

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΕΚΛΕΙΨΗΣ ΗΛΙΟΥ ΣΤΙΣ 29 ΜΑΡΤΙΟΥ 2006 ΣΤΟ ΚΑΣΤΕΛΛΟΡΙΖΟ

*Βούλγαρης Αριστείδης  
Πρόεδρος του Ομίλου Φίλων Αστρονομίας Θεσσαλονίκης,  
Μουσικός Συμφωνικής Ορχήστρας-Καθηγητής Βιολιού*

Για την παρατήρηση της ολικής έκλειψης Ηλίου της 29ης Μαρτίου 2006 συστάθηκε μία ομάδα τεσσάρων ατόμων, απαρτιζόμενη από τον καθηγητή Αστρονομίας του Α.Π.Θ. κ. Ιωάννη Σεραδάκη, τον γράφοντα Αριστείδα Βούλγαρη, πρόεδρο του ΟΦΑ, τον Γιώργο Πιστικούδη, μέλος του ΟΦΑ και τον Γιάννη Νέστορα φοιτητή. Η τετραμελής ομάδα θα συνεργαζόταν με την τριαντακονταμελή ομάδα αμερικανών ηλιακών αστρονόμων και φοιτητών, με επικεφαλής τον καθηγητή Jay Pasachoff, η οποία επίσης θα βρισκόταν στο Καστελλόριζο. Ταυτόχρονα με την παρατήρηση της ολικής έκλειψης θα διενεργούνταν σειρά πειραμάτων μέσω οπτικών διατάξεων. Ο γράφων ανέλαβε α) να κατασκευάσει έναν ηλιακό ηθμό τύπου Lyot συντονισμένο στην πράσινη γραμμή εκπομπής του Σιδήρου XIV του ηλιακού στέμματος (5303Å), με σκοπό να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη φωτογραφιών του ηλιακού Στέμματος στο φως του Σιδήρου XIV, β) να φωτογραφήσει με τη χρήση φασματογράφου και να αναλύσει το στιγμιαίο φάσμα εκπομπής του Ηλίου (που προέρχεται από την ηλιακή ατμόσφαιρα, τη Χρωμόσφαιρα δηλαδή) και γ) τη λήψη φωτογραφιών της έκλειψης σε ολικό φως. Επίσης συζητήθηκε διεξοδικώς η επανάληψη του πειράματος του A.Eddington που διεξήχθη το 1919 στη Βραζιλία με επιτυχία (;).

### Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ LYOT

Η κατασκευή του ηλιακού ηθμού συντονισμένου στην πράσινη γραμμή εκπομπής του ηλιακού στέμματος είχε σκοπό τη φωτογράφιση των περιοχών του Στέμματος στις οποίες υπάρχει το στοιχείο Σίδηρος 13 φορές ιονισμένος έχοντας θερμοκρασία 2.500.000 Kelvin. Στη θερμοκρασία των 2.500.000 K ο Σίδηρος έχει χάσει τα 13 από τα 26 ηλεκτρόνια που έχει στις στοιβάδες του και ακτινοβολεί ένα χαρακτηριστικό πράσινο φως. Αυτό το πράσινο φως του Σιδήρου, αν και ισχυρό,

