



# ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದು

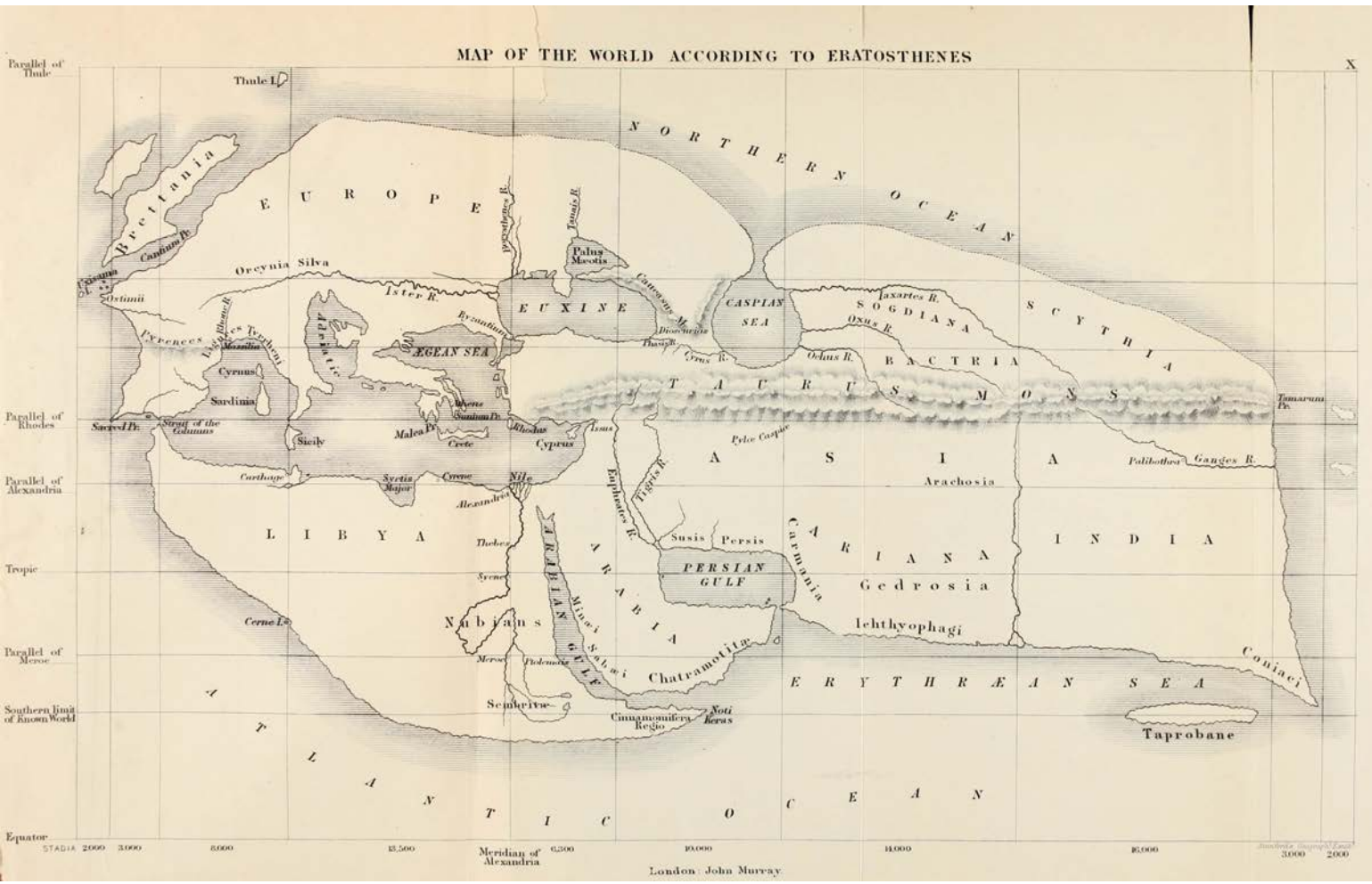
ಅಮೋಲ್ ಆನಂದರಾವ್ ಕಾಟೆ

ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು  
ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ್ದು  
ಯಾವಾಗ?  
ಮೊತ್ತಮೊದಲಿಗೆ ಅದನ್ನು  
ಅಳಿದವರು ಯಾರು?  
ಅವರು ಯಾವ ರೀತಿ  
ಅಳಿದರು?

**ಭೂ**ಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಾಗಿದ್ದು ವಿಶಾಲ ಸಮುದ್ರ ಯಾನಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡ ಸಮಯದಲ್ಲಿಯೇ ಎನ್ನುವ ನಂಬಿಕೆ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮೊದಲೇ (2000 ವರ್ಷಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಮುಂಚೆ) ಸಾಕಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಗ್ರೀಸ್ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ (Eratosthenes) ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ್ದರು ಎನ್ನುವುದು ನಮಗಿಗ ತಿಳಿದಿದೆ. ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಇಂತಹ ಅಸಾಧಾರಣ ಸಾಧನೆ ಮಾಡಿದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಯುರೋಪಿನ ಜನ ಅಮೆರಿಕ, ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ ಮತ್ತು ಅಂಟಾರ್ಟಿಕಾ ಖಂಡಗಳನ್ನಾಗಲಿ ಅಥವಾ ಪೆರ್ಷಿಯಾ, ಅಫ್ಘಾನಿಸ್ತಾನ್ ಮತ್ತು ಹಿಂದೂ ಮಹಾಸಾಗರಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನಾಗಲಿ ಇನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಲಿಲ್ಲ. (ನೋಡಿ, ಚಿತ್ರ 1)

**ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಯಾರು?**

ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್, ವಿದ್ವಾಂಸ ಮತ್ತು ತತ್ವಜ್ಞಾನಿ. ಗ್ರೀಕ್ ಸಾಮ್ರಾಜ್ಯದ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದ ಸಿರೀನ್ (Cyrene)ನಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ.ಪೂ.276ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದರು. ಈ ಊರು ಇದೀಗ ಷಾಹತ್ (Shahat) ಎಂದಾಗಿ, ಲಿಬ್ಯಾದ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ತಮ್ಮ ಸ್ವಂತ ಊರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಶಿಕ್ಷಣ ಮುಗಿಸಿದ ನಂತರ ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ತತ್ವಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಕಾವ್ಯಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಅಥೆನ್ಸ್(Athens)ಗೆ ಪಯಣಿಸಿದರು. ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್‌ಗೆ 30 ವರ್ಷಗಳಾಗಿದ್ದಾಗ ಈಜಿಪ್ಟಿನ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾವನ್ನು ಆಳುತ್ತಿದ್ದ ಟಾಲ್ಮಿ III (Ptolemy III), ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖವೆನಿಸಿದ್ದ, ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಮತ್ತು ಶ್ರೇಷ್ಠ ಪುಸ್ತಕ ಭಂಡಾರ, 'The Great Library of Alexandria'ದ



**ಚಿತ್ರ 1.** ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ತಮಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದಂತೆ ರಚಿಸಿದ್ದ ಪ್ರಪಂಚದ ಭೂಪಟವನ್ನು 19ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪುನಃ ರಚಿಸಿರುವುದು

**ಕೃಪೆ:** Bunbury, E.H. (1811-1895), A History of Ancient Geography among the Greeks and Romans from the Earliest Ages till the Fall of the Roman Empire, page 667. London: John Murray, 1883. Uploaded by Sette-quattro on Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mappa\\_di\\_Eratostene.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mappa_di_Eratostene.jpg). ಪರವಾನಗಿ: CC-BY.

ಗ್ರಂಥಪಾಲಕ ಹುದ್ದೆಯನ್ನು ಅವರಿಗೆ ನೀಡಿದರು. ಈ ಹುದ್ದೆಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾಕ್ಕೆ ತೆರಳಿ, ಕ್ರಿ. ಪೂ. 194ರಲ್ಲಿ, ಅವರು ಮರಣ ಹೊಂದುವವರೆಗೂ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಜೀವನವನ್ನು ಕಳೆದರು. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಇವರು ಪುಸ್ತಕಭಂಡಾರದ ಪ್ರಮುಖ ಗ್ರಂಥಪಾಲಕರ ಹುದ್ದೆಗೆ ಉನ್ನತಿ ಪಡೆದರಲ್ಲದೆ, ಪುಸ್ತಕಭಂಡಾರದ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಸಂಗ್ರಹವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದ್ದರ ಜೊತೆಗೆ ಟಾಲ್ಮಿಯ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಬೋಧಕರೂ ಆಗಿದ್ದರು.

