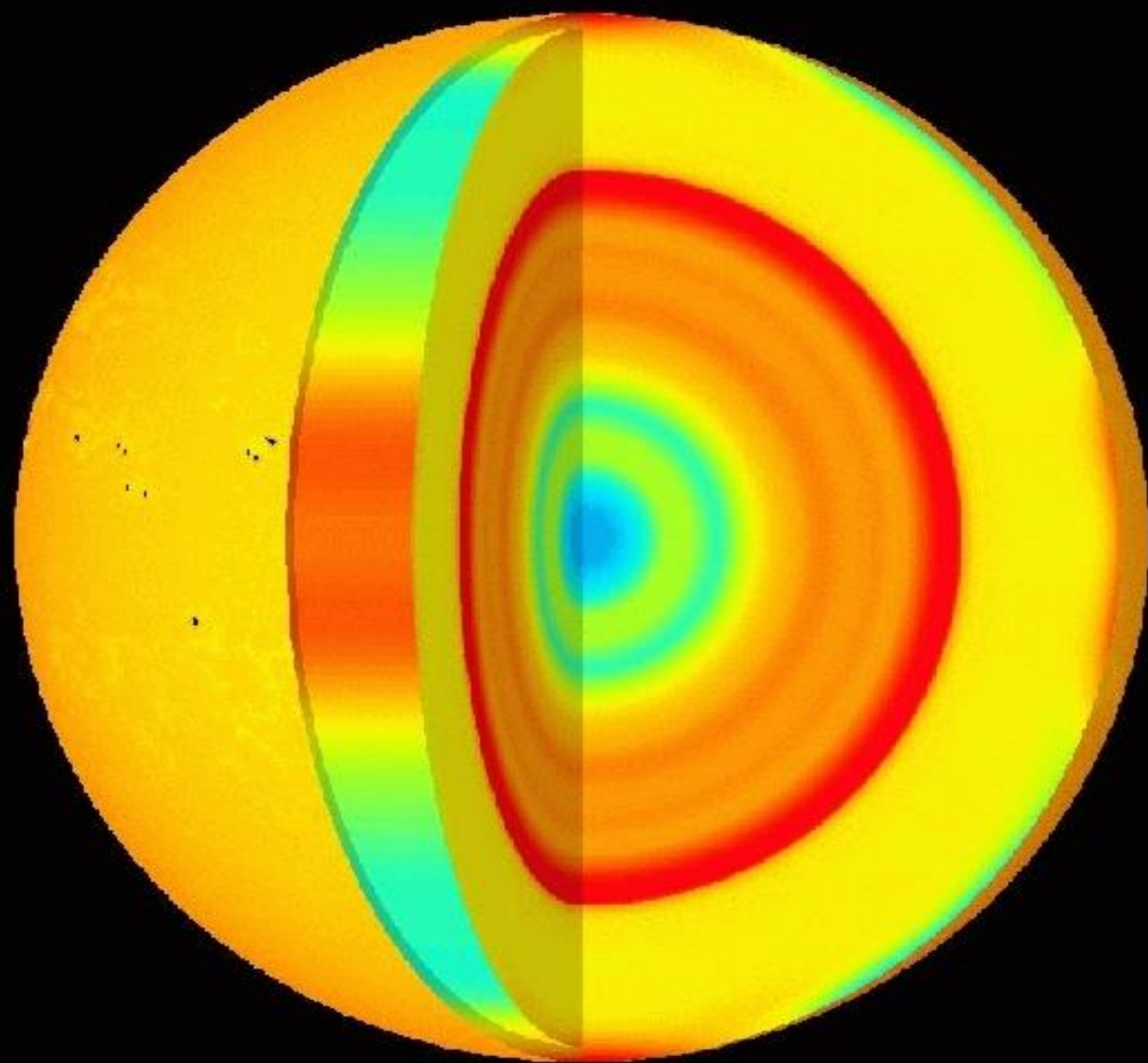


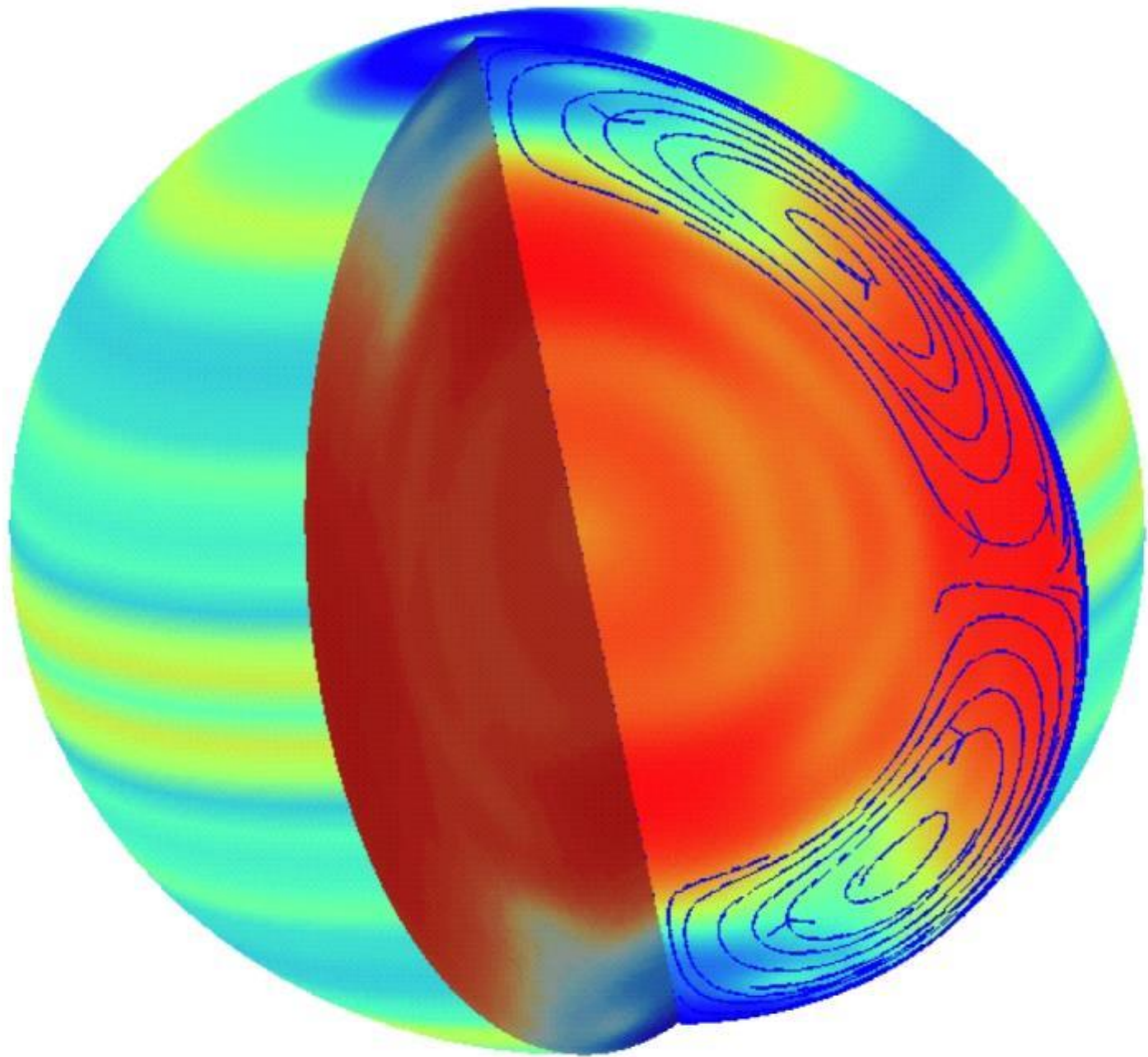
# Η ταχύτητα του ήχου μέσα στον Ήλιο

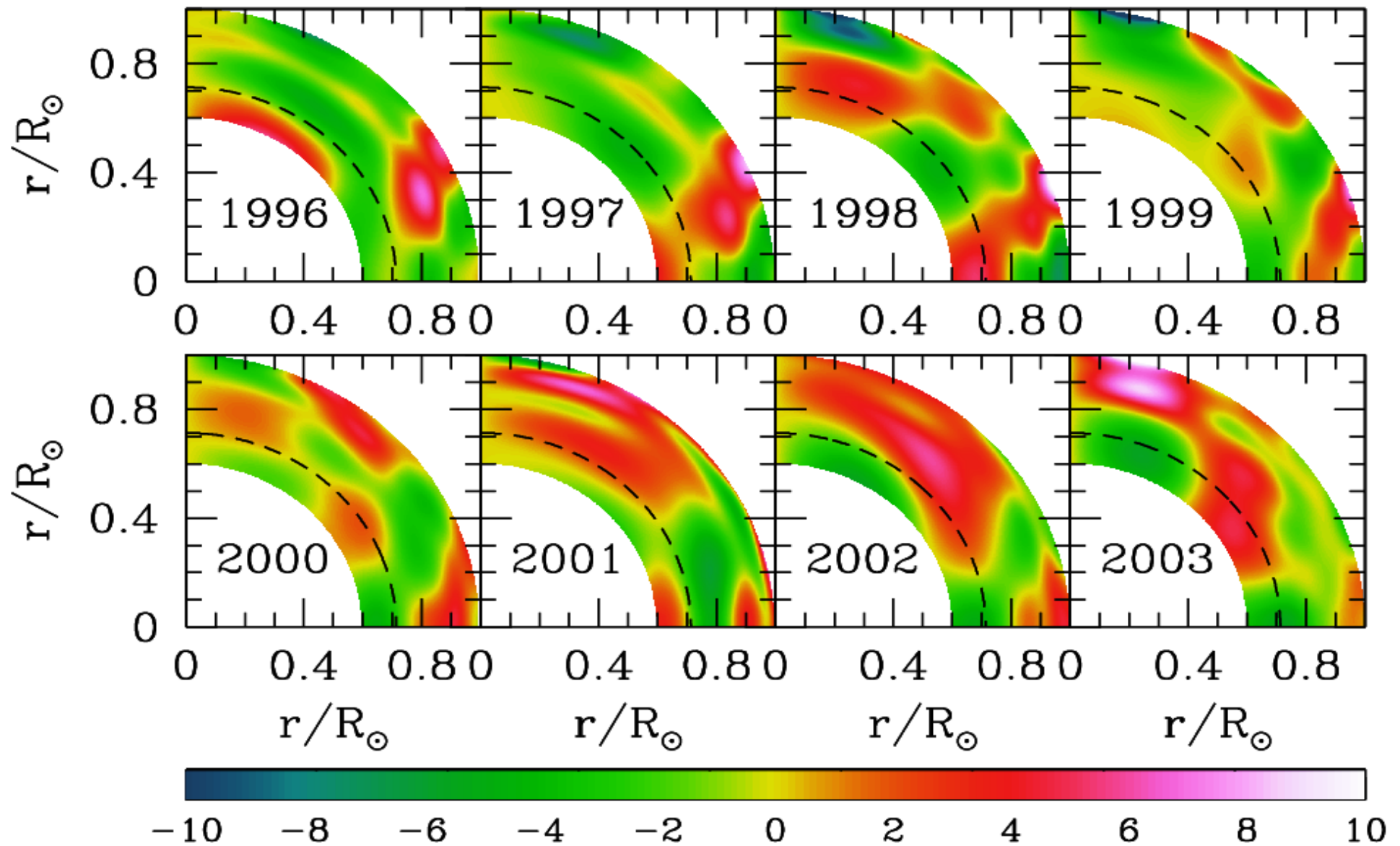






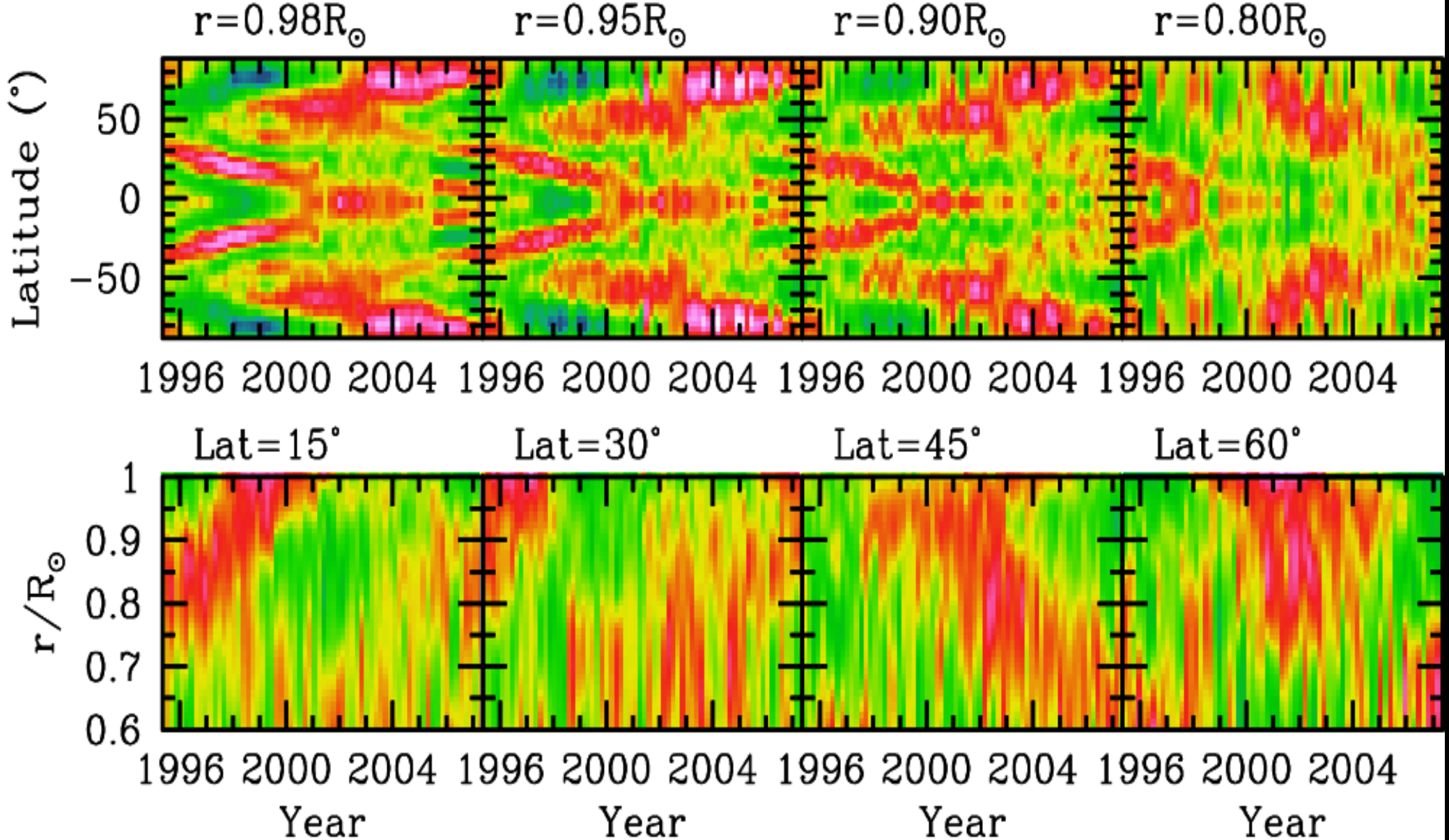






Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

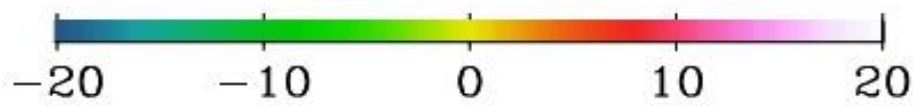
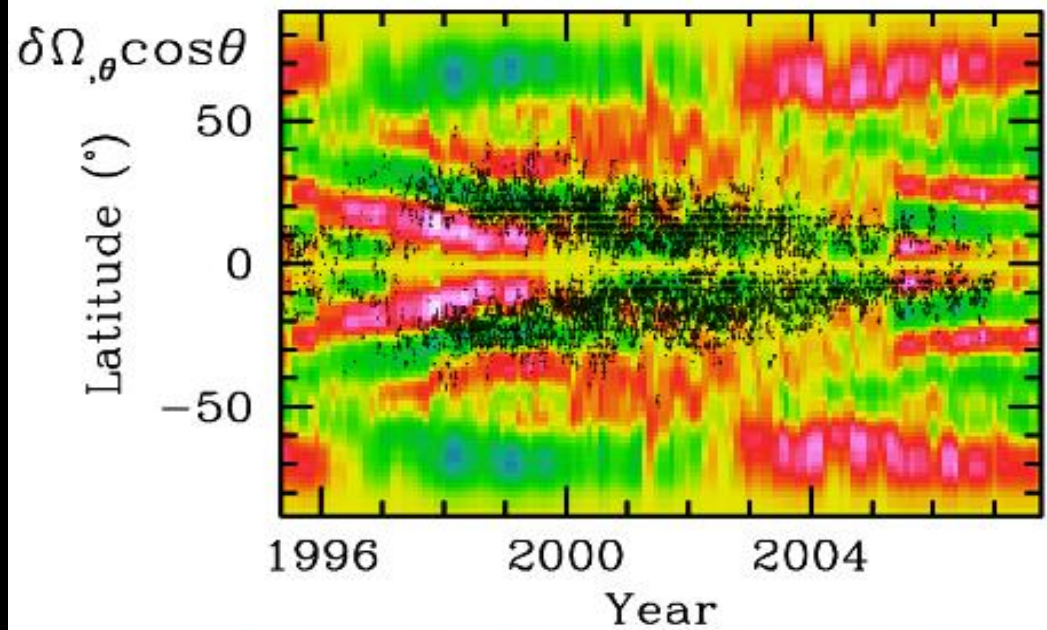
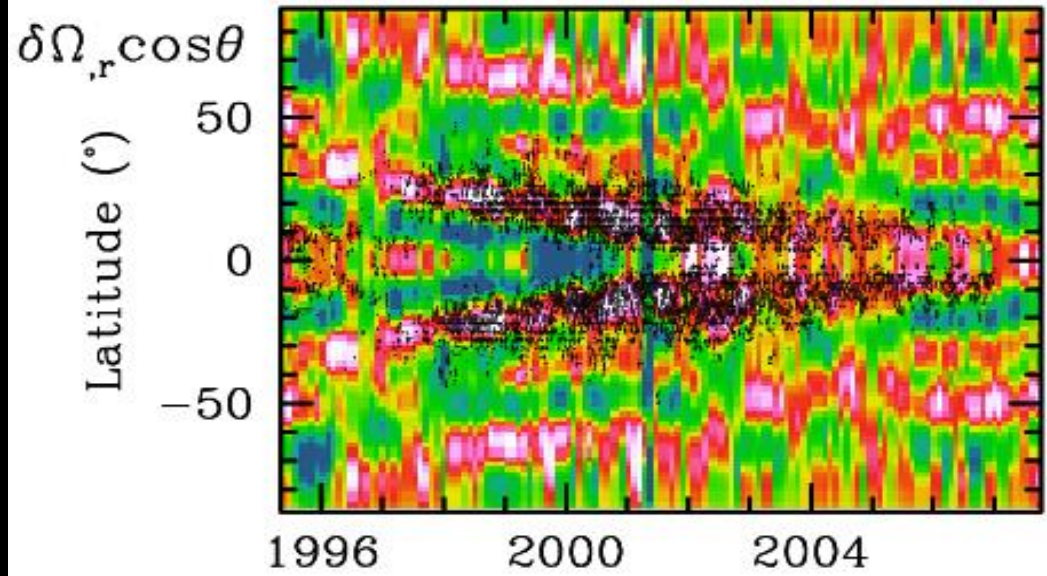
[www.astro.yale.edu/basu/research.html](http://www.astro.yale.edu/basu/research.html)



Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

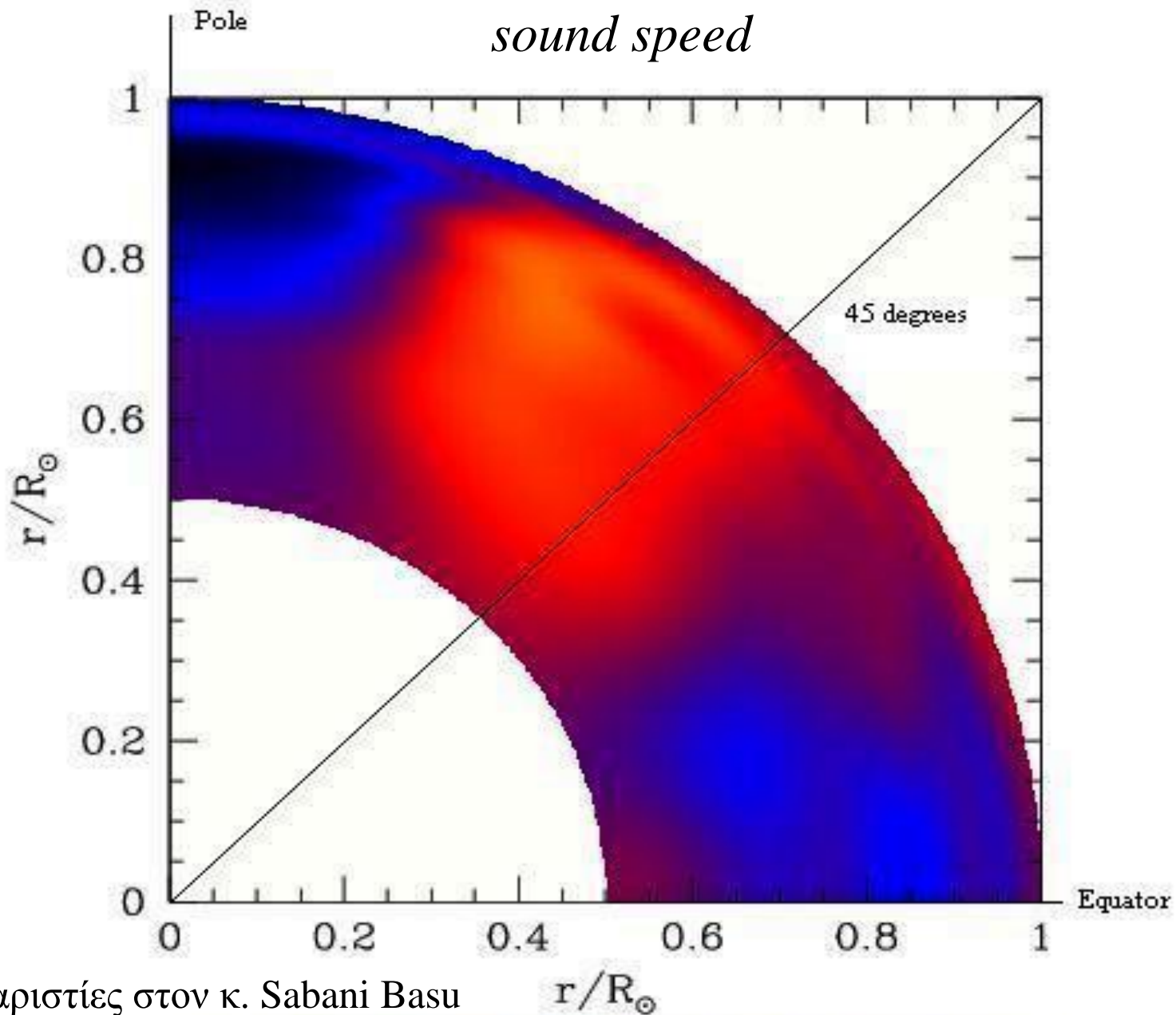
[www.astro.yale.edu/basu/research.html](http://www.astro.yale.edu/basu/research.html)

