

# ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯ

ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಬಿ



ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ  
ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು-17



# ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯ

ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಬಿ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು-17

“BAAHYA KAASHA TYAAJYA”  
in Kannada by Shivaprakash B,  
*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. ಮ್ಯಾಪ್‌ಲಿಥೋ  
ಡೆಮಿ 1/8, ಪುಟಗಳು: 52

ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ : ಇಸ್ಕೊ 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, ಸ್ಪೂರ್ತಿ ಪಡೆದು ಉತ್ತಮ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಿ, ತನ್ಮೂಲಕ ದೇಶದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹಾಗೂ ಸಮಾಜದ ಸರ್ವತೋಮುಖ 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,

ಇಸ್ರೋ 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 ಎ ನಾಡಗೌಡ

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು

## ಲೇಖಕರ ಮಾತು

ಬಾಲ ಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಇಸ್ರೋ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಿದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಹಲವಾರು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಅರಿತ ಮಾನವನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು ತನ್ನ ಜೀವನದ ಸುಧಾರಣೆಗಾಗಿ ಬಳಸಲಾರಂಭಿಸಿದ. ರಷ್ಯಾದ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಉಪಗ್ರಹದ ಉಡಾವಣೆಯೊಂದಿಗೆ 1957ರಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯುಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಹಲವಾರು ರೀತಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಹಾರಿವೆ.

ಪೃಥ್ವಿಯ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಮಾನವನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಸುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಮಸ್ಯೆಯೆಂದರೆ, ಹೀಗೆ ಬಳಸಿದಾಗ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಕಸ ಅಥವಾ ತ್ಯಾಜ್ಯ. ಇದರ ನಿರ್ಮೂಲನೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆಯೇ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ತಲೆನೋವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಬಳಕೆ ಹೆಚ್ಚಾದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿಯ ತ್ಯಾಜ್ಯ(ಕಸ)ದ ಪ್ರಮಾಣ

ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿದೆ. ಮುಂದೊಂದು ದಿನ ಹೆಚ್ಚಿದ ತ್ಯಾಜ್ಯದಿಂದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಬಳಕೆಯೇ ದುಸ್ತರವಾಗಬಹುದೆಂಬ ಭಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಕಾಡಲಾರಂಭಿಸಿದೆ.

ಈ ಪುಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ ಎಂದರೇನು, ಇದರ ಈಗಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಎಷ್ಟು, ಇದರಿಂದಾಗುವ ತೊಂದರೆಗಳೇನು, ಇದರ ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು, ಇವೆಲ್ಲದರ ಕಿರು ಪರಿಚಯವನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಓದಿದ ನಂತರ, ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಕುತೂಹಲ ಮೂಡಿ ಅವರು ಇದರ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಉತ್ಸುಕರಾದರೆ ನನ್ನ ಈ ಪ್ರಯತ್ನ ಸಫಲವಾದಂತೆ ಭಾವಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕ ಬರೆಯಲು ಅವಕಾಶವಿತ್ತ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಂ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯ ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿಗೆ ಮತ್ತು ಸಂಸ್ಥೆಯ ಎಲ್ಲಾ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ನಮ್ರ ನಮನಗಳು.

## ಪರಿವಿಡಿ

1. ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ	1
2. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ - ಏನಿದು?	4
3. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಕಸದ ರಾಶಿ ಎಷ್ಟು!	6
4. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ - ಏನಿದರ ಇತಿಹಾಸ?	7
5. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆ	10
6. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು	12
7. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ದುಃಸ್ವಪ್ನ	14
8. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸದಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲಾ ಇದೆ?	17
9. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದಿಂದಾದ ಕೆಲವು ಅಪಘಾತಗಳು	19
10. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಶುದ್ಧೀಕರಣ ಹೇಗೆ?	20
11. ನಿವಾರಿಸು! ಇಲ್ಲ ತಪ್ಪಿಸು!!	28
12. ಸ್ವಚ್ಛ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ, ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವಿನಾಶ!	33



## 1. ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

### 4 ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1957

ಫಳ ಫಳ ಹೊಳೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಅಡಿ ಸುತ್ತಳತೆಯ ಚೆಂಡಿನಾಕಾರದ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಹೊತ್ತುಕೊಂಡು 8ಕೆ71ಪಿ.ಎಸ್. ರಾಕೆಟ್ ರಷ್ಯಾದ ಬೈಕನೂರ್ ಉಡಾವಣಾ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಆಕಾಶಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಿತು! ನಂತರದ ಕೆಲವೇ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ 84ಕೆ.ಜಿ. ತೂಕದ ಈ ಚೆಂಡನ್ನು ಸುಮಾರು 215ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ದು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಅಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಲುಪಿಸಿತು. 215ಕಿ.ಮೀ. x 939ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಅಂಡಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸೇರಿದ ಈ ಚೆಂಡು ಅಲ್ಲಿ ಜಿರಳೆಯ ಮೀಸೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದ ತನ್ನ ನಾಲ್ಕು ಆಂಟೆನಾಗಳನ್ನು ಹೊರಚಾಚಿ ಭೂಮಿಗೆ ಮೊದಲ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿತು. ಈ ಮೂಲಕ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಯುಗಕ್ಕೆ ನಾಂದಿ ಹಾಡಿತು! ಇದೇ ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಮೊತ್ತಮೊದಲ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ - ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ 1.

## ದೃಶ್ಯ 1: ಅಕ್ಟೋಬರ್ 1957

ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಕೆ.ಆರ್.ಮಾರ್ಕೆಟ್‌ನಿಂದ ಮೈಸೂರು ಬ್ಯಾಂಕ್ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಅವೆನ್ಯೂ ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಕಾರಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದೀರಿ. ಆಗ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೋ ಒಂದೊಂದು ವಾಹನಗಳಿದ್ದವು. ಅದರಲ್ಲೂ ಅವೆನ್ಯೂ ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಕಾರು ಬಿಟ್ಟರೆ ಬೇರೆ ಯಾವ ವಾಹನವೂ ಇಲ್ಲ! ಯಾವ ಅಡೆತಡೆಯೂ ಇಲ್ಲದೇ, ಆರಾಮವಾಗಿ ಕೆಲವೇ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ನಿಲ್ದಾಣ ತಲುಪುತ್ತೀರಿ.