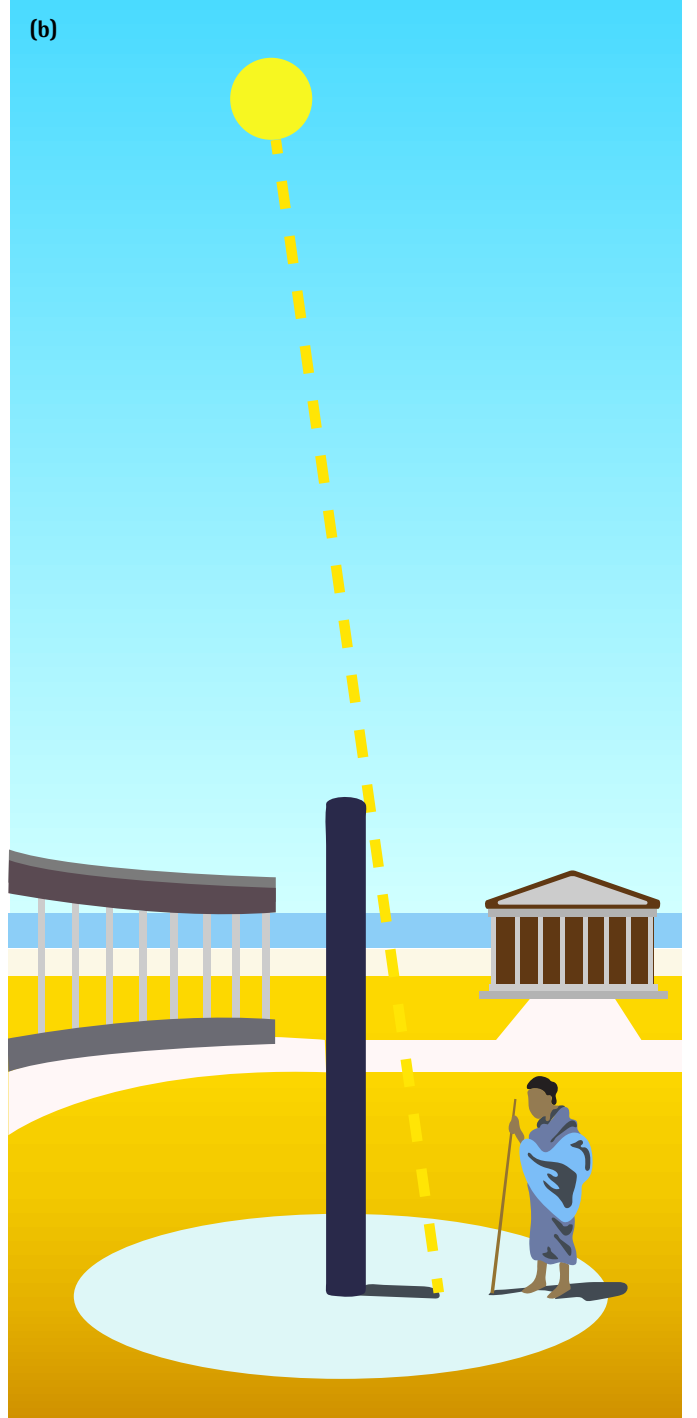
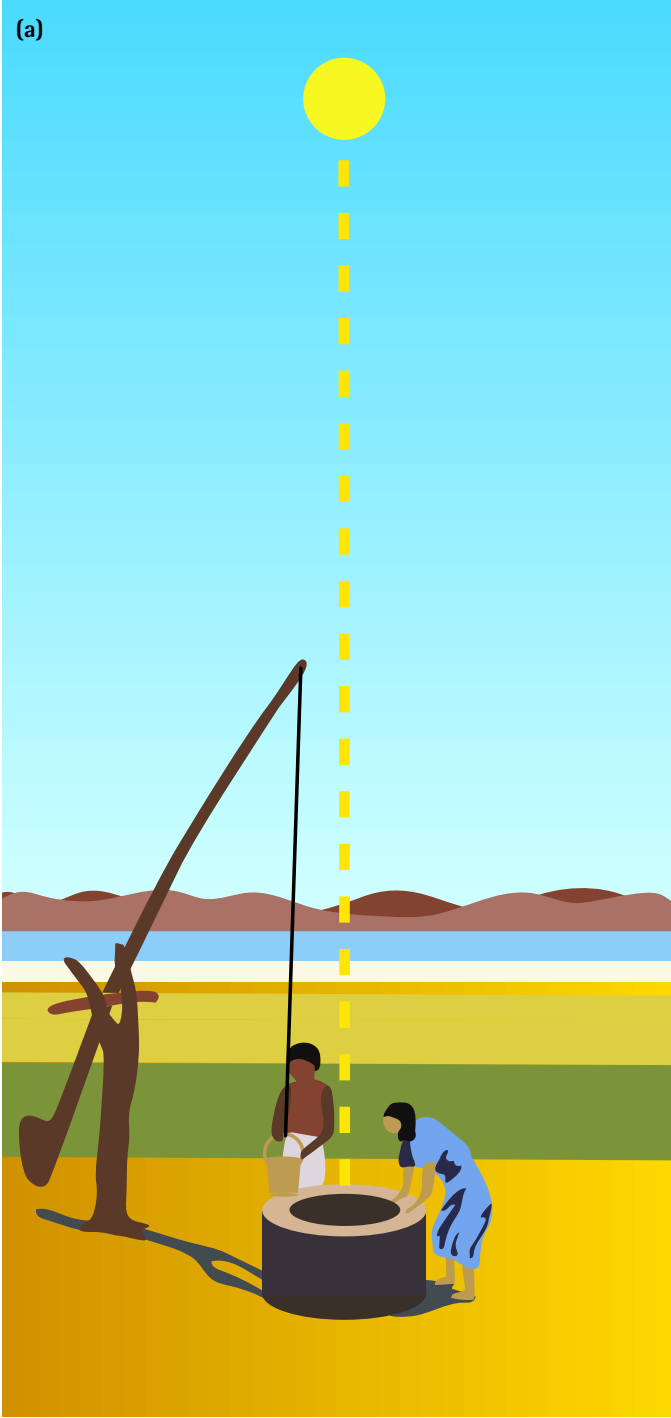
ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಬಹುಶುತರು. ಅವರು ಗಣಿತ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಗಳಿಗೆ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಅನೇಕ ಕೊಡುಗೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ್ದಲ್ಲದೆ, ಭೂಗೋಳ, ಸಾಹಿತ್ಯ, ಕಾವ್ಯ ಮತ್ತು ಇತಿಹಾಸಗಳಲ್ಲಿಯೂ

ಪರಿಣಿತರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಬಹಳಷ್ಟು ಕೊಡುಗೆಗಳ ಮಾಹಿತಿ ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಕಳೆದುಹೋಗಿವೆ. ತತ್ತ್ವಜ್ಞರಾದ ಕ್ಲಿಯೋಮೆಡೀಸ್, ಪಾಪೊ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರಾಬೋ ಮುಂತಾದವರ ಬರಹಗಳಿಂದ ಅವರ ಕೆಲವು ಕೊಡುಗೆಗಳು ನಮಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ. ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ ವಿಧಾನದ ಸರಳೀಕೃತ ರೂಪವನ್ನು ಕ್ಲಿಯೋಮೆಡೀಸ್ ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

### ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದರು?

ಈ ವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಭೂಮಿ ಗೋಳಾಕಾರ ದಲ್ಲಿದೆಯೆನ್ನುವ ವಿಚಾರ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಹಲವಾರು ಮಂದಿ ಅದರ ಪರಿಧಿ ಅಂದರೆ

ಸುತ್ತಳತೆಯನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ವಿಫಲರಾಗಿದ್ದರು. ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರ ಅಳೆಯಲು ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ತಮ್ಮ ಜ್ಯಾಮಿತಿಯ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬಳಸಿದರು. ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದ ದಕ್ಷಿಣ ಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದ ಸೈನೆ ಎನ್ನುವ ಊರಿನಲ್ಲಿ ಬೇಸಿಗೆ ಅಯನ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯ ನಡು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ (noon of summer solstice) ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನ ನೆರಳೂ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಹೊಳೆಯುವ ಸೂರ್ಯ ಕಿರಣಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಬಾವಿಯೊಂದರೊಳಗೆ ಬಿದ್ದು, ಬಾವಿಯ ತಳದಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರವೇ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗುವುದನ್ನೂ, ಅಕ್ಕಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತರಿಸದಿರುವುದನ್ನೂ ಎಲ್ಲರೂ ಕಾಣಬಹುದಿತ್ತು. ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸೈನೆಯಲ್ಲಿ



