

# 8 Νέφη - Υετός





## 8.1 Εισαγωγή

Όταν ο αέρας είναι κορεσμένος οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε υδροσταγονίδια ή αν οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές παγιοποιούνται σε παγοκρυστάλλους.

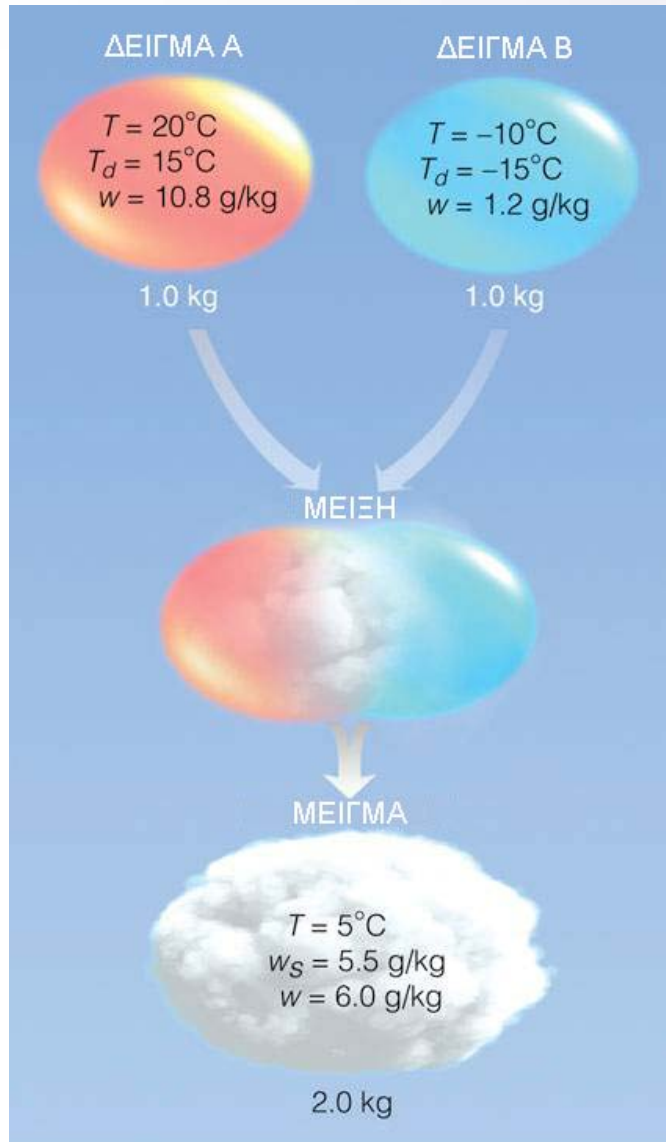
Για τη δημιουργία υδροσταγονιδίων στην ατμόσφαιρα απαιτείται:

- υψηλή υγρασία,
- ψύξη της υγρής αέριας μάζας και
- πυρήνες συμπύκνωσης από ατμοσφαιρικά αιωρήματα (NaCl, SO<sub>2</sub>, σκόνη κ.α.)

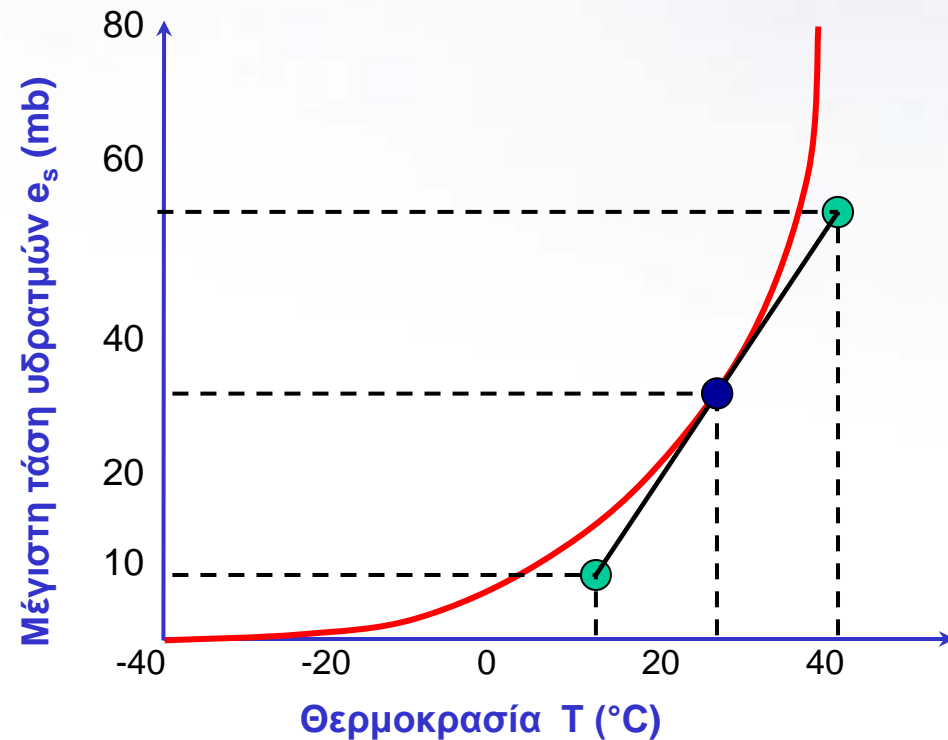
Η **ψύξη** της υγρής αέριας μάζας μπορεί να γίνει μέσω τεσσάρων μηχανισμών:



**α. Μίξη** της με ψυχρότερη ακόρεστη αέρια μάζα



Όχι ιδιαίτερα  
δραστικός μηχανισμός



**β. Ψύξη λόγω ακτινοβολίας** του εδάφους. Λαμβάνει χώρα σε μεγάλη οριζόντια έκταση αλλά έχει μικρή κατακόρυφη έκταση.



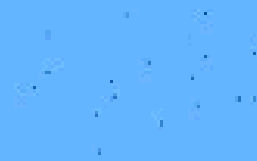


**γ. Ψύξη λόγω μεταφοράς** σε ψυχρότερες επιφάνειες (έδαφος ή υδάτινη επιφάνεια). Λαμβάνει χώρα σε **μεγάλη οριζόντια έκταση** αλλά έχει **μικρή κατακόρυφη έκταση**.



**δ. Αδιαβατική ψύξη** λόγω ανοδικών κινήσεων.

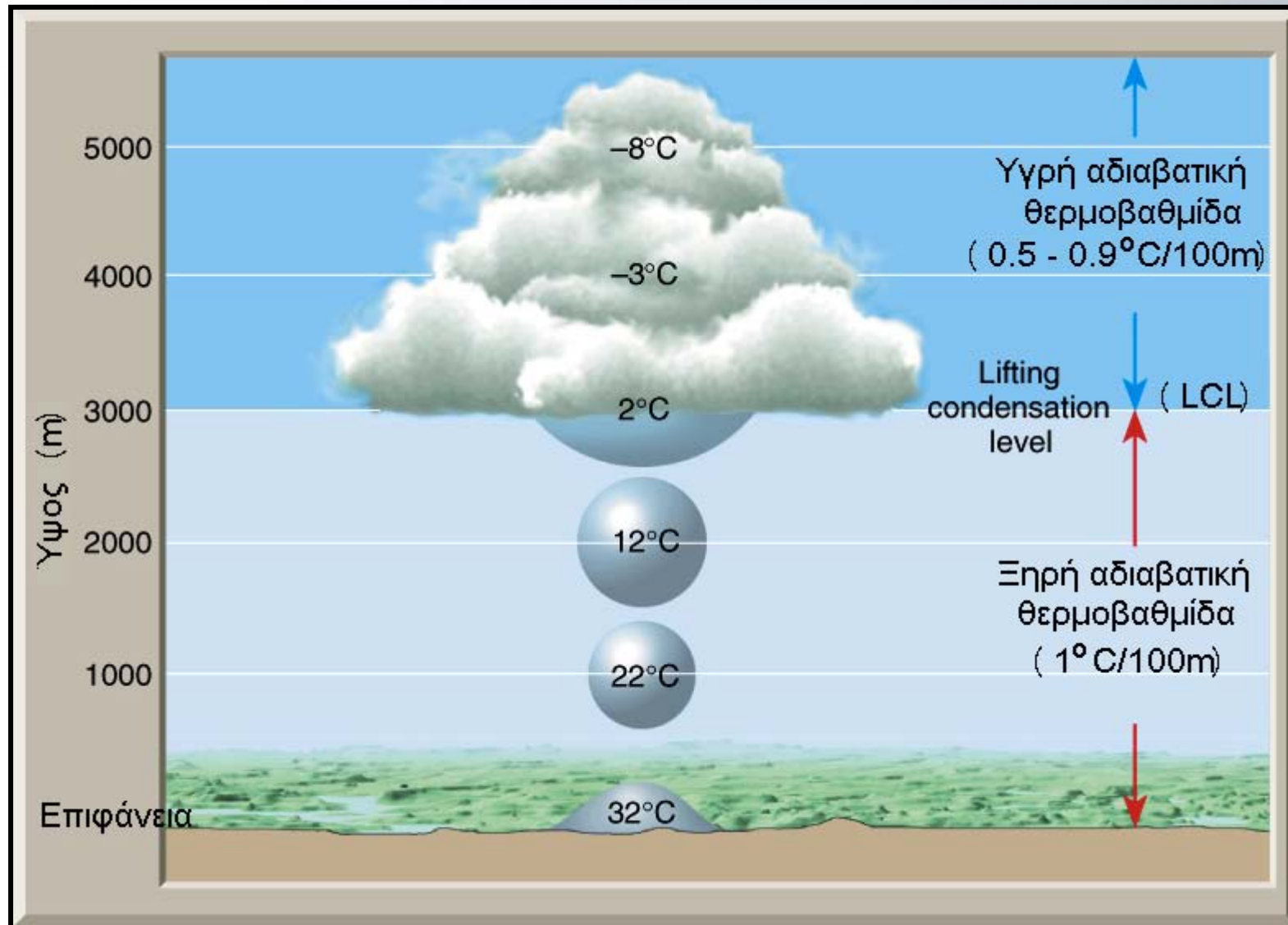
Αποτελεί τον **κυριότερο μηχανισμό** προκαλώντας συμπυκνώσεις μεγάλης κλίμακας και άφθονες βροχές.



Water vapor in moist air

**δ. Αδιαβατική ψύξη** λόγω ανοδικών κινήσεων.

Αποτελεί τον **κυριότερο μηχανισμό** προκαλώντας συμπυκνώσεις μεγάλης κλίμακας και άφθονες βροχές.



## 8.2 Νέφη



σχηματίζονται μέσα στην τροπόσφαιρα με μέγιστο ύψος που δεν ξεπερνά τα 15 km.

***Το νέφος (cloud)*** αποτελεί σμήνος υδροσταγονιδίων ή παγοκρυστάλλων ή και των δύο το οποίο αιωρείται στην ατμόσφαιρα.

Απαιτούνται:

- άφθονοι υδρατμοί
- ατμοσφαιρική αστάθεια (αδιαβατική ψύξη)
- πυρήνες συμπύκνωσης



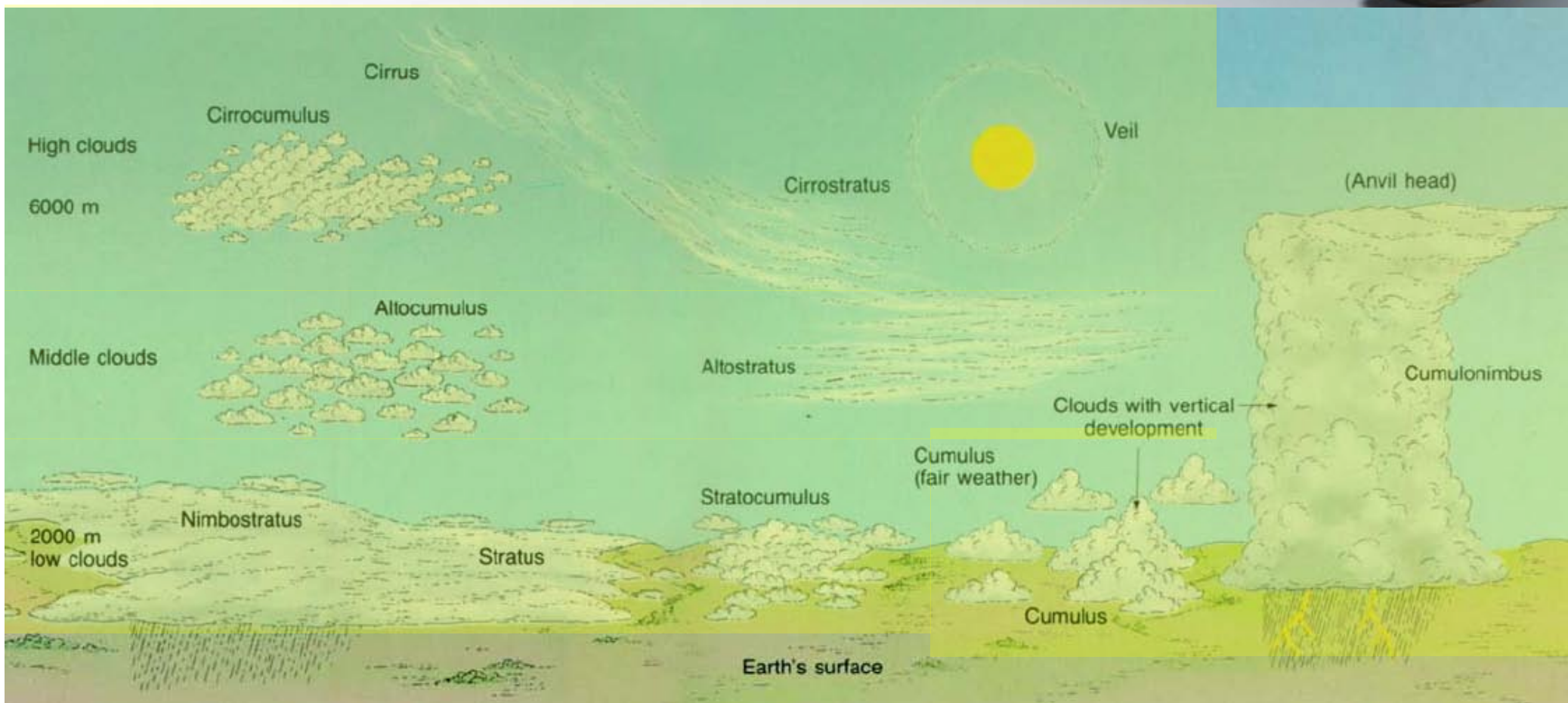


## 8.2.1 Ταξινόμηση των νεφών

Ανάλογα με το ύψος της βάσης τους, ταξινομούνται σε **4 βασικές κατηγορίες**:

- **ανώτερα (*high clouds*)** (6000 m - τροπόπαυση)
- **μέσα (*middle clouds*)** (2000 m - 6000 m)
- **κατώτερα (*low clouds*)** (από το έδαφος - 2000 m)
- **νέφη των ανοδικών ρευμάτων ή κατακόρυφης ανάπτυξης (*convective clouds*)** (500 m - 6000 m ή τροπόπαυση).

Οι τέσσερις αυτές βασικές κατηγορίες περιλαμβάνουν **10 είδη νεφών** ανάλογα με τη μορφή και τη δομή των νεφών.



Cirrus

Cirrocumulus

High clouds

6000 m

Veil

Cirrostratus

(Anvil head)

Altostratus

Middle clouds

Altostratus

Cumulonimbus

Clouds with vertical development

Cumulus (fair weather)

Stratocumulus

2000 m low clouds

Nimbostratus

Stratus

Cumulus

Earth's surface



## *α. Υψηλά νέφη*

Η βάση τους βρίσκεται πάνω από τα 6000 m ενώ η κορυφή τους φθάνει σχεδόν στην τροπόπαυση.

Αποτελούνται μόνο από παγοκρυστάλλους και δεν προκαλούν βροχή ή χιόνι.

Σ' αυτά ανήκουν τρία κύρια είδη:

- *Cirrus (Ci)*,
- *Cirrostratus (Cs)*,
- *Cirrocumulus (Cc)*

## 1) Cirrus ή Θύσανοι (Ci)

Σύννεφα λεπτά, λευκά, με ινώδη και μεταξώδη όψη.

Μορφή φτερών, λοφίων, άγκιστρων κ.ά. Συνήθως διασπαρμένα ακανόνιστα στον ουρανό.





(Cirrus)



Πριν την ανατολή και μετά την δύση του ήλιου τα Ci παίρνουν χρώμα κόκκινο ή κίτρινο.



## 2) *Cirrostratus* ή Θυσανοστρώματα (Cs)

Λεπτό και λευκό πέπλο με ινώδη μορφή, που καλύπτει ένα μέρος ή και ολόκληρο τον ουρανό. Διαχέεται στον ουρανό και του δίνει όψη γαλακτώδη. (φαινόμενο της άλως).





## *φαινόμενο της άλως*





### 3) *Cirrocumulus* ή Θυσανοσωρείτες (Cc)

Πολυάριθμες **σφαίρες**, χωρίς σκιές, σε ομάδες ή σειρές, κυματοειδείς σχηματισμούς.



### 3) *Cirrocumulus* ή Θυσανοσωρείτες (Cc)

Πολυάριθμες σφαίρες, χωρίς σκιές, σε ομάδες ή σειρές, κυματοειδείς σχηματισμούς.



## *β. Μέσα νέφη*

Η βάση τους βρίσκεται μεταξύ 2000 και 6000 m.

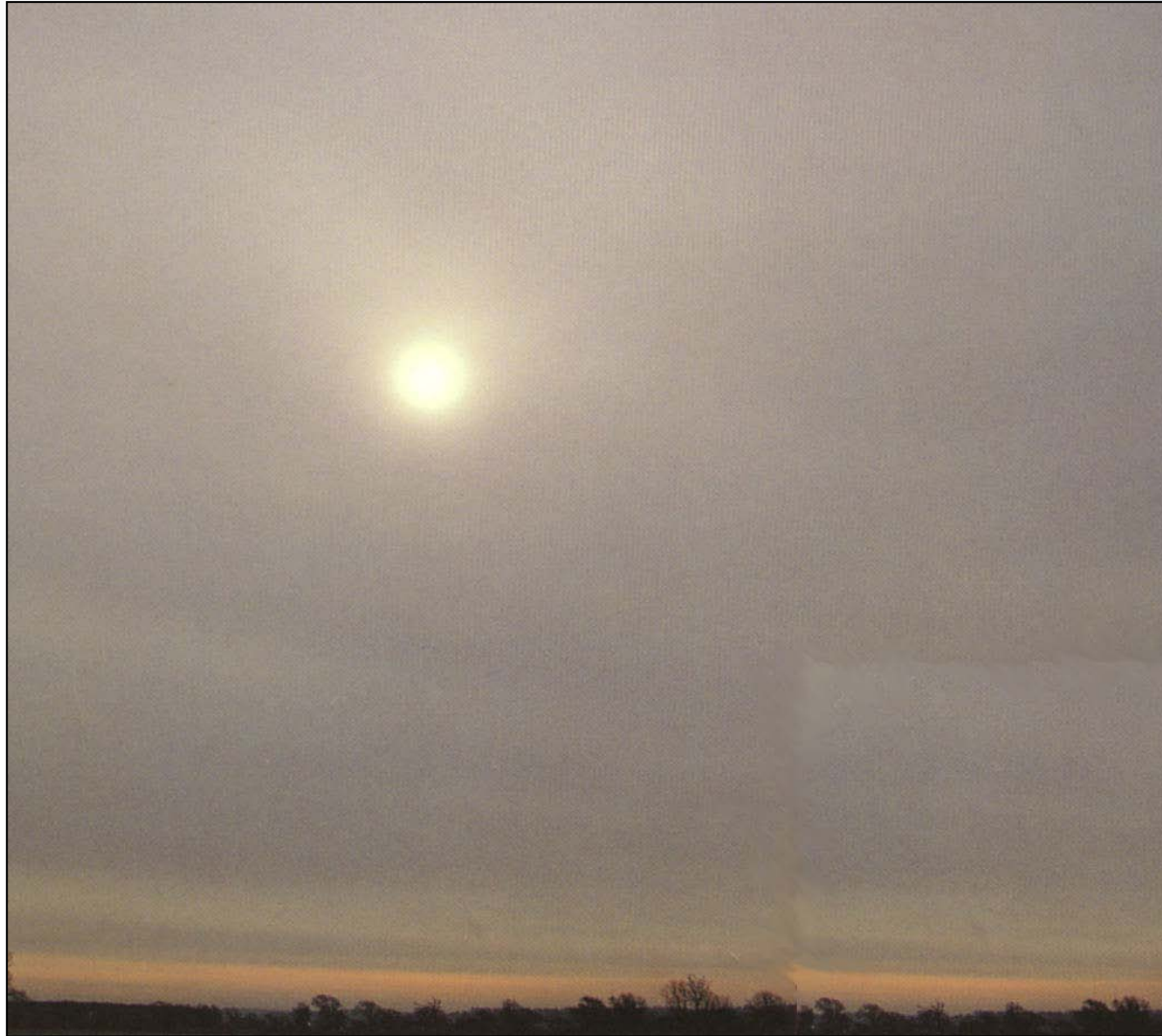
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν δύο κύρια είδη:

- *Altostratus (As)*,
- *Alto cumulus (Ac)*



## 1) *Altostratus* ή Υψιστρόματα (As)

**Πυκνό γκρίζο πέπλο,** καλύπτει ολόκληρο ή μέρος του ουρανού. Όταν δεν είναι πολύ πυκνός ο ήλιος και η σελήνη διακρίνονται αμυδρά.



