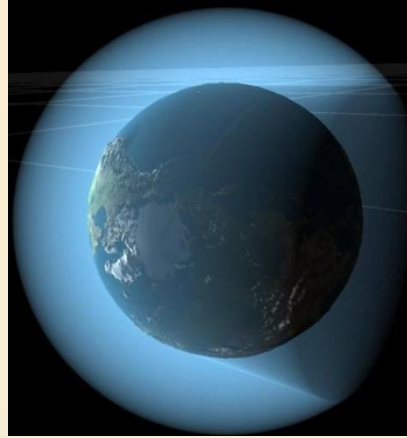


ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ



Ετυμολογία της λέξης «μετεωρολογία»: Στην αρχαιότητα «μετεωρολογία» σήμαινε η συζήτηση για ουράνια σώματα.

Ατμόσφαιρα: Το αεριώδες περίβλημα του πλανήτη, το οποίο τον ακολουθεί στο σύνολο των κινήσεών του.

- Η ατμόσφαιρα είναι **αόρατη και άοσμη**.
- Αποτελεί **κέντρο θερμοδυναμικών και μηχανικών λειτουργιών** που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία διαφόρων φαινομένων.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Μετεωρολογικό στοιχείο: Η ακριβολογική έκφραση ενός μετεωρολογικού φαινομένου.

Τα μετεωρολογικά στοιχεία διακρίνονται σε **μόνιμα** και **έκτακτα**:

- **μόνιμα** χαρακτηρίζονται αυτά που έχουν πάντα μια τιμή (π.χ. θερμοκρασία).
- **έκτακτα** χαρακτηρίζονται αυτά των οποίων η εμφάνιση είναι συμπτωματική (π.χ. βροχή).

Μετεωρολογικά φαινόμενα: Τα φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα στην ατμόσφαιρα και γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσω οργάνων.

Μετεωρολογία: Η επιστήμη που εξετάζει την ατμόσφαιρα και τα φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα σ' αυτή.

Καιρός: Η κατάσταση της ατμόσφαιρας πάνω από μια περιοχή για μια ορισμένη χρονική στιγμή, συμπεριλαμβανομένης και της εξέλιξης της κατάστασης αυτής από τη γένεση ως το τέλος των συγκεκριμένων ατμοσφαιρικών διαταραχών.

Κλίμα: Η μέση καιρική κατάσταση για μια μεγάλη χρονική περίοδο που είναι απαραίτητη για την απαλοιφή των σφαλμάτων και την εδραίωση στατιστικών παραμέτρων.

ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ

- **Περιγραφική Μετεωρολογία** – Περιγραφή μετεωρολογικών φαινομένων.
- **Φυσική Μετεωρολογία** – Μελέτη των φυσικών διεργασιών μέσα στην ατμόσφαιρα (ακτινοβολία, δημιουργία νεφών, οπτικές ιδιότητες), χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι μαθηματικές θεωρίες των κινήσεων της ατμόσφαιρας.
- **Δυναμική Μετεωρολογία** – Μελέτη των λειτουργιών της ατμόσφαιρας μέσω της εφαρμογής των νόμων της θερμοδυναμικής και της μηχανικής των ρευστών.
- **Πρακτική Μετεωρολογία** – Ασχολείται με τις μεθόδους παρατήρησης και επεξεργασίας των δεδομένων και τα μετεωρολογικά όργανα.
- **Αερολογία** – Μελέτη των φυσικών και χημικών διεργασιών στην ανώτερη ατμόσφαιρα.
- **Μικρομετεωρολογία** - Μελέτη των μετεωρολογικών φαινομένων μικρής κλίμακας κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.
- **Γεωργική Μετεωρολογία** – Μελέτη της επίδρασης του καιρού στις καλλιέργειες.
- **Αεροναυτική Μετεωρολογία** – Ασχολείται με την επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στην αεροπλοΐα.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

- **Ναυτική Μετεωρολογία** – Ασχολείται με την επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στη ναυσιπλοΐα.
- **Βιομετεωρολογία** – Μελέτη της επίδρασης του καιρού στα έμβια όντα και τον ανθρώπινο οργανισμό (Μετεωροπαθολογία).
- **Υδρομετεωρολογία** – Μελέτη του καθεστώτος των βροχοπτώσεων και της εξάτμισης.
- **Ραδιομετεωρολογία** – Ασχολείται με την επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στις ραδιοτηλεπικοινωνίες.
- **Συνοπτική Μετεωρολογία** – Ασχολείται με την μέσης κλίμακας ανάλυση και πρόγνωση του καιρού βασιζόμενη στις μετεωρολογικές παρατηρήσεις.
- **Δορυφορική Μετεωρολογία** – Ασχολείται με τις μετρήσεις των μετεωρολογικών δορυφόρων, οι οποίες με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση μετεωρολογικών παραμέτρων.

