

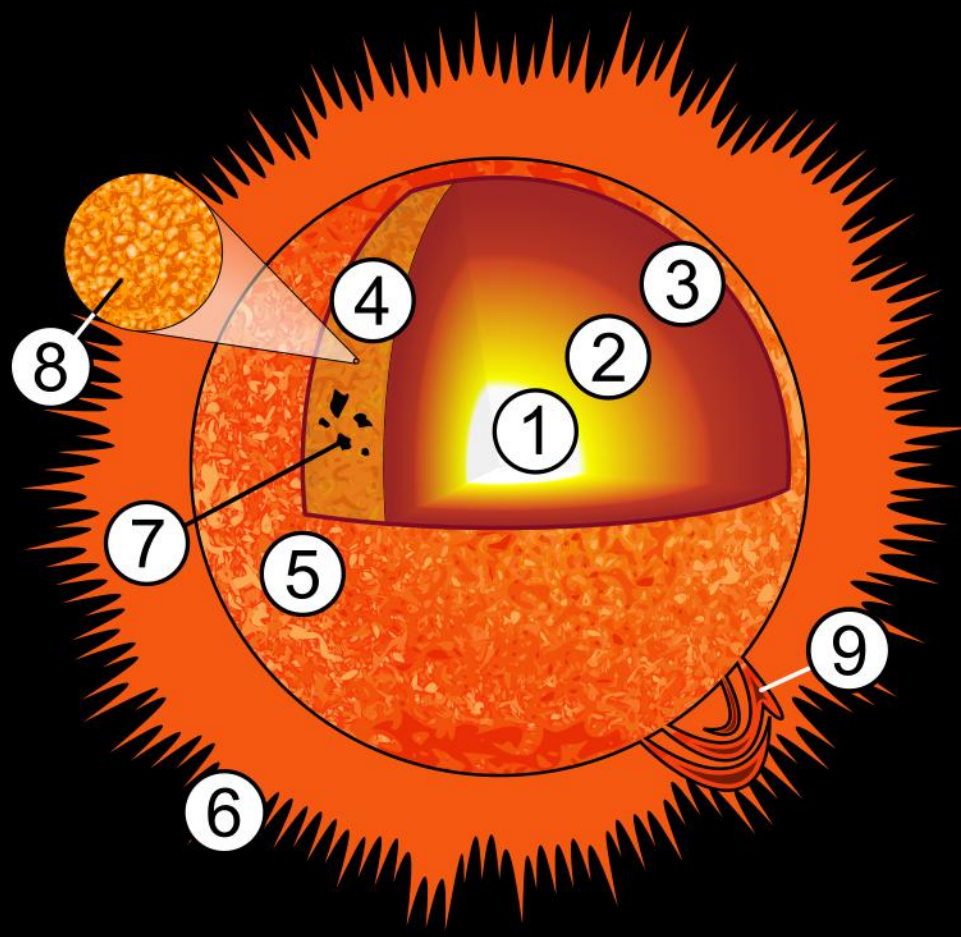


# ΗΛΙΑΚΗ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑ

ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ & ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

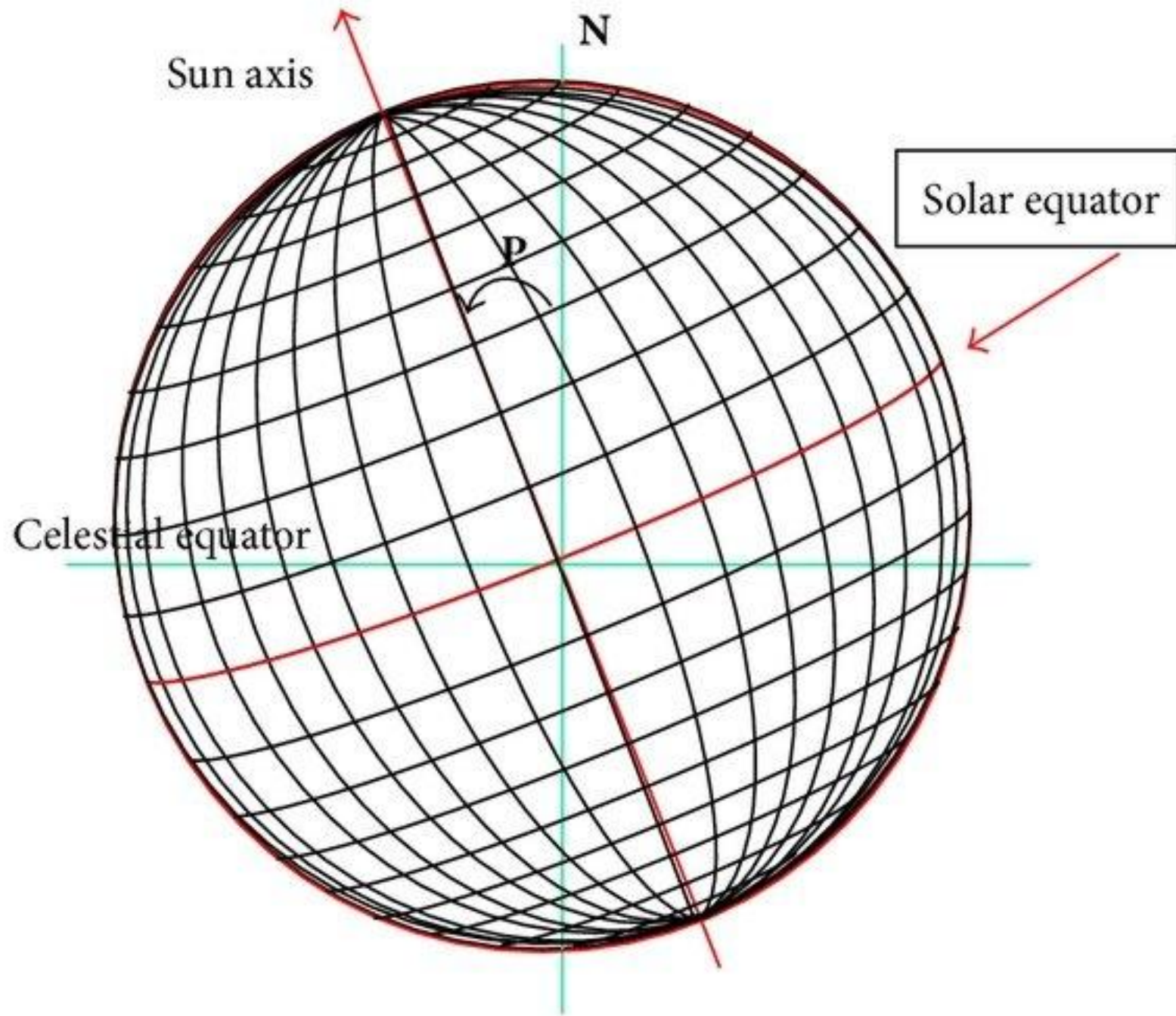
- **Φωτόσφαιρα** : Η ορατή επιφάνεια του Ήλιου στο λευκό φως (white light) με πάχος 300 km & Θερμοκρασία : 5.000 βαθμοί Kelvin)
- Λόγω κοκκώδης μορφής, αποτελείται από **κόκκους** (granules)
- Παρατήρηση της Φωτόσφαιρας μέσω ειδικών φίλτρων με πυκνότητα κατάλληλη για παρατήρηση η φωτογράφιση (πχ τα φίλτρα Baader)
- Εναλλακτική παρατήρηση της Φωτόσφαιρας μέσω του **Herschel Prism** (χωρίς επιπρόσθετο φίλτρο στο φακό)
- **Οπτική Παρατήρηση της Φωτόσφαιρας** : μέσω του φίλτρου Baader Astrosolar ND 5
- Συνδυασμός είτε με το Baader Solar Continuum (συστήνεται ανεπιφύλακτα !)
- Συνδυασμός είτε με χρωματιστά φίλτρα (πχ No 12 - ανοιχτό κίτρινο)
- **Φωτογράφιση της Φωτόσφαιρας** : μέσω του φίλτρου Baader Astrosolar ND 3.8
- Συνδυασμός είτε με το Baader ND 1,8 (Φίλτρο ουδέτερης πυκνότητας)
- Συνδυασμός με το No 12 (φίλτρο ανοιχτού κίτρινου χρώματος μαζί με Barlow φακό για κοντινές λήψεις)
- Συνδυασμός είτε με τα φίλτρα **Baader K Line Filter & Antlia CaK Filter** για λήψεις του Ήλιου στην γραμμή K του Ασβεστίου (393 nm).
- Τα 2 τελευταία φίλτρα αυτά είναι μόνο για φωτογράφιση και όχι για παρατήρηση !



