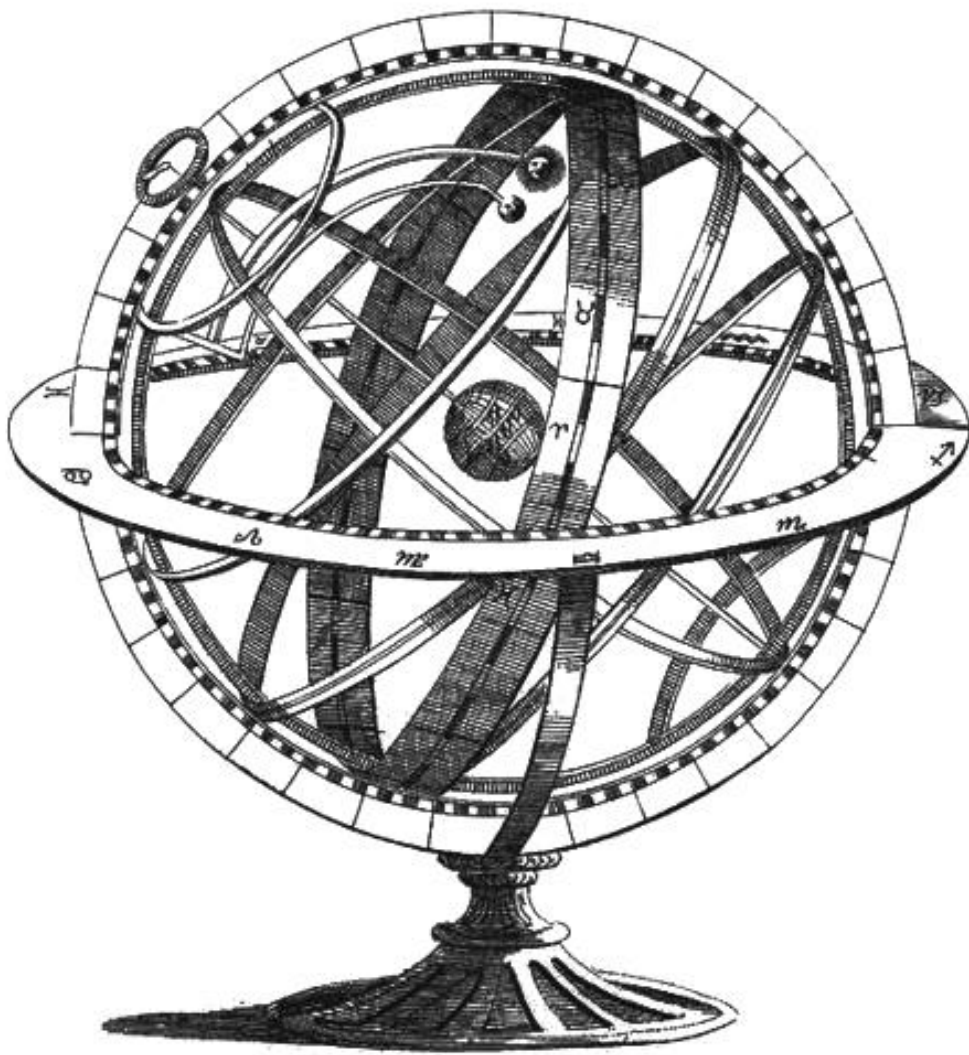


Ζώνη Δημιουργικών Δραστηριοτήτων

Περί Μεγεθών και Αποστάσεων

μία εισαγωγή στην Αστρονομία



Γκαϊντατζής Παύλος ΠΕ03

6^ο Εσπερινό ΕΠΑ.Λ. Θεσσαλονίκης
Σχ. Έτος 2020-2021

Οι παρακάτω δραστηριότητες πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του μαθήματος «Ζώνη Δημιουργικών Δραστηριοτήτων», το οποίο διδάσκεται στην Α΄ Λυκείου ΕΠΑ.Λ.

Πρόλογος

Η Αστρονομία έπαιξε σημαντικό ρόλο σε όλες τις εποχές της ανθρώπινης ιστορίας. Από την αρχαιότητα, οι παρατηρήσεις των ουράνιων σωμάτων επηρέασαν την ανθρώπινη σκέψη τόσο σε πρακτικά ζητήματα (γεωργία, ναυσιπλοΐα, ημερολόγια κ.ά.) όσο και σε μεταφυσικά (θρησκείες, μυθολογίες, κοσμοθεωρίες). Τις τελευταίες δεκαετίες, η Αστρονομία και η Αστροφυσική έχουν δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα που απασχολούσαν τον άνθρωπο για χιλιετίες: «Από τι αποτελείται το Σύμπαν;», «Ποιο είναι το μέγεθός του;», «Δημιουργήθηκε ή υπήρχε από πάντα;», «Αν δημιουργήθηκε, τότε πότε και πώς συνέβη αυτό;». Σε αυτήν την πορεία του ανθρώπου για την κατάκτηση της γνώσης παρατηρούμε ότι πολλές από τις απαντήσεις στα μεγάλα ερωτήματα είναι τόσο «εξωπραγματικές» που δεν κατάφεραν να τις προβλέψουν ούτε οι πιο ευφάνταστοι συγγραφείς. Ακόμη πιο «εξωπραγματικά» είναι τα νέα ερωτήματα που προέκυψαν και δεν έχουν ακόμη απαντηθεί. Από μια πιο πρακτική σκοπιά, η εκμετάλλευση του εγγύς διαστήματος για ανάπτυξη νέων τεχνολογιών γινόταν μέχρι πρόσφατα από μεγάλους οργανισμούς με συμπράξεις πολλών κρατών. Σήμερα, στο χώρο μπαίνουν και ιδιωτικές εταιρείες με πολλαπλά οφέλη αλλά και κινδύνους για τον σύγχρονο άνθρωπο.

Ζούμε στη διαστημική εποχή και η εκπαίδευση στην Αστρονομία θα έπρεπε να θεωρείται δεδομένη, όμως δυστυχώς κάτι τέτοιο δε συμβαίνει. Το μάθημα της Αστρονομίας δε διδάσκεται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, με αποτέλεσμα οι μαθητές να αποφοιτούν από το Λύκειο χωρίς να διδαχθούν στοιχειώδεις γνώσεις αστρονομίας. Όσοι εκπαιδευτικοί έχουμε ρωτήσει τους μαθητές μας «τι είναι τα άστρα», έχουμε παρατηρήσει κάτι το αντιφατικό. Ενώ φαίνεται ότι δεν έχει απασχολήσει τουλάχιστον τη συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών, έχουν έντονη περιέργεια να μάθουν την απάντηση. Μοιάζει σαν η σύγχρονη καθημερινότητα να έχει αποδυναμώσει από τους μαθητές μας τη φλόγα της περιέργειας, η οποία όμως δεν μπορεί να σβήσει και είναι έτοιμη να αναζωπυρωθεί με τα κατάλληλα ερεθίσματα. Οι δραστηριότητες που ακολουθούν αποτελούν μια προσπάθεια μιας τέτοιας αναζωπύρωσης.

1 Περιγραφή της πρότασης

1.1 Τίτλος

Περί μεγεθών και αποστάσεων (μία εισαγωγή στην Αστρονομία)

1.2 Λέξεις κλειδιά

Αστρονομία, Αρίσταρχος, Ακτίνα Γης, Ακτίνα Σελήνης, Ακτίνα Ηλίου, Απόσταση Γης-Σελήνης, Απόσταση Γης-Ηλίου, Ουράνια Σφαίρα.

1.3 Συνοπτική περιγραφή του θέματος

Αναπαραγωγή των μεθόδων του Αρίσταρχου για τον υπολογισμό των μεγεθών και αποστάσεων Γης, Σελήνης και Ηλίου με τη βοήθεια ψηφιακών εκπαιδευτικών εφαρμογών και προσομοιώσεων.

1.4 Σκοπός

Η οικοδόμηση της γνώσης πολλές φορές απαιτεί την απόρριψη «προσωπικών απόψεων» ή και «δεισιδαιμονιών» για χάρη της ορθολογικής αντίληψης του κόσμου.

Σκοπός της πρότασης είναι οι μαθητές να γνωρίσουν τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη αλλάζει την αντίληψή μας για τα πράγματα, όπως συνέβη με τον Αρίσταρχο, ο οποίος πρότεινε τη νέα για την εποχή υπόθεση του ηλιοκεντρικού μοντέλου.

1.5 Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Στα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα είναι ο μαθητής να:

- Κατανοήσει τις θέσεις και τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων.
- Γνωρίσει τις μεθόδους υπολογισμού των μεγεθών και αποστάσεων συγκεκριμένων ουράνιων σωμάτων.
- Έρθει σε επαφή με το σύνολο της πειραματικής διαδικασίας που περιλαμβάνει τη σύλληψη της ιδέας, τον σχεδιασμό των παρατηρήσεων/πειραμάτων, την εκτέλεσή τους και την επεξεργασία των μετρήσεων.
- Χρησιμοποιήσει προϋπάρχουσα γνώση ως εργαλείο για να δώσει απαντήσεις σε πραγματικά ερωτήματα.

1.6 Απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Υπολογιστής ή tablet ή smart phone με πρόσβαση στο διαδίκτυο.

1.7 Ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών

Για την ανάπτυξη των εκπαιδευτικών εφαρμογών χρησιμοποιήθηκαν η εφαρμογή διαδραστικής γεωμετρίας *GeoGebra* και η μηχανή παιχνιδιών *Construct 2*.

