

ΜΕΤΕΩΡΑ, ΒΡΟΧΕΣ ΜΕΤΕΩΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΙΤΕΣ

Μανόλης Καπετανάκης, ΕΑΕ

ΟΡΙΣΜΟΙ:

Μετέωρο είναι το φωτεινό φαινόμενο που προκύπτει από την είσοδο ενός στερεού σώματος από το διάστημα στην ατμόσφαιρα της Γης.

Μετεωροειδές λέμε το στερεό σώμα από το οποίο προκύπτει το μετέωρο.

Βολίδα είναι το μετέωρο του οποίου η λαμπρότητα φτάνει ή ξεπερνά αυτή των λαμπρότερων πλανητών. Θεωρώντας λοιπόν ότι ο λαμπρότερος πλανήτης, η Αφροδίτη, στην λαμπρότερη φάση της έχει μέγεθος $-4,7$, μπορούμε να πούμε ότι βολίδες είναι τα μετέωρα για τα οποία $m \leq -4,7$.

Μετεωρίτης είναι το τμήμα του μετεωροειδούς το οποίο δεν εξαερώνεται, αλλά φτάνει μέχρι την επιφάνεια της Γης.

Μικρομετεωρίτες λέμε τα μετεωρικά σωματίδια τα οποία έχουν διαστάσεις μικρότερες του 1mm.

Σκόνη λέμε τα σωματίδια που είναι μικρότερα των μικρομετεωριτών.

Αυτοί είναι οι επίσημοι ορισμοί για τα σώματα τα οποία εισέρχονται στην ατμόσφαιρα της Γης από το διάστημα, αλλά όπως παρατηρούμε, κάποιοι δεν είναι και πολύ σαφείς.

ΜΕΤΕΩΡΟΕΙΔΗ, ΒΡΟΧΕΣ ΜΕΤΕΩΡΩΝ:

Ο Ήλιος και οι πλανήτες με τους δορυφόρους τους «κολυμπούν σε μια θάλασσα» από σωματίδια (μετεωροειδή), η οποία στην περιοχή των εσωτερικών πλανητών είναι πυκνότερη. Στην μεγάλη τους πλειοψηφία, τα σωματίδια αυτά προέρχονται από δύο πηγές: τους αστεροειδείς και τους κομήτες.

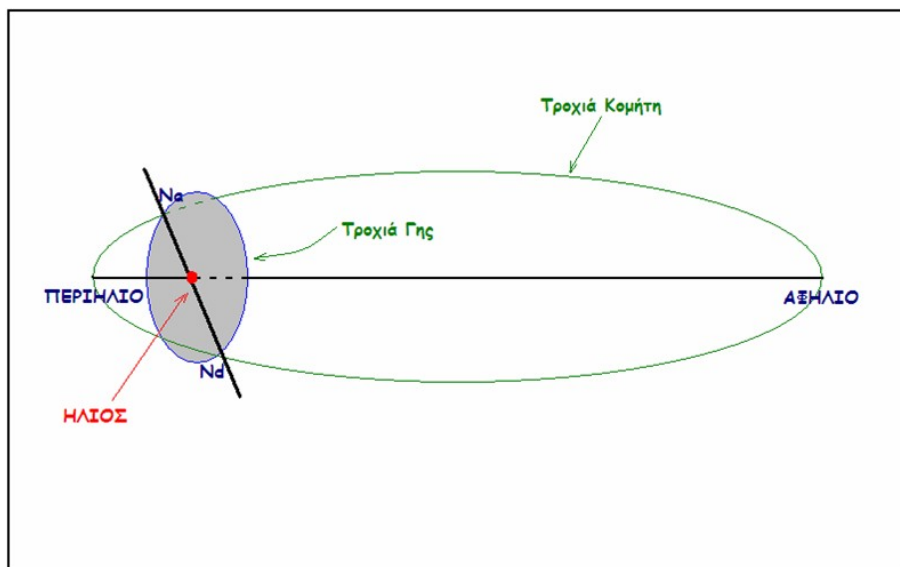
Όπως ξέρουμε, οι **αστεροειδείς** είναι πετρώδη σώματα τα οποία περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο, μεταξύ του Άρη και του Δία. Κατά την περιφορά τους αυτή, κατά καιρούς συγκρούονται μεταξύ τους, τρίβονται κλπ, οπότε κομμάτια, μικρά και μεγάλα, εκτοξεύονται προς διάφορες κατευθύνσεις. Επίσης, είναι δυνατόν οι κοντινοί πλανήτες και ιδιαίτερα ο Δίας με τη μεγάλη βαρύτητά του να μεταβάλλει την τροχιά ενός αστεροειδή. Επομένως, η ζώνη των αστεροειδών συνεχώς τροφοδοτεί τον υπόλοιπο μεσοπλανητικό χώρο με πετρώδη σώματα διαφόρων διαστάσεων, τα οποία στην πορεία τους μπορεί να συναντήσουν τη Γη ή άλλον πλανήτη, και να εξαερωθούν ή να φτάσουν στην επιφάνειά του.

Όσον αφορά τους **κομήτες**, γνωρίζουμε ότι στην περιοχή πέρα από τον Ποσειδώνα και σε αποστάσεις της τάξης των 100au υπάρχει η ζώνη του Kuiper. Εκεί λοιπόν υπάρχει ένας ολόκληρος κόσμος από παγωμένα σώματα (και ο Πλούτωνας) τα οποία περιφέρονται και αυτά γύρω από τον Ήλιο, λίγο – πολύ στο επίπεδο της εκλειπτικής.

