

# ΑΕΡΙΕΣ ΜΑΖΕΣ

**Αέριες μάζες** ορίζονται οι μεγάλης κλίμακας μάζες ατμοσφαιρικού αέρα που παρουσιάζουν οριζόντια ομοιογένεια ως προς τα καιρικά στοιχεία και ιδίως ως προς τη θερμοκρασία και την υγρασία.

Κάθε αέρια μάζα χαρακτηρίζεται από τα εξής:

- 1. Πηγή:** η περιοχή πάνω από την οποία σχηματίστηκε η αέρια μάζα και απέκτησε τα χαρακτηριστικά της.
- 2. Διαδρομή:** η πορεία που ακολουθεί η αέρια μάζα κατά τη μετακίνησή της.
- 3. Ηλικία:** το χρονικό διάστημα που πέρασε από τη στιγμή κατά την οποία η αέρια μάζα εγκαταλείπει την πηγή της.

**Ανάλογα με την πηγή τους**, οι αέριες μάζες ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

- 1. Αρκτικές (A):** σχηματίζονται στις περιοχές γύρω από τους πόλους. Τα κατώτερα στρώματά τους είναι εξαιρετικά ψυχρά.
- 2. Πολικές ηπειρωτικές (cP):** σχηματίζονται πάνω από ηπειρωτικές περιοχές μεγάλων γεωγραφικών πλατών. Είναι ψυχρές και ξηρές.

## ΑΕΡΙΕΣ ΜΑΖΕΣ

- 3. Πολικές θαλάσσιες (mP):** δημιουργούνται πάνω από θαλάσσιες περιοχές μεγάλων γεωγραφικών πλατών. Είναι ψυχρές και υγρές.
- 4. Θαλάσσιες τροπικές (mT):** δημιουργούνται πάνω από θαλάσσιες περιοχές των μέσων και κατώτερων γεωγραφικών πλατών. Είναι θερμές και υγρές.
- 5. Ηπειρωτικές τροπικές (cT):** σχηματίζονται πάνω από ηπειρωτικές περιοχές των μέσων και κατώτερων γεωγραφικών πλατών. Είναι θερμές και ξηρές.
- 6. Ισημερινές (E):** σχηματίζονται πάνω από την ισημερινή περιοχή. Είναι θερμές, υγρές και ασταθείς.



## ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

**Μετωπική επιφάνεια** καλείται η κεκλιμένη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ δύο αερίων μαζών διαφορετικής θερμοκρασίας και υγρασίας, οι οποίες όταν έρθουν σε επαφή δεν αναμιγνύονται, αλλά τείνουν να διατηρήσουν την αυτοτέλειά τους.

**Μέτωπο** καλείται η τομή μιας μετωπικής επιφάνειας με την επιφάνεια του εδάφους.

Πρακτικά, η μετωπική επιφάνεια δεν είναι μια επιφάνεια ασυνέχειας, αλλά μια **στενή μεταβατική ζώνη** πάχους αμελητέου συγκρινόμενο με την έκταση των αερίων μαζών.

Στην περιοχή της μετωπικής επιφάνειας, η ψυχρή αέρια μάζα, ως πυκνότερη, εισχωρεί κάτω από την αραιότερη θερμή. → οι μετωπικές επιφάνειες παρουσιάζουν **κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο** (~ από 1/50 έως 1/100), η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$\tan a = \frac{f}{g} \frac{V_2 T_1 - V_1 T_2}{T_1 - T_2}$$

όπου  $T_1$ ,  $T_2$  οι θερμοκρασίες των αερίων μαζών,  $V_1$ ,  $V_2$  οι συνιστώσες της ταχύτητας του ανέμου κατά μήκος του μετώπου,  $g$  η βαρύτητα και  $f$  η παράμετρος Coriolis.

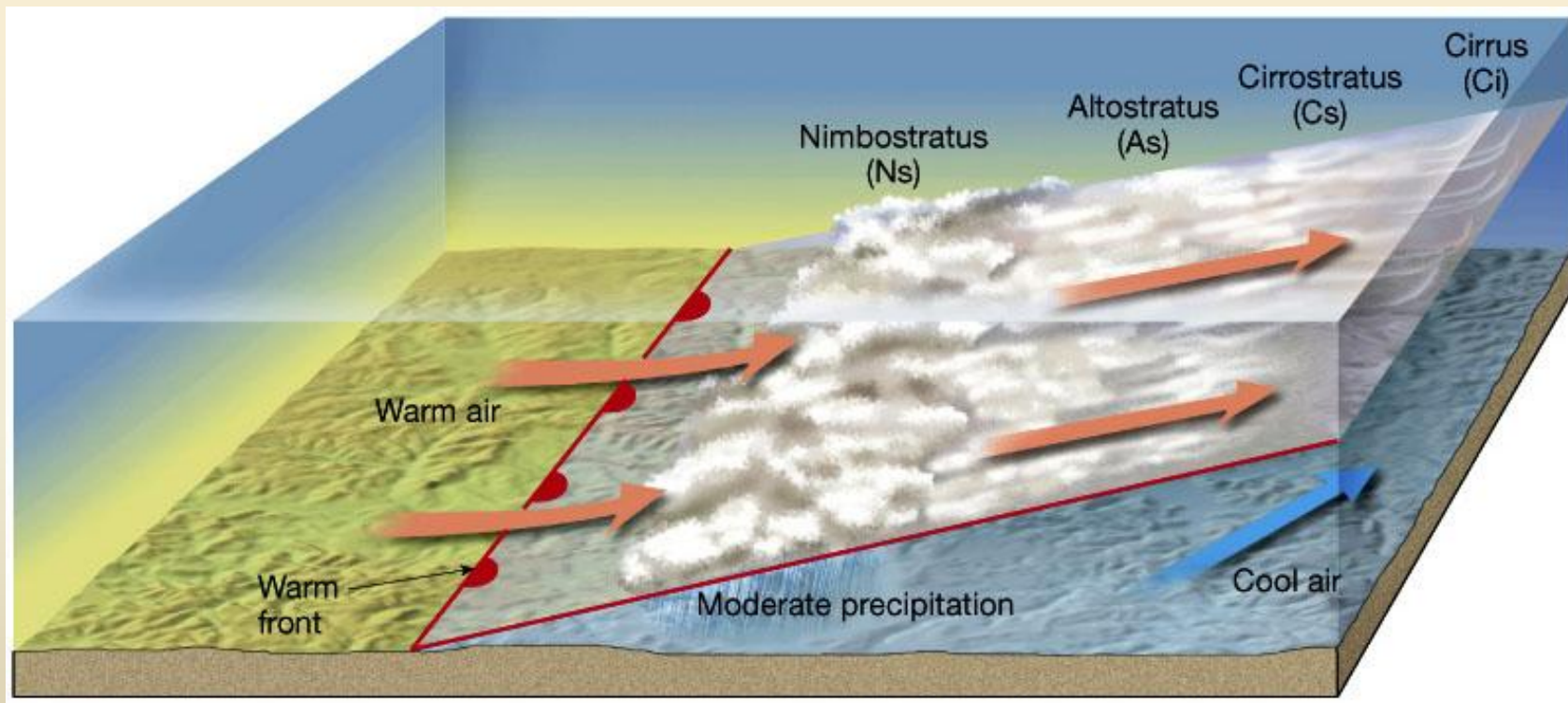
**Μετωπογένεση** καλείται η γένεση ενός μετώπου, η οποία προϋποθέτει την ύπαρξη έντονων αντιθέσεων μεταξύ δύο αερίων μαζών που βρίσκονται σε επαφή.

