

# Κομήτες: Ο φόβος εξ ουρανού

**Δρς Μάνος Δανέζης και Στράτος Θεοδοσίου**

Επίκουροι Καθηγητές Αστροφυσικής

Πανεπιστημίου Αθηνών

Κάποιες φορές, παρατηρώντας τον νυχτερινό ουρανό με τηλεσκόπιο μπορούμε να εντοπίσουμε ορισμένα παράξενα φωτεινά ουράνια σώματα μεγάλων διαστάσεων, τα οποία κινούνται μεταξύ των ακίνητων απλανών αστεριών, πέραν της εκλειπτικής, αφήνοντας τις περισσότερες φορές πίσω τους ουρές μεγάλων μεν διαστάσεων, πολύ μικρής όμως πυκνότητας. Τα σώματα αυτά έχουν ελάχιστη πυκνότητα, ελάχιστη μάζα —μόλις το ένα δισεκατομμυριοστό της γήινης— και μεταβλητή λαμπρότητα, ενώ χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι η *κόμη*, μια φωτεινή δηλαδή νεφέλη, που συνήθως περιβάλλει έναν μικρό στερεό πυρήνα.

Μελετώντας τα ουράνια αυτά σώματα, που λόγω της κόμης τους ονομάζονται *κομήτες*, μπορούμε να διακρίνουμε δύο βασικές περιοχές τους, μία κεντρική, σχεδόν σφαιρική συμπίκνωση, που ονομάζεται *κεφαλή* (με διάμετρο της τάξης των 10.000-100.000 Km) και την *ουρά* τους (με διάμετρο που φτάνει τα 10.000.000 Km). Από το σύνολο των κομητών ελάχιστοι είναι ορατοί με γυμνό μάτι.

Το υλικό το οποίο σχηματίζει τους κομήτες, όπως πιστεύουμε σήμερα, είναι μέρος του πρωταρχικού πλανητικού νεφελώματος, από το οποίο δημιουργήθηκε ολόκληρο το πλανητικό μας σύστημα. Για τον λόγο αυτόν η μελέτη της φύσης των κομητών αποτελεί ένα ερευνητικό πεδίο μεγάλης σπουδαιότητας. Για να κάνουμε πιο σαφές αυτό που λέμε παραπάνω, σημειώνουμε ότι τόσο στους πλανήτες όσο και στους δορυφόρους τους, λόγω του βάρους τους και λόγω του ότι περιφέρονταν γύρω από τον Ήλιο σε σχετικά κοντινές αποστάσεις, το υλικό τους αρχικά κατέρρευσε, στη συνέχεια «έλυωσε», και τέλος σταθεροποιήθηκε. Έτσι έσβησαν τα στοιχεία που θα έδιναν πληροφορίες για την προέλευσή τους. Δεν έγινε όμως το ίδιο και με τους κομήτες, αφ' ενός, μεν, γιατί το βάρος τους είναι σχεδόν αμελητέο και έτσι δεν κατέρρευσαν, όπως οι πλανήτες, αφ' ετέρου, δε —λόγω της μορφής των τροχιών τους— επειδή τον περισσότερο χρόνο βρίσκονται μακριά από τον Ήλιο και έτσι το υλικό τους δεν εξατμίστηκε εξαιτίας της θέρμανσής του απ' αυτόν. Έτσι, τη δυνατότητα μελέτης του πρωταρχικού πλανητικού νεφελώματος και του αρχέγονου υλικού του πλανητικού μας συστήματος, μας την προσφέρουν μόνον οι κομήτες.

Πραγματικά, τεχνητοί δορυφόροι, όπως ο ευρωπαϊκός Giotto, που τον φωτογράφησε από απόσταση 600 Km, οι ιαπωνικοί Σούισε και Σακιγιαόκι, οι αμερικανικοί Ice, Solar Max, Pioneer και οι ρωσικοί Vega 1 και 2, μελέτησαν τον κομήτη του Halley, το 1986, όταν βρισκόταν στο περιήλιο της τροχιάς του, και προσέφεραν ουσιαστικές πληροφορίες για τη χημική σύσταση του πλανητικού μας συστήματος.

