

Εργαστήρια Αστρονομίας, μέσω 3D προσομοιώσεων

Σταύρος Λέτης
Φυσικός, Σ.Ε.Α.Βοιωτίας

Letisst@gmail.com

Περίληψη

Τα **Εργαστήρια Αστρονομίας**, μέσω **διαδραστικών 3D προσομοιώσεων** που δημιουργήθηκαν με το εκπαιδευτικό λογισμικό **Geogebra**, έχουν ως στόχο να βοηθήσουν οποιονδήποτε ενδιαφέρεται για την Αστρονομία, ανεξαρτήτως ηλικίας και προηγούμενων γνώσεων, στη κατανόηση βασικών εισαγωγικών εννοιών και την αποσαφήνιση γνώσεων όπως είναι:

- ✓ **η κίνηση των αστερών** (οι αειφανείς, οι αμφιφανείς και οι αφανείς αστέρες και το είδος των τροχιών τους, αναλόγως του γεωγραφικού πλάτους του τόπου παρατήρησης).
- ✓ **η κίνηση του Ήλιου** (οι ισημερίες, τα ηλιοστάσια και η αντίστοιχη τροχιά του, αναλόγως του γεωγραφικού πλάτους του τόπου παρατήρησης. Το ανάλημμα. Οι εποχές και οι κλιματικές ζώνες της Γης).
- ✓ **τα συστήματα σφαιρικών συντεταγμένων** που χρησιμοποιούνται συχνότερα (οι οριζόντιες, οι ισημερινές και οι ουρανογραφικές συντεταγμένες και η χρήση του αζιμούθιου, του ύψους, της απόκλισης, της ωριαίας γωνίας και της ορθής αναφοράς, για τον προσδιορισμό της θέσης ενός αστερά στην ουράνια σφαίρα).

Κάθε εργαστήριο αποτελείται από:

- την αντίστοιχη **3D προσομοίωση** με την οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλοεπιδράσει επιλέγοντας: α) το γεωγραφικό πλάτος του τόπου παρατήρησης, β) να εμφανισθούν μόνο τα στοιχεία της κατασκευής-προσομοίωσης που κάθε φορά θέλει να παρατηρήσει και γ) να περιστρέψει την κατασκευή για θέαση από άλλη οπτική γωνία.
 - τις αντίστοιχες **προτάσεις δραστηριοτήτων** τις οποίες ακολουθώντας ο χρήστης θα παρατηρήσει και θα κατανοήσει πλήρως τις επιδιωκόμενες κάθε φορά έννοιες.
- Τα εργαστήρια συνοδεύονται από τις απαραίτητες εισαγωγικές έννοιες καθώς και σύντομο οδηγό χρήσης των εργαστηρίων.

Λέξεις-κλειδιά: 3D προσομοιώσεις, κίνηση αστερών, κίνηση Ήλιου, συστήματα σφαιρικών συντεταγμένων.

Εισαγωγή

Οι άνθρωποι, πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο, έχουν διαμορφώσει άποψη για πολλά φυσικά φαινόμενα και έχουν δώσει τις δικές τους ερμηνείες για αυτά (παιδικές διαισθητικές ιδέες). Οι αντιλήψεις αυτές έχουν διαμορφωθεί από εμπειρίες και επιρροές και δεν αλλάζουν εύκολα μέσω του σχολείου. Έτσι ένας σημαντικός αριθμός ενηλίκων συνεχίζει να έχει άγνοια και εσφαλμένες αντιλήψεις πάνω σε έννοιες της Αστρονομίας. Το γεγονός αυτό από μόνο του αναδεικνύει τα προβλήματα που προκύπτουν από την απουσία διδασκαλίας της Αστρονομίας στη πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η διδασκαλία της Αστρονομίας επαφίεται αποκλειστικά στις δράσεις των Συλλόγων Ερασιτεχνικής Αστρονομίας που λειτουργούν σε πολλές πόλεις. Στα πλαίσια μιας σύγχρονης μεθόδου διδασκαλίας, η οποία θα ενισχύσει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, είναι και η εργασία που ακολουθεί, στην οποία χρησιμοποιούνται προσομοιώσεις που δημιουργήθηκαν με το εκπαιδευτικό λογισμικό GeoGebra για την κατανόηση εισαγωγικών εννοιών της Αστρονομίας.

1.1 Εισαγωγικές έννοιες

Ουράνια Σφαίρα ονομάζουμε τη φαινόμενη σφαιρική επιφάνεια η οποία έχει ως κέντρο της το κέντρο της Γης και της οποίας η ακτίνα είναι τόσο μεγάλη ώστε η Γη να θεωρείται ως σημείο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορεί να θεωρηθεί ως κέντρο της Ουράνιας Σφαίρας και ο οποιοσδήποτε παρατηρητής πάνω στη Γη. Στο εσωτερικό της Ουράνιας Σφαίρας προβάλλονται για ένα παρατηρητή στη Γη όλα τα ουράνια αντικείμενα, δηλαδή οι αστέρες (επομένως και ο Ήλιος) η Σελήνη, οι πλανήτες κλπ. τα οποία φαίνονται να κινούνται πάνω της.

Ανάδρομη φορά ονομάζεται η φαινόμενη φορά κίνησης των ουράνιων αντικειμένων πάνω στην Ουράνια Σφαίρα. Ένας παρατηρητής στην επιφάνεια του βόρειου ημισφαιρίου της Γης κοιτώντας προς το Νότο, αντιλαμβάνεται αυτή η φορά να συμπίπτει με τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού (δεξιόστροφα), από την Ανατολή προς την Δύση. Αντίστοιχα όταν ο παρατηρητής κοιτάζει προς τον Βορά, αντιλαμβάνεται αυτή τη φορά να είναι αντίθετη από τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού (αριστερόστροφα) γύρω από τον Πολικό αστέρα. Η φαινόμενη αυτή κίνηση των αστερών και των πλανητών οφείλεται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της κατά την αντίθετη φορά (ορθή φορά). **Ορθή φορά** ονομάζεται η φορά περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της. Για ένα παρατηρητή του βορείου ημισφαιρίου που κοιτάζει προς τον Νότο είναι αντίθετη της φοράς κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

Άξονας του Κόσμου ονομάζεται ο άξονας περιστροφής της Γης ο οποίος προεκτεινόμενος τέμνει την Ουράνια Σφαίρα σε δύο σημεία Π και Π' που ονομάζονται **Βόρειος Ουράνιος Πόλος (ΒΟΠ)** και **Νότιος Ουράνιος Πόλος (ΝΟΠ)** και βρίσκονται ακριβώς πάνω από τον Βόρειο και το Νότιο γεωγραφικό πόλο της Γης αντίστοιχα.

Η κατακόρυφη ευθεία ενός τόπου στον οποίο βρίσκεται ο παρατηρητής τέμνει την Ουράνια Σφαίρα στο ορατό, πάνω από το κεφάλι του, σημείο που ονομάζεται **Ζενίθ (Ζ)** και στο αόρατο σημείο, κάτω από τα πόδια του, που ονομάζεται **Ναδίρ (Ν')**.