## ದೃಶ್ಯ 2: ಅಕ್ಟೋಬರ್ 2021

ಅದೇ ಅವೆನ್ಯೂ ರಸ್ತೆ. ಅದೇ ಕೆ.ಆರ್. ಮಾರ್ಕೆಟ್ ನಿಂದ ಮೈಸೂರು ಬ್ಯಾಂಕ್ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ನಿಮ್ಮ ಕಾರಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗಬೇಕಿದೆ. ಈಗಿನ ಅವೆನ್ಯೂ ರಸ್ತೆ ನೋಡಿದ್ದೀರಲ್ಲಾ? ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಗಿಜಿಗಿಜಿ ಜನರು, ಹೇಗೆಂದರೆ ಹಾಗೆ ಹೋಗುವ ಆಟೋಗಳು, ಎಲ್ಲಿಂದಲೋ ನುಗ್ಗುವ ದ್ವಿಚಕ್ರ ವಾಹನಗಳು, ಧುತ್ತನೆ ಅಡ್ಡ ಬರುವ ಕೈಗಾಡಿಗಳು! ಇದು ಸಾಲದು ಎಂಬಂತೆ ರಸ್ತೆಗೆ ಅಡ್ಡ ಮಲಗಿರುವ ದನಗಳು, ಬೀದಿ ನಾಯಿಗಳು..! ಅಬ್ಬಬ್ಬಾ!! ಇಂತಹ ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಕಾರನ್ನು



ಯಾರಿಗೂ ತಾಗದಂತೆ ಓಡಿಸಬೇಕು! ಅಸಾಧ್ಯ  
ಎನ್ನುತ್ತೀರಾ?

-----

ಇದೇನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆದ  
ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಅವೆನ್ಯೂ ರಸ್ತೆಯ ವಿಚಾರ  
ಎಂದು ಯೋಚಿಸುತ್ತಿದ್ದೀರಾ? ಕಾರಣ ಇದೆ. ದೃಶ್ಯ 1 -  
ಅಂದು ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್1 ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಹಾರಿದಾಗ ಇದ್ದ  
ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ. ದೃಶ್ಯ 2 - ಈಗ  
ಉಡಾವಣೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಎದುರಿಸುತ್ತಿರುವ  
ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಸ್ಥಿತಿ!

-----

ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಹಲವಾರು ಉಪಯುಕ್ತತೆಗಳನ್ನು  
ಮನಗಂಡ ಮಾನವ, ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ನಿಂದ ಆರಂಭವಾಗಿ  
ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸಾವಿರಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ  
ಹಾರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ತಮ್ಮ ಉಪಯುಕ್ತ  
ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿಸಿವೆ. ಹಲವು ಕೆಟ್ಟು ಹೋಗಿವೆ. ಕೆಲವು  
ಸಿಡಿದು ಹೋಗಿವೆ! ಇವುಗಳ ಉಡಾವಣೆಗೆ ಬಳಸಿದ  
ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಕೊನೆಯ ಹಂತಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ  
ಬಿಡಿಭಾಗಗಳು ಕೂಡಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲೇ ತೇಲಾಡುತ್ತಿವೆ.

ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತಾ, ವಾತಾವರಣದ ಘರ್ಷಣೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಬೂದಿಯಾಗಿವೆ. ಹಾಗೆ ಬೀಳದೇ ಉಳಿದ ಅನುಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ತ್ಯಾಜ್ಯ(ಕಸ)ವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗಿ, ಈಗ ಉಡಾವಣೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ದೊಡ್ಡ ತಲೆನೋವಾಗಿವೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ನಿದ್ಧೆ ಕೆಡಿಸಿವೆ! ಹಾಗಾದರೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ತ್ಯಾಜ್ಯ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಭಗ್ನಾವಶೇಷಗಳು ಎಂದೆಲ್ಲಾ ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಇದು ಏನು? ಇದರಿಂದ ಏನೇನು ತೊಂದರೆಗಳು? ಇವುಗಳ ನಿರ್ಮೂಲನೆ ಹೇಗೆ? ನಿರ್ಮೂಲನೆ ಸಾಧ್ಯವೇ? ನೋಡೋಣ ಬನ್ನಿ.

## 2. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ - ಏನಿದು?

ಯಾವುದೇ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ವಸ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ - ಅಂದರೆ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ - ಇದ್ದು, ಅದರಿಂದ ನಮಗೆ ಏನೂ ಉಪಯೋಗಗಳಿಲ್ಲದೇ ಇದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಸ ಅಥವಾ ತ್ಯಾಜ್ಯ ಎನ್ನಬಹುದು. ಇಂತಹ ಕಸದಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲಾ ಇದೆ ಗೊತ್ತೆ? ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಕೆಟ್ಟುಹೋದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ರಾಕೆಟ್‌ನ

ಕೊನೆಯ ಹಂತಗಳು, ರಾಕೆಟ್‌ನ ಇಂಜಿನ್‌ಗಳು, ಉಪಗ್ರಹ ಮತ್ತು ರಾಕೆಟ್ ಹೊರಸೂಸಿದ ಇಂಧನದ ಘನೀಕೃತ ಧೂಳು. ಇಷ್ಟಕ್ಕೇ ಮುಗಿಯಲಿಲ್ಲ! ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಿಗಳು ಬಿಸಾಡಿದ ಕಸದ ಚೀಲಗಳು, ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಕ್ಯಾಮೆರಾ - ಕಟಿಂಗ್ ಪ್ಲೈಯರ್ - ಕೈಗವಸು, ಮಾನವನ ಗಗನಯಾನಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿದ ಕೋತಿ ಮತ್ತು ನಾಯಿಗಳ ಶವಗಳು! ಒಂದೇ, ಎರಡೇ?

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು ಭೂಮಿಯ ಕೆಳಹಂತದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ. ಅಂದರೆ, 400ಕಿ.ಮೀ.ನಿಂದ 1000ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ. ಇದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ, 35,786ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಭೂಮಧ್ಯರೇಖೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ ಮಾನವನಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿರುವ ಕಕ್ಷೆ. ಇಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳೇ ನಮಗೆ ದೂರವಾಣಿ, ಟಿ.ವಿ., ಇಂಟರ್‌ನೆಟ್, ಹವಾಮಾನ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಕೃತಿ ವಿಕೋಪಗಳ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಮುಂತಾದ ಹಲವು ಸೇವೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಿರುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ, ಇಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳೂ ತಮ್ಮ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಹೊಂದಲು ಪ್ರೈವೇಟಿ

ನಡೆಸುತ್ತಿವೆ. ಇಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳೂ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದವು. ಸುಮಾರು 4-6ಟನ್ ತೂಗುವಂತಹವು. ಏಕೆಂದರೆ, ಇವುಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು 15ವರ್ಷ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಏನಾದರೂ ಕೆಟ್ಟರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಇವು ದೊಡ್ಡ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳೇ ಆಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ!

### 3. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಕಸದ ರಾಶಿ ಎಷ್ಟು!

ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದಾದ ಮತ್ತು ಜಾಡನ್ನು ಹಿಡಿಯಬಹುದಾದ ದೊಡ್ಡ ವಸ್ತುಗಳು ಸುಮಾರು 20,000 ಎಂದು ಅಮೆರಿಕಾದ ಸ್ಪೇಸ್ ಸರ್ವೇಲೆನ್ಸ್ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್ (SSN) ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆ 2019ರಲ್ಲೇ ಗುರುತಿಸಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ 2,200 ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳು. ಉಳಿದೆಲ್ಲವೂ ಅನುಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು! 10ಸೆಂ.ಮೀ.ಗಿಂತ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದ ಸುಮಾರು 34,000 ವಸ್ತುಗಳಿವೆ, 1ರಿಂದ 10ಸೆಂ.ಮೀ. ಗಾತ್ರದ 9 ಲಕ್ಷ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. 1ಸೆಂ.ಮೀ.ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಗಾತ್ರದ 128 ಮಿಲಿಯನ್ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ! ಇವುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ತುಣುಕುಗಳ ಲೆಕ್ಕ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಸಕ್ಕೆ "ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಸ" - ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಇಂತಹ ಕಸ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದರೂ, ಇವು ಕೂಡಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ತೊಂದರೆ ಕೊಡಬಲ್ಲವು!

