ಸಂಚಿಕೆ 02 | ಜನವರಿ 2019
ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಒಂದು ಪ್ರಕಟಣೆ

Azim Premji University

ಐ ವಂಡರ್...

ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮರುಶೋಧನೆ

ಪುಟ 4

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ವಿಶ್ವವು ತನ್ನನ್ನು ಹೇಗೆ ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ

ಸಂ.134, ದೊಡ್ಡಕನ್ನೆಲ್ಲಿ,
ವಿಪ್ರೊ ಕಾರ್ಪೋರೇಟ್ ಕಛೇರಿ ಪಕ್ಕ,
ಸರ್ಜಾಪುರ ರಸ್ತೆ, ಬೆಂಗಳೂರು–560035, ಭಾರತ
ದೂರವಾಣಿ: +91 80 6614 9000/01/02 ಫ್ಯಾಕ್ಸ್: +91 80 6614 4903
www.azimpremjifoundation.org

www.azimpremjiuniversity.edu.in ನಲ್ಲಿ
ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಜಾಲತಾಣವನ್ನು ಭೇಟಿಮಾಡಿ.

ಈ ಪತ್ರಿಕೆಯ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಪ್ರತಿಯನ್ನು www.azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder ತಾಣದಿಂದ ಡೌನ್‌ಲೋಡ್ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ.

ಐ ವಂಡರ್...

ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮರುಶೋಧನೆ

ಸಂಪಾದಕರು
ರಾಂಗೋಪಾಲ್ (ರಾಂಜಿ)ವಲ್ಲತ್
ಚಿತ್ರಾ ರವಿ

ಸಂಪಾದಕ ಸಮಿತಿ
ಆನಂದ ನಾರಾಯಣನ್
ಚಂದ್ರಿಕಾ ಮುರಳಿಧರ್
ಗೀತಾ ಅಯ್ಯರ್
ಹೃದಯಕಾಂತ್ ದಿವಾನ್
ಜಯಲಕ್ಷ್ಮಿ ಅಯ್ಯರ್
ಜುಲ್ಫಿಕರ್ ಆಲಿ
ರಾಧಾ ಗೋಪಾಲನ್
ರಾಜಾರಾಂ ನಿತ್ಯಾನಂದ
ಸುಶೀಲ್ ಜೋಶಿ
ಸೌರವ್ ಶೋಂ
ರೀತಿಕಾ ಸೂದ್
ರಿಚರ್ಡ್ ಫರ್ನಾಂಡಿಸ್
ಯಾಸ್ಮಿನ್ ಜಯತೀರ್ಥ

ಸಲಹೆಗಾರರು
ಫಲ್ಗುಣಿ ಸಾರಂಗಿ, ಮನೋಜ್ ಪಿ, ಎಸ್ ಗಿರಿಧರ್

ಕನ್ನಡ ಉಪಕ್ರಮಗಳು
ಎಸ್.ವಿ ಮಂಜುನಾಥ್, ದಿನೇಶ್ ಮಡಗಾಂವ್ಕರ್

ಯೋಜನಾ ಸಮನ್ವಯಕಾರರು
ಸ್ನೇಹಕುಮಾರಿ

ಅನುವಾದಕರು: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ, ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ, ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ, ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ.ಜಿ., ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

ಪರಿಶೀಲನೆ: ಬಿ.ಎಂ. ಚಂದ್ರಶೇಖರ್, ಕೆ.ವಿ.ಘನಶ್ಯಾಮ, ಮನೋಜ್ ಗೋಡ್ಬೋಲೆ, ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ.ಜಿ., ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ, ಗಾಯತ್ರಿಮೂರ್ತಿ ಕೆ., ನಿರ್ಮಲಾ ಜಿ.ವಿ., ಕ್ಷಮಾ ವಿ. ಭಾನುಪ್ರಕಾಶ್

ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದ ಪರಿಷ್ಕರಣೆ ಮತ್ತು ಸಂಪಾದನೆ
ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ

ಚಿತ್ರಗಳು
ವಿದ್ಯಾ ಕಮಲೇಶ್

ಪತ್ರಿಕೆ ವಿನ್ಯಾಸ
ಜ಼ಿಂಕ್ ಅಂಡ್ ಬ್ರೋಕಲಿ
enquiry@zandb.in

ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ
ಮುಖಪುಟ ಚಿತ್ರ: Antennae galaxies. NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration, Wikimedia Commons. Image in Public Domain. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antennae_galaxies_xl.jpg#filelinks.

ಹಿಂಬದಿ ರಕ್ಷಾ ಕವಚದ ಚಿತ್ರದ ಆಕರ. Pillars of creation 2014. NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA), Wikimedia Commons. Image in Public Domain. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Antennae_galaxies_xl.jpg#filelinks.

ಮುದ್ರಕರು
SCPL, Bangalore - 560 062
+91 80 2686 0585, +91 98450 42233
www.scpl.net

ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು: ಸತ್ಯಜಿತ್ ಮೇಯರ್, ನಂದಿನಿ ರಾಜಮಣಿ ಮತ್ತು ಇಂಡಿಯಾ ಬಯೋಸೈನ್ಸ್ ನ ಸ್ಮಿತ ಜೈನ್ ಜೈವಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು, ಇವರಿಗೆ ಈ ಸಂಚಿಕೆಯನ್ನು ತರುವಲ್ಲಿ ಅವರು ನೀಡಿದ ಬೆಂಬಲಕ್ಕಾಗಿ. ವಿಶೇಷ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು.

ಪರವಾನಗಿ
ಈ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖನಗಳು ಕ್ರಿಯೇಟಿವ್ ಕಾಮನ್ಸ್–ಅಟ್ರಿಬ್ಯೂಷನ್–ನಾನ್ ಕಮರ್ಷಿಯಲ್ 4.0 ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಲೈಸೆನ್ಸಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ **ಪರವಾನಗಿ** ಪಡೆದಿವೆ

CC BY NC

ದಯವಿಟ್ಟು ಗಮನಿಸಿ: ಈ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅಭಿವ್ಯಕ್ತವಾದ ಎಲ್ಲ ವಿಚಾರಗಳು ಮತ್ತು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಆಯಾ ಲೇಖಕರದ್ದೇ ಆಗಿವೆ. ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಅಥವಾ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ಫೌಂಡೇಷನ್ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಯಾವುದೇ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಸಂಪಾದಕರ ಮಾತು

ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರಿಗಾಗಿ ಇರುವ ಈ ಪತ್ರಿಕೆಗೂ ವಿಸ್ಮಯಕ್ಕೂ ಏನು ಸಂಬಂಧ?

ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿ ರಿಚರ್ಡ್ ಡಾಕಿನ್ಸ್ ಅವರು 'ಅನಾದಿ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಎಲ್ಲಾ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಿಗೂ ವಿಸ್ಮಯವೇ ಸ್ಫೂರ್ತಿಸೆಲೆ ಎಂದು ಗುರುತಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲುಗಳು, ರಾತ್ರಿಯ ಆಕಾಶ, ಮತ್ತು ಇತರ ವಿಚಿತ್ರ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪರಿಶೋಧನೆ ನಡೆಸಲು ಇದೇ ಪ್ರೇರಣೆ' ಎಂದು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ.

ಆದರೆ, ಪ್ರೈಮೇಟ್ ವರ್ಗದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜೇನ್ ಗುಡಾಲ್ ಅವರಂಥವರು ಮಾಡಿದ ಅಧ್ಯಯನದ ಪ್ರಕಾರ ಕಾಡು ಚಿಂಪಾಂಜಿಗಳೂ ಮನಮೋಹಕ ಜಲಪಾತದಂತಹ ಅದ್ಭುತ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ಕಂಡಾಗ ಶಿಶು ಸಹಜ ಅಚ್ಚರಿಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಲ್ಲವು. ಅಂದರೆ ವಿಸ್ಮಯ ಭಾವದ ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿಯ ನಮ್ಮ ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ನಮ್ಮ ಹತ್ತಿರದ ಬಂಧುಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿಲ್ಲ ಎಂದು ಇದರ ಅರ್ಥವೇ?

ಅಥವಾ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಬೇಕನ್ ಹೇಳುವಂತೆ ನಿಗೂಢ ಅಜ್ಞಾನದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಸ್ಮಯವೆಂಬುದನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನವು ಮಾತ್ರ ಗುಣಪಡಿಸಬಲ್ಲುದು ಎಂಬ ಮಾತು ಸತ್ಯವೇ? ಹೌದು, ಮುಂದುವರೆದ ಪ್ರೈಮೇಟ್ ಪ್ರಾಣಿಗಳಂತೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡಾಗ ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರಾಗುವ ಗುಣವನ್ನು ನಾವು ಹೊಂದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಈಗ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಪ್ರಭೇದವಾಗಿ ಬೆಳೆದಿರುವ, ಕೇವಲ ಬದುಕು ಸಾಗಿಸಿ ಮುನ್ನಡೆಯುವಲ್ಲಿ ಸದಾ ಮಗ್ನವಾಗಿರದ ನಾವು ಈ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ವಿಕಸನಗೊಂಡ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅನುಭವಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದೇವೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಅನನ್ಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಿಂದ ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂಬ ನಮ್ಮ ಹೆಬ್ಬಯಕೆಯಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಡಾರ್ವಿನ್ "ಜೀವನದ ಈ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ" ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಈ ಗುಣವು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿತವಾಗಿದೆ.

ಹೀಗಾಗಿ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಮ್ಮನ್ನು ಅಜ್ಞಾನದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ವಿಸ್ಮಯದಿಂದ ಗುಣಪಡಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮಿಗಿಲಾಗಿ ಸ್ವಯಂ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪ್ರಪಂಚದ ನಿಗೂಢತೆ ಮತ್ತು ವೈಭವದಿಂದ ದೊರಕುವ ಆನಂದ ಹಾಗು ಆಶ್ಚರ್ಯಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಗಾಢವಾಗಿಸುವಷ್ಟು ಅದ್ಭುತವಾಗಿರುತ್ತವೆ!

ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯ ಹಂತ ಮಕ್ಕಳ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಬದಲಾವಣೆಯ ಘಟ್ಟ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯನ್ನು ಮಕ್ಕಳು ತುಂಬು ವಿಸ್ಮಯ ಮತ್ತು ಅತ್ಯುತ್ಸಾಹದಿಂದ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತಾರೆ. ಶಾಲೆಯಿಂದ ಮುಂದಿನ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ತೆರಳುವಾಗ ಬಹುಶಃ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸದುದ್ದೇಶದ ಅರ್ಥವನ್ನು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಮನಗಂಡು ಅದರ ಅದ್ಭುತಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸದವಕಾಶಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಯುವಕರಾಗಿ ಹೊರಬರುತ್ತಾರೆ.

ಸಂರಕ್ಷಣಾವಿಜ್ಞಾನಿ ರಾಚೆಲ್ ಕಾರ್ಸನ್ ಅವರ ಮಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಯು 'ಕೃತಕ ವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ನೀರಸವಾಗಿ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಭವಿಷ್ಯದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಅವರ ಬೇಸರ ಮತ್ತು ಭ್ರಮನಿರಸನವನ್ನು ತೊಲಗಿಸುವ ಒಂದು ಸಂಜೀವಿನಿ' ಯಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ಐ ವಂಡರ್... ಪತ್ರಿಕೆಯು ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಒಂದು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಜೊತೆ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಂಡು ತಮ್ಮ ಅನುಭವವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಿದ್ಧರಿರುವ ಬರಹಗಾರರು ಮತ್ತು ಓದುಗರ ಸಮುದಾಯವನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವಾಗಿದೆ. ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಬ್ರಿಯಾನ್ ಗ್ರೀನ್ ಹೇಳುವಂತೆ, ಈ ಬದಲಾವಣೆಯು ಬದುಕಿಗೊಂದು ಅರ್ಥ ತುಂಬಲು ಅನಿವಾರ್ಯವಾದ ಸಂಗೀತ, ಕಲೆ ಮತ್ತು ಸಾಹಿತ್ಯದ ಜೊತೆ ಜೊತೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೂ ಅರ್ಹ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ದೊರಕಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ.