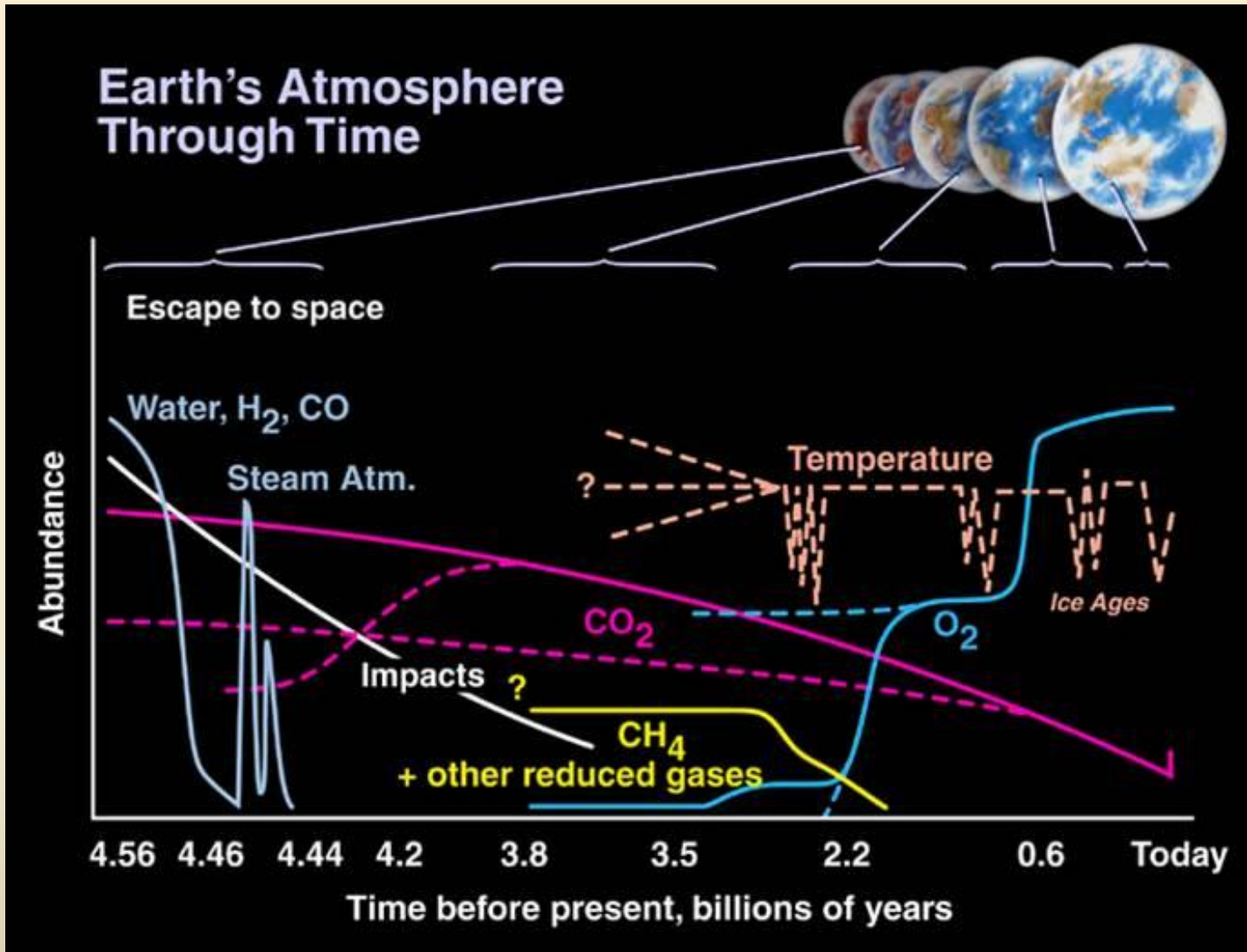
ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