- 1 : Πυρήνας
- 2 : Ζώνη Ακτινοβολίας
- 3 : Ζώνη Μεταφοράς
- 4 : Φωτόσφαιρα
- 5 : Χρωμόσφαιρα
- 6 : Ηλιακό Στέμμα
- 7 : Ηλιακή Κηλίδα
- 8 : Κοκκίαση
- 9 : Έκλαμψη (Flare)

# ΗΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

- **Central Meridian (CM)** : Ηλιογραφικό Μήκος του κέντρου του ηλιακού δίσκου
- **Tilt** : Ηλιογραφικό Πλάτος του κέντρο του ηλιακού δίσκου
- 1<sup>ο</sup> μισό Μαρτίου → Tilt : + 7,25 μοίρες
- 1<sup>ο</sup> μισό Σεπτεμβρίου → Tilt : - 7,25 μοίρες
- 7/6 & 8/12 ↔ Tilt : 0 !
- **Position Angle (Po)** : Άξονας Περιστροφής του Ήλιου
- Po) Max : + 26,32 → αρχές Απριλίου
- (Po) Min : - 26,32 → αρχές Οκτωβρίου



2025/05/06

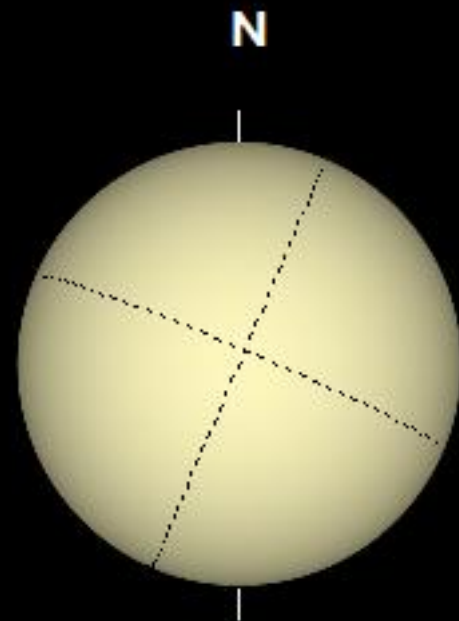
Αθήνα

10:10:30 UT

EQ 3 Mount & SW OTA "Evostar 102/1000

Baader Astrosolar Filter ND 3,8

Baader Filter ND 1,8



# ΚΟΚΚΙΑΣΗ (GRANULATION)

- Το πιο γνωστό χαρακτηριστικό της Φωτόσφαιρας
- Αποτελείται από 3 εκατομμύρια κόκκους με Διάμετρος : έως 1.000 km
- Φαινόμενη Διάμετρος : 1' ' έως 5' ' με μέση φαινόμενη διάμετρο 2' ' με 3' '
- Διάρκεια Ζωής έως 10 λεπτά
- Διαστάσεις έως 2.000 km και έχουν ακανόνιστο σχήμα
- Όσο πιο μεγάλος είναι ένας κόκκος τόσο πιο μεγάλη η διάρκεια του.
- Διαχωρισμός των κόκκων με ένα λεπτό αλλά σκουρόχρωμο υλικό (*intergranular wall*)
- Φαινόμενη διάμετρος *intergranular wall* : έως 5' '
- Παρατήρηση της Κοκκίασης : τηλεσκόπιο τουλάχιστον 5 ιντσών σε συνδυασμό με καλό seeing

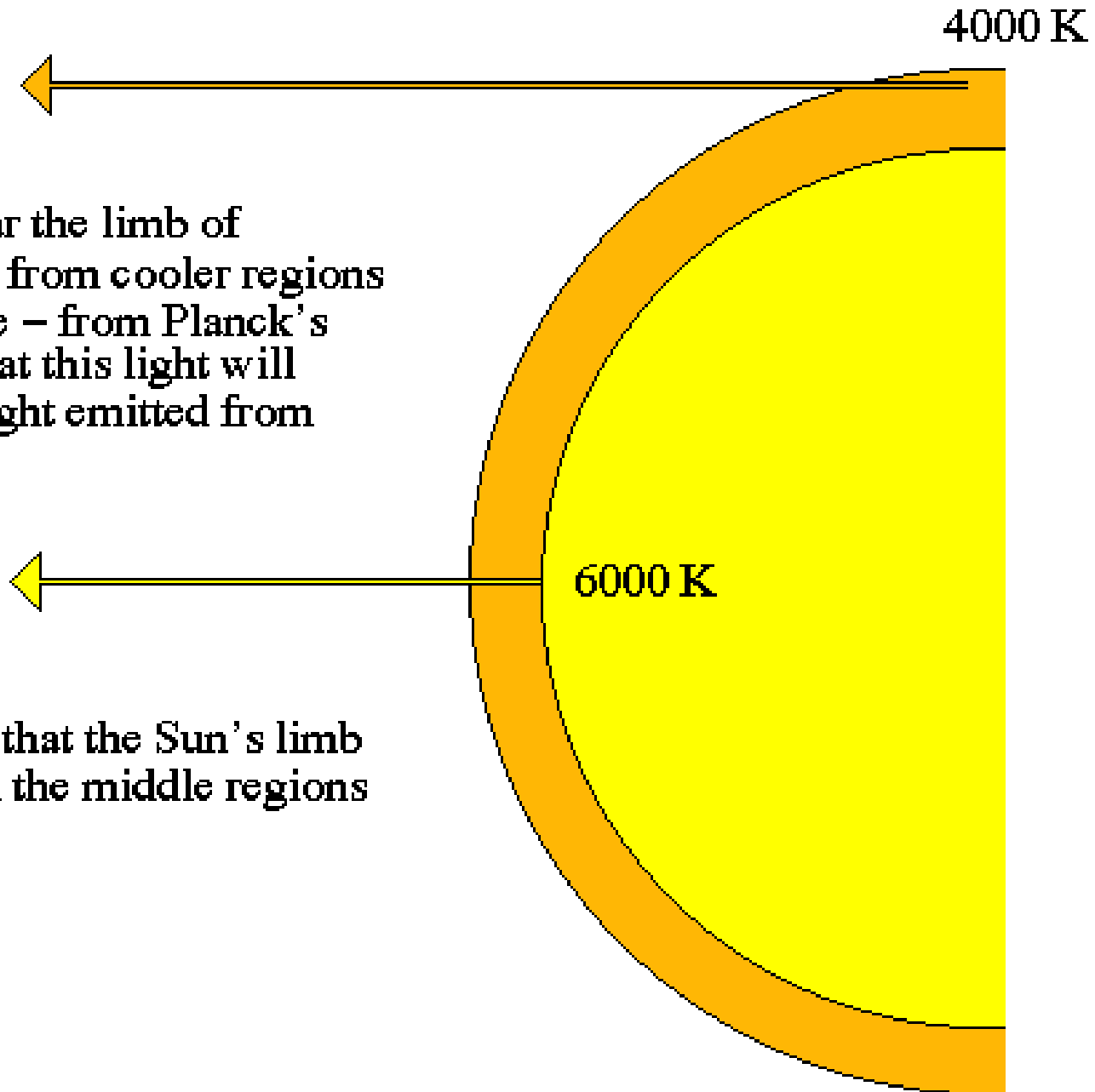
# ΑΜΑΥΡΩΣΗ ΧΕΙΛΟΥΣ (LIMB DARKENING)

- Κύριο χαρακτηριστικό της Φωτόσφαιρας και σε ορισμένους πλανήτες (πχ Δία)
- Η ένταση της ακτινοβολίας στο κέντρο του ηλιακού δίσκου είναι μεγαλύτερη & μειώνεται προς το χείλος
- Προέλευση : το φως απ'το κέντρο της Φωτόσφαιρας προέρχεται από βαθύτερα & θερμότερα στρώματα
- Το φάσμα της αμαύρωσης του χείλους είναι διαφορετικό σε κάθε μήκος κύματος
- Η αμαύρωση του χείλους είναι ισχυρότερη στο υπεριώδες (UV) & ασθενέστερη στο υπέρυθρο (IR)
- UV & μικρότερα μήκη κύματος : το χείλος του ηλιακού δίσκου έχει την ίδια λαμπρότητα με το κέντρο αυτού.