Επίσης, πολύ μακρύτερα, στις 100000au, υπάρχει το νέφος του Oort, ένας πολύ μεγαλύτερος κόσμος παγωμένων σωμάτων που κινούνται πολύ αργά, επίσης γύρω από τον Ήλιο, και ο οποίος περιβάλλει σφαιρικά ολόκληρο το Ηλιακό σύστημα. Εδώ είναι και τα όρια του Ηλιακού Συστήματος, με την έννοια ότι η τύχη ενός σώματος που βρίσκεται εκτός αυτών των ορίων καθορίζεται όχι από τον Ήλιο, αλλά από τη συνολική βαρυτική έλξη του γαλαξία, ή από αυτή των γειτονικών άστρων.

Κάποιες φορές λοιπόν, για διάφορους λόγους που μπορεί να προκύψουν καθώς το Ηλιακό μας Σύστημα περιφέρεται γύρω από το κέντρο του Γαλαξία, κάποια από αυτά τα παγωμένα σώματα ξεφεύγουν προς τυχαίες κατευθύνσεις, και μερικά από αυτά πλησιάζουν προς το εσωτερικό Ηλιακό Σύστημα. Οι τροχιές τους τροποποιούνται, και εάν το περιήλιό τους είναι αρκετά κοντά στον Ήλιο, κατά την προσέγγισή τους στη Γη τα ονομάζουμε κομήτες, λόγω της «κόμης» που διαθέτουν. Κατά κανόνα οι βραχυπερίοδοι κομήτες ($T < 200$ έτη) προέρχονται από τη ζώνη του Kuiper ενώ οι μακροπερίοδοι από το νέφος του Oort.

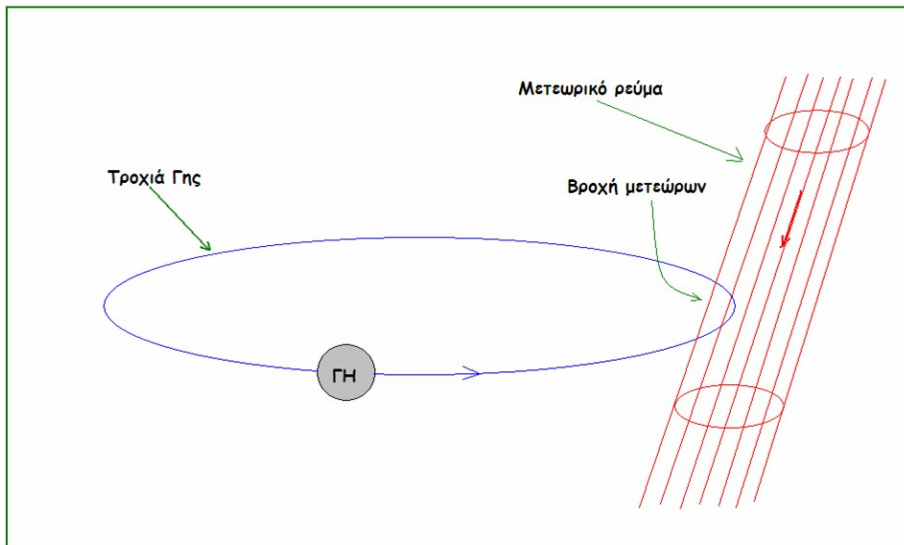
Τα παγωμένα αυτά σώματα αποτελούνται από πάγο περίπου κατά 75% κατά όγκο, κυρίως υδάτινο αλλά και διοξειδίου του άνθρακα, και πετρώδη υλικά. Αν λάβουμε υπόψη μας τις πυκνότητες των υλικών, η μισή μάζα των κομητών είναι πάγος και η άλλη μισή πετρώδης. Όταν λοιπόν ένα τέτοιο σώμα πλησιάσει τον Ήλιο στις 2-3au και λιγότερο, θερμαίνεται επαρκώς για να αρχίσει η εξάχνωση των πάγων του. Αρχίζει τότε να ελευθερώνει και τα στερεά συστατικά του, τα οποία παραμένουν στην ίδια περίπου τροχιά, και μετά από 30 περίπου περιστροφές του κομήτη, έχουν καταλάβει ολόκληρη την τροχιά του. Εάν αυτή η γεμάτη μετεωροειδή τροχιά τέμνει την τροχιά της Γης, εμείς οι άνθρωποι παρατηρούμε μια περιοδική βροχή μετεώρων. Καμιά φορά μάλιστα οι τροχιές τέμνονται σε δύο σημεία, οπότε το ίδιο «ρεύμα μετεωροειδών» (δηλαδή ο ίδιος κομήτης) μας δίδει δύο βροχές μετεώρων στη διάρκεια του έτους. Οι η Υδροχοΐδες και οι Ωριωνίδες προέρχονται από τον κομήτη του Halley (εικόνα 1).



