

Η δημιουργία του κεραυνού

Εξερευνώντας το οπλοστάσιο των Θεών - Η δημιουργία του κεραυνού

Όπλο των πιο δυνατών ανάμεσα στους Θεούς, διαχρονικό σύμβολο δύναμης και ισχύος, φόβος και τρόμος των ανθρώπων σε ολόκληρο τον κόσμο. Η εποχή των μύθων ίσως έχει περάσει, αλλά οι κεραυνοί συνεχίζουν να μας σαγηνεύουν και να προκαλούν δέος. Ακόμη και στις μέρες μας, το συγκεκριμένο ατμοσφαιρικό φαινόμενο αποτελεί σπουδή στην επιστήμη της Φυσικής αλλά και στην ταπεινότητα.



Πως δημιουργείται;

Είναι γνωστό ότι οι κεραυνοί προέρχονται από ηλεκτρισμένα σύννεφα καταιγίδων, αλλά ο ακριβής τρόπος που το νεφικό σύστημα ηλεκτρίζεται έχει ακόμα άγνωστες πτυχές.

Η έντονη **τριβή** μεταξύ των παγοκρυστάλλων στα καταιγιδοφόρα νέφη καταφέρνει να απομακρύνει ορισμένα ηλεκτρόνια από τα άτομά τους. Η διαδικασία αυτή καταλήγει στον πλήρη διαχωρισμό θετικού και αρνητικού φορτίου με το τελευταίο να συγκεντρώνεται στα χαμηλότερα στρώματα της καταιγίδας. Το σύννεφο πλέον θυμίζει έναν γιγάντιο πυκνωτή και γύρω του δημιουργούνται ηλεκτρικά πεδία τεράστιας έντασης. Τόσο μεγάλης μάλιστα που τα ηλεκτρόνια στο έδαφος κάτω από την καταιγίδα απωθούνται και έτσι και η επιφάνεια της Γης φορτίζεται θετικά λόγω επαγωγής.

Κάποια στιγμή η συσσώρευση στατικού ηλεκτρισμού υπερνικά τη φυσική αντίσταση του ατμοσφαιρικού αέρα στην δίοδο του ηλεκτρικού ρεύματος. Και τότε : Ένας τεράστιος σπινθήρας με μήκος χιλιομέτρων, ένταση χιλιάδων Αμπέρ, και θερμοκρασίες μεγαλύτερες από την επιφάνεια του ήλιου δημιουργείται για να εξισώσει την ανομοιογένεια μεταξύ των ηλεκτρικών φορτίων. Ο γνωστός σε όλους μας κεραυνός είναι ένα φαινόμενο που διαρκεί ελάχιστα αλλά με την βοήθεια της Φυσικής και της τεχνολογίας έχει μία τεράστια ιστορία να μας πει.

Ο κεραυνός σε *slow motion*

Καθώς η ένταση του πεδίου της καταιγίδας αυξάνεται, τα άτομα και τα μόρια του αέρα πολώνονται, δηλαδή κατά κάποιον τρόπο "τεντώνουν". Για συγκεκριμένη τιμή της έντασης του πεδίου, οι δυνάμεις που συγκρατούν τα ηλεκτρόνια στις θέσεις τους υπερνικούνται και τότε ο αέρας ιονίζεται, μετατρέπεται δηλαδή σε πλάσμα, μία κατάσταση της ύλης στην οποία τα ηλεκτρόνια χωρίζονται από τους θετικούς πυρήνες. Το πλάσμα είναι εξαιρετικός αγωγός του ηλεκτρισμού και έτσι ωριμάζουν οι συνθήκες που οδηγούν στην ηλεκτρική εκκένωση.

Ο ιονισμός του αέρα όμως δεν είναι απλή υπόθεση και η διαδρομή που θα ακολουθήσει η ηλεκτρική εκκένωση δεν γράφεται ακαριαία, αλλά σε **στάδια**. Στην πραγματικότητα ο κεραυνός ξεκινάει σε τυχαίο σημείο, και αρχίζει να κινείται σε τυχαίες κατευθύνσεις. Δημιουργούνται έτσι πολλές ξεχωριστές γραμμές ιονισμένου αέρα που απλώνονται ακτινικά προς τα έξω σε μία μορφή που θυμίζει τις ρίζες ενός φυτού ενώ παράλληλα ελκύονται προς τις περιοχές των θετικών φορτίων. Αυτές οι γραμμές ακτινοβολούν αμυδρό γαλάζιο - μπλε φως, είναι οι γνωστές διακλαδώσεις των κεραυνών και ονομάζονται "**βηματικοί οδηγοί**" (step leaders).