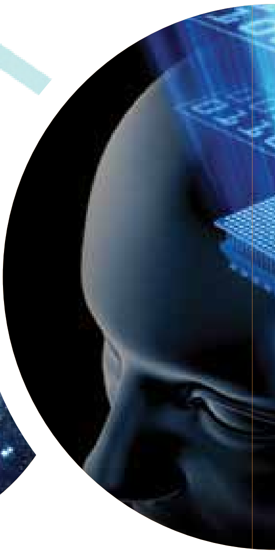
ನಮ್ಮ ಈ 2 ನೇ ಸಂಚಿಕೆಯ ವಸ್ತು ಇಂತಹ ವಿಸ್ಮಯವನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುವ ಎರಡು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. **ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು** (Interactions) ವಿಭಾಗ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದದ್ದು. ಇಲ್ಲಿನ ಲೇಖನಗಳು ಓದುಗರನ್ನು ಮೇಲ್ನೋಟಕ್ಕೆ ವಿಭಿನ್ನವೆನಿಸುವ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಒಂದು ತಡೆರಹಿತ ಸಮಗ್ರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಒಗ್ಗೂಡಿಸುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿವರಣೆಗಳ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದ ಮೂಲಕ ವಿಶ್ವವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಆಹ್ವಾನಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ನಾವು ಆಧಾರಭೂತವಾದ ಬಲಗಳನ್ನು (**ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳು** ಮತ್ತು **ಪದಾರ್ಥ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು**) ಮತ್ತು ಸುಳಿವುಗಳನ್ನು (**ಜೀವಿ ಪರಿಸರದ ರಾಸಾಯನಿಕತೆ : ನಿಸರ್ಗದ ನುಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭಾಷಣೆ** ಮತ್ತು **ನರಮಂಡಲದ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೇಗೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ**) ಮತ್ತು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಂತೆ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು (**ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು**) ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತೇವೆ. ನಮಗೆ ಚಿರಪರಿಚಿತವಾದ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಇರುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶೀತಕ್ಕೆ (common cold) (**ಒಂದು ವೈರಲ್ ಕೈಕುಲುಕು**) ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವ ಪ್ರತಿರಕ್ಷಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಚಲನಶೀಲತೆ ಮತ್ತು ನಡವಳಿಕೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳನ್ನು ಸಹ ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತವೆ.

ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳು ವಿಭಾಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕುರಿತಾದದ್ದು. ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿನ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವ ಹೊಸ ಹೊಸ ಸಾಧನೆಗಳು ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಭವಿಷ್ಯದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಣೆಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಹೇಗೆ ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ? ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ನೆನಪುಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಬಗ್ಗೆ (**ನಾವೇನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆಯೋ ಅದೇ ನಾವು–ನೆನಪುಗಳ ಅನಾವರಣ**), ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೊತೆಗಿನ ಸಂಬಂಧ (**ನಮಗೂ ಒಡನಾಡಿಗಳಿದ್ದಾರೆ**), ಮತ್ತು ಜೀವವಿಕಾಸದ ಇತಿಹಾಸಕ್ಕೆ ಅನುವಂಶಿಕ ಸುಳಿವುಗಳು (**ಜೀವದ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನಾರಚನೆ: ಅನುವಂಶಿಕ ವಿಧಾನ**) ಇವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ನಿಮಗೆ ಒಂದು ಇಣುಕುನೋಟ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಹೊಸ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳು ಮತ್ತು ಹೊಸ ಧ್ವನಿಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತರುವ ನಮ್ಮ ನಿರಂತರ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ, ಈ ಸಂಚಿಕೆಯು ಹತ್ತೊಂಬತ್ತು ಹೊಸ ಲೇಖಕರನ್ನು ಮತ್ತು ಮೂರು ಹೊಸ ವಿಭಾಗಗಳಾದ – ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಆಚರಣೆಯೆಡೆಗೆ, ಕಾರ್ಯನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನಶಿಕ್ಷಕ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂವಹನ ಇವುಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸುತ್ತಿದೆ. ಬನ್ನಿ ಓದಿನೋಡಿ ಮತ್ತು ಮರೆಯದೆ ನಿಮ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು Iwonder.editor@azimpremjifoundation.org ನಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕಳುಹಿಸಿರಿ.

ಚಿತ್ರ ರವಿ
ಸಹ ಸಂಪಾದಕರು

ಪರಿವಿಡಿ



ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

4 ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು: ವಿಶ್ವವು ತನ್ನನ್ನು ಹೇಗೆ ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ – ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್

17 ಜೀವಿಪರಿಸರದ ರಾಸಾಯನಿಕತೆ: ನಿಸರ್ಗದ ನುಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭಾಷಣೆ – ಶಾನನ್ ಓಲ್ಸನ್

24 ಒಂದು ವೈರಾಣು ಕೈಕುಲುಕು – ಶ್ರೀಕಾಂತ್ ಕೆ.ಎಸ್

34 ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳು – ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಕೃಷ್ಣನ್

43 ಪದಾರ್ಥಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು – ಯಾಸ್ಮಿನ್ ಜಯತೀರ್ಥ

56 ನರಮಂಡಲದ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೇಗೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ – ಸೋನಿಯಾ ಸೇನ್

ನಿಮಗೆ ತಿಳಿಯದ ಹತ್ತು ವಿಷಯಗಳು

ಭಿತ್ತಿಪತ್ರ: ಮಾನವನ ಅಸ್ಥಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ – ಶ್ರೀಕಾಂತ್ ಕೆ.ಎಸ್

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪ

65 ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೇಕೆ ಮಾಡಬೇಕು? – ಭಾಸ್ ಬಾಪಟ್

ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿ /ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ

68 ಎರಡನೇ ಮೆದುಳಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆ! – ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್

74 ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಹಿಂಬಡ್ತಿ – ರಾಮ್‌ಗೋಪಾಲ್ (ರಾಮ್‌ಜಿ) ವಲ್ಲತ್

ನಾನೊಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ

81 ಲೊಲಿತಿಕಾ ಮಂಡಲ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಒಂದು ಸಂದರ್ಶನ

ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ

87 ಆರ್ಕಿಮೀಡೀಸ್ ತತ್ವದೊಂದಿಗೆ ವಿನೋದ – ಮನೀಶ್ ಯಾದವ್

93 ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಮತ್ತು ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿ: ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಗಿಡದ ಪ್ರಕರಣ – ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

101 ಸೂರ್ಯನೆಂಬ ಅದ್ಭುತ! ಸ್ವಯಂ ನಿರ್ಮಿತ ಉಪಕರಣದೊಂದಿಗೆ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅರಿಯುವುದು – ಪ್ರಜ್ವಲ್ ಶಾಸ್ತ್ರಿ

ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಆಚರಣೆಗೆ

108 ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿನ ಸೌಂದರ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ಏಕೆ ಕಾಳಜಿ ವಹಿಸಬೇಕು – ರೋಹಿತ್ ಮೆಹತಾ ಮತ್ತು ಸಾರಾ ಕೀನನ್

ಐ ವಂಡರ್...

ಕಾರ್ಯನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು

113 ರಿಚರ್ಡ್ ಫೆರ್ನಾಂಡಿಸ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಒಂದು ಸಂದರ್ಶನ

ಇತಿಹಾಸದ ಪುಟಗಳಿಂದ

118 ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ – ಹರಿಣಿ ಭರತ್

ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂವಹನ

125 ‘ಜ್ವಾಲಾ ಸವಾಲಿನೊಂದಿಗೆ’ (Flame Challenge ನೊಂದಿಗೆ) ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲದ ಕಿಡಿ ಹಚ್ಚುವುದು – ರೀತಿಕಾ ಸೂದ್

ನಿಮ್ಮ ಹಿತ್ತಲಿನ ಜೀವ ಜಗತ್ತು

128 ಚಿಟ್ಟೆಗಳು – ಪರಾಗ ಸ್ಪರ್ಶಕಗಳೇ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯ ಭಕ್ಷಕಗಳೇ? – ಗೀತಾ ಅಯ್ಯರ್

142 ನಿಸರ್ಗದ ಕರೆ: ಪ್ರಕೃತಿ ಆಧಾರಿತ ಹೊರಾಂಗಣ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಒಂದು ಸರಣಿ – ನಿಸರ್ಗ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಫೌಂಡೇಶನ್ (NCF)

ಪುಸ್ತಕ ವಿಮರ್ಶೆ

145 ಬಲು ಸುಲಭ, ಮೈ ಡಿಯರ್ ವಾಟ್ಸನ್! – ಈಶಾನ್ ಮತ್ತು ಸಂಗೀತಾ ರಾಜ್

ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬನ ಜೀವನ ಚರಿತ್ರೆ

149 ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್: ಬೈಕು ಸವಾರನೂ ಮಿದುಳಿನ ಡಾಕ್ಟರನೂ – ತೇಜಸ್ವಿ ಶಿವಾನಂದ್

ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳು

157 ನಾವೇನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆಯೋ ಅದೇ ನಾವು: ನೆನಪುಗಳ ಅನಾವರಣ – ಭಕ್ತಿ ಡೊಂಗಾಂವ್ಕರ್

165 ನಮಗೂ ಒಡನಾಡಿಗಳಿದ್ದಾರೆ: ನಮ್ಮ ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಅನಾರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೆ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಭಾವ – ಗಗನ್‌ದೀಪ್ ಕಾಂಗ್

173 ಜೀವದ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನಾರಚನೆ: ಆನುವಂಶಿಕ ವಿಧಾನ – ಕೃಷ್ಣಪ್ರಿಯ ತಮ್ಮಾ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು: ವಿಶ್ವವು ತನ್ನನ್ನು ಹೇಗೆ ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ

ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್

ಅನ್ಯಲೋಕಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ, ಅವುಗಳ ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಅರಿವಿಗೂ ಮೀರಿದ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಕಗ್ಗತ್ತಲ ವಾಸ್ತವ, ಇತ್ಯಾದಿ ಅನೇಕ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ತೆರೆದು ತೋರಿಸಲು ವಿಶಾಲ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (cosmic interactions) ಚಿನ್ನದ ಕೀಲಿಕೈನಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ. ಈ ಲೇಖನವು ಹಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳ ಮೂಲಕ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಣ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗಿರುವ ಹಂಬಲವನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಹೇಗೆ ತಣಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವೆಂಬುದು ಒಂದು ನಿರ್ಜನ ಪ್ರದೇಶ. ಇಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ, ಬಹುತೇಕ ಕೇವಲ ಶೂನ್ಯತೆಯಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿರಿ.

ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಒಂದು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಗೋಲದ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಕಲ್ಪನಾ ಗೋಳವು ತನ್ನ **ನಿಕಟತಮ** ನಕ್ಷತ್ರದೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬರಬೇಕಾದರೆ ೩೮,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ತ್ರಿಜ್ಯದವರೆಗೆ ಬೆಳೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಗೋಲವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯತೊಡಗಿದರೂ ಅದಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ನಾಲ್ಕು ವರ್ಷಗಳಾದರೂ ಬೇಕು!