2. Οργάνωση διδασκαλίας και δραστηριοτήτων

2.1 Μεθοδολογία υλοποίησης

Η διεξαγωγή της πρότασης στηρίχθηκε, ως επί το πλείστον, στη συνεργατική μέθοδο με την καθοδήγηση και τη συμβουλευτική υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό. Σχεδιάστηκαν πέντε (5) δραστηριότητες με την κάθε μία να αποτελείται από μία ή δύο ψηφιακές εκπαιδευτικές εφαρμογές (μαθησιακά αντικείμενα), οδηγίες χρήσης των εκπαιδευτικών εφαρμογών και ένα φύλλο εργασίας. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ζευγάρια και εργάστηκαν ανά δύο σε Η/Υ του σχολικού εργαστηρίου. Αρχικά είχε προγραμματιστεί κάποιες από τις μετρήσεις που απαιτούνται στις δραστηριότητες να πραγματοποιηθούν σε πραγματικές συνθήκες. Ωστόσο, λόγω της πανδημίας του COVID-19 όλες οι μετρήσεις εκτελέστηκαν από τους μαθητές με τη βοήθεια προσομοιώσεων που αναπτύχθηκαν ειδικά για τον σκοπό αυτό.

2.2 Πορεία υλοποίησης

Μάθημα	Ημερομηνία Υλοποίησης	Ώρες	Θεματολογία
1 ^ο	13/04/21	2	Παρουσίαση της επιστήμης της Αστρονομίας, ιστορική εξέλιξη.
2 ^ο	20/04/21	2	Ουράνια Σφαίρα, βασικές έννοιες και ορισμοί.
3 ^ο	20/04/21	1	Γωνιακό Μέγεθος και εφαρμογές. Υπολογισμός απόστασης αντικειμένου γνωστού μεγέθους.
4 ^ο	11/05/21	1	Φάσεις Σελήνης. Υπολογισμός του λόγου αποστάσεων Γης-Ηλίου προς Γης-Σελήνης.
5 ^ο	18/05/21	2	Βάθος Ορίζοντα. Υπολογισμός της ακτίνας της Γης με χρονόμετρο.
6 ^ο	25/05/21	2	Έκλειψη Σελήνης. Υπολογισμός της απόστασης Γης-Σελήνης, Γης-Ηλίου.
7 ^ο	01/06/21	2	Συζήτηση για τις νέες ανακαλύψεις της Αστρονομίας, προκλήσεις του μέλλοντος.

3. Γενικά συμπεράσματα και ανατροφοδότηση

Από τη γενική συζήτηση που πραγματοποιήθηκε στο πρώτο μάθημα, προέκυψε το συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών είχε μια λανθασμένη αντίληψη για το αντικείμενο της Αστρονομίας. Πέρα από τη συνηθισμένη (δυστυχώς) σύγχυση μεταξύ αστρονομίας και αστρολογίας, οι μαθητές είχαν την αίσθηση ότι η Αστρονομία είναι πρόσφατη επιστήμη και κάθε μέτρηση απαιτεί σύγχρονο και ακριβό εξοπλισμό. Στο ερώτημα «πώς μπορούμε να υπολογίσουμε την ακτίνα της Γης;» η συνηθέστερη απάντηση ήταν «με ακριβά επιστημονικά όργανα», χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα να δοθεί περιγραφή αυτών των οργάνων.

Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων οι μαθητές άρχισαν να συνειδητοποιούν ότι ακόμη και με απλές παρατηρήσεις, χωρίς τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού, μπορούμε να οδηγηθούμε σε χρήσιμα συμπεράσματα. Σε κάποιες περιπτώσεις, ορισμένοι μαθητές

αντιμετώπισαν δυσκολίες στους μαθηματικούς υπολογισμούς, γι' αυτό και δόθηκαν στοχευμένα διευκρινήσεις και καθοδήγηση. Σε ό,τι αφορά τις εκπαιδευτικές εφαρμογές δεν παρουσιάστηκαν δυσκολίες ως προς τη χρήση τους και η ανταπόκριση των μαθητών ήταν θετική.

4. Μελλοντική εξέλιξη / Προοπτικές βελτίωσης

Για την επόμενη σχολική χρονιά προγραμματίζεται ο σχεδιασμός και επιπλέον δραστηριοτήτων που θα αφορούν τους υπολογισμούς μεγεθών και αποστάσεων πλανητών, αστερών και γαλαξιών. Η μέθοδος υπολογισμού αποστάσεων που επιλέχθηκε ανά είδος ουράνιου σώματος παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Ουράνια Σώματα	Μέθοδος Υπολογισμού
Πλανήτες	3 ^{ος} Νόμος του Kepler
Κοντινά άστρα	Ετήσια Παράλλαξη
Μακρινά άστρα	Κηφείδες
Κοντινοί Γαλαξίες	Σχέση Sigma-D
Μακρινοί Γαλαξίες	Μετατόπιση Doppler

5. Οι δραστηριότητες αναλυτικά

Κάθε δραστηριότητα συνοδεύεται από το σχέδιο μαθήματος του καθηγητή, τις οδηγίες χρήσης των εκπαιδευτικών εφαρμογών και το φύλλο εργασίας μαθητή. Το σχέδιο μαθήματος περιέχει τους εκπαιδευτικούς στόχους και τη γενική περιγραφή της δραστηριότητας, η οποία αποτελείται από τα *Προπαρασκευαστικά* (στοιχεία θεωρίας που παρουσιάστηκαν στους μαθητές πριν την εκτέλεση της κάθε δραστηριότητας) και τις *Ενδεικτικές Απαντήσεις* των φύλλων εργασίας.

1^η Δραστηριότητα

- **Τίτλος:** Ουράνια Σφαίρα
- **Διάρκεια:** 2 ώρες
- **Προαπαιτούμενες Γνώσεις:** Πρωταρχικές γεωμετρικές έννοιες (σημείο, ευθεία, γωνία, παράλληλες και κάθετες ευθείες, κύκλος, σφαίρα)

Εισαγωγή

Τα αστρονομικά αντικείμενα βρίσκονται σε απομακρυσμένες αποστάσεις με αποτέλεσμα όλα τα ουράνια αντικείμενα να φαίνονται εξίσου μακριά, σαν να είναι στερεωμένα στο εσωτερικό μιας σφαίρας. Η σφαίρα αυτή καλείται *Ουράνια Σφαίρα*, έχει ως κέντρο τον παρατηρητή και αυθαίρετα μεγάλη αλλά σταθερή ακτίνα. Πρακτικά, λόγω της αυθαίρετα μεγάλης ακτίνας, ταυτίζουμε τη θέση του παρατηρητή με το κέντρο της Γης. Εξαιτίας της περιστροφής της Γης ο παρατηρητής έχει την αίσθηση ότι η ουράνια σφαίρα περιστρέφεται με φορά προς τα δυτικά.

Στόχοι της δραστηριότητας

Στόχοι της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να:

1. Μπορούν να εξηγήσουν το φαινόμενο της Ανατολής – Δύσης των ουράνιων αντικειμένων.
2. Συσχετίσουν τον προσανατολισμό την Ουράνιας Σφαίρας με τη θέση (γεωγραφικό πλάτος) του παρατηρητή.
3. Μπορούν να εξηγήσουν ποιοτικά τη διαφορά της διάρκειας μέρας και νύχτας συναρτήσει της εποχής και της θέσης του παρατηρητή.

Περιγραφή της Δραστηριότητας

Προπαρασκευαστικά

Επίδειξη του μαθησιακού αντικειμένου (Μ.Α.) *Ουράνια Σφαίρα*. Συζητήθηκαν οι έννοιες: Ουράνια σφαίρα, Γεωγραφικό πλάτος, Ορίζοντας, Μεσημβρινός του τόπου, Ισημερινός, Ζενίθ, Ναδύρ, Απόκλιση, Έξαρμα πόλου, Άνω και Κάτω μεσουράνηση.

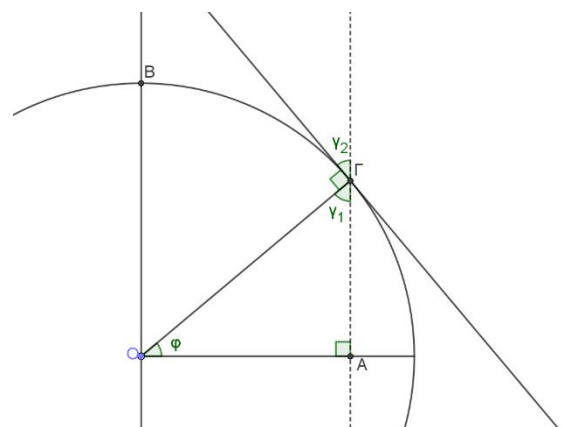
Ενδεικτικές Απαντήσεις

1. **Γιατί το έξαρμα του βόρειου πόλου ισούται με το γεωγραφικό πλάτος του παρατηρητή;**

Στο διπλανό σχήμα φ είναι το γεωγραφικό πλάτος και γ_2 το έξαρμα του πόλου. Ισχύει:

$$\begin{cases} \varphi + \gamma_1 = 90^\circ \\ \gamma_1 + \gamma_2 = 90^\circ \end{cases} \Rightarrow \varphi = \gamma_2$$

2. **Τοποθέτησε τον παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης (περίπου 40° Β). Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη απόκλιση ενός αστέρα για να μην δύει ποτέ;**



Ελάχιστη απόκλιση 50° . Γενικά, για να είναι ένας αστέρας αειφανής πρέπει $\delta \geq 90^\circ - \varphi$, όπου φ το γεωγραφικό πλάτος του παρατηρητή.

3. Για παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης ποια πρέπει να είναι η μέγιστη απόκλιση ενός αστέρα για να μην ανατέλλει ποτέ;

Μέγιστη απόκλιση -50° . Γενικά, για να είναι ένας αστέρας αφανής πρέπει $\delta \leq \varphi - 90^\circ$, όπου φ το γεωγραφικό πλάτος του παρατηρητή.

