

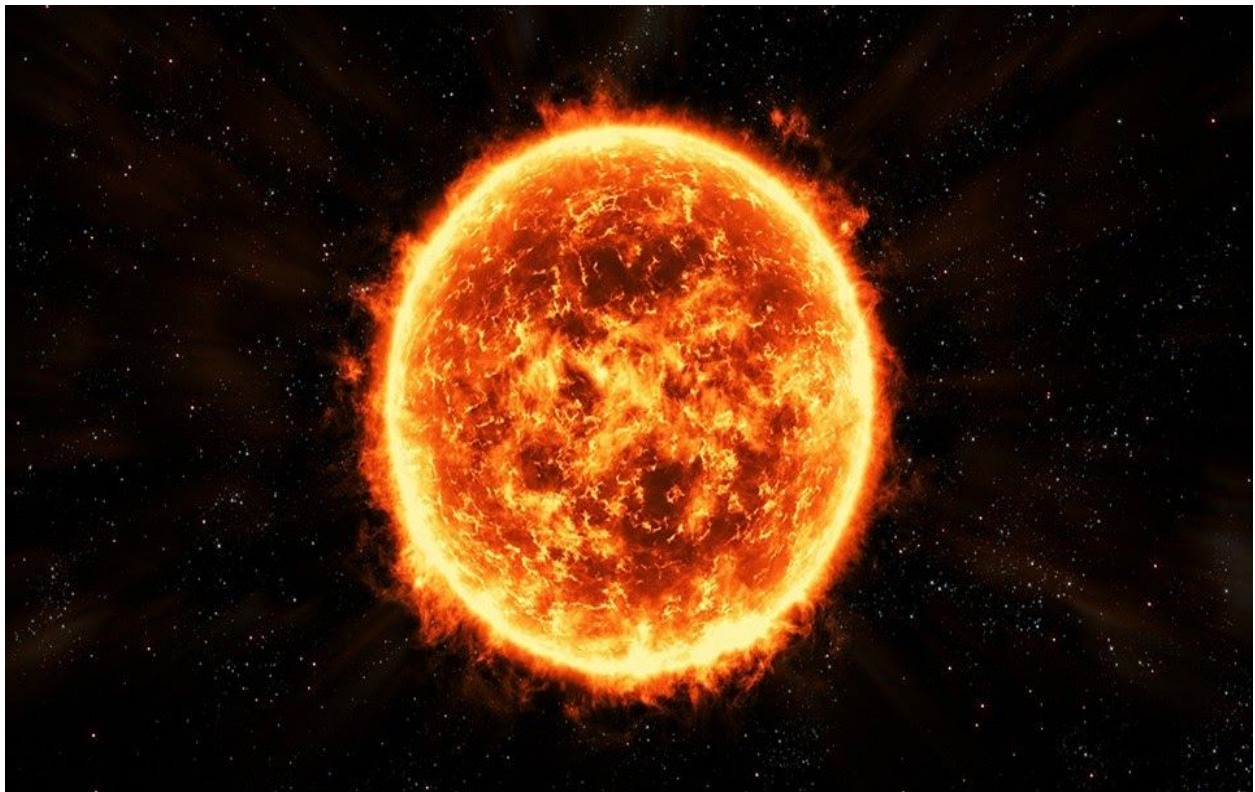
# ΔΙΑΝΕΜΗΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

## ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ΟΝΟΜΑ : Γιώργος Χαρίτου

ΑΕΜ : 9242

EMAIL : charitog@ece.auth



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Γενικά.....	3
2.Ήλιος.....	3
3.Ακτινοβολία.....	4
4.Ηλιακή ακτινοβολία.....	4
5.Τροχιά ήλιου.....	5
6.Ατμόσφαιρα.....	6
7.Ατμόσφαιρα Ήλιου.....	6
8.Ατμόσφαιρα Γης.....	7
9.Φάσμα και συνιστώσες ακτινοβολίας.....	9
10.Μεγέθη.....	13
11.Μονάδες μέτρησης.....	14
12.Όργανα μέτρησης.....	15
13.Ημερήσια και εποχιακή διακυμανση ανάλογα με γεωγραφικές συντεταγμένες.....	18
14.Βιβλιογραφία.....	19

# ΓΕΝΙΚΑ

## ΗΛΙΟΣ

Ο Ήλιος είναι το αστέρι του ηλιακού μας συστήματος .Είναι μια σφαίρα από θερμό πλάσμα που δημιουργείται από πυρηνική σύντηξη στον πυρήνα του. Αυτό προκαλεί ενέργεια φώτος και υπέρθερμη ακτινοβολία την οποία θα μελετήσουμε σε αυτήν την εργασία . Είναι η πιο σημαντική πηγή ενέργειας της Γης μας .

Έχει διάμετρο 1.39 εκατομμύρια χιλιόμετρα ή 109 φορές την διάμετρο της Γης και 330000 φορές την μάζα της Γης .Η μάζα του Ήλιου είναι 73% υδρογόνο , 25% ήλιο και μερικά άλλα μέταλλα όπως : σίδηρο,οξυγόνο ,άνθρακα και νέο . Ο Ήλιος έχει ισοδύναμη θερμοκρασία μέλανος σώματος 5777 K.Η θερμοκρασία στο κέντρο του εκτιμάται στους  $8 \times 10^6$  με  $40 \times 10^6$  K και η πυκνότητά του περίπου 100 φορές αυτή του νερού.Επίσης ο Ήλιος έχει ανομοιογενή κατανομή θερμοκρασίας και πολύ διαφορετικές θερμοκρασίες στα διάφορα στρώματά του, από  $16 \times 10^6$  βαθμούς στον πυρήνα του, έως μερικές χιλιάδες ή εκατομμύρια βαθμούς στο εξωτερικό του (φωτόσφαιρα και στέμμα, αντίστοιχα). Η θερμοκρασία αυξάνεται από τη φωτόσφαιρα προς τα έξω (χρωμόσφαιρα και στέμμα)

