

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Θερμοκρασία του αέρα: μέτρο της μέσης ταχύτητας των ατόμων και των μορίων. Υψηλές θερμοκρασίες αντιστοιχούν σε μεγάλες μέσες ταχύτητες.

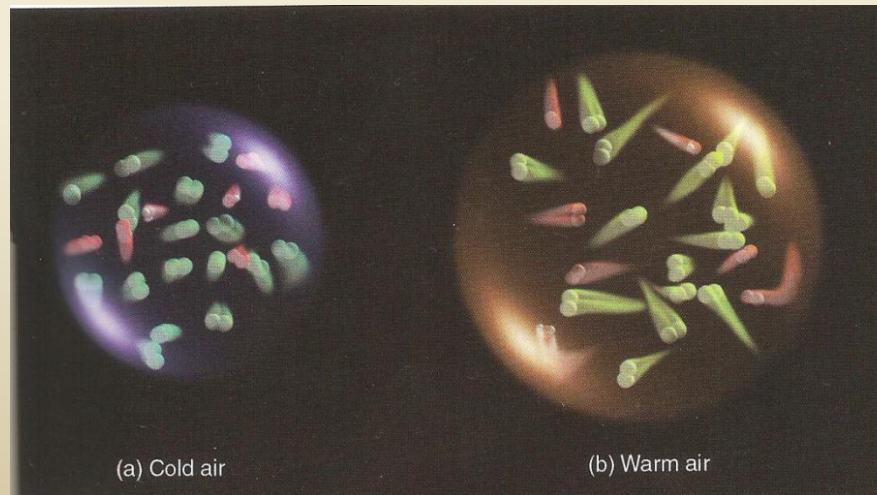
Μονάδες θερμοκρασίας: Celsius (C), Kelvin (K), Fahrenheit (F)

$$C/5 = (F-32)/9, \quad C = K - 273$$

Θεωρούμε έναν όγκο επιφανειακού αέρα.

Εάν **θερμάνουμε** τον αέρα, τα μόριά του θα κινηθούν γρηγορότερα, οι αποστάσεις μεταξύ τους θα αυξηθούν ελαφρώς και ο αέρας θα γίνει **αραιότερος**.

Αντιστρόφως, εάν στη συνέχεια **ψύξουμε** τον αέρα στην αρχική του θερμοκρασία, τα μόριά του θα επιβραδυνθούν, οι αποστάσεις μεταξύ τους θα μειωθούν και ο αέρας θα γίνει **πυκνότερος**.



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Θερμότητα (heat): η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της ύπαρξης θερμοκρασιακής διαφοράς.

Θερμοχωρητικότητα (heat capacity): ο λόγος του ποσού θερμότητας το οποίο απορροφάται από ένα σώμα προς την αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας του.

Ειδική θερμότητα (specific heat): η θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα μάζας.

Για να θερμάνουμε 1 kg νερού κατά 1 C χρειαζόμαστε θερμότητα 1 kcal (1 cal = 4.186 J).

Για να θερμάνουμε 1 kg ξηρού εδάφους κατά 1 C χρειαζόμαστε θερμότητα 0.2 kcal.

Άρα η ειδική θερμότητα του νερού είναι 5 φορές μεγαλύτερη από αυτή του εδάφους. Αυτό σημαίνει ότι το νερό έχει μεγαλύτερη δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας και η θερμοκρασία του μεταβάλλεται δυσκολότερα σε σχέση με άλλες ουσίες όπως το έδαφος και ο αέρας.

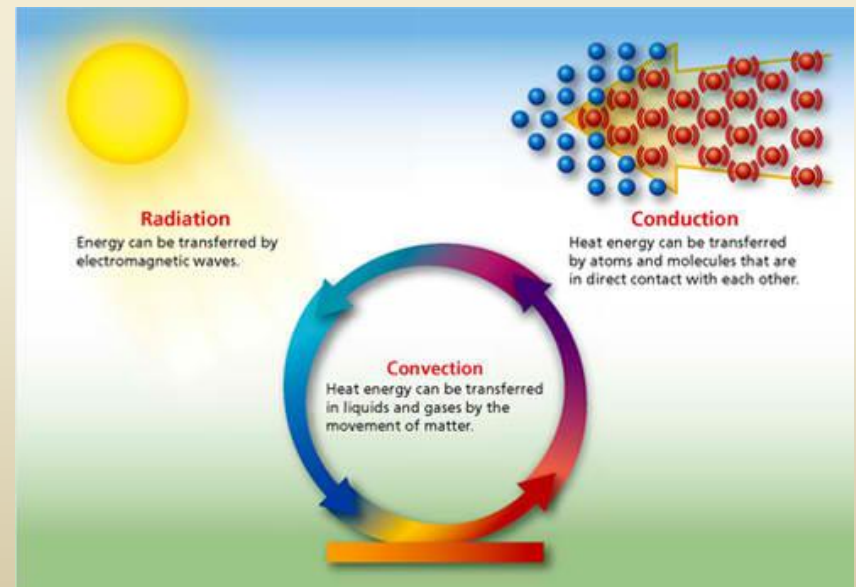
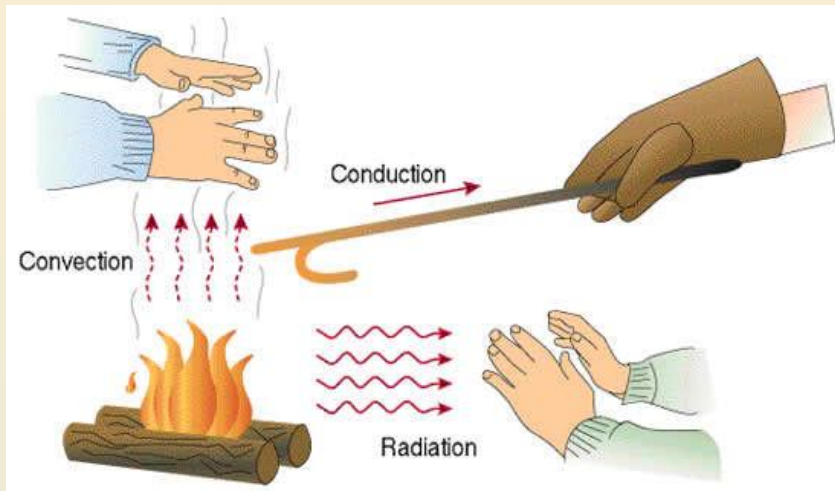
Λανθάνουσα θερμότητα (latent heat): η θερμική ενέργεια η οποία απαιτείται για να αλλάξει φάση μια ουσία (π.χ. νερό).

Η εξάτμιση είναι μια διαδικασία η οποία οδηγεί σε ψύξη του περιβάλλοντος, ενώ η συμπύκνωση οδηγεί αντίθετα σε θέρμανση του περιβάλλοντος.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Μηχανισμοί διάδοσης θερμότητας

1. Αγωγή (conduction)
2. Μεταφορά (convection)
3. Ακτινοβολία (radiation)



ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

1. Αγωγή (conduction): η διάδοση θερμότητας από μόριο σε μόριο.

Στην περίπτωση μιας μεταλλικής βέργας το ένα άκρο της οποίας τοποθετείται στη φωτιά, λόγω της απορρόφησης ενέργειας στην περιοχή της φωτιάς, τα μόρια της βέργας ταλαντώνονται εντονότερα, μεταδίδοντας την ενέργεια ταλάντωσης στα γειτονικά τους μόρια. Αυτά με τη σειρά τους ταλαντώνονται εντονότερα κ.ο.κ. Έτσι, η θερμότητα μεταδίδεται στο άλλο άκρο της βέργας.

Στα μέταλλα η διαδικασία αυτή είναι εύκολη και έτσι αυτά θεωρούνται καλοί αγωγοί θερμότητας. Αντιθέτως **ο αέρας είναι κακός αγωγός θερμότητας** και για αυτό το λόγο τα περισσότερα θερμομονωτικά υλικά έχουν ένα μεγάλο αριθμό θυλάκων αέρα στο εσωτερικό τους.

Λόγω της πολύ μικρής θερμικής αγωγιμότητας του αέρα, όταν επικρατεί άπνοια, μόνο ένα πολύ λεπτό στρώμα αέρα μερικών cm θερμαίνεται από το πολύ θερμότερο έδαφος μέσω αγωγής.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

2. **Μεταφορά (convection)**: η διάδοση θερμότητας μέσω της κίνησης της μάζας ενός ρευστού. Λαμβάνει χώρα στα υγρά και στα αέρια.

Η μεταφορά εμφανίζεται αυθόρμητα στην ατμόσφαιρα. Κατά τη διάρκεια μια αίθριας ημέρας, κάποιες περιοχές της επιφάνειας της γης θερμαίνονται περισσότερο από κάποιες με αποτέλεσμα να υπάρχει ανομοιογενής θέρμανση των κατώτερων στρωμάτων του αέρα μέσω αγωγής. Ο θερμαινόμενος αέρας διαστέλλεται και αραιώνει σε σχέση με το γειτονικό ψυχρότερο αέρα, οδηγούμενος σε ανοδική κίνηση εντός της ατμόσφαιρας. Με αυτό τον τρόπο μεταφέρεται ενέργεια προς τα πάνω. Ψυχρότερος και πυκνότερος αέρας, κινείται προς την επιφάνεια του εδάφους για να αντικαταστήσει τον αέρα που ανυψώθηκε. Αυτός θερμαίνεται με τη σειρά του, ανέρχεται κ.ο.κ.

Ο όρος **convection** συνήθως χρησιμοποιείται για την **κατακόρυφη μεταφορά** αέρα και θερμότητας.

Για την **οριζόντια μεταφορά** αέρα και θερμότητας χρησιμοποιείται ο όρος **advection**.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

3. Ακτινοβολία (radiation): Εκπομπή και διάδοση ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα (H/M ακτινοβολία). Η διάδοση μπορεί να γίνει είτε στο κενό, είτε διαμέσου διαπερατών για την ακτινοβολία υλικών μέσων.

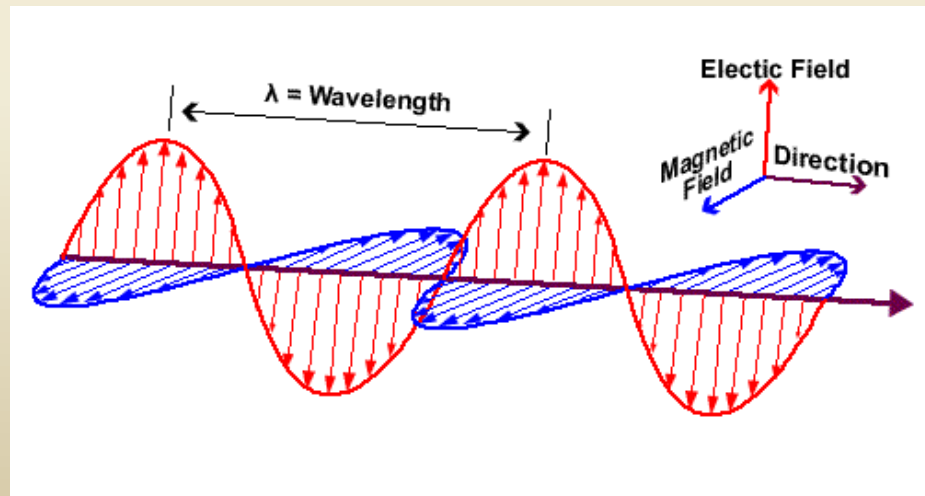
Η μεταφορά ενέργειας με H/M ακτινοβολία παρουσιάζει δύο μορφές:

α) τη **σωματιδιακή** και β) την **κυματική**.

Η H/M ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από: την **ταχύτητα** (c), το **μήκος κύματος** (λ) και τη **συχνότητα** (ν). Στο κενό $c = c_0 = 3 \times 10^8$ m/sec (ταχύτητα φωτός)

Ισχύει: $c = \lambda \nu$

Η ενέργεια που εκπέμπεται από ένα σώμα σπάνια είναι μονοχρωματική και κατά κανόνα αποτελείται από ένα σύνολο μονοχρωματικών ακτινοβολιών.



