



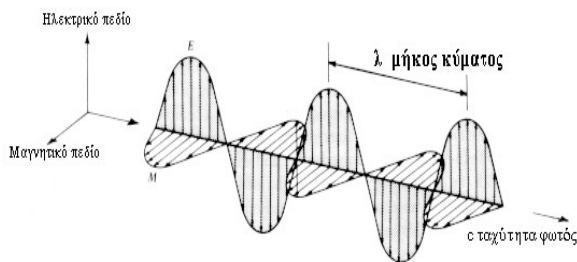
# Διάδοση ακτινοβολίας και αλληλεπίδρασή της με τα υλικά της επιφάνειας και την ατμόσφαιρα



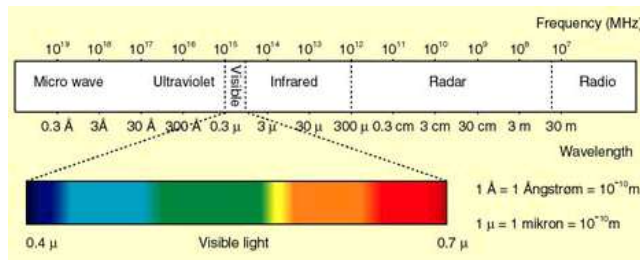
Νεκτάριος Χρυσουλάκης

Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης | IYM | <http://rslab.gr>

## Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία



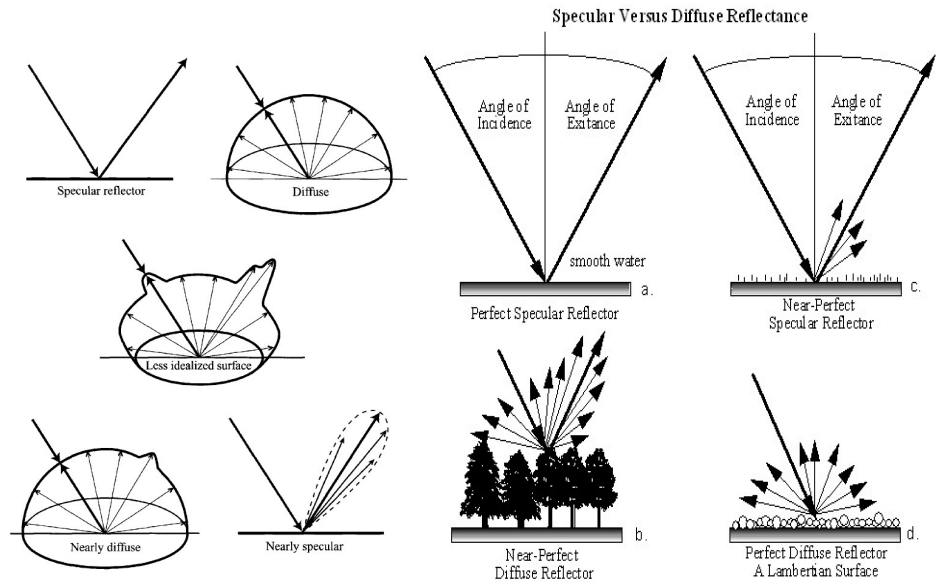
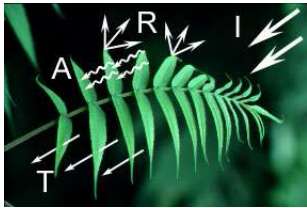
Μήκος Κύματος (μm)	Φασματική Περιοχή	Πηγή
$<10^{-5}$	ακτίνες γ	πηρηνικές διασπάσεις και διάσπαση β
$10^{-5} - 10^{-2}$	ακτίνες x	διάσπαση β και μετάπτωση ηλεκτρονίων
0.01 - 0.38	υπεριώδες	μετάπτωση ηλεκτρονίων
0.38 - 0.72	ορατό	μετάπτωση ηλεκτρονίων
0.72 - 1.5	εγγύς υπέρυθρο	ταλάντωση και περιστροφή μορίων
1.5 - 5.6	μέσο υπέρυθρο	ταλάντωση και περιστροφή μορίων
5.6 - 1000	απότερο υπέρυθρο	ταλάντωση και περιστροφή μορίων
$10^3 - 10^6$	μικροκύματα	Radar
$10^6 - 10^7$	VHF	TV
$10^7 - 10^8$	HF	Radio FM -AM



Μήκος Κύματος (μm)	Φασματική Περιοχή
0.72 - 1.5	εγγύς υπέρυθρο
1.5 - 5.6	μέσο υπέρυθρο
5.6 - 1000	απότερο υπέρυθρο
0.72 - 3.0	ανακλώμενο υπέρυθρο
3.0 - 1000	θερμικό υπέρυθρο

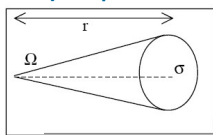
# Δορυφορική καταγραφή

$A + R + T = 1$



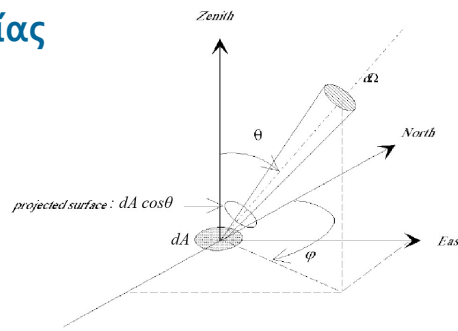
# Βασικά μεγέθη της ακτινοβολίας

## Στερεά γωνία



$$\Omega = \frac{\sigma}{r^2}$$

$$d\Omega = \frac{d\sigma}{r^2} = \sin(\theta) d\theta d\phi$$

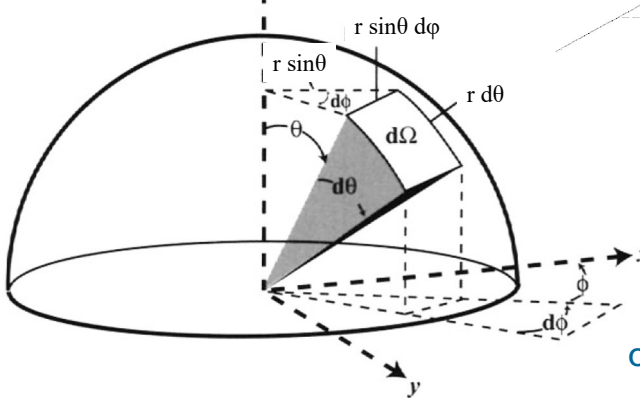


## Ένταση (radiance)

$$I_\lambda = \frac{dE_\lambda}{\cos(\theta) d\Omega dt dA d\lambda}$$

## Ποή (irradiance)

$$dF_\lambda = \frac{dE_\lambda}{dt dA d\lambda} = I_\lambda \cos\theta d\Omega$$



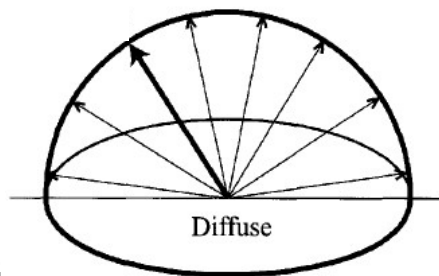
$$F_\lambda = \int_{\Omega} I_\lambda \cos(\theta) d\Omega = \int_{\phi_1}^{\phi_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} I_\lambda(\theta, \phi) \cos(\theta) \sin(\theta) d\theta d\phi$$

