ಗುಡುಗು ಮತ್ತು ಮಿಂಚುಗಳ ನಡುವೆ ಏನು ಸಂಬಂಧ?

ಸೌರಭ್ ದೇಕಾ ಮತ್ತು ಅನುರಾಗ್ ತಿವಾರಿ

ಮಿಂಚಿನ ನಂತರ ಗುಡುಗು ಬರುವುದನ್ನು ಅನೇಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗಮನಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಇವೆರಡರ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಏನು? ಇವೆರಡರ ನಡುವಿನ ಸಮಯದ ಅಂತರವನ್ನು ಬಳಸಿ ಮಿಂಚು ಹೊಡೆದ ಜಾಗದಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ?

8ನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ (ಎನ್.ಸಿ.ಇ.ಆರ್.ಟಿ., 2025–2026) ಅಧ್ಯಾಯ 6 (‘ಒತ್ತಡ, ಮಾರುತಗಳು, ಬಿರುಗಾಳಿಗಳು ಮತ್ತು ಚಂಡಮಾರುತಗಳು’) ಮಿಂಚು ಮತ್ತು ಗುಡುಗು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಮೂಡಬಹುದು: ಈ ಸಂಗತಿಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಏನು ಪ್ರಯೋಜನ? ಮತ್ತು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಿಸದಂತಹ ಅನೇಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಕೇಳುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಮಿಂಚು ಬಂದ ನಂತರ ದೊಡ್ಡದಾದ ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದ ಏಕೆ ಬರುತ್ತದೆ? ಗುಡುಗು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಬಹಳ ಜೋರಾಗಿ ಮತ್ತು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಬಹಳ ಮೆಲ್ಲಗೆ ಏಕೆ ಕೇಳಿಸುತ್ತದೆ?

“ಭೂಮಿಯು ಬಿಸಿಯಾದಾಗ, ಬೆಚ್ಚಗಿನ ಮತ್ತು ತೇವಾಂಶವುಳ್ಳ ಗಾಳಿಯು ಹಗುರವಾಗಿ ಮೇಲೆ ಏರುತ್ತದೆ... ಮೇಲೆ ಏರುತ್ತಿರುವ ಗಾಳಿಯು ವಿಸ್ತರಿಸಿದಂತೆ, ಅದು ತಣ್ಣಗಾಗಿ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ತೇವಾಂಶವು ಘನೀಕರಿಸಿ ನೀರಿನ ಹನಿಗಳಾಗಿ ಮೋಡಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ, ಬೆಚ್ಚಗಿನ ಗಾಳಿಯು ಬಹಳ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಏರಿ, ಅಲ್ಲಿನ ಕಡಿಮೆ ತಾಪಮಾನವು ನೀರಿನ ಹನಿಗಳನ್ನು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಕಣಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ... ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಮತ್ತು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಬೀಸುವ ಬಲವಾದ ಮಾರುತಗಳು ನೀರಿನ ಹನಿಗಳು ಮತ್ತು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ‘ಬಲಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ’ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ನೀವು ಕಲಿತಂತೆ, ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಉಜ್ಜಿದಾಗ ಅವು ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಮತ್ತು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಬೀಸುವ ಹಾಗೂ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಘರ್ಷಿಸುವ ಬಲವಾದ ಮಾರುತಗಳು ಮೋಡಗಳ ಒಳಗೆ ಸ್ಥಿರ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗಳು ಬೆಳೆಯಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶ ಹೊಂದಿರುವ ಹಗುರವಾದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಕಣಗಳು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸಿ ಮೋಡಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶ ಹೊಂದಿರುವ ಭಾರವಾದ ನೀರಿನ ಹನಿಗಳು ಮೋಡಗಳ ಕೆಳಭಾಗವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ, ಮೋಡದೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ,

ಋಣಾತ್ಮಕ ಆವೇಶ ಹೊಂದಿರುವ ಮೋಡದ ಕೆಳಭಾಗವು ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರ ಬಂದಾಗ, ಅದು ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಹತ್ತಿರದ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಮರಗಳು ಅಥವಾ ಕಟ್ಟಡಗಳು ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶವನ್ನು ಪಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಗಾಳಿಯು ವಿದ್ಯುತ್ ನಿರೋಧಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸಂಧಿಸಲು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಆವೇಶಗಳ ಸಂಗ್ರಹವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ, ಗಾಳಿಯ ನಿರೋಧಕ ಗುಣವು ಕುಸಿಯುತ್ತದೆ. ಆಗ ಆವೇಶಗಳ ಹಠಾತ್ ಹರಿವು ಸಂಭವಿಸಿ, ಇದು ಮಿಂಚು ಎಂಬ ಬೆಳಕಿನ ಹೊಳಪನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮಿಂಚು ಎಂಬುದು ಒಂದು ಮೋಡದೊಳಗೆ, ಮೋಡಗಳ ನಡುವೆ ಅಥವಾ ಮೋಡ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ನಡುವೆ ವಿರುದ್ಧ ಆವೇಶಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಮಿಂಚು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಬಹಳ ಬೇಗ ಬಿಸಿ ಮಾಡಿ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಗಾಳಿಯು ಹಿಗ್ಗಿ, ದೊಡ್ಡ ಶಬ್ದ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಬ್ದವೇ ಗುಡುಗು."

