

2. ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΟΥΡΑΝΙΑΣ ΣΦΑΙΡΑΣ

Παρατηρώντας τον ουρανό μια καθαρή νύχτα, βλέπει κανείς ένα πλήθος άστρων που έχουν διαφορετικές λαμπρότητες και σχηματίζουν διακριτές ομάδες, με διάφορα σχήματα (*αστερισμοί – constellations*) που παραμένουν αναλλοίωτα για αιώνες. Προσεκτική παρατήρηση για λίγη ώρα δείχνει ότι τα άστρα δεν είναι ακίνητα αλλά φαίνεται να κινούνται στον ουρανό όλα μαζί πηγαινόντας από τον ανατολικό ορίζοντα προς τον δυτικό. Στην διάρκεια της νύχτας η όψη του ουρανού αλλάζει σημαντικά και, αν περιμένει κανείς αρκετά, ο ανατολικός ορίζοντας αρχίζει να φωτίζεται, τα άστρα εξαφανίζονται και σε λίγο ο Ήλιος προβάλλει, κινούμενος και αυτός από την ανατολή προς την δύση (ανάδρομη φορά).

Εκτείνοντας τις παρατηρήσεις για πολλές μέρες, άλλα φαινόμενα γίνονται αντιληπτά. Εμφανίζεται η Σελήνη, η οποία φαίνεται να μετακινείται ανατολικά ανάμεσα στα άστρα (ορθή φορά) και καθημερινά ανατέλλει και δύει περίπου 50 λεπτά αργότερα. Ο Ήλιος επίσης φαίνεται να μετακινείται βορειότερα ή νοτιότερα στον ουρανό, ανάλογα με την εποχή, και να μετακινείται καθημερινά ανάμεσα στα άστρα, περίπου μια μοίρα κάθε μέρα.

Οι κινήσεις αυτές των ουρανίων σωμάτων οφείλονται πρωταρχικά στις κινήσεις της Γης. Η καθημερινή πορεία όλων των σωμάτων από ανατολή σε δύση, που ονομάζεται *φαινόμενη περιστροφή του ουρανού*, οφείλεται στην ημερήσια περιστροφή της Γης. Η πορεία της Σελήνης ανάμεσα στα άστρα οφείλεται στην περιφορά της γύρω από την Γη, ενώ η αντίστοιχη πορεία του Ήλιου αντανakλά την ετήσια περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Μεταφέροντας την εμπειρία αυτή στην περιγραφή των αλλαγών των διαφόρων διευθύνσεων παρατήρησης, όπως αυτές αντιστοιχούν σε σημεία της ουράνιας σφαίρας, αναφερόμαστε στην *φαινόμενη περιστροφή της ουράνιας σφαίρας* και σε διάφορα επιμέρους φαινόμενα, που σχετίζονται με τις αλλαγές αυτές.

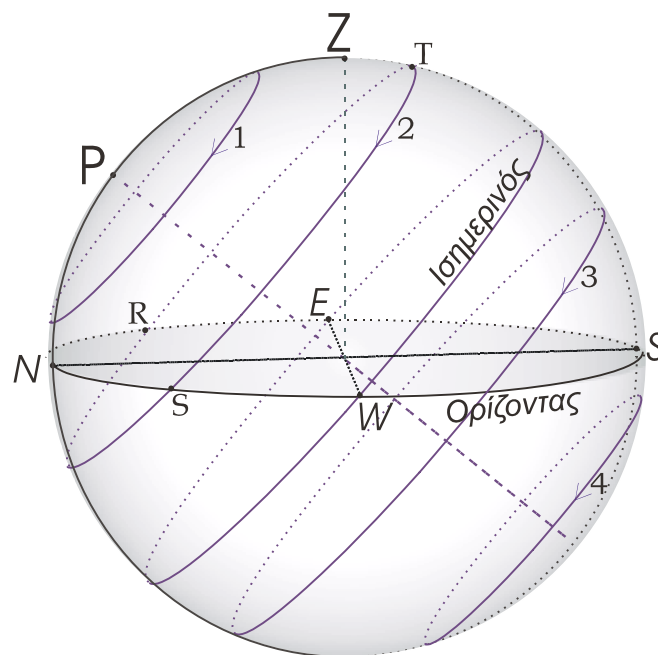
Επειδή η φαινόμενη περιστροφή γίνεται γύρω από τον άξονα του κόσμου, κάθε σώμα που έχει σταθερές ουρανογραφικές συντεταγμένες (π.χ. άστρο) φαίνεται να διαγράφει καθημερινά μια τροχιά στην ουράνια σφαίρα, που γίνεται κατά την ανάδρομη φορά και κατά μήκος ενός μικρού κύκλου παράλληλου στον ουράνιο Ισημερινό (κύκλος απόκλισης). Επομένως, η τροχιά αυτή παρουσιάζει, γενικά, μια κλίση ως προς τον ορίζοντα του τόπου παρατήρησης, η οποία αντιστοιχεί στην κλίση του ουρανογραφικού ως προς το οριζόντιο σύστημα του τόπου αυτού. Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι, όπως είδαμε ήδη, η συνεχής μεταβολή των οριζόντιων συντεταγμένων ενός άστρου με τον χρόνο. Αντίθετα, οι ισημερινές συντεταγμένες παρουσιάζουν μια κανονικότητα: η απόκλιση παραμένει σταθερή και η ωριαία γωνία μεταβάλλεται ομαλά, σαν γραμμική συνάρτηση του χρόνου.