- Η παρατηρούμενη σήμερα ατμόσφαιρα είναι το αποτέλεσμα μιας εξελικτικής πορείας μιας πρωταρχικής ατμόσφαιρας που δημιουργήθηκε από την έκλυση διαφόρων αερίων από την πολύ θερμή επιφάνεια της γης.
- Η πρωταρχική ατμόσφαιρα (4.6 δισεκατομμύρια έτη από σήμερα) αποτελούνταν πιθανότατα από υδρογόνο (H_2) και Ήλιο (He), καθώς και από ενώσεις του υδρογόνου όπως μεθάνιο (CH_4) και αμμωνία (NH_3).
- Μια δεύτερη πυκνότερη ατμόσφαιρα σχηματίστηκε σταδιακά με την διοχέτευση αερίων από το εσωτερικό της γης μέσω των ηφαιστείων, κυρίως υδρατμών (H_2O), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και αζώτου (N_2).
- Με την πάροδο εκατομμυρίων ετών, η σταθερή ροή αερίων από το εσωτερικό της γης αύξησε την ποσότητα των υδρατμών, οι οποίοι μέσω της συμπύκνωσης σχημάτισαν τα πρώτα σύννεφα.
- Το νερό που δημιουργήθηκε στα σύννεφα άρχισε να πέφτει με τη μορφή υετού ο οποίος διήρκεσε χιλιάδες χρόνια, σχηματίζοντας τα ποτάμια, τις λίμνες και τους ωκεανούς.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- Το οξυγόνο (O_2) στην ατμόσφαιρα άρχισε να σχηματίζεται μέσω της φωτοδιάσπασης των υδρατμών σε οξυγόνο και υδρογόνο.
- Το ελαφρύτερο υδρογόνο διέφυγε προς το διάστημα, ενώ το οξυγόνο παρέμεινε στην ατμόσφαιρα και επέτρεψε την ανάπτυξη των πρώτων φυτών (2-3 δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα), τα οποία στη συνέχεια μέσω της φωτοσύνθεσης αύξησαν περαιτέρω τη συγκέντρωσή του.
- Λόγω της υπεριώδους ακτινοβολίας και της αρχικής μικρής ποσότητας οξυγόνου, δημιουργήθηκε ένα στρώμα όζοντος (O_3), το οποίο επέτρεψε την έξοδο της πρωτογενούς μορφής ζωής από το νερό και τη σταδιακή εξέλιξη της.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ



ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΥΨΟΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Θεωρητικά: Το ανώτατο όριο της ατμόσφαιρας είναι το μέγιστο ύψος στο οποίο μόρια των ατμοσφαιρικών αερίων συμμετέχουν στην περιστροφική κίνηση της γης (~28,000km πάνω από τους πόλους και 42,000km πάνω από τον ισημερινό).

Πρακτικά: Το πρακτικό ύψος (αισθητή συγκέντρωση ατμοσφαιρικής ύλης) είναι πολύ μικρότερο (<3000km) και προσδιορίζεται από το ύψος εμφάνισης διαφόρων φαινομένων:

- **Ύψος νεφών:** [Θύσσανοι](#) (10-12km), μαργαρώδη νέφη (Nacreous Clouds) (20-25km), φωτεινά νέφη (noctilucent clouds) (80-85km).



μαργαρώδη νέφη



φωτεινά νέφη

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- **Διάρκεια Λυκόφωτος ή Λυκαυγούς (twilight and morning twilight):** Ο φωτισμός της ατμόσφαιρας από τον ήλιο υπάρχει λόγω σκέδασης λίγο πριν την ανατολή και λίγο μετά τη δύση του ηλίου μέχρι $\theta=18^\circ$ κάτω από τον ορίζοντα και το μέγιστο ύψος της ατμόσφαιρας υπολογίζεται γεωμετρικά ($h=79.5\text{km}$).



λυκόφως



λυκαυγές

- **Ζώνες σιγής ήχου:** Στο ύψος $h\sim 80\text{km}$ σημειώνεται ανάκλαση ηχητικών κυμάτων λόγω αναστροφής θερμοκρασίας και διαπιστώνεται έμμεσα η ύπαρξη ικανής ατμοσφαιρικής ύλης.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- **Μετεωρίτες και διάπτοντες αστέρες:** Η πυράκτωσή τεμαχίων αστρικής ύλης κατά την είσοδό τους στην ατμόσφαιρα με μεγάλη ταχύτητα λόγω της μεγάλης τριβής που προκαλείται οδηγεί στη δημιουργία έντονης λάμψης (ανώτατο ύψος $h \sim 200-300\text{km}$).



- **Διαστημόπλοια:** Η πυράκτωσή των διαστημοπλοίων που επανεισέρχονται στην ατμόσφαιρα και οι διακοπή στις επικοινωνίες με αυτά λόγω της δημιουργίας στρώματος ιονισμένων σωματίων γύρω τους αποδεικνύουν την ύπαρξη ικανής ατμοσφαιρικής ύλης ($h \sim 200-350\text{km}$).