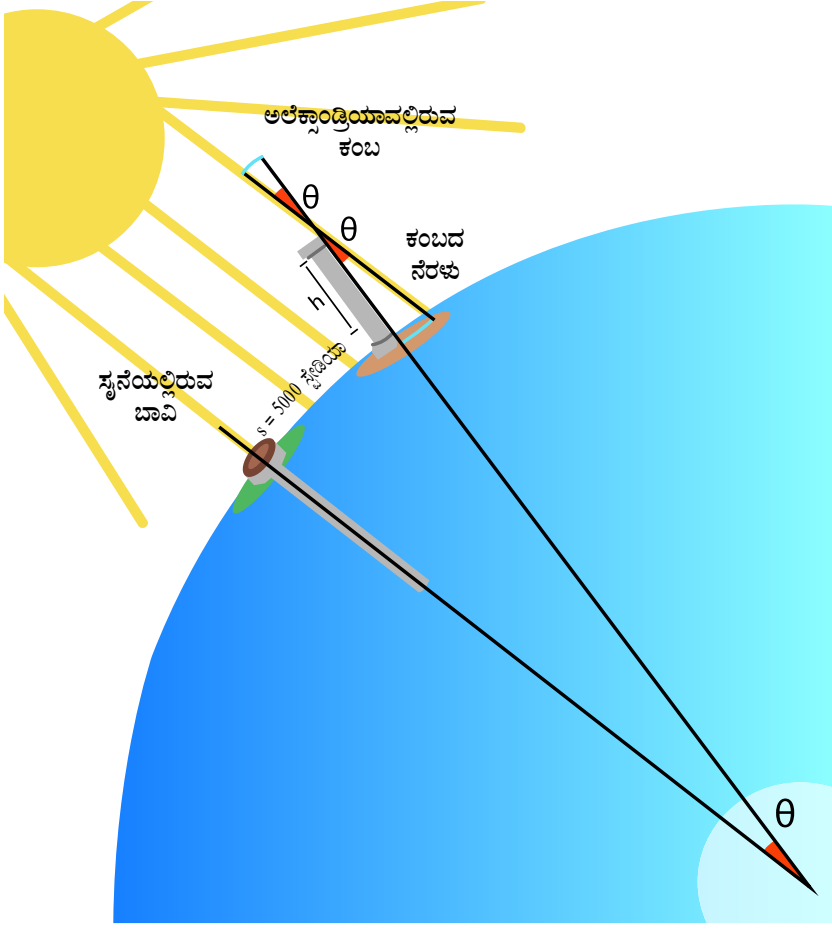
**ಚಿತ್ರ 2.** ಬೇಸಿಗೆಯ ಅಯನ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯ ನಡು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಲ್ಲಿ, ಉತ್ತರಾರ್ಧ ಗೋಳದಲ್ಲಿರುವ (a) ಸೈನೆ ಮತ್ತು (b) ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ ಊರುಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ನೆರಳಿನ ಕೋನದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಇದೆ ಎನ್ನುವ ವಿಚಾರ ಎರಟೋಸ್ಟೀನಿಸ್‌ಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು.

<http://karidiscience.blogspot.com/2013/03/blog-post.html> ಇದರಿಂದ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಕೃಪೆ: Agios Nikolaos on 'Karydis Manos'; ಪರವಾನಗಿ: CC-BY-NC

ಸೂರ್ಯ ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುತ್ತಿದ್ದುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ (90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಲ್ಲಿ). ಸೈನೆಗೆ ಈಗಿನ ಹೆಸರು ಆಸ್ಸಾನ್. ಇದು ಕರ್ಕಾಟಕ ಸಂಕ್ರಾಂತಿ (Tropic of cancer) ವೃತ್ತದ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ

ಗೋಳಾರ್ಧದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ, ಜೂನ್ 21ರಂದು ಅಂದರೆ ಬೇಸಿಗೆಯ ಅಯನ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯಂದು, ನಡು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲಿನ

ಬೇಸಿಗೆ ಅಯನ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯ ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ ಸೂರ್ಯ ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿದ್ದಂತೆ ಕಂಡಾಗಲೂ, ಅವರು ನೆಟ್ಟಿದ್ದ ಒಂದು ಕಂಬವೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳು, ಸೈನೆಯಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 2ನ್ನು ನೋಡಿ) ಅವರು ನೋಡಿದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಉದ್ದವಾದ



**ಚಿತ್ರ 3.** ಬೇಸಿಗೆಯ ಅಯನ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯ ದಿನ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಸೈನಗಳಲ್ಲಿ ನಡುಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಮೂಡಿಸುವ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವುದು. ಸೂರ್ಯ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಊಹೆ ಮಾಡಿದರು. ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಡೆಯ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಕೋನವನ್ನು  $7.2^\circ$  ಎಂದು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದರು. ಅವರಿಗಿದ್ದ ಜ್ಯಾಮಿತಿಯ ಅರಿವಿನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಇದು ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ ಮತ್ತು ಸೈನಗಳ ನಡುವಿನ ಕಂಸವು ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನಕ್ಕೆ ಪರ್ಯಾಯ (ಒಳಭಾಗದ) ಕೋನವೆಂದು ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ಎರಡೂ ಕೋನಗಳು ಸಮವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

<https://www.flickr.com/photos/nasablueshift/9411406224> ಇದರಿಂದ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.  
ಕೃಪೆ: NOAA Ocean Service Education. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY.

ನೆರಳುಗಳನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತಿದ್ದುದನ್ನು ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಗಮನಿಸಿದರು. ನೆರಳುಗಳ ಉದ್ದಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದಕ್ಕೆ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಓರೆಯಾಗಿ ಬೀಳುವುದೇ ಕಾರಣ. ಇದರಿಂದ ಅವರು, ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ ಮತ್ತು ಸೈನಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ ಮತ್ತು ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲಿನ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳು ಸೈನೆಯಲ್ಲಿನ ಸೂರ್ಯ ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಕೋನದಲ್ಲಿ ವಿಪಥವಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಳತೆಯನ್ನು ಅಂದಾಜಿಸಬಹುದೆನ್ನುವ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಹೇಗೆ? ವೃತ್ತದ ಕಂಸವು

ಮೂಡಿಸುವ ಕೋನ ಮತ್ತು ಆ ಕೋನದ ನಿಟ್ಟಿನ ಕಂಸದ ಉದ್ದವನ್ನು ತಿಳಿದು ನಾವು ವೃತ್ತದ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಅಳೆಯುವಂತೆಯೇ ಇದೂ ಸಹ.

ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಕಿರಣಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಬೀಳದೆ ಎಷ್ಟು ಬಾಗಿರುವುದೆಂದು ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ಒಂದು ಕಡೆಯನ್ನು ಬಳಸಿದರು. ಅದು  $7.2$  ಡಿಗ್ರಿಗಳೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಸೈನ ಮತ್ತು ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾದ ನಡುವಿನ ದೂರವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ಅವರು ಕೆಲವರನ್ನು ನೇಮಕ ಮಾಡಿದರು. ಅವರು ತಿಳಿದಂತೆ, ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ, ಸುಮಾರು 5000

## ಬಾಕ್ 1. ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ವಿಧಾನವನ್ನು ನೀವೇ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ

ಕೇವಲ ಒಂದು ಕಡೆ ಮತ್ತು ಜ್ಯಾಮಿತಿಯ ಮೂಲ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಇಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಿರುವುದು ಸ್ವಲ್ಪವಲ್ಲವೇ? ನೀವು ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ಇಷ್ಟಪಟ್ಟರೆ - 'ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಅಳತೆ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ' - ಎನ್ನುವ ನಮ್ಮ ಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಳೆ ನೋಡಿ.

ಸ್ವೇಡಿಯಾ (ಈಜಿಪ್ಟಿನ ಸುಮಾರು 157 ಮೀಟರ್‌ಗೆ ಸಮಾನವಾದ, ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಗ್ರೀಕ್‌ನ ಅಳತೆ). ಈ ದೂರವು ಭೂಮಿಯ ವೃತ್ತದ ಕೋನವಾಗಿದ್ದು,  $7.2$  ಡಿಗ್ರಿಗೆ ಸಮನಾದ ಕೋನಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿತ್ತು (ಚಿತ್ರ 3ನ್ನು ನೋಡಿ). ಈ ಕೋನದ ನಿಟ್ಟಿನ ಕಂಸದ ಉದ್ದವನ್ನು ಇಡೀ ವೃತ್ತದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ, ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿಯನ್ನು 250,000 ಸ್ವೇಡಿಯಾಗಳೆಂದು (ಬಾಕ್ 1ನ್ನು ನೋಡಿ) ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸ್ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿದರು. ಅಂದರೆ,

ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿ/ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ ಮತ್ತು ಸೈನಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ =  $360^\circ / 7.2^\circ$ . ಭೂಮಿಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಊರುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾದ ಕಂಸದಿಂದ ಮೂಡಿದ ಕೋನ.

ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ ಮತ್ತು ಸೈನಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ = 5000 ಸ್ವೇಡಿಯಾ.

ಎರಡು ಊರುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಕೋನ (ಅವರು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದಂತೆ) =  $7.2^\circ$ .

ಆದ್ದರಿಂದ, ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿ/5000 ಸ್ವೇಡಿಯಾ =  $360^\circ / 7.2^\circ$ .

ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿ =  $50 \times 5000 = 250,000$  ಸ್ವೇಡಿಯಾ ಎಂಬುದು ಇದರರ್ಥ.

ಎರಟೋಸ್ಟನೀಸನ ಭೂ ಪರಿಧಿಯ ಅಳತೆಯ ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಮಾನದ ಸಮಾನಕ = 250,000 ಸ್ವೇಡಿಯಾ 157 ಮೀಟರ್ = 39,250,000 ಮೀಟರ್ ಅಥವಾ 39,250 ಕಿ.ಮೀ. ಇದು ಇಂದಿನ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ನಿಕಟವಾಗಿದೆ (40,075 ಕಿ.ಮೀ.)!

