ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ:

ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸಕ್ಕೆ ಒಂದು ಬೆಳಕಿಂಡಿ

ಸವಿತಾ ಲಡಗೆ ಮತ್ತು ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ

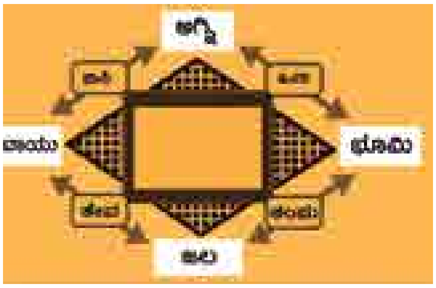
ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯ ಪ್ರಧಾನ ಭಾಗ. ಇದು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ವಿಕಾಸವನ್ನು ಶೋಧಿಸುವಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈ ಲೇಖನವು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಪಯಣವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ.

ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ (ಪೀರಿಯಾಡಿಕ್ ಟೇಬಲ್) ಇಂದು ನಾವು ಕಲಿಯುತ್ತಿರುವ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಅಂಗ. ಆದರೆ, ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು ಎಂದು ನೀವು ಎಂದಾದರೂ ಯೋಚಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಸುಧಾರಿತ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ತಂತ್ರಗಳು, ಸಾಧನಗಳು, ಲಭ್ಯವಿರುವ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಅನುಪಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕವು ಇಂದಿನ ರೂಪವನ್ನು ಹೇಗೆ ತಾಳಿತು? ಮಾನವನ ತಣಿಯದ ಜ್ಞಾನದಾಹ, ತರ್ಕಬದ್ಧ ವಿಧಾನ ಹಾಗೂ ಮುಂದಾಲೋಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಅಡಗಿದೆ. ಇಂದು ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ ಸ್ಪಷ್ಟ ಹಾಗೂ ಸಂಘಟಿತವಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದರೂ ಅಧ್ಯಯನದ ವಿಷಯವಾಗಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದಿದ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಹಾದಿಯ ಪ್ರತಿರೂಪವಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ, ಅದರ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವುದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಲ್ಲದೆ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೂ ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾಗಿದೆ.

ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಆರಂಭಿಕ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುಗಳಿಂದಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವ ನಂಬಿಕೆ ಪುರಾತನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಇದೆ. ಈ ನಂಬಿಕೆಯೇ ಇಂತಹ ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುಗಳ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ವಿಭಿನ್ನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯತ್ನಗಳಿಗೆ ಎಡೆಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಇಂತಹ ಒಂದು ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು – ಜಲ, ವಾಯು, ಅಗ್ನಿ ಮತ್ತು ಭೂಮಿ – ಗುರುತಿಸಲಾಯಿತು. ತಾನು ಸ್ವರ್ಗಮೂಲವೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ 'ಈಥರ್' ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುವನ್ನು ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ ಈ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದನು. ಇಂತಹ ಪರಿಮಿತ ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕ, ಆದರೆ ಸರ್ವಸಮ್ಮತ ಕೋಷ್ಟಕದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಯಿತು. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಪ್ರಥಮ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಲ್ಲಿ ಇದೂ ಒಂದು. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲೂ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಮೂಲಭೂತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು (**ಚಿತ್ರ** 1 ನೋಡಿ) ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದರು! ಹಲವು ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲ ಈ ಸರಳ, ತರ್ಕಬದ್ಧ ವರ್ಗೀಕರಣವು ಮುಂದುವರೆಯಿತು. ಆದರೂ, ಆಧುನಿಕ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪೂರ್ವಜರೆನ್ನಲಾದ ರಸವಿದ್ಯಾತಜ್ಞರ (ಅಲ್ಕೆಮಿಸ್ಟ್) ಕೆಲಸದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಗೊಂಡು, ನಂತರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಯ ಫಲವಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಬದಲಾವಣೆ ಕಾಣತೊಡಗಿತು.



ಚಿತ್ರ 1. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕೋಷ್ಟಕ. ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ ಈ ಪುರಾತನ ಕಾಲದ ಆರಂಭಿಕ ಪ್ರಯತ್ನವು ಆಧುನಿಕ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಸರಳ ಮುನ್ನುಡಿಯಾಗಿರಬಹುದು, ಆದರೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅದು ಬಹಳಷ್ಟು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿತ್ತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅಗ್ನಿಯ ಉಪಸ್ಥಿತಿ/ಅನುಪಸ್ಥಿತಿಯು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಬಿಸಿ ಮತ್ತು ತಂಪು ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಲ್ಲಿ ನೆರವಾಯಿತು. ನೀರಿಲ್ಲದಿರುವ ಸ್ಥಿತಿಯು ಘನ ಸ್ಥಿತಿ ಎಂದಾಯಿತು. ಕಟ್ಟಿಗೆ ಉರಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಶಾಖದ ಅನುಭವ ಮತ್ತು ಬೂದಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ಕಟ್ಟಿಗೆಯು ಮಣ್ಣು ಮತ್ತು ಅಗ್ನಿಯಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿತ್ತು.
ಕೃಪೆ: ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY-NC

ರಾಸಾಯನಿಕ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಎಂದರೇನು?

ರಾಸಾಯನಿಕ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯು ಆರಂಭವಾದದ್ದು ಇತಿಹಾಸಪೂರ್ವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅರಣ್ಯ ಕಾಳ್ಗಿಚ್ಚಿಗೆ ಆಹುತಿಯಾಗಿ ಉಳಿದ ಇದ್ದಿಲು (ಇಂಗಾಲ) ಮಾನವನ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗಲೇ ಎನ್ನಬಹುದು. ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ, ತಾಮ್ರ, ಸೀಸ, ಕಬ್ಬಿಣ, ತವರ ಹಾಗೂ ಪಾದರಸ – ಈ ಏಳು ಲೋಹಗಳು – ಮತ್ತು ಅಲೋಹವಾದ ಗಂಧಕದ (ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿ) ಬಗ್ಗೆ ಮಾನವನಿಗೆ ಪುರಾತನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಅರಿವಿತ್ತು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಮೂಲಧಾತುಗಳು ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ, ಅವುಗಳ ಸ್ವತಂತ್ರ (ಧಾತು) ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲವೇ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸೈಡ್ ಅದಿರಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಲಭಿಸುತ್ತಿದ್ದುದು, ಹಾಗೂ ಇವುಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಅಥವಾ ಇದ್ದಿಲಿನಿಂದ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಸುಲಭವಾಗಿ ವಿಘಟಿಸುತ್ತಿದ್ದುದು ಅವರ ಈ ಅರಿವಿಗೆ ಕಾರಣವಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಒಮ್ಮೆ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾದ ನಂತರ ಮಾನವರಿಗೆ ಅವುಗಳ ಉಪಯೋಗ ಅಥವಾ ಮಹತ್ವದ ಅರಿವಾಗಿ ಇನ್ನಷ್ಟು ಹುಡುಕಾಟಕ್ಕೆ ದಾರಿಯಾಗಿರಬಹುದು. ಆದರೂ, ಅವುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಕುರಿತಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಮೂಲಧಾತುಗಳಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವ ಬಗ್ಗೆಯಾಗಲೀ ಯಾವುದೇ ದಾಖಲೆಗಳಿಲ್ಲ.