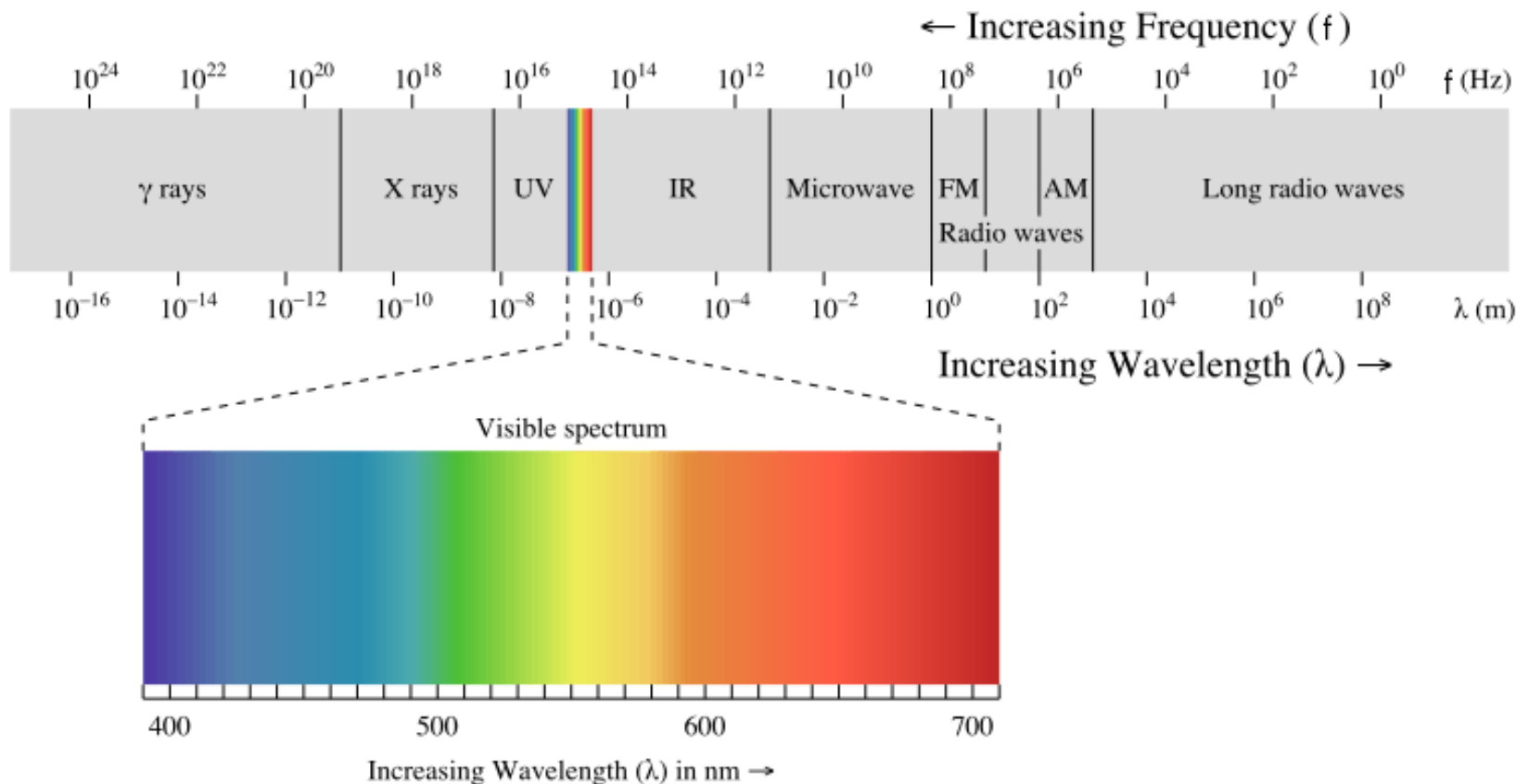
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

- Όταν είμαστε εκτεθειμένοι στην ηλιακή ακτινοβολία, αισθανόμαστε ζέστη, παρά το γεγονός ότι η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να είναι σχετικά χαμηλή. Αυτό συμβαίνει διότι το σώμα μας απορροφά ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτό και θερμαίνεται, χωρίς να συμβαίνει το ίδιο με τον αέρα.
- Μπορούμε να αντιληφθούμε ότι η ζέστη που αισθανόμαστε είναι αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν μετακινηθούμε σε σκιερό μέρος, στο οποίο παρά το γεγονός ότι η θερμοκρασία του αέρα είναι περίπου η ίδια, αισθανόμαστε ότι κάνει περισσότερο κρύο.
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαδίδεται με τη μορφή κυμάτων τα οποία μεταφέρουν την ενέργεια στα σώματα στα οποία προσπίπτουν χωρίς την απαραίτητη μεσολάβηση ύλης κατά τη διαδρομή τους.

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Φάσμα Η/Μ ακτινοβολίας: Η κατανομή της ενέργειας της Η/Μ ακτινοβολίας στα διάφορα μήκη κύματος.

Φασματικές περιοχές της Η/Μ ακτινοβολίας



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Κάθε υλικό σώμα εκπέμπει Η/Μ ακτινοβολία, το φάσμα της οποίας εξαρτάται από τη θερμοκρασία του και το είδος της επιφάνειάς του.

Αφεικτική ικανότητα, $E(\lambda, T)$: η ενέργεια που εκπέμπει ένα σώμα ανά μονάδα επιφανείας και μονάδα χρόνου, για ορισμένη θερμοκρασία και ορισμένο μήκος κύματος.

Έστω ότι μια ποσότητα ακτινοβολίας προσπίπτει σε ένα σώμα. Ορίζονται οι εξής ποσότητες:

Συντελεστής απορρόφησης (α): Το ποσοστό της ακτινοβολίας που απορροφάται.

Συντελεστής ανάκλασης (r): Το ποσοστό της ανακλώμενης ακτινοβολίας.

Συντελεστής διαφάνειας (t): Το ποσοστό της ακτινοβολίας που διαπερνά το σώμα.

Τα α , r , t εξαρτώνται από μήκος κύματος της ακτινοβολίας και από το είδος και τη φύση της επιφάνειας του σώματος.

Ισχύει: $\alpha + r + t = 1$

Μέλαν σώμα: Το θεωρητικό σώμα το οποίο απορροφά το 100% της προσπίπτουσας σε αυτό ακτινοβολίας, ανεξαρτήτως μήκους κύματος ($\alpha=1$).

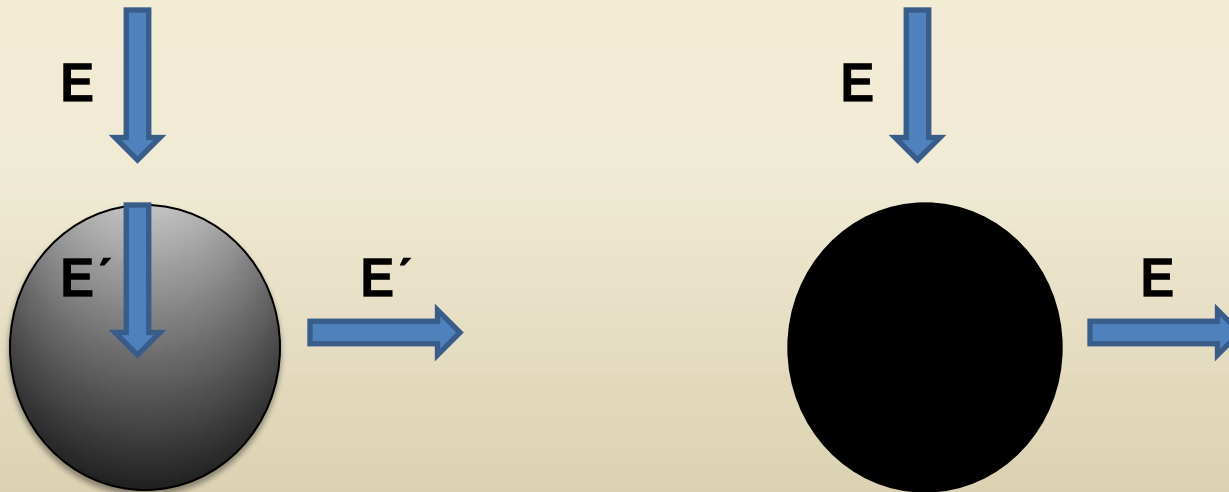
Λευκό σώμα: Το θεωρητικό σώμα το οποίο παρουσιάζει μηδενική απορροφητικότητα, ανεξαρτήτως μήκους κύματος ($\alpha=0$).

Τα πραγματικά σώματα λέγονται **φαιά σώματα** και έχουν $0 < \alpha < 1$.

ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

1. Νόμος του Kirchhoff:

Έστω ένα σώμα σε θερμοδυναμική ισορροπία. Εάν δεχτεί Η/Μ ακτινοβολία E θα απορροφήσει $E' = \alpha E$. Επειδή βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία, θα εκπέμψει επίσης ενέργεια E' . Εάν είναι μέλαν θα απορροφήσει και θα εκπέμψει ενέργεια E . Ο λόγος των εκπεμπόμενων ενεργειών $\epsilon = E'/E$ ονομάζεται **συντελεστής εκπομπής**. Προκύπτει $\alpha = \epsilon$ το οποίο αποτελεί τη μαθηματική διατύπωση του νόμου του Kirchhoff.



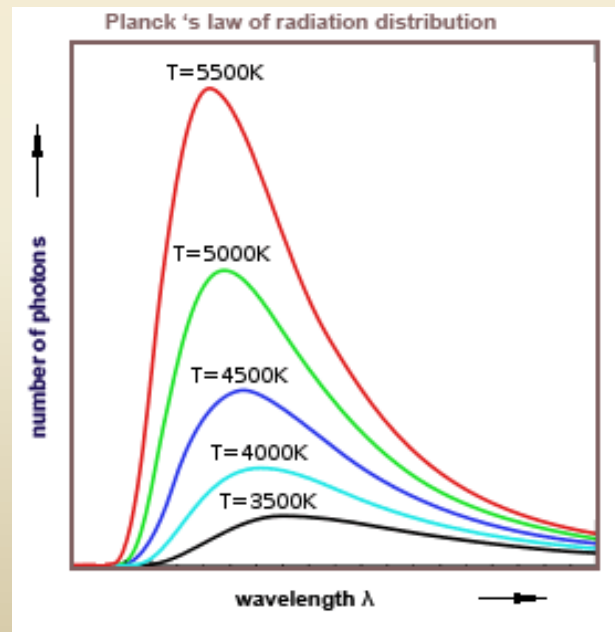
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

2. Νόμος του Planck:

Η μονοχρωματική ακτινοβολία που εκπέμπει ένα μέλαν σώμα εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του T και το μήκος κύματος λ της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας. Η μονοχρωματική ισχύς της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι:

$$E_{\lambda} = c_1 \lambda^{-5} \left(e^{c_2 / \lambda T} - 1 \right)^{-1}$$

όπου λ το μήκος κύματος, T η θερμοκρασία σε K, $c_1 = 1.193 \times 10^{-16} \text{ W m}^2$ και $c_2 = 1.441 \times 10^{-2} \text{ m K}$.

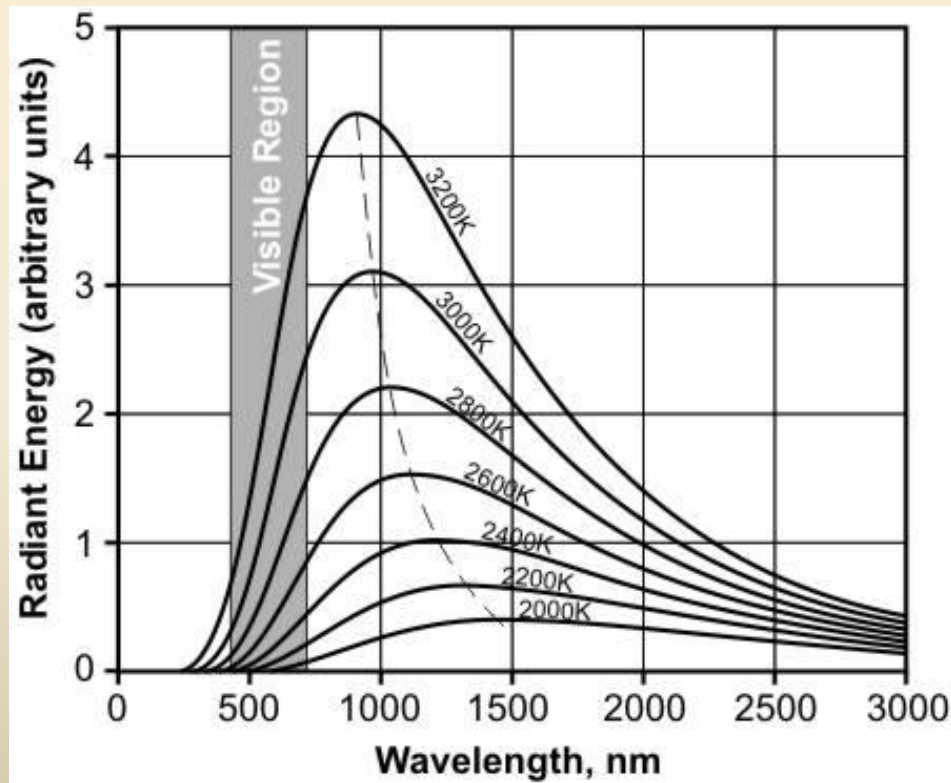


ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

3. Νόμος του Wien:

Το γινόμενο της απόλυτης θερμοκρασίας του μέλανος σώματος T και του μήκους κύματος λ_m που αντιστοιχεί στο μέγιστο της εκπεμπόμενης ισχύος είναι σταθερό. Αποτελεί άμεση συνέπεια του νόμου του Planck.

$$\lambda_m \cdot T = \text{σταθ} = 2897.8 \text{ K} \cdot \mu\text{m}$$

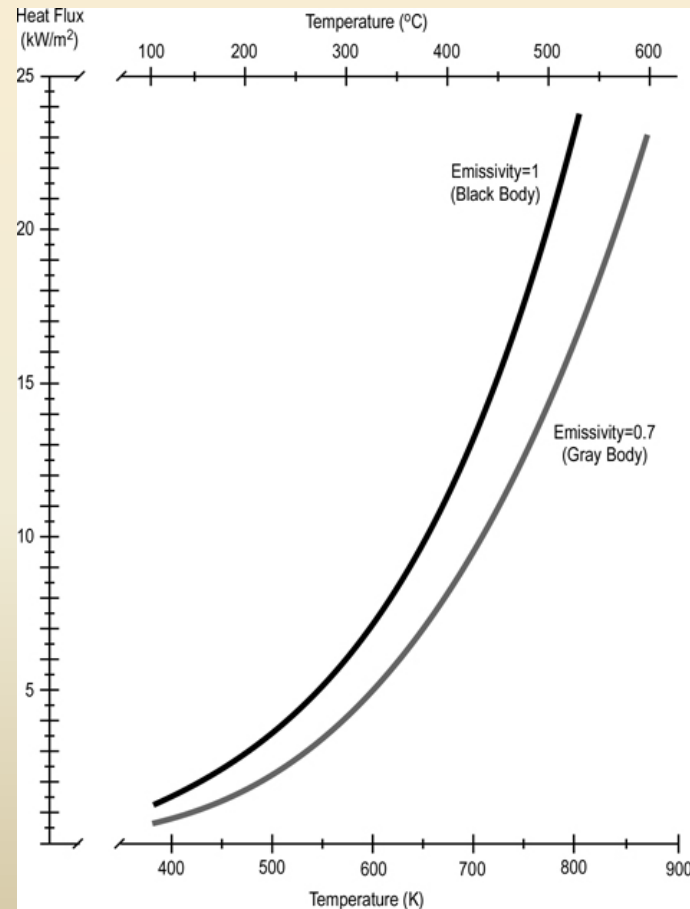


ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

4. Νόμος των Stefan - Boltzmann:

