ಕಾರ್ಯನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ

ತಯಾರಿಕಾ ವಿಧಾನ:
ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ

ಶಿವ್ ಪಾಂಡೆ

ಮಕ್ಕಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಸರಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳ ಮಾದರಿ (ಮಾಡೆಲ್)ಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ಏನು ಕಲಿಯಬಹುದು? ತಯಾರಿಕೆಯ ಈ ಅನುಭವ ವೈಚಾರಿಕತೆ ಹಾಗೂ ಚರ್ಚೆಯ ಮನೋಭಾವವನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುವುದೇ? ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರ ಪಾತ್ರವೇನು?

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸರಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳ ಮಾದರಿ 'ತಯಾರಿಕೆ'ಯನ್ನು ಮೊದಲಿನಿಂದ ಮಾಡಲು ಕಲಿಸುವುದು ಹಲವು ಪ್ರಯೋಜನಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಮಾದರಿಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಹಾಗೂ ಇವು ಹೇಗೆ ಮತ್ತು ಏಕೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಓರ್ವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಂತೆ ಹೇಗೆ ಆಲೋಚಿಸಬಹುದು ಎನ್ನುವ ಅನುಭವವನ್ನು ತರುತ್ತದೆ. ಕಡಿಮೆ ಖರ್ಚಿನ, ನಮ್ಮಲ್ಲೇ ಸುಲಭವಾಗಿ ದೊರಕುವ ಸಾಮಾನುಗಳಿಂದ ಈ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದರಿಂದ ಅವರ ಸೃಜನಶೀಲತೆ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ಬಲಗೊಳ್ಳುವುದರೊಂದಿಗೆ, ಅವರಿಗೆ ವೈಫಲ್ಯಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸುವ ಧೈರ್ಯವನ್ನೂ ಕಲಿಸುತ್ತದೆ. ಮಾದರಿಯ ವಿವಿಧ ಘಟಕಗಳ ಪಾತ್ರ ಹಾಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೊಂದಿಗೆ ಆಟವಾಡುವುದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮತ್ತಷ್ಟು ಆಳವಾಗಿ ತೊಡಗಬಹುದು. ಇವುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ಅನುಭವದಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು, ಹಲವು ಪ್ರಮುಖ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕೌಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕೌಶಲ್ಯದಿಂದ ಕೂಡಿದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತರುವುದರಿಂದ ಒಂದು ಮಾದರಿ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಡಬಹುದು, ಕಾರಣ ಹಾಗೂ ಪರಿಣಾಮದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದರೊಂದಿಗೆ ವಿಭಿನ್ನ ವ್ಯತ್ಯಯ (ವೇರಿಯೆಬಲ್)ಗಳಲ್ಲಿನ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು ಹಾಗೂ ತಮ್ಮ ತೀರ್ಮಾನಗಳ ಮಿತಿಯನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇಂತಹ ಅನುಭವಗಳಿಂದ ಪಡೆದ ಈ ಕೌಶಲ್ಯ ಹಾಗೂ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇಂತಹ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ನಿಯತವಾಗಿ ಕಲ್ಪಿಸುವುದರಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸ್ವತಂತ್ರ ಕಲಿಕೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಕೆಯ ಈ ಅನುಭವವನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಲೆಂದೇ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತಹ ಉಪಕರಣ ಹಾಗೂ ಮಾದರಿಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ನೀಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ,

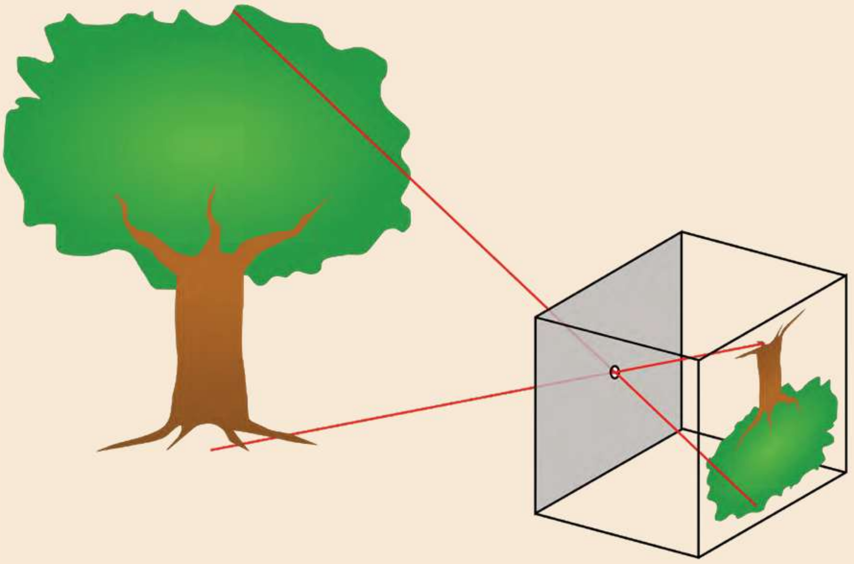
ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಇದನ್ನು ಓದಿ, ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಂಡು, ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ತಾವಾಗಿಯೇ ಆದಷ್ಟೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಕಲಿಯಲಿ ಎಂದು ಶಿಕ್ಷಕರು ಅಪೇಕ್ಷಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಪುನರಾವರ್ತನೆಯಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ತಕ್ಕ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಾವೀಣ್ಯತೆ ಹಾಗೂ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಬಂದಿದ್ದರೂ ಸಹ, ಅದನ್ನು ಬಳಸಿ ಅವರ ಸೃಜನಶೀಲತೆ ಹಾಗೂ ತಾರ್ಕಿಕ ವೈಚಾರಿಕತೆಯ ಕೌಶಲ್ಯವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ಅವಕಾಶಗಳ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ತಯಾರಿಕಾ ವಿಧಾನವನ್ನು ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ರೂಪಿಸಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವುದು:

1. ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸಾಮಾಗ್ರಿ ಹಾಗೂ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಾಡು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುವುದು.
2. ಮಾದರಿಗಳ ಕಾರ್ಯತತ್ವವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವೇ ಖುದ್ದು ಅದರ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಮಾಡುವುದು.
3. ಹೊಸ ವೈಚಾರಿಕತೆಯನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವರ ಅವಲೋಕನ ಹಾಗೂ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ತನಿಖಾವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನಿಸುವುದು.

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿಧಾನಗಳು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅನೇಕ ಹಂತಗಳು ಹಾಗೂ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು, ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ, ಹಂತ ಹಂತವಾದ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಹಾಗೂ ಸಹಕಾರಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಕಸ್ಮಾತ್, ತಾವಾಗಿಯೇ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ, ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಗಮನವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೆಂದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಾದರಿಯ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ತರಲು ಗಮನ ಹರಿಸಲಾಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಸೃಜನಶೀಲ ವಿಜ್ಞಾನ

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಆರನೇ ತರಗತಿಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳು

ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಯಾವುದೇ ಕನ್ನಡಿ ಅಥವಾ ಮಸೂರದ (ಲೆನ್ಸ್) ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇ ಬಿಂಬವನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುವ ದೃಗುಪಕರಣ (ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಉಪಕರಣ). ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಒಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ರಂಧ್ರ ಹಾಗೂ ಅದರ ಎದುರು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅರೆಪಾರದರ್ಶಕ ಪರದೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಬೆಳಕು ನಿರೋಧಕ ಖಾಲಿ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರಕಾಶಿತ ವಸ್ತುವಿನತ್ತ ಡಬ್ಬದ ರಂಧ್ರವಿರುವ ಭಾಗವನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಅವರು ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುವಿನ ನೈಜ, ಆದರೆ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ನೋಡಬಲ್ಲರು (ಚಿತ್ರ 1)[1].



ಚಿತ್ರ 1. ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ತತ್ವಗಳು. ಪ್ರಕಾಶಿತ ವಸ್ತುವಿನ ಬೆಳಕು ಪುಟ್ಟ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಕಪ್ಪು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಸೇರಿ, ಎದುರಿಗಿರುವ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ನೈಜ, ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಹಾಗೂ ಸಣ್ಣದಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ.
ಕೃಪೆ: en:User:DrBob (original); en:User:Pbroksl3 (redraw), Wikimedia Commons.
URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinhole-camera.svg. ಪರವಾನಗಿ: Public Domain.

ಆರನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಎಂಟನೇ ಪಾಠದಲ್ಲಿ (ಬೆಳಕು, ನೆರಳು ಹಾಗೂ ಪ್ರತಿಫಲನ) ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ (NCERT, 2023– 2024)[2]. ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆಯೆಂಬ ನಿಯಮವನ್ನು ಈ ಪಾಠ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ಅನೇಕ ನೈಜ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಾದ ಗ್ರಹಣ ಹಾಗೂ ನೆರಳಿನ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಬೆಳಕಿನ ರೇಖೀಯ ಪ್ರಸರಣವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈಗ ಇದನ್ನು ಏಳನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಹನ್ನೊಂದನೆಯ ಪಾಠ[“ಬೆಳಕು”]ದಲ್ಲಿ (NCERT, 2024–2025)[3] ಕಾಣಬಹುದು.

