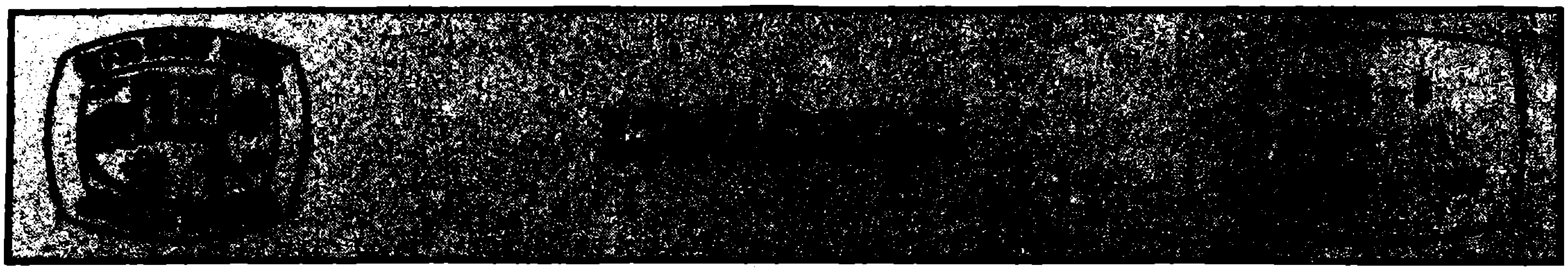


ಈ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ

1 ಬಾಸೆಲ್ ಒಪ್ಪಂದ
2 ಸಾರಜನಕ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ – ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು
7 ಸೌರ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ
10 ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಕಲೆ
14 ಮಾನವ ಗಣಕ ಲಿಯೊನ್ಹಾರ್ಡ್ ಆಯ್ಲರ್
21 ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ
25 ಪುರವಣಿ – ಬಸವನ ಹುಳು
32 ಲೇಖಕರಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳು

ಸ್ಥಿರ ಶೀರ್ಷಿಕೆಗಳು

5 ನಿನಗೆಷ್ಟು ಗೊತ್ತು?
6 ವಿಜ್ಞಾನ ವಿನೋದ – ಒಂಬತ್ತರ ಈ ಗುಣ
12 ನೀನು ಬಲ್ಲೆಯಾ? – ರಬ್ಬರ್ – ನಿಮಗೆಷ್ಟು ಗೊತ್ತು?
13 ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆ – ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸಿದ ನೀರು
18 ವಿಜ್ಞಾನ ಕೌತುಕ – ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟ ಏಕೆ?
19 ವಿಜ್ಞಾನ ವಾರ್ತೆ
24 ಪ್ರಶ್ನೆ – ಉತ್ತರ
34 ವಿಜ್ಞಾನ ಚಕ್ರಬಂಧ

ಪ್ರಕಾಶಕ :

ಎಂ. ಎ. ಸೇತುರಾವ್
ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪರಿಷತ್ತು
ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಂದಿರ ಆವರಣ
ಬೆಂಗಳೂರು-560 012.

ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಳಿ :

ಅಡ್ಯನಡ್ಕ ಕೃಷ್ಣ ಭಟ್ (ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು)
ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್
ಶ್ರೀಮತಿ ಹರಿಪ್ರಸಾದ್
ಜಿ. ಎನ್. ಮೋಹನ್
ಎ.ವಿ. ಗೋವಿಂದರಾವ್
ಎಂ. ಆರ್. ನಾಗರಾಜು

ರಕ್ಷಾಪುಟ:

ಅನಿಲ ಕುಲಕರ್ಣಿ

ಚಂದಾ ವಿವರ

ಬಿಡಿ ಪತ್ರಿಕೆ	ರೂ. 2-00
ವಾರ್ಷಿಕ ಚಂದಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ	ರೂ. 15-00
ವಾರ್ಷಿಕ ಚಂದಾ ಇತರರಿಗೆ	ರೂ. 18-00
ವಾರ್ಷಿಕ ಚಂದಾ ಸಂಘಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ	ರೂ. 24-00

ಸೂಚನೆ

1. ಚಂದಾ ಹಣವನ್ನು ಎಂ.ಓ./ಡ್ರಾಫ್ಟ್ ಮೂಲಕ ಪ್ರಕಾಶಕರಿಗೆ ಕಳಿಸಿ.
2. ಹಣ ತಲಪಿದ ಮುಂದಿನ ತಿಂಗಳಿನಿಂದ ಪತ್ರಿಕೆಯನ್ನು ಕಳಿಸಲಾಗುವುದು.
3. ಕಛೇರಿಯೊಡನೆ ವ್ಯವಹರಿಸುವಾಗ ಚಂದಾ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಥವಾ ರಸೀದಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಥವಾ ಎಂ.ಓ. ಕಳಿಸಿದ ದಿನಾಂಕಗಳನ್ನು ನಮೂದಿಸದೆ ಬರೆದ ಪತ್ರಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಬಾಸೆಲ್ ಒಪ್ಪಂದ

ತ್ಯಾಜ್ಯ ಕೊಡು-ಕೊಳ್ಳುಗಳಿಗೆ ಒಪ್ಪಿಗೆ ಬೇಕು

— ಅ. ಕೃ. ಭ.

ಬಾಸೆಲ್-ರಾಸಾಯನಿಕ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಹೆಸರಾದ ಸ್ವಿಟ್ಜರ್ಲೆಂಡಿನ ನಗರ. ರಾಸಾಯನಿಕ ತ್ಯಾಜ್ಯ ಅಥವಾ ಕಸ ಎಸೆತದ ಸಂಚು-ಗೊಂದಲಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಪ್ರತಿನಿಧಿಗಳು ಅಲ್ಲಿ 1989ನೇ ಮಾರ್ಚ್ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದರು.

ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳು ಏನಿಲ್ಲವೆಂದರೂ ವರ್ಷಕ್ಕೆ 400 ಮಿಲಿಯನ್ ಇರಬಹುದೆಂದು ಒಂದು ಅಂದಾಜು. ಇವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವಲ್ಲಿ ಔದ್ಯಮಿಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಕಂಪನಿಗಳದ್ದೇ ಸಿಂಹಪಾಲು. ಶೇಕಡ 90 ರಷ್ಟು ರಾಸಾಯನಿಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಆ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಅವನ್ನು ತಮ್ಮ ಗಡಿಯಾಚೆ ಸಾಗಿಸಲು ನಾನಾ ತರದ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿವೆ.

ತ್ಯಾಜ್ಯ ತುಂಬಿದ ಡಬ್ಬಿಗಳನ್ನು ಲಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ನೆರೆ ದೇಶದ ರಸ್ತೆಗಳಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕಳ್ಳತನದಿಂದ ಎಸೆಯುವುದು ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ವಿರಳವಲ್ಲ. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಆಫ್ರಿಕದ ಬಡ ದೇಶಗಳಿಗೆ ತ್ಯಾಜ್ಯ ತುಂಬಿದ ಡಬ್ಬಗಳು ಹಡುಗುಗಳಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಅವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವವರಿಲ್ಲ. ಹಿಂದೆ ಕಳಿಸುವಷ್ಟು ಹಣವೂ ಆ ದೇಶಗಳಿಗಿಲ್ಲ. ಪರಿಣಾಮ-ಬಂದರು ಪ್ರದೇಶಗಳ ಸಮೀಪ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಡಬ್ಬಗಳು ಬಿದ್ದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಬಡ ದೇಶಗಳು ಹಣ ಪಡೆದುಕೊಂಡು ರಾಸಾಯನಿಕ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತವೆ. ಅವಕ್ಕೆ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳೊಡ್ಡುವ ಅಪಾಯ ಗೌಣ. ಅಪಾಯದ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ತಂತ್ರ ಜ್ಞಾನವೂ ಅಂಥ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗಿಲ್ಲ. ಅಪಾಯವಿಲ್ಲದ ಕಸವೆಂದು ಮೋಸ ಮಾಡುವ ಮಧ್ಯಸ್ಥಿಕೆಯವರಿಗೂ ಕಡಮೆಯಿಲ್ಲ.

ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಎಪ್ಪತ್ತು ಲಕ್ಷಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಿವೆ. ವರ್ಷ ವರ್ಷವೂ ಸಾವಿರಾರು ಹೊಸ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿವೆ. ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿ ಎಂಬತ್ತು ಸಾವಿರ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಿವೆ ಎಂದು ಒಂದು ಅಂದಾಜು. ಇವೆಲ್ಲ ಸರಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡದೆ ಹೋದಾಗ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಅವು ಪರಿಸರವನ್ನು ಸೇರಿದರೂ ಅಪಾಯ ತಪ್ಪಿದ್ದಲ್ಲ.

ಅಪಾಯದ ಅರಿವಾದ ಕೆಲವು ದೇಶಗಳು ಹಾಗೂ ಪರಿಸರವಾದೀ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಈ ಬಗ್ಗೆ ಹುಯಿಲೆಬ್ಬಿಸಿದವು. ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಸ ಎಸೆಯುವ ವಿಚಾರ ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯ ಪರಿಸರ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ವಿಭಾಗದ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ಕಳೆದ ಒಂದೂವರೆ ವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆ ಚರ್ಚೆ ನಡೆಯಿತು. ಕಸ ಎಸೆಯುವವರಿಗೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯಿಲ್ಲ. ಕಸ ಹಿಡಿಯಬೇಕಾದವರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅದು ಜೀವನ್ಮರಣ ಪ್ರಶ್ನೆ.

ಬಾಸೆಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡ ತೀರ್ಮಾನದಿಂದ ಕಸ ಅಥವಾ ತ್ಯಾಜ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾರ್ವಭೌಮ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೆ ಕಾನೂನುರೀತ್ಯಾ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ದಾರಿ ಸಿಕ್ಕಿದೆ. 'ರಾಷ್ಟ್ರವೊಂದು ಇನ್ನೊಂದು ರಾಷ್ಟ್ರದ ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಬಹುದು, ತನ್ನ ಸೀಮೆಯೊಳಗೆ ತ್ಯಾಜ್ಯ ಸಾಗಾಣಿಕೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಬಹುದು. ಅಂಥ ರಾಷ್ಟ್ರಕ್ಕೆ ಬೇರೊಂದು ರಾಷ್ಟ್ರ ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು ಕಳಿಸುವಂತಿಲ್ಲ. ತ್ಯಾಜ್ಯ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ರಫ್ತು ಮಾಡುವ ರಾಷ್ಟ್ರ ಅದನ್ನು ಮೂಲ ರೂಪಕ್ಕೆ ಸನ್ನಿಕಟವಾಗಿ ರೂಪಾಂತರಿಸಿ ಕಳಿಸಬೇಕು; ಅಪಾಯದ ಬಗ್ಗೆ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆ ನೀಡಬೇಕು'.

ಇಂದಿನ ಆರ್ಥಿಕ — ಸಾಮಾಜಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಔದ್ಯಮಿಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಹಣ-ಕಸಗಳನ್ನು ಕೊಡುವ ಮತ್ತು ಬಡ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಅವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ಈ ಒಪ್ಪಂದದ ಅನಂತರವೂ ಮುಂದುವರಿದೀತು. ಅವರವರ ಕಸ-ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳಿಗೆ ಅವರವರೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮಾಡುವ ತನಕ ಬೇರೆ ದಾರಿಯಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ? ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬ ತನ್ನ ತ್ಯಾಜ್ಯ-ಕಸ-ಮಲಗಳನ್ನು ಒಪ್ಪಿಗೆಯಿಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೊಬ್ಬನ ಹಿತ್ತಲಿಗೆಸೆಯುವುದು ಅಪರಾಧ. ಇಂಥ ಅಪರಾಧ ಪ್ರಜ್ಞೆಯನ್ನು ಮೂಡಿಸಿ ಜಾಗತಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ 'ಅಪರಾಧ' ಎನ್ನಿಸದಿದ್ದ ಅರಾಜಕ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ದೂರ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಬಾಸೆಲ್ ಒಪ್ಪಂದ ಒಂದು ಮೆಟ್ಟಲು. ಆದರೆ ಅಪಾಯವನ್ನು ಅಳೆದು ಎದುರಿಸುವ ತಂತ್ರ ಜ್ಞಾನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದೇಶಕ್ಕೆ ದಕ್ಕುವವರೆಗೆ ಒಪ್ಪಂದದಡಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಬೇಡದ ಕಸ ಸಾಗೀತು. ●

[illegible] ಸ್ಥಿರೀಕರಣ – ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು

– ಎನ್.ಆರ್. ಗುನಗ

ಸಾರಜನಕ ಅಥವಾ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಎಲ್ಲ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತು. ಅದು ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಸೇಕಡಾ 78ರಷ್ಟು ಇದೆ. ಸಾರಜನಕ ಇಲ್ಲವಾಗಿದ್ದರೆ ಜೀವಸೃಷ್ಟಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಅದು ಉಪಯುಕ್ತ ರೂಪ ದಲ್ಲಿ ಜೀವರಾಶಿಗೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.

ಸಾರಜನಕ ಆವರ್ತ

ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮಿಂಚುತ್ತಿರುವಾಗ ವಾತಾವರಣದ ಸಾರಜನಕ-ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ (ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್) ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಸಾರಜನಕದ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಅವು ಮಳೆ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿ ನೈಟ್ರಿಕ್‌ಆಮ್ಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ಷಾರೀಯ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ನೈಟ್ರಿಕ್‌ಆಮ್ಲದ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನೈಟ್ರೇಟುಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿದ ನೈಟ್ರೇಟುಗಳನ್ನು ಸಸ್ಯಗಳು ಹೀರುತ್ತವೆ. ರೈಜೋಬಿಯಂ ಕುಲದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದಿಂದಲೂ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಅಮೋನಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಾರಜನಕ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯದಿಂದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೂ ಒಂದು ಪ್ರಾಣಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಾಣಿಗೂ ಆಹಾರ ಸರಪಣಿಯ ಮೂಲಕ ಸಾರಜನಕದ ಸಾಗಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಾಣಿ ಶರೀರದಲ್ಲಾದರೋ ಸಾರಜನಕವು ಪ್ರಾಣಿ ಪ್ರೊಟೀನ್ ಆಗಿ ಬದಲಾವಣೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಪ್ರಾಣಿ ಸಾವಿನಿಂದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮಲಮೂತ್ರ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಸತ್ತ ಪ್ರಾಣಿಯ ದೇಹದಿಂದ ಸಾರಜನಕಯುಕ್ತ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಮರಳಿ ಮಣ್ಣು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ನಡೆಸುವ ಜೈವಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಘಟನೆಯಿಂದ ಸಾರಜನಕ ಅಣುರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಗೊಂಡು ಪುನಃ ವಾತಾವರಣ ವನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಹಂತಗಳು ಅನವರತ ಆವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಇದುವೇ ಸಾರಜನಕದ ಚಕ್ರ ಅಥವಾ ಆವರ್ತ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅದು ಯಾವಾಗಲೂ ನಿಶ್ಚಿತ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸಾರಜನಕದ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲೋ ಇದ್ದೊಂದು ಸಾರಜನಕ ಅಣು ಕಾಲಾನಂತರ ಮತ್ತೆಲ್ಲೋ ಹೋಗಿ ನಿಲ್ಲಬಹುದು ಅಷ್ಟೆ (ಚಿತ್ರ 1).

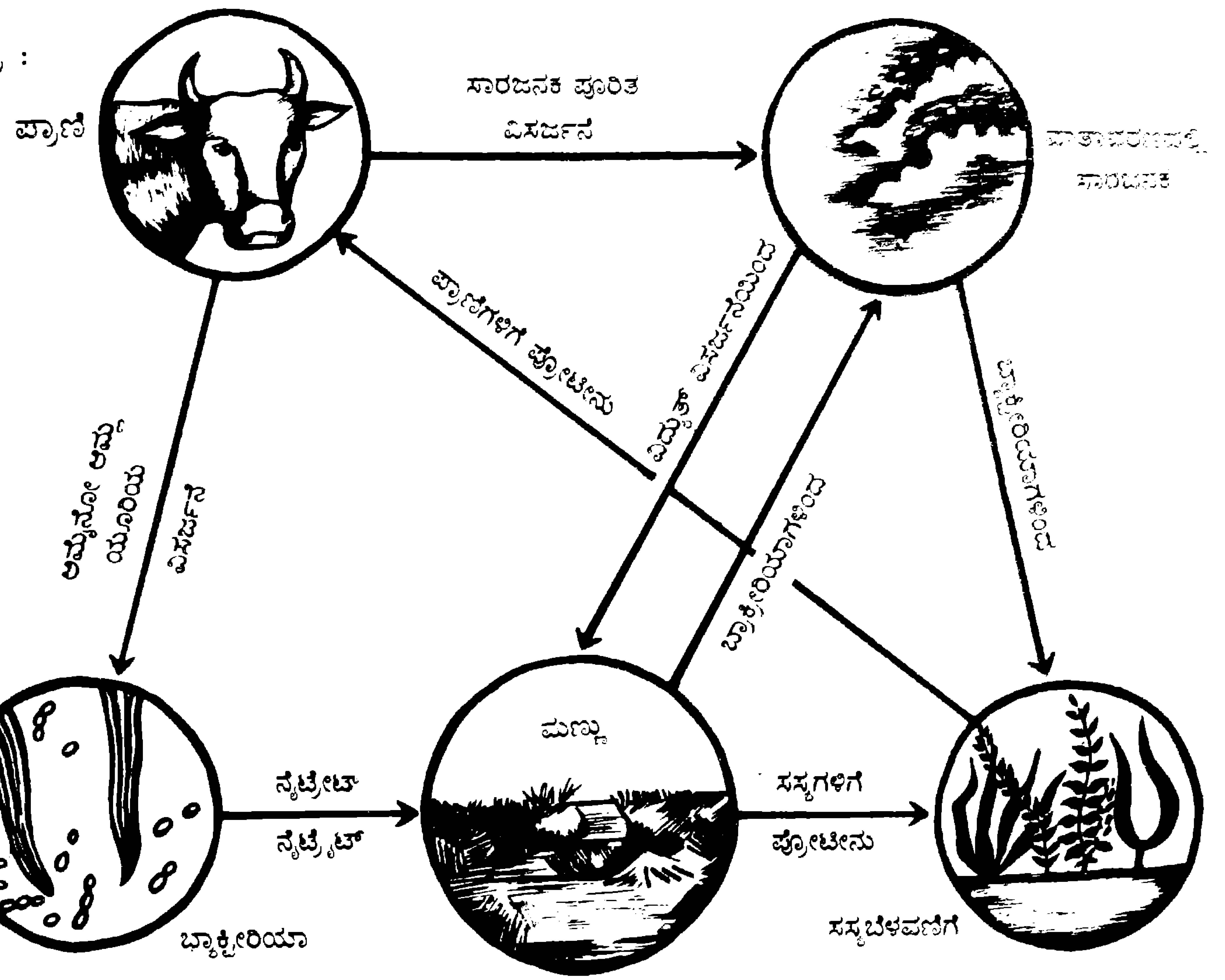
ಮನುಷ್ಯನಿಂದ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ

ವಾತಾವರಣದ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಸಾರಜನಕ ಒಂದು ನಿಶ್ಚಿತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಆವರ್ತಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಜನಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯ ಬೆಳೆಸುವುದು ಅನಿವಾರ್ಯ ವಾಯಿತು. ಉತ್ತಮ ಫಸಲು ಪಡೆಯಲು ತಾನು ಹಾಕುವ ಸೆಗಣಿಗೊಬ್ಬರ ಸಾಲದೆಂದು ತಿಳಿದ ಮನುಷ್ಯ ಸಸ್ಯಗಳಿಗಾಗಿ ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸಲು ತಾನೇ ಮುಂದಾದ. ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಅಮೋನಿಯವನ್ನಾಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದ ಆತ ಅಮೋನಿಯಾ ವನ್ನು ರಸಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಗದ್ದೆಗಳಿಗೆ ಹಾಕಿದ. ಉತ್ತಮ ಇಳುವರಿಯಿಂದ ಹಸಿರುಕ್ರಾಂತಿ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಸಾರಜನಕ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸುವ ಜಗತ್ತಿನ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತಕ್ಕೆ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸ್ಥಾನ. ಕೇವಲ 3 ಕಾರಖಾನೆಗಳೊಂದಿಗೆ 1951-52ರಲ್ಲಿ ಈ ಉದ್ಯಮ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಆಗ ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೆ 0.91 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್ನು ಗೊಬ್ಬರ ಮಾತ್ರ ತಯಾರಾಗು ತ್ತಿತ್ತು. ಈಗ ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ 5 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್ನುಗಳಿ ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾರಜನಕ ಗೊಬ್ಬರ ತಯಾರಾಗು ತ್ತದೆ. 1990ರ ವೇಳೆಗೆ 9 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್ ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗಬಹುದೆಂದು ಒಂದು ಅಂದಾಜು.

ಸೇಕಡಾ 81ರಷ್ಟು ಗೊಬ್ಬರವನ್ನು ಈಗ ಯೂರಿಯ ರೂಪದಲ್ಲೂ ಉಳಿದುದ್ದನ್ನು ಅಮೋನಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್, ಅಮೋನಿಯಂ ನೈಟ್ರೇಟ್ ಮತ್ತು ಡೈಅಮೋನಿಯಂ ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ರೂಪಗಳಲ್ಲೂ ಕೃಷಿಕರಿಗೆ ಒದಗಿಸ

ಚಿತ್ರ :



ಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಮುಖ್ಯವಸ್ತು ಅಮೋನಿಯ.

ಅಮೋನಿಯ ತಯಾರಿ

ವಾಯುವನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಿ ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದು.

ಜಲಜನಕವನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ನಾಫ್ತ, ಉರುವಲೆಣ್ಣೆ ಅಥವಾ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅನಿಲದಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಕಚ್ಚಾವಸ್ತುವಾಗಿ ಬಳಸಿದರೆ ಅದನ್ನು ಉರಿಸುವಾಗ ಉತ್ಕರ್ಷಣೆ ಹೊಂದಿ ಪ್ರೊಡ್ಯೂಸರ್ ಅನಿಲ (ಕಾರ್ಬನ್ ಮಾನೋಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕ ಮಿಶ್ರಣದ ಅನಿಲ) ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿನ ಕಾರ್ಬನ್ ಮಾನೋಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹಬೆಯೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡದಿಂದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ವಿಲೀನಗೊಂಡು ಜಲಜನಕ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ.

ಹೇಬರನ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಸಾರಜನಕ, ಜಲಜನಕಗಳನ್ನು 1:3 ಗಾತ್ರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರಮಾಡಿ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡಕ್ಕಿಂತ 100 ಅಥವಾ 1000 ಮಡಿ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ 500 ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿಗೆ ಕಾಯಿಸಿದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಮ್ಮುಖದಲ್ಲಿ ಹಾಯಿಸಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ ಕ್ರಿಯಾವರ್ಧಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಮಾಲಿಬ್ಡೆನಮ್‌ನ್ನೂ ಕ್ರಿಯಾವರ್ಧನೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಮೋನಿಯವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವ ಅನಿಲ ಪ್ರಮಾಣ ಸುಮಾರು ಸೇಕಡಾ 10ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರ.

ಹೇಬರ್ ವಿಧಾನ ಈಗ ತುಟ್ಟಿ

ಇಂಥ ವಿಧಾನದಿಂದ ಒಂದು ಟನ್ ಅಮೋನಿಯಾ ತಯಾರಿಸಲು 4.46 ಮಿಲಿಯನ್ ಕಿಲೋ ಕೆಲೋರಿ ಉಷ್ಣ ಬೇಕು. ಪೋಲಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಗಣಿಸಿದರೆ 8 ಮಿಲಿಯನ್ ಕಿಲೋ ಕೆಲೋರಿಯೇ ಬೇಕಾಗಬಹುದು.

ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಕಚ್ಚಾ ವಸ್ತುಗಳ ಬೆಲೆ ಒಂದೇ ಸಮನೆ ಏರುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ಟನ್ನು ಅಮೋನಿಯ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚ ವರ್ಷದಿಂದ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ಪರಿಣಾಮ-ರಸಗೊಬ್ಬರಗಳ ಬೆಲೆಯೇರಿಕೆ. ಬೆಳೆದ ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯ ಕಾಯಿಪಲ್ಲೆಗಳೂ ದುಬಾರಿ. ಈ ಸವಾಲನ್ನೆದುರಿಸಲು ಕಡಮೆ ಖರ್ಚಿನಲ್ಲಿ ಅಮೋನಿಯಾವನ್ನು ದೊರಕಿಸುವುದೊಂದೇ ಮಾರ್ಗ.

ಕೆಲವು ಪದಗಳ ವಿವರಣೆ

ಎನ್‌ಜೈಮ್ : ಜೀವಕೋಶಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಕ್ರಿಯಾ ವರ್ಧಕ.

ಪೆಪ್ಟೈಡ್ : ಪ್ರೊಟೀನ್ ಒಡೆಯುವಾಗ —CO—NH ಸಂರಚನೆಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಘಟಕ. (ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲದ ಅಣುಗಳು ಸಂಯೋಗಗೊಂಡು ನೀರಿನ ಅಣು ಬೇರ್ಪಟ್ಟಾಗ ಸಿಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ).

ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡ್ : ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ ಘಟಕಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಕೂಡಿ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂಯುಕ್ತ. ಅಣುತೂಕ 10000ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಇದನ್ನು ಪ್ರೊಟೀನ್ ಎಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸುವುದುಂಟು.

ಅಣುತೂಕ : ಕಾರ್ಬನ್ — 12 ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಶಿಯನ್ನು 12 ಏಕಮಾನಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ವ್ಯಕ್ತ ಪಡಿಸುವ ಅಣುವಿನ ರಾಶಿ.

ಅಪಚಯನ : ಪರಮಾಣು ಅಥವಾ ಅಯಾನಿಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೇರುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಯಾವುದೇ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ.

ತ್ರಿಬಂಧ : ಬಹು ವೇಲೆನ್ಸಿಯ ಎರಡು ಪರಮಾಣು ಗಳೊಂದಿಗೆ ಎರಡು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣು ಅಥವಾ ಸಮಾನ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂಥ ಅಸಂತೃಪ್ತ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ಥಿತಿ.

ಕಾಂಪ್ಲೆಕ್ಸ್ : ಅಣುಗಳು ಅಥವಾ ಅಯಾನುಗಳು ಒಂದು ಲೋಹ ಪರಮಾಣು ಅಥವಾ ಅಯಾನ್ ನೊಂದಿಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಂಧಕ್ಕೊಳಗಾಗಿ ಸಿಗುವ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಸಂಯುಕ್ತ.

ಅಗ್ಗದ ಎರಡು ದಾರಿಗಳು

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಎನ್‌ಸೈಮುಗಳಿಂದ ಜೈವಿಕ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ನಡೆಯುವುದೆಂದು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಇವೆರಡೂ ಎನ್‌ಸೈಮುಗಳು ಲೋಹ ಪ್ರೊಟೀನುಗಳು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು- ನೈಟ್ರೊಜನೇಸ್ ಅದರಲ್ಲಿ 4 ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡ್ ಘಟಕಗಳಿವೆ. ಎರಡು ಘಟಕಗಳು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳಾದರೆ ಇನ್ನೆರಡು ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳು. 2 ಮಾಲಿಬ್ಡೆನಮ್ ಪರಮಾಣುಗಳು, 22 ರಿಂದ 34 ಕಬ್ಬಿಣದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹಾಗೂ 30 ಗಂಧಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಅದರಲ್ಲಿವೆ. ಅದರ ಅಣುತೂಕ 2,20,000.

ಇನ್ನೊಂದು ಎನ್‌ಸೈಮ್ ಫೆರಿಡೋಕ್ಸಿನ್. ಅದರ ಅಣುತೂಕ 55,000ದಿಂದ 70,000. ಅದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಮಾನ ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡ್ ಘಟಕಗಳಿವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ 4 ಕಬ್ಬಿಣದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ 4 ಗಂಧಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಇವೆ.