Η ολική ισχύς που εκπέμπεται ανά μονάδα επιφανείας μέλανος σώματος είναι ανάλογη της τέταρτης δύναμης της θερμοκρασίας (όπου σ η σταθερά Stefan – Boltzmann, $\sigma = 5.674 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$).

$$E = \int_0^{\infty} E_{\lambda} d\lambda = \sigma T^4$$

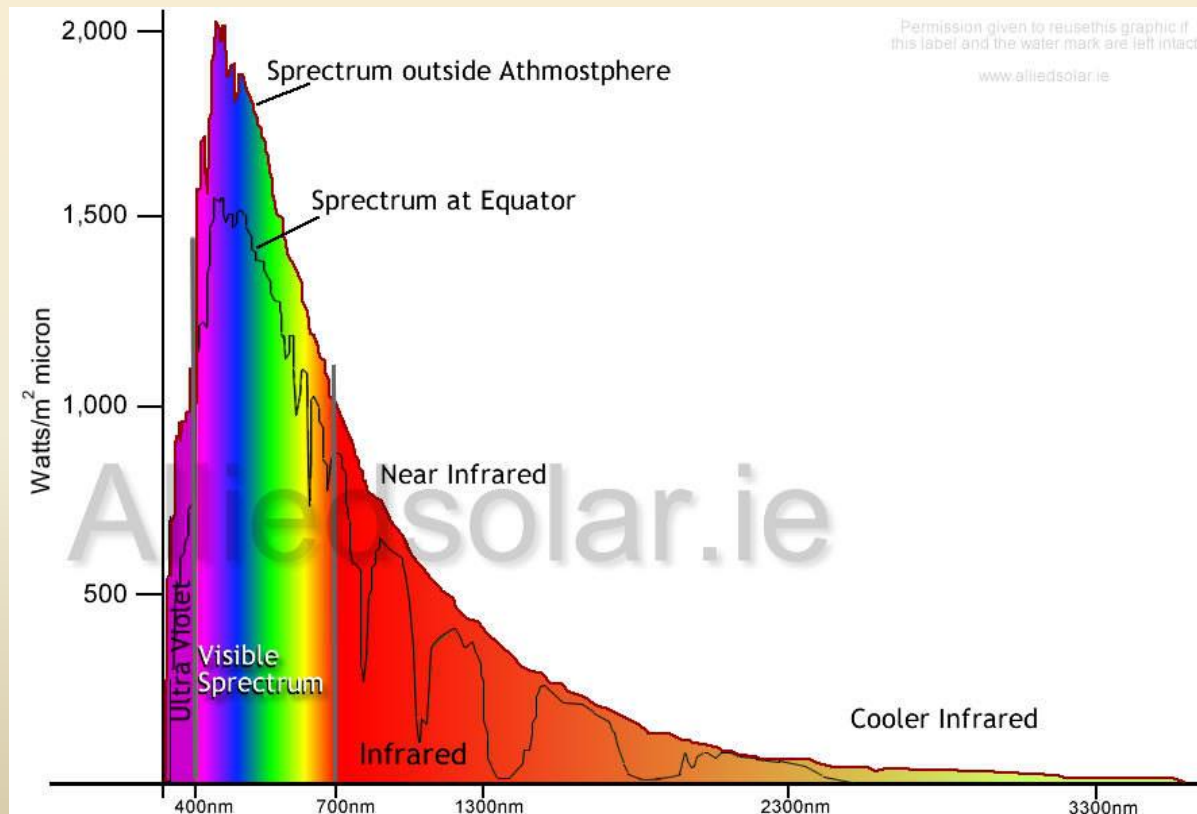


ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ηλιακή ακτινοβολία: Η ακτινοβολία που δέχεται η γη από τον ήλιο.

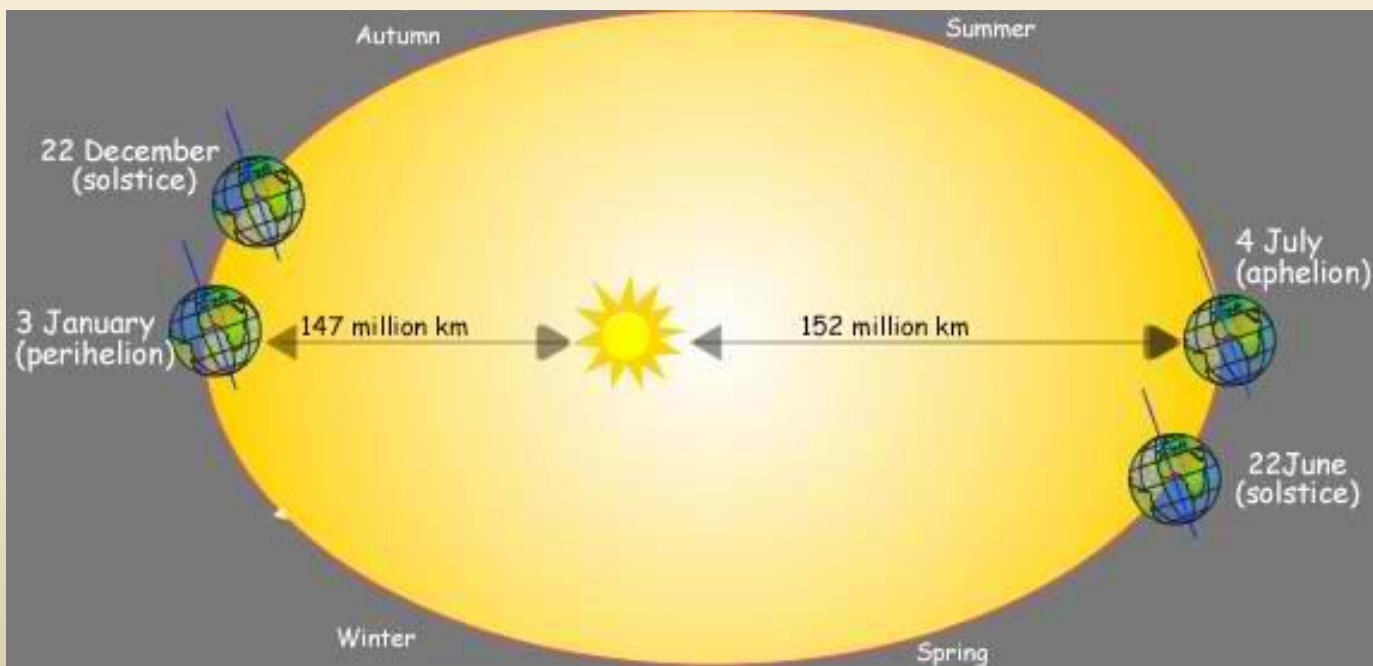
Ο ήλιος μπορεί να θεωρηθεί κατά προσέγγιση ως μέλαν σώμα θερμοκρασίας $T \sim 6000\text{K}$. Το 8% της ηλιακής ακτινοβολίας βρίσκεται στο υπεριώδες (UV), το 41% στο ορατό (VIS) και το υπόλοιπο 51% στο υπέρυθρο τμήμα του Η/Μ φάσματος.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ηλιακή σταθερά: Η ολοφασματική ηλιακή ενέργεια I_0 που φθάνει στα όρια της ατμόσφαιρας (μέση απόσταση γης – ηλίου) σε επιφάνεια κάθετη στη διεύθυνση διάδοσης ανά μονάδα επιφανείας και μονάδα του χρόνου.

Από μετρήσεις προκύπτει ότι $I_0 = 1383 \text{ W m}^{-2}$ ή $I_0 \cong 2.0 \text{ cal cm}^{-2}\text{min}^{-1}$. Η τιμή της ενέργειας ανά μονάδα χρόνου και μονάδα επιφανείας στα όρια της ατμόσφαιρας αποκλίνει από την τιμή I_0 μέχρι 3.5% κατά τη διάρκεια του έτους λόγω της μεταβολής της απόστασης γης – ηλίου.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΗ ΓΗΙΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία (direct solar radiation): Το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης απ' ευθείας από τον ήλιο.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία (diffused solar radiation): Το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που διαχέεται από την ατμόσφαιρα και φθάνει στην επιφάνεια της γης.

Ανακλώμενη ακτινοβολία (reflected radiation): Το μέρος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται από την επιφάνεια της γης.

Ολική ηλιακή ακτινοβολία (total solar radiation): Το άθροισμα άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια.

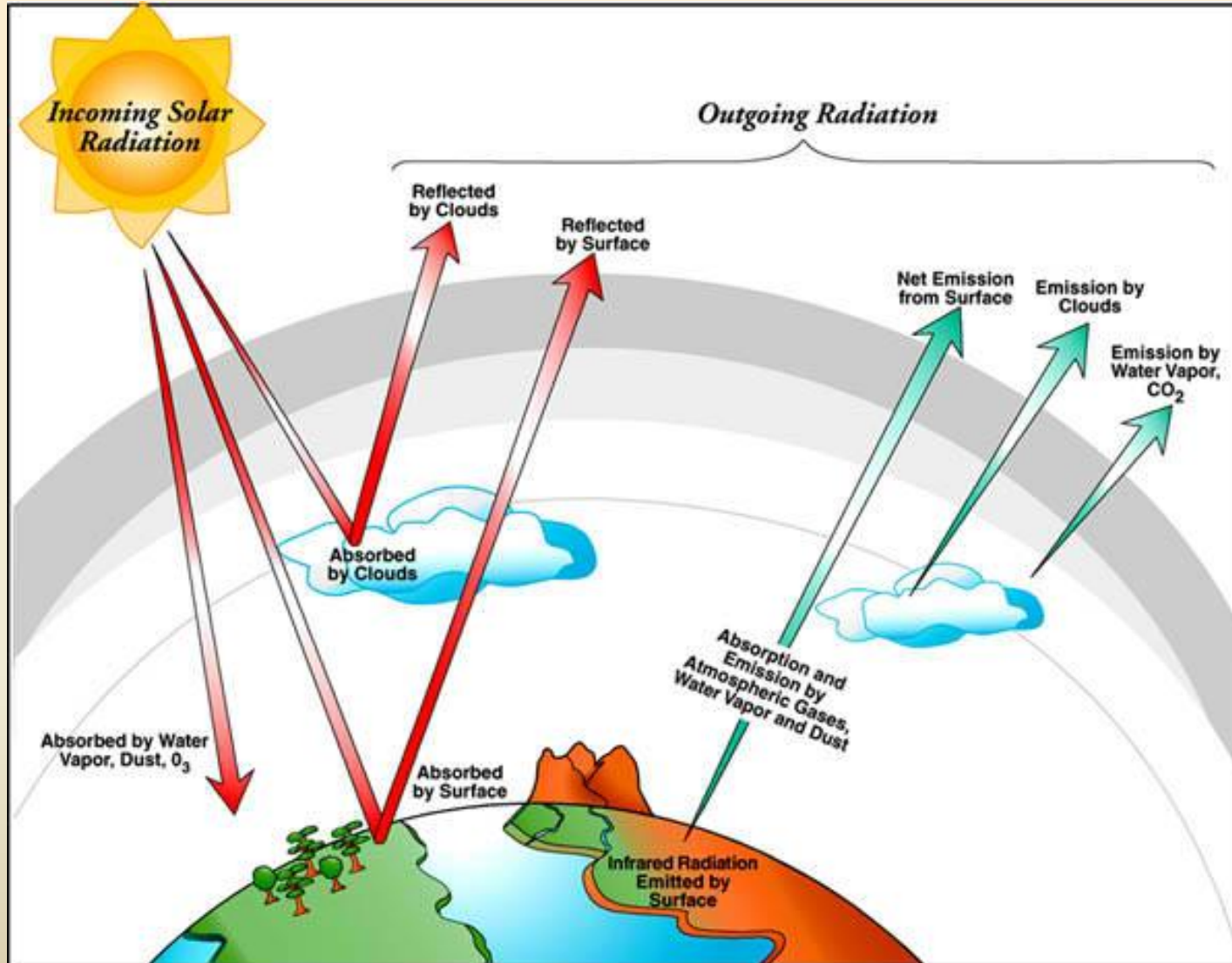
Γήινη ακτινοβολία (terrestrial radiation): Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία από την επιφάνεια της γης προς την ατμόσφαιρα.

Ατμοσφαιρική ακτινοβολία (atmospherical radiation): Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία από την ατμόσφαιρα προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η άμεση, η διάχυτη η ανακλώμενη και η ολική είναι **μικρού μήκους κύματος (SW radiation)**.

Η γήινη και η ατμοσφαιρική είναι **μεγάλου μήκους κύματος (LW radiation)**.