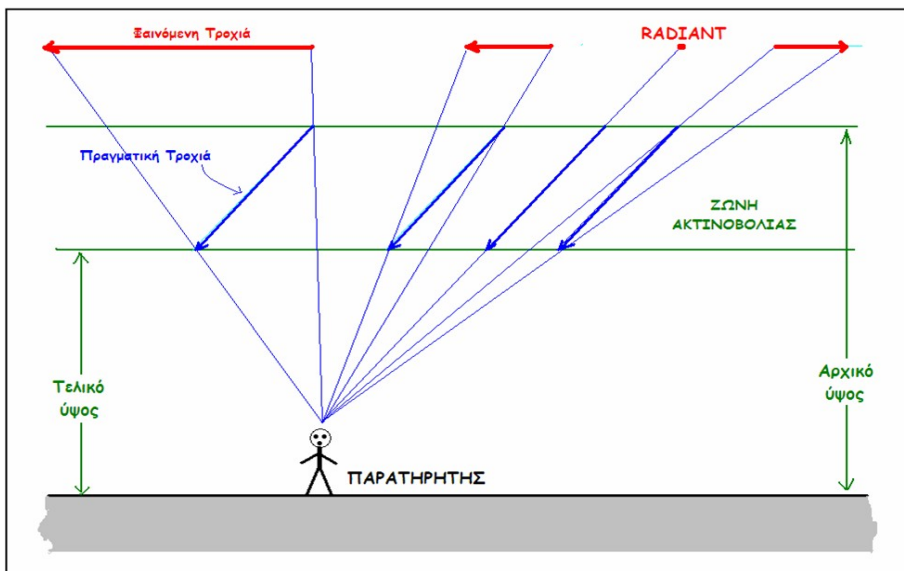
Εικόνα 1

Να αναφέρουμε ότι τα μετεωροειδή δεν παραμένουν ακριβώς στην ίδια τροχιά με τον κομήτη, αλλά σιγά-σιγά απομακρύνονται όλο και περισσότερο. Αυτό οφείλεται αφενός μεν στο ότι όταν εξέρχονται από τον κομήτη έχουν κάποια ταχύτητα (μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες m/sec) η οποία προστίθεται στην ήδη υπάρχουσα (μερικές δεκάδες km/sec) του ίδιου του κομήτη και την διαφοροποιεί ελαφρά, και αφετέρου σε διάφορες επιδράσεις κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους (πίεση της ηλιακής ακτινοβολίας, φαινόμενο Yarkovsky, φαινόμενο Poynting-Robertson, δύναμη Laplace, παρέλξεις πλανητών κλπ). Έτσι εξηγείται το γιατί οι νεώτερες βροχές μετεώρων έχουν μικρή διάρκεια και παρουσιάζουν οξύ μέγιστο, ενώ οι παλιότερες το αντίθετο.

Το γιατί τα μετέωρα στις βροχές μετεώρων φαίνεται να προέρχονται από το ίδιο σημείο (περίπου) του ουρανού, γίνεται κατανοητό από τις εικόνες 2 και 3.



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Αυτό δηλαδή που παρατηρούμε είναι η προβολή των μετεώρων πάνω στον ουρανό, με αποτέλεσμα, ενώ έχουν (σχεδόν) παράλληλες τροχιές, εμείς να νομίζουμε ότι προέρχονται από το ίδιο σημείο του ουρανού, και ότι όσο πιο μακριά από αυτό το σημείο βρίσκονται τόσο μακρύτερη τροχιά έχουν.

ΜΕΤΕΩΡΑ:

Αναφέραμε προηγουμένως ότι μετέωρο ονομάζουμε το φωτεινό φαινόμενο που προκύπτει όταν ένα μετεωροειδές εισέλθει στην ατμόσφαιρα της Γης. Πώς δημιουργείται όμως αυτό το φωτεινό φαινόμενο;

Όταν ένα μετεωροειδές μπαίνει στην ατμόσφαιρα της Γης, η ταχύτητα με την οποία κινείται σε σχέση με τη Γη είναι μεταξύ των 11,2km/sec και 72,8km/sec. Τα 11,2km/sec είναι η ταχύτητα διαφυγής από την επιφάνεια της Γης, και αυτή την ταχύτητα θα έχει ένα σώμα το οποίο ξεκινάει από πολύ μακριά, στα όρια του βαρυτικού πεδίου της Γης, και φτάνει στην επιφάνειά της μόνο με την επίδραση του βάρους του. Τα 72,8km/sec προκύπτουν σαν άθροισμα των 30,3km/sec και 42,5km/sec. Τα 30,3km/sec είναι η ταχύτητα με την οποία κινείται η Γη γύρω από τον Ήλιο όταν διέρχεται από το περιήλιό της, και τα 42,5km/sec είναι η

ταχύτητα διαφυγής του Ηλιακού Συστήματος στην ίδια θέση. Τα 72,8km/sec δηλαδή αναφέρονται σε «μετωπική σύγκρουση» του μετεώρου με τη Γη.

Ο παραπάνω συλλογισμός μας οδηγεί και στο εξής συμπέρασμα: εάν, για ένα γήινο παρατηρητή, ένα μετέωρο κινείται με ταχύτητα μεγαλύτερη από 72,8km/sec, κατά πάσα πιθανότητα έχει «εξωηλιακή» προέλευση. Το σκεπτικό είναι ότι, με ταχύτητα μεγαλύτερη από την διαφυγής, θα είχε ήδη διαφύγει από το Ηλιακό Σύστημα. Η αλήθεια είναι ότι μέχρι σήμερα τέτοια μετέωρα, ορατά με γυμνό μάτι ($m < +6,5$), δεν έχουν παρατηρηθεί. Αντίθετα, πολύ μικρά σωματίδια με πολύ μεγάλες ταχύτητες παρατηρούνται πολύ συχνά από διαστημοσυσσκευές αλλά και από ραντάρ, και αποδίδονται στους αστρικούς ανέμους.

