ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲೊಂದು ತಾಣವ ಮಾಡಿ..

ಜಯಸಿಂಹ ಪಿ*, ಮುರಲೀಧರ ಕೆ ವಿ#

* ಉಪಗ್ರಹ ಯೋಜನಾ ಕಾರ್ಯಾಲಯ, # ಸಂರಚನಾ ವಿಭಾಗ, ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು.

ಮಿಂಚಂಚೆ: simha@ursc.gov.in, muralidr@ursc.gov.in

1.0 ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ:

ನಾವೊಂದು ಮನೆ ಕಟ್ಟಬೇಕೆಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅದು ಹೇಗಿರಬೇಕು, ಅದರಲ್ಲಿ ಏನೇನಿರಬೇಕು ಎಂದು ಯೋಜನೆ ಮಾಡುವೆವಲ್ಲವೆ? ಆ ಯೋಜನೆ ಮಾಡಲು ಪರಿಗಣಿಸುವ ಸಂಗತಿಗಳಾದರೂ ಏನು? ಆ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಜನ ವಾಸವಿರುತ್ತೇವೆ? ಅದು ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಿರಬೇಕು? ಎಷ್ಟು ಕೋಣೆಗಳಿರಬೇಕು, ವರಂಡ, ಪಡಸಾಲೆ, ಅಡುಗೆ ಮನೆ, ಊಟದ ಮನೆ, ದೇವರ ಕೋಣೆ ಇವೆಲ್ಲ ಎಷ್ಟು ವಿಶಾಲವಾಗಿರಬೇಕು? ಜಗುಲಿ ಮನೆಯೇ ಅಥವಾ ತೊಟ್ಟಿ ಮನೆಯೇ? ನಮ್ಮ ಜೀವನ ಶೈಲಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲ ಅನುಕೂಲತೆಗಳಿರಬೇಕು? ಗಾಳಿ ಬೆಳಕು ಸಾಕಷ್ಟು ಬರುವಂತಿರಬೇಕು. ನಮ್ಮ ಸಾಕು ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ, ವಾಹನಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಸ್ಥಳ ಬೇಕು. ಹಾಗೆಯೇ ಮನೆ ಕಟ್ಟಲು ಇರುವ ಜಮೀನಿನ (ನಿವೇಶನದ) ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಎಷ್ಟು? ನಾವು ಹೂಡಬಹುದಾದ ಬಂಡವಾಳ ಎಷ್ಟು? ಎಷ್ಟು ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಮನೆ ಕಟ್ಟಬೇಕು? ಇವೆಲ್ಲ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಮನೆಯ ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ ಅಲ್ಲವೇ? ಇಷ್ಟಲ್ಲದೇ ಎಂತಹ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟುತ್ತೇವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನೂ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು. ಅದು ಸಮುದ್ರ ತೀರವೇ, ಮಲೆನಾಡೇ, ಬಯಲು ಸೀಮೆಯೇ, ಮರುಭೂಮಿಯೇ, ಭೂಕಂಪನ ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಸ್ಥಳವೇ ಮುಂತಾದ ಅಂಶಗಳೂ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಬ್ಬಾ.. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ವಾಸಸ್ಥಾನ ಕಟ್ಟಲು ಇಷ್ಟೊಂದು ಯೋಚಿಸಬೇಕಿದೆ. ಆದರೆ ಈಗ ನಾವು ಕಟ್ಟಬೇಕಿರುವುದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ. ಅಲ್ಲಿ ಏನೆಲ್ಲಾ ಗಮನಿಸಬೇಕು? ಸವಾಲುಗಳೇನು? ಹೇಗೆ ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡಬೇಕು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದೇ ಈ ಲೇಖನದ ಉದ್ದೇಶ.

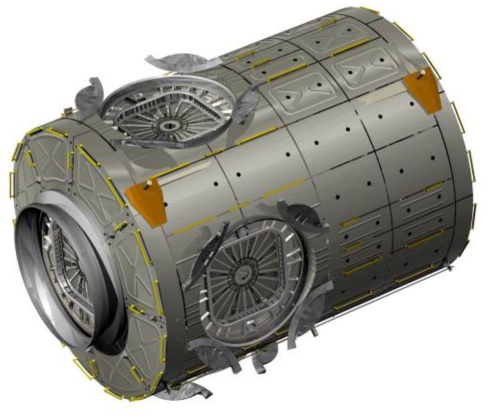
2.0 ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಬೇಕಿದೆ?

ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಮನೆ ಎಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಬೇಕು? ಭೂಮಿಯಿಂದ 340ರಿಂದ 460 ಕಿಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿನ ಕಕ್ಷೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ. ಅಲ್ಲಿನ ವಾತಾವರಣದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿಯುವುದಾದರೆ, ಸೂರ್ಯನೆಡೆಗೆ ಮುಖಮಾಡಿದ ಭಾಗದ ಉಷ್ಣತೆ ಸುಮಾರು $+120^0$ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಇದ್ದರೆ ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಮುಖಮಾಡಿದ ಭಾಗದ ಉಷ್ಣತೆ ಸುಮಾರು -150^0 ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ವಾತಾವರಣವಿದೆ. ಆದರೆ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ನಿರ್ವಾತವಿರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ಪ್ರಸರಣ ಕೇವಲ ವಹನ (Conduction) ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣದಿಂದ (Radiation)

ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಸಂವಹನದ (Convection) ಮೂಲಕ ಆಗಲು ಚಲಿಸುವ ಕಣಗಳೇ ಇಲ್ಲ! ಆದರೆ ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ (Subatomic Particles) ಕೂಡಿದ ವಿಕರಣಗಳ ಪ್ರವಾಹವೇ ಇದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳ ಹಾಗೇ ಇದ್ದರೂ ಎಕ್ಸ್–ರೇ, ಗ್ಯಾಮಾ–ರೇಗಳಂತೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆವರ್ತಾಂಕ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಉಪಪರಮಾಣುಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಪ್ರೋಟಾನ್, ಆಲ್ಫಾ ಕಣಗಳು, ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ಅಣುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಇವನ್ನು ವಿಶ್ವ ಕಿರಣಗಳು (Cosmic Rays) ಎಂದೂ ಕರೆಯುವರು. ಈ ತರಂಗಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ನಿಲ್ದಾಣದ ಹೊರಕವಚ ಹಾಗೂ ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಲ್ಪಟ್ಟ ಉಪಕರಣಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತವಿದೆಯೆಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅದು ಯಾವುದೇ ಅಡೆತಡೆಯಿಲ್ಲದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಖಾಲಿ ಪ್ರದೇಶವೇನಲ್ಲ. ಈ ಪ್ರದೇಶವು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಂದ (Debris) ಕೂಡಿದೆ. ಉಲ್ಕೆಗಳು, ಧೂಮಕೇತುಗಳು ಹಾಗೂ ನಾವೇ ತಯಾರಿಸಿ ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿರುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಅವಶೇಷಗಳು ಈ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ. ಇದಲ್ಲದೆ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲವುಗಳಿಗೆ ಮೈಯ್ಯೊಡ್ಡಿ ನಿಲ್ಲಬೇಕಾದ ಸವಾಲು ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣದ್ದು.

3.0 ನಿಲ್ದಾಣದ ಸ್ವರೂಪ

ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಮ್ಮ ಮನೆಗೆ ಹೋಲಿಸುವುದಾದರೆ, ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಹಲವು ಕೋಣೆಗಳಿರುವಂತೆ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲೂ ಹಲವು ಕೋಣೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲಾಗುವುದು. ಒಟ್ಟು ನಿಲ್ದಾಣದ ಗಾತ್ರ ಅಪಾರವಾದದ್ದು. ನಮಗೆ ತಿಳಿದಂತೆ ಈಗಿರುವ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣವು (ISS) ಒಂದು ಫುಟ್ಬಾಲ್ ಆಟದ ಮೈದಾನದಷ್ಟು ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಒಂದು ರಾಕೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಹಲವು ಘಟಕಗಳಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡಿ, ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ರಾಕೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಈ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಿಸಲಾಗುವುದು (Docking). ಘಟಕಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಿಸಲು ಮತ್ತು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಅನುಗುಣವಾಗುವ ಯಾಂತ್ರಾವಳಿಗಳ ವರ್ತುಲವನ್ನು ಘಟಕದ ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ–1. ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣ ಘಟಕದ ಮಾದರಿ