## Limb Darkening

light observed near the limb of the Sun is emitted from cooler regions of the photosphere – from Planck's curve we know that this light will be dimmer than light emitted from the hotter regions

the final effect is that the Sun's limb looks darker than the middle regions



# ΗΛΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (SOLAR CYCLE)

- Μεταβλητότητα των Ηλιακών Κηλίδων ανά 11 έτη (μέσος όρος)
- Συνηθισμένη διάρκεια : 8 έως 15 έτη
- Έναρξη Ηλιακού Κύκλου → Οι κηλίδες εμφανίζονται είτε πολύ βόρεια είτε πολύ νότια
- Μέγιστο Ηλιακού Κύκλου → Οι κηλίδες εμφανίζονται πλησίον του Ηλιακού Ισημερινού
- Σταδιακή μεταβολή του ηλιογραφικού πλάτους των κηλίδων → **Διάγραμμα Πεταλούδας**
- 1838 : Ανακάλυψη Ηλιακού Κύκλου απ'τον **Heinrich Schwabe** (25/10/1789 – 11/04/1875)
- Το μέγιστο των Ηλιακών Κηλίδων διαφέρει έως και 3 φορές από κύκλο σε κύκλο
- Βαθμιαία μείωση των ηλιακών κηλίδων προς το ελάχιστο του ηλιακού κύκλου
- 1863 : ανακάλυψη της διαφορικής περιστροφής του Ήλιου απ'τον **Richard Carrington** (26/05/1826 – 27/11/1875)
- 1645 έως 1715 : μηδαμινή παρουσία των κηλίδων γνωστή ως **Ελάχιστο Maunder**)
- Περίοδος από Ηλιακό Ελάχιστο σε ένα άλλο Ελάχιστο : 9 με 14 έτη με μέσο όρο τα 11 έτη
- Ομαλή περίοδος 12 μηνών για να φτάσει ο Ήλιος στο ελάχιστο του
- Ακριβές διάστημα ενός ηλιακού ελάχιστου μετά από 6 μήνες συνεχόμενης απουσίας ηλιακών κηλίδων

# ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ (MAGNETIC CYCLE)

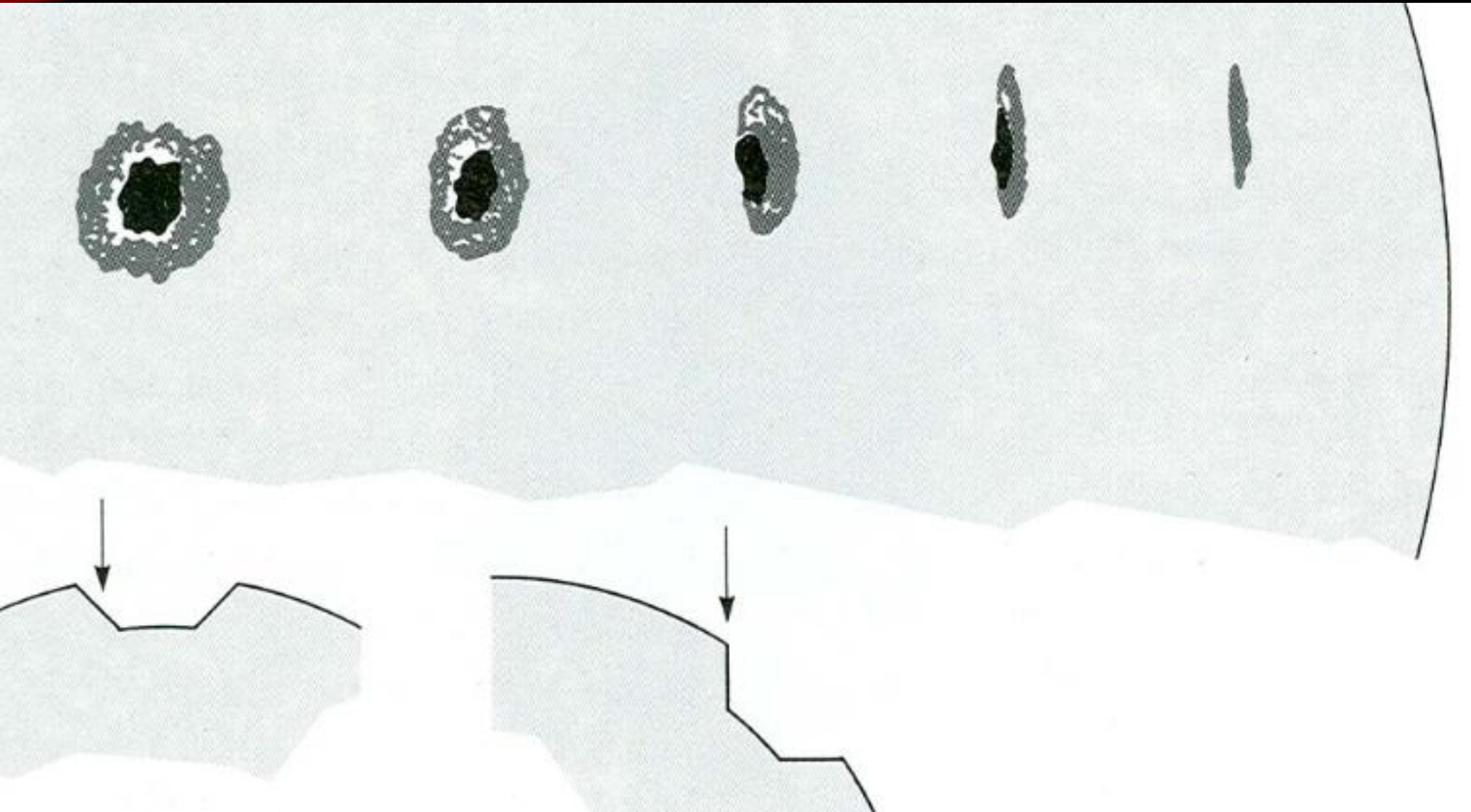
- Είναι το διπλάσιο ενός Ηλιακού Κύκλου με διάρκεια 22 έτη & αφορά τα ζεύγη 2 η περισσότερων κηλίδων
- Μετατοπίζεται σε κάθε ηλιακό κύκλο με την μετατόπιση να γίνεται στο μέσο ενός ηλιακού κύκλου
- Βόρειο Ηλιακό Ημισφαίριο → Ηγούμενη κηλίδα με θετική πολικότητα & επόμενη κηλίδα με αρνητική πολικότητα
- Νότιο Ηλιακό Ημισφαίριο → Ηγούμενη κηλίδα με αρνητική πολικότητα & επόμενη κηλίδα με θετική πολικότητα
- Αντιστροφή πολικότητας κηλίδων στον επόμενο Μαγνητικό Κύκλο

# WILSON EFFECT

- Φαινόμενο προοπτικής που αφορά τις κηλίδες που βρίσκονται κοντά στο ανατολικό η δυτικό χείλος του Ήλιου
- Ανακάλυψη : 1769 απ'τον Σκωτσέζο *Alexander Wilson* (1714 – 1786)
- Κηλίδα στο δυτικό χείλος του Ήλιου : βαθμιαία μείωση διαστάσεων παρασκιάς ταχύτερα απ'την κηλίδα
- Κηλίδα στο ανατολικό χείλος του Ήλιου : βαθμιαία αύξηση διαστάσεων παρασκιάς ταχύτερα απ'την κηλίδα
- Παράγοντες όπως μέτριο η κακό seeing η φαινόμενη σμίκρυνση της κηλίδας ↔ εξήγηση Wilson Effect
- Πραγματικότητα : μείωση αερίων εντός του μαγνητικού πεδίο της κηλίδας
- Αποτέλεσμα : πιο λεπτό και απ'τα στρώματα της Φωτόσφαιρας !
- Λεπτό αέριο κηλίδας που βρίσκεται στο ανατολικό η δυτικό χείλος είναι τώρα πιο περατό
- Ευκαιρία για ενδεδειγμένη παρατήρηση εσωτερικών στρωμάτων της Φωτόσφαιρας !
- Ισχυρό μαγνητικό πεδίο στη σκιά της κηλίδας → ευκαιρία για παρατήρηση του εσωτερικού της κηλίδας