AKTINOBOΛΙΑ



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

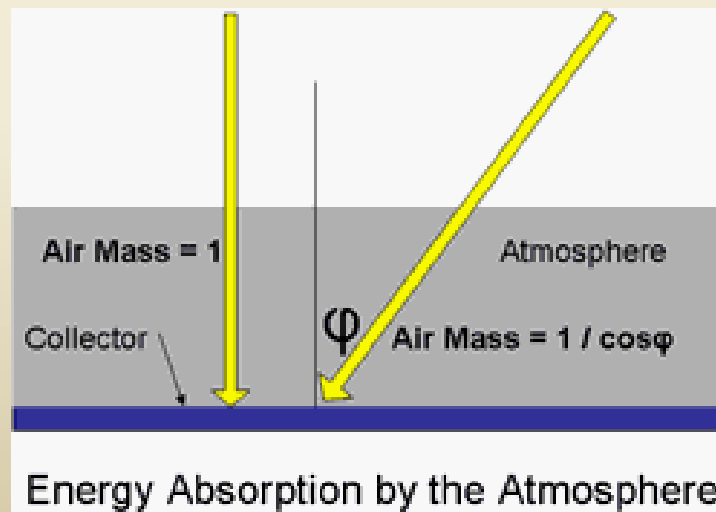
Η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διέλευσή της μέσα στην ατμόσφαιρα **εξασθενεί** λόγω:

- σκέδασης
- απορρόφησης

Η εξασθένιση της ηλιακής ακτινοβολίας ακολουθεί το **νόμο του Beer** που εκφράζεται από τη σχέση:

$$I_{\lambda} = I_{o\lambda} e^{-r_{\lambda}m}$$

όπου I_{λ} η ένταση της ακτινοβολίας μετά την εξασθένησή της, $I_{o\lambda}$ η ένταση της προτού εισέλθει στην ατμόσφαιρα, r_{λ} ο μαζικός συντελεστής εξασθένησης και m η σχετική μάζα του αέρα.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

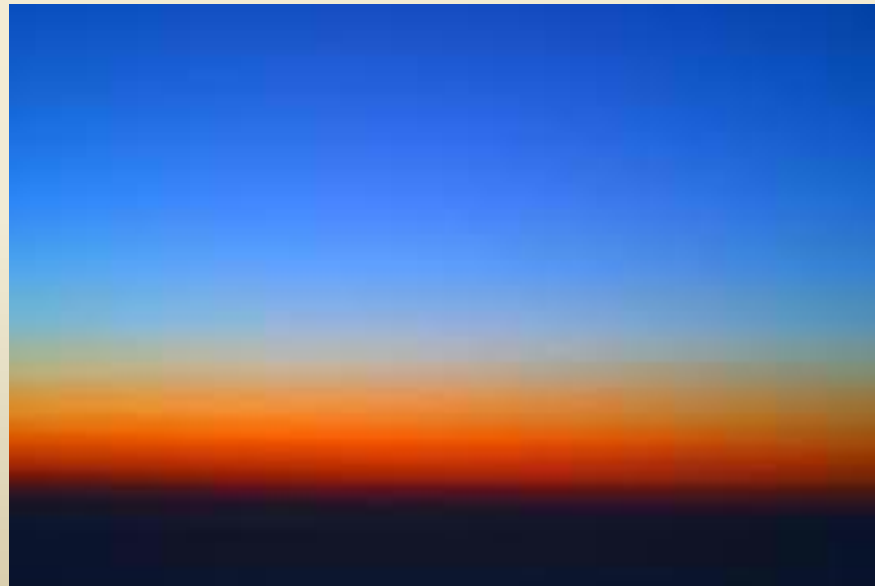
ΣΚΕΔΑΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Σκέδαση: Το φαινόμενο κατά το οποίο η ηλιακή ακτινοβολία όταν προσπέσει σε ένα σωματίδιο διαχέεται γύρω απ' αυτό προς όλες τις διευθύνσεις.

1) Σκέδαση Rayleigh: η σκέδαση της ηλιακής ακτινοβολίας από σωματίδια ή μόρια αερίων ίδιας τάξης μεγέθους με το λ . Η εξασθένηση που οφείλεται σε τέτοια σκέδαση εξαρτάται από το μήκος κύματος:

$$K_{\lambda} = 0.00879 \cdot \lambda^{-4}$$

όπου K_{λ} ο μαζικός συντελεστής σκέδασης.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

2) Σκέδαση Mie: η σκέδαση της ηλιακής ακτινοβολίας από σωματίδια μεγέθους πολύ μεγαλύτερου από το μήκος κύματος λ , η οποία είναι ανεξάρτητη του λ και για σταγονίδια νεφών ο συντελεστής σκέδασης είναι:

$$K = N \cdot \frac{\pi \bar{a}^2}{2}$$

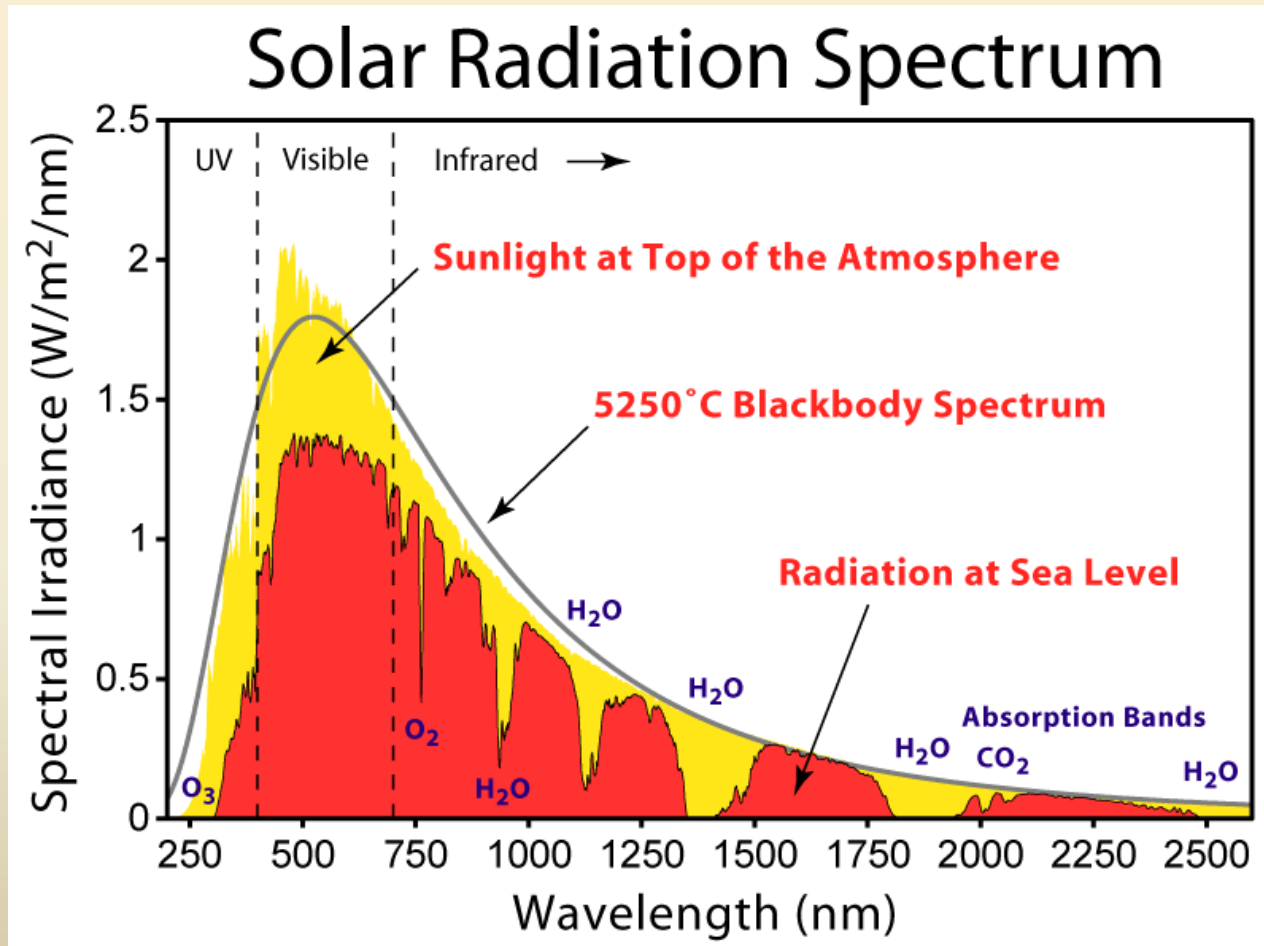
όπου N το πλήθος των σταγονιδίων και \bar{a} η μέση διάμετρος τους.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Υπάρχει απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα στο υπεριώδες, το ορατό και το υπέρυθρο.



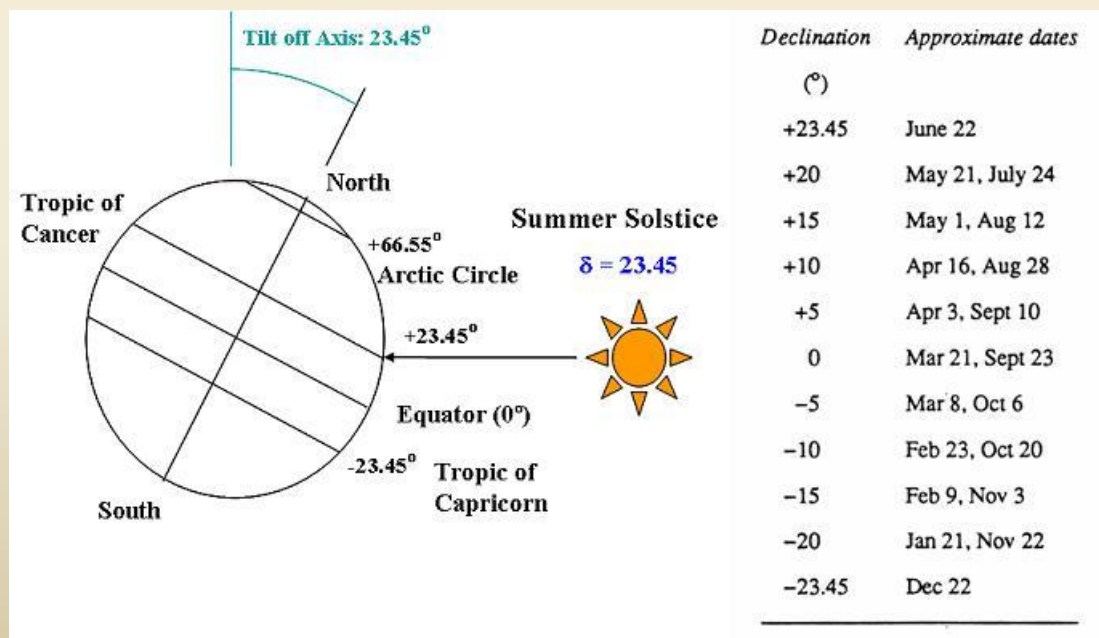
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης **μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά** και εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. Αστρονομικοί παράγοντες

- **Μεταβολή της απόστασης γης – ηλίου:** Η τροχιά της γης είναι ελλειπτική. Την 3^η Ιανουαρίου βρίσκεται στο περιήλιο και την 4^η Ιουλίου στο αφήλιο.
- **Ύψος του ηλίου πάνω από τον ορίζοντα:** Μεταβάλλεται λόγω των περιστροφών γης γύρω από τον ήλιο και από τον εαυτό της.

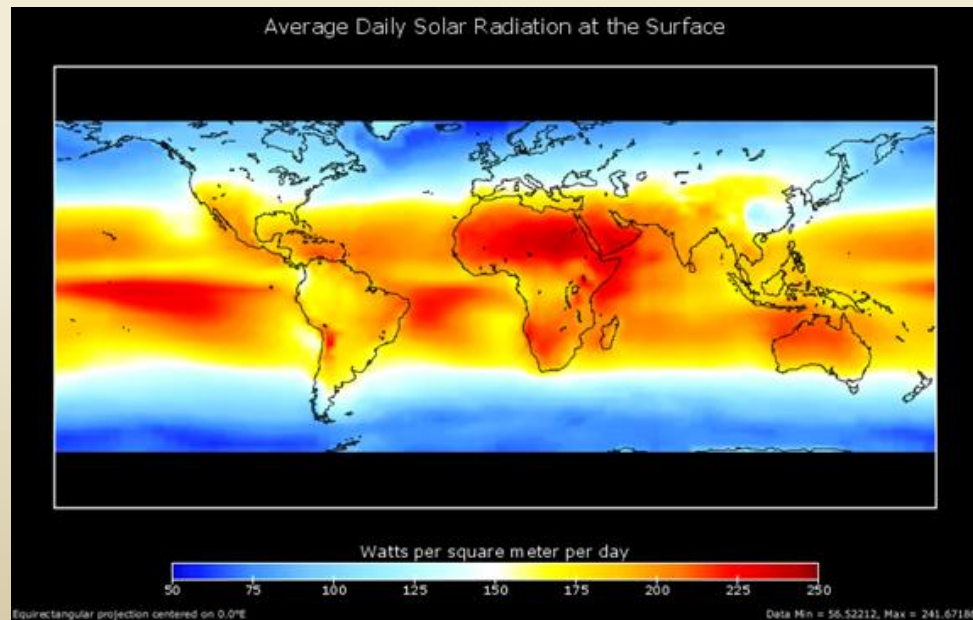


ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

2. Γεωγραφικοί παράγοντες

- **Γεωγραφικό πλάτος:** Η ακτινοβολία γενικά μειώνεται με το γ. πλάτος.
- **Υψόμετρο του σημείου παρατήρησης:** Η ακτινοβολία αυξάνει με το υψόμετρο, λόγω παρεμβολής μικρότερου τμήματος της ατμόσφαιρας (μικρότερη εξασθένηση).
- **Τοπογραφία:** Η παρουσία φυσικών ή τεχνητών εμποδίων επηρεάζει την τιμή της ακτινοβολίας.