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



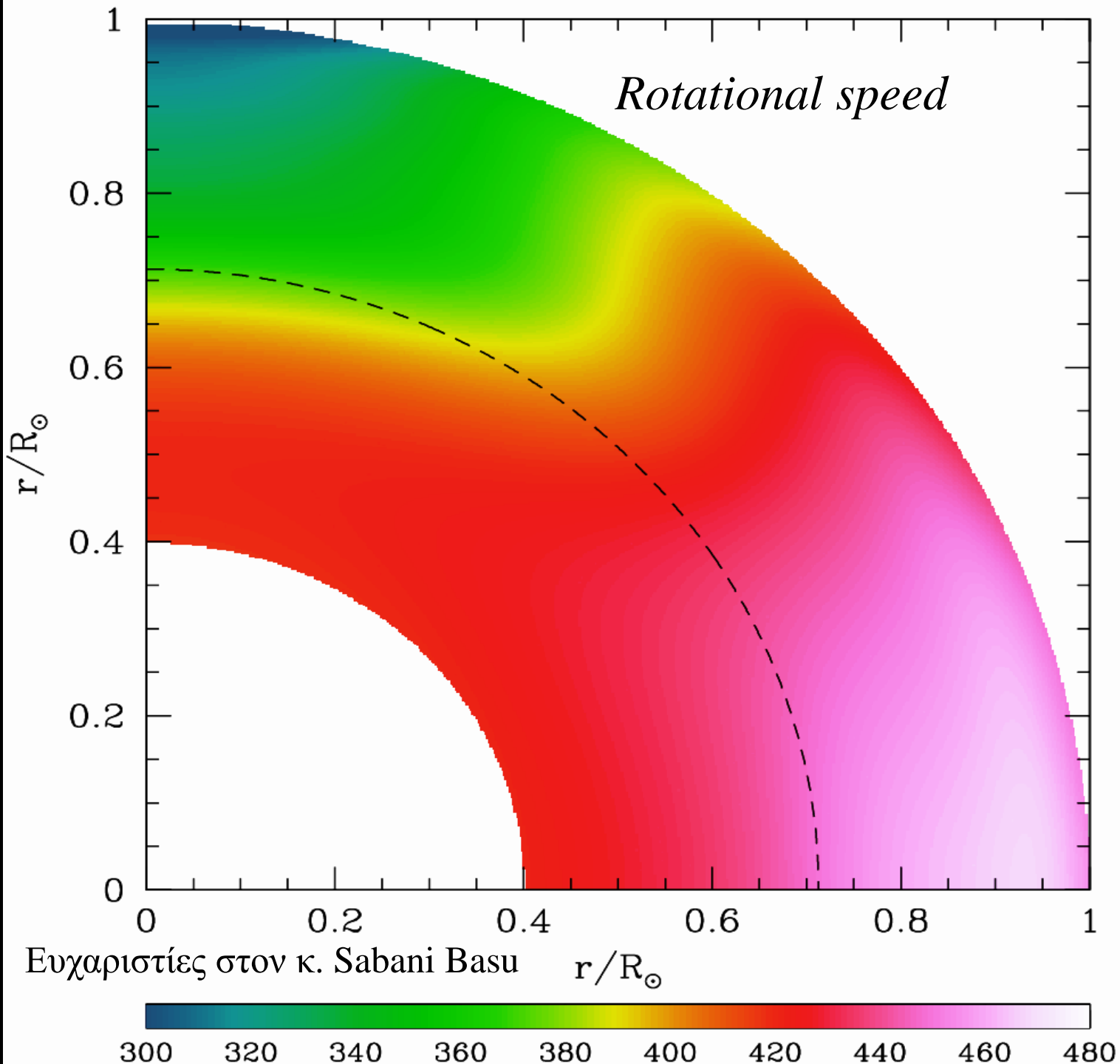
Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

