

Περιβαλλοντική Μετεωρολογία και Μοντέλα Ποιότητας αέρα

Δρ. Κολοκοτσά Διονυσία

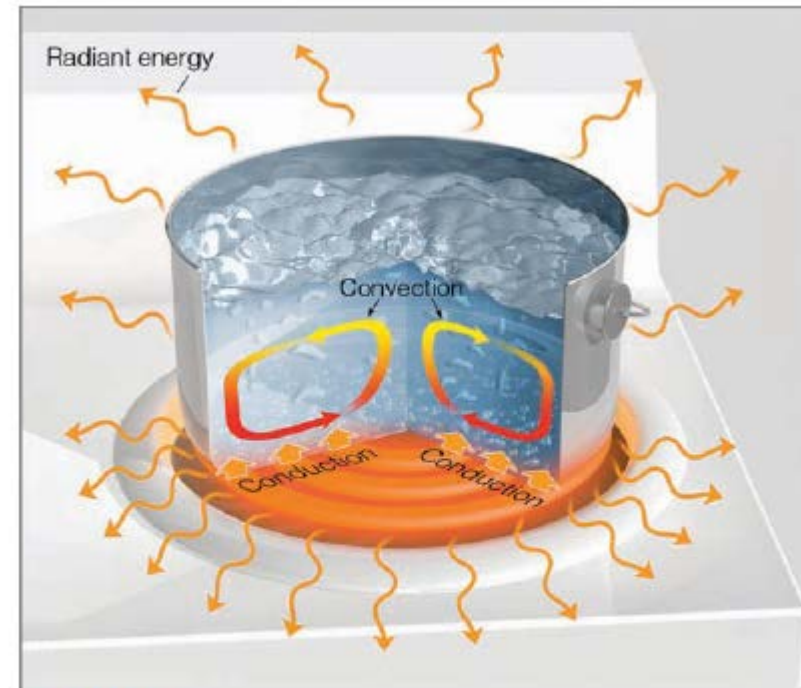
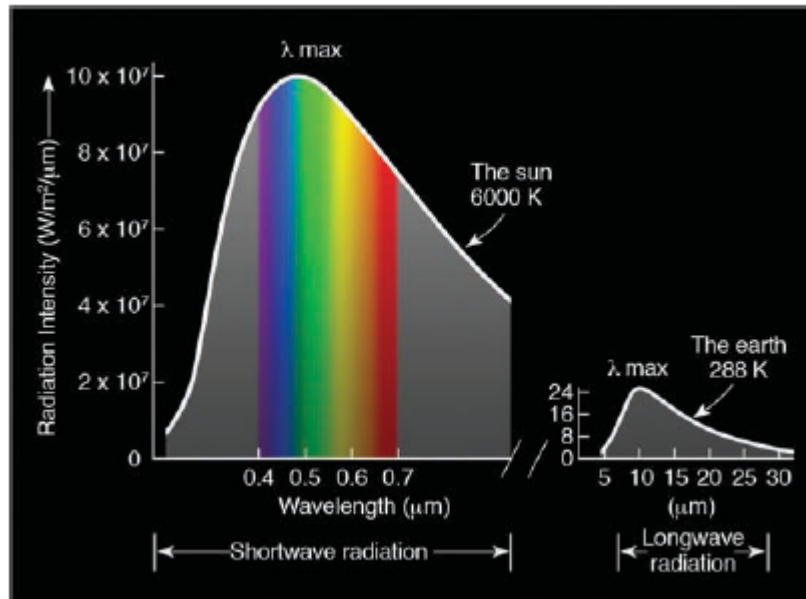


Ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα

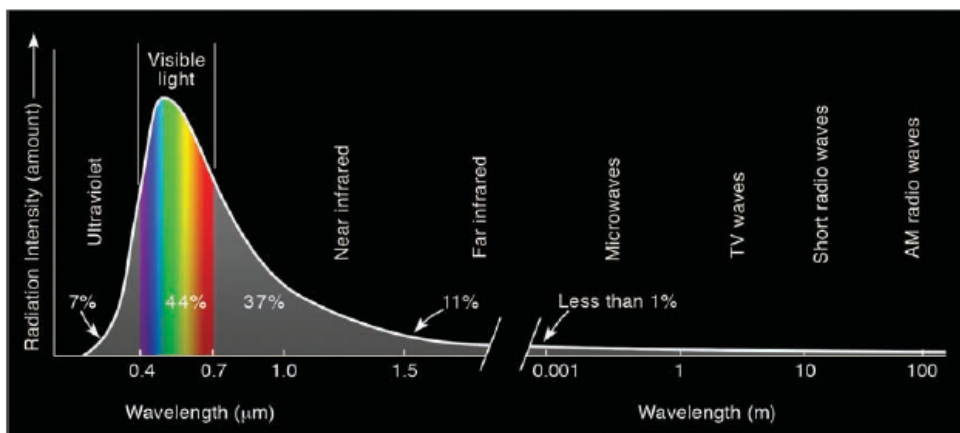
✓ Ακτινοβολία

$$E = \sigma T^4 \text{ (Stefan-Boltzmann law),}$$

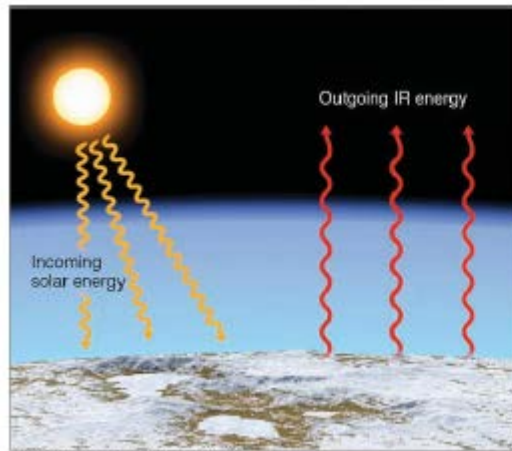
$$\lambda_{\max} = \frac{300 \mu\text{m K}}{6000 \text{ K}} = 0.5 \mu\text{m}.$$



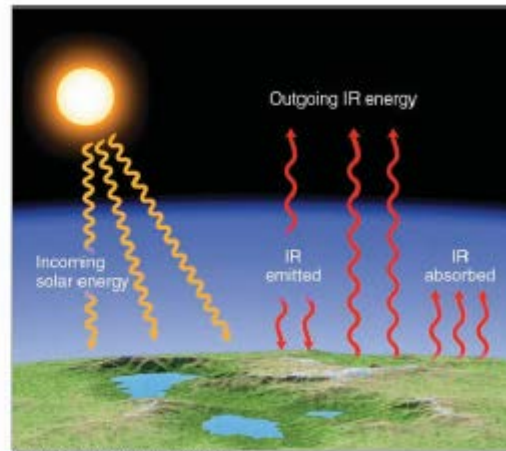
● **FIGURE 2.8** The hot burner warms the bottom of the pot by conduction. The warm pot, in turn, warms the water in contact with it. The warm water rises, setting up convection currents. The pot, water, burner, and everything else constantly emit radiant energy (orange arrows) in all directions.