Οι βηματικοί οδηγοί προχωρούν προς την Γη σε βήματα, που δεν είναι απαραίτητο να σχηματίζουν ευθείες προς το έδαφος. Ο αέρας λόγω της τοπικής ανομοιογένειάς του αλλά και της μορφής του πεδίου δεν ιονίζεται το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις. Έχουμε μάθει ότι η συντομότερη διαδρομή ανάμεσα σε δύο σημεία είναι η ευθεία γραμμή. Στην περίπτωση όμως των ηλεκτρικών πεδίων, οι δυναμικές γραμμές πιθανόν να μην ακολουθούν την συντομότερη διαδρομή, αφού αυτή δεν είναι πάντα και η διαδρομή μικρότερης αντίστασης.



Λεπτομέρειες από την δομή βηματικού οδηγού κεραυνού που βρέθηκε μερικά μέτρα από την κάμερα

Έτσι μέχρι τώρα έχουμε ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σύννεφο με συνεχώς αυξανόμενους βηματικούς οδηγούς να κατευθύνονται σε στάδια προς την επιφάνεια της γης. Την ίδια στιγμή ένα παράλληλο φαινόμενο συμβαίνει στην επιφάνεια. Καθώς οι βηματικοί οδηγοί πλησιάζουν σε αυτήν, τα αντικείμενα αρχίζουν να αντιδρούν στο ακόμα ισχυρότερο ηλεκτρικό πεδίο. Μεταλλικά αντικείμενα καθώς και κάθε είδους ακμές (ψηλά δέντρα, απότομες κορυφές, κεραιές κλπ) αποκτούν τέτοια ποσότητα θετικού φορτίου, που πλέον ιονίζουν με την σειρά τους τον αέρα γύρω τους δημιουργώντας μικρές εκκενώσεις που φαίνεται να τείνουν προς τα επάνω, τις αποκαλούμενες "**ανοδικές ταινίες**" του κεραυνού (Upward streamers).

Το επόμενο που συμβαίνει είναι η συνάντηση ενός βηματικού οδηγού με μία ανοδική ταινία. Ο οδηγός που φτάνει πρώτος την επιφάνεια είναι και αυτός που δημιουργεί την αγώγιμη διαδρομή μεταξύ της Γης και της καταγίδας. Δεν πρόκειται όμως ακόμα για το καταστροφικό χτύπημα του κεραυνού. Ο οδηγός απλά σηματοδοτεί και προετοιμάζει τον δρόμο. Στην συνέχεια μέσα από αυτόν τον δρόμο διοχετεύεται, μαζικά και απότομα, ολόκληρη η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου που είχε συσσωρευθεί στην βάση του νέφους.

Η καταστροφική δύναμη του κεραυνού

Κάθε ηλεκτρικό ρεύμα ως γνωστόν συνοδεύεται από παραγωγή θερμότητας. Έτσι και σε έναν κεραυνό όπου η ένταση του ρεύματος είναι πολύ ισχυρή, η θερμοκρασία που αναπτύσσεται ξεπερνάει αυτήν της επιφάνειας του ήλιου. Αυτή η θερμοκρασία είναι η αιτία της έντονης λάμψης που ονομάζουμε αστραπή. Επιπλέον καθώς ο αέρας θερμαίνεται ξαφνικά σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των **30.000 βαθμών Κελσίου**, διαστέλλεται τόσο απότομα που "εκρήγνυται". Το ωστικό κύμα της έκρηξης απομακρύνεται ταχύτατα από το κανάλι που πέρασε ο ηλεκτρισμός και χάνει γρήγορα ενέργεια καταλήγοντας στο γνωστό σε όλους μας ακουστικό κύμα που ονομάζουμε βροντή.

Η διαπίστωση ότι όλη αυτή η δραστηριότητα λαμβάνει χώρα μέσα σε κλάσματα του δευτερολέπτου είναι εντυπωσιακή. Η δυνατότητα καταγραφής των παραπάνω με την βοήθεια της τεχνολογίας καθώς επίσης και η εξήγησή τους με την επιστήμη της Φυσικής είναι επίσης αξιοσημείωτα δείγματα του θαυμαστού αιώνα στον οποίο ζούμε!

Επιμέλεια κειμένου, έρευνα και φωτογραφίες: [Μανώλης Θράβαλος](#)