3. Γεωμετρικοί παράγοντες (προσανατολισμός και κλίση της επιφάνειας)

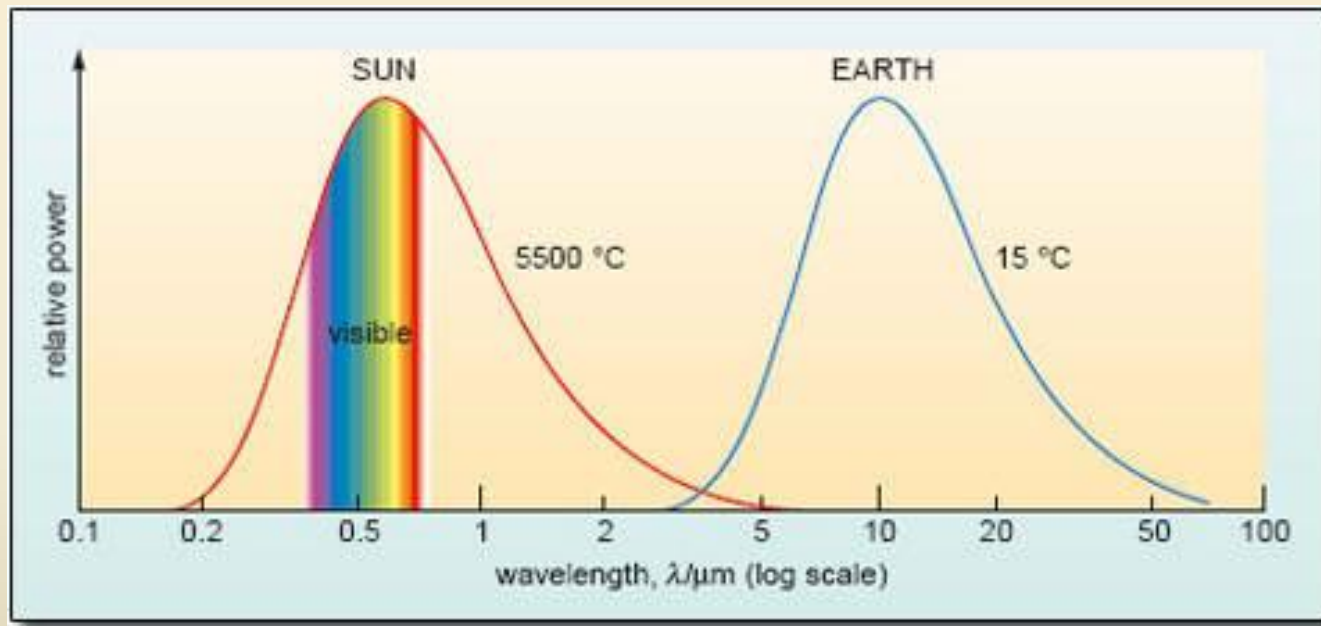


ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΓΗΙΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

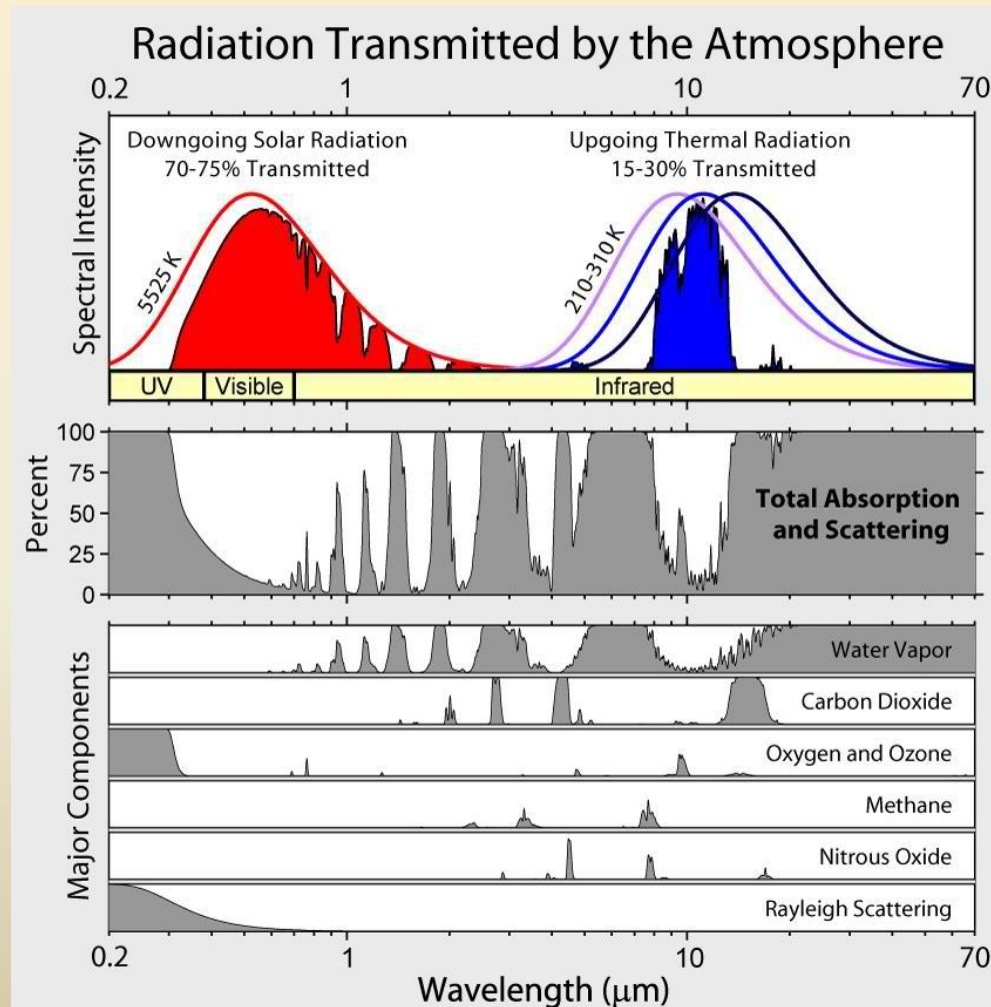
Η ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης.

Η μέση θερμοκρασία της γης είναι περίπου 15C και μπορεί κατά προσέγγιση να θεωρηθεί μέλαν σώμα με $T=288\text{K}$ με φάσμα εκπομπής $4\mu\text{m} < \lambda < 100\mu\text{m}$.



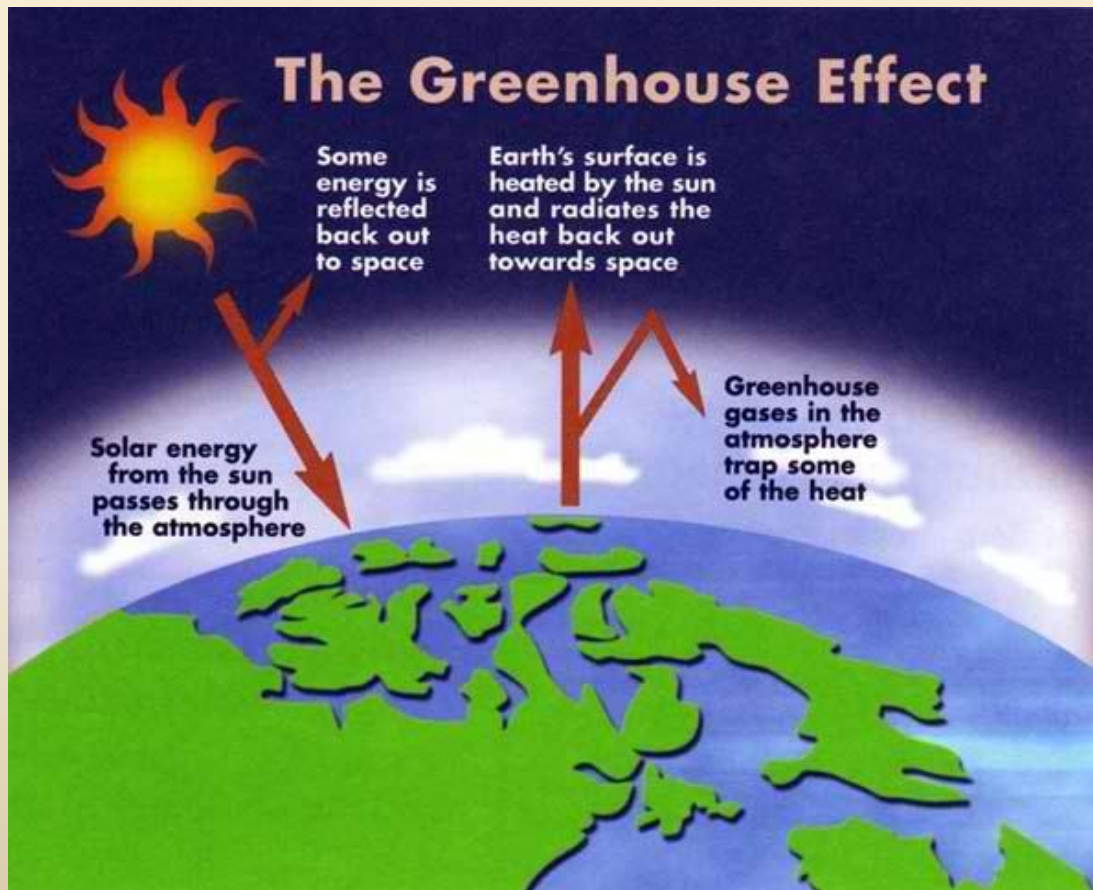
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Απορρόφηση της γήινης ακτινοβολίας: Μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης απορροφάται από την ατμόσφαιρα. Η περιοχή $8\mu\text{m} < \lambda < 12\mu\text{m}$ παρουσιάζει μικρή απορρόφηση και καλείται ατμοσφαιρικό παράθυρο.

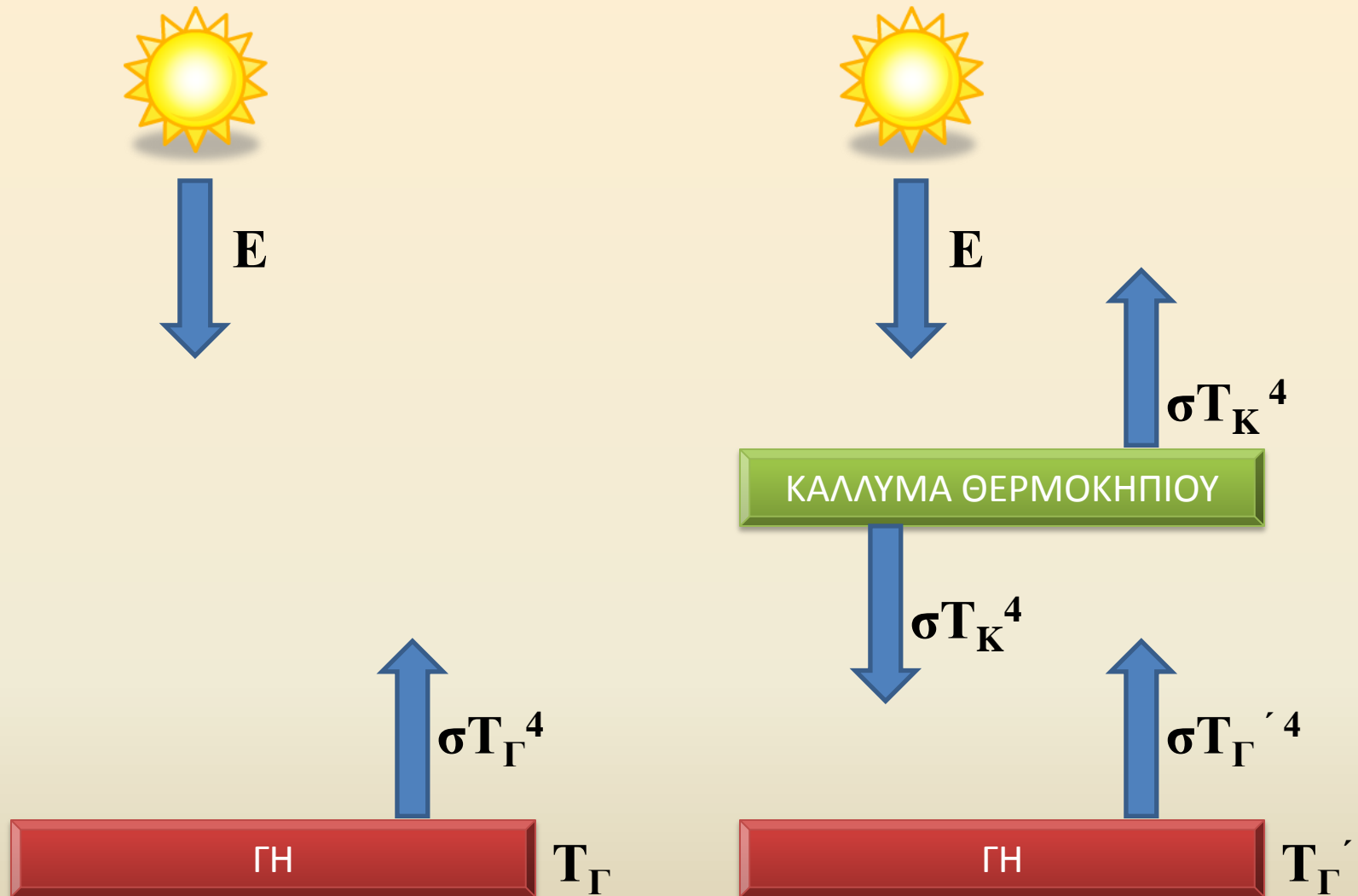


ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου: Λόγω της ύπαρξης της ατμόσφαιρας και της απορρόφησης μέρους της μεγάλου μήκους κύματος γήινης ακτινοβολίας από ορισμένα συστατικά της (κυρίως υδρατμοί και CO_2), η επιφάνεια της γης έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή που θα είχε χωρίς την παρουσία της ατμόσφαιρας.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



$$T_\Gamma' = T_\Gamma (2)^{1/4}$$

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Τα κύρια ανθρωπογενή αέρια θερμοκηπίου