επισκιάζεται από το συνολικό φως που υπάρχει στο Στέμμα (το φως που ακτινοβολεί ο Ήλιος από τη Φωτόσφαιρά του διαχέεται και φωτίζει ισχυρά το Στέμμα). Για να γίνει αντιληπτό και να παρατηρηθεί αυτό το φως που εκπέμπει ο πολλαπλά ιονισμένος Σίδηρος, απαιτείται η χρήση ενός φίλτρου (κατασκευάστηκε από τον B.Lyot το 1930), το οποίο θα επιτρέπει την απρόσκοπτη διέλευση μιας και μόνο πράσινης απόχρωσης (μήκους κύματος 5303 Å), ίδιας με αυτή που εκπέμπει 13 φορές ιονισμένος σίδηρος (Fe XIV), ενώ ταυτόχρονα θα αποκόπτει (απορροφά) όλο το υπόλοιπο φως του Στέμματος (τα υπόλοιπα χρώματα και αποχρώσεις δηλαδή). Η κατασκευή αυτού του φίλτρου απαιτούσε τη χρήση πολωτών και διπλοθλαστικών κρυστάλλων χαλαζία κομμένους σε ειδικές τομές, οι οποίοι, όταν διέρχεται το φως μέσα από αυτούς και σε συνδυασμό με τους πολωτές, επιτρέπουν ή απορροφούν επιλεκτικά τη διέλευση συγκεκριμένων χρωμάτων (μηκών κύματος). Η επιλεκτικότητα στη διέλευση ή την απορρόφηση κάποιων εισερχόμενων, μέσα στους κρυστάλλους, ακτινοβολιών εξαρτάται αποκλειστικά από τη διάταξη των κρυστάλλων (στροφικότητα και πάχος) και των πολωτών (στροφικότητα) και μερικώς από τη θερμοκρασία. Οι κρύσταλλοι χαλαζία έπρεπε να βρίσκονται σε εξαιρετικά σταθερή θερμοκρασία με ακρίβεια δεκάτου του βαθμού Κελσίου και φυσικά μονωμένοι θερμικά από το εξωτερικό περιβάλλον. Η διάταξη των παραπάνω οπτικών στοιχείων θα ήταν τέτοια, ώστε θα απέκοπταν εντελώς όλες τις ακτινοβολίες (μήκη κύματος) που προέρχονται από το ηλιακό Στέμμα πλην εκείνης της ακτινοβολίας (πράσινης απόχρωσης), η οποία οφείλονταν στο φως που εκπέμπει ο Σίδηρος θερμοκρασίας 2.500.000 K (και εξαιτίας αυτής της εξαιρετικά μεγάλης θερμοκρασίας έχει χάσει τα 13 από τα 26 ηλεκτρόνια του και επομένως είναι 13 φορές ιονισμένος). Η φωτογράφιση του Στέμματος μέσω αυτού του εξειδικευμένου φίλτρου θα αποκάλυπτε την κατανομή του 13 φορές ιονισμένου Σιδήρου μέσα στο Στέμμα και ταυτόχρονα θα παρουσίαζε έναν θερμικό “χάρτη” της κατανομής των 2.500.000 K μέσα σ’ αυτό.

Η κατασκευή αυτού του ειδικού οργάνου που επετεύχθη τελικά από τον γράφοντα, διήρκεσε 100 ημέρες και δαπανήθηκαν περίπου 500 ώρες κοπιαστικής εργασίας συμπεριλαμβανομένων των τριών κατασκευαστικών αποτυχιών (και απογοητεύσεων βέβαια). Η οπτική υλοστηρικτική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του φίλτρου Lyot απαρτιζόταν από ένα φασματογράφο μεγάλης διασποράς, κάμερα προσαρμοσμένη σε αυτόν, μόνιτορ, πηγή λευκού φωτός, ψηφιακά θερμόμετρα, ψηφιακό θερμοστάτη, οπτική τράπεζα κ.α. και κάλυπτε την επιφάνεια ενός μικρού δωματίου. Ο ακριβής συντονισμός του φίλτρου (στο να επιτρέπει δηλαδή την αποκλειστική διέλευση της ακτινοβολίας του FeXIV) επετεύχθη με θερμική διαδικασία, με τη χρήση του συστήματος Peltier για τη θέρμανση των κρυστάλλων, στη σταθερή θερμοκρασία των 35,6 C. Παράλληλα με τις δοκιμές στην οπτική τράπεζα του γράφοντα, ο συντονισμός του φίλτρου ελέγχθηκε και στο εργαστήριο Οπτικής του Τομέα Φυσικής Στερεάς Κατάστασης του τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. με τη συνδρομή του επίκουρου καθηγητή κ. Ε.Βανίδη. Οι δοκιμές απέδωσαν πανομοιότυπα αποτελέσματα. Όλη αυτή η οπτική διάταξη συνδέθηκε με ένα διοπτρικό τηλεσκόπιο, για να συλλέξει το φως που προέρχεται από το Στέμμα.