## 1) *Altostratus* ή Υψιστρώματα (As)

Είναι βροχοφόρα νέφη και δίνουν παρατεταμένη βροχή ή χιόνι.

Αποτελούνται από υδροσταγονίδια και παγοκρυστάλλους.



## 2) *Altostratus* ή Υψισωρείτες (Ac)

Σύνολο από σφαίρες σε ομάδες ή σε σειρές. Οι σφαίρες είναι λευκές ή ελάχιστα γκρίζες με σκιασμένα ή όχι τμήματα και είναι μεγαλύτερες από τα Cc.



## 2) *Altocumulus* ή Υψισωρείτες (Ac)

Αποτελούνται κυρίως από υδροσταγονίδια.





## *γ. Κατώτερα νέφη*

Η βάση τους βρίσκεται κάτω από τα 2000 m και φθάνουν μέχρι την επιφάνεια του εδάφους.

Σε αυτά ανήκουν τρία είδη:

- *Stratus (St)*,
- *Stratocumulus (Sc)*,
- *Nimbostratus (Ns)*



## 1) *Stratus* ή Στρώματα (St)

Ομοειδή νεφελώδη **στρώματα**, ανάλογα με την ομίχλη.  
Παρατηρούνται την ψυχρή περίοδο στις πλαγιές των βουνών.  
Προέρχεται πολλές φορές **ασθενής βροχή ψεκάδων (ψιχάλα)**.



# 1) *Stratus* ή Στρώματα (St)

Αποτελούνται μόνο από υδροσταγονίδια.



## *2) Stratocumulus ή Στρωματοσωρείτες (Sc)*

**Στρώματα σφαιρικών ή κυλινδρικών νεφών γκριζου χρώματος, με σκοτεινά τμήματα σε ομάδες ή σειρές. Πολύ πυκνό ή αφήνει να φαίνονται κομμάτια του ουρανού.**

***Βροχόπτωση ή χιονόπτωση ασθενούς έντασης.***



## 2) *Stratocumulus* ή Στρωματοσωρείτες (Sc)

Αποτελούνται από υδροσταγονίδια και παγοκρυστάλλους.



### 3) *Nimbostratus* Μελανοστρώματα (Ns)

Χαμηλό εκτεταμένο άμορφο νεφικό στρώμα με σκοτεινό γκρίζο χρώμα. Τα πιο βροχοφόρα με μικρή ένταση αλλά μεγάλη διάρκεια.



### 3) *Nimbostratus* Μελανοστρώματα (Ns)

Αποτελούνται από βροχοσταγόνες, παγοκρυστάλλους ή νιφάδες χιονιού.





## *δ. Νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης*

έχουν μέσο κατώτερο ύψος **500 m** περίπου ενώ οι κορυφές τους φθάνουν τις **στάθμες των μέσων και ανωτέρων** ακόμα νεφών.

Στην ομάδα αυτή ανήκουν δύο κύρια είδη:

- *Cumulus (Cu)* και
- *Cumulunimbus (Cb)*.

## 1) *Cumulus* ή Σωρείτες (Cu)

πυκνά με κατακόρυφη ανάπτυξη που εμφανίζονται ως σωροί από βαμβάκι μεμονωμένα ή σε σειρές. Η κορυφή τους σχηματίζει θόλο ενώ η βάση τους είναι ομαλή και επίπεδη.







## 1) *Cumulus* ή Σωρείτες (Cu)

χρώμα υπόλευκο ή γκρίζο ενώ λάμπουν έντονα όταν φωτίζονται από τον ήλιο. Δημιουργούνται κυρίως με **αίθριο ουρανό** και οι **ισχυρές ανοδικές κινήσεις** στην ατμόσφαιρα.



## 1) *Cumulus* ή Σωρείτες (Cu)

Αν αναπτυχθούν σε ύψος δίνουν έντονες **διαλείπουσες βροχές**.

Αποτελούνται από υδροσταγονίδια.



## 2) *Cumulonimbus* ή Σωρειτομελανίας (Cb)

έχουν πολύ μεγάλο όγκο και μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη. Παίρνουν τη μορφή βουνών ή πύργων και η κορυφή τους εμφανίζει προέκταση με μορφή αμονιού.



## 2) *Cumulonimbus* ή Σωρειτομελανίας (Cb)

έχουν πολύ μεγάλο όγκο και μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη. Παίρνουν τη μορφή βουνών ή πύργων και η κορυφή τους εμφανίζει προέκταση με μορφή αμονιού.



## 2) *Cumulonimbus* ή Σωρειτομελανίας (Cb)

τα πιο ογκώδη νέφη και έχουν μεγάλα φορτία ηλεκτρισμού. Είναι τα πιο καταιγιδοφόρα σύννεφα και δίνουν βροχές ραγδαίες (μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας) και διαλείπουσες με χαλάζι.

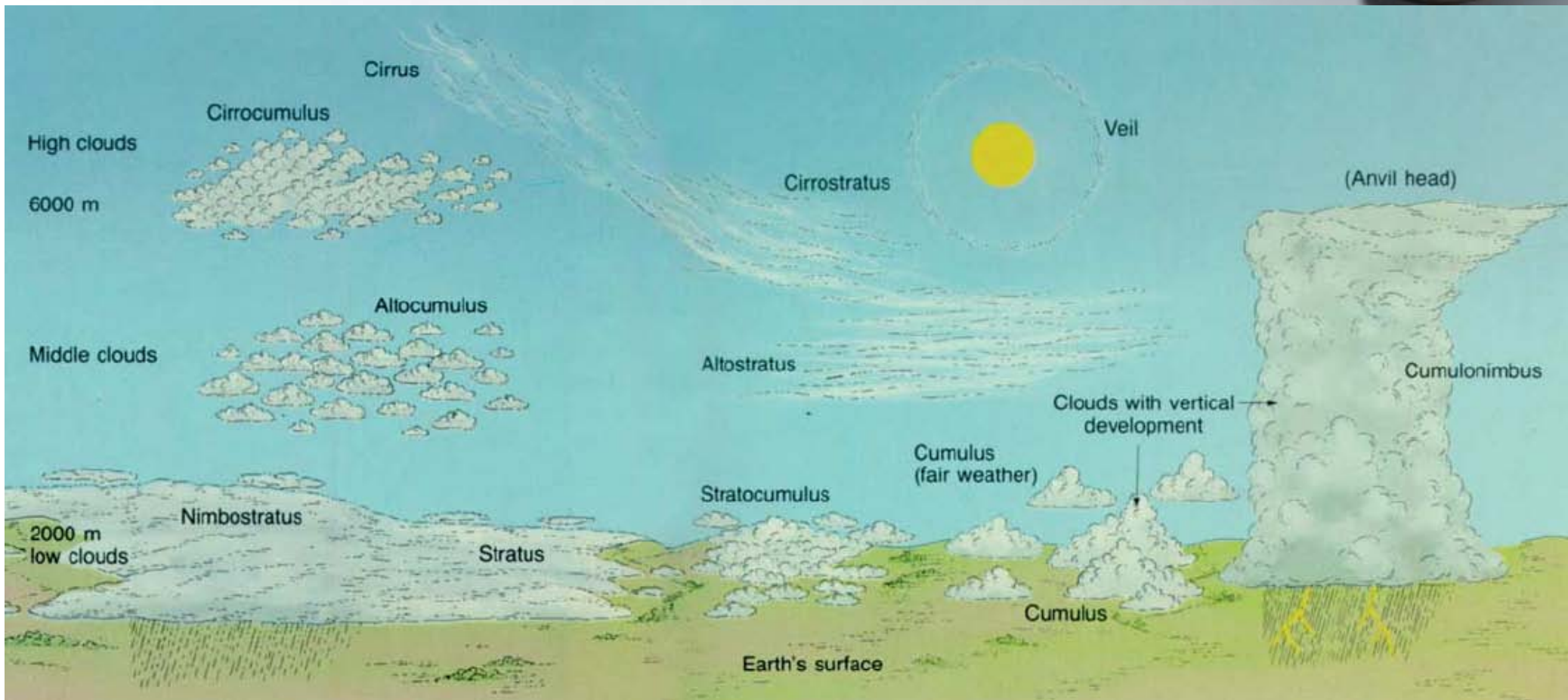


-- Photograph by Kevin Knupp --  
-- U. of Illinois Cloud Catalog --

## 2) *Cumulonimbus* ή Σωρειτομελανίας (Cb)

τα πιο ογκώδη νέφη και έχουν μεγάλα φορτία ηλεκτρισμού. Είναι τα πιο καταιγιδοφόρα σύννεφα και δίνουν βροχές ραγδαίες (μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας) και διαλείπουσες με χαλάζι.







## 8.2.2 Νέφωση (*cloudiness*)

το ποσοστό του ουρανού που καλύπτεται από νέφη.

Ο προσδιορισμός της γίνεται με προσωπική εκτίμηση με την βοήθεια μιας κλίμακας 9 βαθμίδων (αριθμοί 0-8):

0 αντιστοιχεί στον **αίθριο** και

8 στον **εντελώς νεφοσκεπή** ουρανό.

Η νέφωση ρυθμίζει και την **ηλιοφάνεια** (*sunlight*) η οποία ορίζεται ως το χρονικό διάστημα στην διάρκεια μιας ημέρας κατά το οποίο ο ήλιος δεν καλύπτεται από σύννεφα.



## 8.3 Η ομίχλη (*fog*)



ουσιαστικά αποτελεί ένα νέφος που επικάθεται πάνω στην επιφάνεια της γης και το οποίο ελαττώνει την οριζόντια ορατότητα σε απόσταση κατώτερη από **1000 m**.

Αποτελείται από υδροσταγονίδια που δημιουργούνται από την συμπύκνωση των υδρατμών στα επιφανειακά στρώματα του αέρα.





Ανάλογα με τον τρόπο που σχηματίζονται (εξάτμιση ή ψύξη), διακρίνονται σε διάφορους τύπους κατηγορίες:.



**α) Ομίχλες ακτινοβολίας (radiation fogs).** Οφείλονται στη ψύξη του εδάφους και του υπερκείμενου αέρα λόγω έντονης ακτινοβολίας.



Σχηματίζονται σχεδόν μόνο την νύκτα πάνω από την ξηρά (πεδιάδες, κοιλάδες), κυρίως τη ψυχρή περίοδο του έτους και συνοδεύονται πάντα από εκδήλωση επιφανειακής αναστροφής.



**α) Ομίχλες ακτινοβολίας (radiation fogs).** Οφείλονται στη ψύξη του εδάφους και του υπερκείμενου αέρα λόγω έντονης ακτινοβολίας.



Σχηματίζονται σχεδόν μόνο την νύκτα πάνω από την ξηρά (πεδιάδες, κοιλάδες), κυρίως τη ψυχρή περίοδο του έτους και συνοδεύονται πάντα από εκδήλωση επιφανειακής αναστροφής.



*α) Ομίχλες ακτινοβολίας (radiation fogs). Οφείλονται στη ψύξη του εδάφους και του υπερκείμενου αέρα λόγω έντονης ακτινοβολίας.*



*Σχηματίζονται σχεδόν μόνο την νύκτα πάνω από την ξηρά (πεδιάδες, κοιλάδες), κυρίως τη ψυχρή περίοδο του έτους και συνοδεύονται πάντα από εκδήλωση επιφανειακής αναστροφής.*





Μπορούν όμως να μετακινηθούν και πάνω από την θάλασσα μέχρι 10 περίπου μίλια απόσταση από την ξηρά. Οι ομίχλες π.χ. του English Channel είναι ομίχλες ακτινοβολίας.

- Όταν οι νύκτες είναι *αίθριες* και *νήνεμες*, το στρώμα της ομίχλης ακτινοβολίας έχει **μικρό πάχος**,
- όταν πνέει *ελαφρός άνεμος*, το πάχος της μπορεί να φθάσει τα **300 m**.
- Όταν πνέουν *ισχυρότεροι άνεμοι* δεν **σχηματίζονται ομίχλες**.

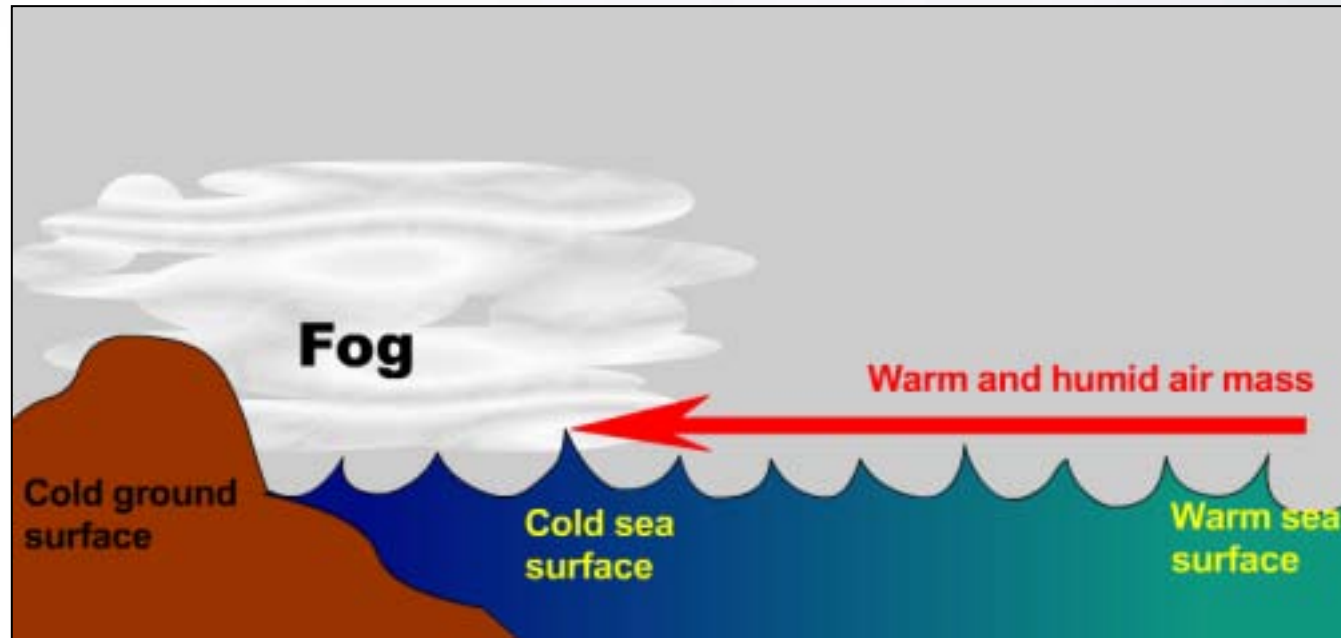


**β) ομίχλες μεταφοράς (advection fogs)** σχηματίζονται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες κινούνται πάνω από ψυχρές επιφάνειες





**Πάνω από την ξηρά:** Σχηματίζονται συχνά την *ψυχρή εποχή*, όταν θαλάσσιες μάζες αέρα μεταφέρονται πάνω από ψυχρές ηπειρωτικές περιοχές.





**Πάνω από την ξηρά:** Σχηματίζονται συχνά την *ψυχρή εποχή*, όταν θαλάσσιες μάζες αέρα μεταφέρονται πάνω από ψυχρές ηπειρωτικές περιοχές.







**Πάνω από την ξηρά:** Σχηματίζονται συχνά την *ψυχρή εποχή*, όταν θαλάσσιες μάζες αέρα μεταφέρονται πάνω από ψυχρές ηπειρωτικές περιοχές.

Δημιουργούνται και πάνω από χιονοσκεπείς περιοχές.



**Πάνω από θάλασσες:** Σχηματίζονται όταν **θερμές και υγρές αέριες μάζες:**



- που έρχονται από **ηπειρωτικές εκτάσεις**, εισβάλλουν σε **ψυχρότερες θαλάσσιες περιοχές** ή
- όταν μετακινούνται από **θερμές θαλάσσιες περιοχές** πάνω από **ψυχρότερες**.

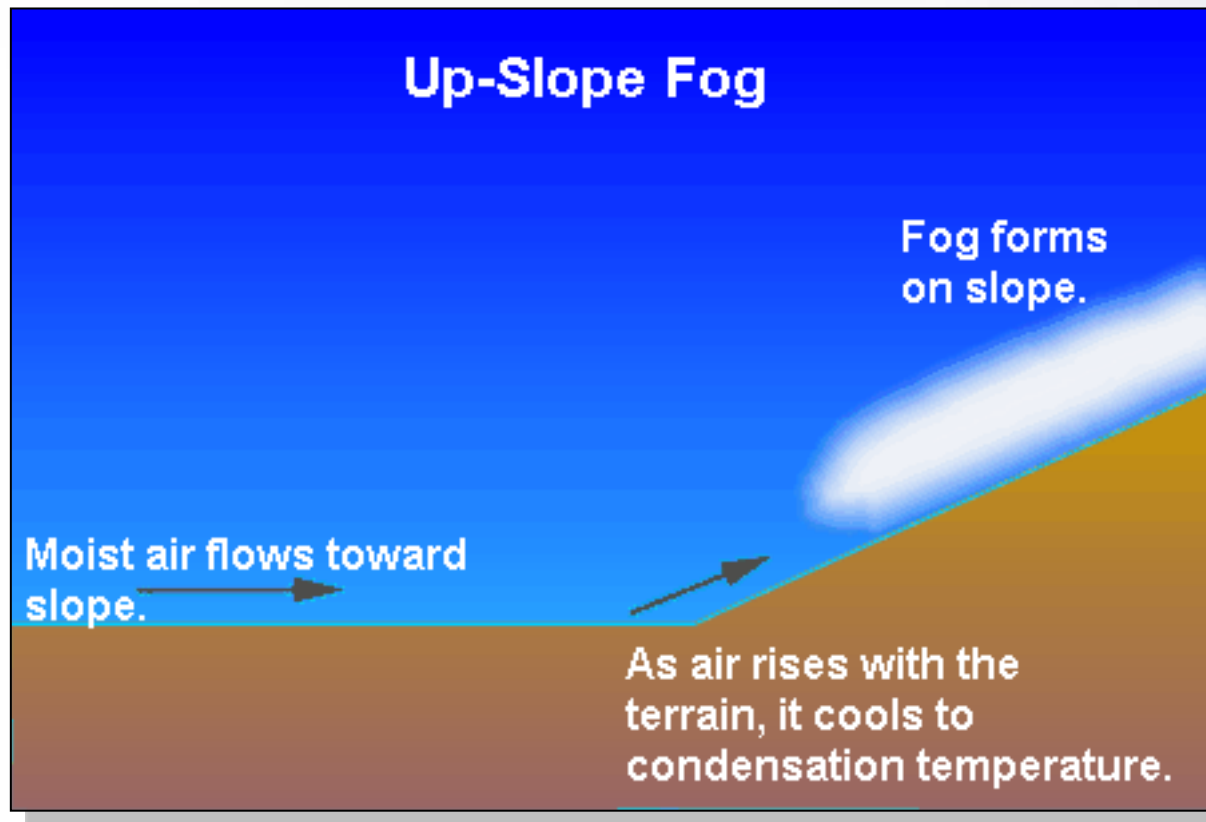


Οι ομίχλες που σχηματίζονται στους ωκεανούς και στις θάλασσες είναι τις περισσότερες φορές, ομίχλες μεταφοράς.

Γενικά οι ομίχλες μεταφοράς είναι οι **συχνότερες** από όλες.



γ) ομίχλες ανολίσθησης ή ορογραφικές ομίχλες (*upslope fog or orographic fog*) σχηματίζονται στην περίπτωση που υγρός σχετικά επιφανειακός αέρας κινείται **ανοδικά στις πλαγιές** ενός βουνού.



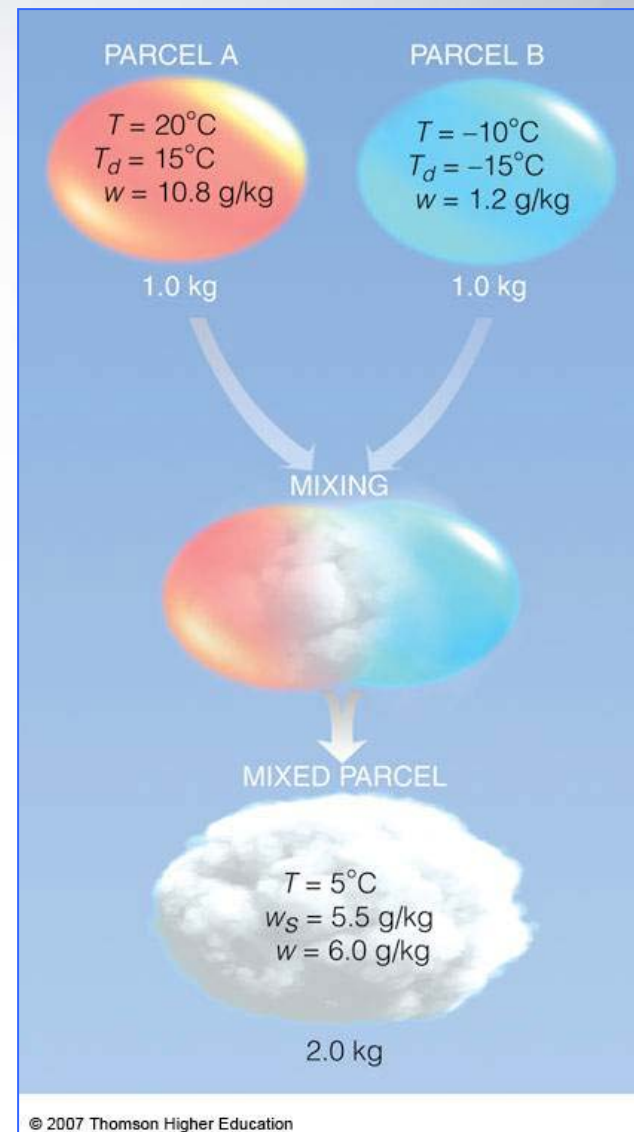


γ) ομίχλες ανολίσθησης ή ορογραφικές ομίχλες (*upslope fog or orographic fog*) σχηματίζονται στην περίπτωση που υγρός σχετικά επιφανειακός αέρας κινείται **ανοδικά στις πλαγιές ενός βουνού**.