4. Για παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης θέσε την απόκλιση του ήλιου την ημέρα της Εαρινής Ισημερίας. Τι παρατηρείς; Δικαιολόγησε τον όρο Ισημερία.

Το ημερήσιο τόξο (Ανατολή, Άνω μεσουράννηση, Δύση) ισούται με το νυχτερινό τόξο (Δύση, Κάτω μεσουράννηση, Ανατολή).

Ισημερία: Διάρκεια ημέρας = Διάρκεια Νύχτας.

5. Την ημέρα της Εαρινής Ισημερίας τι ισχύει για παρατηρητές σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη;

Το ίδιο με την 4 (με εξαίρεση τους πόλους).

6. Για παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης θέσε την απόκλιση του ήλιου την ημέρα του Θερινού Ηλιοστασίου. Σύγκρινε τη διάρκεια της ημέρας με τη διάρκεια της νύχτας.

Διάρκεια Ημέρας > Διάρκεια Νύχτας.

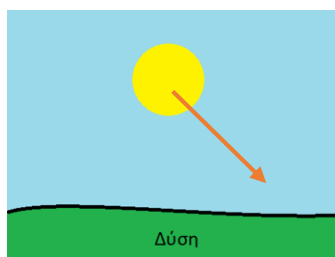
7. Επανάλαβε το προηγούμενο ερώτημα για έναν παρατηρητή στην Αυστραλία, στον Βόρειο και Νότιο Πόλο.

Αυστραλία: Διάρκεια Ημέρας < Διάρκεια Νύχτας.

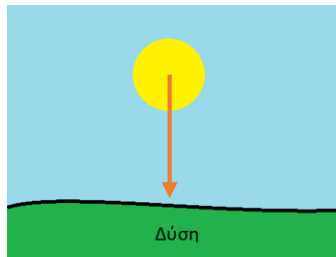
Βόρειος Πόλος: 24h Ημέρα.

Νότιος Πόλος: 24h Νύχτα.

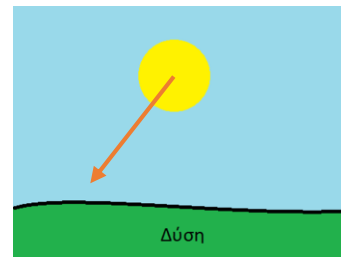
8. Σχεδίασε πάνω στις εικόνες την κατεύθυνση του Ηλίου κατά τη Δύση του.



Θεσσαλονίκη

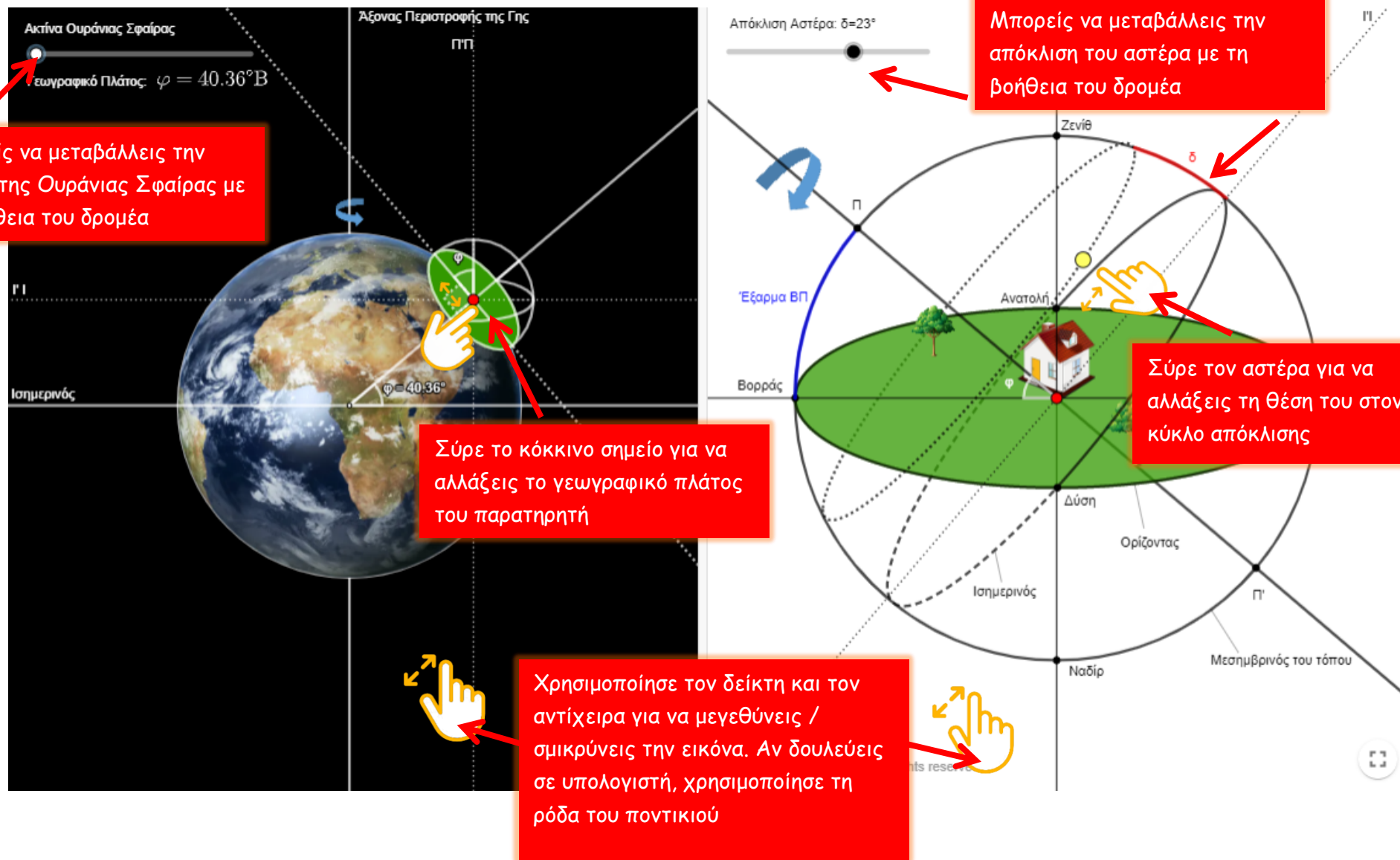


Ισημερινός



Αυστραλία

Οδηγίες χρήσης της εφαρμογής Ουράνια Σφαίρα



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Ουράνια Σφαίρα

Ονοματεπώνυμο: _____

1. Γιατί το έξαρμα του βόρειου πόλου ισούται με το γεωγραφικό πλάτος του παρατηρητή;
2. Τοποθέτησε τον παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης (περίπου 40° Β). Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη απόκλιση ενός αστέρα για να μην δύει ποτέ; (Οι αστέρες που δεν δύνουν ποτέ καλούνται αειφανείς)
3. Για παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης ποια πρέπει να είναι η μέγιστη απόκλιση ενός αστέρα για να μην ανατέλλει ποτέ; (Οι αστέρες που δεν ανατέλλουν ποτέ καλούνται αφανείς)
4. Οι αστέρες έχουν πρακτικά σταθερή απόκλιση. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει για τον Ήλιο λόγω της λόξωσης της εκλειπτικής (φαινόμενο εποχών). Συγκεκριμένα για τον Ήλιο ισχύει:

Ονομασία	Ημερομηνία	Απόκλιση δ
Εαρινή Ισημερία	21 Μαρτίου	$\delta=0^{\circ}$
Θερινό Ηλιοστάσιο	21 Ιουνίου	$\delta=23^{\circ}$
Φθινοπωρινή ισημερία	22 Σεπτεμβρίου	$\delta=0^{\circ}$
Χειμερινό ηλιοστάσιο	22 Δεκεμβρίου	$\delta=-23^{\circ}$

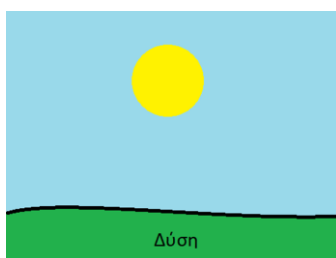
Για να απαντήσεις το φύλλο εργασίας, θα χρειαστείς την εφαρμογή *Ουράνια Σφαίρα*



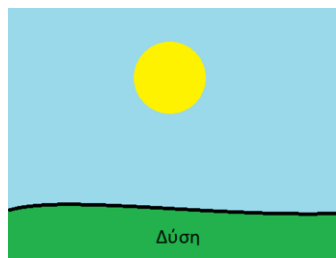
<https://6epal-esp-thess.gr/z/celestial/index.html>

Για παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης θέσε την απόκλιση του ήλιου την ημέρα της Εαρινής Ισημερίας. Τι παρατηρείς; Δικαιολόγησε τον όρο Ισημερία.

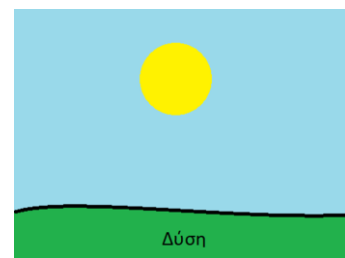
5. Την ημέρα της Εαρινής Ισημερίας τι ισχύει για παρατηρητές σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη;
6. Για παρατηρητή στο γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης θέσε την απόκλιση του ήλιου την ημέρα του Θερινού Ηλιοστασίου. Σύγκρινε τη διάρκεια της ημέρας με τη διάρκεια της νύχτας.
7. Επανάλαβε το προηγούμενο ερώτημα για έναν παρατηρητή στην Αυστραλία, στον Βόρειο και Νότιο Πόλο.
8. Σχεδίασε πάνω στις εικόνες την κατεύθυνση του Ηλίου κατά τη Δύση του.



