

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ποια είναι η αγαπημένη σας εποχή; Οι περισσότεροι θα απαντήσουν: «η Άνοιξη», άλλοι «το Καλοκαίρι», κάποιιο ίσως πουν «το Φθινόπωρο» ή «ο Χειμώνας». Θα μπορούσε όμως κανείς να ζήσει σε ένα περιβάλλον που θα επικρατούσαν συνεχώς συνθήκες Άνοιξης, ή Καλοκαιριού; Μήπως η διαδοχική εναλλαγή και των τεσσάρων εποχών είναι αυτή που μας κάνει τελικά να αποζητούμε την μία ή την άλλη;

Η εναλλαγή αυτή είναι που κάνει τη ζωή μας να μην δείχνει ανιαρή και να μην πλήττουμε σε ένα περιβάλλον με τις τέλειες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Αυτή η εναλλαγή ευθύνεται για το ότι είναι καλοδεχούμενες οι βροχές του φθινοπώρου μετά από ένα καυτό καλοκαίρι (όσο ξέγνοιαστο κι αν μοιάζει στις διακοπές). Το ίδιο συμβαίνει και υποδέχονται όλοι σαν μικρά παιδιά τις πρώτες νιφάδες χιονιού το χειμώνα, παρόλο το κρύο από το οποίο συνοδεύονται. Και ξανά, όταν το Μάρτιο η φύση μαλακώνει, πόσο ευχάριστα συναισθήματα δημιουργούνται και πόσους ποιητές αλλά και απλούς ερωτευμένους ανθρώπους δεν έχει εμπνεύσει αυτή η πολυπόθητη αλλαγή του καιρού και ο ερχομός της Άνοιξης.

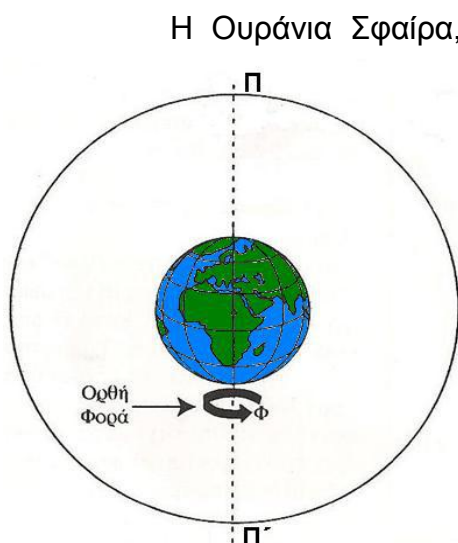
Μάλλον λοιπόν αυτό που αναζητά ο άνθρωπος τελικά είναι αυτή η εναλλαγή και όχι μία συγκεκριμένη εποχή, επομένως ο καθένας μας θα έπρεπε να το σκεφθεί καλύτερα πριν απαντήσει στην αρχική μας ερώτηση.

Τι όμως είναι αυτό που κάνει τον καιρό να αλλάζει; Ποιος ευθύνεται που το χειμώνα η ημέρα διαρκεί λιγότερες ώρες, απ' ότι η νύχτα; Γιατί το καλοκαίρι οι ακτίνες του ήλιου κλίνει περισσότερο αναγκάζοντάς μας να αναζητούμε την δροσιά σε παραλίες;

Παρακάτω θα γίνει μία προσπάθεια να δοθεί μία εμπειριστατωμένη απάντηση στο καθένα από τα πιο πάνω ερωτήματα. Στην προσπάθεια αυτή απαραίτητες είναι κάποιες βασικές γνώσεις από την αστρονομία, για τις κινήσεις της Γης περί τον Ήλιο και τον άξονά της αλλά και κάποιιο ορισμοί που παρακάτω δίδονται με τον απλούστερο δυνατό τρόπο, ώστε να γίνουν κατανοητοί απ' όλους.

2. ΟΡΙΣΜΟΙ

α. Άξονας του κόσμου, Ισημερινός, Μεσημβρινοί



Σχήμα 1: Η περιστροφή της Γης και της Ουράνιας Σφαίρας

Η Ουράνια Σφαίρα, λόγω της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της, φαίνεται να περιστρέφεται γύρω από τον αυτόν άξονα, που ονομάζεται **άξονας του κόσμου**. Αυτός τέμνει τη μεν επιφάνεια της Γης στα σημεία π, π' (Βόρειος και Νότιος Πόλος της Γης), τη δε ουράνια σφαίρα στα σημεία Π, Π' (Βόρειος και Νότιος Ουράνιος Πόλος) (Σχήμα 1)

Το επίπεδο που διέρχεται από το κοινό κέντρο Γης-Ουράνιας Σφαίρας και είναι κάθετο στον άξονα του κόσμου ονομάζεται **Ισημερινός** και διχοτομεί τόσο τη Γη όσο και την Ουράνια Σφαίρα σε βόρειο και νότιο ημισφαίριο.

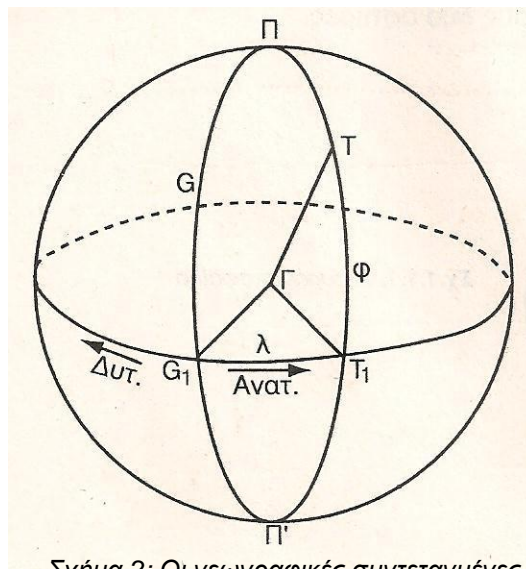
Για να ορίσουμε τη θέση ενός τόπου στην επιφάνεια της Γης, τη θεωρούμε σφαιρική. Σ' αυτή την περίπτωση η διεύθυνση της κατακορύφου στον τόπο T συμπίπτει με τη διεύθυνση της ακτίνας ΓT . (Σχήμα 2)

