Azim Premji University

# ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ

## ಶಿಕ್ಷಕರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ I: ಸೂರ್ಯನ ಪಥವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು

ಆರನೇ ತರಗತಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ (ಎನ್.ಸಿ.ಇ.ಆರ್.ಟಿ., 2024–2025) 12 ನೇ ಅಧ್ಯಾಯವು (‘*ಭೂಮಿಯಿಂದಾಚೆ*’) ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಗ್ರಹಗಳು, ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸುತ್ತದೆ.[1] ಹಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಆಕಾಶ ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಆನಂದಿಸಬಹುದಾದರೂ, ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಅಮೂರ್ತವೆಂದು, ತಮಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗುವ ಸಂಗತಿಗಳು ಅಲ್ಲವೆಂದು, ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಅನುಭವಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿಲ್ಲವೆಂದು ಅವರಿಗೆ ಅನಿಸಬಹುದು. ಅವರು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ನೋಡಬಹುದಾದ ಕಾಯಗಳು, ಅವರು ತಮ್ಮ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡುವ 3 ಆಯಾಮದ ಚಿತ್ರಗಳ ರೀತಿ ಒಂದಿಷ್ಟೂ ಇಲ್ಲದಿರುವುದು ಈ ಅಸಾಂಗತ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಪರಿಹರಿಸುವುದು ಹೇಗೆ? ತಮ್ಮ ವಾಸ್ತವಿಕ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಿರುವ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುವುದು ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸುವ ಒಂದು ವಿಧಾನವಾಗಬಹುದು.

### ತಮ್ಮ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಿರುವ ಯಾವ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು?

ಹಲವು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ದುಬಾರಿ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು ಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ಕಾಯಗಳ ಹಲವು ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಚಲನೆಗಳು ಬರಿಗಣ್ಣಿಗೇ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ‘ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳು’ ಎಂಬ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಆರನೇ ತರಗತಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ 12 ನೇ ಅಧ್ಯಾಯವು ಹೀಗೆ ಹೇಳುತ್ತದೆ: “*ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಕೆಲವು ಗುಂಪುಗಳು ಪರಿಚಿತ ವಸ್ತುಗಳ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವಂತೆ ತೋರುತ್ತವೆ. ತುಂಬಾ ಹಿಂದೆ, ಇರುಳಿನ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯು ನಮ್ಮ ಪೂರ್ವಜರ ನೆಚ್ಚಿನ ಮನರಂಜನಾ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಿದ್ದಾಗ, ಅವರು ಈ ನಕ್ಷತ್ರ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಣಿಗಳು, ವಸ್ತುಗಳು, ಅಥವಾ ಕತೆಗಳಲ್ಲಿನ ಪಾತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಗುರುತಿಸಿದರು. ಹಲವು ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅವರದೇ ಆದ ಕತೆಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಈ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಆಕಾರಗಳು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅವರಿಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದವು*”.[1] ಅಧ್ಯಾಯದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ‘ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಲಿಕೆ’ ವಿಭಾಗವು ಸೂಚಿಸಿರುವ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹೀಗಿದೆ: “*ನಿಮ್ಮ ಸ್ಥಳೀಯ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ. ಜೊತೆಗೆ, ನಿಮ್ಮ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳ ಕುರಿತಾಗಿ ಇರುವ ಕತೆಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಕತೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಿ*”.[1] ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ಕಲಿಯುವ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ಹಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದಾದ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಗೂ ಈ ಅಧ್ಯಾಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನೀಡುತ್ತದೆ: “*ನಾವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಸುಮ್ಮನೇ ಮೋಜಿಗಾಗಿಯೇ, ಅಥವಾ ಈ ವಿನ್ಯಾಸಗಳಿಂದ ಏನಾದರೂ ಪ್ರಯೋಜನ ಇದೆಯೇ?.. ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ಉಪಯುಕ್ತ ಕೌಶಲವಾಗಿತ್ತು. ಆಧುನಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಉಗಮಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆ, ಅಥವಾ ಕಾಂತೀಯ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ಆವಿಷ್ಕಾರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮುಂಚೆ, ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅದು ಜನರಿಗೆ, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ನಾವಿಕರಿಗೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಯಾಣಿಕರಿಗೆ, ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತಿತ್ತು. ಅದನ್ನು ಈಗಲೂ ತುರ್ತು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿಧಾನವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ*”.[1]