Θεσσαλονίκη



Ισημερινός



Αυστραλία

2^η Δραστηριότητα

- **Τίτλος σεναρίου:** Γωνιακό μέγεθος
- **Διάρκεια:** 1 ώρα
- **Προαπαιτούμενες Γνώσεις:** Στοιχειώδης τριγωνομετρία, επίλυση πρωτοβάθμιας εξίσωσης

Εισαγωγή

Είναι γνωστό από την καθημερινή εμπειρία ότι η έκταση που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο στο οπτικό πεδίο ενός παρατηρητή εξαρτάται από το μέγεθός του και την απόσταση που έχει από αυτόν. Η έκταση που καταλαμβάνει το αντικείμενο στο οπτικό πεδίο μετριέται σε μοίρες και ονομάζεται *γωνιακό μέγεθος*. Εναλλακτικά, όταν αναφερόμαστε στη γωνία μεταξύ δύο διαφορετικών αντικειμένων, χρησιμοποιούμε τον όρο *γωνιακή απόσταση* και όταν αναφερόμαστε στη γωνία μεταξύ κέντρου και περιφέρειας σφαιρικού αντικειμένου, χρησιμοποιούμε τον όρο *γωνιακή ακτίνα*.

Στόχος της δραστηριότητας

Στόχος της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να γνωρίσουν την έννοια του γωνιακού μεγέθους και τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση ενός αντικειμένου, όταν γνωρίζουμε το μέγεθός του και αντίστροφα.

Περιγραφή της Δραστηριότητας

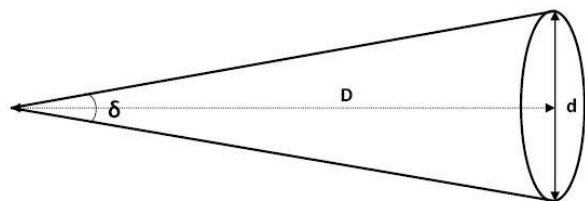
Προπαρασκευαστικά

Απόδειξη του τύπου:

$$\varepsilon\varphi\left(\frac{\delta}{2}\right) = \frac{d}{2D}$$

όπου δ το γωνιακό μέγεθος, d το μέγεθος ενός αντικειμένου και D η απόσταση που έχει ο παρατηρητής από αυτό. Για μικρές γωνίες δ ο παραπάνω τύπος παίρνει την απλούστερη μορφή:

$$\delta \approx 57.3^\circ \cdot \frac{d}{D}$$



Ενδεικτικές Απαντήσεις

1. **Εντόπισε στο οπτικό σου πεδίο το τρακτέρ. Ποιο είναι το γωνιακό του μέγεθος;**
Γωνιακό Μέγεθος Τρακτέρ: 1° .
2. **Αν το μήκος του τρακτέρ είναι 4m, βρες πόσα μέτρα απέχει από εσένα.**

$$\delta = 57.3^\circ \cdot \frac{d}{D} \Rightarrow D = \frac{57.3^\circ \cdot d}{\delta} \Rightarrow D = \frac{57.3^\circ \cdot 4}{1^\circ} \Rightarrow D \approx 230m.$$

- 3. Μέτρησε το γωνιακό μέγεθος της Σελήνης. Είναι αρκετό αυτό για να εκτιμήσεις το μέγεθος της Σελήνης και την απόσταση που απέχει από τη Γη;**

Γωνιακό Μέγεθος Σελήνης: 0.5° .

Όχι.

- 4. Μπορείς να εκτιμήσεις το γωνιακό μέγεθος του Ήλιου χωρίς να κάνεις νέα μέτρηση; Ποιο φαινόμενο θα σε βοηθήσει σε αυτό;**

Γωνιακό Μέγεθος Ηλίου: 0.5° .

Ολική Έκλειψη Ηλίου.

Οδηγίες χρήσης της εφαρμογής Γωνιακό Μέγεθος



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Γωνιακό Μέγεθος

Ονοματεπώνυμο: _____

1. Εντόπισε στο οπτικό σου πεδίο το τρακτέρ. Ποιο είναι το γωνιακό του μέγεθος;

2. Αν το μήκος του τρακτέρ είναι 4m, βρες πόσα μέτρα απέχει από εσένα.

3. Μέτρησε το γωνιακό μέγεθος της Σελήνης. Είναι αρκετό αυτό για να εκτιμήσεις το μέγεθος της Σελήνης και την απόσταση που απέχει από τη Γη;

4. Μπορείς να εκτιμήσεις το γωνιακό μέγεθος του Ήλιου χωρίς να κάνεις νέα μέτρηση; Ποιο φαινόμενο θα σε βοηθήσει σε αυτό;

Για να απαντήσεις αυτό το φύλλο εργασίας, θα χρειαστείς την εφαρμογή Γωνιακό Μέγεθος



<https://6epal-esp-thess.gr/z/angular/index.html>

3^η Δραστηριότητα

- **Τίτλος σεναρίου:** Σύγκριση αποστάσεων Γης-Σελήνης και Γης-Ηλίου
- **Διάρκεια:** 1 ώρα
- **Προαπαιτούμενες Γνώσεις:** Αναλογίες, στοιχειώδης τριγωνομετρία, επίλυση πρωτοβάθμιας εξίσωσης

Εισαγωγή

Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος (280-240 π.Χ.) ήταν ο πρώτος επιστήμονας που πρότεινε το ηλιοκεντρικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος και σε αυτόν στηρίχθηκε η περαιτέρω μελέτη του Κοπέρνικου. Ο Αρίσταρχος υπολόγισε το μέγεθος του Ηλίου και της Σελήνης, καθώς και τις αποστάσεις τους από τη Γη. Έστω S και L η απόσταση του Ήλιου και της Σελήνης από τη Γη αντίστοιχα. Λόγω του ότι η απόσταση S είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με την L , ο υπολογισμός του λόγου S/L από τον Αρίσταρχο δεν ήταν ακριβής. Παρόλα αυτά, στην παρούσα δραστηριότητα παρουσιάζεται η μέθοδος του Αρίσταρχου, όχι μόνο γιατί είναι η απλούστερη, αλλά και γιατί η αναγνώριση ότι μία μέθοδος υπολογισμού ενέχει περιορισμούς έχει διδακτική αξία ως προς την αναζήτηση εναλλακτικών.

Στόχοι της δραστηριότητας

Στόχοι της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να:

1. Ερμηνεύουν τις φάσεις της Σελήνης (Νέα Σελήνη, Πρώτο Τέταρτο, Πανσέληνος, Τελευταίο Τέταρτο).
2. Αναπαράγουν τη μέθοδο του Αρίσταρχου για τον υπολογισμό του λόγου S/L .

Περιγραφή της Δραστηριότητας

Προπαρασκευαστικά

Επίδειξη του Μ.Α. Φάσεις Σελήνης.

Ενδεικτικές Απαντήσεις

1. Σε ποιες φάσεις της Σελήνης η γωνία που $\widehat{Γ\hat{\Sigma}H}$ είναι ορθή; (Γ , Σ και H τα κέντρα της Γης, της Σελήνης και του Ήλιου αντίστοιχα).

Στο πρώτο και τελευταίο τέταρτο.

2. Έστω S και L η απόσταση του Ήλιου και της Σελήνης από τη Γη αντίστοιχα και έστω επίσης ότι ισχύουν οι συνθήκες του ερωτήματος 1. Μπορείς να εκφράσεις τον λόγο αποστάσεων S/L με τη βοήθεια τριγωνομετρικού αριθμού γωνίας που μπορεί να μετρηθεί από τη Γη;

$$\text{συν}(\varphi) = \frac{L}{S} \Leftrightarrow \frac{S}{L} = \frac{1}{\text{συν}(\varphi)}$$

όπου φ η γωνιακή απόσταση Σελήνης-Ήλιου, όπως μετρείται από τη Γη.

3. Στην εφαρμογή Γωνιακή Απόσταση Σελήνης-Ήλιου δίνεται φωτογραφία τοπίου, στην οποία απεικονίζεται η Σελήνη στο πρώτο τέταρτο και ο Ήλιος. Μέτρησε τη γωνιακή

απόσταση Σελήνης-Ηλίου και υπολόγισε τον λόγο S/L . Πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του Ήλιου από της Σελήνης;