## ಪ್ರಮುಖ ಕಲಿಕೆಗಳು



- ಮೊತ್ತಮೊದಲಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ 2000 ಹೆಚ್ಚು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಎರಟೋಸ್ಟಿನೀಸ್ ಎಂಬ ಗ್ರೀಕ್ ವ್ಯಕ್ತಿ, ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರದ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ್ದನು.
- ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಎರಟೋಸ್ಟಿನೀಸ್ ಮಾಡಿದ್ದ ಕೆಲಸಗಳು ನಾಶವಾದರೂ, ಈ ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ಅವನು ಬಳಸಿದ ವಿಧಾನ, ಕ್ಲಿಯೋಮೆಡಿಸ್ ಎಂಬ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿಯ ಬರಹಗಳ ಮೂಲಕ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.
- ಎರಟೋಸ್ಟಿನೀಸ್ ಕೇವಲ ಒಂದು ಕಡ್ಡಿ ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಜ್ಯಾಮಿತಿಯ ಬಳಕೆಯಿಂದ ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದನು. ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಯಾರು ಬೇಕಾದರೂ ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿತಬಹುದು.



### ಟಿಪ್ಪಣಿ:

1. ಎರಟೋಸ್ಟಿನೀಸನ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಾರ್ಲ್ ಸೇಗನ್ ಈ ವಿಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ: <https://www.youtube.com/watch?v=G8cbIWMv0rI>.
2. ಲೇಖನದ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿರುವ ಚಿತ್ರದ ಮೂಲ: 'ಎರಟೋಸ್ಟಿನೀಸ್ ಟೀಚಿಂಗ್ ಇನ್ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ' ಬರ್ನಾರ್ಡೋ ಸ್ಟ್ರೋಜಿಯವರಿಂದ. ಕೃಪೆ: mark6mauno, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/mark6mauno/10832052985>. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY. A



ಅಮೋಲ್ ಆನಂದರಾವ್ ಕಾಟಿಯವರು ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಮ್‌ಜಿ ಫೌಂಡೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸಂಪನ್ಮ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಿ ರಾಜಾಸ್ತಾನದ ಸಿರೋಹಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಸಂಪರ್ಕ: [amol.kate@azimpremjifoundation.org](mailto:amol.kate@azimpremjifoundation.org)

ಅನುವಾದ: ಜಿ. ವಿ. ನಿರ್ಮಲಾ | ಪರಿಶೀಲನೆ: ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ

ಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಳೆ:

# ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ನಾವು ಹೇಗೆ ಅಳತೆ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ?

ಈ ಸರಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ನೀವೇ ಖುದ್ದಾಗಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ಬಳಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಲು ನಿಮ್ಮ ನಗರ/ಊರು/ಹಳ್ಳಿ ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯಿಂದ ಇರುವ ಅತಿ ಸಮೀಪ ದೂರವನ್ನು ತಿಳಿದಿರಬೇಕು. ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ನಡು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಂದು ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಆಯನ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯ ದಿನಗಳಾದ ಮಾರ್ಚ್ 20 ಮತ್ತು ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 21ರ ದಿನಾಂಕಗಳಂದು ನಿಮ್ಮ ಕೆಲಸ ಸರಳವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಕೋನಗಳನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವ ಮತ್ತು ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಿರುವುದರಿಂದ ನೀವು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಲಿತಿರುವ ಗಣಿತದ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ.

ನಿಮಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ವಸ್ತುಗಳು:



ಕೋನಮಾಪಕ

ಉದ್ದವಾದ ದಾರ

ಮೀಟರ್ ಅಳತೆ ಪಟ್ಟಿ  
ಅಥವಾ ನೇರವಾದ  
ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ  
ಕಡ್ಡಿ

ಮೀಟರ್ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು 900  
ಕೋನದಲ್ಲಿ ಇಡಬಹುದಾದ  
ಸಮತಟ್ಟಾದ ಮೇಲ್ಮೈ.  
ಇದರ ಮೇಲೆ  
ಸೂರ್ಯಕಿರಣ ಬೀಳಲು  
ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಖಚಿತ  
ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ

ಕಡ್ಡಿಯ ನೆರಳನ್ನು  
ಗುರುತು ಮಾಡಲು  
ಒಂದು ತುಂಡು  
ಸೀಮೆಸುಣ್ಣು



ತೂಗುಗುಂಡು ದಾರ



ನೆರಳಿನ ಉದ್ದವನ್ನು ಅಳತೆ  
ಮಾಡಲು ಸಹಾಯಕ/  
ಸಹಾಯಕಿ

ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ವಿಷಯಗಳು:

- ಆಕಾಶವು ಶುಭವಾಗಿರುವ ದಿನವನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ಮೋಡವಿದ್ದರೆ ನೆರಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಮೂಡುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾರ್ಚ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಮಾಡುವಿರಾದರೆ ಭಾರತದ ಬಹುಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಆಕಾಶ ಶುಭವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಮಾಡುವಿರಾದರೆ, ಆಕಾಶ ಶುಭವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ನಿಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳು ಮುಂದೂಡಬಹುದು.
- ದಿನಸೂಚಿ ಅಥವಾ ಪಂಚಾಂಗದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೂರ್ಯ ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ ಸಮಯವನ್ನು ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಿ.
- ಅಗತ್ಯವಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚಟುವಟಿಕೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುದಕ್ಕೆ 10 ನಿಮಿಷಗಳಷ್ಟು ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ.