ಈ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಬಾಯಿಪಾಠದಂತೆ ಕಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಶಾಲಾ ಶಿಕ್ಷಣದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಚೌಕಟ್ಟು(National curriculum Framework for school children– NCF–SE) 2023 ಶಿಫಾರಸಿನಂತೆ: “ಬೆಳಕಿನ ರೇಖೀಯ ಪ್ರಸರಣವನ್ನು ಹೇಳಿದರೆ ಸಾಲದು... ಬೆಳಕಿನ ರೇಖೀಯ ಪ್ರಸರಣದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಒಂದು ಕಾರ್ಡ್‌ಬೋರ್ಡ್ ಹಾಳೆಗೆ ಚಿಕ್ಕ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ, ಅಥವಾ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಮಾಡಿದ ಒಂದು ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಅಥವಾ ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್‌ನ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಉರಿಯುತ್ತಿರುವ ಮೋಂಬತ್ತಿಯನ್ನು ನೋಡಬಹುದು.”[4,5]

ಇದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ 6ನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಕಲಿಕೆಯ ಫಲಿತಾಂಶವೆಂದರೆ: “ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಸಿಗುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಅದರ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಉದಾ., ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ, ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಟಾರ್ಚ್ ಇತ್ಯಾದಿ.”[6]

ಶಿಕ್ಷಕರೊಬ್ಬರು ಈ ಅಡೆತಡೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿ, ಮಾದರಿ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳು ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನವನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಕಲಿಕೆಯ ಉದ್ದೇಶದತ್ತ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಆರನೇ ತರಗತಿಯ (ಬಾಕ್ಸ್ 1) ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ (ದ್ಯುತಿರಂಧ್ರ ಬಿಂಬಗ್ರಾಹಿ) ಮಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಇದಕ್ಕೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ನೋಡಬಹುದು.

ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ತಯಾರಿಕೆ

ಉತ್ತರಕಾಶಿಯ ಹಿರಿಯ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಸರ್ಕಾರಿ ಶಾಲೆಯ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ತಾವೇ ತಮ್ಮ ಕೈಚಳಕದಿಂದ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಮಾಡಲು ಆಹ್ವಾನಿಸಿದೆವು (ಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಳೆ : ನಿಮ್ಮದೇ ಸ್ವಂತ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ). ಕಲಿಸಲು ನಾನು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಸಿದೆ:

ಹಂತ 1. ಬಳಸಿ ಬಿಸಾಡುವ ಪೇಪರ್ ಲೋಟ ಹಾಗೂ ಅದರ ತೆರೆದ ಭಾಗವನ್ನು ಮುಚ್ಚುವಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಬಟರ್ ಪೇಪರನ್ನು ಬಳಸಿ ನಾನು ಮಾಡಿದ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತೋರಿಸುವ ಮೂಲಕ ನನ್ನ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದೆ. ಲೋಟದ ಮುಚ್ಚಿದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪಿನ್ನನ್ನು ಬಳಸಿ ಪ್ರಕಾಶಿತ ವಸ್ತುವೊಂದರ ಬೆಳಕು ಲೋಟದ ಒಳಗೆ ಬರುವಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾದ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಬಿಂಬ ಕಾಣಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವ ಪರದೆಯಂತೆ ಬಟರ್ ಪೇಪರ್ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕ್ಯಾಮೆರಾವನ್ನು ತಾವೇ ಉಪಯೋಗಿಸುವಂತೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿದೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳು ಏನಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಲು ಹೇಳಿದೆ. ತಾವು ಕಂಡ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹೇಳಿದ ನಂತರ, ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯೊಂದನ್ನು ಹಚ್ಚಿ, ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ರಂಧ್ರವಿರುವ ಭಾಗವನ್ನು ಜ್ವಾಲೆಯತ್ತ ಇರಿಸಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಪರದೆಯನ್ನು ನೋಡುವಂತೆ ಹೇಳಿದೆ. ಮೇಣದಬತ್ತಿಯ ಬೆಳಕಿನ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಬಿಂಬ ಕಂಡಿತೆಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹಂಚಿಕೊಂಡರು. ನಾನು ಕ್ಯಾಮೆರಾವನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅದರ ಬಿಡಿ ಭಾಗಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಬೆಳಕನ್ನು ಹರಿಸಲು ರಂಧ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಯಾವುದೇ ಅಪಾರದರ್ಶಕ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು ಹಾಗೂ ಪ್ರಕಾಶಿತ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಿಂಬಿಸಲು ಯಾವುದೇ ಪಾರದರ್ಶಕ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಪರದೆಯಂತೆ ಬಳಸಬಹುದೆಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಿಳಿಸುವುದು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಮುಖ್ಯ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿತ್ತು.

