

ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΕΚΛΙΨΗ ΗΛΙΟΥ

Κάποια ημέρα που έχουμε νέα σελήνη τα κέντρα γης – σελήνης – ήλιου βρίσκονται στην ίδια ευθεία με τον ήλιο να βρίσκεται στο αφήλιο της τροχιάς του και η σελήνη στο περίγειο. Παρατηρητής βρίσκεται στον ισημερινό της γης και στο σημείο τομής της ευθείας των κέντρων γης – σελήνης – ήλιου.

A) Να βρεθούν η φαινόμενη διάμετρος του ήλιου και τη σελήνης για τον παρατηρητή. Τι συμπέρασμα προκύπτει;

B) Να βρεθεί το μήκος της σκιάς της σελήνης. Τι συμπέρασμα προκύπτει;

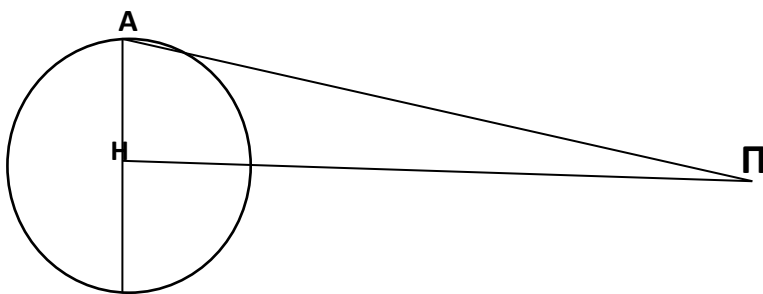
Γ) Αν σχηματίζεται σκιά στην επιφάνεια της γης να βρεθεί η διάμετρός της.

Δ) Αν σχηματίζεται σκιά στην επιφάνεια της γης να βρεθεί η διάρκεια της ολικής έκλειψης.

Ε) Με τι ταχύτητα τρέχει η σκιά;

Δίνονται: Απόσταση γης - ήλιου στο αφήλιο $d = 152.097.000$ km και στο αφήλιο, ακτίνα σελήνης $R_{\Sigma} = 1737$ km, ακτίνα ήλιου $R_{\text{H}} = 700.000$ km, απόσταση γης – σελήνης $d_{\Sigma} = 356.400$ km , ακτίνα γης $R_{\Gamma} = 6400$ km και μέση απόσταση γης – σελήνης $d_{\mu} = 384000$ km.

Λύση



A) Η φαινόμενη ημιδιάμετρος αντικειμένου από παρατηρητή Π στον ισημερινό της γης είναι η γωνία ΑΠΗ.

Για τον ήλιο: $\epsilon\phi(\text{ΑΠΗ}) = \text{ΗΑ}/\text{ΗΠ} = 700.000:(152.097.000 - 6400) = 0,0046 \Rightarrow$
 γωνία(ΑΠΗ) = $0,2637^\circ = 15,8'$

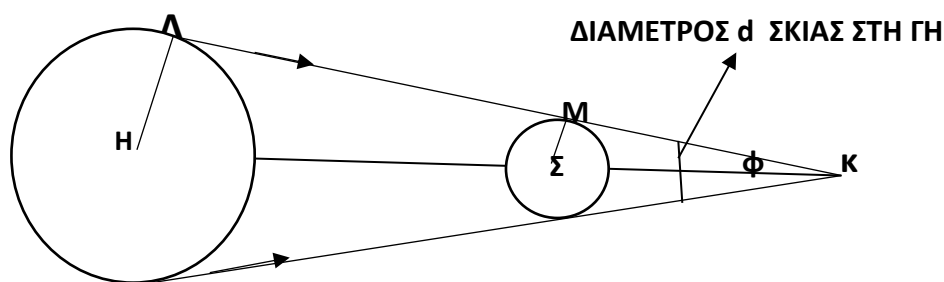
Έτσι η φαινόμενη διάμετρος του ήλιου θα είναι $\omega_{\text{H}} = 2\chi 15,8' = 31,6'$

Για τη σελήνη: $\epsilon\phi(\text{ΑΠΗ})=1737:(356400 - 6400) = 0,00496 \Rightarrow$
 γωνία(ΑΠΗ) = $0,2843^\circ = 17,06'$

Έτσι η φαινόμενη διάμετρος της σελήνης θα είναι $\omega_{\Sigma} = 2\chi 17,06 = 34,12'$

Εφόσον κέντρο ήλιου – κέντρο σελήνης – παρατηρητής είναι στην ίδια ευθεία, για τον παρατηρητή ο δίσκος της σελήνης υπερκαλύπτει τον δίσκο του ήλιου και ο παρατηρητής βιώνει **ολική έκλειψη ηλίου**.

