

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται στην άδεια χρήσης **Creative Commons** και ειδικότερα

Αναφορά – Μη εμπορική Χρήση – Όχι Παράγωγο Έργο 3.0 Ελλάδα

(Attribution – Non Commercial – Non-derivatives 3.0 Greece)



CC BY-NC-ND 3.0 GR

[ή επιλογή ενός άλλου από τους έξι συνδυασμούς]

[και αντικατάσταση λογότυπου άδειας όπου αυτό έχει μπει (σελ. 1, σελ. 2 και τελευταία)]

- Εξαιρείται από την ως άνω άδεια υλικό που περιλαμβάνεται στις διαφάνειες του μαθήματος, και υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης. Η άδεια χρήσης στην οποία υπόκειται το υλικό αυτό αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



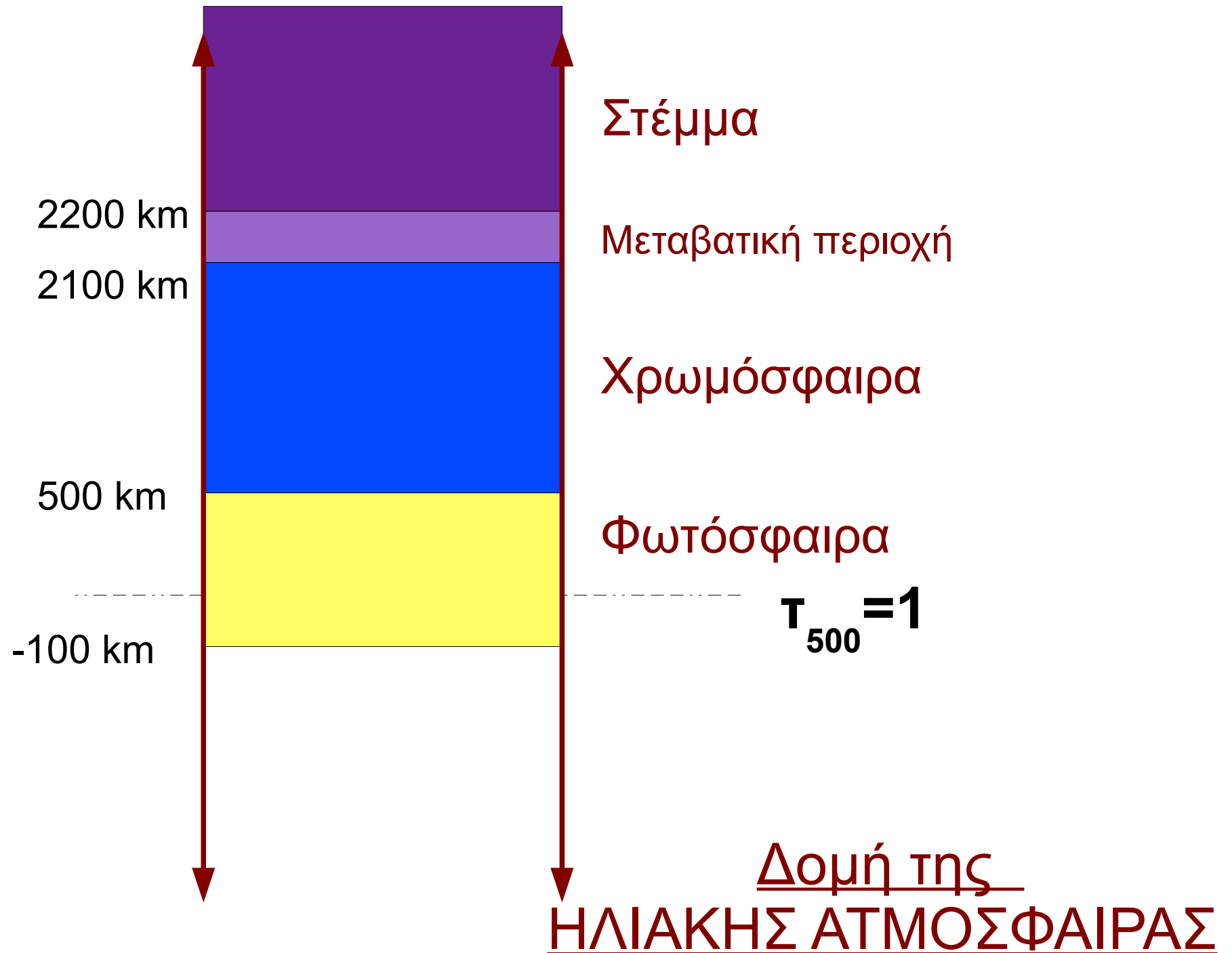
Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Η ΗΛΙΑΚΗ ΧΡΩΜΟΣΦΑΙΡΑ

Περιοχή της ηλιακής ατμόσφαιρας πάνω από τη φωτόσφαιρα (“Πάχος” της φωτόσφαιρας ~600 km, “πάχος” της χρωμόσφαιρας: ~1600 km).

Πυκνότητα: 10,000 μικρότερη από εκείνη της φωτόσφαιρας. Θερμοκρασία: αυξάνει από ~4400 K (στο επάνω μέρος της φωτόσφαιρας) έως ~10,000 K.