ಹಂತ 2. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸ್ವಂತ ಕ್ಯಾಮೆರಾವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆಂದು ಉತ್ಸುಕರಾದಾಗ ಶಿಕ್ಷಕರ ಮೇಜಿನ ಮೇಲಿಟ್ಟಿದ್ದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಿಂದ ನಿರ್ಮಾಣದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಹೇಳಿದೆ. ಈ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಪೇಪರ್ ಲೋಟಗಳು, ಬಟರ್ ಪೇಪರ್ ತುಣುಕುಗಳು, ಗೋಂದು, ಟೇಪ್ ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿದ್ದವು. ವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಮೇಜುಗಳಿಗೆ ತೆರಳಿ, ಕ್ಯಾಮೆರಾ ತಯಾರಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದಾಗ, ನಾನು ಅವರನ್ನು ಗಮನಿಸುತ್ತಾ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಾಡಿದೆ.

ಬಟರ್ ಪೇಪರನ್ನು ಸುಕ್ಕಾಗಿಸದೇ ಅಥವಾ ಹರಿಯದೇ ಪೇಪರ್ ಲೋಟಗಳಿಗೆ ಹಚ್ಚುವುದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿತ್ತು. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಗೆಳೆಯರ ಸಹಾಯ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ, ಲೋಟಕ್ಕೆ ಪೇಪರ್ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಲು ರಬ್ಬರ್‌ಬ್ಯಾಂಡನ್ನು ಬಳಸಿದರು. ಆದರೆ, ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ ಈ ರೀತಿಯ ಪರದೆಗಳು ಕ್ರಮೇಣವಾಗಿ ಸುಕ್ಕಾಗುವುದನ್ನು ನಾನು ಗಮನಿಸಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಬಟರ್ ಪೇಪರಿನ ತುದಿಗಳು ಲೋಟವನ್ನು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಗೋಂದನ್ನು ಹಚ್ಚುವಂತೆ ಸಲಹೆ ನೀಡಿದೆ. ತರಗತಿಯ ಎಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ತಯಾರಾದ ನಂತರ, ತಮ್ಮ ಮಾದರಿಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಹೇಳಿದೆ. ಶಿಕ್ಷಕರ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಮೇಣದಬತ್ತಿಯೊಂದನ್ನು ಹಚ್ಚಿಟ್ಟೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅವರವರ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಪರದೆಯ ಮೇಲಿನ ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಮೇಜಿನ ಬಳಿ ಬಂದರು.

ಗಹನವಾದ ವಿಚಾರಣೆ ಹಾಗೂ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವುದು

ಅವರುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಮಸುಕು ಮಸುಕಾದ ಬಿಂಬ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಯಾವುದೇ ಸಲಹೆ ಸೂಚನೆಗಳಿಲ್ಲದೇ, ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಮಾಡಿದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಅದನ್ನು ಮೊದಲು ಜ್ವಾಲೆಯ ಸಮೀಪ, ನಂತರ ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರಕ್ಕೆ ಜರುಗಿಸಲು ಮುಂದಾದ. ಈ ಸಣ್ಣ ಪುಟ್ಟ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಗಳ ಬಳಿಕ ಬಿಂಬ ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಬಂದು ನಿಂತನು. ಜ್ವಾಲೆ ಹಾಗೂ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಬಿಂಬದ ಗಾತ್ರವೂ ಬದಲಾಗುವುದು ಓರ್ವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿತು. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ, ಪ್ರಕಾಶಿತ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ದ್ಯುತಿರಂಧ್ರ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವಿರುತ್ತದೆಯೋ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಅದರ ಬಿಂಬ ಅಷ್ಟೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು.

ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಉಳಿದವರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕಷ್ಟಪಟ್ಟರು. ತಮ್ಮ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳನ್ನು ಉಳಿದವರ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಲು ನಾನವರಿಗೆ ಹೇಳಿದೆ: ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನೇನಾದರೂ ಅವರು ಗಮನಿಸಿದರೇ? ನಾವು ಗಮನಿಸಿದ ಒಂದು ಅಂಶವೆಂದರೆ ಬೆಳಕು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ದ್ಯುತಿರಂಧ್ರದ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ. ನನ್ನ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಲೋಟದ ತಳವನ್ನು ಸೂಜಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಬಾಲ್‌ಪಾಯಿಂಟ್ ಪೆನ್ನಿನಿಂದ ಚುಚ್ಚಿದ್ದರು.

ಇದರಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ದ್ಯುತಿರಂಧ್ರ ಚಿಕ್ಕದಿದ್ದಷ್ಟೂ ಅದರಿಂದ ಮೂಡುವ ಬಿಂಬ ಅಷ್ಟೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ನನ್ನ ಎರಡನೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆ: ಮೊದಲನೇ ದೊಡ್ಡ ರಂಧ್ರದ (ಬಾಲ್‌ಪಾಯಿಂಟ್ ಪೆನ್ನಿನ ತುದಿಯಿಂದ ಮಾಡಿದ) ಪಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಎರಡನೇ ರಂಧ್ರವನ್ನು (ಸೂಜಿಯಿಂದ ಚುಚ್ಚಿದ) ಮಾಡಿದರೆ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ನಾನು ಏನನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು? ನನ್ನ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇದನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ಮುಂದಾದರು ಹಾಗೂ ಪರದೆಗಳ ಮೇಲೆ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಎರಡು ಜ್ವಾಲೆಗಳ ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಚಕಿತರಾದರು. ಇದರಿಂದ ಉತ್ತೇಜಿತರಾದ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಲೋಟಗಳ ಕೆಳಗೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ತೂತುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ, ಇದರಿಂದ ತಮ್ಮ ಪರದೆಗಳ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿಬಂದ ಚಿತ್ತಾರ ಹಾಗೂ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನೊಂದನ್ನೊಂದು ಹೋಲಿಸುತ್ತಾ ಸಂಭ್ರಮಿಸಿದರು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಬಿಂಬದ ಸ್ಪಷ್ಟತೆಯೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆಯಲು, ಕೊಠಡಿಯನ್ನು ಕತ್ತಲೆ ಮಾಡಿದರೆ ಏನಾದರೂ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೇ ಎಂದು ಕೇಳಿದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಖಾತ್ರಿಯಿಲ್ಲದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವಂತೆ ಉತ್ತೇಜಿಸಿದೆ. ನಾವು ಕಿಟಕಿಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ, ತರಗತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಒಂದು ದೀಪವನ್ನು ಆರಿಸಿದಾಗ,

ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಪರದೆಯ ಮೇಲಿದ್ದ ಬಿಂಬಗಳು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದವು. ಏಕೆ ಹೀಗಾಯಿತು ಎಂದು ನಾನು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದಾಗ, ಕೊಠಡಿಯನ್ನು ಕತ್ತಲೆ ಮಾಡಿದುದರಿಂದ ಜ್ವಾಲೆಯ ಬೆಳಕೆಲ್ಲವೂ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಪ್ರವೇಶಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಯಿತೆಂದು ಸೂಚಿಸಿದರು. ಇದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ನಾವೀಗಾಗಲೇ ಲೋಟದ ತಳ ಹಾಗೂ ಬದಿಗಳನ್ನು ಕಪ್ಪಾಗಿಸಿದ್ದೇವೆ ಎಂದು ನಾನು ಸಮಜಾಯಿಸಿದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಚರ್ಚೆಯ ನಂತರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬೆಳಕಿಗೆ ಪರದೆ ಎಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬಿಂಬ ಮೂಡುತ್ತದೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು.

ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬೆಳಕಿಗೆ ಪರದೆಯು ಆದಷ್ಟೂ ಕಡಿಮೆ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನಾವೇನಾದರೂ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಬಹುದೇ ಎಂದು ನಾನು ನನ್ನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದೆ. ಪರದೆಯನ್ನು ಕಪ್ಪಾಗಿಸುವುದು ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಾಗಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಗುರಿ ಮುಟ್ಟಬಹುದೆಂದು ನಾನು ಹೇಳಿದೆ. ಆದರೆ, ಇದರಿಂದ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡುವ ಜ್ವಾಲೆಯ ಬಿಂಬದ ಮೇಲಾಗುವ ಪರಿಣಾಮವೇನು? ಎಂದು ಕೇಳಿದೆ. ಆದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಹೇಗೆ ಉತ್ತರಿಸಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿಯಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ, ನಾವು ಪರದೆಗೆ ಬಟರ್ ಪೇಪರನ್ನು ಏಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆಯೆಂದು ಕೇಳಿದೆ. ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳಿಂದಲೂ ಪರದೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದಿತ್ತಲ್ಲವೇ? ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಮೌನವೇ ಉತ್ತರವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಪರದೆಯಂತೆ ಬಳಸಲು ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ಹೇಳಿದೆ. ಆ ವಸ್ತು ದುಬಾರಿಯಾಗಿರಬಾರದು ಹಾಗೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವಂತಿರಬೇಕೆನ್ನುವುದು ಮಾತ್ರ ನನ್ನ ಷರತ್ತಾಗಿತ್ತು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ನಾನು ಅದನ್ನು ಕಪ್ಪುಹಲಗೆಯ (ಬೋರ್ಡ್) ಮೇಲೆ ಬರೆದೆ: ಎಣ್ಣೆಯ ಕಾಗದ, ಖಾಲಿ ಬಿಳಿಯ ಹಾಳೆ, ಬಟ್ಟೆ ಹಾಗೂ ಪಾಲಿಥಿನ್. ನಾನು ಕಪ್ಪು ಹಾಳೆಯೊಂದನ್ನು ಸೇರಿಸಿ, ತರಗತಿಯನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದನ್ನೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ಹೇಳಿದೆ. ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು 5 ವಿವಿಧ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು. ಈ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಜ್ವಾಲೆಯ ಬಿಂಬ ಬಿಳಿ ಬಟರ್ ಪೇಪರ್ ಹಾಗೂ ಎಣ್ಣೆಯ ಕಾಗದ ಪರದೆಗಳ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿತ್ತು ಆದರೆ ಪಾಲಿಥಿನ್, ಬಿಳಿ ಹಾಳೆ ಹಾಗೂ ಎಣ್ಣೆಯ ಕಪ್ಪು

ಚಿತ್ರ 2. ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಾಡು ತರುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು
ಕೃಪೆ: ಶಿವ್ ಪಾಂಡೆ. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY-NC

ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿರಲಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡರು. ಇದನ್ನು ಅವರು ವಿವರಿಸಬಲ್ಲರೇ ಎಂದು ನಾನು ಕೇಳಿದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಚರ್ಚೆಯ ನಂತರ, ಕಪ್ಪು ಅಥವಾ ಅಪಾರದರ್ಶಕ ಪರದೆ (ಬಿಳಿ ಹಾಳೆಯಿಂದ ಮಾಡಿದ) ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯ ಬೆಳಕು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳದಂತೆ ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತದೆ ಬದಲಾಗಿ ಪಾರದರ್ಶಕ ಪರದೆ (ಪಾಲಿಥಿನ್‌ನಿಂದ ಮಾಡಿದ) ಬಿಂಬವನ್ನು ಮೂಡಿಸದೇ, ಬೆಳಕು ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಈ ಹಿಂದೆ ನಾನು ಕೇಳಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಯತ್ತ ಮತ್ತೆ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಹಿಂತಿರುಗಿಸಿದೆ: ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬೆಳಕಿಗೆ ಪರದೆಯು ಆದಷ್ಟೂ ಕಡಿಮೆ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನಾವೇನಾದರೂ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಬಹುದೇ? ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಗದದ ಗೋಡೆಯಂತೆ ಪರದೆಯನ್ನು ಮುಚ್ಚುವ ಸಲಹೆ ಓರ್ವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಿಂದ ಬಂದಿತು. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬೆಳಕನ್ನು ಈ ಗೋಡೆ ತಕ್ಕ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಕತ್ತರಿಸಿದರೂ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬಿಂಬದ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಇದು ಅಡ್ಡಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸೂಚಿಸಿದರು. ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕಪ್ಪು ಕಾಗದವನ್ನು ಕೊಳವೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ಅದರಿಂದ ಬಿಂಬವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದಲ್ಲವೇ ಎಂದು ಕೇಳಿದ. ಮೂರನೆಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕಾಗದದ ಗೋಡೆ ಉಪಾಯವನ್ನು ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸದೊಂದಿಗೆ ಬೆಂಬಲಿಸಿದ: ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಿಟಕಿಯನ್ನು ಮಾಡಿ ಅದರ ಮೂಲಕ ಪರದೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು. ಈ ಎರಡೂ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಮೇಲಿನ ಚರ್ಚೆ ಎರಡನ್ನೂ ಸೇರಿಸುವ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿತು. ಎರಡನೆಯ ಪೇಪರ್ ಲೋಟದ ಹೊರಭಾಗವನ್ನು ಕಪ್ಪಾಗಿಸಿದೆವು ಹಾಗೂ ಅದರ ತಳವನ್ನು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಲಾಯಿತು. ಲೋಟದ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗೆ ಅಂಟಿಸಲಾಯಿತು (ಚಿತ್ರ 2). ಈ ಹೊಸ ಮಾದರಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಹಳೆಯ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಷ್ಟೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಬಿಂಬ ಕತ್ತಲೆ ಮಾಡದ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಈ ಅವಧಿಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವರವರ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳನ್ನು ಮನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುವಂತೆ ಹೇಳಿ ಇತರೆ ಪ್ರಕಾಶಿತ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಮರಗಳು, ಪ್ರಾಣಿಗಳು, ಜನಗಳು, ಚಂದ್ರ ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ನೋಡುವಂತೆ ಹೇಳಿದೆ.

ಅಂತಿಮ ನುಡಿ

ತಯಾರಿಕೆಯ ಈ ಅನುಭವಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಯಾರು ಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕಲಿಯಲು ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಾದ ಬೆಳಕಿನ ರೇಖೀಯ ಪ್ರಸರಣ (rectilinear propagation of light), ತನ್ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ (ಪಾರದರ್ಶಕ, ಅರೆ ಪಾರದರ್ಶಕ, ಅಪಾರದರ್ಶಕ), ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಂಬ ಮೂಡುವ ವಿಧಾನ, ಹಾಗೂ ಈ ಬಿಂಬದ ಲಕ್ಷಣಗಳ

ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಅವಲೋಕನ ಹಾಗೂ ಅನುಭವಗಳೊಂದಿಗೆ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆದರೆ, ಇದನ್ನು ಮಾಡಲು ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಸಂಕೀರ್ಣ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಯಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ಅನುಸರಿಸುವಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳುವುದು ಸಾಕಾಗದೇ ಇರಬಹುದು. ಬದಲಾಗಿ, ಸರಳ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮದೇ ಸೃಜಲಶೀಲತೆಯನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ (ಆದಷ್ಟೂ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಹಾಗೂ ದುಬಾರಿಯಲ್ಲದ ವಸ್ತುಗಳು). ಹೆಚ್ಚು ಸಹಾಯ ಅಥವಾ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲದೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಅದನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿ ಮತ್ತೆ ಸೇರಿಸುವಂತಿರಬೇಕು. ಈ ಮಾದರಿಗಳ ಸಾಮಗ್ರಿ, ನಿರ್ಮಾಣ ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯ ವೈಖರಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವಂತೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುವಂತಹ ಶಿಕ್ಷಕರ ಪಾತ್ರವೂ ಇಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಇದು ವಿಶ್ಲೇಷಣಾತ್ಮಕ, ತಾರ್ಕಿಕ ಹಾಗೂ ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕ ಚಿಂತನಾ ಕುಶಲತೆಗಳನ್ನು ರೂಢಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಬೆರೆತುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಿಂತ, ತಯಾರಿಕೆಯ ಈ ಅನುಭವಗಳು ಅವರ ಸೃಜಲಶೀಲತೆ ಹಾಗೂ ಕುತೂಹಲದೊಂದಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಯಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಪ್ರಮುಖ ಕಲಿಕೆಗಳು

- ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಲಕರಣೆಗಳ ಸರಳ ಮಾದರಿಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ವಿಜ್ಞಾನ ಕೌಶಲ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಹಾಗೂ ಸಂಬಂಧಿತ ಗ್ರಹಿಕೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.
- ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ವಿಧಾನವು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದಂತೆ ಬಹಳ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದ್ದರೆ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ, ಅಗ್ಗದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಹಾಗೂ ಕಡಿಮೆ ಹಂತಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿಧಾನವನ್ನು ಹುಡುಕಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.
- ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವಂತಹ ಮಾದರಿಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ತೊಡಗಿಸಿ ಅವರಿಗೆ ಅದರ ಘಟಕಗಳು, ತಮ್ಮದೇ ಮಾದರಿಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಹಾಗೂ ಪರೀಕ್ಷೆ, ಇತರೆ ಪರಿಮಾಣಗಳಿಂದ ತಮ್ಮ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವ ಕೈಚಳಕ ಇವೆಲ್ಲದರ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ನೀಡುವುದರಿಂದ ಅವರ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾತ್ಮಕ, ತಾರ್ಕಿಕ ಹಾಗೂ ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕ ಚಿಂತನಾ ಕೌಶಲ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗುತ್ತದೆ.
- ಮಾದರಿಗಳ ಕಾರ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸುವುದು ಕೂಡ ಮುಖ್ಯ, ಇದರಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಚಿಂತನೆ ಹಾಗೂ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ.
- ತಯಾರಿಕೆಯ ಇಂತಹ ಅನುಭವಗಳು ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಸೃಜನಶೀಲತೆ ಮತ್ತು ಕುತೂಹಲಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