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಬಹಳ ಚದುರಿದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು. ಅಂತರತಾರಾ (ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವಿನ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ) ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲು ಎಷ್ಟೊಂದು ಚದುರಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ಸರಾಸರಿ ಒಂದು ಕ್ಯೂಬಿಕ್ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಬ್ಬಬ್ಬ ಎಂದರೆ ಅದರ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಇರಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದಾದ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ನಿರ್ವಾತಕ್ಕಿಂತಲೂ ಇದು ಸಾವಿರಪಟ್ಟು ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ನಿಬ್ಬೆರಗುಗೊಳಿಸುವಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಸಂಖ್ಯಾ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವೂ ಮತ್ತೊಂದರಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಪ್ರಶಾಂತ ಜಗತ್ತು ಎಂದು ಚಿಂತಿಸುವುದು ಸುಲಭ.

ಕುತೂಹಲಕರ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಬಹಳ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಸ್ಥಳವಲ್ಲದಿರಬಹುದಾದರೂ ಅದು ಬಲು ನಿಶ್ಚಲ,ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ ಸ್ಥಳವೂ ಅಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಶೂನ್ಯಾವಕಾಶವೆನಿಸುವಲ್ಲಿಯೂ ಅನೇಕಾನೇಕ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (interactions), ಆಗಾಗ್ಗೆ ಮಹತ್ವವೆನಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ನಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಹಲವು ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಒಂದು ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿಯಾದ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೂ ಇದೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲೂ ಇದೆ. ಈ ಬಲವು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ, ಅಂದರೆ ಅವು ಕಣಗಳಾಗಿರಬಹುದು, ಜನರಿರಬಹುದು ಅಥವ ಗ್ರಹಗಳಾಗಿರಬಹುದು – ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಈ ಬಲದ ಅನುಭವ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಭೌತಿಕ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬರಲೇಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ. ಈ ಬಲವು ಅತ್ಯಗಾಧ ದೂರಗಳಿಂದ ಕೂಡ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಬಲ್ಲದು. ಈ ಬಲ ಯಾವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಇಷ್ಟರಲ್ಲಾಗಲೇ ಊಹಿಸಿರಬಹುದು, ನಾವು ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರುವುದು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಎಂದು ನೀವು ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಊಹಿಸಿರುವಿರಿ. (**ಬಾಕ್ಸ್** 1 ಗಮನಿಸಿ).

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮಗೆ ಅಷ್ಟೇನೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗೋಚರವಾಗುವಂಥವುಗಳಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಅವುಗಳು ನಡೆಯುವುದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಗಹನಾಂತರಾಳದಲ್ಲಿ; ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಅವುಗಳು ಜರುಗಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯವು, ನಾವು ನಂತರ ನೋಡುವಂತೆ, ಸೆಕೆಂಡು, ನಿಮಿಷ, ಗಂಟೆಗಳು ಅಥವಾ ಕೆಲವು ದಿನಗಳ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಷ್ಟು ನಿಧಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆಯೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ ಮನುಷ್ಯರ ಹಲವು ತಲೆಮಾರುಗಳೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಗಾಧ ಶ್ರಮವಹಿಸಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಹೀಗೆ ಶ್ರಮಪಟ್ಟಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ಅತ್ಯಾಕರ್ಷಕ ಎಂಬ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಅಲ್ಲ, ಬದಲಿಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ಯಾವ ರೀತಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾದ ಒಳನೋಟ ಸಿಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಕಾರಣಕ್ಕೆ. ಖಗೋಳೀಯವಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ಅತ್ಯಂತ ಬೃಹತ್ತಾದ, ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಭೌತಿಕ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಿಸರ್ಗದ ಬಲಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವು ಯಾವುವೆಂದರೆ, 1. ಕ್ಷೀಣ ಬಲ, 2. ತೀಕ್ಷ್ಣ ಬಲ 3. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ಮತ್ತು 4. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ. ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ಕ್ಷೀಣ ಮತ್ತು ತೀಕ್ಷ್ಣ ಬಲಗಳನ್ನು ಪರಮಾಣು ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವಾಗ ಮಾತ್ರ ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತೇವೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ (ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ) ಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ವಿಶಾಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಬಹಳ ಸಮೀಪದಿಂದ ಬಹು ದೂರದವರೆಗೆ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ನಡುವೆ – ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಬೃಹತ್ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ತನಕ ಹರಡಿರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಈ ಗುಣಲಕ್ಷಣವು ಅದನ್ನು ನಮ್ಮ ಭೌತಿಕ ವಿಶ್ವದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಕಾಸಪಥವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಪ್ರಮುಖ ಬಲವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಬಹಳ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

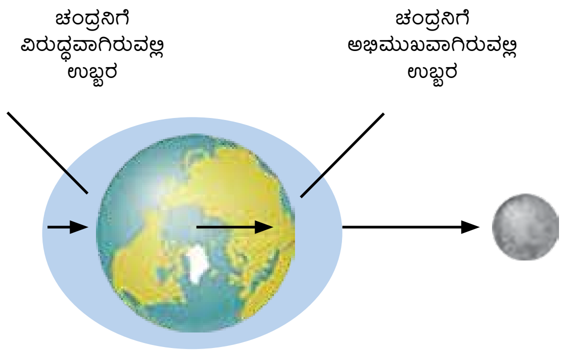
ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಬಲಗಳ ಕಿರು ವಿವರಣೆಗಾಗಿ ಈ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣಗಳಿಗೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ: http://www.quirkyscience.com/four-fundamental-forces/, ಅಥವಾ http://shasthram.com/youngscientist/fundamental-forces-of-nature.

ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಕೆಲವು ಚಿತ್ರಣಗಳನ್ನು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಮುಂದಿರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ನಮ್ಮ ನೆರೆಹೊರೆಯ ಒಳಗೇ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಸರಳವಾದ ಮತ್ತು ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾದ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದಿಗೆ ಆರಂಭಿಸೋಣ.

ಸುಮಾರು 400,000 ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್‌ಗಿಂತಲೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಚಂದ್ರ ನಮ್ಮ ನೆಲೆಯಿಂದ ಅಷ್ಟೇನೂ ದೂರದಲ್ಲಿರದ ಒಂದು ಸ್ಥಳ. ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳ ಪೈಕಿ ಚಂದ್ರ (ಸೂರ್ಯನೊಂದಿಗೆ) ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಜೀವರಾಶಿಯೊಂದಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾನೆ. ಕರಾವಳಿ ತೀರದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಜನರಿಗೆ ದಿನಕ್ಕೆ ಎರಡು ಬಾರಿ ಸಾಗರದಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರ ಹೇಗೆ



ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿಲ್ಲ ! ಸಾಗರದ ನಿಜವಾದ ಉಬ್ಬರವು ಸಾಗರದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಕೇವಲ ಎರಡು ಮೀಟರುಗಳಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಮೇಲಕ್ಕೇರಿಸುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 1. ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಳೆತದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಉಬ್ಬರ ಇಳಿತಗಳುಂಟಾಗುವಿಕೆ. ಮೂಲ: Bennett et al.

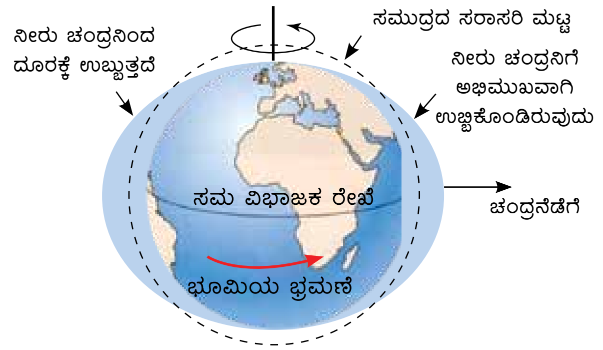
ಪ್ರಬಲವಾಗುವುದು ಎಂಬುದು ತಿಳಿದೇ ಇದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರತಿ ತಿಂಗಳ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ರಾತ್ರಿಯಂದು ಉಬ್ಬರದ ಅಲೆಗಳು ಇನ್ನೂ ಭೋರ್ಗರೆಯುತ್ತವೆ. ಸ್ವಾರಸ್ಯದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಕ್ಕೂ ಸಾಗರದ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಚಂದ್ರ ಬಿಂಬದ ಕೆಲವು ಹಂತಗಳಿಗೆ (phases of the moon) ಸರಿ ಹೊಂದುವಂತೆ ಸಾಗರದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭರತವಿಳಿತಗಳು ಆಗುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯೊಡನೆ ಚಂದ್ರನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿಯೇ ಈ ಭರತವಿಳಿತಗಳು ಆಗುತ್ತಿವೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ** 1 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವುದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ.

ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರದ ನೀರು ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಸಾಗರದ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ ಉಬ್ಬುತ್ತದೆ (tidal bulge). ಆದರೆ ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಈ ನೀರನ್ನು ಮತ್ತೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ನೀರು ಮತ್ತೆ ಎತ್ತರದ ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಂದು ದಡಕ್ಕೆ ಅಪ್ಪಳಿಸುವಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ಆಸಕ್ತಿಕರ ವಿಚಾರವಿದೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ, ಇಂತಹುದೇ ಇನ್ನೊಂದು ಉಬ್ಬು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಸಮೀಪವಿರುವ ಬದಿಯಂತಲ್ಲದೆ, ಜಡತ್ವದ (Inertia) ಕಾರಣದಿಂದ ಈ ಉಬ್ಬು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರು ಘನವಸ್ತುಗಳ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸದೇ ಮಂದಗತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಬಟ್ಟಲೊಡನೆ ನೀವು ಆಟ ಆಡಿದ್ದರೆ ಇದು ನಿಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿರಬಹುದು. ನೀವು ನೀರು ತುಂಬಿದ ಬಟ್ಟಲನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ಅಲ್ಲೇ ನಿಲ್ಲುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯು ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆತ ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾ ಇರುವಾಗ, ಸಾಗರದ ನೀರು ತಾನು ಇರುವಲ್ಲೆ ನಿಲ್ಲುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ (ಅಂದರೆ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರದ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ) ನಮಗೆ ಅಲೆಯ ಉಬ್ಬು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಭ್ರಮಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಸಾಗರದ ಈ ಎರಡು ಉಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಭೌಗೋಳಿಕಾ ಸ್ಥಾನಗಳು, ಒಂದು ಹಗಲು-ರಾತ್ರಿಯ ಆವರ್ತದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಾರಿ ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ** 2ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಹಾಗಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕರಾವಳಿಯೂ 24 ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಾರಿ ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರಕ್ಕೆ ಈಡಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲೂ ಅಲೆಗಳ ರಭಸ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ರಭಸವು ಕರಾವಳಿ ತೀರದ ಆಕಾರ, ಗಾಳಿಯ ವೇಗ, ಸಾಗರದ ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ಇತರ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಥಳೀಯ ಕಾರಣಗಳನ್ನೂ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಕ್ಕೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ್ದೇವೆ.