Γωνιακή απόσταση $\varphi \approx 89.85^\circ$

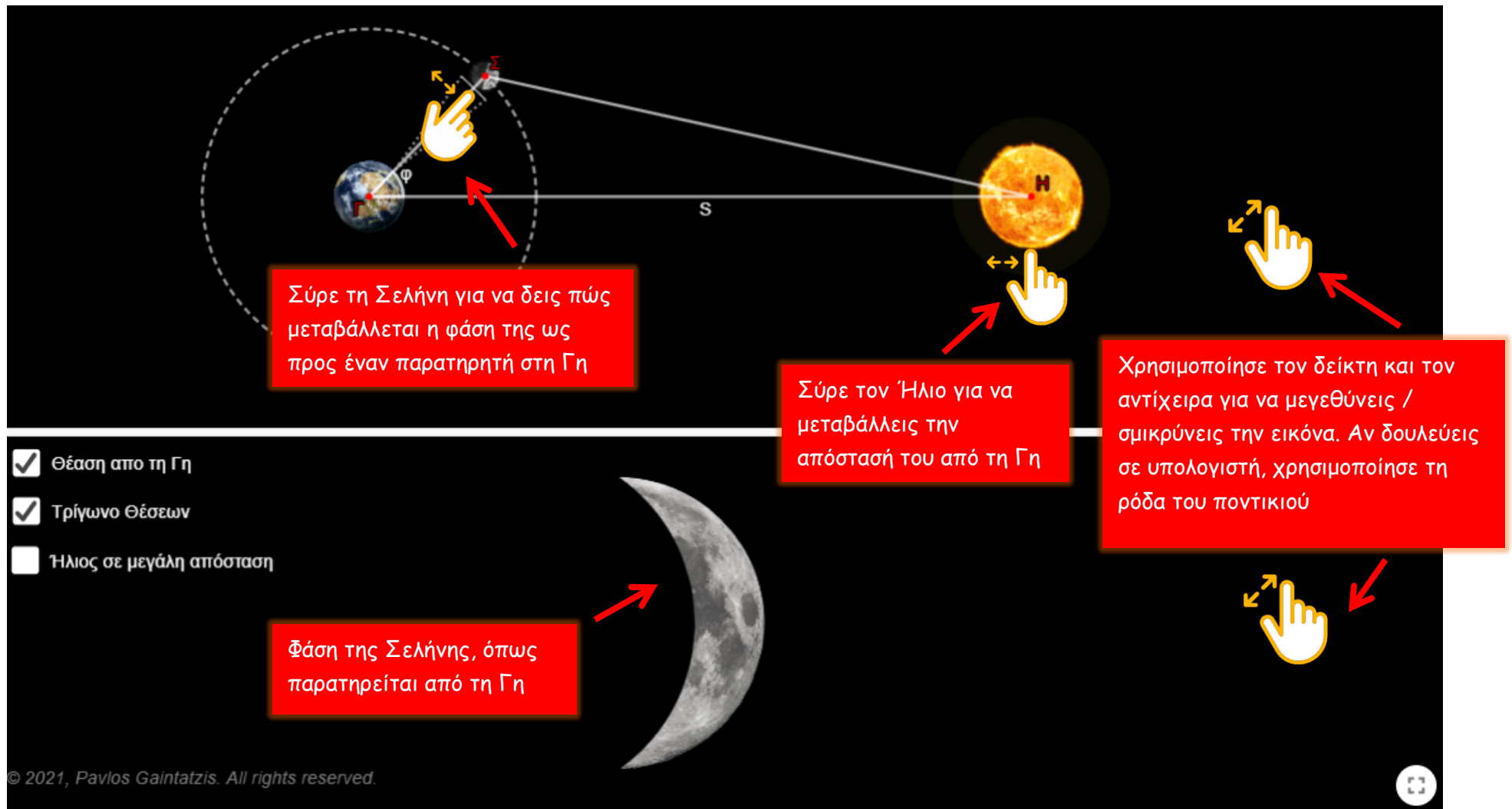
$$\frac{S}{L} = \frac{1}{\sin(\varphi)} = \frac{1}{\sin(89.85^\circ)} \approx 380$$

$$\frac{d_H}{d_\Sigma} = \frac{\frac{\delta_H \cdot S}{57.3^\circ}}{\frac{\delta_\Sigma \cdot L}{57.3^\circ}} = \frac{\delta_H \cdot S}{\delta_\Sigma \cdot L} = 380$$

4. Σύγκρινε τον υπολογισμό του ερωτήματος 3 με τα αντίστοιχα αποτελέσματα των συμμαθητών σου. Τι παρατηρείς;

Μικρές διαφοροποιήσεις στη γωνιακή απόσταση $\varphi \approx 89.85^\circ$ η οποία προκαλεί σημαντικές διαφοροποιήσεις στον υπολογισμό του λόγου S/L .

Οδηγίες χρήσης για την εφαρμογή Φάσεις Σελήνης



Οδηγίες χρήσης για την εφαρμογή Γωνιακή Απόσταση Σελήνης-Ηλίου



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

Σύγκριση αποστάσεων Γης-Σελήνης και Γης-Ηλίου

Ονοματεπώνυμο: _____

1. Σε ποιες φάσεις της Σελήνης η γωνία που $\Gamma\hat{\Sigma}H$ είναι ορθή; (Γ , Σ και H τα κέντρα της Γης, της Σελήνης και του Ήλιου αντίστοιχα).
2. Έστω S και L η απόσταση του Ήλιου και της Σελήνης από τη Γη αντίστοιχα και έστω επίσης ότι ισχύουν οι συνθήκες του ερωτήματος 1. Μπορείς να εκφράσεις τον λόγο αποστάσεων S/L με τη βοήθεια τριγωνομετρικού αριθμού γωνίας που μπορεί να μετρηθεί από τη Γη;

Για να απαντήσεις στα 2 πρώτα ερωτήματα, θα χρειαστείς την εφαρμογή Φάσεις Σελήνης



<https://6epal-esp-thess.gr/z/phases/index.html>

Για να απαντήσεις στο ερώτημα 3, θα χρειαστείς την εφαρμογή Γωνιακή Απόσταση Σελήνης-Ηλίου



<https://6epal-esp-thess.gr/z/moonsunratio/index.html>

3. Στην εφαρμογή Γωνιακή Απόσταση Σελήνης-Ηλίου δίνεται φωτογραφία τοπίου, στην οποία απεικονίζεται η Σελήνη στο πρώτο τέταρτο και ο Ήλιος. Μέτρησε τη γωνιακή απόσταση Σελήνης-Ηλίου και υπολόγισε τον λόγο S/L . Πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του Ήλιου από της Σελήνης;

4. Σύγκρινε τον υπολογισμό του ερωτήματος 3 με τα αντίστοιχα αποτελέσματα των συμμαθητών σου. Τι παρατηρείς;

4^η Δραστηριότητα

- **Τίτλος σεναρίου:** Υπολογισμός της ακτίνας της Γης με ένα χρονόμετρο
- **Διάρκεια:** 2 ώρες
- **Προαπαιτούμενες Γνώσεις:** Γωνιακή ταχύτητα, αναλογίες, στοιχειώδους τριγωνομετρία, επίλυση πρωτοβάθμιας εξίσωσης

Εισαγωγή

Στην αρχαία Αίγυπτο και Μεσοποταμία υπήρχε η πίστη ότι η Γη είναι επίπεδη, γεγονός που δικαιολογείται από τις περιορισμένες παρατηρήσεις της εποχής. Ακόμη και σήμερα, όταν κοιτάζουμε τον θαλάσσιο ορίζοντα, μας δίνεται η αίσθηση ότι ζούμε σε έναν επίπεδο κόσμο. Τον 6^ο π.Χ. αιώνα, ο Πυθαγόρας, κατά τη διάρκεια μιας έκλειψης Σελήνης, παρατήρησε το σχήμα της σκιάς της Γης πάνω στη Σελήνη και συμπέρανε ότι η Γη είναι σφαιρική. Ο Ερατοσθένης το 2^ο π.Χ. αιώνα ήταν ο πρώτος που υπολόγισε την ακτίνα της Γης με απλές παρατηρήσεις. Ωστόσο, η μέθοδος του Ερατοσθένη δεν μπορεί να επαναληφθεί εύκολα από μαθητές διότι, αφενός απαιτεί την ταυτόχρονη παρατήρηση του Ήλιου από δύο απομακρυσμένες τοποθεσίες, αφετέρου προϋποθέτει τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ των δύο αυτών τοποθεσιών. 12 αιώνες μετά τον Ερατοσθένη, ο Ιρανός αστρονόμος Al Biruni ανέπτυξε μια νέα μέθοδο υπολογισμού της ακτίνας της Γης χωρίς να απαιτείται η ταυτόχρονη παρατήρηση του Ήλιου από δύο διαφορετικές τοποθεσίες. Συγκεκριμένα, η μέθοδος του Al Biruni βασίζεται στη μέτρηση της γωνίας του βάθους του ορίζοντα (dip of the horizon) από γνωστό υψόμετρο. Σήμερα, θα μπορούσαμε να επαναλάβουμε τη μέθοδο του Al Biruni με τη χρήση ενός θεοδόλιχου, ωστόσο στην παρούσα δραστηριότητα προτείνεται μια παραλλαγή της μεθόδου, η οποία δεν απαιτεί μετακίνηση σε βουνό και υπολογισμό του ύψους του. Επιπλέον, το μόνο όργανο που χρησιμοποιείται είναι ένα χρονόμετρο, πράγμα που σημαίνει ότι η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και από μαθητές χωρίς τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού.

Στόχοι της δραστηριότητας

Στόχοι της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να:

1. Γνωρίσουν τη μέθοδο με την οποία μετράμε το βάθος του ορίζοντα με χρονόμετρο.
2. Χρησιμοποιήσουν τη γωνία του βάθους του ορίζοντα για τον υπολογισμό της ακτίνας της Γης.

Περιγραφή της Δραστηριότητας

Προπαρασκευαστικά

Συζητήθηκαν οι έννοιες: Ταχύτητα, Γωνιακή ταχύτητα, Ανάλυση ταχύτητας σε κάθετες συνιστώσες, Βάθος του ορίζοντα.

Ενδεικτικές Απαντήσεις

1. Στην εφαρμογή Δύση Ηλίου οι παρατηρητές βρίσκονται σε γεωγραφικό πλάτος 40° Β. Βρες την ώρα της δύσης του Ηλίου για τον παρατηρητή Α και τον παρατηρητή Β. Υπολόγισε τη χρονική διαφορά Δt των δύσεων. Πού μπορεί να οφείλεται η διαφορά αυτή;
Δύση για τον παρατηρητή Α: 18:43:06.0

Δύση για τον παρατηρητή Β: 18:43:37.8

$$\Delta t = 31.8s$$

Η διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι ο παρατηρητής Β βλέπει βαθύτερα στον ορίζοντα λόγω του ύψους του.

2. Ο Ήλιος φαίνεται να πραγματοποιεί μια πλήρη περιστροφή σε 24 ώρες. Ποια είναι η φαινόμενη γωνιακή του ταχύτητα; Χρησιμοποίησε ως μονάδα μέτρησης μοίρες ανά δευτερόλεπτο ($^{\circ}/s$).

Το εικοσιτετράωρο περιέχει $86400s$ ($24^h = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400s$)

Φαινόμενη γωνιακή ταχύτητα: $v = 360^{\circ}/86400 \approx 0.0041666^{\circ}/s$.