Ας παρακολουθήσουμε λοιπόν τι συμβαίνει σε ένα μετεωροειδές το οποίο μπαίνει στην ατμόσφαιρα της Γης κινούμενο με ταχύτητα μερικών δεκάδων km/sec. Εξαιτίας της τριβής με την ατμόσφαιρα θερμαίνεται, και όταν η θερμοκρασία του φτάσει γύρω στους 2000°C, τυπικά σε ύψος 110 – 120km, αρχίζει να εξαχνώνεται υλικό από την επιφάνειά του με τη μορφή διεγερμένων ή ιονισμένων ατόμων και ηλεκτρονίων. Το μετεωροειδές δηλαδή έχει αρχίσει να χάνει μάζα, ενώ τα μετεωρικά ιόντα συγκρούονται με τα άτομα της ατμόσφαιρας και τελικά δημιουργείται μια ουρά πλάσματος πίσω από το μετεωροειδές, και είναι αυτή που «βλέπουν» τα ραντάρ. Ταυτόχρονα, αποδιεγείρονται τα διεγερμένα άτομα ενώ και τα ηλεκτρόνια επανασυνδέονται με τα θετικά ιόντα εκπέμποντας φωτόνια, και είναι ακριβώς αυτά που εμείς βλέπουμε.

Να σημειώσουμε εδώ ότι οι φασματοσκοπικές παρατηρήσεις δείχνουν ότι τα φωτόνια που παρατηρούμε προέρχονται κυρίως από τα άτομα του μετεωροειδούς και πολύ λιγότερο από τα άτομα της ατμόσφαιρας. Επίσης ότι τα μικρά μετέωρα, με αυτή τη διαδικασία, εξαχνώνονται ολοσχερώς, διατηρώντας πρακτικά σταθερή την ταχύτητά τους σε όλη τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Το φως δηλαδή που εμείς παρατηρούμε αποτελεί ένα κλάσμα της κινητικής ενέργειας ($\frac{1}{2} m v^2$) του μετεωροειδούς, η οποία ενέργεια ελαττώνεται επειδή ελαττώνεται η μάζα και όχι η ταχύτητά του.

Dust-ball model meteoroid

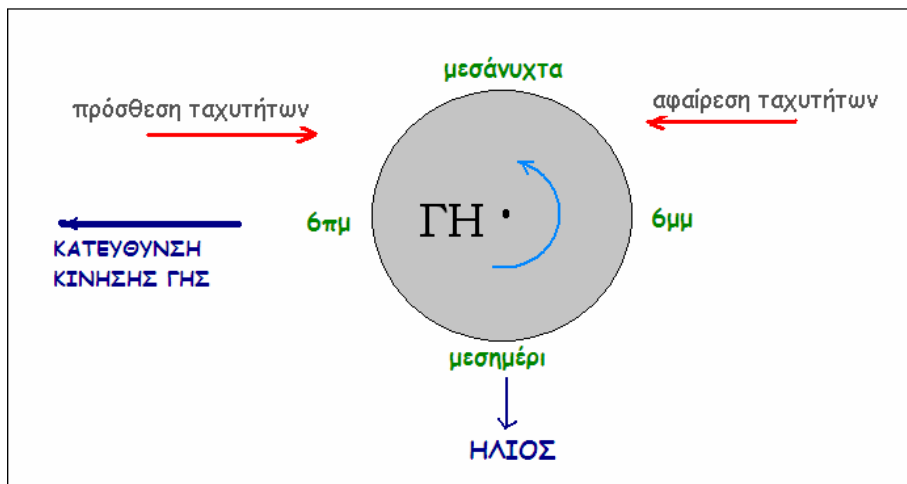


Εικόνα 4

Αναφέραμε προηγουμένως ότι τα **μετέωρα των βροχών** προέρχονται από κομήτες. Ακόμα και στις περιπτώσεις που το γονικό σώμα είναι αστεροειδής, αυτός θεωρείται ανενεργός πυρήνας παλαιού κομήτη. Οι παρατηρήσεις λοιπόν δείχνουν ότι τα μετεωροειδή τα οποία μας δίδουν μετέωρα βροχών δεν είναι συμπαγή, αλλά αποτελούνται από πολυάριθμους κόκκους, κυρίως πυριτίου, οι οποίοι συγκρατούνται μεταξύ τους με ένα είδος «κόλλας» (εικόνα 4). Η «κόλλα» αυτή αποτελείται από ενώσεις ελαφρών στοιχείων, όπως άνθρακας, οξυγόνο, άζωτο κλπ, και έχει σημείο τήξης γύρω στους 1000°C. Όταν λοιπόν το

μετεωροειδές έχει φτάσει σε ύψος περίπου 300km, η θερμοκρασία του είναι επαρκής ώστε να αρχίσει να λιώνει αυτή η «κόλλα», οπότε αρχίζουν να ελευθερώνονται οι κόκκοι του. Στη συνέχεια αυτοί θερμαίνονται επιπλέον, και στους 2000°C αρχίζουν να φωτοβολούν. Εάν το μετεωροειδές ήταν μικρής μάζας, έχει ελευθερώσει όλους τους κόκκους του πριν την έναρξη της ορατής ακτινοβολίας. Τα μεγαλύτερης μάζας εξακολουθούν να ελευθερώνουν κόκκους και κατά τη διάρκεια των φωτεινών φαινομένων. Προφανώς τα παραπάνω δεν αφορούν όσα σποραδικά μετέωρα προέρχονται από συγκρούσεις αστεροειδών, γιατί τα μετεωροειδή τους είναι συμπαγή.