## Ολική Ένταση και Ποή

$$I_{\Delta\lambda} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_\lambda d\lambda \quad F_{\Delta\lambda} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} F_\lambda d\lambda$$

## Παραδείγματα

1. Υπολογισμός της ροής της ακτινοβολίας που εκπέμπει μια επιφάνεια (ισότροπη εκπομπή) σε ένα ημισφαίριο.



$$dF = I \cos \theta d\Omega$$

$$F = \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} I \cos \theta \sin \theta d\theta d\phi = \pi I$$

2. Υπολογισμός της ροής της ακτινοβολίας που εκπέμπει μια σφαίρα (ισότροπη εκπομπή).
3. Υπολογισμός της ροής της ακτινοβολίας που φτάνει σε σφαίρα μεγαλύτερης ακτίνας που περιβάλλει την πρώτη (ισότροπη εκπομπή). Ηλιακή σταθερά.
4. Υπολογισμός της ροής που λαμβάνει η γη στο όριο της ατμόσφαιρας (στη μέση απόσταση γης - ήλιου).
5. Υπολογισμός της ροής της ηλιακής ακτινοβολίας στο όριο της ατμόσφαιρας σε τυχαία ημέρα.

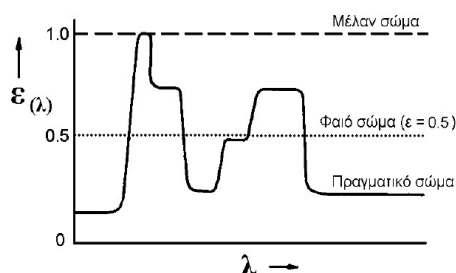
$$F_o = S_o \left( \frac{d_o}{d} \right)^2 \cos(\theta_o)$$

$$\cos \theta_o = \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \cos(h)$$

## Συντελεστής εκπομπής

Μέλαν σώμα: είναι το υποθετικό σώμα του οποίου η ένταση ακτινοβολίας της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, σε κάθε μήκος κύματος και σε κάθε θερμοκρασία, είναι η μέγιστη δυνατή. Το μέλαν σώμα απορροφά πλήρως την ακτινοβολία όλων των μηκών κύματος και είναι ισότροπη πηγή.

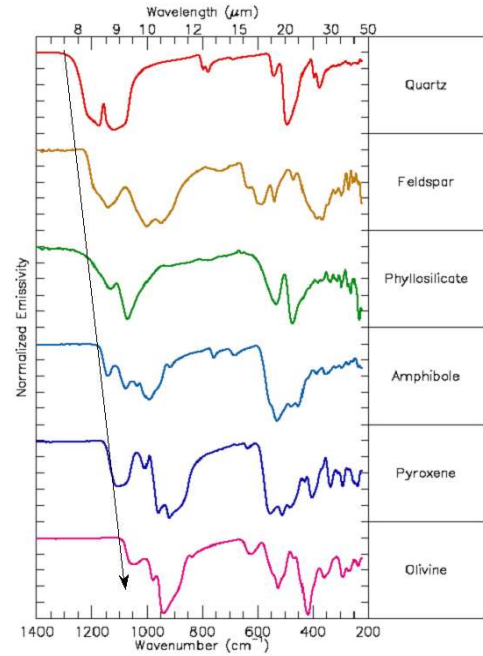
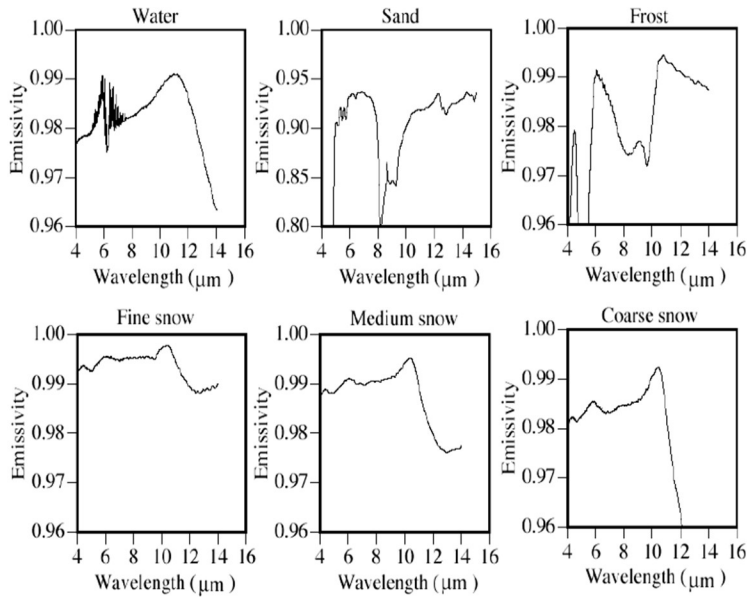
Συντελεστής εκπομπής  $\epsilon(\lambda) = \frac{I(\lambda)}{I(\lambda)M}$



Παραδείγματα συντελεστών εκπομπής στην περιοχή 8 – 14 μm:

Material	Emissivity
Asphalt Paving	0.96
Grass	0.97
Pure Water	0.99
Concrete Sidewalk	0.97
Typical Granite	0.82
Dolomite (rough)	0.96
Glass Mirror	0.02

## Συντελεστής εκπομπής



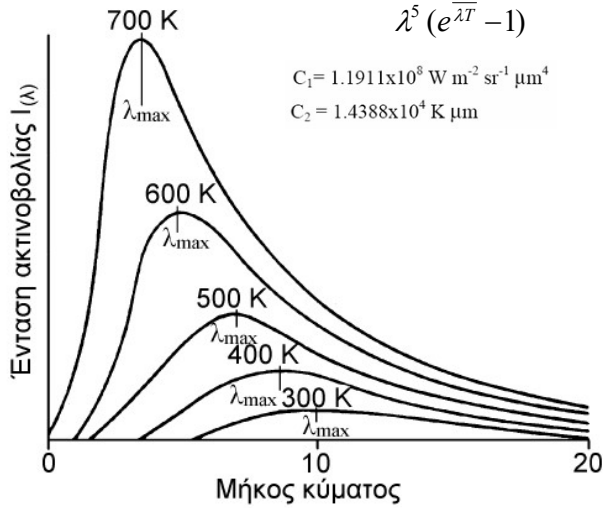
## Νόμοι της ακτινοβολίας

Νόμος Planck:

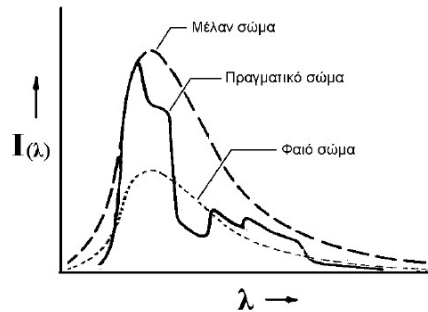
$$B_{\lambda}(T) = \frac{C_1}{\lambda^5 (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)}$$

$$C_1 = 1.1911 \times 10^8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^4$$

$$C_2 = 1.4388 \times 10^4 \text{ K } \mu\text{m}$$



Για πραγματικά σώματα:  $B_{\lambda}(T) = \epsilon_{\lambda} \frac{C_1}{\lambda^5 (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)}$



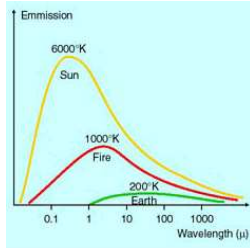
Θερμοκρασία λαμπρότητας:

$$T_b = \frac{C_2}{\lambda \ln \left[ 1 + \frac{C_1}{\lambda^5 \cdot B_{\lambda}(T)} \right]}$$

