ಧಾತುಗಳ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನ

ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಕೃಷ್ಣನ್

ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ನಾವು ಮೂಲಧಾತು ಎಂದು ಯಾವಾಗ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ? ಪರಮಾಣುವಿನ ಜೊತೆಗೆ ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಹೇಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ? ಪರಮಾಣುಗಳು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿವೆಯೇ? ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳು ಸಂದಿಗ್ಧತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು, ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ ಏಕೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಲೇಖಕರು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ನಾವು ಮೂಲಧಾತು ಎಂದು ಯಾವಾಗ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ? ಪರಮಾಣುವಿನ ಜೊತೆಗೆ ಮೂಲ–ಧಾತುವಿನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಹೇಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ? ಪರಮಾಣುಗಳು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿವೆಯೇ? ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳು ಸಂದಿಗ್ಧತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು, ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ ಏಕೆ?

ಇಂದ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ, ನಾವು ನಮ್ಮ ಜಗತ್ತು ರೂಪುಗೊಳ್ಳಲು ಕಾರಣವಾದ ಹಲವಾರು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಹೊಸ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸಲು ಮತ್ತು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ನಮ್ಮ ಕಾರಣಪೂರ್ವಕ ಊಹನ ಹಾಗೂ ತೀರ್ಮಾನಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು (ಪ್ರಸ್ತುತ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಸದೃಢ ಬೌದ್ಧಿಕ ಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಆಧರಿಸಿದ) ಬಳಸುತ್ತೇವೆ.

ದ್ರವ್ಯಗಳ ಜಗತ್ತನ್ನು ಕುರಿತ ಶೋಧನೆಗಳು ಹೊಸ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೂ ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಪುರಾತನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಮನುಷ್ಯರು ಲಭ್ಯವಿದ್ದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುವ ಅಥವಾ ಬಟ್ಟಿ ಇಳಿಸುವ ಮೂಲಕ ಹೊಸ ರೀತಿಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೃಜಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ದಿನನಿತ್ಯದ ಉದಾಹರಣೆಗಳು, ತಿಂಡಿ ತಿನಿಸುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ, ಔಷಧ ಹಾಗೂ ಪಾನೀಯಗಳ ಬೆರೆಸುವಿಕೆ, ಕಟ್ಟಡ ಹಾಗೂ ಸಲಕರಣೆಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. 'ಅಪೇಕ್ಷಿತ' ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳುಳ್ಳ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಕೀರ್ಣ ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಕುರಿತಾದ ನಮ್ಮ ಅನ್ವೇಷಣೆಯು, ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುವು ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವೀಯಬಲ್ಲ ನಮ್ಮ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಲಧಾತುಗಳು:

ಹಲವಾರು ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ನಂಬಿದ್ದರೂ, ಪ್ರತಿ ನಾಗರಿಕತೆಗಳು ಕೈಗೊಂಡ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿದ್ದವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪ್ರಾಚೀನ ಗ್ರೀಕರು – ಭೂಮಿ, ವಾಯು, ಅಗ್ನಿ ಮತ್ತು ನೀರು ಎಂಬ ಕೇವಲ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿವೆಯೆಂದು ನಂಬಿದ್ದರು. ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತೀಯರು ಆಕಾಶ ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಶವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದ್ದರು. ಚೀನೀಯರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು ತುಸು ಭಿನ್ನವಾಗಿತ್ತು –

ಧರೆಯ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಮೂಲಭೂತ ಘಟಕಗಳಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿರಬಹುದು ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಹೊಸತೇನಲ್ಲ. ಹಲವಾರು ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳು ಈ ಮೂಲಧಾತುವಿನಂತಹ ವಸ್ತುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಊಹಿಸಿದ್ದವು (ಬಾಕ್ಸ್ 1ನ್ನು ನೋಡಿ). ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಕೆಲವು ಈ 'ಮೂಲಧಾತು'ಗಳನ್ನು ಪರಮಾಣುವಿನಂತಹ ಅಖಂಡ ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಿದ್ದವು (ಬಾಕ್ಸ್ 2ನ್ನು ನೋಡಿ). ಪ್ರಾಚೀನ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ, ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಹಾಗೂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲಾಗದಂತೆ ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿದ್ದವೆಂಬುದು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಅರ್ಥೈಸುವಿಕೆಯು ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಮೂಡಿದೆ. ನಾವಿಂದು 92 ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮೂಲಧಾತುಗಳೆಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಹಲವಾರು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು (ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ 9 2 ಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಿರುವ) ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳ ಕುರಿತಾದ ನಮ್ಮ ಅರಿವು ಇಂತಹ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಅವಕಾಶ ನೀಡುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈಗ ಸಾಕಷ್ಟು ಸ್ಫುಟವಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೇ ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಶಿಕ್ಷಕರು ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಿ ಇರುವ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ಇತರೆ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡೂ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ನಿಸ್ಸಂದಿಗ್ಧತೆ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಸನೀಯತೆಯ ಕೊರತೆಯನ್ನು ತೀರ ವಿರಳವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಈಗಲೂ ಗುರುತಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು:

ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಂತೆಯೇ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಕಣಗಳಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ಹಲವಾರು ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳು ನಂಬಿದ್ದವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಎಲ್ಲ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳೆಂಬ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಪ್ರಕಾರಗಳಿಂದ ಸಂಯೋಜಿತಗೊಂಡಿದ್ದು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವೂ, ಭೂಮಿ, ನೀರು, ಅಗ್ನಿ ಮತ್ತು ವಾಯುವೆಂಬ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸದೃಶವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಕ್ರಿ.ಪೂ. 6ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವೈಶೇಷಿಕ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರ ಶಾಖೆಯ ನಿರ್ಮಾತೃ ಕಣಾದ ಸೂಚಿಸಿದ್ದನು. ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕಣಗಳಿಗೆ ವಿಭಿನ್ನ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನಿಯುಕ್ತಗೊಳಿಸಿದ್ದ ಆತ, ಎಲ್ಲ ಪರಿಚಿತ ವಸ್ತುಗಳ ಸೃಜನೆಗೆ ಅವು ಹೇಗೆ ಸಂಯೋಜಿತಗೊಂಡಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಸಂಕೀರ್ಣ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದನು. ಬೌದ್ಧ, ಜೈನ, ಇಸ್ಲಾಂ ಮತ್ತು ಗ್ರೀಕಿನ ಚಿಂತನೆಗಳು ಕೂಡ, ಪರಮಾಣುವಿನಂತಹ ಕಣಗಳು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಘಟಕಗಳು ಹಾಗೂ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ್ದವು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಯು ಈ ಕಣಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಭಿನ್ನವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದರೂ ಕೂಡ, ಈ ಕಣಗಳು ಶಾಶ್ವತ, ಅವಿನಾಶಿ ಹಾಗೂ ಅವಿಭಾಜ್ಯ; ಮತ್ತು ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಕಣಗಳೆಲ್ಲ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿವೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ಅವೆಲ್ಲವೂ ನಂಬಿದ್ದವು.[1]

ಪರಮಾಣುಗಳು ಸತ್ಯವೇ?

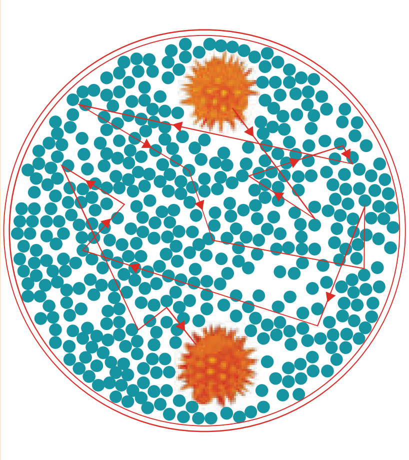
ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಸೃಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ರಿಚರ್ಡ್ ಫೈಯ್ನ್ಮನ್ ಒಂದೊಮ್ಮೆ ಹೀಗೆ ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ: "ಪ್ರಳಯವೊಂದರಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜ್ಞಾನಗಳು ನಾಶಗೊಂಡು, ಮುಂದಿನ ಪೀಳಿಗೆಯ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಕೇವಲ ಒಂದೇ ವಾಕ್ಯವನ್ನು ದಾಟಿಸಬೇಕಾದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಯಾವ ವಾಕ್ಯವು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಶಬ್ದಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರಬಲ್ಲದು? ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಸಾರುವ ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಲ್ಪಿತ ಸಿದ್ಧಾಂತವೇ (ಅಥವಾ ಪರಮಾಣು ತಥ್ಯ ಅಥವಾ ನೀವು ಇದನ್ನು ಹೇಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ಕರೆಯಿರಿ) ಆ ವಾಕ್ಯ ಎಂಬುದು ನನ್ನ ನಂಬಿಕೆ. ಪರಮಾಣುವೆಂದರೆ ನಿರಂತರ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚಲಿತವಾಗಿದ್ದು, ಕೊಂಚ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವ, ಆದರೆ, ಒಂದರೊಡನೆ ಒಂದನ್ನು ಬಲವಂತವಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದಲ್ಲಿ ವಿಕರ್ಷಿಸುವ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳು. ಆ ಒಂದು ವಾಕ್ಯದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿನ ಕಲ್ಪನೆ ಮತ್ತು ಆಲೋಚನೆಯನ್ನು ಬಳಸಿದಲ್ಲಿ, ಜಗತ್ತಿನ ಕುರಿತು ಅಪಾರ ಪ್ರಮಾಣದ ಮಾಹಿತಿ ಇರುವುದನ್ನು ನೀವು ಗಮನಿಸಬಹುದು." ಆದರೆ, ಪರಮಾಣುಗಳು ನಿಜವಲ್ಲ ಎಂದು ಕೆಲವರು ವಾದಿಸಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ, ಅವು, ಬೆಳಕಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಮೂಲಕವೂ ನೋಡಲಾಗದಷ್ಟು ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ತ್ವರಿತವಾಗಿವೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ, ಅವುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಕುರಿತ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ನಾವೇಕೆ ಮುಂದುವರಿಸಿದ್ದೇವೆ? ಮೂಲಧಾತುಗಳು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಅಂತಹ ಕಣಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂದು ನಾವು ಅರಿಯುವುದು ಹೇಗೆ?