# WILSON EFFECT (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Αρχική ερμηνεία : η σκιά της κηλίδας «φαινομενικά καταρρέει» εντός της κηλίδας λόγω της διαφορικής ημερήσιας περιστροφής του Ήλιου
- Σταδιακή μετατόπιση της σκιάς σε σχέση με την παρασκιά εξαιτίας του φαινομένου της προοπτικής
- Φαινομενικά η σκιά επικαλύπτεται απ'τη παρασκιά
- Ιδιαίτερα ορατό όταν μια κηλίδα είναι σε μεγάλο Ηλιογραφικό Πλάτος
- Παρατήρηση βαθιών στρωμάτων της Φωτόσφαιρας έως & 500 km
- Προϋποθέσεις : υψηλό μαγνητικό πεδίο κηλίδας, χαμηλή θερμοκρασία & Wilson Effect
- Παρατηρείται εύκολα όταν μια κηλίδα είναι συμμετρική (κυκλικό σχήμα με ομοιόμορφη σκιά & παρασκιά)
- Δυσκολία για αξιόπιστες παρατηρήσεις κηλίδων που υπόκεινται στο Wilson Effect
- Παράγοντες : ημερήσια φυσική εξέλιξη κηλίδας λόγω ταυτόχρονης περιστροφής & αλληλεπίδρασης με το Wilson Effect



*Wilson Effect*

# ΠΟΡΟΙ (PORES)

- Σημεία που επικαλύφθηκαν με υλικό σχηματισμού των φωτοσφαιρικών κόκκων
- Απόχρωση : σκουρότερο των φωτοσφαιρικών κόκκων και πιο ανοιχτό από μια ηλιακή κηλίδα
- Σχηματίζονται & διαλύονται σε διάστημα εντός 1 ώρας
- Φαινόμενη Διάμετρος : 1' ' έως 5' ' με μέση φαινόμενη διάμετρος 2' ' με 3' '
- Φωτεινότητα : 0,2 με 0,7 φορές μεγαλύτερη από αυτή της Φωτόσφαιρας
- Μαγνητικό Πεδίο : έως 1.700 Gauss αλλά είναι χαμηλότερο από αυτό των κηλίδων (3.000 Gauss !)
- Οι μεγαλύτεροι πόροι έχουν πιθανότητες να εξελιχθούν σε κηλίδες (με φαινόμενη διάμετρο 4' ' & 5' ' )
- Οι μικρότεροι πόροι σταδιακά διαλύονται
- Οι πόροι τείνουν να επιβιώνουν περισσότερο σε σχέση με τους κόκκους και έχουν λιγότερες αλλαγές
- **Μικροπόροι** : σχηματισμοί με διάμετρο έως 1.000 km

# ΗΛΙΑΚΗ ΚΗΛΙΔΑ (SUNSPOT)

- Το πιο γνωστό χαρακτηριστικό της Φωτόσφαιρας !
- Συστηματική παρατήρηση τους απ'το 1610
- Σκουρόχρωμοι σχηματισμοί της Φωτόσφαιρας με θερμοκρασία  $T : 3.800 \text{ K}$
- Θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή της Φωτόσφαιρας κατά τουλάχιστον  $2.000 \text{ K}$
- Υψηλό μαγνητικό πεδίο ( $3000 \text{ Gaus}$ ) που είναι  $1.000$  φορές ισχυρότερο από αυτό του Ήλιου
- Διαστάσεις :  $10.000 \text{ km}$  με διάρκεια ζωής από 10 έως 90 ημέρες
- Εμφανίζονται σε ομάδες των 2 η περισσότερων κηλίδων και μερικές φορές ως μεμονωμένες κηλίδες
- **Ηγούμενη Κηλίδα** : η κηλίδα που ανατέλλει πρώτη σε μια ομάδα κηλίδων
- **Επόμενη Κηλίδα** : η κηλίδα που ανατέλλει δεύτερη σε μια ομάδα κηλίδων
- Οι ηγούμενες κηλίδες έχουν την ίδια πολικότητα σε κάθε ηλιακό ημισφαίριο
- Το αντίθετο συμβαίνει στο αντιδιαμετρικό ημισφαίριο
- Αντιστροφή πολικότητας ηγούμενων κηλίδων ανά 11 έτη

AR 4399

2026/03/26

13:07:10

Αθήνα

EQ 3 Mount

SW "Evostar" 102/1000

Baader Astrosolar Filter ND 3,8

Bresser Barlow 3x

Canon 2000 D

White Balance : AWB

ISO 100

1/25''

Φωτομέτρηση : Μερική

Βελτιστοποίηση Φωτισμού : Χαμηλή

2026/04/06

13:20:1

Αθήνα

EQ 3 Mount

SW OTA "Evostar" 102/1000

Baader Astrosolar Filter ND 3,8

Bresser Barlow 5x

Canon 2000 D

White Balance : AWB

ISO 100

1/100''

Φωτομέτρηση : Μερική

Βελτιστοποίηση Φωτισμού : Χαμηλή

AR 4408

AR 4404

AR 4409

AR 4406

# ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ (ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup> : ΣΚΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ)

- Σχηματισμός Ηλιακής Κηλίδας ↔ συνεχής παρουσία μαγνητικής δραστηριότητας στη Ζώνη Ακτινοβολίας
- Προβολή στη Φωτόσφαιρα μέσω των **Ενεργών Περιοχών (Active Region)**
- Εμπόδιση μεταφοράς υλικού προς την Φωτόσφαιρα & μείωση ροής ενέργειας απ'το εσωτερικό του Ήλιου
- Σκούρο χρώμα → ισχυρό μαγνητικό πεδίο σε συνδυασμό με χαμηλή θερμοκρασία
- Μέση Θερμοκρασία Κηλίδας : 3.000 βαθμοί K έως 4.500 βαθμοί K
- Μέση Θερμοκρασία Φωτόσφαιρας : 5.780 βαθμοί
- Αποτέλεσμα → η περιοχή που επικαλύπτει η κηλίδα να είναι πιο σκούρα από αυτήν της Φωτόσφαιρας
- Παράλληλα, οι μεγάλοι σε διαστάσεις πόροι συνεχίζουν να αυξάνονται και μετεξέλιξη τους σε κηλίδες
- Πόροι με διάμετρο  $\geq 5'$  γνωστοί ως **Umbral Spots** με δημιουργία παρασκιάς μικρής χρονικής διάρκειας
- Σκιά Κηλίδας ↔ η σκοτεινότερη περιοχή μιας κηλίδας με ισχυρό μαγνητικό πεδίο
- Μαγνητικό Πεδίο κηλίδας → κάθετο η οριζόντιο σε σχέση με την κηλίδα
- Επικάλυψη σκιάς κηλίδας (είτε πλήρως είτε εν μέρει) από **Παρασκιά (Penumbra)** αν η κηλίδα είναι Κατηγορίας C και άνω

# ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ (ΣΚΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ – ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Απομονωμένη κηλίδα στη Φωτόσφαιρας (Κατηγορίας A η H) ↔ αρκετά φωτεινή !
- Χρώμα κίτρινο η ανοιχτό γκρι ανάλογα με το φίλτρο παρατήρησης και με το seeing
- Φαινόμενη εντύπωση πως το εσωτερικό δεν είναι τόσο σκουρόχρωμο όσο είναι πραγματικά
- Μικρά σκοτεινά σημεία η κόκκους γνωστούς ως **Umbral Dots**
- Καμία σχέση με Umbral Spots
- Μέσω φωτογραφικών απεικονίσεων είναι εφικτή η λήψη της **Umbral Granulation**
- Διαστάσεις κόκκων σκιάς παρόμοιες με αυτή της Φωτόσφαιρας
- Φωτογράφιση Σκιάς Κηλίδας 2 με 5 φορές μεγαλύτερη από αυτή της Φωτόσφαιρας
- Σκιά κηλίδας → πιο αμυδρή απ'τη Φωτόσφαιρα

AR 4405

2026/04/01

13:15:00

Αθήνα

EQ 3 Mount

SW OTA "Evostar" 102/1000

Baader Astrosolar Filter ND 3,8

Bresser Barlow 5x

Canon 2000 D

White Balance : AWB

ISO 100

1/100"

Φωτομέτρηση : Μερική

Βελτιστοποίηση Φωτισμού : Χαμηλή

# ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ (ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup> – ΠΑΡΑΣΚΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ)

- **Παρασκιά** : το μέρος της κηλίδας που περιβάλλει την σκιά της με θερμοκρασία 5.500 Kelvin
- Ψυχρότερη από την Φωτόσφαιρα
- Σχηματισμός παρασκιάς κηλίδας ↔ μετεξέλιξη του υλικού σχηματισμού των φωτοσφαιρικών κόκκων
- Είτε γειτνιάζει είτε βρίσκεται κοντά σε μια κηλίδα
- Αδυναμία περαιτέρω εξέλιξης της παρασκιάς λόγω σκούρου χρώματος & ακανόνιστου σχήματος της
- **Νηματοειδείς Σχηματισμοί (Penumbra Filaments)** μόνο στην παρασκιά με ακτινική μορφή
- Προϋπόθεση Σχηματισμού → η σκιά της κηλίδας να είναι μεγάλη & καλά δομημένη
- Παρόμοιοι με τους κόκκους στη Ζώνη Μεταφοράς
- Τροποποιήθηκαν απ' το ισχυρό μαγνητικό πεδίο που είναι οριζόντιας μορφής
- **Penumbra Grains** : ανοιχτόχρωμοι κόκκοι εντός της παρασκιάς
- Δεν πρέπει να συγχέονται με τους φωτοσφαιρικούς κόκκους

# ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ (ΠΑΡΑΣΚΙΑ ΚΗΛΙΔΑΣ - ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Ακτινικά συμμετρική παρασκιά → συνηθισμένο φαινόμενο μιας ομοιόμορφης κηλίδας με άρτια σκιά
- Πιθανότητα για ύπαρξη ενιαίας παρασκιάς σε κηλίδες Κατηγορίας C και άνω με ενιαία επικάλυψη
- Νηματοειδείς σχηματισμοί διαφορετικής μορφής εντός της ομάδας κηλίδων
- Διαφορετική τελική εμφάνιση από μια κηλίδα η ομάδα κηλίδων που έχει τη δική της σκιά & παρασκιά
- Εντός μιας άρτιας δομημένης παρασκιάς → πιθανότητα ύπαρξης σκουρόχρωμου υλικού σχηματισμού κηλίδας
- Ελαφρώς μεγαλύτερο από τους πόρους που μπορεί να απλωθεί κατά μήκος της παρασκιάς
- **Inner Bright Ring** : τραχιά έκταση στο όριο σκιάς – παρασκιάς που είναι λαμπρότεροι της παρασκιάς
- Νηματοειδείς σχηματισμοί δίνουν την εντύπωση πως προεκτείνονται νοητά απ'την σκιά
- Νηματοειδείς σχηματισμοί παρασκιάς : λαμπρότεροι πέριξ της σκιάς & αμυδρότερη από Φωτόσφαιρα
- **Outer Bright Ring** : τοπική λαμπρότητα των φωτοσφαιρικών κόκκων κατά 10 % που είναι γύρω απ'το εξωτερικό όριο μιας κηλίδας
- **Fibrils** : ημιδιαφανής σκουρόχρωμοι σχηματισμοί της Φωτόσφαιρας επάνω απ'τα penumbral grains !
- Αμυδροί σχηματισμοί για μικρά τηλεσκόπια με προβλεπόμενη ανάλυση τηλεσκοπίου καλύτερη από 1' '
- Η διάρκεια τους είναι μερικά λεπτά
- Κινούνται ανοδικά με ταχύτητα 15 km/s 110 km/s και έχουν διάμετρο έως 300km

# ΟΜΑΔΑ ΚΗΛΙΔΩΝ (SUNSPOT GROUP)

- Σύμπλεγμα κηλίδων της Φωτόσφαιρας με ταυτόχρονη η διαφορετική προέλευση
- Ανεπτυγμένη κηλίδα → αρκετοί πόροι !
- **Ομάδα κηλίδων με Ηλιογραφικό Πλάτος  $\geq 10^\circ$**  : λίγοι πόροι θα σχηματιστούν
- Σταδιακή διάλυση τους μετά από 1 ημέρα
- **Ομάδα κηλίδων με Ηλιογραφικό Πλάτος περίξ του Ισημερινού** : αρκετές πιθανότητες για ανάπτυξη πόρων
- Μετεξέλιξη σε κηλίδες εντός λίγων ωρών
- Συνεχής εξέλιξη ομάδας κηλίδων → πιθανότητα για σχηματισμό σκιάς & παρασκιάς σε όλες τις κηλίδες
- Πιθανότητες για ύπαρξη αποκομμένου υλικού σχηματισμού της ομάδας κηλίδων περίξ της ομάδας
- Πόροι, αποκομμένο υλικό σχηματισμού & umbral spots ανάμεσα στις 2 μεγαλύτερες κηλίδες !
- Σταδιακή αποκοπή της μεγαλύτερης κηλίδας απ' την ομάδα λόγω της καθημερινής περιστροφής του Ήλιου
- Αποτέλεσμα → ξεχωριστές Ηλιογραφικές Συντεταγμένες από αυτές της υπόλοιπης ομάδας !
- Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας κηλίδων συνεχίζουν να περιστρέφονται ταυτόχρονα !
- Ηλιογραφικές Συντεταγμένες με βάση την μεγαλύτερη κηλίδα

# ΟΜΑΔΑ ΚΗΛΙΔΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Ομάδα κηλίδων με 2 μεγάλες κηλίδες : διαφορετική πολικότητα **ηγούμενης** & **επόμενης** κηλίδας
- Αντιστροφή πολικότητας ανά 11 έτη
- Πέρασ αρχικού σταδίου σχηματισμού → σταδιακή ανάπτυξη ομάδας σε διαστάσεις και σε επιμέρους κηλίδες
- Μέγιστες διαστάσεις κηλίδων εντός 2 εβδομάδων και σταδιακή διάλυση τους έως το πολύ 1 μήνα
- Αρχική διάλυση πόρων και μικρότερων κηλίδων
- Αργότερα η σταδιακή διάλυση των υπόλοιπων κηλίδων της ομάδας
- Σταδιακή υποδιαίρεση σε μικρότερα κομμάτια και τελική διάλυση της ομάδας
- Η ηγούμενη & επόμενη κηλίδα σταδιακά αποκτούν κυκλικό σχήμα με ομοιόμορφη σκιά & παρασκιά
- Απομεινάρι της ομάδας κηλίδων στο δυτικό χείλος : πυρσοί !
- Αιτία για σχηματισμό & διάλυση ομάδας κηλίδων ↔ σχηματισμός μαγνητικού πεδίου λόγω καθημερινής περιστροφής του Ήλιου
- Διάδοση θερμότητας στα εξωτερικά στρώματα του Ήλιου

AR 4403

AR 4402

AR 4401

2026/03/26

13:05:15

Αθήνα

EQ 3 Mount

SW "Evostar" 102/1000

Baader Astrosolar Filter ND 3,8

Bresser Barlow 3x

Canon 2000 D

White Balance : AWB

ISO 100

1/25''

Φωτομέτρηση : Μερική

Βελτιστοποίηση Φωτισμού : Χαμηλή

AR 4274

AR 4272

AR 4275

2025/11/06  
12:01:10  
Θίσβη Βωτίας  
EQ 1 Mount  
Celestron 102 SLT OTA  
Bresser Barlow 2x  
Canon 2000 D  
White Balance : AWB  
ISO 100  
1/800''  
Φωτομέτρηση : Μερική  
Βελτιστοποίηση Φωτισμού : Χαμηλή

# LIGHT BRIDGES

- Εξέχοντες σχηματισμοί της Φωτόσφαιρας που διαιρούν την ομάδα κηλίδων σε 2 η περισσότερα μέρη
- Μεγάλοι σχηματισμοί : ορατοί και με τηλεσκόπιο διαμέτρου 60 mm
- Ασφαλής παρατήρηση με τηλεσκόπιο διαμέτρου 100 mm
- Σηματοδοτούν την αρχή διάλυσης μιας ομάδας κηλίδων
- Σπάνια να εμφανιστούν στον σχηματισμό μιας σύνθετης ομάδας κηλίδων
- **Strong Light Bridges** : ξεκινάνε την σταδιακή διάλυση της κηλίδας
- Διαιρούν την κηλίδα σε 2 η περισσότερα μέρη
- Κοκκώδης μορφή σε μεγαλύτερους σχηματισμούς
- **Faint Light Bridges** : εντός της κηλίδας και έχουν διάμετρο έως 1' '
- Φαινομενικά δίνουν την εντύπωση ενός umbral dot & δύσκολη η διαφορά μεταξύ τους λόγω διαστάσεων
- Εσωτερική μορφή light bridges : σχετική με την φορά του μαγνητικού πεδίου
- Είτε κοκκώδης, είτε νηματοειδής είτε συνδυασμός των 2
- Ύψος : από 200 km έως 450 km

# LIGHT BRIDGES (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Πυρσοί & Light Bridges : κοκκώδης μορφή & παρατήρηση τους με ειδικές τεχνικές αποκοπής φωτός
- Faint Light Brides : κοκκώδης μορφή & παρατήρηση τους με καλό seeing & μεγάλο τηλεσκόπιο
- Μερικές ώρες έως 1 ημέρα : διάρκεια ζωής των μικρών light bridges
- 1 ημέρα έως 1 εβδομάδα : διάρκεια ζωής των μεγάλων light bridges (είτε στην αρχή είτε στο τέλος μιας ομάδας κηλίδων)
- Διάλυση ομάδας κηλίδων : βαθμιαία μετεξέλιξη ενός light bridge σε φωτοσφαιρικό υλικό
- Μερικές φορές μπορεί να ξεκινήσει και ως πυρσός !