ನೈಟ್ರೊಜನೇಸ್‌ನ್ನು Mo-Fe ಪ್ರೊಟೀನ್ ಎಂದೂ, ಫೆರಿಡೋಕ್ಸಿನ್‌ನ್ನು Fe - ಪ್ರೊಟೀನ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಮಾಲಿಬ್ಡೆನಮ್ ಬದಲು ವೆನೆಡಿಯಮ್ ಇರುವ ನೈಟ್ರೊಜನೇಸ್ ಕೂಡಾ ಇದೆ.

ಸಾರಜನಕದ ಅಣುವಿನ ಜಡತೆಗೆ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಪ್ರಬಲ ತ್ರಿಬಂಧ ಕಾರಣ. ತ್ರಿಬಂಧ ಹರಿದು ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ಕೂಡುವಾಗ ಅಮೋನಿಯ ಸಿಗುತ್ತದೆ.

ನೈಟ್ರೊಜನೇಸ್‌ನಲ್ಲಿಯ ಕಬ್ಬಿಣ ಹಾಗೂ ಮಾಲಿಬ್ಡೆನಮ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಾರಜನಕದ ಅಣುವನ್ನು ಬಂಧಿಸಿದಾಗ ಒಂದು ಕಾಂಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಫೆರಿಡಾಕ್ಸಿನ್‌ನಿಂದ ವರ್ಗಾಯಿಸಲ್ಪಡುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಕಾಂಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಅಪಚಯಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಅಮೋನಿಯ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯ ಬೇರಿನ ಗಂಟುಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುವ ಎಡಿನೋಸೀನ್ ಟ್ರೈಫಾಸ್ಫೇಟ್ (ಎಟಿಪಿ) ಕೂಡ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದಿಂದ ಹೀಗೆ ನಡೆಯುವ ಜೈವಿಕ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ನಿಶ್ಚಿತ ಜೀನುಗಳಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು 'ನಿಫ್' ಜೀನುಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ

(5ನೇ ಪುಟ ನೋಡಿ)

ನಿನಗೆಷ್ಟು ಗೊತ್ತು?

1. ಮೋಟರ್ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಸ್ಟಾರ್ಟ್ ಮಾಡುವಾಗ ವಾಹನದ ತಲೆ ದೀಪ ಒಮ್ಮೆಗೇ ಮಂಕಾಗುವುದೇಕೆ?
2. ಕಾಯಿಸಿದ ನೀರಿನ ರುಚಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಏಕೆ?
3. ಕಾಲಿಗೆ ಪೆಟ್ಟು ಬಿದ್ದಾಗ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಪೆಟ್ಟು ಬಿದ್ದ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನೀಲಿಕಟ್ಟುವುದೇಕೆ?
4. ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಗ್ಗಿನ ವೇಳೆ ಉಸಿರು ಹಬೆಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುವುದೇಕೆ?
5. ಬೆಳದಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಗಿಡಮರಗಳ ಬಣ್ಣ ಕಾಣಬರುವುದಿಲ್ಲ ಏಕೆ?
6. ಕಾಯಿಗಿಂತ ಹಣ್ಣು ಹಗುರ ಏಕೆ?
7. ಚಿನ್ನವು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಧಾತು ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ದೊರೆಯಲು ಕಾರಣವೇನು?
8. ಕೇವಲ ಅಲೋಹ ಧಾತುಗಳಿಂದಲೇ ಆದ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲವೊಂದನ್ನು ಹೆಸರಿಸಿ.
9. ಶಾಯಿ ಸುರಿದುಕೊಂಡಾಗ ಕೈ ತಂಪಾಗುವುದೇಕೆ?
10. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಕಕ್ಷೆಗೂ – ಕಕ್ಷಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು?

ಕಳೆದ ಸಂಚಿಕೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳು

1. ನಮ್ಮ ಮೈ-ಕೈಗಳಿಂದ ಮಾಡುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಕಡಮೆ ಯತ್ನದಿಂದ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು.
2. ದ್ರವ ಸ್ಫಟಿಕಗಳು
3. ಪ್ಲಾಸ್ಮ
4. ಸ್ನಿಗ್ಧತೆ
5. ಗಾಜಿನ ಕಣಗಳೊಳಗಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರು ಕಣಗಳೊಳಗಣ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ ಹೆಚ್ಚು. ಆದರೆ ಪಾದರಸ ಕಣಗಳೊಳಗಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ, ಗಾಜು ಮತ್ತು ನೀರು ಕಣಗಳೊಳಗಣ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು.
6. ವಜ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಫೈಟ್
7. ಎನ್‌ಜೈಮ್
8. ಘನೀಭವಿಸಿ ಹಿಮವಾದ ನೀರು ಉಷ್ಣದ ಅವಾಹಕ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹಿಮ ಪದರದ ಒಳಗಿರುವ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೊರಹೋಗಲು ತಡೆ ಒಡ್ಡುತ್ತದೆ.
9. ವಾಯುಮಾಧ್ಯಮದ ಪ್ರತಿರೋಧ ಕಲ್ಲಿನ ತುಂಡಿಗೂ ತರಗೆಲೆಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ.
10. ಕೌಂಟ್ ರಮ್‌ಫರ್ಡ್ (ಬೆಂಜಮಿನ್) – 18 ನೇ ಶತಮಾನ. ●

(4ನೇ ಪುಟದಿಂದ)

ಜೀನುಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಗೋಧಿಯಂಥ ಪ್ರಮುಖ ಏಕದಳ ಸಸ್ಯ ಬೇರುಗಳೂ ಗಂಟು ಬಿಡುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುವ ಸಾಧ್ಯಾಸಾಧ್ಯತೆಗಳು ಈಗ ಗಮನ ಸೆಳೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಜೈವಿಕ ಸ್ಥಿರೀಕರಣದ ಸೂತ್ರ ಹೀಗೆ ಮನುಷ್ಯನ ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ಅಗ್ಗದಲ್ಲಿ ಪೈರು ಬೆಳೆಯಿಸಬಹುದು. ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ಪ್ರಯತ್ನವೆಂದರೆ ಸೌರ ಪ್ರಕಾಶದಿಂದ ಸಾರಜನಕವನ್ನು ದ್ಯುತಿ ಅಪಚಯನಕ್ಕೆ ಗುರಿಪಡಿಸುವುದು. ಇದಕ್ಕೂ ಯುಕ್ತ ಕ್ರಿಯಾವರ್ಧಕ ಬೇಕು. ಅದನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ನೀರು ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕ-ಅಗ್ಗದ ಕಚ್ಚಾ ವಸ್ತುಗಳು. ಆದ್ದರಿಂದ ಕಡಮೆ ದರದಲ್ಲಿ ಅಮೋನಿಯವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ಇವು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು. ಔದ್ಯಮಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇವನ್ನು ನಡೆಸಲು ಈಗ ತಾಂತ್ರಿಕ ತೊಡಕುಗಳಿವೆ. ಇವನ್ನು ತೊಡೆದು ಹಾಕಿದಾಗ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲೂ ಕೃಷಿಯಲ್ಲೂ ಮತ್ತೊಂದು ಕ್ರಾಂತಿಯಾಗುವುದು. ●

ಇದು ಇತರ ಅಂಕಗಳಿಗಿಲ್ಲವೇ? ಪರಿಶೀಲಿಸಿರಿ.

— ಎನ್.ಎಸ್. ಶ್ರೀಗಿರಿನಾಥ್

ಒಂಬತ್ತರ ಮಗ್ಗಿ ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಅದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. 18, 27, 36, ... 90. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಂಕಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ಪ್ರತಿಸಲಫಲ ಒಂಬತ್ತೇ ಬರುತ್ತದೆ. ಎರಡು, ಮೂರು ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವುದೇ ಅಂಕೆಯ ಮಗ್ಗಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಲಕ್ಷಣ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಗುಣಲಬ್ಧಗಳಲ್ಲಿನ ಅಂಕೆಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ಮೊತ್ತ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಇದು ಒಂಬತ್ತಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾದ ಲಕ್ಷಣವೆಂದು ಅನಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇದು ನಿಜವೇ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ದಶಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಸೊನ್ನೆಯೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಹತ್ತು ಅಂಕೆಗಳಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಬಲತುದಿಯಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಅಂಕೆಯ ಬೆಲೆ ಆ ಅಂಕೆಯ ಹತ್ತರಷ್ಟು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 23 ಎಂಬಲ್ಲಿ 2 ರ ಬೆಲೆ ಇಪ್ಪತ್ತಲ್ಲವೇ? ಅದೇ ರೀತಿ 9 ಅಂಕೆಗಳಿರುವ (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) ನವಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿದರೆ ಬಲತುದಿಯಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಅಂಕೆಯ ಬೆಲೆ ಆ ಅಂಕೆಯ ಒಂಬತ್ತರಷ್ಟು. ಅಂದರೆ 35 ಎಂಬಲ್ಲಿ 3 ರ ಬೆಲೆ 27 ಆಗುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಅಷ್ಟಮಾನ, ಸಪ್ತಮಾನ . . . . . ದ್ವಿಮಾನ ಪದ್ಧತಿಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಬಹುದು. ದ್ವಿಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ 0 ಮತ್ತು 1 ಎಂಬ ಎರಡೇ ಅಂಕೆಗಳು. ಆ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ 10 ಎಂದರೆ ಎರಡು 11 ಎಂದರೆ ಮೂರು ಇತ್ಯಾದಿ. ಈಗ ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

ದಶಮಾನ	ನವಮಾನ	ಅಷ್ಟಮಾನ	ಸಪ್ತಮಾನ	ಷಣ್ಮಾನ	ಪಂಚಮಾನ	ಚತುರ್ಮಾನ
9	8	7	6	5	4	3
18	17	16	15	14	13	12
27	26	25	24	23	22	21
36	35	34	33	32	31	30
45	44	43	42	41	40	
54	53	52	51	50		
63	62	61	60			
72	71	70				
81	80					
90						

ಇದನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ದಶಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂಬತ್ತಕ್ಕೆ ಯಾವ ಗುಣವಿದೆಯೋ ಅದೇ ಗುಣವು ನವಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ 8 ಕ್ಕೆ, ಅಷ್ಟಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ 7 ಕ್ಕೆ, ಸಪ್ತಮಾನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ 6 ಕ್ಕೆ ಇತ್ಯಾದಿ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಗಣಿತದ ನಿಯಮಗಳು ಒಂದೇ ಜಾತಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಅಂಕಗಳಿಗೂ ಸಮನಾಗಿ ಅನ್ವಯಿಸುವುದೆಂದು ಇದರಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ●

ಸೌರ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್

— ಜಿ. ರವಿಶಂಕರ್

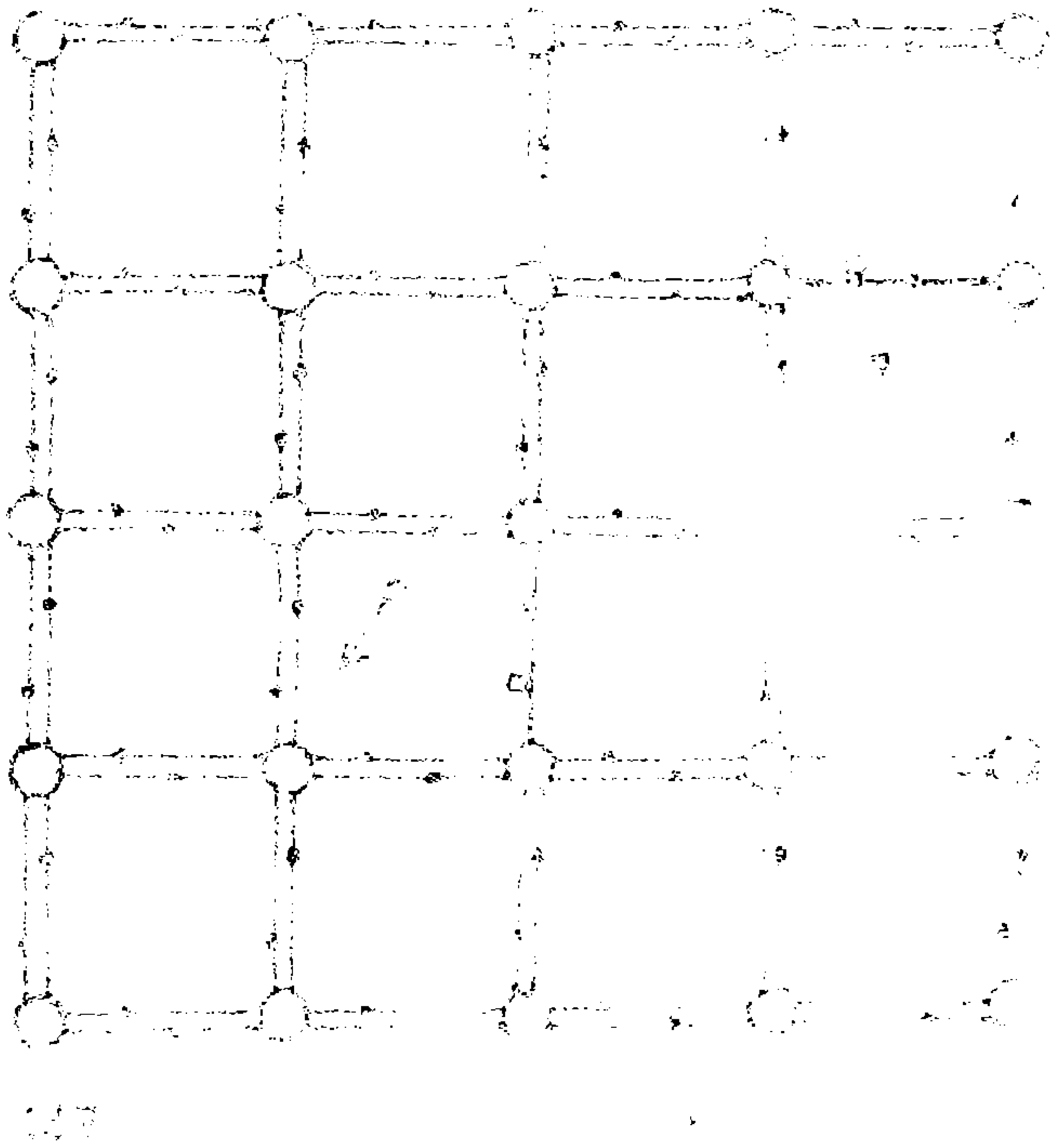
ಸೂರ್ಯ ನಡುಬಾನಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಖರವಾಗಿ ಬೆಳಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಭೂಮಿಯ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಮೀಟರ್ ಮೇಲೆ 1 ಕಿಲೋವಾಟ್‌ನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬಿಸಿಲಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದರ ಬಳಕೆಯ ಕಡೆಗೆ ತಮ್ಮ ಗಮನವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇತ್ತೀಚೆಗಷ್ಟೆ ಹರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ನೀರು ಕಾಯಿಸುವುದೇ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ಬಿಸಿಲಿನ ಶಾಖವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಹಲವಾರು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ಆದರೆ ಸೌರಶಕ್ತಿಯಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ಅಡಚಣೆಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಸೂರ್ಯ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಸಮರ್ಪಕ ವಿಧಾನ; ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಎಲ್ಲೆಂದರಲ್ಲಿ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಯೆನ್ನದೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಪೂರೈಕೆ. ಹೀಗೆ ಪಡೆಯುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ದುಬಾರಿಯಾಗಬಾರದು ಕೂಡ.

ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು 1950ರ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಾದ 'ಅರೆವಾಹಕ' ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾದುವು. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಅರೆವಾಹಕಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಮೆರಿಕದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಂಗವಾಗಿ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲಿಗೆ "ಸೌರ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶ" ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾಹನಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಗಾಗಿ ಇವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು.

ಇಂತಹ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣ ವಾಗಿ 'ಸಿಲಿಕಾನ್' ಎಂಬ ಅರೆವಾಹಕವನ್ನು ಬಳಸು ತ್ತಾರೆ. ಇತರ ಅರೆವಾಹಕ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಗ್ಯಾಲಿಯಂ ಅರ್ಸೆನೈಡ್, ಕಾಡ್ಮಿಯಂ-ಟೆಲ್ಯೂರಿಯಂ, ಇಂಡಿಯಂ-ರಂಜಕಗಳಿಂದಲೂ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಕಣಗಳ ಚಲನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು, ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಪರಮಾಣುಗಳತ್ತ ಇಣುಕಿ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಕಣಗಳ ನಡವಳಿಕೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ 14 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ಸಿಲಿಕಾನಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಗ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅಥವಾ ವೇಲೆನ್ಸಿ ನಾಲ್ಕು. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ 14 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪೈಕಿ 4 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇತರ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಸಹಾಯಕವಾಗಿವೆ.

ಶುದ್ಧವಾದ ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣು ತನ್ನ ನೆರೆಯ 4 ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಸಮಾನ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ತನ್ನ 4 ಸಂಯೋಗೀ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದನ್ನು ಒಂದೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.



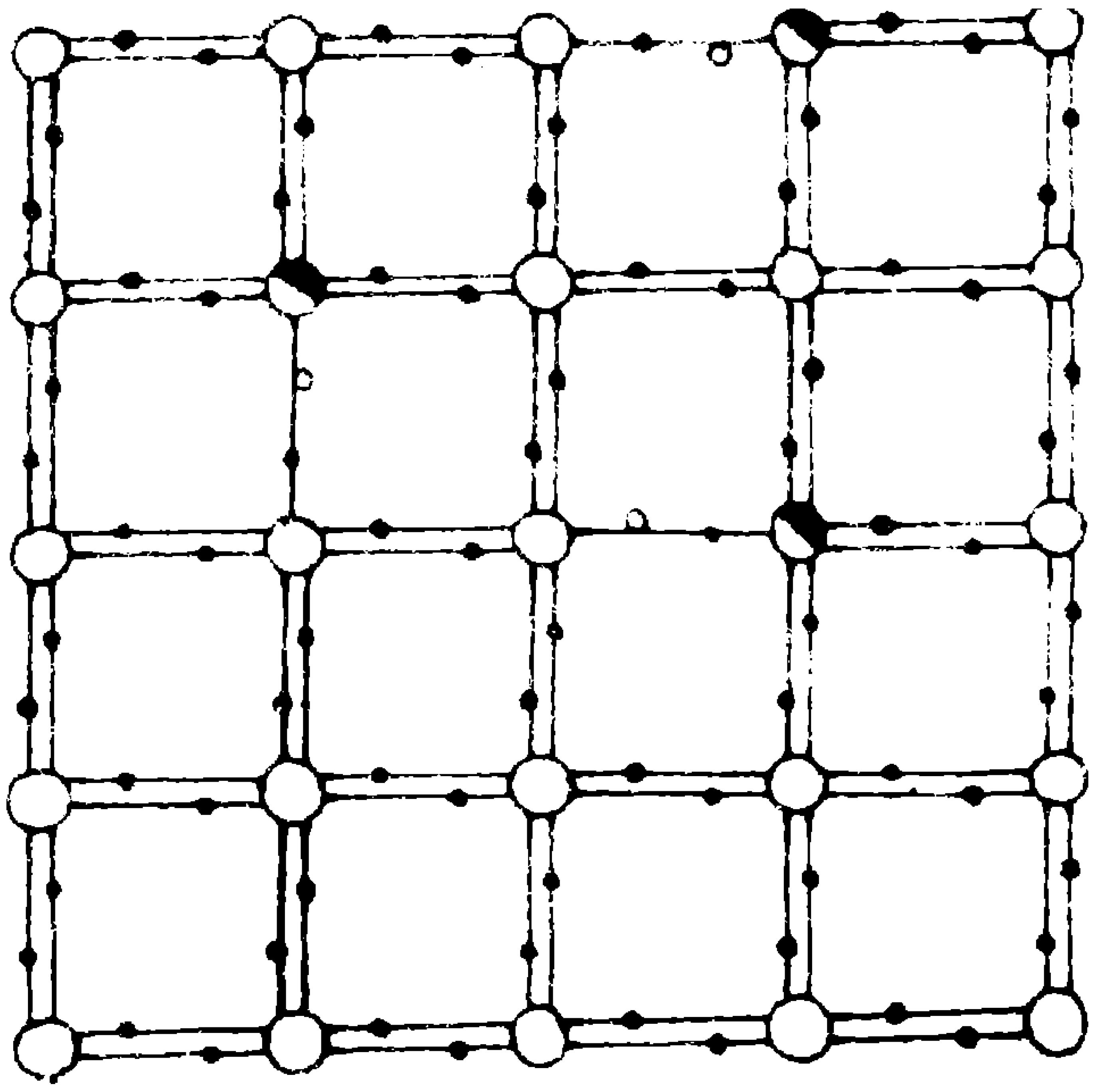
ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ – ಅದೂ ಕೆಳಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ – ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಈ ರೀತಿ ಬಂಧಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆಗ ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗದು. ಆಗ 'ಸಿಲಿಕಾನ್' ಅರೆವಾಹಕ ವಸ್ತುವಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಶಾಖ ಇಲ್ಲವೇ ಇತರ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಬಂಧಿತ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ನೀಡಬಹುದು. ಶಕ್ತಿ ದೊರೆತಾಗ ಅವು ಕಳಚಿಕೊಂಡು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲವು. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಕಾನ್, ವಾಹಕ ವಸ್ತುವಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಲೋಹಗಳಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ವಾಹಕತೆ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಅರೆವಾಹಕ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಇತರ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಕಲುಷಿತಗೊಳಿಸಿದರೆ (ಅಂದರೆ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಾನಾಂತರಿಸಿದರೆ) ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳು ಚಲನೆಗೆ ಒದಗಿ ವಾಹಕತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

ಶುದ್ಧ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಫಟಿಕದ ಸರಳ ನಿರೂಪಣೆ ಚಿತ್ರ 1 ರಲ್ಲಿದೆ. ದೊಡ್ಡ ವೃತ್ತಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳು. ಕಪ್ಪು ವೃತ್ತಗಳು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು. ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವೂ 4 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡು ಭದ್ರವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಶಾಖದಿಂದ ಹುಟ್ಟುವ ಕಂಪನಗಳು ಅಥವಾ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಣಗಳು (ಫೋಟಾನ್) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ನೀಡಿ ಅವು ಸ್ಫಟಿಕದ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಚಲಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೊದಲು ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಚಲಿಸಿದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಒಂದು 'ತೆರವು' ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ (ಸಣ್ಣಬಿಳಿಯ ವೃತ್ತ). ಇದನ್ನು 'ಗುಳಿ' ಅಥವಾ ರಂಧ್ರ (ಹೋಲ್) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ 'ತೆರವು' ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸ್ಥಳೀಯ ನೆಲೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಿಲಿಕಾನನ್ನು ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೋರಾನ್‌ನಿಂದ ಕಲುಷಿತಗೊಳಿಸಿದೆವು ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. (ಚಿತ್ರ : 2). ಪ್ರತಿ ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲೂ (ಅರ್ಧ ಕಪ್ಪು ವೃತ್ತ) 3

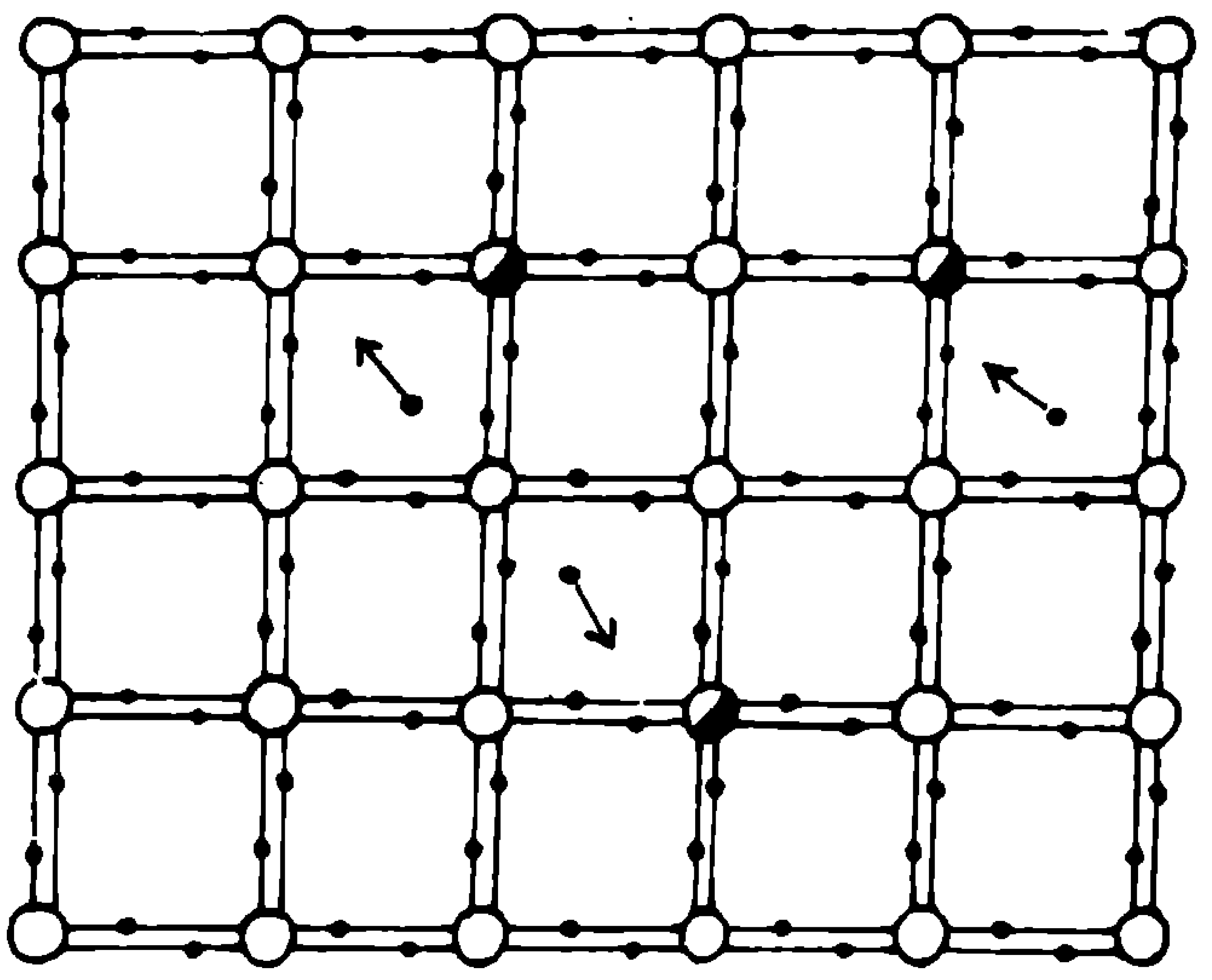


ಚಿತ್ರ : 2 ಅರ್ಧ ಕಪ್ಪು ವೃತ್ತ – ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣು
ದೊಡ್ಡ ಬಿಳಿ ವೃತ್ತ – ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣು

ಸಂಯೋಗೀ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಅದು ತನ್ನ ನೆರೆಯ ಮೂರು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲೊಂದು 'ತೆರವು' ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥವನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಫಟಿಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

