ರಾಕೆಟ್: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ

ಆನಂದ ಎಸ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

ರಾಕೆಟ್: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ

ಆನಂದ ಎಸ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

“Rocket: Baahyaakaashakke Rahadaari”
in Kannada by Anada S,
Published by
U R Rao Satellite Centre
Bengaluru-560017
kannada.ursc@gmail.com

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ
ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ,
ಬೆಂಗಳೂರು–560017

© ಲೇಖಕರದು

ಮೊದಲ ಮುದ್ರಣ : 2022
ಬಳಸಿದ ಕಾಗದ : 70 ಜಿ.ಎಸ್.ಎಂ. ಮ್ಯಾಪ್‌ಲಿಥೊ
ಡೆಮಿ 1/8, ಪುಟಗಳು: 52

ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ : ಇಸ್ರೊ ಮತ್ತು ಇತರ ಜಾಲತಾಣಗಳು

ಅಧ್ಯಕ್ಷರ ಸಂದೇಶ

ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯ, ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಹಾಗೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಸಾಹಿತ್ಯ ಪ್ರಕಾರ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಎಲ್ಲ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಿಂದ ಗಮನಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸರಳ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುವ ಆಶಯ ಈ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯದ ಗುರಿ. ಅದರಲ್ಲೂ, ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಡಲೆ ಎನಿಸಿರುವ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ, ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮುಂತಾದ ಸಂಕೀರ್ಣ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸರಳ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ತಿಳುವಳಿಕೆಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಅದೊಂದು ಅಪರೂಪದ ಸಾಧನೆಯೇ ಸರಿ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಪ್ರತಿಷ್ಠಿತ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯಾದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಎಂಬ ನೂತನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವೊಂದನ್ನು ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡಿದ್ದು, ತನ್ಮೂಲಕ "ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ" ಬಗ್ಗೆ ಸಣ್ಣ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರುವ ಯೋಜನೆ ಹೊಂದಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ನಿಮ್ಮ ಕೈಯಲ್ಲಿರುವ ಈ ಪುಸ್ತಕ, ಈ ಮಾಲೆಯ ಒಂದು ಕುಸುಮ. ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯವನ್ನು ಶ್ರೀಮಂತಗೊಳಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಹೆಜ್ಜೆ.

ಒಂದು ಭಾಷೆಯ ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ವಿವಿಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಆ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ವಿವರಿಸಬೇಕಾದದ್ದು ಅವಶ್ಯಕ. ಅಂತೆಯೇ ನಮ್ಮ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಸರಳ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿ, ಅದರ ಬಗೆಗಿನ ಅರಿವು ಮೂಡಿಸುವುದೂ ಕೂಡಾ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವ ಕಾರ್ಯ. ಪ್ರಸ್ತುತ "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಯೋಜನೆಯು, ಈ ಎರಡೂ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸಲಿದೆ.

ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಪರಿಕಲ್ಪಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರನ್ನು ನಾನು ಅಭಿನಂದಿಸುತ್ತೇನೆ. ಮುಂಬರುವ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಹೊರಬರಲಿ, ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಸಕ್ತ ಓದುಗರನ್ನು ತಲುಪಲಿ ಎಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ

ಎಸ್ ಸೋಮನಾಥ್

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು, ಇಸ್ರೊ

ನಿರ್ದೇಶಕರ ಸಂದೇಶ

ಉಪಗ್ರಹ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಸಂಬಂಧಿತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾದ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವ ಹಾಗೆ ತಲುಪಿಸಬೇಕು ಎನ್ನುವುದು ನನ್ನ ಚಿಂತನೆ ಹಾಗೂ ಆಶಯ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯತ್ನವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ಓದುವ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದ ಯುವ ಪ್ರತಿಭೆಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯಕ ಹಾಗೂ ಅಧಿಕೃತ ಮಾಹಿತಿ ತಲುಪಿಸುತ್ತದೆ. ತನ್ಮೂಲಕ ಅವರಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಭವ್ಯ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಹತ್ವದ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿದೆ.

ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಐದು ದಶಕಗಳಿಂದ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನುರಿತ ಹಾಗೂ ಅನುಭವಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಂದ ಈ ಕೆಲಸ ಆಗಬೇಕು ಎಂಬುವುದು ಸಹಜ ಅಪೇಕ್ಷೆ. ಇದರ ಅಂಗವಾಗಿ

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ"ಯನ್ನು ಹೊರತರುತ್ತಿದೆ.

ಈ ವಿಚಾರಕ್ಕೆ ಸ್ಪಂದಿಸಿ ಅತ್ಯಂತ ಉತ್ಸುಕತೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಈ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸರಣಿಯ ಏಳು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಇಂದು ನಿಮ್ಮ ಕೈ ಸೇರಿರುವುದು ಸಂತಸದ ಸಂಗತಿ. ಅವರ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಅಭಿನಂದನೆಗಳು ಹಾಗೂ ಯೋಜನೆ ಸಫಲವಾಗಲಿ ಎಂದು ನನ್ನ ಹಾರೈಕೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಅಭಿರುಚಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡು, ಮೂಲತತ್ವಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡು, ಆಳವಾದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡು, ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆದು ಉತ್ತಮ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಿ, ತನ್ಮೂಲಕ ದೇಶದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹಾಗೂ ಸಮಾಜದ ಸರ್ವತೋನ್ಮುಖ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಆಗಲಿ ಎಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ. ಈ ನಮ್ಮ ಉದ್ದೇಶ ಸಾಕಾರಗೊಂಡು, ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಫಲಿತಾಂಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ನನಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿಶ್ವಾಸವಿದೆ.

ಎಂ. ಶಂಕರನ್

ನಿರ್ದೇಶಕರು

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ

ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ

ಪ್ರಿಯ ಓದುಗರೇ,

ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು (ಯುಆರ್‌ಎಸ್‌ಸಿ) 2022ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸುವರ್ಣ ಮಹೋತ್ಸವವನ್ನು ಆಚರಿಸುತ್ತಿದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಯುಆರ್‌ಎಸ್‌ಸಿಯ ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯೋತ್ಸವ ಸಮಿತಿಯು, 'ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ' ಎಂಬ ಕನ್ನಡ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಮುಂತಾದ ಹಲವು ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಶಾಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ, ಸರಳ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಯೋಜನೆ ನಮ್ಮ ಸಮಿತಿಯದು. ಇವುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ಬರೆಯುತ್ತಿರುವುದು ಇದರ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಶೇಷ. ಈ ಮಾಲಿಕೆಯ ಮೊದಲ ಕಂತಾಗಿ, ಏಳು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಇದೀಗ ನಿಮ್ಮ ಮುಂದಿವೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದ ಮೂಲಕ ಉಚಿತವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೂ ತಲುಪಿಸುವ ಗುರಿ ನಮ್ಮದು.

ಈ ಯೋಜನೆಯ ಮುಖ್ಯ ರೂವಾರಿಯಾದ ನಮ್ಮ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ. ಎಂ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಸಮಿತಿಯು ಆಭಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸರಣಿಯ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ಸೂಕ್ತ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ ಶ್ರೀ ಹೆಚ್ ಎನ್ ಸುರೇಶ್ ಕುಮಾರ್, ಶ್ರೀ ಕೆ ವಿ ಗೋವಿಂದ, ಡಾ. ಎಂ ರವೀಂದ್ರ ಅವರುಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮ ಹೃದಯಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಇಂತಹ ಕಠಿಣ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಸರಳಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ, ಬರೆಯುವುದು ದೊಡ್ಡ ಸವಾಲೇ ಸರಿ. ಈ ಸವಾಲನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳ ನಡುವೆ ಬಿಡುವು ಮಾಡಿಕೊಂಡು, ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಬರೆದು, ಸೂಕ್ತ ಸಮಯಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ತಲುಪಿಸಿದ ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖಕರಿಗೂ ನಾವು ಕೃತಜ್ಞರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರಲು ಸಹಕರಿಸಿದ ನಮ್ಮ ಕೇಂದ್ರದ ಎಲ್ಲಾ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಇವುಗಳನ್ನು ಓದಿ, ನಿಮ್ಮ ಸಲಹೆ ಮತ್ತು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆಯ ಮುಂದಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಉತ್ತಮಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು

ಲೇಖಕರ ಮಾತು

ಬಾಲ ಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಿರುವ ಈ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುವುದು ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿದೆ.

ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ದೀಪಾವಳಿಯ ಪಟಾಕಿಗಳಾಗಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತು. ಹಲವರು ದೂರದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಹೊತ್ತ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಉಡಾವಣೆಯನ್ನು ನೋಡಿರುವರು. ಇವುಗಳ ಇತಿಹಾಸವೇನು? ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಳಹದಿಯೇನು? ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ವಿಶೇಷವೇನು? ಪ್ರಸ್ತುತ ಚಾಲ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಯಾವುವು? ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಸಾಧನೆಗಳೇನು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವು ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿದೆ.

