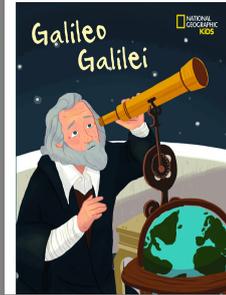


# Μπες για λίγο στη θέση του Γαλιλαίου



Μελετώντας  
τις φάσεις της  
Αφροδίτης



# Δεδομένα εκπαιδευτικού

## Γενικές πληροφορίες

### Σύντομη περιγραφή

Έχετε ποτέ φανταστεί να είστε παρατηρητής του ουρανού στην εποχή του Γαλιλαίου στην Πίζα; Μέσω παρατηρήσεων της Αφροδίτης, θα μπορούσατε να είστε μπροστά από την εποχή σας και να κάνετε μια επιστημονική επανάσταση δείχνοντας ότι οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο.

### Λέξεις-κλειδιά

Εσωτερικός πλανήτης, φάσεις, Αφροδίτη, αστρική και συνοδική περίοδος, πρόγραμμα Stellarium

## Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο

### Σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα

- ΣΤ' Δημοτικού, Φυσικά, Σύγχρονη Φυσική-Τεχνολογία-Περιβάλλον-Διάστημα, Ηλιακό σύστημα
- Α' Γυμνασίου, Φυσική, Μέτρηση του χρόνου
- Β' Γυμνασίου, Φυσική, Ομαλή κυκλική κίνηση
- Α' Λυκείου, Φυσική, Περιοδικές Κινήσεις, Ομαλή κυκλική κίνηση
- Β' Λυκείου, Φυσική (προσανατολισμός), Εισαγωγή, Είδη Αβεβαιοτήτων (σφάλματα)
- Εργαστήριο Δεξιοτήτων

### Ηλικία

14 – 17

## Προαπαιτούμενα

Κανένα

## Διάρκεια

3 ώρες

## Εκπαιδευτικοί Στόχοι

### Γνωστικοί Στόχοι

- Χρήση του Stellarium για εκμάθηση των κινήσεων ουράνιων αντικειμένων
- Να γίνουν κατανοητές οι έννοιες της αστρικής και της συνοδικής περιόδου ενός πλανήτη και να γίνει ο υπολογισμός τους

### Συναισθηματικοί στόχοι

- Να πάρετε μια γεύση από την επιστημονική επανάσταση που επέφερε ο Γαλιλαίος και οι σύγχρονοί του

# Προσανατολισμός & Υποβολή Ερωτήσεων

Προσανατολισμός: Παρέχετε επαφή με το περιεχόμενο  
ή/και προκαλείτε την περιέργεια

Τι είναι η Αφροδίτη;

Είναι ο δεύτερος πλανήτης σε απόσταση, μετά τον Ερμή, από τον Ήλιο στο ηλιακό μας σύστημα.

Μπορείτε να αναγνωρίσετε κάποια χαρακτηριστικά αυτού του ουράνιου αντικειμένου από την παρακάτω φωτογραφία;