δ) ομίχλες αναμίξεως (*mixing fogs*) σχηματίζονται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες έρχονται σε επαφή με ψυχρές.

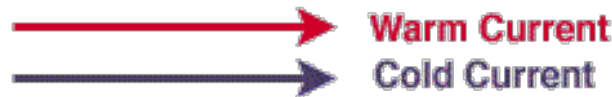
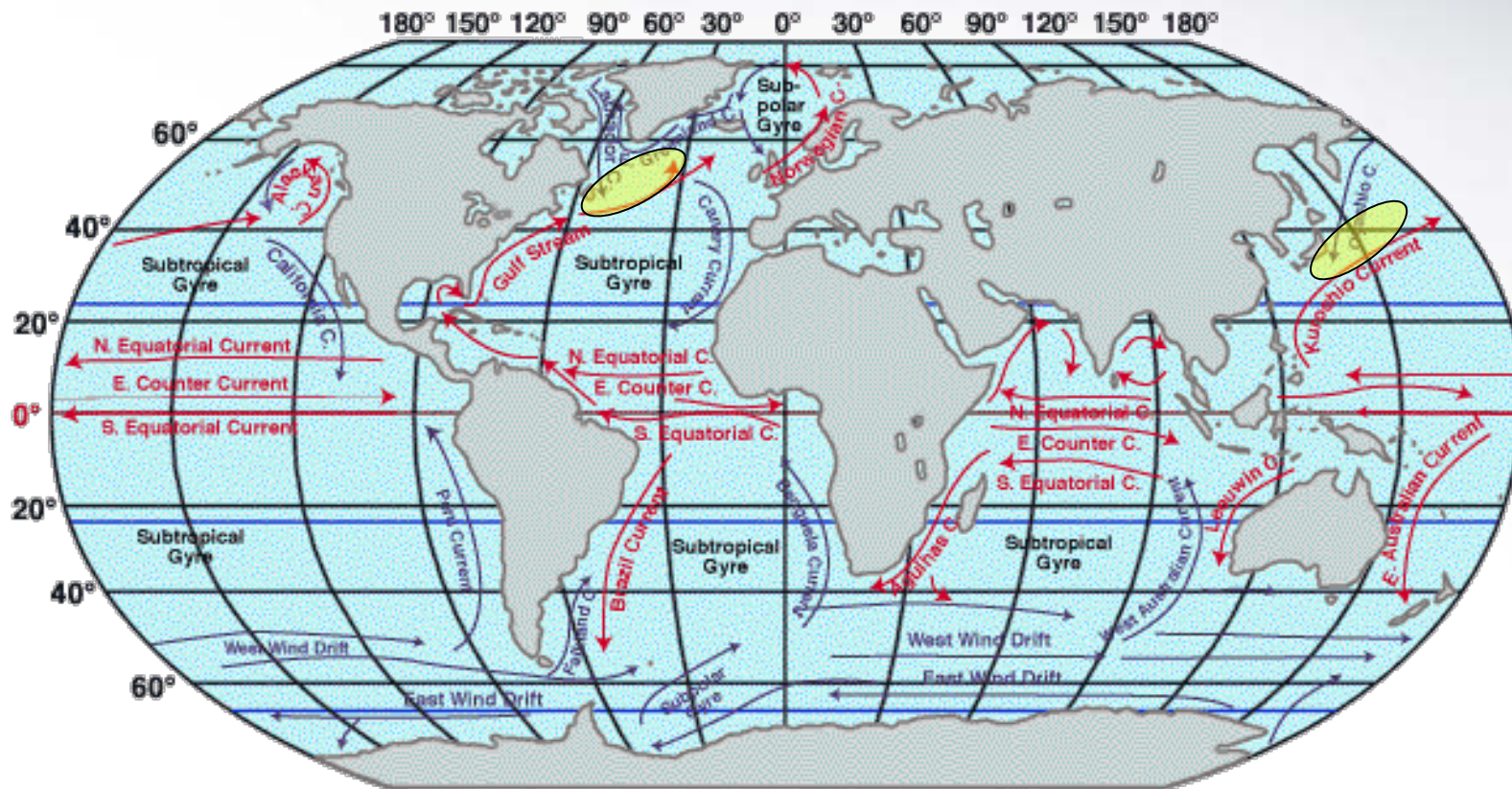
π.χ στις περιοχές που συναντιούνται θερμά και ψυχρά θαλάσσια ρεύματα.





*δ) ομίχλες αναμίξεως (mixing fogs)* σχηματίζονται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες έρχονται σε επαφή με ψυχρές.

π.χ στις περιοχές που συναντιούνται θερμά και ψυχρά θαλάσσια ρεύματα.

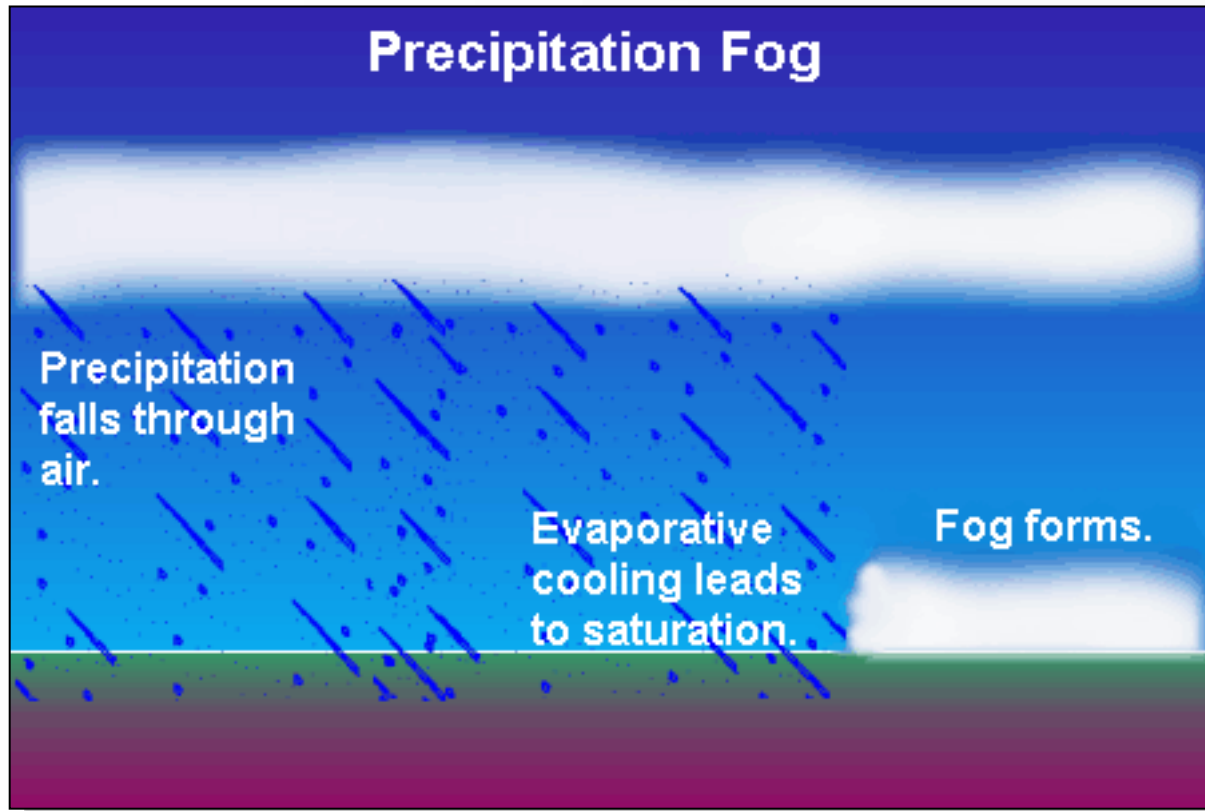


(C. = Current)





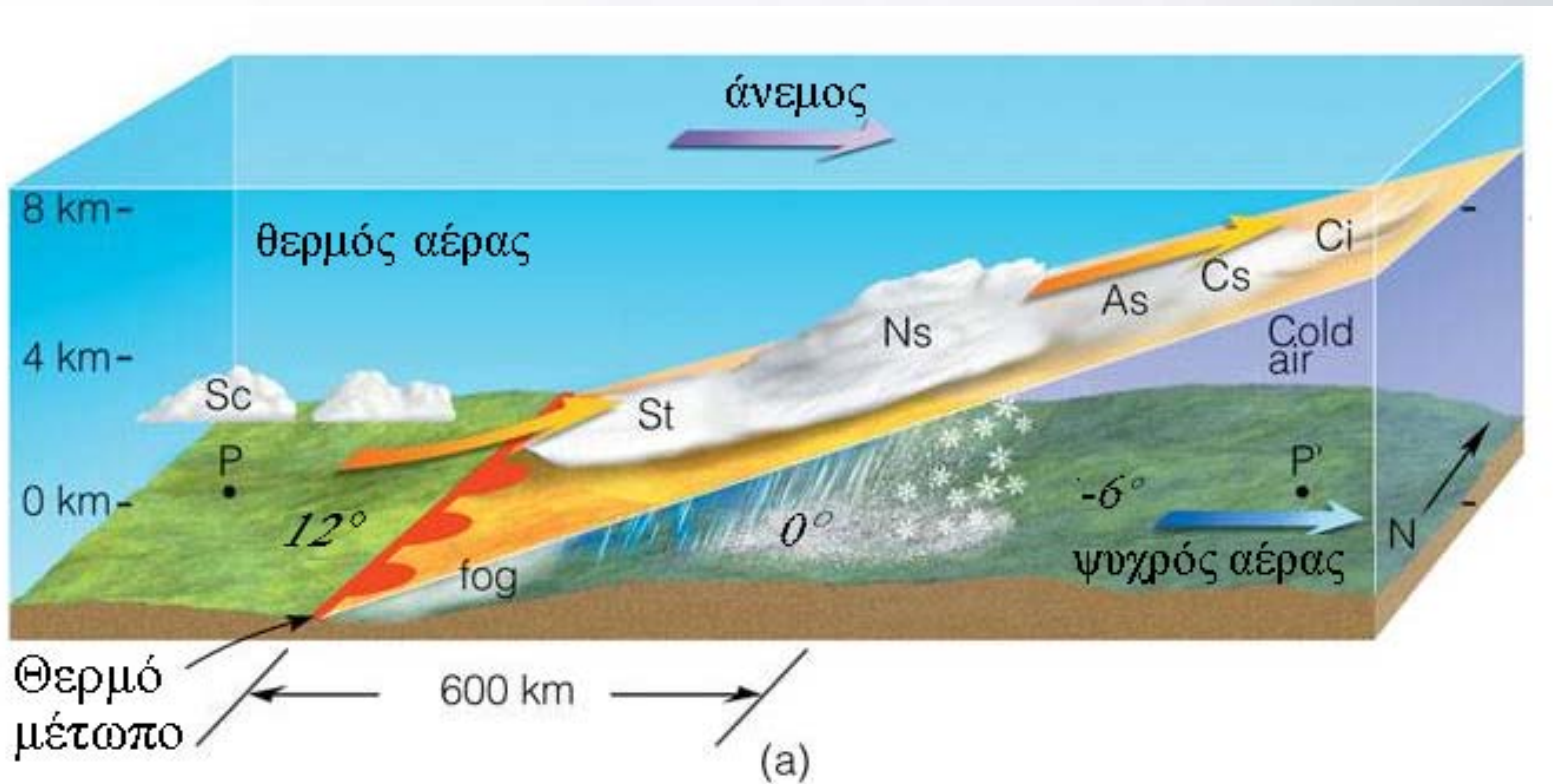
**ε) μετωπικές ομίχλες** σχηματίζονται όταν σταγόνες βροχής, σχετικά θερμές, καθώς πέφτουν περνούν μέσα από ψυχρό αέρα, οπότε συμβαίνει υπερκορεσμός από την εξάτμιση των θερμών υδροσταγονιδίων.



Παρατηρούνται συνήθως κοντά στις μετωπικές επιφάνειες.



ε) **μετωπικές ομίχλες** σχηματίζονται όταν σταγόνες βροχής, σχετικά θερμές, καθώς πέφτουν περνούν μέσα από ψυχρό αέρα, οπότε συμβαίνει υπερκορεσμός από την εξάτμιση των θερμών υδροσταγονιδίων.



ε) **μετωπικές ομίχλες** σχηματίζονται όταν **σταγόνες βροχής**, σχετικά θερμές, καθώς πέφτουν περνούν μέσα από ψυχρό αέρα, οπότε συμβαίνει υπερκορεσμός από την εξάτμιση των θερμών υδροσταγονιδίων.



Παρατηρούνται  
συνήθως κοντά στις  
**μετωπικές επιφάνειες.**

**στ) Ομίχλη καπνού.** Σχηματίζεται από έντονη εξάτμιση μιας υδάτινης και σχετικά θερμής επιφάνειας μέσα σε ψυχρό αέρα  $\Rightarrow$  γρήγορη συμπύκνωση των υδρατμών και σχηματισμός υδροσταγονιδίων.



Σχηματίζονται στα μέσα πλάτη, κοντά σε μεγάλες λίμνες και ποταμούς, κυρίως το φθινόπωρο.



**στ) Ομίχλη καπνού.** Σχηματίζεται από έντονη εξάτμιση μιας υδάτινης και σχετικά θερμής επιφάνειας μέσα σε ψυχρό αέρα  $\Rightarrow$  γρήγορη συμπύκνωση των υδρατμών και σχηματισμός υδροσταγονιδίων.



Σχηματίζονται στα μέσα πλάτη, κοντά σε μεγάλες λίμνες και ποταμούς, κυρίως το φθινόπωρο.

*Αρκτικός θαλάσσιος καπνός (arctic sea smoke).* Όταν η εξάτμιση του θαλασσινού νερού είναι γρήγορη, αναδίδει μεγάλες ποσότητες υδρατμών που συμπυκνώνονται γρήγορα στον ψυχρό αέρα.



Εμφανίζεται στις ωκεάνιες εκτάσεις που βρίσκονται κοντά στις *αρκτικές περιοχές.*

## 8.4 Δρόσος και πάχνη

*Δρόσος (dew)*. Όταν η νύκτα είναι **ανέφελη** και **νήνεμη**, τις πρωινές ώρες η χλόη, τα φύλλα των δέντρων και γενικά οι επιφάνειες διαφόρων σωμάτων, καλύπτονται από λεπτότατα υδροσταγονίδια.



Σχηματίζεται όταν η θερμοκρασία  $T$  στην επιφάνεια των σωμάτων λόγω της νυκτερινής ακτινοβολίας κατεβαίνει πολύ κάτω από την θερμοκρασία δρόσου  $T_d$  του αέρα.

$$0 < T < T_d$$





Αν η θερμοκρασία του αέρα πέσει κάτω από το μηδέν μετά το σχηματισμό δρόσου τότε δημιουργείται **η παγωμένη δρόσος.**



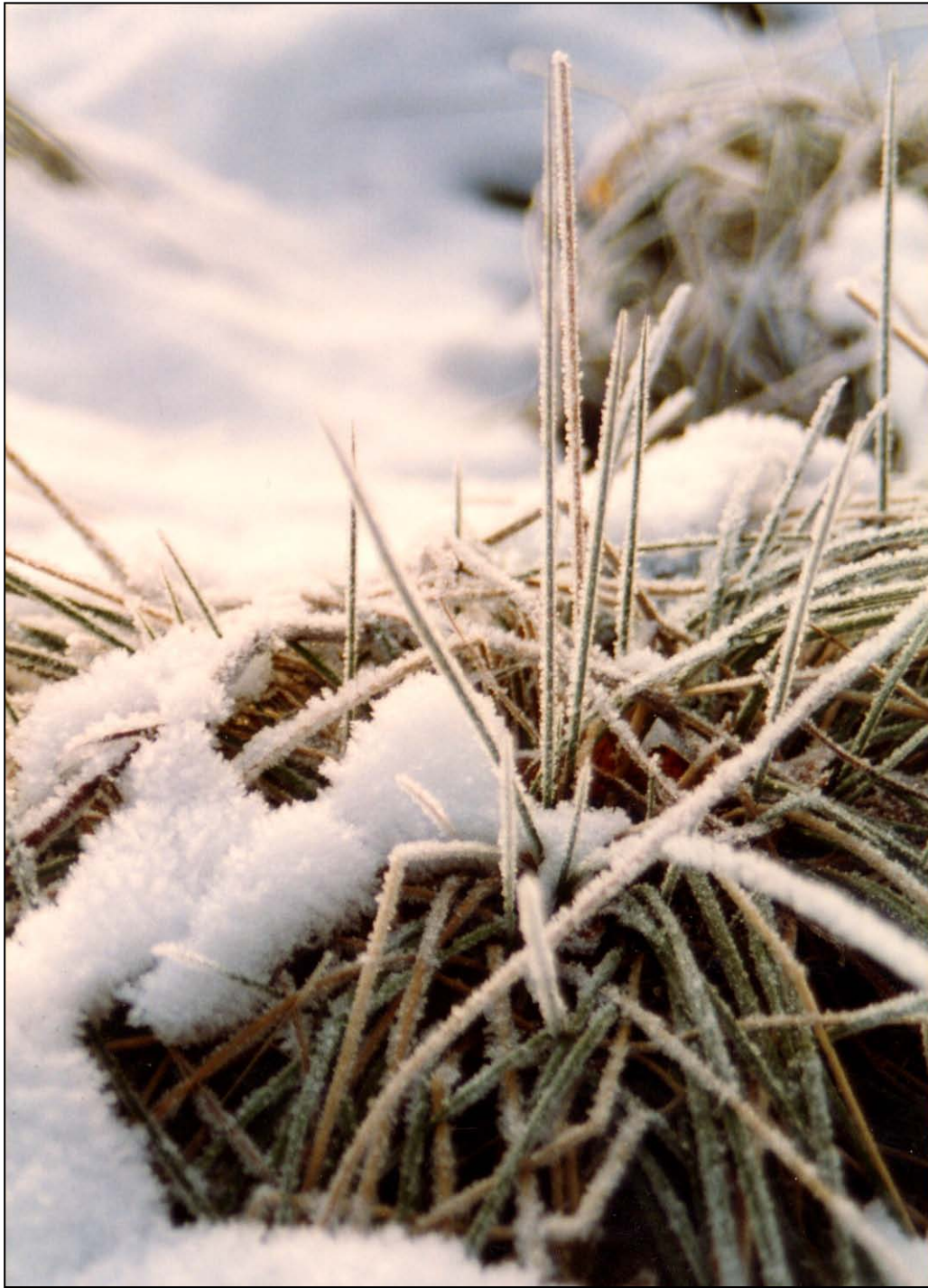
Ευνοείται από

- *Ανέφελο ουρανό* κατά τη νύκτα
- *Νηνεμία* ή υποπνέων άνεμο
- *Μεγάλη υγρασία* των παραεδάφριων στρωμάτων του αέρα



**Πάχνη** (*hoar frost*). Στην περίπτωση που  $T < T_d < 0$ , τότε οι υδρατμοί παγοποιούνται και σχηματίζουν λεπτούς παγοκρυστάλλους πάνω στην επιφάνεια των διαφόρων σωμάτων.