# **ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**

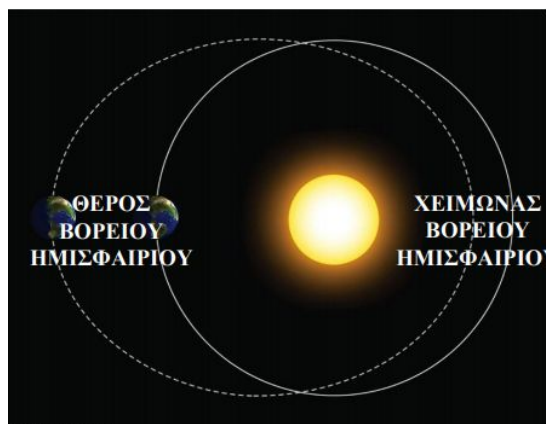
Με το όρο ακτινοβολία εννοούμε την εκπομπή και διάδοση ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, είτε στο κενό, είτε μέσα σε διαπερατό από την ακτινοβολία μέσο. Δεν γνωρίζουμε την προέλευση όλων των ειδών ακτινοβολίας. Για παράδειγμα η ακτινοβολία που ανιχνεύεται ακόμη και σήμερα και θεωρείται πως προέρχεται από τις πρώτες στιγμές της δημιουργίας του σύμπαντος, σύμφωνα με τη θεωρία της μεγάλης έκρηξης, δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε από πού έχει προέλθει. Κατά κύριο λόγο όμως η ακτινοβολία, αν δεν προϋπάρχει, προέρχεται από αλλαγές σε καταστάσεις ενέργειας της ύλης. Αλλαγή στην κατάσταση ενέργειας της ύλης (και παραγωγή ή απορρόφηση ακτινοβολίας από αυτήν) έχουμε είτε όταν η ύλη διεγείρεται και αποδιεγείρεται είτε όταν η ύλη διασπάται ή συντίθεται. Τα είδη ακτινοβολίας είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ακτινοβολία μέλανος σώματος, ακτινοβολία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας, ακτινοβολία πολύ χαμηλής συχνότητας, ραδιοκύματα, μικροκύματα, υπέρυθρη ακτινοβολία, ορατή ακτινοβολία, υπεριώδεις ακτινοβολία, ακτίνες  $\chi$ , ακτίνες  $\gamma$ , σωματιδιακή ακτινοβολία, ακτινοβολία άλφα, ακτινοβολία βήτα, ακτινοβολία νετρονίων και νετρίνων.

## **Ηλιακή ακτινοβολία**

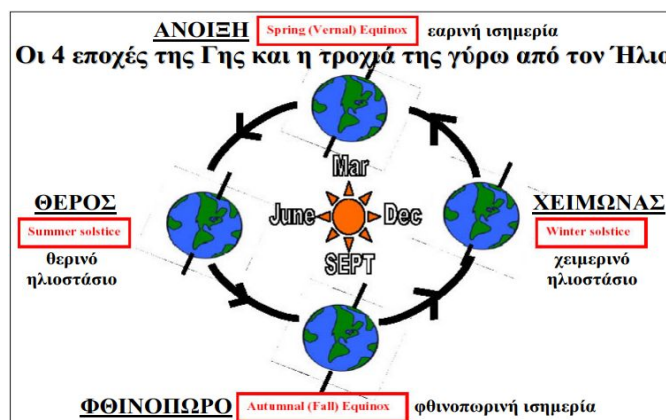
Φύση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολίας. Αυτή χωρίζεται σε σωματιδιακή μορφή που αποτελείται από ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια (πρωτόνια-νετρόνια) μικρής έντασης και κυματική μορφή

# ΤΡΟΧΙΑ ΗΛΙΟΥ

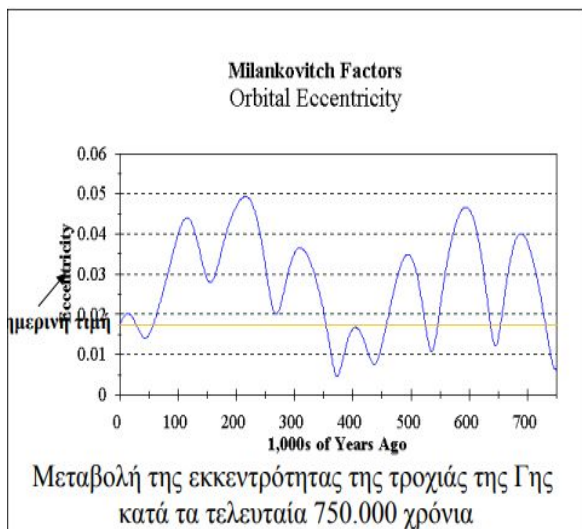
Οι πλανήτες στο ηλιακό μας σύστημα περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Μια περιφορά οριοθετεί την έννοια του ενός έτους. Στο μεταξύ, το ηλιακό μας σύστημα στην ολότητά του – ο Ήλιος μας με την οικογένειά τους πλανήτες, τα φεγγάρια, τους αστεροειδείς και τους κομήτες – περιφέρεται γύρω από το κέντρο του Γαλαξία μας. Ο Ήλιος μας και το ηλιακό μας σύστημα, κινείται με περίπου 800.000 χιλιόμετρα την ώρα σε αυτή την τεράστια τροχιά. Έτσι σε 90 δευτερόλεπτα, για παράδειγμα, όλοι κινούμαστε κάπου 20.000 χιλιόμετρα σε τροχιά, γύρω από το κέντρο του γαλαξία μας. Η ελλειπτικότητα της τροχιάς της Γης αλλάζει με το χρόνο, μεταξύ 2 τιμών: ( α) για σχεδόν κυκλική τροχιά ( $e=0.005$ ) και ( β) για περισσότερο ελλειπτική τροχιά ( $e=0.058$ ), έχοντας μια μέση τιμή  $e=0.028$ . Η μεταβολή αυτή συμβαίνει με μια μη σταθερή περίοδο, τάξεως δεκάδων έως εκατοντάδων χιλιάδων ετών (~10-100.000 έτη). Η διάρκεια των εποχών ( π.χ. στο βόρειο ημισφαίριο) δεν είναι ακριβώς η ίδια, λόγω της ελλειπτικότητας της τροχιάς της Γης. Π.χ. το 2006, η διάρκεια του θέρους ήταν μεγαλύτερη από εκείνη του χειμώνα κατά 4.66 η μέρες. Οι 4 εποχές της Γης και η τροχιά της γύρω από τον Ήλιο (για το Β. Ημισφαίριο)