(ಎ) ಇರುಳಿನ ಆಕಾಶದ ವೀಕ್ಷಣೆ: ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಅದೇ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ, ‘ಇರುಳಿನ ಆಕಾಶದ ವೀಕ್ಷಣೆ’ ವಿಭಾಗವು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸ್ವತಃ ಅಂತಹ ಕೆಲವು ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಎರಡು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ (ಚಟುವಟಿಕೆ 12.2 ಮತ್ತು 12.3) ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆ ಎರಡೂ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಶಾಲಾ ಅವಧಿಯ ಆಚೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿರುವುದರಿಂದ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸವಾಲುಗಳು ಎದುರಾಗಬಹುದು:

- ಸೂಕ್ತ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಹುಡುಕುವುದು: ಆರನೇ ತರಗತಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ 12 ನೇ ಅಧ್ಯಾಯವು ಹೇಳುವಂತೆ: “*ನೀವು ದೊಡ್ಡ ನಗರದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಆಕಾಶವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ತುಂಬಾ ವಿರಳವಾಗಿರುವುದನ್ನು, ಮತ್ತು ರಾತ್ರಿಯ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕೆಲವೇ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕಾಣುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಬೆಳಕಿನ ಮಾಲಿನ್ಯ, ಹೊಗೆ, ಮತ್ತು ಧೂಳು...*

*ಹಳ್ಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಬೆಳಕಿನ ಮಾಲಿನ್ಯವು ಕಡಿಮೆಯಿರುವ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ, ಹಲವಾರು ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೇ, ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಎತ್ತರದ ಕಟ್ಟಡಗಳು ಮತ್ತು ಮರಗಳಿದ್ದರೆ ನಿಮ್ಮ ನೋಟಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿಯಾಗಬಹುದು…"*[1]

- ತಾವು ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು: *"ಎಲ್ಲಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಜಾಗಗಳಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ವರ್ಷದ ಎಲ್ಲಾ ರಾತ್ರಿಗಳಲ್ಲೂ ಕಾಣಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ… ಯಾವುದೇ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು, ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜವು ಹೇಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ಹುಡುಕಬೇಕು ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರಬೇಕು… ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜವನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಯಾವಾಗ ಮತ್ತು ಆಕಾಶದ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು, ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನ್‌ನಲ್ಲಿ ಡೌನ್‌ಲೋಡ್ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ, ಆಕಾಶದ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ತಂತ್ರಾಂಶಗಳನ್ನು, ಅಥವಾ ಇತರ ಆನ್‌ಲೈನ್ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು"*.[1] ಆನ್‌ಲೈನ್ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು, ಅಥವಾ ಅಂತಹ ತಂತ್ರಾಂಶಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನ್‌ಗಳು ಎಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಲಭ್ಯವಿರಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ. ಈ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ಲಭ್ಯವಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೂ ಸಹ, ಅವುಗಳನ್ನು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಬಳಸುವ ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸ ಬರುವವರೆಗೆ ವಯಸ್ಕರಿಂದ ಒಂದಿಷ್ಟು ಸಹಾಯ ಬೇಕಾಗಬಹುದು.