Ορίζοντας (φυσικός Ορίζοντας) του τόπου ονομάζεται ο μέγιστος κύκλος¹ της ουράνιας σφαίρας που είναι κάθετος στην κατακόρυφη ευθεία Ζενίθ-Ναδίρ. Η οξεία γωνία ανάμεσα στον Άξονα του Κόσμου και τον Ορίζοντα ονομάζεται **Έξαρμα του ορατού Πόλου** (π.χ. του Βόρειου, για παρατηρητή στο βόρειο ημισφαίριο) και ισούται με το **Γεωγραφικό Πλάτος (φ)** του τόπου.

Ουράνιος Ισημερινός ονομάζεται ο μέγιστος κύκλος της Ουράνιας Σφαίρας που είναι προέκταση του επιπέδου του γήινου ισημερινού. Η οξεία γωνία ανάμεσα στον Ουράνιο Ισημερινό και την κατακόρυφη ευθεία Ζενίθ-Ναδίρ ισούται με το Γεωγραφικό Πλάτος του τόπου.

Ουράνιος Μεσημβρινός (είναι και κατακόρυφος) του τόπου ονομάζεται το ημικύκλιο (μέγιστου κύκλου) που διέρχεται από το Ζενίθ και τον Βόρειο Ουράνιο Πόλο και είναι προέκταση του επιπέδου του γήινου μεσημβρινού του τόπου. Ο Ουράνιος Μεσημβρινός τέμνει τον Ορίζοντα του τόπου σε δύο σημεία (**Β**) και (**Ν**) που αποτελούν τον **Βορά** και τον **Νότο** του τόπου.

Μεσημβρινή Γραμμή ονομάζεται το ευθύγραμμο τμήμα του Ορίζοντα που ενώνει τον Βορά με τον Νότο.

Άξονας του Μεσημβρινού ονομάζεται το ευθύγραμμο τμήμα του Ορίζοντα που είναι κάθετο στη Μεσημβρινή Γραμμή (και στο επίπεδο του Ουράνιου Μεσημβρινού του τόπου) και τέμνει την Ουράνια Σφαίρα στα σημεία (**Α**) και (**Δ**) που αποτελούν την **Ανατολή** και την **Δύση** του τόπου. Τα σημεία (**Α**) και (**Δ**) είναι επίσης τα σημεία τομής του Ορίζοντα με τον Ουράνιο Ισημερινό.

Για κάθε αστέρα (**Σ**) στην Ουράνια Σφαίρα, ορίζονται:

Κατακόρυφος του αστέρα ονομάζεται το ημικύκλιο (μέγιστου κύκλου) που διέρχεται από το Ζενίθ, τον αστέρα και το Ναδίρ. Είναι κάθετος στον Ορίζοντα.

Ωριαίος του αστέρα (μεσημβρινός) ονομάζεται το ημικύκλιο (μέγιστου κύκλου) που διέρχεται από τον ΒΟΠ, τον αστέρα και το ΝΟΠ. Είναι κάθετος στον Ουράνιο Ισημερινό.

Ζενίθια Απόσταση (Ζ) του αστέρα ονομάζεται η γωνία ανάμεσα στο Ζενίθ του τόπου και

¹**μέγιστος κύκλος** ονομάζεται ένας κύκλος της Ουράνιας Σφαίρας, το επίπεδο του οποίου περιλαμβάνει το κέντρο της Ουράνιας Σφαίρας (κάθε διάμετρος του κύκλου είναι και διάμετρος της Ουράνιας Σφαίρας).

τον αστέρα η οποία αντιστοιχεί στο τόξο ZS. Η μέτρησή της γίνεται πάνω στον Κατακόρυφο του αστέρα από το Ζενίθ προς το Ναδίρ (από $0^\circ \rightarrow 180^\circ$).

Ύψος (v) του αστέρα ονομάζεται η γωνία ανάμεσα στον αστέρα και τον Ορίζοντα μετριέται πάνω στον Κατακόρυφο του αστέρα από τον Ορίζοντα μέχρι τον αστέρα (από $0^\circ \rightarrow +90^\circ$) αν ο αστέρας είναι πάνω από τον Ορίζοντα και (από $0^\circ \rightarrow -90^\circ$) αν βρίσκεται κάτω από τον Ορίζοντα.

Ισχύει πάντοτε η σχέση: $Z + v = 90^\circ$ (1).

Πολική απόσταση (P) αστέρα ονομάζεται η γωνία ανάμεσα στον ΒΟΠ και τον αστέρα η οποία αντιστοιχεί στο τόξο ΠS. Η μέτρησή της γίνεται πάνω στον Ωριαίο του αστέρα από τον ΒΟΠ προς τον ΝΟΠ (από $0^\circ \rightarrow 180^\circ$).

Απόκλιση (δ) ονομάζεται η γωνία ανάμεσα στον αστέρα και το σημείου στο οποίο ο Ωριαίος του αστέρα τέμνει τον Ουράνιο Ισημερινό. Μετριέται πάνω στον Ωριαίο του αστέρα από $0^\circ \rightarrow +90^\circ$ αν ο αστέρας είναι πάνω ή από $0^\circ \rightarrow -90^\circ$ αν είναι κάτω από τον Ουράνιο Ισημερινό αντίστοιχα.

Ισχύει πάντοτε η σχέση: $P + \delta = 90^\circ$ (2).

Οι αστέρες αναλόγως το πως φαίνονται (ή δεν φαίνονται) κατηγοριοποιούνται σε:

- ✓ **Αειφανείς αστέρες** για ένα τόπο ονομάζονται οι αστέρες των οποίων η τροχιά που διαγράφουν (κύκλος απόκλισης) είναι πάνω από τον Ορίζοντα του τόπου με αποτέλεσμα οι αστέρες αυτοί να είναι ορατοί σε όλη την διάρκεια του 24ώρου, κάθε ημέρα του έτους, από αυτόν τον τόπο. Οι αειφανείς αστέρες επομένως δεν ανατέλλουν και δεν δύουν.

Για τους αειφανείς αστέρες ισχύει η σχέση: $P < \varphi$ (3).

Οι αστέρες αυτοί βρίσκονται κοντά στον ΒΟΠ για παρατηρητή στο βόρειο ημισφαίριο.

- ✓ **Αφανείς αστέρες** για ένα τόπο ονομάζονται οι αστέρες των οποίων η τροχιά που διαγράφουν είναι κάτω από τον Ορίζοντα του τόπου με αποτέλεσμα οι αστέρες αυτοί να είναι αόρατοι σε όλη την διάρκεια του 24ώρου, οποιαδήποτε ημέρα του έτους, από αυτόν τον τόπο. Οι αφανείς αστέρες επομένως δεν ανατέλλουν και δεν δύουν.

Για τους αφανείς αστέρες ισχύει η σχέση: $P > 180^\circ - \varphi$ (4).