The main greenhouse gases

Greenhouse gases	Chemical formula	Pre-industrial concentration	Concentration in 1994	Atmospheric lifetime (years)**	Anthropogenic sources	Global warming potential (GWP)*
Carbon-dioxide	CO ₂	278 000 ppbv	358 000 ppbv	Variable	Fossil fuel combustion Land use conversion Cement production	1
Methane	CH ₄	700 ppbv	1721 ppbv	12,2 +/- 3	Fossil fuels Rice paddies Waste dumps Livestock	21 **
Nitrous oxide	N ₂ O	275 ppbv	311 ppbv	120	Fertilizer industrial processes combustion	310
CFC-12	CCl ₂ F ₂	0	0,503 ppbv	102	Liquid coolants Foams	6200-7100 ****
HCFC-22	CHClF ₂	0	0,105 ppbv	12,1	Liquid coolants	1300-1400 ****
Perfluoromethane	CF ₄	0	0,070 ppbv	50 000	Production of aluminium	6 500
Sulphur hexa-fluoride	SF ₆	0	0,032 ppbv	3 200	Dielectric fluid	23 900

Note : pptv= 1 part per trillion by volume; ppbv= 1 part per billion by volume, ppm v= 1 part per million by volume

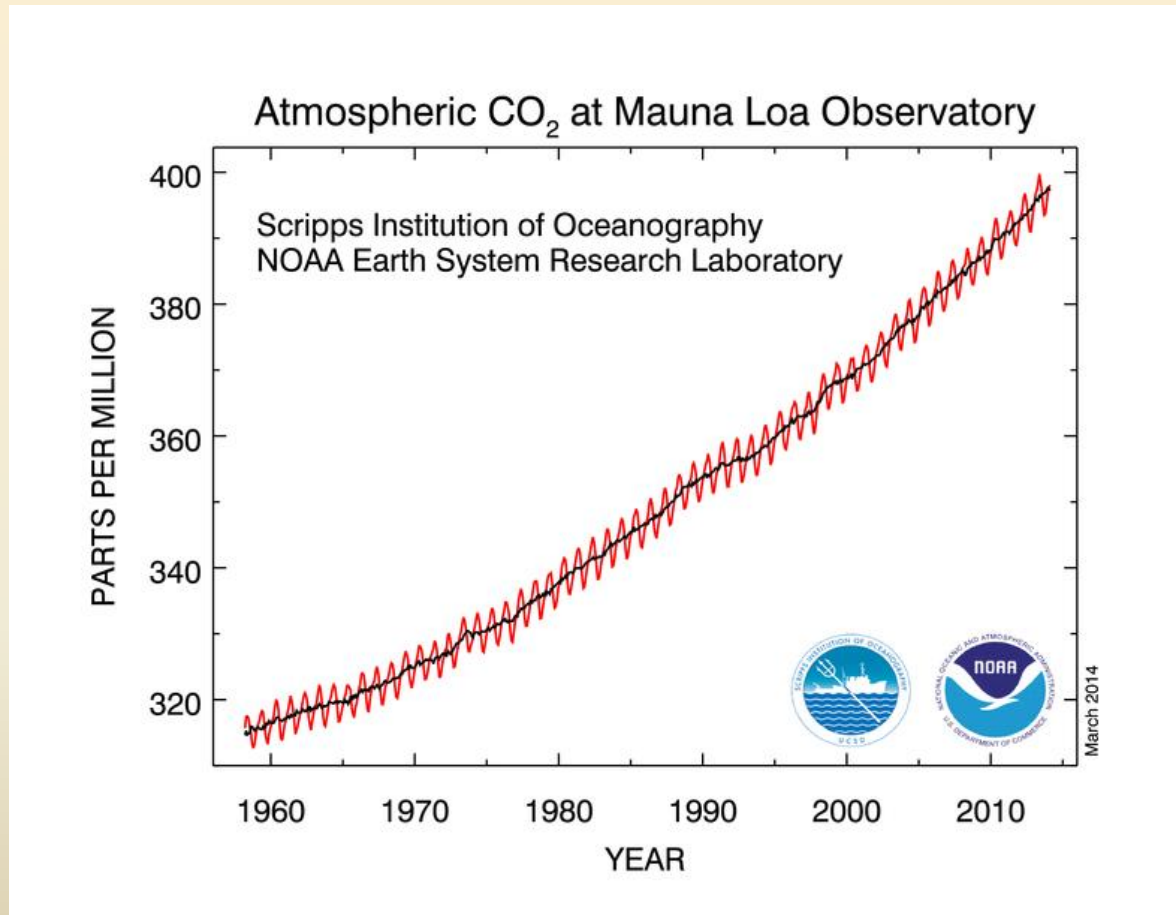
* GWP for 100 year time horizon. ** Includes indirect effects of tropospheric ozone production and stratospheric water vapour production. *** On page 15 of the IPCC SAR. No single lifetime for CO₂ can be defined because of the different rates of uptake by different sink processes.**** Net global warming potential (i.e., including the indirect effect due to ozone depletion).



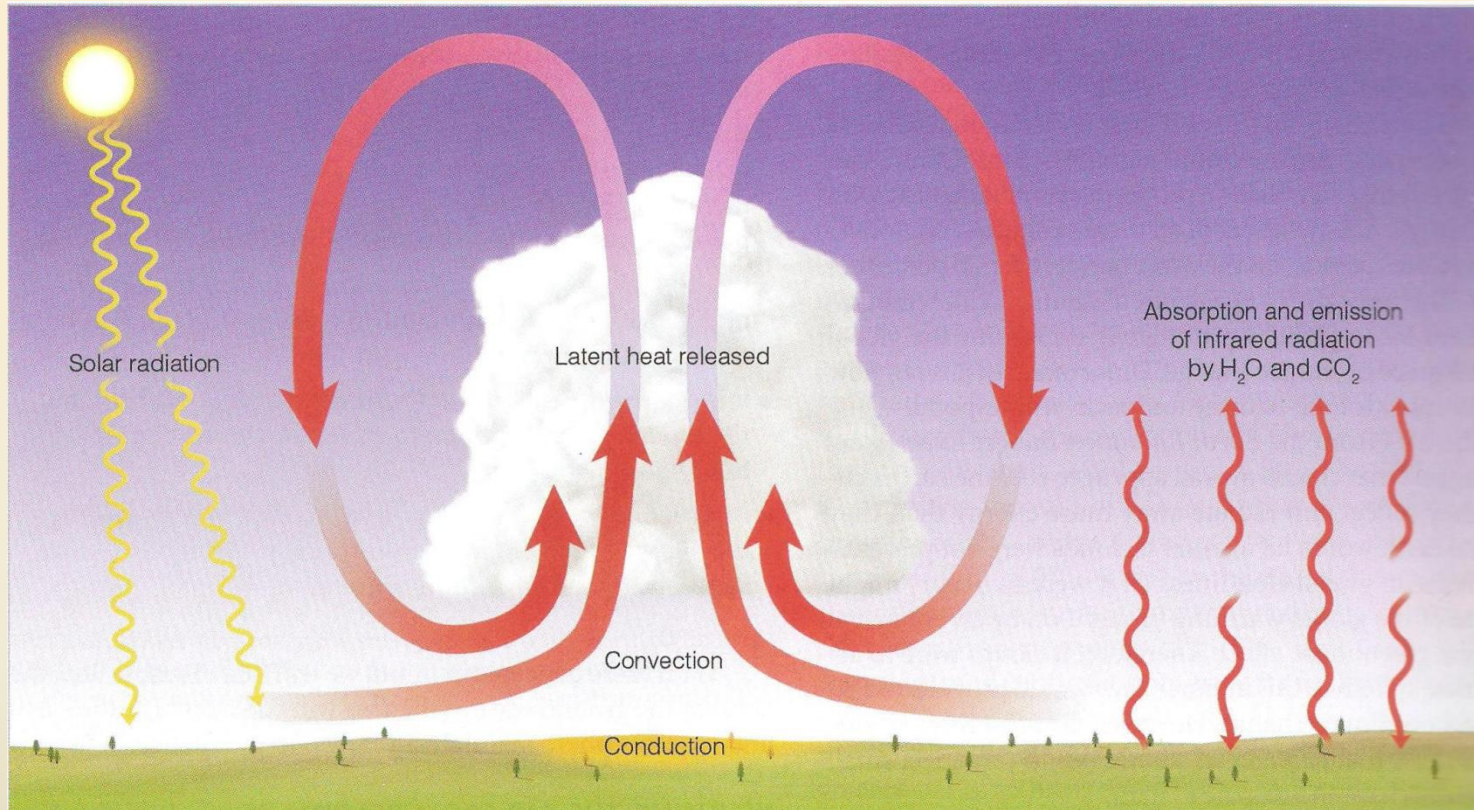
Source: IPCC radiative forcing report : Climate change 1995. The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge press university, 1996.

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Χρονική διακύμανση της συγκέντρωσης του CO₂ στο Αστεροσκοπείο του Mauna Loa (Χαβάη)

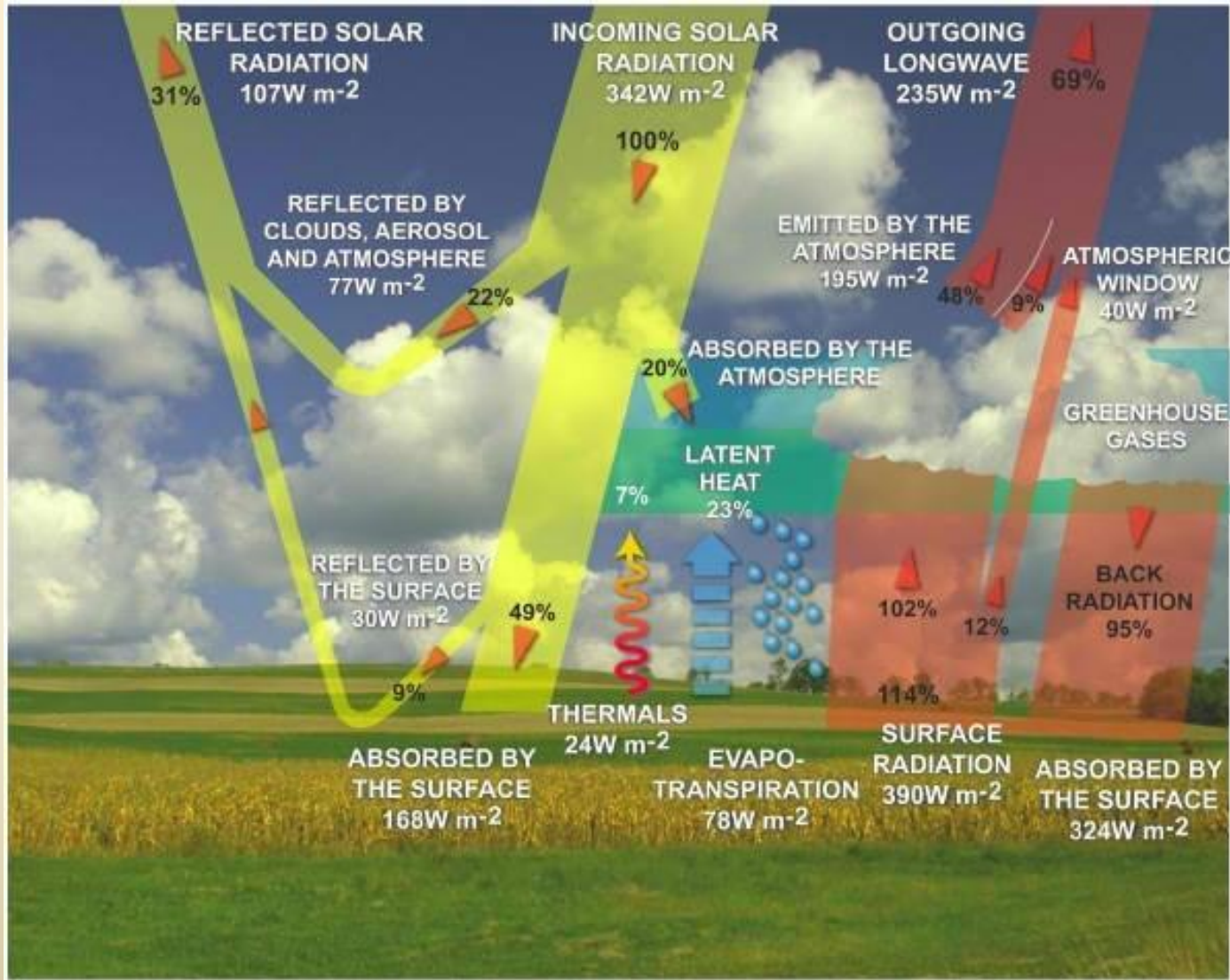


AKTINOBOΛIA



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΜΕΣΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΗΣ - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

Στη διαχωριστική επιφάνεια γης – ατμόσφαιρας ισχύει:

$$R = E + T + S$$

όπου:

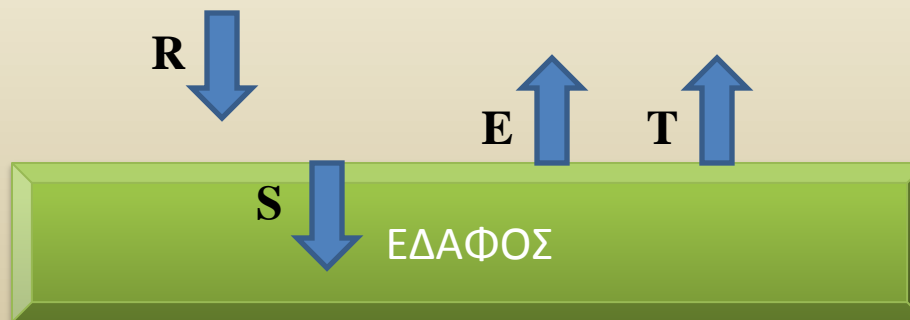
R = $R_1 - R_0$: η καθαρή ακτινοβολία (net radiation) όλων των μηκών κύματος

E: το ποσό ενέργειας που απομακρύνεται από την επιφάνεια μέσω εξάτμισης (λανθάνουσα θερμότητα).