*Light Bridges*



*© Guideline for the Observation of the  
White Light Features*

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΗΛΙΔΩΝ

- Συνεχής παρουσία κηλίδων & σταδιακή δημιουργία και διάλυση τους ↔ αιτία για κατάταξη τους
- **1938** : ταξινόμηση ηλιακών κηλίδων απ'τον *Max Waldmeier* (18/4/1912 – 26/9/2000)
- Δημιουργία απ'το Αστεροσκοπείο της Ζυρίχης και είναι γνωστό και ως *Zurich Sunspot Classification*
- Αποτελείται από 9 κατηγορίες & οριοθετεί τα στάδια εξέλιξης μιας ηλιακής κηλίδας
- Οι μεγαλύτερες ομάδες ηλιακών κηλίδων θα έχουν καμπυλωτή ανάπτυξη
- Πλειονότητα των ηλιακών κηλίδων → θα ακολουθήσουν ένα τμήμα της διαδικασίας σχηματισμού η διάλυσης
- Σενάριο 1 : Η θα αντιστραφεί η διαδικασία (δηλαδή διάλυση και εκ νέου σχηματισμός)
- Σενάριο 2 : Η θα παραλείψουν κάποιο στάδιο εξέλιξης σύμφωνα με το Zurich Sunspot Classification
- Πλειονότητα ομάδων κηλίδων → από Κατηγορία (A) έως Κατηγορία (J)
- Ομάδα κηλίδων με ασύμμετρη ανάπτυξη : μεταπήδηση από Κατηγορία (A) σε Κατηγορία (E)
- Διάλυση ομάδας με ασύμμετρη ανάπτυξη : μεταπήδηση από Κατηγορία (E) σε Κατηγορία (J)

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΗΛΙΔΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Απουσίας πρόβλεψης για τις Ηλιακές Εκλάμψεις (Solar Flares) στο Zurich Sunspot Classification
- Παραγωγή εκλάμψεων για τις κηλίδες που ανήκουν στις κατηγορίες D & E
- Ενεργές & σύνθετες ομάδες κηλίδων που ανήκουν στην Κατηγορία (F) μπορούν να παράξουν εκλάμψεις σε ένα 24ωρο
- **1966** : δημιουργία ακριβέστερου μοντέλου κατάταξης κηλίδων από *Patrick McIntosh* (1940 – 2016)
- Δημοσίευση στο *National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA)*
- Πιο σύνθετο & ακριβές απ'το μοντέλο κατάταξης του Zurich Sunspot Classification
- Απουσία σταδίων σχηματισμού & διάλυσης κηλίδων
- Περιλαμβάνει περισσότερες πληροφορίες για τις μεμονωμένες ομάδες κηλίδων
- Υιοθέτηση των 2 μοντέλων απ'τον Τομέα Ήλιου της *Association of Lunar & Planetary Observers (ALPO)*

# ZURICH SUNSPOT CLASSIFICATION

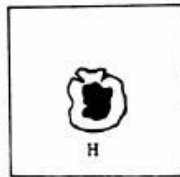
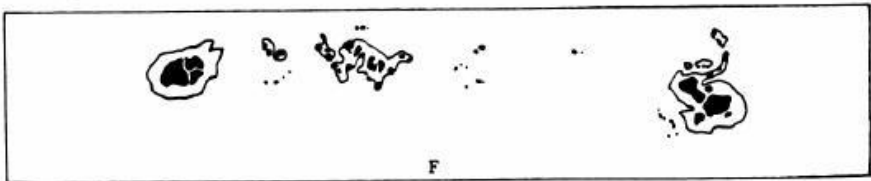
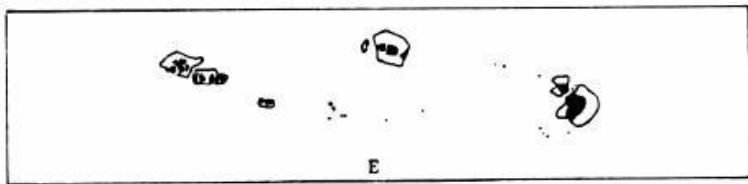
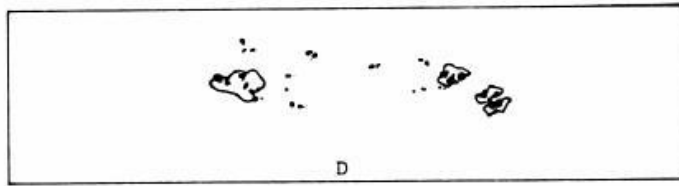
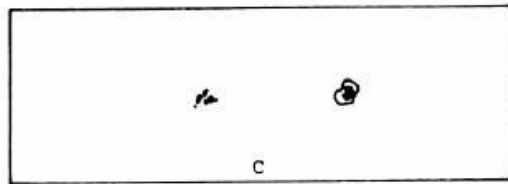
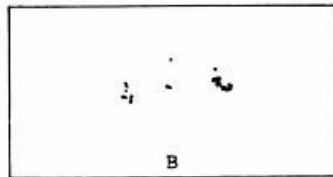
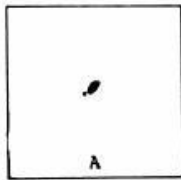
- **Κατηγορία A** : Μεμονωμένη κηλίδα στον ηλιακό δίσκο χωρίς παρασκιά που βρίσκεται στο αρχικό η στο τελικό στάδιο σχηματισμού μιας ομάδας κηλίδων
- **Κατηγορία B** : Διπολική ομάδα κηλίδων στον ηλιακό δίσκο με 2 λαμπρές κηλίδες & χωρίς παρασκιά σε αυτές
- **Κατηγορία C** : Διπολική ομάδα κηλίδων στον ηλιακό δίσκο με τουλάχιστον 2 λαμπρές κηλίδες & παρασκιά στα άκρα της
- **Κατηγορία D** : Διπολική ομάδα κηλίδων στον ηλιακό δίσκο με τουλάχιστον 2 λαμπρές κηλίδες, παρασκιά στα άκρα της και έχει έκταση έως 10 μοίρες
- **Κατηγορία E** : Διπολική ομάδα κηλίδων στον ηλιακό δίσκο με τουλάχιστον 2 λαμπρές κηλίδες, παρασκιά στα 2 άκρα της και έχει έκταση 10 – 15 μοίρες
- **Κατηγορία F** : Διπολική ομάδα κηλίδων στον ηλιακό δίσκο με τουλάχιστον 2 λαμπρές κηλίδες, παρασκιά στα 2 άκρα της και έχει έκταση  $\geq 15$  μοίρες
- **Κατηγορία H** : Μεμονωμένη κηλίδα στον ηλιακό δίσκο με παρασκιά που συνήθως είναι το κατάλοιπο μιας διπολικής ομάδας κηλίδων



MODIFIED

ZURICH

CLASSES :



# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΗΛΙΔΩΝ

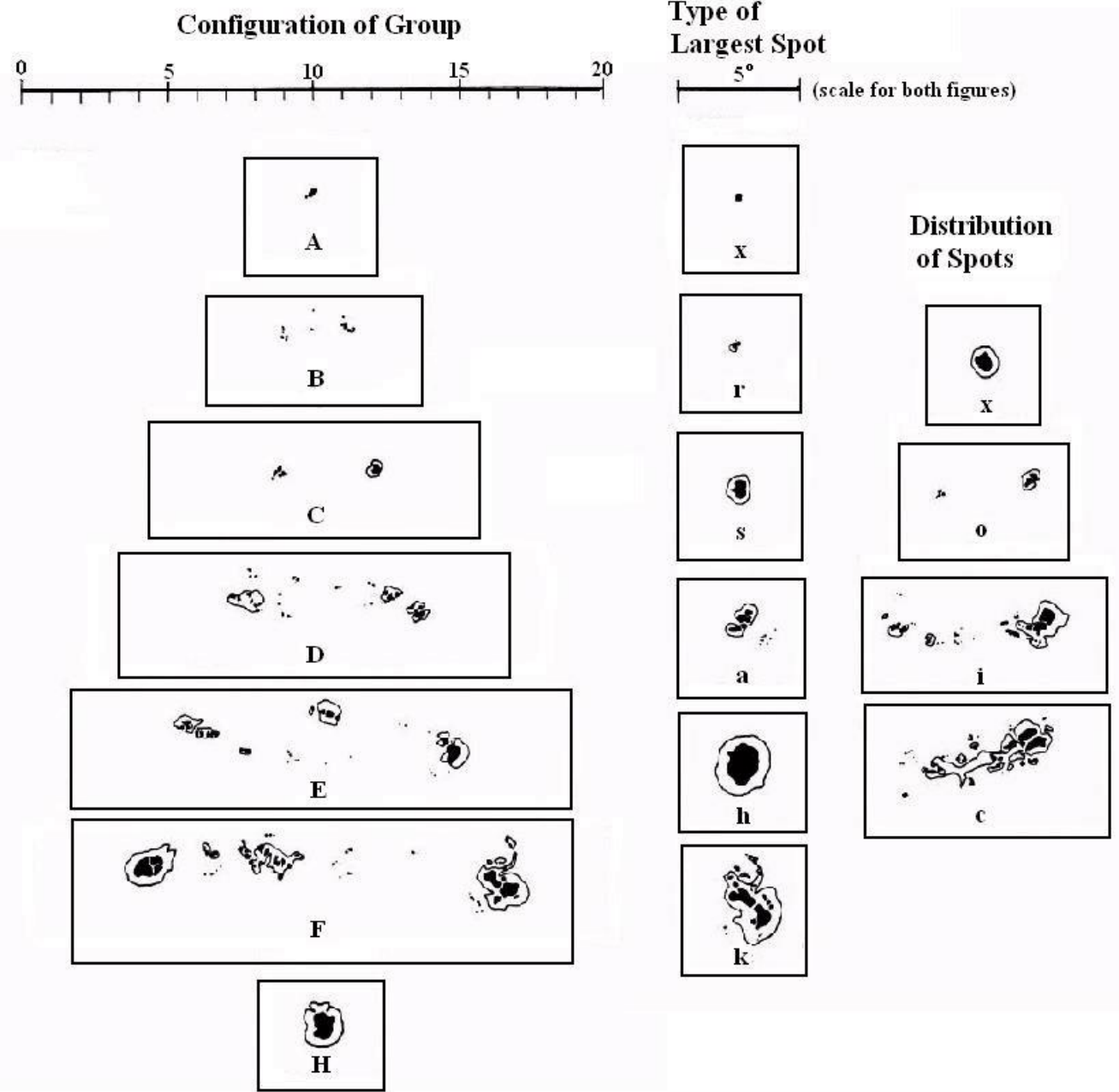
- **x** : Ηλιακές κηλίδες χωρίς παρασκιά (Κατηγορία A, Κατηγορία B)
- **r** : Στοιχειώδεις παρασκιά σε κηλίδα που περικυκλώνει την μεγαλύτερη κηλίδα
- Κοκκώδης μορφή & λαμπρότερη από ώριμη παρασκιά ίδιου μεγέθους
- Πλάτος μικρότερο του κανονικού
- **s** : Μικρές & συμμετρικές ηλιακές κηλίδες με ώριμη παρασκιά & διάμετρο έως 2,5 μοίρες
- Σκουρόχρωμη νηματοειδής μορφή με καθορισμένα όρια με κυκλικό η ελλειπτικό σχήμα
- Αν μια ομάδα έχει πολλές παρασκιές → ένωση σε μια (φαινομενικά) ενιαία παρασκιά
- **a** : Μικρή & ασύμμετρη ηλιακή κηλίδα με ασύμμετρη παρασκιά με διάμετρο έως 2,5 μοίρες
- Διαχωρισμός κεντρικής σκιάς & παρασκιάς
- **h** : Μεγάλη & ασύμμετρη ηλιακή κηλίδα με διάμετρο  $\geq 2,5$  μοίρες
- Μορφολογικά ίδιες με κηλίδες τύπου s
- **k** : Μεγάλη & ασύμμετρη ηλιακή κηλίδα με διάμετρο  $\geq 2,5$  μοίρες
- Μορφολογικά ίδιες με κηλίδες τύπου a

# ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΗΛΙΔΩΝ ΣΤΗ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑ

- **x** : Μεμονωμένη κηλίδα στον ηλιακό δίσκο (Κατηγορία A, Κατηγορία B) σύμφωνα με το Zurich Sunspot Classification
- **o** : Εκτεταμένη ομάδα κηλίδων με ηγούμενη & επόμενη κηλίδα
- Λίγες έως καθόλου κηλίδες ανάμεσα τους
- Αν υπάρξουν κηλίδες θα μετεξελιχθούν σε umbral spots
- Πιθανότητες για ύπαρξη πόρων που θα εξελιχθούν σε μικρές κηλίδες
- **i** : Μεσαίων διαστάσεων ομάδα κηλίδων
- Αρκετές κηλίδες περίξ της ηγούμενης η της επόμενης κηλίδας
- **c** : Συμπαγής ομάδα κηλίδων
- Πληθώρα κηλίδων ανάμεσα στην ηγούμενη & επόμενη κηλίδα
- Τουλάχιστον 1 αποτελείται από παρασκιά
- Σπανίως η σύμπτυξη ολόκληρης της ομάδας κηλίδων γύρω απ'τη λαμπρότερη κηλίδα
- Αποτέλεσμα → σύνθετη παρασκιά

# Modified Zurich Sunspot Classifications

Courtesy of A.L.P.O. Solar Section - Rik Hill



# ΗΛΙΑΚΕΣ ΕΚΚΛΑΜΨΕΙΣ (WHITE LIGHT FLARES)

- Ξαφνική ροή ενέργειας που φτάνει έως το στέμμα
- Διαρκούν από μερικά λεπτά έως 4 ώρες, με μέση διάρκεια από 10 έως 20 λεπτά
- Στιγμιαία έκρηξη ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας προερχόμενη απ'το εσωτερικό του Ήλιου
- Θερμοκρασία έως 7 εκατομμύρια βαθμοί C
- Λαμβάνει χώρα είτε εντός είτε γύρω απ'τις ομάδες κηλίδων
- Μερικές φορές λαμβάνει χώρα και σε ομάδες κηλίδων Κατηγορίας (F) & Κατηγορίας (H)
- Εκλύουν μεγάλα ποσά ενέργειας σε ολόκληρο το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα
- Η παρατήρηση τους απαιτεί ειδικές τεχνικές λήψης
- Οι μεγαλύτερες εκλάμψεις εκπέμπουν έως και 100 φορές την ενέργεια του Ήλιου κατά την εκροή τους
- Υποατομικά σωματίδια κατά την έκλαμψη → ποικίλες ταχύτητες με διαφορετικό χρόνο να φτάνουν στη Γη
- Αιτία για **Πολικό Σέλας** στον Βόρειο & Νότιο Πόλο
- Η συχνότητα τους διαφέρει σε κάθε ηλιακό κύκλο αλλά και κατά τη διάρκεια ενός ηλιακού κύκλου !
- Πολλές εκλάμψεις στη διάρκεια του ηλιακού μέγιστου, λίγες εκλάμψεις στο ηλιακό ελάχιστο !

# ΗΛΙΑΚΕΣ ΕΚΚΛΑΜΨΕΙΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Παρατηρούνται καλύτερα σε μονοχρωματικές λήψεις (πχ στην Γραμμή K η Γραμμή H του Ασβεστίου)
- Το υπόλοιπο μέρος της Φωτόσφαιρας αποκόπτεται και είναι λαμπρότερες από οποιαδήποτε περιοχή του Ήλιου
- Σπάνια να γίνουν εκλάμψεις στο ορατό φάσμα και είναι γνωστός ως **White Light Flares**
- Απουσία αναφοράς των ηλιακών εκλάμψεων στο Zurich Sunspot Classification !
- Δεν παράγουν εκλάμψεις όλες οι ομάδες κηλίδων
- Μεγαλύτερες εκλάμψεις ↔ Ομάδες κηλίδων Κατηγορίας (D), Κατηγορίας (E) & Κατηγορίας (F)
- **1966** : προσθήκη των ηλιακών εκλάμψεων απ' τον Patrick McIntosh
- Ακριβέστερη πρόγνωση των ηλιακών εκλάμψεων
- **Αρχικό σύστημα κατανομής κηλίδων** → ακρίβεια 40 % στην πρόβλεψη των εκλάμψεων
- Κηλίδες Κατηγορίας (F) & σπανιότερα οι κηλίδες Κατηγορίας (H) μπορούσαν να κάνουν εκλάμψεις
- **Σύστημα Κατανομής Κηλίδων McIntosh** → ακρίβεια 60 % στην πρόβλεψη των εκλάμψεων
- Παράμετρος πως οι κηλίδες Κατηγορίας (H) μπορούν να παράγουν εκλάμψεις