Ο συνδυασμός, μάλιστα της μελέτης των κομητών με τη μελέτη των αστεροειδών —μιας περιοχής πλούσιας σε πρώτες ύλες— εντάσσεται στα άμεσα σχέδια των πλανητικών αστρονόμων. Η μελέτη των κομητών θα γίνεται από μια διαστημική πτήση προς τη ζώνη των αστεροειδών (Comet Rendezvous Asteroid Flyby), τις παρατηρήσεις, δε, θα εκτελέσουν η Διάταξη Χιλιοστομέτρων (MMA= Milli-Meter Array) στη Γη, που θα ανιχνεύει ραδιοκύματα, και το Διαστημικό Τηλεσκόπιο Υπερερυθρού (SIRTF=Space Infrared Telescope Facility) στην υπέρυθρη ακτινοβολία.

Παρατηρώντας προσεκτικά την κεφαλή των κομητών θα εντοπίσουμε έναν κεντρικό, αρκετά συμπαγή πυρήνα (με διάμετρο της τάξης των 1-10 Km), ο οποίος περιβάλλεται από το φωτεινό νεφέλωμα που, όπως αναφέραμε, ονομάζεται *κόμη*.

Ειδικότερα ο πυρήνας τους αποτελείται κυρίως από παγοκρυστάλλους νερού και αμμωνίας, που περιλαμβάνουν διάφορες προσμίξεις μετάλλων. Οι τελευταίες μελέτες των λαμπρών κομητών Halley, Hyakutake και Hale-Bopp, από διαστημόπλοια και δορυφόρος όπως τον IUE, το Hubble Space Telescope, το ROSAT και τον IRAS, έδειξαν ότι οι κομήτες περιέχουν παγοκρυστάλλους νερού, αμμωνίας και διοξειδίου του άνθρακα, μεθάνιο, μεθυλική αλκοόλη, αιθάνιο, ακετυλένιο, κυανοακετυλένιο, υδροκυάνιο κ.ά. Όλα αυτά αναμιγνύονται μεταξύ τους, καθώς και με μόρια σκόνης, και γι' αυτόν τον λόγο φαίνεται ότι είναι επιτυχής η ονομασία «βρώμικες χιονόμπαλες», που δόθηκε από τον διάσημο αστροφυσικό Fred Whipple στους κομήτες και από τότε αναφέρεται χαρακτηριστικά σε όλα τα άρθρα ή τα βιβλία που κάνουν λόγο γι' αυτούς.

Η ακτίνα του κομητικού πυρήνα κυμαίνεται από 1 έως 10 Km, ενώ η μάζα του είναι κατ' εκτίμηση της τάξης των  $10^{16}$  έως  $10^{21}$  gr και η επιφανειακή του θερμοκρασία υπολογίζεται θεωρητικώς σε 150 έως 250 K.

Όταν οι κομήτες βρίσκονται μακριά από τον Ήλιο τίποτα το εντυπωσιακό δεν συμβαίνει. Πλησιάζοντας, όμως, το άστρο της μέρας, η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει τον πυρήνα και ο πάγος εξαχνώνεται. Τότε σχηματίζεται η κόμη γύρω από τον πυρήνα και κατόπιν η ουρά του. Η ακτίνα της κόμης εκτείνεται σε ακτίνα  $10^5$ - $10^6$  km και διαστέλλεται με ταχύτητα της τάξης των 0,5 Km/sec.

Οι φαντασμαγορικές ουρές των κομητών συνήθως έχουν κατεύθυνση αντίθετη από τον Ήλιο, μερικοί όμως παραβιάζουν τον γενικό κανόνα προσανατολίζοντας τις ουρές τους προς τον Ήλιο, που στην περίπτωση αυτή ονομάζονται «πώγωνες».