**Μετωποδιάλυση** καλείται η διάλυση του μετώπου, η οποία συμβαίνει όταν οι παράγοντες που συντελούν στη διατήρηση των διαφορών των δύο μαζών εκλείψουν.

# ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

## 1. Θερμό μέτωπο (warm front)

Όταν οι δύο αέριες μάζες κινούνται έτσι ώστε η θερμή να ακολουθεί την ψυχρή, η μετωπική επιφάνεια που τις διαχωρίζει καλείται **θερμή μετωπική επιφάνεια** και η τομή της με το έδαφος **θερμό μέτωπο**.



## ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

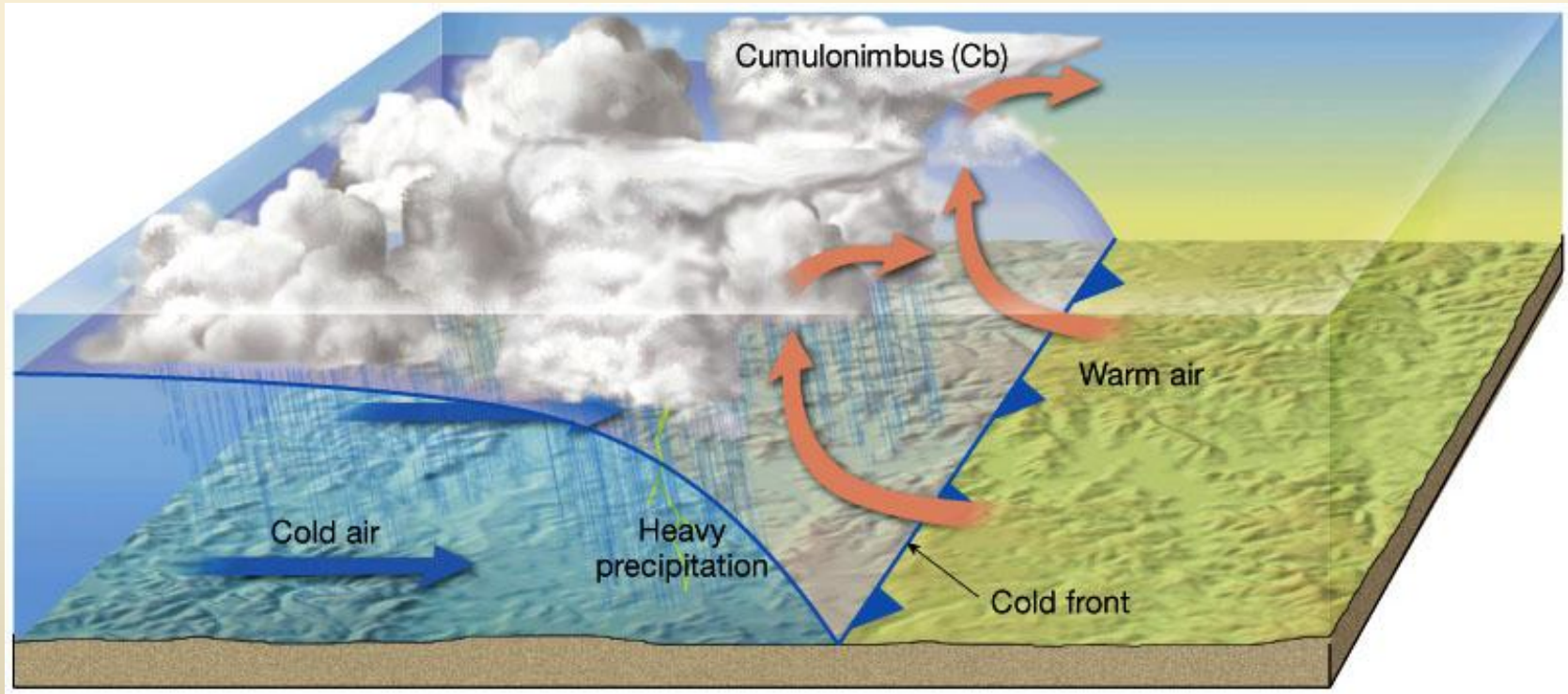
- Η άνοδος του θερμού αέρα προκαλεί μπροστά από το μέτωπο εκτεταμένο νεφικό σύστημα αποτελούμενο από στρωματόμορφα νέφη. Η ζώνη των νεφών έχει συνήθως πλάτος 180-550km, μήκος >1500km και ύψος 2-6km από το έδαφος.
- Η ακολουθία των νεφών κατά την προσέγγιση του μετώπου είναι Ci, Cs, As, Ns και St.
- Η βροχή που προκαλείται είναι συνεχής, χαμηλής ή μέτριας έντασης.
- Η κλίση της μετωπικής επιφάνειας είναι περίπου 1/100.
- Στην περίπτωση κατά την οποία ο θερμός αέρας είναι αρκετά ξηρός και ευσταθής, ενδέχεται να σχηματίζονται μόνο κάποια υψηλά και μέσα νέφη χωρίς να εκδηλώνεται υετός.
- Στην περίπτωση κατά την οποία ο θερμός αέρας είναι αρκετά υγρός και δυνητικά ασταθής (συμβαίνει το θέρος), ενδέχεται να αναπτύσσονται και νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης τα οποία μπορεί να οδηγούν στην εκδήλωση καταιγίδων.



# ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

## 2. Ψυχρό μέτωπο (cold front)

Όταν οι δύο αέριες μάζες κινούνται έτσι ώστε η ψυχρή να ακολουθεί τη θερμή, η μετωπική επιφάνεια που τις διαχωρίζει καλείται **ψυχρή μετωπική επιφάνεια** και η τομή της με το έδαφος **ψυχρό μέτωπο**.



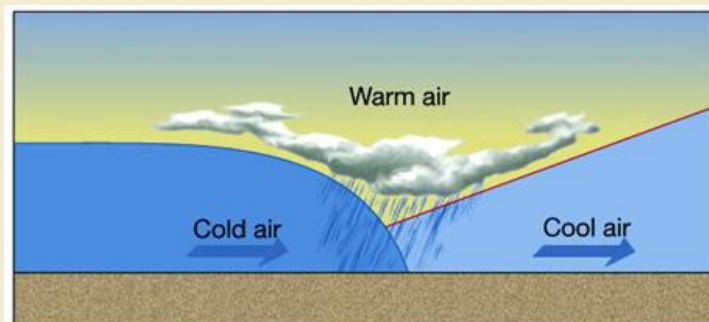
## ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

- Ο ψυχρός αέρας εισχωρεί κάτω από το θερμό αναγκάζοντάς τον σε ανοδική κίνηση, οδηγώντας στην ανάπτυξη νεφών κατακόρυφης ανάπτυξης, τα οποία προκαλούν ραγδαίες διαλείπουσες βροχοπτώσεις.
- Η κλίση της ψυχρής μετωπικής επιφάνειας είναι περίπου 1/50 για ένα γρήγορα κινούμενο μέτωπο (~45km/h). Για ένα αργά κινούμενο μέτωπο (~25km/h), η κλίση είναι μικρότερη.
- Η θέση και η οριζόντια έκταση του νεφικού σχηματισμού εξαρτώνται από την ταχύτητα του ψυχρού αέρα. Για αργά κινούμενα μέτωπα, ο νεφικός σχηματισμός και ο υετός καλύπτουν ευρείας έκτασης περιοχή πίσω από το μέτωπο.
- Όταν ο ανερχόμενος θερμός αέρας είναι ευσταθής, επικρατούν στρωματομορφα νέφη όπως μελανοστρώματα (Ns).
- Σε κάποιες περιπτώσεις γρήγορα κινούμενων ψυχρών μετώπων, σχηματίζεται μια γραμμή όμβρων και καταιγίδων παράλληλα και συχνά μπροστά από το μέτωπο, η οποία καλείται γραμμή λαίλαπας (squall line).

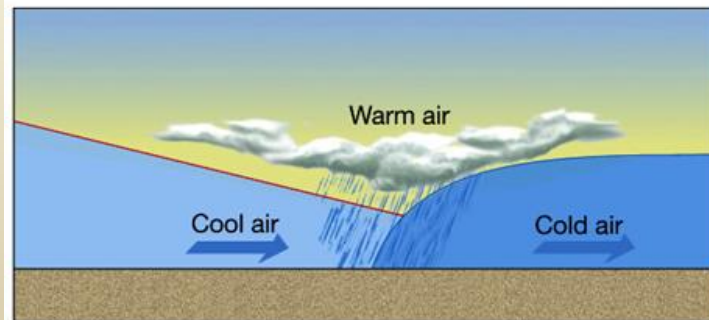
# ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

## 3. Συνεσφιγμένο μέτωπο (occluded front)

Όταν ένα ψυχρό μέτωπο κινείται γρηγορότερα από το προπορευόμενο θερμό, ο θερμός αέρας εγκλωβίζεται και εκτοπίζεται προς τα πάνω. Τότε, τα δύο μέτωπα αποτελούν ένα ενιαίο μέτωπο (το ψυχρό είναι στην επιφάνεια της γης), το οποίο καλείται **συνεσφιγμένο μέτωπο**. Ανάλογα με το ποιά από τις δύο ψυχρές μάζες είναι ψυχρότερη έχουμε (a) ψυχρό συνεσφιγμένο (ψυχρή σύσφιξη), ή (b) θερμό συνεσφιγμένο (θερμή σύσφιξη).



(a) Cold-type



(b) Warm-type



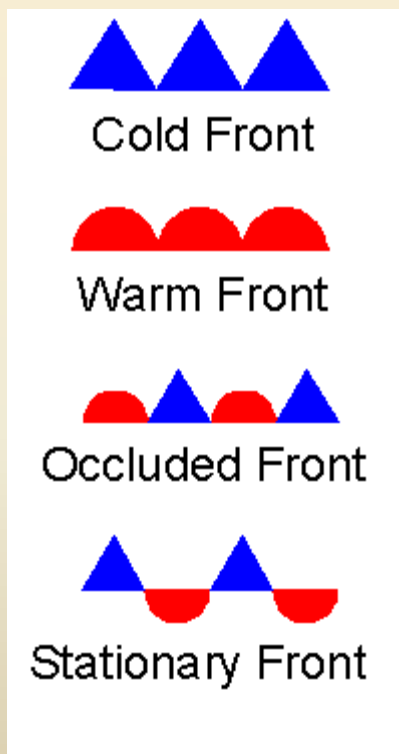
## ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

- Κατά την προσέγγιση μιας θερμής σύσφιξης, η ακολουθία των καιρικών φαινομένων προσομοιάζει με αυτή του θερμού μετώπου.
- Κατά την προσέγγιση μιας ψυχρής σύσφιξης, η ακολουθία των καιρικών φαινομένων προσομοιάζει αρχικά με αυτή του θερμού μετώπου με υψηλά νέφη, τα οποία σταδιακά χαμηλώνουν και πυκνώνουν με εκδήλωση υετού μπροστά από το μέτωπο. Με το πέρασμα του μετώπου, ο καιρός προσομοιάζει με αυτόν του ψυχρού μετώπου και χαρακτηρίζεται από ραγδαία βροχόπτωση και καταιγίδες.
- Στην περιοχή της Ευρώπης – Β. Ατλαντικού, λόγω των υγρών και σχετικά θερμών επιφανειακών αερίων μαζών που σχηματίζονται στο Β. Ατλαντικό και κινούνται ανατολικά, οι περισσότερες συσφίξεις είναι θερμές.

# ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ – ΜΕΤΩΠΑ

## 4. Στάσιμο μέτωπο (stationary front)

Όταν μια θερμή και μια ψυχρή μάζα βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους και είναι στάσιμες, τότε η τομή της διαχωριστικής τους επιφάνειας με το έδαφος καλείται **στάσιμο μέτωπο** (μέτωπο το οποίο δεν παρουσιάζει αισθητή μετακίνηση). Ο καιρός που επικρατεί εξαρτάται κυρίως από την υγρασία των αερίων μαζών.



## ΥΦΕΣΕΙΣ

Ύφεση ή βαρομετρικό χαμηλό (**depression**) καλείται σύστημα κυκλικών ή ελλειπτικών ισοβαρών με την ατμοσφαιρική πίεση να ελαττώνεται από την περιφέρεια προς το κέντρο.

Οι υφέσεις αποτελούν βαρομετρικά **συστήματα κακοκαιρίας**, λόγω των ανοδικών κινήσεων του ατμοσφαιρικού αέρα, από τις οποίες χαρακτηρίζονται.

Το διάνυσμα του ανέμου σε μια ύφεση έχει διεύθυνση σχεδόν παράλληλη με τις ισοβαρείς (έχει μια μικρή συνιστώσα προς το κέντρο της ύφεσης) και φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του ρολογιού.

Κοντά στις τροπικές περιοχές, οι υφέσεις έχουν μεγάλη έκταση, αλλά τα φαινόμενα που προκαλούν είναι μικρής έντασης. Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, οι υφέσεις έχουν μικρότερη έκταση και κινούνται γενικά εκ δυσμών προς ανατολές με ταχύτητα ~30-50km/h. Η διάμετρος των υφέσεων κυμαίνεται από 200 έως 4000km.

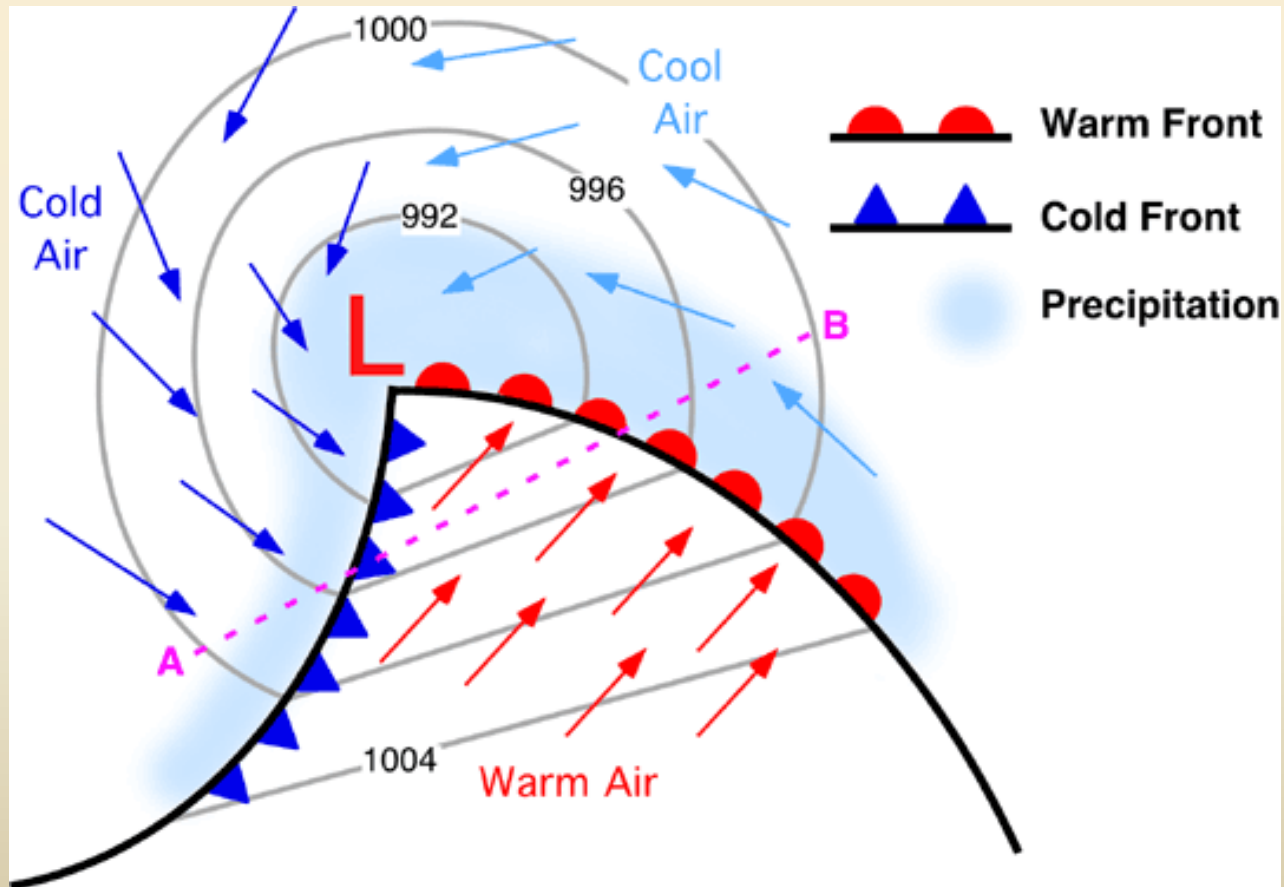
Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους, οι υφέσεις διακρίνονται σε:

1. Μετωπικές
2. Θερμικές
3. Ορογραφικές

# ΥΦΕΣΕΙΣ

## 1. Μετωπικές υφέσεις:

Οι μετωπικές υφέσεις δημιουργούνται κατά μήκος του πολικού μετώπου. Αποτελούνται από ψυχρό και θερμό τομέα, οι οποίοι διαχωρίζονται από τα αντίστοιχα μέτωπα.



