ಬೆಳಕಿನ ಒಡನಾಡಿಗಳು

ನೆರಳು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನ

ರಾಜಾರಾಂ ನಿತ್ಯಾನಂದ

ನೆರಳುಗಳು ಸದಾ ಕಪ್ಪಾಗಿ ಇರುತ್ತವೆಯೇ? ಸಾಮಾನ್ಯ ನೆರಳಿಗಿಂತ ಇನ್ನೂ ದಟ್ಟ ಕಪ್ಪಾದ ನೆರಳುಗಳಿವೆಯೇ? ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನಿನ ಕ್ಯಾಮೆರ ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯನ ಕಣ್ಣಿನ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಾಮ್ಯತೆ ಏನು? ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ಪಿನ್-ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳಿವೆಯೇ? ಉಳಿದವರಿಗೆ ಕಾಣುವಂತೆ ನಮ್ಮ ಬಲಗೈ ನಮಗೆ ಕಾಣಲು ಎಷ್ಟು ಕನ್ನಡಿಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ? ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾದ ಮಾರ್ಗದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ಪಾಠ ಹೇಳಿಕೊಡುವುದನ್ನು ದಿನನಿತ್ಯ ನಾವು ಗಮನಿಸುವ ನೆರಳು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನದಂತಹ ವಿಚಾರಗಳೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಸರಳವಾಗಿ ಹೇಳಿಕೊಡುವುದನ್ನು ಹೇಗೆ ಮಾಡ ಬಹುದೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಶೋಧಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಲೇಖಕರು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಮುನ್ನುಡಿ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಯಾವುದೇ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಕುತೂಹಲ, ಪ್ರೇರಣೆ ಮತ್ತು ಮೂಲಭೂತ ಅರಿವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಎಂದಿಗೂ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸವಾಲೇ ಸರಿ. ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಈಗ ಪ್ರಚಲಿತವಾಗಿರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯೆಂದರೆ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಬಳಕೆ – ಗಣಕಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಆಕೃತಿಗಳ (ಅನಿಮೇಷನ್) ರಚನೆ ಮತ್ತು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ ಉಪಕರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆ ನೀಡುವುದು. ಸಮೂಹ ಮಾಧ್ಯಮ ಮತ್ತು ಅಂತರ್ಜಾಲಕ್ಕೆ ತಮ್ಮನ್ನು ತಾವು ಚಿಕ್ಕ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೇ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ, ಕ್ರಮೇಣವಾಗಿ ಈ ನಿಕಟತೆ ಬೇಸರವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಹೊರಬರಲು ಈ ಒಂದು ವಿದ್ಯಮಾನವು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದು ನಮ್ಮ ಭಾರತ ದೇಶದ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲೂ ಇದನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಕಲಿಕೆಯ ಅನುಭವವನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವುದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಲೇಖನವು ಅತ್ಯಂತ ಹಳೆಯ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತದ್ದಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಕಣ್ಣಾರೆ (ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ ಬಿಂಬದ ಅವಲೋಕನ ಅಲ್ಲ) ನೋಡುವುದು. ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಕೊರತೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಆನ್‌ಲೈನ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ವಂಚಿತವಾಗಿರುವುದಿಂದಾಗಲೀ, ಕಣ್ಣಾರೆ ನೋಡಿ ಅರಿಯುವುದು ಗತ್ಯಂತರವಿಲ್ಲದೆ ಮಾಡುವ ಕೇವಲ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಎರಡನೆಯ ಆಯ್ಕೆಯೆಂದು ಹೇಳುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಕಣ್ಣಾರೆ ನೋಡಿ ಅರಿಯುವುದು ವಸ್ತುತಃ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ಲಭ್ಯವಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೂ ಸಹ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂದಿದ್ದರೂ ವಾಸ್ತವ ಪ್ರಪಂಚದ ಶೋಧನೆ. ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಅನುಭವಗಳು ಮುಂದಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಹೇಳಿಕೊಡಲಿರುವ ಅಮೂರ್ತ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಸಂಪರ್ಕ ಕೊಂಡಿ ಇರದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಈಗ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಶಾಲಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೇ ಸಮರ್ಥನಾಗಿದ್ದರೂ, ತಾನು ಓದಿದ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನಾಗಲೀ, ಕೇಳಿದ ಪಾಠಗಳನ್ನಾಗಲೀ ಹೊಸ

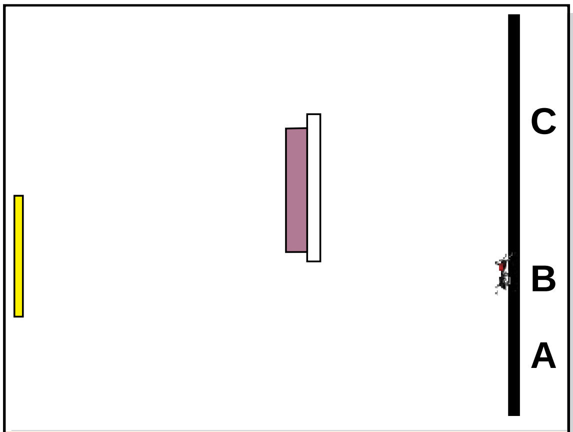
ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ರೂಢಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರು ಪಠ್ಯವನ್ನು ಮೊದಲು ಕಲಿತರೂ, ಅದನ್ನು ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ತಂದಾಗ ಮಾತ್ರ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದ್ದು, ಕಣ್ಣಾರೆ ನೋಡಿಕಲಿಯುವ ಮೂಲಕ ಸಂಪರ್ಕ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಕೇವಲ ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಯಾರು ಇದನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲ್ಲವೋ ಅವರೆಲ್ಲರಿಗೂ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತದೆ !

ಶಾಲೆಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ಪಾಠವು ಆರಂಭದಲ್ಲಿಯೇ ಬರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಕೂಡ– ದೃಷ್ಟಿ ನಮ್ಮ ಇಂದ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಬಲವಾದದ್ದು. ಬೆಳಕಿನ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಟ್ಟು ಅವರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಉತ್ಸಾಹವನ್ನು ಮೂಡಿಸಿ, ಅದನ್ನು ತಾವೇ ಸ್ವತಃ ಅವಲೋಕಿಸಿ, ಅನುಭವಿಸಿ, ಯೋಚಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಈ ಲೇಖನ ಎರಡು ಮೂಲಭೂತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ, ನೆರಳು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಬೆಳಕು ಮೂಲದಿಂದ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವಂತೆ ಚಿತ್ರಿಸಿರುವುದು ಸರ್ವೇ ಸಾಮಾನ್ಯ. ಇದೊಂದು ಆಭಾಸ (Virtual) ಅನುಭವ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವು ಕಂಡದ್ದಕ್ಕೂ ಚಿತ್ರಗಳಿಗೂ ಸಂಬಂಧಕಲ್ಪಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಅವರ ಧ್ಯೇಯ ಏನಿದ್ದರೂ ಈ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಸಂದರ್ಶನಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೆಯೇ ಬರೆದು ತೋರಿಸುವುದು ಮಾತ್ರ.

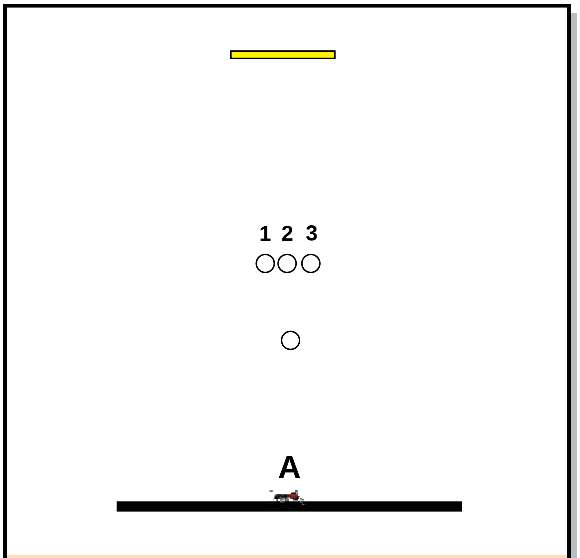
ನೆರಳುಗಳು : ಕಗ್ಗತ್ತಲಲ್ಲ!

ವಸ್ತುವಿನ ನೆರಳನ್ನು ಒಂದು ವಿಧದಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಯೋಚಿಸಬಹುದು – ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಡಸ್ಟರ್ – ಒಂದು ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಜೀವಿ, ಇರುವೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ, ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಕೂತಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಕೆಳಗೆ ನೀಡಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿ, ಸೂರ್ಯ, ಡಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಇರುವೆಯ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಡಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಇರುವೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಏನು ಕಾಣಿಸುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದು ನಾವು ಕೇಳಬಹುದು. ಗೋಡೆಯ ಯಾವುದಾದರೂ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆಯಿದ್ದರೆ, ಅಲ್ಲೇ ಕುಳಿತಿರುವ ಆ ಇರುವೆ ಯಾವುದೋ ವಸ್ತು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅಡ್ಡ ಬಂದಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗೋಡೆಯ ಈ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ನಾವು ಅದನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಜರುಗಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ ಡಸ್ಟರ್ ಅಂಚಿನ ನೆರಳು ಮೊನಚಾಗಿ ಇಲ್ಲದಿರುವುದನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಬಹುದು. ಈ ನೋಟವನ್ನೆ ಅರೆ ನೆರಳು (ಪೆನಂಬ್ರಾ) ಎಂದು ವಿವರಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅರೆ ನೆರಳು (ಪೆನಂಬ್ರಾ) ಒಂದು ಹೆಸರು ಮಾತ್ರ! ಅದನ್ನು ನಾವು ಹೀಗೆ ವಿವರಿಸಿದರೆ ಸರಿಯೆನಿಸಬಹುದು. ಇರುವೆಯು ಡಸ್ಟರ್ ನೆರಳಿನ ಅಂಚಿನಿಂದ ನಿಧಾನವಾಗಿ ತೆವಳುತ್ತಾ, ಸೂರ್ಯ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಿರುವ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಅರೆ ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಿರುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ (ಅರೆ ನೆರಳು) ಬಂದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಸೂರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಸರಿಯಲ್ಲವೇ? (ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಾವು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಮಾಡುವ ಬದಲಾಗಿ ಊಹಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಒಳ್ಳೆಯದು. ಏಕೆಂದರೆ ಪ್ರಖರವಾದ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ನೋಡುವುದರಿಂದ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಯಾಗುತ್ತದೆ.)