ನನ್ನ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಕಾರಣೀಭೂತರಾದ ಅಮ್ಮ ಶ್ರೀಮತಿ ರಮ, ಅಪ್ಪ ದಿ॥ ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಮೂರ್ತಿಯವರಿಗೆ ನನ್ನ ನಮನಗಳು. ಸದಾ ಒತ್ತಾಸೆಯಾಗಿ ನಿಲ್ಲುವ ಮಡದಿ ಶ್ರೀಮತಿ ವೀಣಾ ಮತ್ತು ಕುತೂಹಲಭರಿತ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಒಡೆಯನಾದ ಮಗ ಕು॥ ಪ್ರಣವನಿಗೆ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು.

ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಹಲವು ಭಾಗಗಳು ಮುಂಚಿನ ಹೊತ್ತಿಗೆಯಿಂದ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆದಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಸಹಲೇಖಕರಾದ ಶ್ರೀಯುತ ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಪ್ರಸಾದ್ ಮತ್ತು ಶ್ರೀಮತಿ ಉಮಾ ಅವರಿಗೆ ಚಿರ ಋಣಿ.

ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಂ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯ ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದ ಶ್ರೀ ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ ಹಾಗೂ ನನ್ನ ಎಲ್ಲಾ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೆನೆಯುತ್ತೇನೆ.

ಆನಂದ ಎಸ್

ಪರಿವಿಡಿ

1. ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ	01
2. ಮೂಲ ವಿಜ್ಞಾನ	05
3. ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ	08
4. ಉದಾಹರಣೆಗಳು	15
5. ಭಾರತದ ಸಾಧನೆ	29
6. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ	35

1. ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

ದೀಪಾವಳಿಯಂದು ಹಾರಿಸುವ ಬಾಣ–ಬಿರುಸು (ರಾಕೆಟ್) ಯಾರಿಗೆ ತಾನೆ ಇಷ್ಟವಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಮಿಗಿಲಾಗಿ ದೂರದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹದ ಉಡಾವಣೆಯನ್ನು ನೋಡಿ ರೋಮಾಂಚನಗೊಳ್ಳುವುದು ಜನ ಮಾನಸ. ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ತಲಪಿಸುವ ಮೂಲಕ ನವಯುಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವನ್ನು ನೀಡುವ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಯತ್ನವೇ ಈ ಪುಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕ.

1.1 ಪುರಾಣ–ಇತಿಹಾಸ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಹೋಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ಮಾನವನ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಎಟುಕಿದ್ದು ಪುರಾಣ ಕಾಲದಲ್ಲೇ. ಬಾಲ ಹನುಮಾನನು ಹಸಿವೆಯಿಂದ ಕಂಗೆಟ್ಟು ಉದಿಸುತ್ತಿರುವ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಕಿತ್ತಳೆ ಹಣ್ಣೆಂದು ಭಾವಿಸಿ ಹಾರಿದ್ದನಲ್ಲವೇ? ವನವಾಸದಿಂದ ಹಿಂತಿರುಗಿದ ರಾಮ, ಲಕ್ಷ್ಮಣ ಮತ್ತು ಸೀತೆಯರನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸಲು ಪ್ರಜೆಗಳು ಬಾಣ–ಬಿರುಸುಗಳನ್ನು ಹಾರಿಸಿದ್ದು ರಾಮಾಯಣದಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲೇಖಿತ.

ಹಾಗೆಯೇ, ಸೂರ್ಯನತ್ತ ಹಾರಿದ ಗ್ರೀಕ್ ಪುರಾಣದ ಇಕಾರಸ್‌ನ ಕಥೆಯೂ ಕೂಡ ಪ್ರಖ್ಯಾತ.

ಕ್ರಿಸ್ತಶಕ ಒಂದನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಚೀನಿಯರು ಸಾಲ್ಟ್ ಪೆಟರ್ (ಪೊಟಾಷಿಯಂ ನೈಟ್ರೇಟ್), ಇದ್ದಿಲು, ಗಂಧಕ ಮತ್ತು ರಿಯಲ್ಗಾರ್ (ಅರ್ಸನಿಕ್ ಸಲ್ಫೈಡ್) ಮಿಶ್ರಣದೊಂದಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಬಗ್ಗೆ ಉಲ್ಲೇಖಗಳಿವೆ. ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಚೀನಿಯರು ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಆಯುಧವಾಗಿ ಬಳಸಿದ್ದು ಕ್ರಿ.ಶ. 1232ರ ಚೀನಾ–ಮಂಗೋಲರ ನಡುವೆ ನಡೆದ 'ಕಾಯ್–ಕೆಂಗ್' ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ.

ಯುರೋಪಿನಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಜಾನ್ ಫ್ರೋಸಾರ್ಟ್ (Jean Froissart) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಬಝೂಕ (Bazooka) ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಉದಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದರೆ, ಇಟಲಿಯ ಜೊವಾನ್ ಡ ಫಾಂಟನ (Joanes de Fantana) ಎಂಬಾತನು ರಾಕೆಟ್ ಚಾಲಿತ ಯುದ್ಧನೌಕೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಕ್ರಿ.ಶ.1449ರ ಒರ್ಲೇನ್ಸ್ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಅರ್ಕ್ ನಗರದ ಜೋನ್ (Joan of Arc - ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಯುದ್ಧ ಸೇನಾನಿ) ಎಂಬ ಮಹಿಳೆಯು ಇದನ್ನು ಬಳಸಿದಳಂತೆ. ಕ್ರಿ. ಶ.1696ರಲ್ಲಿ ಘನ ಇಂಧನ ಬಳಸಿ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಬಗ್ಗೆ

ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ರಾಬರ್ಟ್ ಅಂಡರ್‌ಸನ್ ಲೇಖನವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು.

ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೈದರಾಲಿ ಮತ್ತು ಟಿಪ್ಪು ಸುಲ್ತಾನರು ನೀಡಿದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಗಳು ಸ್ಮರಣೀಯ. ಹೈದರಾಲಿಯು ಆಂಗ್ಲರ ವಿರುದ್ಧ ಕ್ರಿ.ಶ.1781ರ ಕಾಳಗದಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿಯಾದ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು (ಚಿತ್ರ–1) ಕ್ರಿ.ಶ. 1792 ಮತ್ತು 1799ರ ಮೈಸೂರು

<u>ನಗರದಲ್ಲಿ ಟಿಪ್ಪುವಿನ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು</u>

2002ರಲ್ಲಿ ಹಲವು ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿದ ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ಶಿವಮೊಗ್ಗದ ಬಳಿಯ ನಗರದ ಕೋಟೆಯ ಬಾವಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಯಿತು. ಅವುಗಳು ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಭಾಗಗಳೆಂದು 2013ರಲ್ಲಿ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಬಂತು. ನಂತರದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 3000ಕ್ಕೂ ಮೀರಿ ಟಿಪ್ಪುವಿನ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ನಗರದಲ್ಲಿ ಶೋಧಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಶ್ರೀರಂಗಪಟ್ಟಣದ ಜೊತೆಗೆ ನಗರ ಮತ್ತು ಬೇರೆಡೆ ಟಿಪ್ಪುವಿನ ಆಯುಧಾಗಾರಗಳಿದ್ದವು.

ಯುದ್ಧಗಳಲ್ಲಿ ಟಿಪ್ಪು ಸುಲ್ತಾನನು ಬಳಸಿದನು. ಆಂಗ್ಲರು ಜಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದ ನಂತರ ಅವರ ಒಬ್ಬ ದಂಡನಾಯಕನಾಗಿದ್ದ ವಿಲಿಯಂ ಕಾಂಗ್ರೀವ್ ಎಂಬಾತನು ಟಿಪ್ಪು ಸುಲ್ತಾನನ ಸೇನೆಯು ಬಳಸಿದ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿದನು. ಅವುಗಳ ಉತ್ತಮ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಯುದ್ಧಕ್ಷಿಪಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಳವಡಿಸಿ ಯುರೋಪಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಯುದ್ಧಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡನು!

ಚಿತ್ರ–1: ಎರಡನೇ ಮೈಸೂರು ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಟಿಪ್ಪುವಿನ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು

2. ಮೂಲ ವಿಜ್ಞಾನ

ರಾಕೆಟ್ ಹಾರುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಮೂಲ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಈಗ ತಿಳಿಯೋಣ. ಆಧುನಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟನ್‌ನ (ಚಿತ್ರ–2.1) ನಿಯಮಗಳ ಕೊಡುಗೆ ಅಪಾರ. ಇವನು ತನ್ನ 'ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಿಯ ಮ್ಯಾಥೆಮೆಟಿಕ' ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಚಲನಾ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಇವನ ಮೂರನೇ ನಿಯಮವಾದ "ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ" ಎಂಬ ವಿಚಾರವು ಜಾಣ ಓದುಗರಿಗೆ ತಿಳಿದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರನೇ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು – "ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ವರ್ತಿಸಿದರೆ ಅವು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ (ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ) ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಆವುಗಳ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ." ಇದರಂತೆ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಂಧನವು ಉರಿದು ಬಿಸಿ ಅನಿಲಗಳು ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಿದಾಗ ಉಂಟಾದ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ರಾಕೆಟ್ ಮುನ್ನುಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನಿಂತಿರುವ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ

ಉರಿದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 100 ಕಿ.ಮೀ. (ಕಿಲೋಮೀಟರ್) ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹೊರಬರುವ 1 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ (ಕಿಲೋಗ್ರಾಮ್) ಅನಿಲವು 100 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ತೂಕದ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ತನ್ನ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1 ಕಿ.ಮೀ. ವೇಗದಲ್ಲಿ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅನಿಲ ಮತ್ತು ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಿಯಮಾನುಸಾರವಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ.

ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ರಾಕೆಟ್‌ನ ರೂಪವನ್ನು ಕೊಟ್ಟವನು ರಷ್ಯಾದ ತಿಸ್ಕೋಲವಸ್ಕಿ (ಚಿತ್ರ–2.2). ತಿಸ್ಕೋಲವಸ್ಕಿಯನ್ನು "ರಾಕೆಟ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪಿತಾಮಹ" ಎನ್ನುವರು. ಇವನು 1903ರಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು (ಈಕ್ವೇಶನ್) ಮತ್ತು ರಾಕೆಟ್ ಹಾರುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು: "ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ಲೋಹದ ಕೊಳವೆಯ ಒಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ದಹನ ವಸ್ತುಗಳೆರಡನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ತತ್ ಕ್ಷಣ ಸಿಡಿಯಬಲ್ಲ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿ. ಈ ಬಿಸಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಗಂಟೆಯಾಕಾರದ ನಾಝಲ್‌ನಿಂದ (ನಳಿಕೆಯಿಂದ) ಹೊರ ಹಾಕಿ ರಾಕೆಟ್‌ನಂತೆ ಹಾರಬಹುದು."

ರಾಕೆಟ್ ಸಮೀಕರಣ

ರಾಕೆಟ್ ಸಮೀಕರಣದ ವಿವರಣೆಯು ಪ್ರೌಢ ಗಣಿತದ ಪರಿಧಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಸಹಜ ವಿಘಾತವನ್ನು (ನ್ಯಾಚುರಲ್ ಲಾಗರಿದಮ್) ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ರಾಕೆಟ್ ತನ್ನ ನಳಿಕೆಯಿಂದ ಅನಿಲವನ್ನು ಹೊರತಳ್ಳುತ್ತಾ ವೇಗವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ ಅಲ್ಲದೇ ತನ್ನ ತೂಕವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪೂರಕವಾಗಿದ್ದು ಅದು ಅತಿ ವೇಗವನ್ನು ಪಡೆವಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ.

$$\Delta v = v_e \times \ln (m_0 / m_1)$$

ಇಲ್ಲಿ Δv = ವೇಗದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆ (ವೇಗ ವ್ಯತ್ಯಯ)

v_e = ವಿಸರ್ಜಿತ ಅನಿಲದ ವೇಗ

m_0 = ಪ್ರಾರಂಭದ ತೂಕ

m_1 = ಅಂತಿಮ ತೂಕ

$\ln$ = ಸಹಜ ವಿಘಾತ (ನ್ಯಾಚುರಲ್ ಲಾಗರಿದಮ್)

3. ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ

ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಈಗ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಅಮೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿಗೆ ರಾಬರ್ಟ್ ಹಚಿಂಗ್ಸ್ ಗೊಡಾರ್ಡನು (ಚಿತ್ರ–2.3) ಘನ ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸುವ 'ಘನ ರಾಕೆಟ್'ಗೆ (ಸಾಲಿಡ್ ರಾಕೆಟ್) ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತನಾಗಿದ್ದನು. ಕ್ರಿ.ಶ. 1915ರಲ್ಲಿ ದ್ರವ ಇಂಧನ ಬಳಸುವ 'ದ್ರವ ರಾಕೆಟ್'ಗಳು (ಲಿಕ್ವಿಡ್ ರಾಕೆಟ್) ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಲು ಉತ್ತಮ ಎಂಬ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದನು. ಕ್ರಿ.ಶ. 1919ರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರ ತಲುಪಲು ಸೂಕ್ತವಾದ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ತನ್ನ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಈ ಪ್ರಬಂಧವೊಂದೇ ಸಾಕು ಗೊಡಾರ್ಡ್‌ನನ್ನು "ಆಧುನಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಆದ್ಯ ಪ್ರವರ್ತಕ"ನೆಂದು ಗುರುತಿಸಲು.

ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ವಿಎಫ್‌ಆರ್ (ಅಂದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾನ ಸಮಾಜ) ಲಾಂಛನದಡಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ನರ್ ವಾನ್ ಬ್ರೌನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಹರ್ಮನ್ ಓಭರ್ತ್‌ನ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ

ಮಾಡಿದ ದ್ರವ ರಾಕೆಟ್ ಸಂಬಂಧಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸಹ ಪ್ರಮುಖವಾದುದು.

ಘನ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಘನ ಇಂಧನ ಮತ್ತು ದಹನಾನುಕೂಲಿಗಳ ಮಿಶ್ರಣವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಇಂಧನ ಕೋಶದ ಗೋಡೆಗೆ ಅಂಟಿಸಿದ್ದು ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ತೂತನ್ನು ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಇಗ್‌ನೈಟರ್ (ಕಿಡಿಬತ್ತಿಯ) ಸಹಾಯದಿಂದ ಹೊತ್ತಿಸಿ ದಹನವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ದಹನಕ್ರಿಯೆಯು ಅನಿಲವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಎಗ್ಸ್ಟಾಸ್ಟ್ ನಾಝುಲ್‌ನಿಂದ (ಬಹಿರ್ಗಮನ ನಳಿಕೆಯಿಂದ) ಈ ಅನಿಲವು ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ ಚಲನಾ ಬಲ ಅಥವಾ ನೋದವು (ತ್ರಸ್ಟ್) ರಾಕೆಟ್‌ನ ಮುಂಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಘನ ಇಂಧನದ ತಯಾರಿಕೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತೂತಿನ ಆಕಾರವನ್ನು ಬೇರೆ-ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ ವೇಗವನ್ನು ಪೂರ್ವನಿರ್ಧಾರ ಮಾಡಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಗುಂಡಾದ ತೂತಿರುವ ಘನ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೊತ್ತಿಸಿದ ನಂತರ ಸಮಯವು ಕಳೆದಂತೆ ಮಿಶ್ರಣವು ಹೆಚ್ಚು ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ ಉರಿಯುವುದು. ಇದರಿಂದ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುವುದು.

ಎಚ್ಚರ: *ಒಮ್ಮೆ ಹೊತ್ತಿಸಿದ ಘನ ಇಂಧನದ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಆರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.*

ದ್ರವ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಸಂಗ್ರಹ ಕೋಶಗಳು (ಸ್ಟೋರೇಜ್ ಟ್ಯಾಂಕ್) ಇರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಕೋಶವು ಇಂಧನಕ್ಕಾದರೆ ಇನ್ನೊಂದು ದಹನಾನುಕೂಲಿಗಾಗಿ. ವಾಲ್ವ್‌ಗಳ (ಕವಾಟಗಳ) ಸಹಾಯದಿಂದ ಇವುಗಳು ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿ ದಹನ ಕೋಶವನ್ನು ತಲುಪಿ ಹೊತ್ತಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ದಹನ ಕೋಶವನ್ನು ತಲುಪುವ ಇಂಧನ ಮತ್ತು ದಹನಾನುಕೂಲಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು-ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡಿ ರಾಕೆಟ್‌ನ ವೇಗವನ್ನು ಸರಾಗವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು ಇಲ್ಲವೇ ದಹನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬಹುದು.

ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಬೇರೆ-ಬೇರೆ ತರಹದ ಇಂಧನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿ ಕೋಷ್ಟಕ-1ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ–1: ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಹೋಲಿಕೆ

ಸಂ.	ಗುಣ	ಘನ ರಾಕೆಟ್	ದ್ರವ ರಾಕೆಟ್
1	ಇಂಧನ	ಘನ	ದ್ರವ
2	ಕವಾಟ	ಇಲ್ಲ	ಇವೆ
3	ನಿಯಂತ್ರಣ	ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧರಿತ	ತತ್ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯ
4	ಇಂಧನದ ಆಕಾರ	ವಿನ್ಯಾಸದಂತೆ	ಆಕಾರವಿಲ್ಲ
4	ದಹನ ನಿಲ್ಲಿಸುವುದು	ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ	ಸಾಧ್ಯ
5	ಉಪಯೋಗ	ರಾಕೆಟ್	ರಾಕೆಟ್, ಉಪಗ್ರಹ

ಮಲ್ಟಿಸ್ಟೇಜ್‌ಗಳನ್ನು (ಬಹುಹಂತ) ಹೊಂದುವಂತೆ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ರಾಕೆಟ್‌ನ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಇಂಧನ–ದಹನಾನುಕಾಲಿಗಳ ಮಿಶ್ರಣವು (ನೋದಕ ಅಥವಾ ಪ್ರೊಪೆಲ್ಲೆಂಟ್) ಖಾಲಿಯಾದ ನಂತರ ಅವುಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು

ದಹನಾಗಾರವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಯಂತ್ರವು ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕ, ಅಲ್ಲವೇ? ಇವುಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸಿ ಭಾರವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ರಾಕೆಟ್‌ನ ಉಳಿದ ಹಂತಗಳು ಸುಗಮವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ದಕ್ಷತೆಯೊಂದಿಗೆ ಮುಂದುವರೆಯಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಲ್ಪಟ್ಟ ಸಣ್ಣ ಭಾಗಗಳು ರೆಟ್ರೋ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು (ಪ್ರತಿಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್). ಇವನ್ನು ಬಳಸಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಹಂತವು ಮುಂದಿನ ಹಂತಗಳಿಗೆ ಅಡ್ಡ ಬಾರದಂತೆ / ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯದಂತೆ ಅದನ್ನು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಹು ಹಂತದ ತಂತ್ರವು ರಾಕೆಟ್‌ನ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕನಸನ್ನು ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಲು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವೆನ್ನಬಹುದು.

ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಂಧನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಜೊತೆಗೆ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ (ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ) ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವೇಗ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಸಾಧಿಸಲು ನಿಯಂತ್ರಣ, ಗೈಡೆನ್ಸ್ (ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ) ಮತ್ತು ನಾವಿಗೇಶನ್ (ಪಥ ನಿರ್ದೇಶನ) ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿವೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಜೈರೋಸ್ಕೋಪ್‌ಗಳು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತವೆ. ಕಂಟ್ರೋಲರ್‌ಗಳು (ನಿಯಂತ್ರಕಗಳು)

ರಾಕೆಟ್‌ನ ವಾಲ್ವ್‌ಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ–ತೆರೆದು, ನಾಝಲ್‌ಗಳ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಿಸಿ ವೇಗವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. ಹಂತಗಳ ಬೇರ್ಪಡಿಕೆಗಾಗಿ ಸಿಡಿಮದ್ದಿನಿಂದ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುವ ಯಂತ್ರಾಂಶಗಳು, ಪುಟ್ಟ ಬೂಸ್ಟರ್‌ಗಳು (ವರ್ಧಕಗಳು) ಇರುತ್ತವೆ. ರಾಕೆಟ್‌ನ ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಟೆಲಿಮೆಟ್ರಿ (ದೂರ ಮಾಪನ) ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಗ್ರೌಂಡ್ ಕಂಟ್ರೋಲ್ ಸ್ಟೇಶನ್ (ಭೂ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರ) ಇಂದ ಆದೇಶಗಳನ್ನು ನೀಡಲು ಟೆಲಿಕಮಾಂಡ್ (ದೂರಾದೇಶ) ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದೆ. ಬ್ಯಾಟರಿಗಳು (ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು) ಈ ಎಲ್ಲಾ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ.

ಅಲ್ಲದೇ ಉಡಾವಣೆಯ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಹಾರುವಾಗ ರಾಕೆಟ್‌ನ ದಿಕ್ಕು ವ್ಯತ್ಯಯಗೊಂಡು ವಿಫಲವಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಆಗ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಪರಿಸರ–ನಗರದತ್ತ ರಾಕೆಟ್ ನುಗ್ಗಿ ಹಲವು ಸಾವು–ನೋವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಗ್ರೌಂಡ್ ಸ್ಟೇಶನ್‌ನಿಂದ ಆದೇಶ ನೀಡಿ ನಭದಲ್ಲೇ ಸ್ವಯಂ ಧ್ವಂಸವಾಗುವಂತೆ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಿಡಿಮದ್ದಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

1) ನ್ಯೂಟನ್

2) ತಿಸ್ಕೋಲವಸ್ಕಿ

3) ಗೊಡಾರ್ಡ್

4) ಗ್ಯಾಗರಿನ್

5) ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್

6) ಎಲೋನ್ ಮಸ್ಕ್

7) ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಬಾಯ್

8) ಅಬ್ದುಲ್ ಕಲಾಮ್

ಚಿತ್ರ–2: ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಸಾಧಕರು

ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ

ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ – ಮಾರ್ಕ್ 2

ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ – ಮಾರ್ಕ್ 3

ಚಿತ್ರ–3: ಪ್ರಮುಖ ಭಾರತೀಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು

4. ಉದಾಹರಣೆಗಳು

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಹಲವು. ಐತಿಹಾಸಿಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದವುಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ.

1957ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 4ರಂದು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಆರ್–7 ಎಂಬ ರಾಕೆಟ್ 84 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ತೂಕದ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್–1 ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗೆ (ಲೋ ಅರ್ಥ್ ಆರ್ಬಿಟ್) ಸೇರಿಸುವ ಮೂಲಕ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯುಗದ ಪ್ರಾರಂಭಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಈ ರಾಕೆಟ್ ಎರಡು ಹಂತದ್ದಾಗಿತ್ತು. ಮೊದಲ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದ 4 ಸ್ಟ್ರಾಪ್‌ಆನ್ ಬೂಸ್ಟರ್‌ಗಳು ಹಾಗೂ ಎರಡನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದ ಮುಖ್ಯ ಯಂತ್ರ ಅಥವಾ ಕೋರ್ ಇಂಜಿನ್ – ಇವೆರಡು ಜಲ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆರ್.ಪಿ.–1 ಎಂಬ ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸಿದ್ದವು. ಈ ರಾಕೆಟ್‌ನ ಒಟ್ಟು ತೂಕ 267 ಟನ್, ಎತ್ತರ 30 ಮೀ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ತಲುಪಿಸಬಹುದಾದ ತೂಕ 500 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್. ಇದು ಒಟ್ಟಾರೆ ಆರ್–7 ಸೆಮ್ಯೋರ್ಕ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಬಹು ದೂರ ಹಾರಬಲ್ಲ ಖಂಡಾಂತರ ಕ್ಷಿಪಣಿಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತಿತ್ತು.

ನಂತರದಲ್ಲಿ ಜ್ಯುಪಿಟರ್–ಸಿ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಿ 1958ರಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ಪ್ಲೋರರ್–1 ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಉಡಾಯಿಸಿ ಅಮೆರಿಕಾ ರಾಷ್ಟ್ರವು ಮೊದಲ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಪಡೆಯಿತು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ನಾಯಕರು ವಿಲಿಯಂ ಪಿಕರಿಂಗ್ (ಜೆಟ್ ಪ್ರೊಪಲ್ಷನ್ ಲ್ಯಾಬೋರೇಟರಿ), ಜೇಮ್ಸ್ ವ್ಯಾನ್ ಆಲನ್ (ಐಯೋವಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ) ಮತ್ತು ಮೂಲತಃ ಜರ್ಮನಿಯವರಾದ ವರ್ನರ್ ವಾನ್ ಬ್ರೌನ್ (ಆರ್ಮಿ ಬ್ಯಾಲಿಸ್ಟಿಕ್ ಮಿಸೈಲ್ ಏಜೆನ್ಸಿ).

ಮಾನವನನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿ ವಾಪಸ್ ಕರೆತರುವಲ್ಲೂ ರಷ್ಯಾ ಪ್ರಥಮ ದೇಶವಾಯಿತು. 12 ಏಪ್ರಿಲ್ 1961ರಲ್ಲಿ ಯೂರಿ ಗ್ಯಾಗರಿನ್ (ಚಿತ್ರ 2.4) ಈ ಯಾನವನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ವೊಸ್ಟೋಕ್–1 ಇವನು ಬಳಸಿದ ರಾಕೆಟ್ ಆಗಿತ್ತು. ಇದು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ದರ್ಜೆಯ ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಇಂಧನವಾಗಿ ಬಳಸಿತ್ತು. ಅದೇ ವರ್ಷ ಮೇ 3ರಂದು ರೆಡ್‌ಸ್ಟೋನ್ ರಾಕೆಟ್ / ಫ್ರೀಡಂ–1 ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಪಯಣಿಸಿ ಹಿಂತಿರುಗಿದ ಆಲನ್ ಶೆಫರ್ಡ್ "ಅಮೆರಿಕಾದ ಮೊದಲ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಯಾನಿ" ಆದನು.

ಚಂದ್ರ – ನಂತರದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಮೆಟ್ಟಿಲು. ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಮಾನವನನ್ನು ಇಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾ ಜಯ

ಸಾಧಿಸಿತು. 24 ಜುಲೈ 1969ರಂದು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ (ಚಿತ್ರ 2.5) ಮತ್ತು ಬಝ್ ಆಲ್ಡ್ರಿನ್ ಕಾಲಿಟ್ಟರು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್‌ನ ನುಡಿದ ಮಾತನ್ನು ನೆನೆಯೋಣವೇ? "ಮನುಜನಿಗೆ ಇದೊಂದು ಸಣ್ಣ ಹೆಜ್ಜೆ. ಆದರೆ ಮನುಕುಲಕ್ಕೆ ಒಂದು ಆಗಾಧ ಜಿಗಿತ". ಈ ಸಾಧನೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ರಾಕೆಟ್ ಸ್ಯಾಟರ್ನ್–5. ಇದರ ಎತ್ತರ ಸುಮಾರು 111 ಮೀ., ಭಾರ 3,039 ಟನ್. 3 ಹಂತದ ಈ ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾನಿಗಳಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಘಟಕಗಳು ಇಂತಿವೆ: (1) ಇನ್ಸ್ಟ್ರುಮೆಂಟ್ (ಉಪಕರಣ) ಘಟಕ, (2) ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಇಳಿಯಲು ಮೂನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ (ಚಂದ್ರ ಕೋಶ), (3) ಮೂನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಅನ್ನು ಹೊತ್ತೊಯ್ಯಲು ಮತ್ತು ಗಗನಯಾನಿಗಳನ್ನು ಮರಳಿ ಅಪೋಲೊಗೆ ಕರೆತರಲು ಸರ್ವೀಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ (ಸೇವಾ ಕೋಶ), (4) ಮರಳಿ ಭೂಮಿಗೆ ಬರಲು ಅಪೋಲೊ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ (ಆಜ್ಞಾ ಕೋಶ) ಮತ್ತು (5) ತುರ್ತು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾನಿಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಲಾಂಚ್ ಎಸ್ಕೇಪ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ (ಉಡಾವಣಾ ಪಾರು ವ್ಯವಸ್ಥೆ). ಮೂನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಭಾಗವು ಈರ್ವರನ್ನು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ

ಇಳಿಸಿ ಸರ್ವೀಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ಗೆ ವಾಪಸ್ ಕರೆತಂದಿತು. ನಂತರ ಭೂಮಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದ ಅಪೋಲೊ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಈ ಮುನ್ನ ಹೆಸರಿಸಿದವರ ಜೊತೆಗೆ ಮೈಕಲ್ ಕಾಲಿನ್ಸ್ ಅವರು ಸಹಪ್ರಯಾಣಿಕರಾಗಿದ್ದರು.

ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವದ ಕೆಲವು ಪ್ರಮುಖ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿಯೋಣ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದವೆಂದರೆ ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್, ಏರಿಯಾನ್, ಡೆಲ್ಟಾ, ಫಾಲ್ಕನ್, ಸೋಯುಝ್, ಪ್ರೋಟಾನ್, ಲಾಂಗ್ ಮಾರ್ಚ್, ಎಚ್– 5, ಮತ್ತು ಇಸ್ರೊ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಾದ ಪಿ.ಎಸ್.ಎಲ್.ವಿ., ಜಿ.ಎಸ್.ಎಲ್.ವಿ. – ಮಾರ್ಕ್ 2 ಮತ್ತು ಜಿ.ಎಸ್.ಎಲ್.ವಿ. – ಮಾರ್ಕ್ 3 (ಚಿತ್ರ–3)

4.1 ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್

ಅಮೆರಿಕಾದ ರೀಯೂಸೆಬಲ್ (ಪುನರ್ಬಳಕೆ) ಮಾಡಬಹುದಾದ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ರಾಕೆಟ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್. ಇದು ಜನರನ್ನು ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಮತ್ತು ಮರಳಿ ಭೂಮಿಗೆ ಹೊತ್ತೊಯ್ಯಬಲ್ಲ ವಾಹನವಾಗಿತ್ತು. ದೊಡ್ಡದಾದ ಸಾಲಿಡ್ ಫ್ಯೂಯೆಲ್ ಟ್ಯಾಂಕ್ (ಘನ ಇಂಧನ ಕೋಶ) ಮತ್ತು ಬೂಸ್ಟರ್

ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಮಾತ್ರ ಬಳಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ವಿಮಾನದ ತರಹವಿದ್ದ ಶೆಟಲ್ ಭಾಗವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಗಮ್ಯಕ್ಕೆ ತಲುಪಿಸುವುದೇ ಅಲ್ಲದೇ ಮಾನವ ಸಹಿತವಾದ ಯಾನವನ್ನು ಮುಗಿಸಿ ಭೂಮಿಗೆ ಮರಳುತ್ತಿತ್ತು (ಚಿತ್ರ–4). 5 ಬಗೆಯ ಸ್ಪೇಸ್ ಶಟಲ್‌ಗಳು ಒಟ್ಟಾರೆ ಸುಮಾರು 135 ಯಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದವು. ಎರಡು ಮಹಾ ದುರಂತಗಳು ಮತ್ತು ಉಳಿದ ಶೆಟಲ್‌ಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಯ ದುಬಾರಿ ವೆಚ್ಚದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅವನ್ನು 2011ರಲ್ಲಿ ನಿವೃತ್ತಿಗೊಳಿಸಲಾಯಿತು.

ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ವೈಫಲ್ಯಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣಗಳು

- ಹಂತಗಳ ಕಡಿಮೆ ಕ್ಷಮತೆ
- ವಾಲ್ವ್‌ಗಳ ತೆರೆಯದಿರುವಿಕೆ
- ತ್ರಂತ್ರಾಂಶದ ತಪ್ಪುಗಳು
- ಪಂಪ್‌ಗಳ ವೈಫಲ್ಯ
- ಹಾರಾಟದ ವೇಳೆ ಅವಘಢಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ

ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್‌ನ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳು

- ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಉಡಾವಣೆ:
  ಕೊಲಂಬಿಯ (1981 – 2003 ರಲ್ಲಿ ಅಪಘಾತ),
  ಚಾಲೆಂಜರ್ (1983 – 1986 ರಲ್ಲಿ ಅಪಘಾತ),
  ಡಿಸ್ಕವರಿ (1984 – 2011 ರಲ್ಲಿ ನಿವೃತ್ತಿ) ,
  ಅಟ್ಲಾಂಟಿಸ್ (1985 – 2011 ರಲ್ಲಿ ನಿವೃತ್ತಿ),
  ಎಂಡೆವರ್ (1992 – 2011 ರಲ್ಲಿ ನಿವೃತ್ತಿ).
- ಮೊದಲ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಮಾದರಿಯು ಎಂಟರ್‌ಪ್ರೈಸ್ ಆಗಿದ್ದು 1977 ರಲ್ಲಿ ಐದು ಉಡಾವಣೆಗಳನ್ನು ಕಂಡು ನಿವೃತ್ತಿ ಹೊಂದಿತ್ತು.
- ಕಲ್ಪನಾ ಚಾವ್ಲಾ ಮತ್ತು ಕೊಲಂಬಿಯ: ಭಾರತ ಸಂಜಾತೆ ಕಲ್ಪನಾ ಚಾವ್ಲಾ ಅವರು 1997 ರ ಸಫಲ ಯಾನದಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗಿದ್ದರು. 2003ರಲ್ಲಿನ ಯಾನದಲ್ಲಿ ಮರಳಿ ಬರುವಾಗ ಆದ ಕೊಲಂಬಿಯ ನೌಕೆಯ ಅಪಘಾತದಲ್ಲಿ ಸಾವಿಗೀಡಾದರು.

ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್‌ನಿಂದ ಉಡಾವಣೆಗೊಂಡ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಉಪಗ್ರಹಗಳು:

ಸ್ಪೇಸ್ ಲ್ಯಾಬ್, ಹಬಲ್ ದೂರದರ್ಶಕ, ಮಿರ್‌ನ ಡಾಕಿಂಗ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್, ಗೆಲಿಲಿಯೋ, ಮೆಗಲಾನ್, ಕ್ರಾಂಪ್ಟನ್ ಗಾಮ ರೇ ಅಬ್ಸರ್ವೇಟರಿ, ಚಂದ್ರ ಎಕ್ಸ್–ರೇ ಅಬ್ಸರ್ವೇಟರಿ. ಐಎಸ್‌ಎಸ್‌ನ ಭಾಗಗಳು.

4.2 ಡೆಲ್ಟಾ

ಡೆಲ್ಟಾ ಎಂಬುದು ಅಮೆರಿಕಾ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ರಾಕೆಟ್. ಇದು 1960 ರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಾರಂಭವನ್ನು ಮಾಡಿ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ 300 ಉಡಾವಣೆಗಳನ್ನು 95% ಯಶಸ್ಸಿನೊಂದಿಗೆ ಪೂರೈಸಿದೆ. 1990ರ ಜೂನ್ 12ರಂದು ಭಾರತದ ಇನ್ಸ್ಯಾಟ್–1ಡಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಡೆಲ್ಟಾ ರಾಕೆಟ್‌ನಿಂದ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ಡೆಲ್ಟಾ–4 ಸರಣಿಯು ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ಚಾಲ್ತಿಯಲ್ಲಿದೆ.

4.3 ಫಾಲ್ಕನ್

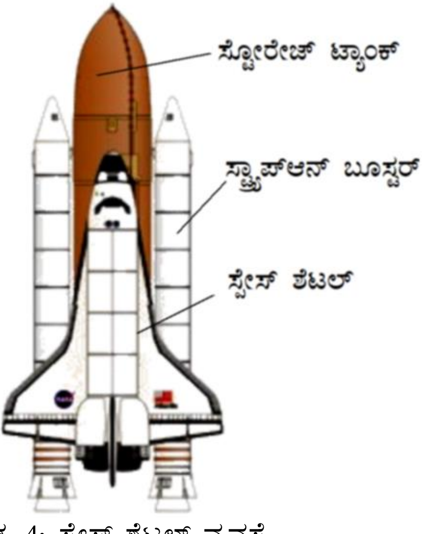
ಫಾಲ್ಕನ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಅಮೆರಿಕಾದ ಸ್ಪೇಸ್ ಎಕ್ಸ್ ಎಂಬ ಖಾಸಗಿ ಸಂಸ್ಥೆಯು ನಿರ್ಮಿಸಿದೆ. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ರೂವಾರಿ ಎಲೋನ್ ಮಸ್ಕ್ (ಚಿತ್ರ–2.6). ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯು ನಾಸಾ, ಭದ್ರತಾ ಸಂಶೋಧನಾ ಯೋಜನಾ ಸಂಸ್ಥೆ, (ಡಿಫೆನ್ಸ್ ರೀಸರ್ಚ್ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ಸ್ ಏಜೆನ್ಸಿ) ಅಮೆರಿಕಾ ವಾಯು ಸೇನೆ ಮತ್ತು ಖಾಸಗಿ ಬಂಡವಾಳಗಾರರ ಸಹಾಯದೊಂದಿಗೆ ಫಾಲ್ಕನ್–1, ಫಾಲ್ಕನ್–5 ಮತ್ತು ಫಾಲ್ಕನ್–9 ಎಂಬ ಮೂರು ರಾಕೆಟ್ ಸರಣಿಗಳನ್ನು

ನಿರ್ಮಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಫ಼ಾಲ್ಕನ್–9 ಅತ್ಯಂತ ಶಕ್ತಿಶಾಲಿ. ಫ಼ಾಲ್ಕನ್–9 ಸುಮಾರು 10,450 ರಿಂದ 26,610 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಧ್ರುವೀಯ ಉಪಗ್ರಹ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಅಥವಾ 4,450 ರಿಂದ 15,010 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಉಪಗ್ರಹ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ವಿಶೇಷವೆಂದರೆ ಈ ಸರಣಿಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಹಂತಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ!