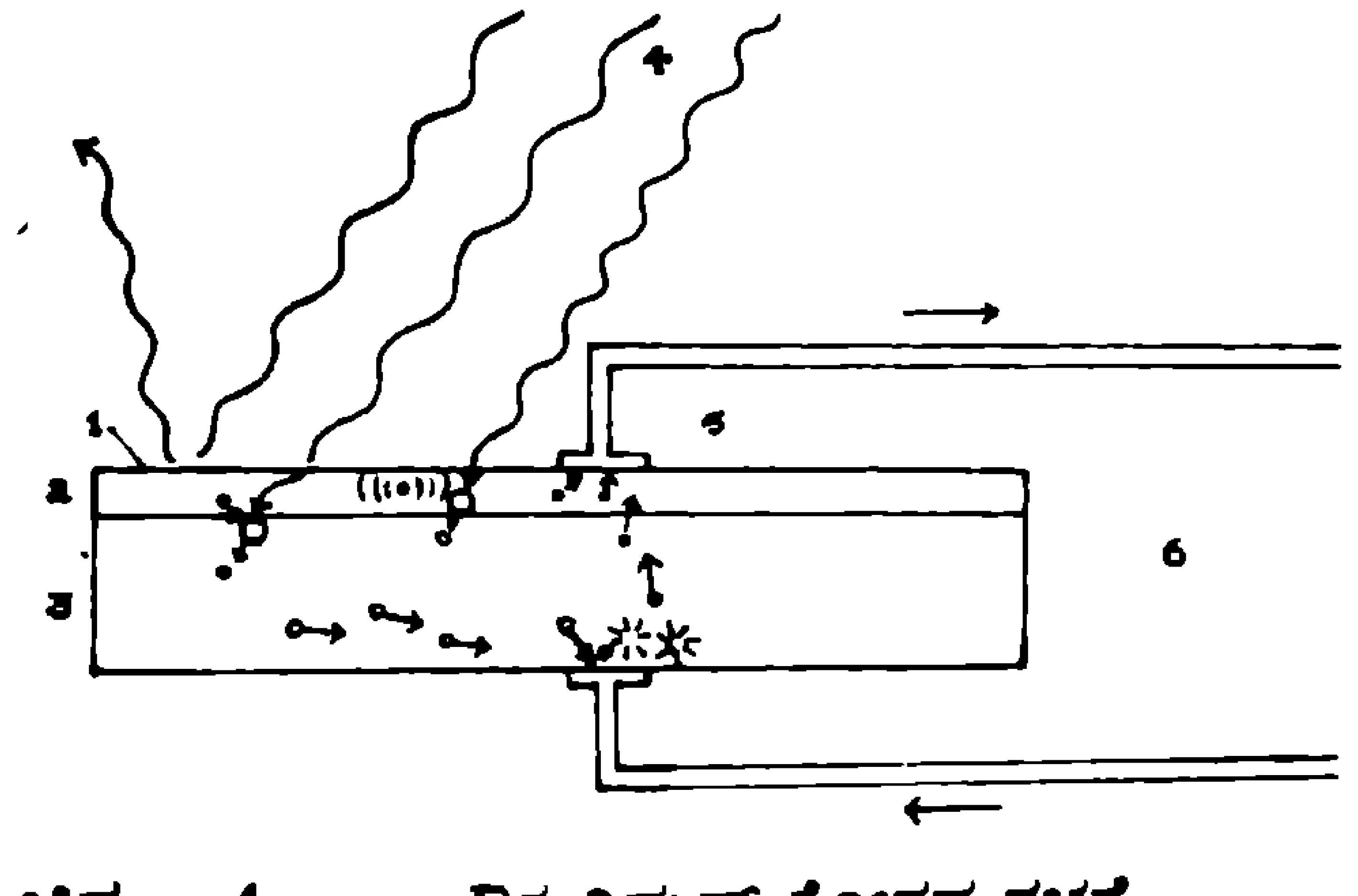
ಸಿಲಿಕಾನನ್ನು ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರಂಜಕದಿಂದ ಕಲುಷಿತಗೊಳಿಸಿದೆವು ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ (ಚಿತ್ರ : 3). ರಂಜಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲೂ (ಅರ್ಧ ಕಪ್ಪು ವೃತ್ತ) ಐದು ಸಂಯೋಗೀ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ನಾಲ್ಕು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಅದು ನೆರೆಯ ನಾಲ್ಕು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೂ ಸಂಯೋಗ ಬಂಧನದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನ ಸಿಗದು. ಸ್ಥಾನ ಸಿಗದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಸ್ಫಟಿಕದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥವನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಫಟಿಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಋಣಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪದರವೂ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಧನಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನಿನ ತೆಳುಪದರವೂ ಇರುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೇ



ಚಿತ್ರ : 3 ಅರ್ಧ ಕಪ್ಪು ವೃತ್ತ – ರಂಜಕದ ಪರಮಾಣು
ಬಾಣ ಸಹಿತ ಕಪ್ಪು ಬೊಟ್ಟು – ಸ್ವತಂತ್ರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು

ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಸೌರವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶ (ಚಿತ್ರ : 4). ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳಕಿನ ಕಣವೊಂದು ಕೋಶದ ಒಳಹೊಕ್ಕು ಪದರಗಳ ಸಂಧಿ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಅದು ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿ ಒಂದು ತೆರವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹೊರಬಿದ್ದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಋಣಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಪದರದೊಳಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. 'ತೆರವು' ಧನಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನಿನೊಳಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ಧನಾತ್ಮಕ ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಇನ್ನೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವವನ್ನು ತಲುಪಿ ಅಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವ ತೆರವುಗಳನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ : 4 ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶದ ರಚನೆ
1. ಪ್ರತಿಫಲನ ತಡೆಯುವ ಲೇಪ 2. ಋಣಾತ್ಮಕ ಸ್ಫಟಿಕ
3. ಧನಾತ್ಮಕ ಸ್ಫಟಿಕ 4. ಬೆಳಕು 5. ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಗ್ರಾಹಕ
6. ಹೊರ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ

ಇಂತಹ ಕೋಶದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪ್ರವಾಹ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹಲವಾರು ಕೋಶಗಳನ್ನು ಒಂದುಗೂಡಿಸಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ದೀಪ ಬೆಳಗಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಸಂಚಯ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಆವೇಶಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಆದರ್ಶ ಸೌರಕೋಶವನ್ನು ಬಳಸಿ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ವಿಧಾನದ ಪರಮಾವಧಿ ದಕ್ಷತೆ ಸೇ. 25 ರಷ್ಟು. ವ್ಯಾವಹಾರಿಕವಾಗಿ ಅತಿ ಶುದ್ಧವಾದ ಸಿಲಿಕಾನಿನಲ್ಲಿ ಯುಕ್ತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಧನಾತ್ಮಕ ಇಲ್ಲವೇ ಋಣಾತ್ಮಕ ಕಲ್ಮಶಗಳಿದ್ದು, ಸೌರಕೋಶದ ಗಾತ್ರ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಸೇ. 18 ರಷ್ಟು ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.

ಇದೇನು? ಇಷ್ಟು ಕಡಮೆ ದಕ್ಷತೆ? ಎಂದು ಯೋಚಿಸಬೇಡಿ. ಆಧುನಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಪರಿಚಿತ ಕೊಡುಗೆಯಾದ ಮೋಟಾರು ವಾಹನದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ದಕ್ಷತೆ ಕೇವಲ ಶೇ. 20 ರಷ್ಟು, ಹಾಗೂ ಅದರ ಸಾಗಾಣಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ ಅದರ ದಕ್ಷತೆ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಆದರೂ ಸೌರ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೋಶಗಳು ಇನ್ನೂ ಏಕೆ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿಲ್ಲ? ಇದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯಕಾರಣ ದುಬಾರಿ ಬೆಲೆ. ಅವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತಿತರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅತಿ ಶುದ್ಧ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಬಹಳ ದುಬಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಕ್ಕಾಗಿ ಸಿಲಿಕಾನನ್ನು ಸಣ್ಣ ಎಸಳುಗಳಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಅಗತ್ಯ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಈಗ ಶುದ್ಧ ಸಿಲಿಕಾನಿನ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಕಡಮೆ ಖರ್ಚಿನ ವಿಧಾನಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ ನಡೆದಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಇತರ 'ಅರೆವಾಹಕ' ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯೂ ನಡೆದಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಸಫಲವಾದಾಗ ಸೌರದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ಖರ್ಚು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅವು ನಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕವಾದಾವು. ●

ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಕಲೆ

— ಶಿವರಾಮನ್

ಸೂರ್ಯ ಒಂದು ಅದ್ಭುತ. ಹಿಂದೆ, ಇಂದು, ಮುಂದೆ ಎಲ್ಲ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಇದು ಸತ್ಯ.

ಮೊದಲಿಗೆ ಮನುಷ್ಯರು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲಿನ ಕಲೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೂ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಏನೂ ದೋಷ ಕಂಡಿರಲಿಲ್ಲ. ಈಗ್ಗೆ ಎರಡು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಚೀನಿಯರು ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ಫಲಿತ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬದಲ್ಲಿ ಕಂಡಿದ್ದರು. ಆ ಕಲೆಗಳನ್ನು "ಹಾರುವ ಹಕ್ಕಿಗಳು" ಎಂದು ಕರೆದರು. ಅವನ್ನೇ ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯರು ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೋಡಿದರು.

ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳು ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದಾವರ್ತಿಯಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ. ಇವು ಪಕ್ಕದಿಂದ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದಾನೆ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ. ಈ ಆವರ್ತನೆ ಇಪ್ಪತ್ತೇಳು ದಿನಗಳಿಗೊಂದರಂತೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳು ಒಂದು ಅಂಚಿನ ಕಡೆ ಇದ್ದಾಗ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದು, ನಡುವೆ ಬಂದಾಗ ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿಯೂ ಕಂಡು ಬಂದು ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತಾ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವಂತೂ ಅಂಚನ್ನು ತಲುಪುವ ಮೊದಲೇ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ ಕಲೆಗಳೆಲ್ಲ ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದವಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಕಲೆಗಳಂತೂ ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡವೆಂದರೆ ಅವನ್ನು ಬರಿಗಣ್ಣಿನಿಂದಲೇ (ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ನೆರವಿಲ್ಲದೆ) ಹೊಗೆಕಟ್ಟಿದ ಗಾಜು ಅಥವಾ ಕಪ್ಪು ಫಿಲಂ ಮೂಲಕ ನೋಡಬಹುದು. (ನೇರ ನೋಡಬಾರದು).

ಕಲೆಗಳಂತೆ ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಿಂದ ಏಳುವ ಉರಿ ನಾಲಿಗೆಗಳೂ, ಜ್ವಾಲೆಗಳೂ ಸಾವಿರಾರು ಕಿ.ಮೀಗಳಷ್ಟು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಚಾಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಜ್ವಾಲೆ, ಉರಿನಾಲಗೆಗಳ ಗಾತ್ರ ಎತ್ತರಗಳನ್ನು ತಿಳಿದು ಕಲೆಗಳ ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೂ ಜ್ವಾಲೆಗಳು ಏಕೆ ಹಾಗೆ ಒಳಗಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೇಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾರಣವಿನ್ನೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಿಲ್ಲ. ಸೂರ್ಯ ಕಲೆಗಳು ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಹತ್ತು, ಹದಿನಾರು ವರ್ಷಗಳ ಆವರ್ತನಕ್ಕೆ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಂತ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಅವಧಿಗೂ ತಾಳೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಮೆರಿಕನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅಂಡ್ರೂ ಡಗ್ಲಾಸ್ ಮರಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ವರ್ಷವರ್ಷಕ್ಕೂ ಉಂಟಾಗುವ ಬಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳ ಆವರ್ತಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದ್ದಾರೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳಿರುವ ಭಾಗದಿಂದ ಬರುವ ಕಣಗಳ ಪ್ರವಾಹವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಅಯಾನುಗೋಳದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ. ನಾವು ಕೇಳುವ ರೇಡಿಯೋ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಶ್ರವಣದ ಮೇಲೂ ಇದು ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಯೊಂದು ಸೂರ್ಯಬಿಂಬದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅದು ಭೂಮಿಗೆ ಲಂಬ ನೇರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳ ಅನಂತರ ಅವು ಅಂಚಿಗೆ ಜರುಗಿ ಹೋಗಿರುತ್ತವೆ, ಅಥವಾ ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕಣಗಳ ಪ್ರವಾಹ ಮಾತ್ರ ಕಲೆಗಳನ್ನು ಕಂಡ ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳ ಅನಂತರ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಕಲೆಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗೂ ಕಣಗಳ ಪ್ರವಾಹ ತೀವ್ರತೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕಣಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಬಡಿದಾಗ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲೆ ಕಲೆಗಳೇ ಹುಟ್ಟಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಜ್ವಾಲೆಗಳೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಕಣಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದಲೇ ಬರುತ್ತವೆ ಎನ್ನಲು ಇವು ಪ್ರತಿ ಇಪ್ಪತ್ತೇಳು ದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಮರುಕಳಿಸುವುದೇ ಸಾಕ್ಷಿ. ಇಂತಹ ಅಗೋಚರ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ಎಂ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಎಂದು ಗುರ್ತಿಸುತ್ತಾರೆ. ಭೂಕಾಂತತೆಯಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮಿಂದೊಮ್ಮೆಗೆ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಕಾಂತೀಯ

ಬಿರುಗಾಳಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಎಂ ಪ್ರದೇಶಗಳು (ಎಂ ಎಂಬುದು ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಅಥವಾ ಕಾಂತೀಯ ಎಂಬುದರ ಸೂಚಕ) ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಕಾಂತೀಯ ಬಿರುಗಾಳಿಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವು.

ಸೂರ್ಯಕಲೆಯ ಸಮೀಪ ಒಮ್ಮೆಗೇ ಉಜ್ವಲವಾಗಿ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಾ ಅನಂತರ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ಗಂಟೆಯಲ್ಲಿ ಮಂಕಾಗುತ್ತಾ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುವ ಪ್ರದೇಶವಿದೆ. ಇಷ್ಟು ಅಲ್ಪಾವಧಿಯಲ್ಲೇ ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಅತಿ ನೇರಳೆ ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಅದು ಬೀರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯ ಬಿಂಬದಿಂದ ಚಲಿಸಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪುವ ಕಣಗಳು ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಭೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಬಿಳಿ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಅಡಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಒಡೆದಾಗ ಒಂದು ಬದಿಗೆ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕೂ ಮತ್ತೊಂದು ಬದಿಗೆ ನೇರಳೆ ಬೆಳಕೂ ಬೀಳುವುದಷ್ಟೆ? ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲನ್ನು ಹೀಗೆ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದಾಗ ನೇರಳೆ ಬೆಳಕಿನ ಆಚೆ ಬದಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾದ ಅತಿ ನೇರಳೆ ಬೆಳಕೂ, ಕೆಂಪು ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಅಗೋಚರವಾದ ಶಾಖದ ಕಿರಣಗಳೂ ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಬಿಸಿಲಿನ ರೋಹಿತವನ್ನು ಒಡೆದು ಮತ್ತಷ್ಟು ವರ್ಧಿಸಿ ವೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಅದರ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸಣ್ಣನೆ (ಸಪೂರ) ಕಪ್ಪು ಗೆರೆಗಳು ಅಡ್ಡ ಹಾಯ್ದು ಕಡ್ಡಿಗಳ ಚಾಪೆಯಂತೆ ಮೂಡಿ ಬಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ತೆರನಾದ ಗೆರೆಗಳು ಒಟ್ಟು ಇಪ್ಪತ್ತೆರಡು ಸಾವಿರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪೈಕಿ ಸುಮಾರು ಹನ್ನೆರಡು ಸಾವಿರ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಲಾಗಿದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೂ ಅವುಗಳ ಉಜ್ವಲತೆಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅರ್ಥಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಕಪ್ಪನೆಯ ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಮೊದಲು ಮಸುಕಾದ ಕೆಂಬಣ್ಣವೂ ಅನಂತರ ಉಜ್ವಲ ಕೆಂಬಣ್ಣವೂ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಕಿತ್ತಳೆ ಬಣ್ಣವೂ ಒಂದು ಕಡೆಗೆ ಬೆಳ್ಳಗೆ ಉರಿಯುವುದಷ್ಟೆ? ಹೀಗೆ ಬದಲಾದ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಬದಲಾದ ಉಷ್ಣತಾ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯೇ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟೆ ಅಲ್ಲ, ಸೂರ್ಯ ರೋಹಿತದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗೆರೆಗಳ ಇರುವಿಕೆಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಧಾತುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೂ ನೇರ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹಗುರವಾದ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲಗಳಿವೆ. ಅಲ್ಲಿ ಈ ಅನಿಲಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಅಧಿಕ. ಅವುಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯೂ ವಿಪರೀತ (ಮಿಲಿಯನ್‌ಗಟ್ಟಲೆ ಡಿಗ್ರಿಗಳು). ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳು ನಾಲ್ಕು ಸಾವಿರ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಸೌರ ಜ್ವಾಲೆಗಳು ಇಪ್ಪತ್ತು ಸಹಸ್ರ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಕರೋನ-ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಭಾ ಮಂಡಲವು- ಒಂದು ಲಕ್ಷ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪತ್ತೆಯಾದ ತೊಂಬತ್ತೆರಡು ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಅರುವತ್ತು ಧಾತುಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ.

ರೋಹಿತದ ಅಡ್ಡ ಗೆರೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶ: ಸೂರ್ಯಕಲೆಗಳು ಕಾಂತೀಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಾಗಿದ್ದು ಉತ್ತರದ ಕಡೆ ಕಾಂತೀಯ ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿಯೂ ದಕ್ಷಿಣದ ಕಡೆಗೆ ಕಾಂತೀಯ ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿಯೂ ವರ್ತಿಸಬಲ್ಲುವು. ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಕಾಂತೀಯವಾಗಿ ಅವು ಅದಲು ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ ಕೂಡ.

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗ ದೂರದ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸೂರ್ಯನ ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಅತೀ ಉಷ್ಣತೆಯ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದ ಪ್ರಭಾಗೋಲ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ಅನಿಲ ಪದರ ಮತ್ತು ಅದರ ಮೇಲಿನ ವರ್ಣಗೋಲ ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ. ವರ್ಣ ಮಂಡಲದಿಂದಲೇ ಜ್ವಾಲೆಗಳೂ ಉರಿನಾಲಿಗೆಗಳೂ ಏಳುವುವು. ವರ್ಣ ಮಂಡಲಕ್ಕಿಂತ ಮೇಲೆ ಕರೋನ ಇದೆ. ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಯಾವುದೋ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಕಲೆಗಳು ಕರೋನದ ಮೇಲೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ.

ಇವೆಲ್ಲವುಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ತುಣುಕು ವಿವರಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಡೀಕರಿಸಿ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೂರ್ಯನೆಂದರೆ ಏನು? ಅದರಲ್ಲಿ ಏನಡಗಿದೆ? ಏನೇನು ನಡೆಯುತ್ತವೆ? ಎಂಬುದನ್ನೆಲ್ಲಾ ಅರ್ಥೈಯಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ●

ನೀನು ಬಲ್ಲೆಯಾ?

ರಬ್ಬರ್ – ನಿಮಗೆಷ್ಟು ಗೊತ್ತು?

ಇಂಡಿಯಾ ರಬ್ಬರಿನಿಂದ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್‌ವರೆಗಿನ ಪಕ್ಷಿನೋಟ

– ದೊಡ್ಡನಗೌಡ ಪಾಟೀಲ

ರಬ್ಬರೆಂಬುದು ನಮ್ಮೆಲ್ಲರಿಗೂ ಪರಿಚಿತವಾದ ಒಂದು ವಸ್ತು. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ 'ಇಂಡಿಯಾ ರಬ್ಬರ್' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಕೊಲಂಬಸನು ವೆಸ್ಟ್ ಇಂಡೀಸ್ ದ್ವೀಪಗಳಿಗೆ ಹೋದಾಗ, ಆ ದೇಶವನ್ನು ಇಂಡಿಯಾ ಎಂದೇ ಭ್ರಮಿಸಿದ್ದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಆತ ಇಂಡಿಯಾ ಎಂಬ ಪೂರ್ವಪದವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ. ಪೆನ್ಸಿಲಿನಿಂದ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬರೆದ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜುವುದಕ್ಕೆ ಈ ವಸ್ತು ಉಪಯೋಗಗೊಂಡಿದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಲ್ಲಿ 'ರಬ್ಬರ್' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ರಬ್ಬರು ಮರದ ತೊಗಟೆಯಿಂದ ಜಿನುಗುವ ಹಾಲಿನಂಥ ಸೊನೆಯು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಸ್ತು. ವೆಸ್ಟ್ ಇಂಡೀಸ್ ದೇಶದ ಮಕ್ಕಳು ಇದರಿಂದ ಚೆಂಡನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಆಡುತ್ತಿದ್ದರಂತೆ. ಆ ಚೆಂಡು ನೆಲಕ್ಕೆ ಬಡಿದಾಗ ಪುಟಿಯುತ್ತಿತ್ತು. ಜಿಗುಟಾದ ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರಧಾನ ಗುಣವೇ ಈ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತೆ. ಅದರ ಒಂದು ತುಂಡನ್ನು ಹಿಡಿದು ಜಗ್ಗಿದರೆ ಅದು ಮೊದಲಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವಾದೀತು. ಕೈ ಬಿಟ್ಟೊಡನೆಯೇ ಅದು ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಗುಣಕ್ಕೆ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮೊದಲು ಪೆನ್ಸಿಲ್ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜುವ ಕೆಲಸಕ್ಕಷ್ಟೇ ಉಪಯೋಗಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದ ರಬ್ಬರ್ – ಮೋಟಾರು ಮತ್ತು ಸೈಕಲ್‌ಗಳ ಯುಗ ಕಾಲಿರಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಟಯರ್, ಟ್ಯೂಬ್‌ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದಿನೇ ದಿನೇ ಹೆಚ್ಚು ಅನ್ವಯಗಳಿಗೆ ಈಡಾಗಿದೆ.

ನೈಸರ್ಗಿಕ ರಬ್ಬರನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಟಯರ್, ಟ್ಯೂಬ್‌ಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲು ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದ 'ಗುಡ್‌ಯಿಯರ್' ಎಂಬಾತ ನೈಸರ್ಗಿಕ ರಬ್ಬರಿನೊಡನೆ ಗಂಧಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಬಾಳಿಕೆ ಬರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ "ವಲ್ಕನೈಸೇಶನ್" ಎಂಬ ಹೆಸರಿದೆ. ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅದರ ಅಣು ರಚನೆ ಏನು? ಅದನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದೇ? ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಹೊರಟರು. ನೈಸರ್ಗಿಕ ರಬ್ಬರ್ ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಹೈಡ್ರೋಕಾರ್ಬನ್ ಅಣುಗಳಿಂದಲೇ ಉಂಟಾದದ್ದು. 1879 ರಲ್ಲಿ ಐಸೊಪ್ರಿನ್ (C_5H_8) ಅಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಕೂಡಿಕೊಂಡು ರಬ್ಬರ್‌ನಂಥ ವಸ್ತುವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಒಂದು ರಬ್ಬರ್ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಐಸೋಪ್ರಿನ್ ಅಣುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ.

ಐಸೋಪ್ರಿನ್‌ನಂತಹ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ತಾವೂ ರಬ್ಬರಿನಂತಹ ವಸ್ತುವನ್ನು ಏಕೆ ಮಾಡಬಾರದು ಎಂಬ ಯೋಚನೆ ಅನಂತರ ಬಂತು. ಜರ್ಮನರು ಎರಡನೇ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಅನ್ನು ಕ್ರಿಯಾವರ್ಧಕವಾಗಿ ಬಳಸಿ ಬೂಟಾಡೈಈನ್ ಅಣುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ಬೂನಾ ಎಂಬ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರು. ಇದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ರಬ್ಬರ್‌ನಷ್ಟೇ ಉತ್ತಮವಾಗಿತ್ತು. ಮಹಾಯುದ್ಧ ಮುಗಿದ ಬಳಿಕ, ರಬ್ಬರಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಹೆಚ್ಚಿ ಹೊಸಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸತೊಡಗಿದರು. ತಾಳಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ, ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಗುಣದಲ್ಲಿಯೂ, ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ತಡೆದು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಬಾಳಿಕೆ ಬರುವುದರಲ್ಲೂ ಇಂದು ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್ ನೈಸರ್ಗಿಕ ರಬ್ಬರನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸಿದೆ. ಬೆಲೆಯಲ್ಲೂ ಕೂಡ ಅದು ಸ್ಪರ್ಧಿಸಬಲ್ಲುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇವಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಬೂಟಾಡೈಈನ್, ಸ್ಟೈರೀನ್‌ನಂಥ ಕಚ್ಚಾವಸ್ತುಗಳು ತುಂಬಾ ಅಗ್ಗಕ್ಕೂ ಸಿಗುತ್ತವೆ.

ಟಯರುಗಳು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಗುಣ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ರಬ್ಬರಿಗೆ ಬಾಳಿಕೆಯ ಗುಣ ಹೆಚ್ಚು. ಸಾಮಾನ್ಯ ರಬ್ಬರು ತೈಲಗಳಲ್ಲಿ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕರಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ದೋಷಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಹಲವು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದವು. ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂನಿಂದ

(13ನೇ ಪುಟ ನೋಡಿ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆ

ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ [illegible]

ಕುಡಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಹಾಗೂ ಕೈಗಾರಿಕೋದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ಪರಿಶುದ್ಧವಾದ ನೀರನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ರಾಲ್ಫ್ ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ ಹೊಸ ದೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಮರಳಿನ ಮೂಲಕ ನೀರನ್ನು ಸೋಸಿದಾಗ, ತೇಲಾಡುವ ದೂಳು ಕಣಗಳು ಹೋಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿದ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೇನಾದರೂ ಇದ್ದರೆ ಅವು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿದಿರುತ್ತವೆ. ಅಂಥ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಪಟೂಕರಿಸಿದ ಇದ್ದಿಲನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಅದು ಕರಗಿದ ಸಾವಯವದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳ ಬಲ್ಲುದು. ಆದರೆ, ಹಾಗೆ ಹೀರಿಕೊಂಡ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಇದ್ದಿಲಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ನಿಕ್ಷೇಪಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಕೆಲ ಕಾಲದ ಮೇಲೆ ಪಟೂಕರಿಸಿದ ಇದ್ದಿಲು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ವಾಗುವುದು. ಆಗ ಇನ್ನೊಂದು ಒಬ್ಬೆ ಇದ್ದಿಲನ್ನು ಒದಗಿ ಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಪಟೂಕರಿಸಿದ ಇದ್ದಿಲು ತುಂಬಾ ದುಬಾರಿ.