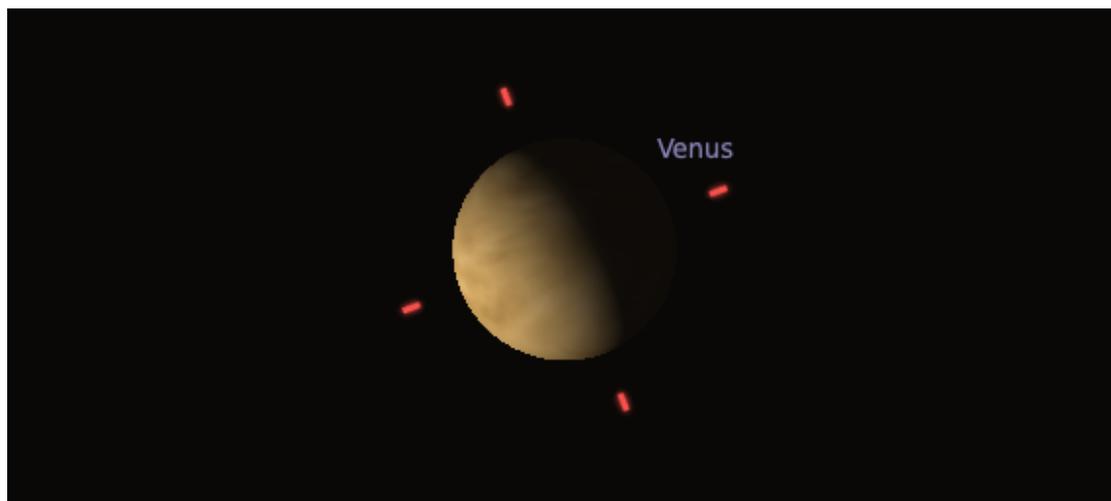
Magellan and Pioneer Venus Orbiter  
**Credits: NASA/JPL-Caltech**

Είναι ο πιο θερμός πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος

- Είναι ένας γήινος, μικρός και βραχώδης πλανήτης.
- Έχει ενεργή επιφάνεια, με πληθώρα ηφαιστείων!
- Περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της με αντίθετη φορά από τη Γη και τους περισσότερους άλλους πλανήτες

Ρίξτε μια ματιά <https://spaceplace.nasa.gov/all-about-venus/en/>

Πώς φαίνεται στον ουρανό παρατηρώντας την με γυμνό μάτι;  
Ας πάρουμε ένα μικρό τηλεσκόπιο ή κυάλια για να παρατηρήσουμε την Αφροδίτη ή να ρίξουμε μια ματιά σε αυτήν μέσω του Stellarium, το οποίο είναι ένα δωρεάν πλανητάριο ανοιχτού κώδικα για τον υπολογιστή σας και οποιαδήποτε άλλη φορητή συσκευή.



*Credit: Stellarium*

Καθορίστε στόχους και/ή ερωτήσεις από την τρέχουσα γνώση

Η Αφροδίτη εκπέμπει το δικό της φως ή αντανακλά το φως του ήλιου;

Υπάρχει κάτι παρόμοιο με αυτό που βλέπουμε, όταν παρατηρούμε τη Σελήνη;

Πιστεύετε ότι υπάρχει περιοδικότητα στις φάσεις της Αφροδίτης; Θα μπορούσαμε να την υπολογίσουμε;

Αναμένετε να παρατηρήσετε αλλαγές στη φαινόμενη διάμετρο της Αφροδίτης καθώς περνά ο χρόνος; Η φαινόμενη διάμετρος είναι η γωνιακή απόσταση που περιγράφει πόσο μεγάλη εμφανίζεται μια σφαίρα ή ένας



Αν σκεφτούμε τι θα παρατηρήσουμε στη μελέτη της Αφροδίτης, μπορούμε να το οπτικοποιήσουμε;

Σχεδιάστε τις φάσεις της Αφροδίτης ως επίγειος παρατηρητής και έπειτα ως παρατηρητής στην επιφάνεια του Ήλιου. Το αποτέλεσμα θα είναι το ίδιο;

Επίσης, για να αναπαραστήσετε τις φάσεις από τη σκοπιά ενός επίγειου παρατηρητή, εξετάστε τη σχετική απόσταση Γης-Αφροδίτης ως προς το πόσο μεγαλύτερη ή μικρότερη εμφανίζεται η Αφροδίτη κάθε φορά στον ουρανό.

## Σχέδιο/Μοντέλο



*Παράθυρο του Stellarium*

Μπορείτε να προσομοιώσετε τον παρελθόντα ή τον μελλοντικό ουρανό, από οπουδήποτε στη Γη ή ακόμα και σε άλλα μέρη του Ηλιακού μας Συστήματος μέσω του Stellarium. Μπορείτε επίσης να ενεργοποιήσετε και να απενεργοποιήσετε τις ετικέτες των διαφόρων αντικειμένων, να αυξήσετε ή να μειώσετε τον αριθμό των ορατών αντικειμένων και πολλά άλλα.