Εμφανίζονται γραμμές εκπομπής, παρατηρήσιμες στο φάσμα του Ήλιου κατά τη διάρκεια των ολικών εκλείψεων.

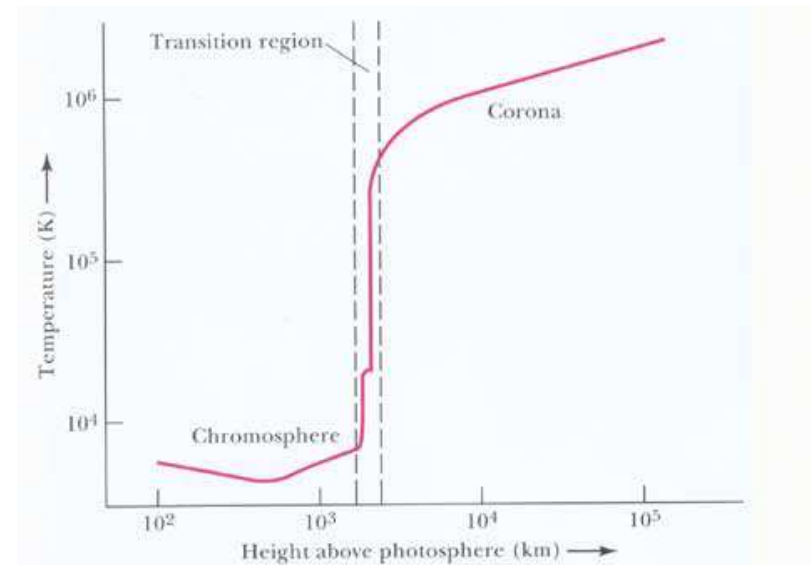


Η ΠΕΡΙΟΧΗ “ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ”

Περιοχή της ηλιακής ατμόσφαιρας πάνω από τη χρωμόσφαιρα, όπου η θερμοκρασία αυξάνεται δραματικά, από 10,000 σε 100,000 K μέσα σε ~ 100 km.

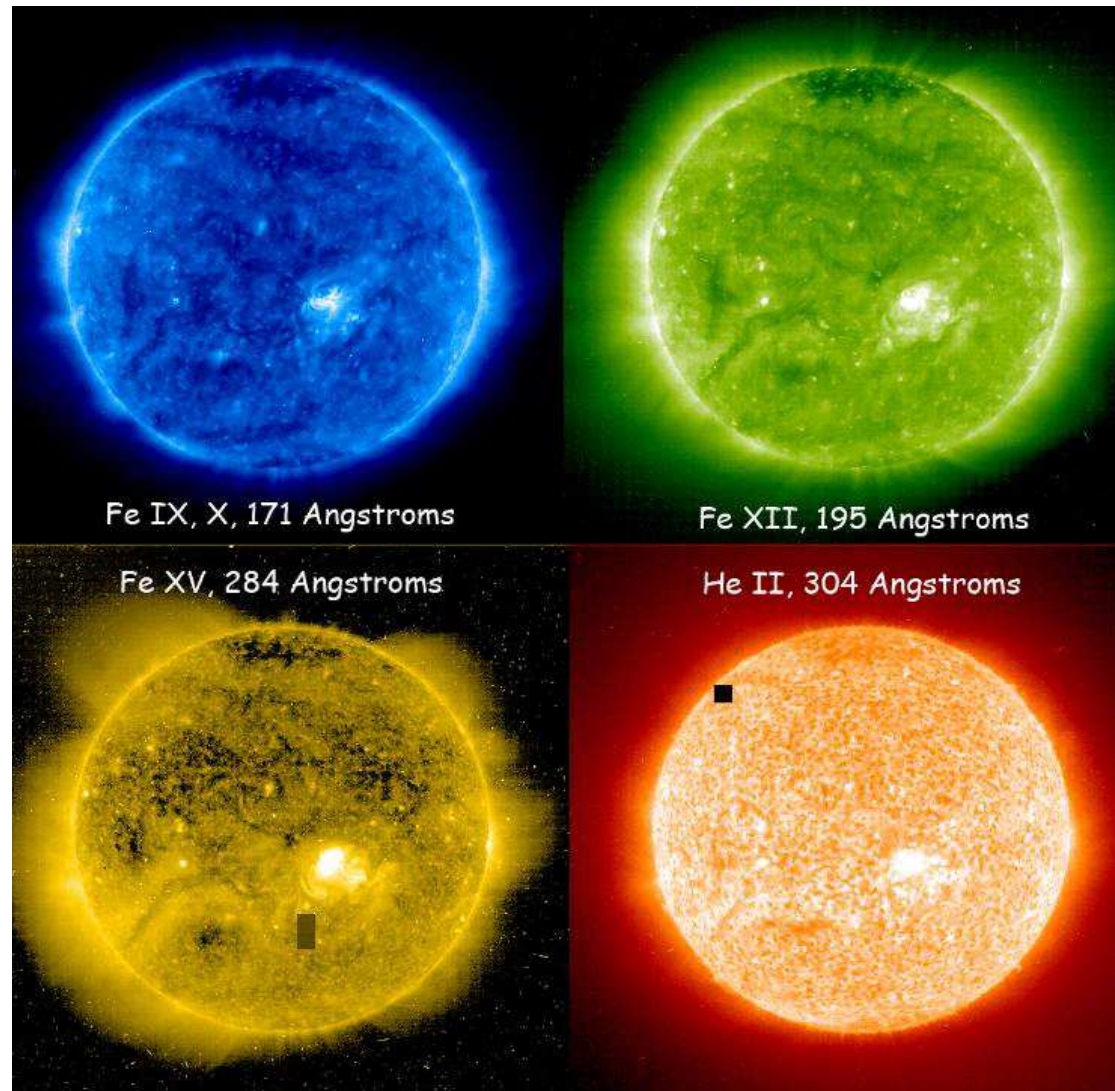
Πως το ξέρουμε αυτό?