(ಬಿ) ಹಗಲಿನ ಆಕಾಶದ ವೀಕ್ಷಣೆ: ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವ, ಮತ್ತು ಪೋಷಕರು ಅಥವಾ ಶಿಕ್ಷಕರ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇ ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗುರುತಿಸಬಹುದಾದ ಯಾವುದಾದರೂ ನಕ್ಷತ್ರವಿದೆಯೇ? ಹೌದು ಇದೆ. ಅದುವೇ ಸೂರ್ಯ. ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರಜ್ವಲ್ ಶಾಸ್ತ್ರಿಯವರು ತಮ್ಮ 'ಸ್ವಯಂ ನಿರ್ಮಿತ ಉಪಕರಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಹಗಲಿನ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ'[2] ಎಂಬ ಲೇಖನದಲ್ಲಿಯೂ ಇದನ್ನೇ ಗುರುತಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ, ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಕುರಿತಾದ ಬಹುತೇಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ನೀಡಿರುವ ಸತ್ಯಸಂಗತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಲಿಯುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಾರಣ, ಸೂರ್ಯನನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ನೋಡುವುದು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳ ರೆಟಿನಾಗೆ ಶಾಶ್ವತ ಹಾನಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು ಎಂಬುದಾಗಿರಬಹುದು. ಅಂತಹ ಹಾನಿಯ ಅಪಾಯದಿಂದ ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕಲಿಯುವುದು ಮುಖ್ಯ.[3] ಪ್ರಜ್ವಲ್ ಅವರ ಲೇಖನವು, ಸೂರ್ಯನ ಪಥವನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದಾದ ಸರಳ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮಾಂತ್ರಿಕ ದರ್ಪಣ ಮತ್ತು ಆಧಾರ ಪೀಠದ ಮೇಲಿರಿಸಿದ ಸೌರ ಚೆಂಡು ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್‌ಗಳು) ನಿರ್ಮಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅನುಸರಿಸಬಹುದಾದ ಹಂತ ಹಂತದ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಶೋಧಿಸಲು ಬೇಕಾಗಬಹುದಾದ ದುಬಾರಿ ಸಾಧನಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿ, ಪ್ರಜ್ವಲ್ ಅವರ ಲೇಖನದಲ್ಲಿನ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ದುಬಾರಿಯಲ್ಲದ ಮತ್ತು ಸುಲಭವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

## ಸೂರ್ಯನ ಗೋಚರ ಚಲನೆಯ ಪಥವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಏನನ್ನು ಕಲಿಯಬಹುದು?

'ಸ್ಟೆಲ್ಲಾರಿಯಂ ಬಳಸಿ ಸೂರ್ಯನ ಪಥದ ಅನ್ವೇಷಣೆ' ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಖಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್ ಅವರು, ಕಾಲ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕುಗಳ ಕುರಿತಾದ ನಮ್ಮ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು, ಊಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಸೂರ್ಯನ ಪಥದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸುತ್ತಾರೆ.[4] ನಾವು ಭೂಗೋಳದಾದ್ಯಂತ ಹೇಗೆ ಸಂಚರಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂಬುದನ್ನು, ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಜೀವನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಕಾಲಸೂಚಕ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಲೆಂಡರುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿ ಈ ಪಥವು ನಿರ್ವಹಿಸಿರುವ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಪಾತ್ರದೆಡೆಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯಬಹುದು. ಅದೇ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯನ ಪಥದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸತ್ಯಸಂಗತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಲಿಯುವ ಮೂರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಆನಂದ್ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಉಚಿತ ವರ್ಚುವಲ್ ಪ್ಲಾನೆಟೇರಿಯಂ ತಂತ್ರಾಂಶ ಆಗಿರುವ ಸ್ಟೆಲ್ಲಾರಿಯಂ ಅನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ದೀರ್ಘ ಅವಧಿಗಳವರೆಗೆ ಮತ್ತು ಭಿನ್ನ ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಾದ್ಯಂತ ಹೇಗೆ ಅನ್ವೇಷಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಸಹ ಅವರು ತೋರಿಸುತ್ತಾರೆ.[4] ಆದರೆ, ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಯಾವ ಭಾಗಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಾಸ್ತವಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳ ಮೂಲಕ ಅನ್ವೇಷಿಸಬಹುದು?

(ಎ) ಸೂರ್ಯನು ಯಾವಾಗಲೂ ನಿಖರವಾಗಿ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ ನಿಖರವಾಗಿ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತಾನೆಯೇ? ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸುವ ಮೂಲಕ ಅವರನ್ನು ಈ ಪರಿಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿ. ಅದನ್ನು ಬಳಸಿ ನಿಖರ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕನ್ನು (ದಿಕ್ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬಲಗಡೆಗೆ 90 ಡಿಗ್ರಿಗಳು) ಮತ್ತು ನಿಖರ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕನ್ನು (ದಿಕ್ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಎಡಗಡೆಗೆ 90 ಡಿಗ್ರಿಗಳು) ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರಿಗೆ ತೋರಿಸಿ.

ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಪರಿಚಿತವಾದ ನಂತರ, ಒಂದು ವಾರದ ಎಷ್ಟು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ನಿಖರವಾಗಿ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಹುಟ್ಟಿ ನಿಖರವಾಗಿ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತಾನೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ಊಹಿಸಬಲ್ಲರೇ ಎಂದು ಕೇಳಿ. ತಮ್ಮ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುವ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ತರ್ಕವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕೇಳಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚೆಗೆ ತೆರೆದಿಡುವುದು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಬಹುತೇಕ ಸರಿಯಿರಬಹುದು ಎನಿಸುವ ಊಹೆಗಳನ್ನು ನೀವು ಬೋರ್ಡಿನ ಮೇಲೆ ದಾಖಲಿಸಿ, ಆ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಾರದ ಪ್ರತಿ ದಿನ, ನಿಖರ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಮತ್ತು ನಿಖರ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸೂರ್ಯನು ಹುಟ್ಟುವ ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ?

- ಒಂದು ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಿ.
- ಸೂರ್ಯನು ಹುಟ್ಟುವ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ದಿಗಂತದ ಮೇಲೆ ಕಾಣಿಸುವ ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ದಿಗಂತದ ಕೆಳಗೆ ಮರೆಯಾಗುವ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ. (ದಿಕ್ಕನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸೂರ್ಯನೆಡೆಗೆ ಕ್ಷಣ ಮಾತ್ರವೇ ನೋಡಿ, ನೇರವಾಗಿ ದಿಟ್ಟಿಸಬೇಡಿ.)
- ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ಸೂರ್ಯೋದಯದ ಕೋನ ಮತ್ತು ನಿಖರ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿನ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ, ಹಾಗೂ ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ಕೋನ ಮತ್ತು ನಿಖರ ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿನ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಂದಾಜಿಸಿ.

ಒಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ತರಗತಿಯ ಎಲ್ಲರೂ ಒಪ್ಪಿದ ನಂತರ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ನೀವು ಅವರಿಗೆ ಒಂದು ವಾರದ ಕಾಲಾವಧಿಯನ್ನು ನೀಡಬಹುದು. ನಿಖರ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಅವರು ಎದುರಿಸುವ ಯಾವುದೇ ಸವಾಲುಗಳನ್ನು ಬರೆದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ಹೇಳಿ. ವಾರದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ, ತಮ್ಮ ವಿಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡು ಚರ್ಚಿಸಲು ಅವರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿ. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಬೋರ್ಡ್‌ನ, ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯುವುದು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಹುದು. **ಚರ್ಚೆಯ ವಿಷಯ:** *ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವುದಾದರೆ, ಸೂರ್ಯನು ನಮ್ಮ ಆಕಾಶದಾದ್ಯಂತ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವುದು ಏಕೆ? ನಿಮಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ದಿಕ್ಕು ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದರ ಸ್ಥೂಲ ಅರಿವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ದಿಕ್ಸೂಚಿ ನಿಮಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅದು ಎಷ್ಟು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿತ್ತು? ನೀವು ಅಂದಾಜಿಸಿದ ಕೋನದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ದಿನದಿಂದ ದಿನಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಬದಲಾಯಿತೇ? ಒಂದು ವಾರದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಬದಲಾಯಿತೇ? ಸೂರ್ಯ ಉದಯಿಸುವ ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಗುರುತಿಸುವ ಯಾವುದಾದರೂ ವಿಧಾನದ ಕುರಿತು ನೀವು ಯೋಚಿಸಬಹುದೇ? ನೀವು ಗಮನಿಸಿರುವುದನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಒಂದು ವರ್ಷದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಅನಿಸುತ್ತದೆಯೇ? ನೀವು ಆ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಒಂದು ಬೇರೆ ಅಕ್ಷಾಂಶದಿಂದ ನೋಡಿದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಾಣಿಸಬಹುದೇ?* ಕೊನೆಯ ಎರಡು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಮಾಡುವ ಊಹೆಗಳನ್ನು, ಸ್ಟೆಲ್ಲೇರಿಯಂ ಅನ್ನು ಬಳಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನೀವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು.