ಈಗ ಉಡಾವಣೆಯಾಗುವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಕಸದ ನಡುವೆ, ಯಾವುದಕ್ಕೂ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯದೆ ತನ್ನ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಕ್ಷಾಸ್ಥಾನವನ್ನು ತಲುಪಬೇಕು. 900 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ವೇಗ ಗಂಟೆಗೆ ಸುಮಾರು 27,000ಕಿ.ಮೀ. ಇಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದರೆ 1 ಸೆಂ.ಮೀ. ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಸದ ತುಣುಕು ಸಹ ದೊಡ್ಡ ಬಂಡೆಯಷ್ಟು ಅನಾಹುತ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು.

#### 4. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸ - ಏನಿದರ ಇತಿಹಾಸ?

ಆಗಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್-1 ಉಪಗ್ರಹ 4 ಆಕ್ಟೋಬರ್ 1957ರಲ್ಲಿ ಉಡಾವಣೆಯಾಯಿತು. ಸುಮಾರು 25 ದಿನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿತು. 26 ಆಕ್ಟೋಬರ್ 1957ರಂದು ತನ್ನ ಕೊನೆಯ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಿ, ನಂತರ ಕೆಟ್ಟು ಕೂತಿತು. ಬಹುಶಃ ಅಂದೇ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಮೊದಲ ಕಸ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಯಿತು ಎನ್ನಬಹುದು! ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ಯುಗದ ಆರಂಭವಾಗಿ 25 ದಿನದ ನಂತರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸದ ಯುಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು.

ಅದಾದ ಮೇಲೆ, ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸಾವಿರಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಉಡಾವಣೆಯಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿದ ಮತ್ತು ಕೆಟ್ಟು ಹೋಗಿರುವ ಹಲವು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಣ ತಪ್ಪಿ ಎಲ್ಲೆಂದರಲ್ಲಿ ಅಲೆಯುತ್ತಿವೆ! ಇವುಗಳು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಯುಕ್ತ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದರೆ, ಅವುಗಳನ್ನೂ ತನ್ನಂತೆಯೇ ಕಸವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡು ಮಾಡಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಇದು ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ತಾನೂ ಕೆಟ್ಟು ಊರೆಲ್ಲಾ ಕೆಡಿಸಿದ ಎಂಬ ಗಾದೆ ಮಾತಿನಂತೆ!

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹಲವಾರು ದೇಶಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಸವನ್ನು ಹಲವು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸುವಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡಿದೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ, ಉಪಗ್ರಹ ನಾಶಮಾಡುವ ಶಸ್ತ್ರ - ASAT, Anti Satellite Weapon. ವಿಶೇಷವಾದ ಕ್ಷಿಪಣಿಯನ್ನು ಹಾರಿಸಿ, ತನ್ನ ಶತ್ರುರಾಷ್ಟ್ರದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಹೊಡೆದು ನಾಶಮಾಡುವುದು! ಹೀಗೆ ನಾಶವಾದ ಉಪಗ್ರಹವು ದೊಡ್ಡ ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ಸಾವಿರಾರು ಚೂರುಗಳಾಗಿ, ಕಸದ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಮೋಡವನ್ನೇ

ಸೃಷ್ಟಿಮಾಡಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಈ ಕಸದ ಮೋಡ ಹಲವಾರು ತಿಂಗಳುಗಳ ಕಾಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿದ್ದು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ತೊಂದರೆ ಕೊಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ನಿಂದ ಆರಂಭಿಸಿ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಆಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಉಡಾವಣೆಗಳ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಲೆಕ್ಕವನ್ನು ಮಾಡಲೆಂದೇ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯಿದೆ. ಅದರ ಹೆಸರು ನೊರಾಡ್ (NORAD) - ಉತ್ತರ ಅಮೇರಿಕದ ಬಾಹ್ಯಾಂತರಿಕ್ಷ ರಕ್ಷಣಾ ಸಂಸ್ಥೆ. ಈ ಸಂಸ್ಥೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಹಾರಿಸಿದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ನವೀಕರಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ತಮ್ಮ ಉಪಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಉಡಾವಣೆಗಳ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಈ ದತ್ತಾಂಶವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಜಾನ್ ಗಬ್ಬಾರ್ಡ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಂಡು ಹಿಡಿದಿರುವ ಒಂದು ಸೂತ್ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಜಾಡನ್ನು ಕೂಡಾ ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಈ ಸಂಸ್ಥೆ ಹೊಂದಿದೆ.

## 5. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆ



ಚಿತ್ರ.-1: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆ



ನೋರಾಡ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಂತೆ 1990ರ ವೇಳೆಗೆ ಸುಮಾರು 8,500 ತ್ಯಾಜ್ಯವಸ್ತುಗಳು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬ ಅಂದಾಜು ಇತ್ತು. 2005ರ ವೇಳೆಗೆ ಇದು 13,000ವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿತ್ತು. 2006ರಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಖ್ಯೆ 19,000 ಆಯಿತು, 2011ರಲ್ಲಿ 22,000ಕ್ಕೆ ಏರಿತು. ಇದೇ ರೀತಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಐದು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸವು ನಾಲ್ಕುಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಬಹುದು ಎಂದು ಸೌತಾಂಪ್ಟನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹ್ಯೂ ಲೂಯಿಸ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನೆ ತಿಳಿಸಿತ್ತು. ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ - ಅಂದರೆ 400 ಕಿ.ಮೀ.ನಿಂದ 1000 ಕಿ.ಮೀ. ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ - ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ದಟ್ಟಣೆ ತನ್ನ ಗರಿಷ್ಠಮಟ್ಟವನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಮುಟ್ಟಿದೆ ಎಂದು ನ್ಯಾಷನಲ್ ಅಕಾಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ಅಂದರೆ, ಈ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಥವಾ ಇದನ್ನು ದಾಟಬೇಕಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಯಾವುದಾದರೂ ತ್ಯಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ಆತಂಕ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿದೆ.

ದೂರದಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಶನಿಗ್ರಹದಂತೆ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಕೂಡಾ ಕಸದ ರಾಶಿಯ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ

ಬಳಿಯನ್ನು ನೋಡಬಹುದು! ಕೆಳಹಂತದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಭೂಸ್ಥಿರಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು (ಚಿತ್ರ.1).

