

Η διάβαση της Αφροδίτης μπροστά από τον Ήλιο στις 8 Ιουνίου του 2004 – Δ. Η διερεύνηση της ακριβούς φύσης του φαινομένου της Μαύρης Σταγόνας (black drop)



Επίσημο
μέλος.

Ο Brian Cudnick, συντονιστής (coordinator) του τομέα για την παρατήρηση της Σελήνης της ALPO – Association of Lunar and Planetary Observers, χρησιμοποίησε παρατηρήσεις της διάβασης του Ερμή της 15ης Νοεμβρίου του 1999, αφ' ενός στην γραμμή του Υδρογόνου (Hydrogen-alpha) οι οποίες έγιναν από το Ηλιακό αστεροσκοπείο του Prairie View (Prairie View Solar Observatory – PVS0) αφ' ετέρου εικόνες από την διαστημοσυσκευή Trace (Transient Region and Coronal Explorer) στο ολικό φως, το υπεριώδες και το μακρινό υπεριώδες. Με αυτόν τον τρόπο κατέστη δυνατή η σύγκριση του δίσκου του Ερμή σε επιλεγμένες περιοχές του φάσματος (βλέπε τον Πίνακα που ακολουθεί) και να μελετηθεί το 'ιστορικό' φαινόμενο της Μαύρης Σταγόνας.

Μήκος κύματος (σε Å, Angstrom)	Επαφή I	Επαφή II	Επαφή III	Επαφή IV
6563 *	21: 11: 21	21: 22: 45	21: 58: 28	-----
5000	21: 19: 10	21: 41: 40	21: 52: 30	-----
1600	21: 17: 05	21: 36: 50	-----	-----
171 **	21: 09: 35	21: 24: 55	-----	-----

Χρονικές στιγμές (προσεγγιστικά) των επαφών I και II, βάσει των εικόνων οι οποίες έγιναν από το TRACE (Transient Region and Coronal Explorer.)

*Προβλεπόμενες χρονικές στιγμές των επαφών για την περιοχή Houston, του Texas. Οι προβλεπόμενες χρονικές στιγμές για τις επαφές I και II για το PVS0 συμπεριλαμβάνονται για λόγους σύγκρισης μαζί με τις προβλεπόμενες τιμές του TRACE.

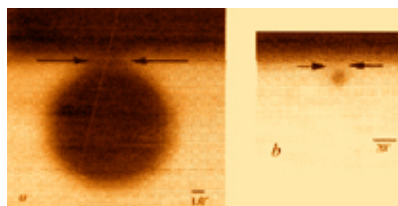
** Η Πρώτη Επαφή (I) , παρατηρήθηκε με την παρεμβολή αξιοσημείωτου θορύβου από τις ζώνες ακτινοβολίας Van Allen.

Πιο συγκεκριμένα, τα αναφερόμενα μήκη κύματος τα οποία αναφέρονται ενωρίτερα, αντιστοιχούν στις εξής φασματικές περιοχές: 171 Å – μακρινό υπεριώδες (Far Ultraviolet), 1600 Å – Υπεριώδες (UV), 5000 Å – Ολικό φως, 6563 Å – γραμμή του Υδρογόνου (H α).

Αν και οι παρατηρήσεις αυτές έγιναν με επαγγελματικό εξοπλισμό σε επαγγελματικές διατάξεις, σήμερα οι ερασιτέχνες είναι πλήρως σε θέση στο να αναπαράγουν το πείραμα και ενθαρρύνονται έντονα στο να κάνουν λεπτομερείς παρατηρήσεις σε μία μεγάλη κλίμακα του φάσματος στην επερχόμενη διάβαση της Αφροδίτης.

Το πλεονέκτημα της διάβασης του Ερμή της 15/11/99, ήταν ότι τουλάχιστον όπως αυτό έγινε ορατό από το πλεονεκτικό σημείο παρατήρησης της διαστημοσυσκευής TRACE, χωρίς την παρεμβολή της Γήινης ατμόσφαιρας και των συνεπακόλουθων αναταράξεων, στο ολικό φως σε εικόνες οι οποίες επικεντρώνονται στα 5000 Å εμφανίζουν μία οριακή διάβαση (grazing) όπου ο δίσκος του πλανήτη δεν εισχώρησε βαθύτερα στην Ηλιακή φωτόσφαιρα από περίπου 1" της μοίρας (1 arc sec.) από χείλος σε χείλος. Σαφώς

και οι εκτιμώμενες χρονικές στιγμές των Επαφών (βάσει των παρατηρηθέντων) για κάθε μήκος κύματος ήταν διαφορετικές. Όπως έγινε ορατός στην γραμμή του Υδρογόνου Α, ο Ήλιος παρουσίασε ένα διπλό χείλος με το 'εξωτερικό' αρκετά αμυδρότερο από το 'εσωτερικό'. Αυτό σίγουρα αποτελεί εντελώς διαφορετική εικόνα από το μοναδικό ευκρινές (οξύ) χείλος το οποίο εμφανίζεται όταν γίνεται ορατός στο ολικό φως. Λόγω αυτής της διαφοράς, το φαινόμενο της Μαύρης Σταγόνας, δεν εμφανίστηκε ως προφανές κοντά στις Επαφές II και III όπως ήταν αναμενόμενο. Αυτό που έγινε ορατό εντούτοις ήταν μία αμυδρή γκρι 'ταινία' η οποία εκτεινόταν από τον δίσκο του Ερμή μέχρι το χείλος των 'ακίδων' spicules κατά την διάρκεια μεγάλου μέρους του φαινομένου όπως αυτό παρατηρήθηκε από το PVS0. Λόγω της εικόνας του 'διπλού χείλους' και της έλλειψης του σαφώς διακεκριμένου του αντιστοίχου του Ηλίου, όπως αυτό παρατηρήθηκε σε τρία από τα τέσσερα μήκη κύματος στα οποία αναφερθήκαμε, το φαινόμενο της Μαύρης Σταγόνας φάνηκε να είναι πολύ λιγότερο εμφανές ακόμη και απόν, σε σύγκριση με την ευρέως φάσματος διερεύνηση του στο ολικό φως.



Εικόνες οι οποίες εμφανίζουν το φαινόμενο της Μαύρης Σταγόνας όπως αυτό κατεγράφη στο H-alpha και στο ολικό φως. Τα βέλη σε κάθε εικόνα επικεντρώνονται στην σκίαση που χαρακτηρίζει το

φαινόμενο. Η κλίμακα
κάθε εικόνας
επιλέχθηκε για να
υπάρξει η μέγιστη
αντίθεση (contrast)
του φαινομένου της
'γκρι σταγόνας'.

Η προηγούμενη εικόνα εμφανίζει το φαινόμενο σε δύο μήκη κύματος, το ολικό φως και το Υδρογόνο A. Μόλις πριν από αυτήν την χρονική στιγμή, η ελάχιστη ένταση του "ομφαλού" – umbilicus – δηλ. η περιοχή της κηλίδας, ήταν αρκούντως σκοτεινή ώστε να χαρακτηριστεί υποκειμενικά ως "Μαύρη Σταγόνα", με την διάφορη του μηδενός τιμή της έντασης της να προκαλείται από διασπορά του φωτός (stray light). Μετά από την δεύτερη επαφή (S.C), η διασπορά (γνωστή ως αποφασιστικός παράγοντας στην ορατότητα του φαινομένου της Μαύρης Σταγόνας) συνέχιζε να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση των φαινομένων της "Γκρι Σταγόνας". Τα χείλη του πλανήτη και του Ηλίου παρέμειναν αρκετά κοντά μεταξύ τους κατά την διάρκεια της διάβασης έτσι ώστε να επιτραπεί στα φαινόμενα τα οποία εμφανίζονται από την διάχυση του φωτός (scattered light) [όπως η περίθλαση (diffraction) και η διάχυση η προκαλούμενη από το όργανο] να συμπίεσουν την ένταση της φωτεινότητας του Ηλιακού δίσκου ανάμεσα στα χείλη των δύο σωμάτων αρκούντως ώστε να παραταθεί η εμφάνιση της "Γκρι Κηλίδας". Ανάμεσα στις Επαφές III και IV, τα φαινόμενα επαναλαμβάνονται αλλά σε αντίστροφη σειρά. Όταν τα χείλη των δύο δίσκων είναι αρκετά κοντά ώστε να παράσχουν (stray light) την αναγκαία παρεμβολή φωτός από διασπορά λόγω ανακλάσεων, η ένταση πέφτει κοντά σε αυτήν του δίσκου του Ερμή προκαλώντας την φαινόμενη "Μαύρη Σταγόνα".

Σε αντίθεση με τις εικόνες οι οποίες έγιναν από το TRACE στο ολικό φως, κανένα ίχνος των φαινομένων της "Μαύρης" ή "Γκρι Σταγόνας" δεν έγινε ορατό στις εικόνες σε μήκη κύματος των 171 Å (Far UV, μακρινό υπεριώδες) και 1600 Å (UV, υπεριώδες). Τα προαναφερθέντα μήκη κύματος καταγράφουν τις υψηλότερες

περιοχές της Ηλιακής ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα να εμφανίζονται και το χείλος του Ηλίου υψηλότερα. Φαίνεται ότι χωρίς ένα σαφώς διακεκριμένο μαύρο ή σχεδόν μαύρο όριο, η ορατότητα των φαινομένων Μαύρης και Γκρι σταγόνας μειώνεται δραστικά ή και γίνεται αδύνατη.

Η Μαύρη και η Γκρι σταγόνα έχουν την ίδια φυσική “ρίζα” κάτι ανάλογο με τους όρους Σκιά και Παρασκιά περιγράφοντας αμφότερες τις συνιστώσες της σκιάς ενός εκτεταμένου αντικειμένου και ως εκ τούτου καταγράφουν τα δύο μέρη του ίδιου φυσικού φαινομένου. Η Γκρι σταγόνα είναι ορατή αμέσως μετά την εξαφάνιση της Μαύρης σταγόνας. Οι Bradhe (1972) και Maltby (1971) εκφράζουν την άποψη ότι το φως από διασπορά λόγω ανακλάσεων (stray light) αποτελεί την μοναδική αιτία των φαινομένων Μαύρης και Γκρι σταγόνας.

Με αυτά τα αποτελέσματα κατά νου, μπορούμε να στρέψουμε την προσοχή μας στα μελλοντικά συμβάντα πλανητικών διαβάσεων. Ένα θέμα τεράστιου ενδιαφέροντος αποτελεί η διάβαση της Αφροδίτης της 8ης Ιουνίου. Αντίθετα με τον Ερμή, ο οποίος ουσιαστικά στερείται παντελώς υπολογίσιμης ατμόσφαιρας, η Αφροδίτη έχει μία πυκνή ατμόσφαιρα η οποία εκτείνεται αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα στο διάστημα. Η παρουσία της ατμόσφαιρας αυξάνει την ορατότητα των φαινομένων της Μαύρης και Γκρι σταγόνας; Οι περισσότεροι επιστήμονες δεν το θεωρούν πιθανό, αλλά δεν είναι απίθανο με συγκεκριμένα φίλτρα απορρόφησης, η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης να αυξήσει την εμφάνιση του φαινομένου της Μαύρης κηλίδας όπως αυτό φαίνεται από το διάστημα. Συγκεκριμένα φίλτρα ευρείας καθώς και στενής φασματικής απόκρισης επικεντρωμένα σε φασματικές γραμμές οι οποίες αντιστοιχούν στα κυρίαρχα συστατικά της ανώτερης ατμόσφαιρας του πλανήτη μπορεί να απορροφήσουν αρκετό φως ώστε να αυξήσουν την ορατότητα των προαναφερθέντων φαινομένων. Από επίγειους σταθμούς, εν τούτοις, η διάχυση του φωτός (scattering) λόγω της κατάστασης της Γήινης ατμόσφαιρας (atmospheric seeing) είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός ο οποίος προκαλεί το φαινόμενο της μαύρης σταγόνας, ο οποίος

ενδεχομένως και να απαλείφει φαινόμενα τα οποία σχετίζονται με την ατμόσφαιρα της Αφροδίτης και τα οποία πιθανά καταγράφονται με τα προαναφερθέντα φίλτρα.

Εν τούτοις, θα ήταν ενδιαφέρον να προσπαθήσουμε να παρατηρήσουμε τα φαινόμενα της Μαύρης και Γκρι σταγόνας μέσα από διάφορα φίλτρα, βλέποντας εάν υπάρχουν αλλαγές στην ορατότητά τους μέσα από αυτά.