**Εικόνα 1 :** Τροχιά Γης



**Εικόνα 2:** Τροχιά Γης Εποχές



**Εικόνα 3: Milankovitch Factors**

Η αλλαγή της ελλειπτικότητας της τροχιάς της Γης τροποποιεί την ένταση των ακραίων εποχών της, δηλαδή του χειμώνα και της άνοιξης.

## **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ**

### **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΗΛΙΟΥ:**

Πάνω από τη φωτόσφαιρα εξακριβώνεται ότι υπάρχει ηλιακή ύλη και μάλιστα σε στρώμα μεγάλου πάχους. Αυτό ονομάζεται ηλιακή ατμόσφαιρα ή ατμόσφαιρα Ηλίου. Η Ατμόσφαιρα του Ήλιου δεν είναι ορατή, διότι η θερμοκρασία της και κατ' επέκταση η λαμπροτητα της είναι μικρότερη από της φωτόσφαιρας, και τόσο που να αποκρύπτεται από το έντονο διάχυτο φως της ημέρας, όπως ακριβώς αποκρύπτονται και οι αστέρες. Γίνεται όμως ορατή στις ολικές εκλείψεις του Ηλίου ως λαμπρός φωτοστέφανος που περιβάλλει τον δίσκο του Ηλίου.

Η Ηλιακή ατμόσφαιρα διακρίνεται σε δύο επιμέρους στοιβάδες. Η πρώτη εξ αυτών που βρίσκεται αμέσως πάνω από τη φωτόσφαιρα καλείται χρωμόσφαιρα. Το ύψος της φθάνει περί τα

15.000 χλμ. (km), η δε θερμοκρασία της ανέρχεται στους  $.100.000^{\circ}\text{K}$ . Παρουσιάζει έντονο ρόδινο χρώμα, εξου και έλαβε το όνομα χρωμόσφαιρα. Πάνω από την χρωμόσφαιρα βρίσκεται το στέμμα ή ηλιακό στέμμα ή στέμμα Ηλίου του οποίου τα όρια φτάνουν σε απόσταση πέντε ηλιακών ακτίνων. Η θερμοκρασία του στέμματος ανέρχεται περίπου στους  $1,5 \times 10^6$  βαθμούς.

### **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΓΗΣ:**

Με τον όρο ατμόσφαιρα της Γης εννοούμε το αέριο σώμα που περιβάλλει τη Γη και συγκρατείται λόγω της βαρύτητάς της, φτάνοντας πρακτικά σε ύψος 3.500 km. Το όριο ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και το διάστημα δεν είναι αυστηρά καθορισμένο. Καθώς μεγαλώνει η απόσταση της από τη Γη η ατμόσφαιρα σταδιακά εξασθενεί και εξαφανίζεται σιγά σιγά στο διάστημα. Το υψόμετρο των 122 km ορίζει το σημείο που τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα γίνονται αισθητά κατά τη διάρκεια της επανεισόδου στην ατμόσφαιρα. Η γραμμή Κάρμαν στα 100 km. λαμβάνεται επίσης συχνά σαν το σύνορο ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και το διάστημα. Η ατμόσφαιρα προστατεύει τη ζωή στη Γη με το να απορροφά την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, να θερμαίνει την επιφάνεια της με την παρακράτηση της θερμότητας (φαινόμενο του θερμοκηπίου) και να μειώνει τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας ανάμεσα στη μέρα και τη νύχτα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελεί μείγμα πολλών αερίων, με το μεγαλύτερο ποσοστό σε όγκο να κατέχει το άζωτο (78%) και το οξυγόνο (21%). Εκτός αυτών, υπάρχει το διοξείδιο του άνθρακα, ευγενή αέρια, ίχνη υδρογόνου, όζοντος κλπ.

Στην ατμόσφαιρα επίσης αιωρούνται σχεδόν πάντα και μόρια κονιορτού, καπνού, άλατος (από τα σταγονίδια των κυμάτων) κλπ., καθώς και μεγάλη επίσης ποσότητα υδρατμών που προέρχεται από την εξάτμιση θαλασσών, λιμνών κλπ. Η



ατμόσφαιρα είναι εκείνη, που συγκρατεί την υπεριώδη ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος, μέρος από τη κοσμική ακτινοβολία.

Η χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας μέχρι το ύψος των 80-100 km είναι σχεδόν αμετάβλητη. Ανάλογα όμως της μεταβολής της θερμοκρασίας διακρίνονται σε αυτή τα ακόλουθα στρώματα:

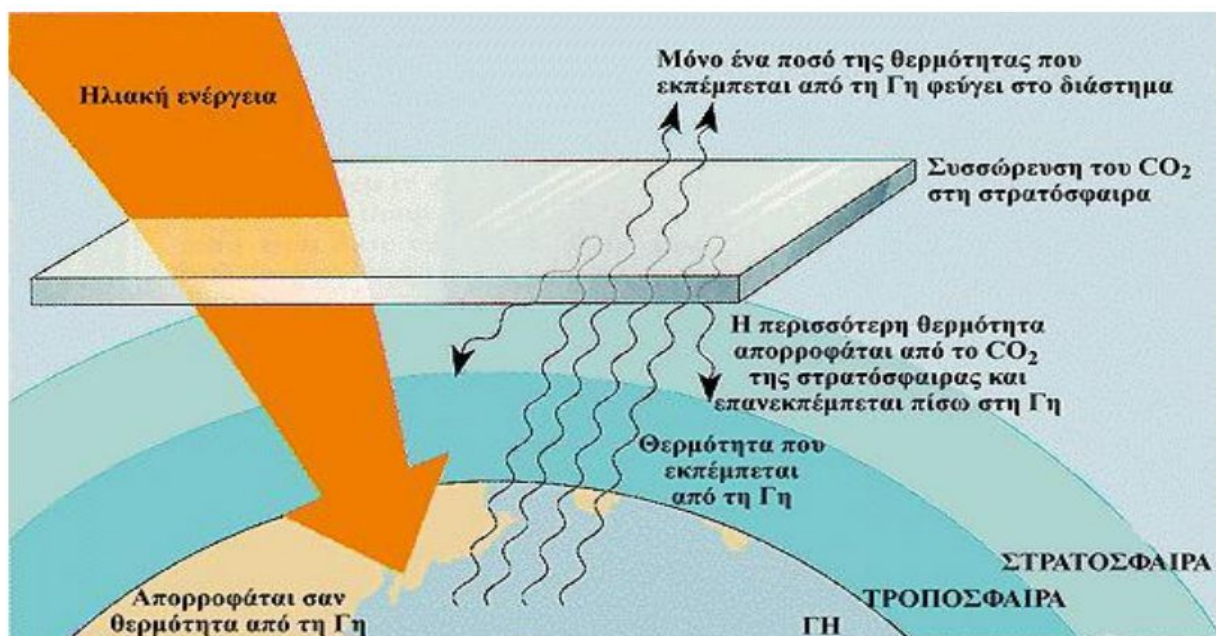
Τροπόσφαιρα, από ύψος 0 μέχρι 9-18 km (ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος) όπου και η τροπόπαυση.

Στρατόσφαιρα, από την τροπόπαυση μέχρι τα 50 km όπου και η στρατοπαυση.

Μεσόσφαιρα, από την στρατόπαυση μέχρι τα 80 km όπου και η μεσόπαυση.

Θερμόσφαιρα ή Ιονόσφαιρα, από την μεσόπαυση μέχρι 800 km. όπου η θερμόπαυση. Σε αυτό το κομμάτι της ατμόσφαιρας βρίσκεται ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός ISS. Και τέλος

Εξώσφαιρα, από θερμόπαυση μέχρι 3.500 km.



**Εικόνα 4:** Ηλιακή ενέργεια στην ατμόσφαιρα της Γης



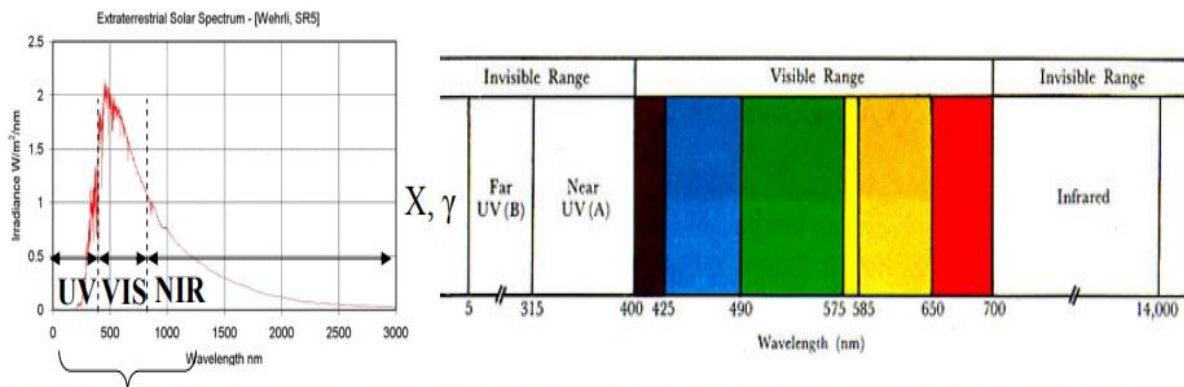
# ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

## Φάσμα ηλιακής ακτινοβολίας

Η κατανομή της ενέργειας στο ηλιακό φάσμα  
(Radiation in the atmosphere by K. Y. Kondratyev)