ರಾಲ್ಫ್ ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ ಕಂಡು ಹಿಡಿದಿರುವ ವಿಧಾನ ದಲ್ಲಿ ಈ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪಟೂ ಕರಿಸಿದ ಇದ್ದಿಲಿನ ಬದಲು ಮರಳಿನ ಮೇಲೆ ಟೈಟೇನಿಯಮ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಪುಡಿಯನ್ನು ಹರಡಿ ಅದನ್ನು ನೇರಳಾತೀತ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಬೆಳಗಿಸಿ ನೀರನ್ನು ಅದರ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ನೀರು ಶುದ್ಧವಾಗುವುದು. ನೇರಳಾತೀತ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಬೆಳಗಿದ ಟೈಟೇನಿಯಮ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡು ಕ್ರಿಯಾವರ್ಧಕವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿ ಕರಗಿದ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉತ್ಕರ್ಷಿಸಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಬಿಡುವುದು. ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಅನಿಲವಾದುದರಿಂದ ಟೈಟೇನಿಯಮ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಪುಡಿಯ ಮೇಲೆ ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳದೆ ಗುಳ್ಳೆ ಗಳಾಗಿ ಗಾಳಿಗೆ ಹೋಗಿ ಬಿಡುವುದರಿಂದ ಟೈಟೇನಿಯಮ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡನ್ನು ಪುನಃ ಪುನಃ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನ ತುಂಬಾ ದಕ್ಷವಾದುದು ಮತ್ತು ಅಗ್ಗ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ●

(12ನೇ ಪುಟದಿಂದ)

ದೊರೆಯುವ ಐಸೊಬುಟಲೀನ್ (C_4H_8) ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಸಿಗಬಲ್ಲ ಐಸೋಪ್ರಿನ್ ಇವೆರಡೂ ಅಣುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ಬುಟಾಯಿಲ್ ರಬ್ಬರ್ ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ರಬ್ಬರ್ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ರಬ್ಬರಿನ ಅಣುಗಳು ಗಾಳಿಯ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅಣುಗಳೊಡನೆ ಸೇರದಂತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಇವುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂಶ ಮಸಿಯನ್ನು ಜತೆಗೆ ಸೇರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಂತಹ ರಬ್ಬರಿನ ನಿರ್ಮಾಣ ವೆಚ್ಚವೂ ಕಡಿಮೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ರಬ್ಬರುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸರಣಿ ಅಣುವಿನ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಸಿಲಿಕಾನ್ ರಬ್ಬರಿನಲ್ಲಿ ಆ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆ ಮಾಲೆಗೆ ತೂಗಿಕೊಂಡು, ಆಚೀಚೆ ಶಾಖೆಗಳಂತೆ ಸಣ್ಣ ಹೈಡ್ರೋಕಾರ್ಬನ್ ಸರಣಿಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಹೀಗೆ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್ ನಿರ್ಮಾಣ ಸಾಧ್ಯಗೊಂಡ ಅನಂತರ ಅನೇಕ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್‌ಗಳು ಜನ್ಮ ತಾಳಿವೆ. ನೈಸರ್ಗಿಕ ರಬ್ಬರ್‌ಗಿಂತಲೂ ಉತ್ತಮವಾದ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಾರೆ. ●

ಆರ್ಕ್‌ಟಿಕ್ ಹಿಮವೂ ನಂಜು

ಆರ್ಕ್‌ಟಿಕ್ ಹಿಮದಲ್ಲೂ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ನಂಜುಂಟು ಮಾಡುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮೊದಲ ಪುರಾವೆ ಸಿಕ್ಕಿದ್ದು ಕೆನಡದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಡೆಸಿದ ಪರೀಕ್ಷಣಗಳಿಂದ. ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಮತ್ತು ಕೃಷಿ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಅಥವಾ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೂ ಜಾಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

ಮಾನವ ಗಣಕ ಲಿಯೊನ್ಹಾರ್ಡ್ ಆಯ್ಲರ್

– ಜಿ.ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್

ಆಯ್ಲರನನ್ನು ಮೂರ್ತಿವೆತ್ತ ವಿಶ್ಲೇಷಣಿತ, ವಿಶ್ಲೇಷಣಗಣಿತದ ಅವತಾರಪುರುಷ ಎಂದು ಮುಂತಾಗಿ ವರ್ಣಿಸುವುದುಂಟು. ಹಾಗೆಂದರೇನೆಂದು ತಿಳಿಯಲು ಧನಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಸುಲಭ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಲಘುವಾಗಿ ವಿಹರಿಸೋಣ.

1, 2, 3, 3, 4, 5, ... ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತ ಹೋಗಿ. ಹನುಮಂತ ಬಾಲದ ಕೊನೆಯನ್ನಾದರೂ ತಲಪೀರಿ, ಈ ಶ್ರೇಣಿಯ ಕೊನೆ ಪದ ಮಾತ್ರ ಎಂದೂ ತಲಪಲಾರಿರಿ. ಗಣಿತಜ್ಞರ ಪ್ರಕಾರ ಇಲ್ಲೊಂದು ಬಿಕ್ಕಟ್ಟು ತಲೆದೋರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಅವರು ನೂತನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯೊಂದರ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯಿಂದ ಗಣಿತವಾಹಿನಿಯನ್ನು ಮುಂದೆ ಹರಿಯಗೊಡುತ್ತಾರೆ. ಅನಂತದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಸ್ಫುರಿಸಿದ್ದೇ ಹೀಗೆ. ಅಂತ್ಯವಿಲ್ಲದ್ದು ಅಥವಾ ಸಾಂತವಲ್ಲದ್ದು ಅನಂತ. ನಾವು ಊಹಿಸಬಹುದಾದ ಯಾವ ಗರಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಇದರ ಎದುರು ತೃಣ ಸದೃಶ. ಅನಂತವನ್ನು ∞ ಎಂಬ ಪ್ರತೀಕದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇದನ್ನು ನೀಡಿದಾತ, 1656ರಲ್ಲಿ, ಜಾನ್ ವಾಲಿಸ್ (1616-1705) ಎಂಬ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಗಣಿತಜ್ಞ.

ಪದಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅನಂತವಿರುವ ಶ್ರೇಣಿಗೆ ಅನಂತಶ್ರೇಣಿಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಇಂಥ ಎರಡು ಅನಂತಶ್ರೇಣಿಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ:

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \quad \ldots\infty \quad \ldots(1)$$

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \quad \ldots\infty \quad \ldots(2)$$

(1)ನೆಯದರಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಪದದಿಂದ ತೊಡಗಿ ಪ್ರತಿ ಪದವೂ ಅದರ ಹಿಂದಿನ ಪದಕ್ಕಿಂತ 1 ಜಾಸ್ತಿ ಇದೆ. (2)ನೆಯದರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಪದವೂ ಅದರ ಹಿಂದಿನ ಪದದ ಅರ್ಧ ಬೆಲೆ ಹೊಂದಿದೆ. (1, ನೆಯದರಲ್ಲಿ ಪದಗಳ ಮೊತ್ತ ಕ್ರಮಶಃ ಏರುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. (2)ನೆಯದರಲ್ಲಿ ಈ ಏರಿಕೆಯ ಗತಿ ಅತಿ ನಿಧಾನ. ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟು: (1)ನೆಯ ಶ್ರೇಣಿಯ ಮೊತ್ತ ಯಾವುದೇ ಮಿತಿಗೆ ಬಂಧಿತವಾಗದೆ ವೃದ್ಧಿಸುತ್ತದೆ; (2)ನೆಯ ಶ್ರೇಣಿಯ ಮೊತ್ತವಾದರೊ ಕುಂಟುತ್ತ ತೆವಳುತ್ತ ಏರುತ್ತದೆ ನಿಜ, ಆದರೆ ಇದು ಎಂದೂ 2ನ್ನು ತಲುಪುವುದೇ ಇಲ್ಲ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ (1)ನೆಯ ಶ್ರೇಣಿಯ ಮೊದಲ 10 ಪದಗಳ ಮೊತ್ತ 55. ಇದು (2)ನೆಯ ಶ್ರೇಣಿಯ 1.998046875.

ಅಲ್ಲಿಗೆ (1)ನೆಯ ಶ್ರೇಣಿಯ ಮೊತ್ತ ಸಾಧಾರಣ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಟಾರ್ಚ್‌ಲೈಟಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ದೂಲದಂತೆ ಅಪಸರಿಸುತ್ತ (ವಿಸ್ತಾರವಾಗುತ್ತ) ಹೋಗುತ್ತದೆ; (2)ನೆಯ ಶ್ರೇಣಿಯ ಮೊತ್ತ ಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ಸಾಗುವ ಬಿಸಿಲ ಕಂಬಿಯಂತೆ ಅಭಿಸರಿಸುತ್ತ (ಸಂಕುಚಿಸುತ್ತ) ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ (1)ನೆಯ ವರ್ಗದ ಶ್ರೇಣಿಗಳಿಗೆ ಅಪಸರಣಶ್ರೇಣಿಗಳೆಂದೂ (2)ನೆಯ ವರ್ಗದವುಗಳಿಗೆ ಅಭಿಸರಣಶ್ರೇಣಿಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರು.

ಅಪಸರಣ ಶ್ರೇಣಿಯ ಮೊತ್ತ ಅನಂತ. ಅಭಿಸರಣ ಶ್ರೇಣಿಯದು ಸಾಂತ.

ಪ್ರತೀಕಗಳ (symbols) ಬಳಕೆ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದ ಮೇಲಿನ ಹಂತ : a, b, c, x, y, z ಇತ್ಯಾದಿ.

ಈಗ, 1ನ್ನು $(1-x)$ ನಿಂದ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಭಾಗಿಸಿದಾಗ ಒಂದು ಅನಂತ ಶ್ರೇಣಿ ಲಭಿಸುತ್ತದೆ:

$$1 - \frac{1}{1-x} = 1+x+x^2+x^3+\ldots\infty \quad \ldots(3)$$

ಬೀಜಗಣಿತದ ಸಾಧಾರಣ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಶ್ರೇಣಿ (3)ರಲ್ಲಿ ಅಜ್ಞಾತ xಗೆ ಯಾವ ಬೆಲೆ ಆದೇಶಿಸಿದರೂ ತಾಳೆಯಾಗಬೇಕು. xಗೆ 2ನ್ನು ಆದೇಶಿಸೋಣ. ಆಗ ಶ್ರೇಣಿ (3)

$$-1=1+2+4+8+\ldots\ldots \infty \quad \ldots(4)$$

ಎಂದಾಗುವುದು : ಎಡ ಪಾರ್ಶ್ವದ ಋಣಸಂಖ್ಯೆ (–1) ಬಲ ಪಾರ್ಶ್ವದ ಅನಂತವಾಗಿ ವೃದ್ಧಿಸುವ ಧನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಬೇಕು; ಇದು ಶುದ್ಧ ಅಸಂಬದ್ಧ. ಈ ಅಸಂಬದ್ಧತೆ ಹಣಿಕಿದ್ದು ಹೇಗೆ?

xನ ಯಾವುದೇ ಬೆಲೆಗೆ (3)ರ ಉಭಯಪಾರ್ಶ್ವಗಳೂ ತಾಳೆ ಆಗುವುವೆಂದು ಅಂಗೀಕರಿಸಿ ಮುಂದುವರಿದದ್ದೇ ಇಲ್ಲಿಯ ದೋಷ. ಹಾಗಾದರೆ ಈಗೇನು ಮಾಡಬೇಕು? ಈ ಸಂದಿಗ್ಧತೆಗೆ ಪರಿಹಾರ ಒದಗಬೇಕಾದರೆ ನಿಶ್ಚಿತ ಗಣಿತಮತಿಯ ತಾರ್ಕಿಕ ಚಿಂತನೆ ಅನಿವಾರ್ಯ ಅಗತ್ಯ. ಅಜ್ಞಾತ xನ ವರ್ತನೆಗೆ – ಅಂದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ನಾವು ಆದೇಶಿಸಬಹುದಾದ ಬೆಲೆಗಳಿಗೆ – ಕೆಲವು ನಿರ್ಬಂಧಗಳನ್ನು ವಿಧಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುವಾಗ ಗಣಿತವಿದ ತಜ್ಞವೈದ್ಯನೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ರೋಗನಿದಾನಗೈದು ಯೋಗ್ಯಚಿಕಿತ್ಸೆ ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಂತ ಶ್ರೇಣಿಗಳ ಅಪಸರಣೆ ಮತ್ತು ಅಭಿಸರಣೆ ಕುರಿತ ನಿದಾನ ಮತ್ತು ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮಗಳಿಗೆ ವಿಶ್ಲೇಷಣಗಣಿತ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನವಮನ್ವಂತರ ಪ್ರವರ್ತಕನಾದ ಆಯ್ಲರನಿಗೆ 'ಮೂರ್ತಿವೆತ್ತ ವಿಶ್ಲೇಷಣಗಣಿತ' ವೆಂಬ ಬಿರುದು ಬಂದದ್ದು ಅನ್ವರ್ಥಕವಾಗಿದೆ.

ಸಂಖ್ಯಾಲೋಕಸಂಚಾರಿ

ಸಂಖ್ಯಾಪ್ರಪಂಚ ಮತ್ತು ಪ್ರತೀಕಲೋಕ ಇವನ ಸ್ವಂತವಿಹಾರರಂಗ. ಅಗಾಧ ಜ್ಞಾಪಕಶಕ್ತಿ, ವಿಸ್ತಾರ ಮತ್ತು ಸಂಕೀರ್ಣ ಗಣಿತ ಗಣನೆಗಳನ್ನು ಆಧುನಿಕ ಗಣಕಗಳ ಕ್ಷಿಪ್ರತೆಯಿಂದಲೂ ದಕ್ಷತೆಯಿಂದಲೂ ನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲ ನಿಶ್ಚಿತಮತಿ, ಮಾಹಿತಿಗಳ ಎಂಥ ಗೊಂದಲದ ಸಂತೆಯಿಂದಲೂ ಗಣಿತಸತ್ವವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸಬಲ್ಲ ಸುತೀಕ್ಷ್ಣ ದೃಷ್ಟಿ, ಸತತ ಕಾರ್ಯತತ್ಪರತೆ ಇವೆಲ್ಲ ಗುಣಗಳ ಸಾಕಾರಮೂರ್ತಿ ಆಯ್ಲರ್.

ಪಿಯರ್ ಡ ಫರ್ಮಾ (1601-65) ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ಗಣಿತ ಧೀಮಂತ ಸದಾ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳನ್ನು (1 ಮತ್ತು ಸ್ವತಃ ಆ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಮಾತ್ರ ಭಾಗವಾಗುವ ಧನಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು. 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19 ಇವು ಮೊದಲ ಎಂಟು ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು) 'ಉದುರಿಸುವ' ಒಂದು ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಜ್ಞಿಸಿರುವುದಾಗಿ ಸಾರಿದ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ದೊರೆತ ಮೊದಲ ನಾಲ್ಕು ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳಾಗಿದ್ದುವು: 5, 17, 257, 65537. ಇವನ್ನು ಭಾಗಿಸಬಲ್ಲ ಅಪವರ್ತನಗಳೇ ಇಲ್ಲ. ಇದೇ ಉಕ್ತಿಯ ಪ್ರಕಾರ ದೊರೆತ ಐದನೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ 4294967297. ಇದು ಕೂಡ ಅವಿಭಾಜ್ಯವೇ ? ಅಲ್ಲವೆಂದು ಆಯ್ಲರ್ ಸಾಧಿಸಿದ (1732).

$$4294967297 = 641 \times 6700417$$

ವೃತ್ತದ ಪರಿಧಿ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸ ಇವುಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿ ಒಂದು ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆ. ಇದರ ಬೆಲೆ 3 ಮತ್ತು 4ರ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಖಚಿತ ಬೆಲೆ ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಈ ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆಗೆ π ಎಂಬ ಸುಪರಿಚಿತ ಪ್ರತೀಕ ಸೂಚಿಸಿದಾತ ಆಯ್ಲರ್. d ವ್ಯಾಸವಿರುವ ವೃತ್ತದ ಪರಿಧಿ πd.

ಋಣಸಂಖ್ಯೆಯ ವರ್ಗಮೂಲ ಅರ್ಥಹೀನ ಭಾವನೆ ಎಂಬುದು ಸಾಧಾರಣ ನಂಬಿಕೆ. $\sqrt{4} = +2$ ಅಥವಾ -2. ಹಾಗಾದರೆ $\sqrt{-4} = ?$ ಈ ಸಂದಿಗ್ಧತೆ ಬಿಡಿಸಲು ಆಯ್ಲರ್ $\sqrt{-1} = i$ ಎಂದು ಪ್ರತೀಕಿಸಿ $i^2 = -1$ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಿಸಿದ. ಈ ಸುಲಭೋಪಾಯ ಸಂಖ್ಯಾಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಊಹಾತೀತವಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಿದೆ.

$$1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \quad \ldots\infty \quad \ldots(5)$$

ಇದೊಂದು ಅಭಿಸರಿಸುವ ಅನಂತಶ್ರೇಣಿ. ಇದರ ಮೊತ್ತ 2 ಮತ್ತು 3ರ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಖಚಿತ ಬೆಲೆ ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಈ ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆಗೆ e ಎಂಬ ಸುಪರಿಚಿತ ಪ್ರತೀಕ ಸೂಚಿಸಿದಾತ ಆಯ್ಲರ್. (ಅಂದಹಾಗೆ $1! = 1$, $2! = 2\times1$, $3! = 3\times2\times1$, ಮತ್ತು $4! = 4\times3\times2\times1$, ಇತ್ಯಾದಿ).

ಮುಂದೆ ತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿಯ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನೂ Csinx, cosx, tanx, cotx, secx, cosecx) iಯನ್ನೂ eಯನ್ನೂ ಬೆಸೆದು

$$\exp 2\pi i = 1$$

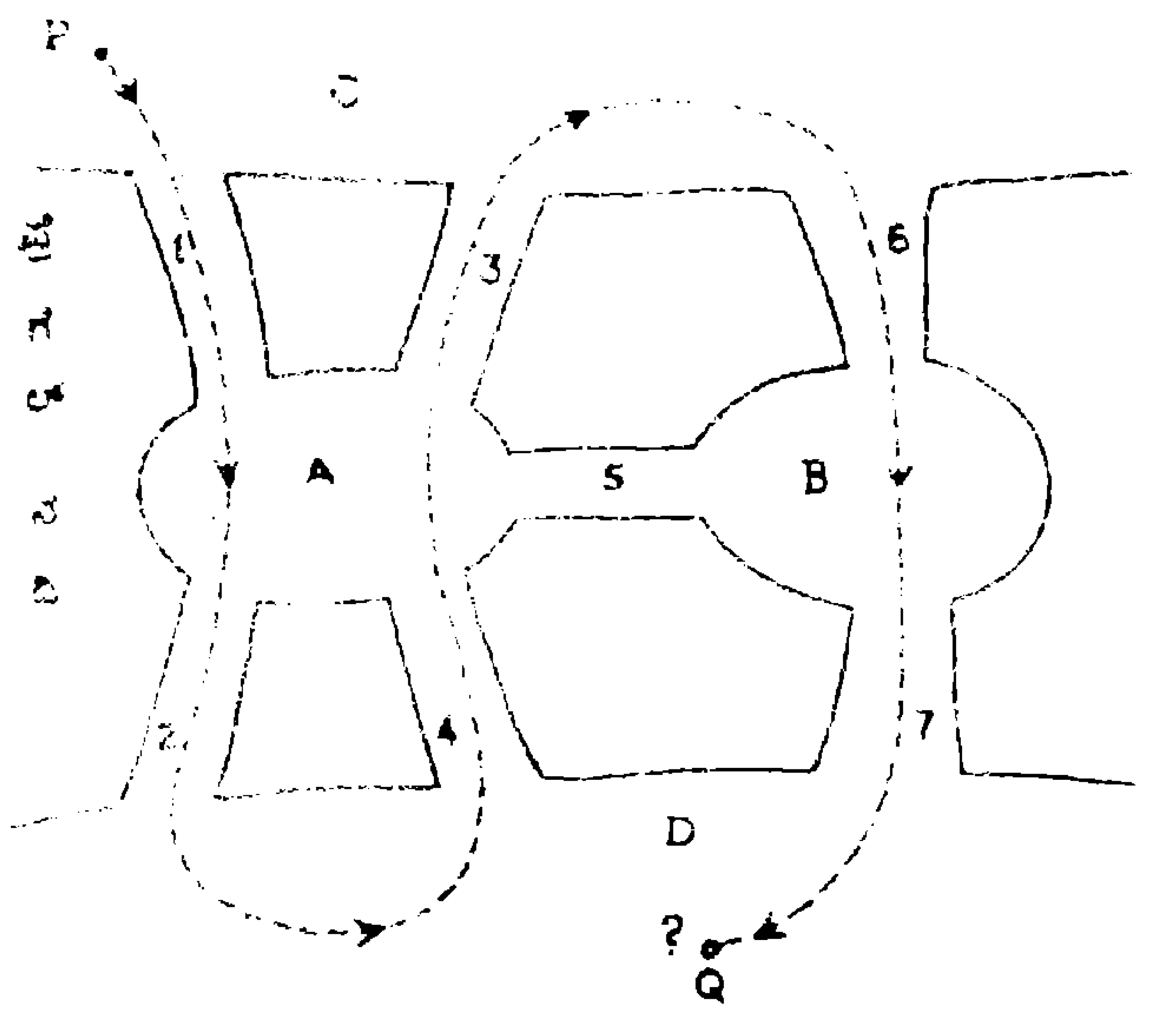
ಎಂಬ ಪರಮಸುಂದರ ಫಲ ಪಡೆದಾತ ಆಯ್ಲರ್.

ಈ ಮಹಾಮತಿಯ ಇತರ ಕೊಡುಗೆಗಳನ್ನು ಉನ್ನತ ಗಣಿತದ ಜಟಿಲ ಕ್ಷೇತ್ರ ಪ್ರವೇಶಿಸದೇ — ಆದ್ದರಿಂದ ಗಣಿತದ ಪರಿಭಾಷೆಗೆ ಶರಣಾಗದೇ — ವಿವರಿಸುವುದು ಕಡು ಕಷ್ಟ.

ಈ ಲೇಖನ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯನ್ನು ಎಳೆದು ನೋಡಿ — ಹರಿದು ಹೋಗುತ್ತದೆ; ತಿರುಚಿ ನೋಡಿ — ಮುದುಡಿ ಮುದ್ದೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಉಭಯ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಕ್ಷರಗಳಾಗಲೀ ಚಿತ್ರಗಳಾಗಲೀ ವಿರೂಪಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಲ್ಲದೇ ಇದೊಂದು ರಬ್ಬರ್ ಹಾಳೆಯಾಗಿದ್ದರೆ (ಅಂದರೆ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಗುಣ ಉಳ್ಳದ್ದಾಗಿದ್ದರೆ) ಇವೇ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಇದರ ವರ್ತನೆ ಹೇಗಿರುತ್ತಿತ್ತು? ಎಳೆದಾಗ ಎಳೆತದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ತುಸು ನುಲುಚಿಕೊಂಡು ವಿಸ್ತರಿಸಿರುತ್ತಿತ್ತು. ತಿರುಚಿದಾಗ ಬೇರೆ ಯಾವುದೋ ಭಂಗಿ ತಳೆದಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಉಭಯ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದರ ಮೇಲಿನ ಅಕ್ಷರಗಳು ಮತ್ತು ಚಿತ್ರಗಳು ವಿರೂಪಗೊಂಡು ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ಕಂಡಿರುತ್ತಿದ್ದವು. ಮೂಲ ಚಿತ್ರಗಳಿಗೂ — ಅಂದರೆ ರಬ್ಬರ್ ಹಾಳೆ ಸಹಜ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗಿನವು — ಈ ವಿಕೃತ ಚಿತ್ರಗಳಿಗೂ ನಡುವೆ ಏನಾದರೂ ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಸಂಬಂಧ ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದೀತೇ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಅರಸುವ ಗಣಿತವಿಭಾಗಕ್ಕೆ ಟಾಪಾಲಜಿ ಎಂದು ಹೆಸರು — ಸಂಸ್ಥಿತಿ ವಿಜ್ಞಾನ, ಜನಪ್ರಿಯ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರ್ ಹಾಳೆ ಜ್ಯಾಮಿತಿ.

ಜರ್ಮನಿಯ ಕೋನಿಗ್ಸ್‌ಬರ್ಗಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೆಗೆಲ್ ನದಿ ಹರಿಯುತ್ತಿದೆ. C ಮತ್ತು D ಇದರ ಎರಡು ದಂಡೆಗಳು. A ಮತ್ತು B ಇದರಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ನಡುಗುಡ್ಡೆ (ದ್ವೀಪ)ಗಳು. 1 ರಿಂದ 7ರ ವರೆಗಿನ ಏಳು ಸೇತುವೆಗಳು ಈ ನಡುಗುಡ್ಡೆಗಳನ್ನೂ ದಂಡೆಗಳನ್ನೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕಿಸಿವೆ.

ನಡುಗುಡ್ಡೆಗಳಿಗೆ ವಾಯುವಿಹಾರಾರ್ಥ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಅಸಂಖ್ಯರ ಪೈಕಿ ಕೆಲವು 'ಹುಚ್ಚರು' ಇಲ್ಲೊಂದು ಹೊಸ ಮೋಜು ಕಂಡರು: ದಂಡೆ, ಸೇತುವೆ ಅಥವಾ ನಡುಗುಡ್ಡೆ ಮೇಲಿನ ಯಾವುದೇ ನೆಲೆಯಿಂದ ಹೊರಟು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೇತುವೆಯನ್ನೂ ಒಮ್ಮೆ ಮತ್ತು ಒಮ್ಮೆ



ಚಿತ್ರ 1

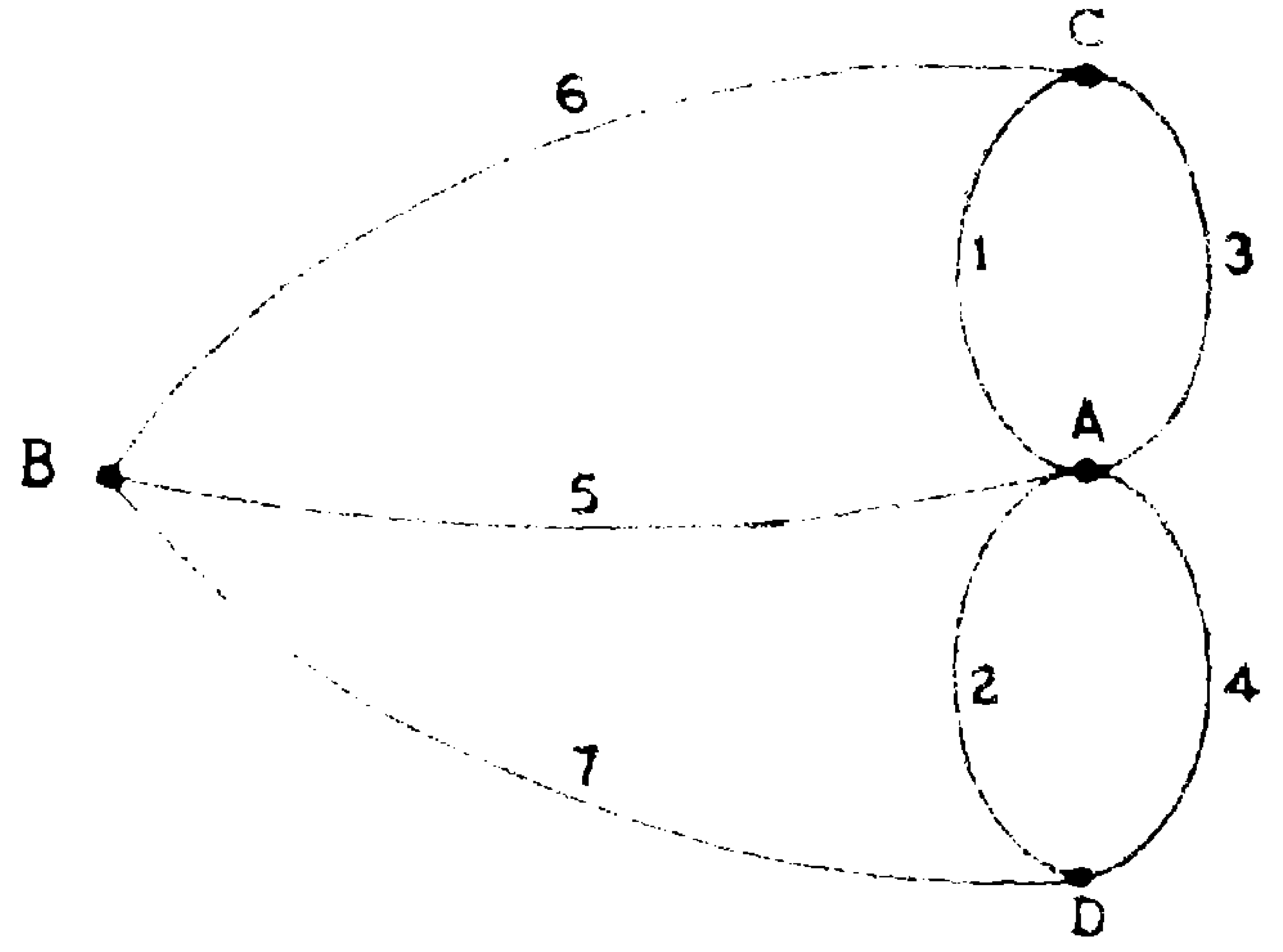
ಮಾತ್ರ ಅಡ್ಡ ದಾಟುತ್ತ ಉಭಯ ನಡುಗಡ್ಡೆಗಳನ್ನೂ ಸಂಪರ್ಕಿಸುತ್ತ ಹೊರಟಲ್ಲಿಗೇ ಮರಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ?