Το κανάλι YouTube του Stellarium περιέχει πολλά λεπτομερή βίντεο που παρουσιάζουν τις δυνατότητες του λογισμικού, συμπεριλαμβανομένου

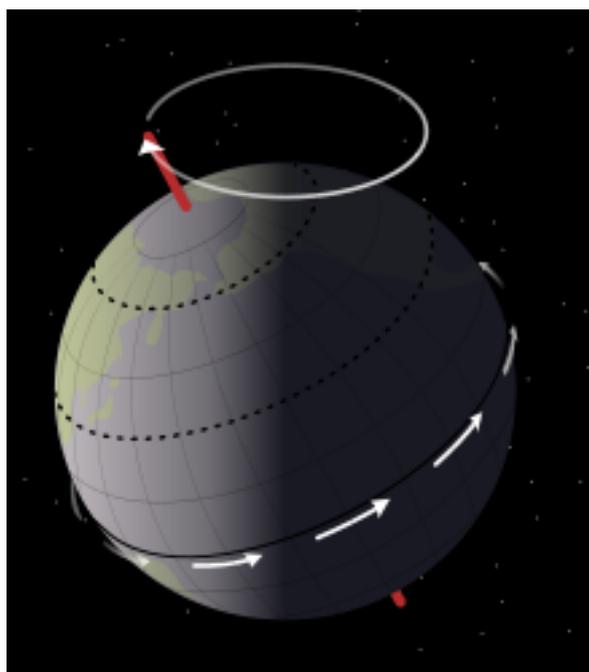
του απομακρυσμένου ελέγχου ενός τηλεσκοπίου:  
<https://www.youtube.com/channel/UC04hR2mrcRaM9MtMSG7uWLA>.

Έτσι, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Stellarium, μπορούμε να αναπαραγάγουμε τις παρατηρήσεις του Γαλιλαίου τοποθετώντας τους εαυτούς μας στην ίδια θέση με τον ίδιο τον Γαλιλαίο και στην ίδια εποχή.

## **Σχεδιασμός, Διερεύνηση και Ανάλυση**

### Πλάνο διερεύνησης

Θα «τρέξουμε» το Stellarium και θα ορίσουμε την τοποθεσία μας ως «Πίζα, Ιταλία» για να δούμε τον ουρανό όπως ο Γαλιλαίος στην εποχή του. Η ημερομηνία και η ώρα μας θα είναι η 1η Ιανουαρίου 1610 στις 17:00:00. Επιπλέον, για να εξοικειωθούμε με τον ουρανό εκείνης της εποχής, μπορούμε να δούμε ότι ο πολικός αστέρας δεν είναι τόσο κοντά στον βόρειο ουράνιο πόλο όσο σήμερα, λόγω μετάπτωσης του άξονα της Γης. Ρίξτε μια ματιά: [https://en.wikipedia.org/wiki/Axial\\_precession](https://en.wikipedia.org/wiki/Axial_precession)



*Μετάπτωση του άξονα περιστροφής της Γης (περιοδική κίνηση διάρκειας 26000 ετών)*

## Μέτρηση της συνοδικής περιόδου της Αφροδίτης

Η συνοδική περίοδος είναι ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών ίδιων φάσεων είτε για τη Σελήνη είτε για την Αφροδίτη.

Θα παρατηρήσουμε, λοιπόν, την αλλαγή στις φάσεις της Αφροδίτης. Ορίζουμε ως ημερομηνία την 1η Ιουνίου 1610 και προχωράμε με βήμα δύο μηνών, έως ότου η Αφροδίτη βρεθεί σε μια φάση κατά τόσο 0,01% φωτισμένη περίπου. Μόλις πλησιάσουμε, το βήμα μας θα πρέπει να είναι ημέρες και όχι μήνες.

