

ΣΧΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΙΑ 2024-2025
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΟΙΤΗΣΗΣ
(ΟΑΠ) ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ
ΜΑΘΗΤΗΣ:ΧΡΙΣΤΟΥ ΑΝΤΩΝΗΣ Γ4

ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:ΠΩΣ ΜΕΤΡΗΣΕ Ο ΘΑΛΗΣ ΤΟ ΥΨΟΣ
ΤΗΣ ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ ΤΟΥ ΧΕΟΠΑ

Η πυραμίδα του Χέοπα

- ένα από τα 7 θαύματα της αρχαιότητας, άρχισε να κτίζεται γύρω στο 2.600 π.Χ. και η κατασκευή της κράτησε όπως αναφέρει ο Ηρόδοτος 30 ολόκληρα χρόνια συνεχούς εργασίας. Θεωρείται ως η τελειότερη κατασκευή του Αιγυπτιακού πολιτισμού από άποψη γεωμετρικών ιδιοτήτων.

Ο Θαλής

- Κάπου μακριά στη Μίλητο, πολλούς αιώνες αργότερα από την κατασκευή της πυραμίδας, ο Θαλής, Έλληνας φιλόσοφος-μαθηματικός που έζησε τον 6ο αιώνα π.Χ. (640 π.Χ. – 546 π.Χ.) ξεκινούσε ένα ταξίδι για την Αίγυπτο.
- Πράγματι, από τότε και για 2000 χρόνια κανείς δεν είχε καταφέρει να μετρήσει το ύψος τους κάτι που κέντρισε το ενδιαφέρον του Θαλή.

Μεθοδος, Τροπος Μετρησης

- Για τη μέτρηση του ύψους των πυραμίδων ο Θαλής χρησιμοποίησε ένα ραβδί, το οποίο στήριξε κάθετα στο έδαφος δίπλα από τις πυραμίδες. Στη συνέχεια περίμενε μέχρι το μήκος της σκιάς του ραβδιού να γίνει ίσο με το ύψος του.
- Όταν συνέβη αυτό μέτρησε το μήκος της σκιάς της πυραμίδας. Προφανώς, τη χρονική στιγμή όπου το μήκος της σκιάς του ξύλινου ραβδιού γινόταν ίσο με το ύψος του, τότε όλα τα αντικείμενα (που ήταν κάθετα τοποθετημένα στο έδαφος) σχημάτιζαν μια σκιά, με μήκος ίσο με το ύψος τους. Οι πυραμίδες δεν αποτελούσαν εξαίρεση και έτσι το ύψος μπορούσε να μετρηθεί από το μήκος της σκιάς τους.
- Ο Θαλής έκανε τη μέτρηση χρησιμοποιώντας τις μονάδες της εποχής και βρήκε 276,75 πήχεις, δηλαδή 145,3 μέτρα, κι έτσι απέσπασε τον θαυμασμό του βασιλιά της Αιγύπτου Άμασι.
- Το πραγματικό ύψος της πυραμίδας είναι 147 μέτρα, δηλαδή ο Θαλής με μόνο όπλο το μυαλό του και ένα ραβδί είχε μετρήσει την πυραμίδα με σφάλμα μόνο 1,7 μέτρα!

Η μέθοδος του βασίστηκε στη σχέση μεταξύ των σκιών και της γεωμετρίας.

- **Παρατήρηση της σκιάς:** Ο Θαλής παρατήρησε ότι η σκιά ενός αντικειμένου έχει συγκεκριμένη σχέση με το ύψος του, όταν ο ήλιος βρίσκεται σε συγκεκριμένη γωνία.
- **Χρήση ραβδιού:** Τοποθέτησε ένα ραβδί (γνωστό ύψος) κάθετα στο έδαφος δίπλα στην πυραμίδα. Στη συνέχεια μέτρησε το μήκος της σκιάς του ραβδιού.
- **Σύγκριση σκιών:** Την ίδια στιγμή, μέτρησε το μήκος της σκιάς της πυραμίδας.
- **Αναλογία:** Χρησιμοποίησε τη σχέση αναλογίας:

Μαθηματικοί υπολογισμοί

- Δεδομένα
- **Ύψος του ραβδιού (h_1):** Ας πούμε ότι είναι 2 μέτρα.
- **Μήκος σκιάς του ραβδιού (s_1):** Ας πούμε ότι είναι 3 μέτρα.
- **Μήκος σκιάς της πυραμίδας (s_2):** Ας πούμε ότι είναι 120 μέτρα.
- **Ύψος της πυραμίδας (h_2):** Αυτό είναι που θέλουμε να βρούμε.

Υπολογισμός

Ο Θαλής βασίστηκε στην αναλογία: $\frac{h_1}{s_1} = \frac{h_2}{s_2}$

Αντικαθιστούμε τις τιμές:

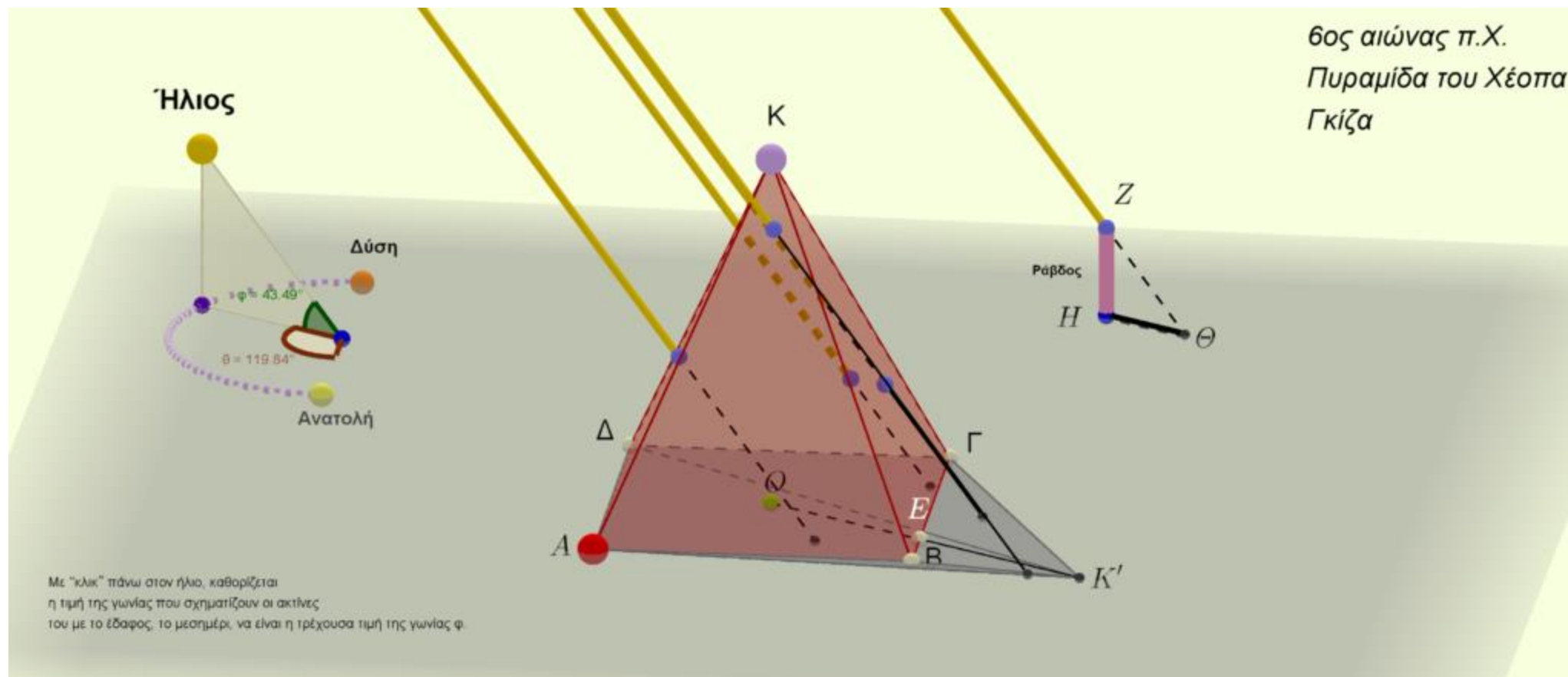
$$\frac{h_1}{s_1} = \frac{h_2}{s_2}$$

Λύνουμε ως προς h_2

$$\frac{2}{3} \times 120 = \frac{240}{3} = 80$$

σχέση αναλογίας:

- Υψος ραβδιου/μηκος σκιας=υψος πυραμιδας/μηκος σκιας πυραμιδας



Τα πρώτα γεωμετρικά Θεωρήματα

- Κάθε διάμετρος χωρίζει τον κύκλο σε δύο ίσα τόξα (ημικύκλια).
- Οι προσκείμενες στη βάση γωνίες ισοσκελούς τριγώνου είναι ίσες.
- Η εγγεγραμμένη γωνία που βαίνει σε ημικύκλιο είναι ορθή.
- Οι κατακορυφήν γωνίες είναι ίσες.
- Αν μία πλευρά ενός τριγώνου είναι ίση με μία πλευρά ενός δεύτερου τριγώνου και οι προσκείμενες γωνίες στις πλευρές αυτές είναι ίσες μία προς μία, τότε τα δύο τρίγωνα είναι ίσα.

Ο Θαλής πραγματοποίησε τον υπολογισμό χρησιμοποιώντας τη σκιά του εαυτού του. Εύστοχα, παρατήρησε ότι αν κάποια μέρα η σκιά του γινόταν ίση με το ύψος του, τότε, το ίδιο θα συνέβαινε και με τη σκιά του ύψους της πυραμίδας.

Επομένως, η μέτρηση του ύψους της πυραμίδας μπορούσε, τελικά, να γίνει στο έδαφος.

- Όμως, ποια γωνία θα σχημάτιζαν, τότε, οι ακτίνες του ήλιου με το έδαφος;
- Θα μπορούσε να συμβεί κάτι τέτοιο; Αν ναι, ποια χρονική στιγμή;
- Τι προσανατολισμό έπρεπε να έχει η σκιά της πυραμίδας, ώστε να είναι δυνατό να μετρηθεί η σκιά του ύψους της;
- Πώς μπορούσε ο Θαλής, έστω και στο έδαφος, να μετρήσει τη σκιά του ύψους της πυραμίδας, αφού ένα μέρος αυτής της σκιάς δεν ήταν ορατο.

Είναι σημαντικό.

- Η μέθοδος του Θαλή είναι ένα από τα πρώτα παραδείγματα εφαρμογής της γεωμετρίας και της επιστημονικής σκέψης για την επίλυση πρακτικών προβλημάτων. Η ιδέα της χρήσης αναλογιών και παρατήρησης της φύσης για τη μέτρηση μεγάλων αποστάσεων ή ύψους ήταν μια καινοτόμος προσέγγιση για την εποχή του.



Βιβλιογραφία

- [Η μέτρηση του ύψους της Πυραμίδας του Χέοπα από τον Θαλή - Μαθηματικά](#)
- [Θαλής ο Μιλήσιος – Υπολογισμός του ύψους της Πυραμίδας του Χέοπα – Νικόλαος Γ. Νταμπαλής](#)
- [Θαλής ο Μιλήσιος και η πυραμίδα του Χέοπα – Math Life & Fun](#)
- schoolpress.sch.gr/efimath11/archives/71