Το ημικύκλιο που διέρχεται από τους πόλους της Γης και τον τόπο T ονομάζεται **γήινος μεσημβρινός του τόπου**. Βασικός μεσημβρινός θεωρείται αυτός που διέρχεται από το αστεροσκοπείο του Greenwich, δηλαδή ο $\Pi' \Gamma \Pi$. (Σχήμα 2)

β. Γεωγραφικό μήκος, Γεωγραφικό πλάτος

Η διέδρη γωνία που σχηματίζεται από τους μεσημβρινούς του Greenwich και του τόπου T ονομάζεται **γεωγραφικό μήκος** (λ) του τόπου. Το γεωγραφικό μήκος μετρείται από το τόξο $G_1 T_1$ επάνω στο γήινο ισημερινό από 0° - 180° ανατολικά και από 0° - 180° δυτικά Greenwich. (Σχήμα 2)

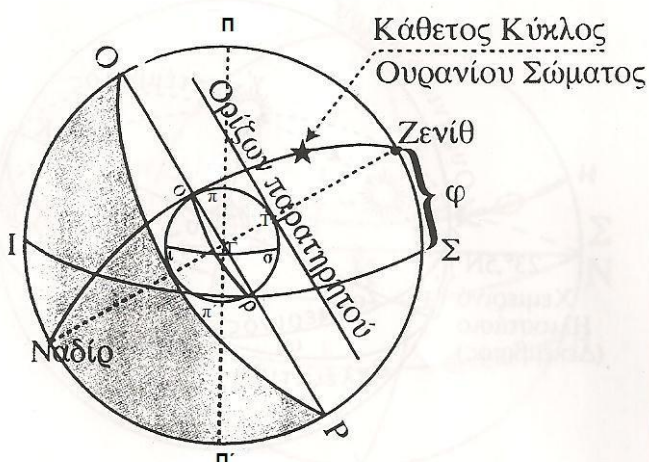
Η γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση της κατακορύφου ΓT του τόπου με τον γήινο ισημερινό ονομάζεται **γεωγραφικό πλάτος** (φ) του τόπου και μετρείται πάνω στο μεσημβρινό του τόπου, από τον Ισημερινό προς τους πόλους και από 0° έως $+90^\circ$ για το βόρειο και 0° έως -90° για το νότιο ημισφαίριο. (Σχήμα 2) Για παράδειγμα το γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης (Λευκός Πύργος) είναι $+40^\circ 37' 34''$.



Σχήμα 2: Οι γεωγραφικές συντεταγμένες ενός τόπου της Γης

γ. Ορίζοντας, Ζενίθ, Ναδίρ

Ορίζοντας (OP) του τόπου T ονομάζεται το κάθετο στην κατακορύφου του τόπου επίπεδο, το οποίο διέρχεται από το κέντρο της Γης.¹ Ο ορίζοντας του τόπου χωρίζει την ουράνια σφαίρα σε ορατό και μη ορατό ημισφαίριο και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. (Σχήμα 3)



Σχήμα 3: Ορίζοντας του τόπου T

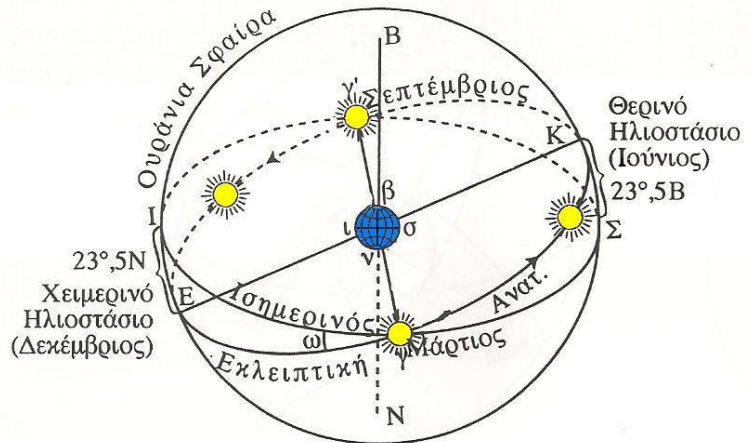
Αν προεκτείνουμε την κατακορύφου ΓT του τόπου αυτή συναντά την ουράνια σφαίρα σε δύο σημεία: το **Ζενίθ (Z)** πάνω από το κεφάλι μας και το **Ναδίρ (N)** κάτω από τα πόδια μας διαμετρικά αντίθετα του Ζενίθ. Να σημειωθεί ότι η απόσταση του Ζενίθ από τον Ισημερινό δηλαδή το τόξο ΣZ ισούται με το

¹ Συνήθως ο ορίζοντας του τόπου ταυτίζεται με τον ορίζοντα του παρατηρητού διότι η απόσταση του τόπου από το κέντρο της Γης είναι αμελητέα στην αστρονομία.

γεωγραφικό πλάτος (φ) του τόπου (τόξο $\sigma\Gamma$) διότι αμφότερα μετρούν την ίδια γωνία στο κοινό κέντρο Γ της Γης. (Σχήμα 3)

δ. Εκλειπτική, Απόκλιση

Το επίπεδο της τροχιάς της Γης κατά την κίνησή της περί τον Ήλιο, πάνω στο οποίο φαίνεται να κινείται ο Ήλιος, καλείται **επίπεδο της Εκλειπτικής**. Το επίπεδο της Εκλειπτικής τέμνει την ουράνια σφαίρα κατά ένα μέγιστο κύκλο ο οποίος ονομάζεται **εκλειπτική**² η οποία τέμνεται με τον Ισημερινό σε τμήμα $\gamma\gamma'$ και σχηματίζει με το επίπεδο του γωνία $\omega=23^\circ 27'$ η οποία ονομάζεται **λόξωση** της εκλειπτικής.