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಅಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್ಸ್ಟೈನ್ 1905ರಲ್ಲಿ ಬರ್ನ್‌ನ ಪೇಟೆಂಟ್ ಕಛೇರಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅಜ್ಞಾತರಾಗಿದ್ದು, ಥರ್ಮೋಡೈನಮಿಕ್ಸ್ ವಿಜ್ಞಾನಶಾಖೆಯ ಎರಡನೇ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಕಣಗಳ 'ಭೌತಿಕ ಅಸ್ತಿತ್ವ'ವು ಕಾವೇರಿದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚರ್ಚೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿತ್ತು. ಪರಮಾಣುಗಳ ನಿರಂತರ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಚಲನೆಯಿಂದ ಶಾಖ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾದ ಜೆ. ವಿಲರ್ಡ್ ಗಿಬ್ಸ್ ಮತ್ತು ಲುಡ್ವಿಗ್ ಬೋಲ್ಟ್ಝ್‌ಮನ್ (J. Willard Gibbs and Ludwig Boltzmann) ವಾದಿಸಿದರೆ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಅರ್ನಸ್ಟ್ ಮಾಕ್ (Ernst Mach) ಹಾಗೂ ಭೌತರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲ್ಹೆಮ್ ಓಸ್ವಾಲ್ಡ್ (Wilhelm Ostwald) ಮುಂತಾದವರು ಅಂತಹ ಕಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಿದರು. ಈ ವರ್ಷದಲ್ಲೇ ಐನ್ಸ್ಟೈನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮತ್ತು ಕಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಕುರಿತ ನಿಸ್ಸಂದಿಗ್ಧ ಪುರಾವೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ ಪಥ- ಪ್ರವರ್ತಕ ಲೇಖನವೊಂದನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಕಣವೊಂದನ್ನು ಪರಮಾಣುಗಳು/ಕಣಗಳು ತುಂಬಿರುವ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದರೆ, ಅದು ದೊಡ್ಡ ಪರಮಾಣು/ಕಣದ ನಡವಳಿಕೆ ಮತ್ತು ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ಗುರುತಿಸಿದರು. ಹೀಗೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಡಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಪರಾಗರೇಣುಗಳನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಬ್ರೌನಿಯನ್ ಚಲನೆಯು, ನೀರಿನ ಬಿಂದುವು ಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಅಂತಹ ಕಣಗಳು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ನೀರಿನ ಕುಲುಕಾಟ ಮತ್ತು ಚಲನೆಯಿಂದಾಗಿ ಪರಾಗರೇಣುಗಳು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಹಲವಾರು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಸಲೀಸಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ಹೀಗಾಗಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಕಣಗಳು ಅವುಗಳಿಗೆ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಅಪ್ಪಳಿಸಿದವೋ ಎಂಬಂತೆ ಪರಾಗರೇಣುಗಳು ಚಲಿಸಿದ್ದವು.2 ಈ ಬೇರೆ ಕಣಗಳು ನೀರಿನ ಅಣುಗಳೇ ಇರಬೇಕು (ಬಾಕ್ಸ್ 3ನ್ನು ನೋಡಿ). 1921ರಲ್ಲಿ ಐನ್ಸ್ಟೈನ್, ಇದರ ವಿವರಣೆಗಾಗಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವನ್ನು ಪಡೆದದ್ದು, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕಿರುವ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ.

ಆದರೆ, 1980ರ ದಶಕದಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ನಾವು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಣುಗಳನ್ನು ನೋಡುವಷ್ಟು ಸನಿಹಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವುದು3. 1981ರಲ್ಲಿ ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ ಟನಲಿಂಗ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವು, ಯಾವುದೇ

ಮೇಲ್ಮೈನ ಮೇಲಿನ ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು, ಅದರ ತುದಿ ಅಥವಾ ಪರೀಕ್ಷಣವು, ಪರಮಾಣುವೊಂದರ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದೊಡನೆ, ಹರಿವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯ ಮೂಲಕ ತಿಳಿಯಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿತು[4] ಆಕ್ಸ್‌ಫರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಡೇವಿಡ್ ನ್ಯಾಡ್ಲಿಂಗರ್ (David Nadlinger) 2018ರಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶಿಸಿದ ಸ್ಟ್ರಾನ್ಷಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುವೊಂದರ ಛಾಯಾಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದರು.[5] ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್‌ನ ಇಥಾಕಾದಲ್ಲಿನ, ಕಾರ್ನೆಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಡೇವಿಡ್ ಮುಲ್ಲರ್ 2021ರಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ-ದರ್ಶಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರಮಾಣುವೊಂದರ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗಿನ ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿದರು.[6]

ಬಾಕ್ಸ್ 3. ಬ್ರೌನಿಯನ್ ಚಲನೆಯ ಮೂಲಕ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ 'ನೋಡುವುದು':



ಚಿತ್ರ 1: ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪರಾಗರೇಣುವಿನ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆಯು ನೀರಿನ ಅಣುಗಳ ಬ್ರೌನಿಯನ್ಚಲನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿದೆ.