Η παρατήρηση μάς δείχνει ότι οι ουρές διαρκώς μεγαλώνουν, καθώς οι κομήτες πλησιάζουν προς τον Ήλιο (περιήλιο), ενώ στο αφήλιο, στην πιο απομακρυσμένη δηλαδή θέση τους από τον Ήλιο, μηδενίζονται.

Όπως πιστεύουμε σήμερα οι κύριες αιτίες της δημιουργίας της ουρές των κομητών είναι η πίεση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και ο ηλιακός άνεμος που απωθούν τους κόκκους σκόνης και τα ιονισμένα μόρια πέρα από την κόμη και σε διεύθυνση αντίθετη από εκείνη του Ήλιου.

Ενδιαφέρον είναι να αναφερθεί ότι όσο ο κομήτης πλησιάζει τον Ήλιο, τόσο μεγαλώνουν οι διαστάσεις του και δεν ανακλά μόνο το ηλιακό φως, αλλά εκπέμπει όλο και περισσότερη δική του ακτινοβολία.

Εξαιτίας όλων των προηγούμενων, γίνεται φανερό ότι η θερμοκρασία των κομητών στο αφήλιο της τροχιάς τους είναι μόνο λίγοι βαθμοί πάνω από το απόλυτο μηδέν, ενώ στο περιήλιο τους μπορεί να προσεγγίσει τους 4.500 C.

Κάθε χρόνο ανακαλύπτονται 5 έως 10 κομήτες από τους οποίους περίπου οι τρεις είναι περιοδικοί, δηλαδή εμφανίζονται σε σχεδόν τακτά χρονικά διαστήματα.

Σήμερα είναι γνωστοί περισσότεροι από 1.000 κομήτες από τους οποίους οι 400 έχουν παρατηρηθεί πριν ανακαλυφθεί το τηλεσκόπιο.

Με την πάροδο του χρόνου οι κομήτες εξατμίζονται ή διασπώνται σε πολλά κομμάτια, τροφοδοτώντας συνεχώς με τα υπολείμματά τους τα μετεωρικά σμήνη.

Η εμφάνιση των κομητών όσο και των αστεροειδών επιβεβαιώνεται από την πρώτη αναφορά που θα φθάσει στο Κεντρικό Γραφείο Αστρονομικών Τηλεγραφημάτων για Κομήτες και Αστεροειδείς της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης (IAU), που εδρεύει στο Πανεπιστήμιο Χάρβαρντ των Η.Π.Α. Οι κομήτες κατά κανόνα παίρνουν το όνομα των ερευνητών που τους ανακάλυψαν, χαρίζοντάς τους αιώνια δόξα. Έτσι έχουμε π.χ. τους κομήτες του *Halley*, *Encke*, *Ikeya-Seki*, *Bennet*, και πρόσφατα (1997) τον *Hale-Bopp* κ.ά.

Πέρα όμως από το όνομά του, κάθε κομήτης αναφέρεται στους αστρονομικούς πίνακες με το έτος της ανακάλυψής του, συνοδευόμενο από ένα μικρό λατινικό γράμμα (α, b, c, ... ) που δηλώνει τη σειρά ανακάλυψής του μέσα στο έτος. Χάριν παραδείγματος αναφέρουμε τους κομήτες 1970 a και 1970 b.

Μετά τον υπολογισμό των στοιχείων της τροχιάς κάθε κομήτη το λατινικό γράμμα αντικαθίσταται από ένα λατινικό αριθμό I, II, III κ.ο.κ., ο οποίος ταξινομεί τους κομήτες που ανακαλύφθηκαν το ίδιο έτος, σύμφωνα με τη σειρά διάβασής τους από το περιήλιο της τροχιάς τους (π.χ. 1970 I, 1970 II κ.ο.κ.).