3. Η φαινόμενη τροχιά του Ήλιου τέμνει τον ορίζοντα υπό γωνία, επομένως η φαινόμενη γωνιακή ταχύτητα μπορεί να αναλυθεί σε δύο κάθετες συνιστώσες, την οριζόντια και την κατακόρυφη. Υπολόγισε την κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας του ερωτήματος 2 (ταχύτητα βύθισης).

Η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας (ταχύτητα βύθισης) είναι:

$$v_k = v \cdot \sin(\varphi)$$

όπου φ το γεωγραφικό πλάτος του παρατηρητή. Οπότε:

$$v_k = 0.0041666 \cdot \sin(40^{\circ}) \approx 0.0031919^{\circ}/s$$

4. Πόσες μοίρες βαθύτερα στον ορίζοντα βλέπει ο παρατηρητής Β σε σχέση με τον Α λόγω της υψομετρικής διαφοράς;

Σε χρόνο $\Delta t = 31.8s$ ο Ήλιος βυθίστηκε $\omega = v_k \cdot \Delta t = 0.10152^{\circ}$.

5. Με τη βοήθεια της εφαρμογής Βάθος του Ορίζοντα εντόπισε τα στιγμιότυπα της δύσης του Ηλίου ως προς τον παρατηρητή Α και Β αντίστοιχα.

Ο εντοπισμός πραγματοποιείται στην εφαρμογή.

6. Βρες το είδος του τριγώνου $OB\Delta$ τη στιγμή που ο Ήλιος δύει ως προς τον παρατηρητή Β. Με ποιο λόγο πλευρών ισούται το συνημίτονο της γωνίας θ ;

Τη στιγμή της δύσης ως προς τον παρατηρητή Β το τρίγωνο $OB\Delta$ είναι ορθογώνιο με $\hat{\Delta} = 90^{\circ}$.

$$\sin(\theta) = \frac{O\Delta}{OB} = \frac{R}{h + R}$$

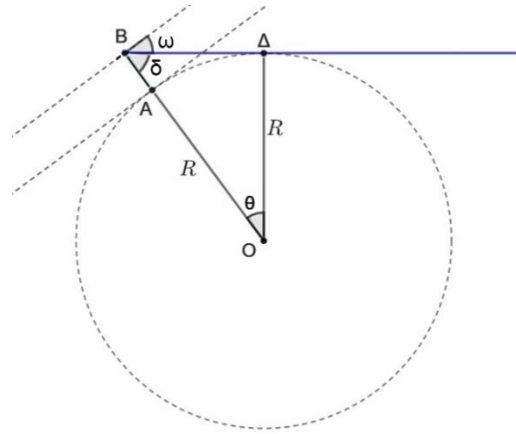
7. Λύσε ως προς R (ακτίνα Γης) τη σχέση του ερωτήματος 6.

$$\sin(\theta) = \frac{R}{h + R} \Leftrightarrow R = \frac{h \cdot \sin(\theta)}{1 - \sin(\theta)}$$

8. Τι σχέση έχει η γωνία που υπολόγισες στο ερώτημα 4 με τη γωνία θ των ερωτημάτων 6 και 7;

Η γωνία ω του ερωτήματος 4 είναι το βάθος του ορίζοντα του παρατηρητή B (βλ. σχήμα). Σε χρόνο Δt το σημείο A μετακινήθηκε, λόγω της περιστροφής της Γης, κατά μήκος του τόξου ΔA με επίκεντρο τη γωνία θ (βλ. σχήμα).

Παρατηρούμε ότι το βάθος ορίζοντα ω του παρατηρητή B (ερώτημα 4) και η επίκεντρη γωνία θ (ερωτήματα 6 και 7) είναι ίσες διότι:

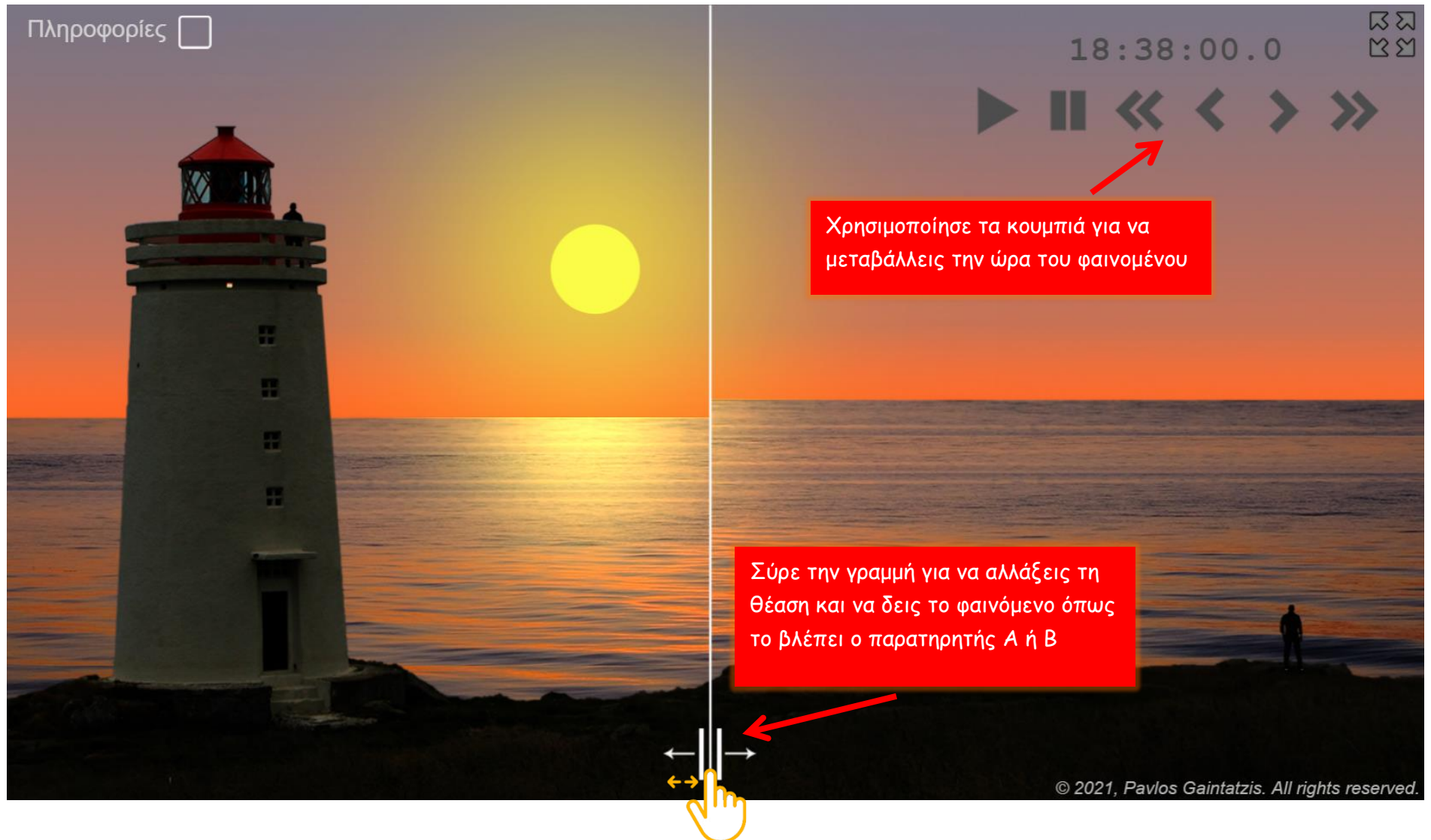


$$\begin{cases} \theta + \delta = 90^\circ \\ \delta + \omega = 90^\circ \end{cases} \Rightarrow \omega = \theta$$

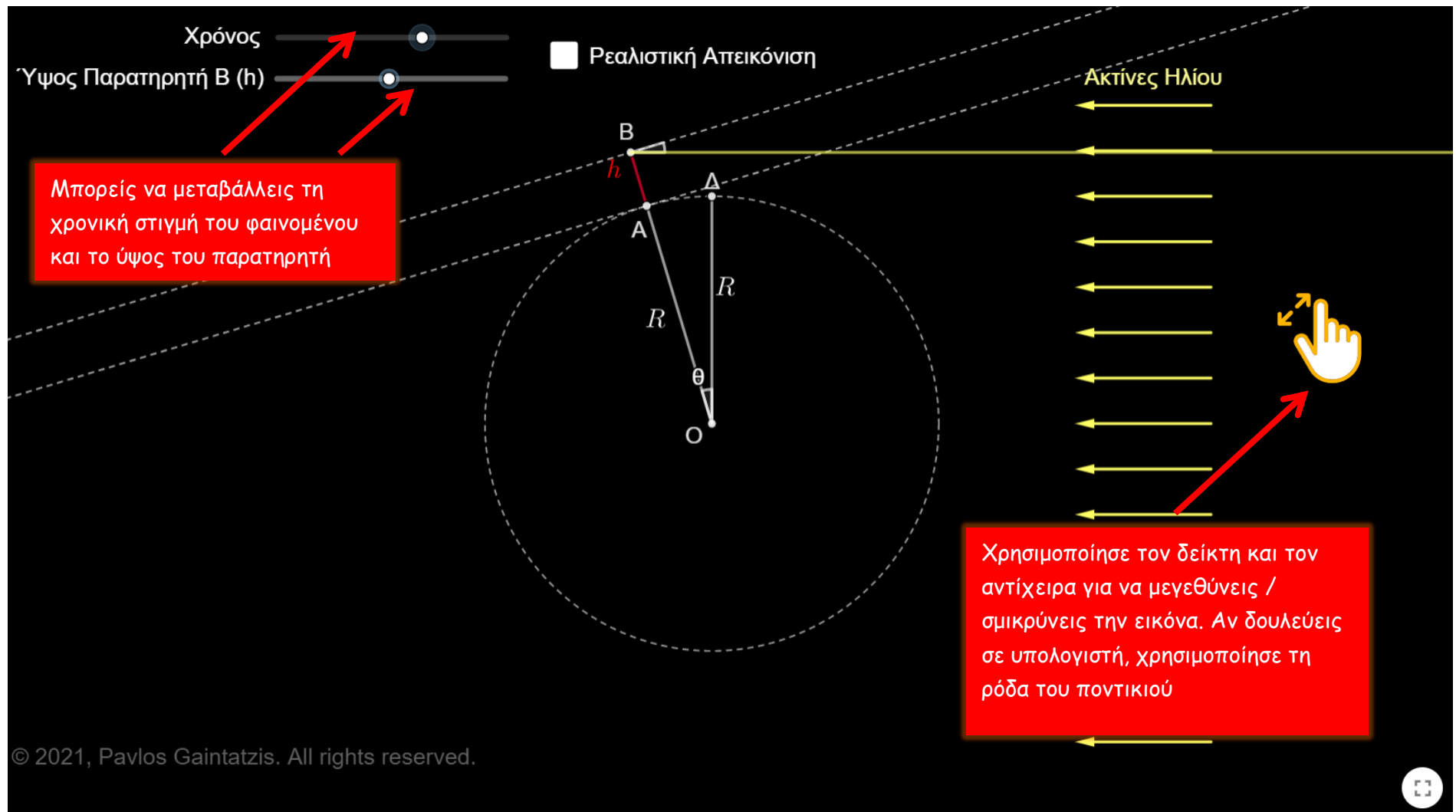
9. Υπολόγισε την ακτίνα της Γης.