Ευνοείται από

- *Ανέφελο ουρανό* κατά τη νύκτα
- *Νηνεμία* ή υποπνέων άνεμο
- *Πολύ χαμηλή θερμοκρασία* των παραεδάφίων στρωμάτων του αέρα



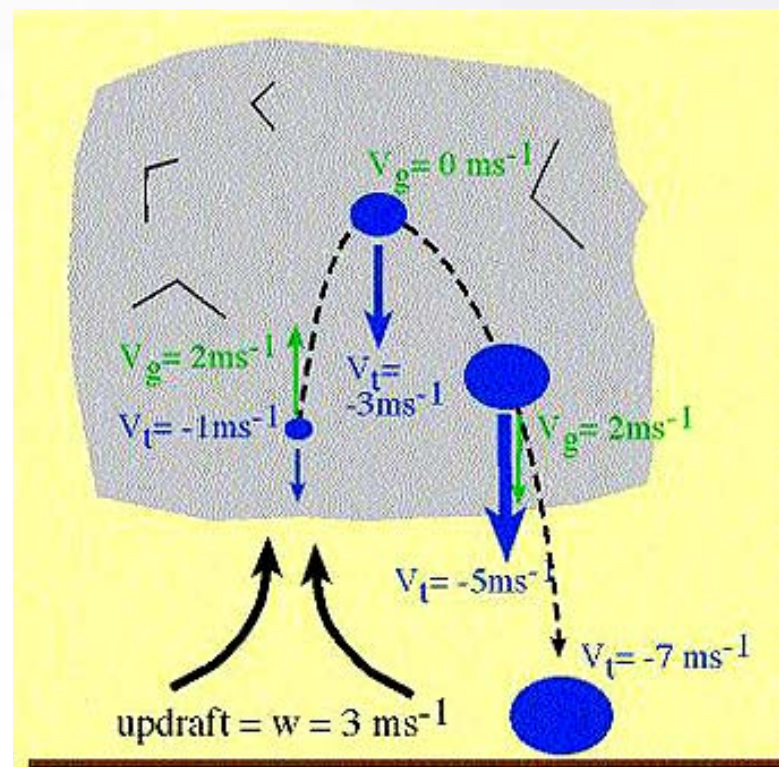
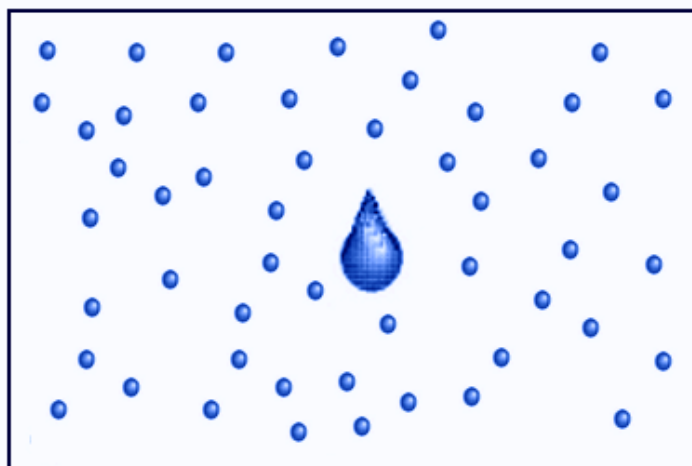


## 8.5 Υετός (precipitation)

νοείται το σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που φτάνουν στη γη σε υγρή ή στερεά μορφή και αποφέρουν μετρήσιμη ποσότητα νερού (βροχή, ψεκάδες βροχής, χιόνι, χαλάζι).

## 8.5.1 Βροχή

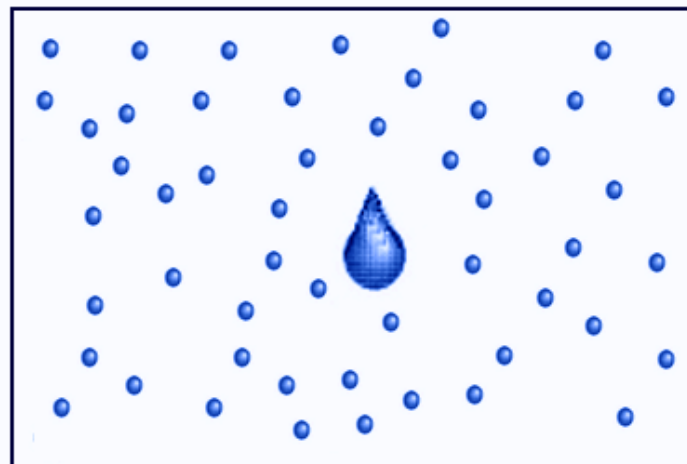
Όταν τα υδροσταγονίδια ή παγοκρύσταλλοι ενός νέφους, *ενώνονται* μεταξύ τους ή *μεγαλώνουν*, τότε σχηματίζουν μεγαλύτερες υδροσταγόνες με βάρος που ξεπερνά την άνωση, με αποτέλεσμα να πέφτουν προς το έδαφος.







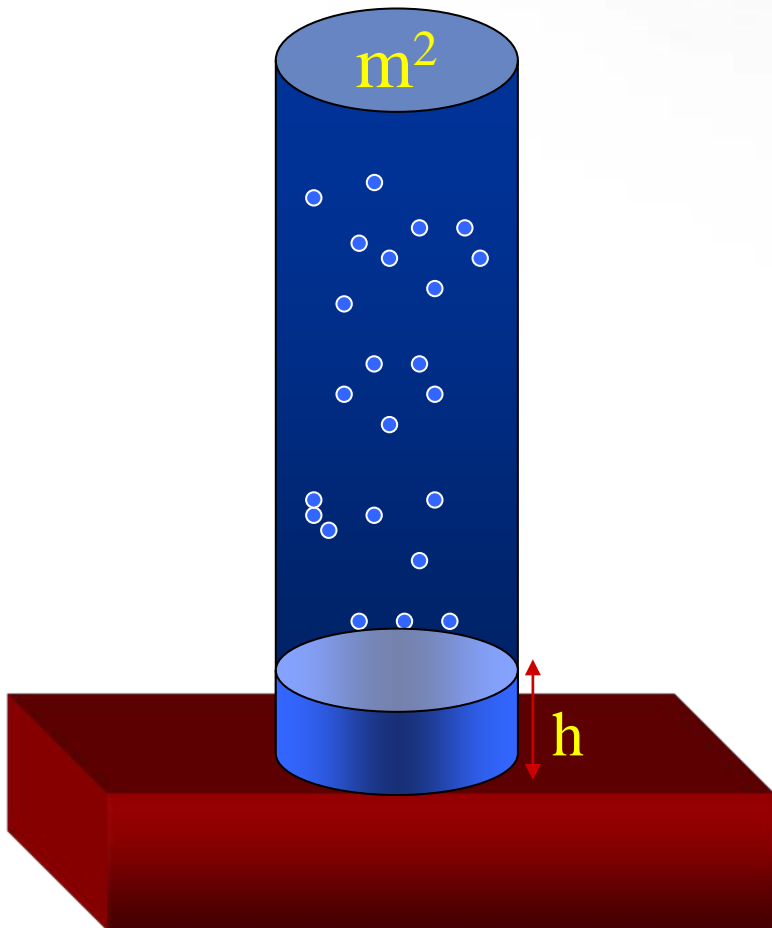
Αν διατηρηθούν σε υγρή μορφή πριν φτάσουν στην επιφάνεια της γης, τότε δημιουργείται το φαινόμενο της **βροχής (rain)**.



*Ύψος βροχής* είναι το ύψος στο οποίο θα έφθανε η στάθμη του νερού της βροχής σε ένα δοχείο εμβαδού  $1\text{m}^2$ , αν αυτό δεν εξατμιζόταν και εκφράζεται σε mm.

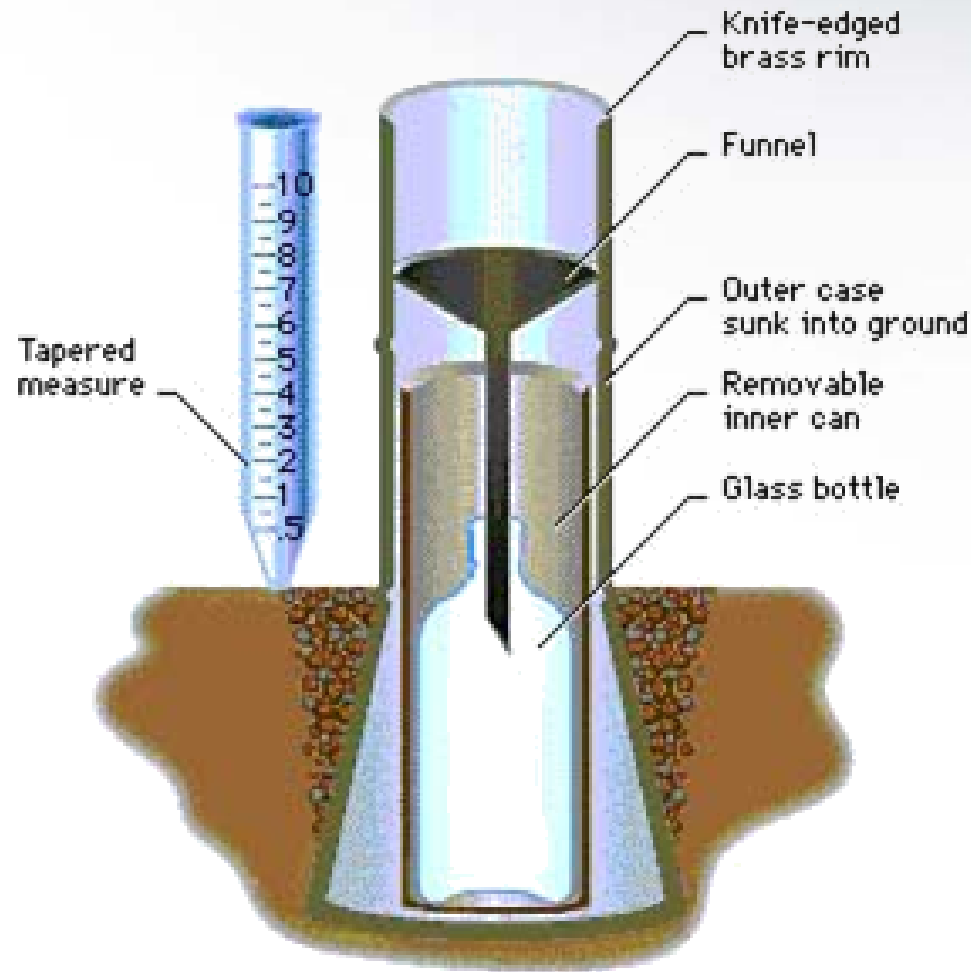


Βροχή ύψους  $1\text{ mm}$  εννοούμε την ποσότητα εκείνη που απέδωσε ποσότητα νερού ίση με  $1\text{ kgr/m}^2$  ή  $1\text{ tn/στρέμα}$ .



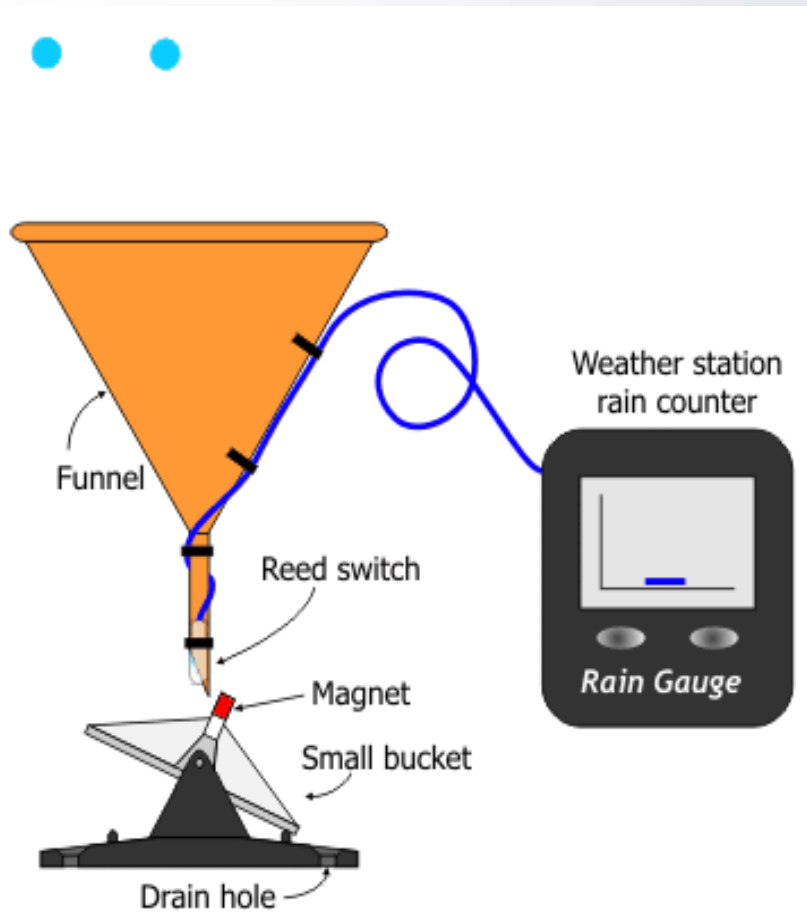


Μετρίεται με τα βροχόμετρα (*rain gauges*).

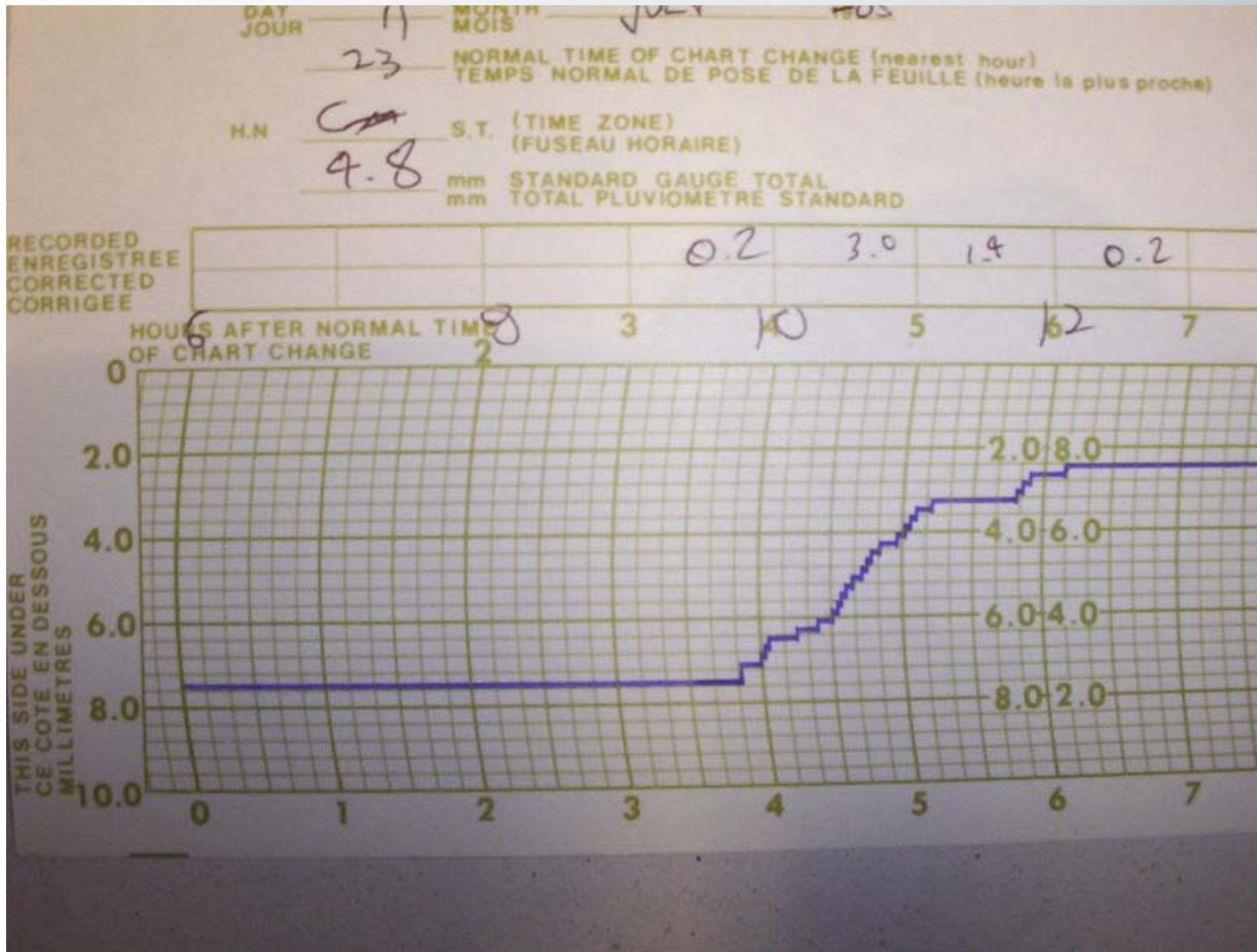




# Βροχόμετρα ανατρεπόμενου κάδου (*tipping bucket rain gauges*).

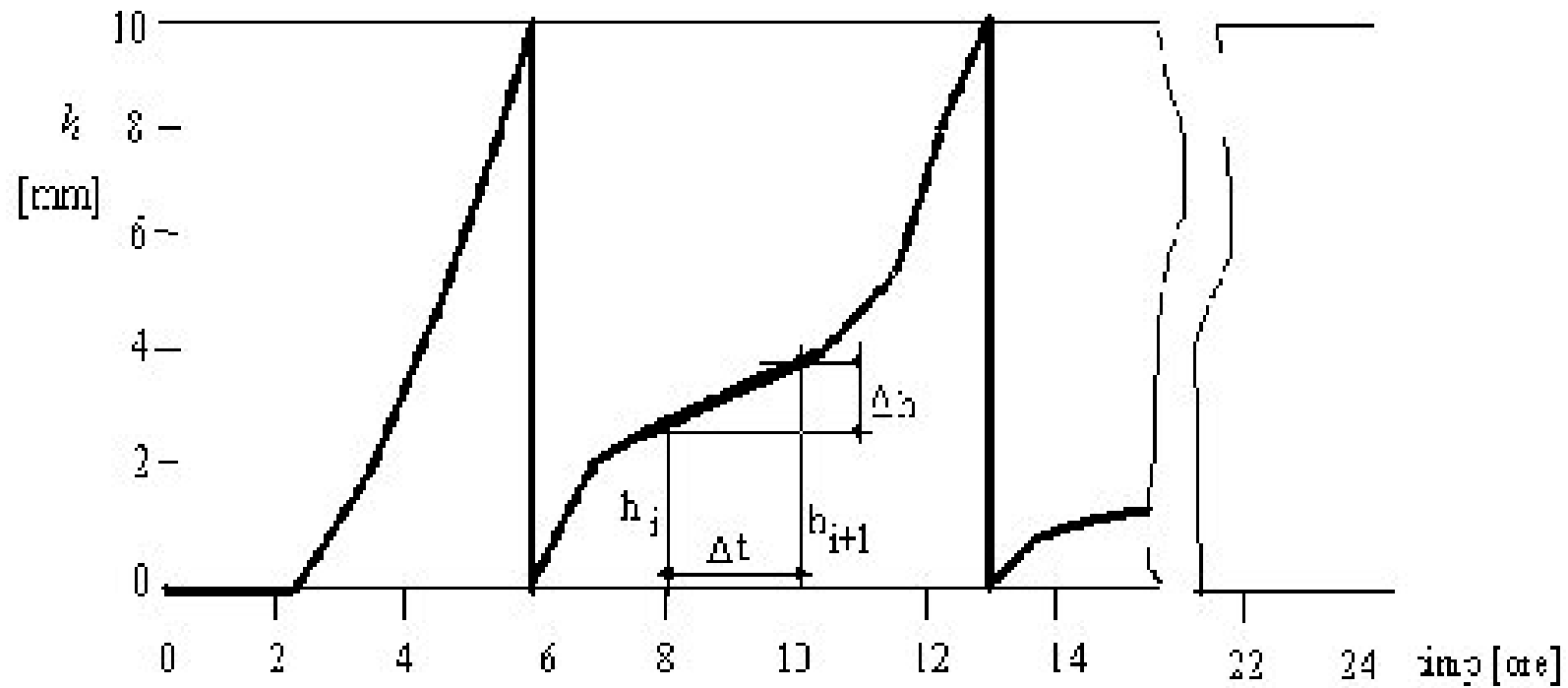


# Ταινία βροχόμετρου ανατρεπόμενου κάδου





# Ταινία βροχόμετρου *ανατρεπόμενου κάδου*

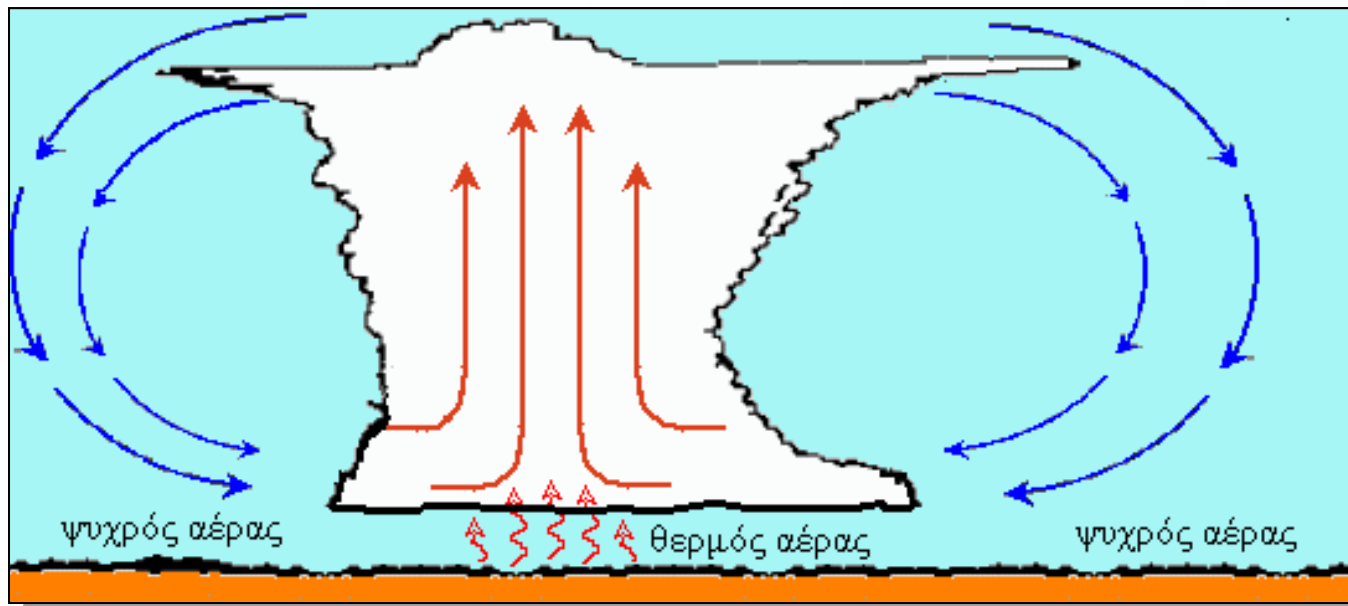


Ανάλογα με τον τρόπο που σχηματίζονται τα βροχοφόρα νέφη, οι βροχές διαίρούνται σε τέσσερεις κατηγορίες:



**α. Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς (convective precipitation).**

Σχηματίζονται όταν συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα ισχυρές ανοδικές κινήσεις κυρίως λόγω ισχυρής θέρμανσης του εδάφους



Ανάλογα με τον τρόπο που σχηματίζονται τα βροχοφόρα νέφη, οι βροχές διαιρούνται σε τέσσερις κατηγορίες:



**α. Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς (convective precipitation).**

Σχηματίζονται όταν συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα ισχυρές ανοδικές κινήσεις κυρίως λόγω ισχυρής θέρμανσης του εδάφους

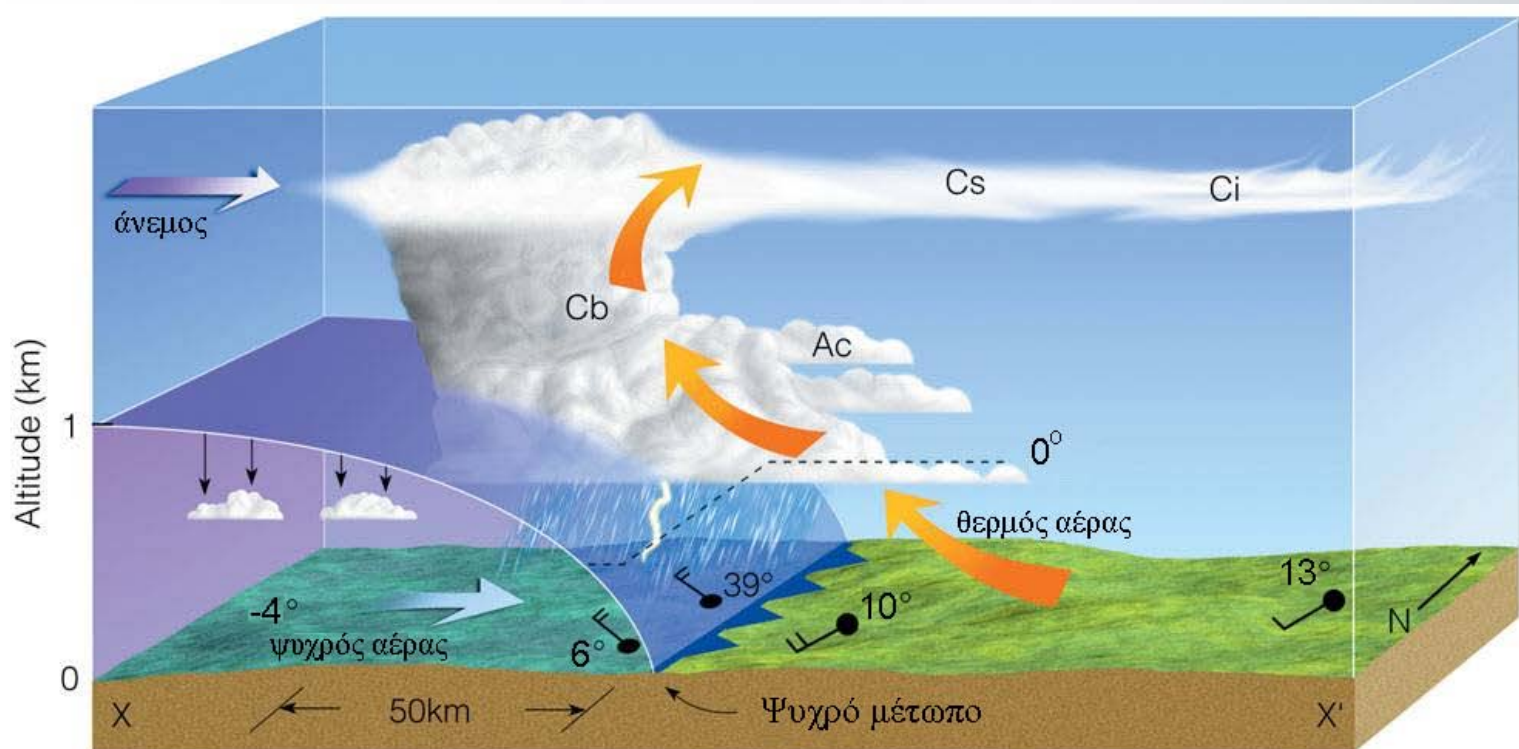


ραγδαία βροχή  
(μεγάλης έντασης  
και μικρής  
διάρκειας) που  
πολλές φορές  
συνοδεύεται και  
από χαλάζι



## β. Μετωπικές βροχές (frontal precipitation).

Σχηματίζονται από τις ανοδικές κινήσεις στα θερμά και ψυχρά μέτωπα καθώς ο θερμότερος αέρας αναγκάζεται να ανέβει τη μετωπική επιφάνεια

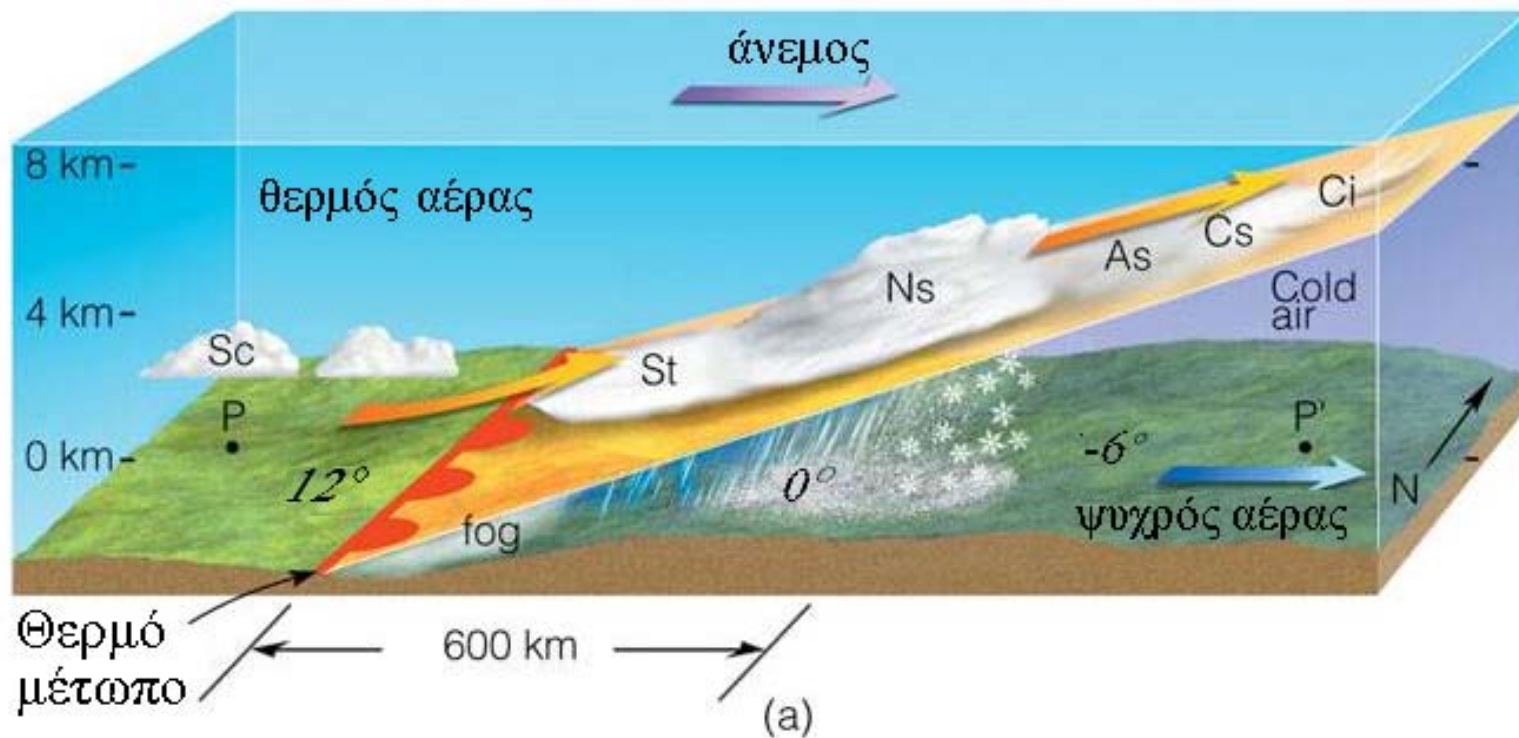


© 2007 Thomson Higher Education

Τείνουν να είναι μεγάλης έκτασης και διάρκειας αλλά συχνά αποκτούν χαρακτηριστικά βροχών κατακόρυφης μεταφοράς

## β. Μετωπικές βροχές (frontal precipitation).

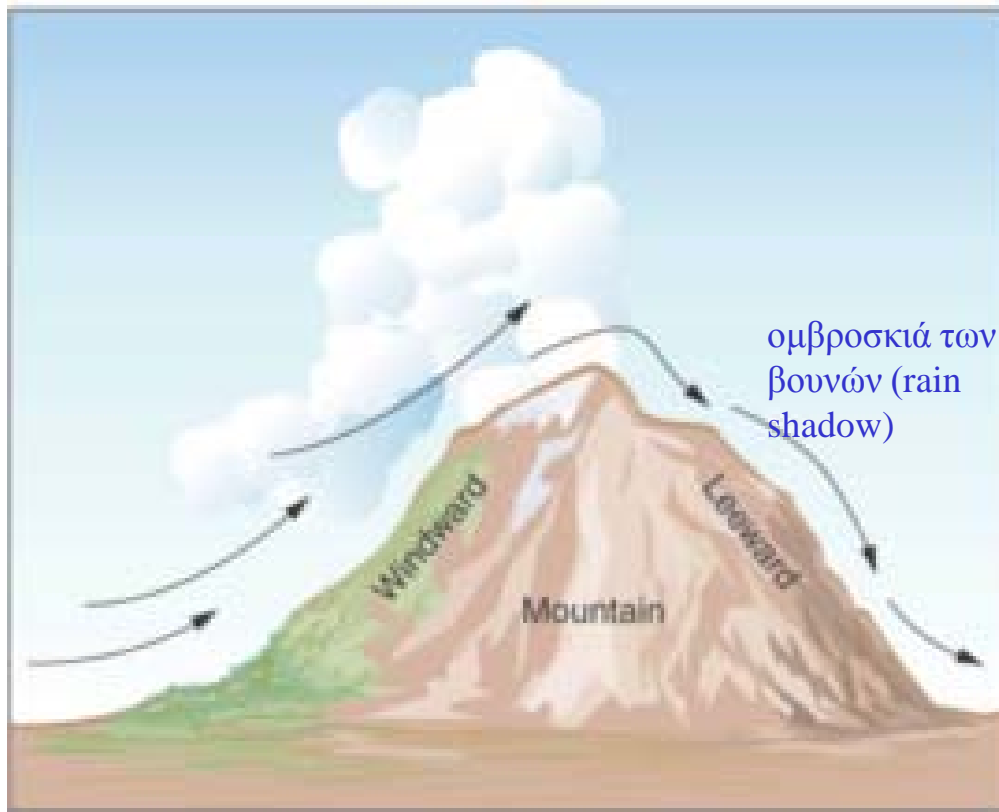
Σχηματίζονται από τις ανοδικές κινήσεις στα θερμά και ψυχρά μέτωπα καθώς ο θερμότερος αέρας αναγκάζεται να ανέβει τη μετωπική επιφάνεια



Είναι **συχνές** στα μέσα γεωγραφικά πλάτη και **σπάνιες** στις τροπικές περιοχές

**γ. Ορογραφικές ή ανάγλυφου (orographic precipitation).**

Σχηματίζονται από τις ανοδικές κινήσεις που δημιουργούνται στις προσήνεμες πλευρές των βουνών



Συμβαίνουν σε κάθε εποχή και περιοχή αρκεί να υπάρχουν εξάρσεις του εδάφους

**γ. Ορογραφικές ή ανάγλυφου (orographic precipitation).**

Σχηματίζονται από τις ανοδικές κινήσεις που δημιουργούνται στις προσήνεμες πλευρές των βουνών

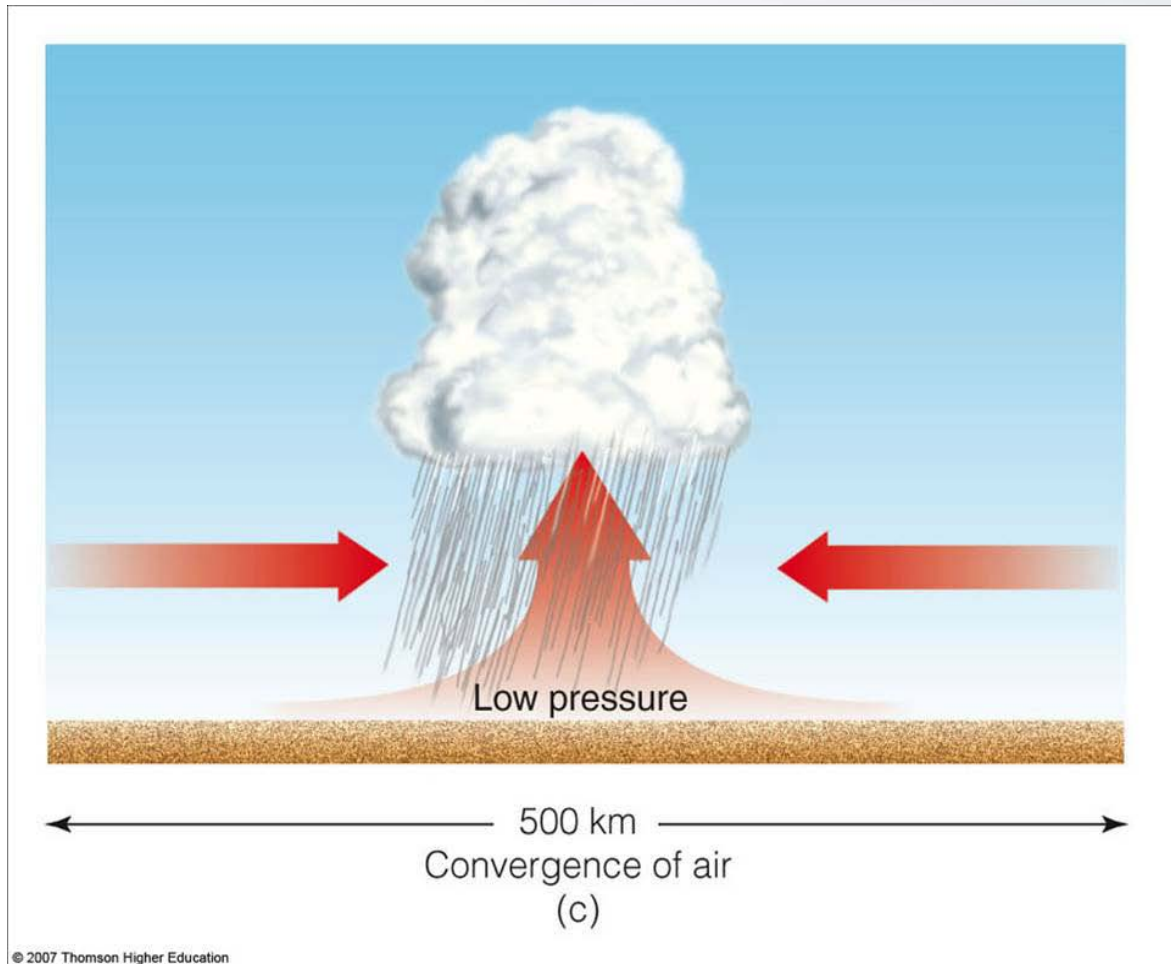


Συμβαίνουν σε κάθε εποχή και περιοχή αρκεί να υπάρχουν εξάρσεις του εδάφους



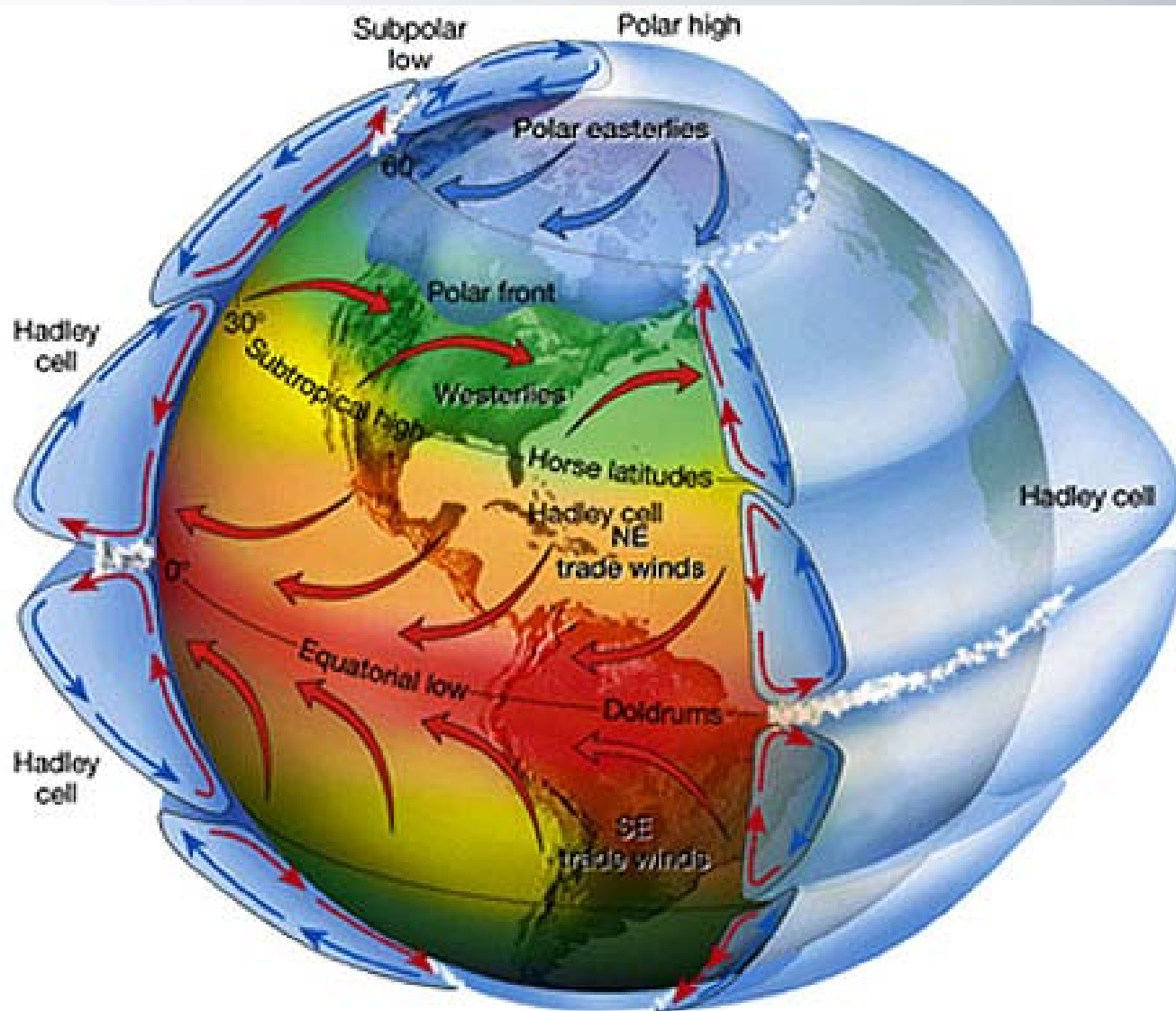
## δ. Βροχές σύγκλισης (*convergent precipitation*).