ಚಿತ್ರ (1)ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಒಂದು ಪ್ರಯತ್ನ ಕಾಣಿಸಿದೆ: P ಯಿಂದ ತೊಡಗಿ Q ವರೆಗೆ ನಡಿಗೆ ಬಲು ಸಲೀಸು. ಈಗ ಸೇತುವೆ 5 ದಾಟಲು ಬಾಕಿ ಇದೆ; ಅಲ್ಲದೆ P ಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಲೂ ಬೇಕಾಗಿದೆ. ಸಮಸ್ಯೆಯ ನಿಯಮ ಮುರಿಯದೇ — ಯಾವುದೇ ಸೇತುವೆ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸಲ ಮಾತ್ರ ನಡೆಯತಕ್ಕದ್ದು — ಈ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ಸಾಗುವಂತಿಲ್ಲ. ನೀವು ಬೇರೆ ಯಾವುದೇ ನೆಲೆಯಿಂದ ಹೊರಟು ಇನ್ನಾವುದೇ ಪಥ ಹಿಡಿದು ನಡೆದು ನೋಡಿ: ಕೊನೆ ಹಂತದಲ್ಲಿ 'ದಾರಿಯಾವುದಯ್ಯಾ ವೈಕುಂಠಕೆ?' ಎನ್ನುವ ಕುರುಡುಗಲ್ಲಿ ತಲಪಿರುತ್ತೀರಿ!

ಎಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರಜ್ಞೆ ಮಸಳುತ್ತದೋ ಅಲ್ಲಿ ಗಣಿತಪ್ರಜ್ಞೆ ಮಸಗುತ್ತದೆ.

ಆಯ್ಲರನ ಮುಂದೆ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಮಂಡಿಸಲಾಯಿತು. ಬಿಡಿವಿವರಗಳ ಅಮಿತ ಗೊಂದಲಗಳ ನಡುವೆ ಪ್ರರೂಪ ಅಥವಾ ಸೂತ್ರ ಹೆಕ್ಕುವುದರಲ್ಲಿ ಈತ ಅಗ್ರಗಣ್ಯ — ನೆಲದ ಮೇಲಿನ ಅಪಾರ ವಿಸ್ತಾರದಲ್ಲಿ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಹರಡಿಹೋಗಿರುವ ಎಡ್ಡತಿಡ್ಡುಗಳ, ಅಂಕುಡೊಂಕುಗಳ ಹಾಗೂ ಹರಕುಮುರುಕುಗಳ ಕಲಸಿನಿಂದ ಮೇಲೆ ಏರಿದಂತೆ ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ಬಂಧಿಸಿಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಾಕೃತಿಕ

ರೇಖೆಗಳೋ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿನ್ಯಾಸಗಳೋ ಗೋಚರಿಸುವಂತೆ. ಆ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಆಯ್ಲರ್ ಕಂಡದ್ದು ದಂಡೆಗಳನ್ನೂ ನಡುಗುಡ್ಡೆಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಇವನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಬೆಸೆಯುವ ವಕ್ರರೇಖೆಗಳನ್ನು, ಉಳಿದ ಅನಾವಶ್ಯಕ ದೃಶ್ಯಗಳನ್ನಲ್ಲ – ಅರ್ಜುನ ಮೀನಿನ ಕಣ್ಣು ಮಾತ್ರ ಕಂಡಂತೆ.

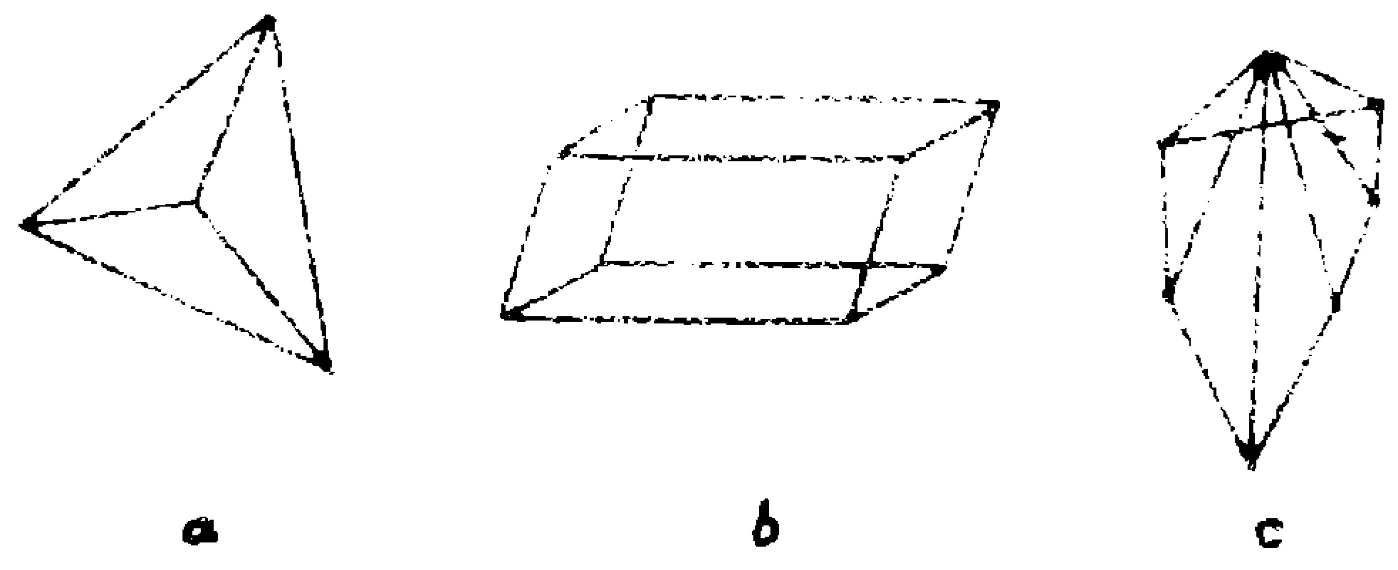


ಚಿತ್ರ : 2

ಚಿತ್ರ (2)ರಲ್ಲಿ A ಯಿಂದ D ವರೆಗಿನ ನಾಲ್ಕು ಬಿಂದುಗಳು ಚಿತ್ರ (1)ರಲ್ಲಿಯ ಸಂವಾದೀ ನೆಲೆಗಳನ್ನು 1 ರಿಂದ 7 ರ ವರೆಗಿನ ವಕ್ರ ರೇಖೆಗಳು ಸಂವಾದೀ ಸೇತುವೆಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ (2)ನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಆಯ್ಲರ್ ಕೋನಿಗ್ಸ್‌ಬರ್ಗಿನ ಸಪ್ತಸೇತುವೆಗಳ ತಪ್ತ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಗಣಿತ ಪರಿಹಾರ ನೀಡಿ ಅದನ್ನು ಸುಪ್ತವಾಗಿಸಿದ.

ಚಿತ್ರ (2)ರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಪೆನ್ಸಿಲ್ ಮೊನೆಯೂರಿ ಎಂದೂ ಮೇಲೆತ್ತದೇ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಕ್ರರೇಖೆಯ ಮೇಲೆಯೂ ಒಂದು ಸಲ ಮಾತ್ರ ಸರಿಯುತ್ತ ಹೊರಟಲ್ಲಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಉದಾಹರಣೆಗೆ (–1–A–4–D–2–A–3–C –6–B–5–A ಹಾದಿ ಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಮುಂದೆ ಹೇಗೆ ಹೋಗುವುದು? 7 ಉಳಿದಿದೆ, Cಗೆ ಮರಳಬೇಕಾಗಿದೆ?

ಆಯ್ಲರ್ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಇದು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದು ರುಜುವಾತಿಸಿದ (1736). ಮುಂದೆ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿಜೃಂಭಿಸಿ ಇಂದು ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಗವಾಗಿ ನಳನಳಿಸುತ್ತಿರುವ ಟಾಪಾಲಜಿಯ ತೀರ ಅಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ, ಆಗಮನಾರ್ಹ ಆದರೆ ಅಸಾಧಾರಣ ಉಗಮವಾದದ್ದು ಹೀಗೆ – ಆಯ್ಲರನ ಪ್ರಖರ ಗಣಿತ ಮೂಸೆಯಲ್ಲಿ, ತನ್ನ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ಶತಮಾನ ಮೊದಲೇ. ಟಾಪಾಲಜಿಯ ಅದ್ಯಪ್ರವರ್ತಕರ ಪೈಕಿ ಆಯ್ಲರನೂ ಒಬ್ಬ.



ಚಿತ್ರ : 3

ಯಾವುದೇ ಬಹುಫಲಕದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ: 3ರಲ್ಲಿ a ಚತುಷ್ಫಲಕ, b ಷಷ್ಠಫಲಕ, C ಸಪ್ತಫಲಕ) ಶೃಂಗ V ಫಲಕ F ಮತ್ತು ಅಂಚು E ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಅನುಭವಜನ್ಯ ಸರಳಸಂಬಂಧವಿದೆ:

ಫಲಕನಾಮ	V	F	E
ಚತುಷ್ಫಲಕ	… 4	… 4	… 6
ಷಷ್ಠಫಲಕ	… 8	… 6	… 12
ಸಪ್ತಫಲಕ	… 7	… 7	… 12

ಈ ಸಂಬಂಧವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ನೀವೇ ಊಹಿಸಬಲ್ಲಿರಿ:

$$V + F - E = 2 \qquad 7$$

ಬಹುಫಲಕಗಳನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಇದೊಂದು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ನಿಯಮ. ಟಾಪಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಖಚಿತ ಪ್ರಮೇಯವೆಂದು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಸಾಧಿಸಿದವ ಆಯ್ಲರ್.

(ಮುಂದುವರಿಯುವುದು)

ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟ ಏಕೆ?

ನಂಬಿಕೆ ಪುರಾವೆಗಳು ಚಂಚಲ

ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಶಬ್ದ ಇವೆರಡೂ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಗಳು. ತರಂಗ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಆಯಾ ಆಕರಗಳು ಇವನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸುತ್ತವೆ. ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಪರಿಮಾಣಗಳಿವೆ: ವೇಗ, ತರಂಗದೂರ, ಆವರ್ತಾಂಕ ಅಥವಾ ಆವೃತಿ. ಇವೆಲ್ಲ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವುಳ್ಳ ಪರಿಮಾಣಗಳು.

ಬೆಳಕು ಅಥವಾ ಶಬ್ದದ ಆಕರದಿಂದ ಬರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಕನೊಬ್ಬ ಗ್ರಹಿಸುತ್ತಾನೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ. ಆಕರ ಹೊಮ್ಮಿಸುವ ತರಂಗ ದೂರವನ್ನೇ ಆತ ಗ್ರಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಷ್ಟೆ? ಆದರೆ ಆಕರ ಮತ್ತು ವೀಕ್ಷಕರೊಳಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನೆಯಿದ್ದರೆ ಹೀಗಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವೀಕ್ಷಕನಿಂದ ಆಕರ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿದ್ದರೆ ತರಂಗದೂರ ದೀರ್ಘತರವಾದಂತೆಯೂ ವೀಕ್ಷಕನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಆಕರ ಸರಿಯುತ್ತಿದ್ದರೆ ತರಂಗದೂರ ಹ್ರಸ್ವ ತರವಾದಂತೆಯೂ ತೋರಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಆಕರವೊಂದು ಹೊಮ್ಮಿಸುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ರೋಹಿತ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಗಳಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ರೇಖೆಗಳಿರಬಹುದು. ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿನ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ನೇರಳೆಯಿಂದ ಕೆಂಪಿನವರೆಗೆ ವರ್ಣ ಛಾಯೆಗಳಿವೆ. ನೇರಳೆಯಿಂದ ಕೆಂಪಿನ ಕಡೆ ಸಾಗಿದಂತೆ ಆಯಾ ಬಣ್ಣ ಅಥವಾ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ತರಂಗದೂರಗಳು ದೀರ್ಘವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಚಲಿಸದ ಆಕರವೊಂದು ಚಲಿಸತೊಡಗಿದಾಗ ಅದರ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಯ ತರಂಗದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದರೆ ಅದು ಕೆಂಪಿನ ಕಡೆ ಸರಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ತರಂಗ ದೂರದಲ್ಲಾಗುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿಯನ್ನು 'ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಶತಮಾನದ ಪೂರ್ವಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ಎಡ್ವಿನ್ ಹಬ್ಲ್ ಎಂಬ ಖಗೋಲಜ್ಞ ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೂ ವಿಶ್ವದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ. ಕೋಟ್ಯಂತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಗೇಲಕ್ಸಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅಧಿಕ ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸುವ ಗೇಲಕ್ಸಿ ನಮ್ಮಿಂದ ಅಧಿಕ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು ಅಧಿಕ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಅವನು ಸಾರಿದ ನಿಯಮದ ಸಾರ. ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸುವಂತೆ ದೂರದ ಅನೇಕ ಗೇಲಕ್ಸಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟಗಳು ಕಂಡು ಬಂದುವು.

ಇಂದಿಗೆ 26 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಅಮೆರಿಕದ ಮಾರ್ಟಿನ್ ಸ್ಮಿತ್, ಆಕಾಶಕಾಯವೊಂದರ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೇಕಡ 16 ರಷ್ಟು ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಕಂಡು ಚಕಿತಗೊಂಡರು. ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಅದರ ದೂರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದಾಗ ಒಂದು ಬಿಲಿಯನ್ (100 ಕೋಟಿ) ಜ್ಯೋತಿವರ್ಷ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಅದರ ಗೋಚರ ಕಾಂತಿಯನ್ನು ಅಳೆದು ನಿಜ ಕಾಂತಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದಾಗ ಅದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗೇಲಕ್ಸಿಗಳಿಗಿಂತ ನೂರು ಮಡಿ ಎಂದು ಕಂಡು ಬಂತು. ಕೋಟ್ಯಂತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಕಾಂತಿಯನ್ನು ಏಕಾಕಿಯಾಗಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವಂತೆ ಕಂಡು ಬಂದ ಇಂಥ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಕ್ವಾಸಾರ್ ಎಂದು ಕರೆದರು. ಅಧಿಕ ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟದಿಂದ ವಿಕಸಿಸುವ ವಿಶ್ವದ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಾಯಗಳಿವು ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆ ಬೇರೂರಿತು.

ಆದರೆ ಕಳೆದ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಕ್ವಾಸಾರ್‌ಗಳು ಮತ್ತೊಂದು ಕೌತುಕಕ್ಕೆ ಎಡೆ ಮಾಡಿವೆ. ಎನ್.ಜಿ.ಸಿ.4319 ಎಂದು ಅಂಕಿತವಾದ ಆಕಾಶಕಾಯ ಒಂದು ಗೇಲಕ್ಸಿ. ಮರ್ಕಾರಿಯನ್ 205 ಎಂದು ಅಂಕಿತವಾದ ಆಕಾಶಕಾಯ ಒಂದು ಕ್ವಾಸಾರ್. ಕ್ವಾಸಾರ್‌ನ ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟ ಗೇಲಕ್ಸಿಯದಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನ. ಆ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ದೂರಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಗಿರಬೇಕಷ್ಟೆ? ಆದರೆ ಅವೆರಡರ ಮಧ್ಯೆ ಭೌತ ಪದಾರ್ಥದ ಸೇತುವೆಯೊಂದು ಇರುವುದು ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕಂಡು ಬಂತು. ಅಂದರೆ ಅವೆರಡೂ ಸರಿ ಸುಮಾರು ಒಂದೇ ದೂರದಲ್ಲಿರಬೇಕು!

(20ನೇ ಪುಟ ನೋಡಿ)

'ಅಗ್ನಿ'- ಶೀತ ಸಂಮಿಲನ - ಜೀವಾವಾಸ

— ಅ. ಕೃ. ಭ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 1 : ಉಡ್ಡಯಿಸ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಭಾರತದ ಕ್ಷಿಪಣಿ 'ಅಗ್ನಿ'ಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 600 ಕಿಮಿ ಎಂದು 1986ರಲ್ಲಿ ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಇತ್ತೀಚಿಗಿನ ಅಂದಾಜಿನಂತೆ ಅದರ ವ್ಯಾಪ್ತಿ 2500 ಕಿಮಿ ಆಗಬಹುದು.

ಏಪ್ರಿಲ್ 6 : ಶಸ್ತ್ರತಯಾರಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಸಮೃದ್ಧ ಯುರೇನಿಯಂ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವುದಾಗಿ ಸೋವಿಯತ್ ರಷ್ಯದ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಗೋರ್ಬಚೊವ್ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 7 : ನಾರ್ವೆಯಿಂದ 500 ಕಿಮಿ ಆಚೆ ಸಮುದ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸೋವಿಯತ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಯೊಳಗೆ ಬೆಂಕಿ ಎದ್ದು ಕೆಲವು ನಾವಿಕರು ತೀರಿಕೊಂಡರು. ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿ ಮುಳುಗಿದೆ. ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಯ ರಿಯಾಕ್ಟರನ್ನು ಮುಚ್ಚಲಾಗಿದೆ. ಈ ಘಟನೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗಬಹುದಾದ ಪರಿಸರ ಹಾನಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಚರ್ಚೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 11 : ವ್ಯೋಮದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೇ ಭದ್ರನಿಸುವ ನಿರ್ವಾತ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ 2 ಮಿಲಿಯನ್ ವಾಟ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಲೇಸರ್ ಒಂದನ್ನು 'ತಾರಾಸಮರ' ಯೋಜನೆಗಾಗಿ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯದಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಯಿತು.

ಏಪ್ರಿಲ್ 12 : ಇನ್ಸಾಟ್-1ಡಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕೇಪ್ ಕೆನರವಾಲ್‌ನ ಉಡ್ಡಯನ ತಾಣಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

* ಉಟಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ (ನೋಡಿ: ಬಾಲವಿಜ್ಞಾನ-ಏಪ್ರಿಲ್ ಸಂಚಿಕೆ) ಶೀತ ಸಂಮಿಲನ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿದ ಸುದ್ದಿಗಳು ಅಮೆರಿಕದ ಕೆಲವು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳಿಂದ ಬಂದಿವೆ. ಅನೇಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಉಟಾದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಯಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ನಾಲ್ಕು ಮಡಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುವರೆಂದೂ ಟೆಕ್ಸಾಸ್‌ನಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ವ್ಯಯಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಶೇಕಡ 80 ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುವರೆಂದೂ ವರದಿಯಾಗಿದೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರಜಲ ತುಂಬಿಸಿ ಪಲ್ಲಾಡಿಯಂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್‌ಗಳ ಮಧ್ಯೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಸಿದಾಗ ಉತ್ಪಾದಿಸಲ್ಪಡುವ ಶಕ್ತಿ ಸಂಮಿಲನದ ಫಲವೇ, ಇನ್ನಾವುದಾದರೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಫಲವೇ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕುತೂಹಲ ತಾಳಿದ್ದಾರೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 13 : ಮಾಸ್ಕೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ರುವಾರ್ ಕುಚ್‌ಮಿನ್ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಶೀತ ಸಂಮಿಲನವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದ ಬಗ್ಗೆ 'ಟಾಸ್' ವರದಿ ಮಾಡಿದೆ. ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಪಡೆದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನೇ ಇಲ್ಲಿನ ಪ್ರಯೋಗಫಲಿತಾಂಶಗಳೂ ಹೋಲುತ್ತಿವೆ. ಟೈಟೇನಿಯಂ ಮತ್ತು ಪಲ್ಲಾಡಿಯಂ ಲೋಹಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋಡುಗಳನ್ನು ಮಾಸ್ಕೊದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಡಿಟೆಕ್ಟರುಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಮೇಲಿಂದ 'ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಕ್ರಿಯೆ-ಸಂಮಿಲನ' ಎಂಬ ಅನುಮಾನವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 16 : ಮುಂಬಯಿಯ ತಾತಾ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಫಂಡಮೆಂಟಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ರಾಸಾಯನಿಕ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಡಾ|| ಕೆ.ಎಸ್.ವಿ. ಸಂತಾನಂ ನಾಯಕತ್ವದ ತಂಡ ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತೆನ್ನಲಾದ 'ಪ್ರನಾಳದಲ್ಲಿ ಶೀತ ಸಂಮಿಲನ' ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒಂದು ಮಿನಿಟು ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಸಿದಾಗಲೇ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಯಿತೆಂದು ಸಂತಾನಂ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. "ನಾನು ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಸಂಮಿಲನ ಎಂದು ಕರೆಯುವುದಿಲ್ಲವಾದರೂ ಅದೊಂದು ಸಾಧ್ಯತೆಯಾಗಿ ತೋರುತ್ತಿದೆ" ಎಂದು ಅವರು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

* ಬಾಬಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕ ಪಿ.ಕೆ. ಅಯ್ಯಂಗಾರ್ 'ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಆದರ್ಶ ರೀತ್ಯ ಸಂಮಿಲನವಲ್ಲ, ಡ್ಯೂಟೀರಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಜಾಗಗಳನ್ನು ಮ್ಯುಯಾನುಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸುವುದುಂಟು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ಗಾತ್ರ ಕಡಮೆಯಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಂಮಿಲನದ ಸಂಭವನೀಯತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಇಂಥದೇ ಕ್ರಿಯೆ ಪಲ್ಲಾಡಿಯಂನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಡಿ.ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆಂದು ಹೆಸರಿಸಲ್ಪಡುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಡ್ಯುಟೀರಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಪಲ್ಲಾಡಿಯಂ-ಟೈಟೇನಿಯಂ ಜಾಲಕದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತವಾದರೆ ಪರಮಾಣು

ಗಾತ್ರ ಇಳಿದು ಸಂಮಿಲನದ ಸಂಭವನೀಯತೆ ಹೆಚ್ಚುವುದು' ಎಂದು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

* ಭಾರತ ಮತ್ತು ಶ್ರೀಲಂಕಾ ಮಧ್ಯದ ಮನ್ನಾರ್‌ಕೊಲ್ಲಿಯ 10,500 ಚದರ ಕಿಮೀ ವಿಸ್ತಾರದ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ರಕ್ಷಿತ ಜೀವಾವಾಸ ಎಂದು ಸಾರಲಾಗಿದೆ. ತಮಿಳು ನಾಡಿನಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ನೀಲಗಿರಿ ಜೀವಾವಾಸವನ್ನು ರಕ್ಷಿತ ಭಾಗವೆಂದು ಸಾರಿದ್ದಾರೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 17 : ಜನ್ಮತಃ ಬರುವ ಹೈಡ್ರೋಫೋಬಿಯ-ಜಲಭಯವನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ರಷ್ಯದ ಇಗೋರ್ ಚರ್ಕೆವಿಸ್ಕಿ 'ಜಲತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಸುವ ಹೆರಿಗೆಗಳು ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿ' ಎಂದಿದ್ದಾರೆ. ಇಂಥ ಹೆರಿಗೆಗಳಿಂದ ಶಿಶುಗಳು ತೀವ್ರ ಗುರುತ್ವ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಒಮ್ಮೇಲೆ ಒಳಗಾಗದಿರುವುದರಿಂದ ಅವರ ಆರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೂ ಉತ್ತಮ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದು ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. 1972ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಜಲಜನನ ನಡೆಯಿತು. ಇದೀಗ ಸುಮಾರು 1000 ಜಲಜನನಗಳು ನಡೆದಿವೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 19 : ಮೊದಲಾಗಿ ಉಟಾದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಶೀತ ಸಂಮಿಲನದ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಕಲ್ಪಾಕಮ್‌ನ ಇಂದಿರಾ ಗಾಂಧಿ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂದು ರೇಡಿಯೊಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ ಪ್ರೋಗ್ರಾಮ್‌ನ ಮುಖ್ಯಸ್ಥ ಸಿ.ಕೆ. ಮ್ಯಾಥ್ಯೂಸ್ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ಭಾರಜಲವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭಜನೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದೆವೆಂದೂ ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಟೈಟೇನಿಯಂ ಕ್ಯಾತೋಡ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲಾಟಿನಂ ಆನೋಡ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದೆವೆಂದೂ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ವಾಹಕವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲು ನಿಕಲ್ ಮತ್ತು ಪಲ್ಲಾಡಿಯಂ ಲವಣಾಂಶವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆವೆಂದೂ ಅವರು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಭಜನೆ ನಡೆಯುವ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತೀವ್ರತೆ ಕಂಡು ಬಂತೆಂದು ಅವರು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅಂಥದೇ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸುವಾಗ ಕಂಡುಬಂದ ತಾಪಏರಿಕೆಗಿಂತ 3-4 ಮಡಿ ತಾಪ ಏರಿಕೆ ಕಂಡು ಬಂತೆಂದು ಅವರು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

'ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಹೆಚ್ಚಳ ಸೇಕಡ 30 ಇತ್ತು. ಆದರೆ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಸದಾ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ' ಎಂದು ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕ ಸುಂದರಂ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 28 : ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಧೂಮಪಾನ ನಿಷೇಧವನ್ನು ಒರಿಸ್ಸಾ ಸರಕಾರ ಜಾರಿಗೆ ತರಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿದೆ. ●

(18ನೇ ಪುಟದಿಂದ)

ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಸರಿ ಸುಮಾರು ಒಂದೇ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು ಭೌತಿಕವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ವರ್ತಿಸುವ ಕೆಲವು ಗೇಲಕ್ಸಿಗಳಲ್ಲೂ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟಗಳು ಒಂದೇ ತರನಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದನ್ನು ಮಾಕ್ಸ್ ಪ್ಲಾಂಕ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಖಗೋಲ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹಾಲ್ಟನ್ ಆರ್ಪ್ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಇದುವರೆಗೆ ನಂಬಿಕೊಂಡು ಬಂದಿರುವ ವೇಗಾವಲಂಬಿತ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟವಲ್ಲದೆ ಬೇರಾವ ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟವಿರಬಹುದು? ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟಕ್ಕೂ ವಿಶ್ವದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ಏನಾಗಬಹುದು? ಈ ಕುತೂಹಲದ ಹಂತದಲ್ಲಿ ನಾವಿದ್ದೇವೆ! ●

ಶ್ರೀಮತಿ ಯಮುನಾಬಾಯಿ ಸ್ಮಾರಕ ಬಹುಮಾನ

ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಬಾಲವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಲೇಖನಗಳ ಪೈಕಿ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಲೇಖನವನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಶ್ರೀಮತಿ ಯಮುನಾಬಾಯಿ ಸ್ಮಾರಕ ಬಹುಮಾನ ನೀಡಲು ಉದ್ದೇಶಿಸಿದ್ದು 1987 ಮತ್ತು 1988ನೇ ಸಾಲಿಗೆ ನೀಡಲಾದ ಬಹುಮಾನಗಳ ವಿವರ ಹೀಗಿದೆ.

ವರ್ಷ	ಲೇಖನ	ಪ್ರಕಟವಾದ ಸಂಚಿಕೆ	ಲೇಖಕರು
1987	ಲೂಯಿ ಪಾಶ್ಚರ್	ಜನವರಿ 1987	ಡಾ|| ಚಂದ್ರಪ್ಪ ಗೌಡ
1988	ಅರ್ನೆಸ್ಟ್‌ರುಥರ್‌ಫರ್ಡ್	ಫೆಬ್ರವರಿ 1988	ಕು.ಜೆ.ಎಲ್. ಅನುರಾಧ

ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ

– ಎ.ಒ. ಆವಲಮೂರ್ತಿ

1836ರಲ್ಲಿ ಸ್ಯಾಮುಯೆಲ್ ಮೋರ್ಸ್ ಟೆಲಿಗ್ರಾಫನ್ನೂ 1876ರಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಾಂಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನನ್ನೂ ರೂಪಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಿ ಬಿಟ್ಟಿತು. ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸಲು ಟೆಲಿಫೋನ್ ಮತ್ತು ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ತಂತಿಗಳ ದೊಡ್ಡ ಜಾಲವೇ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು.