ಈ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಚಿನ್ನದ ಇತಿಹಾಸವು ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣವಾದುದು. ಅದರ ಆಕರ್ಷಕ ಹೊಳಪಿನಿಂದಾಗಿ, ಚಿನ್ನವು (ಬೆಳ್ಳಿಯೊಂದಿಗೆ) ಐಶ್ವರ್ಯ/ಆಭರಣಗಳಾಗಿ ಮತ್ತು ಸೌಂದರ್ಯದ ಸಂಕೇತವಾಯಿತು. ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಹಿವಾಟಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವಿನಿಮಯ ಮಾಧ್ಯಮವಾಗಿ ಚಿನ್ನವು ಗಣನೀಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿತು. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಹಲವು ರಸವಿದ್ಯಾತಜ್ಞರು ಕಬ್ಬಿಣ ಇತರ ಮೂಲ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಚಿನ್ನಕ್ಕೆ ರೂಪಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಮೂಲಕ 'ಸ್ಪರ್ಶಮಣಿ'ಗೆ (ಫಿಲಾಸಫರ್ಸ್ ಸ್ಟೋನ್) ಹುಡುಕಾಟ ಆರಂಭಿಸಿದರು. ಮಧ್ಯಯುಗದ ಈ ರಸವಿದ್ಯಾತಜ್ಞರ ನಿರಂತರ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಆ್ಯಂಟಿಮನಿ, ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಹಾಗೂ ಬಿಸ್ಮತ್ ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಹಲವು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಟ್ಟವು. ಜೊತೆಗೆ ಇವು ಹಲವು ಬಗೆಯ ಗಾಜಿನ ಸಾಮಗ್ರಿ ಮತ್ತು ಮೂರು ಪ್ರಮುಖ ಆಮ್ಲಗಳಾದ ಗಂಧಕಾಮ್ಲ, ಹೈಡ್ರೋಕ್ಲೋರಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಹಾಗೂ ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೂ ಕಾರಣವಾದವು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಮುಂದಿನ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದವು.

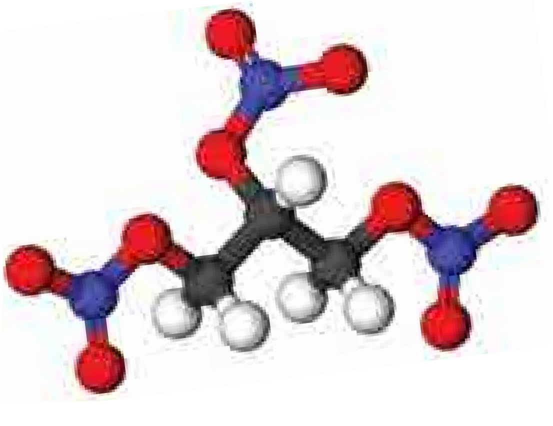
ಆದಾಗ್ಯೂ ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಖಚಿತ ದಾಖಲೆಯು 1669ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಫಾಸ್ಫೇಟುಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮೂಲವಾದ ಮೂತ್ರದಿಂದ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿರುವ ಮೂಲಧಾತುವಾದ ರಂಜಕವನ್ನು ಈ ದಾಖಲೆ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನಷ್ಟು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳು ನಡೆದಿರಬಹುದಾದರೂ ಅದನ್ನು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟಕರ. ಅಂದಿನ ರಸವಿದ್ಯಾತಜ್ಞರು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದರ ಮೇಲೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಅವಲಂಬಿತರಾಗಿದ್ದರು. ಜೊತೆಗೆ, ಲಭಿಸಬಹುದಾದ ಆರ್ಥಿಕ ಲಾಭಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ತಮಗೆ ಕಂಡುಬಂದದ್ದನ್ನು ಅವರು ಗೋಪ್ಯವಾಗಿರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದುದೇ ಹೆಚ್ಚು. ಅಂದರೆ, ಜ್ಞಾನವು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲೇ ಸೀಮಿತಗೊಂಡು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಪ್ರಗತಿ ಹೊಂದದೇ ಉಳಿಯಿತು.

ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ವಿನೂತನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ

ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಕುರಿತಾದ ಆಲೋಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಗಣನೀಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದವು. ಬಾಯ್ಲ್ ಪ್ರಕಾರ ಇನ್ನಷ್ಟು ಸರಳವಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಲಾಗದ, ಆದರೆ ಇತರ ಧಾತುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡು ಮಿಶ್ರಣವಾಗುವ (ಇಂದಿನ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು) ವಸ್ತುವೇ ಮೂಲಧಾತು. ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಹೆನ್ರಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಶ್, ಜೋಸೆಫ್ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲೀ ಹಾಗೂ ಆಂಟನಿ ಲೆವಾಸಿಯೇ ಮುಂತಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಾಡಿದ ವಿಸ್ತೃತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಿದವು.

ದಹನಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪೂರಕವಾಗುವ ಅನಿಲವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲೀ ಅದಕ್ಕೆ 'ಆಕ್ಸಿಜನ್' (ಆಮ್ಲಜನಕ) ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದನು ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲೇ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಶ್ ಒಂದು ದಹನಶೀಲ ಅನಿಲ (ಆಮ್ಲ ಹಾಗೂ ಲೋಹದ ನಡುವಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದುದು) ವನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಿ ಅದಕ್ಕೆ 'ಹೈಡ್ರೊಜನ್' (ಜಲಜನಕ) ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದನು. ಇವೆರಡನ್ನೂ ಬಳಸಿ ಲವೋಸಿಯೇ (Lavoisier) ಮಾಡಿದ ನೀರಿನ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್‌ನ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗೆ ಬಲವಾದ ಪೆಟ್ಟನ್ನು ನೀಡಿತು. ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ಲವೋಸಿಯೇ ನಿರೂಪಿಸಿದನಲ್ಲದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ತಳಹದಿಯನ್ನೂ ಒದಗಿಸಿದನು.

ಹೊಸ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನೆಯೆಂದರೆ 1800ರಲ್ಲಿ ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವೋಲ್ಟಾನ ಕೋಶ. ವೋಲ್ಟಾನ



ಕೋಶವು ಒಂದು ನಿರಂತರ ಪೂರೈಕೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲವನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು ಹಾಗೂ ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ವಿಘಟನೆಗೆ ಒಂದು ಅಪೂರ್ವವಾದ ದಾರಿಯನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು. ಸರ್ ಹಂಫ್ರಿ ಡೆವಿಯು ಅತ್ಯಂತ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾದ ಸೋಡಿಯಂ ಹಾಗೂ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ (ರಂಜಕ) ಅನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಇದನ್ನು 1807ರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಳಸಿದನಲ್ಲದೆ ತದನಂತರ ಇತರ ಕ್ಷಾರೀಯ ಮೃದ್ಲೋಹ (ಆಲ್ಕಲೈನ್ ಅರ್ತ್ ಮೆಟಲ್ಸ್) ಅನಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಮ್, ಮತ್ತು ಬೇರಿಯಂ ಅನ್ನೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದನು. ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಮ್‌ನ ಅಪಕರ್ಷಣೆಯ (ರೆಡ್ಯೂಸಿಂಗ್) ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಜಾನ್ಸ್ ಜೇಕಬ್ ಬರ್ಝೀಲಿಯಸ್ ಅವರಿಗೆ ಸೆಲೆನಿಯಂ, ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತು ಜರ್ಕೋನಿಯಂ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನೆರವಾಯಿತು.

ಪತ್ತೆಯಾದ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚಳವಾಗುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ ಅದರ ಜೊತೆಜೊತೆಗೆ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಕುರಿತಾದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಿಕಾಸವಾಗುತ್ತಾ ಬಂತು. ಇವೆರಡೂ ಅಂಶಗಳು ಮುಂದೆ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಹೆಜ್ಜೆಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದವು. ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜಾನ್ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಪರಮಾಣು ತತ್ತ್ವವು ಈ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ್ದಾಗಿದೆ. ಮೂಲಧಾತುಗಳು ವಿಭಜಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಂತಹ ಕಣಗಳಾದ 'ಪರಮಾಣು'ಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂದು ಡಾಲ್ಟನ್ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದನು. ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿ, ಗಾತ್ರ ಹಾಗೂ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯದಾಗಿರುತ್ತವೆ– ಎನ್ನುವ ಆತನ ಆಲೋಚನೆಯು ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಮೇಲೆ ಗಮನವನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿತು. ಡಾಲ್ಟನ್ನಿನ ಅನುಸಾರ, ಒಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ನಿಖರವಾದ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅದರ ಗುರುತು ಎಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ಆಲೋಚನೆಯು ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು: ಒಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ? ತಿಳಿದಿರುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ಈ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕುವ ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಮುಂದಾಲೋಚನೆಯನ್ನು ಅವನು ಹೊಂದಿದ್ದನು (ಅಂದರೆ, ಇತರ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಗಳನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಮೂಲಧಾತುವಾಗಿ ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದು).