*sound speed*

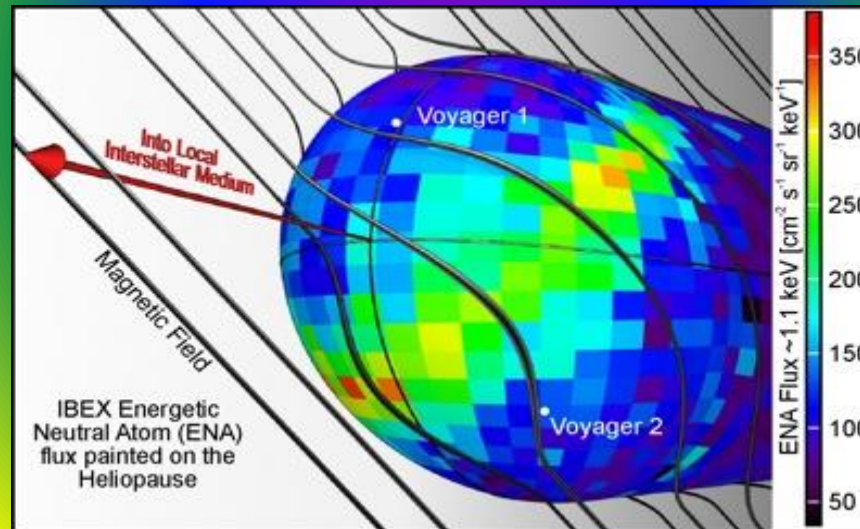


Ευχαριστίες στον κ. Sabani Basu

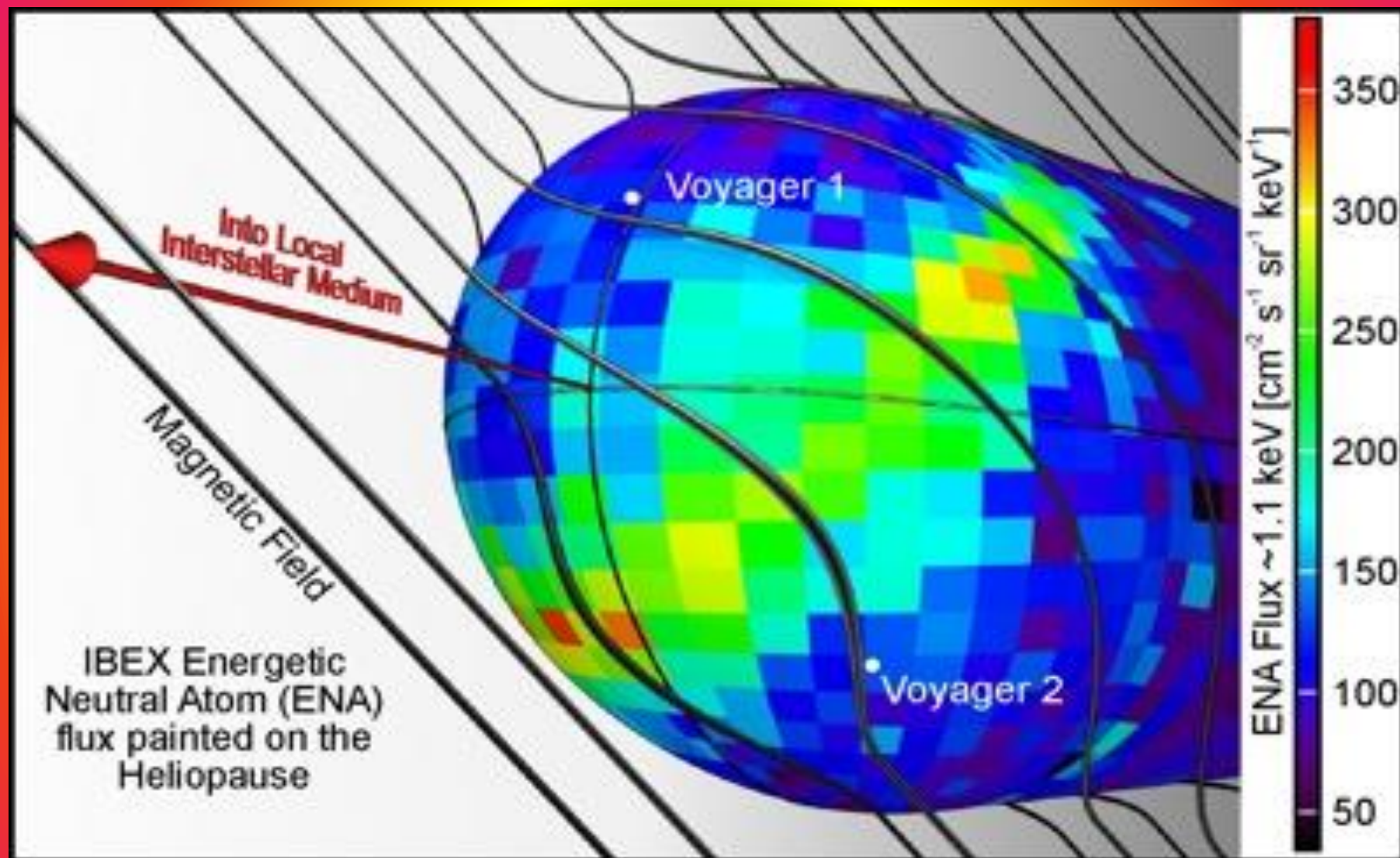




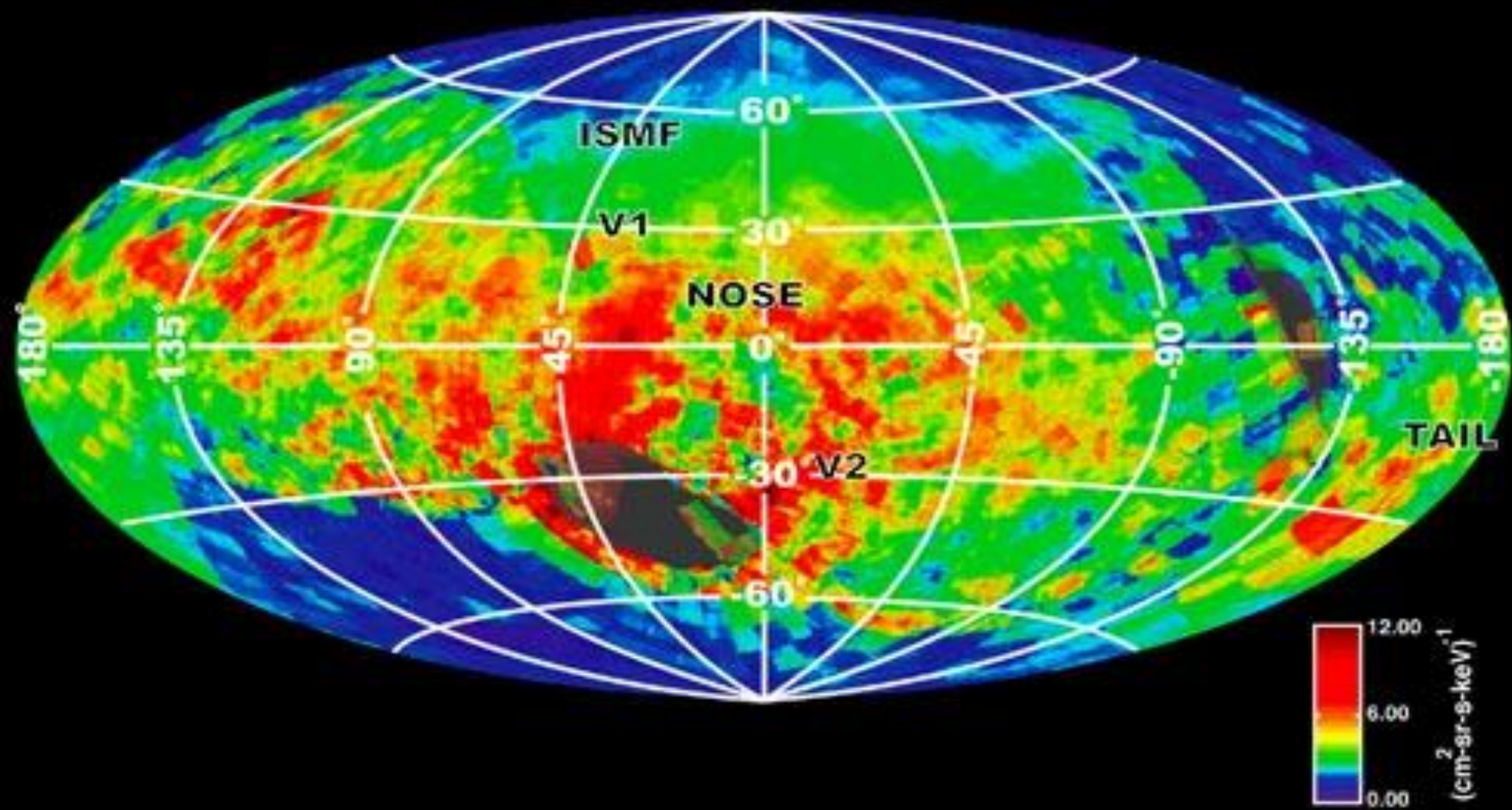
# ηλιόσφαιρα

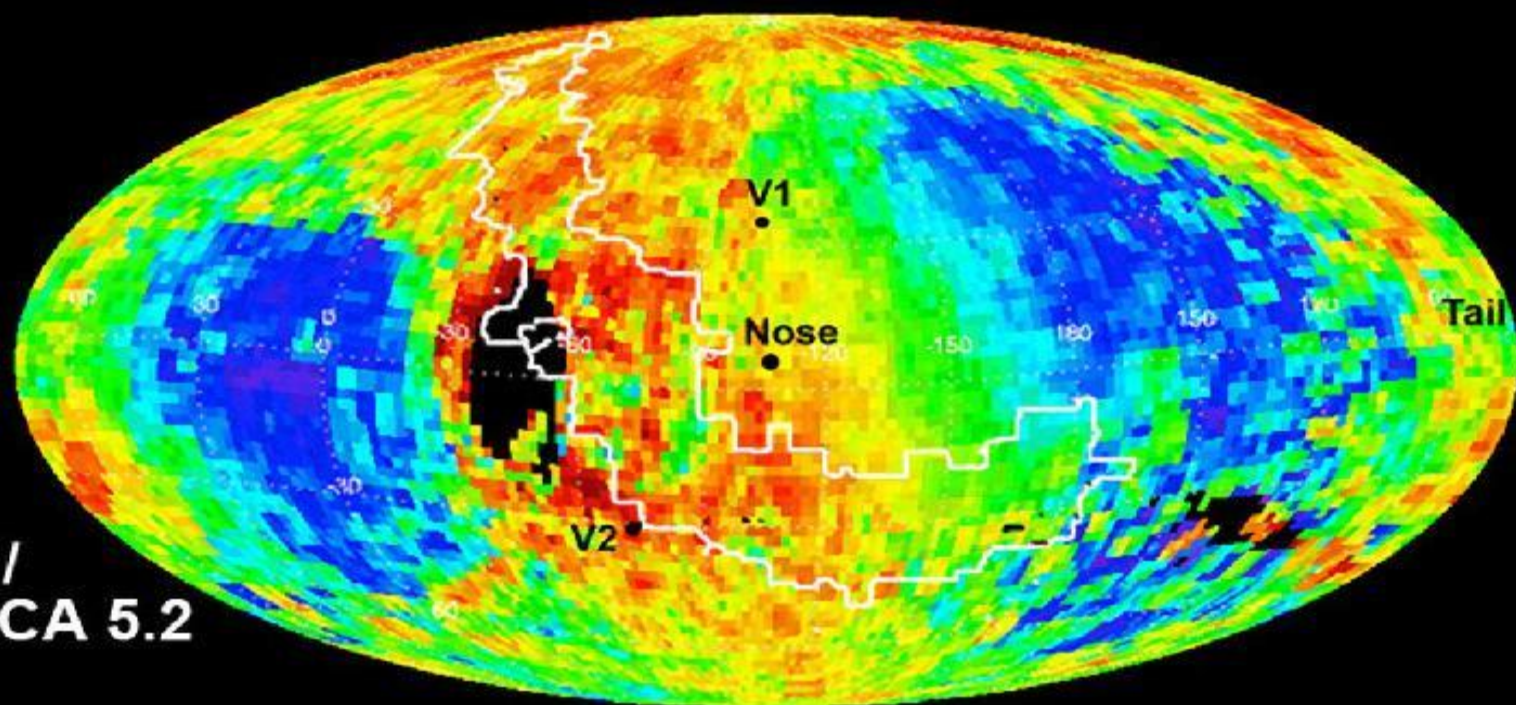






ηλιόσφαιρα

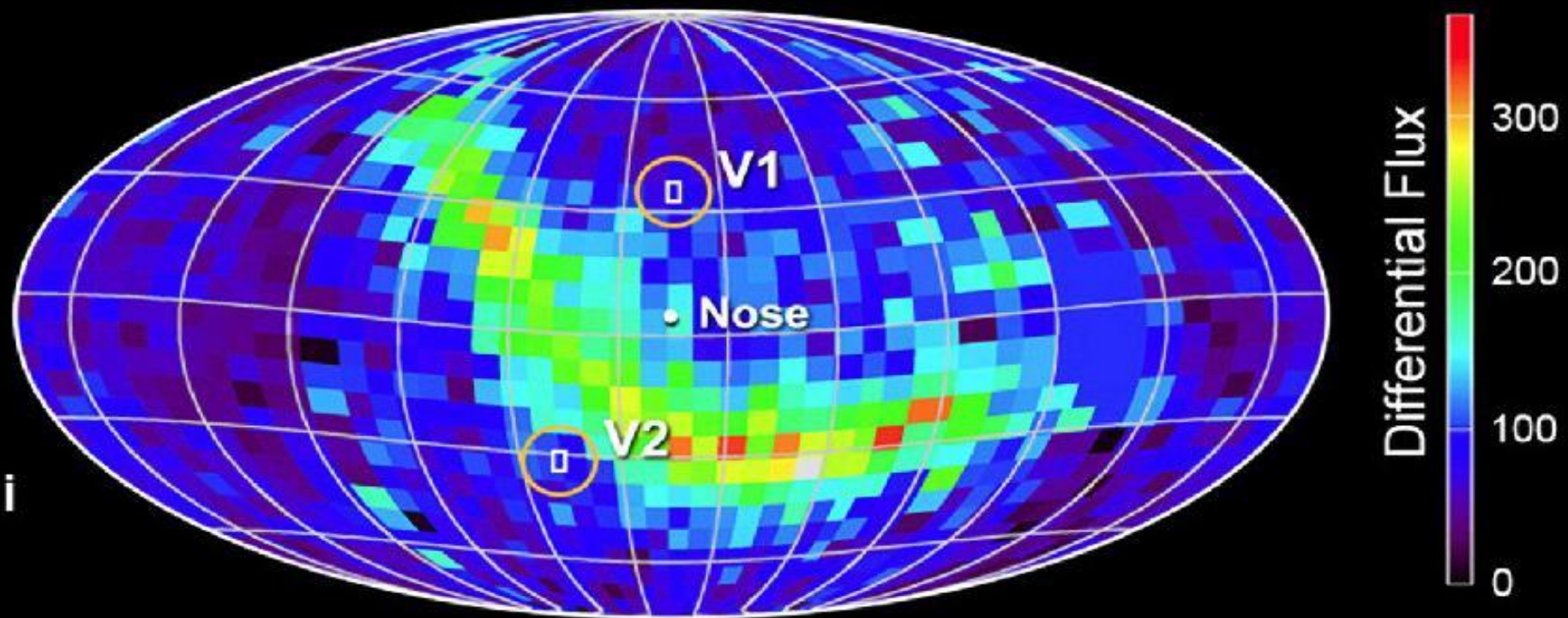




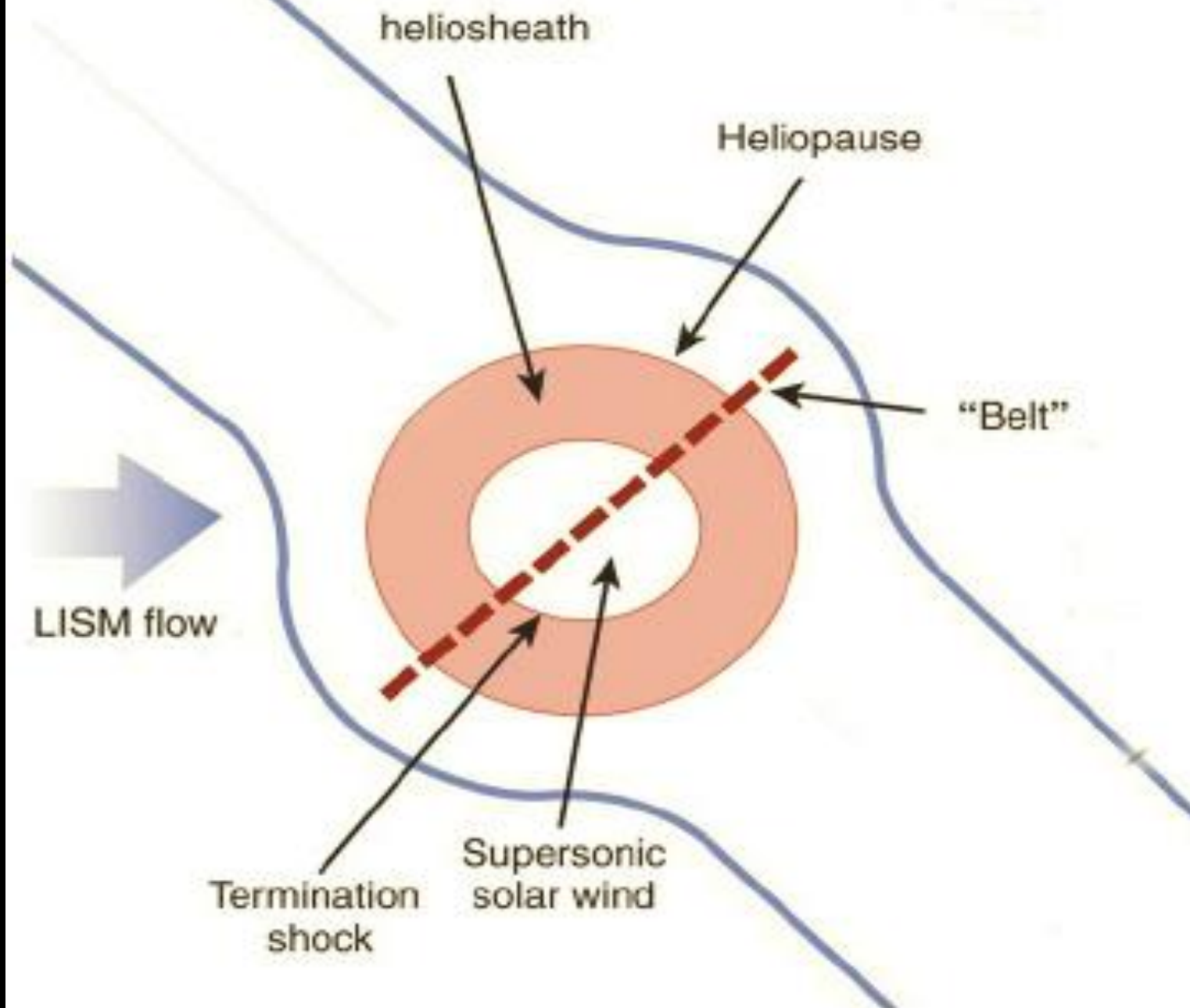
Cassini/  
MIMI/INCA 5.2

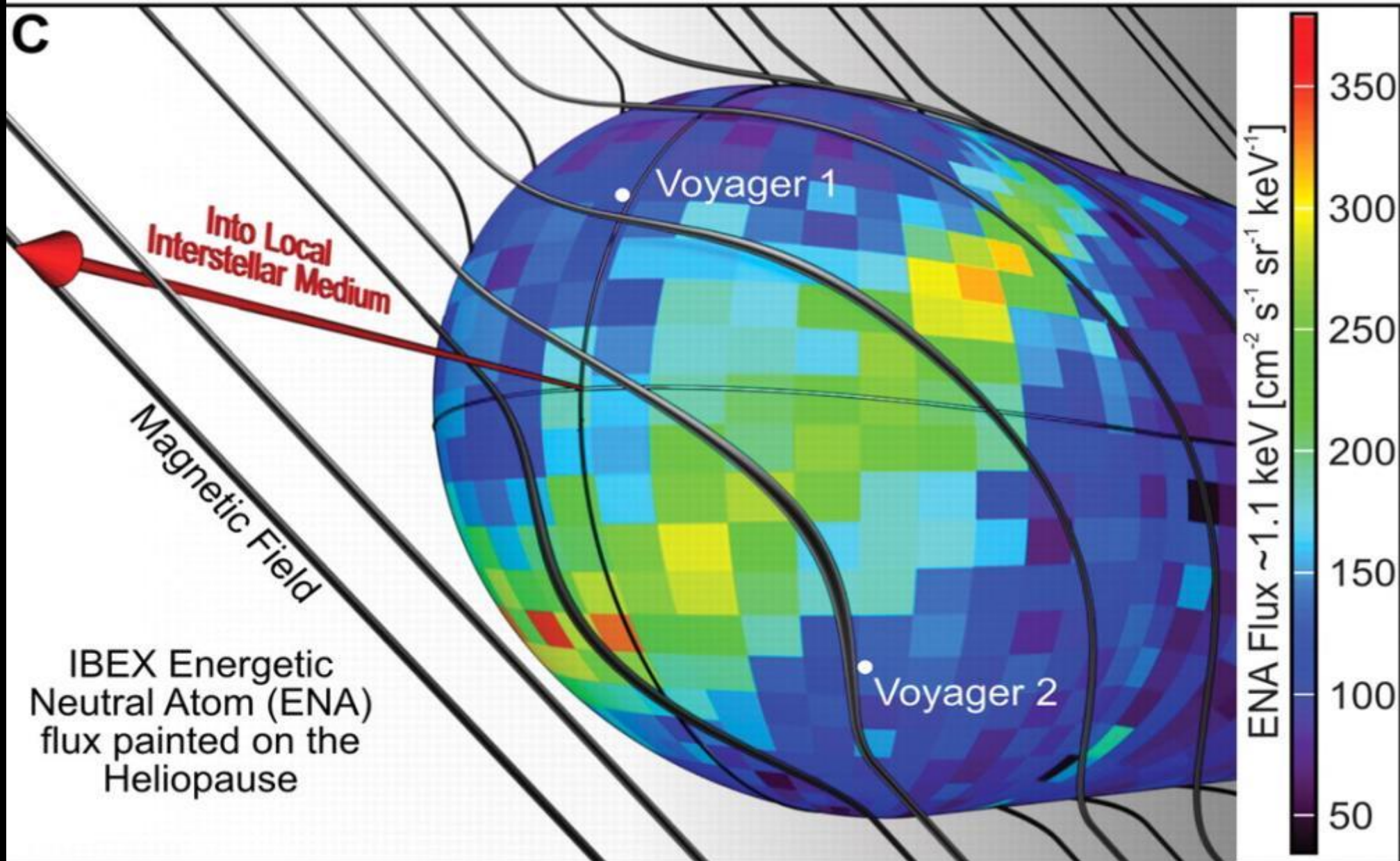
13.5keV Hydrogen  
11.0  
5.5  
0

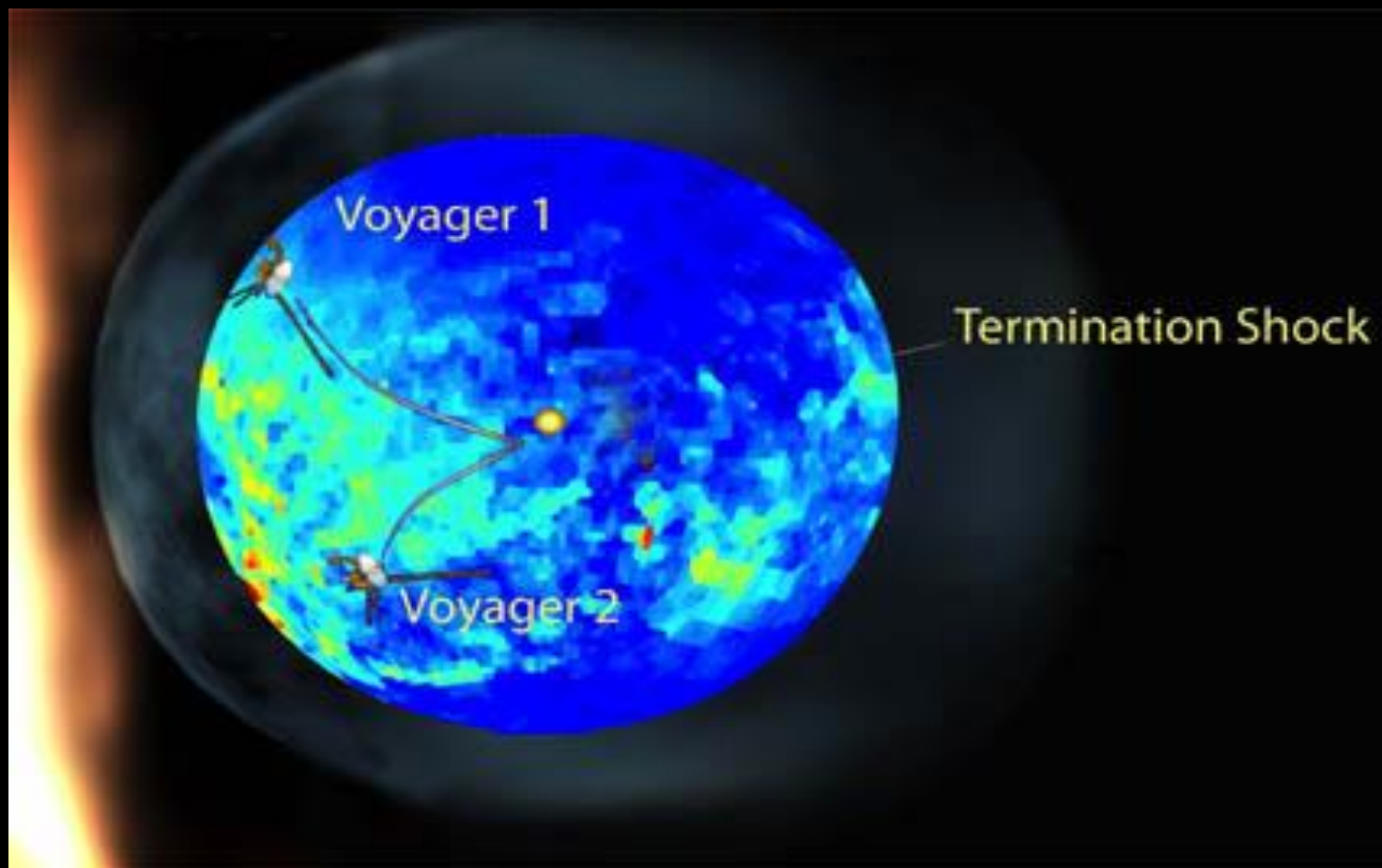
IBEX-Hi



# ENA map of the heliosheath

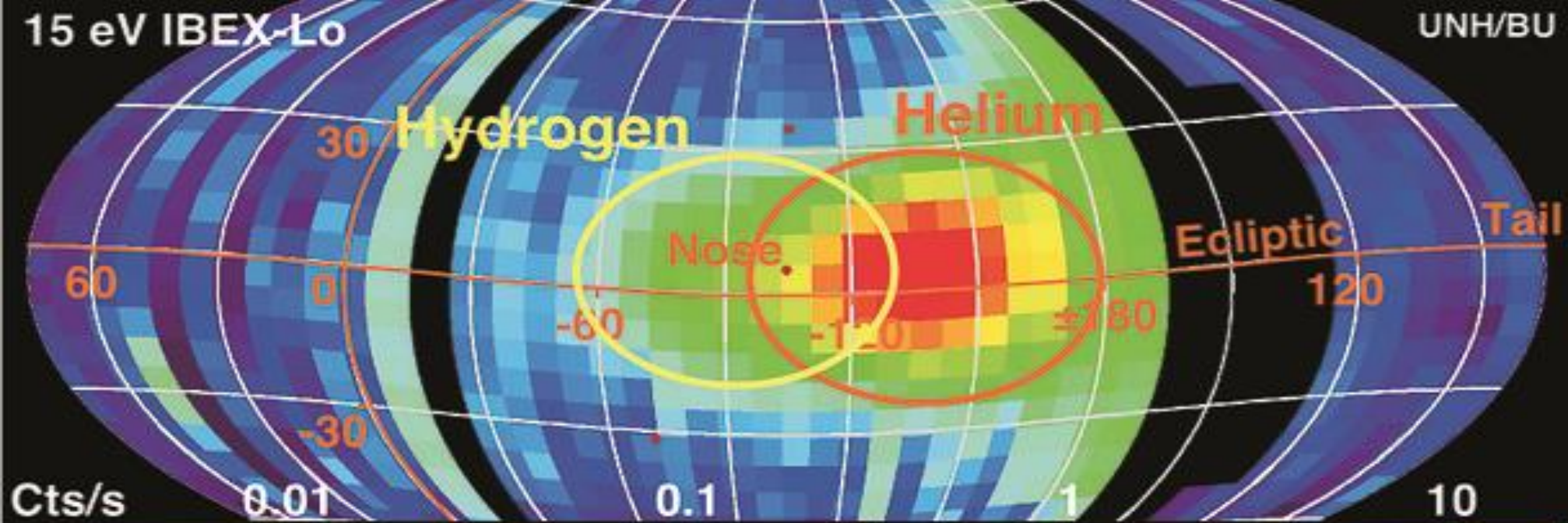


**C**



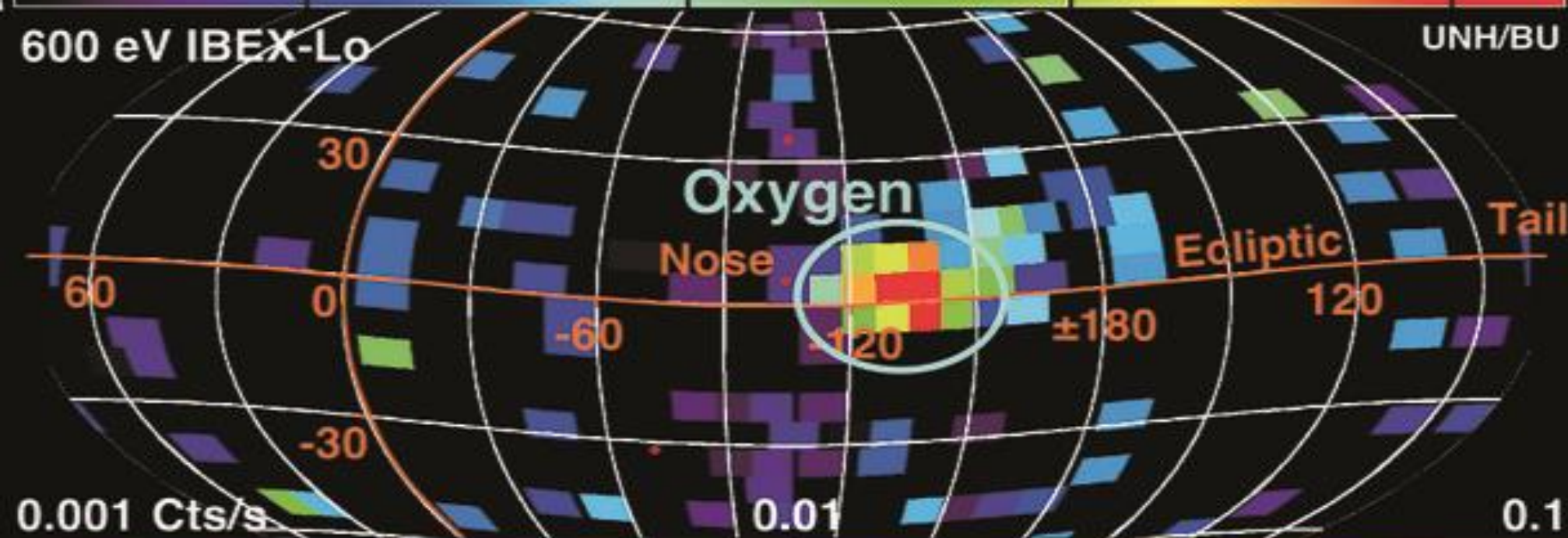
15 eV IBEX-Lo

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**

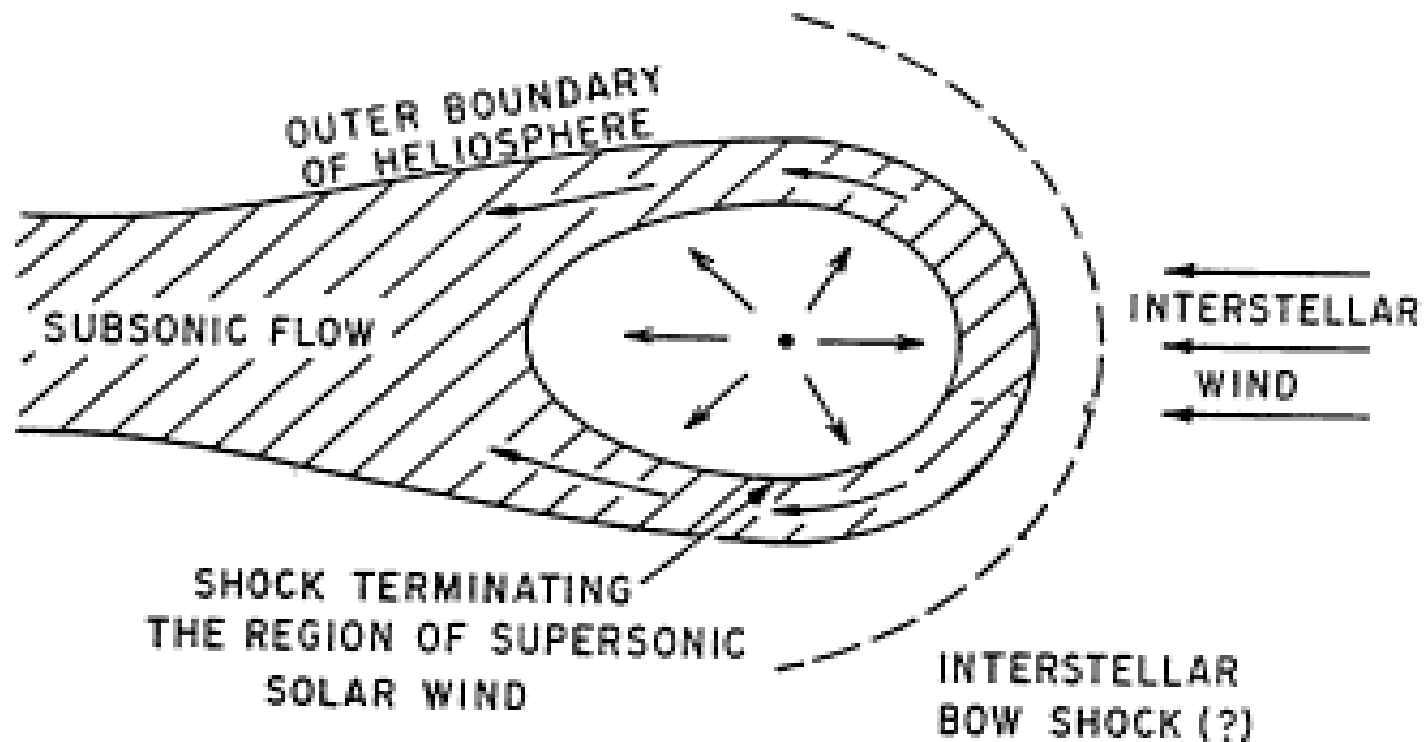
Flow speed Assumed same as neutral component

Flow direction Assumed same as neutral component

Ion temperature Assumed same as neutral component

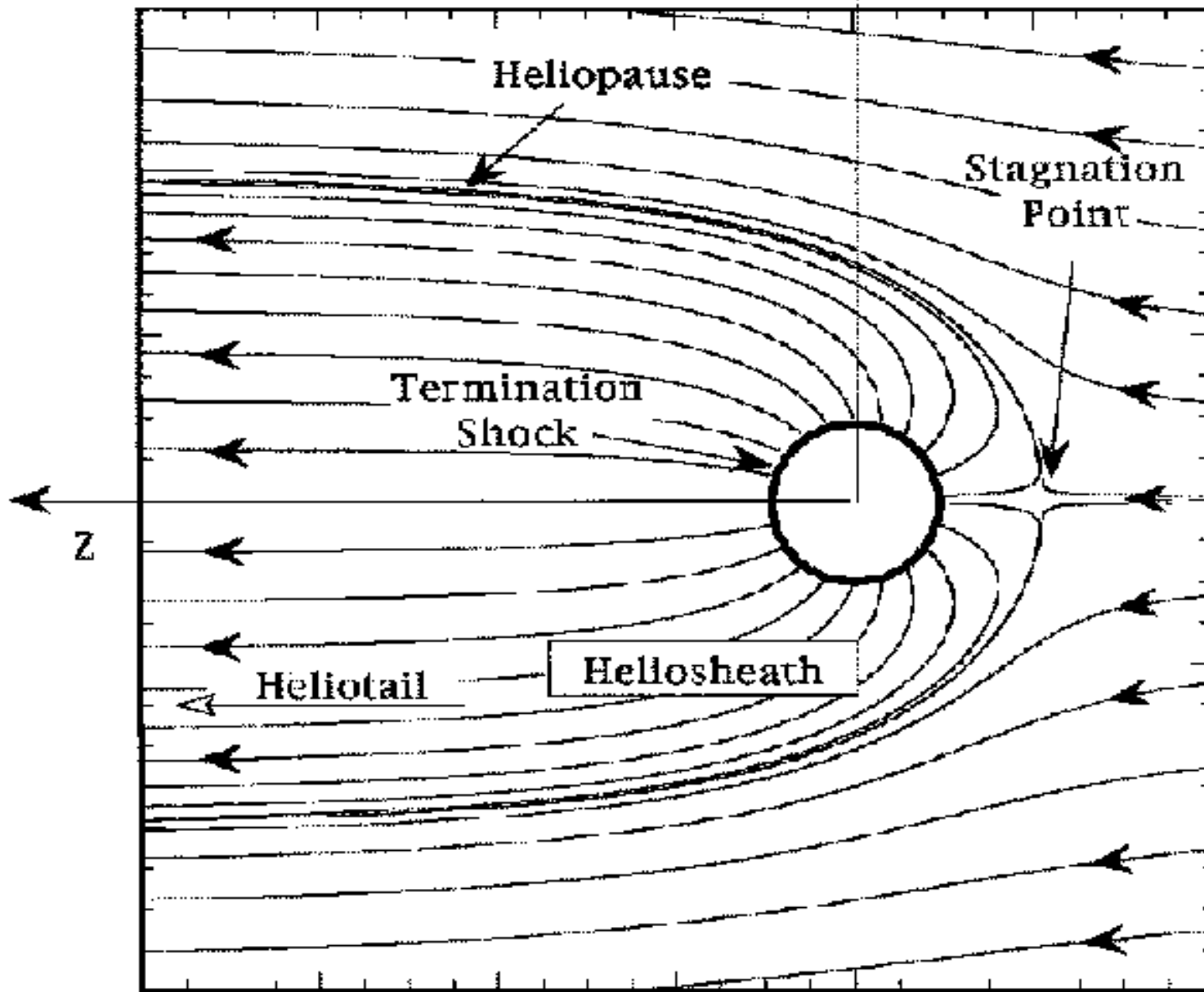
MAGNETIC FIELD Magnitude 0.1 - 0.5 nT Direction Unknown

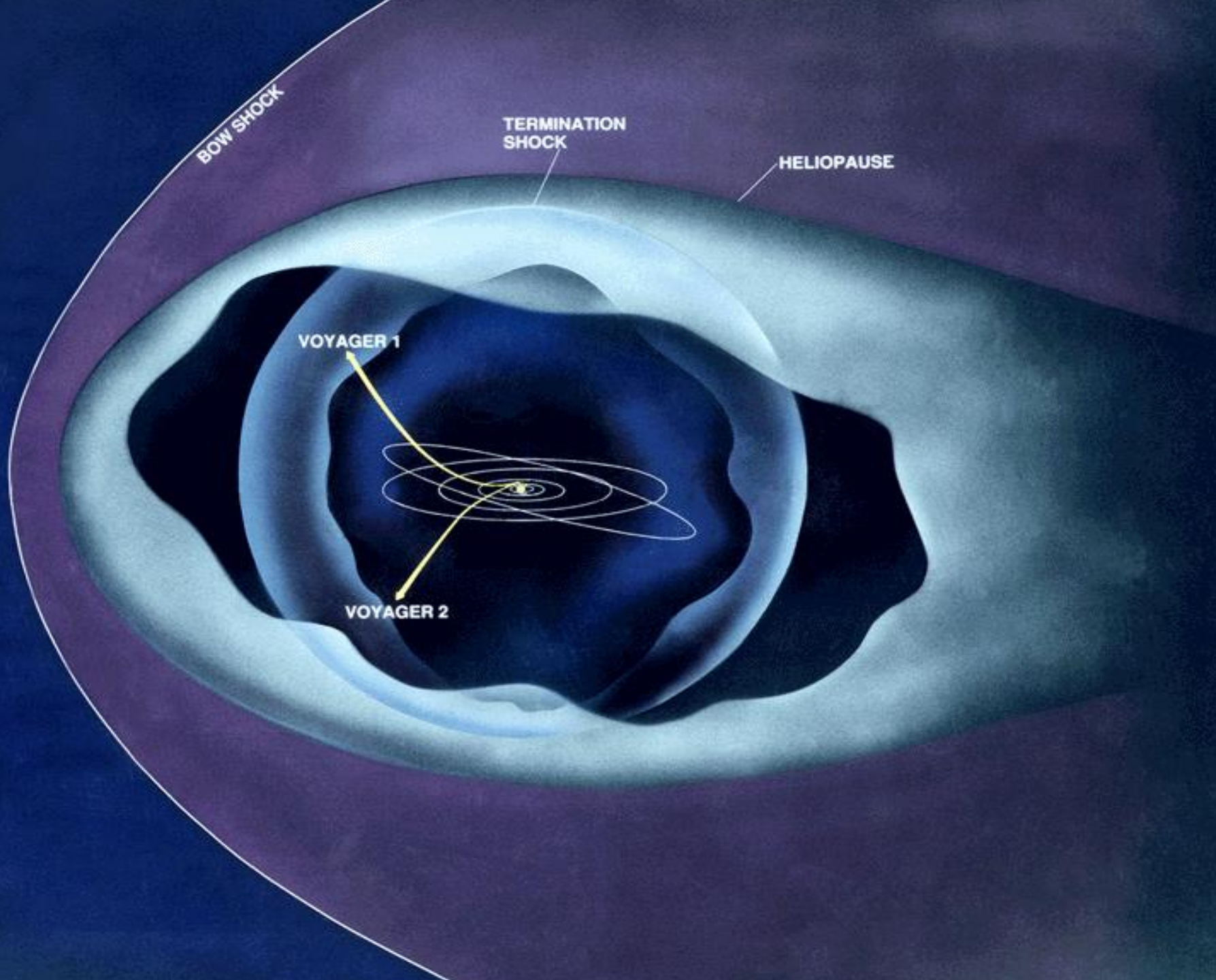
COSMIC RAYS Total pressure (1.3+/-0.2) x 10<sup>(-12)</sup>dynes/square cm



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

*Figure 1.* The configuration of the heliosphere shown schematically.