ಈ ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಸಂದೇಶವಾಹಕ ಮಾರ್ಗಗಳಾಗಿ ತಾಮ್ರದ ಜೋಡಿ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಒಂದು ಜಾಗದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಜಾಗಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಬೇಕಾದ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಪ್ರೇಷಕವು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಜ್ಞೆಗಳು ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ ಗ್ರಾಹಕವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಟೆಲಿಫೋನ್ ಅವನ್ನು ಧ್ವನಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳದೇ ಆದ ಕೆಲವು ಮಿತಿಗಳೂ ತೊಂದರೆಗಳೂ ಇವೆ. ಸಂಪರ್ಕ ಜಾಲದ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯಿಂದ ಅದರ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ; ಸಂಜ್ಞೆಯನ್ನು ಬಹಳ ದೂರ ರವಾನಿಸುವಾಗ ಶಕ್ತಿಯ ನಷ್ಟವಾಗುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತಕಗಳನ್ನಿಟ್ಟು ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಪುನಶ್ಚೇತನಗೊಳಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸಂಜ್ಞೆ ಸಾಗಣೆಕೆಗೆ ಬೇಕಾದ ತಾಮ್ರದ ಹೊರಜಿಗಳ ಬೆಲೆ ಏರುತ್ತಿದೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಪರಿಹಾರಕ್ಕೆ ದ್ಯುತಿ ತಂತು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅಭಿವರ್ಧಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಗಾಜಿನಿಂದ ತಯಾರಾದ ತಂತುಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದು ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸುವುದು ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣ.

ಮಾಹಿತಿ ಒಯ್ಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ರವಾನಿಸಬೇಕಾದ ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತೀಯ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಗಿಂತ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು. ಆದ್ದರಿಂದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಕಳಿಸಿದರೆ ಮಾಹಿತಿ ಒಯ್ಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ತುಂಬಾ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಯುಕ್ತ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಒಮ್ಮೆಗೆ 15000 ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಬಹುದು. ಅದೇ ತಾಮ್ರದ ಜೋಡಿ ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ ಒಮ್ಮೆಗೆ ಕೇವಲ 48 ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ರವಾನಿಸಬಹುದು.

ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕಾಗಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ತಂತ್ರ ಹೊಸದೇನಲ್ಲ. 1880ರಷ್ಟು ಹಿಂದೆಯೇ ಗ್ರಹಾಂಬೆಲ್ ಫೋಟೋಫೋನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ. ಅದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರಲಿಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಚೆದರುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ದೂರವನ್ನು ತಲುಪುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ.

ದ್ಯುತಿ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಮಹತ್ವ ಬಂದದ್ದು 1960ರ ಅನಂತರ – ಲೇಸರ್ ಕಿರಣ ದಂಡಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರದೊಂದಿಗೆ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಪರಿಶ್ರಮದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಶಕ್ತಿ ನಷ್ಟ ಕನಿಷ್ಠವಾಗಿರುವ ವಾಹನ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅದೇ ದ್ಯುತಿ ತಂತು. ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಪಿತಾಮಹನೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿರುವ ಅಮೆರಿಕದ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಕಯೆ 1968ರಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನಿಂದ ತಯಾರಾದ ತಂತುಗಳ ಮೂಲಕ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಸರಾಗವಾಗಿ ಬಹಳ ದೂರದವರೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಬಹುದೆಂಬ ಸೂಚನೆ ನೀಡಿದ. ಅಂದಿನಿಂದ ದ್ಯುತಿ ತಂತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಹಂತವನ್ನು ದಾಟಿ ಬಳಕೆಯ ಸಾರ್ಥಕ ಹಂತವನ್ನು ತಲುಪಿದೆ.

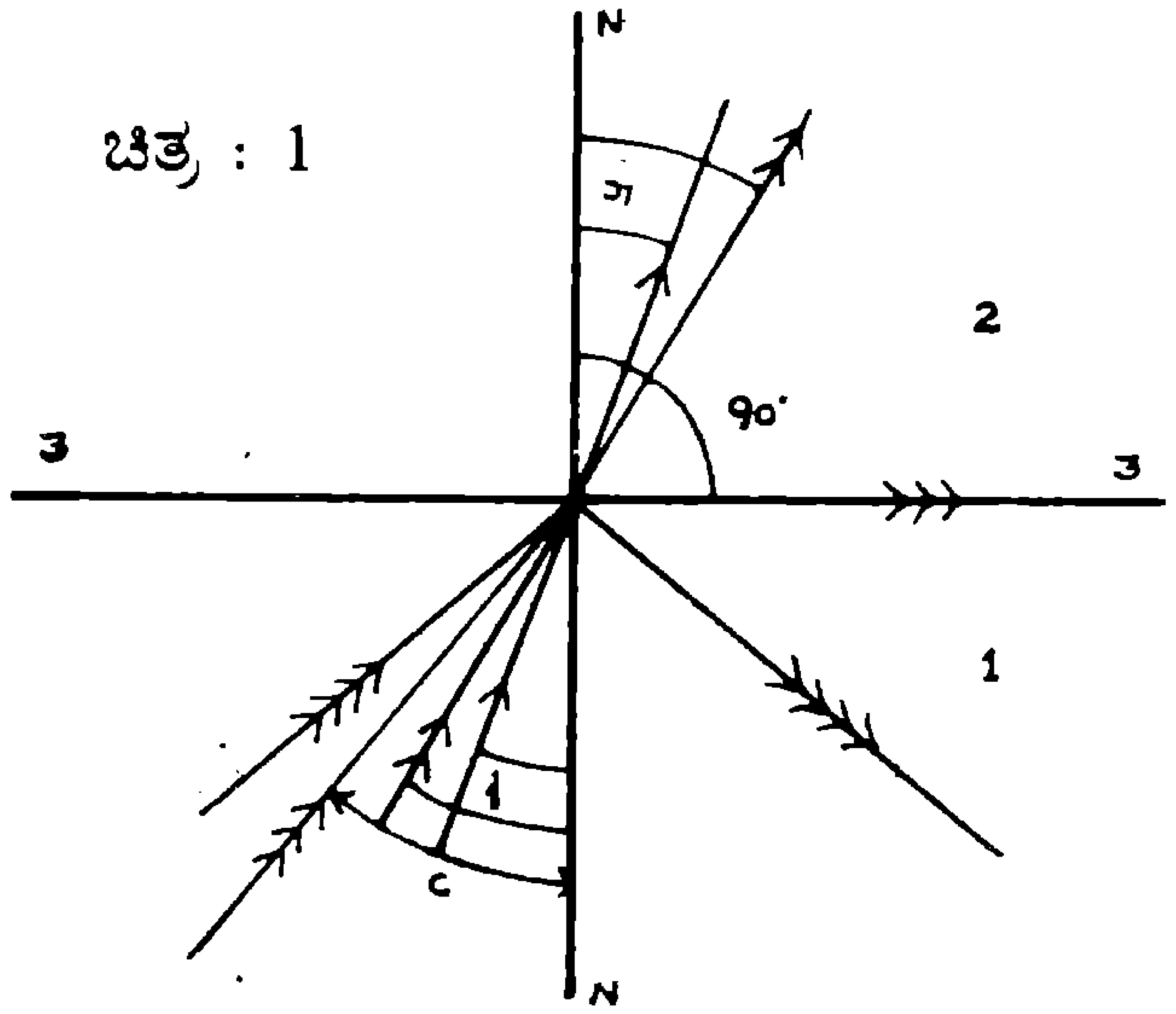
ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ

ದ್ಯುತಿ ತಂತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ತತ್ವವನ್ನೂ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕು ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದ್ಯುತಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಆಂಶಿಕವಾಗಿ

ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಹಾಗೆಯೇ ಆಂಶಿಕವಾಗಿ ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಮೊದಲನೇ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಎರಡನೆ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ, ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ದ್ಯುತಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿ, ಎರಡೂ ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಎಳೆದ ಲಂಬದ ಕಡೆಗೆ ಅಥವಾ ದೂರವಾಗಿ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ವಕ್ರೀಭವನವೆನ್ನುವುದು. ಮೊದಲನೇ ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎರಡನೆಯದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ, ಕಿರಣವು ಲಂಬದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಣವು ಲಂಬದೊಂದಿಗೆ ಮಾಡುವ ಕೋನ, ಆಪಾತ ಕೋನ (i). ಇದು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಎರಡನೆ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಣವು ಲಂಬದೊಂದಿಗೆ ಮಾಡುವ ಕೋನ (ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ r) ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. i ಕೋನದ ಬೆಲೆಯು (ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಲೆ 'c) 'c' ಯನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ r ಕೋನದ ಬೆಲೆಯು ಗರಿಷ್ಠವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ 90° ಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ವಕ್ರಿಭವನಗೊಂಡ ಕಿರಣವು ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸವರುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ವಕ್ರೀಭವನವು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆಗ c ಕೋನವನ್ನು ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

i ಕೋನದ ಬೆಲೆಯು c ಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ? ಯಾರೂ ಊಹಿಸಬಹುದಾದ ಉತ್ತರ!

ಚಿತ್ರ : 1



ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ
NN – ಲಂಬ; 1 ಮೊದಲ ಮಾಧ್ಯಮ
2. ಎರಡನೇ ಮಾಧ್ಯಮ 3. ಮೇಲ್ಮೈ

ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ: 1) ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನವು ನೂರಕ್ಕೆ ನೂರ ರಷ್ಟಾಗುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

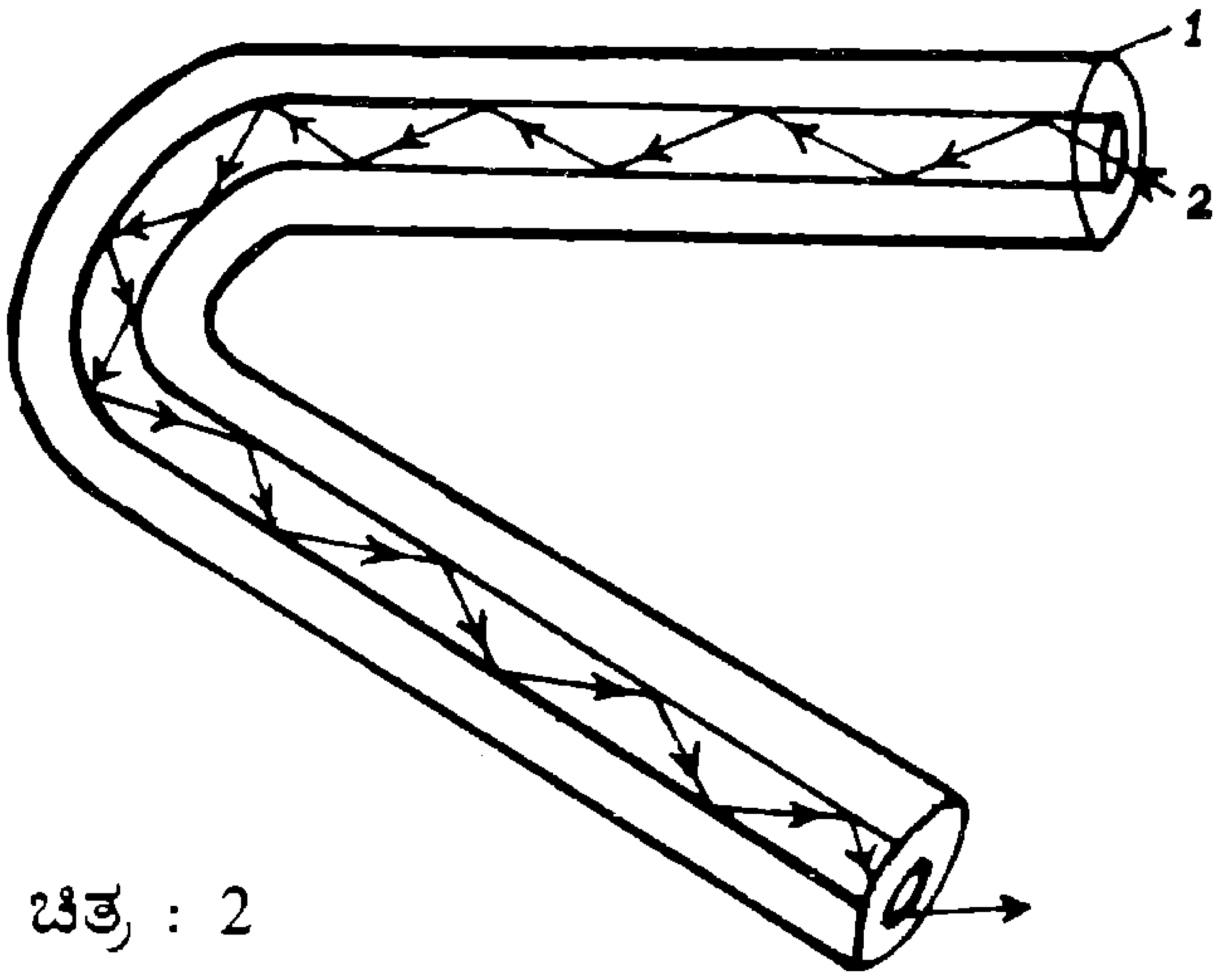
ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗಬೇಕಾದರೆ

(1) ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಮೊದಲು ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು. ಅನಂತರ ಕಡಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಬೇಕು.

(2) ಆಪಾತ ಕೋನವು ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು.

ದ್ಯುತಿತಂತು

ದ್ಯುತಿ ತಂತುಗಳು ಈ ಎರಡೂ ನಿಬಂಧನೆಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿವೆ. ತಿರುಳು ಮತ್ತು ಹೊದಿಕೆ ಎಂಬ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿರುವ ದ್ಯುತಿ ತಂತುಗಳು ಕೂದಲಿನೆಳೆಯಷ್ಟು ಸಪೂರ. ತಿರುಳಿನ ವ್ಯಾಸ ಕೂದಲಿನ ಕಾಲು ಭಾಗದಿಂದ ಅರ್ಧ ಭಾಗದಷ್ಟಿದೆ. (50 ಯಿಂದ 100 ಮೈಕ್ರೊಮಿಟರ್). ಇನ್ನುಳಿದದ್ದು ಹೊದಿಕೆ.



ಚಿತ್ರ : 2

ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಕ್ರಿಯೆ
1. ಕಡಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಹೊದಿಕೆ 2. ಅಧಿಕ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ತಿರುಳಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಕಿರಣ

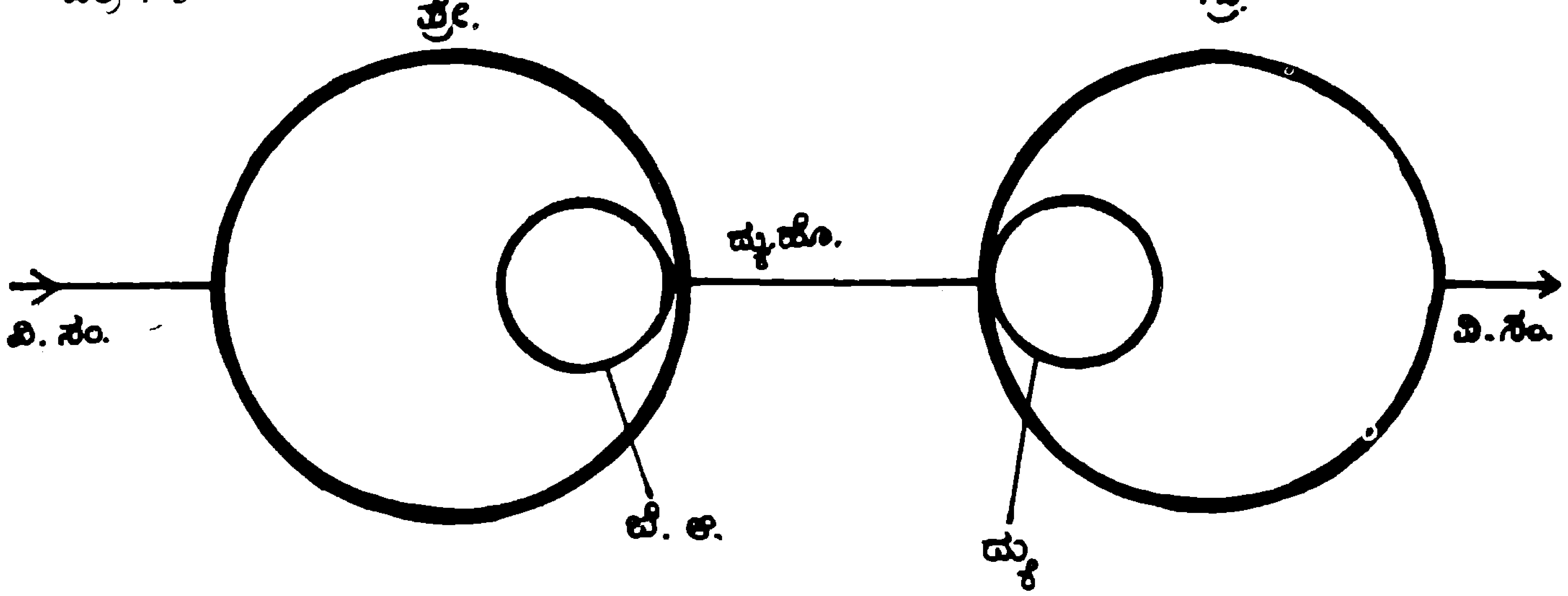
ತಿರುಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಹಾಗೂ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಗಾಜಿನಂಥ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ತಿರುಳು ಹೊದಿಕೆಯ ನಡುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಲೇಸರ್

ಕಿರಣವು ಸಂಧಿಸ್ಥ ಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದಾಗ ಅದು ಪೂರ್ಣಾಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ಯುತಿ ತಂತು ನೆಟ್ಟಗಿರಲಿ ಅಥವಾ ಸೊಟ್ಟಗಿರಲಿ, ಪ್ರತಿ ಬಾರಿ ಕಿರಣವು ತಿರುಳ ಹೊದಿಕೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಬಳಿ ಬಂದಾಗಲೂ ಇದೇ ರೀತಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೊರಗೆ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಲೇ ಇರಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಕ್ಷೀಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೂಡಾ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಮೂರು ಭಾಗಗಳಿವೆ: (1) ಬೆಳಕಿನ ಆಕರವನ್ನು ಚಾಲೂಗೊಳಿಸಿ ಸಂದೇಶದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸುವ ಪ್ರೇಷಕ (2) ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಗ್ರಾಹಕವಿರುವ ಕಡೆಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಬಲ್ಲ ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಹೊರಜಿಗಳು (3) ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಲ್ಲ ಗ್ರಾಹಕ (ಚಿತ್ರ: 3).

ಆದ್ದರಿಂದ ರಹಸ್ಯ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಲು ದ್ಯುತಿ ತಂತು ತುಂಬಾ ಉಪಯುಕ್ತ. ದ್ಯುತಿ ತಂತುವಿನ ವಿದ್ಯುದವಾಹಕತೆಯಿಂದಾಗಿ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹ್ರಸ್ವಮಂಡಲ (ಶಾರ್ಟ್‌ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್) ಆಗುವುದಿಲ್ಲ; ಕಿಡಿಕಾರುವುದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸ್ಫೋಟಕಗಳ ಮಧ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುದಾಗಾರಗಳಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಲೋಹದ ಹೊರಜಿಗಳ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೂ ಬಳಸಬಹುದು. ಹಲವಾರು ಕಿಮೀ ಉದ್ದದ ದ್ಯುತಿ ತಂತುಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ತೂಕ ತುಂಬಾ ಕಡಮೆ; ಕಡಮೆ ಜಾಗ ಸಾಕಾಗುತ್ತದೆ, ಸಾಗಿಸುವುದು ಸುಲಭ. ಒಂದು ಕಿ.ಮೀ ಉದ್ದದ ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಕೇವಲ 28 ಗ್ರಾಂ ತೂಕವಿದ್ದು ನಶ್ಯದ ಡಬ್ಬಿಯೊಳಗೆ ಕೂಡಿಸಬಹುದಾದಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಿರುತ್ತದೆ. ಇವು ಬಾಗಬಲ್ಲುವಾದ್ದರಿಂದ ತೀವ್ರ ತಿರುವುಗಳು ಕೂಡ ತೊಂದರೆ ಉಂಟುಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳು 250 ರಿಂದ 500 ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಉಷ್ಣತೆಯ

ಚಿತ್ರ : 3



ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ: ವಿ.ಸಂ: ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಜ್ಞೆ, ಪ್ರೇ: ಪ್ರೇಷಕ,
ಬೆ.ಆ: ಬೆಳಕಿನ ಆಕರ; ದ್ಯು.ಹೊ: ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಹೊರಜಿ; ಗ್ರಾ: ಗ್ರಾಹಕ, ದ್ಯು: ದ್ಯುತಿ ದಿಷ್ಟಕ

ದ್ಯುತಿ ತಂತು ಹೊರಜಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕಚ್ಚಾವಸ್ತು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಸಿಲಿಕ. ಗಾಜು ವಿದ್ಯುತ್ ನಿರೋಧಕವಾದ್ದರಿಂದ ಹೊರಗಿನ ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತೀಯ ಸಂಜ್ಞೆಗಳೂ ದ್ಯುತಿ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ಮಧ್ಯೆ ತೂರುವುದಿಲ್ಲ, ಮಾಹಿತಿಗಳು ಬೆರಕೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನು ತಾಳಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು. ಗಾಜಿನ ಕಿಲುಬು ನಿರೋಧ ಶಕ್ತಿಯೂ ತಾಮ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು.

ಈಗಾಗಲೇ ಜಪಾನ್ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕ ದೇಶಗಳು ದ್ಯುತಿ ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಿವೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪುಣೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ●

ಪ್ರಶ್ನೆ – ಉತ್ತರ

ಉತ್ತರಿಸಿದವರು: ಬಿ.ಆರ್. ಗುರುಪ್ರಸಾದ್

1. ರಾಕೆಟ್‌ಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಉತ್ಕರ್ಷಕಾರಿ ದ್ರವಗಳು ಯಾವುವು?

– ಡಿ.ಗರಗ

ಅದರ ವಿನ್ಯಾಸ ಹಾಗೂ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ರಾಕೆಟ್‌ದೊಂದರ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಉತ್ಕರ್ಷಕಾರಿ ದ್ರವಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳೇ ರಾಕೆಟ್‌ನ ಇಂಧನ ಹಾಗೂ ಆ ಇಂಧನದ ದಹನ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ದಹನಾನುಕೂಲಿ (ಆಕ್ಸಿಡೈಸರ್). ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಂದಿನ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆ, ಹೈಡ್ರೆಜೀನ್ ಹಾಗೂ ದ್ರವ ಜಲಜನಕಗಳನ್ನು ಇಂಧನವಾಗಿಯೂ ಹಾಗೂ ದ್ರವ ಆಮ್ಲಜನಕ, ನೈಟ್ರೋ ಜನ್ ಟೆಟ್ರಾಕ್ಸೈಡ್, ಹೊಗೆಕಾಯುವ ಕೆಂಪು ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಇವುಗಳನ್ನು ದಹನಾನುಕೂಲಿಗಳಾಗಿ ಬಳಸುವರು.

2. ಬುಧ, ಗುರು, ಶುಕ್ರ, ಶನಿ, ಸೋಮ, ಮಂಗಳ ಯುರೇನಸ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲೂಟೋ, ಈ ಗ್ರಹಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಆಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಅಪ್ಪಳಿಸಿಕೊಂಡಿಲ್ಲವೇಕೆ?

– ಬಸವರಾಜ್ ಲಾಡ್ಲಾಪುರ, ಗುಲ್ಬರ್ಗಾ

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಒಂಬತ್ತು ಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಬುಧ, ಶುಕ್ರ, ಭೂಮಿ, ಮಂಗಳ, ಗುರು, ಶನಿ, ಯುರೇನಸ್, ನೆಪ್ಚೂನ್ ಹಾಗೂ ಪ್ಲೂಟೋ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅವು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಅಪ್ಪಳಿಸಿಲ್ಲ. ಸೋಮ ಎಂಬ ಗ್ರಹ ಇಲ್ಲ.

3. ಐ.ಆರ್.ಎಸ್. – ಎ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದೆ?

– ಶ್ರೀಹರಿ ಪರಪೇಟೆ (11206)

ಭಾರತದ ಪ್ರಥಮ ಸ್ವದೇಶಿ ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹವಾದ ಐ.ಆರ್.ಎಸ್.–1ಎ. ದೂರಸಂವೇದನೆ (ರಿಮೋಟ್ ಸೆನ್ಸಿಂಗ್), ಅಂದರೆ ಕಕ್ಷೆಯಿಂದಲೇ ಸಣ್ಣ ಭೂಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾಮಾನಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ನವೆಂಬರ್ 88ರ ಬಾಲವಿಜ್ಞಾನದ 7ನೇ ಪುಟವನ್ನು ನೋಡಿ.

4. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತಗಳು ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ಬೇರೆ ಗ್ರಹದಲ್ಲೂ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆಯೇ?

– ಪಿ.ಎಂ. ಶಬ್ಬೀರ್, ಕನ್ಯಾನ (ದ.ಕ.)

ಭೂಮಿಯದರಂತಹದೇ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರ ಇರುವ ಗ್ರಹಗಳೇನಾದರೂ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲೂ ಸಹ ಕಾಂತಗಳು ಉತ್ತರದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಬಲ್ಲುವು. ಆದರೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಭೂಮಿಯುದರಷ್ಟೇ ಇರುವ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಇತರೆ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಇದುವರೆಗೆ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ.

5. ಗುರುಗ್ರಹ ಅತಿವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲು ಕಾರಣವೇನು?

– ಪಿ.ಎಂ. ಶಬ್ಬೀರ್, ಕನ್ಯಾನ (ದ.ಕ.)

ಗುರುಗ್ರಹ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ. ಸೌರ ವ್ಯೂಹದ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅತಿ ವೇಗ ವಾಗಿ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಾನೇ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ಒಮ್ಮೆ ಹಾಗೆ ಸುತ್ತಲು ಅದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ಘಂಟೆಗಳು (ಸರಿಯಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ 9 ಘಟೆ 55 ನಿಮಿಷಗಳು) ಅಷ್ಟೆ. ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಒಮ್ಮೆ ಸುತ್ತಲು ಭೂಮಿ 24 ಘಂಟೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ನೆನೆಯಬಹುದು.

6. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಇದ್ದ ಹಾಗೆ ಆಮ್ಲಜನಕ ಬೇರೆ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದಿರಲು ಕಾರಣವೇನು?

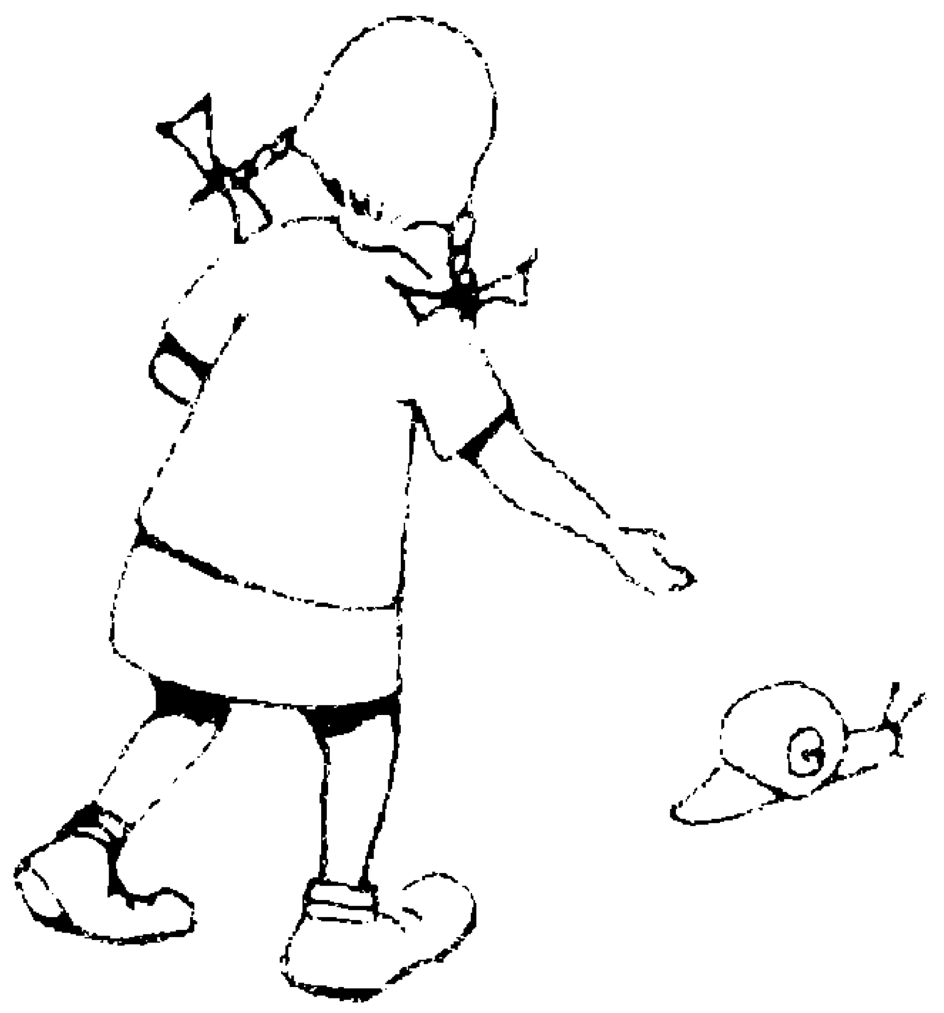
– ಪಿ.ಎಂ. ಶಬ್ಬೀರ್, ಕನ್ಯಾನ (ದ.ಕ.)