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಥವಾ ಅಣುಗಳು?

ಅಸಾಧಾರಣವೆಂಬಂತೆ, ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂತ್ರಗಳು ಅರಿವಿಗೆ ಬಂದಿರಲಿಲ್ಲ, ಅಲ್ಲದೆ, ವೇಲೆನ್ಸಿಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೂ, ರಾಶಿಯ ಸ್ಥಾಯಿತ್ವದ ನಿಯಮ–ಲಾ ಆಫ್ ಕನ್ಸರ್ವೇಶನ್ ಆಫ್ ಮಾಸ್ (ಲೆವಾಸಿಯರ್), ಹಾಗೂ ಸ್ಥಿರ ಸಮರೂಪತೆಯ ನಿಯಮ –ಲಾ ಆಫ್ ಕಾನ್ಸ್ಟೆಂಟ್ ಪ್ರೊಪೋರ್ಷನ್(ಪ್ರಾಸ್ಟ್) – ಇವೆರಡೂ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದವು. ಪ್ರಾಸ್ಟನ ಸ್ಥಿರ ಸಮರೂಪತೆಯ ನಿಯಮವು ಹೇಳುವಂತೆ ಅದರ ಮೂಲವು ಯಾವುದೇ ಆಗಿದ್ದರೂ ಒಂದು ನಿಖರವಾದ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನೀರು) ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಆದ ಮೂಲಧಾತು (ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕ)ಗಳಿಂದ, ಸ್ಥಿರ ರಾಶಿ ಅನುಪಾತದಿಂದ ಕೂಡಿ (1:8) ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಜಲಜನಕವನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಹಾಗೂ ನೀರಿನ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳ ಸೂತ್ರವನ್ನು HO ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಯು 8 ಎನ್ನುವ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದನು.

ಗೇ–ಲೂಸಾಕ್‌ನು ಅನಿಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದನು ಹಾಗೂ ಒಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿನಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಲು ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳು ಆಗಿರಬೇಕಿಲ್ಲ ಎಂದು ಹೇಳಿದನು. ಗೇ–ಲೂಸಾಕ್‌ನ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನ ವಿಭಜನೆ ಅಸಾಧ್ಯ ಎನ್ನುವ ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ತರ್ಕಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿತ್ತು. ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಅವೋಗಾಡ್ರೋ ಎನ್ನುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ 'ಅಣು'ವಿನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯೊಂದಿಗೆ ಈ ಅಸಂಗತತೆಗೆ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ನೀಡಿದನು.

1800 ಮತ್ತು 1860 ರ ಅವಧಿಯ ನಡುವೆ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ನಿರ್ಣಯವನ್ನು ಗೇ ಲೂಸಾಕ್, ಅಮೆಡಿಯೋ ಅವೊಗಾಡ್ರೋ, ಬೆರ್ಝೀಲಿಯಸ್, ಜೀನ್ ಸ್ಟಾಸ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟನಿಸ್ಲಾವೋ ಕನಿಜ್ಜಾರೋ ಇವರುಗಳು ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಕಾಸಗೊಳಿಸಿದರು. ಬೆರ್ಝೀಲಿಯಸ್ ಆಧಾರ ಮೂಲಧಾತುವನ್ನು ಜಲಜನಕದಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕಕ್ಕೆ ಬದಲಿಸಿದನು. ತನ್ಮೂಲಕ ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳನ್ನು ಬಳಕೆ ಮಾಡಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ವಿಶಾಲಗೊಳಿಸಿದನು. ಈ ರೀತಿಯ ಒಂದು ಆಧಾರ ಧಾತುವನ್ನು ಬಳಸಿ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ಇಂದಿಗೂ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ– ಆದರೆ ಇಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಆಧಾರ ಧಾತುವೆಂದರೆ ಇಂಗಾಲದ ಸಮಸ್ಥಾನಿ (ಐಸೋಟೋಪ್)– 12C. ಹೀಗೆ, ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಸುಮಾರು 60 ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾಗಿತ್ತು; ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿಯಾಗಿತ್ತು. ಆದರೂ, ಈ ಜ್ಞಾನವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮುದಾಯದೊಳಗೆ ಇನ್ನೂ ಅರಿವಿಗೆ ಬಂದಿರಲಿಲ್ಲ, ಮತ್ತು ಎಲ್ಲರ ಕೈಗೆಟಕುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ವೇಲೆನ್ಸ್, ಅಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳು, ಸಮಾನದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಅಸ್ಪಷ್ಟತೆಗಳು ಮುಂದುವರೆದಿದ್ದವು.

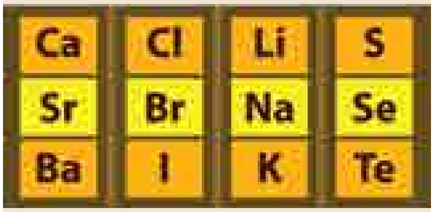
ಈ ಅಸ್ಪಷ್ಟತೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಂದೆಡೆ ಸೇರುವ ಅಗತ್ಯದ ಫಲಿತಾಂಶವಾಗಿ 1860ರಲ್ಲಿ

ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಆಲೋಚನೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ

ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಆಲೋಚನೆಗಳ ಹುಟ್ಟು ಹಾಗೂ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಒಂದು ಕೌತುಕಮಯ ಕಥೆಯಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಐ ವಂಡರ್‌ನ ಮೊದಲ ಸಂಚಿಕೆ (ಜುಲೈ 2018) ಕನ್ನಡ ಆವೃತ್ತಿ ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಕಥೆ (ಪುಟ. 114.) ಯಲ್ಲಿ ವಿವರವಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಓದುವುದಕ್ಕೆ ನಾವು ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆ!

ಜರ್ಮನಿಯ ಕಾರ್ಲ್‌ಸ್ರೂಹ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಅಧಿವೇಶನವು ನಡೆಯಿತು. ಕನಿಝಾರೋವಿನ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಮೌಲ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಅವಗಾಡ್ರೋನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಆತ ಮಾಡಿದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಅಧಿವೇಶನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಲಾಯಿತು. ಹೀಗೆ ಈ ಅಧಿವೇಶನದ ಮೈಲಿಗಲ್ಲು ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದ್ದ ಜ್ಞಾನದ ಮೇಲೆ ಗಂಭೀರ ಚಿಂತನ ಹಾಗೂ ಮಂಥನ ನಡೆಸುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಭದ್ರ ಬುನಾದಿಯನ್ನು ಹಾಕಿತು

ಬಾಕ್ಸ್ 3. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಮುಕ್ಕೂಟಗಳು. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಕಾರ್ಲ್‌ಸ್ರೂಹ್ ಅಧಿವೇಶನದ ನಂತರ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದರೂ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆಯೇ ಕೆಲವು ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿದ್ದವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವೆಂದರೆ, ಡೋಬೆರೀನರನ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು. ಡೋಬೆರೀನರನ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣವು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿನ ಸಮಾನತೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿತ್ತು: ಅವನು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಮೂರು ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಏರುವ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ (ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿದ್ದಂತೆ) ಜೋಡಿಸಿದನು. ಇದಾದ ನಂತರ ಅವನಿಗೆ ಕಂಡುಬಂದುದೆಂದರೆ, ಮಧ್ಯದ ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯು ಉಳಿದೆರಡು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿತ್ತು. ಆತ ತನ್ನ "ಮುಕ್ಕೂಟದ ನಿಯಮ"ವನ್ನು (Law of Triads) 1829ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಇದು ಮುಂದಕ್ಕೆ, 1843ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ಇಂತಹ ಹತ್ತು ಮುಕ್ಕೂಟಗಳ ಪತ್ತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು.