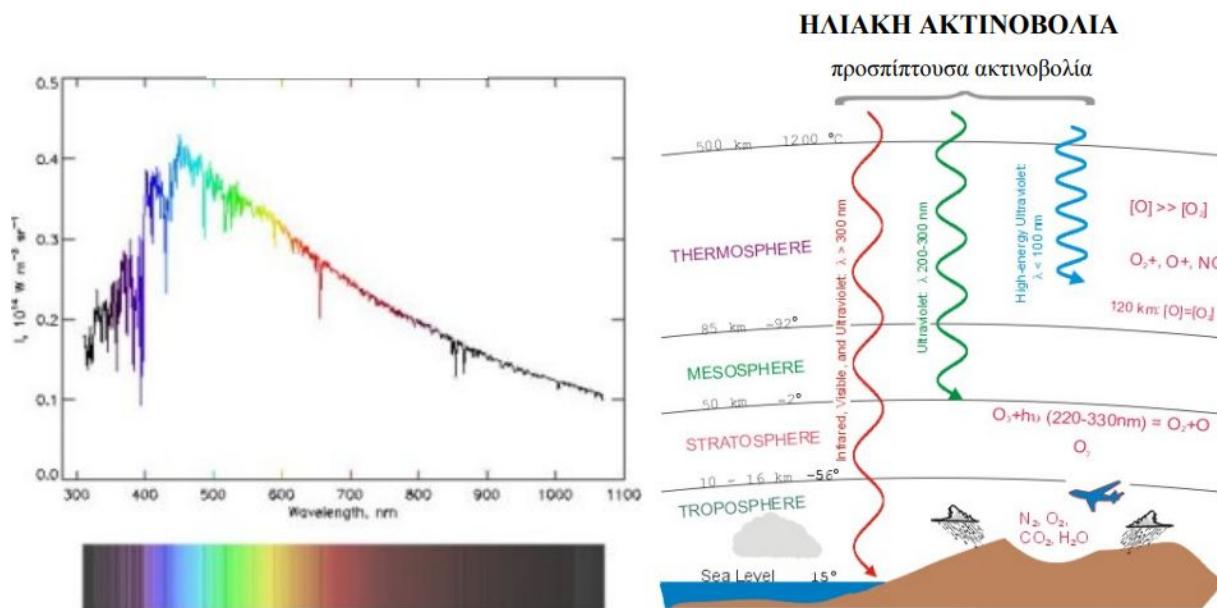
περιοχές	Φασματική Περιοχή	Μήκος κύματος	Ένταση	
(υπεριώδης) <b>UV</b> ultraviolet	Υπεριώδης	150 nm - 400 nm	0.183 ly/min	9% της ολικής έντασης
	I	150 - 280	0.011	
	II	280 - 320	0.035	
	III	320 - 400	0.137	
(ορατή) <b>VIS</b> visible	Ορατή	400 nm - 740 nm	0.865 ly/min	44% της ολικής έντασης
	I	400 - 520	0.343	
	II	520 - 620	0.259	
	III	620 - 740	0.263	
(κοντινή υπέρυθρη) <b>NIR</b> near-infrared	Υπέρυθρη	740 nm - 4000 nm	0.922 ly/min	47% της ολικής έντασης
	I	740 - 1400	0.658	
	II	1400 - 3000	0.241	
	III	3000 - 4000	0.022	

**Σχήμα 1:** Κατανομή της ενέργειας στο ηλιακό φάσμα



Τα διάφορα μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας αλληλεπιδρούν (σκεδάζονται-απορροφώνται) διαφορετικά με τα διάφορα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας και διεισδύουν τελικά σε διαφορετικά βάθη στο σύστημα Γης-ατμόσφαιρας

**Σχήμα 2:** Μήκη ηλιακού φάσματος

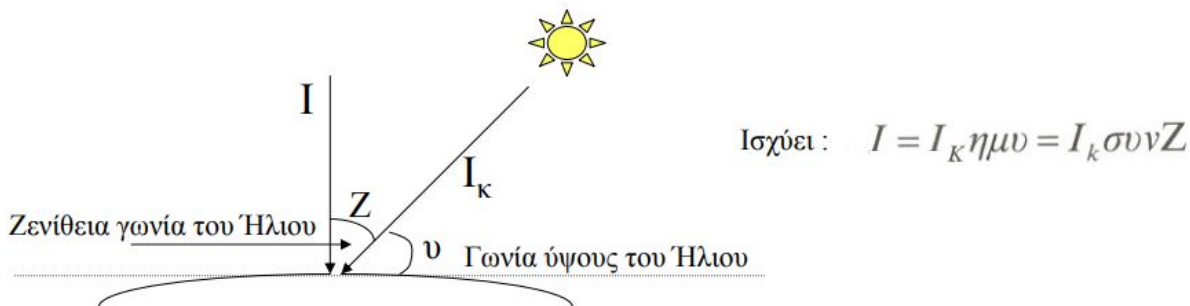


### **Εικόνα 5: Ηλιακή ακτινοβολία**

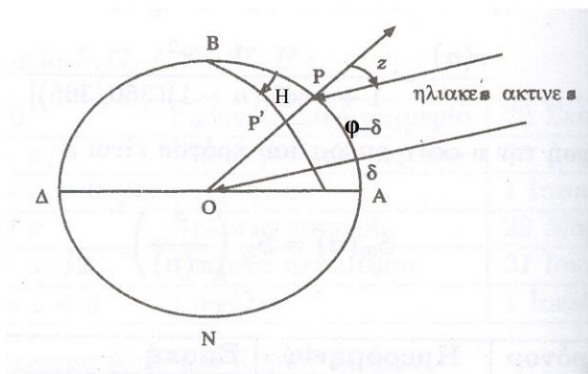
Το καθένα από τα μήκη κύματος αυτού του φάσματος αλληλεπιδρά (σκεδάζεται και απορροφάται) με διαφορετικό τρόπο με τα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας (π.χ. υδρατμούς, όζον και άλλα αέρια, νερό σταγόνες, παγοκρυστάλλους) και διεισδύει με διαφορετικό τρόπο στην ατμόσφαιρα της Γης .

Από φασματική άποψη η ηλιακή ακτινοβολία διακρίνεται στις εξής τρεις περιοχές: • Υπεριώδης ακτινοβολία ( $\lambda < 400 \text{ nm}$ ): 9% της ολικής ενέργειας • Ορατή ακτινοβολία ( $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$ ): 45% της ολικής ενέργειας • Υπέρυθρη ακτινοβολία ( $\lambda > 700 \text{ nm}$ ): 46% της ολικής ενέργειας Σε μήκη κύματος μεγαλύτερα από 2500 nm, η συνεισφορά της ηλιακής ακτινοβολίας είναι αμελητέα. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι η γήινη ακτινοβολία (δηλαδή η θερμότητα που εκπέμπει η Γη προς το διάστημα) εμφανίζεται σε μήκη κύματος πολύ μεγαλύτερα από 2500 nm, πράγμα που επιτρέπει τον διαχωρισμό της από την ηλιακή ακτινοβολία.

