



# Ατμοσφαιρικός ηλεκτρισμός Κεραυνοί

Ματαλλιωτάκη Ειρήνη  
Συνεργάτης 1<sup>ου</sup> & 2<sup>ου</sup> ΕΚΦΕ Ηρακλείου

Σχολικό έτος 2019-2020



Οι κεραυνοί και οι αστραπές  
είναι ηλεκτρισμός

# Μια φορά και έναν καιρό το ισχυρότερο όπλο του Δία ήταν ο κεραυνός...



Ο Δίας με τον κεραυνό του.  
Αττικός ερυθρόμορφος αμφορέας,  
περίπου 470-460 π.Χ. Μουσείο του  
Λούβρου

Στην αρχαιότητα, ο κεραυνός ήταν σύμβολο δύναμης και από τα ισχυρότερα όπλα του Δία. Τον χρησιμοποιούσε για να συνετίσει τους ανθρώπους. Τους κεραυνούς τους κατασκεύαζε ο Ήφαιστος στην Αίτνα και τους έριχνε ο Δίας από τον Όλυμπο (Ησιόδου «Θεογονία»). Πριν γεννηθούν οι Ολύμπιοι θεοί, βασίλευαν οι Τιτάνες, οι οποίοι ήταν παιδιά του Ουρανού και της Γης. Ο Δίας κήρυξε τον πόλεμο, (Τιτανομαχία) στον Κρόνο και στους Τιτάνες, για να τους πάρει την εξουσία. Μετά από χρόνια πολέμου, η Γη προφήτεψε στο Δία πως θα κέρδιζε μόνο αν είχε για συμμάχους του τους φυλακισμένους στον Τάρταρο Κύκλωπες. Ο Δίας τους απελευθέρωσε κι εκείνοι χάρισαν στο Δία τη βροντή, την αστραπή και τον κεραυνό, στον Πλούτωνα την περικεφαλαία και στον Ποσειδώνα την τρίαινα. Στην ελληνική μυθολογία ο Πήγασος, ο φτερωτός ίππος, είναι αυτός που φέρνει τον κεραυνό και τη βροντή του Δία. Αυτή η αρχαία παράδοση για την ερμηνεία του φαινομένου, διασώζεται και σε νεοελληνικές δοξασίες.

# Κεραυνοί από το πολεμικό σφυρί του Θωρ.



Ο κεραυνός ήταν ένα όπλο στα χέρια ενός θεού και στη σκανδιναβική μυθολογία. Σύμφωνα δε με τη μυθολογία των Κελτών και των Γερμανών, οι καταιγίδες, οι βροντές και οι αστραπές, προέρχονται από το διαρκή αγώνα του θεού Θωρ, κατά των εχθρών του ανθρώπου.

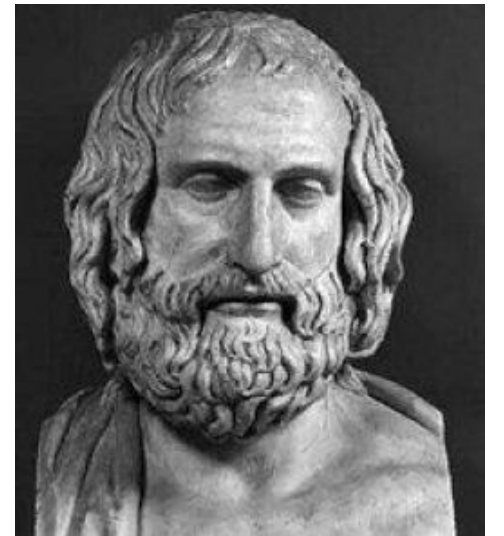
Ο Θωρ είχε ένα πολεμικό σφυρί, το Μγιολνίρ. Αυτό το πολεμικό σφυρί (κατασκευασμένο από τους νάνους Σίντρι και Μπροκκ) έχει τεράστιες καταστροφικές ικανότητες και συνδέθηκε με την αστραπή. Όταν ριχνόταν σε ένα στόχο, επέστρεφε στο χέρι του κατόχου του, αφού έβρισκε το στόχο του. Μόνο ο Θωρ και ο γιος του, ο Μάνι μπορούσαν να το σηκώσουν. Για το χειρισμό του ο Θωρ φορούσε σιδερένια γάντια και μια ζώνη που διπλασίαζε τη δύναμή του. Το διπλανό έργο έχει θέμα τη μάχη του Θωρ εναντίον των γιγάντων.

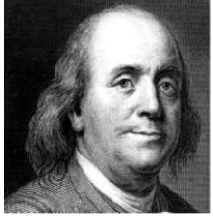
Mårten Eskil Winge, 1872

Εθνικό μουσείο Στοκχόλμη λάδι σε μουσαμά.