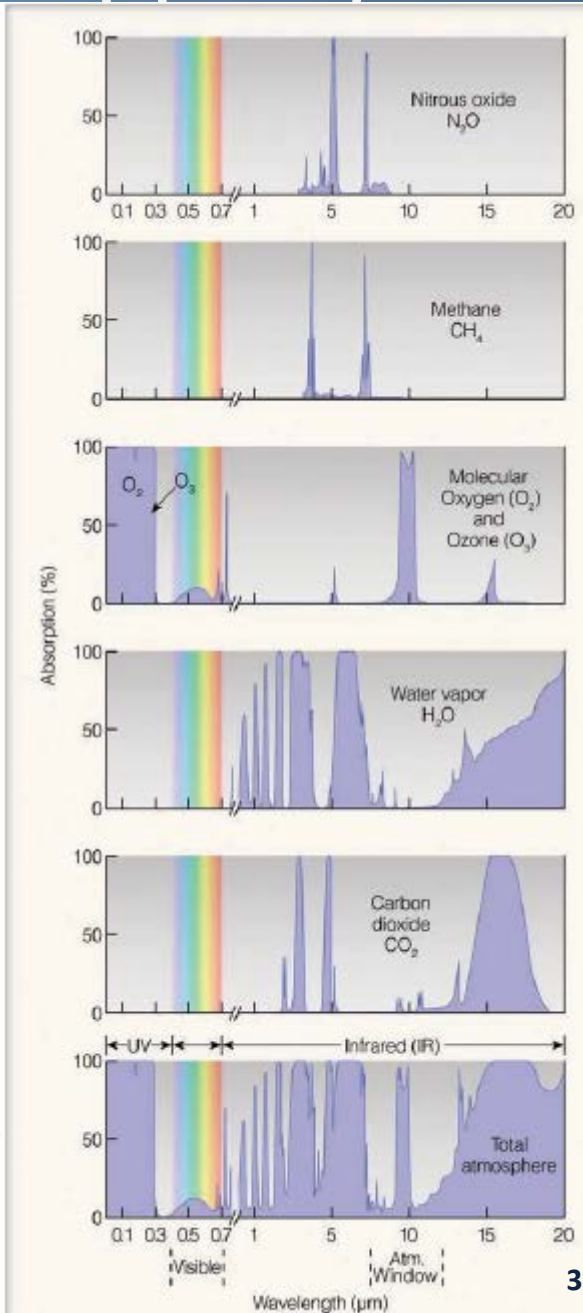
Θέρμανση από τα αέρια θερμοκηπίου



(a) Without greenhouse gases



(b) With greenhouse gases



Ατμοσφαιρικό
παράθυρο και ο ρόλος
των νεφών



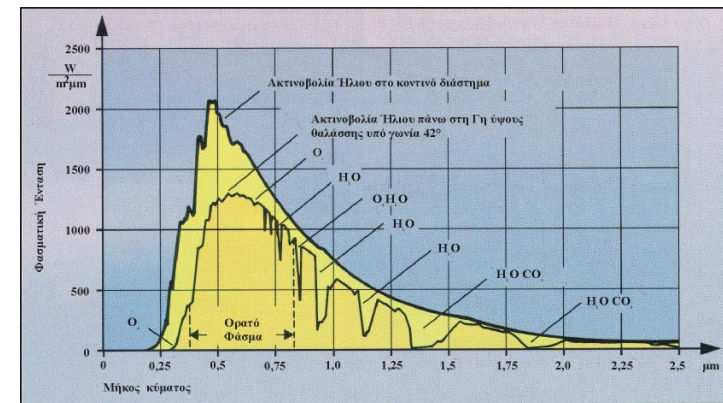
Ανακεφαλαίωση

- ✓ Όλα τα σώματα με θερμοκρασία μεγαλύτερη του μηδενός εκπέμπουν ακτινοβολία
- ✓ Όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία τόσο αυξάνει το ποσό της ακτινοβολίας που εκπέμπεται ανά μονάδα επιφάνειας και τόσο μικρότερο το μήκος κύματος της μέγιστης εκπομπής.
- ✓ Η γη απορροφά ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας και εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία όλο το 24ωρο.
- ✓ Η επιφάνεια της γης είναι καλύτερος απορροφητής και εκπέμπει καλύτερα από την ατμόσφαιρα.
- ✓ Τα αέρια θερμοκηπίου που συμμετέχουν στο φαινόμενο είναι οι υδρατμοί και το CO₂
- ✓ Το φαινόμενο θερμοκηπίου είναι απαραίτητο για την ζωή στον πλανήτη. Το πρόβλημα δημιουργείται από την αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων.



Φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας

- Η φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας εξαρτάται από την θερμοκρασία του ήλιου που είναι περίπου 5900°K
- Το 99% της ηλιακής ενέργειας εμφανίζεται σε μήκος κύματος από 0.25 έως $4.0\ \mu\text{m}$
- Σύμφωνα με την κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας:
 - Ορατό [λ : $0.39\text{-}0.77\mu\text{m}$] περιέχει το 46.41% της ενέργειας
 - Υπεριώδες [$\lambda < 0.4\mu\text{m}$] περιέχει το 8.03% της ενέργειας
 - Υπόλοιπο [$\lambda > 0.77\mu\text{m}$] περιέχει το 46.4% της ενέργειας



Σκεδάσεις και Ανακλάσεις

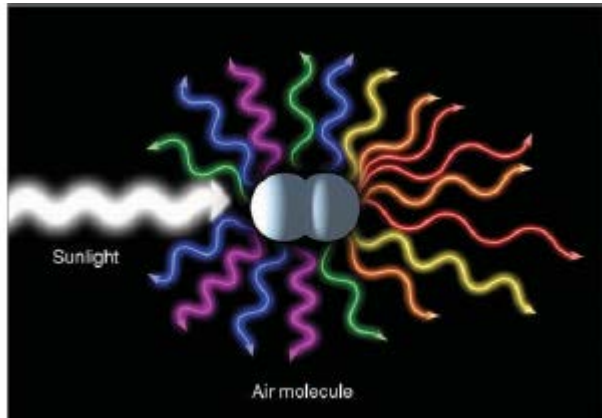


TABLE 2.3 Typical Albedo of Various Surfaces

SURFACE	ALBEDO (PERCENT)
Fresh snow	75 to 95
Clouds (thick)	60 to 90
Clouds (thin)	30 to 50
Venus	78
Ice	30 to 40
Sand	15 to 45
Earth and atmosphere	30
Mars	17
Grassy field	10 to 30
Dry, plowed field	5 to 20
Water	10*
Forest	3 to 10
Moon	7
*Daily average.	

- ✓ Σκέδαση: Η ατμοσφαιρική σκέδαση οφείλεται στην αλληλεπίδραση των φωτονίων με τα μόρια του αέρα και τα αιωρούμενα σωματίδια στην ατμόσφαιρα. Κατά τη διεργασία αυτή οποιοδήποτε σωματίδιο παρεμβληθεί στην πορεία ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος αφαιρεί ενέργεια από αυτό, την οποία επανεκπέμπει σε στερεά γωνία 4π με κέντρο το σωματίο.
- ✓ Ανάκλαση: αλλαγή διεύθυνσης της ακτίνας πρόσπτωσης
- ✓ Λευκαύγεια: συντελεστής ανακλαστικότητας ή albedo

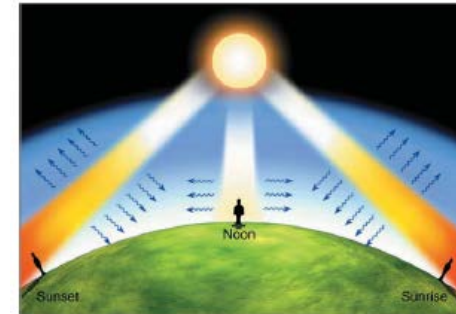
Σκέδαση Rayleigh και Mie

- ✓ Υπάρχουν δύο βασικά είδη σκέδασης της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, που συνδέονται με τις διαστάσεις των σωματιδίων σε σχέση με το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.
- ✓ Όταν τα σωματίδια που είναι υπεύθυνα για τη σκέδαση, έχουν διαστάσεις πολύ μικρότερες από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, έχουμε τη σκέδαση Rayleigh.
- ✓ Τυπικό παράδειγμα σκέδασης Rayleigh αποτελούν τα μόρια των ατμοσφαιρικών αερίων.
- ✓ Στην περίπτωση που τα σωματίδια έχουν διάμετρο μεταξύ 10^{-2} και 10^2 φορές το μήκος κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας, η σκέδαση ονομάζεται σκέδαση Mie. Η σκέδαση Mie οφείλεται στα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας, τα υδροσταγονίδια καθώς και τη σκόνη.



Τα χρώματα του ουρανού

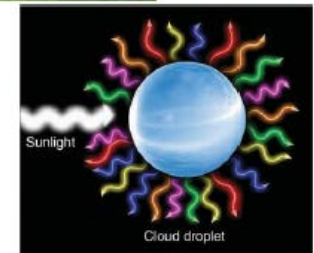
- ✓ Το γαλάζιο του ουρανού οφείλεται στην αποτελεσματικότερη σκέδαση των ακτινοβολιών μικρότερου μήκους κύματος (πράσινο, μπλε) στο ορατό από τα μεγαλύτερα μήκη κύματος του ορατού.
- ✓ Το μεσημέρι ο ήλιος φαίνεται λευκός και το απόγευμα κόκκινος λόγω διαδρομής των ηλιακών ακτίνων και σκέδασης.
- ✓ Τα νέφη και τα σωματίδια νερού δεν λειτουργούν ως επιλεκτικοί απορροφητές και το χρώμα τους είναι λευκό.