## Συνιστώσες ακτινοβολίας



**Εικόνα 6:** Ζενίθεια γωνία ηλιακής ακτινοβολίας  
 $I_k$  = ένταση ηλιακής ακτινοβολίας



**Εικόνα 7:** Ζενίθεια γωνία ηλιακής ακτίνας

$AOP = \varphi$  = γεωγραφικό πλάτος

$PBP' = H$  = ωριαία γωνία

$\delta$  = απόκλιση Ήλιου

$\delta=0$  ισημερία

$\delta>0$  Ήλιος στο Βόρειο Ημισφαίριο

$\delta<0$  Ήλιος στο Νότιο Ημισφαίριο

$H=0$  μεσημβρία

$H<0$  προμεσημβρίας

$H>0$  μετάμεσημβρίας

Τρίγωνο θέσης:

$$\cos(Z) = \sin(\varphi) * \sin(\delta) + \cos(\varphi) * \cos(\delta) * \cos(H)$$



# ΜΕΓΕΘΗ

Η συνολική ενέργεια που δέχεται ο πλανήτης από τον ήλιο κατά τη διάρκεια ενός έτους είναι περίπου  $5.4 \times 10^{24}$  Joules

Η ενέργεια  $F_s$  που εκπέμπεται από τον ήλιο ανά μονάδα επιφανείας του και ανά μονάδα χρόνου (ροή ενέργειας), μπορεί να υπολογιστεί αν θεωρήσουμε ότι ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία σαν ένα μέλαν σώμα θερμοκρασίας  $T_{eff}$  περίπου 5800 K, δηλαδή:  $F_s = \sigma * T_{eff}^4 = 6.42 \text{ kW cm}^{-2}$  όπου  $\sigma$  είναι η σταθερά των Stefan-Boltzmann ( $5.6697 * 10^{-12} \text{ W cm}^{-2} \text{ deg}^{-4}$ ).

Αν  $R_s$  είναι η μέση ακτίνα του ήλιου (περίπου  $696 \times 10^3 \text{ km}$ ), τότε η ακτινοβολούμενη ενέργεια ανά μονάδα χρόνου (δηλαδή η ισχύς) από όλη την επιφάνειά του και σε όλο το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα θα είναι:  $E_{sol} = F_s * 4\pi * R_s^2$

Η ενέργεια αυτή διαδίδεται σφαιρικά προς όλες τις διευθύνσεις, σχεδόν ισότροπα, και έτσι σε κάποια απόσταση από τον ήλιο κατανέμεται σε μία σφαιρική επιφάνεια, ακτίνας ίσης με την απόσταση αυτή, εφόσον βέβαια δεν συμβαίνει καμία απορρόφηση στο μεσοπλανητικό διάστημα. Συνεπώς σε κάποια χρονική στιγμή που η γη βρίσκεται σε απόσταση  $a$  από τον ήλιο η ροή ενέργειας στη θέση αυτή θα είναι:

$$F_a = \frac{E_{sol}}{4\pi a^2} = F_s (R_s/a)^2$$

Η απόσταση όμως της γης από τον ήλιο δεν είναι σταθερή. Αν θεωρήσουμε ότι η μέση απόσταση ηλίου-γης είναι

$dm = 1.496 \times 10^8 \text{ km}$ , τότε στην απόσταση αυτή η ροή της ηλιακής ενέργειας θα είναι:

$$S = F_s (R_s/dm)^2 = F_a (a/dm)^2$$

Η  $S$  ονομάζεται ηλιακή σταθερά και η μέση τιμή της μέσα σε ένα χρόνο ισούται με περίπου  $1367 \text{ W m}^{-2}$ , όπως προέκυψε από πειραματικές μετρήσεις από το έδαφος και από δορυφόρους. Η διακύμανση της ηλιακής σταθεράς μέσα σε ένα έτος που

οφείλεται στη διακύμανση της εκπεμπόμενης από τον Ήλιο ενέργειας είναι της τάξης του  $\pm 1.5\%$ . Τελικά η μέση ολική ενέργεια ΕΓολ που δέχεται η Γη στη μονάδα του χρόνου είναι ανάλογη της επιφάνειας που προβάλλει η γη στη δέσμη των ηλιακών ακτίνων:

$$E_{Γολ} = S \pi R_{γ}^2 = F s \pi (R_s R_{γ} / d_m)^2$$

όπου  $R_{Γ} = 6378 \text{ km}$ , είναι η μέση ακτίνα της γης, και τελικά:

$$E_{Γολ} = \pi \sigma T_{eff}^4 (R_s R_{γ} / d_m)^2$$

Εφόσον η ροή της ηλιακής ακτινοβολίας  $F$  εκφράζει την μεταβολή της ενέργειας  $E$  στην μονάδα του χρόνου, σε ένα διάστημα

$\Delta t = t_2 - t_1$  η συνολικά διαθέσιμη ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας μπορεί να προκύψει από την:

$$F = \frac{dE}{dt} \Rightarrow E = \int_{t_1}^{t_2} F dt$$

Προκειμένου να υπολογιστεί το ολοκλήρωμα της παραπάνω σχέσης, πρέπει να είναι γνωστή η αναλυτική έκφραση της  $F$  σαν συνάρτηση του χρόνου  $t$ . Εφόσον οι υπολογισμοί γίνονται για συνθήκες εκτός της Γήινης ατμόσφαιρας, η  $F$  μπορεί να θεωρηθεί ότι εξαρτάται μόνο από την απόσταση Ηλίου-Γης, και από την γωνία με την οποία προσπίπτει.

$$E = \int_{t_1}^{t_2} F_a (\sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos H) dt$$

## **ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Μήκος κύματος:

$$(\mu\text{m}) \quad 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$$

$$(\text{nm}) \quad 1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$$

$$(\text{\AA}) \quad 1 \text{\AA} = 10^{-8} \text{ cm}$$

Ισχύς: (W)

$$\text{Ροή ισχύος:} \quad 1 \text{ W m}^{-2} = 10^7 \text{ erg m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

$$\text{Ροή ισχύος φασματική:} \quad 1 \text{ W m}^{-2} \text{ nm}^{-1} \text{ ή } 10^{11} \text{ erg cm}^{-3} \text{ sec}^{-1} \quad 1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$$

Ενέργεια: 1 Btu = 1055.79 J

1 cal = 4.18 J

Ροή ενέργειας:  $1 \text{ kWh m}^{-2} = 3.6 \text{ MJ m}^{-2}$

## **ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

Για τη μέτρηση της ενέργειας που μεταφέρει η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιούνται διάφορα όργανα, ανάλογα με το είδος και την επιζητούμενη ποιότητα της μέτρησης.