# Νόμοι της ακτινοβολίας

Νόμος Wien (θερμοκρασία χρώματος):

$$\lambda_{\max} = \frac{\text{const}}{T} \quad \text{const} = 2898 \mu\text{m K}$$



Νόμος Kirkhoff:

$$\alpha(\lambda) = \epsilon(\lambda)$$

Νόμος Stefan - Boltzmann:

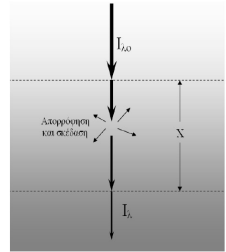
$$F_M = \sigma T^4 \quad \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

$$F = \epsilon_{\text{ολ}} F_M = \epsilon_{\text{ολ}} \sigma T^4$$

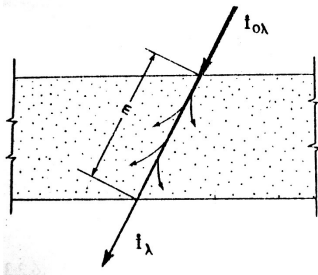
$$T_b^4 = \epsilon_{\text{ολ}} T^4$$

Νόμος Beer-Lambert:

$$I_\lambda = I_{\lambda 0} e^{-\tau(\lambda) \sec \theta}$$



# Ατμοσφαιρική διαπερατότητα

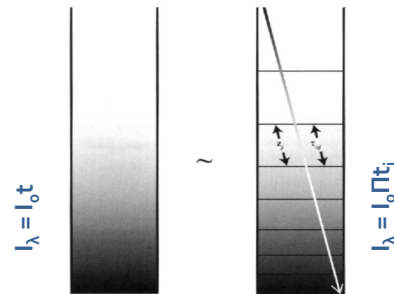


$$I_\lambda = I_{\lambda 0} e^{-\tau(\lambda) \sec \theta}$$

$$\tau(\lambda) = \int_s k_\lambda \rho dz$$

$$\tau(\lambda, m) = \tau(\lambda) \sec \theta = \tau(\lambda) m_a$$

$$I_\lambda = I_0 e^{-\sum_{i=1}^j k_{\lambda i} m_i} = I_0 \prod_{i=1}^j e^{-k_{\lambda i} m_i} = I_0 \prod_{i=1}^j t_{\lambda i}$$



$$t_\lambda = t_{R\lambda} t_{A\lambda} t_{O_3\lambda} t_{g\lambda} t_{w\lambda}$$

$k_\lambda$ : Μονοχρωματικός συντελεστής εξασθένισης.

$\tau(\lambda)$ : Οπτικό βάθος (optical depth).

$\tau(\lambda, m)$ : Οπτική πυκνότητα (optical thickness).

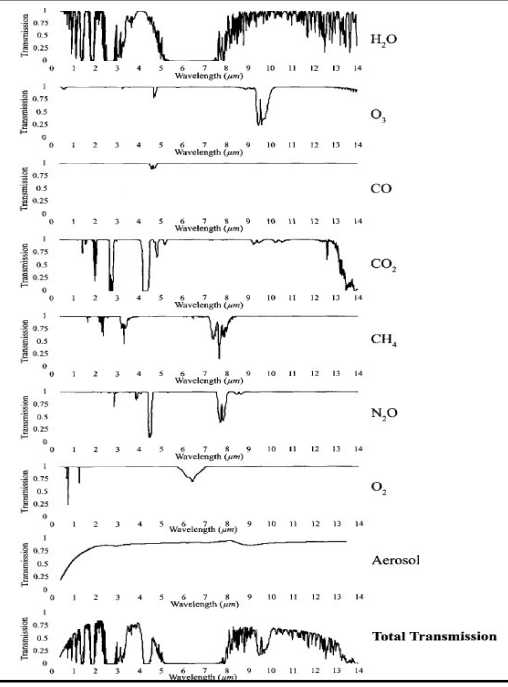
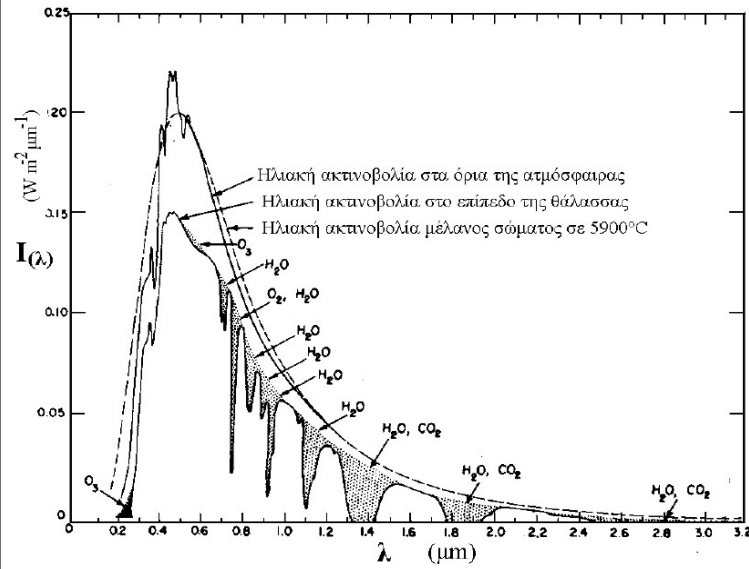
$m$ : Οπτικός δρόμος (optical path length).

$m_a$ : Σχετική οπτική μάζα (secθ).

$t_\lambda = e^{-\tau(\lambda) \sec \theta}$ : Διαπερατότητα.

**Παράδειγμα:** Ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία προς μια υδάτινη μάζα με τις ακτίνες του να δημιουργούν γωνία  $\theta=30^\circ$  με την επιφάνεια της μάζας. Σε ποιο βάθος η φωτοσύνθεση σταματά? (θεωρήστε ότι συμβαίνει όταν η ένταση της ακτινοβολίας φτάνει στο 1% της τιμής που έχει στην επιφάνεια). Δίδεται ο φασματικός συντελεστής απορρόφησης:  $\alpha_\lambda = k_\lambda \rho = 0,2 \text{ m}^{-1}$ .

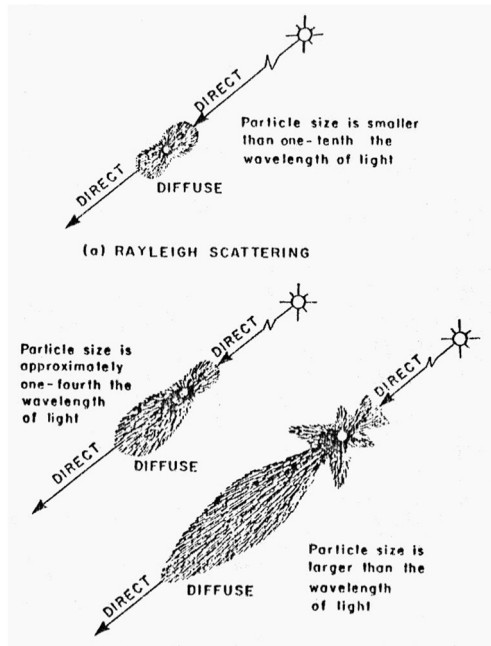
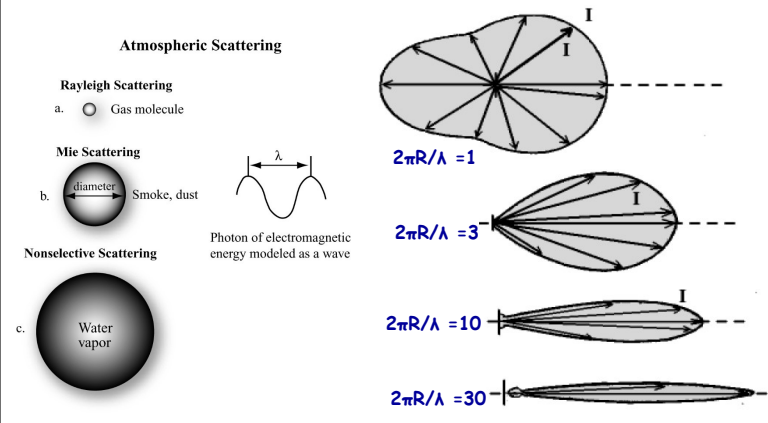
# Απορρόφηση