## 6. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು

ಒಂದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಂತೆ ಈಗ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಕಸದ ತೂಕ ಸುಮಾರು 9,000 ಟನ್. ಅಂದರೆ, ಸುಮಾರು 1,000 ದೊಡ್ಡ ಟ್ರಕ್‌ಗಳು ತುಂಬುವಷ್ಟು! ಇದರಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ 90ರಷ್ಟು ಕೆಳಹಂತದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಇದೆ. ಉಳಿದದ್ದು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಕೆಳಹಂತದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು. ಹಾಗಾಗಿ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ಸಂಭವವೂ ಹೆಚ್ಚು. ಭೂ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಮಾಹಿತಿಕೊಡುವ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಸೇನಾ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಸಣ್ಣ ಮತ್ತು ಅತೀ ಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳು (ಮೈಕ್ರೋ ಮತ್ತು ನ್ಯಾನೋ ಉಪಗ್ರಹಗಳು) ಮತ್ತು ಇತ್ತೀಚಿನ ಇಂಟರ್ನೆಟ್ ಸೇವೆಯ ಉಪಗ್ರಹ ಸಮೂಹಗಳು - ಎಲ್ಲವೂ ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪದ (1,000 ಕಿ.ಮೀ. ಒಳಗಿನ) ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿವೆ. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ (35,786 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರ) ಭಾರೀ ಗಾತ್ರದ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿವೆ. ಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಯ

ಉಪಗ್ರಹಗಳ ತೂಕ 1 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂನಿಂದ 1,000 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಇದ್ದರೆ, ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ತೂಕ 3,000 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂನಿಂದ 6,500 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿಯುವ ಮುನ್ನವೇ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕೆಟ್ಟರೆ, ಇವುಗಳನ್ನು ಇದೇ ಗಾತ್ರದ ಕಸ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು. ಆಗ ಇವುಗಳು ನಿಯಂತ್ರಣ ತಪ್ಪಿ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆಂದರೆ ಹಾಗೆ ತೇಲುತ್ತವೆ. ಆಗ ಇದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಆರೋಗ್ಯವಂತ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯಬಹುದು. ಕೆಟ್ಟುಹೋದ ಕೆಳಹಂತದ ಕಕ್ಷೆಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಬೀಳಲು ಆರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಲು ಕೆಲ ತಿಂಗಳು ಅಥವಾ ವರ್ಷಗಳೇ ಆಗಬಹುದು. ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೆ, ಅಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ಘರ್ಷಣೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಬಿಸಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಸುಟ್ಟು ಬೂದಿಯಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಇವುಗಳಿಂದ ತೊಂದರೆ ತಪ್ಪಿದ್ದಲ್ಲ. ಭೂಸ್ಥಿರಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕೆಟ್ಟರೆ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ಕಷ್ಟ ಇಲ್ಲಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಶಕ್ತಿ ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಯಿರುವುದರಿಂದ,

ಇವು ಕೆಟ್ಟರೆ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ  
 ಬೇಕಾದಂತೆ ತೇಲುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಗಾತ್ರವೂ  
 ದೊಡ್ಡದಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳು  
 ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದಾದ ಅಪಘಾತದ ಗಾತ್ರವೂ  
 ದೊಡ್ಡದೇ! ಈ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 500 ಉಪಗ್ರಹಗಳು  
 ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿವೆ.

### 7. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ದುಃಸ್ವಪ್ನ !

ಕೆಳಹಂತದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 2,000  
 ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿವೆ. ಅತೀವೇಗದಲ್ಲಿ  
 ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳು (ಗಂಟೆಗೆ  
 27,000ಕಿ.ಮೀ.) ಅಡ್ಡಬಂದ ಯಾವುದೇ ತ್ಯಾಜ್ಯಕ್ಕೆ  
 ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದರೆ ಆಗುವ ಅನಾಹುತ ಹೇಗಿರಬಹುದೆಂದು  
 ಊಹಿಸಿ! ಇಂತಹ ಅಪಘಾತವಾದರೆ, ಆಗ ಸಿಡಿಯುವ  
 ಲೋಹದ ತುಣುಕುಗಳು ಹತ್ತಿರದ ಇನ್ನೊಂದು  
 ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯಬಹುದು. ಅದು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ,  
 ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ..! ಹೀಗೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು  
 ಸರಣಿ ಅಪಘಾತ ಸಂಭವಿಸಿ, ಸರಿಪಡಿಸಲಾಗದ  
 ಬಹುದೊಡ್ಡ ಅನಾಹುತವೇ ಆಗಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ-2: ಕೆಸ್ಸರ್ ಪರಿಣಾಮ

ಹೀಗೇನಾದರೂ ಆದರೆ ಭೂಸಮೀಪ ಕಕ್ಷೆಯೇ ಯುದ್ಧನಂತರದ ರಣಭೂಮಿಯಂತಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ! ಅಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ರಾಶಿಯೇ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆಗ ಆ

ಕಕ್ಷೆಯೇ ನಿರುಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ದಾಟಿ ಮೇಲಿನ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತಲುಪುವುದೂ ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಂತಹ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದವರು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕೆಸ್ಲರ್. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಕೆಸ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ ಎಂಬ ಹೆಸರಿದೆ(ಕೆಸ್ಲರ್ ಎಫೆಕ್ಟ್ - ಚಿತ್ರ.2). ಇದು ಎಲ್ಲಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ದುಃಸ್ವಪ್ನ. ದಿನದಿನವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಇಂತಹ ಪರಿಣಾಮ ನನಸಾಗುವ ದಿನವೂ ಬರಬಹುದೇನೋ ಎಂಬ ಭಯ ಎಲ್ಲರನ್ನೂ ಕಾಡುತ್ತಿದೆ.

ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮೈನಂತೆಯೇ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನೂ ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿರಿಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಎಲ್ಲರ ಮೇಲಿದೆ. ಯಾರೇ ಕಸದ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣರಾದರೂ ಅದರ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಎಲ್ಲರೂ ಅನುಭವಿಸಬೇಕಿದೆ. ಇದೂ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಗರೇಟ್ ಸೇದುವ ಹಾಗೆ. ಸಿಗರೇಟ್ ಸೇದುವವನಿಗೂ, ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ಸೇದದವನಿಗೂ ಇಬ್ಬರಿಗೂ ಆರೋಗ್ಯದ ತೊಂದರೆ ತಪ್ಪಿದ್ದಲ್ಲ! ಆದ್ದರಿಂದ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಸವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮೂಲನೆ ಮಾಡುವ ಚಿಂತನೆಗಳು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿವೆ.

## 8. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸದಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲಾ ಇದೆ?

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಭಾಗಗಳಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ನೀವು ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ ಅದು ತಪ್ಪು! ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲಾ ಇದೆ ಗೊತ್ತೇ?