# Αναξαγόρας: η σύγκρουση των νεφών προκαλεί αστραπές και βροντές.

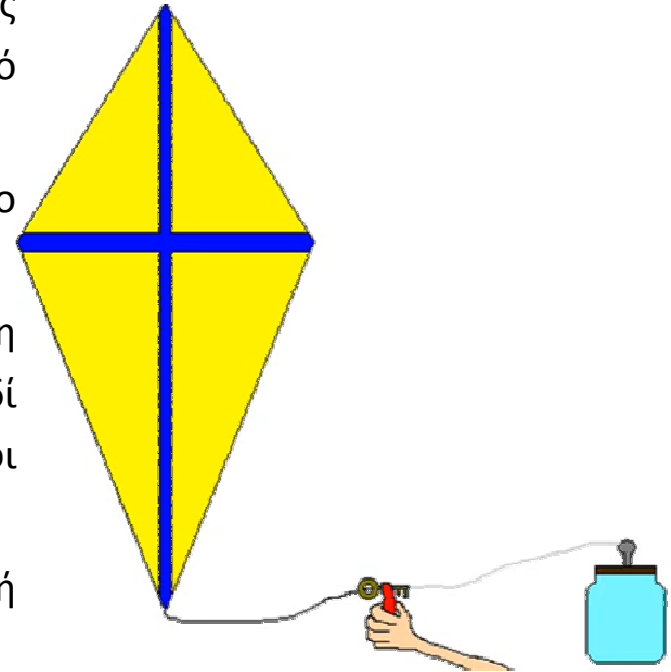
- Σε μια προσπάθεια εξορθολογισμού του κόσμου, διάφοροι φιλόσοφοι προσπαθούν να δώσουν μια ερμηνεία των φυσικών φαινομένων
- Ο **Αναξαγόρας** (500 π.Χ.) για τις βροντές έλεγε, ότι ήταν ήχοι που οφείλονταν στη σύγκρουση των νεφών μεταξύ τους και ότι τις αστραπές προξενούσε η βίαιη τριβή τους.
- Ο **Αναξίμανδρος** (610 π.Χ. - 547 π.Χ.) μαθητής του Θαλή και διάδοχός του στη Ιωνική σχολή, προσπάθησε να δώσει ορθολογική ερμηνεία της βροντής, της αστραπής και του κεραυνού. «Όταν ο άνεμος τυλιχθεί από ένα παχύ σύννεφο και έπειτα διαφύγει με τη βία, χάρη στη λεπτή και ελαφριά φύση του, τότε η ρωγμή που δημιουργείται στο σύννεφο δημιουργεί τον κρότο, και το άνοιγμα στη μαύρη μάζα του σύννεφου δημιουργεί την αστραπή».





# Μετά το 1752 ο κεραυνός ήταν πια ένας γιγαντιαίος ηλεκτρικός σπινθήρας.

- Ο **Βενιαμίν Φραγκλίνος** απέδειξε το 1752 ότι ο κεραυνός είναι ένας ηλεκτρικός σπινθήρας. Μια ηλεκτρική εκκένωση . Η ατμόσφαιρα είναι μονωτής, κάτω όμως από ειδικές συνθήκες γίνεται αγώγιμη. Αποτέλεσμα το εντυπωσιακό φαινόμενο κεραυνού.
- Ο αετός είχε στο πλαίσιό του στερεωμένο ένα σύρμα ( το σύρμα μπορούσε να έλξει το φορτίο)
- Το σύρμα ήταν δεμένο με ένα βρεγμένο σπάγκο (αγώγιμη διαδρομή) που στην άλλη άκρη του είχε δέσει ένα κλειδί (από τις αιχμές του μπορούσαν να γίνουν ορατές οι εκφορτίσεις, σαν σπινθήρες),
- Το κλειδί το κρατούσε ο Φραγκλίνος με μια μεταξωτή κορδέλα για μόνωση.
- Το κλειδί με ένα λεπτό σύρμα συνδεόταν με μια φιάλη Leyden(συσσκευή αποθήκευσης ηλεκτρικού φορτίου).
- Έτσι οδήγησε το φορτίο από τα σύννεφα στο έδαφος.



# Μηχανισμός δημιουργίας του κεραυνού

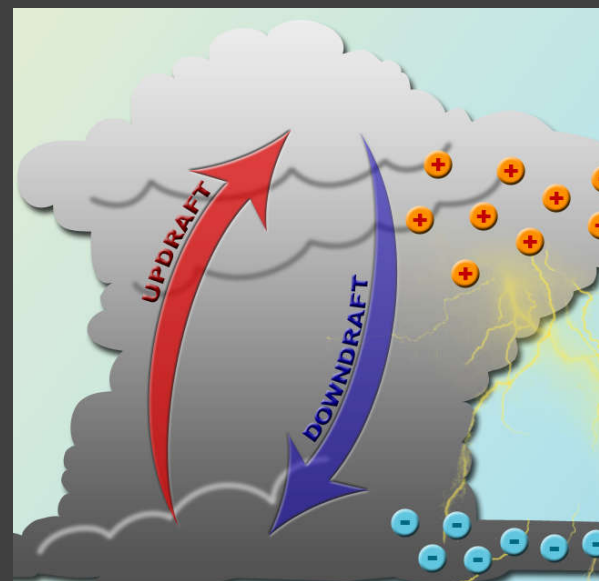
## 1<sup>ο</sup> στάδιο: σύννεφα

Για να δημιουργηθεί κεραυνός, πρέπει πρώτα να υπάρξει ένα καταιγιδοφόρο σύννεφο, ένας σωρειτομελανίας, σαν αυτόν που βλέπετε στην εικόνα.