ಮುಂದಿನ ಪ್ರಯೋಗವು ನಿಜಕ್ಕೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರನ್ನಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಸಮೀಪಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪೆನ್ಸಿಲ್‌ಗಳನ್ನು ಅದರ ನೆರಳು ಅದಕ್ಕಿಂತ ಸರಿಸುಮಾರು ಒಂದು ಮೀಟರ್‌ಗಿಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೂಡುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಒಂದು ಪೆನ್ಸಿಲನ್ನು ಇನ್ನೊಂದರ ಮೇಲೆ ತಂದರೆ, ಎರಡು ಪೆನ್ಸಿಲ್‌ಗಳ ನೆರಳುಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಮೂಡುತ್ತವೆ. ನಂತರ



ಚಿತ್ರ 1. ಹಳದಿ ರೇಖೆ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಸಿ ಗೋಡೆ ಮೇಲಿರುವ ಇರುವೆಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಯಾವುದೇ ಭಾಗ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಎ ಸಮೀಪವಿರುವ ಇರುವೆಗೆ ಸೂರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸುತ್ತಾನೆ. ಬಿ ಸಮೀಪವಿರುವ ಇರುವೆಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಕೆಲಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಅದು ಅತಿ ಕತ್ತಲೆ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರದೇಶದ ಮಧ್ಯೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಅಸ್ಪಷ್ಟ ನೆರಳಿನ ಅಂಚಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2. ಎರಡು ಪೆನ್ಸಿಲ್‌ಗಳ ನೆರಳುಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಬಿದ್ದಿವೆ. ಎಡಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಪೆನ್ಸಿಲ್ 1 ಅಥವಾ 3ನೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಎ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಇರುವೆಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಮುಚ್ಚಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಅದು 2ನೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಎರಡೂ ಪೆನ್ಸಿಲ್‌ಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡಾಗ, ಸೂರ್ಯನ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ನೆರಳುಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಬಿದ್ದಾಗ ಎ ಬಳಿ ಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದನ್ನು ಇದು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ.

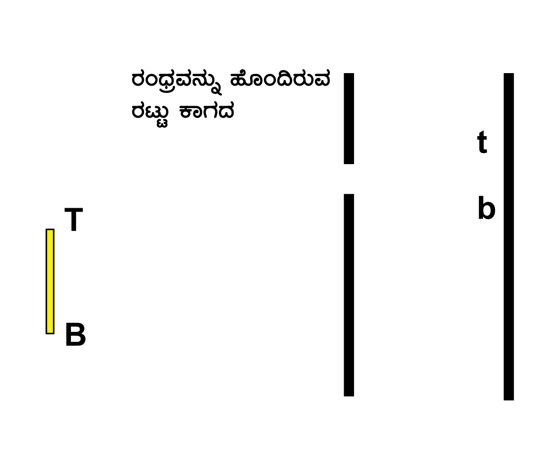
ದೂರವಾಗುತ್ತವೆ. ಒಂದರ ನೆರಳು ಮತ್ತೊಂದರ ಮೇಲೆ ಮೂಡುವ ಮೊದಲು ಹಾಗು ತದನಂತರ ನೆರಳು ಬಹಳ ಕಪ್ಪಗಿದ್ದು, ಎರಡು ನೆರಳುಗಳು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬಂದಾಗ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿರುವುದು ಬಹಳ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಸಂಗತಿ! ಪೆನ್ಸಿಲ್‌ಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡಾಗಲೂ ಅದರ ಎರಡೂ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ದಟ್ಟ ಕಪ್ಪಾಗಿರುವುದೇ ಹೊರತು ಛೇದನದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲ. ನೆಲದ ಮೇಲಿರುವ ಇರುವೆ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಿಂದ ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 2ರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ನೆರಳುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಇದೊಂದು ಉಪಯುಕ್ತ ಮಾರ್ಗವಾಗಿದೆ!

ನೆರಳುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಏನಿದೆ?

ಈಗ ನೆರಳಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದುದನ್ನು ನೋಡೋಣ. ದಪ್ಪ ಕಾಗದದ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹೊರಬಂದಾಗ, ಅದರ ನೆರಳಿನೊಳಗೆ ನಾವು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಭಾಗವೊಂದನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ರಂಧ್ರ ಚೌಕವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಚೌಕಾಕಾರದ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ತ್ರಿಕೋನಾಕಾರದ ರಂಧ್ರವಾದಲ್ಲಿ ತ್ರಿಕೋನಾಕಾರದ ಬೆಳಕು ಹೀಗೆ ಬರಬೇಕೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತೇವೆ. ನಾವು ದಪ್ಪ ಕಾಗದವನ್ನು ಗೋಡೆಯ ಸಮೀಪ ಇಟ್ಟಾಗ ರಂಧ್ರ ಸಣ್ಣದಿದ್ದಾಗ ಹೀಗಾಗುವುದು ಸಹಜ. (ಸರಿ ಸುಮಾರು 3 ಮಿಮೀ ದೂರ ಇದ್ದರೆ) ನಾವು ಗೋಡೆಯಿಂದ ದೂರ ದೂರ ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಸಂಗತಿಗಳು ಆಗುತ್ತವೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ, ದಪ್ಪ ಕಾಗದದ ರಂಧ್ರ ತ್ರಿಕೋನಾಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಸಹ ಅರ್ಧ ಮೀಟರ್ ಮುಂದೆ ಸರಿದಂತೆ ಬೆಳಕಿನ ಆಕಾರ ದುಂಡಗಾಗಲು ಶುರುವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಮೀಟರ್ ದೂರವಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಬೆಳಕು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಬಿಂಬವಾಗುತ್ತದೆ! ಮತ್ತಿನ್ನೇನು– ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕು ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಗುಂಡಗಿನ ಬೆಳಕಿನ ತುಣುಕಿನಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಬಿಂಬಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಚಿತ್ರ 3 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಈ ನೋಟಗಳು ಪಿನ್ ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ಮೂಲತತ್ವವನ್ನು ವಿಷದಪಡಿಸುತ್ತವೆ.