$$R = \frac{h \cdot \sin(\theta)}{1 - \sin(\theta)} = \frac{10 \cdot \sin(0.10214^\circ)}{1 - \sin(0.10214^\circ)} \cong 6370000m \text{ ή } 6370Km$$

Οδηγίες χρήσης για την εφαρμογή Ηλιοβασίλεμα



Οδηγίες χρήσης για την εφαρμογή Βάθος του Ορίζοντα



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

Υπολογισμός της ακτίνας της Γης με ένα χρονόμετρο

Ονοματεπώνυμο: _____

Για να απαντήσεις στα 4 πρώτα ερωτήματα, θα χρειαστείς την εφαρμογή *Ηλιοβασίλεμα*



1. Στην εφαρμογή *Δύση Ηλίου* οι παρατηρητές βρίσκονται σε γεωγραφικό πλάτος 40° Β. Βρες την ώρα της δύσης του Ηλίου για τον παρατηρητή Α και τον παρατηρητή Β. Υπολόγισε τη χρονική διαφορά Δt των δύσεων. Πού μπορεί να οφείλεται η διαφορά αυτή;
2. Ο Ήλιος φαίνεται να πραγματοποιεί μια πλήρη περιστροφή σε 24 ώρες. Ποια είναι η φαινόμενη γωνιακή του ταχύτητα; Χρησιμοποίησε ως μονάδα μέτρησης μοίρες ανά δευτερόλεπτο ($^\circ/s$).
3. Η φαινόμενη τροχιά του Ήλιου τέμνει τον ορίζοντα υπό γωνία, επομένως η φαινόμενη γωνιακή ταχύτητα μπορεί να αναλυθεί σε δύο κάθετες συνιστώσες, την οριζόντια και την κατακόρυφη. Υπολόγισε την κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας του ερωτήματος 2 (ταχύτητα βύθισης).

4. Πόσες μοίρες βαθύτερα στον ορίζοντα βλέπει ο παρατηρητής Β σε σχέση με τον Α λόγω της υψομετρικής διαφοράς;

Για να απαντήσεις στα υπόλοιπα ερωτήματα, θα χρειαστείς την εφαρμογή *Βάθος του Ορίζοντα*



<https://6epal-esp-thess.gr/z/horizon/index.html>

5. Με τη βοήθεια της εφαρμογής *Βάθος του Ορίζοντα* εντόπισε τα στιγμιότυπα της δύσης του Ηλίου ως προς τον παρατηρητή Α και Β αντίστοιχα.

6. Βρες το είδος του τριγώνου ΟΒΔ τη στιγμή που ο Ήλιος δύει ως προς τον παρατηρητή Β. Με ποιο λόγο πλευρών ισούται το συνημίτονο της γωνίας θ ;

7. Λύσε ως προς R (ακτίνα Γης) τη σχέση του ερωτήματος 6.

5^η Δραστηριότητα

- **Τίτλος σεναρίου:** Υπολογισμός απόστασης Γης-Σελήνης
- **Διάρκεια:** 2 ώρες
- **Προαπαιτούμενες Γνώσεις:** Αναλογίες, στοιχειώδης τριγωνομετρία, επίλυση πρωτοβάθμιας εξίσωσης

Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στη δραστηριότητα 3, ο Αρίσταρχος υπολόγισε, μεταξύ άλλων, την απόσταση Γης-Σελήνης. Για τον υπολογισμό της απόστασης αυτής, ο Αρίσταρχος βασίστηκε στη μέτρηση της γωνιακής ακτίνας της σκιάς της Γης στην απόσταση της Σελήνης. Η μέτρηση αυτή πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια μιας έκλειψης Σελήνης.

Στόχοι της δραστηριότητας

Στόχοι της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να:

1. Μετρήσουν τη γωνιακή ακτίνα της σκιάς της Γης στην απόσταση της Σελήνης.
2. Αναπαράγουν τη μέθοδο του Αρίσταρχου για τον υπολογισμό της απόστασης Γης-Σελήνης
3. Χρησιμοποιήσουν τα αποτελέσματα των προηγούμενων δραστηριοτήτων, για να υπολογίσουν τα μεγέθη και τις αποστάσεις Σελήνης και Ηλίου.

Περιγραφή της Δραστηριότητας

Προπαρασκευαστικά

Συζητήθηκαν το φαινόμενο της έκλειψης Σελήνης και η μεθοδολογία του Αρίσταρχου για τον υπολογισμό της απόστασης Γης – Σελήνης.

Ενδεικτικές Απαντήσεις

1. **Ποια είναι η γωνιακή ακτίνα της Σελήνης (φ_1) και ποια της σκιάς της Γης (φ_2);**
Γωνιακή ακτίνα της Σελήνης: $\varphi_1 = 0.25^\circ$
Γωνιακή ακτίνα της σκιάς της Γης: $\varphi_2 = 0.68^\circ$
2. **Οι γωνίες φ_1 και φ_2 στο σχήμα του Αρίσταρχου ισούνται με τις γωνίες φ_1 και φ_2 του ερωτήματος 1. Γιατί; Ίσως σε βοηθήσει η απάντηση του ερωτήματος 4 του 2^{ου} φύλλου εργασίας.**
Τα γωνιακά μεγέθη Σελήνης και Ηλίου είναι ίσα.
3. **Να υπολογίσεις τη γωνία φ_3 .**
$$\varphi_3 = 180^\circ - (\varphi_1 + \varphi_2) = 180^\circ - (0.25^\circ + 0.68^\circ) = 180^\circ - 0.93^\circ = 179.07^\circ$$
4. **Να υπολογίσεις το άθροισμα των γωνιών $\omega_1 + \omega_2$.**
$$\omega_1 + \omega_2 = 180^\circ - \varphi_3 = 0.93^\circ$$
5. **Με εφαρμογή του τύπου για το γωνιακό μέγεθος στο τρίγωνο ΑΓΒ θα έχουμε:**

$$\omega_1 = 57.3^\circ \cdot \frac{R_\Gamma}{S}$$

- 6. Με εφαρμογή του τύπου για το γωνιακό μέγεθος στο τρίγωνο ΒΓΔ θα έχουμε:**

$$\omega_2 = 57.3^\circ \cdot \frac{R_\Gamma}{L}$$

- 7. Να αιτιολογήσεις το γεγονός ότι $\omega_1 + \omega_2 \cong \omega_2$.**

$$\omega_1 + \omega_2 = 57.3^\circ \left(\frac{R_\Gamma}{S} + \frac{R_\Gamma}{L} \right) \cong 57.3^\circ \cdot \frac{R_\Gamma}{L} \cong \omega_2$$

διότι,

$$S \gg L \Rightarrow \frac{R_\Gamma}{S} \ll \frac{R_\Gamma}{L} \text{ άρα } \frac{R_\Gamma}{S} + \frac{R_\Gamma}{L} \approx \frac{R_\Gamma}{L}$$

- 8. Να υπολογίσεις την απόσταση Γης-Σελήνης και την ακτίνα της Σελήνης.**

$$\omega_1 + \omega_2 \cong \omega_2 = 0.93^\circ \Rightarrow 57.3^\circ \cdot \frac{R_\Gamma}{L} = 0.93^\circ \Rightarrow L = \frac{57.3^\circ \cdot 6370}{0.93^\circ} \Rightarrow L \approx 390\,000\text{Km}$$

Έστω R_Σ η ακτίνα της Σελήνης, από τον τύπο του γωνιακού μεγέθους έχουμε:

$$R_\Sigma = \frac{\varphi_1 \cdot L}{57.3^\circ} = \frac{0.25^\circ \cdot 390\,000}{57.3^\circ} \approx 1700\text{Km}$$

- 9. Να υπολογίσεις την απόσταση Γης-Ήλιου και την ακτίνα του Ήλιου.**

$$\frac{S}{L} \approx 385 \Rightarrow S \approx 150\,000\,000\text{Km}$$

Έστω R_H η ακτίνα του Ήλιου, από τον τύπο του γωνιακού μεγέθους έχουμε:

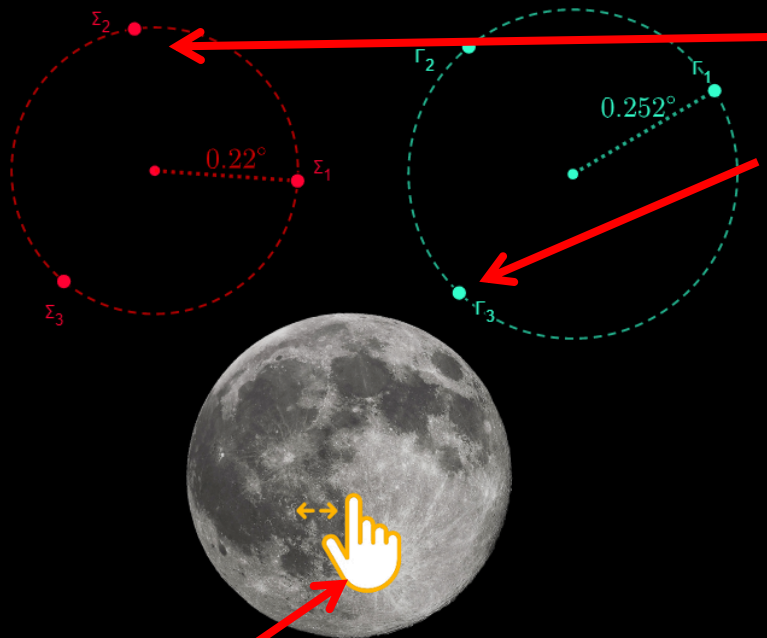
$$R_H = \frac{\varphi_1 \cdot S}{57.3^\circ} = \frac{0.25^\circ \cdot 150\,000\,000}{57.3^\circ} \approx 655\,000\text{Km}$$

- 10. Κατά τη γνώμη σου, τι οδήγησε τον Αρίσταρχο στην υπόθεση του Ηλιοκεντρικού συστήματος;**

Ίσως το γεγονός ότι η ακτίνα του Ήλιου είναι πάνω από 100 φορές μεγαλύτερη από την ακτίνα της Γης. Ο όγκος σφαίρας υπολογίζεται από τον τύπο $\frac{2}{3}\pi R^3$, οπότε ο όγκος του Ήλιου είναι πάνω από 1 εκατομμύριο φορές μεγαλύτερος από τον όγκο της Γης.

Οδηγίες χρήσης για την εφαρμογή Έκλειψη Σελήνης

Ολική Έκλειψη Σελήνης 21 Ιανουαρίου 2019



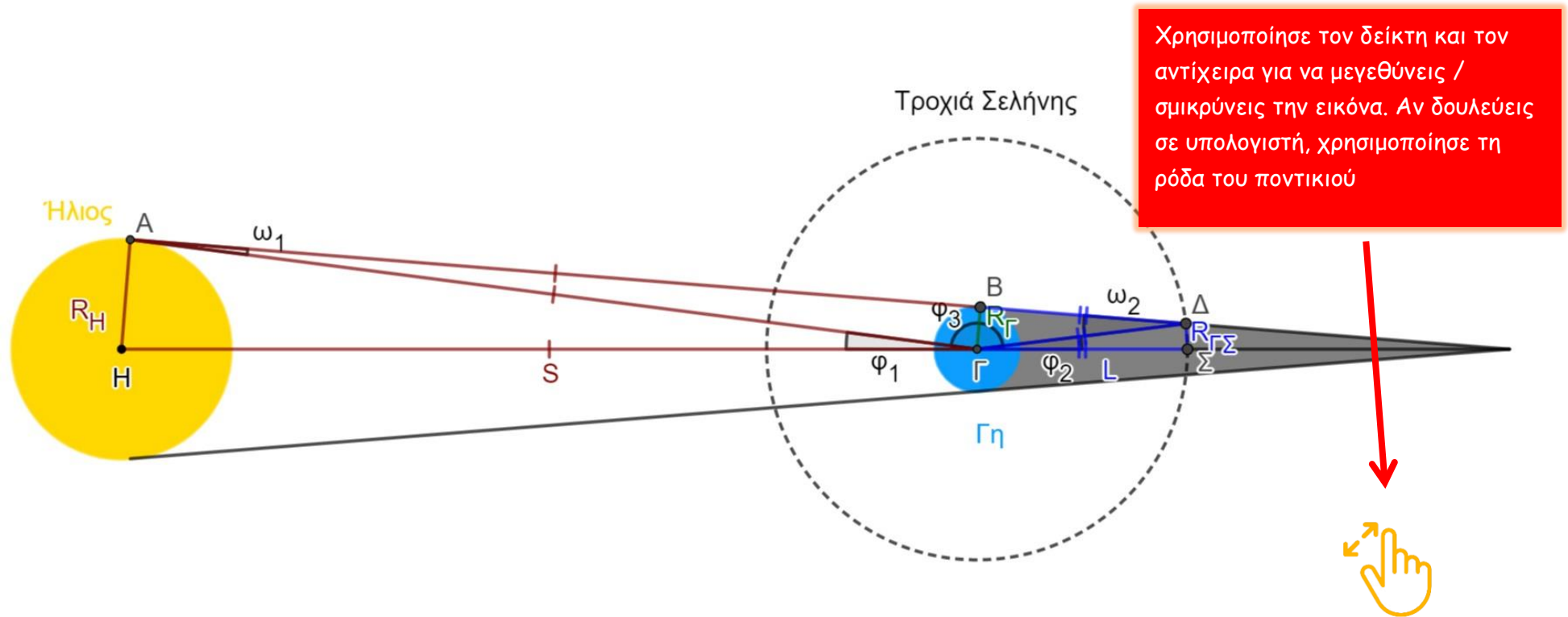
Σύρε τα σημεία Σ1, Σ2, Σ3 και Γ1, Γ2, Γ3 για να υπολογίσεις τις γωνιακές ακτίνες της Σελήνης και της σκιάς της Γης στην απόσταση της Σελήνης

Σύρε την Σελήνη για να προσομοιώσεις την κίνησή της κατά την έκλειψη.

Χρησιμοποίησε τον δείκτη και τον αντίχειρα για να μεγεθύνεις / σμικρύνεις την εικόνα. Αν δουλεύεις σε υπολογιστή, χρησιμοποίησε τη ρόδα του ποντικιού



Οδηγίες χρήσης για το Σχήμα του Αρίσταρχου



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

Υπολογισμός Απόστασης Γης-Σελήνης

Ονοματεπώνυμο: _____

Για να απαντήσεις στο πρώτο ερώτημα, θα χρειαστείς την εφαρμογή Έκλειψη Σελήνης



<https://6epal-esp-thess.gr/z/mooneclipse/index.html>

1. Η εφαρμογή προσημειώνει την έκλειψη Σελήνης που πραγματοποιήθηκε στις 21 Ιανουαρίου 2019. Η είσοδος της Σελήνης στη σκιά της Γης έγινε στις 05:33 και η έξοδος στις 08:50 ώρα Ελλάδος. Μετακίνησε τα σημεία Σ1, Σ2 και Σ3 κατάλληλα πάνω στην περιφέρεια της Σελήνης, ούτως ώστε ο κόκκινος κύκλος να ταυτίζεται με την περίμετρο της Σελήνης. Επανέλαβε την ίδια διαδικασία με τα σημεία Γ1, Γ2 και Γ3, ούτως ώστε ο γαλάζιος κύκλος να ταυτίζεται με τη σκιά της Γης. Σύρε τη Σελήνη για να προσομοιώσεις την έκλειψη και για να προσδιορίσεις τη σκιά της Γης στην απόσταση της Σελήνης. Ποια είναι η γωνιακή ακτίνα της Σελήνης (φ_1) και ποια της σκιάς της Γης (φ_2);

Για να απαντήσεις στα υπόλοιπα ερωτήματα, θα χρειαστείς το Σχήμα του Αρίσταρχου



<https://6epal-esp-thess.gr/z/aristarchus/index.html>

Σχόλιο: Στο σχήμα του Αρίσταρχου η απόσταση Γης-Ηλίου (S) είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την ακτίνα του Ήλιου, επομένως τα τμήματα ΗΓ, ΑΓ και ΑΒ θεωρούνται πρακτικά ίσα μεταξύ τους. Όμοια, τα τμήματα ΓΣ=L (απόσταση Γης-Σελήνης), ΓΔ και ΒΔ θεωρούνται πρακτικά ίσα μεταξύ τους.

2. Οι γωνίες φ_1 και φ_2 στο σχήμα του Αρίσταρχου ισούνται με τις γωνίες φ_1 και φ_2 του ερωτήματος 1. Γιατί; Ίσως σε βοηθήσει η απάντηση του ερωτήματος 4 του 2^{ου} φύλλου εργασίας.

3. Να υπολογίσεις τη γωνία φ_3 .

4. Να υπολογίσεις το άθροισμα των γωνιών $\omega_1 + \omega_2$.

5. Με εφαρμογή του τύπου για το γωνιακό μέγεθος στο τρίγωνο ΑΓΒ θα έχουμε:

$$\omega_1 = 57.3^\circ \cdot \underline{\hspace{2cm}}$$

6. Με εφαρμογή του τύπου για το γωνιακό μέγεθος στο τρίγωνο ΒΓΔ θα έχουμε:

$$\omega_2 = 57.3^\circ \cdot \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Να αιτιολογήσεις το γεγονός ότι $\omega_1 + \omega_2 \cong \omega_2$.

8. Να υπολογίσεις την απόσταση Γης-Σελήνης και την ακτίνα της Σελήνης.

9. Να υπολογίσεις την απόσταση Γης-Ήλιου και την ακτίνα του Ήλιου.

10. Κατά τη γνώμη σου, τι οδήγησε τον Αρίσταρχο στην υπόθεση του Ηλιοκεντρικού συστήματος;