# Σκέδαση

Αν  $n$  ο δείκτης διάθλασης και  $\lambda$  το μήκος κύματος σε  $\mu m$ :

- $2\pi R/\lambda < 0.6/n$ : Σκέδαση Rayleigh.
- $2\pi R/\lambda > 50$ : Diffuse reflection.
- $0.6/n < 2\pi R/\lambda < 50$ : Σκέδαση Mie.



# Αερολύματα

Angström's turbidity formula:

$$k_{A\lambda} = \tau_A(\lambda) = \beta \lambda^{-\alpha}$$

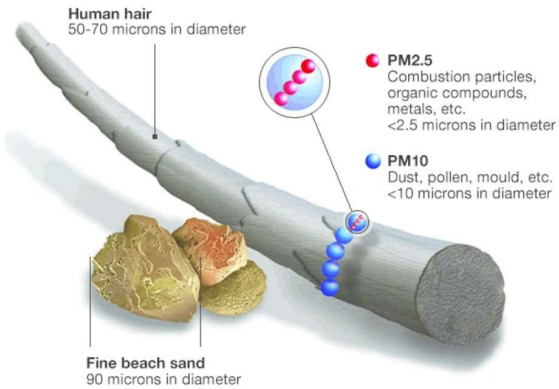
-  $\beta$ : Συντελεστής turbidity Angström.

$0 < \beta < 0.5$  και εκφράζει το ποσό των αερολυμάτων σε κατακόρυφη διεύθυνση.

-  $\alpha$ : Εκφράζει τη σχετική κατανομή μεγέθους των σωματιδίων. Μεγάλες τιμές του  $\alpha$  δηλώνουν μεγάλο αριθμό μικρών σωματιδίων σε σχέση με τα μεγάλα.  $0 < \alpha < 4$ . Συνήθως είναι:

$0 < \alpha < 2.5$ , με μέση τιμή 1.3.

Atmosphere	$\beta$	$\alpha$	Visibility (km)
Clean	0.00	1.30	340
Clear	0.10	1.30	28
Turbid	0.20	1.30	11
Very turbid	0.40	1.30	<5

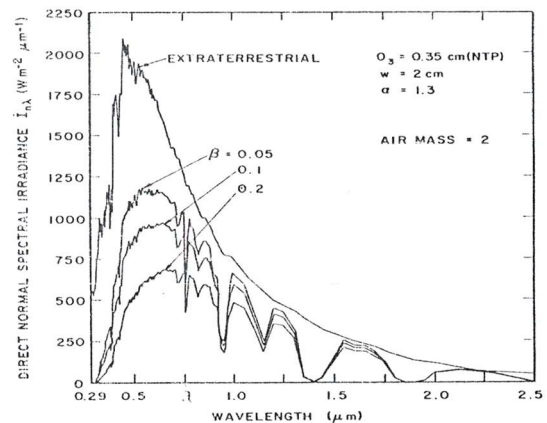
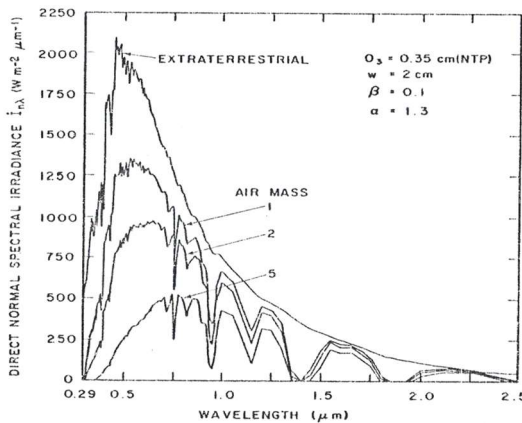


Source: US EPA

# Άμεση ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος

$$I_{\lambda} = I_{0\lambda} \cos \theta_s t_{\lambda}$$

$0^{\circ} : m_{\alpha} = 1$   
 $60^{\circ} : m_{\alpha} = 2$   
 $78,5^{\circ} : m_{\alpha} = 5$



## Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος

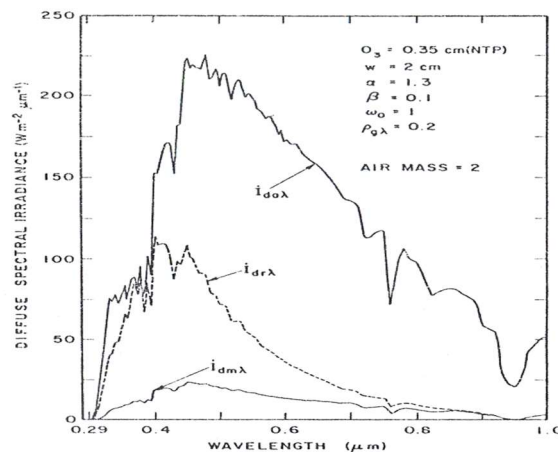
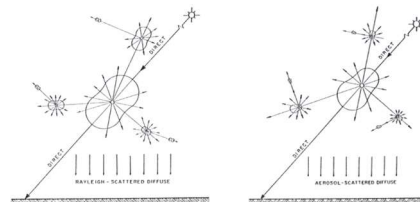
Η διάχυτη ακτινοβολία έχει τις ακόλουθες συνιστώσες:

$I_{d\lambda}$  είναι η ένταση της διάχυτης ακτινοβολίας η οποία παράγεται από σκέδαση Rayleigh της άμεσης ακτινοβολίας και φτάνει στο έδαφος μετά από απλή διαδρομή στην ατμόσφαιρα.

$I_{da\lambda}$  είναι η ένταση της διάχυτης ακτινοβολίας η οποία παράγεται από την αλληλεπίδραση της άμεσης ακτινοβολίας με τα αερολύματα και φτάνει στο έδαφος μετά από απλή διαδρομή στην ατμόσφαιρα.