ಈ ಆಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಕ್ಕಳು ತಾವೇ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ನಮ್ಮ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನೋಟಕ್ಕೂ ಸಾಧನವಾದ ಕಣ್ಣಿನ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನು ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡಲು ಇದು ಉತ್ತಮ ಮಾರ್ಗ. ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದಲೂ ಎಷ್ಟು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಮತ್ತು ಎಂಥ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ



ಚಿತ್ರ 3. ದಪ್ಪ ಕಾಗದದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರ ಸೂರ್ಯನ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ಹೇಗೆ ತೋರಿಸಬಲ್ಲದು. ಗೋಡೆಯ ಮೇಲಿರುವ t ಬಿಂದು, B ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಅಡಿಯಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗೋಡೆಯ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ b ಬಿಂದು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲಿಂದ ಅಂದರೆ Tಯಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗೋಡೆಯ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ, ಈ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರದ ಕೋನ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಅದು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ರಂಧ್ರವು ಗೋಡೆಗೆ ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದಾಗ, ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕು ರಂಧ್ರದ ಆಕಾರದಲ್ಲೇ ಇರುತ್ತದೆ.

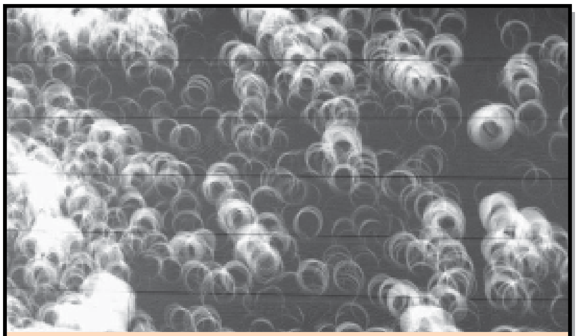
ಬೆಳಕು ಬರುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ತೋರಿಸುವ ಅತ್ಯಂತ ಸುಂದರವಾದ ಅಂಗ ಕಣ್ಣು. ಇದನ್ನೇ ನಾವು ಚಿತ್ರ ಅಥವಾ ಬಿಂಬ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಸಾಕಷ್ಟು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಚಿರಪರಿಚಿತವಾದ ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನ್‌ನ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳು ಫಿಲಂ ಕ್ಯಾಮರಾಗಳನ್ನು ಹೋಲದೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಅಕ್ಷಿಪಟವು (ರೆಟಿನಾ) ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಚಿಪ್‌ನಂತೆ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕಿರುವ ತಂತಿ ಸಂಪರ್ಕಗಳು, ಮೆದುಳಿಗೆ ಸೇರುತ್ತಿರುವ ದೃಷ್ಟಿನರಗಳಂತಿವೆ! ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಅಲ್ಲಿ ತಂತ್ರಾಂಶವೂ ಇದೆ. ನಮ್ಮ ಮೆದುಳು ಇದೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಅದ್ಭುತವಾಗಿ ಒಳಗೊಂಡಿದೆ.

ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ, ನಾವು ಯಾವುದಾದರೂ ಮರದ ನೆರಳು ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ನಮಗೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಪಿನ್ ಹೋಲ್ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 4ಎ ರಲ್ಲಿ ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಬೆಳಕನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಮರದ ಮೇಲು ಹರವು ಯಾವುದೇ ಆಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಅದರ ಎಲೆಗಳ ನಡುವೆ ತೂರಿಬರುವ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲು ಹೀಗೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹತ್ತು ವರ್ಷಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಗೋಚರಿಸುವ ಭಾಗಶಃ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದಲ್ಲೂ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಬಿಂಬಗಳು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಅರ್ಧಚಂದ್ರಾಕಾರವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಅಂದರೆ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಕಾಣುತ್ತಿರುವುದು ಸೂರ್ಯ ಬಿಂಬ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಭಾಗಶಃ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣ ಡಿಸೆಂಬರ್ 26, 2019ಕ್ಕೆ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಲಿದೆ. ತದನಂತರದ ದಿನಾಂಕ ಜೂನ್ 21, 2020 (ಮುಂಗಾರಿನ ಮೋಡಗಳು ಪ್ರಾಯಶಃ ಇದರ ನೋಟವನ್ನು ಹಾಳುಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿದೆ).

ಚಿತ್ರ 4ಎ. ಮರದ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಬೆಳಕಿನ ತೇಪೆಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್‌ಗಳಿಂದ (ಎಲೆಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಂದುಗಳು) ಉಂಟಾಗಿರುವ ಚಿತ್ರಗಳಾಗಿವೆ. ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ: http://nivea.psycho.univparis5.fr/FeelingSupplements/ExperimentsWithCameraObscura.htm

ಚಿತ್ರ 4ಬಿ, ಮೇ 20, 2012 ರಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಗ್ರಹಣದ ನಯನಮನೋಹರ ನೆರಳುಗಳ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಅಮೇರಿಕಾದಲ್ಲಿ ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ನೆರಳು ಪೂರ್ಣ ಮುಚ್ಚದೆ ಸೂರ್ಯನ ಒಂದು ಉಂಗುರದಂತೆ ಕಾಣುವ ಭಾಗವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಿತ್ತು!

ಬೈನಾಕುಲರ್ ದುರ್ಬೀನಿನಿಂದ ನಾವು ಚಂದ್ರನತ್ತ ನೋಡಿದಾಗ ನೆರಳುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಸಂಗತಿಗಳು ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. (ಸೂರ್ಯನಕಾಂತಿಗಿಂತ ಚಂದ್ರನಕಾಂತಿ ಹೆಚ್ಚು ದುರ್ಬಲವಾದರೂ, ಅದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಬಗ್ಗೆ ಎಚ್ಚರವಾಗಿರಬೇಕು). ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರ (ಚಿತ್ರ 5ಎ) ಯಾವುದೇ ನೆರಳನ್ನು ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅರ್ಧಚಂದ್ರ (ಚಿತ್ರ 5ಬಿ) ಪರ್ವತ ಮತ್ತು ಕುಳಿಗಳ ನೆರಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಕವಿಗಳು ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರನನ್ನು