Σχηματίζονται λόγω των ανοδικών κινήσεων που δημιουργεί η σύγκλιση των αερίων μαζών σε μια περιοχή

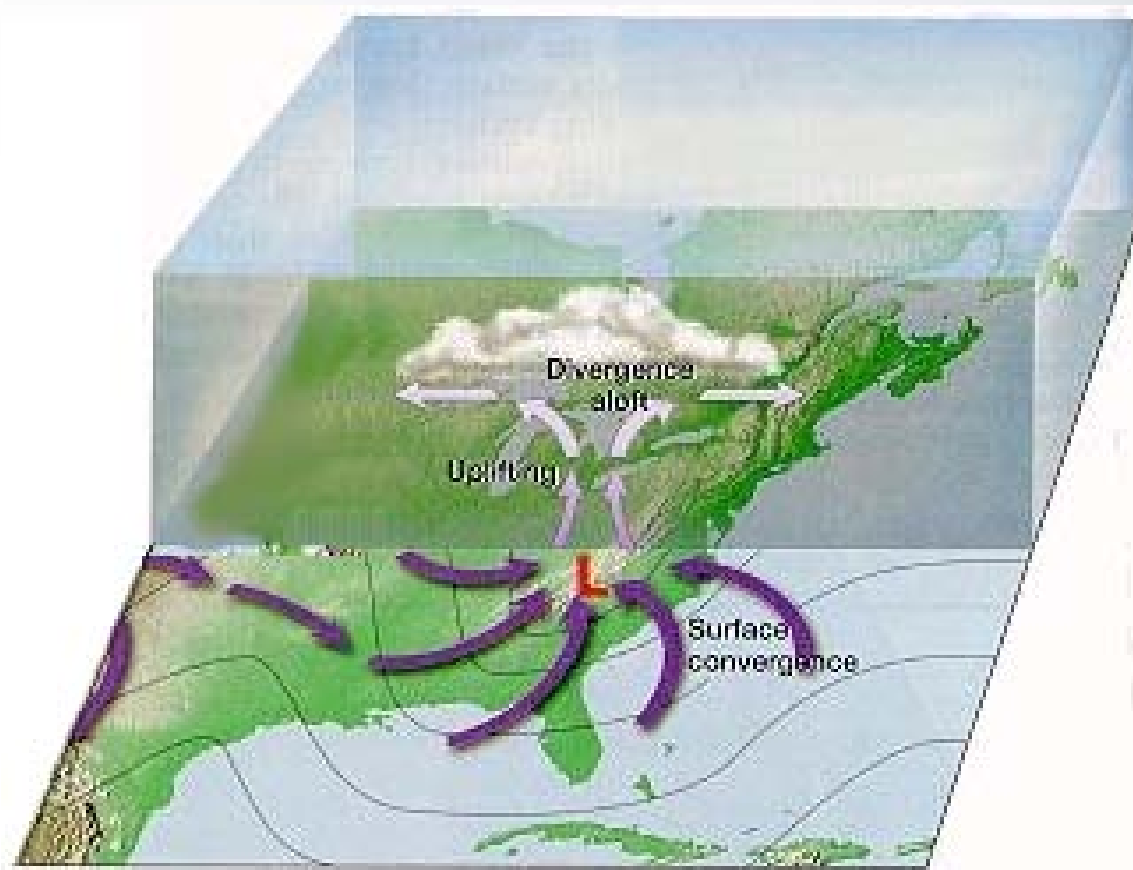


Συμβαίνουν στα κέντρα χαμηλών βαρομετρικών συστημάτων και είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικές στα μικρά γεωγραφικά πλάτη

Π.χ. ζώνη σύγκλισης των αλλαγών ανέμων στον Ισημερινό



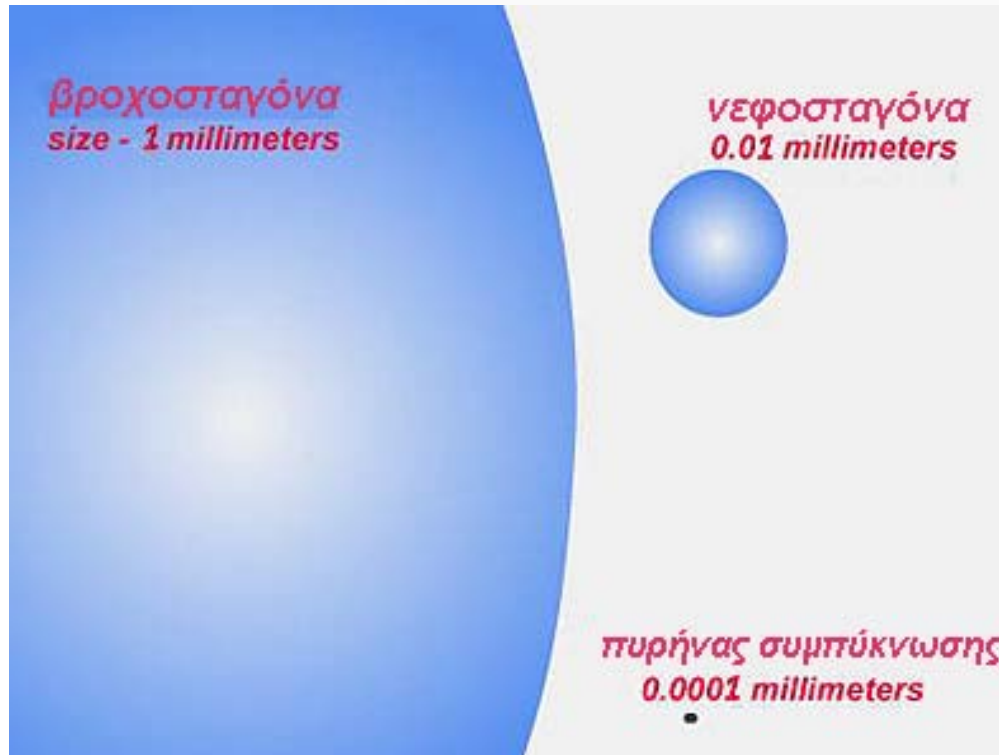
και σύγκλιση των ανέμων ενός χαμηλού προς το κέντρο του.



## 5.5.2 Μηχανισμοί δημιουργίας βροχής

Μια βροχοσταγόνα ισοδυναμεί με 1 εκατομμύριο νεφροσταγονίδια.

Σε 1 cm<sup>2</sup> νεφικής μάζας περιέχονται 30 – 3000 νεφροσταγονίδια.



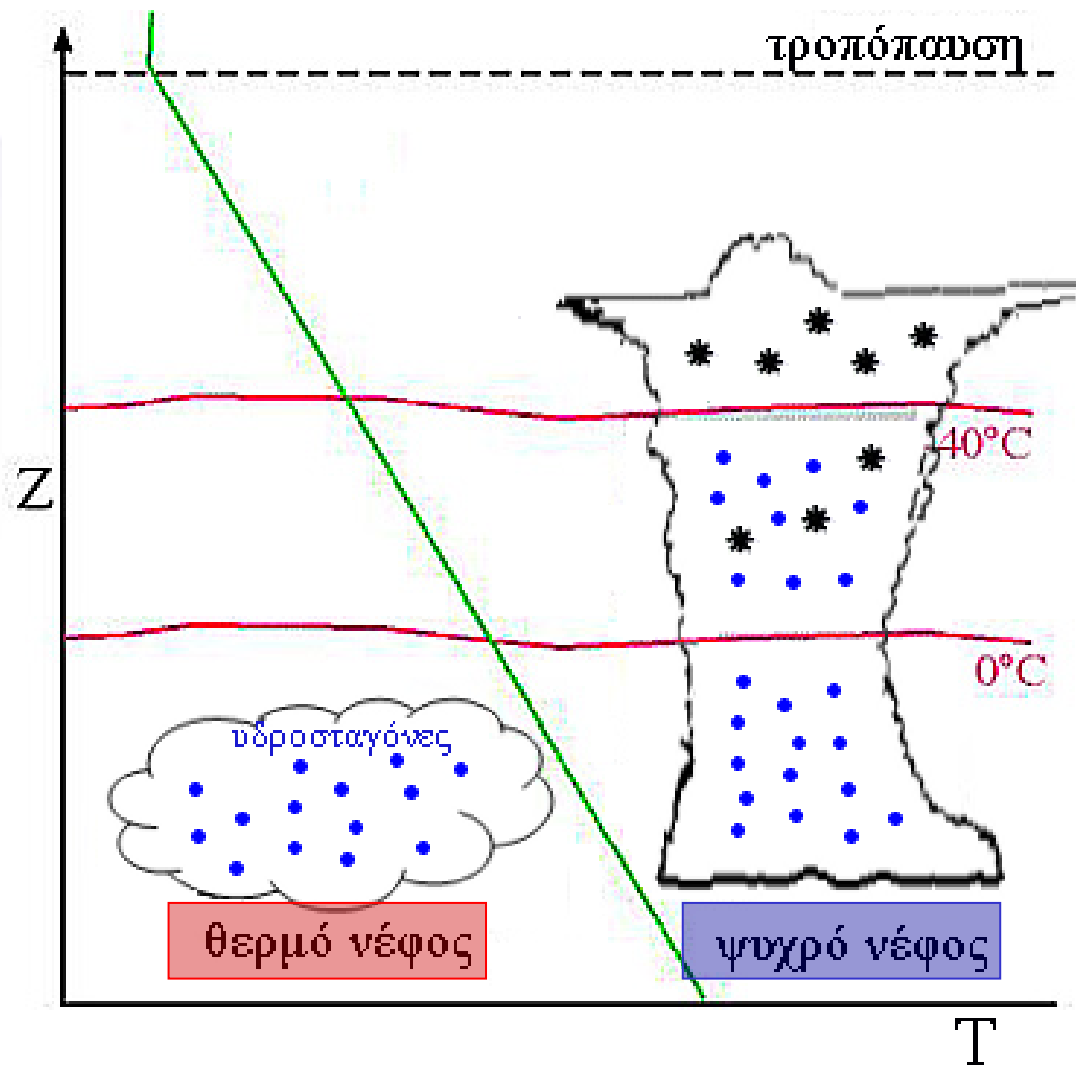
Θα εξατμίζονται πριν φτάσει στο έδαφος





Απαραίτητη προϋπόθεση η ύπαρξη **ηγετικών νεφροσταγονιδίων** ή **παγοκρυστάλλων** με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες από τα υπόλοιπα.

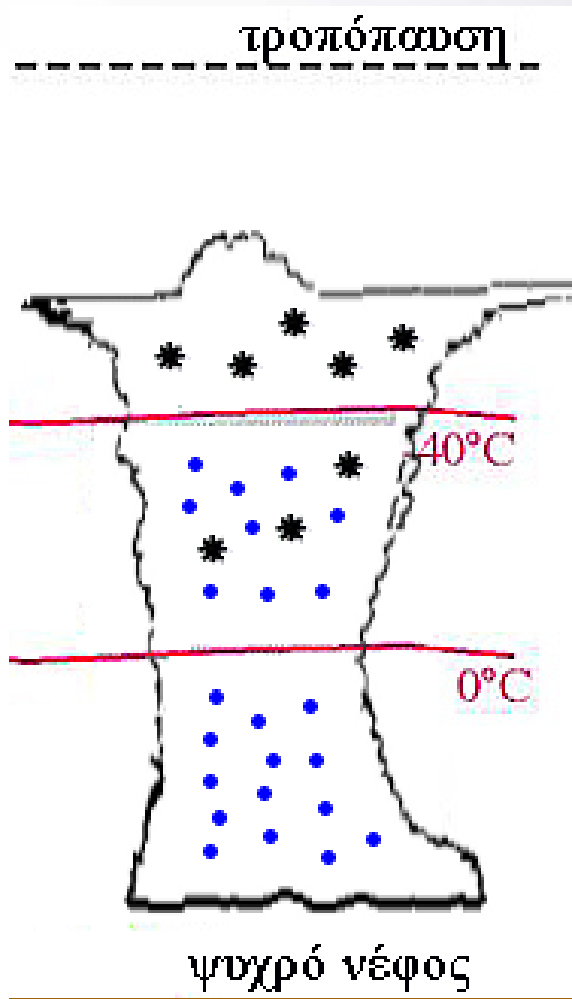




Διαδικασία σχηματισμού  
βροχής με **σύγκρουση** και  
**συννένωση** νεφοσταγονιδίων  
(*collision and coalescence*).

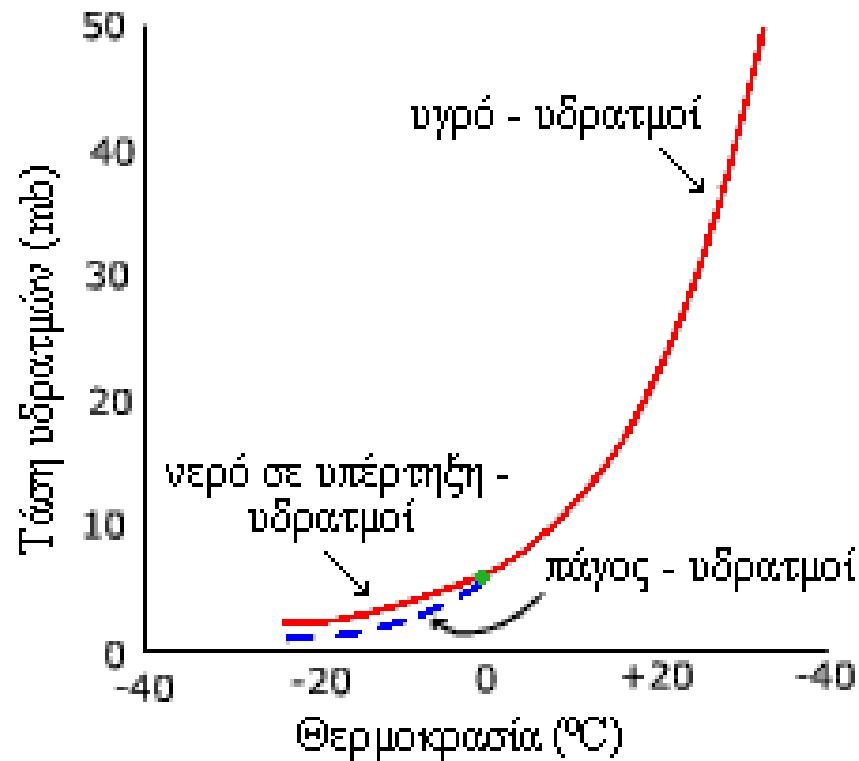
Διαδικασία σχηματισμού  
βροχής με **παγοποίηση**  
(*Bergeron-Findeisen*).

α. Διαδικασία σχηματισμού βροχής με παγοποίηση  
(Διαδικασία *Bergeron-Findeisen*).



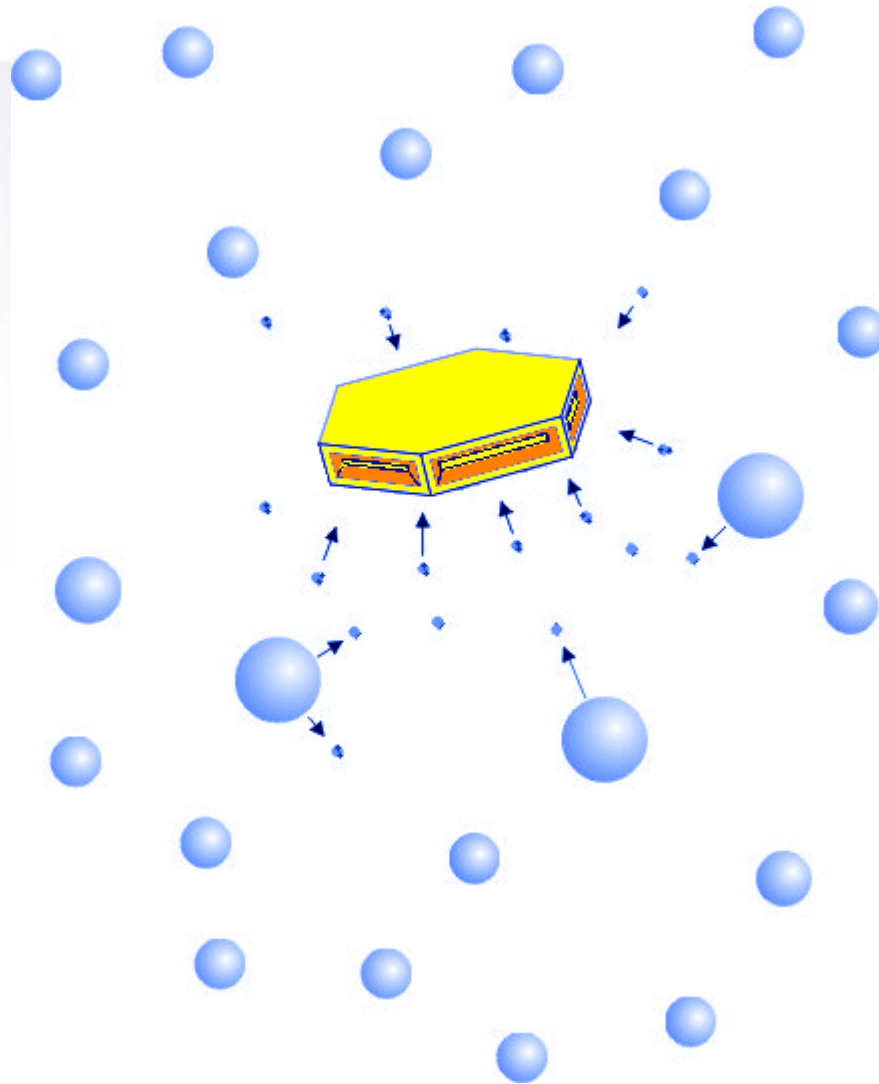
Ισχύει μόνο για ψυχρό νέφος δηλ. νέφος που περιέχει νερό στις τρεις φάσεις του (υδρατμούς, υδροσταγονίδια και παγοκρυστάλλια).

Όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται από 0°C έως -30 °C, τότε συχνά συνυπάρχουν στο νέφος παγοκρύσταλλοι και υδροσταγόνες που βρίσκονται σε υγρή μορφή (σταγόνες σε υπέρτηξη)



Η μέγιστη τάση ( $e_s$ ) των υδρατμών που συνυπάρχουν με παγοκρυστάλλια είναι μικρότερη εκείνης των υδρατμών που συνυπάρχουν με νεφροσταγονίδια σε υπέρτηξη.

Για θερμοκρασίες από  $-5^{\circ}\text{C}$  έως  $25^{\circ}\text{C}$  η διαφορά αυτή είναι **0.2 mb**.



Η διαφορά τάσης ( $e_s$ ) έχει ως συνέπεια τη συνεχή ροή υδρατμών από τα σε υπέρτηξη νεφροσταγονίδια προς τους παγοκρυστάλλους.

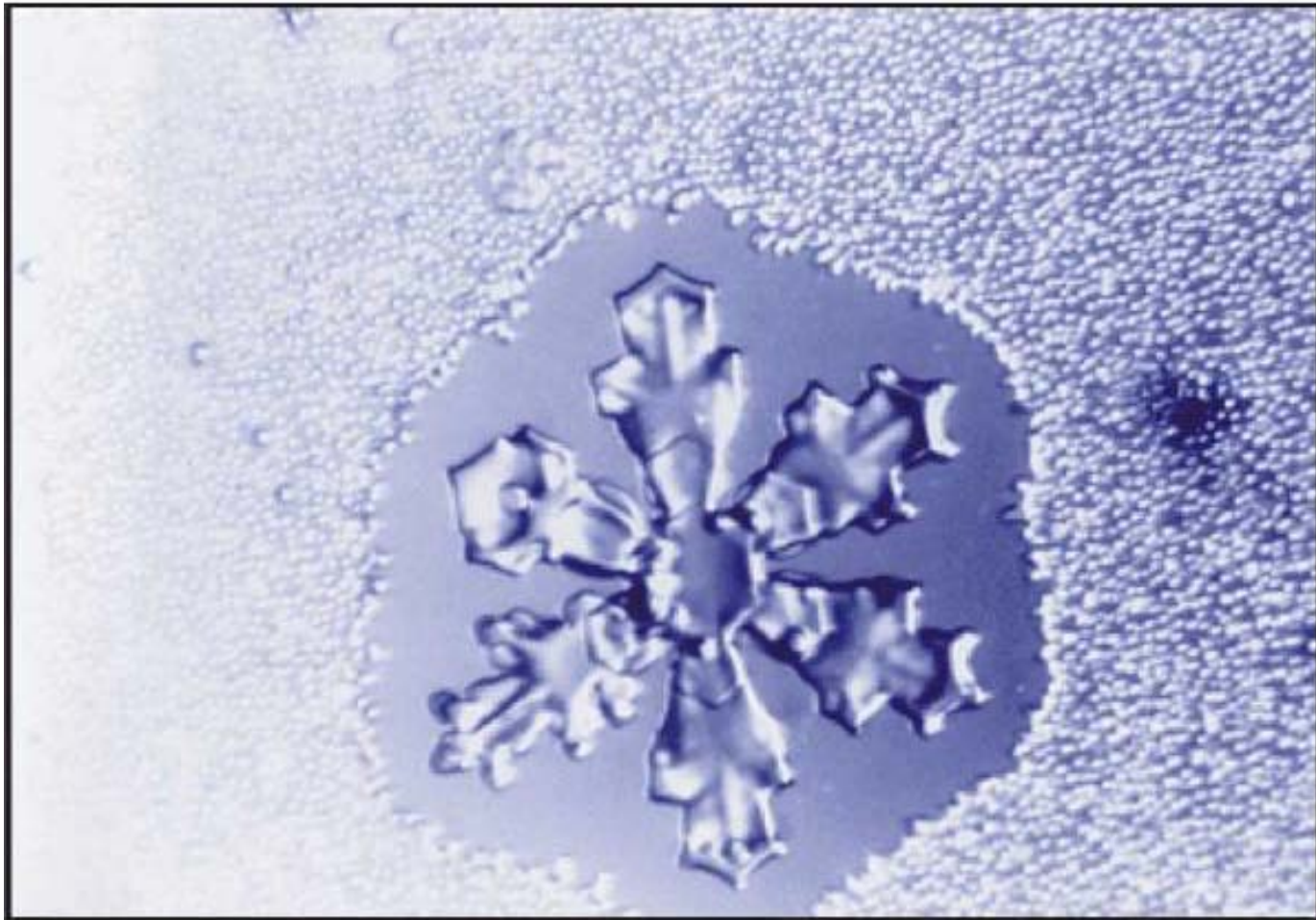


Photo by R. P. tier

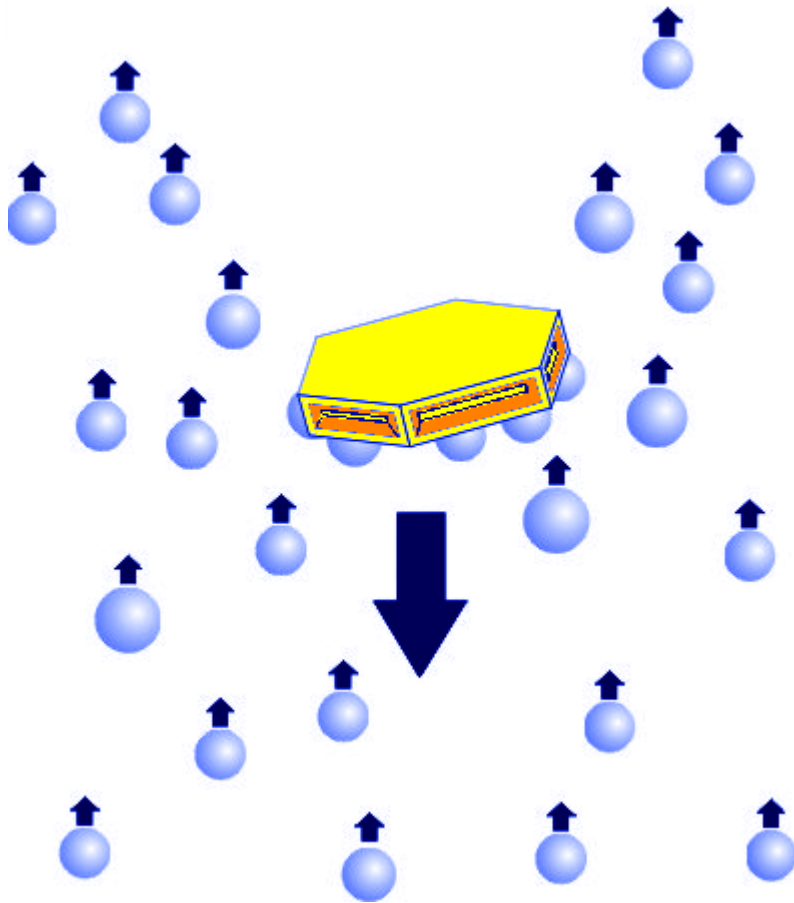
Η διαφορά τάσης ( $e_s$ ) έχει ως συνέπεια τη συνεχή ροή υδρατμών από τα σε υπέρτηξη νεφροσταγονίδια προς τους παγοκρυστάλλους.