ಹುಲ್ಲಿನ ಹೂವಿನಿಂದ ಕೆಲವು ಪರಾಗರೇಣುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ನೀರಿನ ಹನಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ-ದರ್ಶಕವನ್ನು ಬಳಸಿ ಇದನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಿ. ಪರಾಗರೇಣುಗಳ ಗಾತ್ರ ಸೂಕ್ತವಾಗಿದ್ದರೆ (ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವೂ ಅಲ್ಲ, ಹೆಚ್ಚು ಹಗುರವೂ ಅಲ್ಲ) ಅದು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸರಾಗ ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರದೆ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದನ್ನು ಅಥವಾ ಕುಲುಕಾಡುವುದನ್ನು ನೀವು ಕಾಣುತ್ತೀರಿ. ಈ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆಯನ್ನು 1827ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ವಿವರಿಸಿದ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿ ರಾಬರ್ಟ್ ಬ್ರೌನ್ ಅವರ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ, 'ಬ್ರೌನಿಯನ್ ಚಲನೆ' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಕ್ಲಿಷ್ಟಕರ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದೆಂದರೆ, ಗಾಜಿನ ಕೋಶವೊಂದರಲ್ಲಿ ಹೊಗೆಯ ಕೆಲವು ಕಣಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರಜ್ವಲಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ನೋಡುವುದು. ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಹೊಗೆಯ ಮೋಡಗಳ ನಡುವೆ ಬ್ರೌನಿಯನ್ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಹೊಗೆಯ ಕಣಗಳನ್ನು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ (ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ತಾಣಗಳಂತೆ ಗೋಚರಿಸುವ) ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಮೂಲಧಾತು ಎಂದು ನಾವು ಯಾವಾಗ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ?

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವಿವಿಧ ನಿಖರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಆಶ್ಚರ್ಯವೆಂದರೆ, ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ನಿಸ್ಸಂದಿಗ್ಧ, ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಮತ್ತು ಸಮಗ್ರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವೊಂದನ್ನು ಒಪ್ಪಬೇಕಿದೆ. ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಹೆಸರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅವರಿಗೆ ಕೆಲವು ಸವಾಲುಗಳಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಆಮ್ಲಜನಕವು ಒಂದು ಮೂಲಧಾತು ಎಂದು ನಾವೆಲ್ಲ ಒಪ್ಪುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ, ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಅದರರ್ಥವೇನು? ಇದು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಆಮ್ಲಜನಕ ಅಣುವೋ ಅಥವಾ ಆಣ್ವಿಕ (molecular) ಆಮ್ಲಜನಕ ಅನಿಲವೋ ಅಥವಾ ಮೂರು ಪರಮಾಣುಗಳ ಓಝೋನೋ? ಅಥವಾ 'ಮೂಲಧಾತು' ಎಂದರೆ ಇವೆಲ್ಲವುಗಳೋ?

ಹೆಚ್ಚು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಸವಾಲುಗಳು, ನಾವಿಂದು ಮೂಲಧಾತುವೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವುದನ್ನು ಇನ್ನೂ 'ಮೂಲಭೂತ' ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತ ನಿಶ್ಚಿತತೆಯ ಕೊರತೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೂಲಧಾತುವೆಂದರೆ 'ಇನ್ನೂ ಸರಳ ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿತಗೊಳಿಸಲಾಗದ್ದು' ಎಂಬ ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವಿದೆ. ಅಂದರೆ, 'ಎಕ್ಸ್' ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಪುನಸ್ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ 'ಎಕ್ಸ್' ವಸ್ತುವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದರೆ, ಖಂಡಿತವಾಗಿ 'ಎಕ್ಸ್', ಮೂಲಧಾತುವಲ್ಲ. ಯಾವುದು ಮೂಲಧಾತುವಲ್ಲ ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಗುರುತಿಸಲು ಇದರಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಇದು ಮೊದಲ ಉಪಯುಕ್ತ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ. ಪ್ರಸಕ್ತ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅವಲಂಬಿಸಿಯೇ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ವಿಭಜಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ನಮಗೆ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಕಾರಣ, ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವನ್ನು ಬಳಸಿ, ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಅದು, ನಿಜಕ್ಕೂ ಮೂಲ-ಧಾತುವೆಂದು ನಿರ್ಣಾಯಕವಾಗಿ ಸಾಬೀತು-ಪಡಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಹೀಗಾಗಿ, ಹೆಚ್ಚು ಮುಂದುವರಿದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ವಿಧಾನಗಳು ಲಭ್ಯವಾದಾಗ ಈಗ ವಿಭಜಿಸಲಾಗದ ವಸ್ತುವೊಂದು, ಸದಾ ವಿಭಜನೀಯವಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿರುತ್ತದೆ. 'ಮೂಲಧಾತು ಎಂಬುದು, ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತು' ಎಂಬ ಇನ್ನೂ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವಿದೆ. ಜಾನ್‌ಡಾಲ್ಟನ್1808ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವೂ ಒಂದು ಮೂಲಾಧಾರವೆನಿಸಿದೆ (ಬಾಕ್ಸ್4ನ್ನು ನೋಡಿ). ಹೊಸ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು, 'ಮೂಲಧಾತುಗಳು' ಯಾವಾಗಲೂ ಪೂರ್ಣಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಅವಲೋಕನದಿಂದ ಅವು ಏಕಮಾತ್ರ ಮೂಲಭೂತ ಘಟಕಗಳಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ ಎಂಬುದು ಡಾಲ್ಟನ್‌ಅವರಿಗೆ ಮನದಟ್ಟಾಯಿತು. ಪರಮಾಣುಗಳು ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಸಂಯೋಜನೆಗೊಳ್ಳುವ ಅನುಪಾತವು ಯಾವಾಗಲೂ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅವರು ತರ್ಕಿಸಿದರು.

ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ (isotope) ಅನ್ವೇಷಣೆಯಿಂದ ಈ ಎರಡೂ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳೂ ಗತಕಾಲಕ್ಕೆ ಸರಿದವು. ಈ ಮೊದಲು ಮೂಲಧಾತುಗಳೆಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾದ ಕೆಲ ವಸ್ತುಗಳು (ಅವನ್ನು ಅವಿಭಜಿತವೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದ್ದರಿಂದ) ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿತವಾಗಬಲ್ಲವು (ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್‌ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಿತ ಕಣಗಳ ಸತತ ತಾಡನದಿಂದ (bombardment)) ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯು ತೋರಿಸಿ-ಕೊಟ್ಟಿತು. ಮೂಲಧಾತುವೊಂದರ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಭೌತಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ಅವನ್ನು ಮರುಸಂಯೋಜಿಸಿ, ಮೂಲ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸೃಜಿಸಬಹುದು. ನಾವು ಮೊದಲ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವನ್ನು ಒಪ್ಪಬೇಕಾದರೆ ಅಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಎಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಬೇಕಾದೀತು. ಪುನಃ, ಡಾಲ್ಟನ್‌ಅವರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ, ಅವುಗಳ ರಾಶಿ (mass) ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ (ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರುವುದರಿಂದ) ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದುಂಟಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳ ಭೌತಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ (ಬಾಕ್ಸ್5). ಹೀಗಾಗಿ, ಡಾಲ್ಟನ್‌ಅವರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವನ್ನು ನಾವು ಒಪ್ಪಬೇಕಾದರೆ, ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮೂಲಧಾತುವೆಂದೇ ವರ್ಗೀಕರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಪಿತಾಮಹರೆನಿಸಿದ ಆಂಟೈನ್ಲಾರೆಂಟ್ಡೆ ಲವೈಸಿಯರ್ (Antoine-Laurent de Lavoisier - 1743-1794) 1789ರಲ್ಲಿ

ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದಾಗ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಆಧುನಿಕ ಯುಗವು ಆರಂಭವಾಯಿತು. ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಯಾವುದೇ ಜ್ಞಾತ (known) ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ವಿಭಜಿಸಲಾಗದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮೂಲಧಾತು ಎಂದು ಲವೈಸಿಯರ್‌–ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಿದರು (ಬಾಕ್ಸ್ 6ನ್ನು ನೋಡಿ). ಲವೈಸಿಯರ್‌ಅವರು, 'ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಜ್ಞಾತ ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ' ವಿಭಜಿಸಲಾಗದ ವಸ್ತುಗಳು ಎಂಬುದಾಗಿ ಅವನ್ನು ನಿರ್ಬಂಧಿಸುವ ಮೂಲಕ, ಬೇರೆ ವಿಧಾನಗಳು (ಮುಂದೆ ಸುಮಾರು 150 ವರ್ಷಗಳ ಬಳಿಕವಷ್ಟೇ ಅರಿವಿಗೆ ಬರಬಹುದಾದ!) ಬಹುಶಃ ವಿಭಜನೆಯಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿ–ಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆಂದು ಭಾಸವಾಗುವ ಕಾರಣ, ಈ ನಿಖರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವು ಗಮನಾರ್ಹವಾದುದು. ಲವೈಸಿಯರ್‌ತಮ್ಮ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ, ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲಾಗದ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ್ದರೆಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಸಹ ಕುತೂಹಲಕಾರಿ (ಹಾಗೂ ವಿನೋದಾತ್ಮಕ) ಎನಿಸಬಹುದು. ಇದು, ಬೆಳಕು, ಶಾಖ ಮತ್ತು ಲೋಹದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿತ್ತು. 19ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ವ್ಯಾಪಕ ಬಳಕೆಯೊಂದಿಗೆ, ಲೋಹದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು ಸಹ ವಿಭಜಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡು–ಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಬೆಳಕು ಹಾಗು ಶಾಖಗಳು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳು ಮೂಲ–ಧಾತುಗಳೆಂದು ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗು ಖಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಸೇರಿದಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಲವು ವಿಭಾಗಗಳು 19–20ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರೆದಂತೆಲ್ಲ, ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಎಲ್ಲ ಮೂಲಧಾತುಗಳೂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿವೆ ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟ ದಾಖಲೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದವು. ಪರಮಾಣುಗಳು ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಿತ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು, ಆವೇಶರಹಿತ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಋಣ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಿತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳೆಂಬ ಮೂರು ಸ್ಥಿರವಾದ ಅಣುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿವೆ ಎಂದೂ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ಬಹುತೇಕ ಜಾಗವನ್ನು ತುಂಬಿರುವ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಆವರಿಸಿರುವ ಪರಮಾಣುವಿನ ದಟ್ಟವಾದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿವೆ. ಈ ಜ್ಞಾನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಮೂಲಧಾತುವನ್ನು ಬಹುಶಃ ಮತ್ತಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೀಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಬಹುದು: 'ಮೂಲಧಾತುವು ಒಂದು ಪ್ರಕಾರದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು, ಅವೆಲ್ಲವುಗಳ ಪ್ರೋಟಾನ್ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ (ಅದರ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ) ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ'.