Όσον αφορά τώρα τα **σποραδικά μετέωρα**, ο ρυθμός τους δεν είναι σταθερός. Έχει παρατηρηθεί ότι κατά μέσο όρο είναι μεγαλύτερος στο δεύτερο μισό του έτους απ' ό,τι στο πρώτο, ενώ σε ημερήσια βάση παρατηρούμε τα περισσότερα σποραδικά μετέωρα τις πρώτες πρωινές ώρες και τα λιγότερα τις πρώτες βραδινές. Ικανοποιητική εξήγηση για την ετήσια διακύμανση δεν έχουμε, πέρα από το ότι πρέπει να έχει σχέση με τη φορά κίνησης της Γης όπως περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Για την ημερήσια διακύμανση όμως, το σχήμα της εικόνας 5 είναι διαφωτιστικό.



Εικόνα 5

Στην εικόνα 5, ο άξονας της Γης είναι κάθετος στο επίπεδο του σχήματος, η Γη περιστρέφεται γύρω απ' αυτό τον άξονα αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού, και ταυτόχρονα κινείται προς τα αριστερά, όπως περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Επειδή ο Ήλιος βρίσκεται στο κάτω μέρος του σχήματος, ο τόπος της Γης που βρίσκεται απέναντί του έχει μεσημέρι, ενώ αντιδιαμετρικά έχουμε μεσάνυχτα. Παρατηρούμε λοιπόν ότι για τον γήινο παρατηρητή, τα μετέωρα τις πρώτες πρωινές ώρες έχουν τις μεγαλύτερες ταχύτητες, ενώ τις πρώτες βραδινές τις μικρότερες. Αυτό γιατί τις πρώτες πρωινές ώρες προστίθεται η ταχύτητα περιφοράς της Γης στην ταχύτητα των μετεώρων, ενώ τις πρώτες βραδινές αφαιρείται. Επομένως, για τον γήινο παρατηρητή, τα πρωινά σποραδικά μετέωρα έχουν, για τις ίδιες μάζες, μεγαλύτερες κινητικές ενέργειες και άρα εκπέμπουν περισσότερο φως.

Σύμφωνα με τους Jacchia et al (SAO), μια σχέση που συνδέει το φαινόμενο μέγεθος V (m_V) του μετεώρου στη θέση της μέγιστης λαμπρότητάς του με τη μάζα του μετεωροειδούς (m), την ταχύτητά του (u) και τη γωνιακή απόσταση (ζ) της αρχής του μετεώρου από το ζενίθ, είναι:

$$m_V = 4,84 - 2,25 \cdot \log m - 8,75 \cdot \log u - 1,5 \cdot \log(\sin \zeta)$$

Για παράδειγμα, εάν $\zeta = 45^\circ$ και θεωρώντας την πυκνότητα του υλικού των μετεωροειδών ελαφρώς μικρότερη του νερού, ένα μετεωροειδές 20mm θα δώσει μετέωρο μηδενικού μεγέθους αν κινείται με ταχύτητα 15m/s. Μηδενικό μέγεθος θα μας δώσει όμως και ένα μετεωροειδές 10mm εάν κινείται με ταχύτητα 35m/s. Επίσης, από την παραπάνω σχέση μπορεί κάποιος να έχει μια εκτίμηση για την αρχική μάζα ενός μετέωρου, εφόσον γνωρίζει τα m_v , u και ζ .

ΒΟΛΙΔΕΣ:

Εάν ένα μετεωροειδές μάζας 100g εισέλθει υπό γωνία 45° στην ατμόσφαιρα της Γης και έχει ταχύτητα 25m/s, θα μας δώσει ένα μετέωρο το οποίο στο λαμπρότερο σημείο του θα έχει μέγεθος περίπου -5. Εμείς λοιπόν θα δούμε μια (μικρή) βολίδα.