ಚಿತ್ರ 2. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಮುಕ್ಕೂಟಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳು
ಕೃಪೆ: ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY-NC

ಆದರೂ, ಈ ಪೂರ್ವಭಾವಿ ವರ್ಗೀಕರಣವನ್ನು ಆಗ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣಕ್ಕೆ ಬಳಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ; ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಗುಂಪುರಚನೆಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಭದ್ರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ: ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಚತುಷ್ಕೂಟ ಹಾಗೂ ಒಂದು ಪಂಚಕೂಟವನ್ನು ನಂತರ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲಾಯಿತು!

ಮೂಲಧಾತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿನ ಆವರ್ತನೆ

1860ರ ಅಧಿವೇಶನದ ನಂತರ, ಗಣನೀಯ ಸಂಖ್ಯೆಯ ತಿಳಿದಿರುವ ಮೂಲಧಾತುಗಳು (63) ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳು, ವೇಲೆನ್ಸಿ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಕುರಿತಾದ ಸ್ಪಷ್ಟನೆಯು ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಸೂಕ್ತ ಆಧಾರ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದವು. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿಖರವಾದ 'ಆವರ್ತನೆ'ಯಾಗುವುದನ್ನು ಮೊದಲು ಗುರುತಿಸಿದವನು ಜಾನ್ ನ್ಯೂಲಾಂಡ್ಸ್. ಆತನ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ, ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಏರಿಕೆಯ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ (ಕಾನಿಝಾರೋ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದಂತೆ), ಒಂದು ನಿರ್ಧಾರಿತ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಆರಂಭಿಸುವಾಗ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಎಂಟನೆಯ ಮೂಲಧಾತುವು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನತೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದವು (**ಚಿತ್ರ 2** ನೋಡಿ). ಸಂಗೀತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಸ್ವರಾಷ್ಟಕ ಶ್ರೇಣಿಯ (ಮ್ಯೂಸಿಕಲ್‌ಒಕ್ಟೇವ್) ಸಮರೂಪತೆಯಿಂದಾಗಿ ಈ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಆತ ಅಷ್ಟಮ (ಒಕ್ಟೇವ್ಸ್) ನಿಯಮ ಎಂದೇ ಹೆಸರಿಸಿದನು. ನ್ಯೂಲಾಂಡ್ಸನು ಅವುಗಳ ಭೌತಿಕ ಹಾಗೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಗಿಂತ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚು ಅವಲಂಬಿತನಾಗಿದ್ದುದು ಆತನ ಜೋಡಣೆಗೆ ಕೆಲವು ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಹೇರಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಭಾಗಶಃ ಕಾರಣವಾದುದು ಅ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕೆಲವು ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಮೌಲ್ಯವು ನಿಖರವಾಗಿಲ್ಲದೇ ಇದ್ದುದು. ಇದು ಅವುಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಾದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು. ಇದಲ್ಲದೆ, ನ್ಯೂಲಾಂಡನು ತನ್ನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಈವರೆಗೆ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾಗದಿರುವಂತಹ ಮೂಲಧಾತುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶವನ್ನು ಇರಿಸಿರಲಿಲ್ಲ.

ಒಗಟು ಬಿಡಿಸಿದ ಮೆಂಡಲೀವ್

ನ್ಯೂಲಾಂಡ್ಸನು ಆವರ್ತನೀಯ ಗುಣವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿದನಾದರೂ, ಮೂಲಧಾತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಆತನ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಗಂಭೀರವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸದೇ ಹೋದರು. ಆದುದರಿಂದ, ಆತ ತನ್ನ ಆಲೋಚನೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ವಿಸ್ತರಿಸುವ ಗೋಜಿಗೆ ಹೋಗಲಿಲ್ಲ. ದಿಮಿತ್ರಿ ಮೆಂಡಲೀವ್ ಎನ್ನುವಾತ 1869ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ನಂತರ 1871ರಲ್ಲಿ, ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ತನ್ನ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ವರ್ಗೀಕರಣದ ಈ ಅದ್ಭುತ ಪದ್ಧತಿಯು ಆವರ್ತನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ತಾರ್ಕಿಕ ಮುಂದಾಲೋಚನೆಯ ಕಾರಣ ಇನ್ನೂ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೊಂಡಿರದಂತಹ ಹಲವು ಮೂಲಧಾತುಗಳಿಗೆ ಜಾಗದ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಸ್ಥಾನಾವಕಾಶಗಳನ್ನೂ ಕಲ್ಪಿಸಿತು!

ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಲ್ಲಿ ಮೆಂಡಲೀವನ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಯಾವ ಕಾರಣದಿಂದ ಪರಿವರ್ತನಾ ಸ್ವರೂಪದ್ದಾಗಿವೆ?

1. ಮೆಂಡಲೀವನ ಜೋಡಣೆಯು ಕೇವಲ ಕನಿಝಾರೋ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮೌಲ್ಯದ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ, ಆತ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಆಸಕ್ತಿಯಿಂದ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಹಾಗೂ ಈ ಮೂಲಕ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯದಾಗಿರುವ ಅಥವಾ ಅನಲಾಗಸ್ 'ಮೂಲಧಾತು'ಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದುದಲ್ಲದೆ, ತನ್ನ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಏಕರೂಪತೆಗೆ ಆದ್ಯತೆಯನ್ನು ನೀಡಿದನು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಆತ ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಹಲವು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದನು.

2. ಮೆಂಡಲೀವ್ ತನಗೆ ಲಭ್ಯವಿದ್ದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸರಿಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಬಿಡಿಸಬೇಕಾದ ಚಿತ್ರಬಂಧದ ಸವಾಲಿನಂತೆ ಸ್ವೀಕರಿಸಿದನು. ಆತ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿಗೂ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಕಾರ್ಡುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು ಮತ್ತು ಹಲವು ರೀತಿಯ ಜೋಡಣೆಗಳ ಮೂಲಕ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದನು. ಈ ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ (ಪ್ರಸ್ತುತ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವಂತಹುದು)

Li^{2} 7	Be^{3} 9	B^{4} 11	C^{5} 12	N^{6} 14	O^{7} 16	F^{8} 19
Na^{9} 23	Mg^{10} 24	Al^{11} 27.5	Si^{12} 28	P^{13} 31	S^{14} 32	Cl^{15} 35.5

ಚಿತ್ರ 3. ನ್ಯೂಲಾಂಡ್ಸ್‌ನ (Newlands') ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಒಂದು ಭಾಗ. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಜೋಡಣೆ ಮಾಡುವ ಹಾಗೂ ಆವರ್ತನೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸುವಿಕೆಯ ನ್ಯೂಲಾಂಡ್‌ನ ಸಾಹಸಮಯ ಪ್ರಯತ್ನವು ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿಶದವಾಗಿದೆ. ಫ್ಲೋರಿನ್ (F) ನಿಂದ ಸರಣಿಯ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಎಂಟನೆಯ ಮೂಲಧಾತುವಾದ ಕ್ಲೋರಿನ್ (Cl) ಅದಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಅವೆರಡೂ ಹ್ಯಾಲೋಜೆನ್ ಎನ್ನುವ ಒಂದೇ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಂತರವಷ್ಟೇ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಕೃಪೆ: ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ.

ಪರವಾನಗಿ: CC-BY-NCCredits: Tejas Joshi. License: CC-BY-NC.

ನೇರ ಹಾಗೂ ಅಡ್ಡ ಸಾಲಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ, ಆತ ನೇರ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹಾಗೂ ಅಡ್ಡ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಏರಿಕೆ ಕ್ರಮವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡನು.

3. ಮೆಂಡಲೀವ್‌ನ ದೃಢ ನಂಬಿಕೆಯು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದ್ದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸದೊಂದಿಗೆ ಪ್ರಶ್ನಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿತು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ತಪ್ಪಾದ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ) ಮತ್ತು ಆತ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಮೌಲ್ಯದ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಹಾಗೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಜೋಡಿಸದ ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸರಿಯಾದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುವುದಕ್ಕೆ ತೊಡಗಿದನು. ಈ ದೃಢ ನಂಬಿಕೆ ಹಾಗೂ ಮುಂದಾಲೋಚನೆಯು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾದುದು ಎಂದು ನಂತರದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ರುಜುವಾತಾಯಿತು.