- ಮಾನವನ ಮೊದಲ ಗಗನಯಾನಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಪ್ರಯೋಗಾರ್ಥವಾಗಿ ಹಲವು ಕೋತಿ ಮತ್ತು ನಾಯಿಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಅವುಗಳ ಶವಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಇನ್ನೂ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿವೆ
- 1963ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕಾ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ವೆಸ್ಟ್ ಫೋರ್ಡ್ ಎಂಬ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು 480 ಮಿಲಿಯನ್ ತಾಮ್ರದ ಸೂಜಿಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಉಡಾಯಿಸಿತ್ತು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸುಮಾರು 3,500ಕಿ.ಮೀ. ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆ
- 2008ರಲ್ಲಿ ನಾಸಾದ ಗಗನಯಾನಿ ಹೈಡಿ ಸ್ಪಿಫಾನಿಶೈನ್ ಪೈಪರ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಡಿಗೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸಿ ಹಿಂದಿರುಗುವಾಗ ಕೈತಪ್ಪಿ ತನ್ನ ಉಪಕರಣದ ಬ್ಯಾಗನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಳು. ಅದು ಇನ್ನೂ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲೇ

ತೇಲಾಡುತ್ತಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಉಪಕರಣದ ಬೆಲೆ ಸುಮಾರು 1 ಲಕ್ಷ ಡಾಲರ್!

- ಗಗನಯಾನಿ ಮೈಕೇಲ್ ಕಾಲಿನ್ಸ್ 1966ರಲ್ಲಿ ಚೆಮಿನಿ-10 ಯೋಜನೆಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಡಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಹಾಸೆಲ್‌ಬ್ಲಾಡ್ ಕ್ಯಾಮೆರಾ
- ಹಿಂದೆಲ್ಲಾ ಗಗನಯಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಗಗನಯಾತ್ರೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸಿ ಭೂಮಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗುವಾಗ ತಮ್ಮ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಚೀಲಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲೇ ಬಿಸಾಡಿಬಿಡುತ್ತಿದ್ದರು! ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಇನ್ನೂ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆ. ಈಗ ಇಂತಹ ಅಭ್ಯಾಸ ಇಲ್ಲವೆನ್ನಿ.
- ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು ಸೇರಿದ ಅತೀ ದೊಡ್ಡ ಕಸ - ಸ್ಪೇಸ್ ಎಕ್ಸ್‌ನ ಮಾಲಿಕ ಎಲಾನ್ ಮಸ್ಕ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಹಾರಿಸಿದ ತನ್ನ ಹಳೆಯ ಟೆಸ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾರು ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಮನುಷ್ಯಾಕಾರದ ಗೊಂಬೆ! ಆದರೆ ಇದು ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ ಹೋಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ತೊಂದರೆ ಇಲ್ಲ.



## 9. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದಿಂದಾದ ಕೆಲವು ಅಪಘಾತಗಳು

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಹಲವು ಅಪಘಾತಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಹಲವು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಹಾಳುಮಾಡಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ನೋಡೋಣ;

- ರಷ್ಯಾದ ಕಾಸ್ಮೋಸ್1275 ಉಪಗ್ರಹ ಇಂತಹ ಅಪಘಾತಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಹಾಳಾದ ಮೊದಲ ಉಪಗ್ರಹ ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು 24 ಜುಲೈ 1981ರಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಯಾವುದೋ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದು ಹಾಳಾಯಿತು
- ಜುಲೈ 1996ರಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ಸೆರೈನ್ ಉಪಗ್ರಹ ಎರಿಯೇನ್1-ಹೆಚ್10 ರಾಕೆಟ್‌ನ ಕೊನೆಹಂತದ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಹೊಡೆದು ಕೆಟ್ಟುಹೋಯಿತು
- 29 ಮಾರ್ಚ್ 2006ರಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾದ ಎಕ್ಸ್‌ಪ್ರೆಸ್ ಏ.ಎಮ್. 11 ಎಂಬ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಳಾಯಿತು
- 12 ಮಾರ್ಚ್ 2010ರಲ್ಲಿ ಆರಾ ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹದ ಸೌರಫಲಕಕ್ಕೆ ಒಂದು ತ್ಯಾಜ್ಯದ ತುಣುಕು ತಾಗಿ ಅದನ್ನು ಹಾಳುಗಡವಿತು

- 22 ಮೇ 2013ರಲ್ಲಿ ಗೋಸ್13 ಉಪಗ್ರಹ ಕೆಡಲು ಕೂಡಾ ತ್ಯಾಜ್ಯವೇ ಕಾರಣವಾಯಿತು
- ನಾಸಾದ ಸ್ಪೇಸ್ ಷಟಲ್ ಛಾಲೆಂಜರ್‌ನ ಎರಡನೇ ವಾಹನ ಎಸ್.ಟಿ.ಎಸ್.- 7ಕ್ಕೆ ಒಂದು ತ್ಯಾಜ್ಯದ ತುಣುಕು ತಾಗಿದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಕಿಟಕಿ ಚೂರುಚೂರಾಯಿತು. ಎಸ್.ಟಿ.ಎಸ್.- 59 ಕೂಡಾ ಇಂತಹದೇ ಅಪಾಯ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಯ್ತು.

## 10. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಶುದ್ಧೀಕರಣ ಹೇಗೆ?

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು ಶುದ್ಧೀಕರಣ ಮಾಡುವ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದು;

1. ಸ್ವಯಂ ಶುದ್ಧೀಕರಣ
2. ವಿಶೇಷ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಮಾಡುವ ಶುದ್ಧೀಕರಣ

### 10.1. ಸ್ವಯಂ ಶುದ್ಧೀಕರಣ

ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ನಿವೃತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಕೆಲಸಗಾರನಿಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು! ತನ್ನ ಸೇವೆ ಅವಧಿ ಮುಗಿದ ಕೂಡಲೇ ಬೇರೆಯವರಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟು ನಿವೃತ್ತಿಯಾಗುವ ಕೆಲಸಗಾರನಂತೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದಾದ ವಸ್ತು ತನ್ನ ಉಪಯುಕ್ತ ಜೀವನ ಮುಗಿಯುತ್ತಿದಂತೆಯೇ ತಾನಾಗಿ ಉಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತದೆ, ಹೊಸ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಜಾಗ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ನೋಡೋಣ.

ಯಾವುದೇ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವಾಗಲೇ ಅದರ ಸೇವೆಯ ಅವಧಿ ಅರ್ಥಾತ್ ಅದರ ಆಯುಷ್ಯ ಎಷ್ಟು ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರಂತೆಯೇ ಇಂಧನವನ್ನು ತುಂಬಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕೆಳಹಂತದ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಆಯುಷ್ಯ ಸುಮಾರು 5 ರಿಂದ 7 ವರ್ಷಗಳು, ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂವಹನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಆಯುಷ್ಯ ಸುಮಾರು 10 ರಿಂದ 15 ವರ್ಷಗಳು. ಅತ್ಯಲ್ಪ ಆಯುಷ್ಯದ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಉಪಗ್ರಹಗಳೂ ಇವೆ - ಸೇನಾಬಳಕೆಯ

ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಸಣ್ಣ ಮತ್ತು ಅತೀಸಣ್ಣ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಹವ್ಯಾಸೀ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ. ಇವುಗಳ ಆಯುಷ್ಯ 6 ತಿಂಗಳಿಂದ 1 ವರ್ಷ ಮಾತ್ರ.