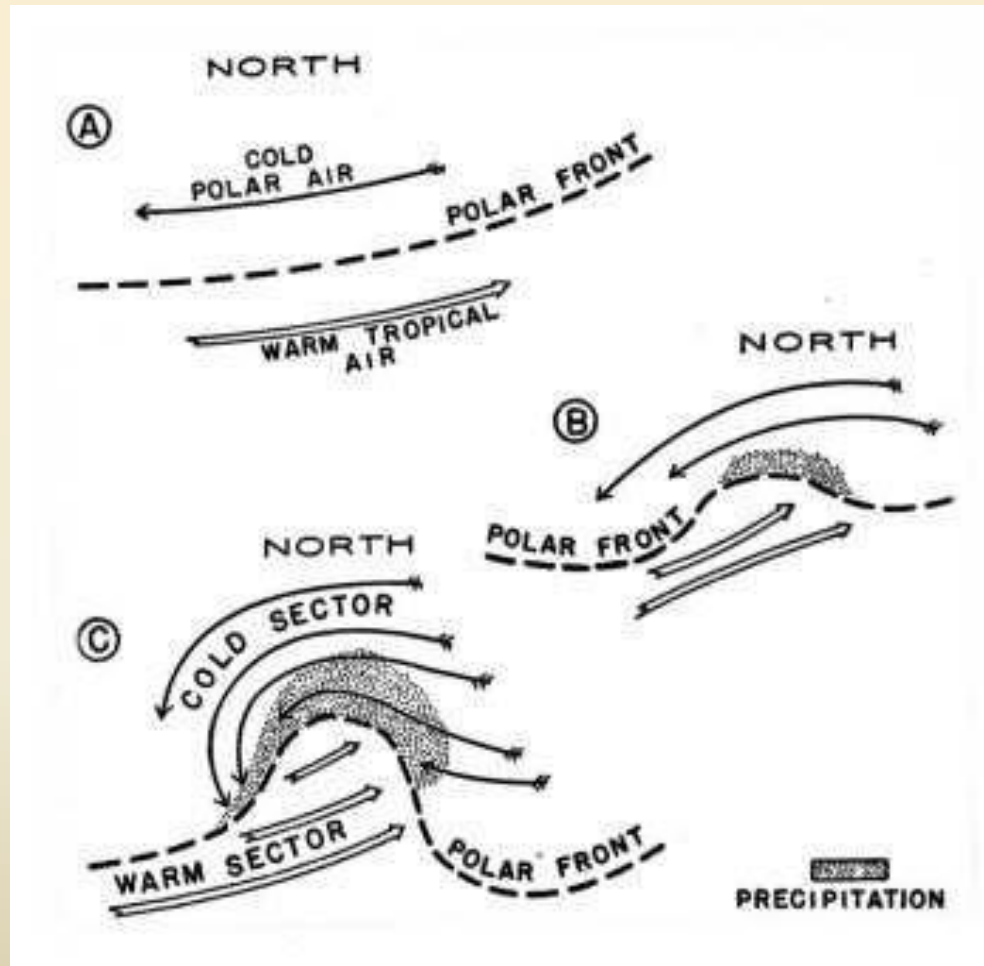
## ΥΦΕΣΕΙΣ

- Οι μετωπικές υφέσεις δημιουργούνται όταν στο **πολικό μέτωπο** δημιουργηθεί ένας κυματοειδής κόμβος (αρχική ύφεση).
- Αρχικά δημιουργούνται **δύο μέτωπα** ένα ψυχρό κι ένα θερμό, τα οποία ενώνονται στην περιοχή με τη χαμηλότερη ατμοσφαιρική πίεση (κέντρο ύφεσης).
- Τα μέτωπα χωρίζουν την ύφεση στον **ψυχρό** και το **θερμό τομέα**.
- Τα φαινόμενα εκδηλώνονται στις περιοχές μπροστά από το θερμό και πίσω από το ψυχρό μέτωπο, εκτός του θερμού τομέα.
- Κατά την ανάπτυξη της ύφεσης, το ψυχρό μέτωπο κινείται γρηγορότερα από το θερμό και όταν το φθάσει δημιουργείται σύσφιξη. Τότε η ύφεση καλείται **συνεσφιγμένη**.
- Οι περιοχές δημιουργίας ή ενίσχυσης των μετωπικών υφέσεων καλούνται **περιοχές κυκλογένεσης**. Τέτοιες περιοχές είναι οι υπήνεμες περιοχές οροσειρών και οι περιοχές στις οποίες η ατμόσφαιρα μπορεί να τροφοδοτηθεί με θερμική ενέργεια και υδρατμούς από την επιφάνεια της γης.



# ΥΦΕΣΕΙΣ

Ο κύκλος ζωής μιας μετωπικής ύφεσης διαρκεί περίπου μια εβδομάδα.



## 2. Θερμικές υφέσεις:

Δημιουργούνται κατά τη θερμή περίοδο πάνω από ηπειρωτικές περιοχές, εξ αιτίας της θέρμανσης της ξηράς από την ηλιακή ακτινοβολία.

Θέρμανση κατώτερων ατμοσφαιρικών στρωμάτων  $\Rightarrow$  ανοδικές κινήσεις  $\Rightarrow$  σύγκλιση.

Σύγκλιση + Coriolis  $\Rightarrow$  κυκλωνική κυκλοφορία  $\Rightarrow$  θερμική ύφεση (θερμικό χαμηλό)

Οι βροχές που προκαλούν είναι τοπικές και μικρής διάρκειας και προέρχονται από νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης.

## 3. Ορογραφικές υφέσεις:

Σχηματίζονται όταν ένα ρεύμα αέρα συναντά έναν εκτεταμένο ορεινό φραγμό. Η παρεμβολή του ορεινού όγκου δημιουργεί έναν αυλώνα χαμηλών πιέσεων στην υπήνεμη πλευρά και μια ράχη υψηλών πιέσεων στην προσήνεμη.