Οι αστέρες αυτοί βρίσκονται κοντά στο ΝΟΠ για παρατηρητή στο βόρειο ημισφαίριο.

- ✓ **Αμφιφανείς αστέρες** για ένα τόπο ονομάζονται οι αστέρες των οποίων η τροχιά τέμνεται από τον Ορίζοντα του τόπου με αποτέλεσμα όταν ο αστέρας βρίσκεται πάνω από τον Ορίζοντα του τόπου να είναι ορατός από τον τόπο και όταν βρίσκεται κάτω από τον Ορίζοντα να είναι αόρατος. Οι αμφιφανείς αστέρες επομένως ανατέλλουν, μεσουρανούν άνω (και κάτω) και δύουν.

Για τους αμφιφανείς αστέρες ισχύει η σχέση: $180^\circ - \varphi > P > \varphi$ (5).

1.2 Διδακτική αξιοποίηση της προσομοίωσης

Στόχοι: ο χρήστης της προσομοίωσης να αντιληφθεί:

- ✓ ότι το επίπεδο της τροχιάς των αστέρων είναι παράλληλο στον Ουράνιο Ισημερινό.
- ✓ ότι αναλόγως του τόπου παρατήρησης κάποιοι αστέρες θα είναι αειφανείς, κάποιοι άλλοι θα είναι αμφιφανείς και κάποιοι θα είναι αφανείς.

Σημεία ελέγχου:

- ✓ εμφάνιση ή απόκρυψη στοιχείων της κατασκευής.
- ✓ επιλογή του γεωγραφικού πλάτους του τόπου (από $0^\circ \rightarrow +90^\circ$).
- ✓ επιλογή της θέσης του αστέρα πάνω στην Ουράνια Σφαίρα.

Προτάσεις δραστηριοτήτων:

- Επίλεξε να εμφανισθούν η Ουράνια Σφαίρα, ο Άξονας του Κόσμου, το Ζενίθ και το Ναδίρ, ο Ορίζοντας, ο Ουράνιος Ισημερινός, ένας αστέρας και η τροχιά του αστέρα.

- Επίλεξε μια ενδιάμεση τιμή στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου παρατήρησης (πχ. $+38^\circ$, το γεωγραφικό πλάτος της Πάτρας είναι περίπου $+38,25^\circ$) και στη συνέχεια πάτησε το πλήκτρο κίνηση/παύση αστέρα.
Παρατήρησε την τροχιά του αστέρα καθώς κινείται σε σχέση με τον Ουράνιο Ισημερινό καθώς και τη φορά κίνησής του.
Παρατήρησε αν ο αστέρας καθώς κινείται ανατέλλει, μεσουρανή πάνω από τον Ορίζοντα, δύει και μεσουρανή κάτω από τον Ορίζοντα, δηλαδή αν ο αστέρας είναι αμφιφανής.
- Πάτησε το πλήκτρο αλλαγή θέσης αστέρα και άλλαξε στη συνέχεια την θέση του αστέρα, προσπαθώντας στη θέση που τον μετακίνησες να είναι τώρα αειφανής, δηλαδή να μην δύει ποτέ. Πάτησε το πλήκτρο κίνηση/παύση αστέρα και δες αν το κατάφερες.
- Επανάλαβε την προηγούμενη διαδικασία προσπαθώντας ο αστέρας να είναι τώρα αφανής, δηλαδή να μην ανατέλλει, οπότε δεν θα είναι ορατός από τον τόπο παρατήρησης.

- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος 0° (τόπος παρατήρησης στον Ισημερινό της Γης).
Παρατήρησε το επίπεδο της τροχιάς του αστέρα σε σχέση με τον Ορίζοντα.
- Άλλαξε θέσεις στον αστέρα και παρατήρησε κάθε φορά ποιας κατηγορίας είναι ο αστέρας σε οποιαδήποτε θέση και να τον τοποθετήσεις.

- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος $+90^\circ$ (τόπος παρατήρησης ο Βόρειος Πόλος της Γης).
Παρατήρησε το επίπεδο της τροχιάς του αστέρα σε σχέση με τον Ορίζοντα.
- Άλλαξε θέσεις στον αστέρα και παρατήρησε κάθε φορά ποιας κατηγορίας είναι ο αστέρας σε οποιαδήποτε θέση και να τον τοποθετήσεις.

Συμπεράσματα:

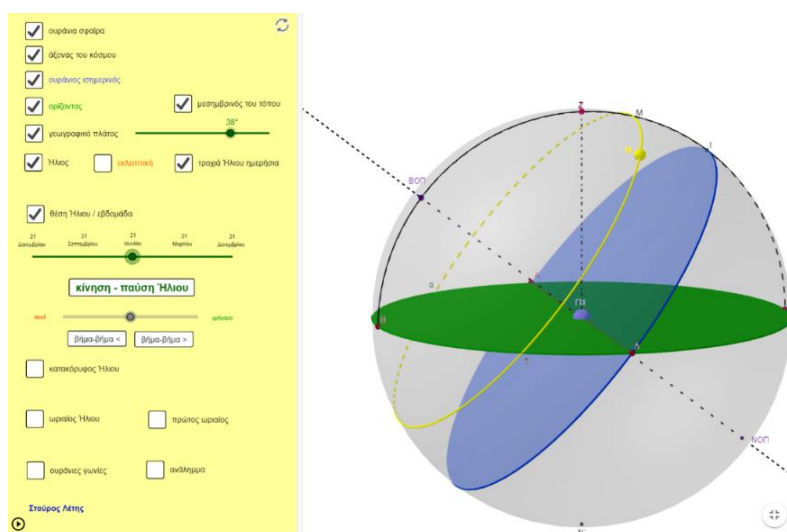
Το επίπεδο της τροχιάς των άστρων είναι πάντοτε παράλληλο προς τον Ουράνιο Ισημερινό. Αναλόγως του γεωγραφικού πλάτους του τόπου παρατήρησης ένας αστέρας ενδέχεται να είναι αειφανής, αμφιφανής ή αφανής.

Για παρατήρηση από ένα τόπο στον Ισημερινό της Γης το επίπεδο της τροχιάς των αστερών είναι κάθετο στον Ορίζοντα και όλοι οι αστέρες είναι αμφιφανείς.

Για παρατήρηση από τον Βόρειο (ή το Νότιο Πόλο της Γης) το επίπεδο της τροχιάς των αστερών είναι παράλληλο προς τον Ορίζοντα. Οπότε οι αστέρες είναι είτε αειφανείς είτε αφανείς.

2^ο Εργαστήριο αστρονομίας

αντικείμενο προσομοίωσης: οι φαινόμενες κινήσεις του Ήλιου



Εικόνα 2. Περιβάλλον προσομοίωσης: οι φαινόμενες κινήσεις του Ήλιου

2.1 Εισαγωγικές έννοιες

Φαινόμενες κινήσεις του Ηλίου

Ημερήσια φαινόμενη κίνηση του Ηλίου εξαιτίας της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της. Η Ημερήσια φαινόμενη τροχιά του Ήλιου είναι παράλληλη στον Ουράνιο Ισημερινό. Η φαινόμενη φορά κίνησης του Ήλιου για παρατηρητές που βρίσκονται στο βόρειο ημισφαίριο της Γης που κοιτούν προς το Νότο είναι δεξιόστροφη από Ανατολή προς Δύση. Αντίστοιχα για παρατηρητές που βρίσκονται στο Νότιο ημισφαίριό της που κοιτούν προς τον Βορά είναι αριστερόστροφη από Ανατολή προς Δύση.