Τα αποτελέσματα της φωτογράφισης με αυτό το φίλτρο κατά τη διάρκεια της ολικής έκλειψης Ηλίου έδειξαν ότι η κατανομή του Fe XIV στο Στέμμα (και επομένως

και της θερμοκρασίας των 2.500.000 K), βρίσκεται κοντά στο χείλος του Ηλίου πέριξ του Ισημερινού, απουσιάζει από τους πόλους, με έντονη όμως παρουσία του κυρίως σε περιοχές συσσωρευμένης ενέργειας. Τέτοιες ενεργές περιοχές βρίσκονται κοντά και πάνω από τις κηλίδες. Οι φωτογραφίες χρησιμοποιήθηκαν υποστηρικτικά από τον Jay Pasachoff, οποίος τα τελευταία χρόνια ερευνά το μηχανισμό θέρμανσης του ηλιακού Στέμματος. Το αναπάντητο ακόμα ερώτημα που απασχολεί τους ηλιακούς αστρονόμους είναι πως είναι δυνατόν ένα σώμα επιφανειακής θερμοκρασίας 5680 C να κατορθώνει να θερμαίνει την ανώτερη ατμόσφαιρά του (το Στέμμα δηλαδή) στην ιλιγγιώδη θερμοκρασία των 2.500.000 K και βέβαια με ποιο μηχανισμό. Αυτό το φαινόμενο θα έλεγε κανείς ότι είναι σαν να τοποθετούμε μία παγοκολώνα σε ένα δωμάτιο και αυτό να υπερθερμαίνεται !!!

### **Η ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ (FLASH SPECTRUM)**

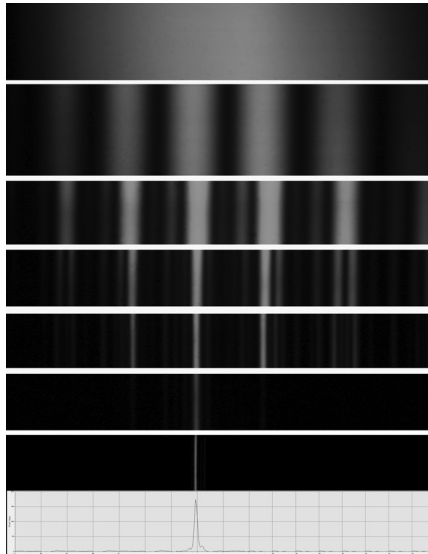
Το δεύτερο πείραμα, η λήψη του στιγμιαίου φάσματος εκπομπής της ηλιακής ατμόσφαιρας, της Χρωμόσφαιρας δηλαδή, απαιτούσε την κατασκευή ενός φασματογράφου προσαρμοσμένου σε "ηλιακές" συνθήκες. Αν και ένα τυπικό ηλιακό φάσμα εμφανίζει τις (μαύρες) γραμμές απορρόφησης Fraunhofer, εντούτοις λίγο πριν την ολικότητα οι γραμμές αυτές γίνονται λαμπρές και το φάσμα μετατρέπεται σε φάσμα εκπομπής. Για την ανάλυση στα επιμέρους χρώματα του φωτός που εκπέμπει η Χρωμόσφαιρα, ο γράφων χρησιμοποίησε ένα φράγμα περιθλασης, που έχει παρόμοια λειτουργία μ' αυτή του πρίσματος, (φράγμα μπορεί να θεωρηθεί η πίσω πλευρά ενός CD καθώς κι αυτή αναλύει το λευκό φως στα χρώματα της ιριδίας) και μία υποστηρικτική οπτική διάταξη ώστε το φως της Χρωμόσφαιρας να κατευθυνθεί προς το φράγμα. Αν και οι φασματογράφοι για να λειτουργήσουν απαιτούν τη χρήση ενός εξαιρετικά στενού διαφράγματος (σχισμής), εντούτοις ο γράφων "εκμεταλλεύτηκε" ως καμπύλη σχισμή τον Ήλιο λίγα δευτερόλεπτα προτού καλυφθεί εντελώς από το σεληνιακό δίσκο. Το φράγμα διέλευσης του φασματογράφου ανέλυσε το φως της ηλιακής Χρωμόσφαιρας στα επιμέρους χρώματα που εκπέμπουν τα διάφορα χημικά στοιχεία που βρίσκονται στην ηλιακή ατμόσφαιρα. Η φασματοσκοπική ανάλυση έδειξε ότι στη Χρωμόσφαιρα υπάρχουν μεγάλες ποσότητες των στοιχείων Υδρογόνο και Ήλιο, μικρές ποσότητες των στοιχείων Νικέλιο και Σίδηρος σε ουδέτερη κατάσταση αλλά και ιονισμένος (9 και 13 φορές ιονισμένος στο Στέμμα), καθώς και ίχνη άλλων στοιχείων.