Σχήμα 4: Εκλειπτική. Εδώ φαίνεται ο Ήλιος να κινείται γύρω από τη Γη. Αυτό αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος που το μέγεθος του είναι συγκριτικά πολύ μικρό. Η Απόκλιση στα σημεία γ, γ' είναι 0° , ενώ στα σημεία E, K είναι $23^\circ 27'$

Απόκλιση του Ηλίου καλείται η απόστασή του, βορείως ή νοτίως του Ισημερινού, αναλόγως της ημερομηνίας του έτους, καθώς αυτός διατρέχει την Εκλειπτική. (Σχήμα 4) Στα σημεία γ και γ' της τομής της Εκλειπτικής και του Ισημερινού, ο Ήλιος έχει απόκλιση $\delta=0^\circ$, ενώ στα σημεία E και K η απόκλιση φθάνει στη μέγιστη τιμή της $\delta=\omega=23^\circ 27'$.

3. ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

α. Περιστροφή της Γης περί τον άξονά της.

Η Γη περιστρέφεται περί τον άξονά της κατά την αποκαλούμενη ορθή φορά (Φ) εκ Δυσμών προς Ανατολάς όπως δείχνει το σχήμα 1. Εμείς δεν αισθανόμαστε αυτή την περιστροφή αλλά την καταλαβαίνουμε από τη σχετική κίνηση των ουρανίων σωμάτων τα οποία φαίνεται να περιστρέφονται γύρω από τη Γη κατά την ανάδρομη φορά, δηλαδή εξ Ανατολών προς Δυσμάς. Η περιστροφή αυτή της Γης περί τον άξονά της είναι η αιτία της εναλλαγής ημέρας και νύχτας. Περιστρεφόμενη εκ Δυσμών προς Ανατολάς η Γη αποκαλύπτει τη μισή της επιφάνεια στις ακτίνες του Ηλίου (προς το μέρος του Ηλίου), οπότε στην επιφάνεια αυτή επικρατούν συνθήκες ημέρας, ενώ ταυτόχρονα αποκρύπτει από τον Ήλιο την υπόλοιπη επιφάνειά της, η οποία μένει στη σκιά του ίδιου του όγκου της γήινης σφαίρας και στην οποία επικρατούν όπως είναι φυσικό συνθήκες σκότους. Αυτή η περιστροφή διαρκεί 24 ώρες (12 ώρες ημέρας και 12 ώρες νύκτας για έναν τόπο)³.

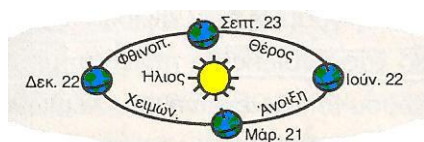
² Η Εκλειπτική πήρε αυτό το όνομα διότι όταν ο Ήλιος και η Σελήνη συμπίπτουν σ' αυτό το επίπεδο, τότε έχουμε το φαινόμενο των εκλείψεων.

³ Παρακάτω θα δούμε ότι η διάρκεια της ημέρας και αντίστοιχα της νύκτας σ' έναν τόπο εξαρτάται από το Γεωγραφικό Πλάτος του αλλά και την εποχή του χρόνου.

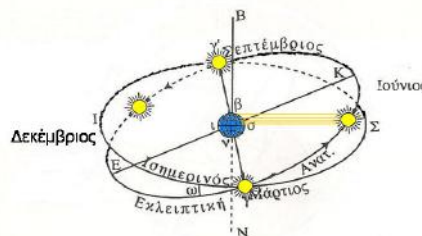
β. Περιστροφή της Γης περί τον Ήλιο.

Εκτός από την περιστροφή περί τον άξονά της, η Γη περιστρέφεται και γύρω από τον Ήλιο στη διάρκεια ενός έτους (365 ημέρες περίπου) κατά την ίδια φορά, δηλαδή εκ Δυσμών προς Ανατολάς όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Σε ένα έτος η Γη διαγράφει μία **έλλειψη** της οποίας τη μία εστία κατέχει ο Ήλιος. Η μικρότερη απόσταση μεταξύ Γης – Ηλίου ονομάζεται **περιήλιο** και είναι 147.100.000 χιλ. ενώ η μέγιστη απόσταση ονομάζεται **αφήλιο** και είναι 152.100.000 χιλ.

Σε αντίθεση με αυτό που εκ πρώτης όψεως θα συμπεράναι κάποιος, καλοκαίρι δεν έχουμε όταν η Γη βρίσκεται στο περιήλιο της τροχιάς της. Συγκεκριμένα η Γη διέρχεται από το περιήλιο την 1^η Ιανουαρίου και από το αφήλιο την 2^α Ιουλίου. Το καλοκαίρι στο βόρειο ημισφαίριο οι θερμοκρασίες είναι υψηλές **όχι** γιατί ο Ήλιος βρίσκεται πιο κοντά στη Γη, αλλά διότι οι ακτίνες του Ηλίου προσπίπτουν κάθετα σ' αυτό (σχήμα 6) και επιπλέον διότι η διάρκεια της ημέρας είναι μεγαλύτερη (το καλοκαίρι περισσότερες ώρες φωτίζεται το βόρειο ημισφαίριο)⁴.