Ετήσια φαινόμενη κίνηση του Ήλιου εξαιτίας της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο. Η τροχιά αυτή του Ήλιου ονομάζεται **Εκλειπτική τροχιά** και δεν είναι παράλληλη στον Ουράνιο Ισημερινό αλλά σχηματίζει με αυτόν γωνία περίπου **23° 27'** (περίπου **23,5°**) η οποία λέγεται **Λόξωση της Εκλειπτικής (ε)**.

Ισημερίες

Ο Ουράνιος Ισημερινός τέμνει την Εκλειπτική στα σημεία **γ** και **γ'** που ονομάζονται **Εαρινό** και **Φθινοπωρινό Ισημερινό Σημείο** αντίστοιχα. Η διάμετρος $\gamma\gamma'$ της Εκλειπτικής ονομάζεται **γραμμή των Ισημεριών**. Τα σημεία **Ε** και **Ε'** της Εκλειπτικής ορίζουν την διάμετρό της EE' η οποία είναι κάθετη στην $\gamma\gamma'$ και ονομάζεται **γραμμή των Τροπών** ή **των Ηλιοστασίων**.

Στο σημείο **γ** της Εκλειπτικής βρίσκεται ο Ήλιος όταν ανέρχεται, για παρατηρητή στο βόρειο ημισφαίριο της Γης, από το νότιο ημισφαίριο της Ουράνιας Σφαίρας στο βόρειο. Αυτό συμβαίνει περίπου στις 21 Μαρτίου (**Εαρινή Ισημερία**) οπότε αρχίζει η Άνοιξη στο Βόρειο ημισφαίριο της Γης (ταυτόχρονα αρχίζει το Φθινόπωρο στο νότιο ημισφαίριο της Γης).

Στο σημείο **γ'** βρίσκεται ο Ήλιος όταν κατέρχεται, για παρατηρητή στο βόρειο ημισφαίριο, από το βόρειο ημισφαίριο της Ουράνιας Σφαίρας στο νότιο. Αυτό συμβαίνει περίπου στις 22 Σεπτεμβρίου (**Φθινοπωρινή Ισημερία**) οπότε αρχίζει το Φθινόπωρο στο βόρειο ημισφαίριο της Γης (ταυτόχρονα αρχίζει η Άνοιξη στο νότιο ημισφαίριο της Γης).

Στις δύο Ισημερίες το επίπεδο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου ταυτίζεται με τον Ουράνιο Ισημερινό.

Ηλιοστάσια

Στο σημείο **Ε** της Εκλειπτικής ο Ήλιος βρίσκεται στην μικρότερη δυνατή απόσταση από τον Βορά. Το επίπεδο της ημερήσιας τροχιάς του τότε είναι στη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση από τον Ουράνιο Ισημερινό σχηματίζοντας η ευθεία που ενώνει το κέντρο της Γης με το κέντρο του Ήλιου γωνία περίπου 23,5° με τον Ουράνιο Ισημερινό. Αυτό συμβαίνει περίπου στις 21 Ιουνίου (**Θερινό Ηλιοστάσιο**) οπότε αρχίζει το Καλοκαίρι στο βόρειο ημισφαίριο της Γης (ταυτόχρονα αρχίζει ο Χειμώνας στο νότιο ημισφαίριο της Γης).

Στο σημείο **Ε'** ο Ήλιος βρίσκεται στην μικρότερη δυνατή απόσταση από τον Νότο. Το επίπεδο της ημερήσιας τροχιάς του τότε είναι στη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση από τον Ουράνιο Ισημερινό σχηματίζοντας η ευθεία που ενώνει το κέντρο της Γης με το κέντρο του Ήλιου γωνία περίπου 23,5° με τον Ουράνιο Ισημερινό. Αυτό συμβαίνει περίπου στις 21 Δεκεμβρίου (**Χειμερινό Ηλιοστάσιο**) οπότε αρχίζει ο Χειμώνας στο βόρειο ημισφαίριο της Γης (ταυτόχρονα αρχίζει το Καλοκαίρι στο νότιο ημισφαίριο της Γης).

Ανάλημμα ονομάζεται η τροχιά της θέσης που προβάλλεται ο Ήλιος στην Ουράνια Σφαίρα, την ίδια ώρα κάθε ημέρα, στη διάρκεια ενός έτους. Η θέση του Ήλιου την ίδια ώρα κάθε ημέρα στη διάρκεια του έτους δεν φαίνεται η ίδια. Οι λόγοι που συμβαίνει αυτό είναι: η ελλειπτική τροχιά της Γης κατά την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο και η κλίση του άξονα περιστροφής της Γης κατά 23,5° περίπου σε σχέση με την κάθετη στο επίπεδο περιφοράς της γύρω από τον Ήλιο. Το σχήμα του Αναλήμματος ομοιάζει με «ξεχειλωμένο, πάνω-κάτω, 8» με το σημείο επαφής των λοβών του να είναι βόρεια ή νότια του Ουράνιου Ισημερινού και όχι πάνω στο επίπεδό του.

Κλιματικές ζώνες της Γης

Πολικές ζώνες ονομάζονται οι περιοχές της Γης στην οποία ο Ήλιος είναι αφανής έστω και για μία μόνο ημέρα στη διάρκεια του έτους (ο Ήλιος δεν ανατέλλει σε διάρκεια 24 ωρών). Εκτείνονται από τον **Αρκτικό κύκλο** μέχρι τον Βόρειο Πόλο στο βόρειο ημισφαίριο της Γης (βόρεια Πολική ζώνη) και από τον **Ανταρκτικό κύκλο** μέχρι τον Νότιο Πόλο της Γης στο νότιο ημισφαίριο της (νότια Πολική ζώνη).

Τροπική ζώνη ονομάζεται η περιοχή της Γης στην οποία ο Ήλιος διέρχεται από το Ζενίθ του τόπου τουλάχιστον μία φορά στη διάρκεια του έτους (οι ακτίνες του Ήλιου προσπίπτουν κάθετα στην Γη έστω και για μία μόνο ημέρα στη διάρκεια του έτους). Εκτείνεται από τον **τροπικό του Καρκίνου** στο βόρειο ημισφαίριο της Γης μέχρι τον **τροπικό του Αιγόκερω** στο νότιο ημισφαίριο της.