BOW SHOCK

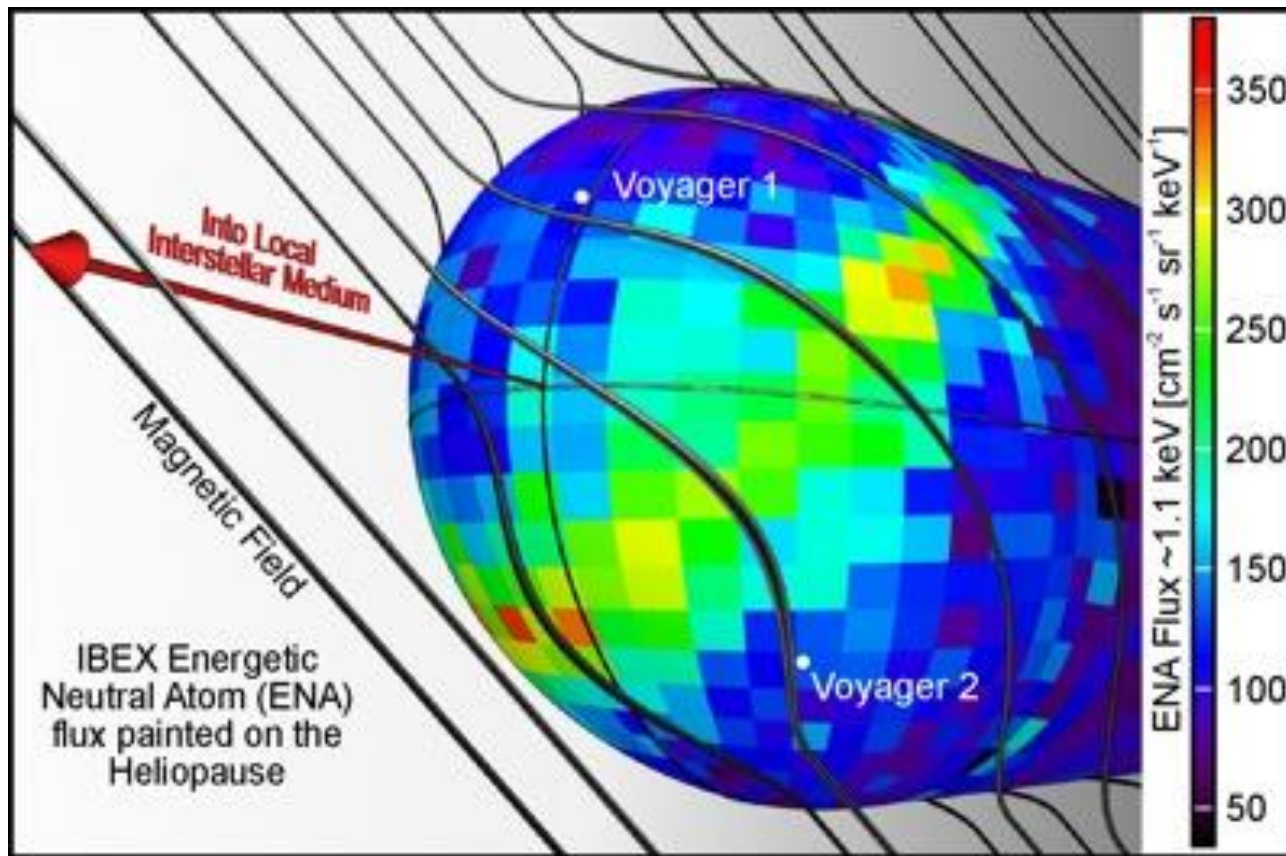
TERMINATION SHOCK

HELIOPAUSE

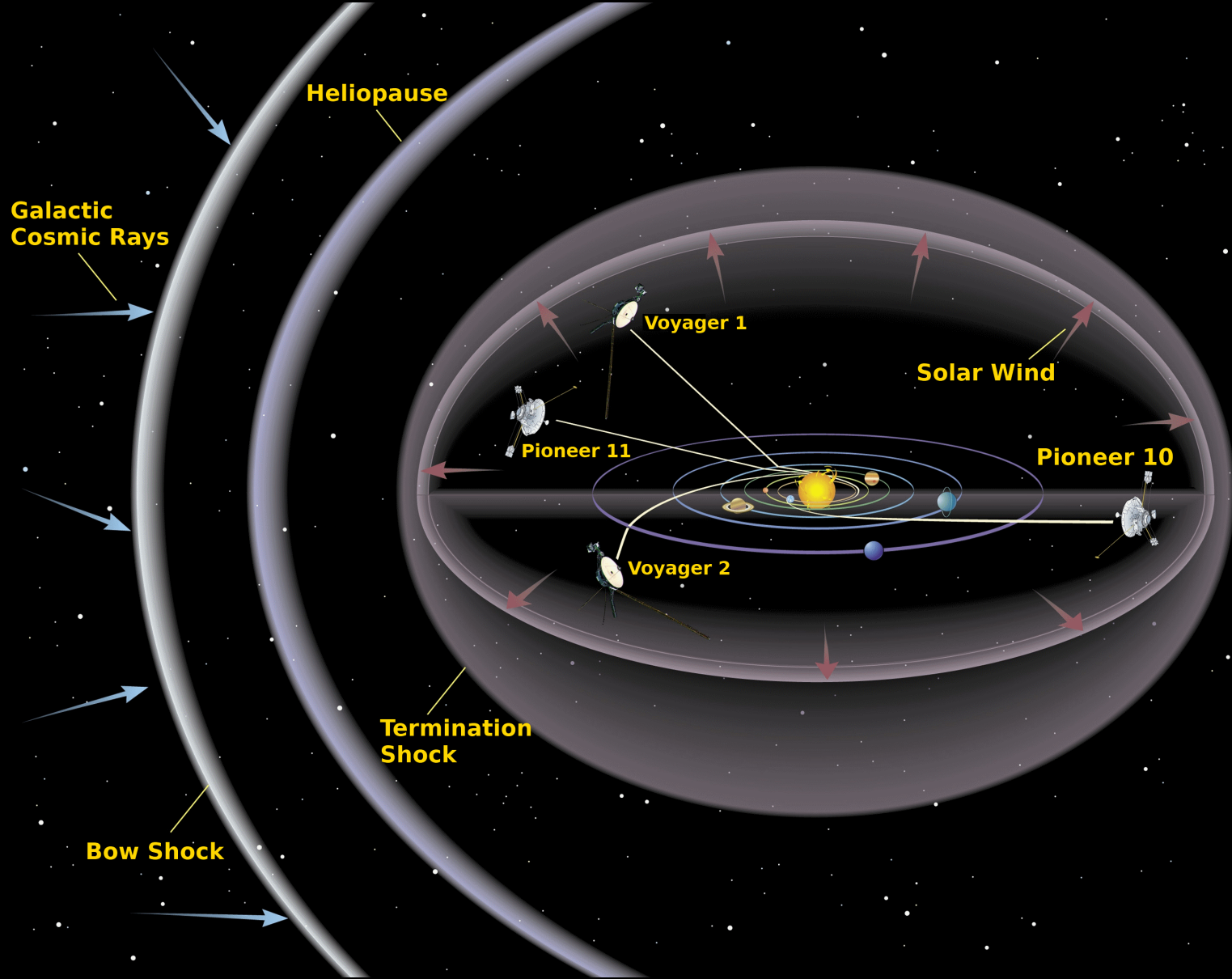
VOYAGER 1

VOYAGER 2





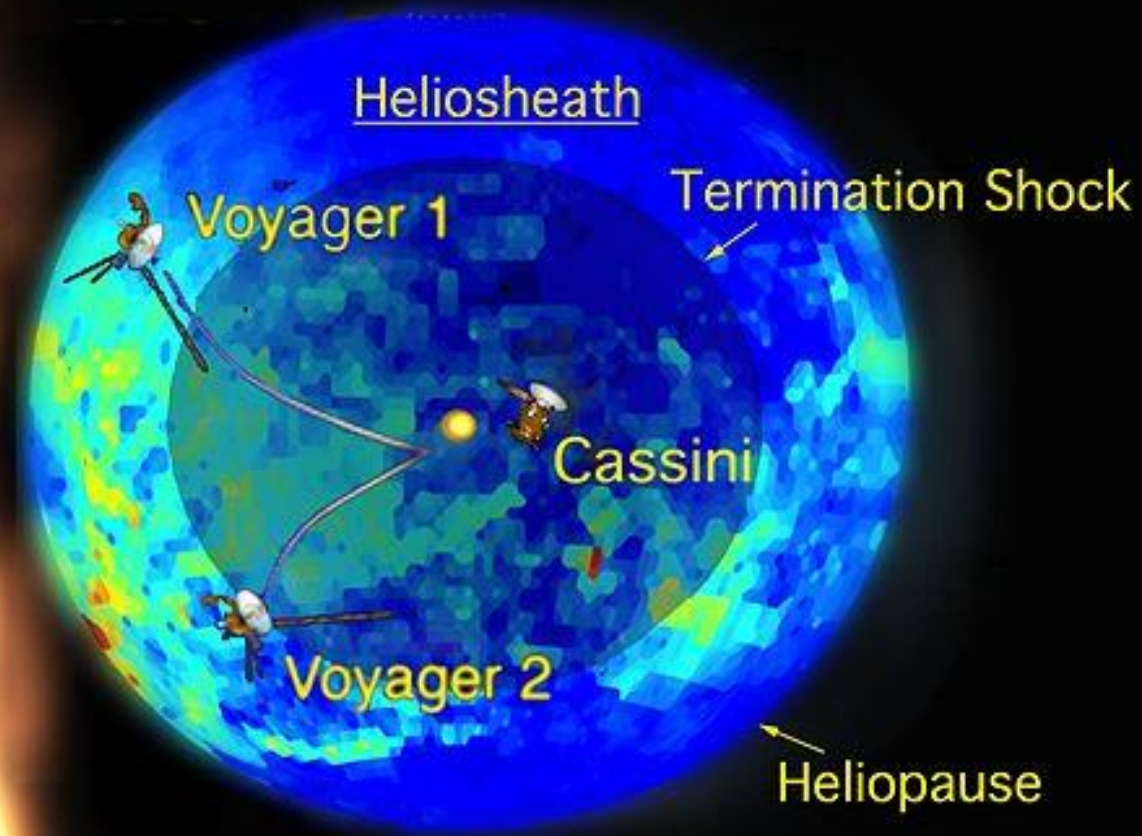
**By Southwest Research Institute  
(<http://ibex.swri.edu/>) [Public domain], via Wikimedia Commons  
το μαγνητικό πεδίο του  
διαστρικού μέσου επηρεάζει  
τη μορφή και έκταση της ηλιόσφαιρας**



Ηλιόσφαιρα NASA

[http://spaceprojects.arc.nasa.gov/Space\\_Projects/pioneer/f23.gif](http://spaceprojects.arc.nasa.gov/Space_Projects/pioneer/f23.gif)

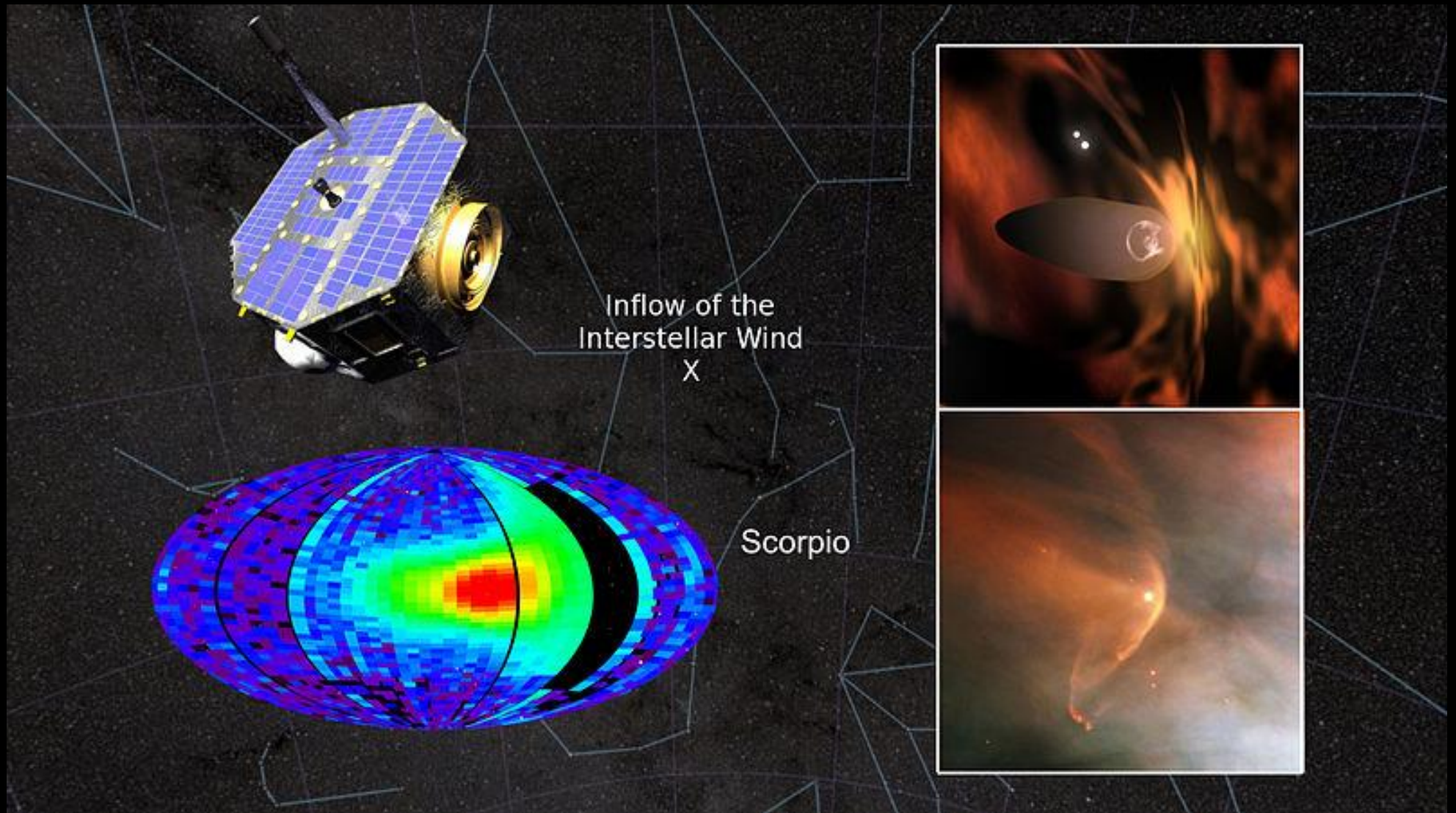
Bow Shock



By NASA/JPL/JHUAPL

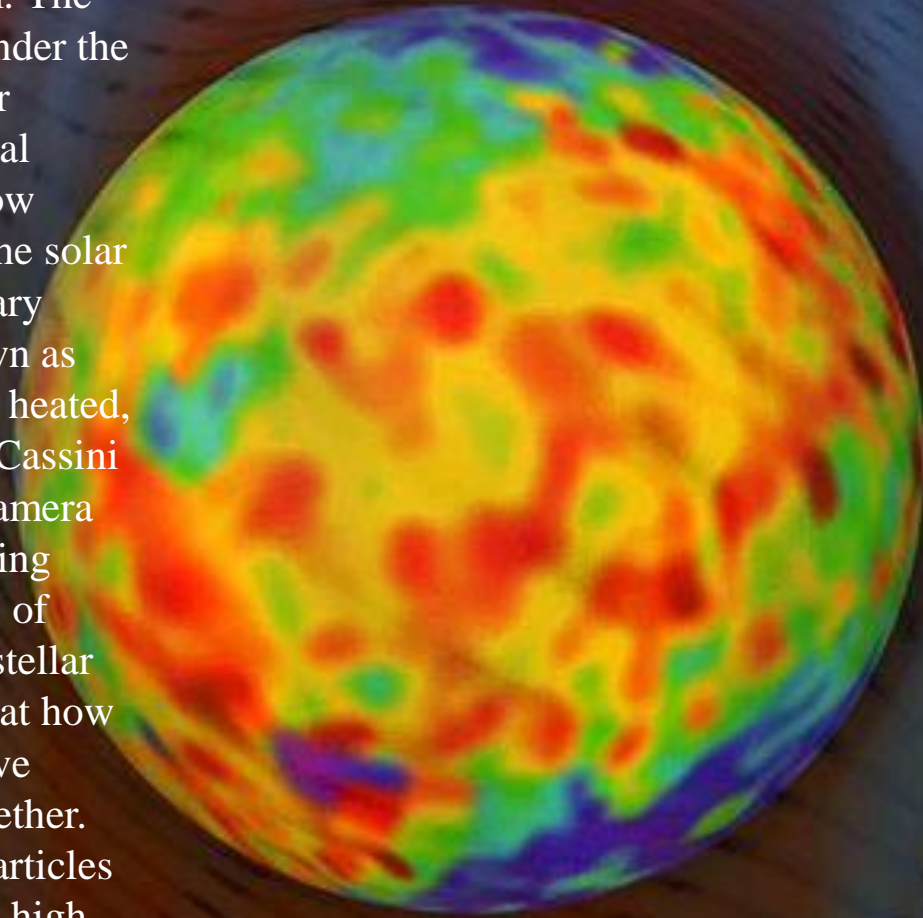
(<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA12375>) [Public domain], via  
Wikimedia Commons

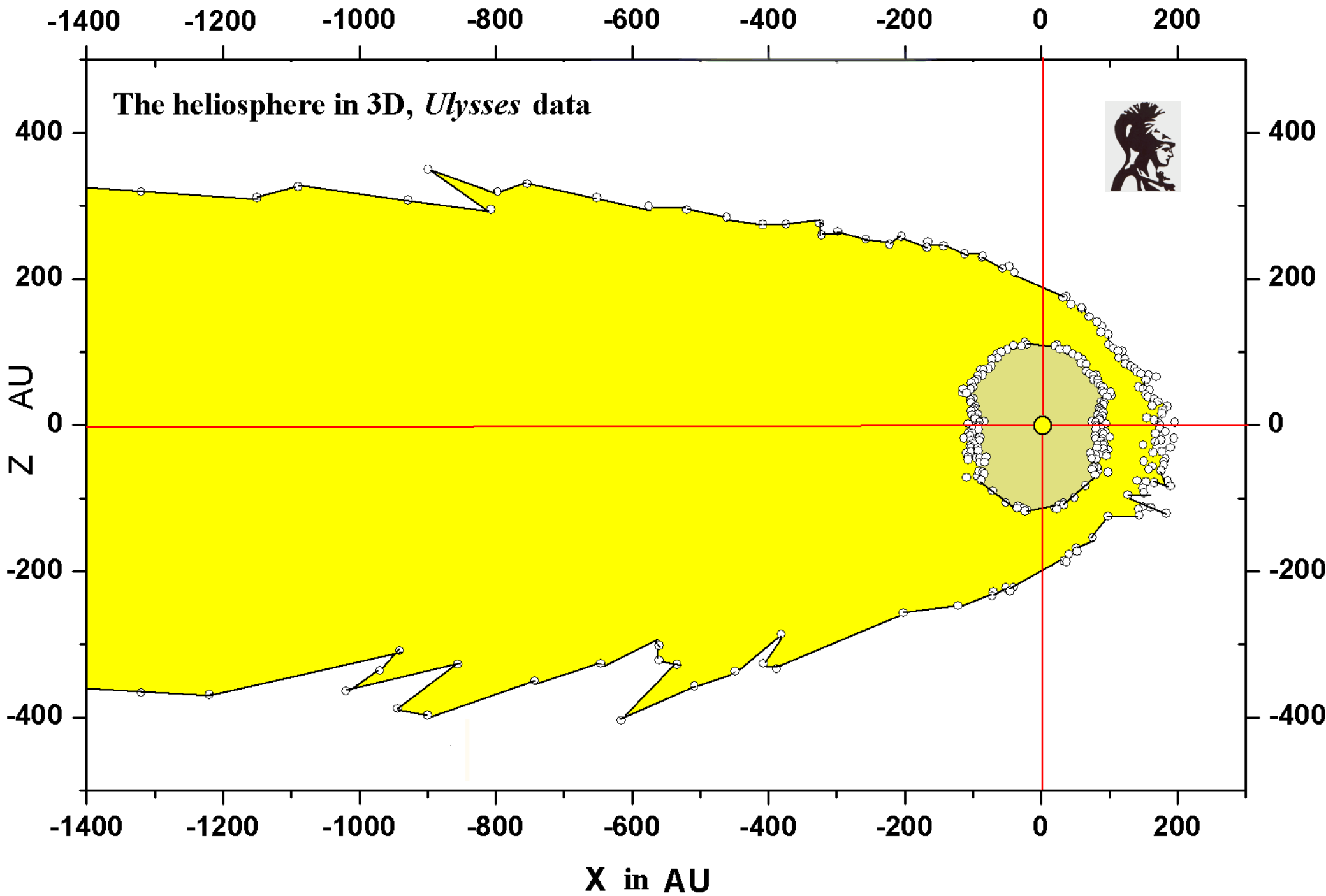




By NASA/Hubble/SwRI/Goddard Conceptual Image Lab [Public domain], via Wikimedia Commons

As the solar wind flows from the sun, it creates a bubble in space known as the heliosphere around our solar system. The heliosphere is the region of space under the influence of our sun. The interstellar medium, the matter that fills the local region of our galaxy, is forced to flow around the heliosphere. It disturbs the solar wind so much as to create a secondary bubble around the heliosphere known as the heliosheath, which is filled with heated, slower solar wind. Scientists on the Cassini mission used the Ion and Neutral Camera sensor on the Magnetospheric Imaging Instrument to look at the interaction of these plasma bubbles with the interstellar medium. The scientists also looked at how the heliosphere and heliosheath move through the interstellar medium together. The sensor on Cassini detects hot particles known as energetic neutral atoms at high energies, complementary to instruments on the NASA Interstellar Boundary Explorer mission.

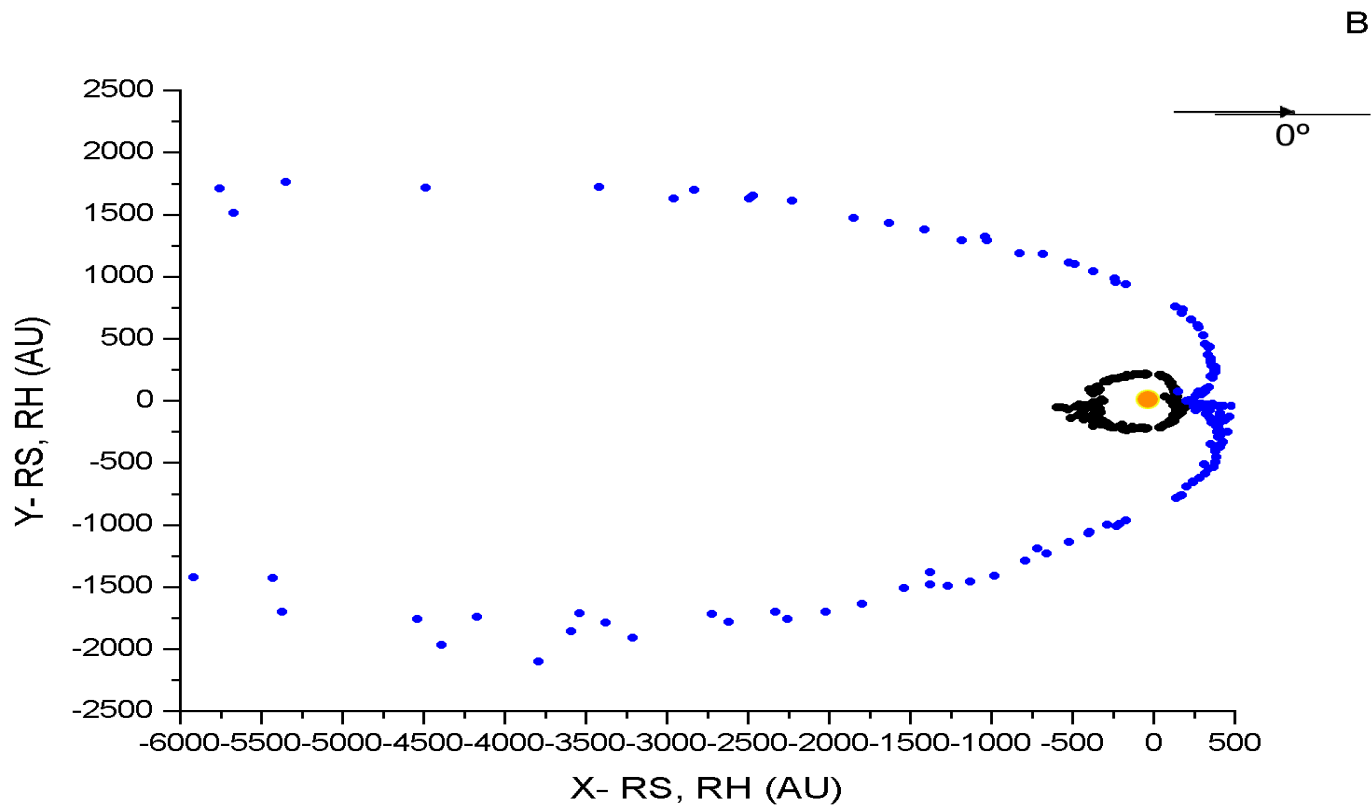






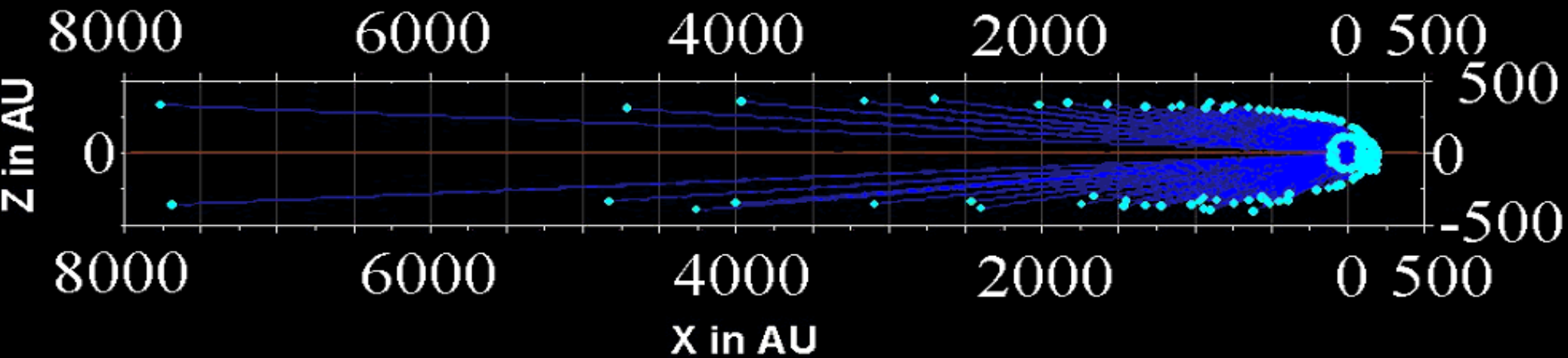
Οι μεταβολές της **Ηλιόσφαιρας**  
συναρτήσει του  
προσανατολισμού του διαστρικού μαγνητικού πεδίου

Αγγελική Νικολοπούλου, Γιώργος Έξαρχος, Ξ. Μουσάς





## heliosphere and heliopause *Ulysses* data



ηλιόσφαιρα  
Γιώργος Έξαρχος, Ξενοφών Μουσάς  
Πανεπιστημίου Αθηνών

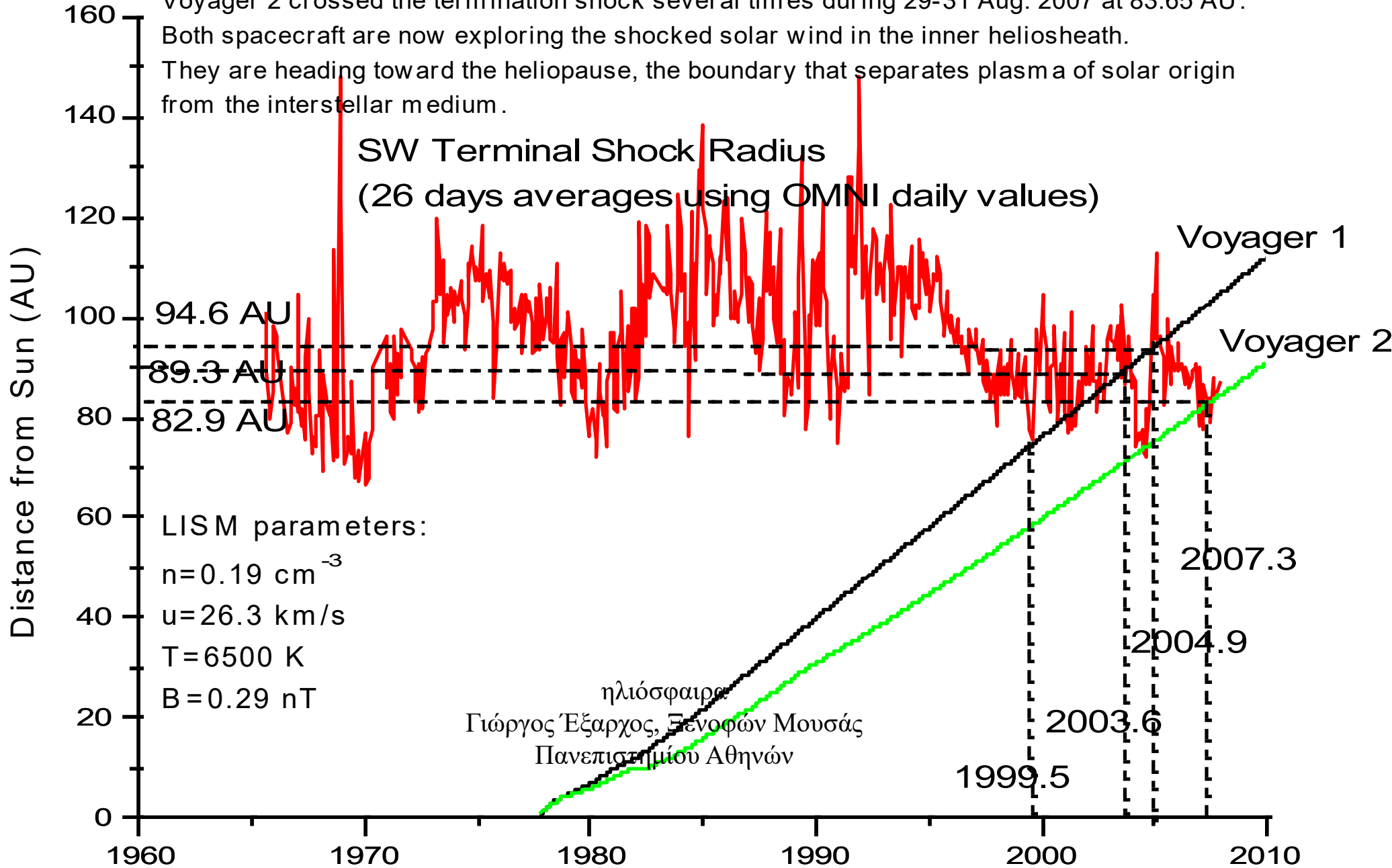
Voyager 1 crossed the termination shock of the solar wind on 16 Dec. 2004 at 94.0 AU.