● **FIGURE 5**
At noon, the sun usually appears a bright white. At sunrise and at sunset, sunlight must pass through a thick portion of the atmosphere. Much of the blue light is scattered out of the beam, causing the sun to appear more red.



● **FIGURE 6** A red sunset produced by the process of scattering.



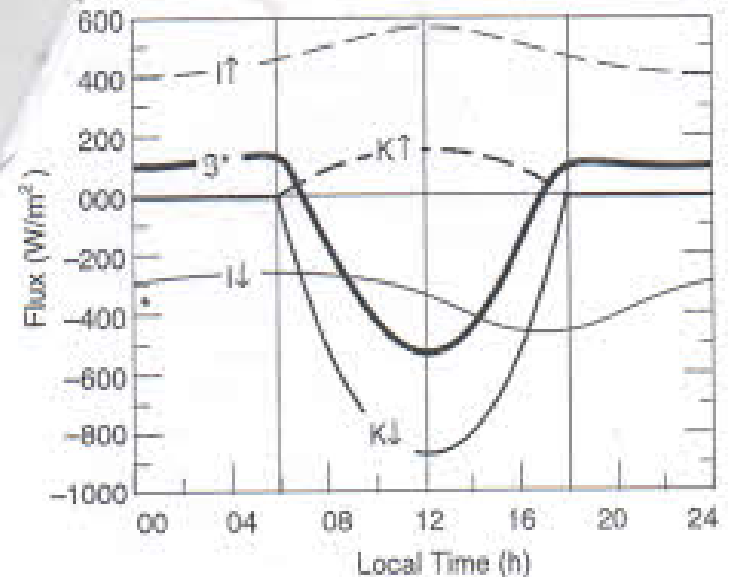
● **FIGURE 7** Cloud droplets scatter all wavelengths of visible white light about equally. This type of scattering by millions of tiny cloud droplets makes clouds appear white.

Ισοζύγιο ακτινοβολιών στο έδαφος

$$\mathcal{S}^* = K \downarrow + K \uparrow + I \downarrow + I \uparrow$$

Short
Wave radiation

Long
Wave radiation



Incoming and outgoing short wave radiation

$$K \downarrow = -S \cdot T_r \cdot \sin \Psi$$

$$T_r = (0.6 + 0.2 \sin \Psi)(1 - 0.4\sigma_H)(1 - 0.7\sigma_M)(1 - 0.4\sigma_L) \quad (2.33)$$

where cloud cover fractions for high, middle, and low clouds are σ_H , σ_M , and σ_L , respectively. These cloud fractions vary between 0 and 1, and the transmissivity also varies between 0 and 1.

$$K \uparrow = -A \cdot K \downarrow$$

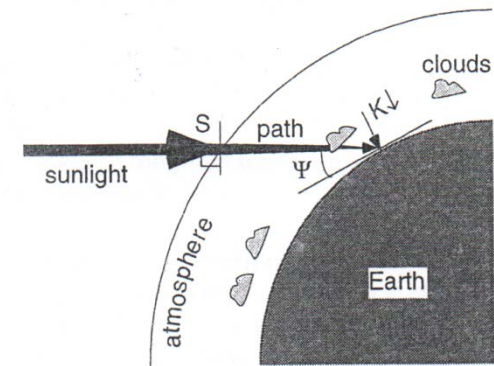


Figure 2.11

Long wave radiation

$$I \uparrow = e_{IR} \cdot \sigma_{SB} \cdot T^4$$

$$I^* = I \downarrow + I \uparrow$$

$$I^* = b \cdot (1 - 0.1\sigma_H - 0.3 \cdot \sigma_M - 0.6 \cdot \sigma_L)$$