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

- **Ιονισμένες ατμοσφαιρικές στριβάδες:** Για τη μετάδοση των Η/Μ κυμάτων κάποιες ιονισμένες ζώνες της ατμόσφαιρας (ιονόσφαιρα) παίζουν το ρόλο ανακλαστήρα. Αυτές βρίσκονται σε διάφορα ύψη (D: 80km, E: 150km, F₁, F₂: 300-350km).
- **Πολικό σέλας (aurora):** Στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, η αλληλεπίδραση του γήινου μαγνητικού πεδίου και των αερίων της ανώτερης ατμόσφαιρας με ιονισμένα σωματίδια που προέρχονται από τον ήλιο προκαλεί λάμψη στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (h~100-500km).



- **Δορυφορικές μετρήσεις:** Οι διάφορες μετρήσεις με τεχνητούς δορυφόρους αποδεικνύουν ότι το ύψος της ατμόσφαιρας συμπίπτει περίπου με αυτό που προκύπτει από τις παρατηρήσεις του πολικού σέλαος.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΜΑΖΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

- Μέση ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας: $P_0=1013.25\text{hPa}$
- Επιτάχυνση της βαρύτητας: Στην επιφάνεια της θάλασσας, για γεωγραφικό πλάτος $\varphi=45^\circ$ είναι $g_0=9.80616\text{m/sec}^2$. Στον ισημερινό είναι $g_e=9.78036\text{m/sec}^2$, ενώ στους πόλους είναι $g_p=9.83028\text{m/sec}^2$. Καθ' ύψος μεταβάλλεται κατά $\sim 3\%$ για κάθε 100km.

$$\text{Είναι: } P_0 = \frac{\text{βάρους ατμόσφαιρας}}{\text{επιφάνεια γης}} \Rightarrow P_0 = \frac{M_A g}{4\pi R_\Gamma^2} \Rightarrow M_A = \frac{4\pi R_\Gamma^2 P_0}{g} = \dots = 5.27 \times 10^{18} \text{ kg}$$

όπου $R_\Gamma=6371 \times 10^3\text{m}$ η μέση ακτίνα της γης και $g=9.81\text{m/sec}^2$ η μέση επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της θάλασσας.

Η μάζα των ωκεανών είναι $M_0=1.35 \times 10^{24}\text{kg}$ (6 τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη).

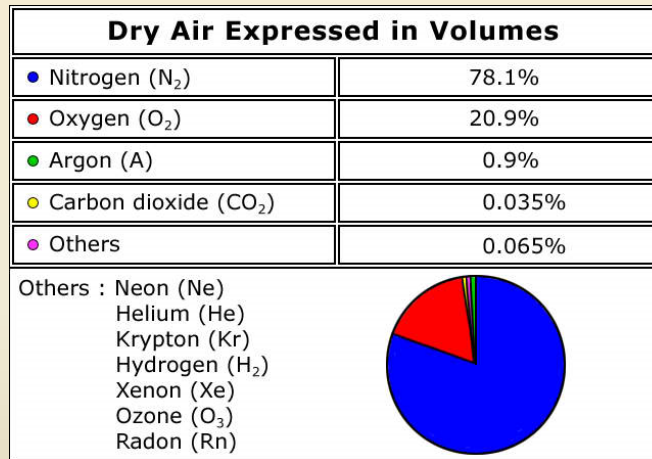
Η πυκνότητα του αέρα μειώνεται εκθετικά με το ύψος μέσα στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα από την επιφάνεια της γης έως το ύψος $h=20\text{-}25\text{km}$ να συγκεντρώνεται περισσότερο από το 95% της ατμοσφαιρικής μάζας.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΩΤΕΡΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Η κατώτερη ατμόσφαιρα αποτελείται από τον **ξηρό αέρα**, τους **υδρατμούς** και τα **αερολύματα**.

1) **Ξηρός αέρας:** Ο ατμοσφαιρικός αέρας που είναι απαλλαγμένος από υδρατμούς και κάθε είδους αιωρούμενα σωματίδια. Αποτελείται κυρίως από άζωτο, οξυγόνο, Αργό και διοξείδιο του άνθρακα, ενώ περιλαμβάνει ακόμα Νέο, Ήλιο, Κρυπτό, Υδρογόνο, Ξένο, Όζον και Ραδόνιο.



Επίσης, σε πολύ μικρή και μεταβλητή περιεκτικότητα περιλαμβάνει τις ενώσεις CH₄, N₂O, NO, N₂O₄, N₂O₅, NO₂, SO₂, CO, H₂O₂, NH₃, HNO₃, H₂SO₄ κ.α.