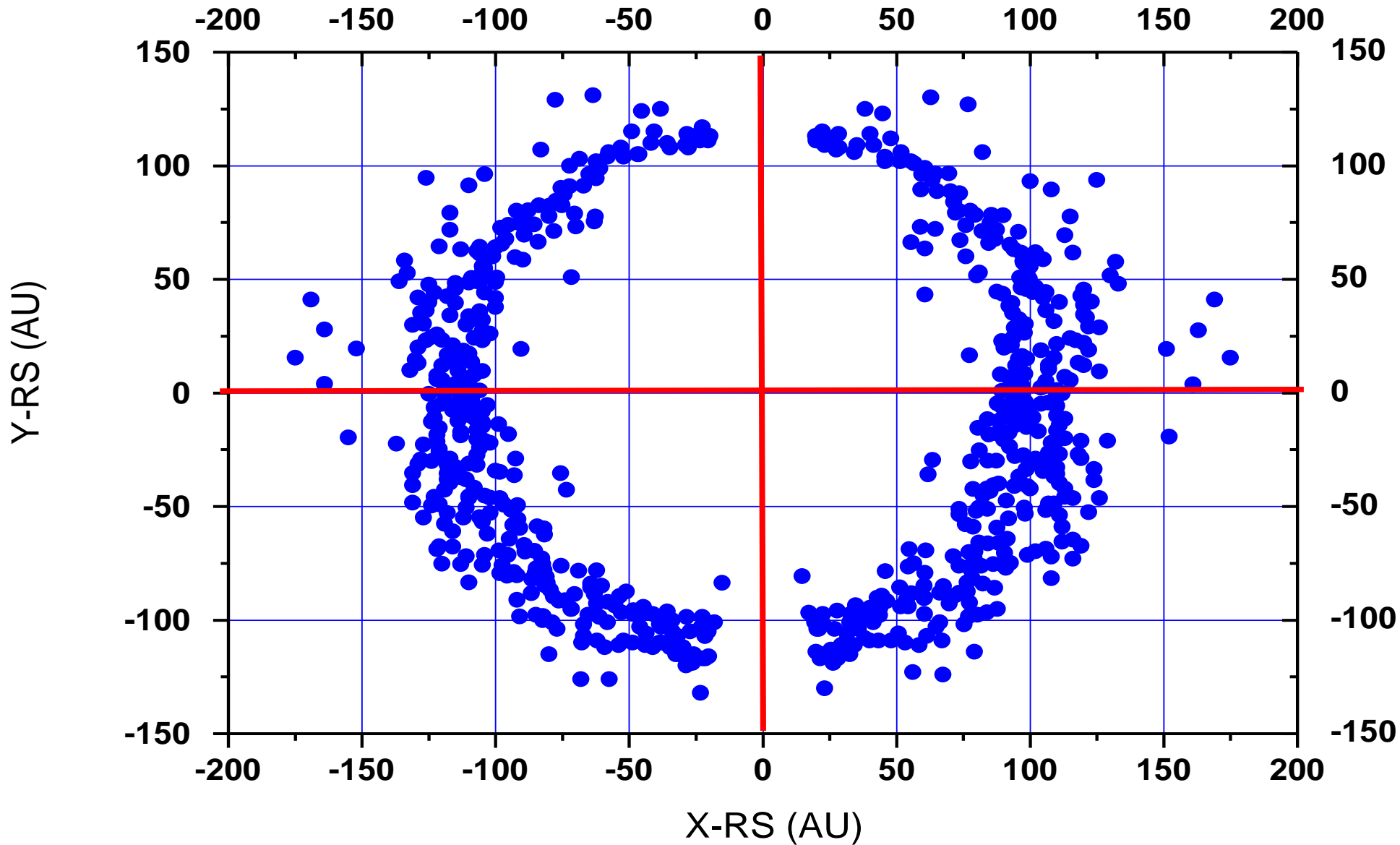
Voyager 2 crossed the termination shock several times during 29-31 Aug. 2007 at 83.65 AU.

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.

### SW Terminal Shock Radius (26 days averages using OMNI daily values)





**all scans. Notice the north-south asymmetries**

# LL ORIONI

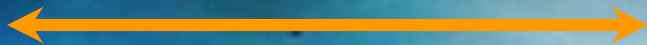
## Bow shock

Αστρόσφαιρα  
NASA, HST

10 000 AU



0,25 έτους φωτός



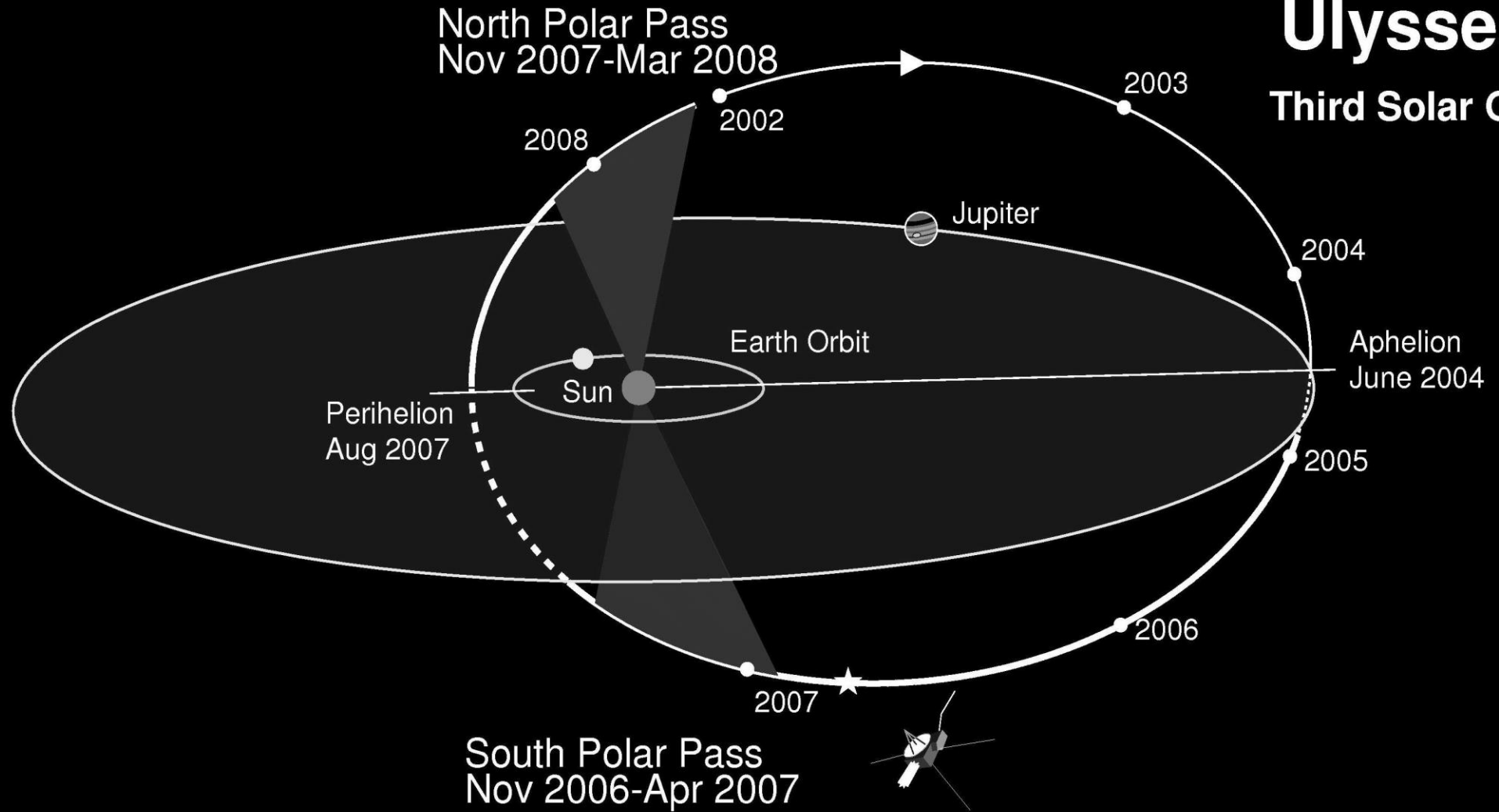
0,1 parsec





# Ulysses

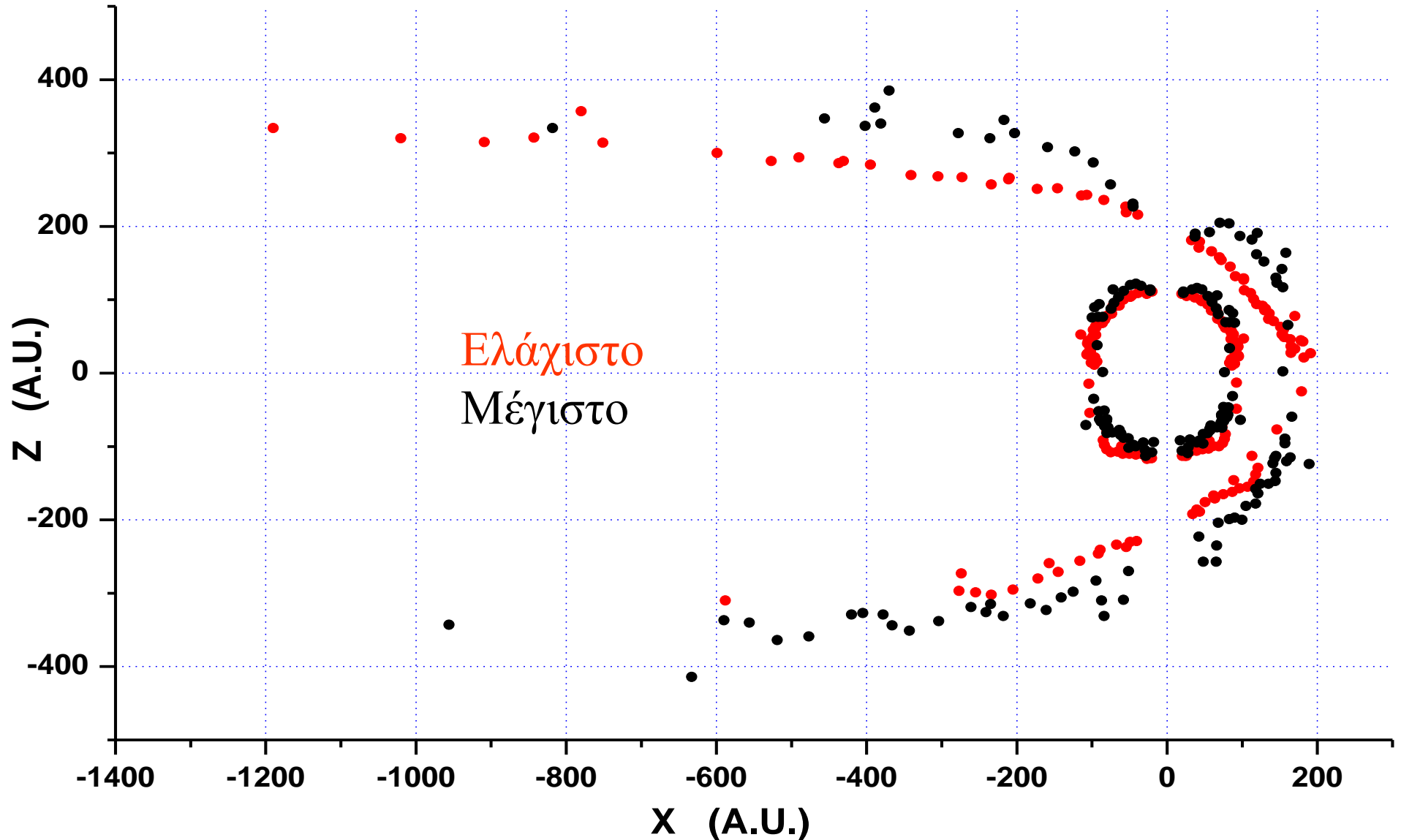
## Third Solar Orbit





# the shape of the heliosphere using *Ulysses* measurements

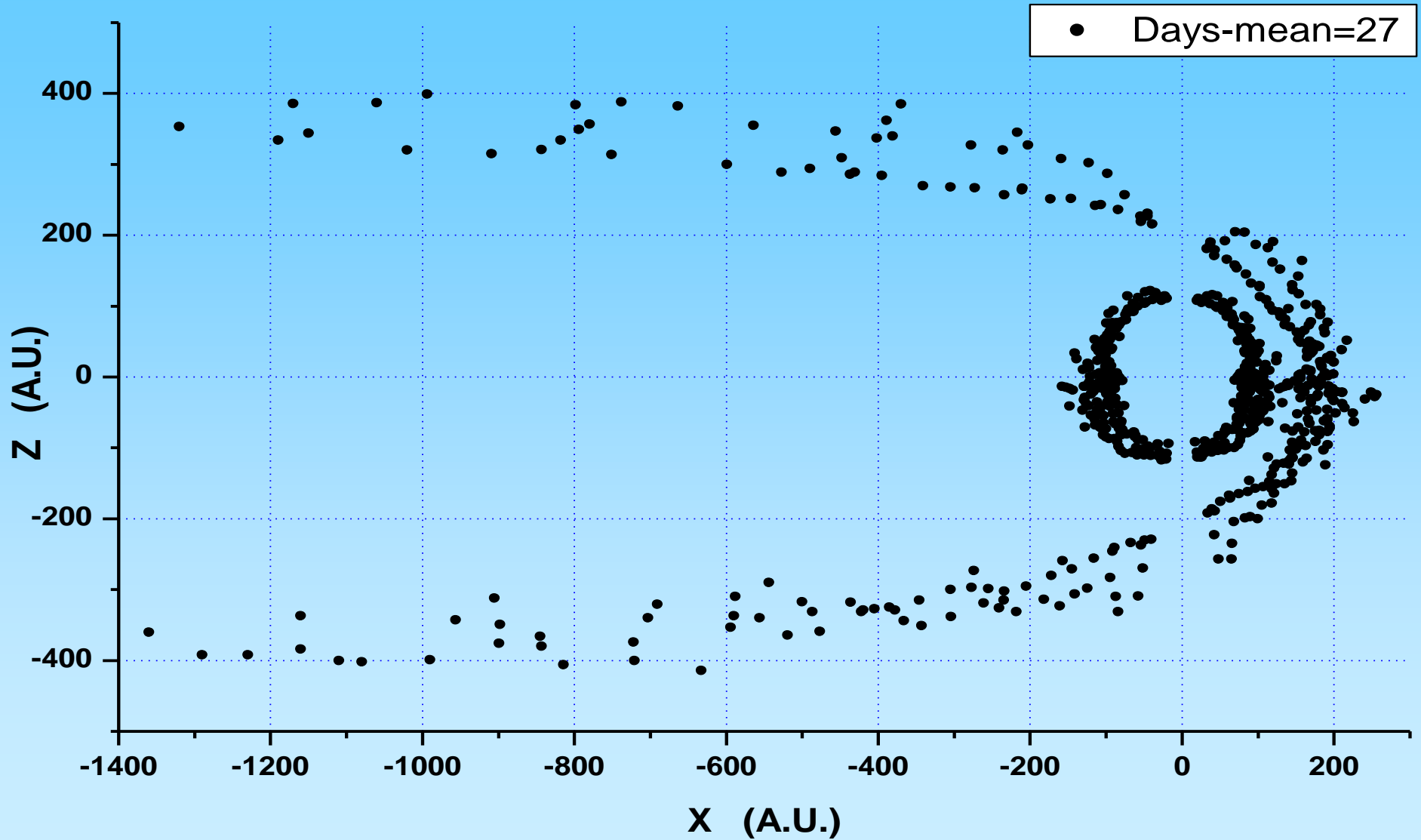
Ηλιόσφαιρα, Βαγγέλης Παουρης, Ξενοφών Μουσάς, του Πανεπιστημίου Αθηνών



# the shape of the heliosphere using *Ulysses* measurements

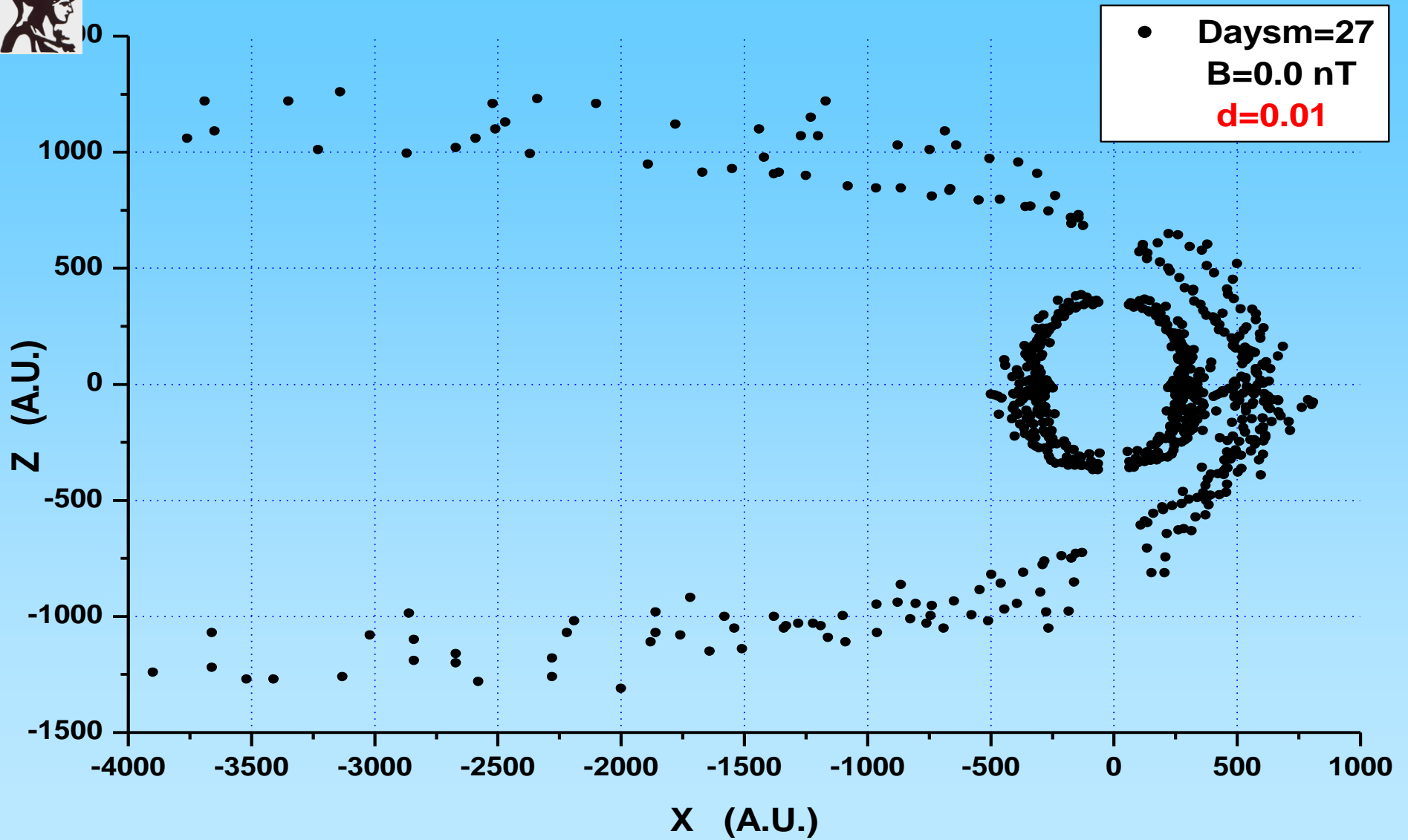


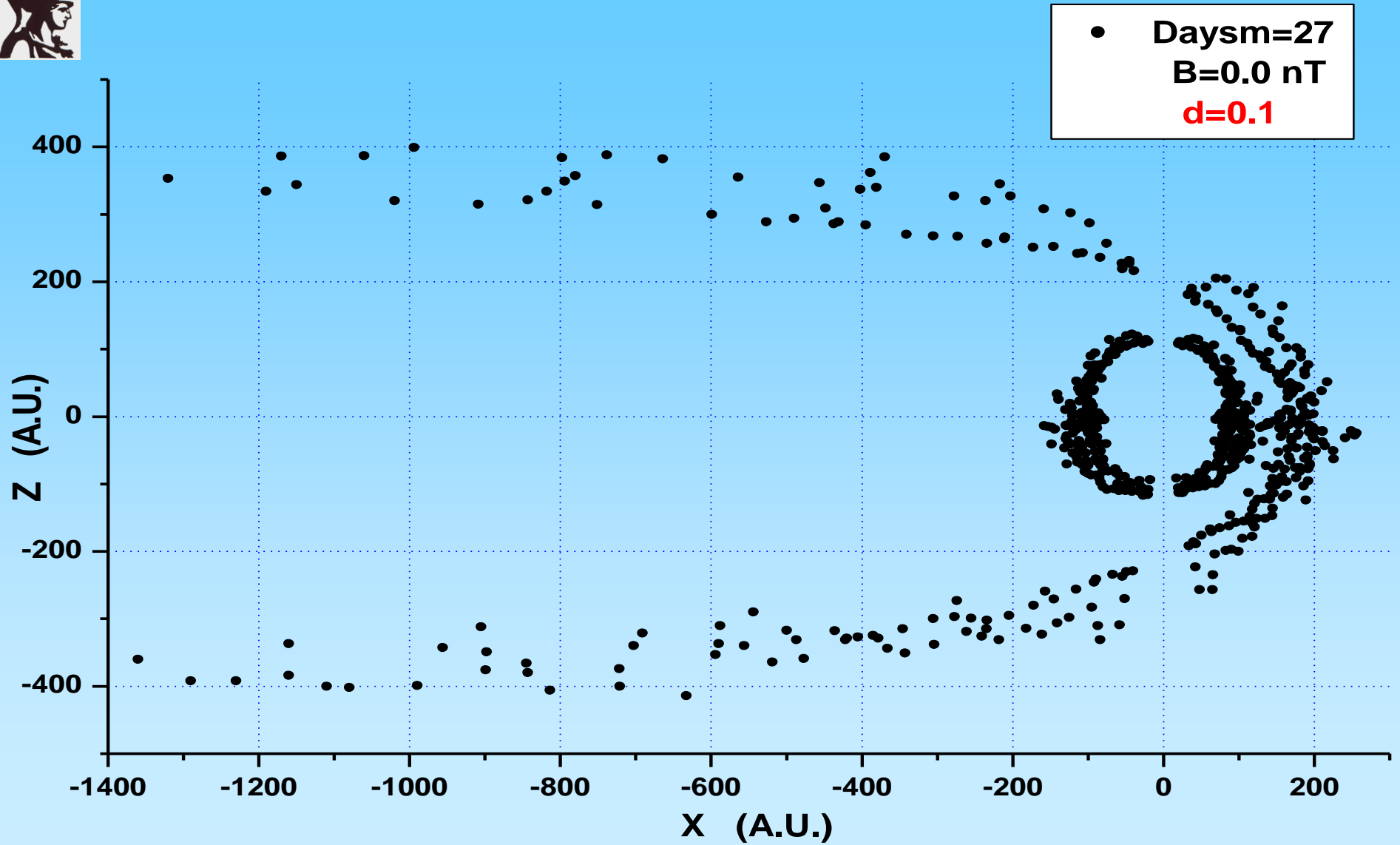
Ηλιόσφαιρα, Βαγγέλης Παουρης, Ξενοφών Μουσάς, του Πανεπιστημίου Αθηνών