Μετά το ελάχιστο ποσοστό φάσης, προχωράμε γρήγορα μέχρι την πλήρη φάση (100% φωτισμένη) και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα.

<u>Ημερομηνία</u>	<u>Ποσοστό φάσης</u>	<u>Φαινόμενη Διάμετρος</u>	<u>Απόσταση (AM)*</u>
05/01/1610	99.9%	9.65''	1.73
05/05/1610	100%	9.64''	1.722
06/05/1610			
08/05/1610			
10/05/1610			
12/05/1610		22.05''	0.757
03/02/1611	1.7%		
....	....		
?	100%		

\*AM (Αστρονομική Μονάδα) είναι η μέση απόσταση μεταξύ Γης και Ήλιου

Μπορούμε να υπολογίσουμε τη συνοδική περίοδο από την πλήρη φάση στην επόμενη πλήρη φάση και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα πρόγραμμα μετατροπής μονάδων όπως το παρακάτω: [http://www.onlineconversion.com/days\\_between\\_advanced.htm](http://www.onlineconversion.com/days_between_advanced.htm)

Η αποδεκτή(accepted) τιμή για τη συνοδική περίοδο της Αφροδίτης είναι 583,9 ημέρες. Πόσο κοντά ήταν λοιπόν ο υπολογισμός σας; Επιπλέον, μπορείτε να υπολογίσετε το σχετικό σφάλμα(% error) της «παρατήρησής» σας (observation) από τον παρακάτω τύπο και αν είναι μικρότερο από περίπου 5%, ο υπολογισμός σας θεωρείται πραγματικά πολύ ακριβής!!

$$\% \text{ error} = \left( \frac{\text{accepted-observation}}{\text{accepted}} \right) \times 100$$

### Μέτρηση της αστρικής περιόδου της Αφροδίτης

Σκεφτείτε ότι βρισκόμαστε στην ηλιακή επιφάνεια, συγκεκριμένα στον ηλιακό ισημερινό και θέλουμε να μετρήσουμε τη χρονική περίοδο που χρειάζεται η Αφροδίτη για μια περιφορά γύρω από τον Ήλιο. Φανταστείτε επίσης ότι θέτουμε τον Ήλιο στη θέση της Γης στο παρακάτω σχήμα, οπότε η Αφροδίτη έχει διαφορετικές ουράνιες συντεταγμένες (Ορθή Αναφορά RA και απόκλιση DEC) που δείχνουν τη θέση της στον ουρανό. Αν παρατηρήσουμε την Αφροδίτη σε δύο διαδοχικές στιγμές με την ίδια RA και υπολογίσουμε τον χρόνο που μεσολάβησε μεταξύ αυτών των δύο στιγμών, θα βρούμε την αστρική της περίοδο. Με λίγα λόγια, η αστρική περίοδος αποτελεί το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών διαβάσεων της Αφροδίτης από το ίδιο αστρικό υπόβαθρο του ουρανού.