ಸ್ವಯಂ ಶುದ್ಧೀಕರಣ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು, ಅವುಗಳಲ್ಲೇ ಇರುವ ನೋದಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಿಬಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ (ನೋದಕವನ್ನು ಸಣ್ಣ ರಾಕೆಟ್ ಎನ್ನಬಹುದು). ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಿದ ಮೇಲೆ ಇಂತಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಇತರ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ತೊಂದರೆಯಾಗದಂತೆ, ಉಪಗ್ರಹದ ಎಲ್ಲಾ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಆರಿಸಿಬಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ (ಸ್ವಿಚ್ ಆಫ್). ಹೀಗೆ ತಳ್ಳಲು ಬೇಕಾಗುವಷ್ಟು ಇಂಧನವನ್ನು ಮೊದಲೇ ತುಂಬಿಸಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಉಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಜಾಗ ಸಿಗುತ್ತದೆ.

ಏನಿದು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆ? ಕೆಳಹಂತದ ಭೂಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 400ಕಿ.ಮೀ.ನಿಂದ 1,000ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಉಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲಾ

ಉಪಗ್ರಹಗಳೂ ಇದೇ ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ - ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 300ಕಿ.ಮೀ. ಕಕ್ಷೆಗೆ - ತಳ್ಳಲಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆ ಎನ್ನಲಾಗುವುದು. ಈ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಿದನಂತರ ಇಲ್ಲಿಂದ ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 100ಕಿ.ಮೀ. ತಲುಪಿದಾಗ ವಾತಾವರಣದ ಘರ್ಷಣೆಗೆ ಸಿಲುಕಿ ಸುಟ್ಟು ಬೂದಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಕೊನೆಯಹಂತಗಳನ್ನೂ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಇದೇ ರೀತಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಬಹುದು.

ಇನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ (ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ 35,786 ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆ) ಸಂವಹನ ಮತ್ತು ಹವಾ ಮುನ್ನೂಚನಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ 100-200ಕಿ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಲಾಗುವುದು. ಅಲ್ಲಿ ಅದರ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಆರಿಸಲಾಗುವುದು. ಅನಂತರ ಅದು ಅಲ್ಲಿಯೇ ಹಲವುನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ತೇಲುತ್ತಾ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಇತರ ಯಾವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಅಡ್ಡಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು 'ಸ್ಮಶಾನ ಕಕ್ಷೆ' ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ !

ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳುವ ನಿಯಮವನ್ನು ಈಗ ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳೂ ಪಾಲಿಸಬೇಕಿದೆ. ಹೀಗೆ ತಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಸರಿ. ಆಯುಷ್ಯ ಮುಗಿಯುವ ಮುನ್ನವೇ ಉಪಗ್ರಹ ಕೆಟ್ಟರೆ ಏನು ಮಾಡಬೇಕು? ಆಗ ಎರಡನೆಯ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

## 10.2. ವಿಶೇಷ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಮಾಡುವ ಶುದ್ಧೀಕರಣ

ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ರೋಬೋಟ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ದೊಡ್ಡ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳಲಾಗುವುದು. ಆದರೆ, ಇಂತಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಇನ್ನೂ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ. ತ್ಯಾಜ್ಯವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಲೆಯಂತಹ ಅಥವಾ ರೋಬೋಟ್ ತೋಳಿನಂತಹ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಸೆರೆಹಿಡಿದು ಅವುಗಳನ್ನು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಎಳೆದು ತಂದು ಅಲ್ಲಿ ಬಿಡಲಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಇದು ಬಹಳ ಖರ್ಚಿನ ಬಾಬತ್ತು. ಇದನ್ನು ಯಾರು ಮಾಡಬೇಕು? ಇಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನಿರ್ವಹಣೆ ಹೇಗೆ? ಈ ಮುಂತಾದ ವಿಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು

ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳಿಗೆ  
ಅನ್ವಯವಾಗುವಂತಹ ಕಾಯ್ದೆಗಳನ್ನು ತರುವ  
ಚಿಂತನೆಗಳೂ ನಡೆದಿವೆ.

ಬುಸೆಕ್ ಆರ್ಬಿಟಲ್ ಡೆಬ್ರಿ ರಿಮೂವರ್ (ಕಕ್ಷೆಯ ಕಸ  
ನಿವಾರಕ) - ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಭೂಮಿಯಿಂದಲೇ  
ನಿಯಂತ್ರಣ ಮಾಡಬಹುದಾದ ವಿಶೇಷ ವಾಹನವೊಂದನ್ನು  
ತಯಾರಿಸಿ, ಕೆಟ್ಟುಹೋದ 40 ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು  
ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳುವ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿದೆ.  
ಅಮೆರಿಕಾದ ಎಸ್.ಐ.ಎಸ್. ಎನ್ನುವ ಖಾಸಗಿ ವಾಣಿಜ್ಯ  
ಸಂಸ್ಥೆಯೊಂದು, ವಿಶೇಷ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ  
ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಕೆಟ್ಟಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸ್ಮಶಾನ  
ಕಕ್ಷೆಗೆ ತಳ್ಳುವ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ. ಇದೊಂದು  
ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಅಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ನಿಧನವಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳ  
ಶವಸಂಸ್ಕಾರವನ್ನು ನೆರವೇರಿಸುವ ಯೋಜನೆ !

ಸ್ವಿಡ್ಜರ್ಲೆಂಡ್ ದೇಶವು 'ಕ್ಲೀನ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಒನ್' ಎನ್ನುವ  
ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯಾನೋ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ  
ಹೊರದೂಡುವ ತಂತ್ರವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ. ಯುರೋಪಿನ  
ಇ.ಎಸ್.ಎ. ಸಂಸ್ಥೆಯು 'ಕ್ಲಿಯರ್ ಸ್ಪೇಸ್' ಎನ್ನುವ ತ್ಯಾಜ್ಯ

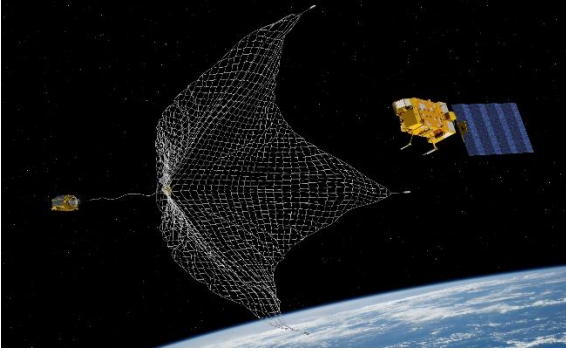
ನಿರ್ಮೂಲನಾ ಯೋಜನೆಯನ್ನು 2025ರಲ್ಲಿ  
ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಲು ತಯಾರಿ ನಡೆಸಿದೆ.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣವನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ  
ತ್ಯಾಜ್ಯ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಗುರಿಮಾಡಿ ಅದು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ  
ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಸಂಶೋಧನೆಯೂ ನಡೆದಿದೆ.  
ಹೀಗೆ ಭೂಮಿಯ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಬಂದ ತ್ಯಾಜ್ಯವು  
ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಸುಟ್ಟುಬೂದಿಯಾಗುವಂತೆ  
ಮಾಡುವುದು ಇದರ ಉದ್ದೇಶ. ಅಮೆರಿಕಾದ ವಾಯುಪಡೆ  
'ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ಒರಿಯಾನ್' ಎಂಬ ಇಂತಹ ಯೋಜನೆಯನ್ನು  
ತೊಂಬತ್ತರ ದಶಕದಲ್ಲೇ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿತ್ತು. ಆದರೆ ಹಲವು  
ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಇದು ಮುಂದುವರೆಯಲಿಲ್ಲ.