ಘಟಕದ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಗಗನಯಾನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಯೋಜಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುವುದು. ಯಾನಿಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಉಪಕರಣಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ಹಾಗೂ ಒಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುವುದು. ಇದರ ಎತ್ತರ–ಬಿತ್ತರವು ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ಗರಿಷ್ಟ ಎತ್ತರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರಬೇಕು ಅವರ ಚಲನಾನುಕೂಲತೆಗಳಿಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬೇಕು. ಒಂದು ಘಟಕವು ಸುಮಾರು 4 ಮೀಟರ್ ವ್ಯಾಸ, 10 ಮೀಟರ್ ಉದ್ದನೆಯ ಸಿಲಿಂಡರ್ ಸ್ವರೂಪದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬಹು ಘಟಕಗಳನ್ನು ನಿಲ್ದಾಣದ ಕಕ್ಷಾ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ಆಗಮನ ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮನಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವಂತೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ–2 ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಡಿಗೆಗೆ

ವಿದ್ಯುತ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಬೇಕಾದ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಸೌರಫಲಕಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ವಿವಿಧೋದ್ದೇಶಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ರೋಬೋಟ್ ಕೈಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಡಿಗೆಗೆ ಬೇಕಾದ ದ್ವಾರ ಮತ್ತು ಆಧಾರ ಹಿಡಿಗಳನ್ನು ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

4.0 ನಿಲ್ದಾಣದ ಒಳ ವಿನ್ಯಾಸ

ನಿಲ್ದಾಣದ ಒಳವಿನ್ಯಾಸವು ಆಧುನಿಕ ವಿಮಾನಗಳ ಒಳವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದಾದರೂ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ದೈನಂದಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಬೇಕಾದ ಸೂಕ್ತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ಬಹುಮುಖ್ಯವಾದ ಸವಲತ್ತಾದ ವಾತಾವರಣ ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ಜೀವಾಧಾರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ (Environmental Control and Life Support System) ಎಲ್ಲ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಈ ಒಳ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲೇ ಹೊಂದಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗಾತ್ರದ ಮಿತಿಯನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿರಿಸಿ ಸೂಕ್ತ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಾಳಿಕೆ ಬರುವಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಘಟಕವೊಂದರಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾನಿಗಳ ವಾಸಸ್ಥಾನ, ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ, ಹಾಗೂ ಘಟಕಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ದ್ವಾರಗಳು ಇರುತ್ತವೆ.

4.1 ವಾಸಸ್ಥಾನ:

ಗಗನಯಾನಿಗಳ ವಾಸಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ರಾಂತಿ, ವ್ಯಾಯಾಮ, ನಿದ್ರೆ, ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹ, ಆಹಾರ ಸೇವನೆ, ವೈಯಕ್ತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಉಗ್ರಾಣ, ಆರೋಗ್ಯ ತಪಾಸಣೆ, ಶೌಚಾಲಯ ಮುಂತಾದ ಅನುಕೂಲತೆಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧನಗಳು ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನ ಜಗತ್ತನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು

ಚಿತ್ರ–3 ದೃಶ್ಯಕಿಂಡಿ

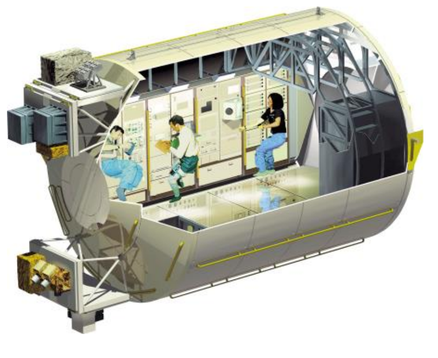
ದೃಶ್ಯಕಿಂಡಿಯ (Viewport) ವ್ಯವಸ್ತೆಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ದೃಶ್ಯಕಿಂಡಿಯು ಸದಾ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಟ್ಟ ಕಿಟಕಿಯಂತಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆಂದು ಪಾರದರ್ಶಕ ಫಲಕಗಳ ಬಹುಪದರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಲಾಗುವುದು. ಹೊರಕವಚದಲ್ಲಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲು ಸೂಕ್ತ ತೆರವುಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಲ್ದಾಣದ ಒಳ ವಾತಾವರಣವು ಸೋರದಂತೆ ಇರಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಸೋರಿಕೆ ರಹಿತ ಬಂಧಕಗಳಿಂದ ಜೋಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅವಶ್ಯಕ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಮತ್ತು ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಸಮಾಕಲನಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಗಗನಯಾನಿಗಳ ದೈನಂದಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು (ವ್ಯಾಯಾಮ ಪರಿಕರಗಳು, ವಿಶ್ರಾಂತಿ, ಸಂಪರ್ಕ, ಮನರಂಜನೆ, ಶೌಚಾಲಯ ಇತ್ಯಾದಿ) ಗುರುತ್ವರಹಿತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ವಿಶಿಷ್ಟರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಹುದಿನ ಕೆಡದಂತೆ ತಯಾರಿಸಿ, ಬಂಧಿತ ಪಾಲಿಥಿನ್ ಪೊಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ನಿಗದಿತ ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಕಪಾಟುಗಳಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಒತ್ತಡ ಅಥವಾ ಹೀರುವಿಕೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪೊಟ್ಟಣಗಳಿಗೆ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಬಾಯಲ್ಲಿ ಹೀರುವ ಮೂಲಕ ನೀರನ್ನು ಸೇವಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

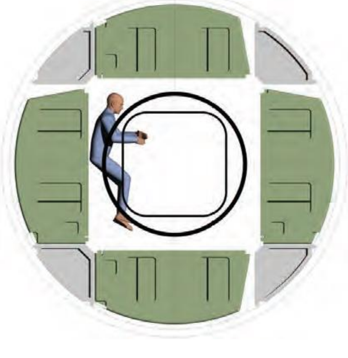
ಈ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಲೋಹೀಯ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ್ದರೂ, ಕೆಲವು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಮತ್ತು ರಬ್ಬರ್ ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾನಿಕರವಾಗದಂತಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ದುರ್ವಾಸನೆ ಉಂಟುಮಾಡದಂತಿರಬೇಕು. ಇವುಗಳಿಂದ ಉತ್ಸರ್ಜಿತವಾಗುವ ಅನಿಲಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳು ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಉಪಕರಣಗಳಿಗೆ ಧಕ್ಕೆ ಉಂಟುಮಾಡಬಾರದು.

4.2 ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ:

ಗುರುತ್ವರಹಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗಾಗಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣವು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ, ಯಾಂತ್ರಿಕ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗುವಂತಹ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ, ಅಲ್ಲಿನ ವಾತಾವರಣದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ದೂರದರ್ಶಕಗಳನ್ನೂ ಮತ್ತು ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಕಗಳನ್ನೂ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಅವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲು ಮತ್ತು ಬದಲಿಸಲು ಚೌಕಟ್ಟಿಗೆ ಬಂಧಿಸಬಲ್ಲ ಕಪಾಟುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಅಂದಾಜು 2 ಮೀ ಎತ್ತರ, 1 ಮೀ ಅಗಲ, 0.9 ಮೀ ಆಳವಿದ್ದು, ಸುಮಾರು 700 ಕೆಜಿ ಭಾರದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು



ಚಿತ್ರ–4 ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಮಾದರಿ

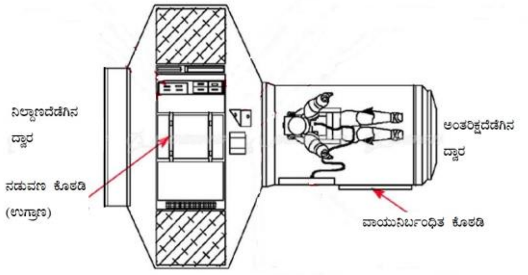


ಚಿತ್ರ–5 ಕಪಾಟುಗಳ ಸ್ವರೂಪ

ಇರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ನಿಲ್ದಾಣದ ಹೊರಭಾಗವು ಸಿಲಿಂಡರ್ ಆಗಿದ್ದು, ಒಳಭಾಗವು ಆಯತಾಕೃತಿ ಇರಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಕಪಾಟುಗಳನ್ನು ಈ ಎರಡೂ ಆಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಸಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