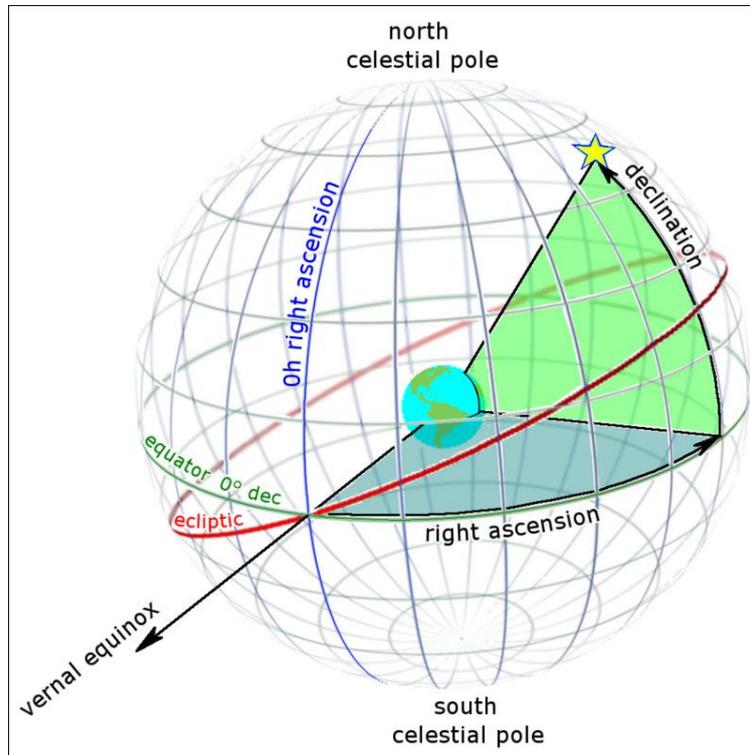
Για να γίνει ο υπολογισμός, θα πρέπει να καταγράψουμε ακριβώς την ώρα, όταν για παράδειγμα J2000 RA = 9h00m00s. Δύο διαδοχικές στιγμές με το προηγούμενο J2000 RA είναι, για παράδειγμα: α) 17 Απριλίου 2023 17:58:29 UTC και β) 28 Νοεμβρίου 2023 06:50:42 UTC.

Προσπαθήστε να βρείτε άλλες ημερομηνίες/ώρες με το ίδιο J2000 RA για το σενάριο σας.



Αυτά τα στιγμιότυπα παραπάνω, δείχνουν αυτές τις χρονικές στιγμές με το ίδιο J2000 RA, ενώ το παρακάτω σχήμα δείχνει πώς ορίζουμε την

απόκλιση (DEC) και την ορθή αναφορά(RA), με τη Γη στο κέντρο της ουράνιας σφαίρας.