Εύκρατες ζώνες ονομάζονται: η ζώνη ανάμεσα στον Αρκτικό κύκλο και τον τροπικό του Καρκίνου στο βόρειο ημισφαίριο της Γης (βόρεια Εύκρατη ζώνη) καθώς και η ζώνη ανάμεσα στον Ανταρκτικό κύκλο και τον τροπικό του Αιγόκερω στο νότιο ημισφαίριο (νότια Εύκρατη ζώνη).

2.2 Διδακτική αξιοποίηση της προσομοίωσης

Στόχοι: ο χρήστης της προσομοίωσης να αντιληφθεί:

- ✓ ότι το επίπεδο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου είναι παράλληλο στον ουράνιο ισημερινό (όπως όλων των άστρων).
- ✓ ότι η ημερήσια τροχιά του Ήλιου δεν είναι η ίδια οποιαδήποτε ημέρα του έτους. Επομένως το σημείο στο οποίο φαίνεται ο Ήλιος την ίδια ώρα κάθε ημέρα δεν είναι το ίδιο.
- ✓ ότι το τόξο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου στη διάρκεια μιας ημέρας (στο οποίο είναι ορατός από έναν παρατηρητή) δεν είναι ίσου μήκους σε όλες τις ημέρες του έτους.
- ✓ ότι τα σημεία στα οποία ανατέλλει και δύει ο Ήλιος δεν είναι τα ίδια κάθε ημέρα του έτους και ότι τα σημεία αυτά δεν είναι πάντα το σημείο της Ανατολής και της Δύσης αντίστοιχα.
- ✓ τις κλιματικές ζώνες της Γης.

Σημεία ελέγχου:

- ✓ εμφάνιση ή απόκρυψη στοιχείων της κατασκευής.
- ✓ επιλογή του γεωγραφικού πλάτους του τόπου (από $0^\circ \rightarrow \pm 90^\circ$).
- ✓ επιλογή της θέσης του Ήλιου ανά εβδομάδα (από 21 Δεκεμβρίου \rightarrow 21 Δεκεμβρίου).

Προτάσεις δραστηριοτήτων:

- Επίλεξε να εμφανισθούν η Ουράνια Σφαίρα, ο άξονας του Κόσμου, ο Ουράνιος Ισημερινός, ο Ορίζοντας και ο Ήλιος.
- Επίλεξε να εμφανισθούν η ημερήσια τροχιά Ήλιου και η θέση Ήλιου/εβδομάδα.
- Επίλεξε μια ενδιάμεση τιμή στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου παρατήρησης (πχ. $+38^\circ$).
- Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση Ήλιου.
Παρατήρησε τη φαινόμενη φορά κίνησης του Ήλιου.
- Μετακίνησε τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα, εβδομάδα-εβδομάδα, από 21 Δεκεμβρίου (αρχική επιλογή) προς 21 Μαρτίου, προς 21 Ιουνίου, προς 21 Σεπτεμβρίου και τέλος προς 21 Δεκεμβρίου.
Παρατήρησε αν αλλάζει το τόξο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου.
Παρατήρησε πότε το τόξο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου γίνεται μέγιστο και πότε ελάχιστο.
Παρατήρησε ποια ημέρα του έτους συμβαίνει το καθένα από τα παραπάνω.
Παρατήρησε από ποιο σημείο του ορίζοντα ανατέλλει ο Ήλιος κάθε ημέρα. Είναι το ίδιο σημείο κάθε ημέρα; Ποιες ημέρες του έτους συμβαίνει ο Ήλιος να ανατέλλει από το σημείο της Ανατολής και να δύει από το σημείο της Δύσης;
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος (0°).
- Μετακίνησε τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα όπως προηγουμένως.

Παρατήρησε το επίπεδο της τροχιάς του Ήλιου σε σχέση με τον Ορίζοντα.

Παρατήρησε ποιες ημέρες στη διάρκεια του έτους η τροχιά του Ήλιου διέρχεται από το Ζενίθ.

Παρατήρησε ποιες εποχές του έτους η τροχιά του Ήλιου είναι προς την περιοχή του Νότου και ποιες προς την περιοχή του Βορά.

- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος (+90°).
- Μετακίνησε τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα όπως προηγουμένως.
Παρατήρησε το επίπεδο της τροχιάς του Ήλιου σε σχέση με τον Ορίζοντα.
Παρατήρησε ποιες εποχές του έτους η τροχιά του Ήλιου είναι πάνω από τον Ορίζοντα σε όλη την διάρκεια του 24ώρου (συνεχώς ημέρα) και ποιες εποχές του έτους η τροχιά του Ήλιου είναι κάτω από τον Ορίζοντα σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου (συνεχώς νύχτα).
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος (- 38°).
- Μετακίνησε τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα όπως προηγουμένως.
Παρατήρησε αν αλλάζει το τόξο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου.
Παρατήρησε πότε το τόξο της ημερήσιας τροχιάς του Ήλιου γίνεται μέγιστο και πότε ελάχιστο. Ποια ημέρα του έτους συμβαίνει το καθένα από τα παραπάνω;
Παρατήρησε από ποιο σημείο του ορίζοντα ανατέλλει ο Ήλιος κάθε ημέρα. Είναι το ίδιο σημείο κάθε ημέρα; Ποιες ημέρες του έτους συμβαίνει ο Ήλιος να ανατέλλει από το σημείο της Ανατολής και να δύει από το σημείο της Δύσης;
- Μετακίνησε τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα στην 21 Δεκεμβρίου.
Παρατήρησε την τροχιά του Ήλιου εκείνη την ημέρα. Μπορείς να συμπεράνεις ποια εποχή είναι τότε σε αυτόν τον τόπο παρατήρησης;
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος (+38°) και χωρίς να αλλάξεις θέση Ήλιου/εβδομάδα (21 Δεκεμβρίου). Παρατήρησε την τροχιά του Ήλιου εκείνη την ημέρα. Μπορείς να συμπεράνεις ποια εποχή είναι τότε (την ίδια ημέρα) σε αυτόν τον τόπο παρατήρησης;
- Σκέψου ποιο είναι το κριτήριο της τροχιάς του Ήλιου που καθορίζει την εποχή σε ένα τόπο.
- Επίλεξε να εμφανισθεί η Εκλειπτική.
- Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση Ήλιου.
Παρατήρησε τη γωνία που σχηματίζει το επίπεδο της Εκλειπτικής κάθε στιγμή με το επίπεδο του Ουράνιου Ισημερινού (Λόξωση της Εκλειπτικής).
- Επίλεξε να εμφανισθεί η Λόξωση (η γωνία Λόξωση της Εκλειπτικής).
- Επίλεξε να εμφανισθεί η γραμμή των Ισημεριών και επέλεξε από τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα την 21 Μαρτίου (Εαρινή Ισημερία) και παρατήρησε τη θέση του Ήλιου.
- Επίλεξε από το δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα την 22 Σεπτεμβρίου (Φθινοπωρινή Ισημερία) και παρατήρησε τη θέση του Ήλιου.
- Επίλεξε να εμφανισθεί η γραμμή των Τροπών και επέλεξε από τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα την 21 Ιουνίου (Θερινό Ηλιοστάσιο) και παρατήρησε τη θέση του Ήλιου.
- Επίλεξε από το δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα την 21 Δεκεμβρίου (Χειμερινό Ηλιοστάσιο) και παρατήρησε τη θέση του Ήλιου.
- Επίλεξε να εμφανισθεί το Ανάλημμα.
- Μετακίνησε τον δρομέα θέση Ήλιου/εβδομάδα, εβδομάδα-εβδομάδα, για ένα έτος.
Παρατήρησε το σχήμα που προκύπτει από τις αποτυπώσεις των θέσεων του Ήλιου (την ίδια ώρα κάθε ημέρα) ανά εβδομάδα, στη διάρκεια ενός έτους.
Σχόλιο: στη προσομοίωση το ανάλημμα δεν σχεδιάζεται σωστά (δείχνεται λανθασμένα ότι οι λοβοί (του 8) εφάπτονται πάνω στο επίπεδο του Ουράνιου Ισημερινού) καθώς δεν έχει ληφθεί υπόψη η ελλειπτική τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο.
- Επίλεξε κατάλληλες τιμές στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου παρατήρησης ώστε να υπολογίσεις τις θέσεις των κλιματικών ζωνών της Γης.