Σχήμα 5: Η Γη περιστρέφεται σε ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο, εκ Δυσμών προς Ανατολάς, με μέση απόσταση 149.600.000 χιλιόμετρα και μ' αυτή του την περιστροφή δημιουργεί την εναλλαγή των εποχών



Σχήμα 6: Οι ακτίνες του Ηλίου το καλοκαίρι προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια του βόρειου ημισφαιρίου

Εξ' αιτίας της περιστροφής αυτής της Γης, ο Ήλιος φαίνεται ότι κινείται κατά την ορθή φορά περίπου 1^ο την ημέρα πάνω στην εκλειπτική. Ούτε αυτή την κίνηση του πλανήτη μας την αντιλαμβανόμαστε εμείς οι κάτοικοί του και ο λόγος είναι ότι βρισκόμαστε πάνω του και είμαστε πολύ μικροί σε σχέση μ' αυτόν και του περιβάλλοντος γύρω του. Η περιστροφή της Γης περί τον Ήλιο γίνεται αντιληπτή από την εναλλαγή των εποχών. (σχήμα 5)

4. ΟΙ ΕΠΟΧΕΣ ΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟ

Η κίνηση της Γης πάνω στην εκλειπτική σε συνδυασμό με την κλίση του άξονα περιστροφής της δημιουργεί την εναλλαγή των εποχών που ενέπνευσαν τόσους ποιητές. Ας δούμε λοιπόν πώς⁵.

Την 21^η Μαρτίου ο Ήλιος διέρχεται από το σημείο γ και αρχίζει η Άνοιξη στο βόρειο ημισφαίριο διότι μέρα με την ημέρα ανεβαίνει πιο ψηλά πάνω από το επίπεδο του Ισημερινού και οι ακτίνες του προσπίπτουν σχεδόν κάθετα σ' αυτό. (Σχήμα 4) Η Γη στο βόρειο ημισφαίριο ντύνεται στα πράσινα και διάφορα όμορφα χρώματα έρχονται να τη στολίσουν καθώς η θερμοκρασία σιγά σιγά αυξάνεται.

⁴ Περισσότερα για τις συνθήκες φωτισμού κατά τη διάρκεια του έτους δίδονται στη συνέχεια.

⁵ Προς ευκολότερη κατανόηση των κινήσεων θα θεωρήσουμε ότι ο Ήλιος είναι αυτός που κινείται πάνω στην τροχιά της Εκλειπτικής εκ Δυσμών προς Ανατολάς. Αυτή είναι η φαινομένη κίνηση. Στην πραγματικότητα η Γη είναι αυτή που κινείται πάνω στην Εκλειπτική εξ Ανατολών προς Δυσμάς.

Την 21^η Ιουνίου ο Ήλιος έχει φθάσει στο σημείο Κ (θερινό ηλιοστάσιο) και βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο του βόρειου ημισφαιρίου. (Σχήμα 4) Τώρα οι ακτίνες του Ηλίου προσπίπτουν κάθετα σ' αυτό και το ζεσταίνουν, το καλοκαίρι είναι ήδη εδώ! Χαρούμενα δείχνουν τα παιδιά σ' ολόκληρο το ημισφαίριο του πλανήτη και οι παραλίες γεμίζουν με ξέγνοιαστες φωνούλες.

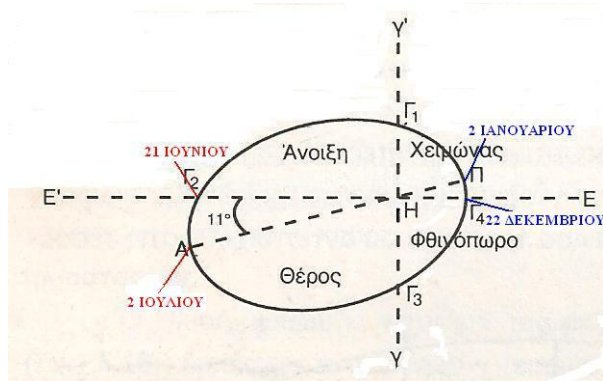
Τα μπάνια και η ξεγνοιασιά των διακοπών έχουν ήδη τελειώσει, ο ημεροδείκτης δείχνει 23 Σεπτεμβρίου, τα παιδιά γυρίζουν στα θρανία τους και ο Ήλιος επιστρέφει πάλι στον Ισημερινό αυτή τη φορά στο σημείο γ' (που βρίσκεται σε αντιδιαμετρική θέση με το γ της 21^{ης} Μαρτίου). (Σχήμα 4) Αρχίζει το φθινόπωρο στο βόρειο ημισφαίριο το οποίο αρχίζει να δροσίζει καθώς ο Ήλιος φεύγει κάτω από το επίπεδο του Ισημερινού. Τώρα οι ακτίνες του πέφτουν υπό γωνία στον βορρά του πλανήτη μας ενώ είναι η σειρά του νοτίου ημισφαιρίου να τις υποδέχεται σε σχεδόν ορθή γωνία.

Την 22^α Δεκεμβρίου τα παιδιά αναμένουν με ανυπομονησία τα Χριστούγεννα και τον Αη Βασίλη και παρακαλούν τον Θεό να ντύσει την φύση με το άσπρο της φόρεμα. Συνήθως έτσι και γίνεται αφού ο Ήλιος βρίσκεται στο σημείο Ε (χειμερινό ηλιοστάσιο), στο χαμηλότερο δηλαδή σημείο και οι ακτίνες του πέφτουν στο βόρειο ημισφαίριο πλαγίως και δεν μπορούν να το ζεστάνουν. (Σχήμα 4)

Ο Ήλιος θα συνεχίσει το ετήσιο ταξίδι του πάνω στην εκλειπτική για να συναντήσει το σημείο γ (στο επίπεδο του Ισημερινού) σημείο από το οποίο το όμορφο αυτό ταξίδι ξεκίνησε και στο οποίο θα τελειώσει την 21^η Μαρτίου.

Είναι εύκολο να φανταστεί κάποιος ότι οι αντίθετες συνθήκες (και εποχές) επικρατούν στο νότιο ημισφαίριο.