Από παρατηρήσεις γραμμών εκπομπής (CIII 977 Angstroms, $T \sim 90,000$ K. O VI 1032 Angstroms, $T \sim 300,000$ K).



Η θερμοκρασία συνεχίζει να αυξάνεται, αλλά με μικρότερο βαθμό, μέχρι να φτάσει την τιμή των $\sim 1,000,000$ K στο

“ΗΛΙΑΚΟ ΣΤΕΜΜΑ”.



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ ΣΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΤΕΜΜΑ

Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΕΙΝΑΙ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗ (1,000,000 ΦΟΡΕΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΑΝΩΤΕΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑΣ)

Η ΥΛΗ ΕΙΝΑΙ ΟΠΤΙΚΑ ΛΕΠΤΗ.

ΑΡΑ, ΔΕΝ ΑΠΟΡΡΟΦΑΕΙ ΦΩΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΩΤΟΣΦΑΙΡΑ
(ΚΑΙ ΤΟΤΕ ΠΩΣ ΘΕΡΜΕΝΕΤΑΙ?)

ΑΛΛΑ ΕΠΙΣΗΣ, Η ΕΝΤΑΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΕΙΝΑΙ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ.



Θέρμανση των εξωτερικών στρωμάτων της Ηλιακής ατμόσφαιρας.

Εδώ η μεταφορά ενέργειας δεν μπορεί να γίνεται μέσω ακτινοβολίας. Και η πυκνότητα της ύλης είναι πολύ μικρή (άρα η απορρόφηση του φάσματος συνεχούς ακτινοβολίας του Ήλιου είναι αμελητέα) αλλά έτσι και αλλιώς,

$T_e <$ από τη θερμοκρασία στα ανώτερα στρώματα της Ηλιακής ατμόσφαιρας.

Η θέρμανση γίνεται μέσω “κυμάτων πυκνότητας”, που δημιουργούνται στη βάση της φωτόσφαιρας του Ήλιου λόγω της ύπαρξης “δινορευμάτων” στα ανώτερα στρώματα του Ήλιου (που λειτουργούν ως “έμβολα”).

Λόγω της δραματικής ελάτωσης της πυκνότητας, αυτά τα κύματα γρήγορα μετατρέπονται σε “κρουστικά” και μεταφέρουν μεγάλα ποσά ενέργειας στα ανώτερα στρώματα της χρωμόσφαιρας του Ήλιου.

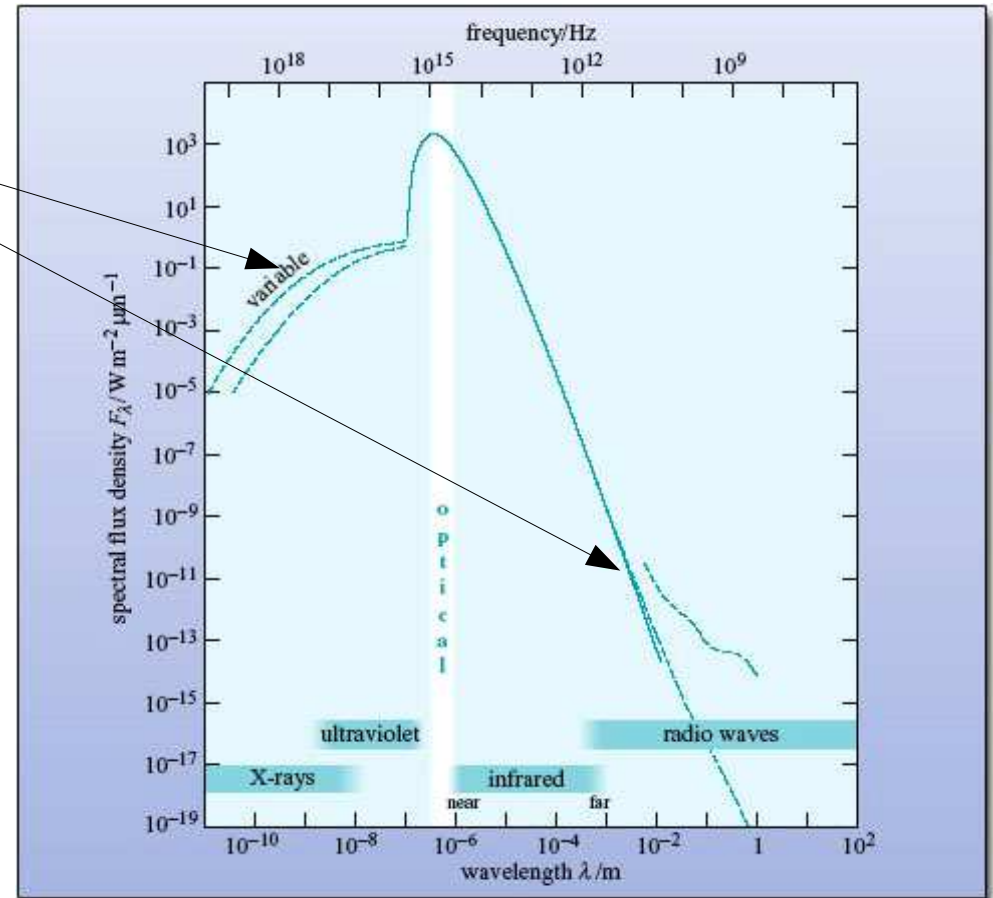
ΕΚΠΟΜΠΗ ΦΩΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΤΕΜΜΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΞΗΓΗΣΕΙ ΤΟ ΦΑΣΜΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΣΤΙΣ ΑΚΤΙΝΕΣ Χ ΚΑΙ ΣΤΑ ΡΑΔΙΟ-ΚΥΜΑΤΑ.