ಬಾಕ್ಸ್ 4. ಡಾಲ್ಟನ್ ಅವರ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತ

ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೌಸ್ಟ್ (Cavendish ಮತ್ತು Proust) ಸೇರಿದಂತೆ ಅನೇಕ ಇತರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಡಾಲ್ಟನ್ ಅವರುಮಾಪನ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತವಾಗಿ ಒಟ್ಟು–ಗೂಡಿಸಿದರು. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಐದು ಪ್ರಸ್ತಾವಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿತ್ತು:

1. ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ಪರಮಾಣುಗಳೆಂಬ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ, ಸ್ಪಷ್ಟ ಕಣಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ.

2. ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸಲಾಗದು ಮತ್ತು ನಾಶಪಡಿಸಲಾಗದು.

3. ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದೇ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು (ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ರಾಶಿ) ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ಇತರ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

4. ಪರಮಾಣುವು ವಸ್ತುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಘಟಕವಾಗಿದ್ದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಬಲ್ಲದು.

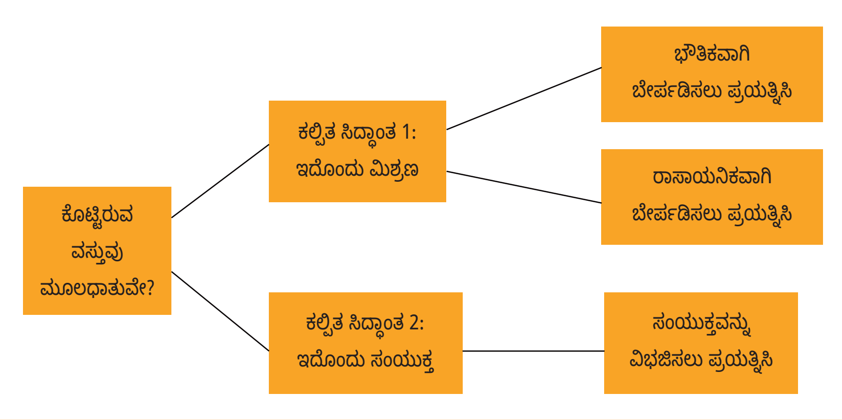
5. ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಬೇರೆಬೇರೆ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅನುಪಾತಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 5. ಸಾಮಾನ್ಯ ಜಲ ಮತ್ತು ಭಾರ ಜಲ

ಸಾಮಾನ್ಯ ಜಲವು ತನ್ನ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್‌ನೊಂದಿಗೆ, ಜಲಜನಕದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ; ಭಾರ ಜಲವು ಒಂದು ಹೆಚ್ಚುವರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ನೊಂದಿಗೆ, ಜಲಜನಕದ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಾದ ಡ್ಯುಟೇರಿಯಮ್ ಅನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಿಗಿಂತ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಭಾರ ಜಲವು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ (2ಗ್ರಾಂ ನಷ್ಟು) ಭಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಅದರ ಘನೀಕರಣ ಬಿಂದು 3.8°C ಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯಲ್ಲದೆ, ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಿಗಿಂತ 11% ರಷ್ಟು ಸಾಂದ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಹೆಚ್ಚುವರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ನ ಉಪಸ್ಥಿತಿಯು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪರಿಯ ಭಿನ್ನತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದು ಅಚ್ಚರಿಯಲ್ಲವೇ? ಇದರ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದಾಗಿ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವಸಲುವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರ ಜಲವನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 6. ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಮೂಲಧಾತು, ಸಂಯುಕ್ತ ಅಥವಾ ಮಿಶ್ರಣವಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ನಾವು ಅರಿಯುವುದು ಹೇಗೆ?

ಲೋಟವೊಂದರಲ್ಲಿನ ನಲ್ಲಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನೀವು ಎರಡು ಗ್ರಾಫೈಟಿನ ಸರಳುಗಳು ಅಥವಾ ದಪ್ಪನೆಯ ಪೆನ್ಸಿಲ್ ಸೀಸಗಳನ್ನು ಹಾಕಿ, ಸರಳುಗಳನ್ನು 18v ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದಾಗ ಎರಡೂ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಗಳೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಮ್ಮುವ ಗುಳ್ಳೆಗಳನ್ನು (ಅನಿಲ) ನೋಡುವಿರಿ. ಆ ಎರಡು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಈ ಅನಿಲಗಳು ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅಂಶಗಳೆಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ಆಕರಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಆದರೆ, ಇದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸಾಬೀತುಪಡಿಸುವುದು ಹೇಗೆ?



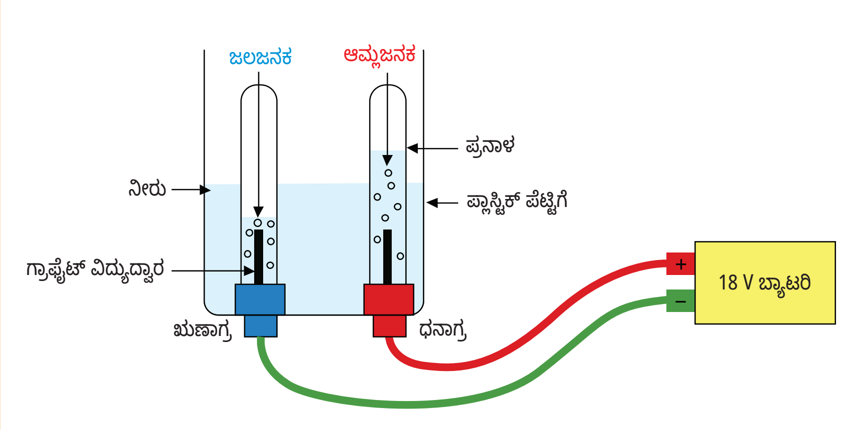
ಚಿತ್ರ 3. ಹೊಸ ವಸ್ತುವೊಂದು ನಿಮಗೆ ದೊರೆತಾಗ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಸಂಭಾವ್ಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ರೇಖಿಸುವ ನಕ್ಷೆ.

ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಇದು, ಎರಡು ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅನಿಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವೆಂಬ ಊಹನದೊಂದಿಗೆ ನಾವು ಪ್ರಾರಂಭಿಸೋಣ. ಅನಿಲವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಕುರಿತಂತೆ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಎಲ್ಲ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದೆಂಬ ಊಹೆಯ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ವಿಧಾನದಿಂದ ಇದನ್ನು ಅನಿಲರೂಪದ ಘಟಕಗಳಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕವು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಮೂಲಧಾತುವಾಗಿರದೆ ಅನಿಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವೆಂಬ ಪ್ರಯೋಗಾತ್ಮಕ ಪುರಾವೆಯನ್ನು ಇದು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ, ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಭೌತಿಕ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಬಹುತೇಕವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಸದೃಶವಾಗಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದ ವಿವಿಧ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆಯನ್ನಷ್ಟೇ ನಾವು ನಿರ್ವಹಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಅನಿಲರೂಪದ ಘಟಕಗಳಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ನಮ್ಮ ಅಸಾಮರ್ಥ್ಯತೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮುಂದುವರೆದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಅಭಾವವು ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನಿದು ನಿವಾರಿಸಲಾಗದು.

ಈ ಅನಿಲರೂಪದ ಘಟಕಗಳು ಬಹುಶಃ ತೂಕದಂತಹ ಸಮಾನ ಭೌತಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ಸಹ, ಪ್ರಚಲಿತ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಅನಿಲರೂಪದ ಘಟಕಗಳಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲಾಗದ ನಮ್ಮ ಅಸಮರ್ಥತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದು. ಇದು ಅವುಗಳ ನಡುವಿರಬಹುದಾದ ವಿಭಿನ್ನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಯತ್ತ ನಮ್ಮನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ, ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ಸೋಡಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಪೊಟಾಸಿಯಮ್‌ಗಳಂತಹ ಶುದ್ಧ ಕ್ಷಾರಯ ಲೋಹಗಳ ನಡುವೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಏರ್ಪಡಿಸುವ ಮೂಲಕ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿನ ಒಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಾದರೂ ನಾವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದಾದ ಭೌತಿಕ (ನೋಟ, ವಾಸನೆ ಅಥವಾ ಸ್ಪರ್ಶ) ಅಥವಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದರೆ ಅದು ನಮ್ಮ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಸಾಬೀತುಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಷನ್ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಬಳಸದಿರುವುದು ಸೂಕ್ತ. ಏಕೆಂದರೆ, ಹಲವಾರು ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಅವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಅವು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಮೂಲಧಾತುವಾಗಿದ್ದರೂ ಅಂತಹ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಉಂಟಾಗಬಹುದು.

ಪಾದರಸದ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಅಥವಾ ಕೆಲವು ನೈಟ್ರೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ಕಾಯಿಸುವಂತಹ ಇತರೆ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು, ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಇರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾರ್ಗ. ಇದು ನಾವು ಮೊದಲ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ (ಗ್ರಾಫೈಟ್ ಸರಳುಗಳೊಂದಿಗೆ) ಪಡೆದ ಜಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿ ನೀರನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದರೆ (ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಸಂಭವಿಸುವುದು ಇದೇ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ) ಆಗ, ಆಮ್ಲಜನಕವು ಅನಿಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳ ವಿವರಣೆ. ಅಬ್ಬಾ! ಒಂದಾನೊಂದು ವಸ್ತುವು ಮಿಶ್ರಣವಲ್ಲ ಎಂದು ತೋರಿಸಲು ಎಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕು!

ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತವೆಂಬ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಇದು ನಿವಾರಿಸದು. ಈ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ಸಾಧನಗಳಿಲ್ಲದ ಕಾರಣ ಈ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು ತೀರಾ ಕ್ಲಿಷ್ಟಕರವಾಗಿದೆ. ಅಂತಹ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿ, ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ವಿಭಜಿಸುವವರೆಗೂ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತವೆಂಬ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ವರ್ಜಿಸಲಾಗದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಒಂದೊಮ್ಮೆ ವಿಭಜಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಭಜಿಸುವ ತನಕ ಅವುಗಳನ್ನು ಮೂಲಧಾತುಗಳೆಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಇದಾವುದೂ ಇಲ್ಲಿಯ ತನಕ ಘಟಿಸಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಮೂಲಧಾತುವೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ನಾವು ಮುಂದುವರಿಸಿದ್ದೇವೆ.