Στον περισσότερο κόσμο πλανάται η εντύπωση ότι τον Χειμώνα ο Ήλιος βρίσκεται πιο μακριά από τη Γη ενώ το Καλοκαίρι πιο κοντά. Στη διαπίστωση αυτής της λανθασμένης εκ διαμέτρου αντιλήψεως σημαντικό ρόλο παίζει το γεγονός ότι όλοι σχεδόν γνωρίζουν πως η απόσταση Γης-Ήλιου δεν είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, ότι δηλαδή η τροχιά της Γης περί τον Ήλιο είναι

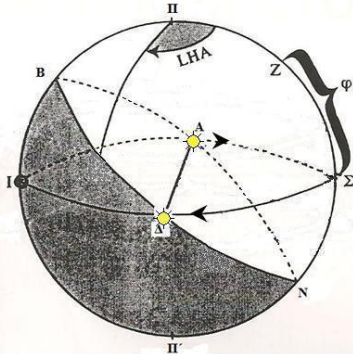


Σχήμα 7: Η γραμμή των Αψίδων ΠΑ και η γωνία που σχηματίζει με την γραμμή των Τροπών. Εδώ φαίνεται χαρακτηριστικά ότι το Καλοκαίρι η απόσταση Γης Ήλιου είναι μεγαλύτερη απ' ότι το Χειμώνα

Έλλειψη. Πράγματι η τροχιά της Γης είναι Έλλειψη και ο μεγάλος της άξονας ονομάζεται **γραμμή των αψίδων**. Η γραμμή των αψίδων λοιπόν σχηματίζει με την γραμμή των ηλιοστασίων (ή γραμμή των τροπών, όπως αλλιώς λέγεται η Ε'Ε), γωνία $\Gamma_2HA=11^\circ 16'$ όπως φαίνεται και στο σχήμα 7. Δεδομένου όμως του ότι η Γη μετακινείται 1° κάθε ημέρα, έπεται (σύμφωνα και με το σχήμα 3) ότι η Γη φθάνει στο περιήλιό της 11 σχεδόν ημέρες μετά το χειμερινό ηλιοστάσιο (22 Δεκεμβρίου), δηλαδή η Γη βρίσκεται στο κοντινότερο σημείο από τον Ήλιο την 2 Ιανουαρίου.

Ομοίως, κατά τον ίδιο τρόπο, η Γη διέρχεται από το αφήλιό της σχεδόν 11 ημέρες μετά το θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου), δηλαδή βρίσκεται στο πιο μαμακρυσμένο σημείο από τον Ήλιο την 2 Ιουλίου.

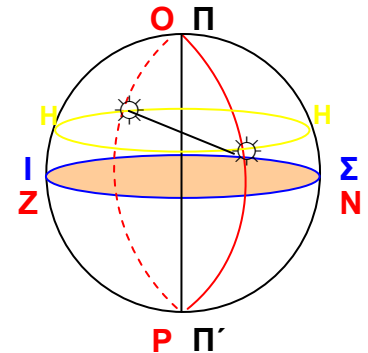
αντιθέτως, παραμένοντας όμως στην περιφέρεια του Ισημερινού διότι η απόκλισή του είναι $\delta=0$. Συνεπώς θα ανατείλει ακριβώς στον Απηλιώτη (Α), θα περάσει πάνω από τον μεσημβρινό της Θεσσαλονίκης (Σ) την 12:00 ώρα (ακριβώς το μεσημέρι), θα δύσει πάνω στο Ζέφυρο (Δ) και στη συνέχεια θα κινηθεί κάτω από τον ορίζοντα για να φθάσει στο σημείο (Ι) του μεσημβρινού αντιδιαμετρικώς της Θεσσαλονίκης την 24:00 ώρα. (Σχήμα 10)



Σχήμα 10: Ο Ήλιος βρίσκεται πάνω από το επίπεδο του οριζοντα (ημερήσιο τόξο ΑΣΔ) τον ίδιο ακριβώς χρόνο (12 ώρες) που βρίσκεται και κάτω απ' αυτό (νυχτερινό τόξο ΔΙΑ). Αυτό σημαίνει ότι η διάρκεια της ημέρας είναι ίδια με τη διάρκεια της νύκτας

περιφέρεια του Ισημερινού. Γι' αυτό την 21^η Μαρτίου και την 22^α Σεπτεμβρίου η διάρκεια της ημέρας είναι ίση με αυτή της νύκτας. Η μεν πρώτη ονομάζεται **Εαρινή Ισημερία**, η δε δεύτερη **Φθινοπωρινή Ισημερία**.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τόποι που βρίσκονται πάνω στον Ισημερινό της Γης έχουν ίση μέρα με νύκτα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ανεξαρτήτως της αποκλίσεως του Ηλίου διότι όπως φαίνεται στο σχήμα 11 το επίπεδο του οριζοντα ΟΡ είναι κάθετο στο επίπεδο του Ισημερινού και επομένως διχοτομεί τους ημερήσιους κύκλους ΗΗ του Ηλίου οι οποίοι είναι παράλληλοι στον Ισημερινό. Ο Ισημερινός λοιπόν πήρε το όνομά του από το γεγονός ότι οι τόποι που βρίσκονται πάνω σ' αυτόν έχουν ημέρα και νύκτα ίσες, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.



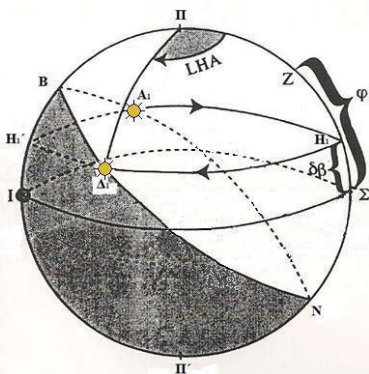
Σχήμα 11: Ο ημερήσιος κύκλος ΗΗ του Ηλίου διχοτομείται από το οριζόντιο επίπεδο ΟΡ (Ημερήσιο τόξο ίσο με το νυχτερινό)

21 Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο)

Την 21^η Ιουνίου ο Ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο του σε σχέση με το επίπεδο του Ισημερινού, δηλαδή στο σημείο Κ με απόκλιση $\delta = +23^\circ 27'$. (Σχήμα 9)

Κατά τη διάρκεια του 24ώρου, που η Γη περιστρέφεται περί τον άξονά της εκ Δυσμών προς Ανατολάς, ο Ήλιος φαίνεται να διαγράφει τον ημερήσιο κύκλο $A_1H_1\Delta_1H_1'$. Ο κύκλος αυτός είναι παράλληλος προς τον Ισημερινό και επειδή αντιστοιχεί στην απόκλιση δ_β του Ηλίου ονομάζεται παράλληλος αποκλίσεως.