ಗುಡಿಗಿನ ಕುರಿತು ಒಂದು ಸಂಭಾಷಣೆ

ಉತ್ತರಾಖಂಡದ ಗುಡ್ಡಗಾಡು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಹವಾಮಾನವು ವೇಗವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ ತೆಹ್ರಿ ಮತ್ತು ಚಮೋಲಿಯಂತಹ ಜಿಲ್ಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂಗಾರಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯಾಗುವುದು ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣವಾಗಿದೆ.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಈ ಭಾಗದ ಸರ್ಕಾರಿ ಶಾಲೆಯೊಂದರ 8ನೇ ತರಗತಿಗೆ ಪಾಠ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರು ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯ ಕುರಿತಾದ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯೊಂದಿಗೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು: "ನೀವು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿದ್ದೀರಾ? ನೀವು ಏನನ್ನು ನೋಡಿದ್ದೀರಿ ಅಥವಾ ಕೇಳಿದ್ದೀರಿ ಎಂಬುದು ನೆನಪಿದೆಯೇ?" ಜುಲೈ ಮತ್ತು ಆಗಸ್ಟ್ ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿ ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆ ಬರುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಎಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೇಳಿದರು. ಅವರು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮಿಂಚಿನ ಹೊಳಪನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದರು. ಇದರ ಬೆನ್ನಲ್ಲೇ ಭಾರಿ ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದ ಕೇಳಿಬಂದಿತ್ತು.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೀಗೆ ಕೇಳಿದರು: "ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದವು ಯಾವಾಗಲೂ ಮಿಂಚಿನ ಹೊಳಪಿನ ನಂತರವೇ ಬರುತ್ತದೆಯೇ?" ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಉತ್ತರಿಸಿದನು: "ಹೌದು! ನಾನು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡಿದೆ. ಅದು ಇಡೀ ಆಕಾಶವನ್ನೇ ಬೆಳಗಿಸಿತು. ಗುಡುಗು ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯದ ನಂತರ ಬಂತು." ಇತರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಅವಲೋಕನಕ್ಕೆ ಸಹಮತ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು. ಅವರು ಮಿಂಚಿನ ಹೊಳಪನ್ನು ನೋಡಿದ ನಂತರವೇ ಯಾವಾಗಲೂ ಗುಡುಗನ್ನು ಕೇಳಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದರು: "ಇದು ಏಕೆ ಹೀಗೆ? ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ನಾವು ಗುಡುಗನ್ನು ಏಕೆ ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ?"

ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಉತ್ತರಿಸಿದನು: "ಬಹುಶಃ ಮಿಂಚು ಮೊದಲು ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಗುಡುಗು ನಂತರ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾವು ಅದನ್ನು ತಡವಾಗಿ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ." ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸಿದನು, "ಆದರೆ ಗುಡುಗು ಎನ್ನುವುದು ಮಿಂಚಿನ ಶಬ್ದವಲ್ಲವೇ?" ಮೊದಲನೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿಯು ತನ್ನ ಮೇಜಿನ ಮೇಲಿದ್ದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನೋಡಿ, "ಮಿಂಚು ಮೊದಲು ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದೆ. ಅದು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಗಾಳಿಯು ವಿಸ್ತರಿಸಿ ದೊಡ್ಡ ಶಬ್ದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ" ಎಂದು ಹೇಳಿದಳು.[1]

ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿ ಕೇಳಿದಳು: "ಮಿಂಚು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಏಕೆ ಕಾಯಿಸುತ್ತದೆ? ಮಿಂಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆಯೇ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು: "ಮಿಂಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಸರ್ಜನೆ (electric discharge). ಅದು ಅಪಾರ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಮಿಂಚು ಸುಮಾರು 8,50,000 ಮನೆಗಳಿಗೆ ಅಥವಾ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ನಗರಕ್ಕೆ ಒಂದು ದಿನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕೆಲವು ಮೂಲಗಳು ಹೇಳುತ್ತವೆ."[2,3]

ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕೇಳಿದ: "ಆದರೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವು ಗಾಳಿಯು ಒಂದು ನಿರೋಧಕ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಅದು ಹೇಗೆ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೇಳಿದರು: "ನಾವು ಗಾಳಿಯನ್ನು ನಿರೋಧಕ ಎಂದು ಏಕೆ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ?" ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು ಉತ್ತರಿಸಿದನು: "ಅದು ಜೇಡಿಮಣ್ಣಿನಂತಿದೆ. ಅದು ಶಾಖವನ್ನು ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗಲು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ."[4] ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿ ಹೇಳಿದಳು: "ಇಲ್ಲ, ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ."[5] ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು: "ಗಾಳಿಯು ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಶಾಖ ಎರಡರ ಕಳಪೆ ವಾಹಕವಾಗಿದೆ. ಆದರೂ, ಮಿಂಚು ಹೊಡೆಯುವಾಗ, ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ಆವೇಶವು ಗಾಳಿಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಒಂದು ನಿಗೂಢ. ಈ ಆವೇಶವು ಗಾಳಿಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವಾಗ, ಅದರ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯು ತುಂಬಾ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ."[2,6]

ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕೇಳಿದ: "ಎಷ್ಟು ಬಿಸಿ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು: "ಒಂದು ಮಿಂಚಿನ ಬಡಿತವು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸುಮಾರು 30,000°C ತಾಪಮಾನದವರೆಗೆ ಕಾಯಿಸಬಲ್ಲದು!"[7] ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕೇಳಿದನು: "ಅದು ಎಷ್ಟು ಬಿಸಿ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೆಲವು ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ಯೋಚನೆ ಮಾಡಿದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತಹ ಒಂದು ಉತ್ತರದ ಬಗ್ಗೆ ಅವರು ಯೋಚಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ನಂತರ, ಅವರು ಕೇಳಿದರು: "ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಸಾಮಾನ್ಯ ತಾಪಮಾನ ಎಷ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ನೆನಪಿದೆಯೇ?" ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಇಲ್ಲವೆಂದು ತಲೆಯಾಡಿಸಿದನು. ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಹಿಂಜರಿಕೆಯಿಂದ ಹೇಳಿದನು: "37 ಡಿಗ್ರಿ?"[8] ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು: "ಸರಿ. ಹಾಗಾದರೆ ನಿಮಗೆ ತೀವ್ರ ಜ್ವರವಿದ್ದು ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ತಾಪಮಾನ 40°C ಇದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಇರಿ. ನಾನು ಅದನ್ನು ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲೆ ಬರೆಯುತ್ತೇನೆ."

ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೀಗೆ ಬರೆದರು:

ಮಿಂಚು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸುವ ತಾಪಮಾನ: ಸುಮಾರು 30,000°C.

ಜ್ವರವು ನಮ್ಮ ದೇಹದ ತಾಪಮಾನವನ್ನು 40°C ಗೆ ಏರಿಸುತ್ತದೆ.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೇಳಿದರು: "ನಮಗೆ ತೀವ್ರ ಜ್ವರ ಬಂದಾಗ ಇರುವ ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತ ಮಿಂಚಿನ ಬಳಿಯ ಗಾಳಿಯು ಎಷ್ಟು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಯಾರಾದರೂ ನನಗೆ ಹೇಳಬಲ್ಲಿರಾ?" ಒಬ್ಬಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿ ಹೇಳಿದಳು, "ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು." ಶಿಕ್ಷಕರು ಒಪ್ಪುತ್ತಾ ತಲೆಯಾಡಿಸಿದರು, "ನಿನ್ನ ಉತ್ತರ ಸರಿ ಸುಮಾರು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿದೆ. ಇದು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಸುಮಾರು 750 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು. ಇದು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಗಿಂತ ಸುಮಾರು 5 ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿದೆ ಎಂದು ಅನೇಕ ಪುಸ್ತಕಗಳು ನಿಮಗೆ ಹೇಳುತ್ತವೆ."[7]

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಹೇಳಿದರು, "ಆದರೆ ಬಿಸಿ ಗಾಳಿಯು ಶಬ್ದ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ." ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು, "ನೀವು ಬಿಸಿ ಗಾಳಿಯು ಶಬ್ದ ಮಾಡುವುದನ್ನು ನೋಡಿಲ್ಲ. ಅದು ಬೇರೆ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುವುದನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿದ್ದೀರಾ?" ಅನೇಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಉತ್ತರಿಸಿದರು: "ಅದು ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆ." ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೇಳಿದರು, "ಇದು ನಮಗೆ ಹೇಗೆ ಗೊತ್ತು?" ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಹೇಳಿದರು, "ನೀವು ಬಲೂನ್ ಅನ್ನು ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟರೆ, ಅದು ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತದೆ." [4] ಶಿಕ್ಷಕರು ತಲೆಯಾಡಿಸಿದರು: "ಬಲೂನಿನಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯಂತೆ, ಮಿಂಚಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿವಿನ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಕ್ಷಣಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಬಿಸಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳಿಗೆ ಬಹಳ ವೇಗವಾಗಿ ಮತ್ತು ಬಲವಾಗಿ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ." [9] ನಂತರ, ಅವರು ಕೇಳಿದರು: "ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲದಿಂದ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ನೀವು ಏನನ್ನು ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೀರಿ?" ಮಕ್ಕಳಿಂದ "ದೊಡ್ಡ ಶಬ್ದ" ಮತ್ತು "ಬ್ಯಾಂಗ್"ನಂತಹ ಉತ್ತರಗಳು ಬಂದವು. [10] ನಗುತ್ತಾ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು, "ಹೌದು, ಆ ದೊಡ್ಡ ಶಬ್ದವೇ ಗುಡುಗು."