ಭೂಮಿಯೊಂದಿಗೆ ನಡೆಯುವ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ? ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳ ಮೇಲೆ ಅದು ಏನಾದರೂ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆಯೆ? ವಾಸವವಾಗಿ ಸಾಗರದ



ಚಿತ್ರ 2. ಭೂಮಿಯ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲಿನ ಭ್ರಮಣೆಯು ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತವು ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳು ಯಾವಾಗಲು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಅಥವಾ ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು:

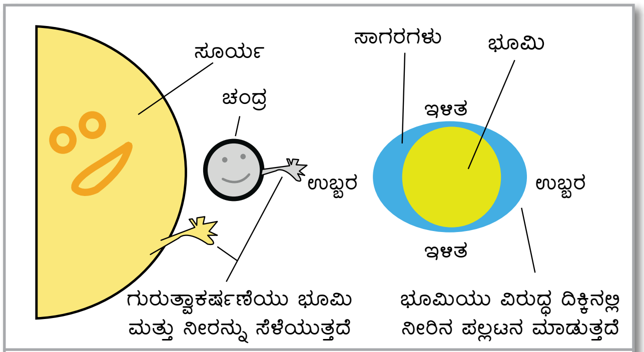
$$F = G\,M\,m/r^2$$

ಇಲ್ಲಿ **M** ಮತ್ತು **m**, ಎಂದರೆ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳು ಮತ್ತು **r** ಎಂದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರ. G ಯು ಒಂದು ಸ್ಥಿರಾಂಕ, ಇದನ್ನು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದಾಗಿ ನಮಗೆ ಅರ್ಥವಾಗುವ ಅಂಶ ಏನೆಂದರೆ, ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವು ಜಾಸ್ತಿಯಾದಷ್ಟೂ ಕ್ಷೀಣವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಿರಿದಾದಷ್ಟೂ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಪರಮಾಣುಗಳು), ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಕೂಡ ಕ್ಷೀಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮಾಡಬಹುದಾದ ಚಟುವಟಿಕೆ: **M** ಮತ್ತು **m** ಅನ್ನು ನಿಗದಿತ ಮೌಲ್ಯಗಳಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಮತ್ತು G = 1, ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿರಿ, ಈ ಎರಡು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟೂ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗ್ರಾಫ್ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಲು ತಿಳಿಸಿ. ಇದನ್ನು ಎಕ್ಸೆಲ್ ಶೀಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದು.

ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಪಾತ್ರ ಕಡಿಮೆ. ಚಂದ್ರನಿಗಿಂತ ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೂ, ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಚಂದ್ರನಿಗಿಂತ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅದರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಳೆತ ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಸೆಳೆತದ ಮೂರನೇ ಒಂದು ಭಾಗ (1/3) ದಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಇದೆ. (**ಬಾಕ್ಸ್ 2** ಅನ್ನು ಗಮನಿಸಿ).

ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರು ಭೂಮಿಯ ಒಂದೇ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಅತ್ಯಂತ ತೀವ್ರವಾಗಿರುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 3** ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ). ಇದು ಏಕೆಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ ಇಬ್ಬರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಪ್ರತಿ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ದಿನ ನಡೆಯುತ್ತದೆ; ಹಾಗಾಗಿ, ವರ್ಷದ ಇಂಥ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಗರಿಷ್ಠ ತೀವ್ರತೆಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 3. ಅತಿ ತೀವ್ರ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಚಂದ್ರನ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ ಇಬ್ಬರೂ ಭೂಮಿಯ ಒಂದೇ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ನಡೆಯುತ್ತವೆ

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಾಗರಗಳ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆಬ್ರಾಸ್ಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಪ್ರಕಟಿಸಿರುವ ಈ ಅಂತರ–ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ವೀಡಿಯೋ ಚಿತ್ರಣ ನೋಡಿ. http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/tidesim.html.

ಅನ್ಯ ಗ್ರಹಗಳ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ನೆರವಾಗುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಹತ್ತಿರದ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಬೇರೊಂದು ಭೌತೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಇನ್ನೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯ ಕಡೆಗೆ ನಮ್ಮ ಗಮನ ಹರಿಸೋಣ. ಇಲ್ಲಿನ ಖಭೌತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗಿನ ಜಗತ್ತಿನ ಬಗೆಗೆ ನಮಗೆ ಅಚ್ಚರಿಯ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯಂತಿದ್ದರೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಅತ್ಯಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ.

ಮಾನವ ಕುಲವನ್ನು ಕಾಡಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕುತೂಹಲಭರಿತ ಪ್ರಶ್ನೆಯೆಂದರೆ ಈ ಬ್ರಹಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಾವು ಒಂಟಿಯಾಗಿದ್ದೇವೆಯೇ? ಎಂಬುದು. ಭೂಗ್ರಹದ ಆಚೆಗೂ ಜೀವಜಗತ್ತು ಹುಟ್ಟಿ, ವಿಕಸಿಸಬಲ್ಲದೇ? ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೂ ಜೀವಿಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ ಜಗತ್ತುಗಳು ಇರಬಹುದೇ? ಮಾನವರು ಅನೇಕ ತಲೆಮಾರುಗಳಿಂದ ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಊಹೆ ಮತ್ತು ತರ್ಕಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಕಳೆದ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಷ್ಟೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ನಾವು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದೇವೆ.

ಭೂಮಿಯ ಆಚೆಗೆ ಯಾವುದೇ ಜೀವಜಗತ್ತು ಇರುವ ಬಗ್ಗೆ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದಿರುವ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಇಂದು ಯಾವುದೇ ಬಲವಾದ ಪುರಾವೆ ಇಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಜೀವಿಗಳು ಬದುಕಲು ಅನುಕೂಲಕರವಾದ ಪರಿಸರವಿದೆಯೇ ಎಂದು ಹುಡುಕುವುದು ಜೀವಿಗಳ ಇರುವಿಕೆಗೆ ಮೊದಲನೆಯ ಸೂಚನೆ ಆಗಬಹುದು ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮನಗಂಡಿದ್ದಾರೆ. ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಜೀವಜಗತ್ತು ಹುಟ್ಟಿ, ಉಳಿದು ಬೆಳೆಯಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಆ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಹಿತಕರ ಪರಿಸರ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ, ಅದೇನೆಂದರೆ, ದಟ್ಟ ವಾತಾವರಣ, ದ್ರವರೂಪದ ನೀರು ಮತ್ತು ನಿರಂತರ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರವಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರಮೂಲದ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ. ಈ ಪೂರ್ವಾಪೇಕ್ಷಿತ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಸ್ತುತದ ಅನ್ಯ ಜೀವಜಗತ್ತಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಗ್ರಹಗಳ ಹುಡುಕಾಟದತ್ತ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆ.

ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು [ಅಂದರೆ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಆಚೆಗಿರುವ ಗ್ರಹಗಳು; ಇವನ್ನು ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳು(exoplanets) ಎಂದೂ ಕರೆಯುವರು] ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದು ತುಂಬ ಸಾಹಸದ ಕಾರ್ಯ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪ ಎನ್ನಬಹುದಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕೂಡಾ ನಮ್ಮಿಂದ ಹಲವಾರು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. (ಬೆಳಕು ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರವನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳಕು ಖಾಲಿ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩೦೦,೦೦೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ಎಂದರೆ ಎಷ್ಟು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರ ಇರಬಹುದು ಎಂದು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು). ಇಷ್ಟು ಅಂತರದಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕ (ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್) ಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ಕೂಡ ನಮಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಪುಟ್ಟ ಚುಕ್ಕಿಗಳ ತರಹವೇ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ, ಅವುಗಳ ಗ್ರಹಗಳು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಹಲವು ನೂರು ಪಟ್ಟಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಹಲವು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಸಣ್ಣದಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರವು ಒಂದು ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಶತಕೋಟಿ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ ಏನೆಂದರೆ, ನಾವು ಒಂದು ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರ-ಗ್ರಹ ಮಂಡಲವನ್ನು ನೋಡುವಾಗ, ನಮಗೆ ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಬರುವ ಪ್ರತಿ ಶತಕೋಟಿ ಫೋಟೋನ್‌ಗೆ (ಬೆಳಕಿನ ಕಣಗಳು) ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ನಮಗೆ ಆ ಗ್ರಹದಿಂದ ಒಂದು ಫೋಟೋನ್ ತಲುಪುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಹೊನಲು ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ (ನಕ್ಷತ್ರ) ಒಂದು ಮಿಂಚುಹುಳ (ಗ್ರಹ) ವನ್ನು ಹುಡುಕಿದಷ್ಟೆ ತ್ರಾಸದ ಕೆಲಸ ಇದು.

ಹಾಗಾಗಿ, ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಮೆರಾದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವುದು ಬಹಳಷ್ಟು ವೇಳೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ ಇದರ ಅರ್ಥ ನಾವು ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆ ಯಾವುದೇ ಗ್ರಹವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲವೆಂದೇ? ಆದೃಷ್ಟಕ್ಕೆ ಹಾಗೇನಿಲ್ಲ! ಒಂದು ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಆದರ ಆತಿಥೇಯ ನಕ್ಷತ್ರದ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಮಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪರ್ಯಾಯ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹ– ಇದನ್ನು ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರ-ಗ್ರಹ ಮಂಡಲ ಎಂದು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪರಸ್ಪರ ಕೊಡುಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ– ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹವು ಕೂಡ ನಕ್ಷತ್ರದ ಮೇಲೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಬೀರುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹವು ಸಾಕಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿದ್ದು, ನಕ್ಷತ್ರದ ಸಮೀಪ ಇದ್ದರೆ, ಈ ಬಲವು ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಅದರ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರಬಲ್ಲದು. (**ಬಾಕ್ಸ್ 2** ನೋಡಿ).

ಇದು ನಡೆಯುವುದು ಹೀಗೆ: ಯಾವುದೇ ನಕ್ಷತ್ರ-ಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳು ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಟಕ್ಕಾ-ಟಿಕ್ಕಿ (see-saw) ಯ ಮೇಲೆ ಇದ್ದಾವೇನೋ ಎಂಬಂತೆ, ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮತೋಲನವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುವೇ ಈ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೇಂದ್ರ. ಈ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 3** ನೋಡಿ). ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ಸರಿಯಾಗಿ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲೇ ಇರಬೇಕಿಲ್ಲ, ಸ್ವಲ್ಪ ಆಚೀಚೆಗೆ ಇರಬಹುದು. ಆ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಅದರ ಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ನಕ್ಷತ್ರವೂ ನಿಯತಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಆವರ್ತಕ ಚಲನೆ ನಡೆಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನಿಂದ ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ನೋಡುವಾಗ ನಕ್ಷತ್ರವು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಓಲಾಡಿದಂತೆ ಚಲಿಸುವುದು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷತ್ರದ ಈ ಚಲನೆಯನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸುವ

ಬಾಕ್ಸ್ 3. ಎರಡು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಿರುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರ ಎಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಒಂದೇ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಎರಡು ಗೋಲಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಎರಡು ಗೋಲಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕೋಲಿನ ಎರಡು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದರೆ, ಈ ಎರಡು ಗೋಲಗಳ ಭಾರ ಸಮನಾಗಿ ಹಂಚಿಹೋಗುವಂತೆ ನೀವು ಕೋಲಿಗೆ ಎಲ್ಲಿ ಆಧಾರ ಕಲ್ಪಿಸುವಿರಿ? ಅದು ಕೋಲಿನ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಎರಡು ಗೋಲಗಳಿಂದ ಸಮಾನ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕು ಎಂದು ನಮ್ಮ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜ್ಞಾನ ಹೇಳುತ್ತದೆ.