Ο παράλληλος αποκλίσεως λοιπόν τέμνει τον ορίζοντα της Θεσσαλονίκης στα σημεία A_1 και Δ_1 όπου έχουμε την ανατολή και τη δύση του αντίστοιχα. Όταν ο Ήλιος διέρχεται



Σχήμα 12: Ο ημερήσιος κύκλος του θερινού ηλιοστασίου στον οποίο φαίνεται η διαφορά στη διάρκεια ημέρας και νύκτας (ημερήσιο τόξο > του νυχτερινού)

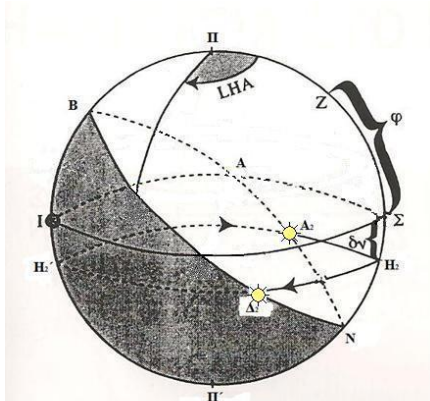
Όταν ο Ήλιος διέρχεται

από το σημείο H_1 έχουμε μεσημέρι και στο σημείο Δ_1 μεσάνυχτα. (Σχήμα 12) Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο σχήμα 12 το ημερήσιο τόξο $A_1H_1\Delta_1$ είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο νυχτερινό $\Delta_1H_1' A_1'$ πράγμα που σημαίνει ότι η ημέρα διαρκεί περισσότερο από τη νύχτα. Συγκεκριμένα η ημέρα την 21^η Ιουνίου διαρκεί 14 περίπου ώρες⁶, ενώ 10 ώρες είναι η διάρκεια της νύχτας. Με την πάροδο των ημερών η απόκλιση του Ηλίου ελαττώνεται, το ημερήσιο τόξο μικραίνει (μεγαλώνει κατ' επέκτασιν το νυχτερινό) και επομένως μικραίνουν οι ημέρες και μεγαλώνουν οι νύχτες, έως ότου φθάσουμε στην 22^α Σεπτεμβρίου οπότε η ημέρα είναι ίση σε διάρκεια με τη νύχτα. Μετά την 22^α Σεπτεμβρίου οι ημέρες συνεχίζουν να μικραίνουν (τώρα είναι μικρότερες από τις νύχτες) και θα συνεχίσουν να γίνονται μικρότερες μέχρι την 22^α Δεκεμβρίου.

22 Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο)

Συνεχίζοντας το ετήσιο ταξίδι του πάνω στο επίπεδο της εκλειπτικής, ο Ήλιος φθάνει την 22^α Δεκεμβρίου στο χαμηλότερο από το επίπεδο του Ισημερινού σημείο E, στο **χειμερινό ηλιοστάσιο** δηλαδή, του οποίου η απόκλιση είναι $\delta = -23^\circ 27'$. (Σχήμα 9)

Κατά τη διάρκεια του 24ώρου, που η Γη περιστρέφεται περί τον άξονά της εκ Δυσμών προς Ανατολάς, ο Ήλιος φαίνεται να διαγράφει τον ημερήσιο κύκλο



Σχήμα 13: Στον ημερήσιο κύκλο του χειμερινού ηλιοστασίου ο Ήλιος παραμένει πάνω από τον ορίζοντα μόνο 10 ώρες (τόξο $A_2H_2\Delta_2$), ενώ η νύχτα διαρκεί 14 ώρες

$A_2H_2\Delta_2H_2'$. Σε αντιστοιχία με όσα είπαμε για τον ημερήσιο κύκλο του θερινού ηλιοστασίου και αυτός ονομάζεται παράλληλος αποκλίσεως και αντιστοιχεί στην απόκλιση δ_n . (Σχήμα 13)

Η τομή του τώρα με τον ορίζοντα της Θεσσαλονίκης θα δώσει την ανατολή στο σημείο A_2 μεσημέρι στο H_2 , δύση στο Δ_2 και μεσάνυχτα στο σημείο H_2' κάτω από το επίπεδο του ορίζοντα. Παρατηρούμε ότι το ημερήσιο τόξο $A_2H_2\Delta_2$ είναι μικρότερο από το αντίστοιχο νυχτερινό $\Delta_2H_2' A_2$. Η ημέρα της 22^{ας} Δεκεμβρίου θα έχει διάρκεια μόνο 10 ώρες ενώ 14 ώρες διαρκεί η νύχτα της⁷. Από την ημέρα αυτή και έπειτα η απόκλιση του Ηλίου αυξάνεται, το ημερήσιο τόξο μεγαλώνει

(αντίστοιχα μικραίνει το νυχτερινό) και επομένως μεγαλώνουν οι ημέρες και μικραίνουν οι νύχτες, έως ότου φθάσουμε στην εαρινή ισημερία (21 Μαρτίου) όπου η ημέρα είναι ίση με τη νύχτα. Μετά την 21 Μαρτίου οι ημέρες συνεχίζουν να μεγαλώνουν (τώρα είναι μεγαλύτερες από τις νύχτες) μέχρι να φθάσουμε πάλι στην 21^η Ιουνίου.

Είναι προφανές ότι αντίστροφες είναι οι διάρκειες ημέρας και νύχτας, αναλόγως της αποκλίσεως για κάποιον τόπο που βρίσκεται στο Νότιο Ημισφαίριο.