## 2<sup>ο</sup> στάδιο : σχηματισμός φορτίων στο σύννεφο

Ο ακριβής τρόπος δημιουργίας φορτίων στο σύννεφο δεν είναι απολύτως ξεκάθαρος ακόμα. Η πιθανότερη ερμηνεία είναι η εξής: σύννεφα σε χαμηλά ύψη αποτελούνται από σταγόνες νερού και τότε υπάρχει πολύ μικρή μεταφορά ηλεκτρονίων μέσα στη μάζα τους. Όταν όμως αναπτύσσεται το νέφος και φτάνει σε μεγαλύτερα ύψη άρα σε περιοχές με χαμηλότερες θερμοκρασίες, αρχίζει ο σχηματισμός παγοκρυστάλλων (κάτω από  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Οι παγοκρύσταλλοι συγκρούονται μεταξύ τους, λόγω των ρευμάτων αέρα, μέσα στο σύννεφο και οι μικρότεροι σε μέγεθος χάνουν ένα ηλεκτρόνιο που το κερδίζουν οι μεγαλύτεροι. Έτσι οι μικροί γίνονται θετικοί και οι μεγαλύτεροι αρνητικοί. Οι μικρότεροι θετικοί ανεβαίνουν προς τα πάνω με τη βοήθεια ανοδικών ρευμάτων και οι πιο βαρείς αρνητικοί, κατεβαίνουν προς τη βάση του σύννεφου. Έτσι το σύννεφο ψηλά είναι θετικό και χαμηλά αρνητικό. (Εθνικό αστεροσκοπείο Αθηνών). Βέβαια τα παραπάνω, δεν αποκλείουν την εμφάνιση θετικού φορτίου χαμηλά στα σύννεφα, όπως θα δείτε στην μεθεπόμενη διαφάνεια.





# 3<sup>ο</sup> στάδιο: φορτίο από επαγωγή στη Γη: δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου

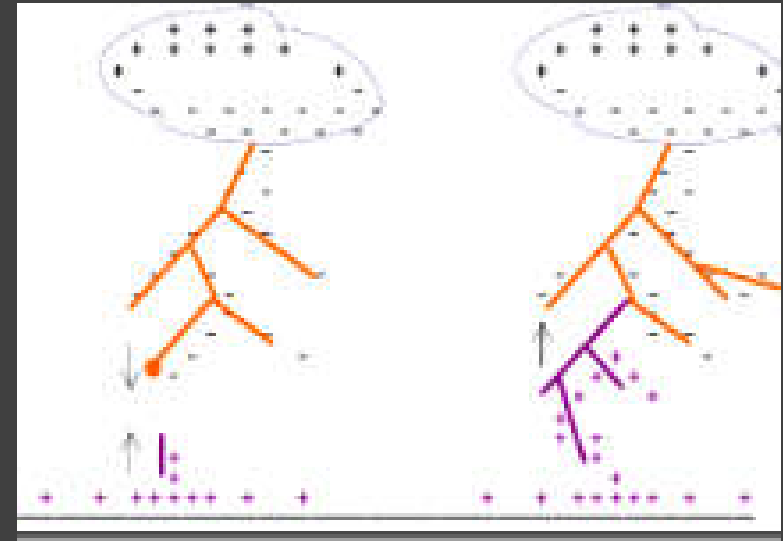
Το κάτω μέρος των νεφών, επάγει (έλκει) αντίθετο φορτίο στην επιφάνεια της γης και σε ότι υπάρχει σ αυτήν. Δείτε τον μηχανισμό δημιουργίας του κεραυνού στις παρακάτω διευθύνσεις:

[http://www.youtube.com/watch?v=h7c6z\\_3dLE4&feature=endscreen&NR=1](http://www.youtube.com/watch?v=h7c6z_3dLE4&feature=endscreen&NR=1)

<https://www.youtube.com/watch?v=Q3Awp-3C6SU>

Πιο αναλυτικά :

Μετά τη συσσώρευση μεγάλου αριθμού ηλεκτρονίων, σε αρχικό στάδιο, σχηματίζεται ένα μονοπάτι από ηλεκτρόνια, που διαχέεται από τα σύννεφα προς το έδαφος, λόγω της έλξης που τους ασκούν τα θετικά φορτία της γης. Στην αρχή το μονοπάτι είναι αόρατο και το φορτίο προχωρά αναζητώντας τη διαδρομή με τη μικρότερη αντίσταση με αποτέλεσμα να κινείται σε διάφορες κατευθύνσεις.



Κατόπιν παρατηρούμε φωτεινές διακλαδώσεις (μπλε φως) που λέγονται βηματικοί οδηγοί και είναι οι «γραμμές» του αέρα που ιονίζεται. Καθώς ο αέρας ιονίζεται και μετατρέπεται σε πλάσμα δηλαδή γίνεται ένας αγώγιμος δρόμος, κάποια από τα άτομα που υπάρχουν στον αέρα διεγείρονται και κατά την αποδιέγερσή τους παράγουν φως. Έτσι εξηγείται το φωτεινό μέρος του κεραυνού, η αστραπή.