### **Οικογένειες κομητών**

Μια ενδιαφέρουσα ομάδα κομητών αποτελούν σαράντα περίπου κομήτες που έχουν το αφήλιο, καθώς και έναν από τους συνδέσμους της τροχιάς τους, πολύ κοντά στην τροχιά του Δία. Αυτό σημαίνει πως όταν κάποτε προσέγγισαν τον Δία συνελήφθησαν απ' αυτόν, μετέβαλλαν την τροχιά τους και από τότε έχουν περίοδο 5 έως 9 έτη, ενώ το αφήλιό τους βρίσκεται σε απόσταση 5 περίπου αστρονομικών μονάδων από τον πλανήτη.

Οι κομήτες αυτοί συγκροτούν μια ομάδα που ονομάζεται οικογένεια του Δία. Ομοιες οικογένειες συγκροτούνται και γύρω από τους πλανήτες Κρόνο, Ουρανό και Ποσειδώνα, που περιλαμβάνουν όμως πολύ λιγότερους κομήτες.

Ο πρώτος κομήτης της οικογένειας του Δία είναι ο κομήτης του *Encke*, που ανακαλύφθηκε το 1786 από τον αστρονόμο Encke, και αναγνωρίστηκε ως μέλος αυτής της οικογένειας το 1819. Η περίοδος του είναι 3,3 έτη και, όπως υπολογίστηκε, μειώνεται κατά 2,5 ώρες σε κάθε του περιφορά.

### **Το πρόβλημα της γέννησης των κομητών**

Μέχρι σήμερα έχουν διατυπωθεί αρκετές θεωρίες, οι οποίες προσπαθούν να εξηγήσουν τις φυσικές διαδικασίες που γέννησαν τους κομήτες. Οι επικρατέστερες από αυτές όμως είναι δύο.

Η πρώτη στηρίζεται στις αρχές της πρωτοπλανητικής θεωρίας και δέχεται ότι αρχικά οι κομήτες δημιουργήθηκαν μέσα στο πρώτο δισεκατομμύριο χρόνια από της δημιουργίας του πλανητικού μας συστήματος. Τότε, σύμφωνα με τις απόψεις της προηγούμενης θεωρίας, γεννήθηκαν ένα τρισεκατομμύριο πρωτοκομήτες που αποτελούνταν από πάγους μεθανίου και αμμωνίας, οι οποίοι είχαν κρυσταλλωθεί γύρω από πυρήνες πυριτίου. Το βάρος καθενός απ' αυτούς υπολογίζεται ότι ήταν  $10^{16}$  γραμμάρια, ενώ η διάμετρός τους δύο περίπου χιλιόμετρα. Σύμφωνα με τις απόψεις του διάσημου Ολλανδού αστρονόμου Jan Oort, οι κομήτες συγκροτούν μια ομάδα  $2 \times 10^{11}$  περίπου αντικειμένων, το λεγόμενο *Νεφέλωμα του Oort*, που η συνολική τους μάζα είναι μικρότερη του ενός εκατοστού της μάζας της Γης. Το νέφος αυτό των κομητών τοποθετείται σε μια απόσταση 50000-150000 αστρονομικές μονάδες (1 α.μ= 149,6 εκατομμύρια χιλιόμετρα). και κάθε ένας από αυτούς διαγράφει τροχιές γύρω από τον Ηλιο μας, με πολύ μεγάλη εκκεντρότητα.

### **Ο κομήτης Shoemaker-Levy 9**

Ένας από τους πιο ενδιαφέροντες κομήτες της οικογένειας του Δία, που απασχόλησε όσο ελάχιστοι την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα αλλά και γενικότερα την κοινωνία στο σύνολό της το καλοκαίρι του 1994, ήταν ο κομήτης Shoemaker-Levy 9 που ανακαλύφθηκε στις 25 Μαρτίου του 1993, από τους Eugene Shoemaker και David Levy.