ಏನು ಮಾಡಬೇಕು?:

1. ಮೀಟರ್ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ಅದರ ಮೇಲೆ ನೇರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳು ಬೀಳುವಂತೆ ಸಮತಟ್ಟಾದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಸಿದ್ಧ ಮಾಡಿ. ಈ ಕಡ್ಡಿಯು ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವುದೇ ಎಂದು ತೂಗುಗುಂಡು ದಾರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ.
2. ಸೂರ್ಯ ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುವಾಗ (ಆಕಾಶದ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ), ಸಪಾಟು ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಮೀಟರ್ ಕಡ್ಡಿಯ ನೆರಳಿನ ಉದ್ದವನ್ನು ಸೀಮೆಸುಣ್ಣದಿಂದ ಗುರುತು ಮಾಡಿ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಈ ನೆರಳು ಕಡ್ಡಿಯ ಉತ್ತರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. (ಏಕೆ? ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಿ.)
3. ಕಡ್ಡಿಯ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳು ಬೀಳುವ ಕೋನವನ್ನು ಅಳೆಯಲು, ಕಡ್ಡಿಯ ಮೇಲಿರುವುದರಿಂದ ನೆರಳಿನ ತುದಿಯವರೆಗೆ ದಾರವನ್ನು ಎಳೆದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನಿಮ್ಮ ಜೊತೆಗಾರನಿಗೆ ಹೇಳಿ.
4. ಕೋನಮಾಪಕದಿಂದ ಕಡ್ಡಿ ಮತ್ತು ದಾರಗಳ ನಡುವೆ ಉಂಟಾಗುವ ಕೋನವನ್ನು ಅಳೆಯಿರಿ.
5. ನೀವಿರುವ ಸ್ಥಳ(ಊರು ಅಥವಾ ನಗರ) ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರವಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದುಕೊಂಡು, ಕೆಳಗಿನ ಸೂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಬಹುದು.

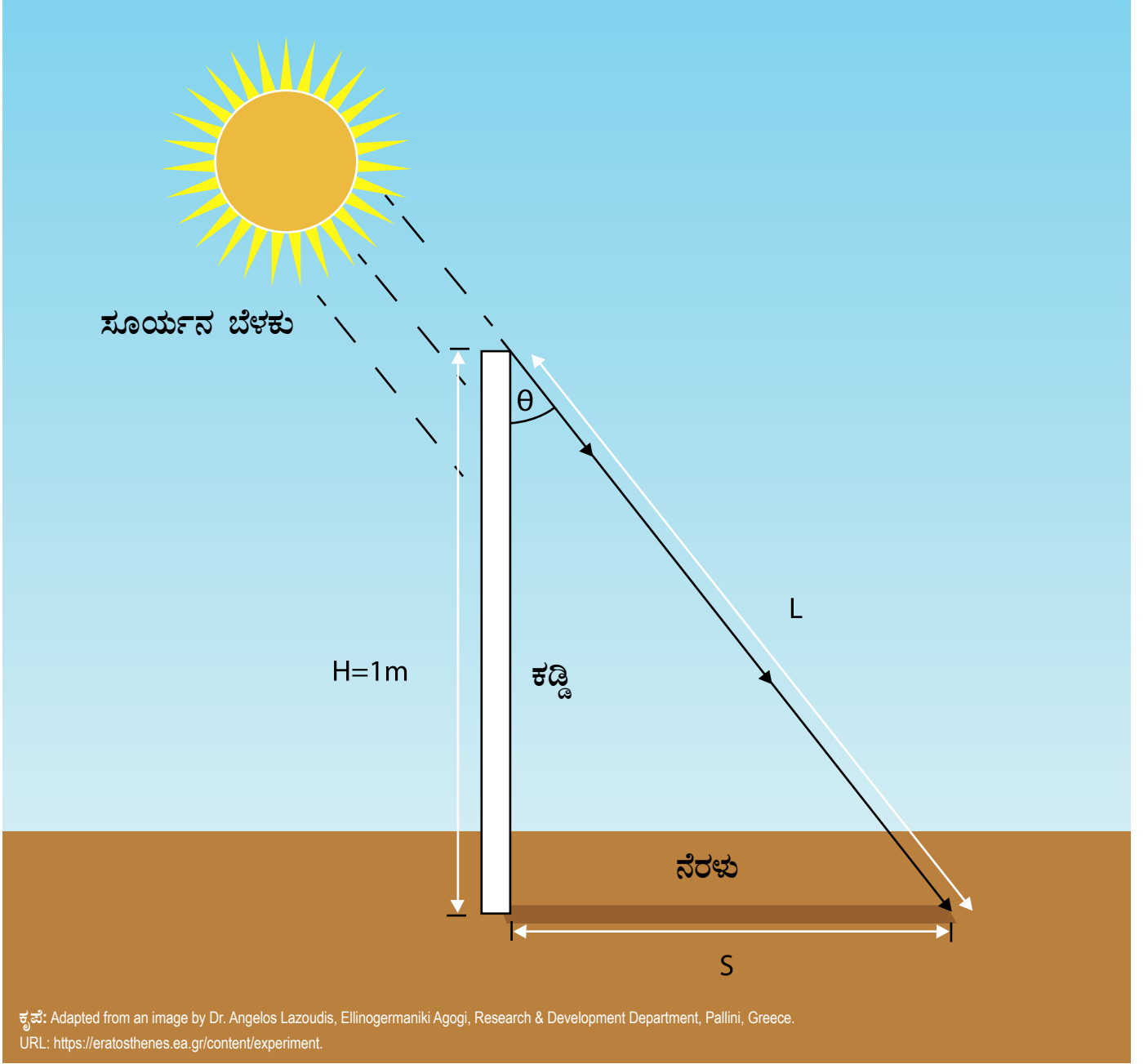
360 ಡಿಗ್ರಿಗಳು

ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿ

ನೆರಳಿನ ಕೋನ

=

ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯಿಂದ ನೀವಿರುವ ಸ್ಥಳವಿರುವ ದೂರ



### ಯೋಚಿಸಿ:

- ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದರೆ ನಿಮಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೌಲ್ಯಗಳು ದೊರೆಯುವುದೇ? ಕಾರಣವೇನು? ನಿಮ್ಮ ಊಹೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡಬಲ್ಲೀರಾ?
- ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ವರ್ಷದ ಬೇರೆ ದಿನದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲು ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಅಗತ್ಯವಿದೆ ಎಂದು ಯೋಚಿಸುವಿರಿ?



