



Στο εξώφυλλο του 6ου τεύχους δημοσιεύτηκε η φωτογραφία του κ. Ελευθεριάδη. Στη φωτογραφία, η σκιά ενός αεροπλάνου προβάλλεται στα σύννεφα και περιβάλλεται από ένα κυκλικό ουράνιο τόξο. Η ερμηνεία φαίνεται να δυσκόλεψε.

Σύμφωνα με τον **Ηλία Καλογήρου**, Υπεύθυνο του Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλείας:

Αυτό που αποκαλούμε “ουράνιο τόξο” αναφέρεται συνήθως στην έγχρωμη ζώνη κατά τη διάρκεια βροχής ή όταν έχει βρέξει που το σχήμα της αποτελεί τμήμα ημικύκλιου ή είναι ημικύκλιο. Το ουράνιο τόξο (σύμβολο ελπίδας και αισιοδοξίας) δημιουργείται όταν η διεύθυνση των ακτίνων του φωτός από τον Ήλιο και η διεύθυνση των εξερχόμενων ακτίνων από τα σταγονίδια του νερού (μετά από μία εσωτερική ανάκλαση) σχηματίζουν γωνία 42° περίπου. Το μάτι του παρατηρητή βρίσκεται στη κορυφή ενός κώνου του οποίου η μισή βάση είναι το ουράνιο τόξο και το άνοιγμα του κώνου είναι 42° .

Αν υπάρχουν σταγόνες νερού όχι μόνο πάνω αλλά και κάτω από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από τη θέση του παρατηρητή, τότε το ουράνιο τόξο θα είναι μεγαλύτερο του ημικυκλίου ή και πλήρης κύκλος. Αυτό συμβαίνει π.χ. όταν ο παρατηρητής έχει μπροστά του γκρεμό ή βρίσκεται σε αεροπλάνο κατά την πτήση (όπως φαίνεται στο ακόλουθο βίντεο https://www.youtube.com/watch?v=lXaCl8_gdio) κ.λπ.

Είναι άραγε αυτό που φωτογράφησε ο κ. Ελευθεριάδης ένα ουράνιο τόξο που οφείλεται στη παρουσία των νεφών; Έχουν παρατηρηθεί ουράνια τόξα (Greenler, 1989) σε ύψη πάνω από τα σύννεφα. Αν έχουμε μια σχεδόν επίπεδη νέφωση με σταγονίδια διαμέτρου $10\mu\text{m}$ περίπου, τότε πάνω της μπορεί να προβληθεί η εικόνα του ουράνιου τόξου με άνοιγμα κώνου 42° (συχνά λευκή λόγω αλληλοεπικάλυψης των έγχρωμων τμημάτων τα οποία έχουν διευρυνθεί λόγω περίθλασης των ακτίνων του ουράνιου τόξου πάνω στα μικροσκοπικά σταγονίδια ή στους παγοκρυστάλλους). Μάλιστα δε το σχήμα της προβολής μπορεί να είναι υπερβολή ή έλλειψη ή κύκλος ανάλογα με τη θέση του Ήλιου ως προς το αεροπλάνο και βέβαια δεν μπορούμε να το δούμε ολόκληρο παρά τμήμα του.

Παρατηρώντας τη φωτογραφία διαπιστώνουμε την ύπαρξη δύο σειρών έγχρωμων πλήρων δακτυλίων με την ίδια διαδοχή χρωμάτων και ακόμη ότι το γωνιακό άνοιγμα των δακτυλίων είναι μάλλον μικρότερο από αυτό του ουράνιου τόξου. Αυτές οι διαπιστώσεις μας απομακρύνουν από τη παραδοχή ότι πρόκειται για ουράνιο τόξο.

Το φαινόμενο της φωτογραφίας λέγεται **αίγλη** (στα αγγλικά ο όρος είναι glory) και εξηγείται ως εξής (Pascuzzi, 1998).