Η κίνηση κάθε άστρου κατά μήκος της τροχιάς του οριοθετείται από χαρακτηριστικές θέσεις και φαινόμενα, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμα και για τον υπολογισμό των ποσοτικών (αριθμητικών) σχέσεων μεταξύ των συντεταγμένων.

Το πρώτο κύριο χαρακτηριστικό μιας τροχιάς είναι η σχέση της με τον ορίζοντα. Ανάλογα με την κλίση του άξονα περιστροφής ως προς τον ορίζοντα (που εξαρτάται

από το πλάτος Φ του τόπου) και την απόσταση της τροχιάς από τον Ισημερινό (που εξαρτάται από την απόκλιση δ του άστρου), η τροχιά αυτή μπορεί να βρίσκεται ολόκληρη πάνω ή κάτω από τον ορίζοντα ή να τέμνεται από αυτόν σε δύο σημεία.

Στην γενική περίπτωση, που ο ορίζοντας τέμνει την τροχιά, ένα τμήμα της βρίσκεται πάνω από αυτόν και ονομάζεται *ημερήσιο τόξο*, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της (κάτω από τον ορίζοντα) ονομάζεται *νυκτερινό τόξο*. Το άστρο περνά από το ένα σημείο τομής με τον ορίζοντα κινούμενο ανοδικά, ορίζοντας έτσι το φαινόμενο και το σημείο της *ανατολής* (*rising*) του άστρου και από το άλλο σημείο κινούμενο καθοδικά, ορίζοντας το φαινόμενο και το σημείο της *δύσης* (*setting*) του άστρου στον συγκεκριμένο τόπο. Συνεπώς, το ημερήσιο τόξο του άστρου είναι το τμήμα της τροχιάς πάνω από τον ορίζοντα, που αρχίζει από το σημείο της ανατολής και τελειώνει στο σημείο της δύσης του άστρου, ενώ το νυκτερινό τόξο (κάτω από τον ορίζοντα) αρχίζει από το σημείο της δύσης και τελειώνει στο σημείο της ανατολής. Όταν η τροχιά ενός άστρου έχει αυτά τα χαρακτηριστικά, το άστρο ονομάζεται *αμφιφανές* (από τον συγκεκριμένο τόπο). Στην περίπτωση που ολόκληρη η τροχιά του άστρου βρίσκεται πάνω από τον ορίζοντα του τόπου, το άστρο ονομάζεται *αιφανές* και, προφανώς, δεν υπάρχουν σημεία ανατολής και δύσης του, δηλαδή το σύνολο της τροχιάς του είναι ημερήσιο τόξο. Στην αντίθετη περίπτωση, που ολόκληρη η τροχιά του άστρου βρίσκεται κάτω από τον ορίζοντα του τόπου, το άστρο ονομάζεται *αφανές* και πάλι δεν υπάρχουν σημεία ανατολής και δύσης του επειδή το σύνολο της τροχιάς του είναι νυκτερινό τόξο.