4.3 ಘಟಕಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಪರ್ಕ ದ್ವಾರಗಳು:

ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ವಾಸಯೋಗ್ಯವಾಗಿಸಲು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಒತ್ತಡವನ್ನು (1 ಕೆಜಿ/ಸೆಮೀ^{2}) ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯಕ. ಆದರೆ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ಘಟಕದಿಂದ ಘಟಕಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಾಗ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದ್ವಾರವನ್ನು ತೆರೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಾಸಸ್ಥಾನದ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡವು ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪರಿಹಾರವಾಗಿ ಸಣ್ಣ ಗಾತ್ರದ ವಾಯುಬಂಧಿತ ವರ್ಗಾವಣೆ ಕೊಠಡಿಯನ್ನು (Airlock Room) ಘಟಕದ ದ್ವಾರದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲೂ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡವನ್ನು 1 ಕೆಜಿ/ಸೆಮೀ^{2} ನಷ್ಟು ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವಾಯುಬಂಧಿತ ಕೊಠಡಿ ಮತ್ತು ವಾಸಸ್ಥಾನದ ನಡುವೆ ಗಾಳಿತೂರದ (Airtight) ಬಾಗಿಲನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತೆಯೇ ವಾಯುಬಂಧಿತ ಕೊಠಡಿಯಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಪಕ್ಕದ ಘಟಕಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಲೂ ಅಂತಹುದೇ ಮತ್ತೊಂದು ಗಾಳಿತೂರದ ಬಾಗಿಲನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವಾಸಸ್ಥಾನದಿಂದ ವಾಯುಬಂಧಿತ ಕೊಠಡಿಗೆ ಮೊದಲ ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆರೆದು ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಬಾಗಿಲನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದ ನಂತರವೇ ನಿರ್ಗಮನ ದ್ವಾರದ ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆರೆಯುವರು. ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಾಯುಸೋರಿಕೆಯಿಂದ ಒತ್ತಡ ಕಡಿಮೆಯಾದರೂ ವಾಯುಬಂಧಿತ ಕೊಠಡಿಯ ಗಾತ್ರ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಬೇಗನೆ ಮರುಪೂರಣ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೊಠಡಿಯು ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳಿಗೆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಪೋಷಾಕು ಧರಿಸಲು ಮತ್ತು ಕಳಚಲು ಸಹ ಅನುಕೂಲಕರವಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ–6 ವರ್ಗಾವಣೆ ಕೊಠಡಿ