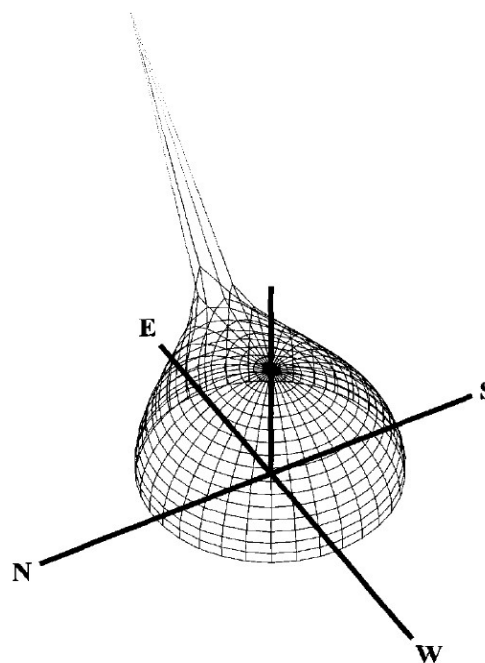
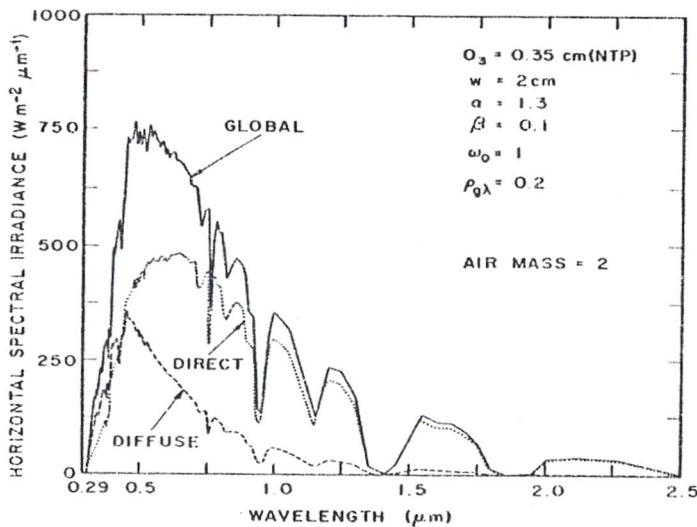
$I_{dm\lambda}$  είναι η ένταση της διάχυτης ακτινοβολίας η οποία παράγεται από πολλαπλές σκεδάσεις στην ατμόσφαιρα και ανακλάσεις στην επιφάνεια της γης.

Άρα:  $I_{d\lambda} = I_{dr\lambda} + I_{da\lambda} + I_{dm\lambda}$



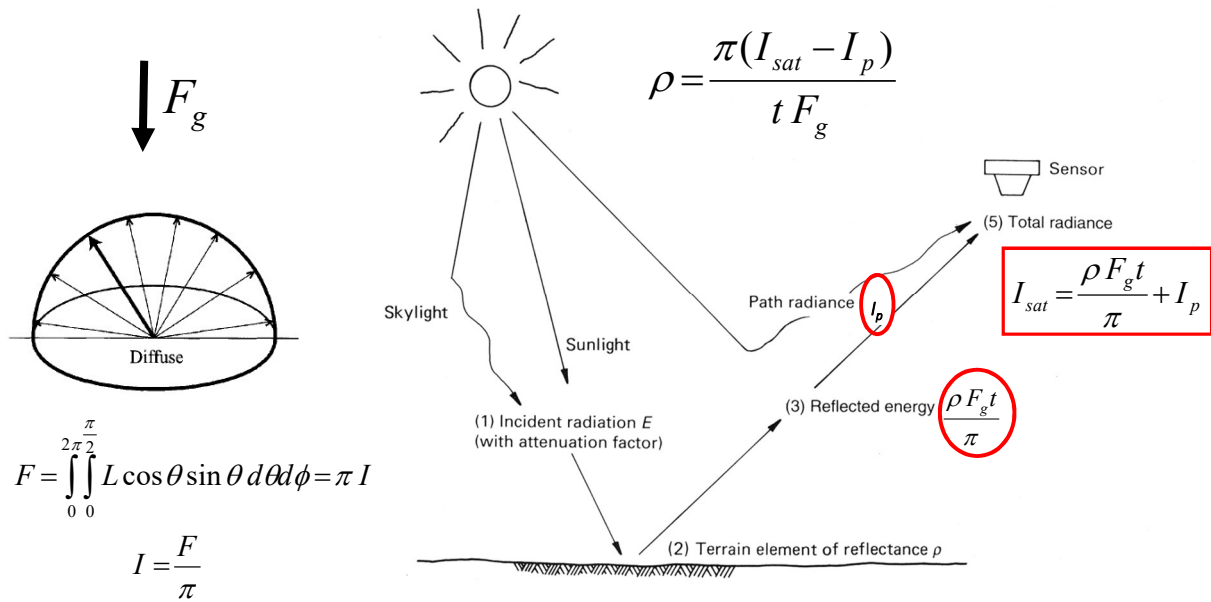
## Ολική ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος

$$I_{tot} = I_{\lambda} \cos\theta_s + I_{d\lambda}$$

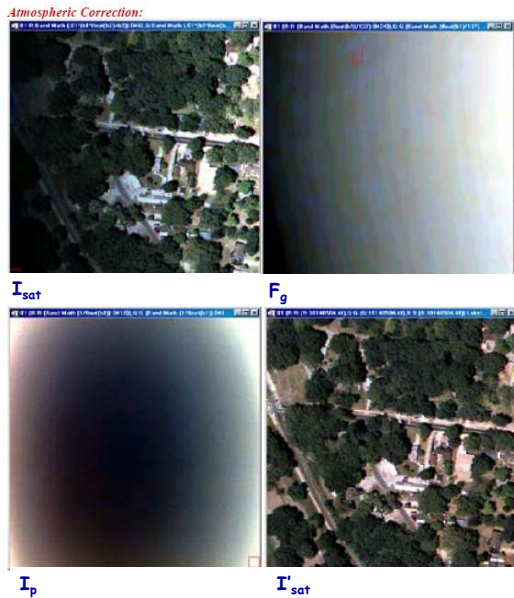




## Ατμοσφαιρική διόρθωση



## Ατμοσφαιρική διόρθωση

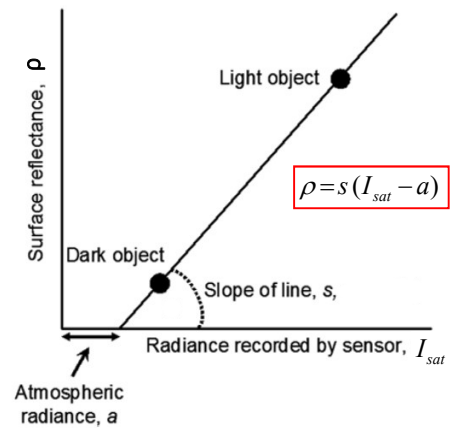


### Empirical line method

$$\rho = \frac{\pi(I_{sat} - I_p)}{t F_g}$$

$$s = \frac{\pi}{t F_g}$$

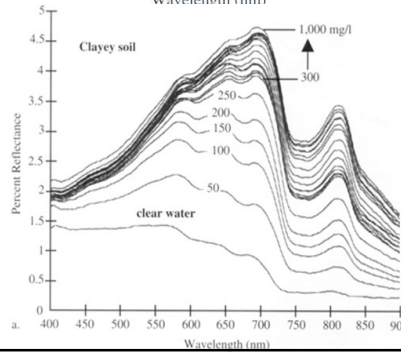
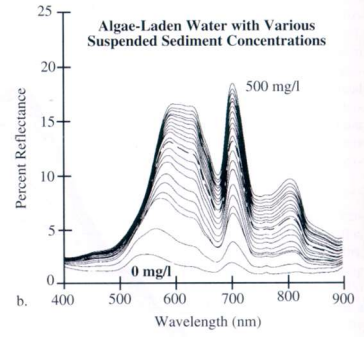
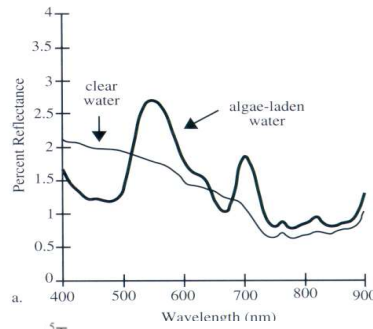
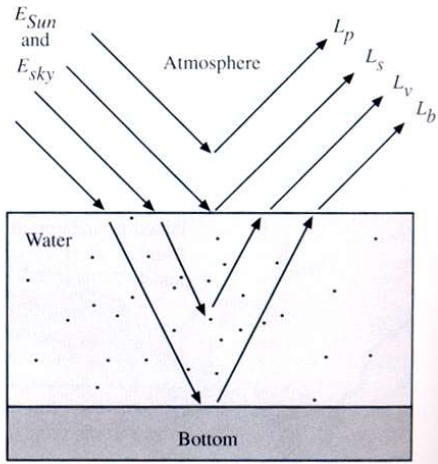
$$a = I_p$$