- Υπολόγισε το γεωγραφικό πλάτος των πολικών περιοχών στο Βόρειο ημισφαίριο της Γης που βρίσκονται στην Αρκτική ζώνη και των πολικών περιοχών στο Νότιο ημισφαίριο που βρίσκονται στην Ανταρκτική ζώνη.
- Υπολόγισε το γεωγραφικό πλάτος των τροπικών περιοχών που βρίσκονται στον τροπικό του Καρκίνου (βόρεια του Ισημερινού της Γης) και στον τροπικό του Αιγόκερω (νότια του Ισημερινού της Γης).

Συμπεράσματα:

Η ημερήσια φαινομενική τροχιά του Ήλιου είναι παράλληλη στον Ουράνιο Ισημερινό αλλά δεν είναι η ίδια κάθε ημέρα.

Το μήκος της ημερήσιας φαινομενικής τροχιάς δεν είναι σταθερό. Αυτό εξηγεί την διαφορετική χρονική διάρκεια της ημέρας έναντι της νύκτας σε οποιαδήποτε 24ωρο στη διάρκεια του έτους.

Τα σημεία στα οποία ανατέλλει και δύει ο Ήλιος δεν είναι τα ίδια κάθε ημέρα του έτους και δεν είναι πάντα τα σημεία της Ανατολής και της Δύσης αντίστοιχα, παρά μόνο στις ημέρες των Ισημερινών.

Για παρατήρηση του Ήλιου από σημεία του Ισημερινού, το επίπεδο της ημερήσιας φαινομενικής τροχιάς του Ήλιου είναι κάθετο στον Ορίζοντα.

Για παρατήρηση του Ήλιου από τους πόλους της Γης, το επίπεδο της ημερήσιας φαινομενικής τροχιάς του Ήλιου είναι παράλληλο στον Ορίζοντα.

Για παρατήρηση από σημεία του βόρειου ημισφαιρίου της Γης (για γεωγραφικά πλάτη από $0^\circ \rightarrow 90^\circ$) η κίνηση του Ήλιου είναι δεξιόστροφη και η μεσουράνηση του Ήλιου γίνεται σε σημεία της Ουράνιας Σφαιράς προς τον Νότο του παρατηρητή.

Για παρατήρηση από σημεία του νότιου ημισφαιρίου της Γης (για γεωγραφικά πλάτη από $0^\circ \rightarrow -90^\circ$) η κίνηση του Ήλιου είναι αριστερόστροφη και η μεσουράνηση του Ήλιου γίνεται σε σημεία της Ουράνιας Σφαιράς προς τον Βορά του παρατηρητή.

Οι εποχές του έτους δεν έχουν σχέση με την απόσταση της Γης από τον Ήλιο και δεν έχουν όλοι οι τόποι της Γης την ίδια εποχή κάθε στιγμή. Οι εποχές του έτους εξηγούνται μέσω της διαφορετικής διάρκειας της ημέρας έναντι της νύκτας σε ένα 24ώρο και του διαφορετικού μήκους του τόξου που διαγράφει ο Ήλιος στην διάρκεια μιας ημέρας, επομένως και του διαφορετικού ύψους του κατά την μεσουράνησή του. Οι παράγοντες αυτοί διαφοροποιούνται λόγω της γωνίας που σχηματίζει ο άξονας περιστροφής της Γης σε σχέση με την κάθετη στο επίπεδο της εκλειπτικής (κλίση του άξονά της).

Ο Αρκτικός κύκλος βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $+66,5^\circ$ και ο Ανταρκτικός κύκλος σε γεωγραφικό πλάτος $-66,5^\circ$ αντίστοιχα. Ο τροπικός του Καρκίνου βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $+23,5^\circ$ και ο τροπικός του Αιγόκερω σε γεωγραφικό πλάτος $-23,5^\circ$.

3^ο Εργαστήριο αστρονομίας

αντικείμενο προσομοιώσεων (3 διαφορετικές):

τα 3 συχνότερα χρησιμοποιούμενα συστήματα σφαιρικών συντεταγμένων

3.1 Εισαγωγικές έννοιες

Σφαιρικές συντεταγμένες

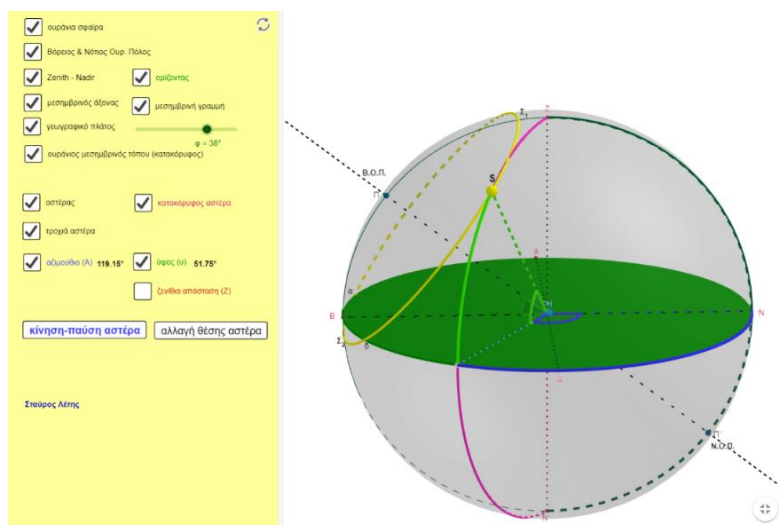
Για τον προσδιορισμό της θέσης ενός αστέρα στην Ουράνια Σφαίρα χρησιμοποιούμε συχνότερα κάποιο από τα επόμενα 3 **συστήματα σφαιρικών συντεταγμένων**. Η θέση ενός αστέρα προσδιορίζεται σε ένα σφαιρικό σύστημα με την βοήθεια δύο τόξων, ή δύο αντίστοιχων επίκεντρων γωνιών, πάνω σε **δύο βασικούς μέγιστους κύκλους**, οι οποίοι είναι κάθετοι μεταξύ τους. Από κάθε αστέρα διέρχεται ο Κατακόρυφος του και ο Ωριαίος του.