T: το ποσό ενέργειας που απομακρύνεται από την επιφάνεια προς τον αέρα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (αισθητή θερμότητα).

S: το ποσό ενέργειας που απομακρύνεται από την επιφάνεια προς τα υποκείμενα στρώματα του εδάφους ή του νερού.

Γενικά την ημέρα είναι $R > 0$ και τη νύχτα είναι $R < 0$.



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Πυρανόμετρο



Πυρηλιόμετρο



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ

Ηλιοφάνεια ή **διάρκεια ηλιοφάνειας** καλείται το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η άμεση ηλιακή ακτινοβολία φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους.

Πραγματική ηλιοφάνεια: η μετρούμενη τιμή της ηλιοφάνειας σε ένα τόπο.

Θεωρητική ηλιοφάνεια: η θεωρητική τιμή της ηλιοφάνειας για έναν τόπο, η οποία εξαρτάται μόνο από το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους.

Κλάσμα ηλιοφάνειας: Ο λόγος της πραγματικής προς τη θεωρητική τιμή.

Ηλιογράφος



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Στη μετεωρολογία, με τον όρο **θερμοκρασία του αέρα** σε ένα τόπο εννοούμε τη θερμοκρασία αυτού «υπό σκιά», εντός ειδικού στεγάστρου (μετεωρολογικός κλωβός), σε ύψος 1.5-2.0 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Μετράται με τα μετεωρολογικά υδραργυρικά θερμοόμετρα. Διαμορφώνεται από τους εξής παράγοντες:

- το **ισοζύγιο ακτινοβολιών** στο συγκεκριμένο τόπο
- τη συχνότητα **μεταφοράς ψυχρών ή θερμών αερίων μαζών** στον τόπο αυτό μέσω οριζοντίων ή κατακόρυφων κινήσεων (convection ή advection)
- τα **ποσά θερμότητας** που σχετίζονται με τη **συμπύκνωση** υδρατμών ή την **εξάτμιση** του νερού.
- τα **φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας** του εδάφους που επηρεάζουν την ανακλαστικότητα και τη φυτοκάλυψη.
- την ύπαρξη **θαλασσίων ρευμάτων**

Στατιστικές παράμετροι: Μέση, μέση μέγιστη, μέση ελάχιστη (μηνιαία ή ετήσια), απολύτως μέγιστη κλπ.

Ημέρα παγετού: Η ημέρα κατά την οποία σημειώθηκε $T < 0\text{C}$. Εάν $T_{\min} < 0$ και $T_{\max} > 0$ έχουμε μερικό παγετό. Εάν $T_{\min} < 0\text{C}$ και $T_{\max} < 0\text{C}$ έχουμε ολικό παγετό.

Ημερήσιο θερμομετρικό εύρος: Η διαφορά μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας.

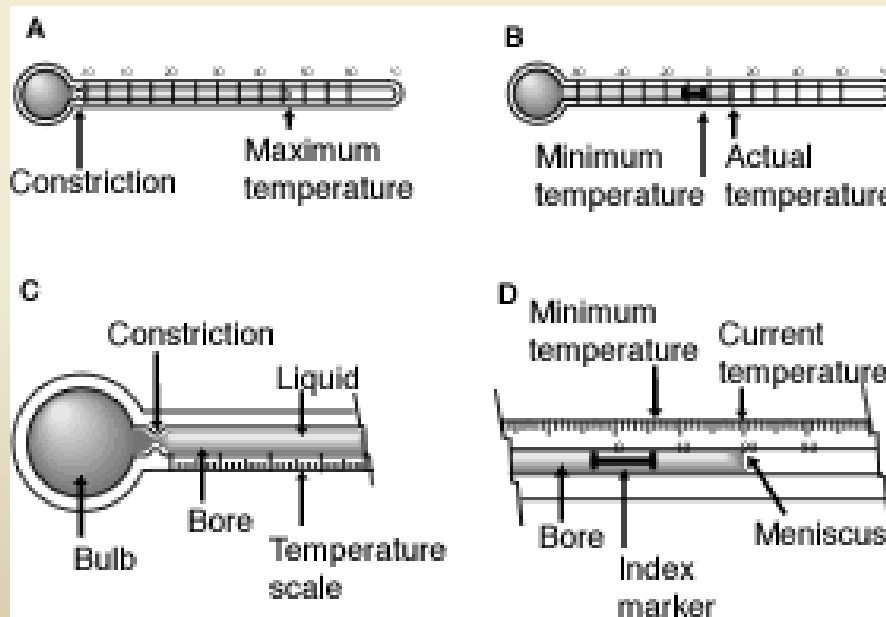
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Γυάλινα θερμοόμετρα (υδραργυρικά, οινόπνευματικά): Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη διαστολή/συστολή της στήλης λόγω αλλαγής της θερμοκρασίας.

Μεταλλικά θερμοόμετρα: Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη διαστολή/συστολή μεταλλικών ελασμάτων λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας.

Ηλεκτρικά θερμοόμετρα: Βασίζονται στην αλλαγή της τιμής της ηλεκτρικής αντίστασης με τη θερμοκρασία (ηλεκτρικής αντίστασης), ή στη δημιουργία διαφοράς δυναμικού μεταξύ διμεταλλικών επαφών διαφορετικής θερμοκρασίας (θερμοζεύγη).

Ακροβάθμια θερμοόμετρα



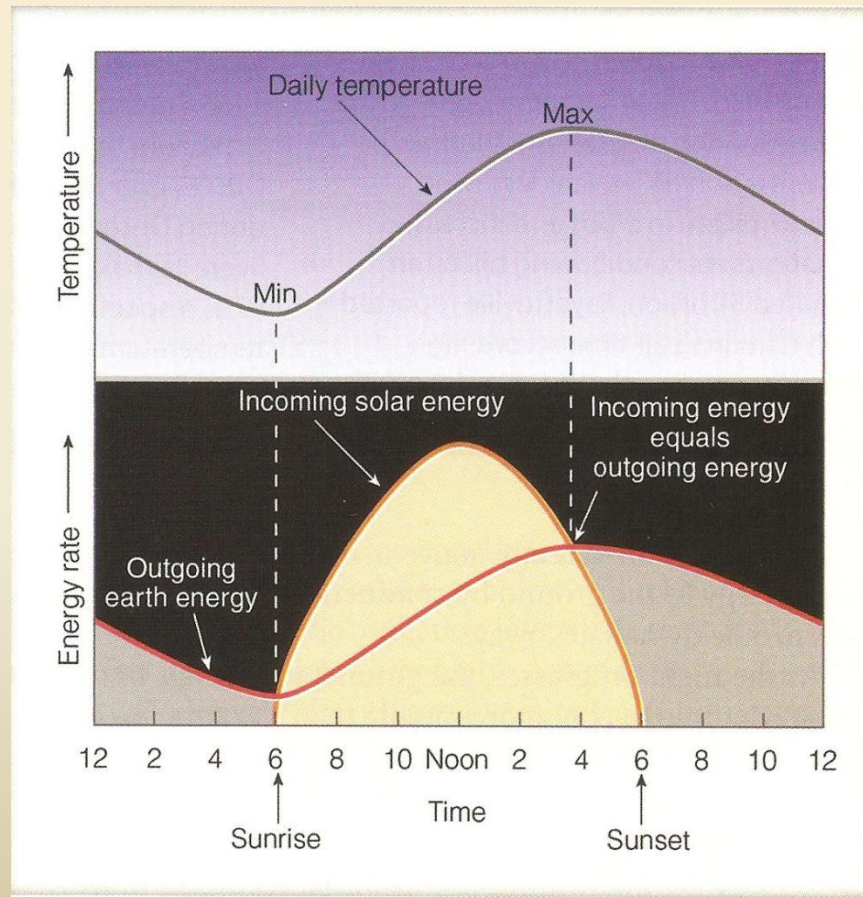
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Αισθητήρας θερμοκρασίας – σχετικής υγρασίας αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

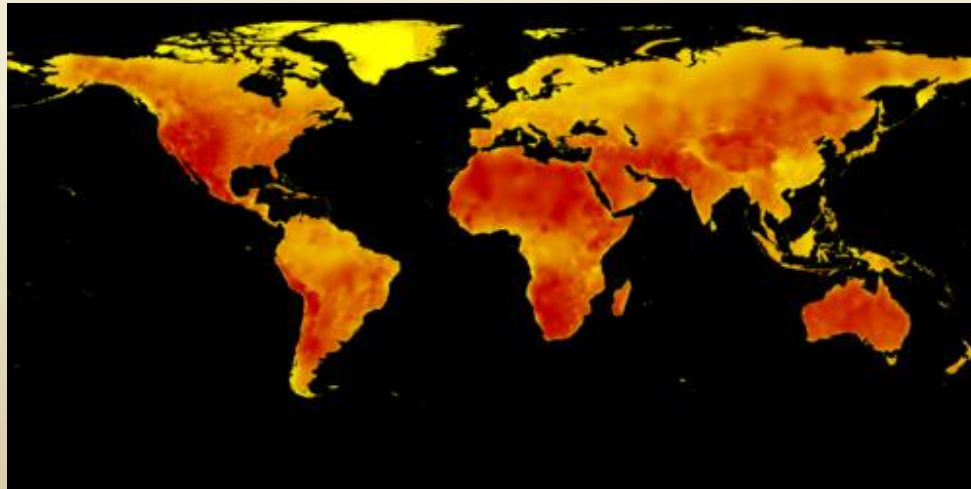
Η ημερήσια κύμανση της θερμοκρασίας είναι απλή με μέγιστο τις πρώτες απογευματινές ώρες και ελάχιστο περί την ανατολή του ηλίου. Διαμορφώνεται από τη μεταβολή της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας εντός του 24-ώρου, η οποία με τη σειρά της προκαλεί αντίστοιχη μεταβολή στην εξερχόμενη γήινη ακτινοβολία.



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος (ΗΘΕ) εξαρτάται από:

- **Το γεωγραφικό πλάτος.** Το ΗΘΕ μειώνεται με την αύξηση του γ. πλάτους.
- **Την εποχή.** Στις περιοχές με διακριτές εποχές το ΗΘΕ είναι μεγαλύτερο κατά το θέρος.
- **Τη γεωγραφική θέση.** Το ΗΘΕ είναι μικρότερο πάνω από θαλάσσιες περιοχές.
- **Τη νέφωση.** Το ΗΘΕ είναι μεγαλύτερο όταν έχουμε ανέφελο ουρανό.
- **Τον άνεμο.** Το ΗΘΕ είναι μεγαλύτερο όταν έχουμε άπνοια.
- **Τη βλάστηση και τη φύση του εδάφους.**
- **Το υψόμετρο.** Το ΗΘΕ μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου.

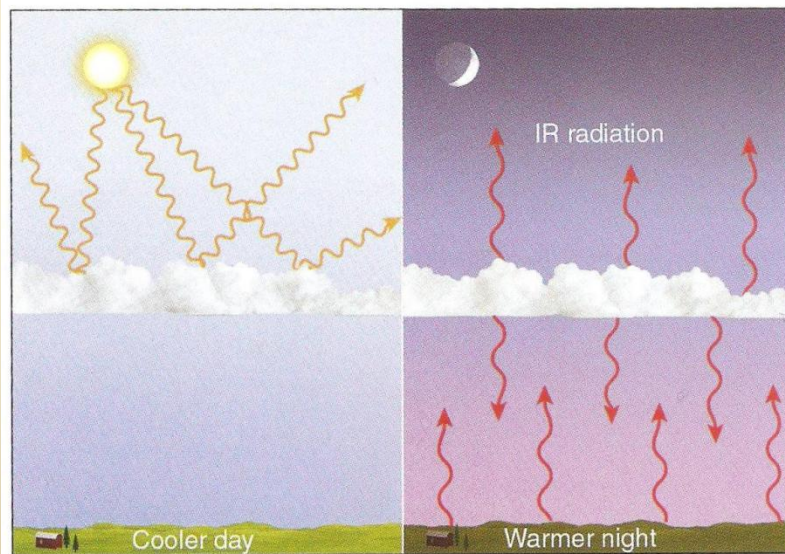


ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

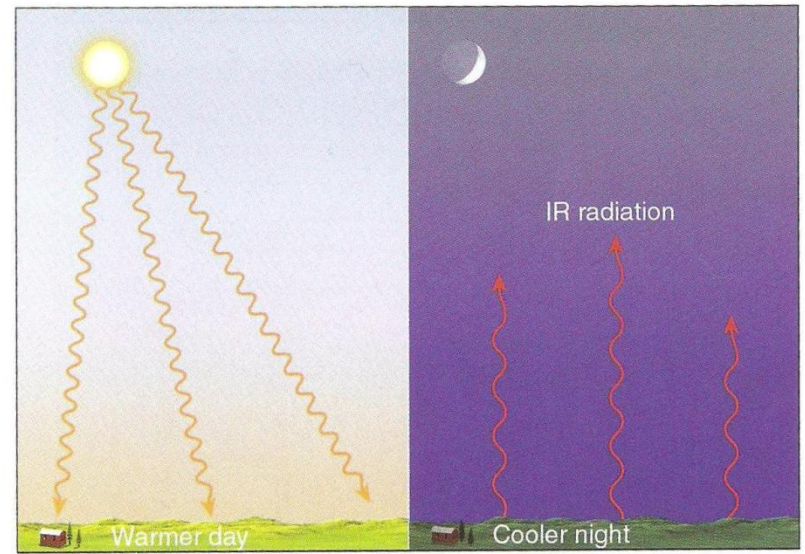
Τα νέφη επιδρούν στο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος:

- ανακλώντας την άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας και μειώνοντας συνεπώς τη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία.
- απορροφώντας μεγάλο μέρος της εξερχόμενης γήινης ακτινοβολίας και επανεκπέμποντάς το προς την επιφάνεια της γης, αυξάνοντας συνεπώς την ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία.