ಗ್ರಹವೊಂದರ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಅನಿಲಗಳು ಆ ಗ್ರಹದ ಗಾತ್ರ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (ಮಾಸ್) ಅದರ ಆಂತರಿಕ ಸಂಯೋಜನೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಹಿಂದಿನ ಚರಿತ್ರೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ಗ್ರಹದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಇನ್ನಾವುದೇ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಿಲ್ಲ. ●

ಬಾಲವಿಜ್ಞಾನ ಪುರವಣಿ
ಜೂನ್ 1989

ಡಿ.ಆರ್. ಬಳೂರಗಿ

ಬಸವನ ಹುಳು – ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನ



1. ಸಾಕಣೆ

ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು

ಬಸವನ ಹುಳು, ಗಾಜಿನ ಜಾಡಿ, ತಂತಿಯ ಮುಚ್ಚಳ, ಕೊಳೆತ ಕಟ್ಟಿಗೆಯ ಚೂರುಗಳು, ಉದುರಿದ ಎಲೆಗಳು

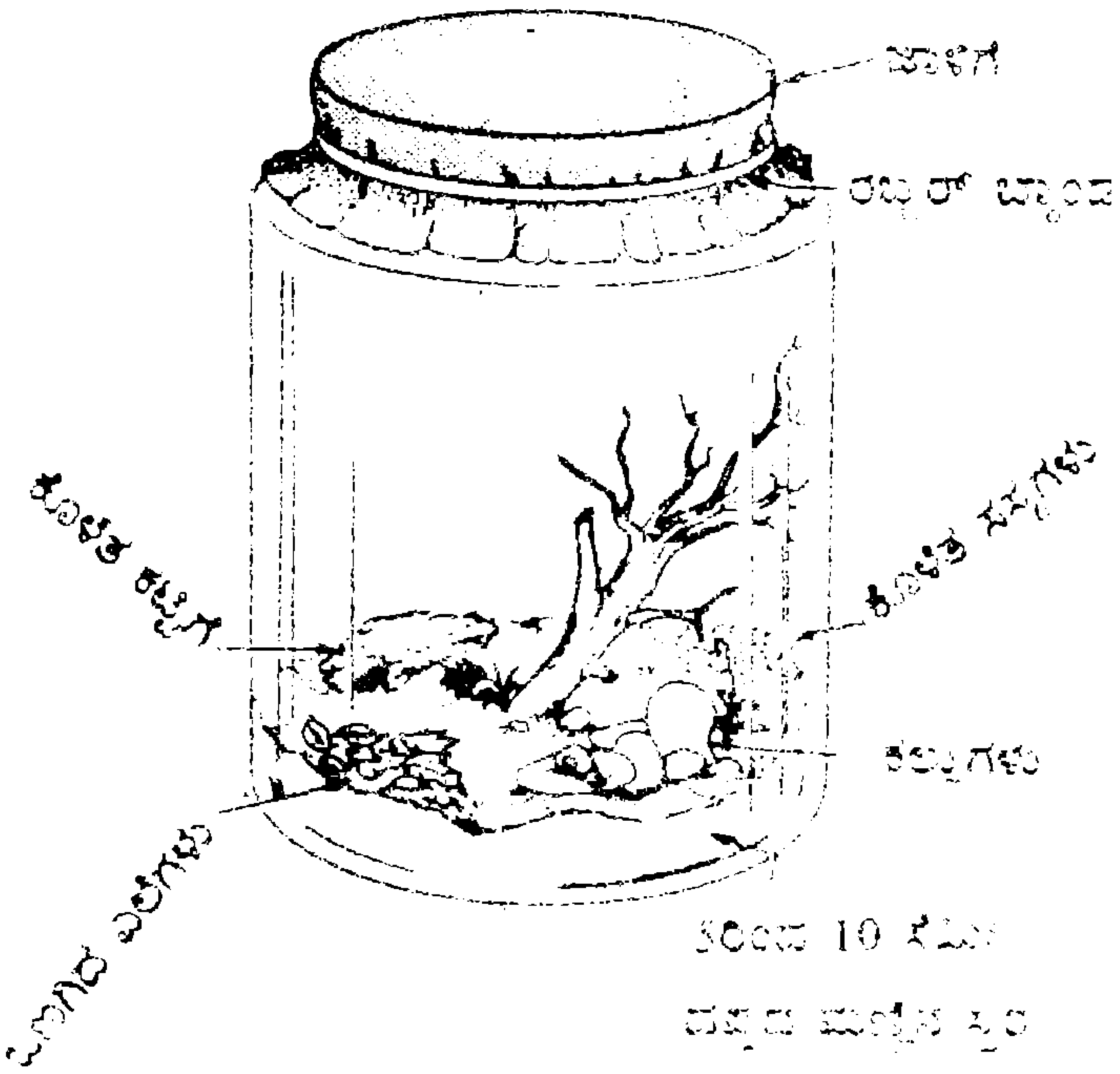
ಉದ್ದೇಶಗಳು:

– ನೆಲ ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿಯ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಸಂಗ್ರಹ.
– ಬಸವನ ಹುಳುಗಳಿಗಾಗಿ ಆವಾಸ (Habitat) ನಿರ್ಮಿಸುವುದು.
– ಅವು ಜೀವಿಸಲಗತ್ಯವಾದ ಪರಿಸರವನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸುವುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು:

– ಮಕ್ಕಳು ತಮ್ಮ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೋಸ್ಕರ ನೆಲ ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಬೇಕು.
– ಯಾವ ಯಾವ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳು ಸಿಕ್ಕವೆಂಬುದನ್ನು ಅವರು ದಾಖಲೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಿ.
– ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಬಸವನ ಹುಳುವಿಗೆ ಸುಮಾರು 500 ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ಸ್ಥಳಾವಕಾಶಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧಲೀಟರ್ ಗಾತ್ರದ ಜಾಡಿ. ಆ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಪರಿಸರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕು. ಅದು ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಆವಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೂ ಆ ಜಾಡಿಯ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲು ಬೀಳದಂತೆ ಎಚ್ಚರವಹಿಸಬೇಕು.
– ನೆಲದ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ: 1 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತಹ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದ ಹಾರ್ಲಿಕ್ಸ್ ಸೀಸೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಆದೀತು.
– ಪ್ರತಿದಿನ ಈ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ನೀರು ಚಿಮುಕಿಸಬೇಕು. ಮತ್ತು ವಾರಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಅದನ್ನು ಪೂರ್ತಿ ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಬೇಕು.
– ನೆಲದ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳ ಆಹಾರ-ಹಸಿ ಬಟಾಟೆ, ಗಜ್ಜರಿ, ಟೊಮ್ಯಾಟೊ. ಇವುಗಳನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿ ಅವಕ್ಕೆ ಒದಗಿಸಬೇಕು.

ಚಿತ್ರ : 1



– ನೀರಿನಲ್ಲಿಯ ಬಸವನಹುಳುಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ (aquarium) (ಚಿತ್ರ: 2 ನೋಡಿರಿ) ಸಾಕಬಹುದು. ನೀರಿನ ತೊಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಸ್ವಚ್ಛಮಾಡಬೇಕಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಪಾಚಿ ಹಾಗೂ ಇತರ ಕಳೆಯನ್ನು ಸ್ವತಃ ಹುಳುಗಳೇ ತಿಂದು ಗಾಜನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿರಿಸುತ್ತವೆ.

ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು:

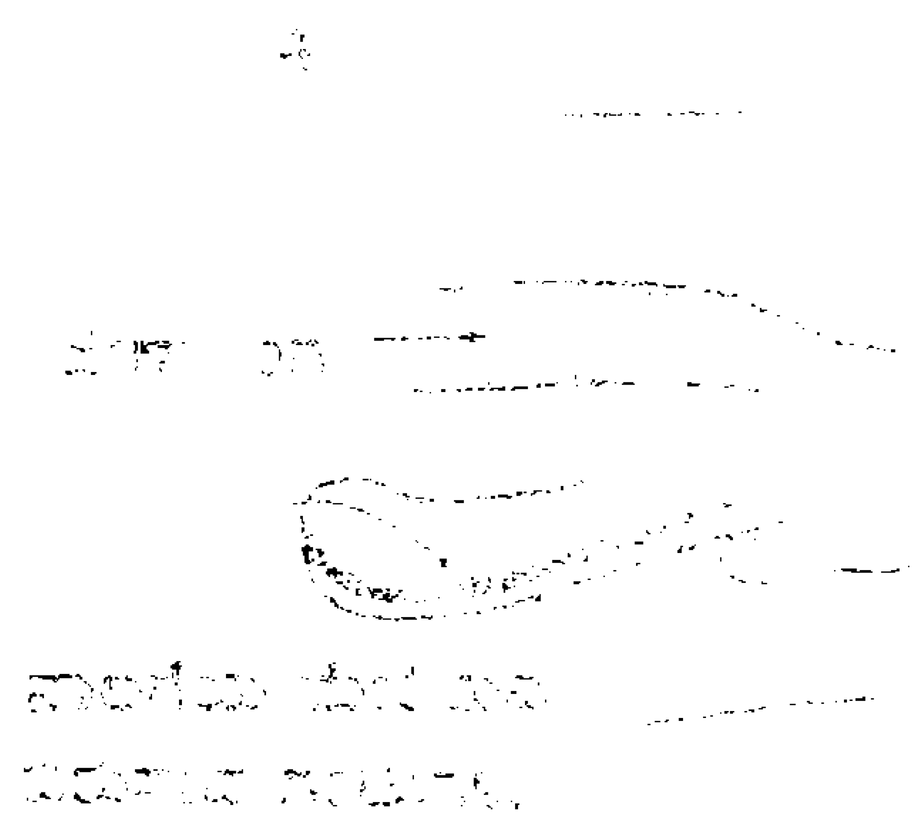
ಬಸವನ ಹುಳುಗಳು, ಗಾಜಿನ ಫಲಕ, ರಟ್ಟು (ಸುಮಾರು 30+15 ಸೆಮೀ. ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ್ದು)
ಭೂತಗನ್ನಡಿ.

ಉದ್ದೇಶಗಳು:

– ಎರಡು, ಮೂರು ಬಸವನ ಹುಳುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಅವುಗಳ ಬಾಹ್ಯ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸುವುದು.
– ಆಹಾರ ತಿನ್ನುವಾಗ ಅದರ ಬಾಯಿಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು.
– ಅದು ಉಸಿರಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

– ಮಕ್ಕಳು ಗಾಜಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ತಾವು ಹಿಡಿದ ಬಸವನ ಹುಳುವನ್ನಿಡಲಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಅಂಗಾಂಗಗಳನ್ನು ಭೂತಗನ್ನಡಿಯಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಿ. ಅವರ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಕೆಳಗಿನಂತಿವೆಯೆ?
– ಅದರ ಬೆನ್ನ ಮೇಲಿರುವ ಕವಚ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಲಗಡೆಗೆ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. (ಎಡಗಡೆಗೆ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡಿರುವ ಕವಚಗಳು ಅಪರೂಪ).
– ಕವಚದ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಪಾಟಾದ ಮತ್ತು ಹಸಿಯಾದ ದೇಹವಿರುತ್ತದೆ.
– ಕಾಲುಗಳ ಮುಂದಿನ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ತಲೆಯಿರುತ್ತದೆ.
– ಎರಡು ದೊಡ್ಡ ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ.
– ಎರಡು ಚಿಕ್ಕ ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳಿದ್ದು, ಅವು ಗ್ರಹಣಾಂಗಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ: 3 ನೋಡಿರಿ).



— ಅದರ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಿ. ಗ್ರಹಣಾಂಗಗಳ ಕೆಳಗಿರುವ ಸಣ್ಣರಂಧ್ರವೇ ಅದರ ಬಾಯಿ.

— ಒಂದು ಹಸಿರೆಲೆಯ ಮೇಲೆ ಹುಳುವನ್ನಿರಿಸಿದರೆ ಅದು ಎಲೆಯನ್ನು ತಿನ್ನುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

— ಅದರ ನಾಲಗೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬಿರುಸಾದ ಗಂಟುಗಳು ಎಲೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ನುರಿಸಬಲ್ಲವು.

— ಗಾಜಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಅದಕ್ಕೆ ತಿನ್ನಲು ಪಾಚಿಯನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ. ಅದರ ನಾಲಗೆಯು ಪಾಚಿಯ ಮೇಲೆ ಹರಿದಾಡುವ ದೃಶ್ಯ ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಗೆ ಭೂತಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ಬಳಸುವುದು ಉತ್ತಮ.

— ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತು ಹಾಗೆಯೇ ಬಸವನ ಹುಳುವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ವಿಚಿತ್ರ ವಿದ್ಯಮಾನ ವೊಂದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಕವಚದಿಂದ ಅದು ತನ್ನ ದೇಹದ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಹೊರತರುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಆ ಭಾಗವನ್ನು ಪುನಃ ಕವಚದೊಳಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಕವಚದಿಂದ ಹೊರತಂದ ದೇಹದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ರಂಧ್ರವಿರುತ್ತದೆ. (ಭೂತಗನ್ನಡಿಯಿಂದ ಗಮನಿಸಿರಿ). ಅದೇ ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಉಸಿರಾಟದ ಅಂಗ. ಆ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಅದು ಶ್ವಾಸಕೋಶದೊಳಕ್ಕೆ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಎಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ: 5 ನೋಡಿರಿ).

— ಯಾವ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅದು ತನ್ನ ಶ್ವಾಸರಂಧ್ರವನ್ನು ತೆರೆಯುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆಷ್ಟು ಸಲ?

ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು:

ಬಸವನ ಹುಳು, ರಟ್ಟು ಅಥವಾ ದಪ್ಪಕಾಗದದ ತುಂಡು, ಮೀಟರ್ ಪಟ್ಟಿ, ಗಾಜಿನ ಫಲಕ, ಗಡಿಯಾರ

ಉದ್ದೇಶಗಳು:

— ಬಸವನ ಹುಳು ಚಲಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು

— ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು

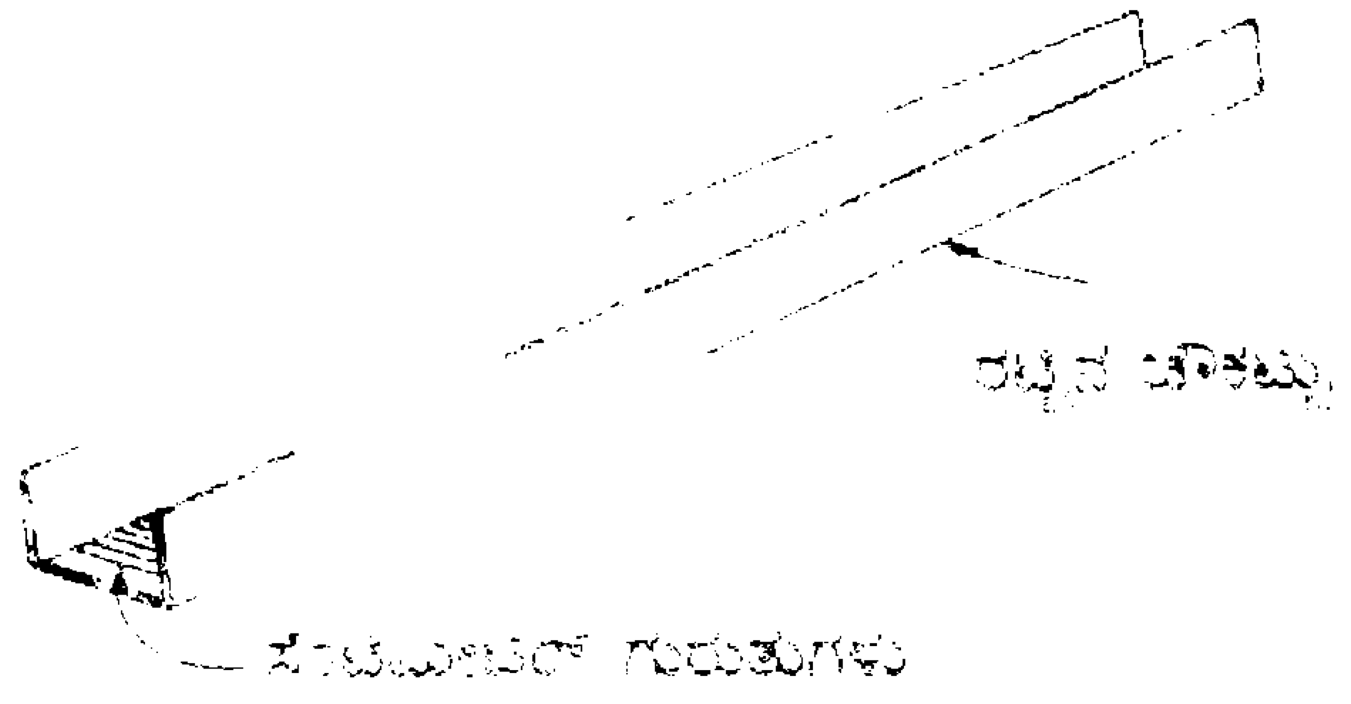
ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

— ಬಸವನ ಹುಳುವನ್ನು ಗಾಜಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಇರಿಸಬೇಕು. ಅದು ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದೊಡನೆ, ಗಾಜಿನ ಫಲಕವನ್ನೇ ಮೇಲೆತ್ತಿ ಕೆಳಭಾಗದಿಂದ ಅದರ ಚಲನೆಯನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿರಿ.

— ಅದರ ಕಾಲಿನ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಪ್ರಸರಣಾಕುಂಚನ ಗೊಳ್ಳುವುದರ ಮೂಲಕ ಅಲೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆಯೆ?

— ಅದು ಚಲಿಸುವಾಗ ಅಂಟು ಅಂಟಾದ ದ್ರವವನ್ನು ಸ್ರವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ರವದ ಮೇಲೆ ಅದರ ಪಾದವು ಜಾರುವುದರಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಚಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

— ಹುಳದ ವೇಗವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ರಟ್ಟಿನ ಅಥವಾ ದಪ್ಪ ಕಾಗದದ ತುಂಡಿನಿಂದ ಚಿತ್ರ: (6)ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತಹ ಮಾದರಿ ಒಂದನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಕೊಳ್ಳಬೇಕು.



- ಆದರ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮೀಟರ್‌ಪಟ್ಟಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೆಂಟಿಮೀಟರುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬೇಕು.
- ಹೀಗೆ ತಯಾರಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಬಸವನ ಹುಳುವನ್ನಿಡಬೇಕು. ಕೆಲ ಕಾಲದ ನಂತರ ಅದು ಸ್ವಯಂ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯಿಂದ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಬಹುದು.
- ಐದು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಅದೆಷ್ಟು ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಇದಕ್ಕೆ ನಿಮ್ಮ ಕೈಗಡಿಯಾರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಆದೀತು.
- ಮೇಲಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲಿಂದ ಒಂದು ಗಂಟೆಗೆ ಅದರ ವೇಗವೆಷ್ಟೆಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.
- ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಸವನ ಹುಳು ಸತತವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದರೆ ಒಂದು ಗಂಟೆಯಲ್ಲಿ ಅದು 50 ಸೆಮೀ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಬಲ್ಲದು.
- ಮೂರು-ನಾಲ್ಕು ಹುಳುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ವೇಗವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕು. ಅವುಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬರುವದೆ?
- ಗಿನ್ನಿಸ್ ದಾಖಲೆ ಪುಸ್ತಕದಿಂದ ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಕನಿಷ್ಠ ಮತ್ತು ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗಗಳನ್ನು ನೋಡಿ, ನೀವು ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ಫಲಿತಾಂಶದೊಡನೆ ತುಲನೆಮಾಡಿರಿ.

4. ಸಂವೇದನೆ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ

ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು

ಬಸವನ ಹುಳು, ಟೇಬಲ್ ಲ್ಯಾಂಪು, ರಟ್ಟು ಅಥವಾ ದಪ್ಪಕಾಗದ, ಬಟ್ಟೆ ತೂಗುಹಾಕುವ ಹ್ಯಾಂಗರ್, ಲೋಹದ ತಂತಿ

ಉದ್ದೇಶಗಳು

- ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಪ್ರಚೋದನೆಗಳಿಗೆ ಬಸವನ ಹುಳು ತೋರಿಸುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

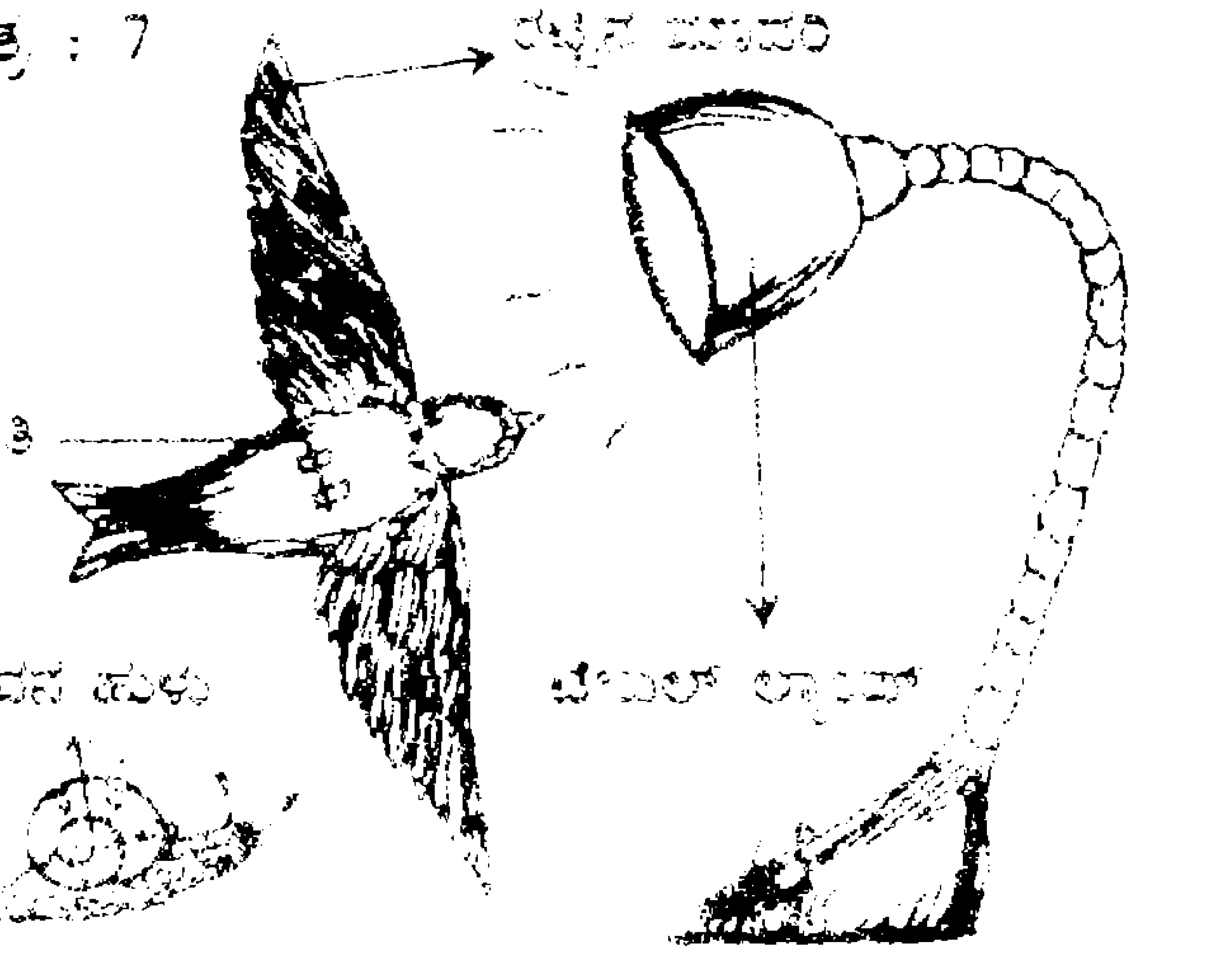
- ಬಸವನ ಹುಳು ಚಲಿಸುವಾಗ, ಅದಕ್ಕೆ ತಡೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಅದರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿರಿ.
- ಉದ್ದವಾದ ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳನ್ನು ಮೃದುವಾಗಿ ಮುಟ್ಟಿರಿ,

ಅದು ಸಂವೇದಿಯಾಗಿರುತ್ತಿದೆಯೆ?

- ಅದೇ ರೀತಿ ಚಿಕ್ಕ ಸ್ಪರ್ಶಾಂಗಗಳನ್ನೂ ಕೂಡ ಮೃದುವಾಗಿ ಮುಟ್ಟಿರಿ.
- ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಯ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನದು ಸಹಿಸಬಲ್ಲುದೆ?
- ವಾಸನೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಬಲ್ಲುದೆ?
- ಧ್ವನಿ-ಕಂಪನಗಳಿಗೆ ಅದು ಸಂವೇದಿಯಾಗಿರುವದೆ?
- ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲುದೆ?

ಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿ ಇವೆಲ್ಲ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

- ಟೇಬಲ್ ಲ್ಯಾಂಪಿನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಬಸವನ ಹುಳುವನ್ನಿಡಬೇಕು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಜಾಗರೂಕತೆ ವಹಿಸಬೇಕು. ದೀಪದ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ, ಅದರ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಹುಳುವು ಕೋಶದೊಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಂಭವವುಂಟು.



ಚಿತ್ರ : 7

– ರಟ್ಟಿನಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಕ್ಕಿಗಳ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿಕೊಂಡು ಅವನ್ನು ಬಟ್ಟೆ ತೂಗುಹಾಕುವ ಹ್ಯಾಂಗರಿಗೆ ಅಂಟಿಸಬೇಕು. (ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕಿನ ಹ್ಯಾಂಗರುಗಳಾದರೆ ಅನುಕೂಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಅವು ಹಗುರಾಗಿರುತ್ತವೆ.) ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ತಂತಿಯನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಅಂಟಿಸಬೇಕು.
– ಈಗ ಹುಳುವಿನ ಮೇಲೆ ರಟ್ಟಿನ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸಿದರೆ ಅದರ ನೆರಳು ತಲೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, ಅದಕ್ಕೆ ತನ್ನ ಮೇಲೊಂದು ಹಕ್ಕಿ ಹಾರುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ಭ್ರಮೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಹುಳುವಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.
– ಇದೇ ರೀತಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗಾತ್ರದ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿಕೊಂಡು ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೇ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಬೇಕು. ಯಾವ ಅಳತೆಯ ಹಕ್ಕಿಯ ನೆರಳಿಗೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಿರಿ.