(ಬಿ) ಒಂದು ವರ್ಷದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಗಲು ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಉದ್ದ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯೇ? ಒಂದು ಹಗಲು ಎಂದರೆ ಒಂದು ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಅದರ ನಂತರ ಬರುವ ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ನಡುವಿನ ಕಾಲಾವಧಿ ಎಂಬುದನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೂಲಕ ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಈ ಪರಿಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿ. ಅದೇ ರೀತಿ, ಒಂದು ಇರುಳು ಎಂದರೆ ಒಂದು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತ ಮತ್ತು ಅದರ ನಂತರ ಬರುವ ಸೂರ್ಯೋದಯದ ನಡುವಿನ ಸಮಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಿ.

ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಪರಿಚಿತವಾದ ನಂತರ, ಒಂದು ತಿಂಗಳಿನ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಗಲು ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಅವರು ಯಾವುದಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾರೆಯೇ ಎಂದು ಕೇಳಿ. ಇಲ್ಲಿಯೂ, ತಮ್ಮ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುವ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ತರ್ಕವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕೇಳಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚೆಗೆ ತೆರೆದಿಡುವುದು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಬಹುತೇಕ ಸರಿಯಿರಬಹುದು ಎನಿಸುವ ಊಹೆಗಳನ್ನು ನೀವು ಬೋರ್ಡಿನ ಮೇಲೆ ದಾಖಲಿಸಿ, ಆ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಒಂದು ತಿಂಗಳಿನಾದ್ಯಂತ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಹುಟ್ಟುವ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ ಮುಳುಗುವ ಸಮಯಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಸ್ಥಳೀಯ ದಿನಪತ್ರಿಕೆ ಅಥವಾ ಕ್ಯಾಲೆಂಡರಿನಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ಸಮಯಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಮೂಲಕ ಹಿಂದಿನ ತಿಂಗಳ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನೂ ಅವರು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ತಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡು ಚರ್ಚಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿ. **ಚರ್ಚೆಯ ವಿಷಯ:** *ನಾವು ಹಗಲು ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಉದ್ದವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲು ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತವನ್ನೇಕೆ ಬಳಸುತ್ತೇವೆ? ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವು ನಮ್ಮ ವಾಸ್ತವಿಕ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ (ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ) ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿದೆಯೇ? ಜಗತ್ತಿನ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಇಡೀ ವರ್ಷದಾದ್ಯಂತ ಹಗಲು ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಉದ್ದ ತಲಾ 12 ಗಂಟೆಗಳಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದು ನಾವು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದರೆ ಏನಾಗುತ್ತಿತ್ತು? ಆಗ ನಮ್ಮ ಜೀವನಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಆಗುತ್ತಿದ್ದವು? ದಿನಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದ್ದ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ*

*ಸಮಯಗಳು ನಿಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದುತ್ತಿದ್ದವೇ? ಇನ್ನಷ್ಟು ನಿಖರ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಯಾವುದಾದರೂ ವಿಧಾನಗಳ ಕುರಿತು ನೀವು ಯೋಚಿಸಬಹುದೇ? ಒಂದು ವರ್ಷದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಗಲು ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಅನಿಸುತ್ತದೆಯೇ? ನೀವು ಬೇರೆ ಅಕ್ಷಾಂಶಗಳಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಈ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಆಗಬಹುದು ಅನಿಸುತ್ತದೆಯೇ?* ಕೊನೆಯ ಎರಡು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಮಾಡುವ ಊಹೆಗಳನ್ನು, ಸ್ಟೆಲ್ಲಾರಿಯಂ ಅನ್ನು ಬಳಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನೀವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು.

(C) ಒಂದು ಹಗಲು-ಇರುಳು ಚಕ್ರದ ಉದ್ದ ನಿಖರವಾಗಿ 24 ಗಂಟೆಗಳಾಗಿರುತ್ತದೆಯೇ? ಹಗಲು–ಇರುಳು ಚಕ್ರವನ್ನು, ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಸುತ್ತನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲಾವಧಿ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೂಲಕ ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಈ ಪರಿಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿ.

ಈ ಕೆಳಗಿನವುಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಮಾರ್ಗಗಳ ಕುರಿತು ಯೋಚಿಸಬಹುದೇ ಎಂದು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕೇಳಿ:

(ಎ) ಈ ಕಾಲಾವಧಿಯನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು: ಇದನ್ನು ಮಾಡುವ ಒಂದು ವಿಧಾನವೆಂದರೆ, ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಕಾಯವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಕವಾಗಿ (reference) ಆಯ್ದುಕೊಂಡು, ಈ ಕಾಯವು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲೇ ಮತ್ತೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿನದ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಸೂರ್ಯನು ನೇರವಾಗಿ ನಮ್ಮ ತಲೆಯ ಮೇಲೆ ಇರುವಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತಾನೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಸೂರ್ಯನು ಈ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಮರಳುವುದನ್ನು ನೋಡಲು ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಕನಿಷ್ಠ ಸಮಯವನ್ನು ಹಗಲು–ಇರುಳು ಚಕ್ರ ಎನ್ನಬಹುದು.

(ಬಿ) ತಮ್ಮ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು: ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಗೊಂದಲವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಭಾರತೀಯ ಕಾಲಮಾನದ ಪ್ರಕಾರ ಹಗಲು ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ 12 ಗಂಟೆ ಆದಾಗಲೇ ಯಾವಾಗಲೂ ಮಧ್ಯಾಹ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅವರು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಅವರ ಬಳಿ ಯಾವುದೇ ಗಡಿಯಾರಗಳು ಅಥವಾ ವಾಚುಗಳು ಇಲ್ಲದಿರುವ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನೀವು ಅವರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು. ಮಧ್ಯಾಹ್ನವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಅವರು ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೇ? ಅಗತ್ಯವಿದ್ದರೆ, ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯನು ಹಗಲಿನ ಹೊತ್ತು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಸಮಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಿ. ಅವರು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ನೆರಳುಗಳ ಉದ್ದವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದಾರೆಯೇ ಎಂದು ಕೇಳಿ. ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಸಂಗತಿಯ ಕುರಿತು ಆಸಕ್ತಿ ತೋರಿಸಿದರೆ, ಸ್ಯಾಂಡ್ರಾ ರಾಬರ್ಟ್ಸ್ ತಮ್ಮ 'The Science of Sunlight and Shadows' ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಹೊರಾಂಗಣ (ಚಟುವಟಿಕೆ 1: Shadow Tracing Over Time) ಮತ್ತು ಒಳಾಂಗಣ (ಚಟುವಟಿಕೆ 2: Shadow Tracing Indoors) ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ಅವರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿ.[5] ಈ ಎರಡೂ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ದುಬಾರಿಯಲ್ಲದ ಮತ್ತು ಸುಲಭವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಅಗತ್ಯವಿದ್ದರೆ, ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಸರಳಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೆರಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಬದಲು ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಳಸುವುದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸುಲಭ ಎನಿಸಬಹುದು. ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಎಂದರೆ ತಮ್ಮ ನೆರಳುಗಳು ಕನಿಷ್ಠ ಉದ್ದವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಸಮಯ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅರಿತುಕೊಂಡ ನಂತರ, ಅವರ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಇದು ಯಾವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ನೀವು ಅವರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು. ಅವರ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿ. ಅಲೋಕ್ ಮಾಂಡವ್ಗಣೆ ಮತ್ತು ವಾರುಣಿ ಪಿ. ಅವರ 'ಮಧ್ಯಾಹ್ನವೆಂದರೆ ಯಾವ ಸಮಯ?' ಲೇಖನವನ್ನು ಕೂಡ ಅವರೊಂದಿಗೆ ನೀವು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.[6]

ಸೂರ್ಯನು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿನ ತನ್ನ ಅತಿ ಎತ್ತರದ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಮರಳಲು ಬೇಕಾಗುವ ಸಮಯವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡಿ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ, ಸತತ ಎರಡು ಶಾಲಾ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಮಧ್ಯಾಹ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗಬಹುದು. ತಂತ್ರಾಂಶಗಳ ಬಳಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಲಭ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಅಲೋಕ್ ಮತ್ತು ವಾರುಣಿಯವರ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿರುವ ಮೊದಲೆರಡು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ಅವರನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ನಂತರ, ಅವರು

ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಿ. ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ ನಿಖರ ಸಮಯವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ನೀವು 'ಝೀರೋ ಶ್ಯಾಡೋ ಡೇ' (ಝೆಡ್ಎಸ್‌ಡಿ) ತತ್ರಾಂಶವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. **ಚರ್ಚೆಯ ವಿಷಯ:** *ನಮ್ಮ ಹಗಲು–ಇರುಳು ಚಕ್ರದ ಉದ್ದವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲು ನಾವು ಭೂಮಿಯ ಭ್ರಮಣೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಏಕೆ? ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವು ನಮ್ಮ ವಾಸ್ತವಿಕ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ (ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ) ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿದೆಯೇ? ನಮ್ಮ ಹಗಲು–ಇರುಳು ಚಕ್ರವನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುವ ಇನ್ನಷ್ಟು ಸರಳವಾದ ಮತ್ತು ಇನ್ನಷ್ಟು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಮಾರ್ಗದ ಬಗ್ಗೆ ನೀವು ಯೋಚಿಸಬಹುದೇ? ನೀವು ನಿಮ್ಮ ನೆರಳಿನ ಉದ್ದವನ್ನು ಅಳೆದು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ ಸಮಯವು ಝೆಡ್ಎಸ್‌ಡಿ ತತ್ರಾಂಶದಲ್ಲಿನ ನಿಖರ ಸಮಯದೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಯಿತೇ? ಮಧ್ಯಾಹ್ನವನ್ನು ಸೂರ್ಯ ಹುಟ್ಟುವ ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವ ಅಂತರದ ಮಧ್ಯದ ಹೊತ್ತು ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ನೀವು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದ ಸಮಯಕ್ಕಿಂತ ಅದು ಎಷ್ಟು ಭಿನ್ನವಾಗಿತ್ತು? ಇನ್ನಷ್ಟು ನಿಖರ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಮಾರ್ಗಗಳ ಕುರಿತು ನೀವು ಯೋಚಿಸಬಹುದೇ? ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ, ಸೂರ್ಯನು ಹಗಲಿನ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲೇ ಮತ್ತೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು 24 ಗಂಟೆಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಇರುಳಿನ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲೇ ಮತ್ತೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು 24 ಗಂಟೆಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಅನಿಸುತ್ತದೆಯೇ?* ಕೊನೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಮಾಡುವ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಸ್ಟೆಲ್ಲಾರಿಯಂ ಅನ್ನು ಬಳಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನೀವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು.

## ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದ ಏನನ್ನು ಕಲಿಯಬಹುದು?

ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ವಾಸ್ತವಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಮಾಡುವುದರಿಂದ, ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ನಿಖರ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದಕ್ಕಿರುವ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು, ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ಎದುರಾಗುವ ಸವಾಲುಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ದಿನದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ದಿನಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯ ಹುಟ್ಟುವ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಎಷ್ಟು ಕಷ್ಟ ಎಂಬುದನ್ನು, ಅಥವಾ ಒಂದು ತಿಂಗಳಿನ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಗಲು ಮತ್ತು ಇರುಳಿನ ಉದ್ದದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರೇ ಸ್ವತಃ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಚ್ 1, 2025ರಂದು ಹಗಲಿನ ಉದ್ದ 11 ಗಂಟೆಗಳು 53 ನಿಮಿಷಗಳು ಮತ್ತು 3 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಾಗಿತ್ತು. ಇದು ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಮಾರ್ಚ್ 31, 2025ರಂದು 12 ಗಂಟೆಗಳು 14 ನಿಮಿಷಗಳು ಮತ್ತು 31 ಸೆಕೆಂಡುಗಳನ್ನು ತಲುಪಿತು.[7] ತಮ್ಮ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರಗೊಳಿಸಲು ತಾವು ಏನು ಮಾಡಿದೆವು ಎಂಬುದನ್ನು ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಒಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಂತೆ ಗಮನಿಸುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಆರಂಭಿಸಬಹುದು. ನೀವು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದಾಗ ಕೇಳಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಅವರು ತರಗತಿಗೆ ಮರಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದ ಸಮಯವನ್ನು ಅಷ್ಟೊಂದು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಳುವುದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅವರು ತಿಳಿಯಲು ಬಯಸಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಗಲು–ಇರುಳು ಚಕ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದರ ಪ್ರಸ್ತುತತೆಯ ಬಗೆಗಿನ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು, ಆ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ನಿಕಟವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿರುವ ಹಲವಾರು ಜೈವಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಬೆಸೆಯಬಹುದು. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಯೋಗಕ್ಷೇಮಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ಸೇರಿದ್ದು, ಅವು ಆ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಯಾವ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಈಗಷ್ಟೇ ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ನೋಡುವುದಾದರೆ, 'ನಮಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಮೂಲವು ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸಮಯದ ಅಳತೆಯಾಗಿಯಷ್ಟೇ ಹಗಲಿನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ಪ್ರಸ್ತುತವೇ?' ಎಂದು ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೇಳಬಹುದು. ಇದು ನಿಜವಾಗಿದ್ದರೆ ಕೃತಕ ಬೆಳಕಿನ ಮೂಲಕ ನಾವು ಹಗಲುಗಳ ಉದ್ದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದ್ದರೆ, ಅವರ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಇತರ ಜೀವಿಗಳ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಏನು ಬದಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿ. ಈ ಚರ್ಚೆಗೆ ಸಿದ್ಧತೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಅಮೋಲ್ ಆನಂದರಾವ್ ಕಾಟೆಯವರ 'ಇರುಳು ಇರಲಿ' ಲೇಖನ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಬಲ್ಲದು.

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ತಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿರುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಈ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳು ಶಾಲಾ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಚೌಕಟ್ಟು 2023 ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುವ ಈ ಎರಡು ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಗುರಿಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಲ್ಲವು:

- CG – 2: [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು] ಭೌತಿಕ ಜಗತ್ತನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಗಣಿತೀಯ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಶೋಧಿಸುತ್ತಾರೆ.
- CG – 6: [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು] ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅರಿವು ವಿಕಾಸವಾದ ವಿಧಾನದ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸುತ್ತಾರೆ.[8]

## ಪರಾಮರ್ಶನ


1. National Council of Educational Research and Training (2024). 'Chapter 12: Beyond Earth'. Science Textbook for Class VI: 231-252. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?fecu1=12-12.
2. Shastri, Prajval (2023). 'Daytime Astronomy with Self-constructed Equipment'. i wonder... (10). pp. 4-16. ISSN 2582-1636. URL: https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/5727/.
3. Vigyan Prasar, Bharat Gyan Vigyan Samiti, and Navnirmiti Learning Foundation (2012). 'Suraj Zameen Par Experiment 13: Safe Viewing'. Beacontelevision, Youtube. URL: https://www.youtube.com/watch?v=-Xdy5TOi2E4.
4. Narayanan, Anand (2025). 'Exploring the Sun's path using Stellarium'. i wonder.... ISSN 2582-1636.
5. Roberts, Sandy (2022). 'The Science Of Sunlight And Shadows'. Science Friday. URL: https://www.sciencefriday.com/educational-resources/sunlight-and-shadows/. Accessed on Apr 2, 2025.
6. Mandavgane, Alok and P, Varuni (2021). 'When is noon?'. i wonder.... pp. 45-46. ISSN 2582-1636. URL: https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/3399/.
7. Time and Date AS (1995-2025). 'Bangalore (South), Karnataka, India – Sunrise, Sunset, and Daylength, March 2025'. URL: https://www.timeanddate.com/sun/@12022490?month=3. Accessed on April 10, 2025.
8. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks (2023). 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.





**ಕೊಡುಗೆ:**

**ಚಿತ್ರಾ ರವಿ.** ಇವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಮ್‌ಜಿ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ಅನುವಾದ: **ವಿಶ್ವಾಸ್ ಸೊಲಗಿ** | ಪರಿಶೀಲನೆ: **ಬಿ. ಎಂ. ಚಂದ್ರಶೇಖರ್**