ಚಿತ್ರ 4ಬಿ. ಮೇ 20, 2012 ರ ಗ್ರಹಣದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದಂತಹ ಸೂರ್ಯನ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಚಿತ್ರಗಳು. ಮೂಲ: ಕಾರ್ಸನ್ ನಗರ, ನೆವಾಡಾದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಣಗ್ರಸ್ತ ಸೂರ್ಯನ ಚಿತ್ರ. ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಾರ ಡೀನ್ ಅಟ್ಲಾಸ್ http://media.komonews.com/images/120521_eclipse_shadow_lg.jpg

ಹಾಡಿ ಹೊಗಳರುವುದೇನೇ ಇರಲಿ, ಬೆಳಕು ನೆರಳನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸುವ ಮತ್ತೊಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಚಿತ್ರವಿದು. ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ದಿಗಂತದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಕೆಳಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಇದ್ದಾಗ ನೆರಳುಗಳು ಉದ್ದವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಬಂದಾಗ ಮರೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರನ ಮಧ್ಯಭಾಗದ ಹತ್ತಿರ ನೆರಳು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವುದು ಹೊಸ ಸಂಗತಿಯೇನಲ್ಲ. ಅಲ್ಲಿ ಇಬ್ಬರು ಕುಳಿತಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಸೂರ್ಯ ಅವರ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುತ್ತಾನೆ. ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರನ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಪರ್ವತದ ನೆರಳು ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಇವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ! ಅರ್ಧ ಚಂದ್ರನಿದ್ದಾಗ ಈ ತೊಂದರೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ನೆರಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ನೆರಳುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಚರ್ಚೆಗಳನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಲು ಇರುವ ಹತ್ತು ಹಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಇಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ತರಗತಿಯ ಬೋಧನೆಗಳನ್ನಾಗಲೀ ತೆಗೆದುಹಾಕಲು ಈ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿಲ್ಲ ಬದಲಾಗಿ ಕಲಿತ ವಿಚಾರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಉತ್ಸಾಹವನ್ನು ತರಲು ಈ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಸಹಾಯಕಾರಿಯಾಗಲಿವೆ. ಉನ್ನತ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ಕುರಿತ ವಿಚಾರಗಳು ಎಷ್ಟು ಸರಳ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಮತ್ತು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಅನೇಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಎಷ್ಟು ಪೂರಕ ಎಂಬುದನ್ನು ಖಂಡಿತ ಮನಗಾಣುತ್ತೀರಿ.

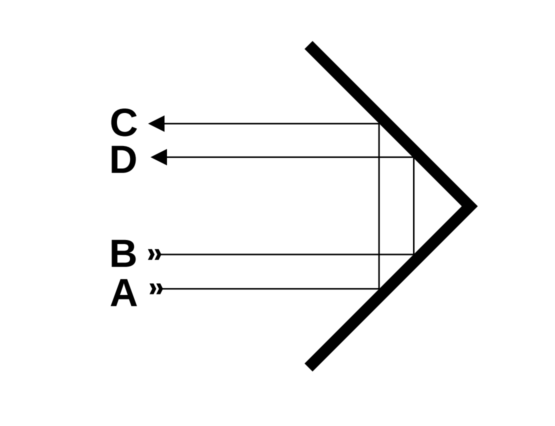
ಚಿತ್ರ ೫ಎ: ಪೂರ್ಣಚಂದ್ರನ ಚಿತ್ರ. ಕಣಿವೆ ಮತ್ತು ಬೆಟ್ಟ ಗುಡ್ಡಗಳಿದ್ದರೂ ಯಾವುದೇ ನೆರಳು ನಮಗೆ ಕಾಣದೇ ಇರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಕೃಪೆ ಗ್ರೆಗರಿ ಹೆಚ್ ರೆವೆರಾ ಅವರ "ಫುಲ್‌ಮೂನ್ 2010" – ಅವರದ್ದೇ ಕೃತಿ. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FullMoon2010.jpg#/media/File:FullMoon2010.jpg

ಚಿತ್ರ ೫ಬಿ: ಅರ್ಧ ಚಂದ್ರನ ಚಿತ್ರ. ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಕತ್ತಲೆ ನಡುವಿನ ಅಂಚಿನ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ನಿಚ್ಚಳ ನೆರಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಅಲ್ಲೇ ನಿಂತಿರುವ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ದಿಗಂತಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಸೂರ್ಯ ಕಾಣುವುದರಿಂದ ನೆರಳು ಬಹಳ ಉದ್ದವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೃಪೆ Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lune_nb.jpg#/media/File:Lune_nb.jpg

ಕನ್ನಡಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯ

ಮಕ್ಕಳೆಲ್ಲರ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಿಂದುವಾದ ಕನ್ನಡಿಗಳತ್ತ ನಾವು ಈಗ ಗಮನ ಹರಿಸೋಣ. ಅವರು ದೊಡ್ಡವರಾದ ಮೇಲೆ ಅದನ್ನು ಸರ್ವೆಸಾಮಾನ್ಯ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸುವವರೆಗೂ ಈ ಆಕರ್ಷಣೆ ಖಂಡಿತ ನಿಜ! ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ಕನ್ನಡಿಯ ಎದುರು ನಿಂತಾಗ ಆತನ ಎಡಗೈ ನಮ್ಮ ಬಲಗೈನಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ನಾವು ಇದಕ್ಕೆ 'ಪಾರ್ಶ್ವ ವಿಲೋಮನ' (Lateral Inversion) ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟಿರುವುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ದುರದೃಷ್ಟಕರ. ಏಕೆಂದರೆ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ನೋಡುತ್ತಿರುವ ದಿಕ್ಕು ಮಾತ್ರ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಅಷ್ಟೇ! ಉಳಿದ ಎರಡು ದಿಕ್ಕುಗಳು ಹಾಗೆಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಮ್ಮ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ಕೆಳಗಿನ ಭಾಗ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಿಂದ ಅಥವಾ ಅವನು ನೋಡುತ್ತಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಭಾಷಾ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಎಡ ಮತ್ತು ಬಲವನ್ನು ಹೇಳಬಹುದು ಆದರೆ ಮೇಲೆ ಮತ್ತು ಕೆಳಗೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಾವು ಭೂಮಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಇದು ಕೇವಲ ಭಾಷಾಪ್ರಯೋಗದ ವಿಷಯವಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಸಾವು–ಬದುಕಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಯೂ ಆಗಿದೆ.