➤ **Οριζόντιες συντεταγμένες**

Βασικοί μέγιστοι κύκλοι σε αυτό το σύστημα σφαιρικών συντεταγμένων είναι ο Ορίζοντας και ο Ουράνιος Μεσημβρινός του τόπου. Οι συντεταγμένες αυτού του συστήματος είναι:

- ✓ **Ύψος, Alt (v)** του αστέρα ονομάζεται η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στον αστέρα και τον Ορίζοντα. Μετριέται πάνω στον Κατακόρυφο του αστέρα από τον Ορίζοντα μέχρι τον αστέρα (από $0^{\circ} \rightarrow +90^{\circ}$) αν ο αστέρας είναι πάνω από τον Ορίζοντα, ή (από $0^{\circ} \rightarrow -90^{\circ}$) αν ο αστέρας βρίσκεται κάτω από τον Ορίζοντα.
- ✓ **Αζιμούθιο, Az (A)** ονομάζεται η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στο Ουράνιο Μεσημβρινό του τόπου και τον Κατακόρυφο του αστέρα. Μετριέται κατά τη ανάδρομη φορά, με αρχή μέτρησης τον Νότο (ή το Βορά), από $0^{\circ} \rightarrow 360^{\circ}$.

Οι Οριζόντιες συντεταγμένες είναι αυτό που αντιλαμβανόμαστε άμεσα και αποτελεί το φυσικό σύστημα για έναν παρατηρητή. Χρησιμοποιούνται από τους χρήστες τηλεσκοπίων αλταζιμουθιακής στήριξης.



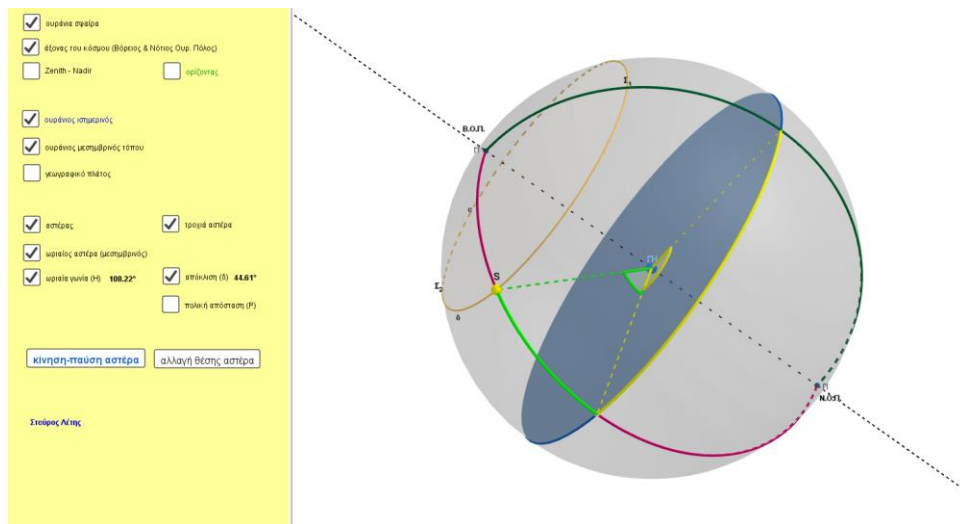
Εικόνα 3. Περιβάλλον προσομοίωσης: οριζόντιες συντεταγμένες

➤ **Ισημερινές συντεταγμένες**

Βασικοί μέγιστοι κύκλοι σε αυτό το σύστημα σφαιρικών συντεταγμένων είναι ο Ουράνιος Ισημερινός και ο Ουράνιος Μεσημβρινός του τόπου. Οι συντεταγμένες αυτού του συστήματος είναι:

- ✓ **Ωριαία Γωνία, HA (H)** ονομάζεται η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στον Ουράνιο Μεσημβρινό του τόπου και τον Ωριαίο του αστέρα. Μετριέται πάνω στον Ουράνιο Ισημερινό, κατά την ανάδρομη φορά, με αρχή μέτρησης το σημείο τομής του Μεσημβρινού του τόπου με τον Ουράνιο Ισημερινό, από $0^{\circ} \rightarrow 360^{\circ}$ (ή από $0 \rightarrow 24$ h).
- ✓ **Απόκλιση, Dec (δ)** ονομάζεται η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στον αστέρα και το σημείο στο οποίο ο Ωριαίος του αστέρα τέμνει τον Ουράνιο Ισημερινό. Μετριέται πάνω στον Ωριαίο του αστέρα, από $0^{\circ} \rightarrow +90^{\circ}$ προς τον ΒΟΠ, ή από $0^{\circ} \rightarrow -90^{\circ}$ προς τον ΝΟΠ αντίστοιχα.

Οι Ισημερινές συντεταγμένες είναι το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιείται από τους χρήστες τηλεσκοπίων ισημερινής στήριξης.



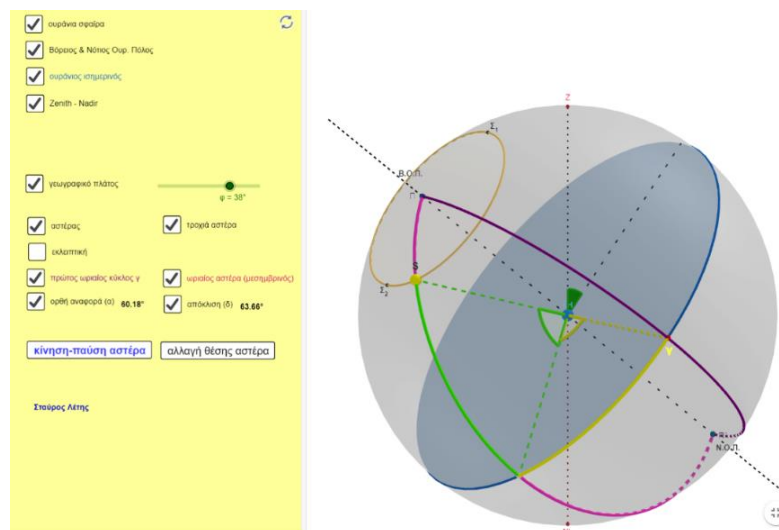
Εικόνα 4. Περιβάλλον προσομοίωσης: ισημερινές συντεταγμένες

➤ Ουρανογραφικές συντεταγμένες

Βασικοί μέγιστοι κύκλοι σε αυτό το σύστημα σφαιρικών συντεταγμένων είναι ο Ουράνιος Ισημερινός και ο Ωριαίος του σημείου γ. Οι συντεταγμένες αυτού του συστήματος είναι:

- ✓ **Ορθή Αναφορά, RA (α)** ονομάζεται η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στον Ωριαίο του σημείου γ και στον Ωριαίο του αστέρα. Μετριέται πάνω στον Ουράνιο Ισημερινό με αρχή το σημείο γ κατά την ορθή φορά από $0^\circ \rightarrow 360^\circ$ (ή από $0 \rightarrow 24$ h).
- ✓ **Απόκλιση, Dec (δ)** ονομάζεται η επίκεντρη γωνία ανάμεσα στον αστέρα και το σημείο στο οποίο ο Ωριαίος του αστέρα τέμνει τον Ουράνιο Ισημερινό. Μετριέται πάνω στον Ωριαίο του αστέρα, από $0^\circ \rightarrow +90^\circ$ προς τον ΒΟΠ, ή από $0^\circ \rightarrow -90^\circ$ προς τον ΝΟΠ αντίστοιχα.