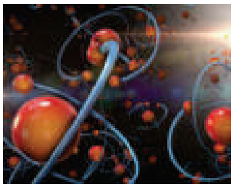


ಚಿತ್ರ 2. ನೀರಿನ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಚ್ಛೇದನ (electrolysis): ಆಮ್ಲಜನಕ ಹಾಗು ಜಲಜನಕ ಅನಿಲಗಳು ಪ್ರನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಅಂತಿಮ ನುಡಿ

ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ನಮ್ಮ ಅರಿವಿಗೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಆಧಾರಭೂತವಾಗಿದ್ದರೂ ಸಹ ಅವುಗಳ ಕುರಿತ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ, ಈ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಕುರಿತಾದ ನಮ್ಮ ಅರಿವಿನ ಹಂತಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಅಂತರ್-ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹಲವು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳಿಗಿರುವ ಮಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ಅಸ್ಪಷ್ಟತೆಯು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ ಅಥವಾ ಕಾಲ ಸರಿದಂತೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ತಿಳಿಯುತ್ತಾರೆಂದು ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಕಸಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳ ಹಿನ್ನೆಲೆಯನ್ನು ಹುಡುಕುವುದು, ಅವುಗಳ ಸಿಂಧುತ್ವದ ನಿಯಮಬದ್ಧ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರುಹುವುದು ಮತ್ತು ವರ್ತಮಾನದ ನಮ್ಮ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಪರ್ಯಾಪ್ತವೆನಿಸಬಹುದಾದ ಅಥವಾ ಅವು ಅಸಿಂಧುವಾಗಬಹುದಾದ ರೀತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳೆಡೆಗಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆಯೊಂದನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರೆಯುವುದು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಕಡಮೆ ಗೊಂದಲಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ.

ಪ್ರಮುಖ ಕಲಿಕೆಗಳು



- ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ನಮ್ಮ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ.
- ಪರಮಾಣುಗಳ ಭೌತಿಕ ಯಥಾರ್ಥತೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ಸಾಕ್ಷ್ಯ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಉಪಪರಮಾಣು ಸಂರಚನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ಗ್ರಹಿಕೆಯು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಹೊಸ ಪ್ರಗತಿಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿಕಸನಗೊಂಡಿದೆ.
- ನಮಗೆ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಮಾದರಿಯೊಂದರ ಶುದ್ಧತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನಾವು ಬಳಸುವ ವಿಧಾನಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳು ವಿಕಸಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.
- ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳ ಅನಿಶ್ಚಿತ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ತಿಳಿಸುವುದು ವಿರಳ.
- ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ವಿಕಸಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳ ಇತಿಹಾಸದ ಹುಡುಕಾಟವು, ಅವುಗಳ ಸಿಂಧುತ್ವದ ನಿಯಮಬದ್ಧ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ತಿಳಿಸಲು ಉಪಯೋಗವಾಗಬಲ್ಲದು.

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು:

1. ಈ ಲೇಖನವು ಐ ವಂಡರ್‌ನಲ್ಲಿ (ಫೆಬ್ರವರಿ, 2017, ಪು.ಸಂ – 84–94) ಮೊದಲು ಪ್ರಕಟವಾಗಿದ್ದ ದೀರ್ಘ ಲೇಖನದಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆ. URL: https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1267/1/16_THE%20ORIGINS%20OF%20ELEMENTS.pdf. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಇದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಸಂಯೋಜಿಸುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಈ ಪಾಠಾಂತರದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪರಿಷ್ಕರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಸೇರ್ಪಡೆಗಳಿವೆ (ಸಂಪಾದಕರಿಂದ).
2. ಲೇಖನದ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ಚಿತ್ರದ ಆಕರ: Chemistry. Credits: tommyvideo, Pixabay. URL: https://pixabay.com/illustrations/atoms-molecule-chemistry-science-5064796/. License: CC0.

ಪರಾಮರ್ಶನಗಳು:

1. See 'The Atom in the History of Human Thought' authored by Bernard Pulman and published by Oxford University Press (1998) for a more comprehensive account.
2. See an accurate motion picture of Brownian motion here: https://en.wikipedia.org/wiki/Brownian_motion.
3. Watch Sam Kean take us through the nearly 2,400-year quest to see the atom in this episode of Reactions' "Legends of Chemistry" series: https://www.youtube.com/watch?v=ipzFnGRfsfE.
4. Watch Olivia Gordon, from SciShow, explain how the Scanning Tunnelling Microscope allows us to see individual atoms in a sheet of metal: https://www.youtube.com/watch?v=S-M7JjYCITY.
5. See David Nadlinger's award-winning photo of a strontium atom and read about how he took it: https://www.ox.ac.uk/news/science-blog/image-strontium-atom-wins-national-science-photography-prize.
6. See David Muller's image of an atom and read more about it here: https://dug.com/behold-the-highest-resolution-image-of-atoms-ever-taken/.

ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಕೃಷ್ಣನ್, ಪುಣೆಯ ದಿ ಇಂಟರ್-ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಅಸ್ಟ್ರಾನಮಿ ಅಂಡ್ ಆಸ್ಟ್ರೋಫಿಸಿಕ್ಸ್ (IUCAA)ನಲ್ಲಿ ಸೆಮಿ-ಕ್ಲಾಸಿಕಲ್ ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಗ್ರ್ಯಾವಿಟಿ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್‌ಡಿ ಪಡೆದಿದ್ದು, ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಲರ್ನಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬೋಧಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿನ್ಯಾಸ ಹಾಗು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ಓದುವುದು ಅವರ ಇತರೆ ಆಸಕ್ತಿಗಳಾಗಿವೆ. ಇವರನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು: ksrini69@gmail.com.

ಅನುವಾದ: **ಮನೋಜ ಗೋಡಬೋಲೆ** | ಪರಿಶೀಲನೆ: **ಶೈಲಜಾ ಜಿ ಪಿ**