# ΕΚΛΑΜΨΕΙΣ ΟΡΑΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ

- Κατά Μέγεθος :

- 1) **s** : Μικρές εκλάμψεις με διάμετρο μικρότερη από 2 μίρες
- 2) **1** : Σημαντικότητας 1 → εκλάμψεις με διάμετρο από 2 έως 5,1 μίρες
- 3) **2** : Σημαντικότητας 2 → εκλάμψεις με διάμετρο από 5,1 έως 12,4 μίρες
- 4) **3** : Σημαντικότητας 3 → εκλάμψεις με διάμετρο από 12,4 έως 24,7 μίρες
- 5) **4** : Σημαντικότητας 4 → εκλάμψεις με διάμετρο μεγαλύτερη από 24,7 μίρες

- Κατά Λαμπρότητα :

- 1) **F** : Αμυδρές εκλάμψεις & σπάνια ορατές
- 2) **N** : Εκλάμψεις μέτριας λαμπρότητας
- 3) **B** : Λαμπρές εκλάμψεις

11:00:00

© Wikipedia

30"

A94

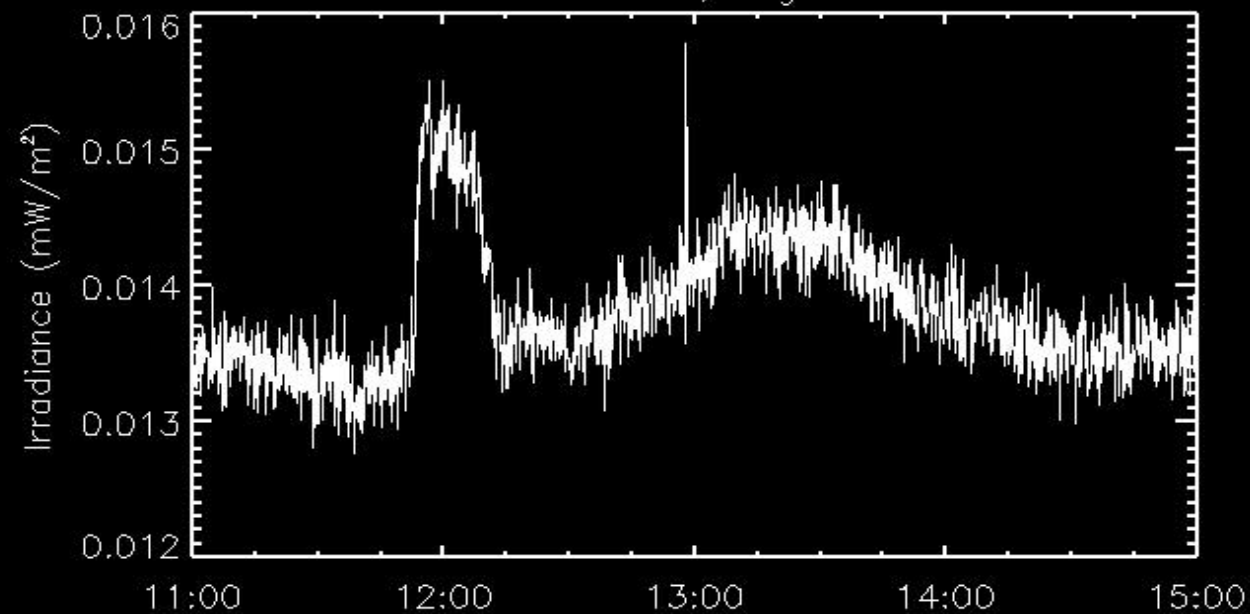
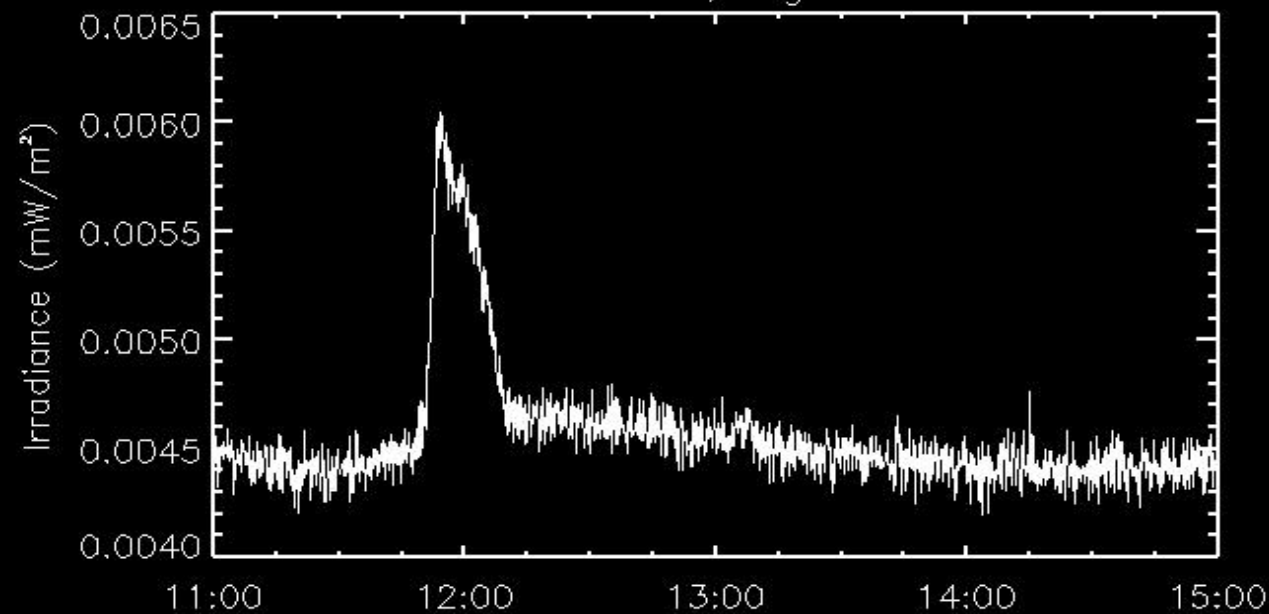
A335

A171

HMI

EVE 9.4 nm, log T=6.81

EVE 33.5 nm, log T=6.43



# ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑΣ

- Σημαντική η προσθήκη ηλιακού φίλτρου με κατάλληλη πυκνότητα για ασφαλή παρατήρηση ! (πχ **Baader Astrosolar ND 5**)
- Προσθήκη επιπλέον φίλτρων για ασφαλή παρατήρηση με γνωστό το **Baader Solar Continuum** (CWL : 540 nm)
- Μπορούν να προστεθούν επίσης και τα φίλτρα **Omegon No 12** (ανοιχτό κίτρινο) & **Omegon No 21** (πορτοκαλί)
- Εναλλακτική επιλογή ↔ Herschel Prism !

# ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑΣ

- Απόκτηση του ειδικού φίλτρου για φωτογράφιση της Φωτόσφαιρας !
- Προσθήκη επιπλέον φίλτρων μείωσης της φωτεινότητας με γνωστό το **Baader ND 1.8** !
- Το **Baader Solar Continuum** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λήψεις ολόκληρου του ηλιακού δίσκου
- **Close Up images** : προσθήκη φακού **Barlow** (5x κατά προτίμηση) σε συνδυασμό με το **Omegon No 12** (ανοιχτό κίτρινο)

# ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- *Ιστορία, Τεχνολογία & Επιστήμη της Αστρονομίας* (Το Εγγύς Διαστημικό Περιβάλλον της Γης), Εκδόσεις «Πλανητάριο Θεσσαλονίκης», 2008
- *Solar Astronomy* (Συγγραφή : Christian Viladrich) Εκδόσεις Axilone Astronomy, 2021
- *Guidelines for the Observation of White Light Solar Phenomena* (Συγγραφή : Richard «Rik» Hill), Association of Lunar & Planetary Observers, Ιανουάριος 2010
- *Wikipedia*
- *Solar & Heliospheric Observatory* (SOHO)
- [www.solarmonitor.org](http://www.solarmonitor.org) (ιστοσελίδα με καθημερινές δορυφορικές εικόνες του Solar Dynamic Observatory, SDO)
- *National Solar Observatory* (NSO), ιστοσελίδα με παρατηρήσεις από επίγεια τηλεσκόπια

*ΚΑΛΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ !*