### **Πυρηλιόμετρο:**

Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ροής (είτε φασματικής είτε όχι) της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση.

### **Πυρανόμετρο:**

Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ροής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ολόκληρο το ηλιακό φάσμα, η οποία προσπίπτει σε οριζόντια επιφάνεια και προέρχεται τόσο απευθείας από τον ήλιο, όσο και από σκέδαση στα συστατικά της ατμόσφαιρας.

### **Πυργεόμετρο:**

Πρόκειται για όργανο το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ακτινοβολίας της ίδιας της ατμόσφαιρας, πάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

### **Πυρακτινόμετρο:**

Χρησιμοποιείται για τη σύγχρονη μέτρηση της ακτινοβολίας που δέχεται ένα σημείο στο χώρο, τόσο από το άνω όσο και από το κάτω ημισφαίριο.

### **Πυρανόμετρο διπλής όψης:**

Το όργανο αυτό χρησιμοποιείται για μετρήσεις της διαφοράς της ροής ενέργειας, μέσα από μία οριζόντια επιφάνεια, της ακτινοβολίας που κατευθύνεται προς το διάστημα και αυτής που κατευθύνεται προς την επιφάνεια του εδάφους.



### **Θερμιδόμετρα:**

Βασίζονται στον καθορισμό της ποσότητας της ενέργειας που απορροφήθηκε από ένα υλικό, με τη χρήση μετρήσεων των μεταβολών της θερμοκρασίας του.

### **Θερμοζεύγη:**

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στην μέτρηση της Η.Ε.Δ. που παρουσιάζει το θερμοζεύγος όταν οι δύο επαφές του βρεθούν σε διαφορετική θερμοκρασία.

### **Βολόμετρα:**

Είναι ο πιο ευαίσθητος τύπος ανιχνευτή, διότι βασίζεται στη μέτρηση της μεταβολής της αντίστασης ενός μετάλλου ή ενός ημιαγωγού όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία του.

### **Πυροηλεκτρικοί ανιχνευτές:**

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στην ιδιότητα που παρουσιάζουν ορισμένοι κρύσταλλοι να μεταβάλλουν τα διαστήματα του δικτύου της δομής τους όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία τους, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μία στιγμιαία ηλεκτρική πόλωση.

### **Ανιχνευτές φωτός (photo-detectors):**

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά τους είναι το γεγονός ότι διεγείρονται από διακριτά φωτόνια που έρχονται σε επαφή με το υλικό και όχι από μεταβολές της θερμοκρασίας του υλικού.

### **Φωτοβολταϊκοί ανιχνευτές:**

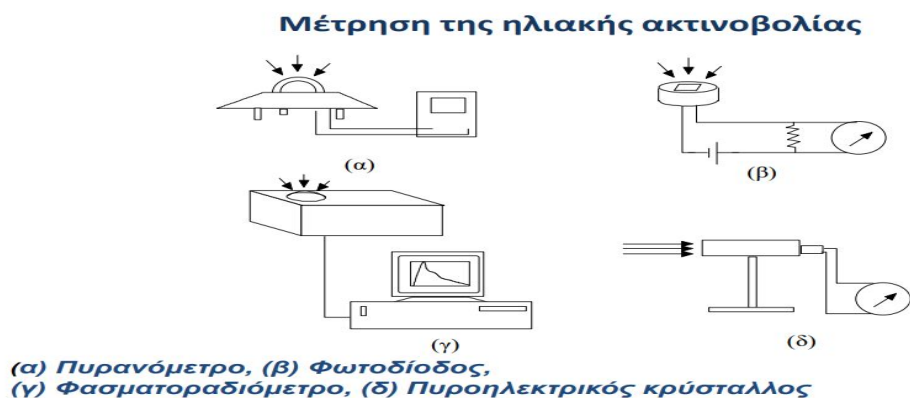
Είναι οι απλούστεροι και παρέχουν τη δυνατότητα δημιουργίας μετρήσιμης τάσης όταν δέχονται ακτινοβολία στο ορατό ή στο κοντινό υπεριώδες.

### **Φωτοαγώγιμοι ανιχνευτές:**

Βασίζονται στην μεταβολή της αγωγιμότητας ορισμένων υλικών όταν αυτά εκτεθούν σε ακτινοβολία και συναντώνται σε μεγάλη ποικιλία από διαφορετικά υλικά.