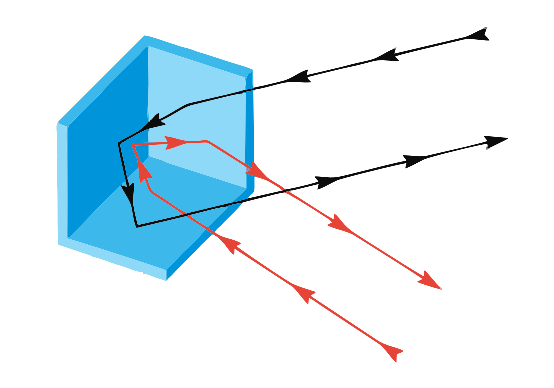
ರೋಗಿಯ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವೈದ್ಯನೊಬ್ಬನು "ಎಡ"–ಎಂದು ಹೇಳುವಾಗ ಆತ ತನ್ನ ಎಡಭಾಗ ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದಾನೋ ಅಥವಾ ರೋಗಿಯ ಎಡಭಾಗ ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದಾನೋ ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಬೇಕಲ್ಲವೇ?!



ಚಿತ್ರ 6. ಒಂದಕ್ಕೊಂದು 90ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳ ಪ್ರತಿಫಲನ. ಕನ್ನಡಿಯ ಎದುರು ನಿಂತಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ತನ್ನ ಬಲಗೈಯನ್ನು ಬಿ ನಿಂದ ಎ ನತ್ತ ಚಲಿಸಿದರೆ, ಪ್ರತಿಫಲನದಲ್ಲಿರುವ ಕೈ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕು ಅಂದರೆ ಸಿ ನಿಂದ ಡಿ ನತ್ತ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಇಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಬಲಗೈ ಚಲಿಸಿದಂತೆಯೇ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಒಂದೇ ಕನ್ನಡಿಯಿದ್ದಾಗ, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಅದೇ ದಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಡಗೈ ಚಲಿಸಿದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಮತ್ತೊಬ್ಬರಿಗೆ ನಾವು ಕಂಡಂತೆ ಒಂದೇ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವುದು ಸತ್ಯ. ಒಂದು ಹೆಗಲಿಗೆ ಸೆರಗು ಹೋಗುವಂತೆ ಸೀರೆಯನ್ನುಟ್ಟುಕೊಂಡ ಒಬ್ಬ ಮಹಿಳೆ ಅಥವಾ ಒಂದು ಕಡೆ ಜೇಬಿರುವ ಶರ್ಟ್ ತೊಟ್ಟಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಂತೂ ಇದು ಖಚಿತ. ಇನ್ನೊಬ್ಬರಿಗೆ ನಾವು ಕಾಣುವಂತೆ ನಮಗೆ ನಾವು ಕಾಣಬೇಕಾದರೆ ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆಂದೂ ಇಂತಹ ರಚನೆಯನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿರದಿದ್ದರೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರಾಗುತ್ತೀರಿ. ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಬಲಗೈಯನ್ನು ನಿಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಸರಿಸಿದರೆ, ಆ ಬಿಂಬವೂ ಸಹ ತನ್ನಿಂದ ಬಲಗೈಯನ್ನು ದೂರ ಸರಿಸುತ್ತದೆ! ಇದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಚಿತ್ರ 6 ನ್ನು ನೋಡಿ.

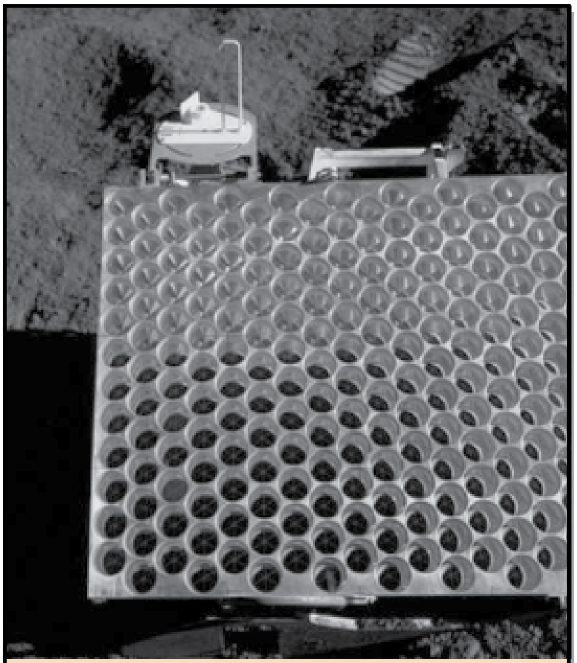
ಒಂದಕ್ಕೊಂದು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿರುವ ಮೂರು ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬ ನೋಡಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಜ್ಯಾಮಿತಿಯು ಒಂದು ಕೋಣೆಯ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಗೋಡೆಗಳು ನೆಲವನ್ನು ಸೇರುವಂತಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು 'ಮೂಲೆಯ ಪ್ರತಿಫಲಕ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಯಾವುದೇ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಯಾವುದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಈ ಮೂಲೆಯ ಪ್ರತಿಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 7ಎ). ಇಂತಹ ರಚನೆಯನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ಏನು ಕಾಣುತ್ತದೆ? ಯಾರು ಎಲ್ಲಿಗೆ ಹೋದರೂ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲೂ ತನ್ನ ಕಣ್ಣನ್ನು ತಾನೇ ನೋಡುತ್ತಾನೆ!