# Ανοδικές ταινίες

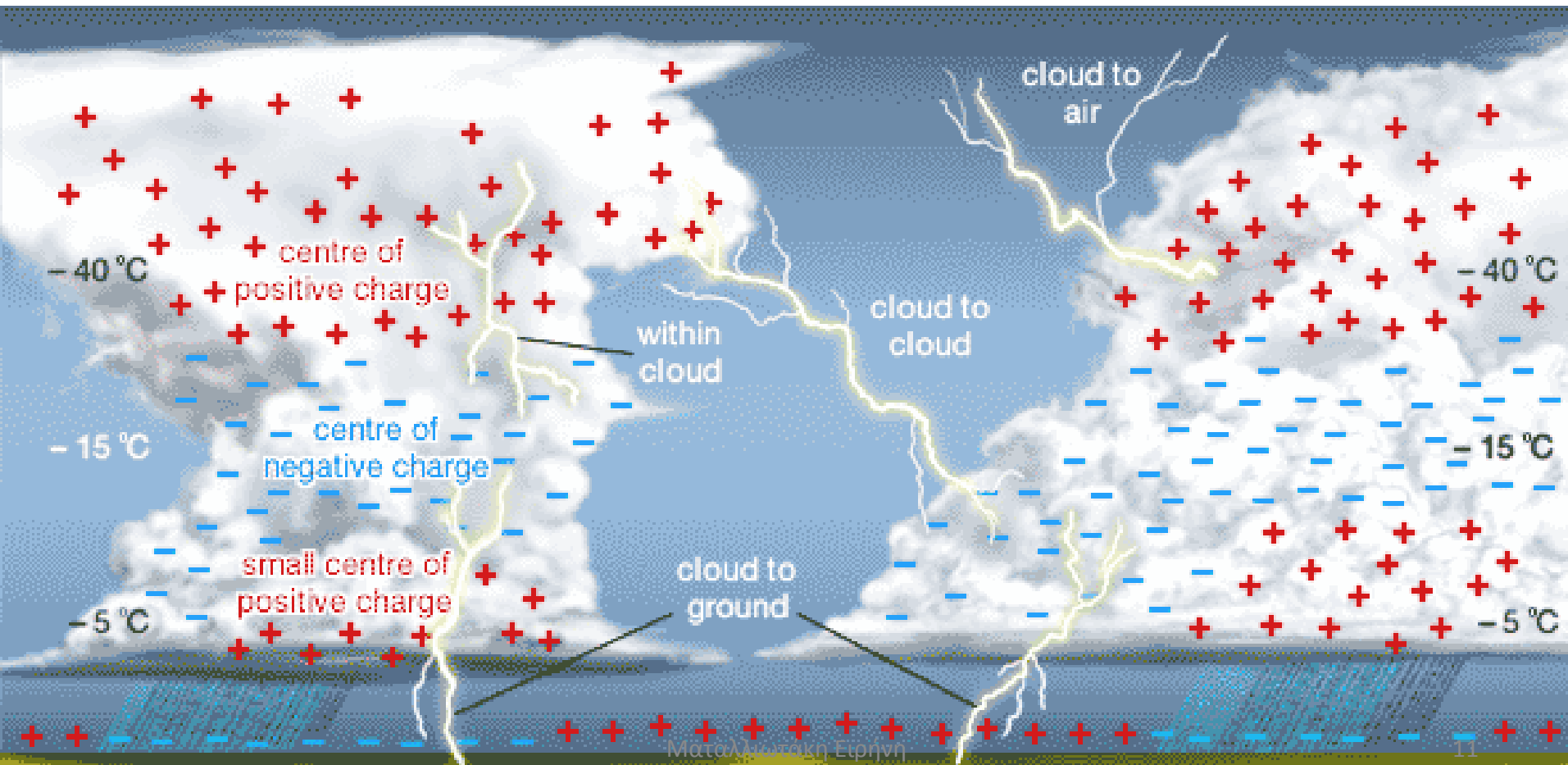
Ο λόγος που δημιουργούνται οι διακλαδώσεις είναι γιατί το φορτίο διαλέγει τον συντομότερο δρόμο δηλαδή αυτή τη διαδρομή που δημιουργεί ευκολότερα ιόντα (ο αέρας δεν έχει ομοιογένεια και δεν ιονίζεται το ίδιο παντού).

Λίγο πριν φτάσει στο έδαφος η ροή των ηλεκτρονίων (βηματικός οδηγός), ξεκινά και από το έδαφος το θετικό φορτίο (ανοδική ταινία) για να συναντηθούν.

Ο οδηγός που φτάνει πρώτος την επιφάνεια είναι και αυτός που δημιουργεί την αγώγιμη διαδρομή μεταξύ της Γης και του καταιγιδοφόρου σύννεφου. Μετά μέσα από αυτή την αγώγιμη διαδρομή διοχετεύεται (ξεσπά ο κεραυνός), όλη η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου που είχε συσσωρευτεί στην βάση του σύννεφου.

# Ατμοσφαιρικός ηλεκτρισμός

- Τα φορτία έλκουν αντίθετα φορτία στο έδαφος, στον αέρα ή στο σύννεφο, προκαλώντας ξαφνική εκροή των ηλεκτρονίων που δημιουργούν το φαινόμενο του κεραυνού.



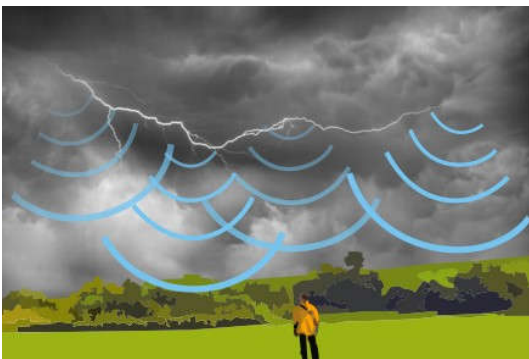
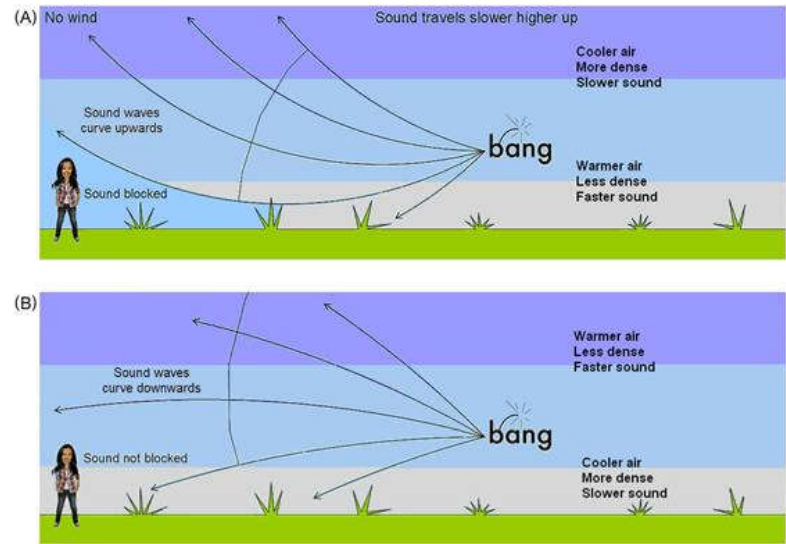
# Ορολογία του φαινομένου

- **Κεραυνός** ονομάζεται η ηλεκτρική εκκένωση στην ατμόσφαιρα.
- **Αστραπή** ονομάζεται το φωτεινό μέρος του κεραυνού
- **Βροντή** ονομάζεται το ηχητικό μέρος του κεραυνού. Ο ήχος ακούγεται αρκετά μετά από τα φωτεινά φαινόμενα λόγω της μικρότερης ταχύτητας του ήχου από αυτήν του φωτός.
- **Με άλλη ορολογία** κεραυνός θεωρείται η εκκένωση μεταξύ νέφους και εδάφους ενώ **αστραπή** θεωρείται η μεταξύ δύο νεφών ή μέσα στο ίδιο νέφος ή ανάμεσα στο νέφος και στον αέρα, εκκένωση.



# Βροντή, το ηχητικό μέρος του κεραυνού

- Ο ήχος δημιουργείται από την απότομη διαστολή του αέρα λόγω υπερθέρμανσης. Το πώς ακούγεται η βροντή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες: από την **απόσταση** ανάμεσα σε εμάς και τον κεραυνό, τη **θερμοκρασία του αέρα**, την **ποσότητα της υγρασίας στον αέρα**, καθώς και το **προς τα πού εξελίσσεται το κανάλι του κεραυνού σε σχέση με μας**. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ότι ανάλογα με κάποιες συνθήκες η βροντή μπορεί να γίνει ακουστή ή όχι.
- <https://www.ec.gc.ca/foudre-lightning/default.asp?lang=En&n=4EFD3A52-1>



Ματαλλιωτάκη Ειρήνη



# Αγωγιμότητα των αερίων

Ο κεραυνός είναι το γνωστότερο και εντονότερο από τα φαινόμενα αγωγιμότητας των αερίων. Ένα αέριο, για να γίνει αγωγός, πρέπει μέσα στη μάζα του να υπάρχουν φορείς του ηλεκτρισμού, δηλαδή ελεύθερα ηλεκτρόνια ή ιόντα. Αν εφαρμοστεί ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο αέριο, τότε τα ηλεκτρόνια και τα αρνητικά ιόντα κινούνται προς το θετικό ηλεκτρόδιο, τα θετικά ιόντα προς το αρνητικό ηλεκτρόδιο και έτσι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Αν οι φορείς δημιουργούνται κατά τη διάρκεια του φαινομένου, λόγω των κρούσεων των φορέων με τα ουδέτερα άτομα και μόρια, η αγωγιμότητα ονομάζεται αυτοτελής. Η αγωγιμότητα των αερίων, ιδίως όταν συνοδεύεται από φωτεινά φαινόμενα, ονομάζεται ηλεκτρική εκκένωση. Τα φαινόμενα της αυτοτελούς αγωγιμότητας είναι πολλά και διακρίνονται σε φυσικά, όπως ο κεραυνός, το διασκούρειο φως, τα φαινόμενα του σέλαος και τεχνητά, όπως η φωτοβολία των λαμπτήρων αερίου (αίγλης, φθορισμού, τόξου) και οι σπινθήρες που δημιουργούνται στα διάφορα ηλεκτρικά κυκλώματα. Η λάμψη που βλέπουμε είναι μικρό μόνο ποσοστό της ακτινοβολίας που εκπέμπεται, η οποία εκτείνεται από ραδιοκύματα μέχρι ακτίνες Χ και ακτίνες-γ, συχνότητες που δεν είναι ορατές από το ανθρώπινο μάτι.

# Χαρακτηριστικά του κεραυνού

- Η διαφορά δυναμικού είναι εκατομμύρια βολτ .
- Η ένταση του ρεύματος είναι δεκάδες χιλιάδες αμπέρ.
- Η θερμοκρασία μέσα στη φλέβα είναι περίπου 30.000 βαθμοί Κ (πέντε φορές μεγαλύτερη από την θερμοκρασία στην επιφάνεια του ήλιου).

# Κεραυνοί

Ας δούμε διάφορους κεραυνούς σε εξέλιξη.

## Κεραυνοί σε πολύ αργή κίνηση

- [http://www.youtube.com/watch?v=HnvMddYUrhg&playnext=1&list=PL5DSFAAE14DE1A1CD&feature=results\\_main](http://www.youtube.com/watch?v=HnvMddYUrhg&playnext=1&list=PL5DSFAAE14DE1A1CD&feature=results_main)
- <http://www.youtube.com/watch?v=Im3rHONOr9o&feature=fvwp&NR=1>
- **Κεραυνοί προς τα πάνω**
- <http://www.youtube.com/watch?v=RDDfkKEa2Is>



# Σφαιρικοί κεραυνοί

- Το 1754 κάποιος προσπάθησε να επαναλάβει το πείραμα του Βενιαμίν Φραγκλίνου με το χαρταετό. Ενώ προσπαθούσε να ολοκληρώσει τη διαδικασία, μετά από ένα συνηθισμένο χτύπημα κεραυνού πάνω στη μεταλλική ράβδο, σχηματίστηκε μια μπάλα φωτιάς που τον χτύπησε στο κεφάλι, σκοτώνοντάς τον ακαριαία.
- Πρόσφατα, το 1998, το πλήρωμα ενός αεροπλάνου είδε μπάλες φωτιάς να σχηματίζονται μέσα στην άτρακτο.
- Έχουν καταγραφεί πάνω από 10.000 περιπτώσεις σφαιρικών κεραυνών και φαίνονται αρκετές για να επιβεβαιώσουν την ύπαρξη του μυστηριώδους αυτού φαινομένου. Μια ερμηνεία του φαινομένου μπορείτε να διαβάσετε στην παρακάτω διεύθυνση.  
<http://www.physics4u.gr/faq/lightningball.html>



# Σφαιρικοί κεραυνοί στο εργαστήριο Max Planck

[https://www.ipp.mpg.de/ippcms/eng/presse/archiv/05\\_06\\_pi](https://www.ipp.mpg.de/ippcms/eng/presse/archiv/05_06_pi)

- Οι επιστήμονες στο Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) και το Πανεπιστήμιο Humboldt του Βερολίνου παράγουν φωτεινές σφαίρες πλάσματος πάνω από μια επιφάνεια του νερού που έχουν διάρκεια ζωής περίπου μισό δευτερόλεπτο και διαμέτρους από 10 έως 20 εκατοστά.
- Εκτός από την ισχυρή τράπεζα πυκνωτών που απαιτούνται για την παροχή ενέργειας, η πειραματική διάταξη είναι μάλλον απλή: Ένα γυάλινο ποτήρι γεμάτο με θαλασσινό νερό περιέχει δύο προεξέχοντα ηλεκτρόδια, ένα από τα οποία είναι μονωμένο από το περιβάλλον ύδωρ μέσω ενός σωλήνα από πηλό. Όταν εφαρμόζεται μια υψηλή τάση, ένταση ρεύματος έως και 60 αμπέρ ρέει μέσα από το νερό για 0,15 δευτερόλεπτα. Το ρεύμα μπαίνει στο σωλήνα από πηλό, η οποία εξατμίζει το νερό που περιέχεται. Μετά το παλμό ρεύματος εμφανίζεται μια φωτεινή μπάλα πλάσματος, από ιονισμένα μόρια νερού.



Thermosphere

100

Eve

Mesosphere

# Περίεργα είδη κεραυνών: «δαιμόνια» και «ξωτικά»

Sprite

- **NASA Lightning Sprites**

<http://www.youtube.com/watch?v=18CohZfw2DU>

<http://www.youtube.com/watch?v=pnAAB0z2o-k>

<http://www.youtube.com/watch?v=JAssnAcHz6Y&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=0HAIN4BVwOA>

50

Stratosphere

Blue Jet

Altitude (km)

Troposphere

Μεταβολική Στήλη

Lightning

10

# Αντικεραυνική προστασία



## Στο σπίτι

- Στο σπίτι υπάρχουν αγωγοί που μπορούν να μεταφέρουν τον κεραυνό στο εσωτερικό του σπιτιού μας:
- Η κεραία της τηλεόρασης είναι αγωγός, η υδραυλική και η ηλεκτρική εγκατάσταση επίσης, όπως και τα καλώδια τηλεφώνου. Γι αυτό το λόγο:
- Αποφεύγουμε επαφή με βρύσες και δεν κάνουμε μπάνιο κατά τη διάρκεια της καταιγίδας.
- Δεν χρησιμοποιούμε το σταθερό τηλέφωνο, αλλά προτιμούμε το κινητό που είναι περισσότερο ακίνδυνο.
- Δεν μεταχειριζόμαστε ηλεκτρικές συσκευές.
- Σβήνουμε την τηλεόραση (βγάζουμε και την πρίζα και την κεραία).

Το έργο δίπλα έχει τίτλο Πύργος πληγωμένος από κεραυνό(The Tower Wounded by Lightning) Guggenheim bilbao <https://www.guggenheim-bilbao.eus/en/exhibitions/the-tower-wounded-by-lightning/>



# Αντικεραυνική προστασία

## Σε μεγάλο υψόμετρο

- Οι λόφοι και τα βουνά (λόγω ύψους) είναι σημεία επικίνδυνα κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας.
- Πρέπει να κατεβούμε όσο το δυνατόν σε χαμηλότερο υψόμετρο πριν την καταιγίδα και να βρούμε έναν κλειστό χώρο.
- Πρέπει να είμαστε μακριά από δένδρα ή άλλα ψηλά αντικείμενα (κολώνες κ.λπ).
- Πρέπει να απαλλαγούμε από μεταλλικά αντικείμενα που έχουμε πάνω μας και να τα τοποθετήσουμε σε απόσταση τουλάχιστον 100 μέτρα μακριά μας.
- Πρέπει να κάτσουμε με ενωμένα και λυγισμένα τα πόδια και με το κεφάλι μας να ακουμπά στα γόνατα.
- Το ρεύμα του κεραυνού δεν μπαίνει αμέσως στο έδαφος αλλά αιωρείται στην επιφάνεια. Γι αυτό πρέπει τα βήματά μας να είναι μικρά και αργά.