B) Έστω Η,Σ τα κέντρα ήλιου σελήνης, ΣΚ το μήκος του κώνου της σιάς της σελήνης που σχηματίζεται από τις εξωτερικές εφαπτόμενες ήλιου - σελήνης.



Από τη γεωμετρία του σχήματος:

$$\eta\mu\phi = R_{\Sigma}/\Sigma K = R_{\text{H}} / \text{ΗΚ} \quad (1)$$

Έστω ότι το Κ είναι αριστερά του κέντρου της γης. Τότε: $\text{ΗΚ} = d_{\text{H}} - R_{\Gamma} = 152.090.600 \text{ km}$

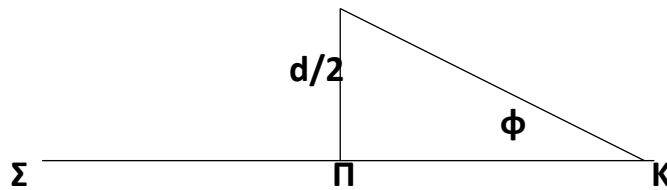
$$\Rightarrow \Sigma K = \text{ΗΚ}(R_{\Sigma}/R_{\text{H}}) \Rightarrow \Sigma K = 377.400 \text{ km}$$

Επομένως η κορυφή του κώνου της σιάς είναι δεξιά του κέντρου της γης και μάλιστα σε απόσταση μεγαλύτερη της ακτίνας του με συνέπεια στη θέση του παρατηρητή να σχηματίζεται σκιά και ο παρατηρητής να βιώνει μία ολική έκλειψη ηλίου.

Γ) Από το ορθογώνιο τρίγωνο ΜΣΚ $\eta\mu\phi = R_{\Sigma}/\Sigma K = 1737/377400(1)$

Επειδή η διάμετρος της σιάς στη γη είναι πολύ μικρή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ταυτίζεται με το τόξο στη θέση του παρατηρητή.

Μεγεθύνουμε λίγο το ορθογώνιο τρίγωνο της ημισκιάς:

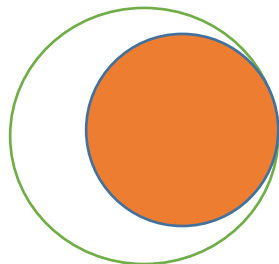


Π είναι η θέση του παρατηρητή στην επιφάνεια της γης και Σ το κέντρο της σελήνης. Οπότε: $\Sigma\Pi = \text{Απόσταση κέντρων γης σελήνης} - \text{ακτίνα γης} = d_z - R_r = 356400 \text{ km} - 6400 \text{ km} = 356.000 \text{ km}$ και $\Pi\text{Κ} = \Sigma\text{Κ} - \Sigma\Pi = 377.400 - 356.000 = 21400 \text{ km}$

$\epsilon\phi\phi = (d/2)/\Pi\text{Κ}$, όμως για μικρές γωνίες $\epsilon\phi\phi = \eta\mu\phi$ (1) $\Rightarrow 1737/377400 = d/(2 \times 21400) \Rightarrow \mathbf{d = 252,2 \text{ km}}$

Διάμετρος σκιάς 252,2 km είναι ακραία μεγάλη και πολύ σπάνια. Αιτιολογείται από το γεγονός ότι ο ήλιος είναι στην πιο μακρινή απόσταση από τη γη και η σελήνη στην πιο μικρή.

Δ) Η σελήνη κινείται στον ουρανό από δυτικά προς ανατολικά ως προς τον ακίνητο ήλιο και διαγράφει έναν πλήρη κύκλο γύρω από τη γη σε 27,3 ημέρες.



Επειδή ο σεληνιακός δίσκος(λευκός) είναι μεγαλύτερος από τον ηλιακό όταν ο σεληνιακός δίσκος καλύψει τον ηλιακό μένει ένα τμήμα $34,12' - 31,6' = 2,52'$ του σεληνιακού δίσκου έξω από τον ηλιακό. Συνεπώς η ολική έκλειψη θα διαρκέσει όσο χρειάζεται η σελήνη για να καλύψει το τμήμα αυτό.

Σε 27,3 ημέρες = $27,3 \times 24 \times 60 \text{ min}$ σελήνη γράφει $360 \times 60'$ έτσι για τα $2,52'$ θα χρειαστεί $(27,3 \times 24 \times 60 \times 2,52)/(360 \times 60) = 4,6 \text{ min}$.

Για τον παρατηρητή Π στον ισημερινό η ολική έκλειψη **διαρκεί 4,6 min**

Ε) Η σκιά στον συγκεκριμένο τόπο τρέχει με την ιλιγγιώδη ταχύτητα των $252,2 \text{ km}/4,6 \text{ min} = 252,2 \times 60/4,6 = \mathbf{3290 \text{ km/h}}$