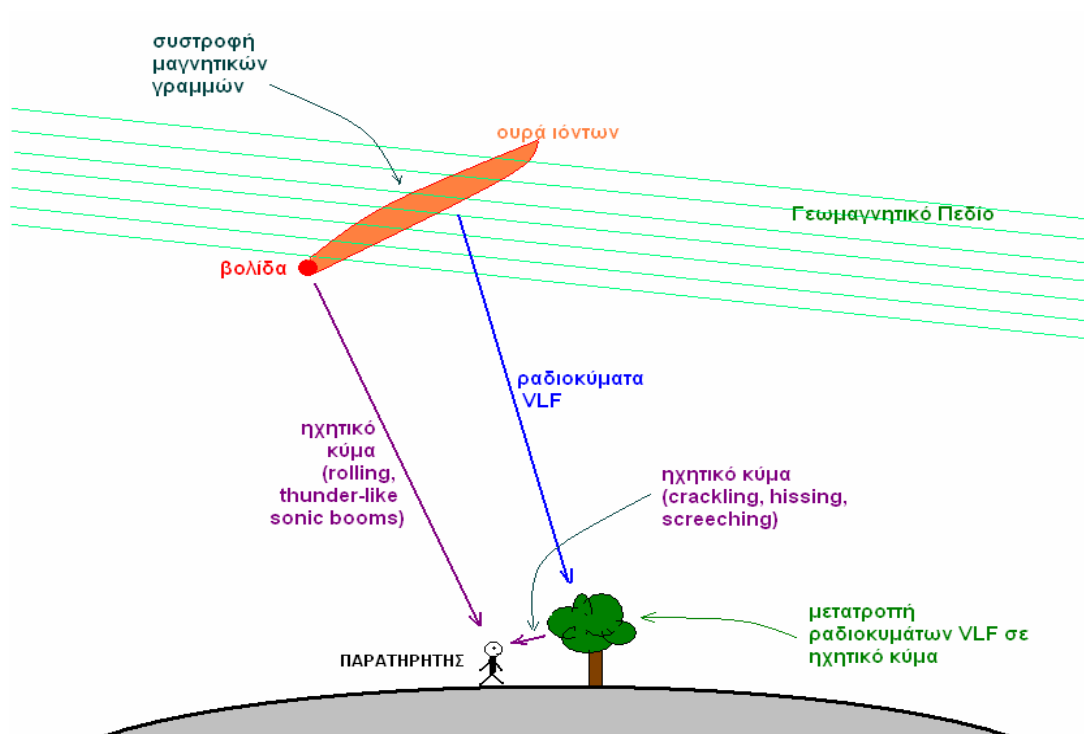
Οι βολίδες είναι πολύ σπάνιες. Μόνο ένα από αρκετές εκατοντάδες ορατά μετέωρα θα είναι βολίδα. Μόνο ένα από 10000 θα είναι λαμπρότερο από -8mag, ενώ ένας συστηματικός παρατηρητής μετέωρων, αν είναι τυχερός, ελάχιστες βολίδες λαμπρότερες από την πανσέληνο θα δει σε όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Άλλες διαφορές των βολίδων από τα μετέωρα είναι το ότι σαφώς κατεβαίνουν σε μικρότερα ύψη, και συχνά δεν προλαβαίνουν να εξαερωθούν εντελώς, οπότε συνοδεύονται από πτώση μετεωρίτη. Επίσης, ενώ όπως είπαμε τα μικρά μετέωρα πρακτικά διατηρούν σταθερή την ταχύτητά τους σε όλη τη διάρκεια των φωτεινών φαινομένων, με τις βολίδες δεν συμβαίνει το ίδιο. Η ταχύτητά τους δηλαδή ελαττώνεται πολύ όσο κατεβαίνουν σε μικρότερα ύψη.

Πολλές φορές οι βολίδες συνοδεύονται από ήχους, και μάλιστα δύο ειδών. Ταυτόχρονα με την παρατήρηση της βολίδας καμιά φορά ακούγεται ένας ήχος ψηλής συχνότητας, κάτι σαν κρακ, χις κλπ, ενώ μετά από μερικά λεπτά ένας ήχος χαμηλής συχνότητας, κάτι σαν βροντή. Και οι δύο ήχοι είναι «κατευθυντικοί», δηλαδή μπορεί να ακουστούν από κάποιον παρατηρητή, αλλά όχι από κάποιον άλλο που απέχει μόλις λίγες εκατοντάδες μέτρα από τον πρώτο.

Το περίεργο είναι στον ήχο ψηλής συχνότητας. Πώς είναι δυνατόν ένα ηχητικό κύμα να διανύσει μια απόσταση δεκάδων χιλιομέτρων σχεδόν ακαριαία, όταν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι το πολύ 340m/s;

Όπως φαίνεται στην εικόνα 6, η βολίδα κινείται μέσα στο γήινο μαγνητικό πεδίο, και η ουρά πλάσματος που αφήνει πίσω της συστρέφει τις μαγνητικές γραμμές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος λίγων KHz (ραδιοκύμα VLF), το οποίο κινούμενο με την ταχύτητα του φωτός φτάνει και στο έδαφος. Εάν εκεί συναντήσει βλάστηση, μετατρέπεται σε ηχητικό κύμα λίγο ψηλότερης συχνότητας, το οποίο γίνεται αντιληπτό από τον παρακείμενο παρατηρητή. Επειδή λοιπόν η μεγάλη απόσταση καλύφθηκε από το Η/Μ κύμα με την ταχύτητα του φωτός, ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τον ήχο σχεδόν ταυτόχρονα με την παρατήρηση της βολίδας.