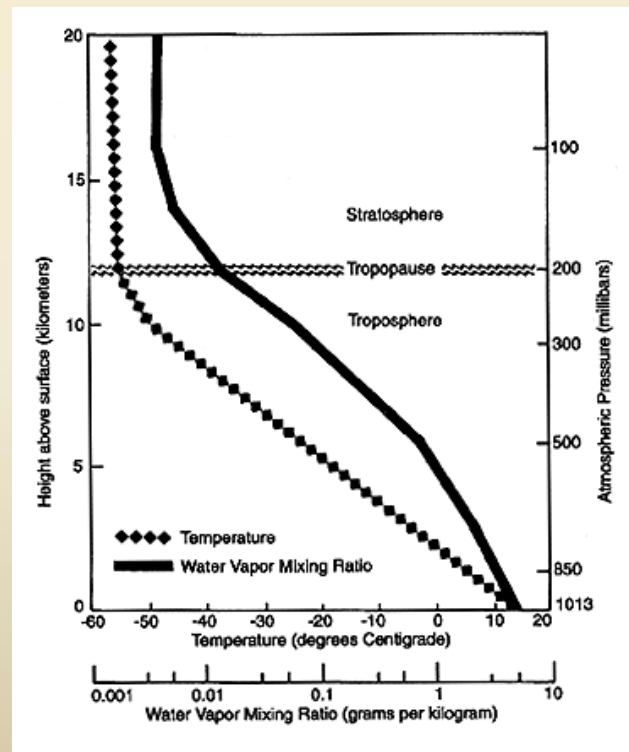
Η αναλογία των κύριων συστατικών του ξηρού αέρα παραμένει σταθερή μέχρι ύψος h~100km (**ομοιόσφαιρα**). Για h>100km ή αναλογία μεταβάλλεται (**ετερόσφαιρα**).

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

2) Υδρατμοί:

Προέρχονται από την **εξάτμιση** των φυσικών υδροσυλλογών στην επιφάνεια του εδάφους (ωκεανοί, ποτάμια, λίμνες) και τη **διαπνοή** των φυτών.

Η περιεκτικότητά τους στην ατμόσφαιρα ελαττώνεται με το ύψος. Είναι $e_z = e_0 10^{-z/c}$ όπου e_0 και e_z η τάση των υδρατμών στην επιφάνεια του εδάφους και σε ύψος z και $c = 5000\text{m}$. Για ύψος $z > 10\text{km}$, η ποσότητα των υδρατμών είναι σχεδόν αμελητέα.



3) Αερολύματα (aerosols):

Είναι τα **στερεά και υγρά σωματίδια** που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα.

Ανάλογα με το μέγεθός τους ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

1. Πυρήνες Aitken ($d < 0.1\mu\text{m}$)
2. Μεγάλοι πυρήνες ($0.1\mu\text{m} < d < 1.0\mu\text{m}$)
3. Γίγαντες πυρήνες ($d > 1.0\mu\text{m}$)

PM_{10} : Όλα τα σωματίδια με $d < 10.0\mu\text{m}$

$\text{PM}_{2.5}$: Όλα τα σωματίδια με $d < 2.5\mu\text{m}$

Ανάλογα με την προέλευσή τους ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