Ακτίνες Χ και ραδιοφωνικά μήκη κύματος:

Εκπομπή ακτινοβολίας από τον Ήλιο με ένταση μεγαλύτερη από εκείνη που αναμένουμε από “μέλαν σώμα” $T_e \sim 5800 \text{ K}$.

Στο “Στέμμα” έχουμε ελεύθερα ιόντα και ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια εκπέμπουν ακτινοβολία “πέδησης” και “σύγχροτρον” στα ραδιοφωνικά μήκη κύματος.

Στις ακτίνες Χ, η εκπομπή ακτινοβολίας οφείλεται σε γραμμές εκπομπής από ιονισμένα άτομα (O και Fe). Ο ιονισμός εδώ προέρχεται από κρούσεις.

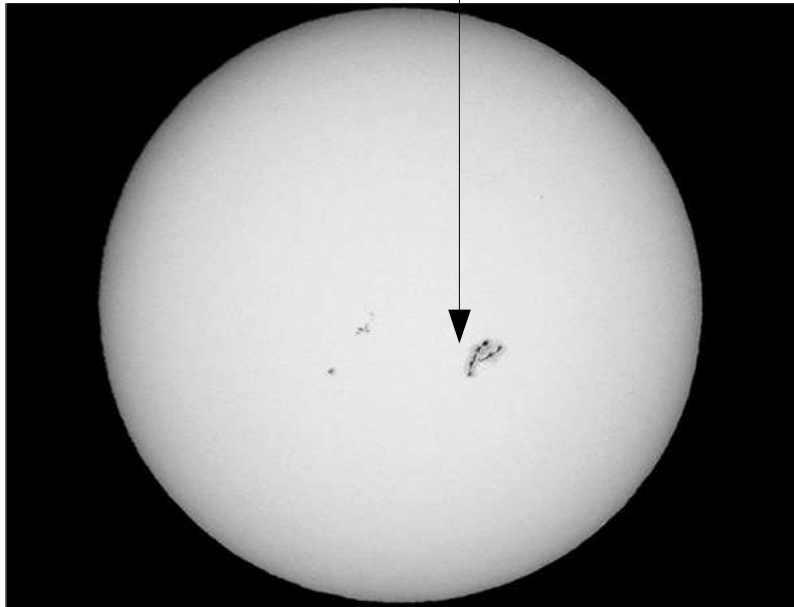


Ο ΗΛΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

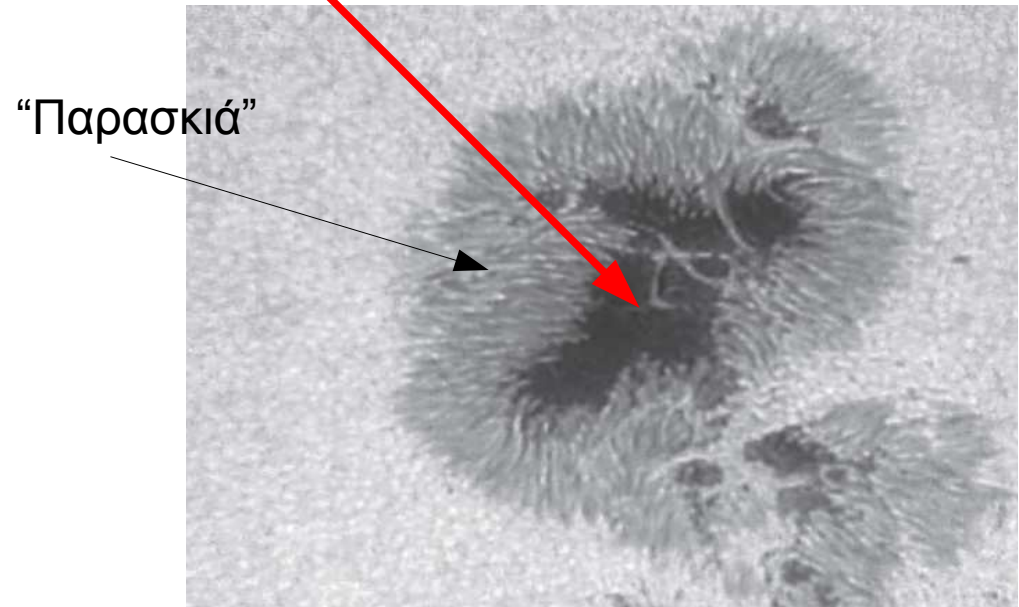
Ηλιακές Κηλίδες: Σκοτεινές περιοχές στην επιφάνεια του Ήλιου που διαρκούν ~ μερικούς μήνες. Είναι σκοτεινές επειδή η θερμοκρασία τους (~ 3900 K) είναι μικρότερη από εκείνη των γειτονικών περιοχών. Αφού $L \propto T^4$, οι ηλιακές κηλίδες είναι $(5800/3900)^4 \sim 5$ φορές αμυδρότερες από τις γειτονικές περιοχές.