5. ಕವಚದೊಳಗಾಶ್ರಯ

ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು

ಬಸವನಹುಳು, ಗಾಜಿನ ಭರಣಿ (ಮುಚ್ಚಳ ಸಹಿತ), ಶೀತಕಯಂತ್ರ

ಉದ್ದೇಶಗಳು

– ಒಣ ಹವೆಯ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವುದು
– ತಂಪು ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಅದರ ಹಿತನಿದ್ರೆಯ ಅಧ್ಯಯನ

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

– ಬಸವನ ಹುಳುಗಳಿರುವ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ಜಾಡಿಗಳನ್ನು ಶೀತಕಯಂತ್ರದಲ್ಲಿಡಿ. ಹುಳುವಿನ ವಾಸನೆ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಿಸದಂತೆ ಜಾಡಿಯ ಬಾಯಿಗೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಳ ಹಾಕಬೇಕು.
– ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಅವಕ್ಕೆ ಆಹಾರವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು.
– ಕೆಲಕಾಲದ ನಂತರ ಅವು ತಮ್ಮ ಶರೀರವನ್ನು ಕೋಶ (ಕವಚ) ದೊಳಗೆ ಎಳೆದುಕೊಂಡು, ಕೋಶದ್ವಾರದ ಮೇಲೆ ತೆಳುವಾದ ಪರೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಪರೆಯ ದಪ್ಪ ಶೀತಕಯಂತ್ರದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.
– ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.
– ಈ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳ ಆಹಾರ ಸೇವನೆ ಎಷ್ಟು? ಎಲ್ಲ ಹುಳುಗಳೂ ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಪರೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆಯೆ? ತಂಪು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಅವು ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳ ಬಲ್ಲವೆ? ಇತ್ಯಾದಿ.
– ಶೀತಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳು ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಪರೆಗಳನ್ನು ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಶೀತ ಕಾಲ ಕಳೆದ ಬಳಿಕ ಪರೆ ಹರಿದು ಶೀತ ನಿದ್ರೆಯಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ.
– ಬಸವನ ಹುಳು ಸಾಕಿದ ಒಂದೆರಡು ಜಾಡಿಗಳನ್ನು ಒಣಗಲು ಬಿಡಿರಿ. ಆಗಲೂ ಹುಳುಗಳಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಹಾರವನ್ನು ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಒದಗಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು.
– ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಕೂಡ ಅವು ಕವಚದೊಳಕ್ಕೆ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಕವಚದ ಬಾಯಿಯ ಮೇಲೆ ಪರೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ.

6. ಕವಚದ ಒಳರಚನೆ

ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳು

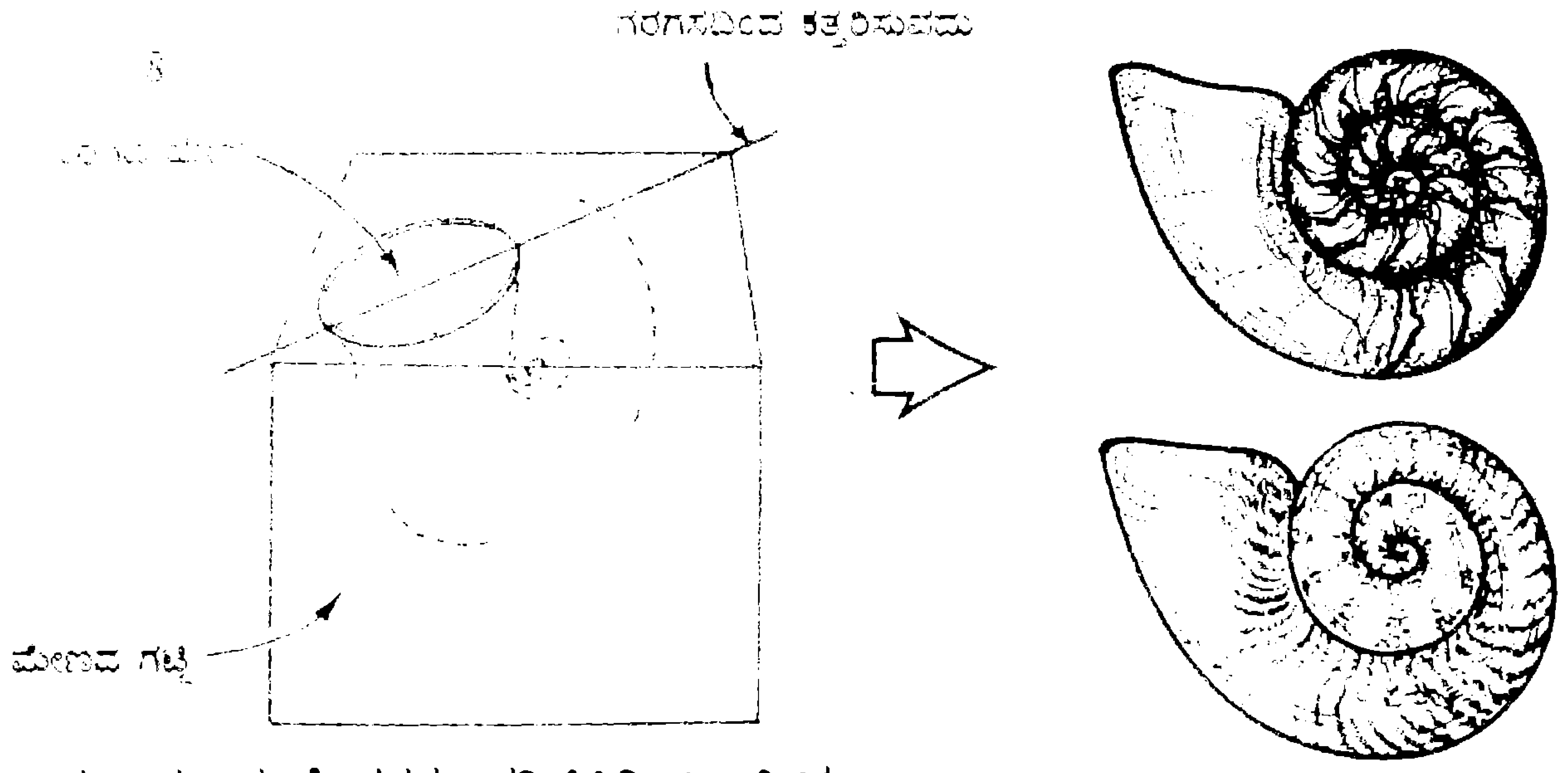
ಬಾಣಲಿ ಅಥವಾ ಕಡಮೆ ಶಾಖದ ಆಕರ, ಖಾಲಿ ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಕವಚ, ಅರ್ಧ ಲೋಟ ಲಿಂಬೆ ರಸ, ನೂರು ಗಾತ್ರ ಮೇಣ, ಮೇಣ ಕರಗಿಸಲು ಪಾತ್ರೆ, ಹರಿತಾದ ಚಿಕ್ಕ ಗರಗಸ.

ಉದ್ದೇಶಗಳು

– ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಕವಚದ (ಶಂಖ) ಹೊರ ಮತ್ತು ಒಳರಚನೆಯನ್ನು ಅರಿಯುವುದು.
– ಕವಚದ ಮೇಲೆ ಆಮ್ಲದ್ರವದ ಪರಿಣಾಮ ತಿಳಿಯುವುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

– ಕೆಲವು ಶಂಖಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿರಿ. ನದಿ ಮತ್ತು ಹಳ್ಳದ ದಡದಲ್ಲಿರುವ ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಇಂತಹ ಸಾಕಷ್ಟು ಶಂಖಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ.



— ಶಂಖದ ಒಳ ಹೊರಗನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಬಾಯಿಯ ಒಳಭಾಗ ಅಷ್ಟೇಕೆ ನುಣುಪಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಬಲ್ಲಿರಾ?

— ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬಾಯಿಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಅನೇಕ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೀರಿ. ಇವು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಉಂಗುರಗಳು. ಇವು ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಉಂಗುರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ವಯಸ್ಸಾಗಿದೆಯೆಂದರ್ಥ.

— ಕವಚದ ಒಳರಚನೆಯನ್ನರಿಯಲು, ಕವಚವನ್ನು ಚಿತ್ರ: 8ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಮೇಣದ ಗಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತಿಕ್ಕಿಡಬೇಕು.

— ಅನಂತರ ಮೇಣವನ್ನು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ಕವಚದ ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಅದರಲ್ಲಿ ಸುರುವಬೇಕು. ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಆರಲು ಬಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಗಟ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

— ಈಗ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದಂತೆ ಕವಚವನ್ನು ಎರಡು ಹೋಳುಗಳಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿರಿ ಮತ್ತು ಒಳರಚನೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೋಣೆಗಳಂತಹ ಅನೇಕ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಭಾಗಗಳಿರುವುದು ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಭಾಗದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗಲು ಮಧ್ಯೆ ಬಾಗಿಲೇನಾದರೂ ಇದೆಯೇ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಿರಿ.

— ಕವಚದ ಒಳರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವೂ ಉಂಟು. ಕವಚವನ್ನು ಉರಟಾದ ಮರಳು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಜೋರಾಗಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಹೊತ್ತು ಉಜ್ಜಿದರೆ, ಕವಚವು ಸವೆದು ಒಳಭಾಗ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

— ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಕವಚವನ್ನು ಅದರ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಹೈಡ್ರೊಕ್ಲೋರಿಕ್ ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿರಿಸಿರಿ. (ಆಮ್ಲ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಕ್ಕದಿದ್ದರೆ, ಲಿಂಬೆ ಹಣ್ಣಿನ ರಸದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿರಿ). ಕವಚವು ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಕರಗುತ್ತದೆ.

— ಸುಣ್ಣದ ಕಲ್ಲು ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಕರಗುವ ಸಂಗತಿ ನಿಮಗೆ ಈಗಾಗಲೇ ಗೊತ್ತು.

— ಆದ್ದರಿಂದ ಸುಣ್ಣದ ಕಲ್ಲು ಮತ್ತು ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಕವಚ ಇವೆರಡರಲ್ಲೂ ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಕರಗಬಲ್ಲ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತುವೊಂದು ಇರಬೇಕಷ್ಟೆ?

— ಆ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತು ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಕಾರ್ಬೋನೇಟ್.

7. ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ

ಬೇಕಾದ ಸಲಕರಣೆಗಳು

ಎರಡು ಬಸವನ ಹುಳುಗಳು, ಅವೆರಡೂ ವಾಸಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾದ ದೊಡ್ಡ ಗಾಜಿನ ಜಾಡಿ, ಭೂತಗನ್ನಡಿ.

ಉದ್ದೇಶಗಳು

— ಬಸವನ ಹುಳು ಮೊಟ್ಟೆಯಿರಿಸುವುದನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವುದು.

— ಮೊಟ್ಟೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಅಧ್ಯಯನ.

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

— ಒಂದು ದೊಡ್ಡಗಾಜಿನ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಬಸವನ ಹುಳು ವಾಸಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಸೂಕ್ತ ಪರಿಸರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ, ಎರಡು ನೆಲದ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳನ್ನು ಸಾಕಿರಿ.

ಚಿತ್ರ : 9

– ಇವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದ್ವಿಲಿಂಗಿಗಳು. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದರಲ್ಲೂ, ಹೆಣ್ಣು ಮತ್ತು ಗಂಡಿನ ಜನನಾಂಗಗಳೆರಡೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಹುಳುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಇಟ್ಟರೆ ಅವು ಒಂದಾಗಿ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನಿರಿಸಬಲ್ಲವು.

– ಒಂದೊಂದು ಹುಳು (ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ) 30ರಿಂದ 60ರ ವರೆಗೆ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನಿರಿಸಬಹುದು.

– ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟೆಗಳು ಕಂಡನಂತರ ಬಸವನ ಹುಳುಗಳನ್ನು ಜಾಡಿಯಿಂದ ಹೊರತೆಗೆದು ಬಿಡಿರಿ.

– ಮೊಟ್ಟೆಗಳು ಬೆಳ್ಳಗಿದ್ದು, ಸಣ್ಣ ಬಟಾಣಿ ಕಾಳಿನಷ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲಕಾಲದ ತರುವಾಯ ಅವು ಸುಣ್ಣದ ಲೇಪನ ಕೊಟ್ಟಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ.

– ಮೂರು ವಾರದ ನಂತರ, ಒಳಗಿನಿಂದ ಹುಳುಗಳು ಮೊಟ್ಟೆಯ ಕವಚದಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರ ಕೊರೆಯಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಅವು ಕವಚವನ್ನೇ ತಿನ್ನಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಅವಕ್ಕೆ ಕವಚವನ್ನು ತಿನ್ನಗೊಡಬೇಕು. ಇಲ್ಲವಾದರೆ ಅವು ಸತ್ತೇ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ವಾರ ಕಾಲ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

– ಈ ಸಣ್ಣ ಹುಳುಗಳು ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಕವಚ ಅಂಟುಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು ಸಡಿಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅವು ಸುಮಾರು 5 ಮಿ.ಮೀ. ಇರುತ್ತವೆ.

– ಅನಂತರ ಅವು ಪ್ರೌಢ ಆಹಾರ ಸೇವಿಸುತ್ತ ಬೇಸಗೆ ಕಾಲದುದ್ದಕ್ಕೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ.

– ನೀವು ಪ್ರತಿವಾರ ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಗಾತ್ರ ಮುಂತಾದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಒಂದು ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿರಿ.

8. ಬಸವನ ಹುಳು ಎಷ್ಟು ಭಾರ ಎಳೆದೀತು?

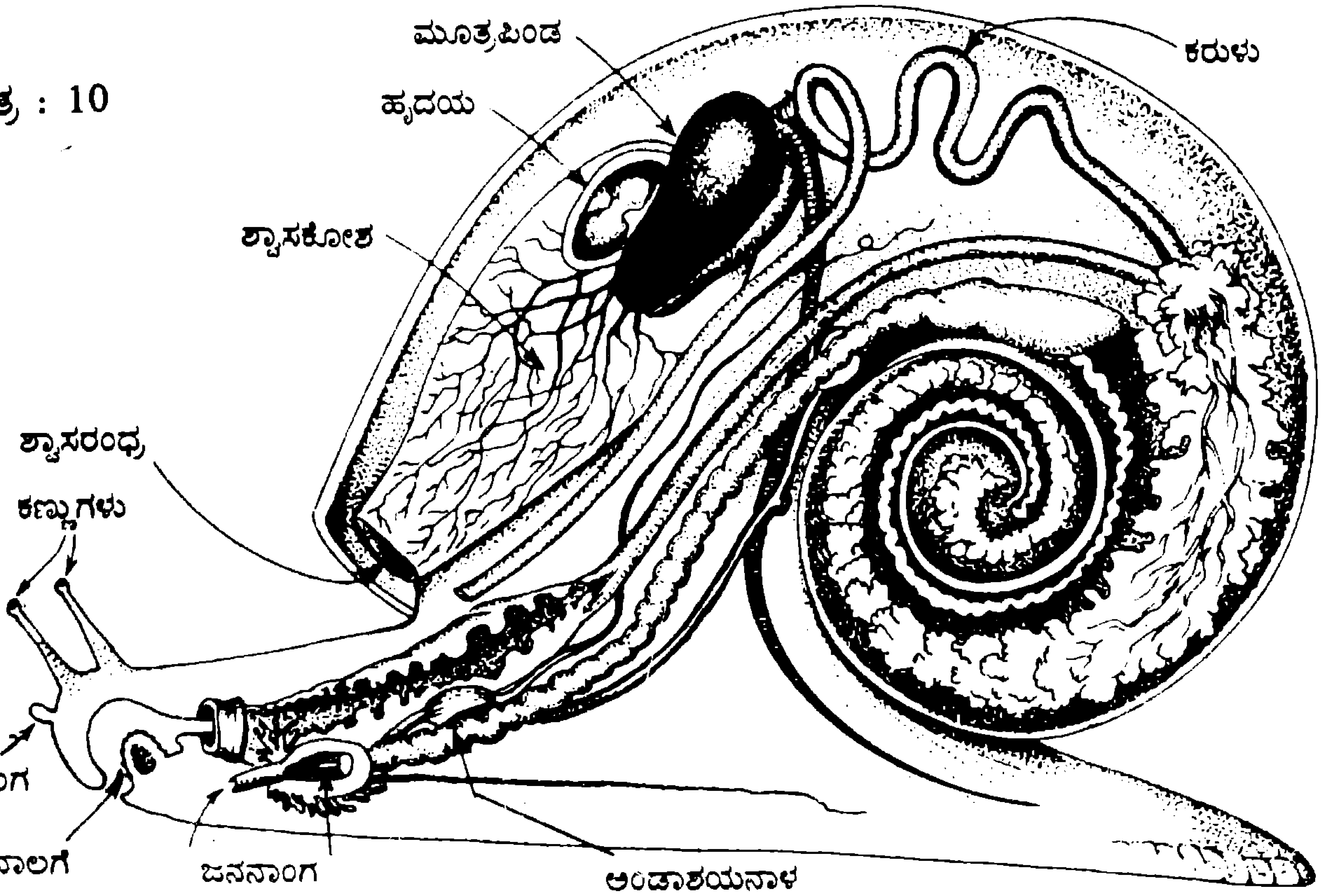
ಬೇಕಾದ ಸಾಮಾನುಗಳು

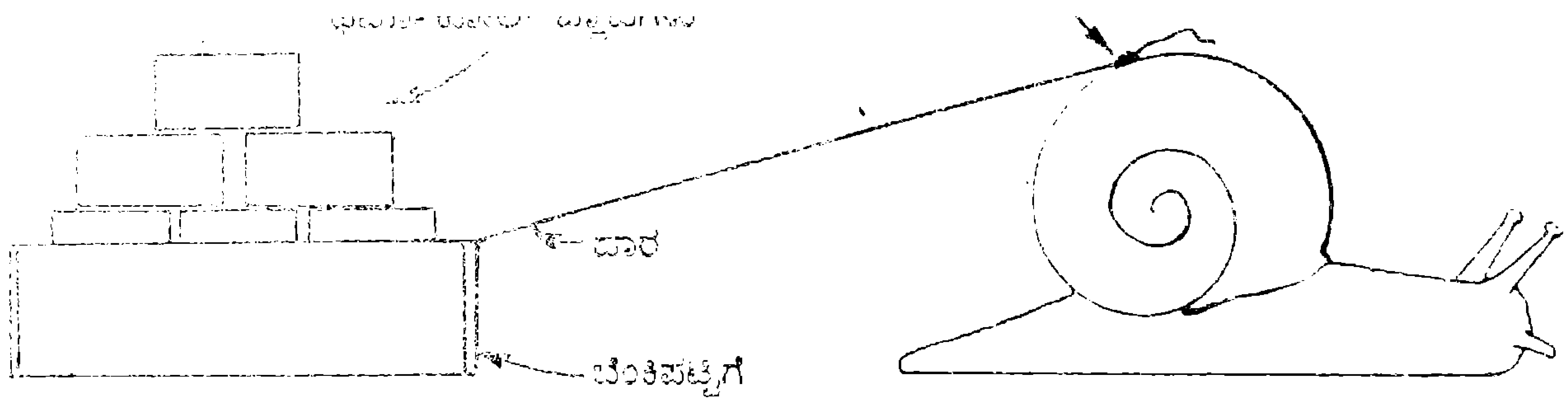
ಬಸವನ ಹುಳು, ಅಂಟು, ದಾರ, ಬೆಂಕಿಪೆಟ್ಟಿಗೆ, ಥರ್ಮೊಕೋಲ್ ತುಂಡುಗಳು

ಉದ್ದೇಶಗಳು

– ಬಸವನ ಹುಳದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದು.

ಚಿತ್ರ : 10





ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

– ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ಖಾಲಿ ಬೆಂಕಿ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ದಾರದಿಂದ ಕಟ್ಟಿ, ದಾರವನ್ನು ಅಂಟಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹುಳದ ಕವಚಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟಬೇಕು.

– ಅದು ಎಳೆಯುತ್ತ ಹೋದಂತೆ ಬೆಂಕಿಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ಥರ್ಮೊಕೋಲ್ ತುಂಡುಗಳನ್ನಿಡುತ್ತ ಹೋಗಬೇಕು.

– ಅನಂತರ ಬಸವನ ಹುಳದ ತೂಕವನ್ನು ಮತ್ತು ಅದು ಎಳೆದ ವಸ್ತುಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದು ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿರಿ.

– ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಸವನ ಹುಳು ತನ್ನ ಭಾರದ 12 ಪಟ್ಟು ಭಾರವನ್ನು ಎಳೆಯಬಲ್ಲುದು.

– ನೀವು ನಿಮ್ಮ ತೂಕವನ್ನೂ, ನೀವು ಎಳೆಯ ಬಲ್ಲ ಭಾರವನ್ನೂ, ಬಸವನ ಹುಳುವಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿರಿ.

ಲೇಖಕರಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳು

1. ಬರವಣಿಗೆ ಸ್ಫುಟವಾಗಿರಬೇಕು. ಕೈಬರಹದ್ದೇ ಆಗಲಿ, ಟೈಪು ಮಾಡಿದ್ದೇ ಆಗಲಿ ಲೇಖನಗಳು ಹಾಳೆಯ ಒಂದು ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇದ್ದು, ಎರಡೂ ಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಸಾಲುಗಳ ನಡುವೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಸ್ಥಳವಿರಬೇಕು.

2. ಚಿತ್ರಗಳು ತುಂಬ ಅಪೇಕ್ಷಣೀಯ. ಆದರೆ ಅವು ಅಸಂದಿಗ್ಧವಾಗಿರಬೇಕು; ಅವುಗಳನ್ನು ಲೇಖನದ ಮಧ್ಯೆ ರಚಿಸದೆ, ಒಂದೊಂದನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಿ ಲೇಖನದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಲಗತ್ತಿಸಿರಬೇಕು. ಅವಕ್ಕೆ ಕ್ರಮಸಂಖ್ಯೆ, ಅಗತ್ಯವಾದೆಡೆ ಶೀರ್ಷಿಕೆ ಮತ್ತು ವಿವರಗಳನ್ನು ನೀಡಿ, ಯಾವ ಚಿತ್ರ ಎಲ್ಲಿ ಬರಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನು ಲೇಖನದ ಮಧ್ಯೆ ಸೂಚಿಸಿರಬೇಕು.

3. ವಿದೇಶೀ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ ಅವು ಅಂಕಿತ ನಾಮಗಳೇ ಆಗಿರಲಿ, ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳೇ ಆಗಿರಲಿ, ಬೇರೆ ಏನೇ ಆಗಿರಲಿ, ಕಂಸಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳನ್ನು ರೋಮನ್ ಲಿಪಿಯ ದೊಡ್ಡ ಅಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಿರಬೇಕು.

4. ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು, ಸಮಕಾಲೀನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಮುಂತಾದ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಆಕರಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿರಬೇಕು.

5. 'ನೀನೇ ಮಾಡಿ ನೋಡು' ಅಂಕಣಕ್ಕಾಗಿ ಲೇಖನವನ್ನು ಕಳಿಸುವವರು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಿ ಅನಂತರ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು.

6. ಲೇಖನಗಾರರು ಹೆಸರು ಮತ್ತು ಪಿನ್‌ಕೋಡ್ ಒಳಗೊಂಡ ವಿಳಾಸವನ್ನು ನೀಡುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ತರಗತಿಯನ್ನೂ ಉದ್ಯೋಗಿ ಯಾಗಿದ್ದರೆ ಉದ್ಯೋಗವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಬೇಕು.

ಮೇಲಿನ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಕಡೆಗಣಿಸಿದರೆ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳ ಲೇಖನವೂ ಸಂದೇಹಕ್ಕೊಳಗಾಗಿ ತಿರಸ್ಕೃತವಾಗುವ ಸಂಭವ ಉಂಟು.

ಲೇಖನ ತಲುಪಿದುದನ್ನೂ ಸ್ವೀಕೃತ ಅಥವಾ ಅಸ್ವೀಕೃತವಾದುದನ್ನೂ ಎಂಟು ಹತ್ತು ಪತ್ರಮುಖೇನ ತಿಳಿಸಲಾಗುವುದು. ಸ್ವೀಕೃತ ಲೇಖನ ಯಾವ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದೋ ಆ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸ್ವೀಕೃತ ಲೇಖನಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಪ್ರಕಟಣೆ ತಡವಾಗಬಹುದು. ಲೇಖಕರು ದಯವಿಟ್ಟು ತಾಳ್ಮೆಯಿಂದಿರಬೇಕು.

ಸಂಪಾದಕ

✻ ✻

ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪರಿಷತ್ತಿನಿಂದ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಪುಸ್ತಕಗಳು

1.	ಮಣ್ಣು ಮತ್ತು ಬೆಳೆ	3-50
2.	ಕಾಂತಗಳು	2-50
3.	ವಿಜ್ಞಾನ ಬರವಣಿಗೆ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳು	6-00
4.	ಪರಿಸರ ದರ್ಶನ	3-50
5.	ಬ್ರಹ್ಮ ಗುಪ್ತ	3-25
6.	ವರಾಹಮಿಹಿರ	3-25
7.	ರಸದೂತಗಳು	2-25
8.	ಔಷಧ ಮತ್ತು ನಾವು	2-50
9.	ಮೇಘನಾದ ಸಹಾ	2-75
10.	ನಿಸರ್ಗ, ಸಮಾಜ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ	5-00
11.	ಅರವತ್ತು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಭಾಗ – 1	3-00
12.	ಅರವತ್ತು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಭಾಗ – 2	2-50
13.	ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಾ ಜಾಥಾ	2-00
14.	ಇಪ್ಪತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು	3-50
15.	ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮನೋಭಾವ	6-00
16.	ಆಕಾಶ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ	4-00
17.	ದೂರದರ್ಶಕ ಮಾಡಿ ನೋಡು	5-00
18.	ನೀನೇ ಮಾಡಿ ನೋಡು	6-00
19.	ಆಟ ಪಾಠದಲ್ಲಿ	5-00
20.	ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ ಏಕೆ, ಹೇಗೆ?	10-00
21.	ಎ ಗೈಡ್ ಟು ದಿ ನೈಟ್ ಸ್ಕೈ (ಇಂಗ್ಲಿಷ್)	8-00
22.	ಹೌ ಟು ಬಿಲ್ಡ್ ಎ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ (ಇಂಗ್ಲಿಷ್)	8-00
23.	ಕ್ಲಸ್ಟರ್ಸ್, ನೆಬ್ಯುಲಾ ಅಂಡ್ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿ (ಇಂಗ್ಲಿಷ್)	12-00
24.	ಪರಿಸರ ಅಳಿವು ಉಳಿವು ನಮ್ಮ ಆಯ್ಕೆ	5-00
*25.	ನೀನೂ ರಾಕೇಟ್ ಹಾರಿಸು	2-00
*26.	ಹಕ್ಕಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸು	2-50
*27.	ಪರಿಸರ	2-00
*28.	ಪರಿಸರ ಮಲಿನತೆ	3-50
*29.	ದೇವರು, ದೆವ್ವ ಮೈಮೆಲೆ ಬರುವುವೆ?	2-00
*30.	ಭಾನಾಮತಿ	2-00
*31.	ನಿಮ್ಮ ಹಲ್ಲು	1-75
*32.	ಸರ್.ಎಂ.ವಿ.ರವರ ಸಾಧನೆಗಳು	4-50
*33.	ಲೇಸರ್	2-00
*34.	ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ದಾರಿ	5-00
*35.	ನಕ್ಷತ್ರಗುಚ್ಛಗಳು, ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಗಳು	10-00
*36.	ಸೌರಶಕ್ತಿ	1-10

* ಪ್ರತಿಗಳು ಮುಗಿದಿರುತ್ತವೆ.

ವಿ.*ಸೂ:* ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪರಿಷತ್ತಿನಿಂದ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ವಿ.ಪಿ.ಪಿ. ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಪುಸ್ತಕಗಳ ಹಣವನ್ನು ಮುಂಗಡವಾಗಿ ಎಂ.ಓ. ಅಥವಾ ಡಿ.ಡಿ. ಮೂಲಕ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿಯವರಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ.

✻ ✻