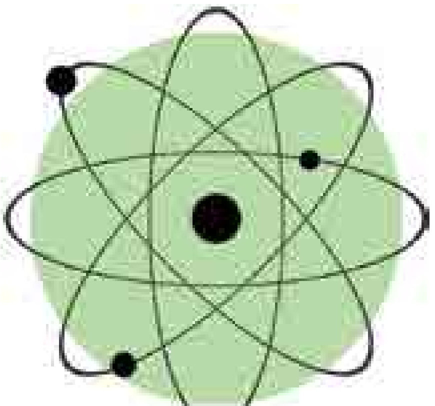
4. ಮೆಂಡಲೀವನ ಕೋಷ್ಟಕದ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖ ಲಕ್ಷಣವೆಂದರೆ, ಪ್ರಸ್ತುತ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾಗದೇ ಉಳಿದಿರುವ ಮೂಲಧಾತುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಉದ್ದೇಶಿಸಿ ಖಾಲಿ ಬಿಟ್ಟಿದ್ದ ಸ್ಥಾನಗಳು. ಆದರೆ ಇವುಗಳು ಕೇವಲ ಖಾಲಿ ಜಾಗಗಳು ಮಾತ್ರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳು ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾಗದೇ ಉಳಿದಿದ್ದ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಹುದೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದ್ದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಅಂದಾಜಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದವು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂಗೆ ಸಮನಾದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿ ಮೆಂಡಲೀವನು ಒಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದನು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಎಕಾ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಎಂಬ ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದ್ದನು. ಅದನ್ನು ನಂತರ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಮಾಡಲಾಯಿತು ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಲಿಯಂ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಯಿತು). ಹೀಗೆ ಮೆಂಡಲೀವನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿನ, ಇಂತಹ ದಾರ್ಶನಿಕ ಹಾಗೂ ಎದೆಗಾರಿಕೆಯ, ಅನುಕೂಲಗಳು ಇನ್ನಷ್ಟು ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಳಿಸುವುದನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸಿತು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಅದು ಹೊಸ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಹುಡುಕಾಟಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ನೀಡಿತು!

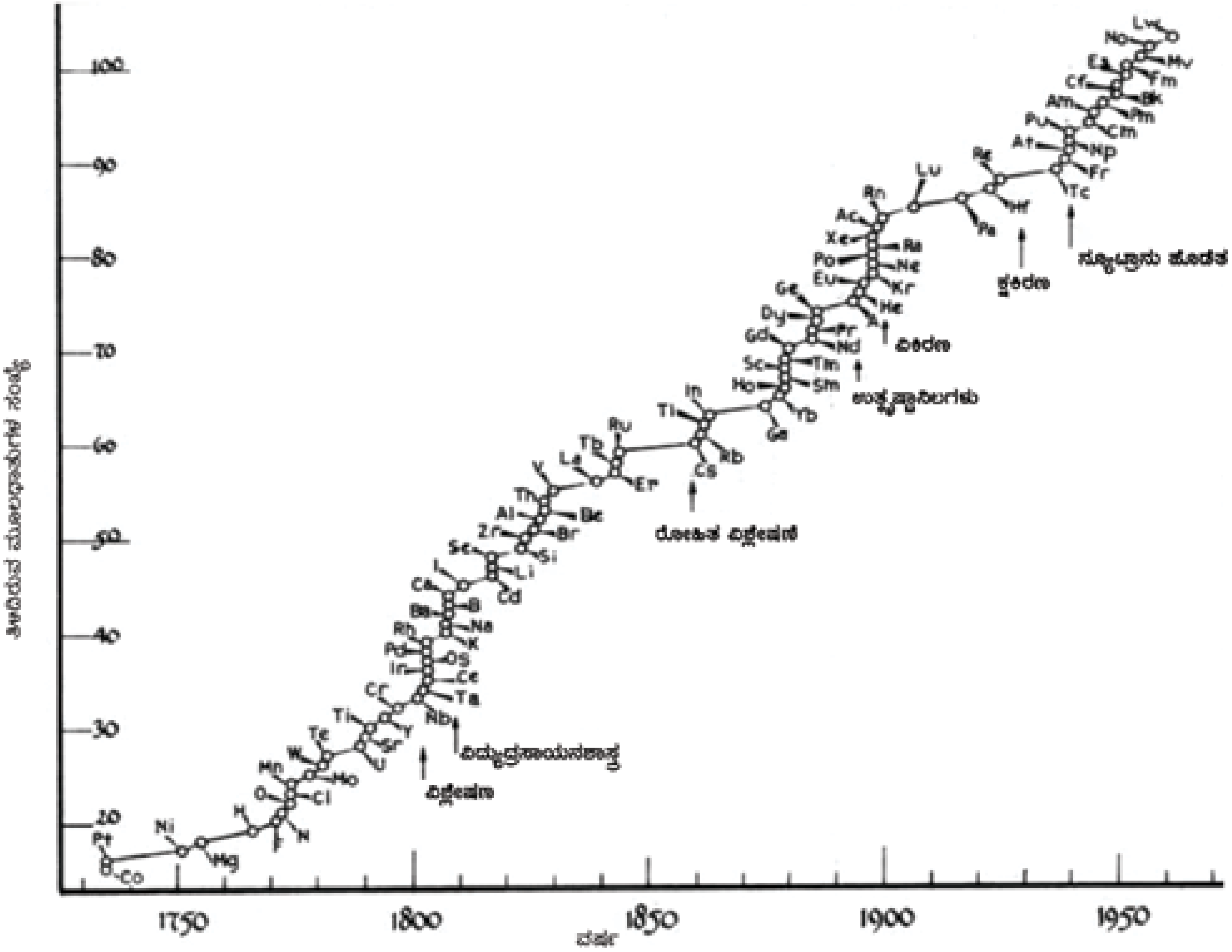
ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾಗಿ, ಸುಮಾರು ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಂತಹುದೇ ಆದ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕವನ್ನು ಲೋಥರ್ ಮೇಯರ್ ಎನ್ನುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದನು. ನಂತರದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ನೀಡಿದ ಕೊಡುಗೆಗಾಗಿ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೂ ಬಹುತೇಕ ಮೆಂಡಲೀವನಿಗೆ ದೊರಕಿದಷ್ಟೇ ಮಾನ್ಯತೆಯನ್ನು ನೀಡಲಾಯಿತು. ಮೇಯರನ ಕೋಷ್ಟಕವು ಪರಮಾಣು ಗಾತ್ರಗಳ ಏರಿಕೆಯಂತಹ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಭೌತಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಹತ್ವವನ್ನು ನೀಡಿತು.

ಇನ್ನಷ್ಟು ಬೃಹತ್ತಾದ ಸಮಸ್ಯೆ: ಹೊಸ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾನ ಕಲ್ಪಿಸುವುದು!