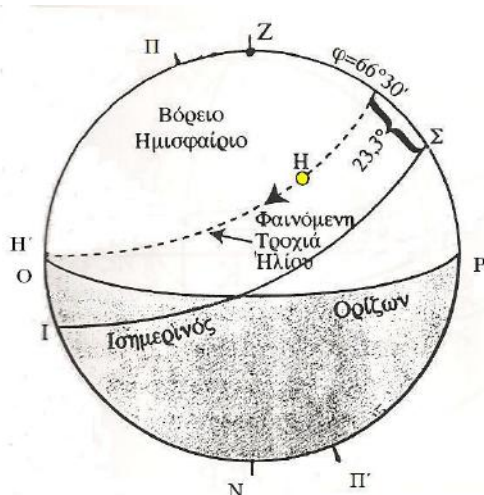
6. Ο ΗΛΙΟΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΝΥΚΤΙΟΥ

Όπως έχουμε πει η διάρκεια της ημέρας εξαρτάται από την Απόκλιση του Ηλίου και το Γεωγραφικό Πλάτος του τόπου. Όταν για έναν τόπο το Γεωγραφικό

⁶ Η 21^η Ιουνίου είναι η μεγαλύτερη μέρα του έτους

⁷ Η νύκτα της 22^{ας} Δεκεμβρίου είναι η μεγαλύτερη νύκτα του έτους

Πλάτος και η Απόκλιση του Ηλίου δίνουν άθροισμα 90° τότε ο Ήλιος δεν θα δύσει στον τόπο αυτό, αλλά θα παραμείνει πάνω από τον ορίζοντα ΟΡ καθ' όλο το 24ωρο. Αυτό συμβαίνει σε τόπους με γεωγραφικό πλάτος άνω των 67° οπότε τις ημέρες που η απόκλιση του Ηλίου είναι πάνω από 23° (λίγες ημέρες πριν και μετά την 21 Ιουνίου) το ημερήσιο τόξο ΗΗ' δεν τέμνει τον ορίζοντα του τόπου άρα ο Ήλιος δε δύει καθόλου τις ημέρες αυτές.



Σχήμα 14: Το ημερήσιο τόξο του Ηλίου τόπων με Γεωγ. Πλάτος μεγαλύτερο από $66^\circ 30'$ δεν τέμνει το επίπεδο του ορίζοντα τις ημέρες (Ιούνιος) που η απόκλιση του Ηλίου είναι κοντά στη μέγιστη τιμή της $\delta = 23^\circ 27'$, άρα ο Ήλιος δε δύει.

Για παράδειγμα την 21 Ιουνίου ο Ήλιος έχει απόκλιση $23^\circ 27'$ βόρεια. Το οριακό πλάτος, πάνω από το οποίο δεν θα δύει ο Ήλιος θα είναι $66^\circ 33'$. (διότι $66^\circ 33' + 23^\circ 27' = 90^\circ$) Σε όλους τους τόπους με γεωγραφικό πλάτος βορειότερο των $66^\circ 33'$ ο Ήλιος δε θα δύσει αφού στην περίπτωση αυτή, ο παράλληλος αποκλίσεώς του δεν θα τέμνει τον ορίζοντα των τόπων αυτών. Έτσι λοιπόν παρατηρείται το φαινόμενο ο Ήλιος να φαίνεται ακόμη και τα μεσάνυχτα στη θέση Η'. (**Ήλιος του Μεσονυκτίου**) Σχήμα 14.

Όσο βορειότερο είναι το γεωγραφικό πλάτος του τόπου τόσο περισσότερες είναι οι ημέρες που συμβαίνει το φαινόμενο αυτό. Είναι λοιπόν προφανές ότι στον Βόρειο Πόλο με γεωγραφικό πλάτος 90° το φαινόμενο αυτό θα συμβαίνει όσο η

απόκλιση θα είναι πάνω από 0° , δηλαδή για έξι ολόκληρους μήνες ο Ήλιος δε δύει. Αντίστοιχα τις ημέρες του έτους που η απόκλιση κυμαίνεται από 0° έως $-23^\circ 27'$ (έξι υπόλοιπους μήνες) τότε ο Ήλιος δε δύει στον Νότιο Πόλο⁸.

7. ΛΥΚΑΥΓΕΣ ΚΑΙ ΛΥΚΟΦΩΣ

Τα φαινόμενα αυτά δημιουργούνται καθώς η ατμόσφαιρα της Γης διαθλά και διαχέει⁹ το φως του Ηλίου όταν αυτός βρίσκεται κοντά αλλά κάτω από τον ορίζοντα. Τότε αναλόγως της αποστάσεως του Ηλίου κάτω από τον ορίζοντα, έχουμε μεγαλύτερη ή μικρότερη φωτεινότητα του στερεώματος.

Λυκαυγές συναντούμε πριν την ανατολή όταν ο Ήλιος, ανεβαίνοντας προς τον ορίζοντα, πλησιάζει το σημείο της ανατολής και λόγω της ατμόσφαιρας διαχέει τις ακτίνες του και κάνει το στερέωμα να φαίνεται όλο και φωτεινότερο.

Λυκόφως ονομάζεται η περίοδος μετά τη δύση του Ήλίου καθώς αυτός απομακρύνεται όλο και περισσότερο κάτω από τον ορίζοντα, οπότε σουρουπώνει πριν σκοτεινιάσει τελείως.

Αναλόγως του βάθους του Ηλίου κάτω από τον ορίζοντα τα Λυκαυγές και Λυκόφως διακρίνονται σε:

Πολιτικό Λυκαυγές ή Λυκόφως το οποίο ξεκινά ή τελειώνει αντίστοιχα όταν ο Ήλιος βρίσκεται 6° κάτω από τον ορίζοντα πριν την ανατολή ή μετά τη δύση. Η μέρα φεύγει και η νύχτα έρχεται (και αντίστροφα) την χρονική αυτή περίοδο και ο

⁸ το εξάμηνο αυτό δεν θα ανατέλλει καθόλου και θα έχουμε συνέχεια νύχτα στον Β. Πόλο

⁹ Στη Σελήνη και στους άλλους πλανήτες η απουσία της ατμόσφαιρας κάνει απότομη την εναλλαγή της ημέρας με την νύχτα ώστε από το εκτυφλωτικό φως να έρχεται την επομένη στιγμή το απόλυτο σκοτάδι λόγω της ελλείψεως του φαινομένου της διάχυσης του φωτός.