Εικόνα 6

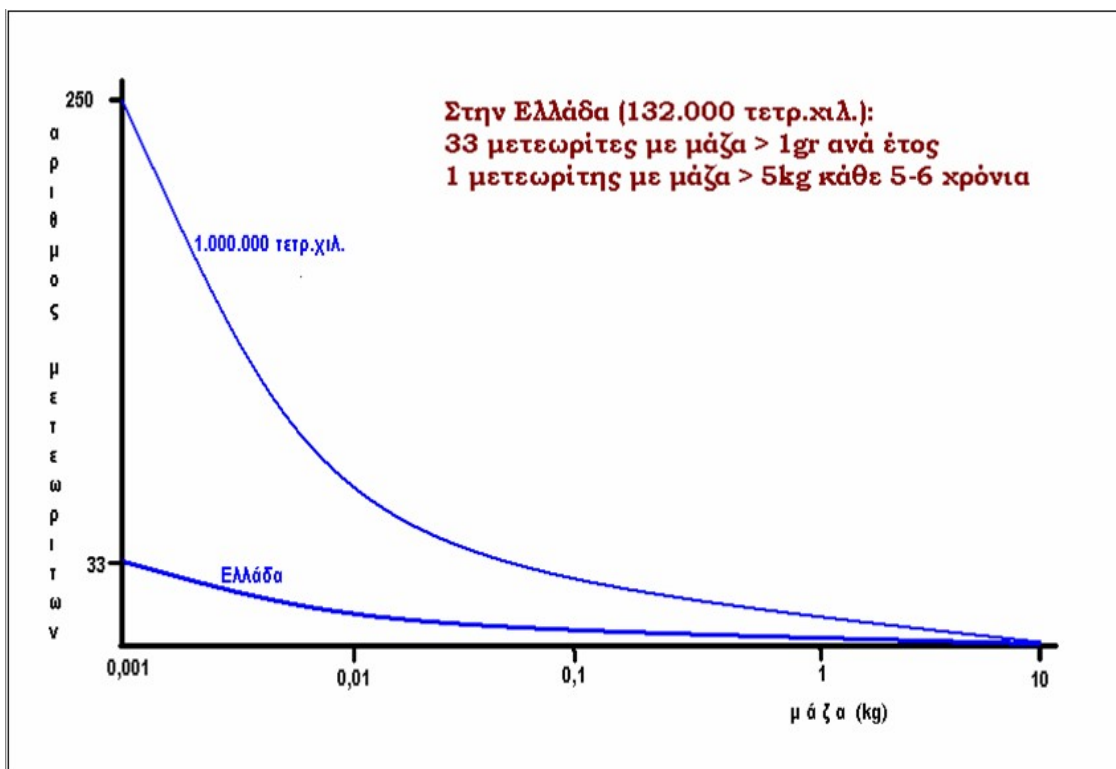
Την ίδια στιγμή με την παραγωγή του Η/Μ κύματος, η βολίδα, κινούμενη υπερηχητικά, παράγει επίσης και ένα κυλινδρικό κρουστικό κύμα το οποίο φτάνει στον παρατηρητή, αλλά με καθυστέρηση, όση χρειάστηκε ο ήχος για να διανύσει την απόσταση των δεκάδων χιλιομέτρων.

ΜΕΤΕΩΡΙΤΕΣ:

Όπως αναφέραμε, ένας μετεωρίτης είναι το τμήμα του μετεωροειδούς που δεν πρόλαβε να εξαερωθεί και έτσι έφτασε μέχρι την επιφάνεια της Γης, και επομένως το αρχικό μετεωροειδές ήταν επαρκώς μεγάλο. Να σημειώσουμε εδώ ότι για κάθε μετεωρίτη σίγουρα έχει προηγηθεί βολίδα, αλλά όχι και αντιστρόφως. Δηλαδή κάθε βολίδα δεν ακολουθείται από πτώση μετεωρίτη.

Πόσο συχνά όμως πέφτουν μετεωρίτες στην επιφάνεια της Γης; Όπως φαίνεται στην εικόνα 7, σε μια έκταση όπως της Ελλάδας πέφτουν κατά μέσο όρο 33 μετεωρίτες μάζας μεγαλύτερης του 1g μέσα σε ένα χρόνο. Όσο όμως αυξάνεται η μάζα τόσο σπανιότεροι γίνονται οι μετεωρίτες, όπως δείχνουν οι καμπύλες στο διάγραμμα. Για παράδειγμα, ένας μετεωρίτης με διαστάσεις λίγων δεκάδων μέτρων πέφτει στην επιφάνεια της Γης κάθε 500 χρόνια (Tunguska, Σιβηρία, 30 Ιουνίου 1908), ενώ ένας με διαστάσεις αρκετών χιλιομέτρων ή δεκάδων χιλιομέτρων, κάθε μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια.

Να αναφέρουμε επίσης πως επικρατεί η άποψη ότι οι μετεωρίτες προέρχονται από αστεροειδείς, και όχι από κομήτες. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο ουδέποτε έχει παρατηρηθεί βροχή μετεωριτών.



Εικόνα 7

Κατά πόσο κινδυνεύουμε, σαν άτομα, από πτώσεις μετεωριτών; Εάν λάβουμε υπόψη μας την συνολική έκταση της ξηράς της Γης, το συνολικό πληθυσμό της, ότι 4 άνθρωποι καλύπτουν επιφάνεια 1m^2 , ότι καθένας μας κατά μέσο όρο βρίσκεται σε ανοικτό χώρο 2 ώρες ημερησίως και ότι ζούμε 100 χρόνια(!), βρίσκουμε ότι η πιθανότητα να μας κτυπήσει μετεωρίτης μεγαλύτερος του 1g είναι **1:1,5δισ, για όλη τη διάρκεια της ζωής μας**. Επομένως δεν συντρέχει κανένας λόγος ανησυχίας. Παρά την αμελητέα όμως πιθανότητα, έχουν καταγραφεί δύο βεβαιωμένες περιπτώσεις κατά τις οποίες κινδύνεψαν άνθρωποι από πτώση μετεωρίτη. Στις 28 Νοεμβρίου 1954 η κυρία Annie Hodges από την Αλαμπάμα κινδύνεψε στο σπίτι της από μετεωρίτη 4kg, ενώ ο δεκατετράχρονος Gerrit Blank πηγαίνοντας για το σχολείο τον Ιούνιο του 2009, κινδύνεψε από ένα μετεωρίτη με μέγεθος μικρού φασολιού ο οποίος του έξυσε το χέρι.