### Φωτοεκπομποί :

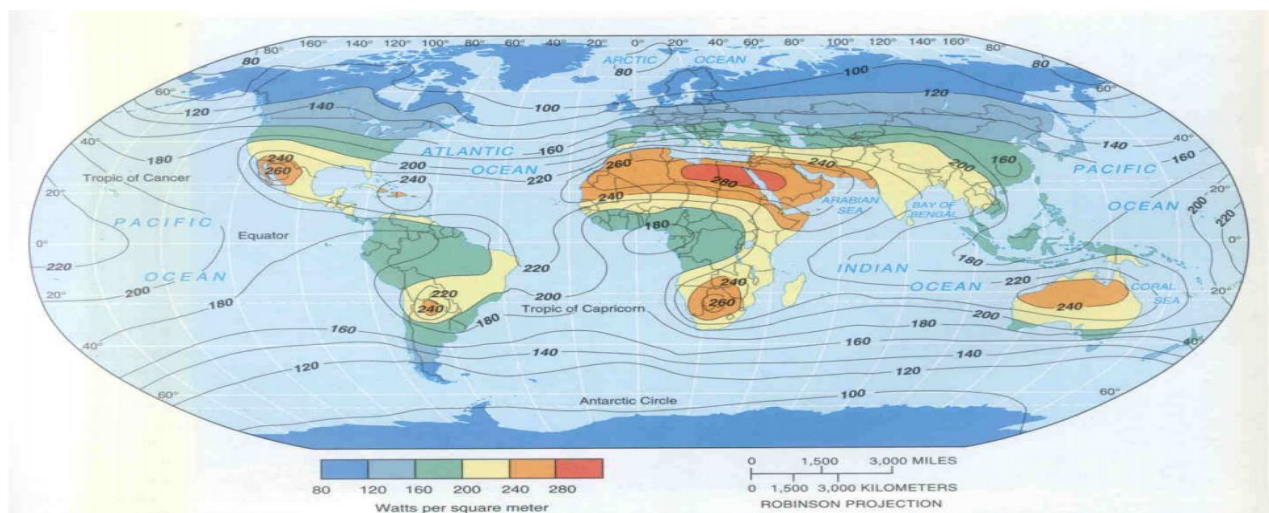
Στις δύο προηγούμενες κατηγορίες τα ηλεκτρόνια που αποσπώνται από τα μόρια του υλικού παραμένουν μέσα στο υλικό και παράγουν τάση κατά μήκος του υλικού ή αλλάζουν την αγωγιμότητά του. Στους φωτοεκπομπούς όμως τα ηλεκτρόνια αποσπώνται και δεν παραμένουν μέσα στην μάζα του υλικού (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο). Έτσι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια μπορούν να συλλεχθούν από μία άνοδο και να δώσουν μία ροή ρεύματος ή να οδηγηθούν σε ένα πεδίο υψηλής τάσης. Εκεί επιταχύνονται ώστε να προσκρούσουν με αρκετή ενέργεια σε κάποιο υλικό και να ελευθερώσουν και άλλα ηλεκτρόνια. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε μεγάλη παραγωγή ηλεκτρονίων που προήλθαν από ένα μόνο φωτόνιο (φωτοπολλαπλασιαστές).



**Εικόνα 9:** Όργανα μέτρησης ηλιακής ακτινοβολίας

# ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

Η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της Γης εξαρτάται από: την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα ,το ύψος του ήλιου, το υψόμετρο της θέσης ,την ανακλαστικότητα του εδάφους ,το ποσό και το είδος των νεφών ,τη σύνθεση των σωματιδίων και των αερίων της ατμόσφαιρας



**Εικόνα 10:** Ενέργεια ηλιακής ενέργειας ανα γεωγραφικές συντεταγμένες

	<b>Βόρεια Ελλάδα</b>		<b>Αιγαίο</b>		<b>Κρήτη</b>	
	kWh/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
ΙΑΝ	60	81	62	83	74	100
ΦΕΒ	75	112	81	120	93	138
ΜΑΡ	113	152	130	175	145	195
ΑΠΡ	132	183	173	241	189	262
ΜΑΙΟΣ	161	216	223	300	232	312
ΙΟΥΝ	181	251	249	346	254	353
ΙΟΥΛ	190	255	254	341	261	351
ΑΥΓ	171	230	227	305	235	316
ΣΕΠ	131	183	174	242	186	258
ΟΚΤ	94	126	121	162	134	180
ΝΟΕ	60	83	71	99	83	115
ΔΕΚ	49	65	52	70	65	87
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>1416</b>	<b>161</b>	<b>1817</b>	<b>207</b>	<b>1951</b>	<b>222</b>

Πηγή: RETScreen Data, NASA

**Σχήμα 3:** Ηλιάκη ισχύς και ενέργεια στο έδαφος

# **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[1]Sun [online]

<https://en.wikipedia.org/wiki/Sun#Sunlight>

[2]Ακτινοβολία[online]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>

[3]Ατμόσφαιρα της Γης[online]

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1\\_%CF%84%CE%B7%CF%82\\_%CE%93%CE%B7%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%93%CE%B7%CF%82)

[4]Ατμόσφαιρα της Ήλιου[online]

<https://project6astro.wordpress.com/2-2/%CE%B1%CF%84%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%85/>

[5]“Υπολογισμοί ηλιακής ακτινοβολίας” Ταουσανίδης Νίκος Τμήμα ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

[6]Ηλιακή ακτινοβολία εργασία [online]

<http://www.physics.uoi.gr/seci/clim2.pdf>

[7]“ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ” ΔΡ Μάρθα Λαζαρίδου-Αθανασίου ΤΕΙ Καβάλας τμήμα Δασοπονίας και διαχείριση φυσικού περιβάλλοντος

[8]Αστρονομία – Γαλαξίας: Μερικά στοιχεία για τη θέση και την κίνηση του Ήλιου μας σε σχέση με τον Γαλαξία μας[online]

<https://egno.gr/2016/11/astronomia-galaxias-merika-stoichoia-gia-ti-thesi-kai-tin-kinisi-to-u-iliou-mas-se-schesi-ton-galaxias-mas/>

[9]“Πηγές Ενέργειας στο Περιβάλλον”, Α. Μπάη ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2011 (ΤΕΤΑΡΤΗ ΕΚΔΟΣΗ)

[10]“Ηλιακή ακτινοβολία” Δρ. Γεώργιος Μιχ. Σταυρακάκης Χημ. Μηχανικός PhD, MSc ΕΜΠ τμήμα ηλεκτρολόγων μηχανικών ΕΛΜΕΠΑ

[https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TH134/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CE%95%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BD%CF%8C%202019-20/2.%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1\\_%CE%91%CE%A0%CE%95\\_rev1.pdf](https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TH134/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CE%95%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BD%CF%8C%202019-20/2.%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1_%CE%91%CE%A0%CE%95_rev1.pdf)

[11] “ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ” Νίκος Μαμάσης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ Δημήτρης Κουτσογιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Τομέας Υδατικών Πόρων Αθήνα 2010