### **Η ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΙ Η ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΛΕΙΨΗΣ ΣΕ ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ EDDINGTON**

Για τη λήψη φωτογραφιών της έκλειψης σε λευκό φως χρησιμοποιήθηκε ισημερινή στήριξη με πλατόφορμα σχεδιασμένη από τον γράφοντα, ικανή να στηρίξει δύο συζυγή (παράλληλα) διοπτρικά τηλεσκόπια διαμέτρου 105 χιλιοστών, εκ των οποίων το ένα χειριζόταν ο γράφων και το άλλο ο Γιώργος Πιστικούδης. Έγινε λήψη

800 συνολικά φωτογραφιών με τη χρήση των δύο διοπτρικών τηλεσκοπίων.

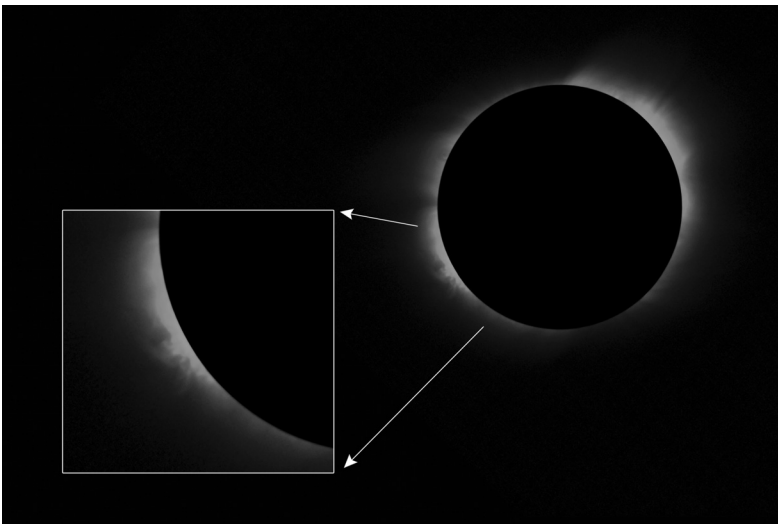
Το τέταρτο πείραμα, η επαλήθευση του πειράματος του A.Eddington "Η μέτρηση της εκτροπής (καμπύλωση) του φωτός των αστέρων λόγω του ισχυρού βαρυτικού πεδίου του Ηλίου" όπως προέβλεπε η θεωρία της Σχετικότητας του A.Einstein, εγκαταλείφθηκε εντελώς μια και οι μεταβολές στις φαινόμενες θέσεις των αστέρων που αναμένονταν να συμβούν κατά τη διάρκεια της ολικής έκλειψης του Ηλίου δεν ξεπερνούσαν τα  $0''.25$  (του δευτερολέπτου της μοίρας), ενώ στην καλύτερη περίπτωση η μεταβολή δεν υπερβαίνει την τιμή του  $1''.68$  όταν το άστρο βρίσκεται ακριβώς στο χείλος του ηλιακού δίσκου. Η μεταβολή φθίνει συναρτησίως της αποστάσεως από το χείλος του Ηλίου. Δεδομένου ότι το εσωτερικό ηλιακό στέμμα έχει φωτεινότητα όμοια με αυτή της Πανσέληνου, είναι εξαιρετικά δύσκολος ο εντοπισμός και η παρατήρηση αστέρων μέσα στο εσωτερικό ηλιακό Στέμμα (των οποίων το φαινόμενο μέγεθός τους δεν ξεπερνά το  $-1,5$  ενώ της Πανσέληνου είναι  $-12,5$ ) πόσο μάλλον η μέτρηση της μεταβολής της θέσης τους. Επίσης η διαταραχή κατά τη διάρκεια