ουρανός χαμηλά στον ορίζοντα βάφεται σε χρώματα μενεξεδένια δίνοντας στους ρομαντικούς παρατηρητές του αφορμή για γλυκές ώρες ρεμβασμού.

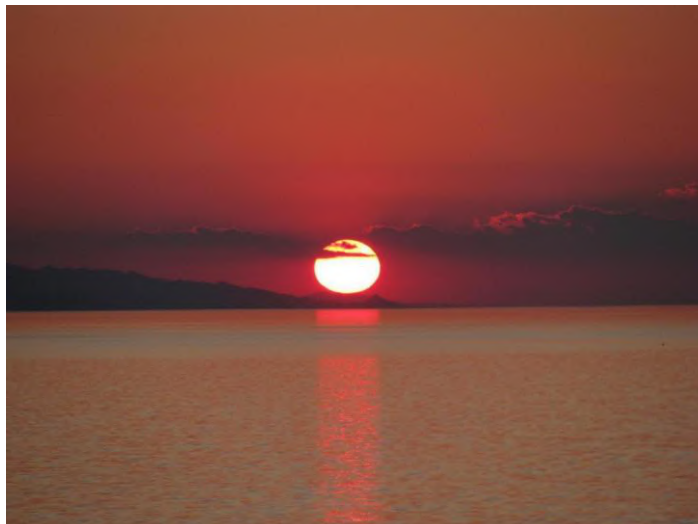
Ναυτικό Λυκαυγές ή Λυκόφως που αρχίζει ή τελειώνει όταν ο Ήλιος βρίσκεται 12° κάτω από τον ορίζοντα πριν την ανατολή ή μετά τη δύση. Την χρονική περίοδο μεταξύ Πολιτικού και Ναυτικού Λυκαυγούς ή Λυκόφωτος, το στερέωμα φωτίζεται τόσο ώστε να φαίνονται οι φωτεινότεροι των αστερών, ενώ συγχρόνως έχουμε πολύ καλή γραμμή του ορίζοντα. Στις συνθήκες αυτές ευνοείται η μέτρηση του ύψους των αστερών και ο προσδιορισμός της θέσεως των ναυτικών στην ανοικτή θάλασσα.

Αστρονομικό Λυκαυγές ή Λυκόφως που αρχίζει ή τελειώνει όταν ο Ήλιος βρίσκεται 18° κάτω από τον ορίζοντα πριν την ανατολή ή μετά τη δύση του αντιστοίχως. Με το Αστρονομικό Λυκόφως αρχίζει το απόλυτο σκοτάδι το οποίο τελειώνει κατά το Αστρονομικό Λυκαυγές οπότε και αρχίζει να χαράζει η επόμενη ημέρα.

Η Γη, ο όμορφος γαλάζιος πλανήτης μας, το φιλόξενο όχημα στο διαρκές ταξίδι μας μέσα στο αχανές διάστημα, παίζει “κρυφό-κυνηγητό” με τον ζωοδότη Ήλιο στη μικρή γωνιά του Γαλαξία που κατέχουν και μερικές από τις συνέπειες των παιχνιδιών αυτών μελετήθηκαν πιο πάνω. Οι συνέπειες αυτές δίνουν μια “ξεχωριστή πινελιά” στη ζωή μας “χρωματίζοντάς την” με μενεξεδιά όπως αναφέρθηκε χρώματα, κάνοντάς την πιο όμορφη, πιο ρομαντική. Το μόνο που έχουμε να κάνουμε για να απολαύσουμε τα “δώρα” αυτά είναι να ανοίξουμε τα μάτια μας, να αφήσουμε για λίγο τις πολλές ασχολίες με τις οποίες φορτώσαμε την καθημερινότητά μας, να βγούμε λίγο από τις τσιμεντένιες φυλακές που δημιουργήσαμε και να σηκώσουμε το κεφάλι ψηλά για να δούμε ουρανό και όχι πολυκατοικίες, να δούμε τα αστέρια και τη Σελήνη και όχι τα φώτα από τις κολώνες των πόλεων, να δούμε τα χρώματα με τα οποία ο **Θεός Δημιουργός μας** “ζωγράφισε” τον κόσμο για εμάς που επιδεικτικά στρέφουμε το βλέμμα μας μόνο στα δικά μας έργα, μένοντας αδιάφοροι στην ομορφιά της φύσης.

Είναι λοιπόν ευκαιρία, τώρα που το καλοκαίρι μας χτυπά την πόρτα και ο Ήλιος πλησιάζει προς το θερινό ηλιοστάσιο, να απολαύσουμε τα χρώματα του Λυκόφωτος ή να ξυπνήσουμε πριν την αυγή για να προλάβουμε το μενεξεδένιο Λυκαυγές.

Ιωάννης Χρ. Αγαπάκης



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Στοιχεία Σφαιρικής Αστρονομίας: Γ. Μπόζη (Θεσσαλονίκη 1967)
2. Ηλιακό Σύστημα: Δ. Κωτσάκη (Αθήνα 1975)
3. Παρατηρησιακή Αστρονομία: Σταύρου Αυγολούπη, Ιωάννη Σειραδάκη (Θεσσαλονίκη 1993)
4. Μαθήματα Γενικής Αστρονομίας: Β. Μπαρμπάνης, Δ. Παπαδόπουλος Εκδόσεις Πήγασος (Θεσσαλονίκη 2000)
5. Η Αστρονομία στην Εκπαίδευση: Σταύρου Αυγολούπη, Ιωάννη Σειραδάκη (πρόχειρες διδακτικές σημειώσεις) Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Θεσσαλονίκη 2004)
6. Διαδίκτυο: www.astro.auth.gr