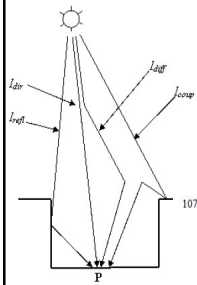
# Ατμοσφαιρική διόρθωση

Downwelling Sun and sky irradiance

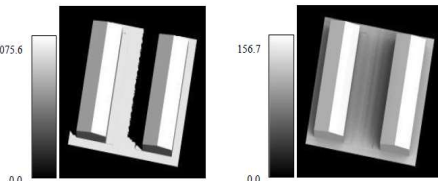
Total radiance  
 $L_t = L_p + L_s + L_v + L_b$



# Ατμοσφαιρική διόρθωση

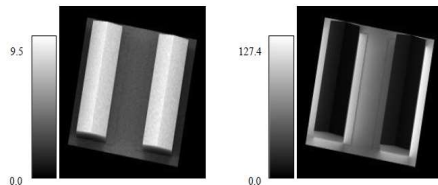


$W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1} \cdot sr^{-1}$



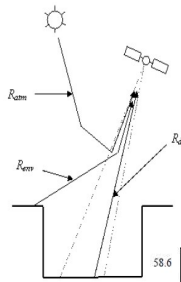
(a)  $I_{dir}$

(b)  $I_{sp}$

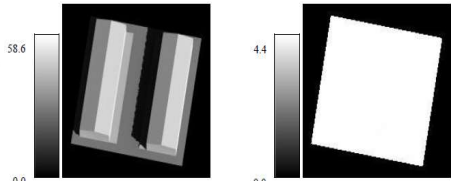


(c)  $I_{scp}$

(d)  $I_{sp}$

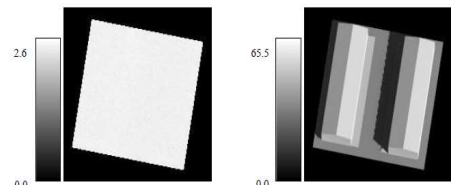


$W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1} \cdot sr^{-1}$



(e)  $R_{dir}$

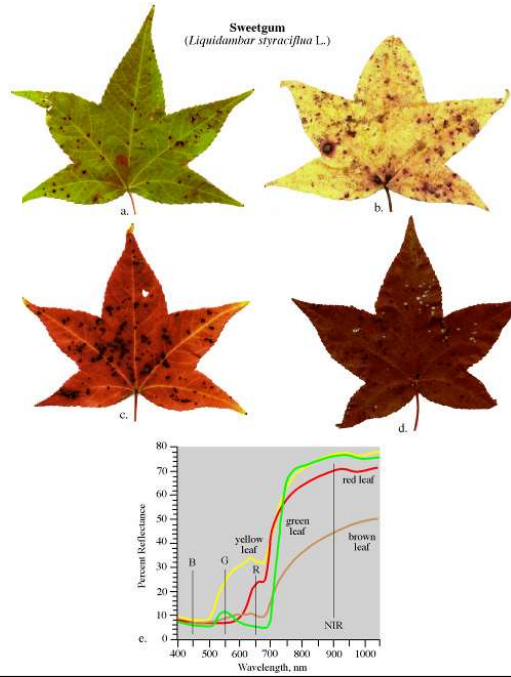
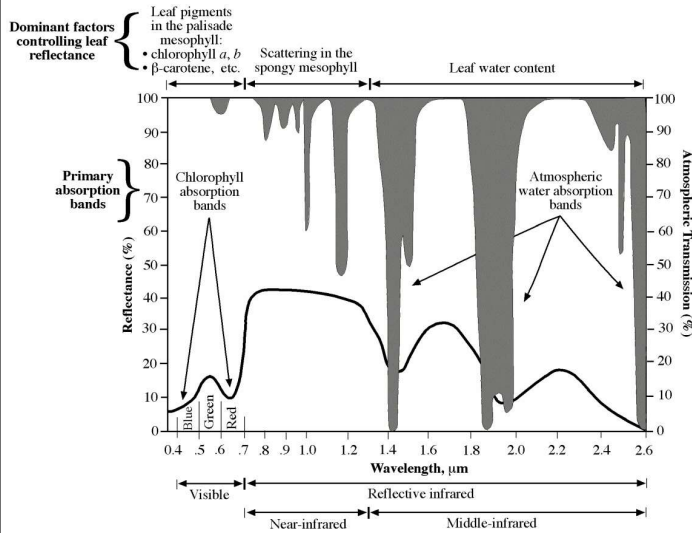
(f)  $R_{atm}$



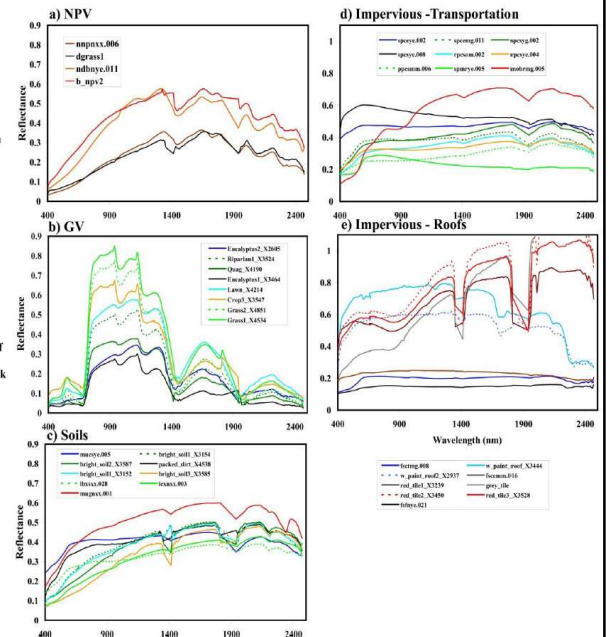
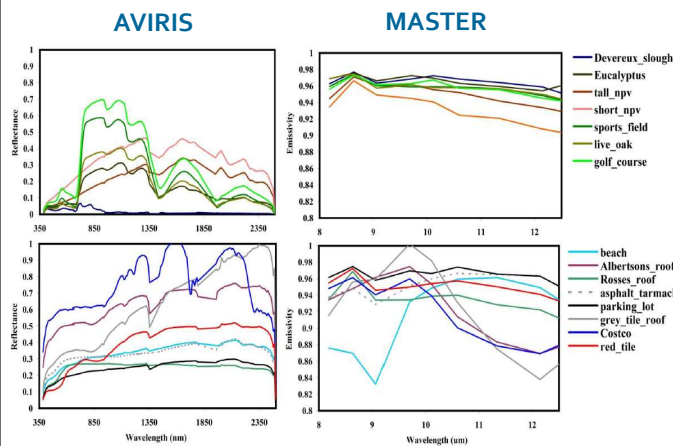
(g)  $R_{scp}$