Το ενδιαφέρον γι' αυτόν τον κομήτη συνίστατο στο ότι —δύο χρόνια πριν τον εντοπισμό του— είχε διασπαστεί, κάτω από την επίδραση των παλιρροϊκών δυνάμεων του Δία, σε τουλάχιστον 20 κομμάτια, τα οποία σχηματίζοντας ένα φωτεινό περιδέραιο, ακολουθούσαν μια τροχιά σύγκρουσης με τον πλανήτη.

Πραγματικά την εβδομάδα 16-22 Ιουλίου του 1994 τα κομμάτια του κομήτη, που ονομάστηκαν αλφαβητικά, άρχισαν να πέφτουν πάνω στον Δία μέσα σε μια στενή ζώνη με μέση συχνότητα πτώσης 7 ώρες.

Οι συγκρούσεις υπήρξαν βιαιότατες. Για παράδειγμα, αναφέρουμε ότι η ενέργεια που απελευθερώθηκε από την πτώση του θραύσματος F ισοδυναμούσε με έκρηξη ισχύος 6 τρισεκατομμυρίων τόνων TNT, δηλαδή εκατοντάδες φορές ισχυρότερη από όλες μαζί τις πυρηνικές κεφαλές του παγκόσμιου οπλοστασίου.

Όπως είναι φανερό, αν το θραύσμα αυτό είχε χτυπήσει τη Γη θα είχε εξαφανίσει, σε μια στιγμή, ολόκληρο τον ανθρώπινο πολιτισμό! Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι πολύ πιθανόν μια παρόμοια σύγκρουση, που ίσως έγινε στο απώτατο παρελθόν της Γης, πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια, να ήταν η αιτία εξαφάνισης των δεινοσαύρων και άλλων εμβίων όντων. Θεωρούν ότι ο αστεροειδής εκείνος είχε διάμετρο 16 Km, έπεσε στη χερσόνησο του Γιουκατάν στην Κεντρική Αμερική και δημιούργησε φοβερά προβλήματα στο οικοσύστημα της Γης! Η σύγκρουση αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι οι ειδικοί γεωλόγοι, έχουν εντοπίσει σε διάφορες περιοχές της Γης, το στοιχείο *ιρίδιο* —άφθονο στους αστεροειδείς— η περιεκτικότητα του οποίου σε ένα γεωλογικό στρώμα εκείνης της περιόδου, πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια, ήταν πολύ μεγάλη.

Όσον αφορά τη σύγκρουση των κομματιών του κομήτη με τον Δία, δυστυχώς κανένας γήινος παρατηρητής δεν μπόρεσε να παρακολουθήσει απ' ευθείας την αλυσίδα των συγκρούσεων, εφ' όσον αυτές έγιναν στην αθέατη πλευρά του Δία. Μια άποψη των συνεπειών των συγκρούσεων πήραμε όταν ο πλανήτης, περιστρεφόμενος, έστρεψε την περιοχή των συγκρούσεων προς τη Γη.

Από μία ευτυχή συγκυρία, όμως, μπορέσαμε να παρακολουθήσουμε απ' ευθείας τις συγκρούσεις των κομητικών θραυσμάτων με τον Δία, μέσω της κάμερας του διαστημικού εργαστηρίου Γαλιλαίος.

### **Ο κατακλυσμός του Νώε**

Σύμφωνα με τον καθηγητή γεωλογίας του Πανεπιστημίου της Βιέννης Αλεξάντερ Κόλμαν (1996), ο κατακλυσμός του Νώε συνέβη το 9.600 π.Χ. όταν ένας κομήτης βγήκε από την πορεία του λόγω των βαρυτικών επιδράσεων του Δία, κομματιάστηκε και κάποια από τα κομμάτια του έπεσαν στη Γη.