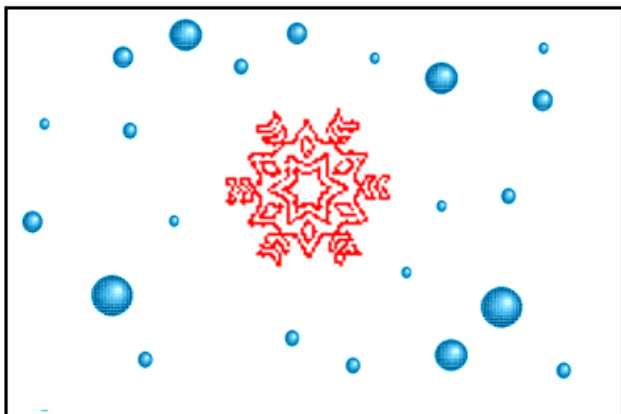
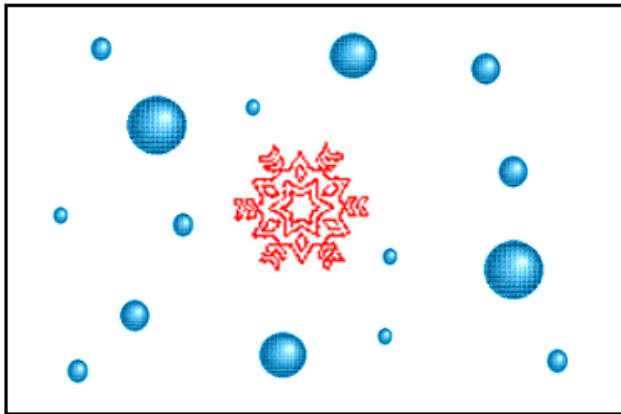
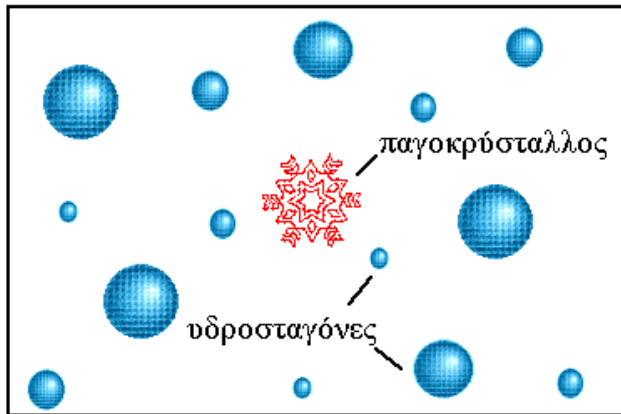
αυξάνει το μέγεθος και το βάρος των παγοκρυστάλλων και αρχίζουν να πέφτουν πιο γρήγορα μέσα στο νέφος ⇒

συναντούν κι άλλα υδροσταγονίδια σε υπέρτηξη ⇒

αυξάνει το βάρος των παγοκρυστάλλων ακόμη περισσότερο ⇒



Διαδικασία σχηματισμού  
βροχής με παγοποίηση  
(Διαδικασία **Bergeron**).



αυξάνει το μέγεθος και το βάρος  
των παγοκρυστάλλων και αρχίζουν  
να πέφτουν πιο γρήγορα μέσα στο  
νέφος ⇒

συναντούν κι άλλα υδροσταγονίδια  
σε υπέρτηξη ⇒

αυξάνει το βάρος των  
παγοκρυστάλλων ακόμη  
περισσότερο ⇒





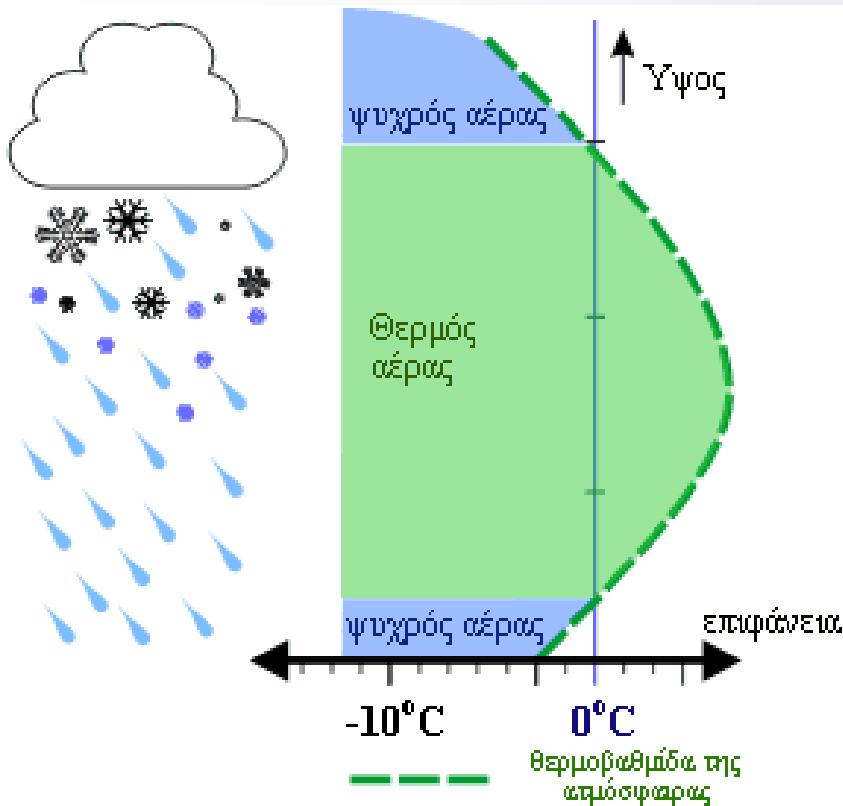


αυξάνει το μέγεθος και το βάρος των παγοκρυστάλλων και αρχίζουν να πέφτουν πιο γρήγορα μέσα στο νέφος ⇒

συναντούν κι άλλα υδροσταγονίδια σε υπέρτηξη ⇒

αυξάνει το βάρος των παγοκρυστάλλων ακόμη περισσότερο ⇒

αν στην πορεία τους συναντήσουν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των  $0^{\circ}\text{C}$ , λιώνουν και φθάνουν στο έδαφος με την μορφή της βροχής





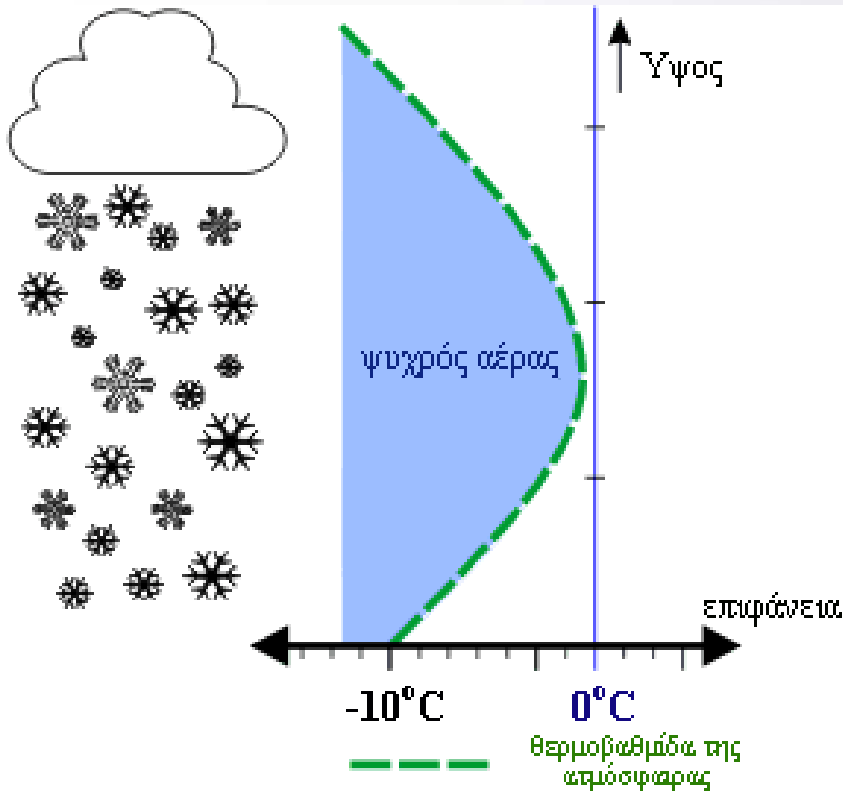
αυξάνει το μέγεθος και το βάρος των παγοκρυστάλλων και αρχίζουν να πέφτουν πιο γρήγορα μέσα στο νέφος ⇒

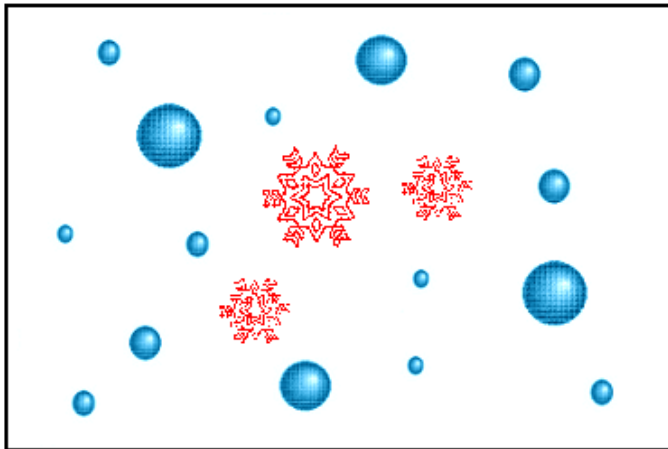
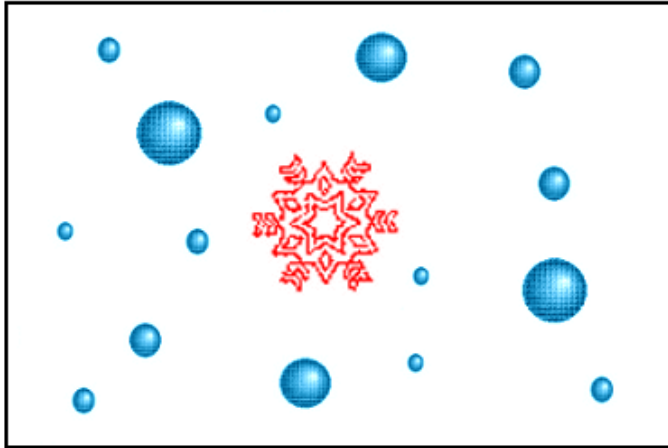
συναντούν κι άλλα υδροσταγονίδια σε υπέρτηξη ⇒

αυξάνει το βάρος των παγοκρυστάλλων ακόμη περισσότερο ⇒

αν στην πορεία τους συναντήσουν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των  $0^{\circ}\text{C}$ , λιώνουν και φθάνουν στο έδαφος με την μορφή της **βροχής**

διαφορετικά πέφτουν με τη μορφή **χιονιού**





αποσπώνται από την μάζα των παγοκρυστάλλων μικρά κομμάτια πάγου ⇒

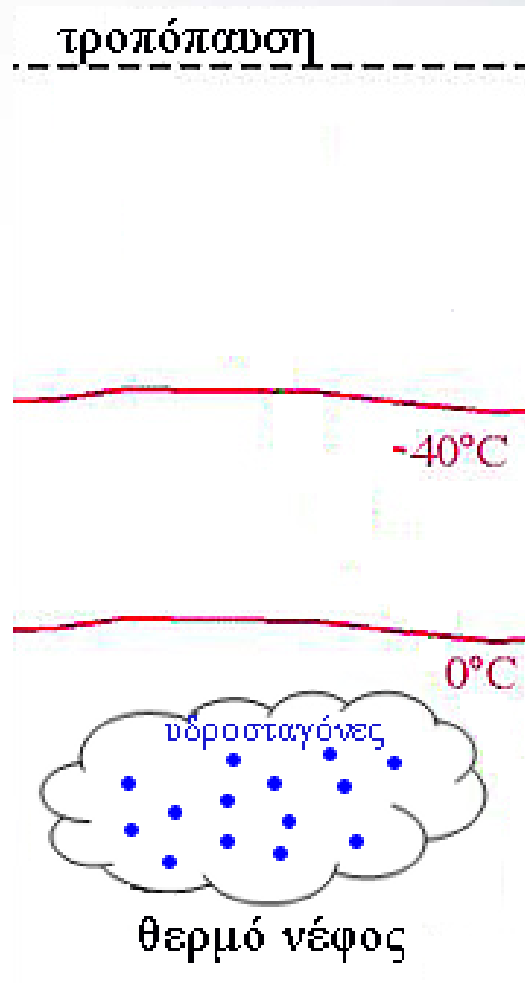
ο αριθμός των παγοκρυστάλλων αυξάνει μέσα στο νέφος ⇒

νέφος μόνο από παγοκρυστάλλους

Απαιτείται χρόνος μιας ημέρας

Η πλειονότητα των συνεχών υφesiaκών ή μετωπικών βροχών στα μέσα και μεγάλα γ. πλάτη δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο.

*β. Διαδικασία σχηματισμού βροχής με σύγκρουση και συνένωση (collision and coalescence).*



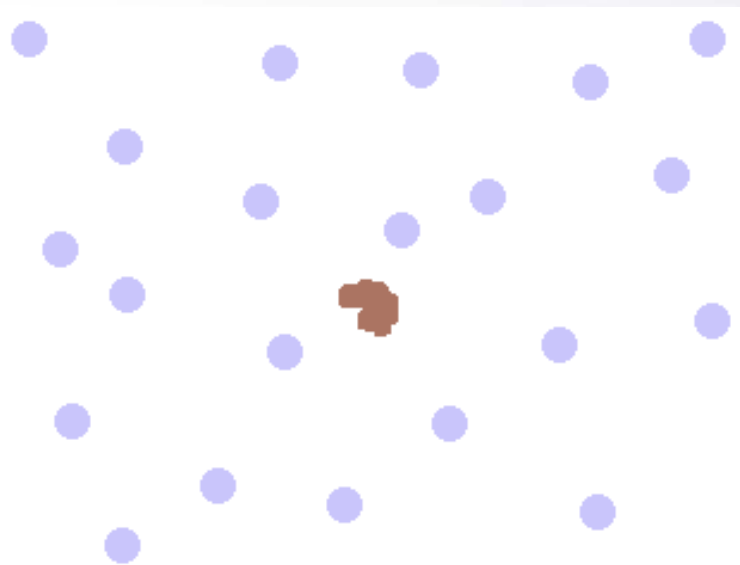
Ισχύει κυρίως για θερμό νέφος δηλ. νέφος σε θερμοκρασίες  $> 0^{\circ}\text{C}$  που περιέχει **μόνο υδροσταγονίδια** (St, Sc, Cu), ιδιαίτερα στις τροπικές περιοχές.

*β. Διαδικασία σχηματισμού βροχής με σύγκρουση και συνένωση (collision and coalescence).*



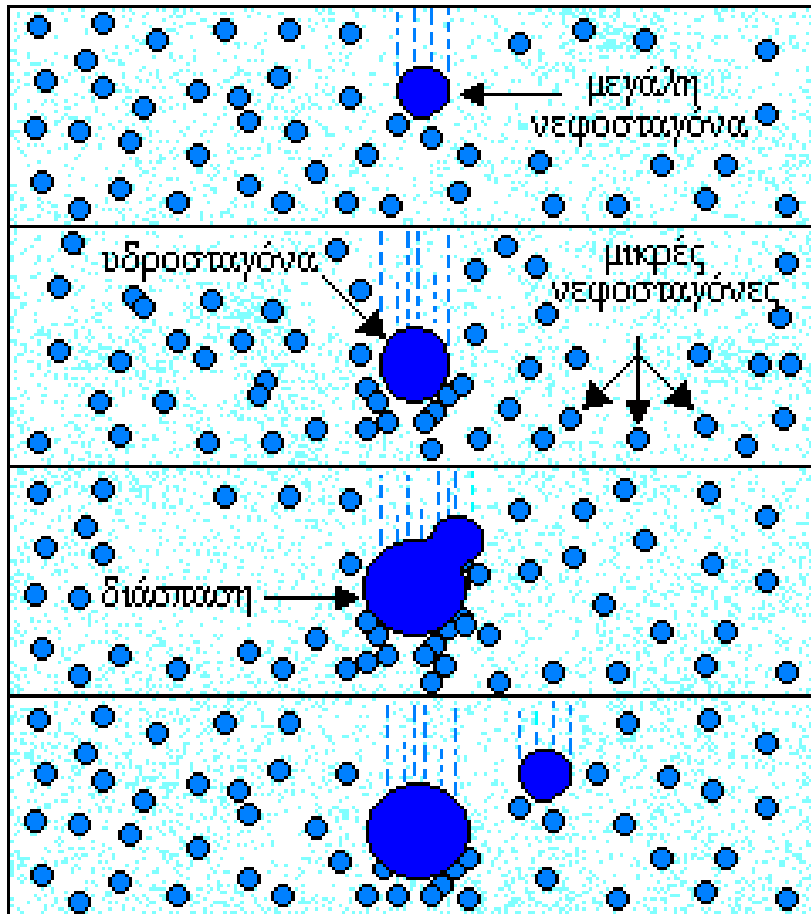
Ισχύει κυρίως για θερμό νέφος δηλ. νέφος σε θερμοκρασίες  $> 0^{\circ} \text{C}$  που περιέχει **μόνο υδροσταγονίδια** (St, Sc, Cu), ιδιαίτερα στις τροπικές περιοχές.

Οι υδροσταγόνες είναι πολύ μικρές αλλά υπάρχουν και μερικές μεγάλες οι οποίες παίζουν το ρόλο του ηγετικού νεφροσταγονιδίου.



Αυτές δημιουργούνται από μεγάλους  
πυρήνες συμπύκνωσης

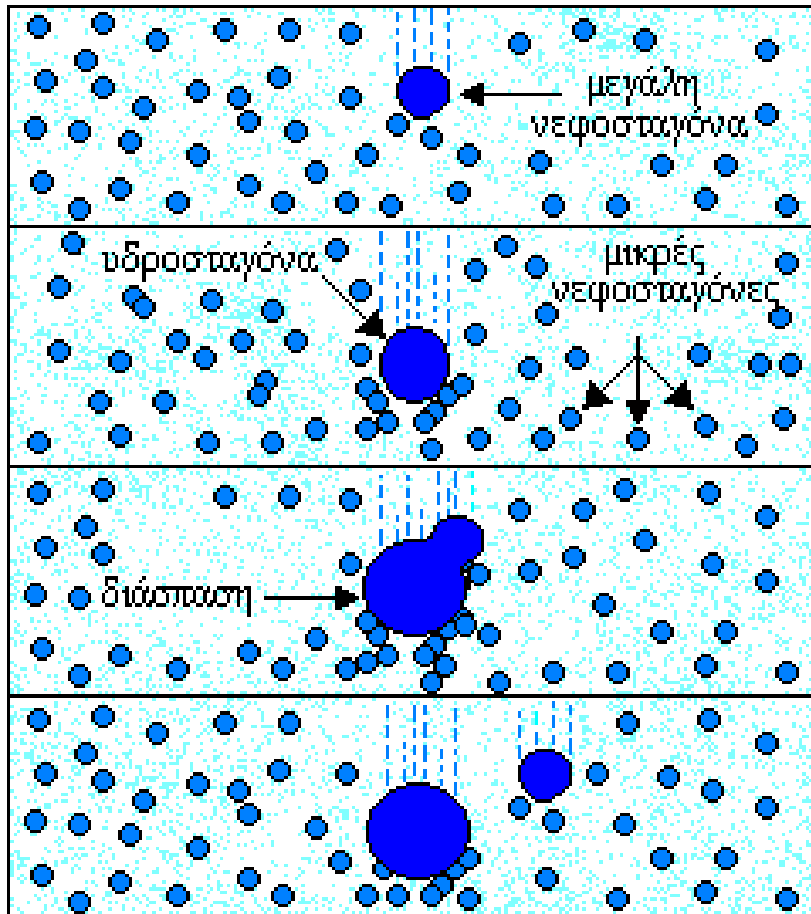
Διαδικασία σχηματισμού  
βροχής με σύγκρουση και  
συνένωση



Οι μεγάλες υδροσταγόνες του νέφους καθώς πέφτουν συγκρούονται και συνενώνονται με άλλες μικρότερες.