Σχήμα 2.1

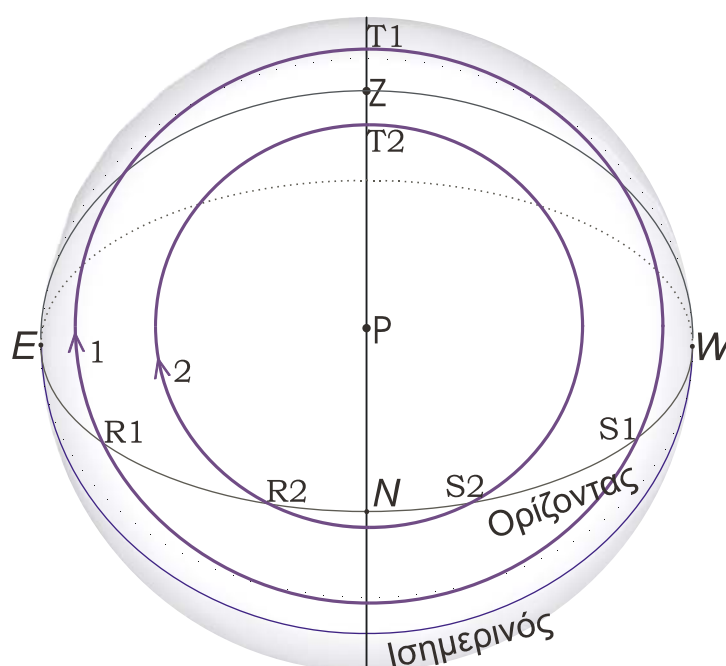
Άλλα χαρακτηριστικά σημεία της τροχιάς ορίζονται με την βοήθεια του αστρονομικού μεσημβρινού του τόπου. Επειδή αυτός περιέχει τον άξονα περιστροφής της ουράνιας σφαίρας, τέμνει τις τροχιές όλων των άστρων κατά διάμετρο. Το σημείο τομής που είναι πλησιέστερα στο ζενίθ του τόπου λέγεται σημείο *άνω μεσουράνησης* (ή *άνω μεσημβρινής διάβασης* – *upper transit*) του άστρου και

αντιστοιχεί στο σημείο της τροχιάς με το μέγιστο ύψος. Το αντιδιαμετρικό σημείο τομής λέγεται σημείο *κάτω μεσουράνησης* (ή *κάτω μεσημβρινής διάβασης* – *lower transit*) του άστρου και αντιστοιχεί στο σημείο της τροχιάς με το ελάχιστο ύψος. Προφανώς, όταν το άστρο είναι αμφιφανές, η άνω μεσουράνηση συμβαίνει πάνω και η κάτω μεσουράνηση συμβαίνει κάτω από τον ορίζοντα. Στα αειφανή άστρα και οι δύο μεσημβρινές διαβάσεις είναι ορατές, συμβαίνουν δηλαδή πάνω από τον ορίζοντα, ενώ στα αφανή καμία δεν είναι ορατή.

Στο σχήμα 2.1, το άστρο 1 είναι αειφανές, τα άστρα 2 και 3 είναι αμφιφανή και το άστρο 4 είναι αφανές από τον συγκεκριμένο τόπο. Το άστρο 2 ανατέλλει στο σημείο R, μεσουρανεύει άνω στο σημείο T και δύει στο σημείο S.

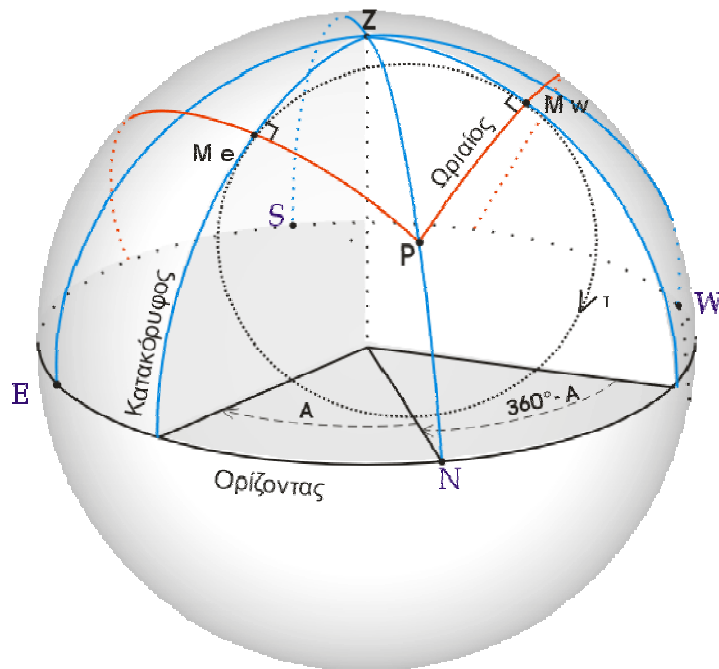
Συνέπεια του ορισμού του αστρονομικού μεσημβρινού είναι το γεγονός ότι αυτός αποτελεί επίπεδο συμμετρίας για τις τροχιές όλων των άστρων σε ένα τόπο. Επομένως, η άνω μεσουράνηση διχοτομεί, γεωμετρικά και χρονικά, το ημερήσιο τόξο ενός αμφιφανούς άστρου και, αντίστοιχα, η κάτω μεσουράνηση το νυκτερινό τόξο.