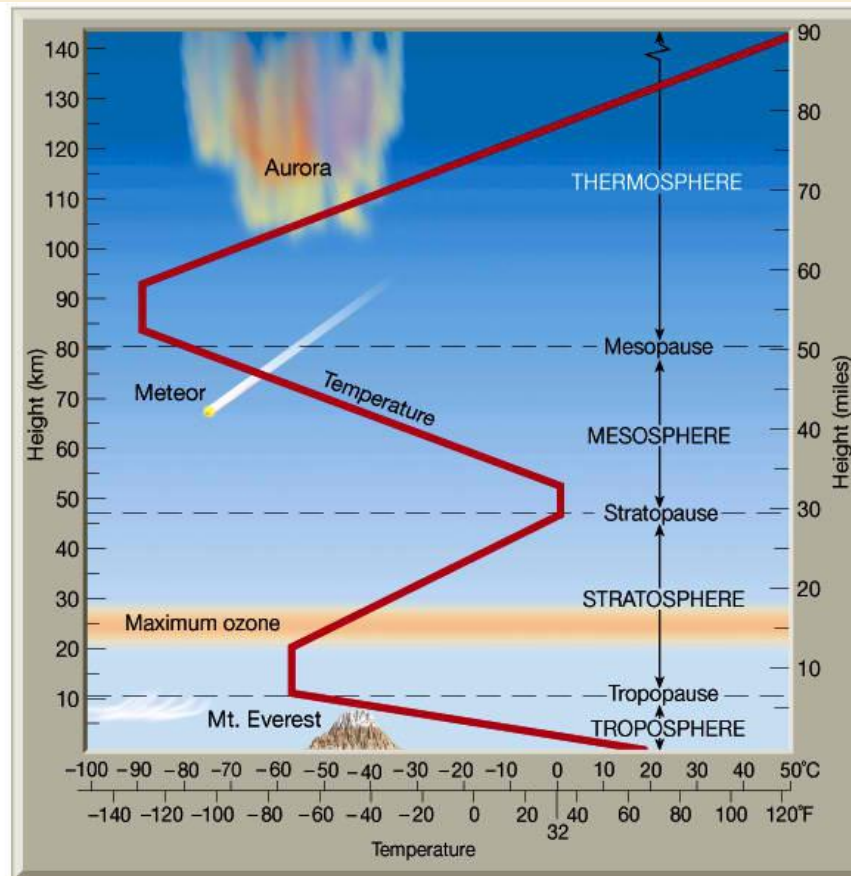
1. Κονιορτοί (εδαφικής προέλευσης, στάχτη, διαπλανητική σκόνη, μόρια NaCl). Η περιεκτικότητά τους εξαρτάται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες.
2. Χημικές ενώσεις είτε από φυσικές διεργασίες όπως η σήψη οργανικών ουσιών, είτε από βιομηχανικές καύσεις και διεργασίες.
3. Οργανικά αιωρήματα (γύρη, βακτήρια, σπόρια, έντομα κλπ.).

Η ατμόσφαιρα «φορτίζεται» συνεχώς με αερολύματα μέσω της εκπομπής τους από τις διάφορες πηγές και την πνοή ισχυρών ανέμων και «αποφορτίζεται» μέσω της καθίζησης (δράση της βαρύτητας) και της βροχόπτωσης.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Σύμφωνα με την μεταβολή της θερμοκρασίας καθ' ύψος, η ατμόσφαιρα διαχωρίζεται στα ακόλουθα στρώματα: τροπόσφαιρα, στρατόσφαιρα, μεσόσφαιρα, θερμόσφαιρα και εξώσφαιρα.



1. Τροπόσφαιρα (troposphere)

Η κατώτερη περιοχή της ατμόσφαιρας. Εκτείνεται από το έδαφος μέχρι το ύψος $h \sim 11-12\text{km}$. Το ακριβές πάχος της εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή.

Χαρακτηρίζεται από:

- γενικά ομοιόμορφη ελάττωση της θερμοκρασίας με το ύψος ($\sim 6.5^\circ\text{C}/\text{km}$).
- αύξηση της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος λόγω μείωσης των τριβών, με τη μέγιστη τιμή της στο άνω όριο της τροπόσφαιρας.
- μεγάλη περιεκτικότητα σε υδρατμούς, κυρίως στα κατώτερα στρώματα.
- έντονες κατακόρυφες κινήσεις του αέρα με ταυτόχρονη μεταφορά θερμότητας (convection).
- συνεχή εναλλαγή ατμοσφαιρικών φαινομένων.

Αποτελεί το πιο σημαντικό στρώμα της ατμόσφαιρας από μετεωρολογική άποψη αφού περιλαμβάνει το 80% της ατμοσφαιρικής μάζας και σχεδόν το σύνολο των υδρατμών. Εντός της τροπόσφαιρας δημιουργείται σχεδόν το σύνολο των μετεωρολογικών φαινομένων. Η μείωση της θερμοκρασίας με το ύψος οφείλεται στο ότι η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει την επιφάνεια της γης και αυτή με τη σειρά της τον υπερκείμενο αέρα.

2. Τροπόπαυση (tropopause)

Η μεταβατική ζώνη μεταξύ τροπόσφαιρας - στρατόσφαιρας. Χαρακτηρίζεται από:

- κλίση από τον ισημερινό προς τους πόλους (στους πόλους είναι χαμηλότερα).
- ασυνέχεια στο γ. πλάτος 30° - 40° (διαχωρισμός σε τροπική και πολική) με μικρή επικάλυψη στα μέσα γεωγραφικά πλάτη. Σε αυτά τα γεωγραφικά πλάτη εμφανίζεται ένα στενό και ισχυρό ρεύμα αέρα, ο **αεροχείμαρος** (jet-stream).

3. Στρατόσφαιρα (stratosphere)

Το ατμοσφαιρικό στρώμα πάνω από την τροπόσφαιρα. Διακρίνεται στην **κατώτερη** και στην **ανώτερη**.