Τέλος, ας κάνουμε ένα συλλογισμό για το ποιες ώρες της ημέρας είναι πιθανότερο να έχουμε πτώση μετεωρίτη. Ένα μετεωροειδές δεδομένης μάζας έχει προφανώς μεγαλύτερες πιθανότητες να μην εξαερωθεί ολοσχερώς, και να δώσει μετεωρίτη, όταν έχει μικρή ταχύτητα. Ακολουθώντας λοιπόν το σκεπτικό της εικόνας 5, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι πιθανότητες πτώσης μετεωρίτη είναι μεγαλύτερες τις απογευματινές και πρώτες βραδινές ώρες, σε αντίθεση με τον αριθμό των ορατών μετεώρων. Πράγματι, τα στατιστικά στοιχεία φαίνεται να επιβεβαιώνουν αυτό το συμπέρασμα.

ΜΙΚΡΟΜΕΤΕΩΡΙΤΕΣ:

Κάθε χρόνο, η συνολική μάζα των μικρομετεωριτών που φτάνουν στην επιφάνεια της Γης υπολογίζεται στους 30000 τόνους. Βέβαια, οι περισσότεροι πέφτουν στη θάλασσα, αφού αυτή καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της Γης.

Οι συνήθεις διαστάσεις τους είναι λίγες εκατοντάδες μm , τα μικρότερα σωματίδια τα ονομάζουμε «μετεωρική σκόνη». Όσον αφορά τη χημική τους σύσταση, αποτελούνται κυρίως από πυρίτιο, σίδηρο και νικέλιο, όπως εξάλλου και όλοι οι μετεωρίτες.

Να αποσαφηνίσουμε εδώ ότι ένας μικρομετεωριτής δεν αποτελεί το υπόλειμμα ενός μεγαλύτερου μετεωροειδούς που εξαερώθηκε μερικώς. Από την αρχή είχε τις ίδιες διαστάσεις. Πώς γίνεται όμως να μη χάνει καθόλου μάζα κατά την πορεία του μέσα στην ατμόσφαιρα, όπως γίνεται με τα μεγαλύτερα μετεωροειδή;

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα σφαιρικό μετεωροειδές, πυκνότητας ρ και ακτίνας R , και ας πάρουμε το λόγο της επιφάνειας προς τη μάζα του.

$$\frac{S}{m} = \frac{4\pi R^2}{\rho \frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3}{\rho R}$$

Παρατηρούμε λοιπόν ότι μειώνοντας την ακτίνα του μετεωροειδούς π.χ. στο μισό, η επιφάνεια ανά μονάδα μάζας διπλασιάζεται. Επειδή λοιπόν η θερμότητα που αναπτύσσεται με την τριβή στην ατμόσφαιρα είναι ανάλογη της κινητικής ενέργειας, η οποία με τη σειρά της είναι ανάλογη της μάζας για δεδομένη ταχύτητα, σύμφωνα με το νόμο Stefan-Boltzmann η διπλάσια τώρα επιφάνεια ανά μονάδα μάζας ακτινοβολεί αποτελεσματικότερα την αναπτυσσόμενη θερμότητα. Το αποτέλεσμα είναι τα μικρότερα μετεωροειδή να επιβραδύνονται γρήγορα με την είσοδό τους στην ατμόσφαιρα, ίσως να λειώνουν και λίγο επιφανειακά, και απλώς να προσγειώνονται στην επιφάνεια της Γης.



Εικόνα 8



Εικόνα 9



Εικόνα 10



Εικόνα 11



Εικόνα 12



Εικόνα 13

Τέλος, εκμεταλλευόμενοι το γεγονός ότι ένας μεγάλος αριθμός μικρομετεωριτών είναι πλούσιοι σε σίδηρο και νικέλιο, χρησιμοποιώντας έναν ισχυρό μαγνήτη μπορούμε να ξεχωρίσουμε μικρομετεωρίτες που είναι αναμεμιγμένοι με άλλα υλικά. Ως γνωστόν, ο σίδηρος, το νικέλιο, το κοβάλτιο και τα κράματά τους είναι τα υλικά που έλκονται από μαγνήτες.

Στην εικόνα 8 φαίνεται ένα καπάκι από βαρέλι, το οποίο είχε μείνει εκτεθειμένο στο ύπαιθρο για 5-6 βδομάδες, σε εξοχικό μέρος στη βορειοανατολική Εύβοια. Με ένα μικρό βουρτσάκι μαζέψαμε το υλικό που είχε εναποτεθεί πάνω του (εικόνα 9) και το τοποθετήσαμε σε ένα άσπρο φύλλο χαρτί (εικόνα 10).

Με το βουρτσάκι απλώσαμε προσεκτικά τη σκόνη στο χαρτί, και περνώντας έναν ισχυρό μαγνήτη (εικόνα 11) κάτω από το χαρτί, ξεχωρίσαμε τους κόκκους της σκόνης που μαγνητίζονταν. Έπειτα, με ένα μικροσκόπιο από αυτά που συνδέονται με υπολογιστή, παρατηρήσαμε τους κόκκους που ξεχωρίσαμε, και συγκρίναμε την εικόνα τους με τις εικόνες μικρομετεωριτών που έχουμε δει. Στην εικόνα 13 φαίνεται ένα «εύρημα» περίπου 350μm (=0,35mm), πιθανότατα μικρομετεωρίτης.

Να τονίσουμε ότι η παραπάνω διαδικασία, όπως και κάθε άλλη που βασίζεται στο ίδιο σκεπτικό, θα πρέπει να εφαρμόζεται μακριά από αστικά κέντρα ή βιομηχανικές περιοχές, επειδή κόκκοι που μαγνητίζονται παράγονται επίσης από πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες που έχουν σχέση με επεξεργασία μετάλλων.