'ಸ್ಪೇಸ್ ನೆಟ್' ಎನ್ನುವ ತ್ಯಾಜ್ಯ ನಿರ್ಮೂಲನೆಯ  
ಇನ್ನೊಂದು ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಸರೆ  
ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೇಂದ್ರದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.  
ಇಂತಹದೇ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಜಪಾನಿನ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ  
ಸಂಸ್ಥೆ ಜಾಕ್ಸಾ ಸಹ ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಹಾರಿಸಿದ  
ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೀಲ್‌ನಿಂದ  
ಮಾಡಿದ ದೊಡ್ಡ ಬಲೆಯೊಂದನ್ನು ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಕಡೆಗೆ  
ಗುರಿಯಿಟ್ಟು ಹಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು



ಆವರಿಸಿದ ನಂತರ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯಗೊಳಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ.3).



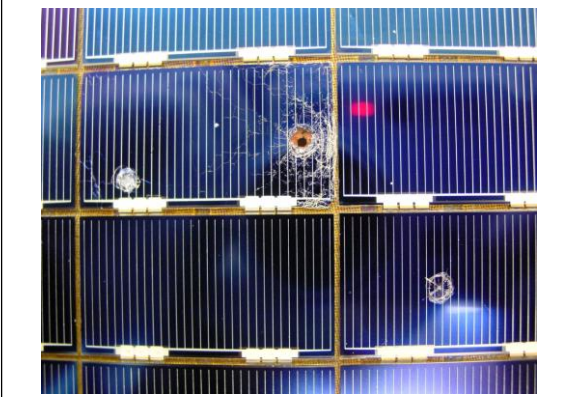
ಚಿತ್ರ.-3 ಸ್ಪೇಸ್ ನೆಟ್

ಈ ಯೋಜನೆ ಯಶಸ್ವಿಯಾದರೆ, ಇಂತಹ ದೊಡ್ಡ ಬಲೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಹಲವಾರು ಚಿಕ್ಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಬಾರಿಗೆ ನಿವಾರಿಸಬಹುದು ಎನ್ನುವ ಮಹದಾಸೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳದ್ದು.

## 11. ನಿವಾರಿಸು ! ಇಲ್ಲ ತಪ್ಪಿಸು..!!

ರಾಕೆಟ್‌ನ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಬಿಡಿಭಾಗಗಳು, ಬೋಲ್ಟ್-ನಟ್ ಗಳಂತಹ ವಸ್ತುಗಳು, ಸಿಡಿದ ಸಣ್ಣ ಲೋಹದ ತುಣುಕುಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ನಿರ್ಮೂಲ ಮಾಡುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಇವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕವಾದರೂ ಇವುಗಳಿಂದ ಆಗುವ ಅನಾಹುತ ಮಾತ್ರ ದೊಡ್ಡದು. ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಬೋಲ್ಟ್‌ನ ತುಣುಕು ಉಪಗ್ರಹದ ಸೌರಫಲಕಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ಅದರ ವಿದ್ಯುತ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೇ ಹಾಳುಮಾಡಬಹುದು. ನಿವಾರಣೆ ಮಾಡಲಾಗದ ಇಂತಹ ಚಿಕ್ಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಂದ ಆಗುವ ಅನಾಹುತಗಳನ್ನು ತಡೆಯಲು ಇರುವ ಒಂದೇ ಉಪಾಯ - ಇವುಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು!

ಉಪಗ್ರಹದ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಮೀಟರ್ ಗಳವರೆಗೂ ಚಾಚಿಕೊಂಡಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಸೌರಫಲಕಗಳು ಮತ್ತು ಆಂಟೆನಾಗಳು ಇಂತಹ ಚಿಕ್ಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು (ಚಿತ್ರ.4). ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳ ಜಾಡಿನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದು, ಅವು ಹತ್ತಿರ ಬಂದಾಗ ಸೌರಫಲಕ ಮತ್ತು ಆಂಟೆನಾಗಳನ್ನು ಅಡ್ಡಡ್ಡ ತಿರುಗಿಸಿ



ಚಿತ್ರ-4: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ದೂರದರ್ಶಕ "ಹಬಲ್"ನ  
ಸೌರಫಲಕ

ಒಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರುವ ಹಾನಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. 2002ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಸೌರಫಲಕವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಹಳೆಯ ಈ ಫಲಕವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ತರಲಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ನೆದರ್ಲ್ಯಾಂಡ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಯರೋಪ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು

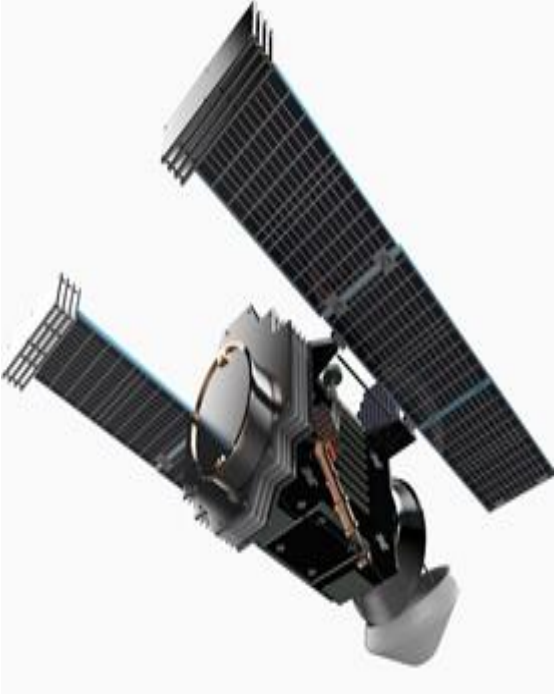
ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಉಪಾಯವನ್ನು ಹಲವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿವೆ.