Η **κατώτερη** χαρακτηρίζεται από μικρή μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος, χαμηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ξηρασία και ισχυρές οριζόντιες κινήσεις του αέρα.

Η **ανώτερη** χαρακτηρίζεται από άνοδο της θερμοκρασίας με το ύψος, η οποία οφείλεται στην παρουσία του όζοντος το οποίο απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία. Η υψηλότερη θερμοκρασία εμφανίζεται στο ύψος των 50km και όχι σε αυτό των 25km στο οποίο η συγκέντρωση του όζοντος είναι μέγιστη, διότι: α) στο ύψος των 50km ο αέρας είναι αραιότερος και η υπεριώδης ακτινοβολία κατανέμεται σε λιγότερα μόρια και β) μεγάλο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας απορροφάται προτού φθάσει στο ύψος των 25km.

Η άνοδος της θερμοκρασίας με το ύψος στη στρατόσφαιρα περιορίζει και τις κατακόρυφες κινήσεις και εμποδίζει τις αέριες μάζες που ανέρχονται στην τροπόσφαιρα να εισχωρήσουν σε αυτή.

4. Στρατόπαυση (stratopause)

Μεταβατική ζώνη μεταξύ στρατόσφαιρας – μεσόσφαιρας. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P \sim 1\text{hPa}$. Η τροπόσφαιρα μαζί με τη στρατόσφαιρα περιλαμβάνουν το 99.9% της ατμοσφαιρικής μάζας.

5. Μεσόσφαιρα (mesosphere)

Το ατμοσφαιρικό στρώμα πάνω από τη στρατόσφαιρα. Χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας με το ύψος και την απουσία όζοντος.

Τα ποσοστά αζώτου και οξυγόνου είναι παραπλήσια με αυτά της τροπόσφαιρας, αλλά η πολύ μικρή πυκνότητα του αέρα δεν επιτρέπει την επιβίωση του ανθρώπου σε αυτή την περιοχή. Η έκθεση σε αέρα τόσο χαμηλής πυκνότητας οδηγεί αρχικά σε απώλεια οξυγόνου από τον εγκέφαλο (υποξία), η οποία δεν είναι άμεσα αντιληπτή, και στη συνέχεια στο θάνατο. Επίσης, η έκθεση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία σε αυτά τα ύψη μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα.

6. Μεσόπαυση (mesopause)

Η μεταβατική ζώνη μεταξύ μεσόσφαιρας – θερμοσφαιρας. Αποτελεί το άνω όριο της ομοιόσφαιρας. Αποτελεί την ψυχρότερη περιοχή της ατμόσφαιρας.

7. Θερμόσφαιρα (thermosphere)

Το ατμοσφαιρικό στρώμα πάνω από τη μεσόσφαιρα. Χαρακτηρίζεται από συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας με το ύψος, η οποία οφείλεται κυρίως στη μεγάλη αραίωση της ατμόσφαιρας και στην απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από το οξυγόνο. Λόγω της μικρής περιεκτικότητάς της σε άτομα και μόρια ατμοσφαιρικού αέρα, η απορρόφηση μιας μικρής ποσότητας ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας. Λόγω της χαμηλής πυκνότητας, η μέση ελεύθερη διαδρομή μεταξύ των μορίων είναι μεγαλύτερη από 1 km. Στη θερμοσφαιρα γίνεται και η αλληλεπίδραση μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων από τον ήλιο και των μορίων του αέρα, η οποία οδηγεί στην εμφάνιση του πολικού σέλαος.

8. Θερμόπαυση (thermopause)

Το άνω όριο της θερμοσφαιρας.

9. Εξώσφαιρα (exosphere)

Το τμήμα της ατμόσφαιρας πάνω από τη θερμόσφαιρα (ύψος μεγαλύτερο των 500km), το οποίο χαρακτηρίζεται από τη σταθερότητα της θερμοκρασίας με το ύψος, την πολύ μεγάλη μέση ελεύθερη διαδρομή των μορίων και την αμελητέα επίδραση του βαρυτικού πεδίου της γης στα ατμοσφαιρικά μόρια.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