Σχετίζονται με περιοχές έντονων κινήσεων δινορευμάτων στον Ήλιο, αλλά και ισχυρών μαγνητικών πεδίων (έχουμε μετρήσεις της τάξεως των δεκάδων T στο κέντρο Ηλιακών κηλίδων). Η πολικότητα είναι η ίδια για όλες τις κηλίδες στο ένα ημισφαίριο και αντίθετη στο άλλο.

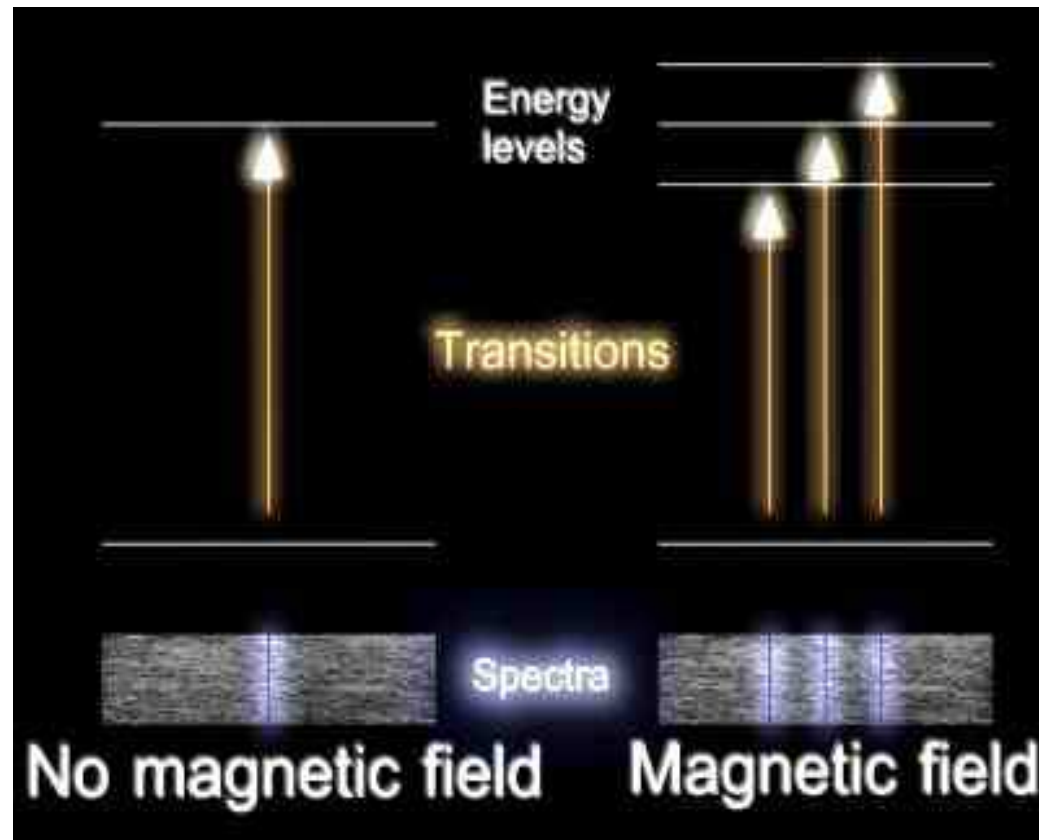
Εμφανίζονται σε ομάδες, με μία να είναι “κυριάρχη”.




“Σκιά”, διάμετρος έως και 30,000 km.