4.4 ಸೋಯುಜ಼್

ರಷ್ಯಾ ದೇಶವು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೆ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಉಡಾವಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದೆ. ರಷ್ಯಾ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದುದು ಸೊಯುಜ಼್. ಸೊಯುಜ಼್ ರಾಕೆಟ್ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಹಂತಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಮೂರು ಹಂತಗಳು ದ್ರವ ಇಂಧನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ. ಸೊಯುಜ಼್ ಸರಣಿಯು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 1900 ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸಿದೆ. ಇದರ ಮತ್ತೊಂದು

ಹೆಗ್ಗಳಿಕೆಯೇನೆಂದರೆ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರವಾಸಿಯನ್ನು ಸ್ಪೇಸ್ ಸ್ಟೇಶನ್‌ಗೆ (ಆಕಾಶಲಾಳಿಗೆ) ಕೊಂಡೊಯ್ದಿದ್ದು. ಈ ಸಾಧನೆಯು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯಾನವನ್ನು ತರಬೇತಿ ಇಲ್ಲದ ಆದರೆ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ಭರಿಸಬಲ್ಲ ಶ್ರೀಮಂತರಿಗೆ ಎಟಕುವಂತೆ ಮಾಡಿದೆ.



ಚಿತ್ರ–4: ಸ್ಪೇಸ್ ಶೆಟಲ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ

4.5 ಪ್ರೋಟಾನ್

ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕೂಡ ರಷ್ಯಾ ನಿರ್ಮಿತ ರಾಕೆಟ್. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗಿನ ಇದರ ಉಡಾವಣೆಗಳು ಬೇರೆ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ತುಲನೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದೆ. ಇದು ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಭೂ ಕಕ್ಷೆಗೆ (ಧ್ರುವದಿಂದ–ಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಇರುವ ಅಂಡಾಕಾರದ ಮೋಲ್ನಿಯ ಕಕ್ಷೆ, ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ, ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆ ಇತ್ಯಾದಿ) ಮತ್ತು ಅಂತರ ಗ್ರಹ ಕಕ್ಷೆಗಳಿಗೆ ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ರವಾನಿಸಿದೆ. ಇದರ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಬದಲಿಗೆ ಅಂಗಾರ ಎಂಬ ಮಾದರಿಯ ಸುಧಾರಿತ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಉಡಾಯಿಸಲಾಗುವುದು.

4.6 ಏರಿಯಾನ್

ಐರೋಪ್ಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಮೂಹವು (ಈಸಾ) ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿರುವ ಏರಿಯಾನ್ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಮೊದಲಿಗೆ 1979ರ ಡಿಸೆಂಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಾರಿಸಲಾಯಿತು. ಆಗಿನಿಂದ ಈ ಸರಣಿಯ ಸುಮಾರು 250 ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಹಲವಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸಿವೆ. ಲಾಭಾಂಶದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಏರಿಯಾನ್ ಸರಣಿಯು

ಅತ್ಯಂತ ಯಶಸ್ವಿ ಉಡಾವಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದೆ. ಇದು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಕೂಡ. ಈ ಸರಣಿಯ ಇಂದಿನ ಅವತರಣಿಕೆಯಾದ ಏರಿಯಾನ್–5 ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಹಂತವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ಸುಮಾರು 5,970 ರಿಂದ 7,400 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

4.7 ಲಾಂಗ್ ಮಾರ್ಚ್

ಲಾಂಗ್ ಮಾರ್ಚ್ ಚೀನಾ ದೇಶದ ರಾಕೆಟ್. ಇದನ್ನು 1970ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಉಡಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಲಾಂಗ್ ಮಾರ್ಚ್– 8 ಸರಣಿಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವ ಇಂಧನ ಹಂತಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಹಂತಗಳನ್ನು ಮರುಬಳಕೆ ಮಾಡಿ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಮಾನವ ಯಾನಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹ ಉಡಾವಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಹಲವು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಚೀನಾ ದೇಶವು ಕರಗತ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿದೆ.

4.8 ಎಚ್ ರಾಕೆಟ್ ಸರಣಿ

ಎಚ್ ರಾಕೆಟ್ ಸರಣಿಯನ್ನು ಜಪಾನ್ ದೇಶವು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತಿದೆ. ಇವು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸುಮಾರು ನೂರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಡಾವಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಿವೆ. ಎಚ್–2ಎ ರಾಕೆಟ್ ಸರಣಿಯು ಸುಮಾರು 60 ಸಫಲ ಉಡಾವಣೆಗಳನ್ನು ಕಂಡಿವೆ. ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗೆ 15 ಟನ್ ಮತ್ತು ಭೂ ವರ್ಗಾವಣಾ ಕಕ್ಷೆಗೆ 6 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ತಲುಪಿಸಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವ ಇಂಧನಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಹಂತಗಳನ್ನು ಇವು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ಅಗ್ಗವಾದ ಸುಧಾರಿತ ಎಪ್ಸಿಲಾನ್ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದು ಘನ ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 590 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿದೆ.

5. ಭಾರತದ ಸಾಧನೆ

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಹಿರಿಮೆಯನ್ನು ಅರಿತು ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ ಮೊದಲಿಗರು ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಬಾಯ್ (ಚಿತ್ರ–2.7). ಇವರನ್ನು ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಪಿತಾಮಹ ಎನ್ನಬಹುದು. ಇವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ 'ರೋಹಿಣಿ 75' ಭಾರತದ ಮೊತ್ತಮೊದಲ ರಾಕೆಟ್ ಆಗಿದ್ದು, ಇದನ್ನು 1967ರಲ್ಲಿ ಕೇರಳದ 'ತುಂಬಾ' ಎಂಬ ಉಡಾವಣಾ ತಾಣದಿಂದ ಹಾರಿಸಲಾಯಿತು. ಇಲ್ಲಿ '75' ಸಂಖ್ಯೆ ಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್‌ನ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಯಶಸ್ಸಿನಿಂದ ಉತ್ಸಾಹಿತರಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು 1971ರಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವ 'ಸೆಂಚುರ' ಎಂಬ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಹಾರಿಸಿದರು. ನಂತರದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿಂದ ರೋಹಿಣಿ, ನೈಕ್ ಅಪಾಚಿ, ಪೆಟ್ರೋಲ್, ಸ್ಕುವಾ, ಡ್ಯೂವರ್ ಹಾಕ್, ಸೆಂಟಾರ್ ಸರಣಿಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹಾರಿಬಿಡಲಾಗಿದೆ. ಆರ್‌ಹೆಚ್ ಸರಣಿಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಉಡಾವಣೆಯು ಈಗಲೂ ಆಗುತ್ತಿದೆ.

ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ತುಂಬಾ ಉಡಾವಣಾ ತಾಣದಿಂದ ಹಾರಿದ ಪರಿಜ್ಞಾಪಿ ಅಥವಾ

ಸೌಂಡಿಂಗ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಂದ ಶುರುವಾಯಿತು ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಯ (ಇಸ್ರೊ) ಅಭಿಯಾನ. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸಿದ ಭಾರತದ ಮೊದಲ ರಾಕೆಟ್ ಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ–3. ಈ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಿದ್ದು ಮಕ್ಕಳ ಮೆಚ್ಚುಗೆಗಳಿಸಿದ, ನಂತರದಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರಪತಿಯ ಹುದ್ದೆಯನ್ನು ಅಲಂಕರಿಸಿದ, ಭಾರತರತ್ನ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ಪಡೆದ ಎ ಪಿ ಜೆ ಅಬ್ದುಲ್ ಕಲಾಮ್ (ಚಿತ್ರ–2.8). ನಂತರದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಎಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ, ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ, ಮತ್ತು ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಂದಾಗಿ ಹಾಗೂ ಹಲವಾರು ದೂರಸಂವೇದಿ/ಸಂಪರ್ಕ/ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದಾಗಿ ದೇಶಕ್ಕೆ ಹೆಮ್ಮೆ ತಂದಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ, ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತೊಯ್ಯುವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಶ್ರೀಹರಿಕೋಟದ ಸತೀಶ್ ಧವನ್ ಉಡಾವಣಾ ತಾಣದಿಂದ ಹಾರಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಚಾಲ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಮತ್ತು ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿಯೋಣವೇ?