## ಪ್ರಶ್ನೆಯೊಂದ ಕೇಳಿ

ಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಳೆ:

## ನಾವು ಭೂಮಿಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ?

ವಿಷುವತ್ ಸಂಕ್ರಾಂತಿ ದಿನಗಳಾದ 20 ಮಾರ್ಚ್ ಮತ್ತು 21 ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ ದಿನಾಂಕಗಳಂದು ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಯಾವುದೇ ಭಾಗದಲ್ಲಾದರೂ ಸೂರ್ಯ ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುತ್ತದೆ. ಸಂಪೂರ್ಣ ಭಾರತ ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಉತ್ತರ ಭಾಗದಲ್ಲಿದೆ. ಭಾರತದ ದಕ್ಷಿಣದಲ್ಲಿರುವ ಭೂಮಿಯ ತುತ್ತತುದಿ ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಉತ್ತರಕ್ಕೆ ಅಕ್ಷಾಂಶ 804' ನಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಭಾರತದ ಅತಿ ಉತ್ತರದ ಭೂಮಿಯ ತುದಿ 3706' ಅಕ್ಷಾಂಶದಲ್ಲಿದೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳೂ ಈ ನಡುವಿನ ಅಕ್ಷಾಂಶದಲ್ಲಿಯೇ ಇವೆ. ಇದರ ಅರ್ಥವೆಂದರೆ ಸೂರ್ಯನು ನೇರವಾಗಿ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುವಂತಹ ಈ ಎರಡು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ, ಒಂದೇ ರೇಖಾಂಶದಲ್ಲಿರುವ ಭಾರತದ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಸ್ಥಳಗಳು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಆ ಲಂಬಕ್ಕೆ ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಸರಿಯಾಗಿ ನಡುಮಧ್ಯಾಹ್ನ 12 ಘಂಟೆಗೆ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಯಾವುದೇ ಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯ ಪೂರ್ವದಿಂದ ಪಶ್ಚಿಮದತ್ತ ಸಾಗುವ ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಒಂದು ಕೋನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕೋನದ ಮೌಲ್ಯ ಹಾಗೂ ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಆ ಎರಡು ಸ್ಥಾನಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರದ ಅರಿವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡುವುದು ಅತಿ ಸರಳವಾಗುತ್ತದೆ.

ಆದರೆ ಭಾರತದ ಯಾವ ರೇಖಾಂಶದಲ್ಲಿದ್ದೀವಿ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ನಡುಮಧ್ಯಾಹ್ನ 12 ಘಂಟೆಗೆ ಸೂರ್ಯ ನಿಖರವಾಗಿ ತನ್ನ ಪಥದ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಭಾರತೀಯ ಕಾಲಮಾನ (IST) ಗ್ರೀನ್‌ವಿಚ್ ಸಮಯಕ್ಕಿಂತ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ 82.5<sup>0</sup> ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯ ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಈ ರೇಖಾಂಶದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಕಾಲಮಾನದನ್ವಯ ನಡುಮಧ್ಯಾಹ್ನ 12 ಘಂಟೆಗೆ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಾನಕ್ಕಿಂತ ಪೂರ್ವದಿಕ್ಕಿಗೆ ಹೋದರೆ ನಡುಮಧ್ಯಾಹ್ನ 12 ಘಂಟೆಗಿಂತ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಸೂರ್ಯ ತನ್ನ ಪಥದ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ಹೋದರೆ 12 ಘಂಟೆಗಳ ನಂತರ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಪಂಚಾಂಗದಿಂದ ಈ ಸಮಯವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಹಾಗಿಲ್ಲದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ತಾನಿರುವ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಭೂಪಟದಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಿಕೊಂಡು, ಆ ಸ್ಥಾನದ ರೇಖಾಂಶ ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಅತ್ಯಂತ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವುದೆಂದು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಪ್ರತಿ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ 4 ನಿಮಿಷಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಡಿಗ್ರಿ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ 4 ನಿಮಿಷಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಸ್ಥಳೀಯ ರೇಖಾಂಶ ಮತ್ತು 82.5 ಡಿಗ್ರಿ ರೇಖಾಂಶಕ್ಕಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು 4ರಿಂದ ಗುಣಿಸಬೇಕು. ಪಡೆದ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಗೆ ಪೂರ್ವ ಅಥವಾ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಕೂಡಬೇಕು/ಕಳೆಯಬೇಕು.

ಕೊಡುಗೆ:

ರಾಮ್‌ಗೋಪಾಲ್ (ರಾಮ್‌ಜಿ) ವಲ್ಲಭ್. ಇವರು ಸ್ಪೂರ್ತಿದಾಯಕ ವಾಗ್ಮಿ, ಬಹು ಜನಪ್ರಿಯ 'Oops the Mighty Gurgle' ಮಕ್ಕಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕೃತಿಯ ಲೇಖಕರು ಕೂಡ. ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಪೂರ್ತಿದಾಯಕ ಉಪನ್ಯಾಸ ನೀಡುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಕಮ್ಯುಟಿಂಗ್‌ನ್ನು ಆಯೋಜಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇವರ ಸಂಪರ್ಕ ವಿಳಾಸ: ramg@azimpremji.org.

ಅನುವಾದ: ಜಿ. ವಿ. ನಿರ್ಮಲಾ | ಪರಿಶೀಲನೆ: ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ



