

ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೇಕೆ ಮಾಡಬೇಕು?

ಭಾಸ್ ಬಾಪಟ್

ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಆದಿಶೋಧಕರಿಂದ ಕುಶಲ ಮತ್ತು ಬಲು ಪರಿಶ್ರಮದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲವು ಬಳುವಳಿಯಾಗಿ ದೊರೆತಿದೆ. ಮಾಹಿತಿಯ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ಈ ಯುಗದಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಎಲ್ಲೆಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಲು ಕೇವಲ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುವ ಬದಲು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾ ನಮ್ಮ ಕೈಕೊಳೆ ಮಾಡುವ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಬೇಕಾದ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಏಕೆ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಪರ್ಯಾಲೋಚಿಸುವುದು ವಿವೇಕಯುತವಾಗಿದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಿಂದಿರುವ ಶಕ್ತಿಯೇ ಮಾನವನ ಕುತೂಹಲ; ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ಏಕೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಕುತೂಹಲ, ಮತ್ತೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಪ್ರಕೃತಿ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆಂದು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಕುತೂಹಲ. ಈ ಕುತೂಹಲ ಹಲವು ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದು, ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸಿ ನೋಡುವುದು, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪರಿಣಾಮ ಅಥವಾ ಫಲಿತಾಂಶ ಉಂಟಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಪ್ರಭಾವಿಸುವ ಅಂಶವನ್ನು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮಾಡಿ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಆ ಮೂಲಕ ಕಾರಣ-ಪರಿಣಾಮ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ರುಜುವಾತುಪಡಿಸುವುದು. ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವೆಂದರೆ ಯಾವುದೇ ಆಲೋಚನೆಗಳನ್ನು

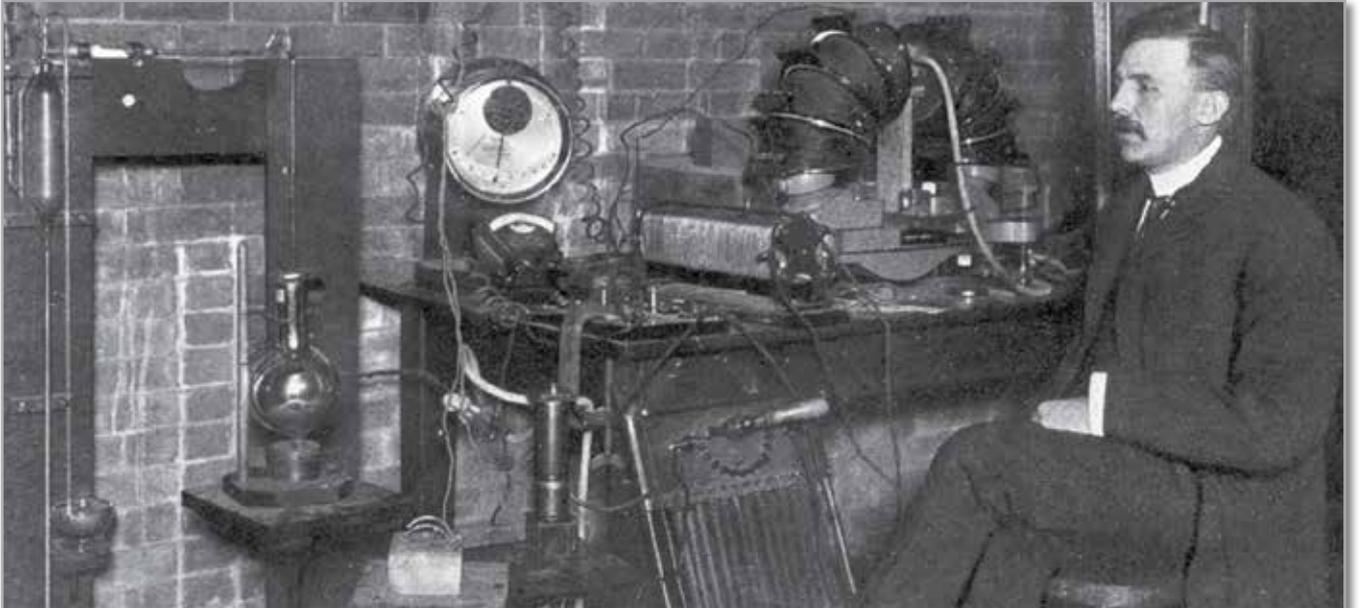
ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸದೆ ಸಂಗತಿಗಳು ಹೇಗಿರತಕ್ಕದ್ದು ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ತಾರ್ಕಿಕ ಚಿಂತನೆ ಮಾಡಿ, ಕಾರಣ-ಪರಿಣಾಮದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಊಹಿಸಿ ಹೇಳುವುದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಔಪಚಾರಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ, ಈ ಎರಡು ಹಾದಿಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಹಾಗೂ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಆದರೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಭಾವಿಸುವಂತೆ ಇವು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲ ಅಥವಾ ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಜಾಣ್ಮೆಯುಳ್ಳದ್ದೂ ಅಥವಾ ಪರಿಶುದ್ಧವೂ ಅಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕವಾಗಿವೆ. ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವು (ಅಥವಾ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸರಣಿಯು), ಅದರಿಂದ ಪಡೆದ ತೀರ್ಮಾನವು ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯಮಾನದ ಹೆಚ್ಚು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಅಥವಾ ವಿಶಾಲವಾದ ಅರ್ಥವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡದೇ ಹೋದಲ್ಲ ನಿರರ್ಥಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ, ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವು

ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಂಡ ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಲೋಕನಗಳನ್ನು (observation) ಸರಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸದೇ ಹೋದಲ್ಲ ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಅವಲೋಕಿಸಿದ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಊಹಿಸಿ ಹೇಳದೇ ಹೋದಲ್ಲ ಸಹ ನಿರರ್ಥಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವಾಗಲೂ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಹಲವು ಬಾರಿ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಲೋಕನದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಂಡ ತೀರ್ಮಾನಗಳ ಸಾರಸಂಗ್ರಹದಂತಿರುವ ಸರ್ವಸಮ್ಮತ ತತ್ವ (axioms)ಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಆಧಾರ ಸೂತ್ರ (postulates)ಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸುತ್ತದೆ. ನಾವು ಮಾನವರು ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ನಮ್ಮ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ನಂಬುವಂತೆ ತರಬೇತುಗೊಂಡಿರುತ್ತೇವೆ. ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಅಥವಾ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಓರ್ವ ತರಬೇತು ಪಡೆದಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಬಲು ಸಹಜವೆಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳುವಂತಹ ಒಂದು ವಿಚಾರವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಯಲ್ಲದ ವ್ಯಕ್ತಿಯು 'ಆದರೆ, ಅದು ನಿಜವೇ?' ಎಂದು ಕೇಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು. ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಕಾಣುವ ಪ್ರಪಂಚ. ನಮ್ಮೆಲ್ಲ ಯಾರೂ ಈ ವರೆಗೆ 'ನೋಡಿದಿದ್ದೆ'ರೂ, ನಾವು ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಂಬುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅವಲೋಕನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸಮಂಜಸವೆಂದು ಕಾಣುವ ಕೆಲವು ಆಧಾರಸೂತ್ರಗಳನ್ನು

ರಚಿಸಿ ತದನಂತರ ತರ್ಕವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸುವ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಜ್ಞಾನಸೌಧವನ್ನು ಕಟ್ಟುವುದು ನಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ.

ಹೀಗೆ, ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮೂರು ಪ್ರಮುಖ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಈ ಮೊದಲು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿರದ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾಹಿತಿ ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು, ಇದು ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆಯೆಲ್ಲದೆ ಭವಿಷ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ನಮ್ಮ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲೂ ಇಂತಹ ಅನೇಕಾನೇಕ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿವೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಲ್ಪನೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ, ವಸ್ತುವಿನ ಕಣ ಪ್ರಕೃತಿ ಹಾಗೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶಾಖ ಹಾಗೂ ಉಷ್ಣತೆಯ ತತ್ವಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಭೌತಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಒಳನೋಟವುಳ್ಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವುದರ ಎರಡನೆಯ ಉದ್ದೇಶವೆಂದರೆ, ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಭವಿಷ್ಯನುಡಿಯನ್ನು ಒರೆಹಚ್ಚಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದು ಅಥವಾ ತಳ್ಳಿಹಾಕುವುದು. ಇವುಗಳ ಕೆಲವು ಅಭೂತಪೂರ್ವ ಉದಾಹರಣೆಗಳೆಂದರೆ, ಸ್ಟರ್ನ್ ಮತ್ತು ಫೆರ್ಲಾಕ್ (Stern and Gerlach) ಮಾಡಿದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗ (Angular momentum) ದ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆ, ಎಡಿಂಗ್ಟನ್ (Eddington) ಮತ್ತು ಆತನ ಸಹಚರರು ಸೇರಿ



ಚಿತ್ರ 1. ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ (Ernest Rutherford) ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆಯ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ತನ್ನ ಉಪಕರಣದೊಂದಿಗೆ. ಉಪಕರಣವೆಂದರೆ ಕೇವಲ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೊರಹಾಕುವ ಒಂದು ಸಾಧನ. ಆ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ ತೀರ್ಮಾನವೇ, ಈ ಮೇಲಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವಂತೆ, ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲೂ ದೂರಗಾಮಿ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು, ಅದು ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್‌ಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಪ್ರಶಸ್ತಿಯನ್ನೂ ಗಳಿಸಿಕೊಟ್ಟವು. ಆಕರ: ಅನಾಮಿಕನ ಕೊಡುಗೆ, ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ವರ್ಷ 1939, Rutherford being the life and letters of the Rt. Hon. Lord ನಲ್ಲ ಪ್ರಕಟಿತ Rutherford, O. M - <http://wellcomeimages.org/indexplus/image/L0014629.html>. Wikimedia Commons. License: CC-BY. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford#/media/File:Ernest_Rutherford_1905.jpg

ಮಾಡಿರುವ, ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣ ಬೆಳಕು ಬಾಗುವುದರ ಅಳತೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಸಮಯದಲ್ಲ, ಉನ್ನತ ಶಕ್ತಿ ಕಣಗಳ ಸಂಘರ್ಷದಲ್ಲ ಹಲವು ಕಣಗಳು ಪತ್ತೆಯಾಗಿರುವುದು ಸ್ಟ್ಯಾಂಡರ್ಡ್ ಮಾಡೆಲ್‌ನ ಭವಿಷ್ಯನುಡಿಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಜನಪ್ರಿಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವೊಂದನ್ನು ಅಲ್ಲಗಳೆದ ಒಂದು ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಪ್ರಯೋಗವೆಂದರೆ ಮೈಕಲ್‌ಸನ್ ಮೋರ್ಲೇ (Michelson Morley) ಪ್ರಯೋಗ. ಇದು ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿ ಈಥರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಇತ್ತೀಚೆ ಹಾಡಿತ್ತು. ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಈಡೇರಿಸುವ ಮೂರನೆಯ ಉದ್ದೇಶ ಸಮಾಜದ ಒಳಿತಿಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅನ್ವಯಮಾರ್ಗವನ್ನು ಸುಗಮವಾಗಿಸುವುದಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ನಮಗೆ ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲ ಒಂದು ಮಹೋನ್ನತ ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ, ಹೇಬರ್ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಇದು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಅಮೋನಿಯಾವಾಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ಸಸ್ಯಗಳು ಪೋಷಕಾಂಶವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ- ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆ

ಮತ್ತು ಅದರಿಂದಂಟಾಗುವ ಆಹಾರದ ಕೊರತೆಗೆ ಸರಿಸಮನಾಗಿ ಕೃಷಿ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಭಿನ್ನ ಕವಲುಗಳಲ್ಲಿನ ಅವಿರತ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಲಾಭಗಳಿಸಿದ ಕ್ಷೇತ್ರವೆಂದರೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. ರೋಗಪತ್ತೆ ಸಾಧನಗಳಾದ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (Biochemical analysis), ಅಲ್ಟ್ರಾಸೋನೋಗ್ರಫಿ, ಎಕ್ಸ್-ರೇ, ಎನ್‌ಎಂಆರ್ (NMR -Nuclear magnetic resonance), ಕನಿಷ್ಠ ಆಕ್ರಮಣಕಾರಿ ಚಿಕಿತ್ಸಾವಿಧಾನ (minimal invasive interventions) ಮತ್ತು ರೋಗನಿವಾರಣಾ ವಿಧಾನಗಳು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗ ಸರಣಿಗಳಿಂದ ದೊರೆತಿರುವ ಫಲ. ಇವು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಇದ್ದರೂ ಅತಿಯಾಗಿ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದ್ದು, ಸುಲಭವಾಗಿ ಪರಿಹರಿಸಲಾಗದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲ ಕೈಗೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಾಗಿವೆ. ಹಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ಆಕಸ್ಮಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಾಗಿದ್ದು, ಕೈಕೆಸರಾದಷ್ಟೂ ಅತಿ ಉತ್ತಮವಾದುದನ್ನೇ ಪಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬ ವಿಚಾರ ಸುಲಭವಾಗಿ ಮನದಟ್ಟಾಗುತ್ತದೆ.



ಭಾಸ್ ಬಾಪಟ್ ಓರ್ವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದು, ಪುಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಶನ್ ಅಂಡ್ ರಿಸರ್ಚ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಶಾಲಾ ಮಟ್ಟದ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಇಮೇಲ್ ವಿಳಾಸ bhas.bapat@gmail.com. ಅನುವಾದಕರು: ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ. ಪರಿಶೀಲನೆ: ನಿರ್ಮಲಾ ಜಿ.ವಿ.