## ΑΝΤΙΚΥΚΛΩΝΕΣ

**Αντικυκλώνας ή βαρομετρικό υψηλό (anticyclone)** καλείται σύστημα κυκλικών ή ελλειπτικών ισοβαρών με την ατμοσφαιρική πίεση να ελαττώνεται από το κέντρο προς την περιφέρεια.

Οι αντικυκλώνες αποτελούν βαρομετρικά **συστήματα καλοκαιρίας**, λόγω των καθοδικών κινήσεων του ατμοσφαιρικού αέρα, από τις οποίες χαρακτηρίζονται.

Το διάνυσμα του ανέμου σε έναν αντικυκλώνα έχει διεύθυνση σχεδόν παράλληλη με τις ισοβαρείς (έχει μια μικρή συνιστώσα προς την περιφέρεια του αντικυκλώνα) και φορά ίδια με αυτή των δεικτών του ρολογιού.

Στην περιοχή του κέντρου του αντικυκλώνα επικρατεί γενικά νηνεμία και λόγω των καθοδικών κινήσεων ευνοείται ο **σχηματισμός θερμοκρασιακής αναστροφής**.

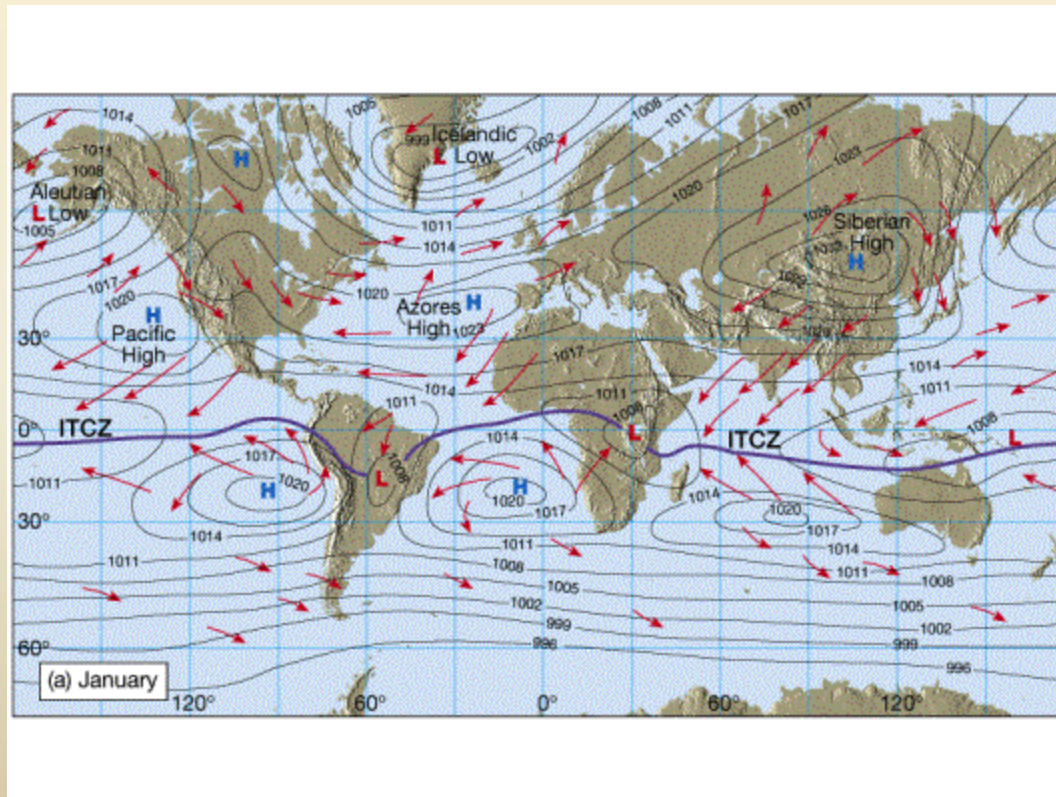
Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους και την κινητική τους συμπεριφορά, οι αντικυκλώνες διακρίνονται σε:

- 1. Μόνιμους:** είναι δυναμικής προέλευσης και εμφανίζονται στους χάρτες καιρού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (π.χ. υποτροπικός αντικυκλώνας Αζορών).
- 2. Εποχιακούς:** είναι θερμικής προέλευσης και εμφανίζονται συγκεκριμένες εποχές (π.χ. σιβηρικός).
- 3. Κινητούς:** είναι δυναμικής προέλευσης και κινούνται σύμφωνα με την κυκλοφορία που επικρατεί όπως οι μετωπικές υφέσεις.

# ΑΝΤΙΚΥΚΛΩΝΕΣ

Ανάλογα με την τιμή της θερμοκρασίας που επικρατεί στο κέντρο τους, οι αντικυκλώνες διακρίνονται σε :

1. **Ψυχρούς:** ο αέρας κοντά στην επιφάνεια του εδάφους είναι ψυχρότερος απ ότι στις γειτονικές περιοχές
2. **Θερμούς:** ο αέρας σε όλα τα ύψη της ατμόσφαιρας είναι θερμότερος από ότι στις γειτονικές περιοχές.



## ΤΡΟΠΙΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ

**Τροπικός κυκλώνας** είναι στροβιλώδης διαταραχή, που χαρακτηρίζεται από μεγάλης έντασης βροχοπτώσεις και ανέμους. Η πίεση στο κέντρο του είναι ~ 950-970hPa. Δημιουργούνται πάνω από τους ωκεανούς στις τροπικές περιοχές.

Οι κυκλώνες **διαφέρουν από τις υφέσεις** στα εξής: 1) στις διαστάσεις, 2) στο σχήμα των ισοβαρών, 3) στη θερμική ομοιογένεια, 4) στην εποχή δημιουργίας και 5) στην ένταση και χωρική κατανομή των βροχών γύρω από το κέντρο.

Στο κέντρο του κυκλώνα σε μια περιοχή ακτίνας μερικών χιλιομέτρων επικρατεί νηνεμία και αίθριος καιρός. Η περιοχή αυτή λέγεται **οφθαλμός**.