ಚಿತ್ರ 7ಎ. ಮೂರು ಕನ್ನಡಿಗಳು ಮೂಲೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿರುವ ಮಾದರಿ. ಯಾವುದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬೆಳಕು ಬಂದರೂ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗುತ್ತದೆ.
ಕೃಪೆ: http://en.wikipedia.org/wiki/Corner_reflector#/media/File:Corner_reflector.svg

ಇದು ಕೇವಲ ಕುತೂಹಲ ಹುಟ್ಟಿಸುವ ಯುಕ್ತಿಯಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯೂ ಆಗಿದೆ. ಹೆದ್ದಾರಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಪಾಯಕಾರಿ ತಿರುವುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಫಲಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ರಾತ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹನದ ತಲೆದೀಪಗಳ ಬೆಳಕು ಈ ಪ್ರತಿಫಲಕಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅವು ಬೆಳಕನ್ನು ವಾಹನ ಸವಾರನಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇದೊಂದು ಸಮರ್ಥವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಅವಶ್ಯವಿದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿಗೇ ಕಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಫಲಕಗಳ ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 7ಬಿ ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಇದೊಂದು ನಾಟಕೀಯ ಪ್ರಸಂಗ. ಅಮೇರಿಕಾದ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳು ಅಪೋಲೋ ಮಿಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಈ ಮೂಲೆ ಪ್ರತಿಫಲಕಗಳನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ನೆಟ್ಟರು. ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿ, ನಂತರ ಅದರ ಮೂಲಕವೇ



ಚಿತ್ರ 7ಬಿ. ಅಪೋಲೋ 15ರ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳು ಮೂಲೆ ಪ್ರತಿಫಲಕಗಳನ್ನು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟರು. ಇದರಿಂದ ಚಂದ್ರನ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರ ಮತ್ತು ಸಮಯಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಅದರಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆ ತಿಳಿಯಿತು. ಕೃಪೆ: ನಾಸಾ, ಯುಎಸ್ಎ

ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಾಪಸು ತರಿಸಿಕೊಂಡರು. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರು ಮಿಡಿತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಹೋಗಿ ಬರಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಅನುಕೂಲವಾಯಿತು (ಸುಮಾರು 2.5 ಸೆಕೆಂಡುಗಳು). ಇದರಿಂದ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ

ಚಿತ್ರ 8: ಸ್ಪೇನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರ ಘಟಕ. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳಿಗೆ ಆವಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಧೂಳಿನಿಂದ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳ ರೇಖೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ.
ಕೃಪೆ http://en.wikipedia.org/wiki/PS10_solar_power_plant#/media/File:PS10_solar_power_tower.jpg

ನಡುವಿನ ದೂರವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವಂತಾಯಿತು.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಬಳಸುವ ಬಗ್ಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿವೆ. ಕನ್ನಡಿಗಳಿಂದಾಗುವ ಮತ್ತೊಂದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ವಿಷಯವೆಂದರೆ ಚಿತ್ರ 8 ರಲ್ಲಿದ್ದಂತೆ ಕನ್ನಡಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅತಿ ವಿಶಾಲವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಿಡಿದು ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸುವುದು.

ಪ್ರತಿಫಲನದಂತಹ ಅತಿ ಸರಳವಾದ ವಿಷಯ ಇಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಡೆಯ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ.

ಮುಕ್ತಾಯ

ತಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗಿಂತ ಇಂದಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ ಮುಂದುವರೆದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಯುಗದಲ್ಲಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ವಿಷಯಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆ 2015ನೇ ವರ್ಷವನ್ನು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬೆಳಕಿನ ಮತ್ತು ಬೆಳಕು ಸಂಬಂಧಿತ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ವರ್ಷವೆಂದು ಘೋಷಿಸಿದೆ. ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಹಲವು ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ವೈದ್ಯರು ಕಣ್ಣಿನ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಮತ್ತು ಕಣ್ಣುಗುಡ್ಡೆಯ ಪುನರ್ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಲೇಸರ್ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳಕು ಫೋನಿನ ಮುಖಾಂತರ ನಮ್ಮ ಸಂಭಾಷಣೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅಂತರ್ಜಾಲ ಸರ್ಫಿಂಗ್ ಅನ್ನು ದ್ಯುತಿ ನಾರಿನ (ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್ಸ್) ಮೂಲಕ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲೂ ಸಹ ಅನೇಕ ಹೊಸ, ಅದ್ಭುತ ಮತ್ತು ಉಪಯುಕ್ತ ಅಂಶಗಳು ಹೊರಬರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿವೆ. ಯಾವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸುವವರಿದ್ದಾರೆಯೋ ಅವರು ಬೆಳಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಈ ಲೇಖನದಿಂದ ಹೊರಬಂದ ಕೆಲವು ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರೂ ಖಂಡಿತ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲೇಬೇಕು.