## Στο δρόμο

- Το αυτοκίνητο μας προστατεύει από τους κεραυνούς, αρκεί να έχουμε κλειστές τις πόρτες και τα παράθυρα και να μην ακουμπάμε σε μεταλλικά μέρη του αυτοκινήτου μας. Αν πέσει κεραυνός σε ένα αυτοκίνητο τα ηλεκτρόνια από την εκκένωση απωθούνται μεταξύ τους στην εξωτερική επιφάνεια του αυτοκινήτου. Έτσι το πεδίο μέσα στο αυτοκίνητο είναι μηδέν.
- Εάν έχουμε ποδήλατο, απομακρυνόμαστε από αυτό.
- **Διάφορες επιπλέον πληροφορίες μπορείτε να πάρετε από τον παρακάτω δικτυακό**

**τόπο.** <http://physics4u.gr/blog/2019/10/14/%cf%80%cf%8e%cf%82-%ce%b8%ce%b1-%ce%b5%cf%80%ce%b9%ce%b2%ce%b9%cf%8e%cf%83%ce%b5%cf%84%ce%b5-%cf%83%cf%84%ce%b7%ce%bd-%cf%8d%cf%80%ce%b1%ce%b9%ce%b8%cf%81%ce%bf-%ce%bc%ce%b5-%ce%ba%ce%b5%cf%81%ce%b1/>

# Αλεξικέραυνο

Το αλεξικέραυνο, (το πρόθεμα άλεξ- εννοεί αυτό που απωθεί κάτι) είναι ένα αιχμηρό μεταλλικό αντικείμενο, που μπαίνει ψηλά στα κτίρια και συνδέεται με τη Γη.

Έτσι η ακίδα του μπορεί να **συλλέγει ηλεκτρόνια αν υπάρχει πλεόνασμα στην ατμόσφαιρα και αποτρέπει τη συσσώρευση θετικού φορτίου στη Γη** (ή στο κτίριο από επαγωγή) και με αυτό τον τρόπο αποτρέπει την εκκένωση μεταξύ νέφους και Γης(ή κτιρίου). Λειτουργεί δηλαδή προληπτικά.

Αν τελικά δεν τα καταφέρει να διαρρεύσει αρκετό φορτίο από την ατμόσφαιρα στο αλεξικέραυνο και συμβεί η εκκένωση, τότε μπορεί να προσελκύσει το φορτίο και να το οδηγήσει στο έδαφος (συνδέεται με καλώδιο μεγάλης αντοχής για να μπορεί να δεχτεί μεγάλης έντασης ρεύμα). Ο λόγος που μπαίνει είναι για να αποτρέψει ενδεχόμενη πυρκαγιά.

Εδώ μπορείτε να παρακολουθήσετε με ένα animation την εγκατάσταση ενός αλεξικέραυνου σε ένα σπίτι.

<http://www.youtube.com/watch?v=pBNUO7hxWh4&feature=related>



# Walter de Maria

## Ένα έργο τέχνης με αλεξικέραυνα



Οι παραπάνω εικόνες αφορούν στο έργο του καλλιτέχνη της Land Art, Walter de Maria. Το έργο έχει τίτλο: «The lighting field». Για την κατασκευή του τοποθετήθηκαν πάρα πολλά αλεξικέραυνα σε μια έρημο στο Μεξικό.

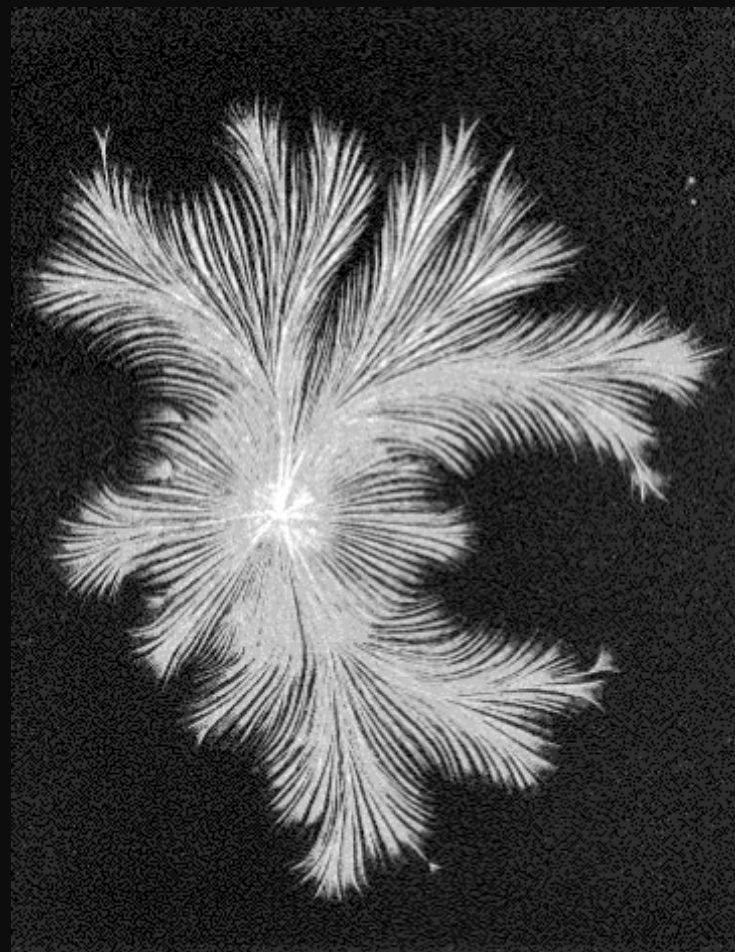
<http://www.youtube.com/watch?v=5jhyGwU1XXA>

# Trouvelot: “Brought to Light” MOMA

Ο Trouvelot χρησιμοποιώντας τη φωτογραφία κατάφερε να αναδημιουργήσει ένα ηλεκτρικό φαινόμενο που ήδη είχε ανακαλυφθεί έναν αιώνα πριν. Το 1778 ο Lichtenberg με ένα πείραμα διαπίστωσε ότι η ταχεία ηλεκτρική εκκένωση πάνω από μια μη αγώγιμη πλάκα, δημιουργούσε ασυνήθιστα σχήματα.