(h)  $R_{dir}$

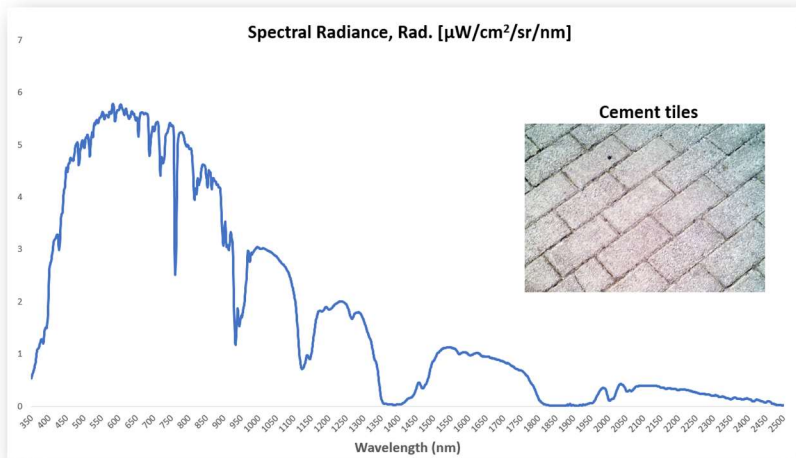
# Φασματική υπογραφή



# Φασματική υπογραφή



# Φασματική υπογραφή



# Δορυφορική καταγραφή

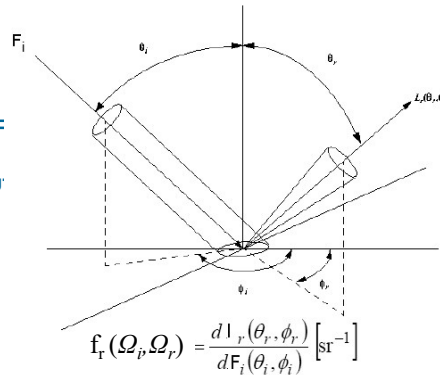
Incoming/Reflected	Directional	Conical	Hemispherical
<i>Directional</i>	Bidirectional CASE 1 	Directional-conical CASE 2 	Directional-hemispherical CASE 3 
<i>Conical</i>	Conical-directional CASE 4 	Biconical CASE 5 	Conical-hemispherical CASE 6 
<i>Hemispherical</i>	Hemispherical-directional CASE 7 	Hemispherical-conical CASE 8 	Bihemispherical CASE 9 

## Λευκαύγεια

Διευθυνσιακή συνάρτηση κατανομής της ανάκλασης (BRDF Bidirectional Reflectance Distribution Function):

Συνάρτηση που περιγράφει τις οπτικές της ιδιότητες μιας επιφάνειας σε σχέση με τη γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας και γωνία παρατήρησης.

$$f_r = f_r(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in})$$



$I$  [W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>] Radiance  
 $F$  [W m<sup>-2</sup>] Irradiance

Διευθυνσιακός συντελεστής ανάκλασης (BRF: Bidirectional Reflectance Factor): Ο λόγος της ανακλώμενης από μια επιφάνεια ακτινοβολίας προς αυτήν που θα ανακλώνταν από μια Lambertian επιφάνεια ίδιου μεγέθους κάτω από τις ίδιες συνθήκες προερχόμενη από συγκεκριμένη διεύθυνση.

$$R = \pi f_r$$

$$R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in}) = \frac{dI(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in})}{dI^{ideal}(\lambda, \theta_{in}, \phi_{in})}$$

## Λευκαύγεια

Λευκαύγεια (albedo): Ο λόγος της έντασης της προς όλες τις διευθύνσεις ανακλώμενης ακτινοβολίας από μια επιφάνεια προς την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, για όλα τα μήκη κύματος (ή για συγκεκριμένες περιοχές του φάσματος).

Black-sky albedo



White-sky albedo



Η φασματική λευκαύγεια  $\alpha(\lambda)$  μιας επίπεδης επιφάνειας είναι ο λόγος της ανακλώμενης προς όλες τις διευθύνσεις μέσα σε ένα ημισφαίριο ακτινοβολίας προς την εισερχόμενη από ένα ημισφαίριο ακτινοβολία:

$$a(\lambda) := \frac{\int_{2\pi} I^\uparrow(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}) \cos \theta_{out} d\Omega_{out}}{\int_{2\pi} I^\downarrow(\lambda, \theta_{in}, \phi_{in}) \cos \theta_{in} d\Omega_{in}}$$

$$I^\uparrow(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}) = \frac{1}{\pi} \int_{2\pi} R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in}) I^\downarrow(\lambda, \theta_{in}, \phi_{in}) \cos \theta_{in} d\Omega_{in}$$

$$a(\lambda) = \frac{\frac{1}{\pi} \int_{2\pi} \int_{2\pi} R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in}) I^\downarrow(\lambda, \theta_{in}, \phi_{in}) \cos \theta_{in} \cos \theta_{out} d\Omega_{in} d\Omega_{out}}{F^\downarrow(\lambda)}$$

Η  $\alpha(\lambda)$  δεν είναι απλά χαρακτηριστικό της επιφάνειας αλλά του συστήματος επιφάνειας ατμόσφαιρας κατά τη λήψη.

## Λευκαύγεια

Θεωρώντας μόνο άμεση ακτινοβολία, δηλαδή δέσμη από μία συγκεκριμένη διεύθυνση ( $\theta_{dh}, \phi_{dh}$ ):  $F^\downarrow(\lambda) = F_0(\lambda)\cos\theta_{dh}$

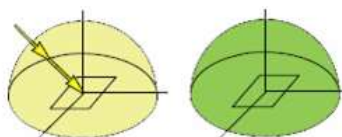
$$I^\uparrow(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}; \theta_{dh}, \phi_{dh}) = \frac{1}{\pi} R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{dh}, \phi_{dh}) F_0(\lambda) \cos\theta_{dh}$$



Στην περίπτωση αυτή έχουμε την φασματική directional-hemispherical ή "black-sky" λευκαύγεια:

$$a^{dh}(\lambda; \theta_{dh}, \phi_{dh}) = \frac{1}{\pi} \int_{2\pi} R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{dh}, \phi_{dh}) \cos\theta_{out} d\Omega_{out}$$

Θεωρώντας μόνο διάχυτη ακτινοβολία, ισότροπη από ένα ημισφαίριο:  $I^\downarrow(\lambda, \theta_{in}, \phi_{in}) = I_0(\lambda)$   $F^\downarrow(\lambda) = \pi I_0(\lambda)$



Στην περίπτωση αυτή έχουμε την φασματική bi-hemispherical ή "white-sky" λευκαύγεια:

$$a^{bh}(\lambda) = \frac{1}{\pi} \int_{2\pi} a^{dh}(\lambda; \theta_{in}, \phi_{in}) \cos\theta_{in} d\Omega_{in}$$

## Λευκαύγεια

Οι παράμετροι  $a^{dh}(\lambda; \theta_{dh}, \phi_{dh})$  και  $a^{bh}(\lambda)$  είναι χαρακτηριστικά της επιφάνειας για φωτισμό από συγκεκριμένη διεύθυνση ( $\theta_{dh}, \phi_{dh}$ ) και για φωτισμό καθολικά από διάχυτη ακτινοβολία.