Αρχικά τα κομμάτια του κομήτη κατέστρεψαν ένα μεγάλο μέρος του στρώματος του όζοντος αυξάνοντας την ποσότητα του ραδιενεργού άνθρακα 12.

Στη συνέχεια τα περισσότερα κομμάτια έπεσαν στη θάλασσα δημιουργώντας τεράστια παλιρροϊκά κύματα που κάλυψαν τη Γη.

Αλλα μικρότερα κομμάτια έπεσαν στη στεριά προκαλώντας σύννεφα σκόνης που σκοτεινίασαν, όπως αναφέρουν οι Γραφές, τον Ήλιο, ενώ η αναφερόμενη καυστική κόκκινη βροχή, δημιουργήθηκε από οξείδια του αζώτου και νιτρικό οξύ που παρήχθησαν από την ανάφλεξη της γήινης ατμόσφαιρας λόγω της τριβής της με τα κομμάτια του κομήτη.

Στο επόμενο σχήμα υποδεικνύονται από τον Αυστριακό καθηγητή τα σημεία της Γης που πιθανόν έπεσαν τα κομμάτια του κομήτη.

Η προηγούμενη υπόθεση, θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι δεν είναι νέα, εφ' όσον διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Κ. Flamarion το 1992 (Astronomie Populaire σελ. 612, Paris 1992). Η ίδια υπόθεση επαναλήφθηκε και από τον Έλληνα αστρονόμο Κ. Χασάπη το 1970, στο βιβλίο του «Ο Αστήρ της Βηθλεέμ».

## **Ο κομήτης του Halley**

Ο πιο γνωστός απ' όλους τους κομήτες, είναι ο κομήτης του Halley, ο οποίος έχει μέση περίοδο 76 ετών και ήταν γνωστός τουλάχιστον από το 240 π.Χ. Συνεπώς ο κομήτης αυτός ήταν γνωστός από παλαιότερες εποχές, οφείλει όμως την ονομασία του στον γνωστό Αγγλο αστρονόμο Edmund Halley (1656-1742), ο οποίος προσδιόρισε τα στοιχεία της τροχιάς και την περιοδικότητά του. Ο Halley «ανακάλυψε» τον κομήτη το 1700, όταν με βάση τους νόμους του Νεύτωνα απέδειξε ότι οι κομήτες που είχαν εμφανιστεί το 1531, το 1607 και το 1682 δεν ήταν παρά ένα και το αυτό σώμα που επρόκειτο να ξανακάνει την εμφάνισή του το 1758.

Η τελευταία διάβασή του από το περιήλιο της τροχιάς του έγινε το 1986 και η επόμενη θα γίνει το 2062. Σημειώνουμε ότι η μάζα του κομήτη είναι ίση μόλις με το 1/1011 της γήινης. Για ιστορικούς λόγους αναφέρουμε ότι κατά την εμφάνισή του το 1910 δημιουργήθηκε μεγάλος πανικός στους κατοίκους της Γης, καθώς η ουρά του, που αναμενόταν να σαρώσει τον πλανήτη μας, όπως πίστευαν οι αστρονόμοι της εποχής εκείνης, περιείχε μεγάλες ποσότητες υδροκυανίου που θα δηλητηρίαζαν την ανθρωπότητα. Με την άποψη αυτή είχε διαφωνήσει ο τότε καθηγητής της Αστρονομίας του Πανεπιστημίου Αθηνών Δ. Αιγινήτης. Τελικά, όπως αποδείχθηκε, η ποσότητα του δραστικού αυτού δηλητηρίου ήταν πολύ μικρή και δεν δημιουργήθηκε κανένα πρόβλημα για τους κατοίκους της Γης, όπως είχε δηλώσει κατ' επανάληψη ο Έλληνας αστρονόμος.

### **Βιβλιογραφία**

Μάνος Δανέζης και Στράτος Θεοδοσίου: «Το Σύμπαν που αγάπησα», εκδόσεις Διαυλος, Αθήνα 1999.