της ολικής έκλειψης αυξάνει θεαματικά λόγω της απότομης πτώσης της θερμοκρασίας (αυξάνει η κίνηση των αερίων μαζών), γεγονός που καθιστά την μέτρηση της μεταβολής ακόμα και του  $1''.68$  της μοίρας εντελώς απίθανη. Είναι άξιοι απορίας πως ο A.Eddington μέτρησε αυτή τη μεταβολή επάνω στο φωτογραφικό φιλμ (το οποίο δεν έχει τη διακριτική ικανότητα ενός CCD) τη στιγμή που σήμερα με τα σύγχρονα τεχνικά μέσα δεν είναι εύκολη και σχεδόν αδύνατη η μέτρηση αυτής της μεταβολής (φωτογραφικά). Η γνώμη του γράφοντα, αλλά και επιφανών αστρονόμων είναι ότι ο A.Eddington μάλλον δεν είτε την αλήθεια όταν παρουσίασε τα αποτελέσματα των παρατηρήσεών του το 1919. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι η θεωρία του Einstein περί καμπύλωσης του φωτός υπό την βαρυτική επίδραση ενός σώματος μεγάλης μάζας δεν ισχύει. Άλλωστε η μεταβολή των φαινόμενων θέσεων των αστέρων κοντά στο χείλος του Ηλίου μετρήθηκε με άλλη μέθοδο και ισχύει απόλυτα.



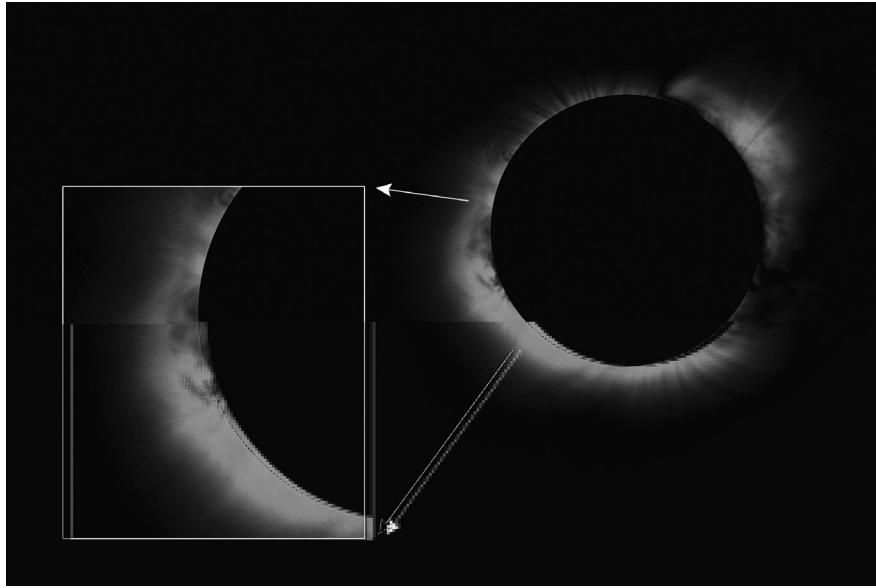
ΦΩΤΟ 1: ΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΔΟΧΙΚΗ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΧΑΛΑΖΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΤΩΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΤΑΔΙΑΚΑ Η ΑΠΟΚΟΠΗ ΤΩΝ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ, ΕΩΣ ΟΤΟΥ ΠΑΡΑΜΕΙΝΕΙ ΜΙΑ ΟΡΙΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΠΡΟΣΚΟΠΤΑ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ. ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑ ΤΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΦΙΑΤΡΟΥ LYOT ΕΥΡΟΥΣ 4 Å (φωτογραφία μέσω φασματογράφου μεγάλης διασποράς)