Σε πραγματικές συνθήκες ("blue-sky"), αν  $f_{diffuse}$  είναι το ποσοστό της διάχυτης ακτινοβολίας το οποίο είναι συνάρτηση του ατμοσφαιρικού οπτικού βάθους και ( $\theta_s, \phi_s$ ), η διεύθυνση του ήλιου, η λευκαύγεια μπορεί να υπολογιστεί ως γραμμικός συνδυασμός των δύο παραπάνω:  $a(\lambda) = [1 - f_{diffuse}(\lambda)] a^{dh}(\lambda; \theta_s, \phi_s) + f_{diffuse}(\lambda) a^{bh}(\lambda)$

Συμπερασματικά, ο υπολογισμός της φασματικής λευκαύγειας ανάγεται σε υπολογισμό των παραμέτρων  $a^{dh}(\lambda; \theta_{dh}, \phi_{dh})$ ,  $a^{bh}(\lambda)$  και  $f_{diffuse}$ , δηλαδή πρακτικά του τελευταίου και του BRF:

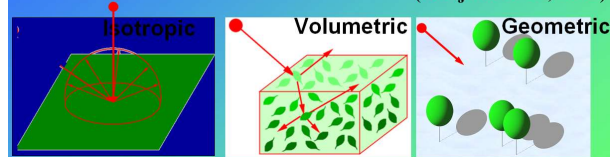
$$R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{dh}, \phi_{dh})$$

$$R(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in}) = f_{iso}(\lambda) + f_{vol}(\lambda) K_{vol}(\theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in}) + f_{geo}(\lambda) K_{geo}(\theta_{out}, \phi_{out}, \theta_{in}, \phi_{in})$$

### Ημι-εμπειρικά μοντέλα:

$$R_\lambda(\theta_i, \phi_i; \theta_r, \phi_r) = f_{iso} + f_{vol} K_{vol} + f_{geo} K_{geo}$$

(Roujean et al., 1992)



Ο BRF υπολογίζεται με βάση ημι-εμπειρικά μοντέλα ως γραμμικών συνδυασμός kernels που εξαρτώνται μόνο από τη γεωμετρία, συνεπώς μπορούν να υπολογιστούν αναλυτικά ανεξάρτητα. Το βάρη  $f_i$  εκτιμώνται από πραγματικές δορυφορικές καταγραφές από διάφορες γωνίες.

# Λευκαύγεια

Πρακτικά, με χρήση των παραπάνω kernels, αν είναι γνωστά τα βάρη  $f_i$  τα ολοκληρώματα με βάση τα οποία υπολογίζονται οι παράμετροι  $\alpha^{dh}(\lambda; \theta_{dh}, \phi_{dh})$  και  $\alpha^{bh}(\lambda)$ , προσεγγίζονται από πολυωνυμίες συναρτήσεις του  $\theta_s$ :

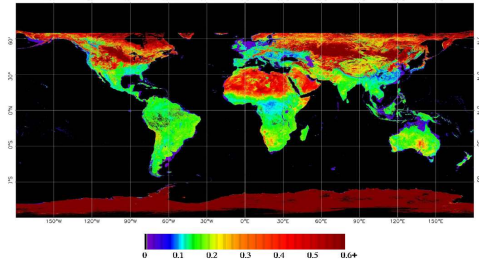
$$\alpha^{dh}(\lambda; \theta_s) = f_{iso}(\lambda)(g_{0iso} + g_{1iso}\theta^2 + g_{2iso}\theta^3) + f_{vol}(\lambda)(g_{0vol} + g_{1vol}\theta^2 + g_{2vol}\theta^3) + f_{geo}(\lambda)(g_{0geo} + g_{1geo}\theta^2 + g_{2geo}\theta^3)$$

Term $g_{ik}$ for kernel $k$	$k=Isotropic$	$k=Rossthick$	$k=LiSparse-R$
$\beta_{0k}$ (term 1)	1.0	-0.007574	-1.284909
$\beta_{0k}$ (term $\theta^2$ )	0.0	-0.070987	-0.166314
$\beta_{0k}$ (term $\theta^3$ )	0.0	0.307588	0.041840
White-sky	1.0	0.189184	-1.377622

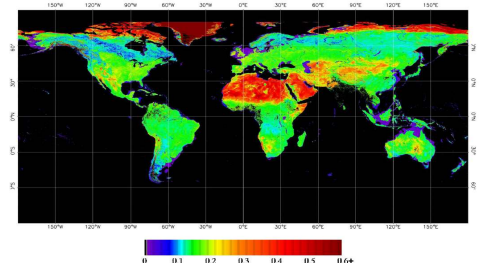
Φασματική ολοκλήρωση για συγκεκριμένες περιοχές μηκών κύματος (broadband albedo)  $\alpha$ :

$$\alpha_{[\lambda_1, \lambda_2]} := \frac{F_{\uparrow[\lambda_1, \lambda_2]}}{F_{\downarrow[\lambda_1, \lambda_2]}} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \int_{\Omega_{out}} L^{\uparrow}(\lambda, \theta_{out}, \phi_{out}) \cos \theta_{out} d\Omega_{out} d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \int_{\Omega_{in}} L^{\downarrow}(\lambda, \theta_{in}, \phi_{in}) \cos \theta_{in} d\Omega_{in} d\lambda}$$

MODIS Broadband White-Sky Albedo (0.3-5.0mm) January 2001

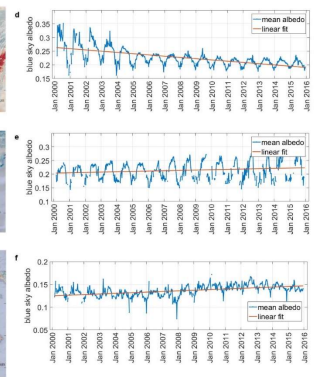
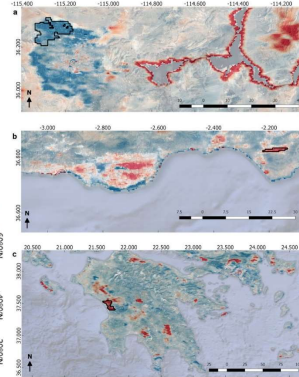
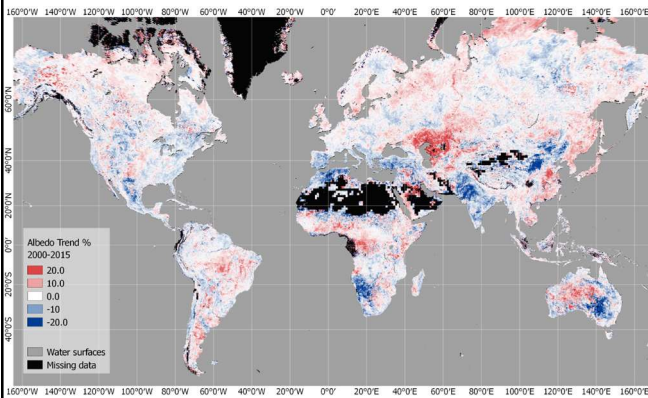
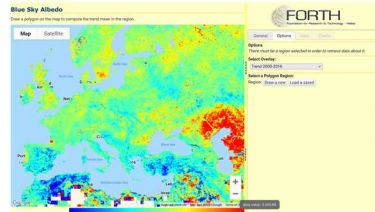


MODIS Broadband White-Sky Albedo (0.3-5.0mm) June 2001



# Λευκαύγεια

True Land Surface Albedo



# Λευκαύγεια