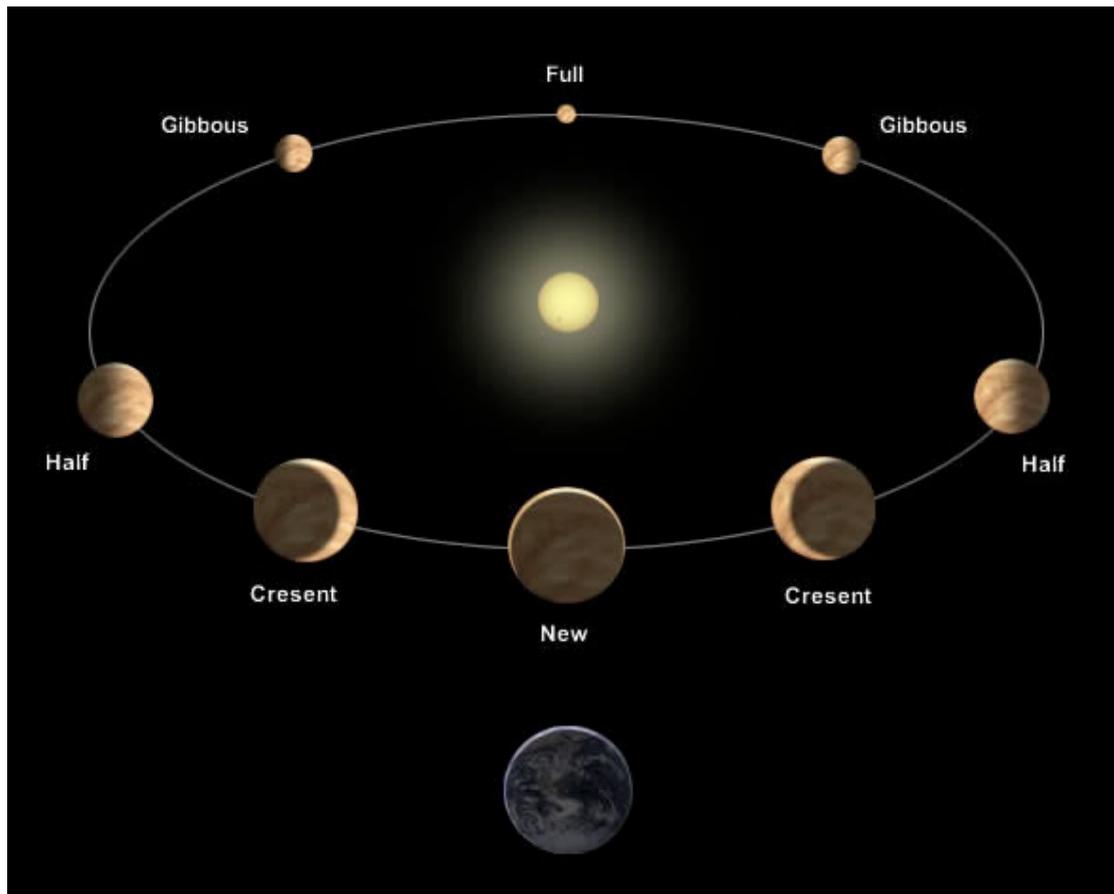
*Credit: Tom Ruen / CC BY-SA 3.0*

# Ανάλυση & Ερμηνεία

## Ανάλυση και ερμηνεία: Συγκεντρώστε αποτελέσματα από δεδομένα

Τώρα πρέπει να έχουμε καταλάβει ήδη τι είδους περιόδους έχουμε πραγματικά μετρήσει. Σκεφτείτε το σχήμα στο βήμα της δημιουργίας υποθέσεων. Αυτό το σχήμα μπορεί να μας βοηθήσει να συνειδητοποιήσουμε ότι το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών καταστάσεων, όπου για τον γήινο παρατηρητή η Αφροδίτη βρίσκεται στο ελάχιστο της φάσης της είναι αρκετά μεγαλύτερο από την περίοδο της περιφοράς της Αφροδίτης και φαίνεται από το μήκος του ροζ βέλους. Το τελευταίο είναι η αστρική περίοδος.

Ένα άλλο κρίσιμο συμπέρασμα είναι η συσχέτιση μεταξύ της φαινόμενης διαμέτρου που καταγράφεται στον παραπάνω πίνακα, της φάσης και της απόστασης της Αφροδίτης από τη Γη. Το παρακάτω σχήμα είναι πολύ κατατοπιστικό για αυτή τη συσχέτιση και μας οδηγεί να δούμε καλύτερα το φαινόμενο. Έτσι, όταν το ποσοστό φάσης μειώνεται, η Αφροδίτη έρχεται πιο κοντά μας, οπότε η φαινομενική διάμετρος αυξάνεται και αντιστρόφως.



## Συμπέρασμα & Αξιολόγηση

Εξάγετε συμπεράσματα και κοινοποιήστε το/την αποτέλεσμα/επεξήγηση

Μπορείτε να χωρίσετε την τάξη σε ομάδες των δύο ατόμων και να μοιραστείτε τα αποτελέσματα με άλλους.

Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε αφίσες και παρουσιάσεις στο PowerPoint για να μοιραστείτε όλα τα αποτελέσματα και τις εντυπώσεις.

Επομένως, είναι πολύ σημαντικό για εσάς να μάθετε και να συνειδητοποιήσετε το ιστορικό υπόβαθρο εκείνης της εποχής και το γεγονός ότι στις μέρες μας αυτό που θεωρούμε δεδομένο, δεν ήταν πάντα προφανές. Αυτό το γεγονός είναι τροφή για σκέψη για εσάς και τους συμμαθητές σας!!

## Αξιολόγηση/Αναστοχασμός

Σχετικά με τη σημασία αυτής της δραστηριότητας για εσάς, βαθμολογήστε από 1 (χαμηλότερο) έως 5 (υψηλότερο) κάθε θέμα:

- Το ενδιαφέρον που σας προκάλεσε αυτή η δραστηριότητα
- Την επιθυμία να μιλήσετε για αυτό στους συμμαθητές σας
- Οι γνώσεις που αποκτήθηκαν/ενισχύθηκαν
- Οι δεξιότητες που αποκτήσατε