Όσο μεγαλύτερες είναι οι υδροσταγόνες  $\Rightarrow$  τόσο πιο γρήγορα πέφτουν  $\Rightarrow$  τόσο περισσότερες συγκρούσεις και συνενώσεις  $\Rightarrow$  τόσο περισσότερο μεγαλώνουν  $\Rightarrow$  τόσο πιο γρήγορα πέφτουν  $\Rightarrow$  ο κύκλος συνεχίζεται

Διαδικασία σχηματισμού  
βροχής με σύγκρουση και  
συνένωση



Εξαρτάται από

- το **πάχος** του νέφους και
- την **πυκνότητα** του ως προς τα νεφοσταγονίδια
- το **μέγεθος των ανοδικών κινήσεων** στην ατμόσφαιρα





**Σπορά των νεφών** με πυρήνες οι οποίοι δίνουν το έναυσμα για το σχηματισμό παγοκρυστάλλων επιταχύνοντας έτσι τη συμπύκνωση των υδρατμών και τη δημιουργία υετού.

Προϋπόθεση αποτελεί η ύπαρξη **ψυχρού νέφους** διότι στηρίζεται στην διαδικασία της **παγοποίησης**.

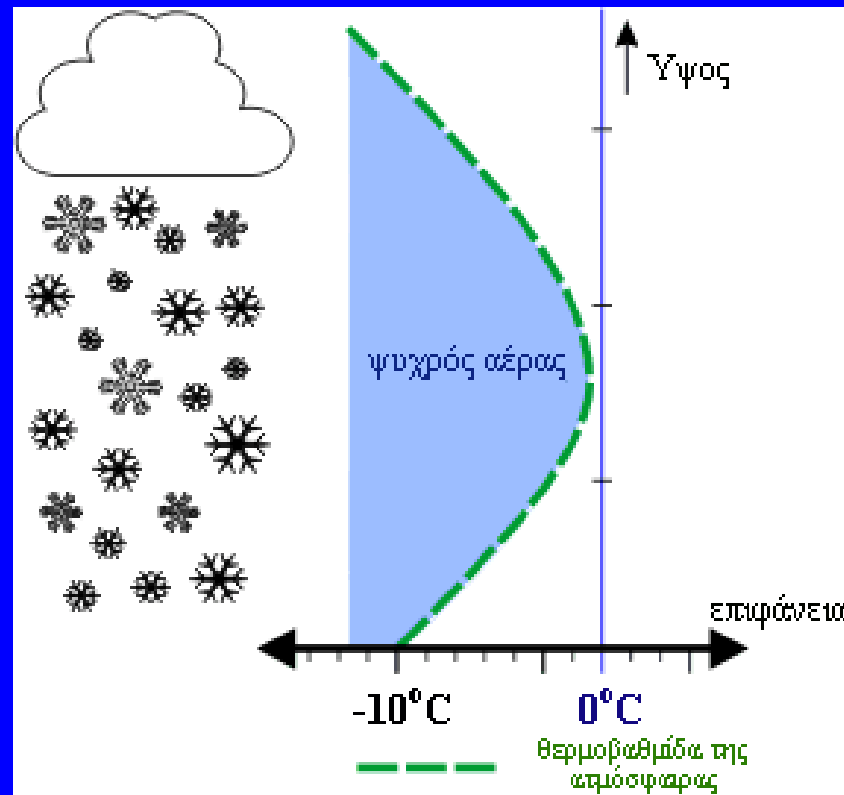
Ως πυρήνες συμπύκνωσης χρησιμοποιούνται είτε ο **ιωδιούχος άργυρος**, είτε **ξηρός πάγος** (στέρεο CO<sub>2</sub>) σε θερμοκρασία **-78°C** που λειτουργεί ως πυρήνας παγοποίησης των υδροσταγονιδίων που έρχονται σε επαφή μαζί του.

Τα ως τώρα αποτελέσματα των προγραμμάτων τεχνητής βροχής δεν είναι κατηγορηματικά. Σε ορισμένες περιπτώσεις φαίνεται να έχει αυξηθεί η βροχόπτωση κατά **5-29%** ενώ σε άλλες φαίνεται η βροχόπτωση να **μην έχει επηρεαστεί**

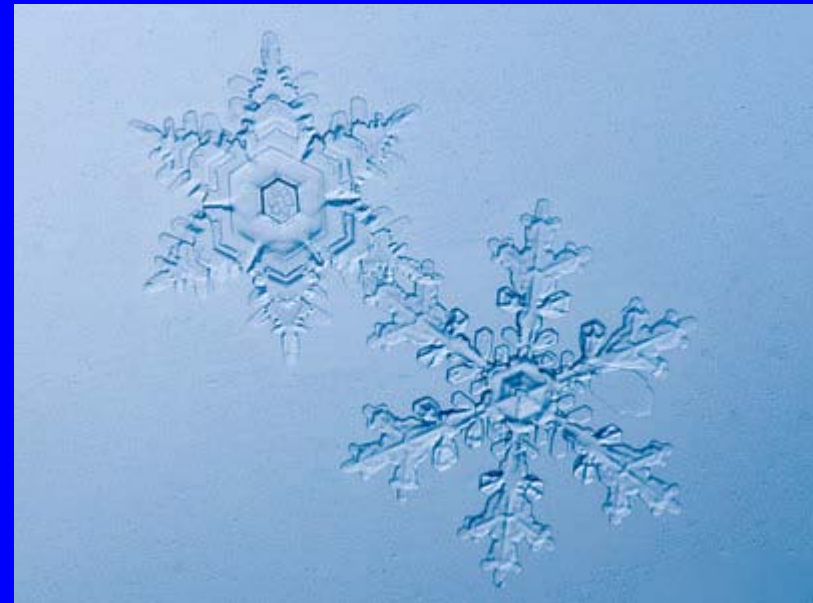
### 8.5.3 Χιόνι

Αποτελείται από παγοκρυστάλλους που φτάνουν στο έδαφος χωρίς να τακούν.

Απαραίτητη προϋπόθεση το στρώμα του αέρα κάτω από το νέφος να έχει θερμοκρασία  $< 0^{\circ}\text{C}$  μέχρι το έδαφος



# Παγοκρύσταλλοι χιονιού

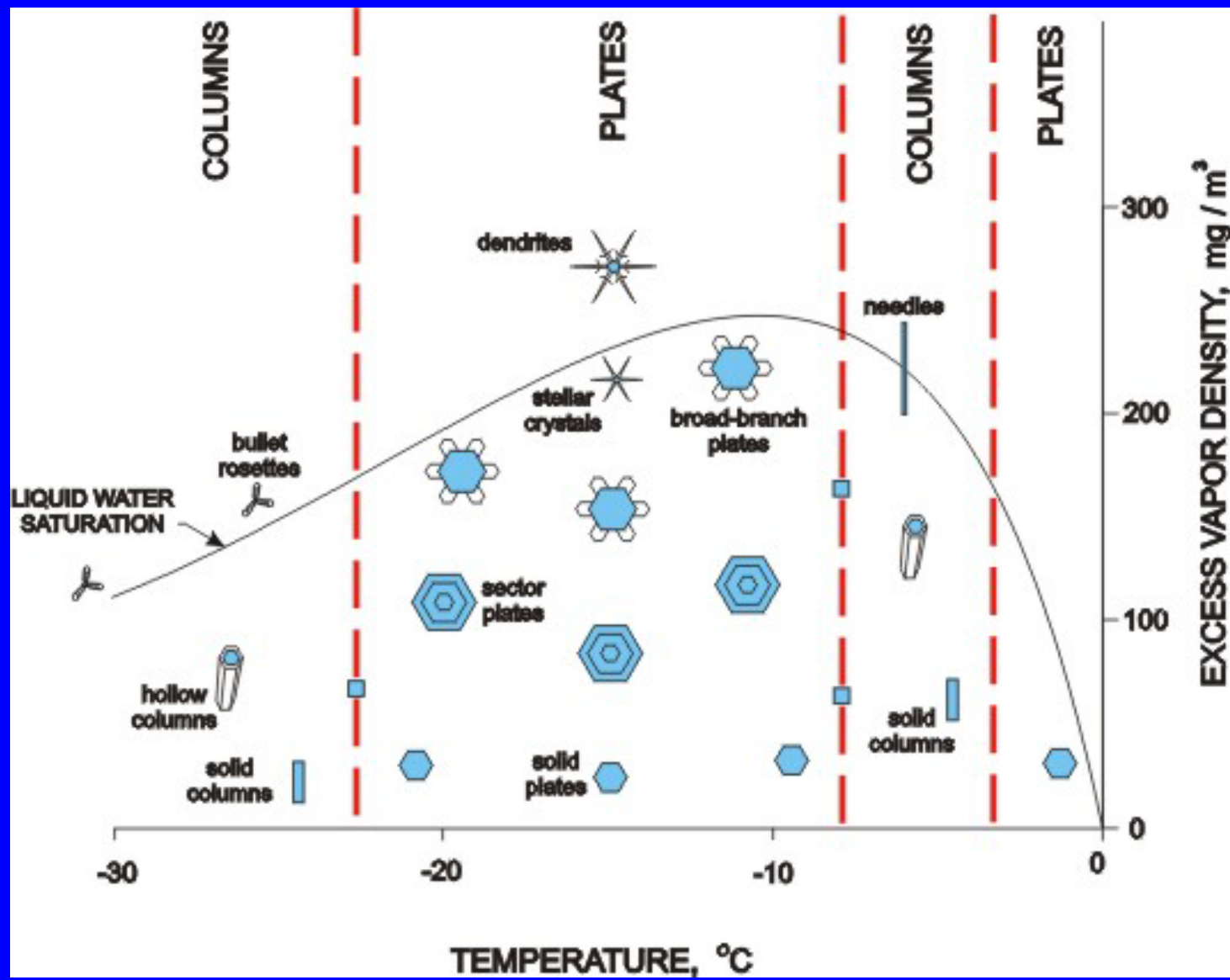


δενδρίτες

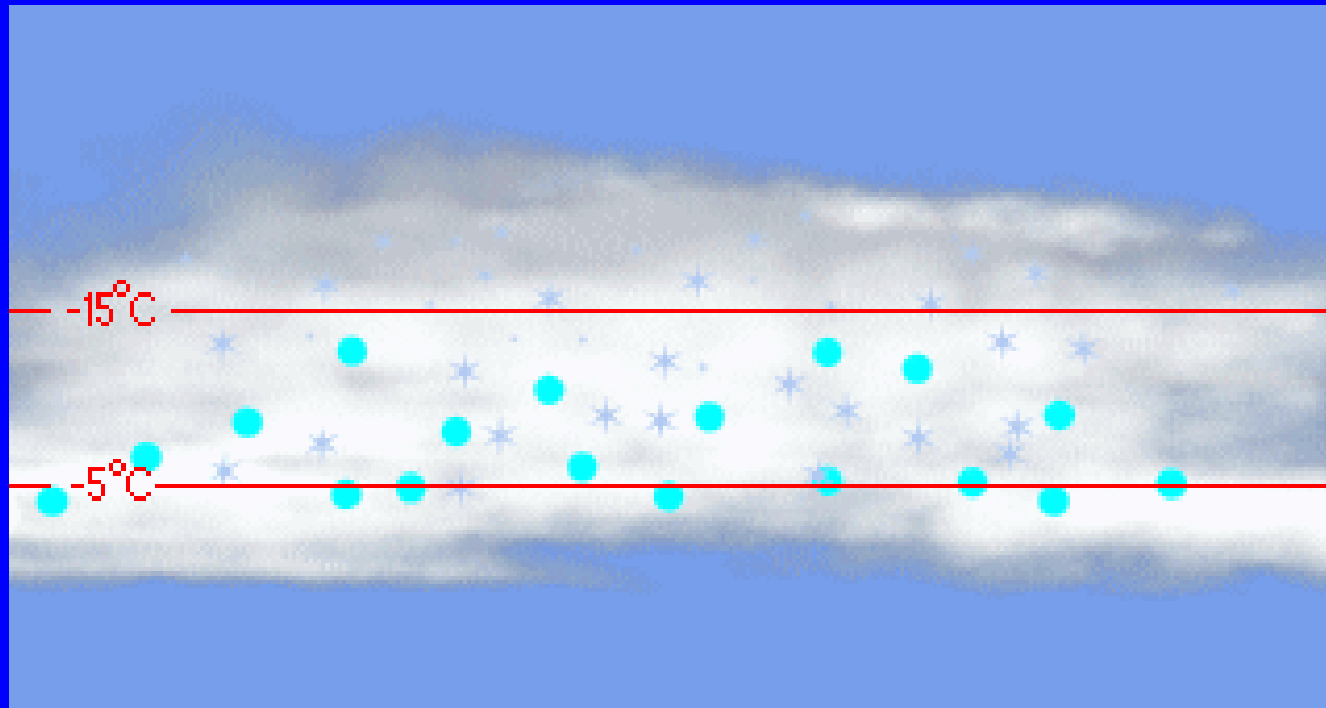
# Παγοκρύσταλλοι χιονιού



στήλη



Αν η θερμοκρασία είναι από  $0^{\circ}$  έως  $-10^{\circ}\text{C}$ , τότε οι παγοκρύσταλλοι ενώνονται και σχηματίζουν τις λεγόμενες **νιφάδες**.

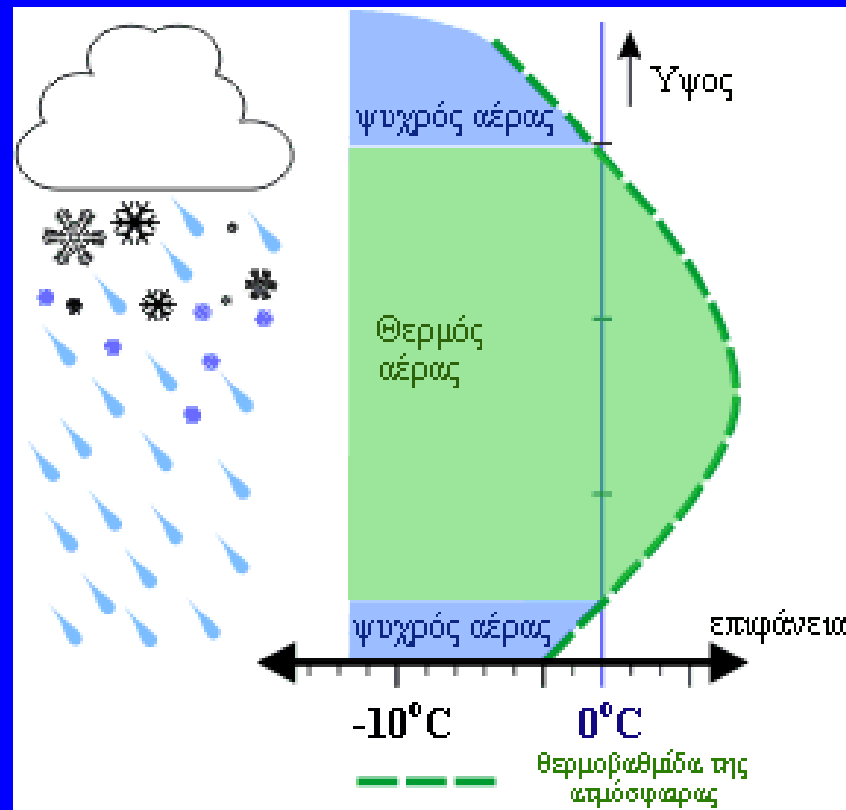




Αν η θερμοκρασία των  
παραεδάφίων στρωμάτων είναι  
 $< -10^{\circ}\text{C}$  , τότε

*παρασυρόμενου χιονιού.*

## "χιονόλυτος".







#### **8.5.4 Χαλάζι (*hail*).**

Κομμάτια πάγου με σχήμα σφαιρικό, κωνικό ή ακανόνιστο και με διάμετρο μεγαλύτερη από 5 mm που πέφτουν στην επιφάνεια της γης.

#### **8.5.4 Χαλάζι (*hail*).**

Κομμάτια πάγου με σχήμα σφαιρικό, κωνικό ή ακανόνιστο και με διάμετρο μεγαλύτερη από 5 mm που πέφτουν στην επιφάνεια της γης.

#### **8.5.4 Χαλάζι (*hail*).**

Κομμάτια πάγου με σχήμα σφαιρικό, κωνικό ή ακανόνιστο και με διάμετρο μεγαλύτερη από 5 mm που πέφτουν στην επιφάνεια της γης.







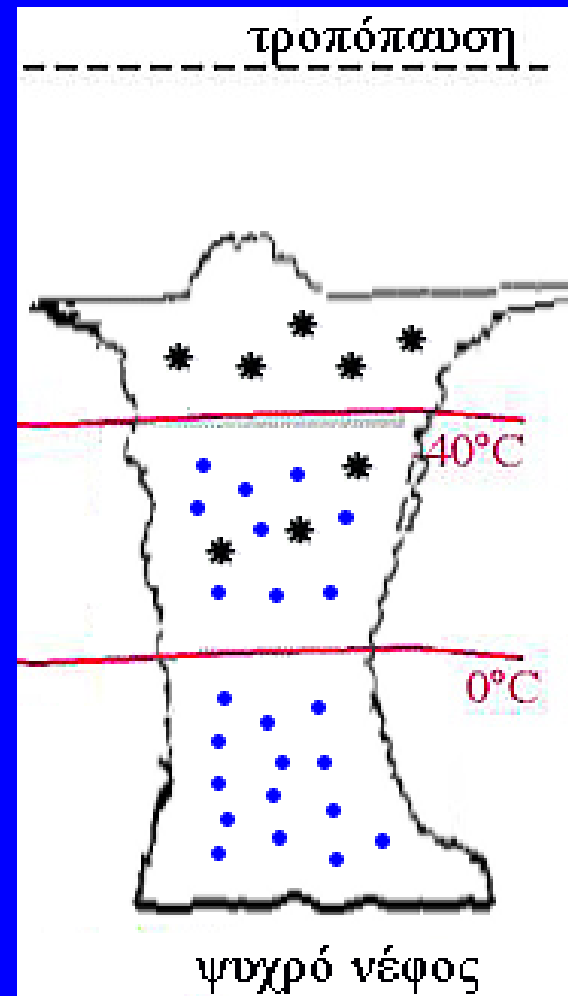






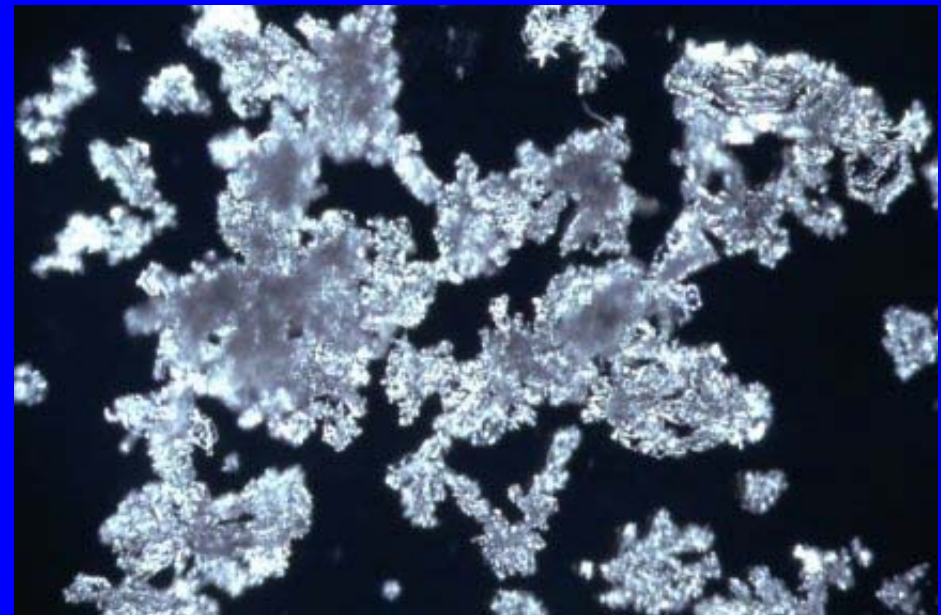
Το χαλάζι σχηματίζεται στις θερμικές ή μετωπικές καταιγίδες στις οποίες σχηματίζονται μεγάλα Cb που παρουσιάζουν μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη, ισχυρές ανοδικές και καθοδικές κινήσεις

Δημιουργούνται σε περιοχές του νέφους με θερμοκρασίες  $< 0^{\circ}\text{C}$



Για τη δημιουργία του χαλαζόκοκκου απαιτούνται «**έμβρυα**» μέσα στο νέφος Cb δηλ.

- **παγωμένες υδροσταγόνες** οι οποίες δημιουργούνται όταν υδροσταγόνες σε υπέρτηξη παγώνουν μόλις έρθουν σε επαφή με πυρήνες συγκέντρωσης.
- πυκνά **συσσωματώματα χιονονιφάδων (graupel)** που προήλθαν από παγοποίηση υδροσταγόνων σε υπέρτηξη με χιονονιφάδες.



με άλλες υδροσταγόνες σε υπέρτηξη

συγκρούονται