ಮೆಂಡಲೀವನ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕವು ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿದ್ದ 60ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಅಸಾಧಾರಣ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೂ, ಹಲವು ಹೊಸ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಅದಕ್ಕೆ ಬೆದರಿಕೆಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ಇಂತಹವುಗಳ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಸವಾಲಾಗಿ ಬಂದುದು 1859ರಲ್ಲಿ ರಾಬರ್ಟ್ ಬುನ್ಸೆನ್ ಮತ್ತು ಗುಸ್ತಾವ್ ಕಿರ್ಚಾಫ್ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಬಳಸಿ ಮಾಡಿದ ರೇರ್ ಅರ್ಥ್ ಮೂಲಧಾತುಗಳಾದ ಲ್ಯಾಂಥನೈಡುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ. ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಸಾಧನವಾಗಿದ್ದು, ಯಾವುದೇ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸದೇ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಾನತೆಯನ್ನು ತೋರುವ ಹಾಗೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವ ರೇರ್ ಅರ್ಥ್ ಮೂಲಧಾತುಗಳಿಗೆ ಈ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಬಳಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ತವಾಗಿತ್ತು. ಇಂತಹ ಹೆಚ್ಚಿನ ರೇರ್ ಅರ್ಥ್‌ಗಳು 1870ರ ನಂತರ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಾದುದರಿಂದ ಮೆಂಡಲೀವನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾನ ಕಲ್ಪಿಸುವುದು ಒಂದು ಸವಾಲಿನ ಕೆಲಸವಾಯಿತು.ಮೆಂಡಲೀವನ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಪ್ರಮುಖ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಪ್ರಗತಿ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಮಾನತೆಯು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿತ್ತು. 1905ರಲ್ಲಿ, ಆಲ್ಫ್ರೆಡ್ ವರ್ನರ್ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಗೆಹರಿಸಿದನು. ಈತ ಆಲ್ಕಲೈನ್ ಅರ್ಥ್ ಮೆಟಲ್ಸ್ ಮತ್ತು ಟ್ರಾನ್ಸಿಶನ್ ಮೆಟಲ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ರೇರ್ ಅರ್ಥ್‌ಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾನ ಕಲ್ಪಿಸಿದನು. ಈತನ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕವು 33 ಲಂಬಸಾಲುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡು ಅತ್ಯಂತ ಸುದೀರ್ಘವಾದ ಕೋಷ್ಟಕವೆನಿಸಿತು! ಅವುಗಳ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಸಂರಚನೆಯ ಯಾವುದೇ ಜ್ಞಾನವಿಲ್ಲದೆ ರೇರ್ ಅರ್ಥ್‌ಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕೂರಿಸಿರುವುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಗಮನಾರ್ಹವಲ್ಲವೇ?

ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದ ಸವಾಲೆಂದರೆ ವಿಲಿಯಮ್ ರಾಮ್ಸೇ ಮತ್ತು ಲಾರ್ಡ್ ರೇಲೀಯವರು 1894ರಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಮೊದಲ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಅನಿಲ– ಆರ್ಗಾನ್‌ನ ಆವಿಷ್ಕಾರ. ಈ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಹೆಚ್ಚಿನ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ





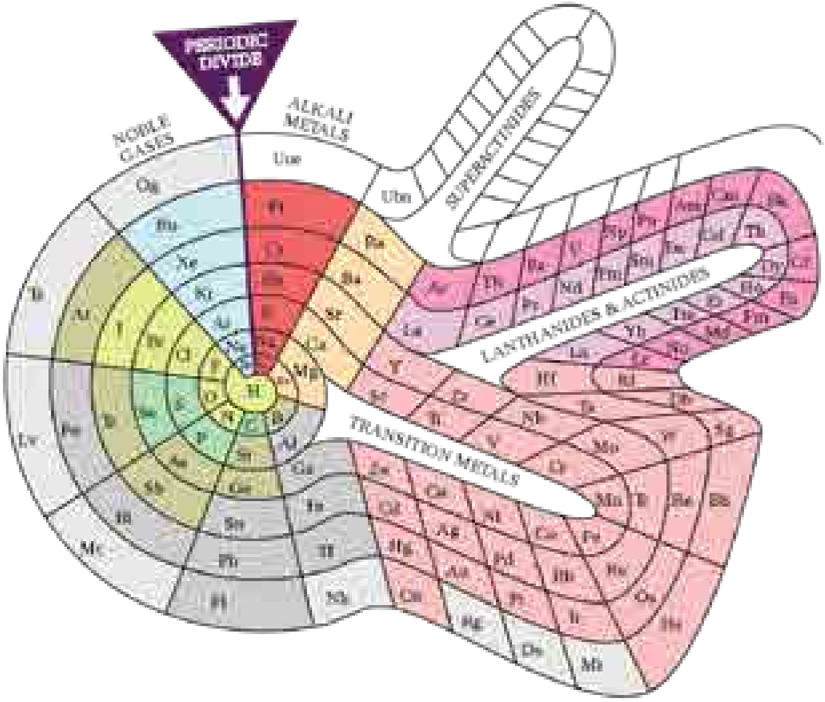
ಚಿತ್ರ 4. ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರದ ಅವಲೋಕನ.

ಕೃಪೆ: ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ, ಗೋಲ್ಡ್ ವೈಟ್, ಹೆಚ್, ಮತ್ತು ಆಡಮ್ಸ್ ಆರ್. ಸಿ (1970), ಕ್ರೊನಾಲಜಿ ಆಫ್ ದ ಡಿಸ್ಕವರಿ ಆಫ್ ಎಲಿಮೆಂಟ್ಸ್, ಜರ್ನಲ್ ಆಫ್ ಕೆಮಿಕಲ್ ಎಡುಕೇಶನ್ 47(12), 808 ನಿಂದ ಅಳವಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ

ಮೆಚ್ಚುಗೆಯಾಗಲಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ, ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾಗಿರದ ಆರ್ಗಾನ್, ಮೂಲಧಾತುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಈ ವರೆಗೆ ನಾವು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ ಹಾಗೂ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಛಿಂತಿಗೊಡ್ಡುವಂತಿತ್ತು. ಮುಂದೆ ಸಂಭವಿಸಿದ ಇತರ ಜಡ ಅನಿಲಗಳಾದ ಹೀಲಿಯಂ, ನಿಯಾನ್, ಕ್ರಿಪ್ಟಾನ್ ಮತ್ತು ಸೆನಾನ್‌ಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಈ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದವು ಮತ್ತು ಇದು ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಪೂರ್ವವಾದ ಗುಂಪಿನ ಜೋಡಣೆಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಈ ಗುಂಪನ್ನು ಹ್ಯಾಲೋಜೆನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಆಲ್ಕಾಲಿ ಲೋಹಗಳ ನಡುವೆ ಇರಿಸಲಾಯಿತು. 1898ರಲ್ಲಿ, ಮೇರಿ ಕ್ಯೂರಿ ಹಾಗೂ ಆಕೆಯ ಪತಿ ಪಿಯರಿ ಪೋಲೋನಿಯಮ್ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯಂ ಅನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದರು. 1911ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಸುಮಾರು 30 ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಪತ್ತೆಯಾಗಿದ್ದವು. ಇವುಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ನಮ್ಮ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗೆ ಒಂದು ಬೃಹತ್ ಸವಾಲಾಯಿತು. ಏಕೆಂದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದವು, ಆದರೆ, ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದವು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳಿಗೆ ಎಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಸ್ಥಾನ ನೀಡುವುದು ಎನ್ನುವ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಲು ಇವುಗಳು ಕಾರಣವಾದವು. ಒಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಸಮಸ್ಥಾನಿ (ಐಸೋಟೋಪ್– ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳುಳ್ಳ ಮೂಲಧಾತುಗಳು)ಗಳನ್ನು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಜೊತೆಗೆ, ವಿಭಿನ್ನ ಪರಮಾಣು ರಾಶಿಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ಒಂದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಬೇಕು ಎಂದು ಸಲಹೆ ನೀಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಫ್ರೆಡೆರಿಕ್ ಸಾಡಿ ಮತ್ತು ಕಾಜಿಮಿಯರ್ಜ್ ಫಾಜನ್ಸ್ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಿದರು.

ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ: ಮೂಲಧಾತುವಿನ ವಿನೂತನ ಹಸ್ತಾಕ್ಷರ

1913ರ, ಹೆನ್ರಿ ಮೋಸ್ಲೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಸ್ಥಾನೀಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಆ ಮೂಲಧಾತುವಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಕ್ಷ–ಕಿರಣದ ನಡುವೆ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ ಗಣಿತದ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿತು. ಹೀಗೆ, ಆತನಿಗೆ ಮೊದಲ



ಚಿತ್ರ 5. ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದೇ?
ಇಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಚಿತ್ರವು ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಅಸಾಧಾರಣವಾಗಿರುವ ವಿನ್ಯಾಸದ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ–ಥಿಯೋಡೋರ್ ಬೆನ್ಫೀ ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಸುರುಳಿಯಾಕಾರದ ಕೋಷ್ಟಕ. ಈ ಸುರುಳಿಯ ಕೇಂದ್ರಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕವನ್ನಿರಿಸಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಸುರುಳಿಗಳು ಎಂಟು ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ಹೊರಹೊರಟಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸಿಶನ್ ಧಾತುಗಳು, ಲ್ಯಾಂಥನೈಡುಗಳು, ಮತ್ತು ಆಕ್ಟಿನೈಡುಗಳಿವೆ. ಸುರುಳಿ ಮತ್ತು ಹೆಲಿಕಲ್ ಮಾದರಿಗಳು ಹೊಸದೇನಲ್ಲ– ಚಾನ್ಕೋರ್ಟೋಯ್ಸ್ ಎಂಬುವವನಿಂದ 1862 ರಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲಾದ ಟೆಲ್ಯುರಿಕ್ ಸ್ಕ್ರೂ ಮಾದರಿಯು ಹೆಲಿಕಲ್ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಮುಖ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ. ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಇಂತಹ ಇತರ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಲು ಮಾರ್ಕ್ ಲೀಚ್‌ನ ಆನ್ ಲೈನ್ ಸಂಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲಿ ಭೇಟಿ ನೀಡಿ: http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php.

ಕೃಪೆ: ದೇ ಫೀಪ್ (ಸ್ವಕೃತಿ), ವಿಕಿಮೀಡಿಯಾ ಕಾಮನ್ಸ್. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Alternative_periodic_tables#/media/File:Elementspiral_(polyatomic).svg. License: CC-BY-NC

ಬಾರಿಗೆ ಹಲವು ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಆತನ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದಾಗಿ ಪರಮಾಣು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಬದಲಾಗಿ ಇಂದು ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ (ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ) ಯನ್ನು ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಹಸ್ತಾಕ್ಷರ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೋಸ್ಲೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಒಟ್ಟು 14 ರೇರ್ ಅರ್ಥ್‌ಗಳು, ಜೊತೆಗೆ ಅಂದಿನ ವರೆಗೆ ಕಳೆದುಹೋಗಿದ್ದ, ಕ್ಷ–ಕಿರಣ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ಆವಿಷ್ಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ, ಎರಡು ಮೂಲಧಾತುಗಳಾದ ಹಾಫ್ನಿಯಮ್ ಮತ್ತು ರೆನಿಯಮ್ ಇವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತೋರಿಸಿತು. ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕಕ್ಕೆ ಆಗಿರುವ ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಸೇರ್ಪಡೆಗಳೆಂದರೆ ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಮೂಲಧಾತುಗಳು. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಧಾತುಗಳೇ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ಎಂಬ ಪರಿಮಿತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಗಳ ಮೇಲಿನ ಸಂಘಟ್ಟನದಿಂದ ಸಂಭವಿಸುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಮೂಲಕ ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗುವ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವವರೆಗೆ ವಿಕಾಸಗೊಂಡಿತು. ಮೊದಲು ಸೃಷ್ಟಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಮೂಲಧಾತುವೆಂದರೆ ನೆಪ್ಚೂನಿಯಂ. ಎಡ್ವಿನ್ ಮೆಕ್‌ಮಿಲನ್ ಮತ್ತು ಫಿಲಿಪ್ ಏಬಲ್ಸನ್ ಎನ್ನುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬರ್ಕ್ಲೀ ವಿಕಿರಣ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ 1940 ರಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್–ಯುರೇನಿಯಂ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಮಾಡಿದರು. ನಂತರ ಗ್ಲೆನ್ ಸೀಬೋರ್ಗ್ ಹಾಗೂ ಅವನ ಸಹವರ್ತಿಗಳು ಹಲವಾರು ಟ್ರಾನ್ಸ್–ಯುರೇನಿಯಮ್ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದರು. ಇವೆಲ್ಲವುಗಳಿಗೂ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನಕಲ್ಪಿಸುವುದು ಮತ್ತೊಂದು ಸವಾಲಿನ ವಿಚಾರವಾಯಿತು, ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಯಾರೂ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿರಲಿಲ್ಲ! 1944ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ, ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಆಕ್ಟಿನೈಡ್ಸ್ ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದ ಸೀಬೋರ್ಗ್ ನವೀಕರಿಸಿದ ಕೋಷ್ಟಕವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಇಲ್ಲಿ ಆಕ್ಟಿನೈಡುಗಳಿಗೆ ರೇರ್ ಅರ್ಥ್(ಲ್ಯಾಂಥನೈಡ್ಸ್)ಗಳ ಕೆಳಗೆ ಸ್ಥಾನ ನೀಡಲಾಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ತಳಹದಿಯಾದುದು ಆಕ್ಟಿನೈಡುಗಳು ಅವುಗಳ ಅನುರೂಪವಾದ ಲ್ಯಾಂಥನೈಡುಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವ ಅಂಶ. ಇವು ತಮ್ಮಂತಹ ಇನ್ನಷ್ಟು ಕೃತಕ ಧಾತುಗಳ ಗುರುತುಹಿಡಿಯುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನೆರವಾದವು.

ಒಂದು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಸಾಧನವಾಗಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ

ಹೀಗೆ– ಇಂದು ನಾವು ಇಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ, ಚಿರಪರಿಚಿತವಾದ ಸುದೀರ್ಘ ಸ್ವರೂಪದ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ. ನಿಜಕ್ಕೂ ಒಂದು ಸುದೀರ್ಘ ಪಯಣ, ಅಲ್ಲವೇ? ಅದೂ ಇನ್ನೂ ಕೊನೆಗೊಂಡಿರದಂತಹುದು– ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆ ಹಾಗೂ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಇನ್ನೂ ಸಾಗುತ್ತಲೇ ಇವೆ (ಇಂತಹ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ **ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ)! ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಮೇಲೆ ಆಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ತಿದ್ದುಪಡಿಗಳು ದಾಖಲಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ಜಾಗತಿಕ ತಂಡವಾದ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಶನಲ್ ಯೂನಿಯನ್ ಆಫ್ ಪ್ಯೂರ್ ಎಂಡ್ ಅಪ್ಲೈಡ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ (ಐಯುಪಿಎಸಿ) ಯಿಂದ ನವೀಕರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ತಿದ್ದುಪಡಿಗಳು ತಾಂತ್ರಿಕ ಮಾಹಿತಿಯಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ಅಥವಾ ಹೊಸ ಧಾತುಗಳ ಸೇರ್ಪಡೆಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರಬಹುದು. ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಆವೃತ್ತಿ (ಜನವರಿ 2016)ಯು ಶಿಕ್ಷಕವೃಂದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಪ್ರಮಾಣಿತ ಪರಾಮರ್ಶನ ವಸ್ತುವಾಗಿದೆ, ಸುದ್ದಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ನಾಲ್ಕು ಹೊಸ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು 113, 115,117, ಮತ್ತು 118 ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅರಿವಿನ ಪ್ರಗತಿಯು ಒಂದು ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಆದರೆ ನಿಧಾನವಾದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಮತ್ತು ಆ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸುವುದು ಮಾನವನ ಸತತ ಪ್ರಯತ್ನವಾಗಿರುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಸಾಧಾರಣ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕವು ನಿರೂಪಿಸುವುದರಿಂದ ಅದು