ಈ ಎರಡು ಗೋಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗೋಲವು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವಾಗಿದ್ದರೆ ಏನು ಮಾಡುವುದು? ಆಗ ನೀವು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸಮತೋಲನ ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಗೋಲಕ್ಕೆ ಹತ್ತುಪಟ್ಟು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಕೋಲಿಗೆ ಆಧಾರ ಒದಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನೀವು ಬೇರೆ ಎಲ್ಲೇ ಆಧಾರ ಕೊಟ್ಟರೂ, ಅವುಗಳ ರಚನೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರುವುದು:

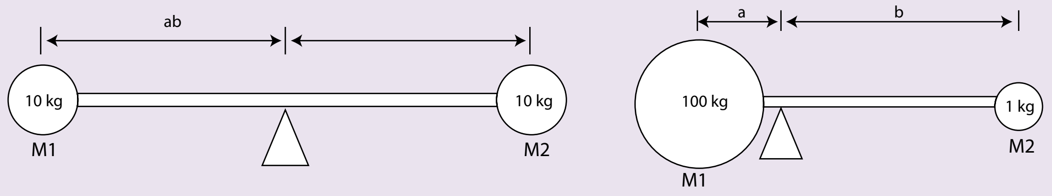
1ನೇ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x 1ನೇ ವಸ್ತುವಿಗೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಇರುವ ಅಂತರ = 2ನೇ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ x 2ನೇ ವಸ್ತುವಿಗೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಇರುವ ಅಂತರ

$$m \times a = M \times b$$

ನಾವೀಗ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ-ಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಒಂದು ಪ್ರಾತಿನಿಧಿಕ ನಕ್ಷತ್ರ ಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರವು ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಹಲವು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ರಚನೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಗ್ರಹಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿಯುವುದು ಏನೆಂದರೆ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ಇರುವ ಸ್ಥಳವು ನಕ್ಷತ್ರದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಇರುವ ಅನುಪಾತವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅನುಪಾತವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟು, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ನಕ್ಷತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ, ಅನುಪಾತ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇಂದ್ರವು ನಕ್ಷತ್ರದ ಒಳಗೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ.

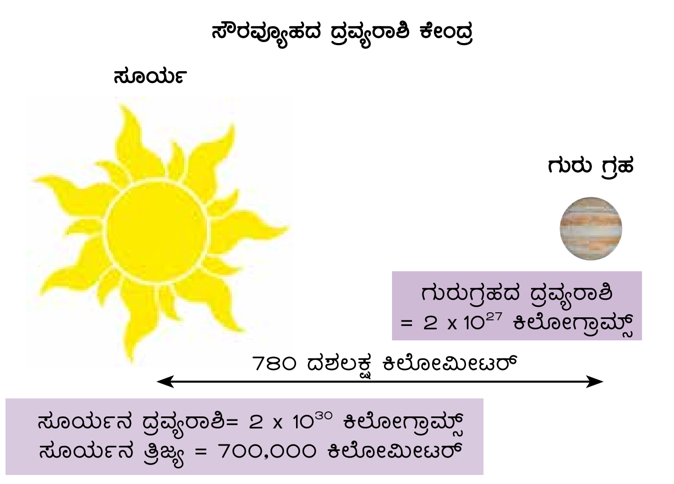
ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಪರಿಭ್ರಮಣೆ ಮಾಡಲಿಕ್ಕಿರುವುದರಿಂದ, ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ನಕ್ಷತ್ರದ ಕಕ್ಷೆ ಸಣ್ಣದಿರುತ್ತದೆ. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಚಲನೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹವು ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಕ್ಕೂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಿರುದ್ಧ ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ). ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಪರಿಭ್ರಮಣೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ಅವುಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ ಕೂಡ ಒಂದೇ ಆಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಗ್ರಹದ ಚಲನೆಯು ನಕ್ಷತ್ರದ ಚಲನೆಗಿಂತ ವೇಗವಾಗಿರಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 4. ಗತಿಶೀಲತೆಯ ಸ್ಥಿರತೆಗೆ ಬೇಕಾದ/ಬೇಡವಾದ ಅಂಶಗಳು.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ಅಂತರ-ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಕಲಿಕಾ ಪರಿಕರಕ್ಕಾಗಿ ಈ ಜಾಲತಾಣಕ್ಕೆ ಭೇಟಿಕೊಡಿ: http://astro.unl.edu/naap/esp/centerofmass.html ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಓಲಾಟವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅದನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ವೀಡಿಯೋ ನೋಡಲು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಯೂಟ್ಯೂಬ್ ತಾಣಕ್ಕೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ. https://www.youtube.com/watch?v=rN7uuqLKv0I

ಸೂಚಿತ ಚಟುವಟಿಕೆ: ಯಾವುದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು ಸುಲಭ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೌರವ್ಯೂಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರ ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿ. ಲೆಕ್ಕವನ್ನು ಸರಳಗೊಳಿಸಲು, ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಬೃಹತ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಾಯಗಳಾದ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಗುರು ಗ್ರಹವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಭೂಮಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಗುರು ಗ್ರಹವು ತುಂಬ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೂ, ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಅದು ಸಾವಿರ ಪಾಲು ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳದ್ದು ಹಾಗಾಗಿ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಾವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಸೌರವ್ಯೂಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರ ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿ.



ಮೂಲಕ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹದ ಮೂಲಭೂತ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು, ಅಂದರೆ-ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಒಮ್ಮೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸಲು ಅದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ, ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಇರುವ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷಾಂತರ ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ನಾವು ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ನೋಡುತ್ತಿಲ್ಲ; ಬದಲಿಗೆ ನಕ್ಷತ್ರದೊಂದಿಗೆ ನಡೆಯುವ ಆ ಗ್ರಹದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗುವ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಗಮನಿಸುವ ಮೂಲಕ ಅದರ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಊಹಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಈ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿ, 1995ರಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೆ, ನಮ್ಮಿಂದ 50 ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುವ 51 ಪೆಗಾಸಿ ಎಂಬ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಗ್ರಹವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ, ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಿಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ನಮಗೆ ಈಗ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೆ, ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆ ನಿಹಾರಿಕೆಯ ವಿವಿಧ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಸುಮಾರು 2000ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಗ್ರಹಗಳು ಇರುವುದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಪಾಲು ಗ್ರಹಗಳ ಇರುವನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹಗಳ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಓಲಾಟಗಳನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಲು ಸಮರ್ಥರಾದ್ದರಿಂದ ನಮಗೆ ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಂದು ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಗ್ರಹಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಈ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವುದು ಎಂದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಅವಲೋಕಿಸುವುದಷ್ಟೆ.

ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಬಿರುಸಿನಿಂದ ನಡೆದಿರುವ ಈ ಬಹಿರ್ಗ್ರಹಗಳ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಿಕೆಯು ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಾಚೆಗೆ ಜೀವಜಗತ್ತು ಇರಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹುರುಪು ಮತ್ತು ಭರವಸೆಯನ್ನು ಪುನಃ ಹುಟ್ಟಿಸಿದೆ.ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಷ್ಟೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿರುವುದಾದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯಂತೆ ರಕ್ಷಣಾ ವಾತಾವರಣ, ಹರಿಯುವ ನೀರು ಮತ್ತು ಸಂಕೀರ್ಣ ಬದುಕಿಗೆ ಸಹಾಯಕವಾದ ಇತರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತಹ ಒಂದು ಗ್ರಹವಾಗಿ ಇರಲಾರದೇ? ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿದ್ದರೆ ಈ ಅನ್ಯಗ್ರಹ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಜೀವಜಗತ್ತು ಸಹಜವಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲದೇ? ನಮ್ಮ ತರಹವೇ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಇಂತಹುದೇ ಘನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಿರುವ ಚೇತನಾತ್ಮಕ ಜೀವಿಗಳು ಈ ಕೆಲವು ಅನ್ಯಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದೇ?

ಇದಕ್ಕೆ ನಮಗಿನ್ನೂ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ನಮಗೆ ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಅರ್ಥವಾಗಿದೆ, ಅದೇನೆಂದರೆ, ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದಾಚೆಗೆ ಜೀವಜಗತ್ತು ವಾಸಿಸುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಇರುವ ಗ್ರಹಗಳು ಇವೆ. ಅದು ನಮ್ಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಒಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತದೆ.

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಚಂಡ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಸೌರವ್ಯೂಹೇತರ ಗ್ರಹಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ಪಯಣವನ್ನು ನಾವು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಪ್ರಮಾಣದೆಡೆಗೆ ಬೆಳೆಸಿದರೆ ಅಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಇನ್ನೂಕೆಲವು ಬೃಹತ್ತಾದ, ಇನ್ನೂ ಅದ್ಭುತವಾದ, ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಕಾಣಸಿಗುತ್ತವೆ.

ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಬಹುದೊಡ್ಡ ಗುಂಪನ್ನು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆ (Milky Way) ಯಂತಹ ಒಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಲವು ನೂರು ಶತಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆ. ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರದ, ಆಕಾರದ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶದ ಲೆಕ್ಕವಿಲ್ಲದಷ್ಟು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿವೆ. ಒಂದೊಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯು ಒಂದೊಂದು ಆಕಾರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪಡೆದುಕೊಂಡಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಮಯ ವಿನಿಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 4** ನೋಡಿ).

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಅಗಾಧತೆಯಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಒಂಟಿಯಾಗಿ ಇದ್ದರೆ, ಹೆಚ್ಚಿನವುಗಳು ಗುಂಪುಗುಂಪಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹಲವು ದಶಲಕ್ಷ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳ ವಿಸ್ತಾರದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸಾವಿರ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ನಮಗೆ ಕಿಕ್ಕಿರಿದು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 5** ಗಮನಿಸಿ). ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಹೀಗೆ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಈ ಸಂಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಹಲವು ನಿಹಾರಿಕೆಸಮೂಹಗಳಿವೆ.

ಸಮೂಹ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯು ಅದೇ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ, ಯಾವ ನಿಹಾರಿಕೆಯೂ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿ ಇದ್ದಲ್ಲೆ ಇರುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯ ಇಲ್ಲ. ಅವುಗಳು ಅದೇ ಸಮೂಹಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಒಟ್ಟು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಳಪಟ್ಟು ಅನಿಯತ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಕಿಕ್ಕಿರಿದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿನ ಇಂಥ ಚಲನೆಯು ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಅಹಿತಕರ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಡುವ ಸಂಭವ ಇರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಎರಡು ಅಥವ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಢಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯಬಹುದು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವು ಬಹಳ ಸಲ ಅತ್ಯದ್ಭುತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಕೊಂಡಿರುವ

ಬಾಕ್ಸ್ 4. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳು: ನಿಹಾರಿಕೆಯೊಳಗೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವ ರೀತಿಯಿಂದಾಗಿ ಅದು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರ ಪಡೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಲವಾರು ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಈ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ವರ್ಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ:

a. ಸುರುಳಿ(ಅಥವಾ ಆವರ್ತ) ನಿಹಾರಿಕೆ: ಬಿಲ್ಲೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿ ಸುರುಳಿಯಾಗಿರುವ, ಆ ಬಿಲ್ಲೆಗೆ ಆವರ್ತ ಉಪಸಂರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು.

- ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸುಂದರ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಈ ಜಾಲತಾಣಕ್ಕೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ: https://www.noao.edu/image_gallery/spiral_galaxies.html

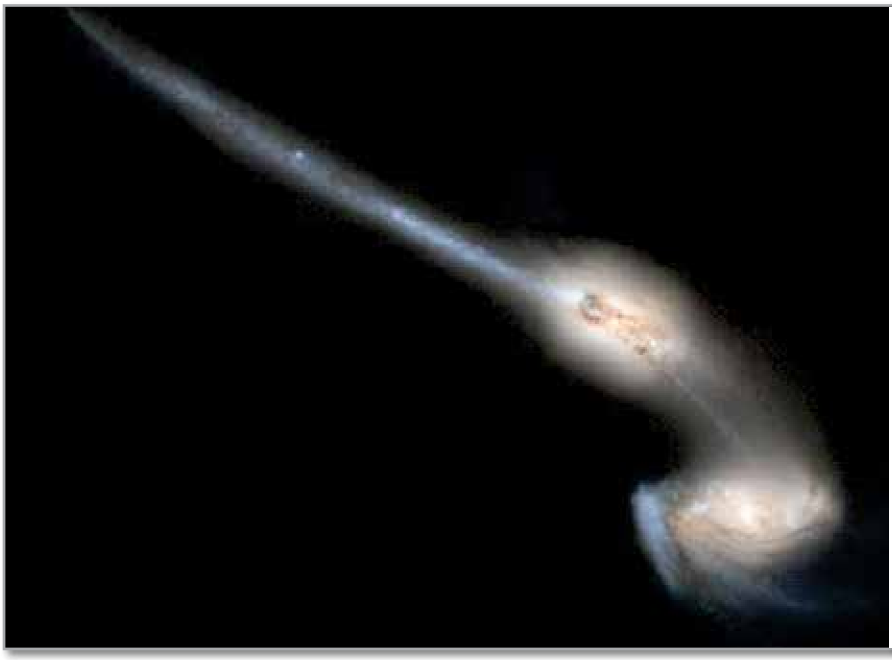
b. ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ (ಅಂಡಾಕಾರದ) ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು: ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಅಥವ ಗೋಳಾಕಾರದಲ್ಲಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು. ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಇರುವಂತೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳೇನೂ ಇಲ್ಲ.

- ಅವುಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಒಂದು ಚೆಂಡಿನಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಅಂಡಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಒಂದು ಚಿತ್ರ ಸಂಪುಟ ಇಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ನೋಡಲು ಸಿಗುತ್ತದೆ: https://www.noao.edu/image_gallery/elliptical_galaxies.html

ಈ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರದ ಹೊರತಾಗಿ, ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಾರೆ. ಅನೇಕಾನೇಕ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೀಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಕಾರವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ.

ಚಿತ್ರ 5. ನಮ್ಮಿಂದ ಸುಮಾರು 320 ದಶಲಕ್ಷ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೂರವಿರುವ ಕೋಮಾ ಸಮೂಹದ (ಕ್ಲಸ್ಟರಿನ) ಹಬಲ್ ಸ್ಪೇಸ್ ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರ ಇದು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಉದ್ದನೆ ಬೆಳಕಿನ ಆಕಾರವು ತನ್ನೊಳಗೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಶತಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಹತ್ತಿರವಾಗಿವೆ (ಖಗೋಳಿಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ) ಮತ್ತು ಹಾಗಾಗಿ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

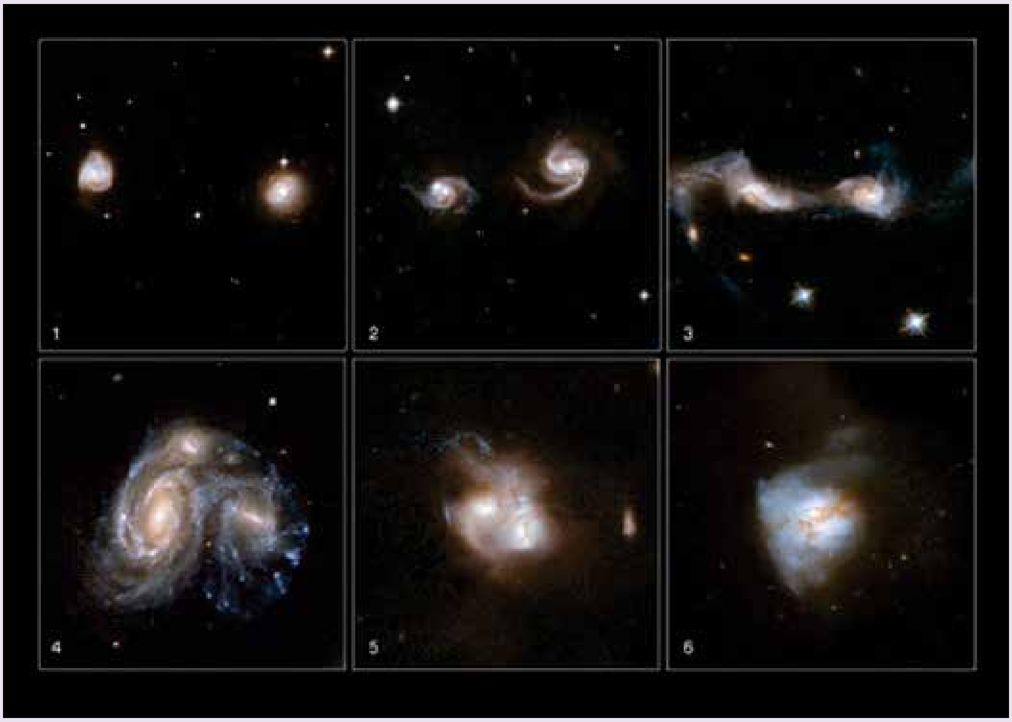
ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಹಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 5 ನೋಡಿ**). ಈ ರೀತಿಯ ನಿಹಾರಿಕೆ-ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಸಂಘಟ್ಟನೆ (collisions) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸಂಘಟ್ಟನೆ ಎಂದಾಕ್ಷಣ ಯಾವುದೋ ಅತಿರಭಸದ, ಅತಿವೇಗದ ವಿದ್ಯಮಾನ ಜರುಗಿದೆ ಎಂದು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಬಲು ನಿಧಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅತಿರಭಸವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಸಂಘಟ್ಟನೆ ಅನ್ನುವುದು ಇಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಸೂಕ್ತ ಪದ ಅಲ್ಲ ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಬೃಹತ್ ರಚನೆಗಳಾಗಿದ್ದು ಅದರೊಳಗಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಖಾಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಂತರಿಕ್ಷ ಇರುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸನಿಹಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಈ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಢಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇಲ್ಲವೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಇದರ ಬದಲಾಗಿ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸಮುದ್ರದ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣುವಂತೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಎಳೆದು, ಸೆಳೆದು ಮಾಡುವುದರಿಂದ, ಉದ್ದನೆಯ ಬಾಲಗಳು, ಹರಿವುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಗರಿಗಳಂತಹ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ (ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯು ಯಾವುದೇ ಭೌತಿಕ ಸಂಪರ್ಕ ಇಲ್ಲದಿದ್ದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಬೃಹತ್ ಅಂತರಗಳಲ್ಲೂ ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಡಿ). ಇದು ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸೆಣಸಾಟದಂತೆ, ಅಂದರೆ ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿಧಾನಕ್ಕೆ ಒಂದರಿಂದಿನ್ನೊಂದನ್ನು ಎಳೆದು ಬಿಡಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ರೀತಿಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸಮ್ಮಿಳನ (mergers) ಎಂದು ಕರೆಯಲು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತಾರೆ. (**ಚಿತ್ರ 6**ರಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ). ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ಬಾಲಗಳು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವುದರ ಹೆಗ್ಗುರುತು.



ಚಿತ್ರ 6. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಬಾಲದಂತಹ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ನಿಹಾರಿಕೆಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿ, ಪ್ರತಿ ನಿಹಾರಿಕೆಯಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅಂತರನಕ್ಷತ್ರೀಯ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಹೊರಸೆಳೆಯುವುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ರಚನೆಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಅನೇಕ ಸಾವಿರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಬೃಹತ್ ದೂರದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಈ ಇಡೀ ಕ್ರಿಯೆ ಜರುಗಲು ಸಹಸ್ರಾರು ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ.
ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ: ಹಬಲ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್

ಬಾಕ್ಸ್ 5. ಇಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ಯಾನೆಲ್ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಚಿತ್ರಗಳು ಒಂದೇ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದವುಗಳಲ್ಲ. ಈ ಆರು ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗೆಲ್ಯಾಕ್ಸಿಗಳ ಚಿತ್ರಗಳ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸಂಗ್ರಹದಿಂದ ಆಯ್ದು, ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮೀಪ ಬಂದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಲು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ವಿಲೀನಗೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲೇ ಅವುಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗಲು ತೊಡಗುವುದನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಅಷ್ಟು ದೂರದಿಂದಲೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯು ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುತ್ತಿರುವುದು (ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಗುವಂತೆ). ಕೊನೆಯ ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಕೊಂಡಿರುವ ಎರಡು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ವಸ್ತುದ್ರವ್ಯಗಳು ಒಂದರೊಳಗೊಂದು ಮಿಳಿತಗೊಂಡು ಒಂದು ಅಸ್ಪಷ್ಟಾಕಾರದ ರಚನೆಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದು ಕಾಣಸಿಗುತ್ತದೆ. ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಈ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಒಂದು ಬೃಹತ್ತಾದ ಅಂಡವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತಹುದು, ನಿಧಾನಕ್ಕೆ ಸಾವಿರಾರು ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಾಗಿವೆ.



ಅದನ್ನು ನಿಂತು ನೋಡುವಂತಹ ಸಮಯದ ಅವಕಾಶ ನಮಗೆ ಯಾರಿಗೂ ಇಲ್ಲ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆ ಪಸರಿಸಿರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹಗಳನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳು ವಿಲೀನದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದು ನಮಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ನಾವು ಚಿತ್ರಬಂಧವೊಂದನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬ್ರಹಾಂಡದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಈ ಅಂತರನಿಹಾರಿಕಾ ವರ್ತನೆಗಳು ಏನು ರೂಪಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ಕಾರ್ಯಮಾದರಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ಸೂಪರ್ ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ವಿಲೀನವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಹಲವಾರು ಅದ್ಭುತ ವಿಡಿಯೊಗಳು ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯ ಇವೆ. ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ:

http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2002/11/video/a/

http://www.ifa.hawaii.edu/~barnes/transform.html

https://www.youtube.com/watch?v=HP3x7TgvgR8 – ಈ ಕೊನೆಯ ವಿಡಿಯೋ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆ ನಿಹಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದ ಬೃಹತ್ ಆಂಡ್ರೋಮೀಡಾ ನಿಹಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿಲೀನಗೊಂಡಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತುಂಬ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾಗಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅಗಾಧ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಎರಡು ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಒಂದರೊಳಗೊಂದು ವಿಲೀನಗೊಂಡಾಗ ಒಂದು ಬೃಹತ್ತಾದ ಯಾವುದೇ ಸ್ಪಷ್ಟ (ದೀರ್ಘಾವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆ ತರಹದ) ಉಪರಚನೆಗಳಿಲ್ಲದ ನಿಹಾರಿಕೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ನಾವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಅಂಡವೃತ್ತಾಕಾರದ ನಿಹಾರಿಕೆ ಗಳು ಈ ಸುರುಳಿ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ವಿಲೀನಗೊಂಡಿದ್ದರಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದೇ? ಪರಿವೀಕ್ಷಣಾ ಪುರಾವೆಗಳು ಇದನ್ನೇ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಹೇಗೆ ತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಈ ಆಕಾರಗಳು ಬೃಹತ್ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತು ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಕಗ್ಗತ್ತಲ ಮುಖ

ನಾವೀಗ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಒಂದು ಕೊನೆಯ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಇದು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಪ್ರಸಕ್ತ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯದ ಕಥೆ ಕೂಡ. ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಹುಭಾಗವು ಹೊಳಪಿಲ್ಲದ, ನೆರಳು ಬೀರದ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಾಕ್ಷ್ಯವು ಲಭ್ಯವಿದೆ. ಅದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಹೊರತಾಗಿ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಜೊತೆ ಇನ್ನಾವ ವಿಧದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಏನು ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಯಾರಿಗೂ ಸ್ಪಷ್ಟ ಕಲ್ಪನೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಅದು ಎಲ್ಲೆಡೆ ಇದೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಈ ನಿಗೂಢ ಅಂಗಭೂತವನ್ನು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ನಾವು ಹಿಂದಿನ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹಗಳ ಕಡೆ ಮತ್ತೆ ಹೋಗಬೇಕು.

ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಫ್ರಿಟ್ಜ್ ಜ್ವಿಕಿ (**ಚಿತ್ರ 7** ನೋಡಿ) ಎಂಬ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಯಾವ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಬಲು ಕಷ್ಟಭರಿತ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಅವರ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ನಮಗೆ ಸಮೀಪದ ಒಂದು ಸಮೂಹವಾದ ಕೋಮಾ ನಿಹಾರಿಕಾ ಸಮೂಹವನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡರು (**ಚಿತ್ರ 5** ನೋಡಿ).

ಒಂದು ನಿಹಾರಿಕಾ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಒಟ್ಟು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಪ್ರಭಾವವು ಆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಹಾರಿಕೆಯು ಚಲಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಜ್ವಿಕಿ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಹಾಗಾಗಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದರ ಮೂಲಕ, ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಎಲ್ಲಾ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು ಎಂದು ಅವರು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದರು.

ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಕೋಮಾ ನಿಹಾರಿಕೆ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅವರು ಅಂದಾಜಿಸಿದರು (ಇದನ್ನು ಗತಿಶೀಲ **ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** (dynamical mass) ಎಂದು ಕೂಡ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ). ಅವರಿಗೇ ಅಚ್ಚರಿ ಹುಟ್ಟಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಈ ಸಮೂಹದೊಳಗಿನ ಎಲ್ಲಾ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಎಲ್ಲಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು (ಅಂದರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಸುತ್ತಿರುವ **ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** ಅಥವಾ **ದೀಪ್ತ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** (luminous mass) ಯನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಕೂಡಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯಬಹುದಾದ ಮೊತ್ತಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕವಾಗಿತ್ತು. ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಗತಿಶೀಲ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ದೀಪ್ತ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಸುಮಾರು ಇನ್ನೂರು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾಗದಷ್ಟು ಇತ್ತು.

ಚಿತ್ರ 7. ಸ್ವಿಟ್ಜರ್ಲ್ಯಾಂಡ್ ಮೂಲದ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದ ಫ್ರಿಟ್ಜ್ ಜ್ವಿಕಿ ಅವರು ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಪ್ರಭಾವ ಸೇರಿದಂತೆ, ಹಲವಾರು ಅದ್ಭುತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಊಹನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ವೃತ್ತಿಬದುಕಿನ ಬಹುಸಮಯವನ್ನು ಅವರು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ಕಳೆದರು. ಅವರ ಜೀವನದ ಕಿರುಪರಿಚಯಕ್ಕಾಗಿ ನೋಡಿ: http://www.slac.stanford.edu/pubs/beamline/31/1/31-1-maurer.pdf

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದೊಳಗಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಈ ಅಪಾರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಅಚ್ಚರಿಗೀಡುಮಾಡಿತು. ಅದಕ್ಕೆ ಅವರು ಕೊಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಒಂದೇ ಒಂದು ವಿವರಣೆ ಎಂದರೆ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಅಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಇರುವುದಾಗಿದ್ದರೆ, ಬಹುಶಃ ಅದು ಅದೇ ಸಮೂಹದೊಳಗಿನ ಇತರ ಎಲ್ಲ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೀಯ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಈ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸದೇ ಇರಬಹುದು, ಅದು ದೂರ ದರ್ಶಕಗಳಿಗೆ ಗೋಚರ ವಾಗದಂತಹುದಾಗಿರಬಹುದು; ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ನಾವದನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇತ್ತು. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾದ ಈ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ನಾವು ಈಗ 'ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯ (dark matter)' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ನಮಗೆ ಈಗ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಾರ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ, ಅದೇನೆಂದರೆ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದರೂ ಕೂಡ ಒಂದು ಸಮೂಹದೊಳಗೆ ಇರುವ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಆ ಸಮೂಹದಿಂದ ಆಚೆ ಹೋಗದೆ ಆ ಸಮೂಹದೊಳಗೇ ಇರಲು ಕಾರಣ ಕೂಡ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಎಂಬುದು. ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಅಧಿಕ ಗುರುತ್ವಬಲವು ಈ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಚದುರಿಹೋಗದಂತೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಿಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವು ಕೋಮಾ ಕ್ಲಸ್ಟರ್‌ಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿರದೆ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಅನ್ವೇಷಿಸಿದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಹಾರಿಕಾ ಸಮೂಹಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ಜ್ವಿಕಿಯವರು ಮಾಡಿದ ಪ್ರಥಮಾನ್ವೇಷಣೆಯಿಂದ ಮುಂದುವರಿದು, ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯದ ಅಗಾಧ ವ್ಯಾಪಕತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪುರಾವೆಗಳು ಲಭ್ಯವಾಗಿವೆ. ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದು ಅವುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಡುವುದು ಕೂಡ ಇದೇ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯ. ನಾವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನೋಡುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತಲೂ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬುದನ್ನು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅವಲೋಕನದ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ನಾವು ರಾತ್ರಿಯಾಗಸದತ್ತ ನಮ್ಮ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ನೆಟ್ಟಾಗ ನೆನಪಿಡಬೇಕಾದ ಅಂಶ ಎಂದರೆ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ ದೀಪ್ತ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ನೀರ್ಗಲ್ಲ ಗುಡ್ಡದ ಮೇಲ್ತುದಿ ಮಾತ್ರ, ಗೋಚರವಾಗದೆ ಇರುವುದು ಇನ್ನೂ ಅಗಾಧವಾಗಿದೆ. ಇನ್ನೊಂದರ್ಥದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ದೊಡ್ಡ ಮರಕ್ಕೆ ನೇತುಹಾಕಿರುವ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ್ಬುಗಳಂತೆ. ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಬಲ್ಬುಗಳು ಮಾತ್ರ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಮರವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ.

ಹಾಗಾದರೆ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಎಂದರೆ ಏನು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ನಮಗೆ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಅದು ಏನಾಗಿರಬಹುದು ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಊಹನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಾರೆ. ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಇದೂ ಒಂದಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ನಿರಾಶರಾಗಬೇಕಿಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದರೆ ಯಾವಾಗಲು ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಶೀಘ್ರ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹುಡುಕುವುದಷ್ಟೆ ಅಲ್ಲ, ಹೊಸಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವುದು ಕೂಡ. ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಮೂಲಕ, ನಾವು ಅನೇಕ ಹೊಸಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಮುಖಾಮುಖಿಯಾಗಿದ್ದೇವೆ ಮತ್ತು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಸುಲಭಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ನಿಜ. ಆದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದರಿಂದ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ಸಾಹಿತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಹೊಸಹಾದಿಗಳನ್ನು ಅನಾವರಣಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಖಚಿತವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಅದು ನಾವು, ನೀವು, ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತು ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರೋಟೋನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಣಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇಲ್ಲ. ಅದು ಬಹುಶಃ ಬೇರೆಯದೇ ಆದ ಯಾವುದೋ ನಮಗರಿವಿರದ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಇರಬೇಕು. ಅದರಾಚೆಗೆ, ಈಗಿನ ಮಟ್ಟಿಗಂತೂ ಅದು ಒಂದು ನಿಗೂಢ ವಸ್ತುವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ. ಆದರೆ ಸಂತೋಷದ ವಿಚಾರವೆಂದರೆ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ದೊಂದಿಗೆ ಈ ಕಪ್ಪು ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುರುತ್ವಕಾರ್ಷಣೆಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ, ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಅರಿವನ್ನೂ ಮೀರಿದ ಅಗಾಧವಾಗಿರುವುದು ಇನ್ನು ಏನೇನೋ ಇವೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ.

References and useful links

1. An interactive tool that explains and demonstrates the formation of tides: http://www.pbs.org/wgbh/nova/earth/what-causes-the-tides.html.
2. An online application that simulates the working principle behind the detection of extra-solar planets: http://astro.unl.edu/naap/esp/detection.html.
3. Galaxy Collider is an interactive tool that allows you to run toy models of galaxy merges with different starting conditions: http://viz.adrian.pw/galaxy/. Clicking and dragging on a blank area starts this simulation. Understanding how this tool works may require a bit of exploring.
4. The Cosmic Cocktail – Three Parts Dark Matter, by Katherine Fresse, Princeton University Press, ISBN 978-0691153353, is a recent popular science book that describes the fascinating story behind the discovery of Dark Matter and the our recent search to understand them.
5. The Crowded Universe, by Alan Boss, Basic Books, ISBN 978-0465009367, is a popular science book on extra-solar planets and the possibility of finding other Earths.

ಆನಂದ್ ನಾರಾಯಣನ್ ಅವರು ಭಾರತೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (Indian Institute of Space Science and Technology) ಯಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಬಾರ್ಯೋನಿಕ್ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ನಿಹಾರಿಕೆಗಳ ಆಚೆಗೆ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಪಸರಿಸಿದೆ ಎಂಬುದು ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಅವರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶಾಲಾ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿಯತವಾಗಿ ಕೊಡುಗೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಿಡುವಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾ ಪ್ರವಾಸ ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದು ಅವರ ಹವ್ಯಾಸ. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ
ಪರಿಶೀಲನೆ: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

ಜೀವಿಪರಿಸರದ ರಾಸಾಯನಿಕತೆ

ನಿಸರ್ಗದ ನುಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭಾಷಣೆ

ಶಾನನ್ ಓಲ್ಸನ್

ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ನಮ್ಮ ಗ್ರಹದ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳವರೆಗೆ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳೂ, ತಮ್ಮ ಜಗತ್ತಿನೊಂದಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂವಹನ ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಾಣಿಯಾದ ಆನೆ ಮತ್ತು ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದೊಂದಿಗೆ ನಾವು ಸಂವಹಿಸಲು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂಚನೆಗಳೇ ಸಹಕಾರಿ; ಬೆಳೆಗಳನ್ನು ಕೀಟಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಿಸಲು, ನವೀನ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅಥವಾ ರೋಗಗಳ ಹರಡುವಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ನಾವು ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ, ಜೀವಿಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪರಿಸರದ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕೊಳ್ಳೊಡೆಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಲೇಖಕರು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಿಗೂ ತನ್ನ ಉಳಿವಿಗಾಗಿ ತನ್ನ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿರುವ ಅನ್ಯ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅರಿವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಯಾವುದನ್ನು ತಿನ್ನಬೇಕು? ಯಾವುದನ್ನು ತಿನ್ನಬಾರದು? ಮತ್ತು ಯಾರು ತನ್ನನ್ನು ತಿನ್ನಬಹುದು? ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಿಯೂ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರಬೇಕು. ನಾವೇನೋ ಇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೂಲಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ನೀವು ನೋಡಲಾಗದಿದ್ದರೆ? ಅಥವಾ ಕೇಳಲಾಗದಿದ್ದರೆ? ಅಥವಾ ಮುಟ್ಟಲಾಗದಿದ್ದರೆ? ನಿಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನೀವು ಹೇಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಿರಿ? ನಿಮಗೆ ಅವು ದೊರೆತ ಮೇಲೆ, ಅವು ಏನು ಎಂದು ನೀವು ಹೇಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಿರಿ?