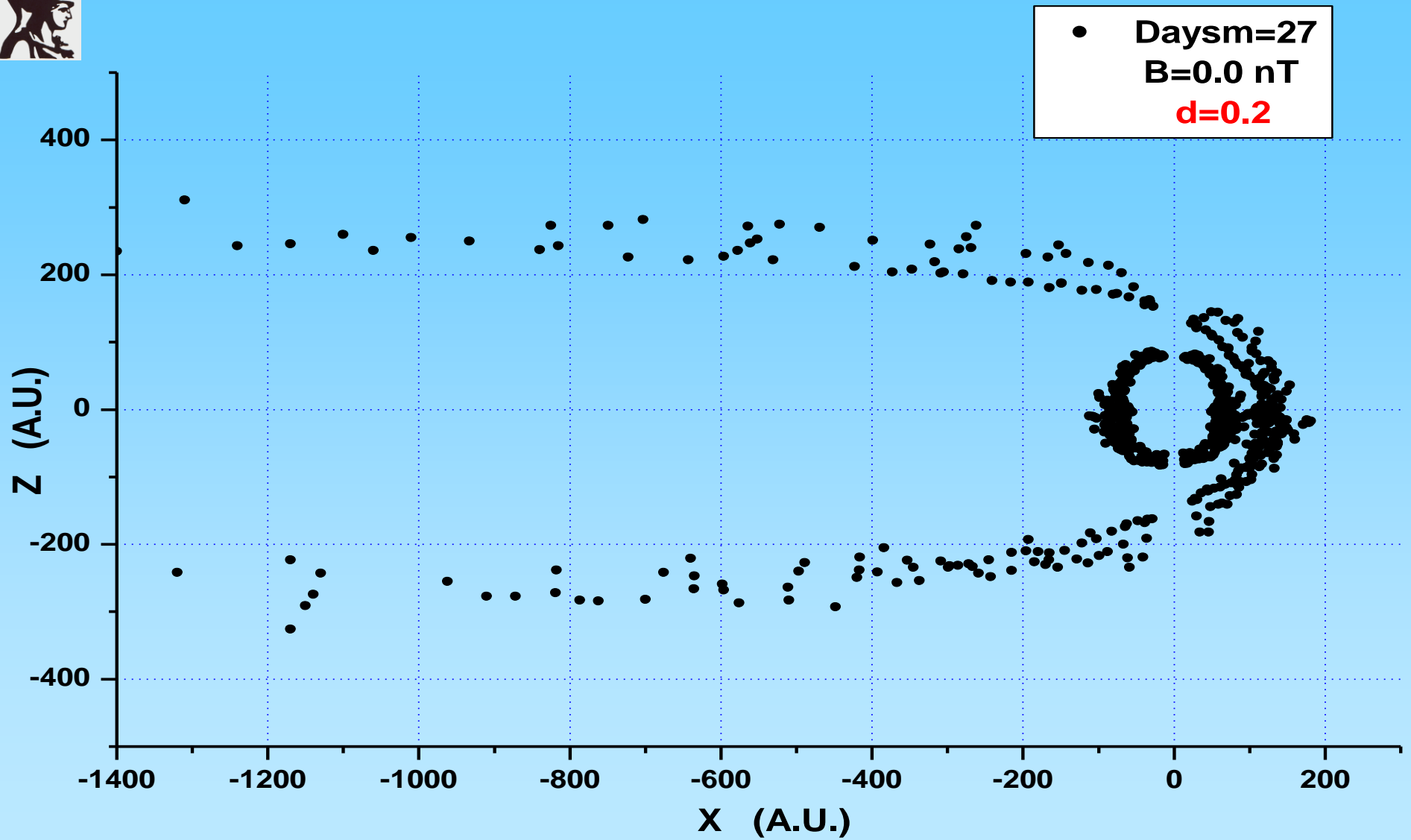
Ηλιόσφαιρα, Βαγγέλης Παουρης, Ξενοφών Μουσάς, του Πανεπιστημίου Αθηνών

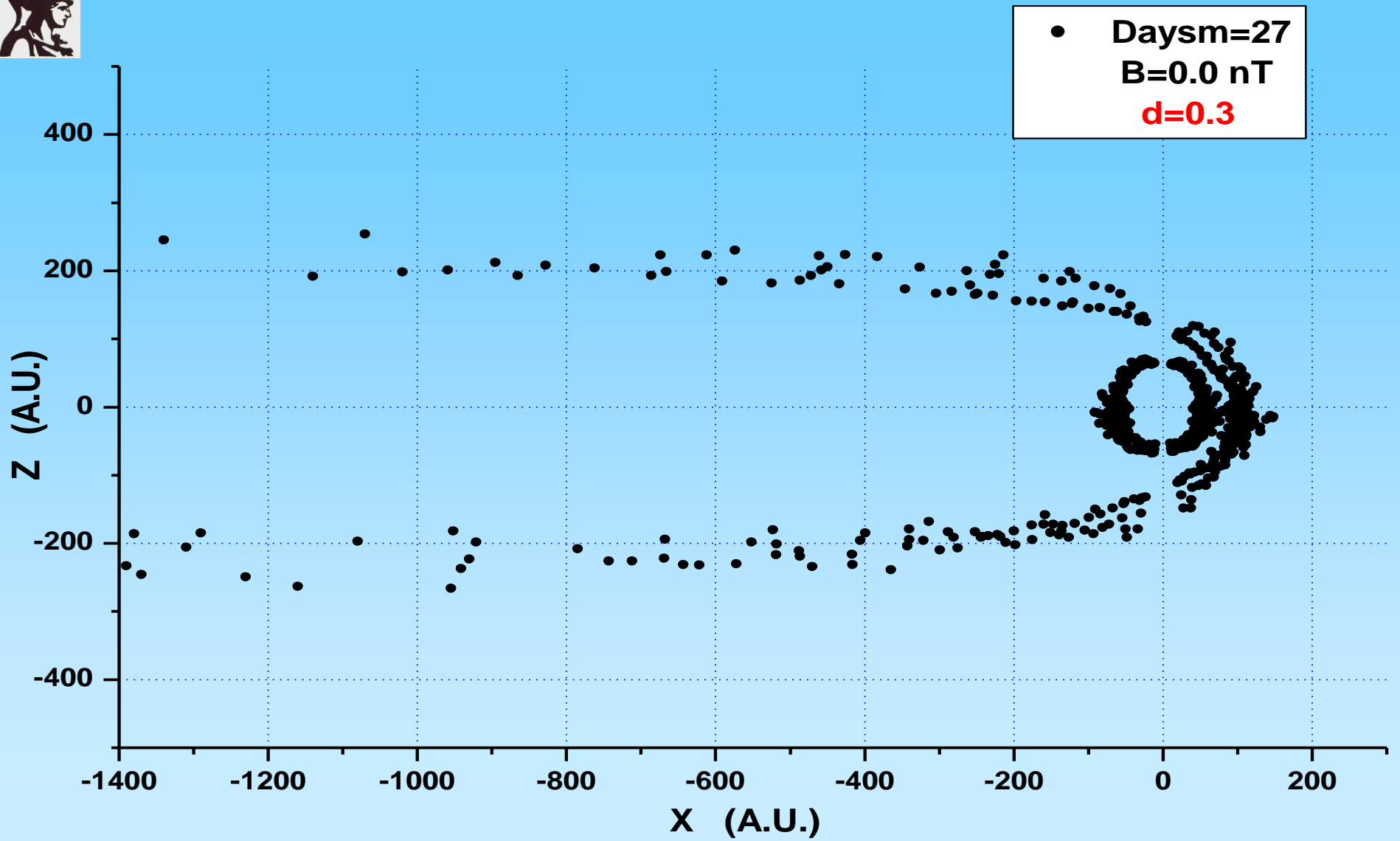


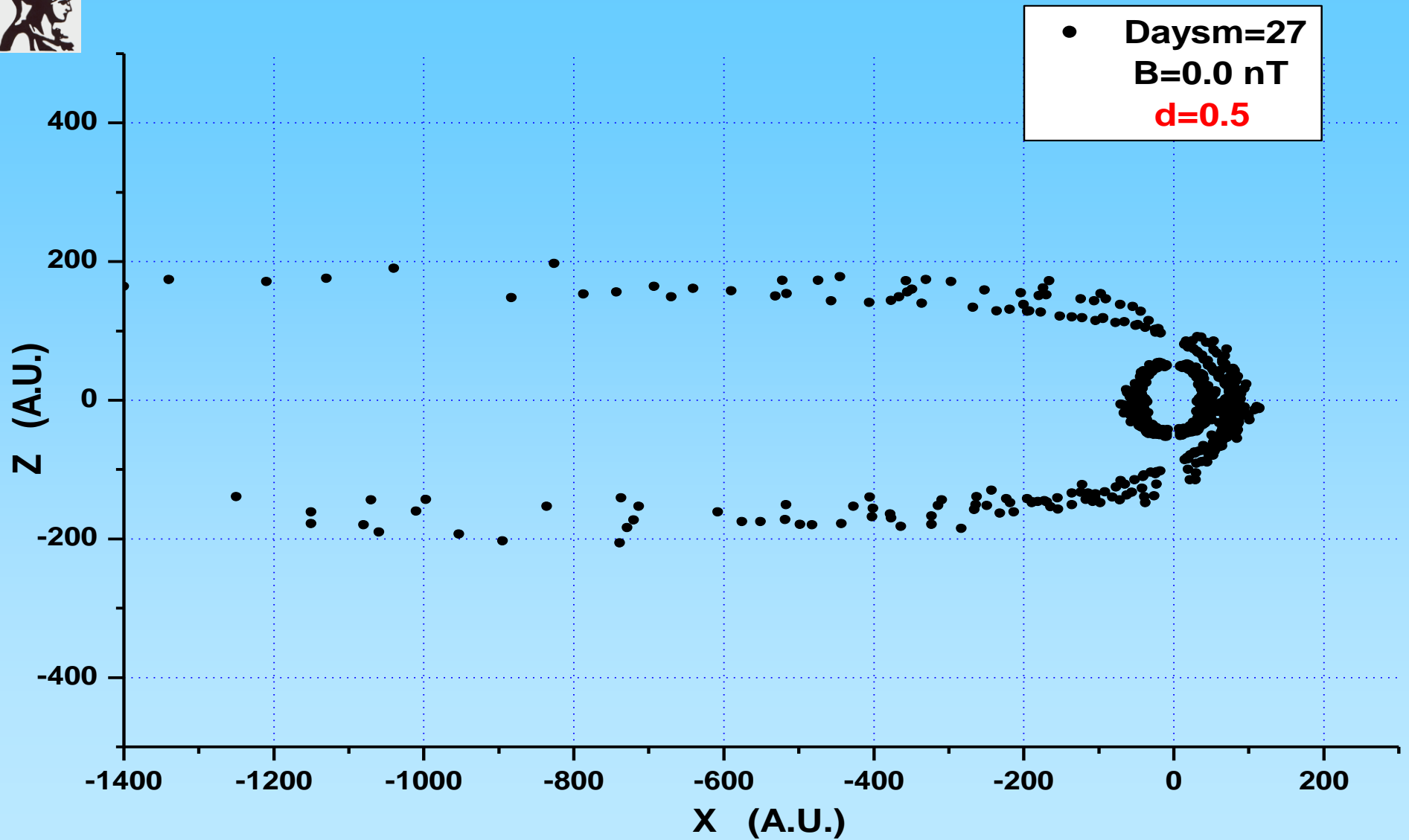




Ηλιόσφαιρα, Βαγγέλης Παουρης, Ξενοφών Μουσάς, του Πανεπιστημίου Αθηνών







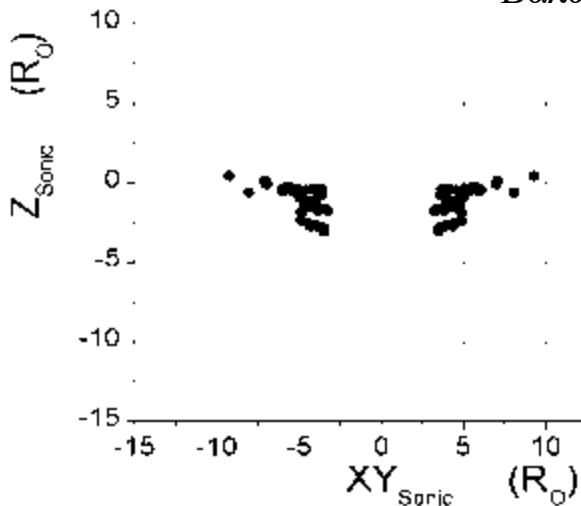


# Sonic surface



**(A) Solar maximum**

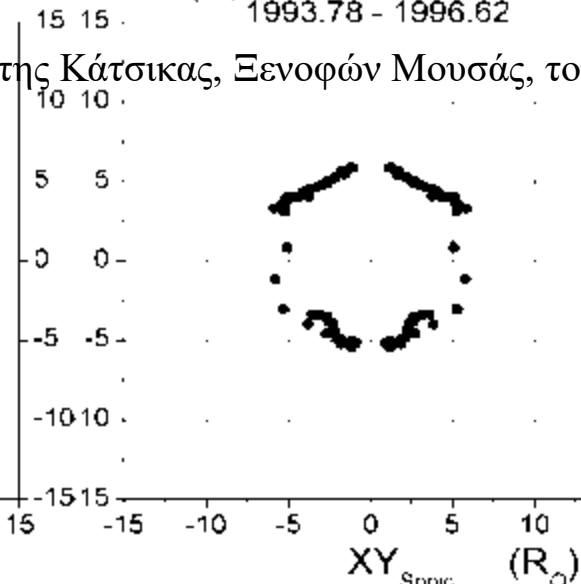
1990.00 - 1993.78



**(B) Solar minimum**

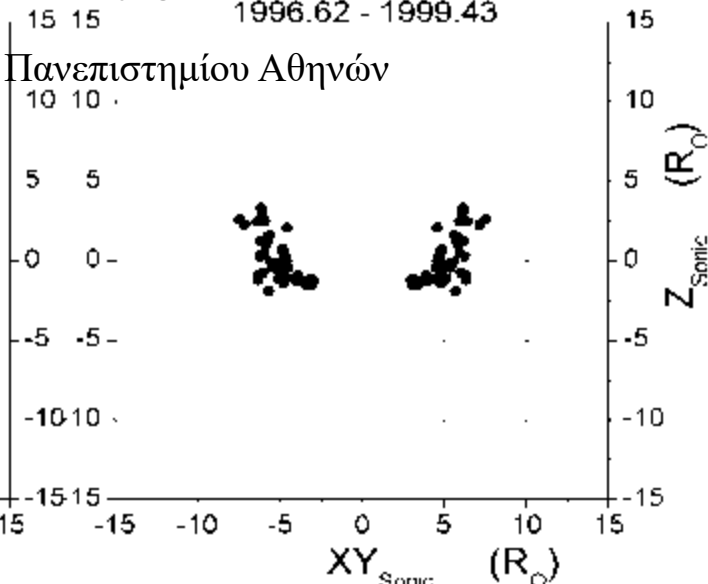
1993.78 - 1996.62

Βαλάντης Κάτσικας, Ξενοφών Μουσάς, του Πανεπιστημίου Αθηνών



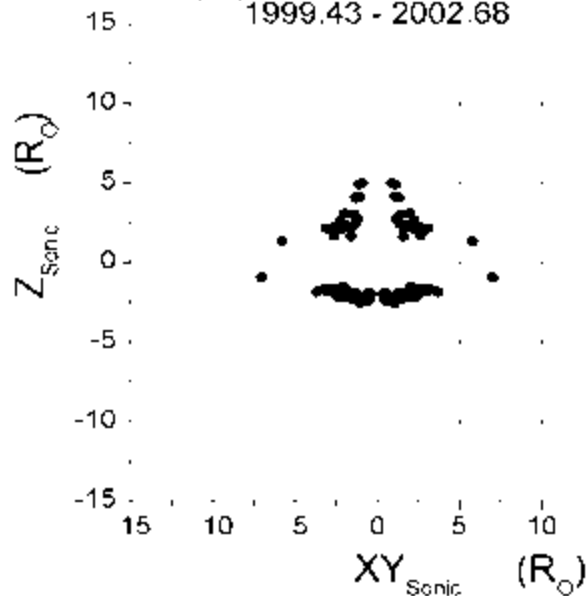
**(C) Rise to solar maximum**

1996.62 - 1999.43



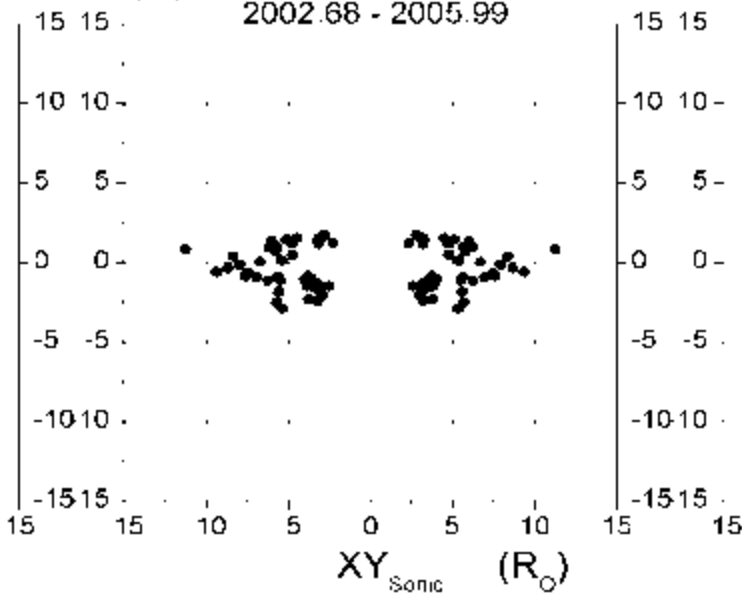
**(D) Solar maximum**

1999.43 - 2002.68



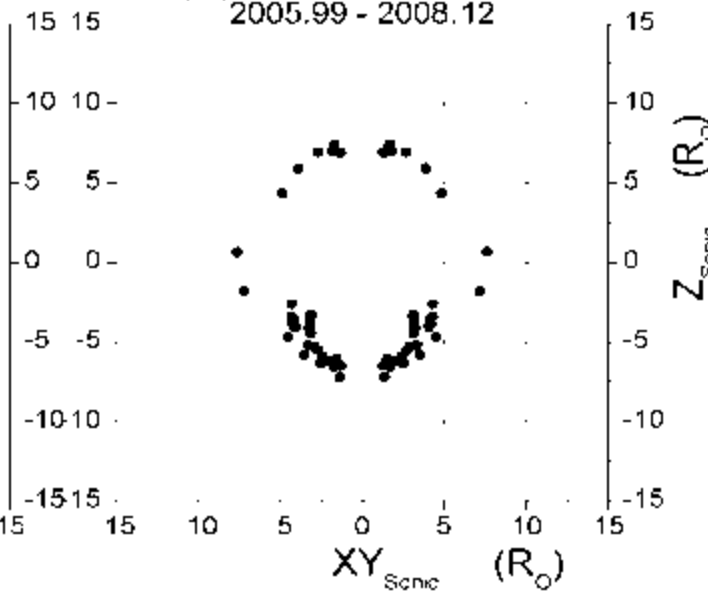
**(E) Fall to solar minimum**

2002.68 - 2005.99



**(F) Solar minimum**

2005.99 - 2008.12



# Alfvén surface

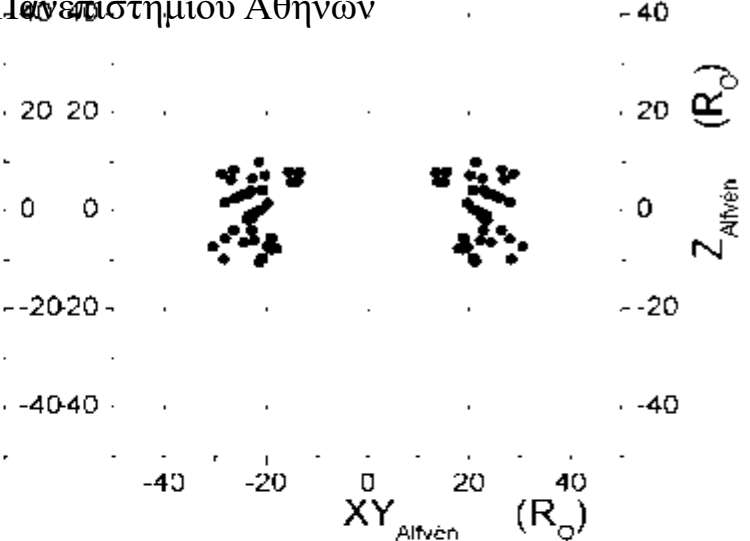
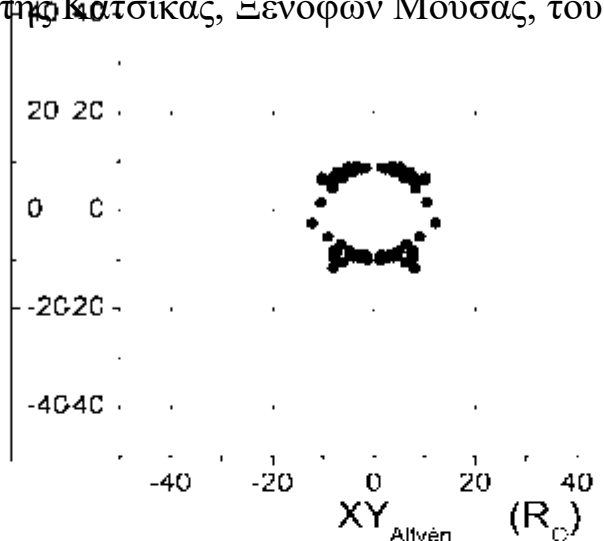
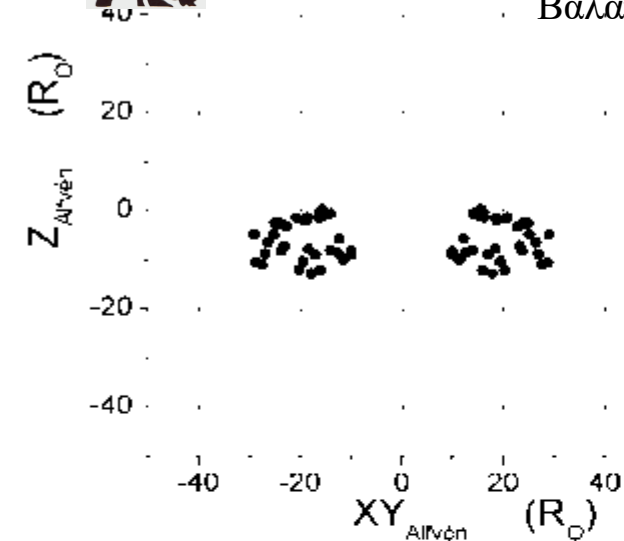