5.0 ನಿಲ್ದಾಣದ ಹೊರ ಕವಚದ ವಿನ್ಯಾಸ

ನಿಲ್ದಾಣದ ಹೊರಗಿನ ಸಂರಚನೆಯು ಒಳಗಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಡೆಯುವ, ಉಡಾವಣೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಬಲಗಳಿಂದ ಒಳ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುವ, ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾತಾವರಣ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸುವ, ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ, ದೃಢತೆ, ಸ್ಥಿರ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ನೀಡುವ ರಕ್ಷಾಕವಚದ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಘಟಕಗಳ ಜೋಡಣೆ ಹಾಗೂ ಯಂತ್ರಾವಳಿಗಳ ಜೋಡಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ದೃಢ ಆಧಾರವನ್ನು ಇದು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಘಟಕಗಳ ಹೊರಕವಚದ ಮೂಲಾಧಾರ ರಚನೆಯನ್ನು ಸಿಲಿಂಡರ್ ಆಕೃತಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಲ್ದಾಣದ ಒಳಗಿನ ಒತ್ತಡವು ನೇರವಾಗಿ ಹೊರಕವಚದ ಮೂಲಾಧಾರ ರಚನೆಯ ಮೇಲೆ ಪೀಡನವನ್ನು (Stress) ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಒತ್ತಡದಿಂದುಂಟಾಗುವ ಪೀಡನವು ಸಮಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹರಡಲು, ಗೋಳಾಕೃತಿಯನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿದರೆ, ಸಿಲಿಂಡರ್ ಆಕೃತಿಯೇ ಸೂಕ್ತ. ಜೊತೆಗೆ ಈ ಆಕೃತಿಯು ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯುಕ್ತ ಗಾತ್ರದ ನಿಷ್ಪಾತವನ್ನು (Packing Ratio) ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ಆಕೃತಿಯೂ ಇದನ್ನೇ ಹೋಲುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು. ನಿಲ್ದಾಣದ ಮೂಲಾಧಾರ ಸಂರಚನೆಯು ಉಡಾವಣಾ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ವಿವಿಧ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಬಲಗಳನ್ನು ತಡೆದುಕೊಂಡು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ಒಳಗಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ ಈ ಬಲಗಳ ಅಧಿಕ ವರ್ಗಾವಣೆಯನ್ನು ಮಿತಿಯಲ್ಲಿರಿಸಿ ರಕ್ಷಿಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಸಂರಚನೆಯು ಅಧಿಕ ಪೀಡನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ, ವೇಗವಾಗಿ ಅಪ್ಪಳಿಸುವ ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಹಗುರವಾಗಿಯೂ ಇರಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹದ ವಿವಿಧ ರಚನೆಗಳ ಸಮಾಕಲನದ ಮೂಲಕ ಸಾಧಿಸಲಾಗುವುದು. ನಿಲ್ದಾಣದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಆರಂಭದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹದ ಹಾಳೆಗಳನ್ನು ಸಿಲಿಂಡರ್ ಆಕೃತಿಗೆ ಬಾಗಿಸಿ, ಅದರ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ದೃಢತೆ (Stiffness) ಹೆಚ್ಚಿಸುವಂತಹ ತೊಲೆಗಳನ್ನು (Beam) ಸೂಕ್ತ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ತೆಳು ಹಾಳೆಗಳ ಬದಲಾಗಿ ಸಮವಿಸ್ತಾರಜಾಲ (Isogrid) ರಚನೆಗಳನ್ನು ದೈತ್ಯ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ವೆಲ್ಡಿಂಗಿನ ಮೂಲಕ ಬಂಧಿಸಿ ಸಿಲಿಂಡರ್ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಭಾರದ ತೊಲೆಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇಲ್ಲದ ಕಾರಣ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೃಢತೆಯನ್ನು (Specific Stiffness) ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಎರಡೂ ತುದಿಗಳನ್ನು ಸರಿಸುಮಾರು ಅರ್ಧಗೋಳಾಕೃತಿಯ ಸಂರಚನೆಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಲಾಗುವುದು. ನಿಲ್ದಾಣದ ಘಟಕಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಣೆಗೆ (Docking) ಬೇಕಾದ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ರಚನೆಗಳನ್ನೂ, ಯಂತ್ರಾವಳಿಗಳನ್ನೂ ಇಲ್ಲೇ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ–7 ಹೊರಕವಚದ ವಿನ್ಯಾಸ

ಈ ವಿನ್ಯಾಸವು ವೇಗವಾಗಿ ಅಪ್ಪಳಿಸುವ ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೂ ಅತಿವೇಗದ, ದೊಡ್ಡಗಾತ್ರದ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಂದ ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಸಿಲಿಂಡರ್ ರಚನೆಯ ಹೊರಗೆ ಗಡುಸಾದ ತಂತುಹೆಣೆಗಳ (Composite Fabric Mat) ಬಹುಪದರದ ಕವಚವನ್ನು

ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುವುದು. ಇದಲ್ಲದೆ ಉಷ್ಣ ನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಉಷ್ಣಪ್ರಸಾರಕ (Radiator) ಫಲಕಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೊರಕವಚವು ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಮತ್ತು ಗಗನಯಾನಿಗಳನ್ನು ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಿಸಬೇಕಿದೆ. ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ಅಯಾನೀಕೃತ ವಿಕಿರಣಗಳು ಗಗನಯಾನಿಗಳ ನರಮಂಡಲ, ಚರ್ಮ, ಮೂಳೆಗಳು, ಜೀರ್ಣಕ್ರಿಯೆ, ರಕ್ತ ಪರಿಸರಣ ಮುಂತಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಕೂಲ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿನ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಗಗನಯಾನಿಗಳು ಒಡ್ಡಲ್ಪಡುವ ಕಾಲಾವಧಿಯ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅಂದಾಜಿಸಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಾತಾವರಣವು ನಮ್ಮನ್ನು ಈ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತರಗ್ರಹ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಿಲ್ದಾಣಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆಯಾದರೂ, ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸುವಂತಿಲ್ಲ. ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಒಡ್ಡಲ್ಪಡದಂತೆ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಹೊರಕವಚವನ್ನು ವಿಕಿರಣ ನಿಯಂತ್ರಕವನ್ನಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುವುದು. ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹದ ಹಾಳೆಯ ಮೂಲಕ ವಿಕಿರಣಗಳು ಹಾದುಹೋಗುವ ಕಾರಣ, ಇದರ ಮೇಲೆ ವಿಕಿರಣ ತಡೆಕವಚ ರೂಪಿಸಲಾಗುವುದು. ಕಡಿಮೆ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಾದ ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದಿಂದ ರೂಪಿತವಾದ ಪಾಲಿಇಥಿಲೀನಿನ ಲೇಪನವು ಪ್ರಭಾವಿಯಾಗಿ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ನೀಡುವುದು. ಇಂತಹುದೇ ರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ದೃಶ್ಯಕಿಂಡಿಗಳಿಗೂ ನೀಡಲಾಗುವುದು.

6.0 ಉಪಸಂಹಾರ

ರಾಕೆಟ್ ಚಿಮ್ಮಿಸುವುದು ವಿನೋದ ವಿಸ್ಮಯದಂತೆ ಕಂಡರೂ, ಕ್ಷಣಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾದರೂ, ಇವುಗಳು ಇಂದು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಆಯಕಟ್ಟಿನ ತಾಣ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಎಣೆ ಮಾಡಿವೆ. ವಿಮಾನದಂತಹ ದೈತ್ಯ ಗಾತ್ರದ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಮಾಡುವುದೇ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲೆಯೇ ಇಲ್ಲ ಎಂಬಂತೆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ತಾಣ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹೊಂದುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಬಾನಿನೆಡೆಗೆ ಕಣ್ಣುಹಾಯಿಸಿದಾಗ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ನಕ್ಷತ್ರದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಅಂತರಿಕ್ಷ ತಾಣ ಇದಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇದರ ಹಿಂದಿನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಕ್ಲಿಷ್ಟತೆ ಮತ್ತು ಬೇಕಾದ ನಿಖರತೆ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದದ್ದು. ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಆಯ್ಕೆಯಿಂದ ಮೊದಲ್ಗೊಂಡು ವಿವಿಧ ಹಂತದ ರಚನೆಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ, ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಮಾಕಲನ, ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವುದು ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿ ಮಾಡಲ್ಪಡುವ ಜೋಡಣೆಯೂ ಸಹ ನಿರಾತಂಕವಾಗಿ ಸಾಗಿದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಆಯಕಟ್ಟಿನ ತಾಣ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿನ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಾತಾವರಣವಾದ ವಿಕಿರಣಗಳು, ಅಂತರಿಕ್ಷ ತ್ಯಾಜ್ಯ, ನಿರ್ವಾತ, ಅತಿ ಶೀತೋಷ್ಣದಲ್ಲಿ ತಾಣಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು

ಸವಾಲಿನದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ಆಗಮನ, ವಾಸ, ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮತ್ತು ನಿರ್ಗಮನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೂ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಿದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಯೋಜನೆ ಸಫಲವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಗ್ರಂಥಋಣ:

- Space Stations and Platforms by Gordon R Woodcock (Orbit Book company, Florida, 1982)
- Space stations and Platforms – Concepts, Design, infrastructure and Uses. Edited by Ivan Bekey and Daniel Herman, AIAA Inc. New York, 1985