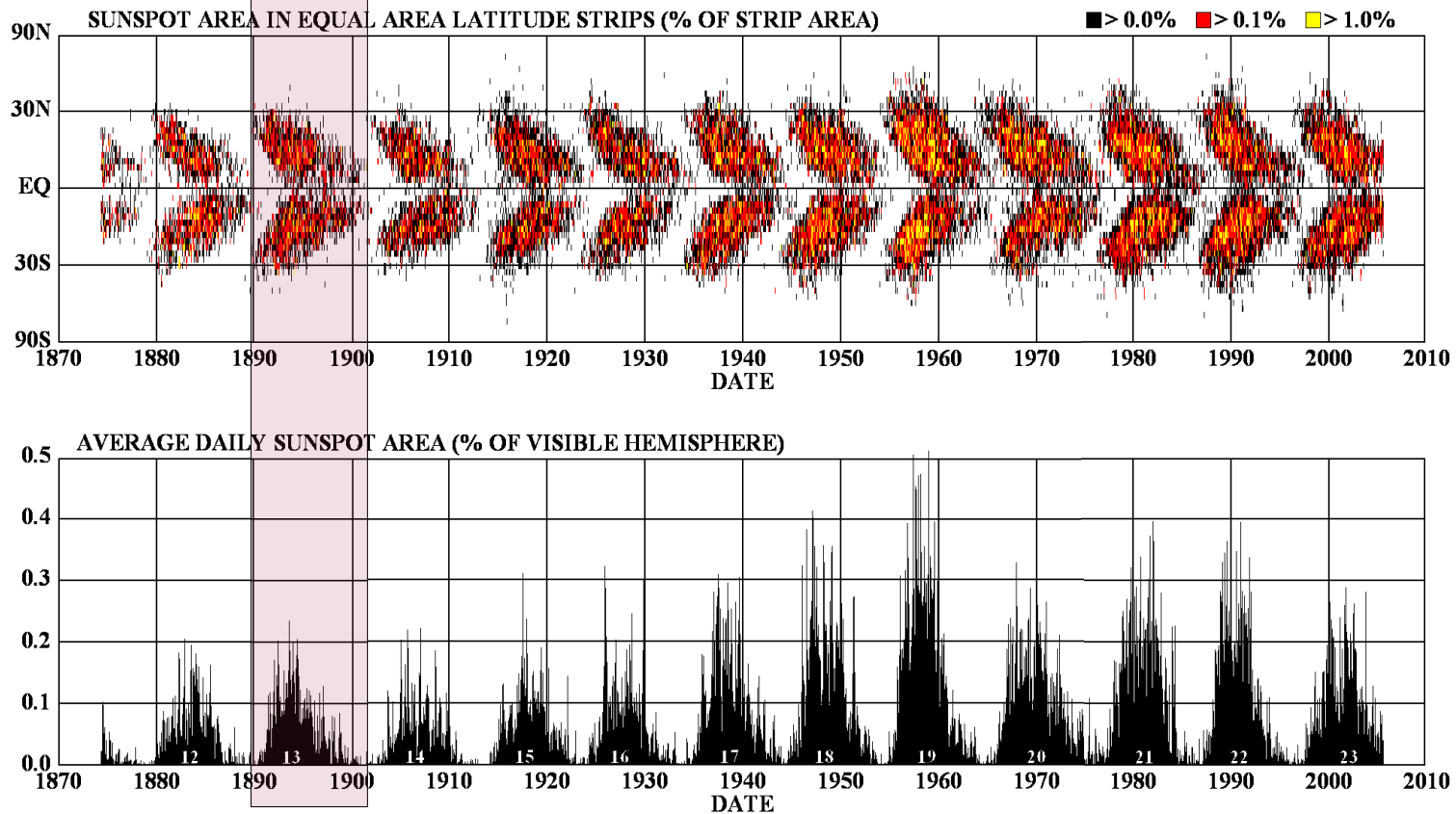


Η μέτρηση έντασης μαγνητικού πεδίου στον Ήλιο γίνεται μέσω του φαινομένου Zeeman



Οι κηλίδες εμφανίζονται αρχικά σε Ηλιακά πλάτη $\pm 30^\circ$. Ο αριθμός τους αυξάνεται και εμφανίζονται σε μικρότερα πλάτη, έως ότου φτάσουν στον ισημερινό. Ο αριθμός τους ελαττώνεται, έως να μηδενιστεί (όταν οι κηλίδες εμφανίζονται στον ισημερινό) και να ξεκινήσει ένας καινούργιος κύκλος, με το πεδίο να αλλάζει πολικότητα.


 Περίοδος Ηλιακού κύκλου: **11 χρόνια.**
DAILY SUNSPOT AREA AVERAGED OVER INDIVIDUAL SOLAR ROTATIONS



Ο Ήλιος περιστρέφεται “διαφορικά”: Διαφορετική περίοδος περιστροφής στους πόλους και στον ισημερινό.