**Απαραίτητες συνθήκες** για τη δημιουργία του κυκλώνα:

1. Υψηλή θερμοκρασία επιφάνειας θάλασσας
2. Υγρό και ασταθές στρώμα αέρα
3. Ελαφρώς κυκλωνική κυκλοφορία

Το σημείο απότομης αλλαγής διεύθυνσης της τροχιάς τους λέγεται **σημείο καμπής**.

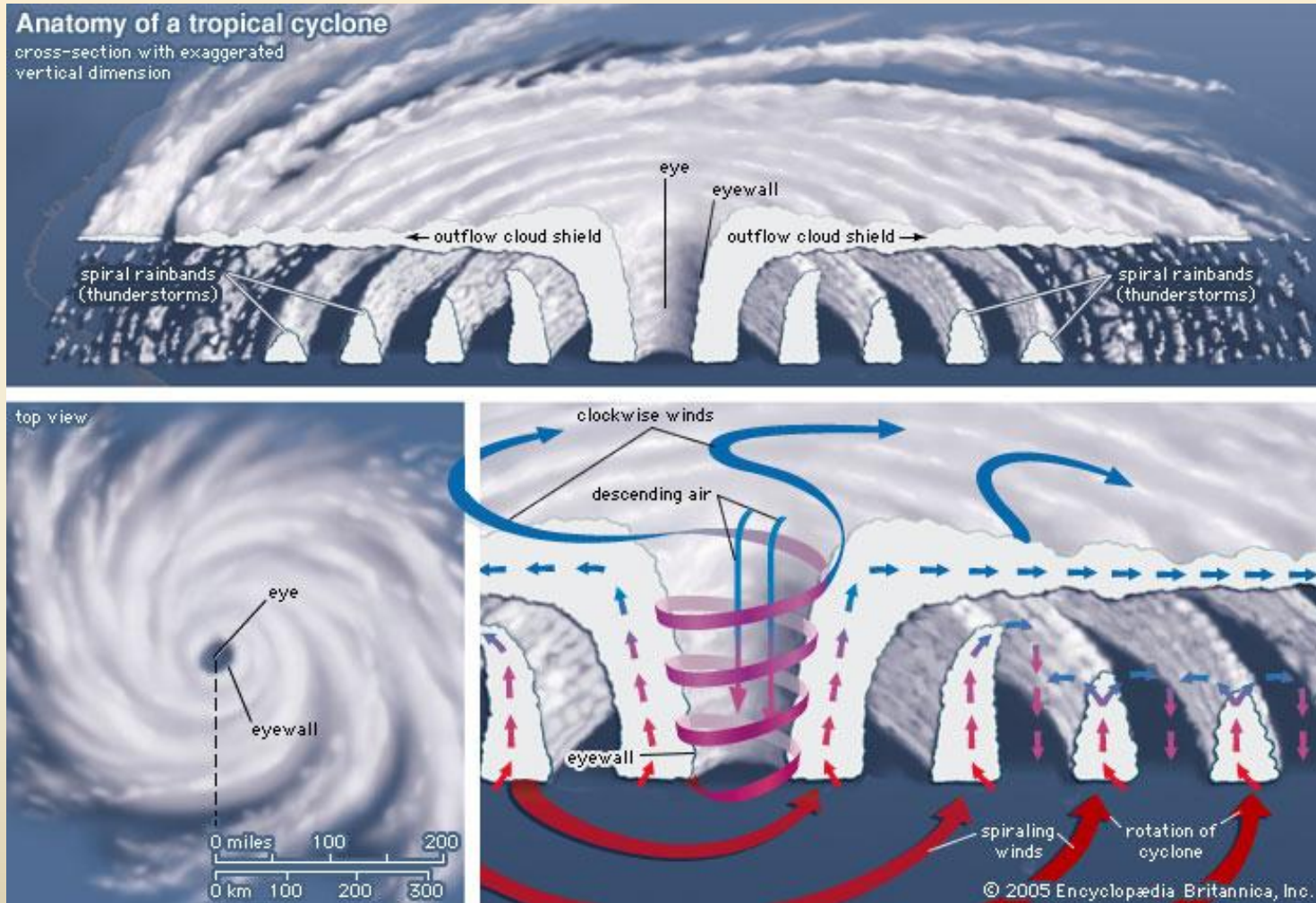
Η έντασή τους ελαττώνεται όσο κινούνται προς μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και περνώντας από τη θάλασσα στην ξηρά.

Κινούνται αρχικά δυτικά και πλήττουν κυρίως, τα ανατολικά προσήνεμα τμήματα των ηπείρων.



# ΤΡΟΠΙΚΟΣ ΚΥΚΛΩΝΑΣ

## ΤΡΟΠΙΚΟΣ ΚΥΚΛΩΝΑΣ



## ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ

**Καταιγίδα** καλείται το έντονο καιρικό φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από ραγδαία βροχόπτωση, η οποία συνοδεύεται από ηλεκτρικές εκκενώσεις, ισχυρούς ριπαίους ανέμους και κάποιες φορές από χαλαζόπτωση.

Προϋποθέσεις για τη δημιουργία καταιγίδας:

- 1) **Υψηλή ατμοσφαιρική αστάθεια**
- 2) **Μεγάλη ποσότητα υδρατμών** στα κατώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα.

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την ύπαρξη ενός αρχικού αιτίου ανωμεταφοράς οδηγούν στη δημιουργία καταιγιδοφόρων νεφών **Cb**.

Όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο νεφών ή δύο τμημάτων του ίδιου νέφους έχουμε **ηλεκτρική εκκένωση**. Η λάμψη που προκαλείται λέγεται **αστραπή** και ο κρότος **βροντή**. Στην περίπτωση που η εκκένωση γίνεται μεταξύ του νέφους και της επιφάνειας του εδάφους το φαινόμενο λέγεται **κεραυνός**.