5.1 ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ

ಇಸ್ರೊನ ಅತ್ಯಂತ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ರಾಕೆಟ್ ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ (ಚಿತ್ರ–3). ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಅಂದರೆ ಧ್ರುವೀಯ ಉಪಗ್ರಹ ಉಡಾವಣಾ ವಾಹನ. ಈ ಸರಣಿಯು 2022ರವರೆಗೆ ಸುಮಾರು 50 ಯಶಸ್ವಿ ಉಡಾವಣೆಗಳನ್ನು ಕಂಡಿದೆ. ಇದು 4 ಹಂತಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದು ಮೊದಲ ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ ಹಂತಗಳು ಘನ ಇಂಧನವನ್ನು, ಉಳಿದ ಹಂತಗಳು ದ್ರವ ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಈ ಹಂತಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಇಂಧನದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ರಾಕೆಟ್‌ನ ಹಾದಿ, ಕ್ರಮಿಸಬೇಕಾದ ದೂರ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹದ ಭಾರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿಯು 6 ಸ್ಟ್ರಾಪ್‌ಆನ್ ಬೂಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ಭೂಸ್ಥಿರ ವರ್ಗಾವಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಅಂಡಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಗೆ 1.4 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು, ಇಲ್ಲವೇ ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗೆ 1.7 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತಲುಪಿಸುವ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ರಾಕೆಟ್‌ನ ಎತ್ತರ 44 ಮೀ., ವ್ಯಾಸ 3.4 ಮೀ. ಮತ್ತು ಉಡಾವಣಾ ತೂಕ 250–330 ಟನ್. ರಾಕೆಟ್‌ನ ಒಟ್ಟು ಹಾರಾಟದ ಸಮಯ

ಸುಮಾರು 20 ನಿಮಿಷಗಳಷ್ಟು. ಇದು ದೂರ ಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಕಕ್ಷೆಯ ಎತ್ತರ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 600–1000 ಕಿ.ಮೀ. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್ ಅದಕ್ಕೆ ನೀಡುವ ವೇಗವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 7.5 ಕಿ.ಮೀ. (ಘಂಟೆಗೆ 27,000 ಕಿ.ಮೀ. ವೇಗ)! ತುಲನೆಯಲ್ಲಿ ಅತೀ ವೇಗದ ವಿಮಾನವು ಘಂಟೆಗೆ 3,500 ಕಿ.ಮೀ.ಅನ್ನು ಮೀರದು.

ಪಿಎಸ್ಎಲ್ವಿ ರಾಕೆಟ್ ಮೂಲಕ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಹಲವು. ಉದಾಹರಣೆ: ಚಂದ್ರಯಾನ–1, ಮಂಗಳಯಾನ, ಆಸ್ಟ್ರೋಸ್ಯಾಟ್, ಚಂದ್ರಯಾನ–2, ಮತ್ತು ನಾವಿಕ್ ಶ್ರೇಣಿಯಾದ ಐಆರ್ಎನ್ಎಸ್ಎಸ್.

5.2 ಜಿಎಸ್ಎಲ್ವಿ – ಮಾರ್ಕ್ 1 ಮತ್ತು 2

2000 ಕಿ.ಗ್ರಾಮ್‌ಗೆ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಭಾರತೀಯ ರಾಕೆಟ್ ಜಿಎಸ್ಎಲ್ವಿ. ಇದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಹಂತಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ಘನ ಇಂಧನವನ್ನು ಉರಿಸುವ ಎಸ್–139 ಹಂತ. ಈ ಹಂತದ ಜೊತೆ ನಾಲ್ಕು ಬೂಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು

ಸಹ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬೂಸ್ಟರ್‌ಗಳು ದ್ರವ ಇಂಧನವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಎರಡನೆಯ ಹಂತವು ದ್ರವ ಇಂಧನವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಮೂರನೆಯ ಹಂತವು ಕ್ರಯೋಜೆನಿಕ್ (ಅತಿಶೈತ್ಯ) ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹವಾದ ದ್ರವ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ದ್ರವ ಆಮ್ಲಜನಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಮಾರ್ಕ್–1 ರಷ್ಯಾ ಸಹಯೋಗದಿಂದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಂಡ ರಾಕೆಟ್. ಮಾರ್ಕ್–2 ಸ್ವದೇಶಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ ತಯಾರಾದ ರಾಕೆಟ್ (ಚಿತ್ರ–3). ಈ ಸರಣಿಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಸಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಹಲ–ಕೆಲವು ಉಡಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಸಿದ್ಧತೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ.

ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿಯು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯ ವರ್ಗಾವಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಅಂಡಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಗೆ 2.5 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು, ಇಲ್ಲವೇ ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗೆ 5 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತಲುಪಿಸುವ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ರಾಕೆಟ್‌ನ ಎತ್ತರ 49 ಮೀ., ವ್ಯಾಸ 3.4 ಮೀ. ಮತ್ತು ಉಡಾವಣಾ ತೂಕ 415 ಟನ್.

5.3 ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಮಾರ್ಕ್ – 3

ಮಾರ್ಕ್ – 2ಕ್ಕಿಂತ ಎರಡರಷ್ಟು ಬಲದ 3 ಹಂತಗಳು ಮತ್ತು 2 ಬೂಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ರಾಕೆಟ್ ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಮಾರ್ಕ್ – 3 (ಚಿತ್ರ–3). ಈ ರಾಕೆಟ್‌ನಿಂದ ಭೂಸ್ಥಿರ ವರ್ಗಾವಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಅಂಡಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಗೆ 4 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಅಥವಾ ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಗೆ 10 ಟನ್ ತೂಕದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಜಿಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಮಾರ್ಕ್–3ರ ಎತ್ತರ 43 ಮೀ., ವ್ಯಾಸ 4 ಮೀ. ಮತ್ತು ಉಡಾವಣಾ ತೂಕ 640 ಟನ್.

ಒಟ್ಟು ನಾಲ್ಕು ಮಾರ್ಕ್–3 ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಯಶಸ್ವಿ ಉಡಾವಣೆಯಾಗಿದ್ದು ಕೇರ್, ಜೀಸ್ಯಾಟ್–19, ಜೀಸ್ಯಾಟ್–29, ಮತ್ತು ಚಂದ್ರಯಾನ–2 ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧಾರಿತ ಕಕ್ಷೆಗಳಿಗೆ ತಲುಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

5.4 ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ

ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಖರ್ಚಿನಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯು ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡಿರುವ ರಾಕೆಟ್ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಅಥವಾ ಸ್ಮಾಲ್

ಸ್ಯಾಟಿಲೈಟ್ ಲಾಂಚ್ ವೆಹಿಕಲ್. ಈ ರಾಕೆಟ್‌ನ ವಿಶೇಷಣಗಳೆಂದರೆ:

- ತ್ವರಿತ ತಯಾರಿಕೆ
- ಹಲವು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ರಾಕೆಟ್‌ನಿಂದ ಉಡಾಯಿಸಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ
- ಬೇಕಾದಾಗ ಹಾರಿಸಬಲ್ಲಂತೆ ಸಿದ್ಧ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹ
- ಕನಿಷ್ಟ ಸೌಕರ್ಯದ ಉಡಾವಣಾ ತಾಣದಿಂದಲೂ (ಲಾಂಚ್ ಪ್ಯಾಡ್) ಹಾರಬಲ್ಲಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸ

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ (ಅಂದರೆ 2022ರ ಆಗಸ್ಟ್) ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಎಲ್‌ವಿಯ ಮೊದಲ ಉಡಾವಣೆಯಾಗಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಿ ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸಲು ಈ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುವುದು.

5.5 ಆರ್‌ಎಲ್‌ವಿ

ಆರ್‌ಎಲ್‌ವಿ ಅಥವಾ ರೀಯೂಸೆಬಲ್ ಲಾಂಚ್ ವೆಹಿಕಲ್ ಎಂಬುದು ಇಸ್ರೊ ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಪುನರ್ಬಳಕೆ ಮಾಡಬಹುದಾದ ರಾಕೆಟ್. ಬೂಸ್ಟರ್ ಜೊತೆಗೆ ಹಾರುವ, ಪುನರ್ಬಳಕೆಯಾಗುವ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ವಿಮಾನದಂತೆ

ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ವಾತಾವರಣದ ಹೊರಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಸೂಕ್ತವಾಗುವಂತೆ ತನ್ನ ಒಡಲಲ್ಲಿ ಇಂಧನದ ಜೊತೆಗೆ ದಹನಾನುಕೂಲಿಯನ್ನು ಆರ್‌ಎಲ್‌ವಿಯು ಹೊತ್ತೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಇದರ ಸಾಫಲ್ಯಕಾಗಿ ಶಬ್ಧಾತೀತ ವೇಗ, ಸ್ವಯಂ ನಿರ್ದೇಶಿತ ನಿಲುಗಡೆ (ಆಟೋಮ್ಯಾಟಿಕ್ ಲ್ಯಾಂಡಿಂಗ್), ಹಗುರವಾದ ಕಾಂಪೊಸಿಟ್‌ಗಳ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ತ ತಾಪಮಾನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕರಗತ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕೌಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಆರ್‌ಎಲ್‌ವಿ–ಟಿಡಿ ಎಂಬ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು 2016ರಲ್ಲಿ ಉಡಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ಮುಂಬರುವ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರಾಕೆಟ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯದೊಂದಿಗೆ ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಿ ಪುನರ್ಬಳಕೆ ಮಾಡುವ ಉದ್ದೇಶವಿದೆ.

6. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ

ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯು ಹಲವು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ. ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

6.1 ಸುರಕ್ಷಿತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್

ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. 1970ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಉಡಾವಣೆಗೊಂಡ ವೊವೇಜರ್ ಸರಣಿ ಮತ್ತು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪ್ಲೂಟೋ ತಲುಪಿ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸಿರುವ ನ್ಯೂ ಹೊರೈಝನ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಜ್ವಲಂತ ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

ರಾಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನಾಸಾ ಸಂಸ್ಥೆಯ ನೆರ್ವ, ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ರೋವರ್ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ಟಿಂಬರ್ ವಿಂಡ್, ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ಪ್ರೊಮೇಥಿಯಸ್ ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ರಷ್ಯಾ ದೇಶವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸುವ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಇಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುತ್ತಿದೆ. ಒಂದು ಅಂದಾಜಿನಂತೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್‌ನಿಂದ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹವನ್ನು ತಲುಪಲು 6 ತಿಂಗಳ ಬದಲಾಗಿ ಒಂದೇ ತಿಂಗಳು ಸಾಕಾಗುವುದು.

6.2 ನೌಕಾಪಟ (ಸೋಲಾರ್ ಸೇಲ್–solar sail)

ನೌಕಾಪಟ ಅಥವಾ ಹಾಯಿಯ ಮೇಲೆ ಆಗುವ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವೇ ಸೋಲಾರ್ ಸೇಲ್. ಹಾಯಿದೋಣಿಯು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಬಳಸಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ರಾಕೆಟ್ ಚಲನೆಯು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. 2010ರಲ್ಲಿ ಉಡಾವಣೆಗೊಂಡ ಇಕಾರಸ್ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಮೊದಲಿಗೆ ಬಳಸಲಾಯಿತು. ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಬಳಿ ಸಾರಲು ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉದ್ದೇಶವಿದೆ. ಆದರೆ ದೂರ ಹೋದಂತೆ ಸೂರ್ಯಕಿರಣದ ಒತ್ತಡವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು–ಹೆಚ್ಚು ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಹಾಯಿಯು ಬೇಕಾಗಬಹುದು.

6.3 ಎಮ್–ಡ್ರೈವ್

ಅತೀ ಹೆಚ್ಚು ವಿವಾದಾತ್ಮಕವಾದ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವೆಂದರೆ ಎಮ್–ಡ್ರೈವ್. ಮೈಕ್ರೋವೇವ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ತ್ರಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ (ನೋದನಾ ಯಂತ್ರ) ಸತತವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಉದ್ದೇಶ. 2011ರಲ್ಲಿ ರಾಬರ್ಟ್

ಶಾಯರ್, ನಂತರದಲ್ಲಿ ಗಿಡೋ ಫೆಟ್ಟ ಮತ್ತು ಜುವಾನ್ ಯಂಗ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟದ ನೂಕು ಬಲವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿವೆಯೆಂದು ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಇಂತಹ ತ್ರಸ್ಟರ್‌ನಿಂದ ಯಾವುದೇ ಬಿಸಿಗಾಳಿಯು ನಾಝಲ್‌ನಿಂದ ಹೊರಬರದೇ ನೂಕುಬಲವು ಸಿದ್ಧಿಸಿದರೆ ಮೂಲಭೂತವಾದ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಡ್ಡು ಹೊಡೆದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಅಳತೆಯ ತಪ್ಪುಗಳು, ತಾಪಮಾನದ ವ್ಯತ್ಯಯದಿಂದ ಇಲ್ಲವೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಎಫೆಕ್ಟ್ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತೀಯವಾಗಿ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಈಗ ವೇದ್ಯ.

7. ಉಪಸಂಹಾರ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ ನೀಡುವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಮಾನವನ ಸಾಧನೆಯ ಮೇರು ಶಿಖರಗಳು. ಉಪಗ್ರಹ ಉಡಾವಣೆಗೆ ಮತ್ತು ಮಾನವ ಯಾನಕ್ಕೆ ತಕ್ಕುದಾದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಒಗ್ಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಇತರ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ವಸತಿ ನಿರ್ಮಿಸುವ ಸಾಧನೆಗೆ ನೆರವಾಗಲಿದೆ.

ಹೆಚ್ಚು ಕ್ಷಮತೆಯ ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳಾದ ಸುರಕ್ಷಿತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್, ಸೂರ್ಯನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸುವ ಹಾಯಿದೋಣಿಯ ಮಾದರಿಯ ಸೋಲಾರ್ ಸೇಲ್, ಇಲ್ಲವೇ ವಿವಾದಾತ್ಮಕವಾದ ಎಮ್–ಡ್ರೈವ್ ಆಧಾರಿತ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳೆಡೆಯ ಯಾನಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಅತಿ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಯಾನಕ್ಕೂ ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಬಹುವೆಂದು ಆಶಿಸೋಣವೇ?

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ
2022ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಇಸ್ರೊ–ಸಾಧನೆಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ
   ಲೇಖಕರು: ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ರಾಕೆಟ್: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ
   ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀ ಆನಂದ ಎಸ್
3. ಡಾ. ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಭಾಯಿ
   ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀಮತಿ ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ
4. ಪ್ರೊ ಸತೀಶ್ ಧವನ್
   (ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಗುರು, ಸಂಶೋಧಕ, ಚಿಂತಕ, ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ)
   ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದ್ ಬಿ ಎಸ್
5. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯ
   ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀ ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಬಿ
6. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ
   ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀಮತಿ ಉಮಾ ಬಿ ಆರ್
7. ಧೂಮಕೇತುಗಳು–ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಅತಿಥಿಗಳು
   ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀಮತಿ ಸೌಭಾಗ್ಯ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಸಂಪಾದಕೀಯ ಸಮಿತಿ

ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ ..ಅಧ್ಯಕ್ಷರು
ಸುರೇಶಕುಮಾರ್ ಹೆಚ್ ಎನ್
ಉಷಾ ಬಂಡಿವಾಡ್
ಶಿವಪ್ರಕಾಶ ಬಿ
ರಮೇಶ ನಾಯ್ಡು ವಿ
ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಪ್ರಸಾದ್ ಕೆ
ಜಯಸಿಂಹ ಪಿ
ವಿಠಲ್ ಮೇತ್ರಿ
ಜಗದೀಶ ಬಾಬು ಬಿ ಎಸ್
ಮುರಳೀಧರ ಕೆ ವಿ
ಉಮಾ ಬಿ ಆರ್
ಡಾ. ನಾಗೇಂದ್ರ ಬೆ ರಾ
ಆನಂದ ಎಸ್
ಚಂದ್ರಿಕಾ ಜಿ ಎಲ್
ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ
ಸೌಭಾಗ್ಯ ..ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ

ಕಾರ್ಯಕಾರಿ ಸಮಿತಿ

ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ ..ಅಧ್ಯಕ್ಷರು
ವಿಠಲ್ ಮೇತ್ರಿ
ಸತ್ಯನಾರಾಯಣ ಪಿ
ಶ್ರೀರಾಮ್ ಕೆ ಎಸ್
ಸಂಜೀವ್ ಕುಮಾರ್ ಕೆ ಎಸ್.
ಕಟ್ಟಿಮನಿ ಎಸ್ ಎಂ
ಮಾಲತಿ ಎಸ್
ಪ್ರಶಾಂತ್ ಡಿ. ಬಾಗಲಕೋಟ್
ಪ್ರಸಾದ್ ಬಿ ಎಸ್
ವಾಸುದೇವಮೂರ್ತಿ ಸಿ ಎನ್
ಪ್ರಶಾಂತ್ ಎ ಆರ್
ಸುರೇಶ್ ಎಂ. ಹೆಬ್ಬಳ್ಳಿ
ಸೌರಭ್ ಗುಪ್ತ
ಚಂದ್ರಿಕಾ ಜಿ ಎಲ್
ನಳಿನಿ ಇ ಕೆ
ಸುಮಾ ಉಮೇಶ್ ..ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ

ಶ್ರೀಯುತ ಆನಂದ ಎಸ್ 1998ರಿಂದ ಇಸ್ರೋ ಅಂಗ ಸಂಸ್ಥೆಯಾದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ಬ್ಯಾಟರಿ ಮತ್ತು ತತ್ಸಂಬಂಧಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ವಿನ್ಯಾಸ, ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ತಜ್ಞರು. ಪ್ರಸ್ತುತದಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಟರಿ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು. ಮಂಗಳಯಾನದ ಯಶಸ್ಸಿಗಾಗಿ ಇಸ್ರೋ ಟೀಮ್ ಅವರ್ಡ್ ಅನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ.

ಶ್ರೀಯುತರು 13ಕ್ಕೂ ಮೀರಿ ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ – ಅಂತರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಮ್ಮೇಳನಗಳಲ್ಲಿ / ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇವರ ಹಲವು ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಬರಹಗಳು ಮತ್ತು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ.

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17