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ತರಗತಿಯು ನಿಶ್ಯಬ್ದವಾಗಿತ್ತು. ನಂತರ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಕೇಳಿದರು, "ಇವು ಇಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಸಂಭವಿಸಿದರೆ, ನಾವು ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡಿದಾಗಲೇ ಗುಡುಗನ್ನು ಏಕೆ ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ನಗುತ್ತಾ, "ಒಳ್ಳೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಮಿಂಚು ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಬೆಳಕು ಊಹಿಸಲಾರದಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ, ಎಷ್ಟೆಂದರೆ ನಾವು ಅದನ್ನು ಆ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೇ ನೋಡುತ್ತೇವೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಗುಡುಗು ಶಬ್ದವಾಗಿದ್ದು, ಶಬ್ದವು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ" ಎಂದರು.

ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅರ್ಥವಾಗಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರು ಗಮನಿಸಿದರು. "ಶಾಲೆಯಿಂದ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿರುವ ಲೇಖನ ಸಾಮಗ್ರಿ ಅಂಗಡಿಗೆ ಇಬ್ಬರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಅವರಿಬ್ಬರೂ ಒಂದೇ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಹೊರಡುತ್ತಾರೆ. ಅವರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬನು ಬೈಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಾನೆ; ಇನ್ನೊಬ್ಬನು ನಡೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಾನೆ. ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಯಾರೂ ಎಲ್ಲಿಯೂ ನಿಲ್ಲುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂಗಡಿಗೆ ಮೊದಲು ಯಾರು ತಲುಪುತ್ತಾರೆ ಎಂದು ನೀವು ಭಾವಿಸುತ್ತೀರಿ?" ಎಂದು ಕೇಳಿದರು. ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು, "ಬೈಕ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ!" ಎಂದು ಉತ್ತರಿಸಿದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು, "ಹೌದು, ಬೆಳಕು ಆ ಬೈಕ್‌ನಂತಿದೆ. ಅದು ವೇಗವಾಗಿ ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ." ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಕೇಳಿದರು, "ಹಾಗಾದರೆ ಬೆಳಕು ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ನಾವು ಮೊದಲು ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆಯೇ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ಇದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿದರು. "ಎಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ?" ಎಂದು ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕೇಳಿದನು. ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು, "ಬೆಳಕು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರು 300,000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಆಕಾಶದ ಮೂಲಕ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಶಬ್ದವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಕೇವಲ 343 ಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ನಾನು ಇದನ್ನು ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲೆ ಬರೆಯುತ್ತೇನೆ."

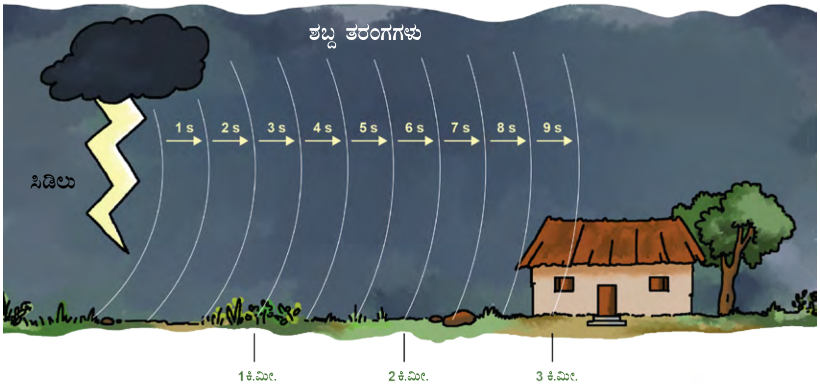
ಶಿಕ್ಷಕರು ಬರೆದರು:

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ: ಬೆಳಕು 3,00,000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಶಬ್ದವು 0.343 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲಿನ ಎರಡು ಅಂಕಿಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲಾವಕಾಶ ನೀಡಿದ ನಂತರ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೀಗೆ ಕೇಳಿದರು: "ಬೆಳಕು ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟು ಪಟ್ಟು ವೇಗವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಯಾರಾದರೂ ನನಗೆ ಹೇಳಬಲ್ಲಿರಾ? ಶಬ್ದದ ವೇಗವನ್ನು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 0.300 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸೋಣ." ತರಗತಿಯು ನಿಶ್ಯಬ್ದವಾಗಿತ್ತು. ನಂತರ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೊಬ್ಬನು ತನ್ನ ಉತ್ತರವನ್ನು ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲೆ ಬರೆಯಲು ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಿತನಾಗಿ ಮುಂದೆ ಬಂದನು. ಅವನು ಬೋರ್ಡ್ ಬಳಿ ಬಂದು ಹೀಗೆ ಬರೆದನು: 1000000. ತರಗತಿಯ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು, "ಹಾಗಾಗಿ ಬೆಳಕು ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ."