1. ಲೇಖನದ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಿರುವ ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ: ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಲೀವ್ಸ್, ಶೆಲ್ಲಿ, Flickr. URL: https://www.flickr.com/photos/cat-sidh/36580062351/. ಪರವಾನಗಿ: CC BY-NC-SA 2.0 Generic Deed.
2. ನೋಡಲು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುವಂತಹ, ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿಸಲು ಅಥವಾ ಗ್ರಹಣವನ್ನು ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತಹ, ಹಲವು ವಿನ್ಯಾಸಗಳ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ, ಇವುಗಳ ಸಂರಚನೆ ಹಾಗೂ ವಿನ್ಯಾಸವು ನೋಡುಗರು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಬೆನ್ನುಮಾಡಿ ನಿಲ್ಲಲು ಅನುಮತಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿರುವ ಮಾದರಿಯ ವಿನ್ಯಾಸವು ನೋಡುಗರು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಮುಖ ಮಾಡಿ ನಿಲ್ಲುವುದನ್ನು ಹಾಗೂ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ನೋಡುವುದನ್ನು ಅಗತ್ಯವಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಅವರ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಹಾಗಾಗಿ ಈ ವಿಚಾರವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಚರ್ಚಿಸುವುದು ಮುಖ್ಯವಾಗಬಹುದು ಹಾಗೂ ಎಂದಿಗೂ ನೇರವಾಗಿ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿರದ ಉಪಕರಣಗಳ ಮೂಲಕ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ನೋಡದಂತೆ ಅವರಿಗೆ ನೆನಪಿಸಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಜೊತೆಗೆ, ಯಾವುದೇ ತಂಪುಕನ್ನಡಕಗಳು (ಸನ್‌ಗ್ಲಾಸ್), ಬೈನಾಕುಲರ್‌ಗಳು, ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ಗಳು (ದೂರದರ್ಶಕಗಳು), ಹಾಗೂ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ಈ ವಿನ್ಯಾಸವು ಸೂರ್ಯನ ವಿರುದ್ಧ ಯಾವುದೇ ಸೂಕ್ತ ರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸಲಾರದು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅವರಿಗೆ ತಿಳಿಹೇಳುವುದೂ ಮುಖ್ಯ. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿರುವ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ನೋಡಲು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುವಂತೆ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು ಎಂದು ನೀವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕೇಳಬಹುದು.
3. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಒಂದು ತರಗತಿ ಸಂಪನ್ಮೂಲವಿದೆ: ಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಳೆ: ಸ್ವಂತ ಪಿನ್‌ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ.

ಪರಾಮರ್ಶನ:

1. Khan Academy Labs. 'What is a pinhole camera? | Virtual Cameras | Computer animation | Khan Academy'. YouTube. Uploaded on: Apr 13, 2019. URL: https://www.youtube.com/watch?v=jhBC39xZVnw.
2. National Council of Educational Research and Training (2006, 2022). 'Chapter 8: Light, Shadows and Reflections'. Science Textbook for Class VI (Rationalised 2023-24): 86-94. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?fesc1=8-16.
3. National Council of Educational Research and Training (2007, 2022). 'Chapter 11: Light'. Science Textbook for Class VII (Reprint 2024-25): 123-141. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?gesc1=11-13.
4. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks. '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.
5. ThinkTac. 'Light - Rectilinear Propagation | ThinkTac'. YouTube. Uploaded on Dec 30, 2020. URL: https://www.youtube.com/watch?v=3VIPtST5-HA.
6. National Council of Educational Research and Training. 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. First Edition. April 2017. National Council of Educational Research and Training, Sri Aurobindo Marg, New Delhi. ISBN 978-93-5007-785-6. URL: https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf.

ಶಿವ್ ಪಾಂಡೆ ಪ್ರಾಣಿವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ MSc. ಹಾಗೂ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ MPhil. ಹಾಗೂ B Ed. ಪೂರೈಸಿದ್ದಾರೆ. 12 ವರ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಸಿದ ನಂತರ ಅವರು ಶಿಕ್ಷಕ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಮ್‌ಜಿ ಫೌಂಡೇಷನ್ ಸೇರಿಕೊಂಡರು. ಪ್ರಸ್ತುತ ಅವರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ, ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾರ್ಯಾಗಾರಗಳು, ಶಿಕ್ಷಕ ತರಬೇತಿ, ಸರ್ಕಾರಿ ಶಾಲೆಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ತರಗತಿಗಳ ಆಸರೆ, ನಿರಂತರ ಹಾಗೂ ಸಮಗ್ರ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನದ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಉತ್ತರಕಾಶಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ 'ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ' ಹಾಗೂ 'ಶಿಕ್ಷಕರ ವೃತ್ತಿಪರ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ' ಕೋರ್ಸ್‌ಗಳನ್ನೂ ಕಲಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅವರನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಿ shiv.pandey@azimpremjifoundation.org

ಅನುವಾದ: **ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ** | ಪರಿಶೀಲನೆ: **ಪಿ. ಜಿ. ಸ್ಮಿತಾ**