Άλλα ενδιαφέροντα φαινόμενα σχετιζόμενα με την διάβαση της Αφροδίτης και τα οποία μπορούν να παρατηρηθούν από αμφοτέρους τους διαστημικούς και επίγειους σταθμούς περιλαμβάνουν την διάθλαση του Ηλιακού φωτός από την ατμόσφαιρα της Αφροδίτης γύρω από τον δίσκο του εισερχόμενου ή εξερχόμενου πλανήτη σχηματίζοντας έναν δακτύλιο φωτός (και πάλι παρατηρήσεις σε ένα ευρύ φάσμα μηκών κύματος προτείνεται εδώ). Μία επισταμένη παρατήρηση αυτής της περίπτωσης θα μπορούσε να παράσχει μερικά ενδιαφέροντα συμπεράσματα σχετικά με τα οπτικά φαινόμενα των πλανητικών διαβάσεων κάτω από διαφορετικές συνθήκες, και για έναν πλανήτη χωρίς ατμόσφαιρα (Διαβάσεις του στο παρελθόν και μελλοντικές) έναντι αυτών ενός πλανήτη με πυκνή ατμόσφαιρα.

Κάποιος θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει έναν πλανήτη υπό διάβαση ως εμπόδιο για την απότομη αποκοπή του φωτός (Knife edge) για την μέτρηση πολύ μικρής κλίμακας χαρακτηριστικών της Ηλιακής ατμόσφαιρας της τάξεως των 10 km. Άλλα χαρακτηριστικά της Ηλιακής ατμόσφαιρας όπως Προεξοχές (prominences), Νήματα (filaments) και Ακίδες (spicules) ευνοϊκά τοποθετημένες φωτοσφαιρικές και χρωμοσφαιρικές δομές πολύ μικρής κλίμακας, οι οποίες μπορούν να παρατηρηθούν κοντά στις χρονικές στιγμές των επαφών πρώτης (Ft.C) και τέταρτης (Fh.C), είναι δυνατόν να γίνουν. Οι μετρήσεις αμφοτέρων εισόδου και εξόδου είναι χρήσιμες για την εξαγωγή συμπερασμάτων τα οποία αφορούν πιθανές βραχυπρόθεσμες (μικρής χρονικής κλίμακας) αλλαγές στα μεγέθη των μετρούμενων χαρακτηριστικών. Το μειονέκτημα της χρήσης του Ερμή για τέτοιου είδους μετρήσεις είναι ότι η πιθανότητα της επιθυμητής διέλευσής του από κάποιον σχηματισμό είναι μικρή. Οι προτάσεις αυτές του έχουν γίνει από τον

αστρονόμο Hyder και μπορούν πια να εκπονηθούν από εκπροσώπους της ερασιτεχνικής αστρονομικής κοινότητας και παράλληλα παρέχουν μία παρότρυνση προς την συνεργασία επαγγελματιών και ερασιτεχνών αστρονόμων.

Απαιτούνται επίσης, μελέτες ταυτόχρονα χωρικής και χρονικής υψηλής ανάλυσης των επαφών II και III. Ενθαρρύνεται η βιντεοσκόπηση με ένα επαρκώς εξοπλισμένο με φίλτρα τηλεσκόπιο στην μέγιστη δυνατή ανάλυση που θα επιτρέψει ένας δεδομένος σταθμός παρατήρησης. Υπάρχει εξαιρετικό ενδιαφέρον όσον αφορά την εξέλιξη του φαινομένου της Μαύρης – Γκρι σταγόνας και το πως αυτό διαφοροποιείται από την γραμμή του Ασβεστίου (Ca – K) στην γραμμή του Υδρογόνου A (Hydrogen-Alpha) στο ολικό φως, στο εγγύς υπέρυθρο – Near Infrared, (όπως ένα φίλτρο Wratten 87C) θα μπορούσε να αποκαλύψει.

Κυρίως όμως, περισσότερο λεπτομερείς μελέτες αυτών των φαινομένων μπορεί να μας πριμοδοτήσουν με μεγαλύτερη επίγνωση ως προς την ορατότητά τους στο παρελθόν και να μας χαρίσουν μεγαλύτερη κατανόηση όσον αφορά τους παράγοντες οι οποίοι διέπουν την εμφάνισή τους.

Αναφορές

1) The Strolling Astronomer, Volume 46, No1, Winter 2004, p. 9-12.

By Brian M. Cudnick, Coordinator, ALPO Lunar Section, Lunar Meteoric Search Program.