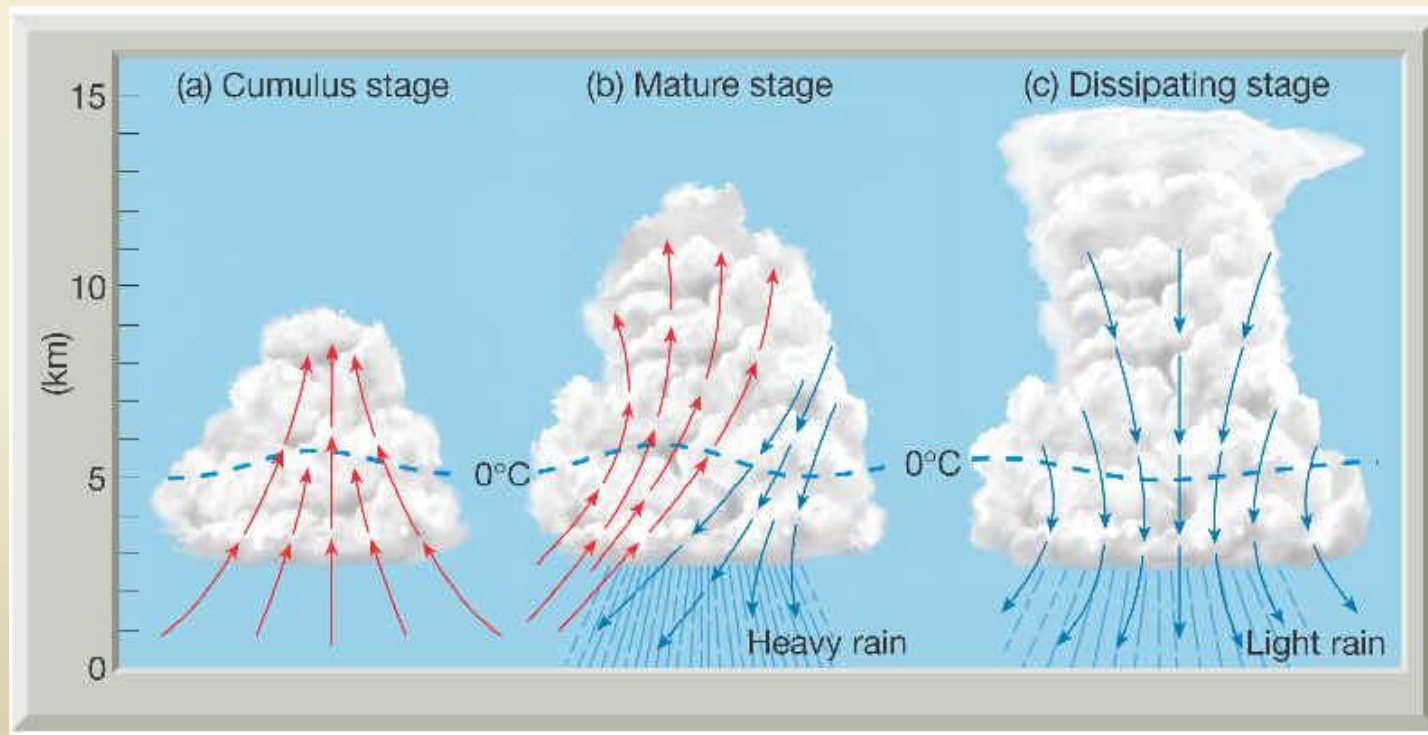
Οι καταιγίδες, ανάλογα με το μηχανισμό σχηματισμού τους διακρίνονται σε:

- 1) **αέριας μάζας** (θερμικές)
- 2) **μετωπικές**
- 3) **ζώνης αστάθειας**

# ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ

Η εξέλιξη μιας καταιγίδας περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

1. Η φάση της **ανάπτυξης** (ανοδικές κινήσεις λόγω αστάθειας, δημιουργία Cb)
2. Η φάση της **ωρίμανσης** (έναρξη υετού, ηλεκτρικές εκκενώσεις, εμφάνιση καθοδικού ρεύματος)
3. Η φάση της **διάλυσης** (εξασθένηση ανοδικού ρεύματος, εξασθένηση και παύση βροχόπτωσης)



## ΣΙΦΩΝΕΣ

Ο **σίφωνας** αποτελεί στροβιλώδη ατμοσφαιρική διαταραχή μικρής κλίμακας, η οποία δημιουργείται λόγω υψηλής ατμοσφαιρικής αστάθειας. Είναι μια ισχυρά στροβιλιζόμενη στήλη αέρα που προβάλλει από νέφος Cb με τη μορφή σωληνοειδούς προεκβολής νέφους και αποτελεί ένα από τα βιαιότερα ατμοσφαιρικά φαινόμενα. Είναι δύσκολο προγνώσιμο (τοπικής κλίμακας). Οι σίφωνες διακρίνονται σε **σίφωνες ξηράς** και **σίφωνες θάλασσας**.

Ο **σίφωνας ξηράς** αποτελεί ένα γιγαντιαίο στρόβιλο αέρα, εξαιρετικής σφοδρότητας, με τη μορφή προβοσκίδας, ο οποίος εκτείνεται από τη βάση κάποιου Cb έως την επιφάνεια του εδάφους. Η ταχύτητα του ανέμου φθάνει συνήθως τα 100m/s και σπάνια ακόμα και τα 200m/s. Μετακινείται με ταχύτητα ~ 8-20m/s. Η οριζόντια έκτασή του είναι ~ 250m. Η πτώση της ατμοσφαιρικής πίεσης από την περιφέρεια προς το κέντρο φθάνει τα 25hPa. Το μέσο μήκος της τροχιάς του είναι ~10km. Η διάρκεια ζωής του είναι ~ 4-5 ώρες.

Ο **σίφωνας θάλασσας** είναι μικρότερος από αυτόν της ξηράς με διάμετρο < 150m. Δημιουργείται κάτω από ένα Cb ως περιστρεφόμενη προβοσκίδα, η οποία μπορεί να φθάσει την επιφάνεια της θάλασσας. Μπορεί να μεταφέρει κατακόρυφα θαλασσινό νερό με το περιεχόμενό του. Η διάρκεια ζωής του είναι μικρή (~10-30 min). Απαντάται συχνότερα στις τροπικές περιοχές.

# ΣΙΦΩΝΕΣ

## ΣΙΦΩΝΑΣ ΞΗΡΑΣ



## ΣΙΦΩΝΑΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