Οι Ουρανογραφικές συντεταγμένες είναι ανεξάρτητες από τον τόπο και τον χρόνο παρατήρησης (είναι παγκόσμιες), αναφέρονται σε κάποιο έτος και χρησιμοποιούνται στη σύνταξη αστρονομικών καταλόγων και χαρτών. Στις μέρες μας έτος αναφοράς είναι το J2000. Το έτος αναφοράς αλλάζει κάθε 50 χρόνια.



Εικόνα 5. Περιβάλλον προσομοίωσης: ουρανογραφικές συντεταγμένες

3.2 Διδακτική αξιοποίηση των προσομοιώσεων

Στόχοι: ο χρήστης κάθε προσομοίωσης να αντιληφθεί:

- ✓ ποιοι είναι οι βασικοί κύκλοι κάθε συστήματος σφαιρικών συντεταγμένων.
- ✓ πως μετρούνται οι συντεταγμένες σε κάθε σύστημα σφαιρικών συντεταγμένων.

Σημεία ελέγχου:

- ✓ εμφάνιση ή απόκρυψη στοιχείων της κατασκευής.
- ✓ επιλογή του γεωγραφικού πλάτους του τόπου (από $0^\circ \rightarrow +90^\circ$).
- ✓ επιλογή της θέσης του αστέρα πάνω στην Ουράνια Σφαίρα.

Προτάσεις δραστηριοτήτων:

- Επίλεξε να εμφανισθούν η Ουράνια Σφαίρα, ο Άξονας του Κόσμου, ένας αστέρας και η τροχιά του αστέρα.

❖ Στη προσομοίωση **Οριζόντιες συντεταγμένες**

- Επίλεξε κάποιο ενδιαμέσο γεωγραφικό πλάτος ($+38^\circ$, σημείο παρατήρησης η Πάτρα).
Επίλεξε να εμφανισθούν οι βασικοί κύκλοι Οριζοντα και Ουράνιος Μεσημβρινός του τόπου.
Επίλεξε να εμφανισθούν οι συντεταγμένες Αζιμούθιο και Ύψος.
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος $+90^\circ$ (σημείο παρατήρησης ο Βόρειος πόλος της Γης).
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος 0° (σημείο παρατήρησης από τον Ισημερινό της Γης).
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.

Συμπεράσματα:

Οι Οριζόντιες συντεταγμένες είναι τοπικές και αλλάζουν καθώς κινείται ο αστέρας.

Στη περίπτωση που η παρατήρηση γίνεται από τον Βόρειο πόλο παραμένει σταθερή η συντεταγμένη του Ύψους του αστέρα καθώς, όπως έχουμε παρατηρήσει, η τροχιά του είναι παράλληλη στον Οριζοντα που συμπίπτει σε αυτή την περίπτωση ($\varphi=90^\circ$) με το επίπεδο του Ουράνιου Ισημερινού.

❖ Στη προσομοίωση **Ισημερινές συντεταγμένες**

- Επίλεξε κάποιο ενδιαμέσο γεωγραφικό πλάτος ($+38^\circ$, σημείο παρατήρησης η Πάτρα).
Επίλεξε να εμφανισθούν οι βασικοί κύκλοι Ουράνιος Ισημερινός και Ουράνιος Μεσημβρινός του τόπου.
Επίλεξε να εμφανισθούν οι συντεταγμένες Ωριαία γωνία και Απόκλιση.
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος $+90^\circ$ (σημείο παρατήρησης ο Βόρειος πόλος της Γης).
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος 0° (σημείο παρατήρησης από τον Ισημερινό της Γης).
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.

Συμπεράσματα:

Οι Ισημερινές συντεταγμένες είναι τοπικές, διατηρείται σταθερή η συντεταγμένη της Απόκλισης του αστέρα αλλάζει όμως η συντεταγμένη της Ωριαίας γωνίας του καθώς ο αστέρας κινείται.

❖ Στη προσομοίωση **Ουρανογραφικές συντεταγμένες**

- Επίλεξε κάποιο ενδιάμεσο γεωγραφικό πλάτος ($+38^\circ$, σημείο παρατήρησης η Πάτρα).
Επίλεξε να εμφανισθούν οι βασικοί κύκλοι Ουράνιος Ισημερινός και Ωριαίος του σημείου γ.
Επίλεξε να εμφανισθούν οι συντεταγμένες Ορθή Αναφορά και Απόκλιση.
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος $+90^\circ$ (σημείο παρατήρησης ο Βόρειος πόλος της Γης).
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.
- Επίλεξε γεωγραφικό πλάτος 0° (σημείο παρατήρησης από τον Ισημερινό της Γης).
Πάτησε το πλήκτρο κίνηση-παύση αστέρα και παρατήρησε τις τιμές των συντεταγμένων.

Συμπεράσματα:

Οι Ουρανογραφικές συντεταγμένες δεν είναι τοπικές, αλλά παγκόσμιες και παραμένουν σταθερές καθώς κινείται ο αστέρας.

Η σταθερότητα των Ουρανογραφικών συντεταγμένων είναι ο λόγος που αυτές είναι οι συντεταγμένες των αστέρων που αναφέρονται στους αστρονομικούς χάρτες.

Επίλογος

Οι χρησιμοποιούμενες 3D προσομοιώσεις στα πλαίσια των Εργαστηρίων Αστρονομίας καλύπτουν το σύνολο των εννοιών που αναφέρονται στις κινήσεις των αστέρων και του Ήλιου καθώς και των 3 πιο συχνά χρησιμοποιούμενων συστημάτων σφαιρικών συντεταγμένων. Εντυπώνονται στον χρήστη και έτσι μπορούν να τον βοηθήσουν σημαντικά στην κατανόηση των επιδιωκόμενων εννοιών.

Βιβλιογραφία

- [1] Αυγολούπης Σταύρος- Σειραδάκης Γιάννης (1993). Παρατηρησιακή Αστρονομία.
- [2] Χαλκιά Κρυσταλλία (2022). Το Ηλιακό σύστημα μέσα στο Σύμπαν. ανοικτές ακαδημαϊκές εκδόσεις ΚΑΛΛΙΠΟΣ.

Ιστοσελίδες

- [1] <https://astro.unl.edu/naap>.