1. ಮೊದಲ ಸಂಪನ್ಮೂಲವು ಒಂದು ಇನ್ಫೋಗ್ರಾಫಿಕ್ಸ್ ಫ್ಲಯರ್ ಆಗಿದ್ದು, ಅದು ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಮೈಲಿಗಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ಅದಕ್ಕೆ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಲೇಖನವು ಈ ಸಂಪನ್ಮೂಲದಿಂದ ಪ್ರೇರೇಪಿತವಾಗಿದೆ.
2. ಆದರೆ ಈ ಫ್ಲಯರ್ ಒಂದು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವ, ಸಂಪೂರ್ಣವಲ್ಲದ, ಚಟುವಟಿಕೆ– ಆಧಾರಿತ, ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕಕ್ಕೆ ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಸುಳಿವುಗಳು, ಖಾಲಿ ಸ್ಥಳಗಳನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಓದುಗರು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಬೇಕು.
3. ಎರಡನೆಯ ಸಂಪನ್ಮೂಲವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲಧಾತುವಿಗೆ ಒಂದರಂತೆ 114 ದೃಶ್ಯ ಮಾಹಿತಿ ಕಾರ್ಡುಗಳು.
4. ವರ್ಣ–ಸಂಯೋಜಿತ, ಹಾಗೂ ಸಚಿತ್ರ ಕಾರ್ಡ್ ಇದಾಗಿದ್ದು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲಧಾತುವೂ ಓದುಗರೊಂದಿಗೆ 'ಮಾತನಾಡುತ್ತದೆ' ಮತ್ತು ವಿಭಿನ್ನ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಅವರೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ವಿವರ ಪೋರ್ಟಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ.

www.bit.ly/lmtce ಪೋರ್ಟಲ್ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಈ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಕುರಿತಾದ ವಿವರಗಳ ಮೂಲಕ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನೀವು ಮುಂದೆ ಬಳಸಬಹುದಾಗಿರುವಂತಹ ಉಪಯುಕ್ತ ಮಾಹಿತಿಗೆ ಹೈಪರ್‌ಲಿಂಕ್ ಕೊಂಡಿಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 6. ಹೋಮಿ ಭಾಬಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಶನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಪಡಿಸಲಾಗಿರುವ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು.
ಕೃಪೆ: ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY-NC

ಬಾಕ್ಸ್ 4. ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು

ಈ ಲೇಖನಕ್ಕಾಗಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಮೇಲೆ ನಾವು ಓದಿ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿರುವ ಮುದ್ರಿತ ಹಾಗೂ ಜಾಲಾಧಾರಿತ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ಮತ್ತು ನಾವು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿರುವ ಬೋಧನಾ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ವಿಸ್ತೃತ ಪಟ್ಟಿಯು ಆನ್‌ಲೈನಿನಲ್ಲಿ www.bit.ly/lmtce ನಲ್ಲಿ ಪೋರ್ಟಲ್ಲಿನ 'ಪ್ರಮುಖ ಉಲ್ಲೇಖಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು' ವಿಭಾಗದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ. ಈ ಪೋರ್ಟಲ್ಲನ್ನು ಭೇಟಿ ಮಾಡುವುದನ್ನು ನಾವು ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪೋರ್ಟಲ್ ಅನ್ನು ವಿಭಿನ್ನ ಪ್ರೇಕ್ಷಕರಿಗಾಗಿ ಬೋಧನಾ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಲಭ್ಯಗೊಳಿಸಲೆಂದೇ ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವರಿಗೆ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಮುದ್ರಿತ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಿಗದಿರಬಹುದು ಇಲ್ಲವೇ ಬೋಧನಾ ಸಲಕರಣೆಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಹೊಂದದೇ ಇರಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿನ ಕೆಲವು ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ನಿಮಗೆ ನಿಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯನ್ನು ಹಾಗೂ ಬೆಂಬಲವನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವ ಭರವಸೆ ನಮಗಿದೆ– ಅದು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸ ಗೊಳಿಸುವುದರಲ್ಲಿರಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೇ ಸ್ವ–ಕಲಿಕೆಯತ್ತ ಅವರನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವಲ್ಲಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಲು ಮತ್ತು ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಅವರನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುವಲ್ಲಿರಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ ಹಾಗೂ ಧಾತುಗಳೆಡೆಗೆ ಮೆಚ್ಚುಗೆ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗುವ ಆರಂಭಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವ ಕಲಿಕಾಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಮುದ್ರಿತ ರೂಪವನ್ನೂ ನಾವು ಒದಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಈ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ಖರೀದಿಗೆ ಲಭ್ಯವಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಣೆಗಾಗಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು.

ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಗೆ, ಹಾಗೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಅಮೂಲ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಇದು ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕದ ಮೇಲಿನ (ಅಥವಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೇಲಿನ ಯಾವುದೇ ಅಧ್ಯಯನದ ಮೇಲಿನ) ನಿಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ವಿಶಾಲವಾಗಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ಭರವಸೆಯೊಂದಿಗೆ ನಾವಿದನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕವನ್ನು, ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣಗೊಂಡಿರುವ ಉತ್ಪನ್ನವೆಂದು ನೋಡುವುದರ ಬದಲಾಗಿ, ಒಂದು ಇನ್ನೂ ನಿಲ್ಲದೆ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿರುವ, ನಿಮ್ಮನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿದಿಡುವ, ಸ್ವತಃಸಿದ್ಧ ಉತ್ತರವಿಲ್ಲದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ತಾರ್ಕಿಕ ಚಿಂತನೆಯ ಮೂಲಕ ಬಿಡಿಸಲು ಪಟ್ಟುಬಿಡದೆ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ ಪಾತ್ರಗಳುಳ್ಳ ಕೌತುಕಮಯ ಕಥೆಯ ಫಲಿತಾಂಶದಂತೆ ನೋಡುವಿರೆಂಬುದು ನಮ್ಮ ನಂಬಿಕೆ.

ತೇಜಸ್ ಜೋಶಿ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ಕಾಲೇಜ್ ಲಂಡನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಎಜುಕೇಶನ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಎಂ.ಎ. ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಇದಕ್ಕೂ ಮುನ್ನ ತೇಜಸ್‌ರವರು 2009ರಿಂದ ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಶನ್ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನಿಗದಿತವಾಗಿ ಮಲ್ಟಿ ಕಾಂಪೊನೆಂಟ್ ಆರ್ಗಾನಿಕ್ ರಿಯಾಕ್ಷನ್ (ಬಹು-ಘಟಕ ಸಾವಯವ ಕ್ರಿಯೆ)ನ ಮೇಲೆ ಮೊದಲು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿ ನಂತರ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿ ದೃಶ್ಯ ಕಲಿಕಾ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿದರು. ಅವರ ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಯೋಜನೆಯು ವಿಷಯಾಧಾರಿತ ಕಲಿಕೆ, ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಹಾಗೂ ಸಂವಹನೆಗಾಗಿ ಮುಕ್ತ ಶಿಕ್ಷಣ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ, ಇವುಗಳ ಮೇಲಿವೆ. ತಮ್ಮ ಬಿಡುವಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತೇಜಸ್‌ರವರು ವರ್ಣಚಿತ್ರಕಲೆ, ರೇಖಾಚಿತ್ರ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ತೋಟಗಾರಿಕೆಯನ್ನು ಆನಂದಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅವರನ್ನು ಈ ಮೂಲಕ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು: tejas@oldifluff.org

ಸವಿತಾ ಲಡಗೆಯವರು ಟಿಐಎಫ್‌ಆರ್‌ನ ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಶನ್ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕ ವೃಂದದ ಸದಸ್ಯರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿ ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಒಲಂಪಿಯಾಡ್ ಸ್ಪರ್ಧೆಗಳ ಆಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಆಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ-15 ವರ್ಷಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಇವರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ, ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯ ಕೆಲಸಗಳು ಹಾಗೂ ಆಯ್ಕೆಯ ಹಂತಗಳ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಪದವಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಎನ್‌ಐಎಸ್‌ಯು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನೂ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಶಿಕ್ಷಣ ರಂಗದಲ್ಲಿ ಆಕೆಯ ಆಸಕ್ತಿಯು ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ (ಅನಾಲಿಟಿಕಲ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ), ರಾಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರ ಶಿಕ್ಷಣ, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ತಪ್ಪು ಗ್ರಹಿಕೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಣ ಹಾಗೂ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪದವಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸುವುದು - ಇವುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಅವರನ್ನು ಈ ಮೂಲಕ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ: savital@hbcse.tifr.res.in.

ಅನುವಾದ: ಸ್ಮಿತಾ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಮನೋಜ್ ಗೋಡ್ಬೋಲೆ