Νεφελώδης καιρός



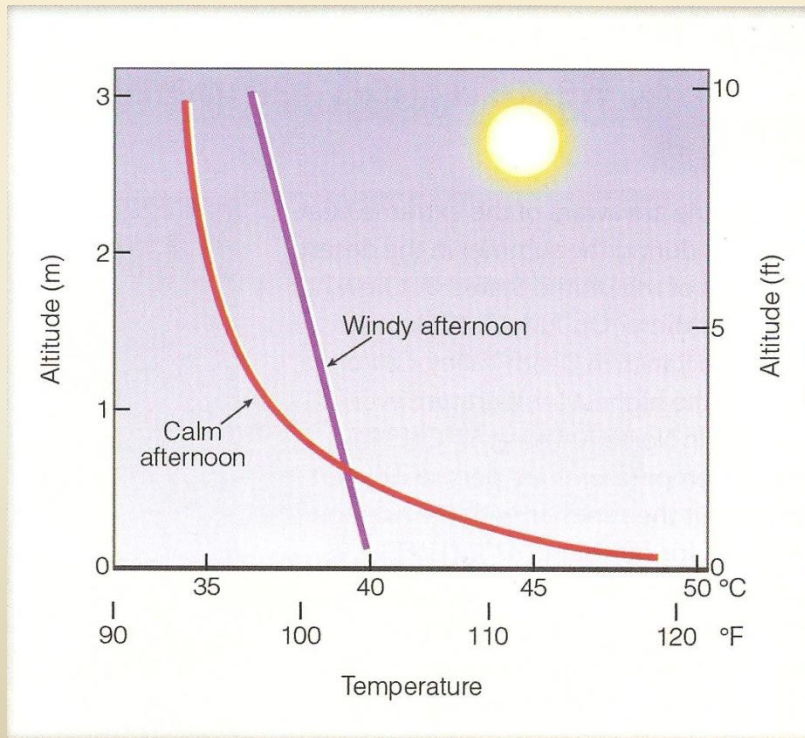
Αίθριος καιρός



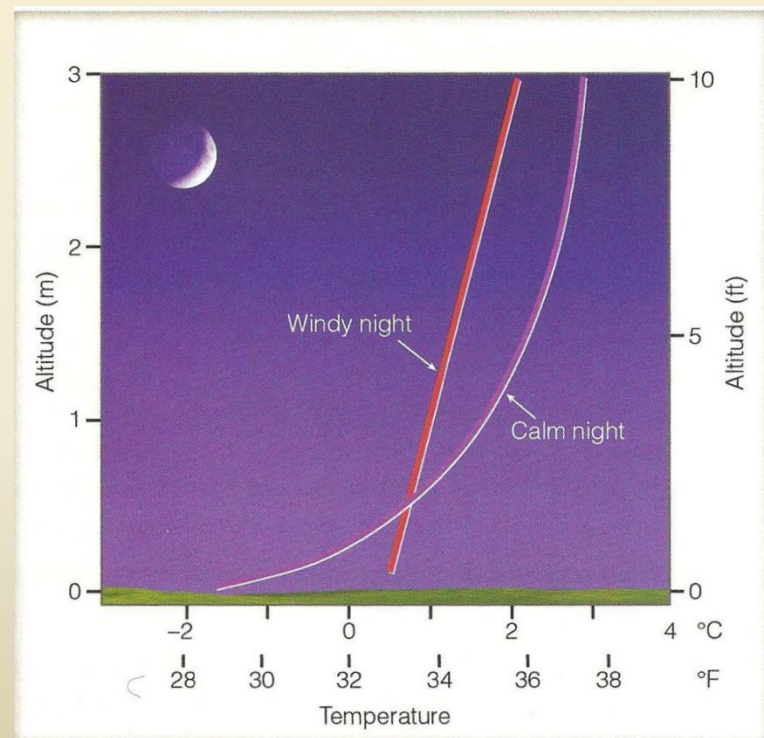
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Ο **άνεμος** επιδρά στο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος αυξάνοντας την κατακόρυφη ανάμιξη του αέρα μην επιτρέποντας την επικράτηση υψηλών μέγιστων και χαμηλών ελάχιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κοντά στην επιφάνεια της γης.

Ημέρα



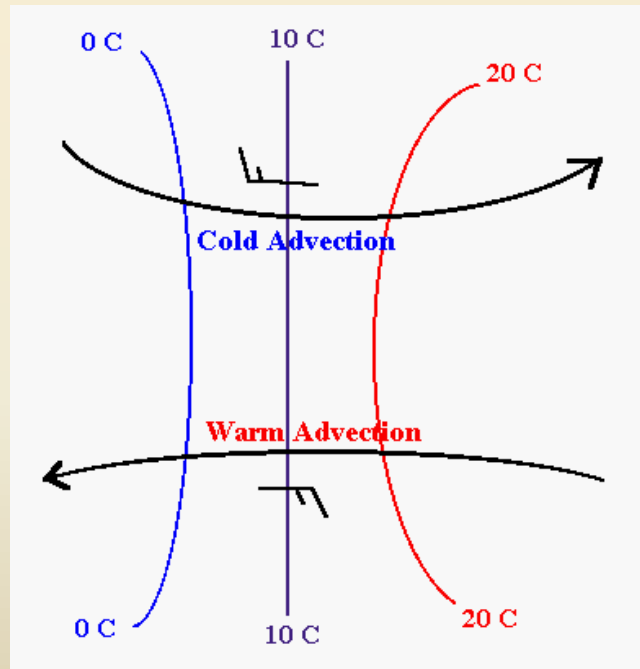
Νύχτα



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Ισόθερμη καμπύλη: Η καμπύλη πάνω σε ένα χάρτη, η οποία αποτελείται από σημεία ίδιας θερμοκρασίας.

Οριζόντια θερμοβαθμίδα: Η μεταβολή της θερμοκρασίας προς την αντίστοιχη οριζόντια απόσταση σε διεύθυνση κάθετη προς τις ισόθερμες.



ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Σύμφωνα με το μηχανισμό δημιουργίας, οι **αναστροφές επιφανείας** διακρίνονται σε:

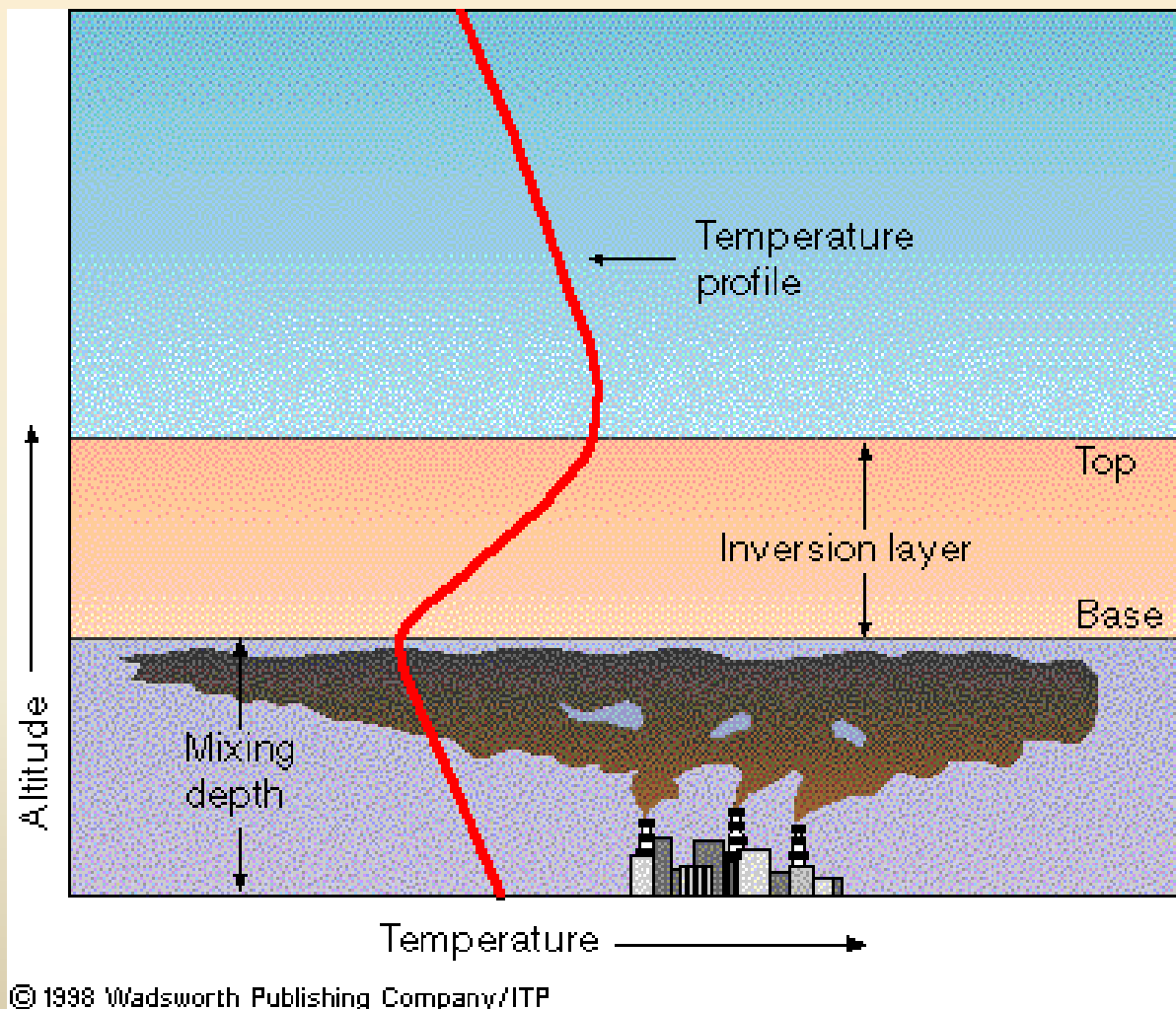
- **Ακτινοβολίας:** ψύχονται τα επιφανειακά στρώματα λόγω ακτινοβολίας, οδηγώντας σε αύξηση της θερμοκρασίας με το ύψος
- **Θερμού αέρα:** όταν μια θερμή αέρια μάζα, κατά την οριζόντια κίνησή της διέλθει πάνω από μια ψυχρή επιφάνεια, τα κατώτερα στρώματα του αέρα ψύχονται.
- **Χιονοσκεπούς εδάφους:** παρόμοιος μηχανισμός με του θερμού αέρα.
- **Ορεογραφίας:** δημιουργούνται όταν ψυχρές παρεδάφειες αέριες μάζες κατέρχονται από ορεινές περιοχές σε κοιλάδες ή λεκανοπέδια.

Ομοίως, οι **αναστροφές ύψους** διακρίνονται σε:

- **Τριβής:** σχηματίζονται τις πρωινές ώρες κατά το «σπάσιμο» της επιφανειακής αναστροφής ακτινοβολίας ακριβώς πάνω από στρώμα τριβής.
- **Μετωπικές:** δημιουργούνται στις μετωπικές επιφάνειες, όπου ο θερμός αέρας ανέρχεται πάνω από σφήνα ψυχρού αέρα.
- **Δυναμικές:** εκδηλώνονται στην ελεύθερη ατμόσφαιρα, σε στρώματα όπου ο άνεμος έχει μεγάλη ταχύτητα
- **Αντικυκλωνικές:** Στους αντικυκλώνες, λόγω καθοδικών κινήσεων, ένα αέριο στρώμα που κατέρχεται μπορεί να γίνει θερμότερο από το υποκείμενο στρώμα.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

ΑΝΑΣΤΡΟΦΕΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η θερμοκρασία του εδάφους γενικά μετράται τόσο στην επιφάνεια (0cm), όσο και σε διάφορα βάθη (π.χ. 2, 5, 10, 25, 50cm).

Ημερήσια διακύμανση:

- Η εμφάνιση του μεγίστου και του ελαχίστου παρουσιάζει χρονική υστέρηση με την αύξηση του βάθους.
- Το ημερήσιο εύρος ελαττώνεται με την αύξηση του βάθους και μηδενίζεται σε βάθος περίπου 70-80cm.

Ετήσια διακύμανση:

- Η εμφάνιση του μεγίστου και του ελαχίστου παρουσιάζει χρονική υστέρηση με την αύξηση του βάθους.
- Το ετήσιο εύρος ελαττώνεται με την αύξηση του βάθους και μηδενίζεται σε βάθος περίπου 15m. Κάτω από το βάθος αυτό η θερμοκρασία αυξάνει με το βάθος κατά 1C/40m περίπου.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας (SST) είναι αμελητέα σε σχέση με αυτή του αέρα, λόγω υψηλής θερμοχωρητικότητας και θερμικής αγωγιμότητας του νερού σε σχέση με τον αέρα.

Η ετήσια διακύμανση της SST παρουσιάζει γενικά μέγιστο το Σεπτέμβριο και ελάχιστο το Μάρτιο (στο Β. ημισφαίριο).

Στις ακτές δυτικού προσανατολισμού, κατά την πνοή βορείων ανέμων, εμφανίζεται το φαινόμενο της **ανάβλυσης (upwelling)**, το οποίο οδηγεί στην επικράτηση ψυχρών επιφανειακών υδάτων.