ಶಿಕ್ಷಕರು ಸಂಭಾಷಣೆಯ ವಿಷಯವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕೇಳಿದರು: "ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯು ನಮ್ಮ ಮೇಲೆ ಹೇಗೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ?" ಈ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಹಾನಿಗೊಳಿಸಿವೆ ಅಥವಾ ಶಾಲಾ ವೇಳಾಪಟ್ಟಿಗೆ ಹೇಗೆ ಅಡ್ಡಿಪಡಿಸಿವೆ ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಾತನಾಡಿದರು. ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮಗೆ ಮಿಂಚು ಮತ್ತು ಗುಡುಗಿನ ಬಗ್ಗೆ ಆತಂಕ ಅಥವಾ ಭಯವಿದೆ ಎಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರು. ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮ 8ನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ (2025–2026) 6ನೇ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಸಾಲುಗಳತ್ತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನ ಸೆಳೆದರು: "ಮಿಂಚು ಅಪಾಯಕಾರಿಯಾಗಬಹುದು! ಇದು ಬೆಂಕಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಬಹುದು, ಕಟ್ಟಡಗಳಿಗೆ ಹಾನಿ ಮಾಡಬಹುದು ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರು ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ತೀವ್ರವಾದ ಸುಟ್ಟಗಾಯಗಳು ಅಥವಾ ಅವರ ಸಾವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ನಾವು ಅಗತ್ಯ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು



ಚಿತ್ರ 1. ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಿಂದ ಬರುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಿ. ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡುವ ಮತ್ತು ಸಿಡಿಲನ್ನು ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಕ್ಷಣಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರದ ಸೆಕೆಂಡುಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಿ. ಸಿಡಿಲು ಹೊಡೆದ ಜಾಗದಿಂದ ನೀವು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದೀರಿ (ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ) ಎಂದು ತಿಳಿಯಲು ಈ ಅಂತರವನ್ನು ಮೂರರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿ.
ಕೃಪೆ: ಸೈನ್ಸ್ ನೋಟ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಐ ವಂಡರ್...ಗಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ (URL: https://sciencenotes.org/time-between-lightning-and-thunder-how-far-away-is-lightning/). ಪರವಾನಗಿ: CC BY-NC-ND.

ಮತ್ತು ಮಿಂಚಿನಿಂದ ನಮ್ಮನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು."[1] ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಈ ಭಾಗವನ್ನು ತಾವೇ ಓದಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವರು ಕಾಯುತ್ತಿದ್ದರು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಪುಸ್ತಕಗಳಿಂದ ತಲೆಯೆತ್ತಿ ನೋಡುವುದನ್ನು ಕಂಡು, ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು, "ಗುಡುಗಿನ ಬಗೆಗಿನ ಮೋಜಿನ ಸಂಗತಿ ಇಲ್ಲಿದೆ! ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡುವುದು ಮತ್ತು ಗುಡುಗನ್ನು ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ನಡುವೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಅಂತರವಿರುವುದನ್ನು ನೀವೆಲ್ಲರೂ ಗಮನಿಸಿದ್ದೀರಿ. ಈ ಅಂತರವು ಎಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿರುತ್ತದೆ?" ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡರು. ಕೆಲವರು 1 ಸೆಕೆಂಡ್ ಎಂದರು. ಇತರರು, ಕೆಲವು ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಎಂದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು ಕಾಯುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಪಠ್ಯಕ್ರಮದೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಗಳು:

ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಈ ಸಂವಾದ ಮತ್ತು ಅಂದಾಜಿಸುವ ಚಟುವಟಿಕೆಯು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಬಹುದು:

- ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುವುದು.
- ವೇಗ, ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯಂತಹ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ನೈಜ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದು.
- ಅಂದಾಜಿಸುವಿಕೆ ಮತ್ತು ತರ್ಕವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಉತ್ತಮ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದು.
- ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಲು ಮತ್ತು ಸರಿಯಾದ ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಕ್ಷರತೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು.

ಇದು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಗುರಿಗಳನ್ನು ತಲುಪಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಹುದು:

- CG–1: [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು] ದ್ರವ್ಯದ ಜಗತ್ತು, ಅದರ ಘಟಕಗಳು, ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾನೆ/ಳೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ, ಇದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ:
  - (C–1.2): *"ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು (ಭೌತ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ) ವಿವರಿಸುವುದು ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯದ ಕಣ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು (particulate nature) ಬಳಸಿ ದ್ರವ್ಯದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವುದು".*
  - *"ಒತ್ತಡ, ತಾಪಮಾನ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಮತ್ತು ವಿವರಿಸುವುದು."*
- CG–2: [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು] ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾನೆ/ಳೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ, ಇದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು (C–2.1) ಬೆಳೆಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ: "ಗಣಿತದ ಮತ್ತು ರೇಖಾಚಿತ್ರದ ಪ್ರಾತಿನಿಧ್ಯಗಳ ಮೂಲಕ ಭೌತಿಕ ಅಳತೆಗಳನ್ನು (ಸ್ಥಾನ, ಜವ ಮತ್ತು ಜವದಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳು) ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಏಕ-ಆಯಾಮದ ಚಲನೆಯನ್ನು (ಏಕರೂಪದ, ಏಕರೂಪವಲ್ಲದ, ಸಮತಲ, ಲಂಬ) ವಿವರಿಸುವುದು."
- CG–6: [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು] ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನದ ವಿಕಸನದೊಂದಿಗೆ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೂಲಕ ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತನಿಖೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾನೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ, ಇದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು (C–6.2) ಬೆಳೆಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ: *"ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಭಾಷೆಯನ್ನು ಬಳಸಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು (ಒಂದು ಘಟನೆಯ ಸಂಭವನೀಯ ಕಾರಣಗಳು, ಮಾದರಿಗಳು ಅಥವಾ ವಸ್ತುಗಳ ನಡವಳಿಕೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು) ಮತ್ತು ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದು (ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪರಿಸರದ ವೀಕ್ಷಣೆ, ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಸರಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಸುವ ಮೂಲಕ)"*[12]