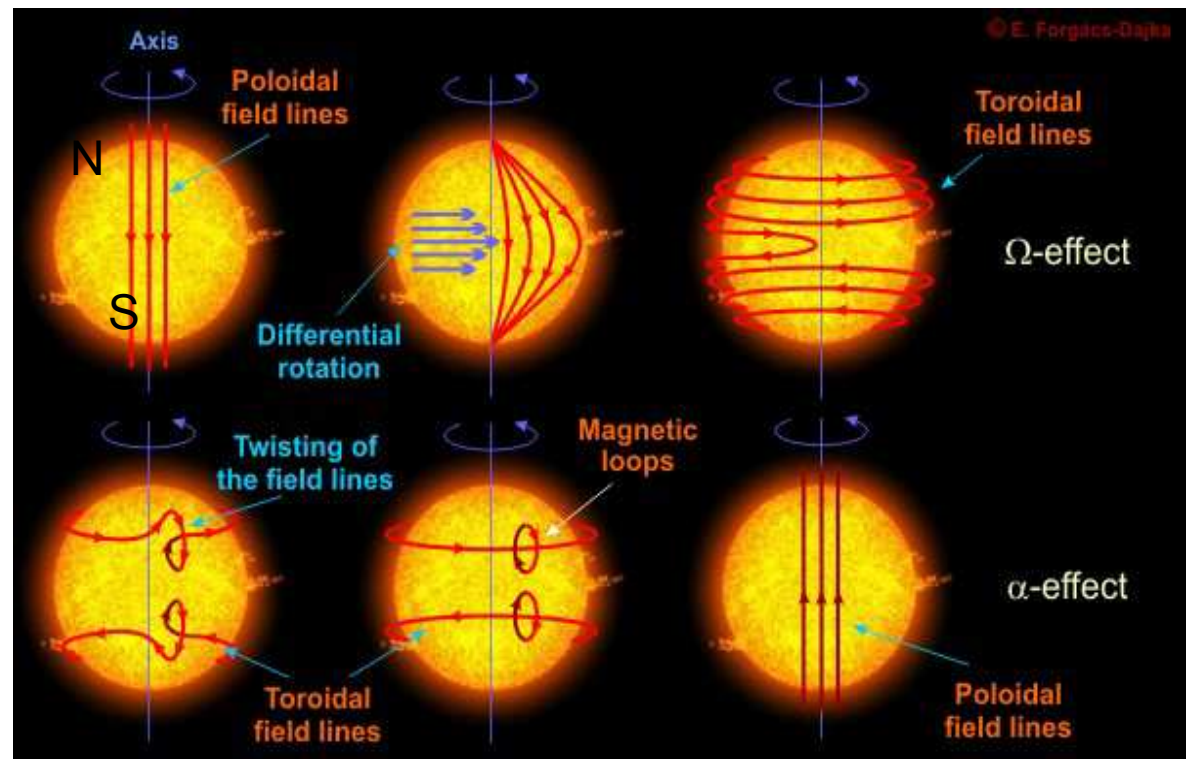
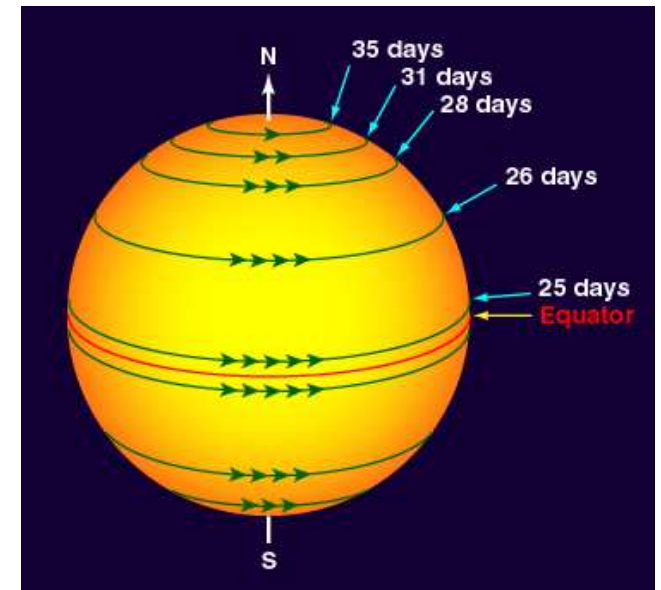
Το μαγνητικό πεδίο (διπολικής μορφής) στον Ήλιο οφείλεται σε μακροσκοπικές κινήσεις ιονισμένου υλικού στα εσωτερικά του στρώματα. Η τιμή του πεδίου στη βάση της φωτόσφαιρας είναι της τάξης του $\sim 10^{-4}$ T (περίπου 2-πλάσιο εκείνου της Γης), αν και μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή της φωτόσφαιρας.

Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι “παγωμένες” στο πλάσμα, που τις “παρασύρει” καθώς περιστρέφεται και τις παραμορφώνει.

Η παραμόρφωση δεν είναι ομοιόμορφη λόγω διαφορετικής περιστροφής.

Οι κινήσεις δινορευμάτων προκαλούν μαγνητικούς “βρόγχους”.

Αυτή η διαδικασία της παραμόρφωσης του μαγνητικού πεδίου προκαλεί κάποια στιγμή (μετά από 11 χρόνια) την καταστροφή του μαγνητικού πεδίου και τη δημιουργία νέου, αντίστροφης πολικότητας.



ΗΛΙΑΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ

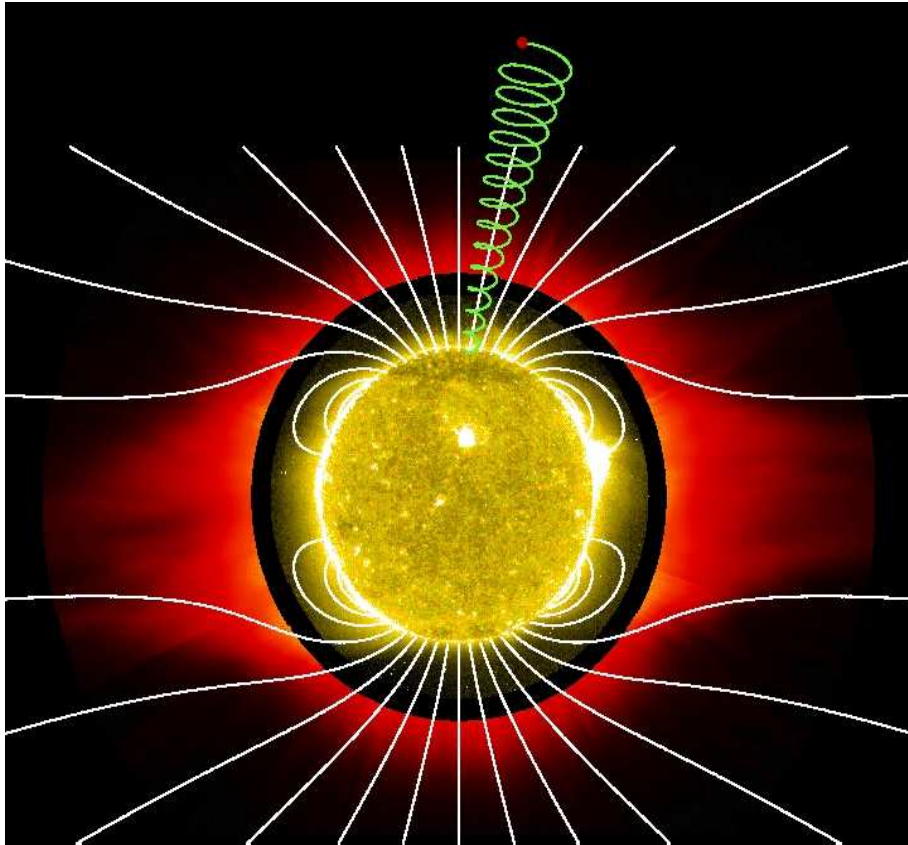
Ονομάζεται η ροή ιόντων και ηλεκτρονίων που “δραπετεύει” από τη Ήλιο προς το μεσοπλανητικό χώρο με ταχύτητες ~ 750 km/s (“γρήγορος” άνεμος) έως ~ 300 km/s (“αργός” άνεμος).

Γνωστός από:

- α) Μορφολογία ουράς κομητών.
- β) Βόρειο (Νότιο) Σέλας.



Ο ηλιακός άνεμος και το μαγνητικό πεδίου του Ήλιου.



Σε ορισμένες περιοχές οι γραμμές του πεδίου είναι κλειστές και σχηματίζουν “βρόγχους”, ενώ σε άλλες περιοχές είναι ανοικτές και εκτείνονται σε μεγάλες αποστάσεις από την Ήλιο.

Ηλεκτρόνιο που κινείται σε μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο δέχεται δύναμη Lorentz:

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

Electric force Magnetic force

Στον Ήλιο $E \sim 0$, άρα τα ηλεκτρόνια δέχονται δυνάμεις κάθετες στο διάνυσμα της ταχύτητας και το μαγνητικού πεδίου, με αποτέλεσμα να εκτελούν ελικοειδείς κινήσεις γύρω από τις μαγνητικές γραμμές.

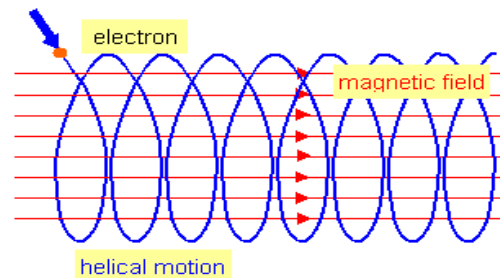
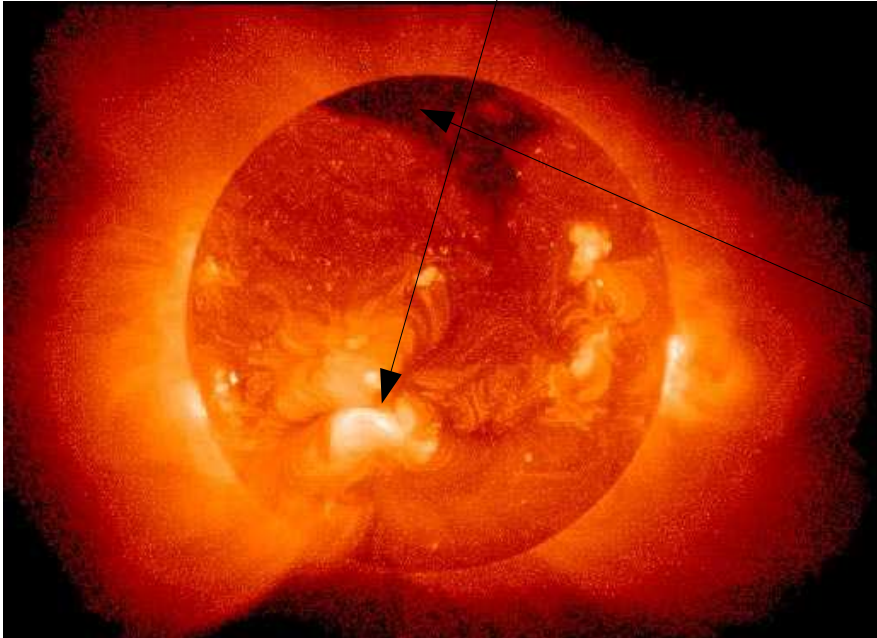


Figure 3

Αν οι μαγνητικές γραμμές είναι κλειστές, τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να αποδράσουν (“ενεργές” περιοχές του στέμματος, που είναι φωτεινές).



Αν οι μαγνητικές περιοχές είναι ανοικτές, τα σωματίδια μπορούν να κινηθούν κατά μήκος τους και αν αποδράσουν από την επιφάνεια του Ήλιου (τρύπες του στέμματος).

Ο Ηλιακός άνεμος προέρχεται από αυτές τις περιοχές του στέμματος (από τις “τρύπες”).

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