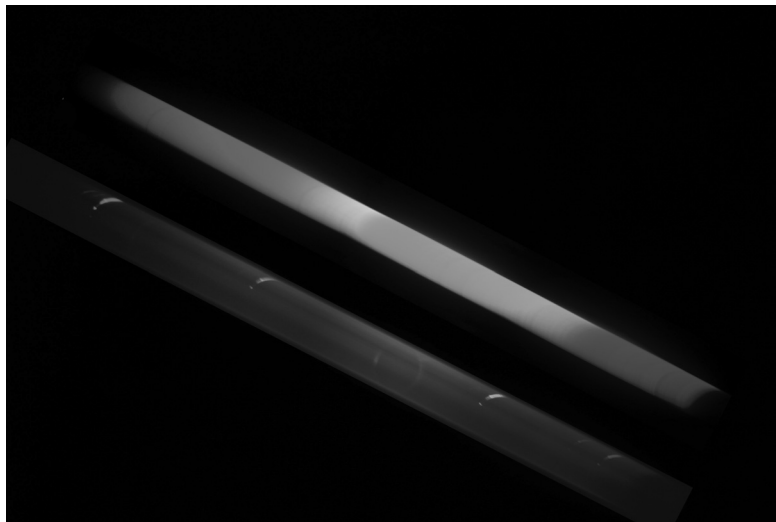
ΦΩΤΟ 2: ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΓΡΑΦΟΝΤΑ (φασματογράφος, κάμερα, θόνη)



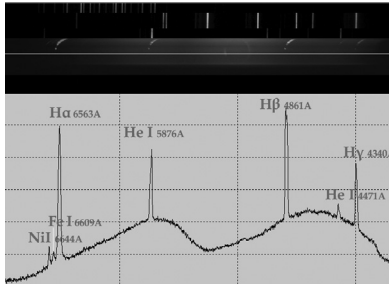
ΦΩΤΟ 3: ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΤΕΜΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΕΚΛΙΨΗΣ ΗΛΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΩΤΙΚΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ LYOT.



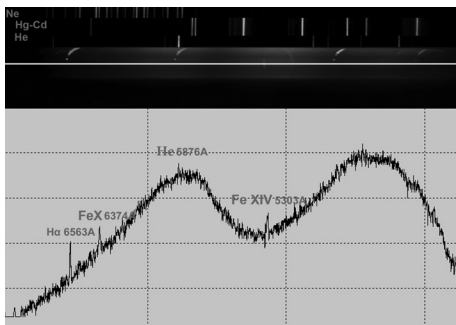
ΦΩΤΟ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΤΟΠΙΝ ΤΗΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΤΟΥ ΣΤΕΜΜΑΤΟΣ (ΣΤΗΝ ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ). Οι "μαύρες" περιοχές αντιστοιχούν στην κατανομή του FeXIV θερμοκρασίας 2.500.000 K