ಇದು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಕೆಳಗಿನ ಕಲಿಕಾ ಫಲಗಳನ್ನು ತಲುಪಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ:

- [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು] ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕಾರಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸುತ್ತಾನೆ/ಳೆ...
- [ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು] ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ದೈನಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತಾನೆ/ಳೆ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ... ವಿಪತ್ತುಗಳ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ನಂತರ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು.
- [ಕಲಿಕಾರ್ಥಿಯು] ಶಬ್ದದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಸರಣದಂತಹ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತಾನೆ/ಳೆ...

ಊಹೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡ ನಂತರ, ಅವರು ಕೇಳಿದರು, "ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈ ಅಂತರದ ಅವಧಿಯು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆಯೇ ಅಥವಾ ಅದು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯೇ?" ಅನೇಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅದು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರು.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಳಿದರು, "ನಿಮಗೂ ಮತ್ತು ಮಿಂಚಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಈ ಅಂತರವು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಮಿಂಚು ನಮ್ಮಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ನಾವು ಈ ಅಂತರವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು." ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ಶಿಕ್ಷಕರತ್ತ ನೋಡಿದರು.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಬೋರ್ಡ್ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿ ಹೀಗೆ ಬರೆದರು:

> ವೇಗ = ಚಲಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ / ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಒಟ್ಟು ಸಮಯ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೇಳಿದರು: "ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲಿರುವ ಸೂತ್ರ ನಿಮಗೆ ನೆನಪಿದೆಯೇ?" [11] ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಲೆಯಾಡಿಸಿದರು. ಕೆಲವರು ಹೌದು ಎಂದರು. ಕೆಲವರು ಮೌನವಾಗಿದ್ದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿವರಿಸಿದರು: "ಶಬ್ದದ ವೇಗವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 0.343 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ." ಶಿಕ್ಷಕರು ಪುನರುಚ್ಚರಿಸಿದರು, "ಇದರರ್ಥ ಶಬ್ದವು 1 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 0.343 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ನಾವು ಮಿಂಚನ್ನು ನೋಡಿದ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ನಂತರ ಅದು ನಮ್ಮನ್ನು ತಲುಪಿದರೆ, ಮಿಂಚು ನಮ್ಮಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ?" ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೇಳಿದರು, "0.343 ಕಿಲೋಮೀಟರ್." ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು, "ಸರಿ. ನಮ್ಮಿಂದ 1 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿ ಮಿಂಚು ಬಡಿಯುತ್ತದೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿ. ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದ ನಮ್ಮನ್ನು ತಲುಪಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ?" ತರಗತಿಯು ನಿಶ್ಶಬ್ದವಾಗಿತ್ತು.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಬೋರ್ಡ್ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿ ಹೀಗೆ ಬರೆದರು:

> ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದವು ಚಲಿಸುವ ದೂರ:
>
> 0.343 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ = 1 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ
>
> 1.000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ = ? ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿಯೊಬ್ಬಳು ಉತ್ತರಿಸಿದಳು, "1 ಅನ್ನು 0.343ರಿಂದ ಭಾಗಿಸಬೇಕು." ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು, "ಸರಿ. ಇದು ಸುಮಾರು 3 ಸೆಕೆಂಡುಗಳು." ಅವರು ಕೊನೆಯ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರಶ್ನಾರ್ಥಕ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಅಳಿಸಿಹಾಕಿದರು ಮತ್ತು ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲೆ ಇದನ್ನು ನೋಡಬಹುದಿತ್ತು:

> ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದವು ಚಲಿಸುವ ದೂರ:
>
> 0.343 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ = 1 ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ
>
> 1.000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ = 3 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಕೇಳಿದರು: "ಮಿಂಚಿನ ಹೊಳಪಿನ 6 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಂತರ ನೀವು ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದವನ್ನು ಕೇಳಿದರೆ, ಮಿಂಚು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಬಡಿದಿದೆ?" ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು 2 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎಂದು ಹೇಳಿದರು. ಶಿಕ್ಷಕರು "ಸರಿ" ಎಂದು ಉತ್ತರಿಸಿ ಇದನ್ನು ಬೋರ್ಡ್ ಮೇಲೆ ಬರೆಯಲು ಅವರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿದರು (ಚಿತ್ರ 1 ನೋಡಿ).