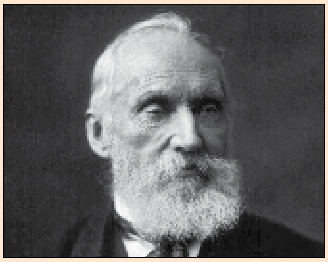
***ರಾಜಾರಾಂ** ಅವರು ಪ್ರಸ್ತುತ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜೀ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹಿಂದೆ ಅವರು ರಾಮನ್ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಪ್ರಸ್ತುತ ಅವರು 'ರೆಸೊನೆನ್ಸ್' – ವಿಜ್ಞಾನ ಪತ್ರಿಕೆಯ ಸಂಪಾದಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿದ್ದು, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ, ಅದರಲ್ಲೂ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಗಣಕಯಂತ್ರದ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮತ್ತು ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳ ಸಹಯೋಗದೊಂದಿಗೆ ರಾಜಾರಾಂ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಆನಂದಿಸುತ್ತಾರೆ. **ಅನುವಾದಕರು:** ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ*

ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಥಾಮ್ಸನ್

WILL NOT MEET HIS ~~CLASSES~~ ~~LASSES~~ ASSES TODAY

ಸರ್ ವಿಲ್ಲಿಯಂ ಥಾಮ್ಸನ್ ರವರು ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಮತ್ತು ಒಬ್ಬ ಇಂಜಿನಿಯರ್. ಇವರು ಗ್ಲಾಸ್ ಗೌ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ನ್ಯಾಚುರಲ್ ಹಿಸ್ಟರಿ (ನ್ಯಾಚುರಲ್ ಸೈನ್ಸ್) ಉಪನ್ಯಾಸಕರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರು ಸ್ವಲ್ಪ ತಿಕ್ಕಲು ಸ್ವಭಾವದ ಹಾಸ್ಯಪ್ರವೃತ್ತಿಯ ಉಪನ್ಯಾಸಕರಾಗಿದ್ದರು. ನಾಟಕ ಮತ್ತು ರಂಗಭೂಮಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಭಿರುಚಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದವರಾಗಿದ್ದ ಅವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಂದ ಮೆಚ್ಚುಗೆಯನ್ನು ಪಡೆದವರಾಗಿದ್ದರು. ಒಮ್ಮೆ ಅವರು ಯಾವುದೋ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ತಮ್ಮ ಉಪನ್ಯಾಸವನ್ನು ನೀಡಲಾಗದಿದ್ದಾಗ, ತಮ್ಮ ಉಪನ್ಯಾಸ ಕೋಣೆಯ ಬಾಗಿಲ ಮೇಲೆ 'Professor Thomson will not meet his classes today' ಎನ್ನುವ ಸೂಚನೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಿ ಬರೆದಿಟ್ಟು ಹೋಗಿದ್ದರು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಒಂದು ಗುಂಪು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಅವರ ಸೂಚನೆಯೊಂದಿಗೆ ತಮಾಷೆ ಮಾಡಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿತು. ಅವರು ಆ ಸೂಚನೆಯಲ್ಲಿದ್ದ 'c' ಅಕ್ಷರವನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಅಳಿಸಿದರು– ಆಗ ಆ ಸೂಚನೆ 'Professor Thomson will not meet his lasses today', ಎಂದಾಯಿತು ಮತ್ತು ಅವರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನೋಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕಾದಿದ್ದರು. ಬಂದುನೋಡಿದಾಗ ಇದ್ದದ್ದು– Professor Thomson will not meet his asses ಹಾಸ್ಯ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೈ ಮೇಲಿದ್ದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್, ಆ ಸೂಚನೆಯಲ್ಲಿದ್ದ "l" ಅಕ್ಷರವನ್ನು ಅಳಿಸಿದ್ದರು.



ವಿಚಿತ್ರ ಸ್ವಭಾವದ ಉಪನ್ಯಾಸಕರಾದ ಥಾಮ್ಸನ್, ಅವರು ಬೇರೆ ಯಾರೂ ಅಲ್ಲ ಲಾರ್ಡ್ ಕೆಲ್ವಿನ್, ಅವರ ಜನ್ಮ ನಾಮ ವಿಲ್ಲಿಯಂ ಥಾಮ್ಸನ್ ನಂತರ ಲಾರ್ಗ್ಸ್ ನ ಬ್ಯಾರನ್ ಕೆಲ್ವಿನ್ ಎಂಬ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಅವರು ರಾಣಿ ವಿಕ್ಟೋರಿಯಾ ಅವರಿಂದ ಟ್ರಾನ್ಸ್-ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಕಲ್ಪನೆ (ಯೋಜನೆ) ಗಾಗಿ ಬಿರುದನ್ನು ಪಡೆದರು. ಅವರು 1866ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಯಶಸ್ವಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್ ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಕೇಬಲ್ ಅನ್ನು ಹಾಕುವುದರ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಇಂಜಿನಿಯರ್ ಆಗಿದ್ದರು. ಅಲ್ಲದೇ ನಾವಿಕರ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಕೆಲಸಮಾಡಿದ್ದಾರೆ, ಅವರು ಕೆಲ್ವಿನ್ ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಾಪನದ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಚಿರಪರಿಚಿತರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಕೊಡುಗೆ: ಗೀತಾ ಐಯ್ಯರ್. ಮೂಲ: ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್ ರಿವೀವ್, ಸಂಪುಟ 1 No.2-2002, pp. 111-112 (ಫೋಲಿಆನೊನಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾದ, ರೊಬ್ಯಾಕರ್, 2001)

***ಗೀತಾ ಐಯ್ಯರ್** ಅವರು ಒಬ್ಬ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿದ್ದು, ಅನೇಕ ಶಾಲೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ವಿನ್ಯಾಸ ಅಲ್ಲದೇ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಮೊದಲು ಅವರು ರಿಷಿ ವ್ಯಾಲಿ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕಿಯಾಗಿಯಾಗಿದ್ದರು, ನಂತರ ಪುಣೆಯ ಹತ್ತಿರ ಸಹ್ಯಾದ್ರಿ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ (KFI) ಮುಖ್ಯಸ್ಥೆಯಾಗಿದ್ದರು. ಶಿಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು scopsowl@gmail.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ದಿನೇಶ್ ಮಡ್ಗಾಂವ್ಕರ್*