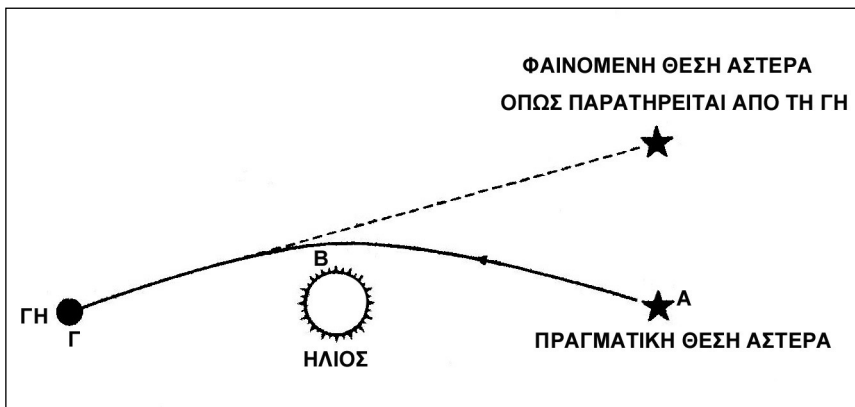
ΦΩΤΟ 5: ΕΠΑΝΩ ΦΑΣΜΑ: ΛΗΨΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΣΩ ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ 4 ΛΕΠΤΑ ΠΡΩΤΟΥ ΚΑΛΥΦΘΕΙ Ο ΗΛΙΟΣ. ΚΑΤΩ ΦΑΣΜΑ: ΛΗΨΗ ΤΟΥ ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΜΕΣΩ ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ ΛΙΓΑ ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΟΛΙΚΟΤΗΤΑ. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΤΕ ΤΙΣ ΙΣΧΥΡΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ "ΠΑΝΩ" ΣΕ ΕΝΑ ΦΩΤΕΙΝΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ



ΦΩΤΟ 6: Η ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΡΩΜΟΣΦΑΙΡΑΣ (λευκή γραμμή). ΠΙΟ ΠΑΝΩ ΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ ΤΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΓΝΩΣΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΩΣ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ (ΚΑΛΙΜΠΡΕΣ)



ΦΩΤΟ 7: Η ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΤΗΣ ΧΡΩΜΟΣΦΑΙΡΑΣ - ΣΤΕΜΜΑΤΟΣ (λευκή γραμμή). ΠΙΟ ΠΑΝΩ ΕΙΚΟΝΙΖΟΝΤΑΙ ΤΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΓΝΩΣΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΩΣ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ (ΚΑΛΙΜΠΡΕΣ)



ΦΩΤΟ 8: ΣΧΗΜΑ ΠΟΥ ΕΙΚΟΝΙΖΕΙ ΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΘΕΣΗ ΕΝΟΣ ΑΣΤΕΡΑ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΩΣ ΤΟΥ ΔΙΕΡΧΕΤΑΙ ΚΟΝΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ (η μεταβολή δεν είναι αντιπροσωπευτικών διαστάσεων). Ο ΑΣΤΕΡΑΣ Α ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΚΑΙ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΟΡΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ Γ. ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΙΚΗΣ ΕΛΔΕΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ Η ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΠΟΡΕΙΑ ΑΒ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΤΟΥ ΑΣΤΕΡΑ ΚΑΜΠΥΛΩΝΕΤΑΙ ΚΑΙ Ο ΑΣΤΕΡΑΣ Α ΕΙΝΑΙ ΟΡΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ Γ. Η ΝΕΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΣΤΕΡΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΥΘΕΙΑΣ ΓΒ ΚΑΙ Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΕΙΧΝΕΙ ΟΤΙ Ο ΑΣΤΕΡΑΣ "ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΕΤΑΙ" ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ.