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಕೇಳಿದರು, "ಆದರೆ ನಾವು ಹೊರಗಿದ್ದರೆ ಎಷ್ಟು ಸೆಕೆಂಡುಗಳು ಎಂದು ನಮಗೆ ಹೇಗೆ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ?" ಶಿಕ್ಷಕರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು, "ನೀವು ನಿಖರವಾಗಿರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಮುಂದಿನ ಬಾರಿ ನೀವು ಮಿಂಚಿನ ಹೊಳಪನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ, ಎಣಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ. 1... 2... 3... ಇದು ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸರಿಸುಮಾರು ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವರು 101, 102, 103 ಎಂದು ಎಣಿಸಲು ಸಲಹೆ ನೀಡುತ್ತಾರೆ... ಹೆಚ್ಚು ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದರಿಂದ ನಾವು ತುಂಬಾ ವೇಗವಾಗಿ ಎಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಇದರ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿದೆ. ನೀವು ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದ ಕೇಳುವವರೆಗೆ ಎಣಿಸುತ್ತಲೇ ಇರಿ. ನಂತರ, ನೀವು ಏನು ಮಾಡುತ್ತೀರಿ?" ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಉತ್ತರಿಸಿದರು, "ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು 3ರಿಂದ ಭಾಗಿಸುತ್ತೇವೆ." ಶಿಕ್ಷಕರು ತಲೆಯಾಡಿಸಿದರು, "ಹೌದು. ಮಿಂಚು ನಿಮ್ಮಿಂದ ಎಷ್ಟು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇದು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹೊಳಪಿನ ಕೇವಲ 1 ಅಥವಾ 2 ಸೆಕೆಂಡುಗಳ ನಂತರ ಗುಡುಗು ಬಂದರೆ, ಮಿಂಚು ತುಂಬಾ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದರ್ಥ. ನೀವು ತಕ್ಷಣ ಒಳಾಂಗಣಕ್ಕೆ ಹೋಗಬೇಕು."

ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೂಲಕ ಶಿಕ್ಷಕರು ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸಿದರು.

ಅಂತಿಮ ನುಡಿ

ಈ ಸಂವಾದವು 8ನೇ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗಿನ ನಮ್ಮ ಸಂಭಾಷಣೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ (ಬಾಕ್ಸ್ 1 ಅನ್ನು ನೋಡಿ). ಈ ಸಂಭಾಷಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಅರ್ಥಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಲು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಅಧ್ಯಾಯಗಳು ಮತ್ತು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಂದ ಅವರ ಪೂರ್ವ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಬೇಕು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್, ತಾಪಮಾನ, ಶಾಖ ವರ್ಗಾವಣೆ, ದ್ರವ್ಯದ ಕಣ ಸ್ವರೂಪ (particulate nature of matter), ಶಬ್ದ ಮತ್ತು ರೇಖೀಯ ಚಲನೆಗಳು ಸೇರಿವೆ. ನಮಗೂ ಮತ್ತು ಮಿಂಚು ಬಡಿಯುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಂತರವನ್ನು ಅಂದಾಜಿಸುವ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಶಬ್ದದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ (ಶಿಕ್ಷಕರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿಯನ್ನು ನೋಡಿ). ಇದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮ ಸುರಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪ್ರಸ್ತುತತೆಯನ್ನು ಅರಿಯಲೂ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯು ವಾಸ್ತವವಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಬಹುದು.

ಈ ವಿಷಯದ ಕುರಿತಾದ ನಮ್ಮ ಮಾತುಕತೆಗಳು ಬಿಸಿಲಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದಿವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕುತೂಹಲವಿದ್ದರೂ, ನಾವು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಮುಂದಿನ ಬಾರಿ ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆ ಬಂದಾಗ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವುದಾಗಿ ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಮಗೆ ಭರವಸೆ ನೀಡಿದರು. ನಮ್ಮ ಮುಂದಿನ ಭೇಟಿಯಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಿಂಚು ಮತ್ತು ಗುಡುಗಿನ ನಡುವಿನ ಅಂತರವು ಎಷ್ಟು ಸಮಯವಿತ್ತು ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ತಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡರು. ಅವರಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ತಮಗೂ ಮತ್ತು ಮಿಂಚು ಬಡಿದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಂತರದ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ಅಂದಾಜುಗಳನ್ನು ಸಹ ಹಂಚಿಕೊಂಡರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲು ಕಷ್ಟಪಟ್ಟರೆ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಶ್ರವಣ-ದೃಶ್ಯ ಉಪಕರಣಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ಅನುಭವವನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲೇ ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದು. ನಾವು ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಸ್ವತಃ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿಲ್ಲ.

ಪ್ರಮುಖ ಕಲಿಕೆಗಳು

- ಮಿಂಚಿನ ನಂತರ ಗುಡುಗು ಬರುತ್ತದೆ ಎಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗಮನಿಸುತ್ತಾರೆ. ಎಂಟನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವು ಮಿಂಚು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಗುಡುಗು ಮತ್ತು ಮಿಂಚಿನೊಂದಿಗೆ ಅದಕ್ಕಿರುವ ಸಂಬಂಧದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಅಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಸಿಗದಿರಬಹುದು.
- ಗುಡುಗು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಮಿಂಚು ಕಂಡ ನಂತರ ಗುಡುಗು ಏಕೆ ಕೇಳುತ್ತದೆ – ಈ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ದೈನಂದಿನ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯುತ್, ತಾಪಮಾನ, ಶಾಖ ವರ್ಗಾವಣೆ, ದ್ರವ್ಯದ ಕಣ ಸ್ವರೂಪ (particulate nature of matter), ಶಬ್ದ ಮತ್ತು ಸರಳ ರೇಖೀಯ ಚಲನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದು.
- ಮಿಂಚು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸಿದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಲು ಗುಡುಗಿನ ಶಬ್ದವನ್ನು ಬಳಸುವ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯು, ಗುಡುಗು ಸಹಿತ ಮಳೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