(A) Solar maximum  
1990.00 - 1993.78

(B) Solar minimum  
1993.78 - 1996.62

(C) Rise to solar maximum  
1996.62 - 1999.43

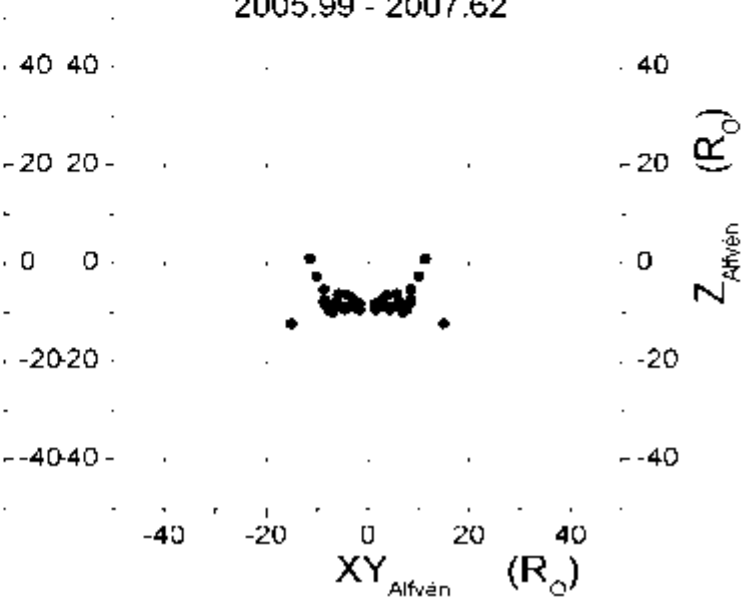
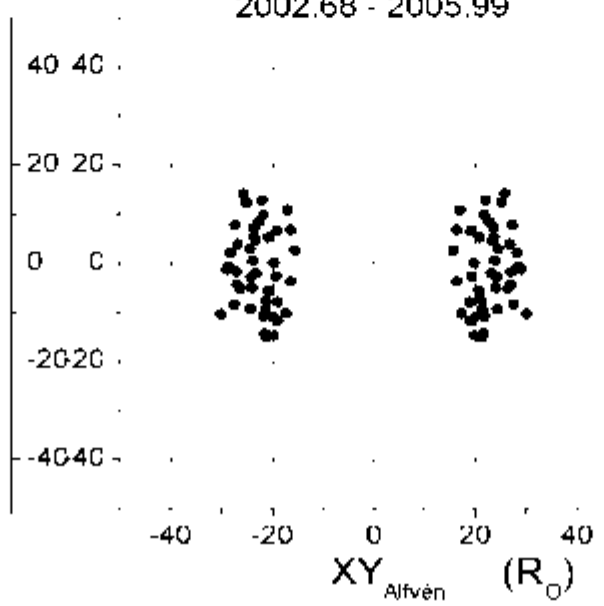
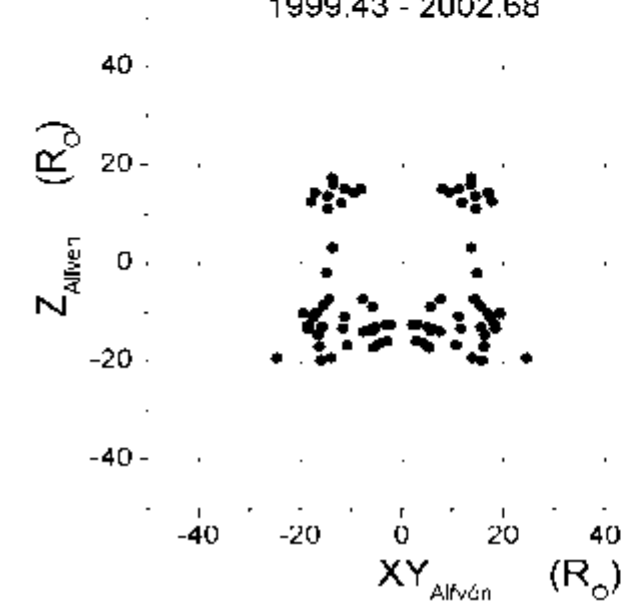
Βαλάντης Κάτσικας, Εεροφών Μουσάς, του Πανεπιστημίου Αθηνών

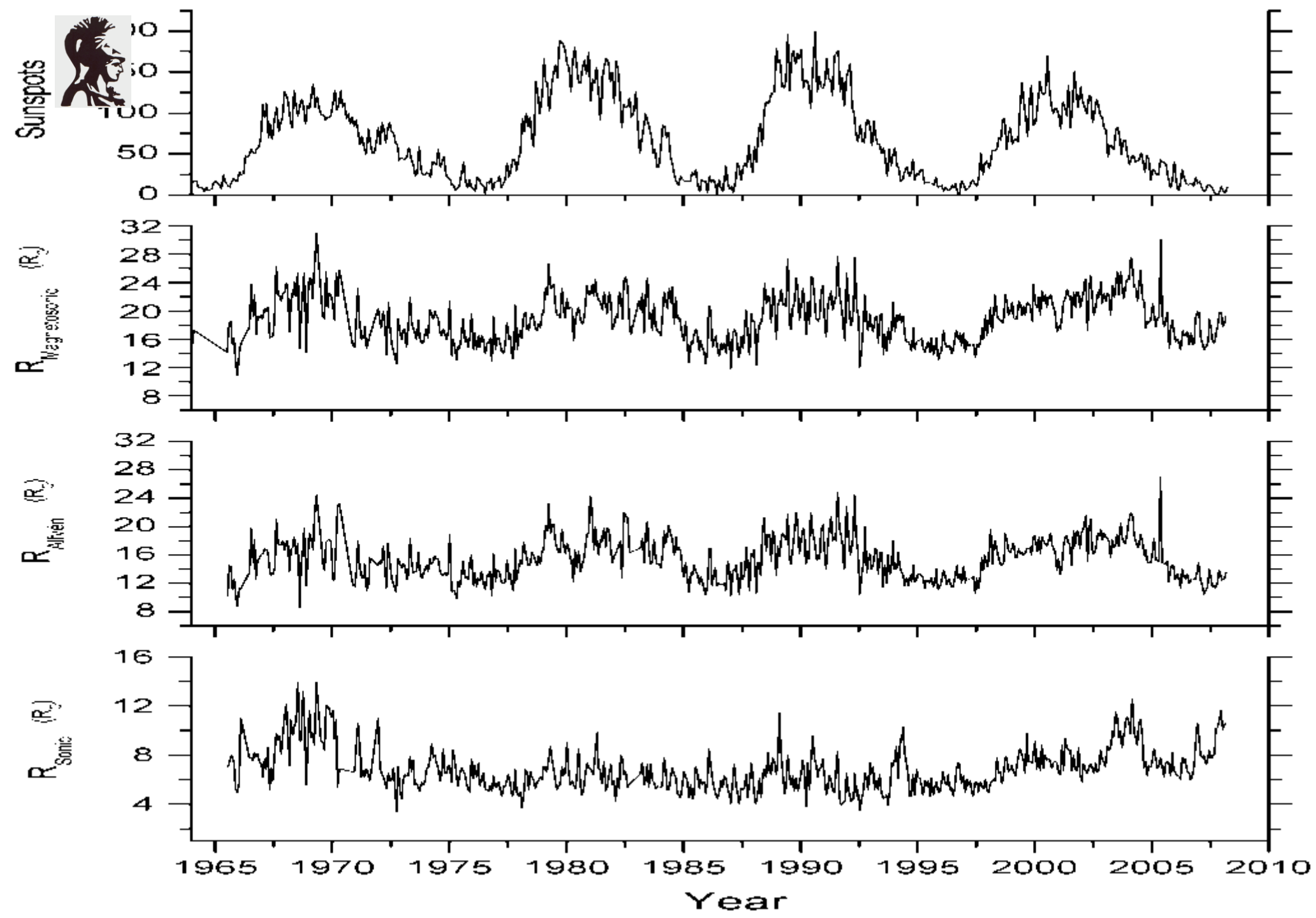


(D) Solar maximum  
1999.43 - 2002.68

(E) Fall to solar minimum  
2002.68 - 2005.99

(F) Solar minimum  
2005.99 - 2007.62





# *Solar Orbiter*

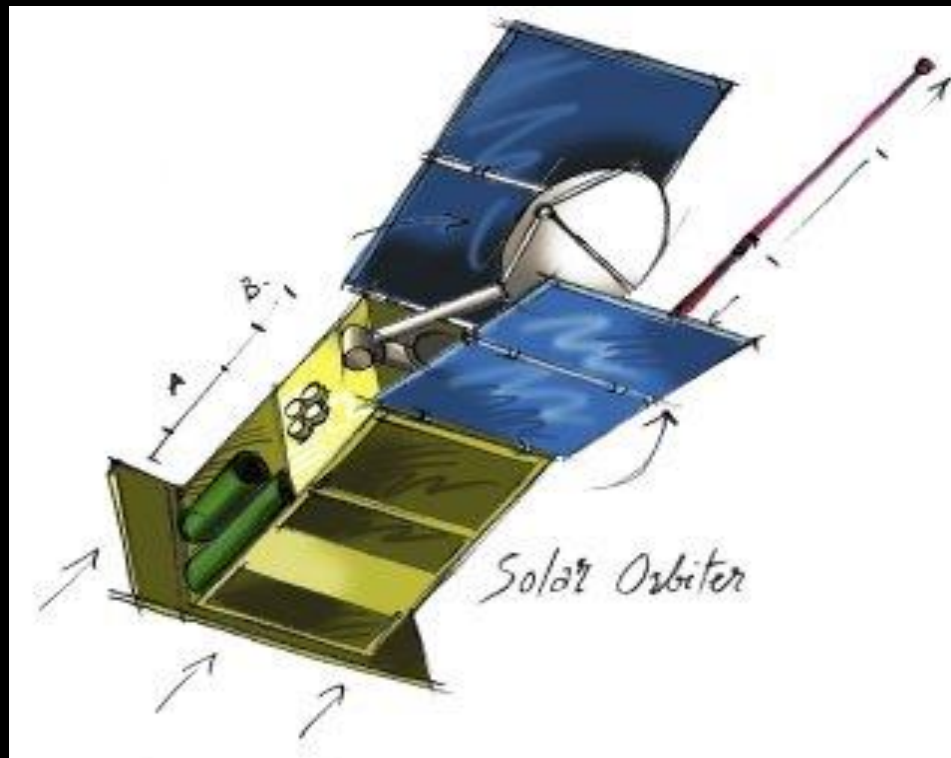
Μελλοντική διαστημική  
αποστολή  
στον Ήλιο στην οποία  
συμμετέχουμε



## ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: ΗΛΙΟΣ

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

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Solar\\_Orbiter](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Solar_Orbiter)





## ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: ΗΛΙΟΣ

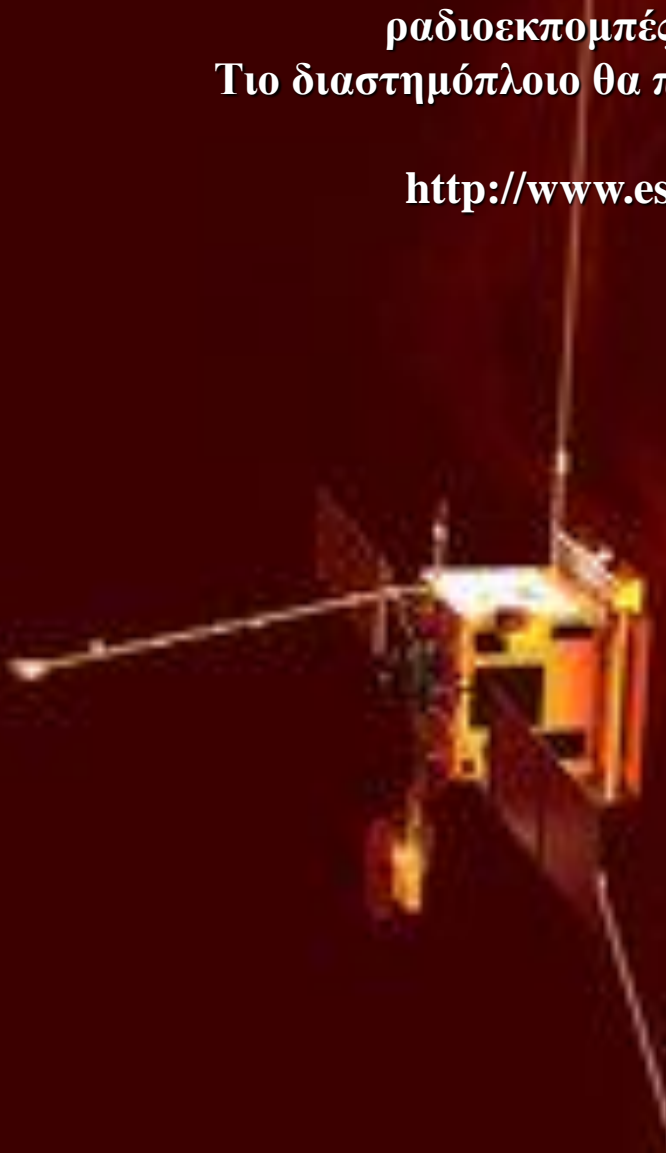
ακό τροχιακό διαστημόπλοιο Solar Orbiter, διαστημική αποστολή στην οποία συμμετέχει  
το ΕΚΠΑ

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](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

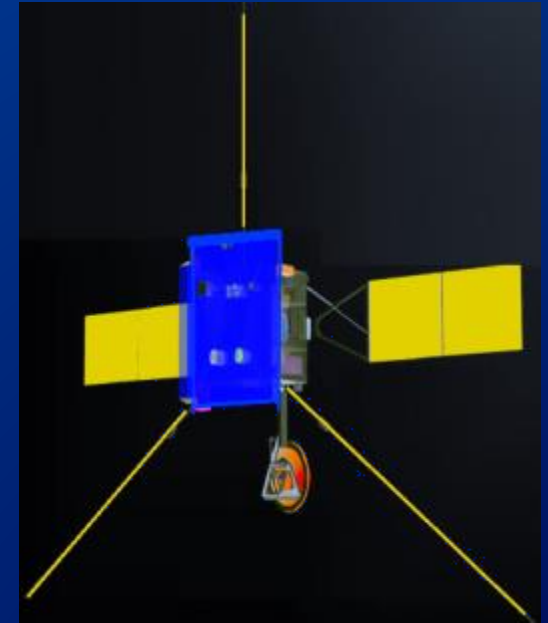
EUV full-Sun and high-resolution Imager (EUI): To image various layers of the solar atmosphere

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



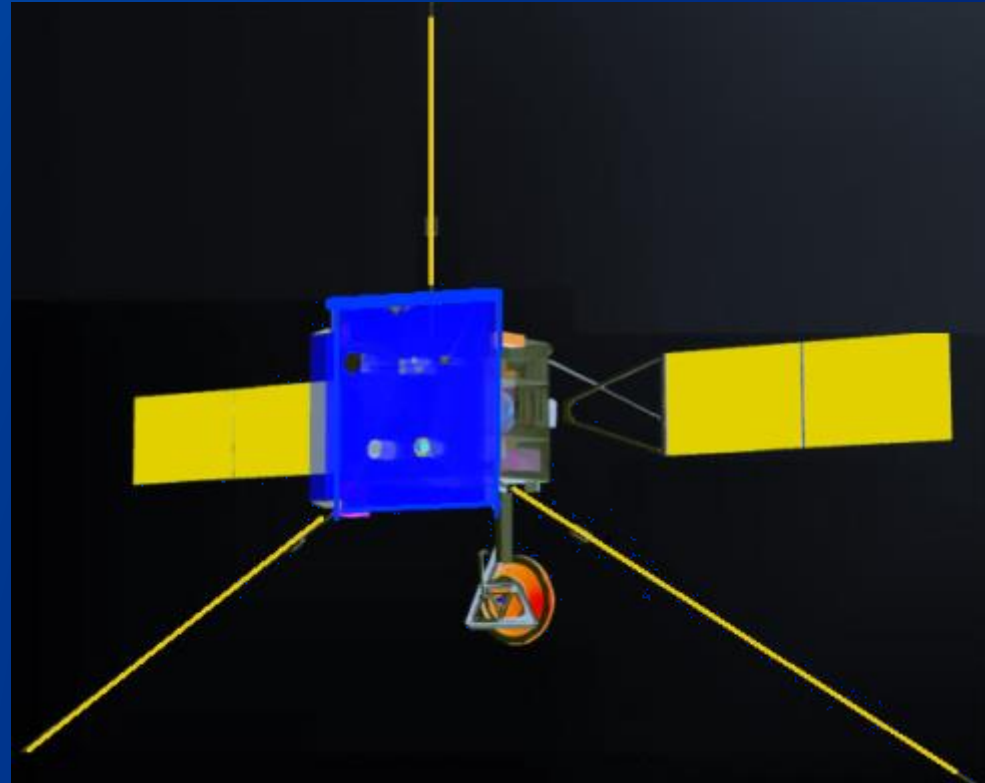


## ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: ΗΛΙΟΣ

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](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Solar_Orbiter)





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 ΘΥΣΙΑΝ 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

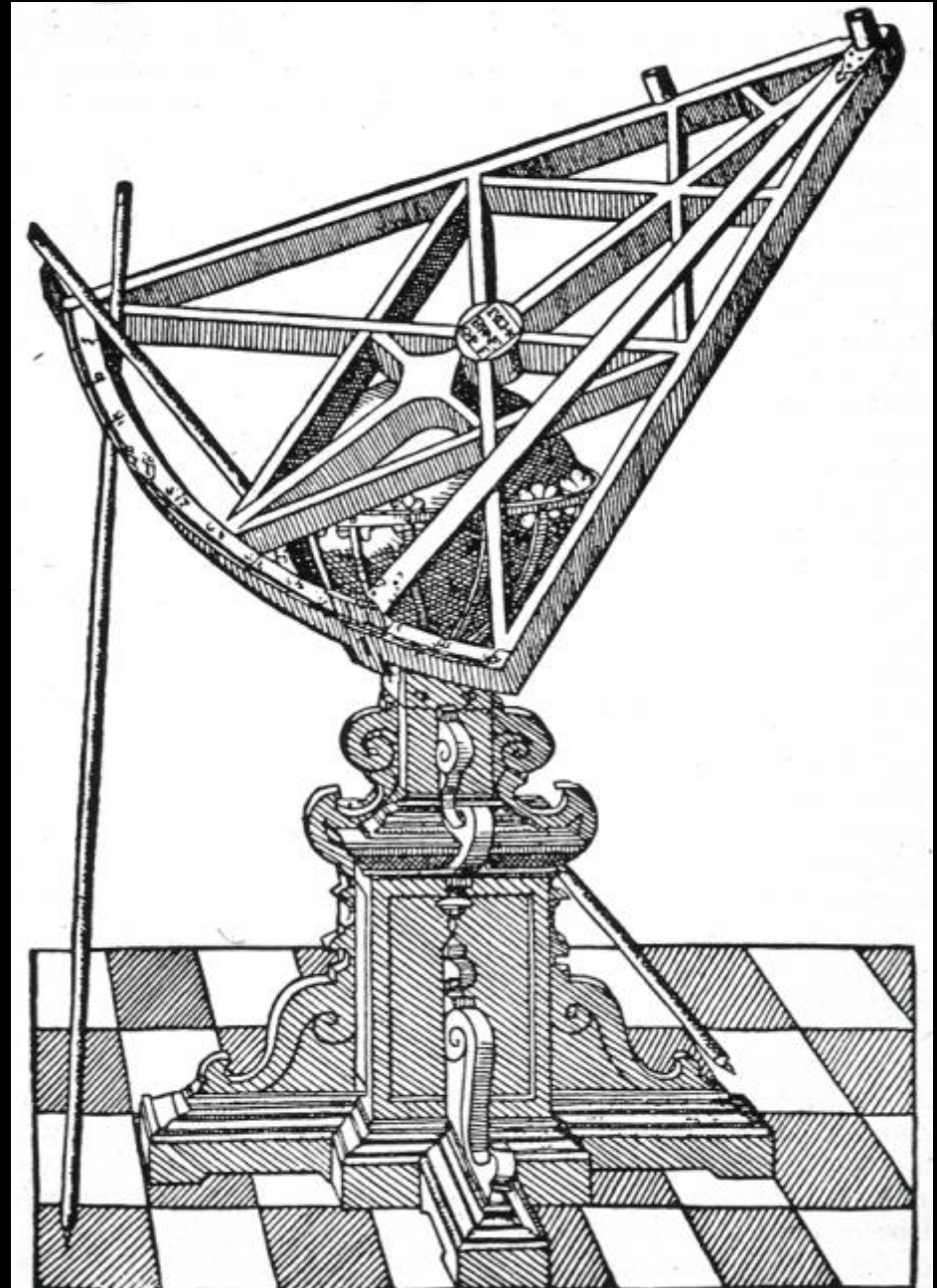


Ο Νικόλαος Κοπέρνικος (που υπογράφει ελληνικά) διατυπώνει την Ηλιοκεντρική θεωρία με βάση τις γνώσεις που απέκτησε από τον Φιλόλαο, Αρίσταρχο, και τους Πυθαγόρειους

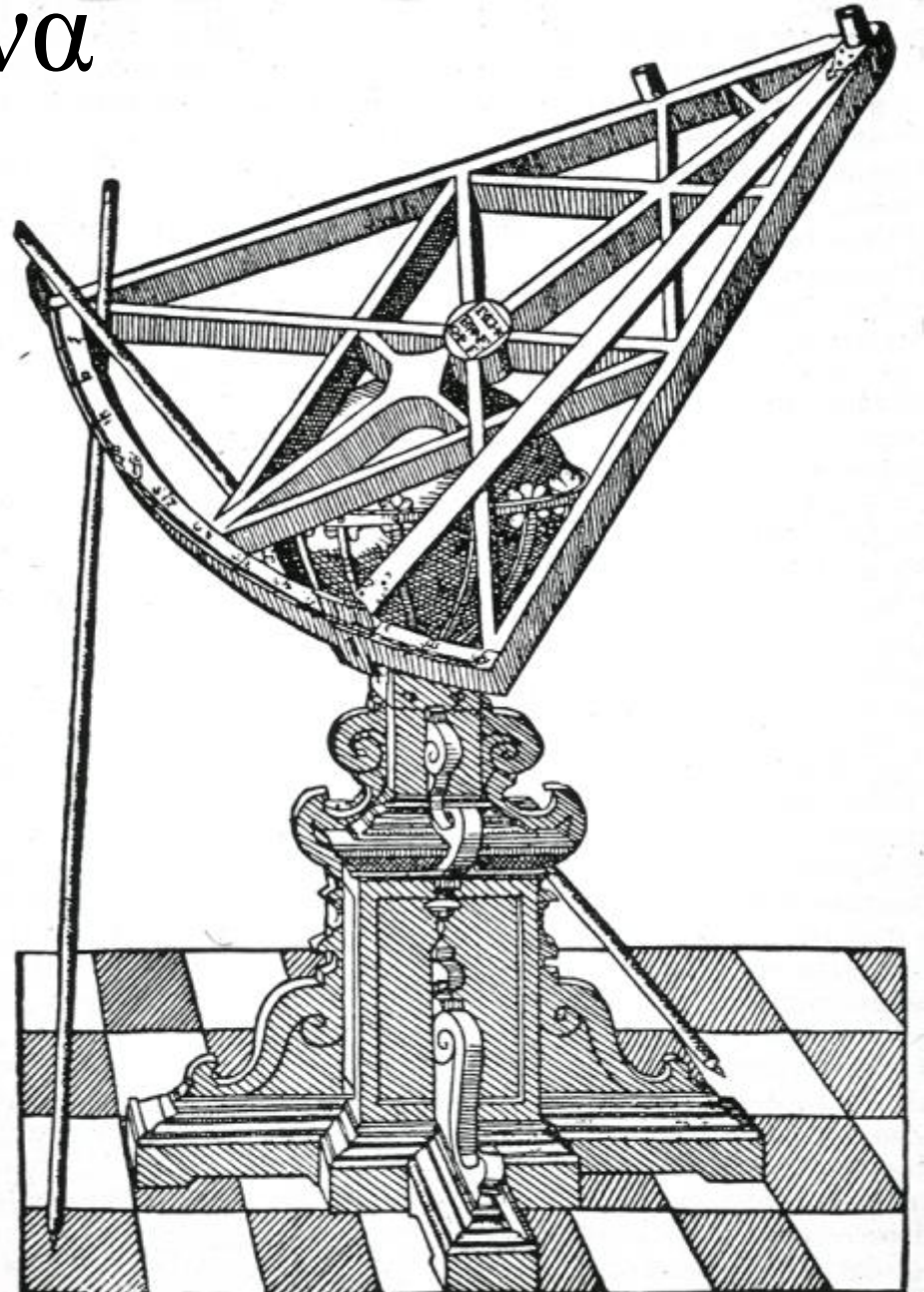
sub stellarū fixarū sphaera haud quāq̄ primitari: sed cum mo-  
dica sit differentia, nō nisi cum tpe grandescēs patefacta est:  
a ptolemaeo qdē ad nos usq̄ partim prope xxi: quibus illa  
iam anticipant. Quā ob causam crediderūt aliq̄ stellarū quq̄  
fixarum sphaerā moueri: quibus idcirco noua sphaera superior  
placuit: quae dū nō sufficeret, nūc recentiores decemna supaddūt  
medum tamē frōe assecuti: quō speramus ex motu terrae nos  
consecuturos. Quo tamē principio et hypothēsi utemur i  
demonstrationibus alioy. Et si futuamur Solis huiusmodi  
Immobilitate quaq̄ terrae demonstrationi posse: in ceteris vero  
excipiendis minus conuenit. Ceterū est huius similibusque  
causis philolaos mobilitate terrae prorsus: quod etiā nonnulli  
Aristarchum huius fecerūt in eadē frōe frōe: non illa  
motu motu: quā allegat reprobatq̄ Aristoteles. Sed cum  
talia sint: quae nisi acri ingenio et diligentia diuina cō-  
phendi nō possent: latuisse tunc plerumq̄ philosophos: et fu-  
isse admodum paucos: qui eo tpe siderorum motū calluēt  
ratione: a platone nō taceat. At si philolaos vel cuius  
pythagorico intellecta fuerūt: vnde similitudo est ad pe-  
pines nō profudisse. Ergo et pythagoreos obseruata  
nō tradere hīs hīs: nec pariter omnibus arcana phie  
Sed amicorum dicitur et propinquoy fidei cōmittere  
ac per manus tradere. Cuius rei monumentum extat