Μια άλλη κατηγορία χαρακτηριστικών σημείων της τροχιάς ενός άστρου σχετίζεται με το ζηνίθ και τον πρωτεύοντα κατακόρυφο κύκλο. Ανάλογα με το μέγεθος και την κλίση της τροχιάς, το ζηνίθ Z του τόπου μπορεί να είναι σημείο που βρίσκεται στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό της τροχιάς. Αν είναι εσωτερικό σημείο (τροχιά 1 στο σχήμα 2.2), ο πρωτεύων κατακόρυφος κύκλος τέμνει την τροχιά σε δύο σημεία, συμμετρικά ως προς τον μεσημβρινό του τόπου, που λέγονται *ανατολική* και *δυτική διάβαση από τον πρωτεύοντα κατακόρυφο*, αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή το ζηνίθ του τόπου βρίσκεται πλησιέστερα στον ορατό πόλο P απ' ό,τι το σημείο της άνω μεσουράνησης T1, δηλαδή η άνω μεσουράνηση συμβαίνει νότια του ζηνίθ (για τόπους του Βορείου ημισφαιρίου).



Σχήμα 2.2

Αν το ζενίθ βρίσκεται στο εξωτερικό της τροχιάς (τροχιά 2 στο σχήμα 2.2), προφανώς ο πρωτεύων κατακόρυφος κύκλος δεν την τέμνει και το σημείο της άνω μεσουράνησης T2 είναι πλησιέστερα στον ορατό πόλο P απ' ό τι το ζενίθ Z. Για τόπους του Βορείου ημισφαιρίου δηλαδή, η άνω μεσουράνηση συμβαίνει βόρεια του ζενίθ. Στην περίπτωση αυτή υπάρχουν δύο κατακόρυφοι κύκλοι, εκατέρωθεν του αστρονομικού μεσημβρινού, που εφάπτονται στον μικρό κύκλο της τροχιάς του άστρου (σχήμα 2.3). Τα σημεία επαφής ορίζουν τα σημεία της τροχιάς με την μεγαλύτερη απόσταση από τον μεσημβρινό, ονομάζονται σημεία μέγιστης αποχής του άστρου (ανατολικό και δυτικό) και είναι, προφανώς, συμμετρικά ως προς τον μεσημβρινό.



Σχήμα 2.3

Ασκήσεις κατανόησης

- 1) Υπολογίστε την συνθήκη μεταξύ των Φ και δ ώστε ένα άστρο να είναι αφανές, αμφιφανές ή αιφανές από ένα τόπο
- 2) Υπολογίστε την συνθήκη μεταξύ των Φ και δ ώστε ένα άστρο να μεσουρανεί: α) βόρεια και β) νότια του ζενίθ (σε τόπο του Βορείου ημισφαιρίου)
- 3) Υπολογίστε τις οριζόντιες συντεταγμένες και την ωριαία γωνία ενός άστρου στις διάφορες χαρακτηριστικές θέσεις της τροχιάς του, όταν αυτό μεσουρανεί: α) βόρεια και β) νότια του ζενίθ (σε τόπο του Βορείου ημισφαιρίου)

Ανακεφαλαίωση

- Η ημερήσια περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της (κατά την ορθή φορά) προκαλεί την φαινόμενη περιστροφή της ουράνιας σφαίρας κατά την ανάδρομη φορά.
- Οι τροχιές όλων των άστρων είναι μικροί κύκλοι, παράλληλοι με τον Ισημερινό.
- Ανάλογα με τις τιμές των Φ και δ , ένα άστρο μπορεί να είναι αιφανές, αμφιφανές ή αφανές από ένα τόπο.
- Ο αστρονομικός μεσημβρινός είναι επίπεδο συμμετρίας της τροχιάς κάθε άστρου.
- Το τμήμα της τροχιάς πάνω από τον ορίζοντα (από την ανατολή μέχρι την δύση του άστρου) αποτελεί το ημερήσιο τόξο, ενώ το υπόλοιπο το νυκτερινό τόξο. Καθένα από αυτά διχοτομείται από τα σημεία της μεσουράνησης, άνω και κάτω, αντίστοιχα.
- Σε τόπους του Βορείου ημισφαιρίου, αν ένα άστρο μεσουρανεί νότια του ζηνίθ, τότε έχει δύο σημεία διάβασης από τον πρωτεύοντα κατακόρυφο κύκλο, συμμετρικά ως προς τον μεσημβρινό (ανατολικά και δυτικά). Αν το άστρο μεσουρανεί βόρεια του ζηνίθ, τότε έχει δύο σημεία μέγιστης αποχής, πάλι συμμετρικά ως προς τον μεσημβρινό (ανατολικά και δυτικά).