(ಎ) ಲೇಖನದ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಿರುವ ಚಿತ್ರದ (ದೊಡ್ಡ ಮಿಂಚು) ಮೂಲ: Sunilvirus, ವಿಕಿಮೀಡಿಯ ಕಾಮನ್ಸ್.URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Big_Lightning_Strike.jpg. ಪರವಾನಗಿ: CC BY-SA 4.0 ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಷನಲ್ ಡೀಡ್.

(ಬಿ) ಈ ಲೇಖನದೊಂದಿಗೆ ಒಂದು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದಾದ ತರಗತಿ ಸಂಪನ್ಮೂಲವಿದೆ: **ಶಿಕ್ಷಕರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ: ಶಬ್ದ ಮತ್ತು ಬೆಳಕನ್ನು ಅಲೆಗಳಾಗಿ ದೃಶ್ಯೀಕರಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಹೋಲಿಸುವುದು**

ಪರಾಮರ್ಶನ:

1. National Council of Educational Research and Training (2025-2026). 'Chapter 6: Pressure, Winds, Storms, and Cyclones'. Curiosity, Textbook of Science for Grade VIII: 90-92. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?hecu1=6-12.
2. US Dept of Commerce. 'How Hot Is Lightning?' National Weather Service. URL: https://www.weather.gov/safety/lightning-temperature. Accessed on: Jul 25, 2025.
3. Lightning, James. 'How Much Electricity Does a Lightning Bolt Contain?'. Energy Professionals. URL: https://www.energyprofessionals.com/how-much-electricity-does-a-lightning-bolt-contain/. Accessed on: Aug 9, 2025.
4. National Council of Educational Research and Training (2025-2026). 'Chapter 7: Heat Transfer in Nature'. Curiosity, Textbook of Science for Grade VII: 89-104. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?gecu1=7-12.
5. National Council of Educational Research and Training (2025-2026). 'Chapter 3: Electricity: Circuits and their Components'. Curiosity, Textbook of Science for Grade VII: 23-40. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?gecu1=3-12.
6. Karl Tate (2012). 'Infographic: How Lightning Works'. Live Science. URL: https://www.livescience.com/34246-infographic-how-lightning-works.html. Accessed on: Jul 25, 2025.
7. The Editors of Encyclopaedia Britannica (2025-2026). 'How Hot Can Lightning Get?'. Encyclopaedia Britannica, Inc. URL: https://www.britannica.com/science/How-Hot-Can-Lightning-Get. Accessed on: Jul 25, 2025.

8. National Council of Educational Research and Training (Reprint 2025-2026). 'Chapter 7: Temperature and its Measurement'. Curiosity, Textbook of Science for Grade VI: 123-141. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?fecu1=7-12.
9. National Council of Educational Research and Training (2025-2026). 'Chapter 7: Particulate Nature of Matter'. Curiosity, Textbook of Science for Grade VIII: 98-115. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?hecu1=7-12.
10. National Council of Educational Research and Training (Rationalised, 2024-2025). 'Chapter 10: Sound'. Textbook of Science for Grade VIII: 123-137. URL: https://ncert.nic.in/textbook/pdf/hesc110.pdf.
11. National Council of Educational Research and Training (2025-2026). 'Chapter 8: Measurement of Time and Motion'. Curiosity, Textbook of Science for Grade VII: 105-120. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?gecu1=8-12.
12. 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.
13. National Council of Educational Research and Training (2017). 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf.
14. Central Board of Secondary Education (2020). 'Teachers' Resource for Achieving Learning Outcomes, Classes 1 to 10'. URL: https://cbseacademic.nic.in/web_material/Manuals/TeachersResource_LODoc.pdf.

ಸೌರಭ್ ದೇಕಾ ಅವರು 2020ರಿಂದ ಉತ್ತರಾಖಂಡದ ತೆಹ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಮ್‌ಜಿ ಫೌಂಡೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಈಮೇಲ್ ವಿಳಾಸ: saurabh.deka@azimpremjifoundation.org.

ಅನುರಾಗ್ ತಿವಾರಿ ಅವರು 2020ರಿಂದ ಉತ್ತರಾಖಂಡದ ಚಮೋಲಿಯಲ್ಲಿ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಮ್‌ಜಿ ಫೌಂಡೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಈಮೇಲ್ ವಿಳಾಸ: anurag.tiwari@azimpremjifoundation.org.

ಅನುವಾದ: **ಮಧುಕರ ಎಸ್. ಪುಟ್ಟಿ** | ಪರಿಶೀಲನೆ: **ಮಹೇಶ್ ಕುಮಾರ್ ಸಿ. ಎಸ್.**