Στη περιοχή σχηματισμού της αίγλης υπάρχουν σφαιρικά σταγονίδια νερού ή παγοκρύσταλλοι με διάμετρο περίπου 15 έως 25 μm που συμπεριφέρονται σαν “ανοίγματα” περίθλασης για το προσπίπτον ηλιακό φως. Αν θεωρήσουμε την ευθεία που ενώνει τον Ήλιο και τον παρατηρητή τότε σ’ ένα σημείο αυτής πέραν του παρατηρητή και στην αντίθετη μεριά απ’ τον Ήλιο θα είναι το κέντρο των ομόκεντρων δακτυλίων περίθλασης (αντι-ηλιακό σημείο) που βλέπει ο επιβάτης-παρατηρητής. Για κάθε χρώμα (δηλ. για κάθε μήκος κύματος) θα δημιουργούνται ομόκεντροι σκοτεινοί και φωτεινοί δακτύλιοι λόγω συμβολής. Δεδομένου ότι ο δείκτης διάθλασης του νερού μειώνεται καθώς το μήκος κύματος του φωτός αυξάνει, το μεγαλύτερο μήκος κύματος φωτός (κόκκινο) θα ταξιδέψει γρηγορότερα στην σταγόνα νερού, ενώ το μικρότερο μήκος κύματος φωτός (μπλε) θα ταξιδέψει βραδύτερα στο σταγονίδιο. Ως αποτέλεσμα, το κόκκινο φως διαθλάται (και ως εκ τούτου σκεδάζεται) λίγο και το μπλε φως σκεδάζεται περισσότερο. Επακόλουθα το εξωτερικό τμήμα της αίγλης εμφανίζεται κόκκινο, ενώ το εσωτερικό τμήμα μπλε. Η δεύτερη σειρά έγχρωμων δακτυλίων που παρατηρούμε στη φωτογραφία (αχνά χρώματα) προέρχεται από δακτυλίους ανώτερης τάξης. Ένας πρόσθετος τώρα, πιο περίπλοκος μηχανισμός επιστρέφει αυτό το διασκεδασμένο φως πίσω κατά μία κατεύθυνση από τα σταγονίδια προς τον παρατηρητή του αεροπλάνου. Αυτός είναι ο λόγος που κάθε επιβάτης βλέπει τη δική του αίγλη. Η σκέδαση αυτή γίνεται στις ακμές των σταγονιδίων του νερού.

Πιθανολογώ ότι ο κ. Ελευθεριάδης καθόταν λίγο πιο πίσω από τα φτερά (προς την ουρά) και μάλιστα το παράθυρό του βρισκόταν σε αντίθετη μεριά απ’ ό,τι ήταν ο Ήλιος. Το πού κάθεται ο επιβάτης το βρίσκουμε αν δούμε σε ποιο σημείο της σκιάς του αεροσκάφους βρίσκεται το κέντρο των δακτυλίων. Αν καθόταν σε θέση κοντά στο πιλότο, τότε το κέντρο των δακτυλίων θα βρισκόταν στη μύτη της σκιάς του αεροπλάνου.

Σημειώνεται ότι η γωνιακή διάμετρος της αίγλης δεν είναι συνάρτηση της απόστασης μεταξύ του παρατηρητή (δηλαδή, του εν πτήση σκάφους) και του σύννεφου (δηλ. της οθόνης). Μόνο η διάμετρος των αιωρούμενων σταγονιδίων νερού είναι υπεύθυνη για το παρατηρούμενο γωνιακό μέγεθος της αίγλης, όπως ακριβώς το πλάτος της σχισμής (d) συνδέεται άμεσα με την παρατηρούμενη απόσταση μεταξύ μεγίστων (x) σε ένα πρότυπο περίθλασης μονής σχισμής. Έτσι κατά τη κίνηση του αεροπλάνου μπορεί η σκιά του να μεταβληθεί σε μέγεθος ή και να εξαφανιστεί, αλλά η γωνιακή διάμετρος της αίγλης θα παραμείνει σταθερή.

Η αίγλη δεν είναι σπάνιο οπτικό φαινόμενο κατά την πτήση με αεροπλάνο και αν θέλουμε να απαθανατίσουμε το θέαμα αυτό της φύσης θα πρέπει να έχουμε έτοιμη τη φωτογραφική μηχανή.

Βιβλιογραφία

Greenler, R. (1989). *Rainbows, Halos, and Glories*, Cambridge University Press, pp. 10-12 & 139-146.

Pascuzzi, E. (1998). The glorious glory. *The Physics Teacher* , Vol. 36, 164 -166.

Ευχαριστούμε όλους και όλες που έστειλαν τις απαντήσεις τους. Περιμένουμε τις απαντήσεις σας και για τη φωτογραφία του εξώφυλλου του 7ου τεύχους καθώς και προτάσεις για τη διδακτική της αξιοποίηση.