

Η αφρικανική σκόνη και το μυστήριο του κόκκινου ουρανού

 [klik.gr/2024/04/29/i-afrikaniki-skoni-kai-to-mystirio-toy-kokkinoy-ouyanoy/](https://www.klik.gr/2024/04/29/i-afrikaniki-skoni-kai-to-mystirio-toy-kokkinoy-ouyanoy/)

Κώστας Παπαχρήστου

April 29, 2024



Γιατί η αφρικανική σκόνη «έβαψε» κόκκινο τον ουρανό; Όχι βέβαια επειδή «μας ψεκάζουν»!

Τη μέρα ο ουρανός φαινόταν αρρωστημένα κιτρινωπός. Κατά το βράδυ, όμως, το χρώμα του αποκτούσε υπερκόσμια όψη καθώς έτεινε προς το κόκκινο. Οι (γνωστοί και λιγότερο γνωστοί) συνωμοσιολόγοι δεν άργησαν να αποφανθούν ότι κάποιες δόλιες δυνάμεις «μας ψεκάζουν» (το υποτιθέμενο κίνητρο του «ψεκασμού» ομολογώ μου διαφεύγει). Η αληθινή αιτία του φαινομένου, εν τούτοις, είναι επιστημονικά τεκμηριωμένη. Αφορά τη γνώριμη σε όλους **αφρικανική σκόνη** – που μας επισκέφθηκε ξανά πρόσφατα – και τις αλλοιώσεις που αυτή προκαλεί στα φυσικά χρώματα της ατμόσφαιρας.

Αλλά, ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή...

Ο μεγαλύτερος θεωρητικός φυσικός του 19ου αιώνα, **James Clerk Maxwell** (1831-1879), έκανε την πρόβλεψη (δυστυχώς δεν πρόλαβε να την δει να επαληθεύεται εργαστηριακά) ότι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο έχει κυματικές ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα, κάθε χρονική μεταβολή (διαταραχή) του πεδίου σε ένα σημείο του χώρου διαδίδεται με πεπερασμένη ταχύτητα στον χώρο υπό μορφή **ηλεκτρομαγνητικού κύματος**. Στην πιο απλή

περίπτωση, αυτό που διαδίδεται είναι μία «ταλάντωση» του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου, με συγκεκριμένη συχνότητα (αριθμό ταλαντώσεων στη μονάδα του χρόνου). Η ταχύτητα διάδοσης της ταλάντωσης είναι ίδια με την ταχύτητα του φωτός, πράγμα που έκανε τον Maxwell να συμπεράνει ότι το ίδιο το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Γενικά, η μεταφορά ενέργειας μέσω ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος ονομάζεται **ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία**.

Όταν ένα *μονοχρωματικό* ηλεκτρομαγνητικό κύμα (που περιέχει μία μοναδική συχνότητα, δηλαδή ένα «χρώμα») προσπίπτει σε ένα άτομο ενός υλικού μέσου, θέτει σε ταλάντωση τα ηλεκτρόνια του ατόμου με συχνότητα ίση με εκείνη του κύματος. Αυτό έχει σαν συνέπεια το ίδιο το άτομο να εκπέμπει, τώρα, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με την ίδια συχνότητα. Όμως, η δευτερογενής αυτή ακτινοβολία από τα άτομα του υλικού εκπέμπεται σε τυχαίες κατευθύνσεις, σε αντίθεση με την καλά καθορισμένη κατεύθυνση που είχε το αρχικό κύμα. Λέμε ότι το κύμα αυτό υπέστη **σκέδαση** κατά τη διέλευσή του από το υλικό μέσο.

Στο φαινόμενο της σκέδασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας οφείλεται το παρατηρούμενο χρώμα του ουρανού. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στα άτομα της ατμόσφαιρας της Γης καλύπτει μία ευρεία περιοχή συχνοτήτων (λευκό φως), αλλά η ενέργεια που απορροφάται και επανεκπέμπεται (σκεδάζεται) από τα ατμοσφαιρικά άτομα αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο μέρος της στις υψηλότερες συχνότητες. Έτσι, η σκέδαση είναι εντονότερη στο μπλε απ' ό,τι στο κόκκινο. Όταν λοιπόν κοιτάζουμε τον ουρανό την ημέρα, αυτό που παρατηρούμε είναι το σκεδαζόμενο μπλε φως, εκτός αν κοιτάξουμε απευθείας στον Ήλιο οπότε βλέπουμε το κιτρινωπό χρώμα του (ό,τι απομένει από το λευκό μετά την αφαίρεση ενός σχετικά μικρού μέρους από το μπλε). Από την άλλη μεριά, το ξημέρωμα και το σούρουπο οι ακτίνες του Ήλιου μάς έρχονται από τα βάθη του ορίζοντα και διατρέχουν πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις μέχρι να φτάσουν σ' εμάς. Έτσι, μεγάλο μέρος από την μπλε συνιστώσα του ηλιακού φωτός έχει ήδη αφαιρεθεί λόγω της σκέδασης στην ατμόσφαιρα, πράγμα που εξηγεί γιατί ο Ήλιος μάς φαίνεται κοκκινωπός τις ώρες εκείνες [1].

Τα πιο πάνω ισχύουν με την προϋπόθεση ότι η ατμόσφαιρα είναι σχετικά καθαρή, δηλαδή δεν περιέχει σημαντικό ποσοστό ξένων σωματιδίων. Ας φανταστούμε τώρα ότι, εκτός από τα συνήθη ατμοσφαιρικά άτομα, υπάρχει στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας ισχυρή παρουσία σκόνης. Το ηλιακό φως που προσεγγίζει το έδαφος θα υποστεί τότε μία πρόσθετη σκέδαση που θα επηρεάσει και άλλες, χαμηλότερες συχνότητες ακτινοβολίας. Έτσι, λόγω της σκέδασής τους στα σωματίδια της σκόνης και της διάχυσής τους στην ατμόσφαιρα, οι πρωινές κιτρινωπές ακτίνες του Ήλιου θα κάνουν τον αέρα να φαίνεται κίτρινος, ενώ οι κοκκινωπές ακτίνες του σούρουπου θα «βάψουν» τον ουρανό κόκκινο. Η ίδια η Φύση έχει, τελικά, πολύ μεγαλύτερη φαντασία από οποιαδήποτε ανθρώπινη θεωρία συνωμοσίας!

Είναι εντυπωσιακό ότι, με τις περίπλοκες εξισώσεις του για το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (βλ., π.χ., [2], κεφ. 9 και 10) ο James Clerk Maxwell μας δίνει τη δυνατότητα να ξεκλειδώσουμε τα μυστήρια του ουρανού. Και να ερμηνεύσουμε ένα εντυπωσιακό φυσικό

φαινόμενο που μας προκάλεσε δέος – αλλά και, με κάποιον τρόπο, μας γοήτευσε – πρόσφατα...

Σημειώσεις

[1] Σε ένα ανάλογο φαινόμενο οφείλεται το κοκκινωπό χρώμα της Σελήνης κατά τη διάρκεια μιας έκλειψής της. Αν και βρίσκεται μέσα στη σκιά της Γης, η Σελήνη δέχεται ένα μέρος του ηλιακού φωτός που διαθλάται από τη γήινη ατμόσφαιρα. Έχοντας διανύσει μεγάλες αποστάσεις μέσα στην ατμόσφαιρα, το φως που πέφτει στη Σελήνη διατηρεί μόνο την κόκκινη συνιστώσα του, κάνοντας το φεγγάρι να φαίνεται κοκκινωπό από τη Γη.

[2] <https://arxiv.org/abs/1711.09969>