Αυτά τα «σχήματα» εξακολουθούν να αναφέρονται ως στοιχεία "Lichtenberg." Όπως και οι νιφάδες χιονιού, κάθε στοιχείο εμφανίζει μια μοναδική εικόνα. Οι σύγχρονες εφαρμογές της τεχνικής αυτής αφθονούν.

[http://www.youtube.com/watch?v=1UQZT4nZhZc&feature=player\\_embedded#](http://www.youtube.com/watch?v=1UQZT4nZhZc&feature=player_embedded#)





# Ηλεκτρική Θωράκιση

Μπορούμε να θωρακίσουμε τα ηλεκτρικά πεδία με διάφορα υλικά όπως ο αέρας, τα μέταλλα, το λάδι, το κενό, ο αέρας. Τα μέταλλα είναι εκείνα που προσφέρουν τέλεια θωράκιση. Για παράδειγμα στο εσωτερικό μιας μεταλλικής σφαίρας (ή οποιουδήποτε άλλου σχήματος μεταλλικού αντικειμένου) οι δυνάμεις εξουδετερώνονται πλήρως. **Για να θωρακίσουμε μια περιοχή από τα ηλεκτρικά πεδία αρκεί να την περιβάλλουμε με ένα αγώγιμο φλοιό.** Αν βάλουμε αυτό το φλοιό μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο οποιασδήποτε έντασης τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του θα διαταχθούν στην επιφάνεια με τέτοιο τρόπο (κατανέμονται ομοιόμορφα στην εξωτερική επιφάνεια της σφαίρας) ώστε το σύνολο των ηλεκτρικών δυνάμεων να είναι μηδέν στο εσωτερικό. Έτσι όταν κεραυνός χτυπάει αεροπλάνο ή αυτοκίνητο ή ένα μεταλλικό κλωβό, τα ηλεκτρόνια από την εκκένωση, απωθούνται μεταξύ τους στην εξωτερική μεταλλική επιφάνεια. Έξω το πεδίο μπορεί να είναι μεγάλο αλλά μέσα είναι μηδέν.

- [http://www.youtube.com/watch?v=GidzJ0b3iRE&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=GidzJ0b3iRE&feature=player_embedded)
- Κεραυνός χτυπάει αεροπλάνο: <http://www.youtube.com/watch?v=hZCzintiS4c&feature=fvwr>
- Κεραυνός χτυπάει αυτοκίνητο: <http://www.youtube.com/watch?v=wsjvwqB-9bU>

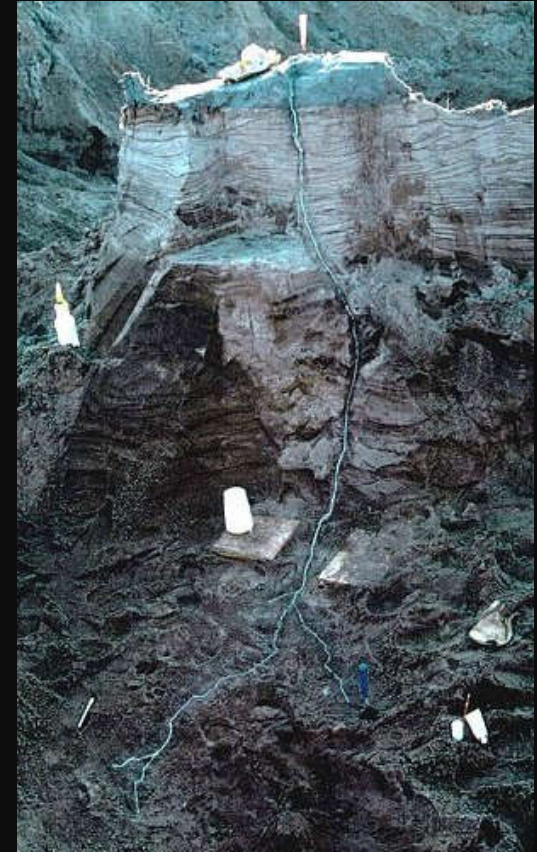


# Τα ίχνη του κεραυνού Κεραυνίτες ή φουλγουρίτες



Τι συμβαίνει όταν ένας κεραυνός πέσει στην άμμο; Δημιουργείται ένας φουλγουρίτης ή κεραυνίτης. Ο κεραυνός λιώνει ακαριαία το πυρίτιο της άμμου.

Αυτό συμβαίνει μέσα σε ένα δευτερόλεπτο και δημιουργείται ένας γυάλινος σωλήνας που όταν ψυχθεί, είναι το ίχνος της διαδρομής του κεραυνού και της διασποράς του πάνω στο έδαφος. Μερικές φορές αναφέρεται σαν *απολιθωμένη αστραπή*. Οι φουλγουρίτες μπορεί να έχουν βαθιές διεισδύσεις, μερικές φορές συμβαίνουν 15 μέτρα κάτω από την επιφάνεια που χτυπήθηκε. Οι σωλήνες μπορεί να είναι από μερικά εκατοστά έως αρκετά μέτρα μήκος. Ο μακρύτερος φουλγουρίτης που έχει βρεθεί είναι περίπου 4,9 μέτρα σε μήκος, και βρέθηκε στη Φλώριδα στις ΗΠΑ. Το χρώμα τους ποικίλλει ανάλογα με την σύνθεση της άμμου και μπορεί να είναι μαύρο ή πράσινο ή ημιδιαφανές λευκό.



# Κεραυνίτες



Ματαλιωτάκη Ειρήνη