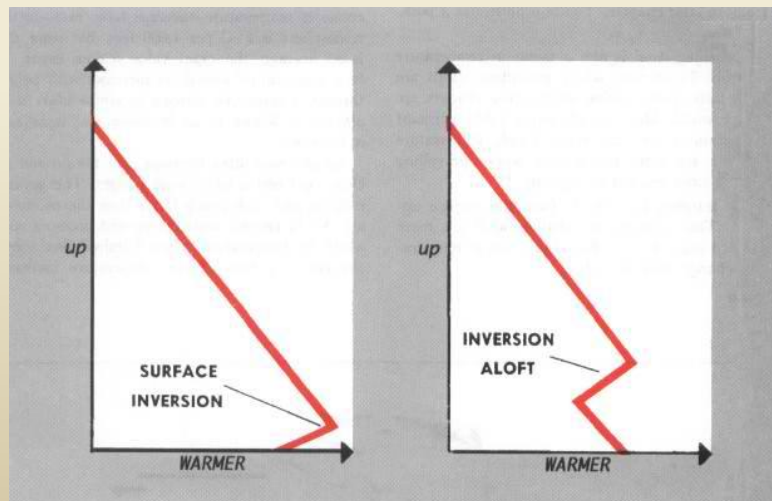
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ

Στην τροπόσφαιρα η θερμοκρασία κατά κανόνα ελαττώνεται με το ύψος. Ο ρυθμός ελάττωσης της θερμοκρασίας με το ύψος καλείται **κατακόρυφη θερμοβαθμίδα**:

$$\gamma = -\frac{\partial T}{\partial z}$$

Κατά μέσο όρο στην τροπόσφαιρα είναι $\gamma = 6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$.

Όταν ισχύει $\gamma < 0^{\circ}\text{C}/\text{km}$ επικρατεί **θερμοκρασιακή αναστροφή**. Το αντίστοιχο στρώμα ονομάζεται **στρώμα αναστροφής**. Το πάχος του d καλείται **βάθος αναστροφής**, ενώ το ύψος h της βάσης του στρώματος από την επιφάνεια του εδάφους καλείται **ύψος αναστροφής**.



ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Θεωρώντας το γ κατά προσέγγιση σταθερό η θερμοκρασία $T(z)$ σε ύψος z μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$\gamma = -\frac{\partial T}{\partial z} \Rightarrow T_{(z)} = T_{(z_0)} - \gamma (z - z_0)$$

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ

Υπό συνθήκες «υδροστατικής ισορροπίας», η ατμοσφαιρική πίεση σε μια στάθμη οφείλεται μόνο στο βάρος της υπερκείμενης αέριας στήλης ανά μονάδα επιφανείας και ισχύει η υδροστατική εξίσωση:

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g$$

Το (-) δηλώνει ελάττωση της πίεσης με το ύψος.

Ισοβαρική επιφάνεια: η επιφάνεια της ατμόσφαιρας που ορίζεται από τα σημεία που έχουν την ίδια τιμή ατμοσφαιρικής πίεσης.

Ισοβαρής καμπύλη: η τομή μιας ισοβαρικής επιφάνειας με ένα οριζόντιο επίπεδο.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

$$\text{Ισχύει: } \left. \begin{array}{l} \frac{dP}{dz} = -\rho g \\ P = \rho \frac{R^*}{M} T \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{dP}{P} = -\frac{gM}{R^*T} dz \Rightarrow \int_{P_1}^{P_2} d(\ln P) = -\frac{gM}{R^*\bar{T}} \int_{z_1}^{z_2} dz \Rightarrow \Delta z = \frac{R^*\bar{T}}{gM} \ln \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow \Delta z \propto \bar{T} \ln \frac{P_1}{P_2}$$

Το πάχος του στρώματος μεταξύ δύο ισοβαρικών επιφανειών P_1 και P_2 είναι ανάλογο της μέσης θερμοκρασίας του.

Ισοπαχής καμπύλη: η καμπύλη που ενώνει τα σημεία που χαρακτηρίζονται από το ίδιο πάχος του στρώματος μεταξύ δύο ισοβαρικών επιφανειών.

Γεωδυναμικό (geopotential): Το έργο που παράγεται από τη μονάδα μάζας για την ανύψωσή της από τη στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας στο ύψος z ονομάζεται γεωδυναμικό.

$$\Phi = \int_0^z g dz$$

Γεωδυναμικό ύψος (geopotential height): Η ποσότητα $H = \Phi(z)/g_0$, όπου g_0 η μέση τιμή της επιτ. βαρύτητας στην επιφάνεια της γης. Μονάδα το grm (γεωδ. μέτρο).

Σημεία με το ίδιο γεωδυναμικό ύψος βρίσκονται πάνω στην ίδια **ισογεωδυναμική επιφάνεια**. Η κίνηση πάνω σε τέτοιες επιφάνειες είναι ανεξάρτητη της βαρύτητας και γι αυτό προτιμάται στη μελέτη των προβλημάτων δυναμικής μετεωρολογίας.