ಸೌರಫಲಕಗಳ ಅಗಲ ಭಾಗದ ಬದಲು ತೆಳುವಾದ ಭಾಗವು ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಬಂದಾಗ ಅಪಘಾತವಾಗುವ ಸಂಭವ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಟೆನ್ನಿಸ್ ಬ್ಯಾಟಿನ ಅಗಲ ಭಾಗವು ಚೆಂಡನ್ನು ನೋಡದಂತೆ ಅಡ್ಡ ತಿರುಗಿಸಿ ಹಿಡಿದರೆ, ಚೆಂಡನ್ನು ಹೊಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಕಡಿಮೆ. ಇದೂ ಹಾಗೆಯೇ! ತ್ಯಾಜ್ಯವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ದಾಟಿ ಮುಂದೆ ಹೋದ ನಂತರ ಮತ್ತೆ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ವಸ್ತುವೆಂದರೆ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೇಂದ್ರ. ಇದು ಒಂದು ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನ ಮೈದಾನಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡದು! ಇದರಲ್ಲಿ 7-10 ಜನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಾಸಿಸುತ್ತಾ ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಯಾವುದಾದರೂ ತ್ಯಾಜ್ಯವಸ್ತು ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದರೆ ಆಗುವ ಅನಾಹುತ ಅಪಾರ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಡೀ ಕೇಂದ್ರವನ್ನೇ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾಯಿಸಿ, ತ್ಯಾಜ್ಯದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೇಂದ್ರದ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಅಡ್ಡಬರುವ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು

ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಂವೇದಕಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಪಾಯದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿಶೇಷವಾದ ಭದ್ರಕೋಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಸಿಡಿದ ಉಪಗ್ರಹದ ತ್ಯಾಜ್ಯಮೋಡದಿಂದ ಇಂತಹ ಒಂದು ಅಪಾಯವನ್ನು 2021ರ ನವೆಂಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಯಿತು. ಆದರೆ, ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಯಾವ ಅಪಘಾತವೂ ಸಂಭವಿಸಲಿಲ್ಲ.

ಇನ್ನೊಂದು ರಕ್ಷಣಾವಿಧಾನ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ರಕ್ಷಾಫಲಕವನ್ನು ಜೋಡಿಸುವುದು. ಇದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಫಲಕಕ್ಕೆ “ವಿಲ್ಸ್ ರಕ್ಷಾಫಲಕ” ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಕಾರಿನ ಬಂಪರ್‌ಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಇದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ ಆಗುವ ಹಾನಿಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈರೀತಿಯ ರಕ್ಷಾಫಲಕವನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ನಾಸಾದ ಸ್ಪಾರ್ ಡೆಸ್ಕ್ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ.5).



ಚಿತ್ರ.5. ಸ್ವಾರ್ ಡೆಸ್ಕ್ ಉಪಗ್ರಹದ ರಕ್ಷಾಫಲಕಗಳು

## 12. ಸ್ವಚ್ಛ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ, ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವಿನಾಶ!

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಸ/ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ಮೂಲನೆ ಮಾಡದಿದ್ದರೆ ಮುಂದೊಂದು ದಿನ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಬಳಕೆಯೇ ಮಾನವನಿಗೆ ಸಿಗದಂತೆ ಆಗಬಹುದು. ಆಗ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಜನಗಳು ನಮಗೆ ದೊರೆಯದೇ ಹೋಗಬಹುದು. ಈಗಿನ ಜೀವನಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಹಲವಾರು ಕೆಲಸಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದೇ ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ. ದೂರವಾಣಿ, ಮೊಬೈಲ್, ಟಿ.ವಿ., ಬ್ಯಾಂಕ್, ಇಂಟರ್ನೆಟ್, ಜಿ.ಪಿ.ಎಸ್., ಒಂದೇ, ಎರಡೇ? ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಲ್ಲದ ಜೀವನವನ್ನು ಊಹೆ ಮಾಡುವುದೂ ಅಸಾಧ್ಯ. ಹಾಗಾಗುವುದನ್ನು ತಡೆಯಲು ಈಗಲೇ ಕಾರ್ಯ ಪ್ರವೃತ್ತರಾಗಬೇಕಿದೆ. 2007ರಲ್ಲಿ ಯುನೈಟೆಡ್ ನೇಶನ್ಸ್ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಶಾಂತಿಯುತ ಬಳಕೆಗಾಗಿ ಕೂಪಸ್ (COUPOS) ಎನ್ನುವ ಸಮಿತಿಯನ್ನು ರಚಿಸಿದೆ. ಈ ಸಮಿತಿಯು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ತ್ಯಾಜ್ಯವು ಹೆಚ್ಚಾಗದಂತೆ, ಎಲ್ಲಾದೇಶಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯವಾಗುವಂತಹ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಭಾರತವೂ ತನ್ನ ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು

ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಯಂ ಶುದ್ಧೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು  
ಅಳವಡಿಸುವ ಹಲವು ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ.



ಚಿತ್ರ.6 ಗ್ರ್ಯಾವಿಟಿ ಸಿನಿಮಾದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ  
ಅಪಘಾತದ ದೃಶ್ಯ



ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸ್ಟ್ಯಾಂಡರ್ಡ್‌ಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಐ.ಎಸ್.ಓ. ಸಂಸ್ಥೆ 2017ರಲ್ಲಿ ಐ.ಎಸ್.ಓ.24113 ಎಂಬ ಸ್ಟ್ಯಾಂಡರ್ಡ್‌ಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ನಿರ್ಮೂಲನೆಗೆ ಪಾಲಿಸಬೇಕಾದ ಹಲವು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿದೆ. ಆದರೆ, ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಅದು ಇನ್ನೂ ಪಾಲಿಸಲೇಬೇಕಾದ ನಿಯಮವಾಗಿ ಜಾರಿಗೆ ಬಂದಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳೂ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಬೇಕಿರುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಜಾರಿಗೊಳಿಸುವುದು ಸುಲಭವೂ ಅಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಆದಷ್ಟು ಬೇಗನೇ ಇದನ್ನು ಪಾಲಿಸುವ ಬದ್ಧತೆಯನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳು ಒಪ್ಪಬೇಕು.

ಕೆಲ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ 'ಗ್ರ್ಯಾವಿಟಿ' ಎನ್ನುವ ಸಿನಿಮಾವನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿರಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯವೊಂದು ಗಗನಯಾನಿಗಳಿರುವ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ಆಗುವ ಅನಾಹುತಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿತ್ತು (ಚಿತ್ರ-6). ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಕಸವನ್ನು ನಿರ್ಮೂಲನೆ ಮಾಡಿ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿಡದಿದ್ದರೆ ಇದು ನಿಜವಾಗುವ ದಿನ ದೂರವಿಲ್ಲ.

ಓದುಗರ ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

## ಓದುಗರ ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

## ಓದುಗರ ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ  
2022ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಇಸ್ರೊ-ಸಾಧನೆಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ  
ಲೇಖಕರು: ಡಾ. ಬಿ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ರಾಕೆಟ್: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ  
ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀ ಆನಂದ ಎಸ್
3. ಡಾ. ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಭಾಯಿ  
ಲೇಖಕರು: ಶ್ರೀಮತಿ ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ
4. ಪ್ಲೊ 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

ಕಾರ್ಯಕಾರಿ 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

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





ಶ್ರೀ. ಬಿ. ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್‌ರವರು ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಶಕ್ತಿ ಸಮೂಹದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ವಿಭಾಗ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾಗಿ, ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಶಕ್ತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಉಪ ಯೋಜನಾ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿ ಮತ್ತು ಯೋಜನಾ ವ್ಯವಸ್ಥಾಪಕರಾಗಿ ಹಲವಾರು ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಮಾಡಿದ ಅನುಭವ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ಪ್ರವಾಸೀ ಸ್ಥಳಗಳು ಮತ್ತು ಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಲವು ಕನ್ನಡ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ.

---

**ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ**

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು-17