# Νικόλαου το Κόπερνικου

Αρχαία όργανα  
παρατήρησης

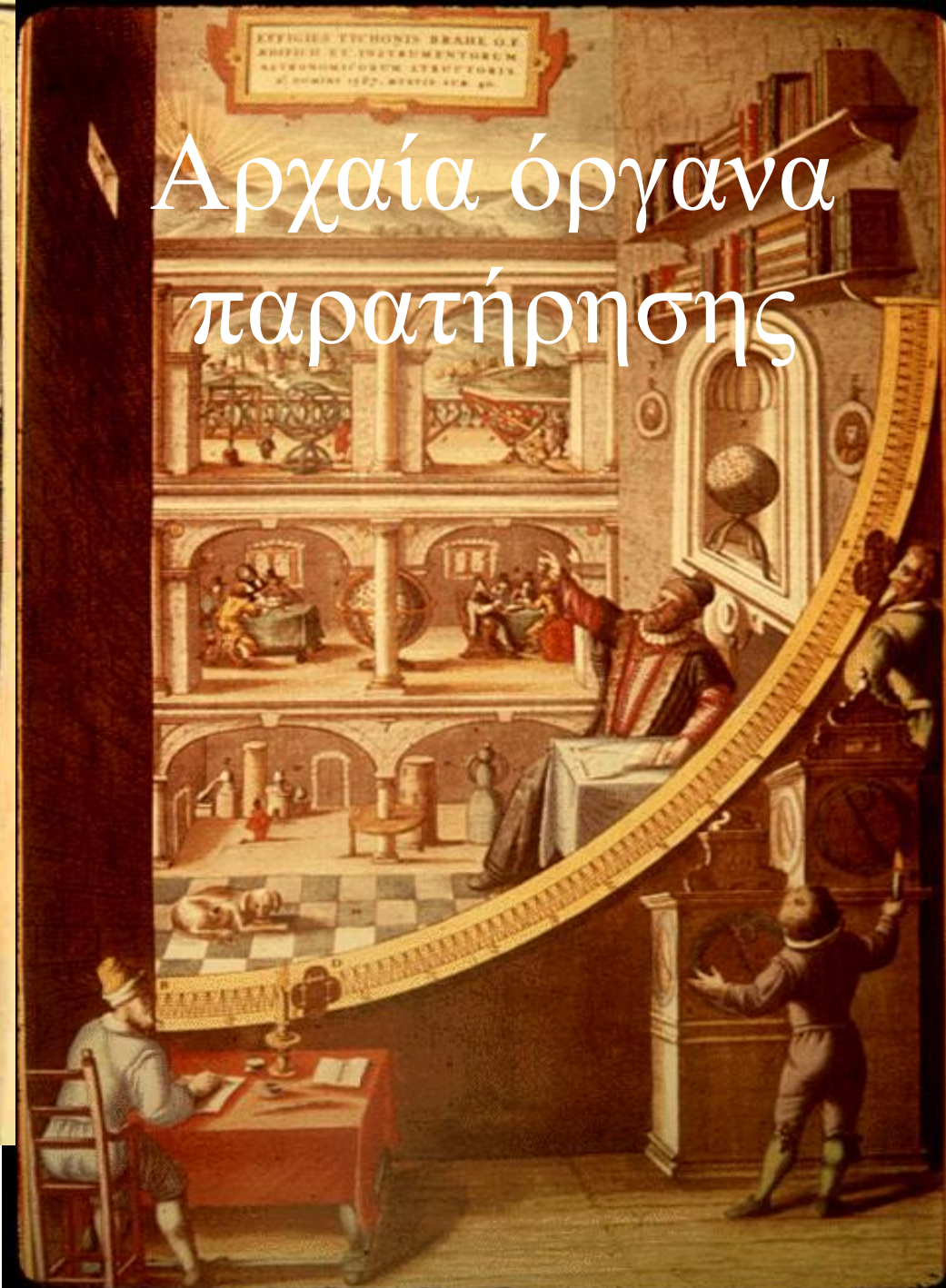


# Εξάντας του Τύχωνα Βραχίου



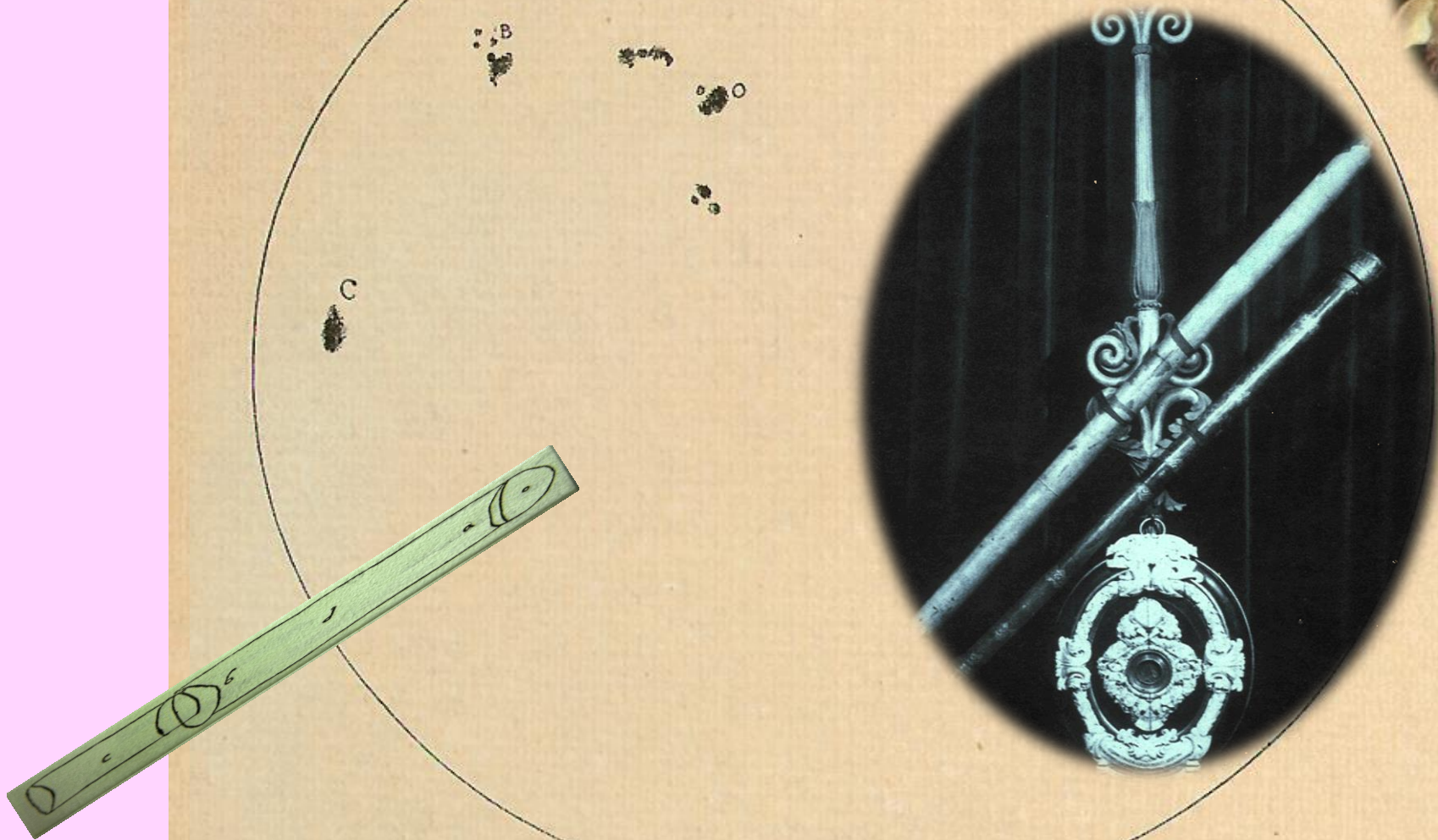
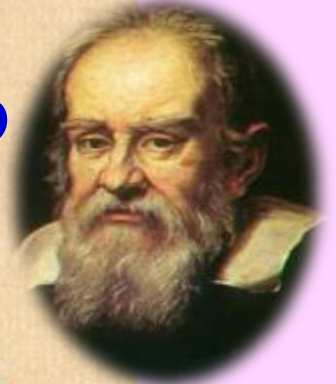


# Αρχαία όργανα παρατήρησης



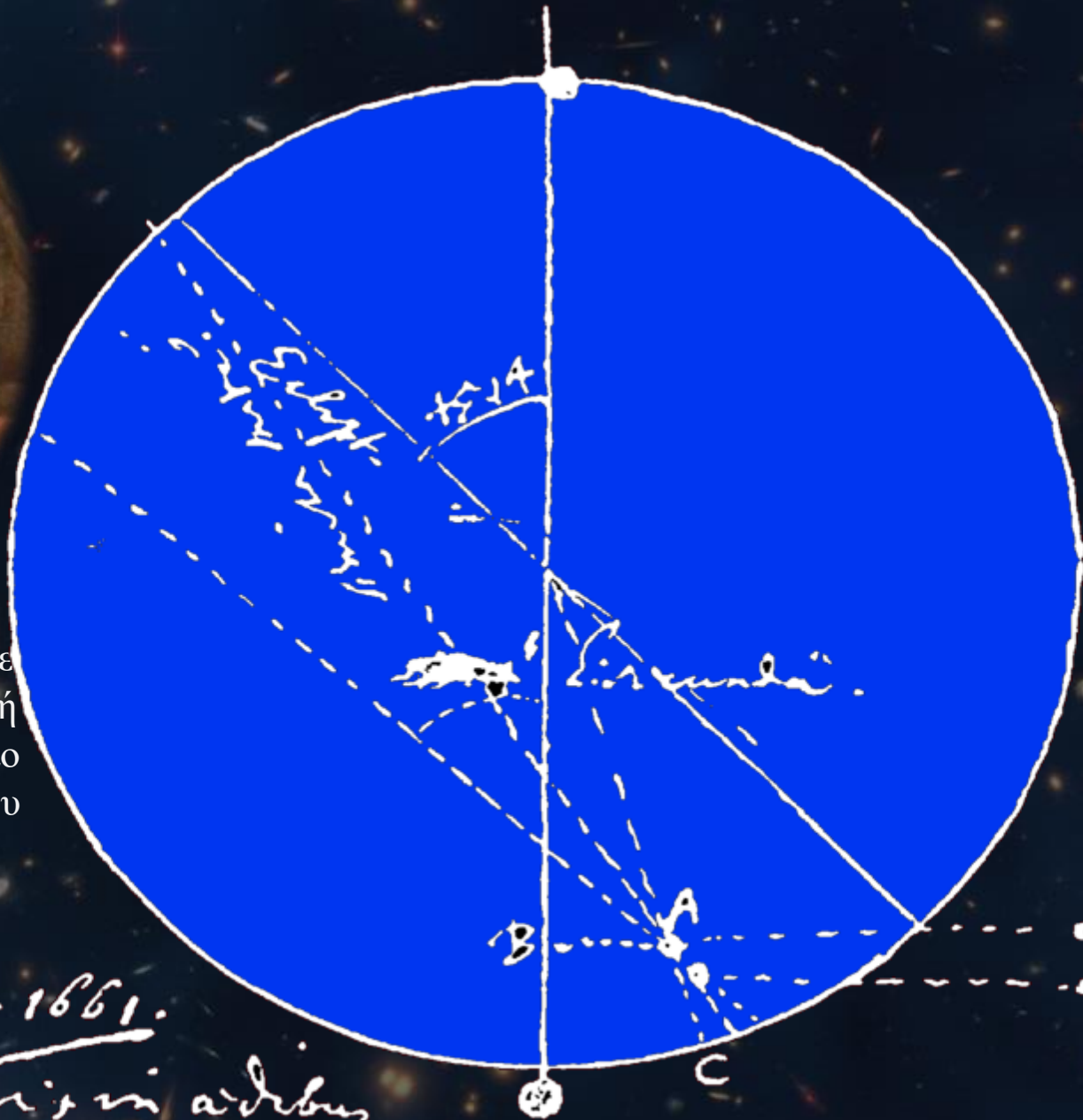
# Solar observations by Galileo

## 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

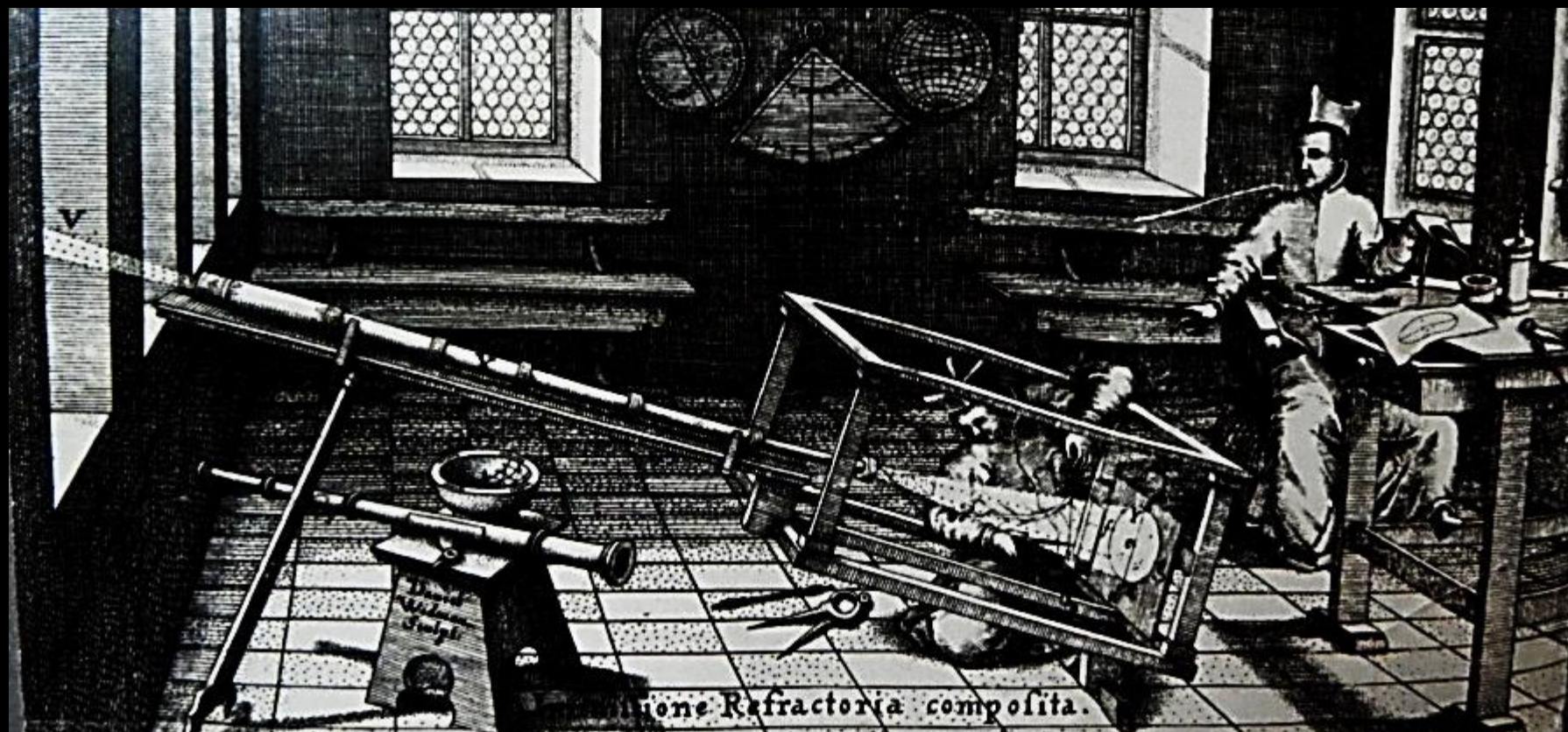
~~3 Απριλ. 1661.~~

~~Σημειώσιμα αδιέβη~~

~~... Ρηψήν τηλεσκοπιοπαια.~~

$\epsilon - 2 \delta a$   
 $\epsilon - 1 \frac{1}{2}$

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



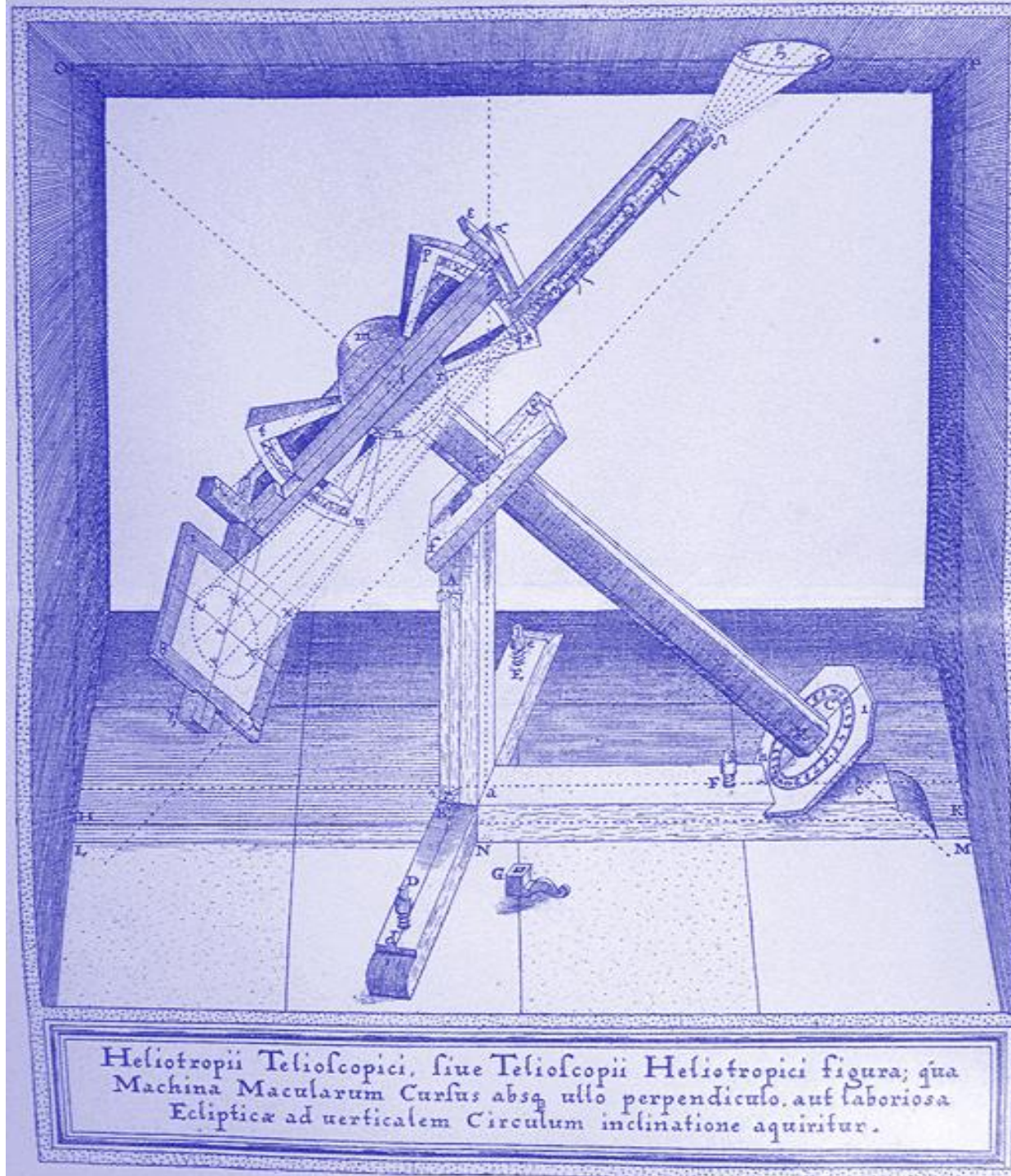
Παρατήρηση του Ηλίου  
 με τηλεσκόπιο (refractoria  
 composita) του Christoph  
 Scheiner (1573-1650),  
 από το βιβλίο  
*Rosa Ursina sive Sol*  
 (Το ρόδον της Ἀρκτου ή ο  
 Ἥλιος),  
 Ρώμη 1626-1630)

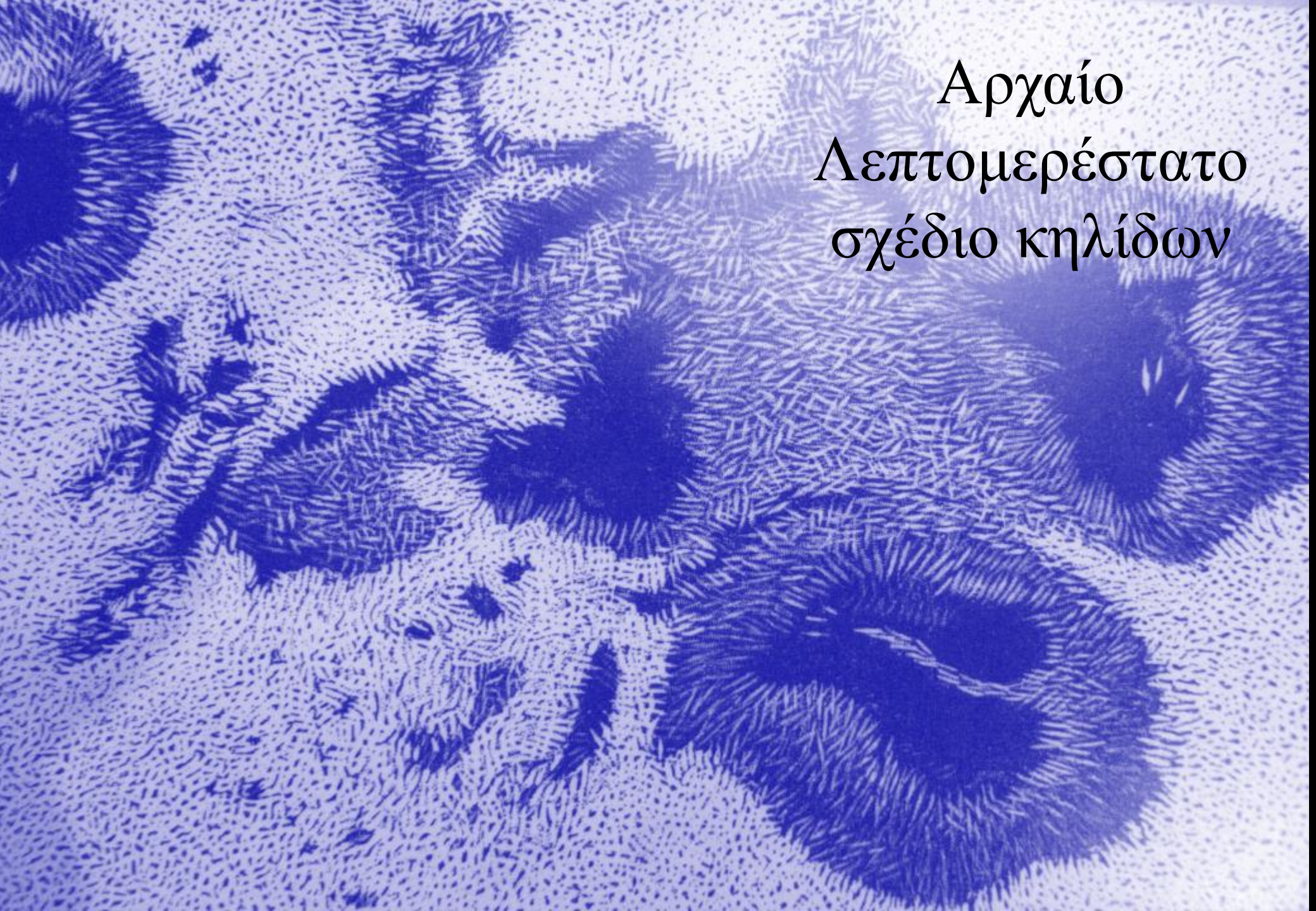


Ηλιοσκόπιον  
του  
Christoph  
Scheiner (1573-  
1650)

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

helioscopium





Αρχαίο  
Λεπτομερέστατο  
σχέδιο κηλίδων

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. «Εισαγωγή στην Αστροφυσική. Ο Ήλιος ως Αστέρας». Έκδοση: 1.0.  
Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS1/>



# 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.