ಎಲ್ಲ ಜೀವಿಗಳು ಈ ದ್ವಂದ್ವವನ್ನು ಪ್ರತಿದಿನವೂ ಅನುಭವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಮಗೆ ಕೇಳಿಸುವಂತಹ ಶಬ್ದಗಳು ಕೆಲವು ಕೀಟಗಳಿಗೆ ಕೇಳಿಸುವುದಿಲ್ಲ (ಅವು ಕೇವಲ ಕಂಪನಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಲ್ಲವು). ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೆ ಏನೂ ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಸಸ್ಯಗಳಗಂತೂ ಚಲಿಸಲಿಕ್ಕೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ! ಹಾಗಾದರೆ ಅವುಗಳು ಹೇಗೆ ಬದುಕುಳಿಯುತ್ತಿವೆ? ಇದು ವಿಷ ಮತ್ತು ಇದು ಆಹಾರ ಅಥವಾ ಇದು ಸುರಕ್ಷಿತ ಮತ್ತು ಇದು ಅಪಾಯ ಎಂದು ಅವು ಹೇಗೆ ಹೇಳಬಲ್ಲವು?

ಆದರೆ, ಒಂದು ಸಂವೇದನೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದು. ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳ

ಮೂಲಭೂತ ಘಟಕಗಳು ರಸಾಯನಿಕವಸ್ತುಗಳೇ ಆಗಿವೆ. ಈ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಿಯೂ ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆಸೆದು ಜೊತೆಜೊತೆಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಸಮೂಹವಾಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ನಾವು ಅಣುಗಳ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ– ಹಾಗಾಗಿ ಎಲ್ಲ ಜೀವಿಗಳೂ ರಾಸಾಯನಿಕವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲವು –ಈ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಬಳಸಿಯೇ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಭಾಷಣೆ ನಡೆಸುತ್ತವೆ.

ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಭಾಷೆ

ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಕೇಳುವಂತೆಯೇ ನಾವು ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಭಾಷೆಯನ್ನೂ ಕಿವಿಯಿಂದ ಕೇಳುವಂತಾಗಿದ್ದರೆ ಈ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಖಂಡಿತವಾಗಿಯೂ ನಮ್ಮ ಕಿವಿ ಗಡುಚಿಕ್ಕಿ ಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲೂ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎಲೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಶಿಲೀಂಧ್ರ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೀಟ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೀನು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಸ್ತನಿಯೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುತ್ತಿರುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಕಳುಹಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ಜೀವಿಗಳು ತಮ್ಮ ಉಳಿವಿಗಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ನೆರವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳುವ ಕೆಲವು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸೋಣ.

ಸಂಗಾತಿಗಳ ಶೋಧನೆ

ಹದಿನೇಳನೇ ಶತಮಾನದ ಸರ್ ಜಾನ್ ರೇ ಅವರ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂವಹನ ಕುರಿತಾದ ಪ್ರಯೋಗವೇ ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹಳೆಯ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿದೆ. ಸರ್ ಜಾನ್ ಅವರು ಪೆಪ್ಪರ್ಡ್ ಮಾಥ್–ಪತಂಗದ *(ಬಿಸ್ಟಾನ್ ಬೆಟ್ಯುಲೇರಿಯಾ)* ಅಧ್ಯಯನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ತಾವು ಪಂಜರದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿದ್ದ ಹೆಣ್ಣು ಪತಂಗವು ಎರಡು ಗಂಡು ಪತಂಗಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿತು ಮತ್ತು ಅವು ಕಿಟಕಿಯ ಮೂಲಕ ಹಾರಿಬಂದವು. ಇಟ್ಟಿದ್ದ ಹೆಣ್ಣು ಪತಂಗವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುವಂತೆ ಮತ್ತು ಕೇಳಿಸುವಂತೆ ಇರಲಿಲ್ಲವಾದ ಕಾರಣ, ಕೇವಲ ಅದರ ಸುಗಂಧದಿಂದ ಗಂಡು ಪತಂಗಗಳು ಆಕರ್ಷಿತವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಸರ್ ಜಾನ್ ಊಹಿಸಿದರು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಯಾವುದೇ ಮಾರ್ಗಗಳಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಸರ್ ಜಾನ್‌ರ ಊಹೆ ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಇತ್ತು.

1959 ರಲ್ಲಿ ಅಡಾಲ್ಫ್ ಬ್ಯೂಟೆನಾಂಟ್ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಗಂಡುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಲು ಹೆಣ್ಣು ರೇಷ್ಮೆ ಪತಂಗ (ಸಿಲ್ಕ್ ಮಾಥ್) ರಾಸಾಯನಿಕವೊಂದನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರು. ತನ್ನದೇ ಪ್ರಭೇದದ ನಡುವೆ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಫೆರಮೋನ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. 1995ರ ವೇಳೆಗೆ ಸುಮಾರು 1500 ಹೆಣ್ಣು ಪತಂಗ ಪ್ರಭೇದಗಳು[1] ಹೊರಸೂಸುವ ಇಂತಹ ಫೆರಮೋನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಎಂತಹ ದಟ್ಟ ಅರಣ್ಯ[2]ದಲ್ಲಿಯೂ ಹತ್ತಾರು ಮೀಟರ್ ದೂರದಿಂದಲೇ ಹೆಣ್ಣುಗಳು ಗಂಡು ಪತಂಗಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಬಲ್ಲವು ಎಂದು ನಾವು ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಫೆರಮೋನ್‌ಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ತಮ್ಮ ಸಂಗಾತಿಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಲು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೇ, ಇತರೇ ಸಾಕಷ್ಟು ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗೆ ಅಂದರೆ ಅಪಾಯದ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ನೀಡಲು ಅಥವಾ ತಮ್ಮ ಬಳಗವನ್ನು ಕರೆಯಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಈಗ ನಾವು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ.

ಪಕ್ಸೀನಿಯಾ ಎಂಬ ರಸ್ಟ್ ಶಿಲೀಂದ್ರವು ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ. ಲೈಂಗಿಕ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಗಾಗಿ ಈ ಶಿಲೀಂದ್ರವು ತನ್ನದೇ ಪ್ರಭೇದದ ಮತ್ತೊಂದು ಗುಂಪಿನ ಶಿಲೀಂದ್ರದೊಂದಿಗೆ ಫಲೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಬಹಿಸ್ಸಂಕರ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಆ ಶಿಲೀಂದ್ರವು ಛದ್ಮವೇಶಧಾರಿಯಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲಿಗೆ, ಅದು ಒಂದು ಸಸ್ಯದೊಳಗೆ ಸೋಂಕಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಆ ಸಸ್ಯದಲ್ಲಿ ಸುಗಂಧಭರಿತ ಹಳದಿ ಹುಸಿ ಹೂಗಳು (ಸ್ಯೂಡೋ ಫ್ಲವರ್ಸ್) ಅರಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ ಈ ಹುಸಿ ಹೂಗಳ ಮೇಲೆ ಮಕರಂದದಂತಹ ಸಿಹಿ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಾಗಸ್ಪರ್ಶಿಗಳು (ಜೇನು ನೊಣ, ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ) ಈ ಹುಸಿ ಹೂವಿನೆಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗಿ, ತಮ್ಮೊಂದಿಗೆ ಈ ಶಿಲೀಂದ್ರದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಒಯ್ದು ಮತ್ತೊಂದು ಹುಸಿ ಹೂವಿನ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿ ಶಿಲೀಂದ್ರದ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತವೆ[3].

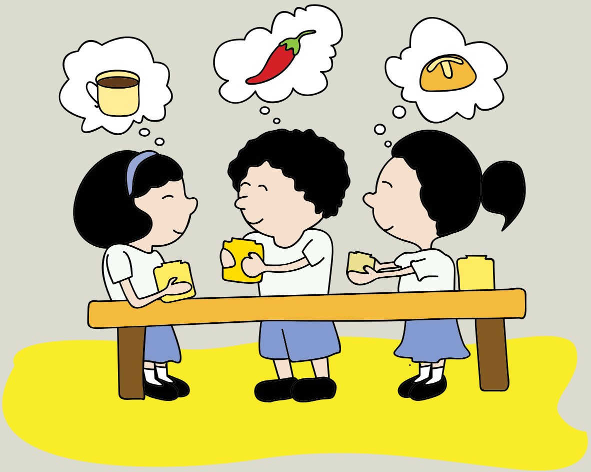
ಆಹಾರದ ಹುಡುಕಾಟ

ತಮ್ಮ ಆಹಾರದ ಹುಡುಕಾಟ ನಡೆಸಲು *'ಎಶ್ಚರೀಶಿಯ ಕೋಲೈ'* ನಂತಹ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂಚಕಗಳ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಕಣ್ಣು ಅಥವಾ ಕಿವಿಗಳಿಲ್ಲದ ಕಾರಣ ಅದಕ್ಕೆ ತನ್ನ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಆಹಾರವನ್ನು ಅರಸಲು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂಚಕಗಳೇ ಇಂದ್ರಿಯಗಳಾಗಿವೆ. ಸಕ್ಕರೆಯಂತಹ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥ ಇದ್ದಾಗ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವು ತನ್ನ ಕಶಾಂಗದ (ಫ್ಲಾಜೆಲ್ಲಂ) ಸಹಾಯದಿಂದ ಅದರ ಬಳಿ ಈಜಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಯಂತಹ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥದ ಪ್ರಮಾಣವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಇರುತ್ತದೆಯೋ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಈಜುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆಂದರೆ, ನಮ್ಮ ಮೊಬೈಲ್ ಫೋನ್ ಕಳೆದುಹೋದಾಗ ನಾವು ಅದಕ್ಕೆ ಕರೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ಶಬ್ದ ಬಂದ ಕಡೆಗೆ ಹೇಗೆ ಹುಡುಕುತ್ತಾ ಹೋಗುವೆವೋ ಹಾಗೆಯೇ. ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ

ಬೋಧನಾ ಸಲಹೆಗಳು

1. ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ: ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಚ್ಚರಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದಾಗ, ಅವರಿಗೆ ಸಾಸಿವೆ, ಕೋಸು ಮತ್ತು ಮೆಣಸಿನ ಕಾಯಿಗಳ ರುಚಿ ಸವಿಯಲು ಹೇಳಿರಿ. ಅವು ಹೇಗೆ ರುಚಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕೇಳಿ ಮತ್ತು ಈ ರುಚಿಗೆ ಕಾರಣವೇನು (ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು) ಎಂಬುದು ತಿಳಿದಿದೆಯೆ ಎಂದು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿರಿ. ಸಸ್ಯಗಳು ಇಂತಹ ಕಟು ಗಂಧದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಏತಕ್ಕೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕೇಳಿ- ಅವರ ಉತ್ತರ/ ಉತ್ಸಾಹ ಕಂಡು ನಿಜಕ್ಕೂ ನೀವು ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರಾಗುವಿರಿ!

2. ತರಗತಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ: ಮಸಾಲೆ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದ ಡಬ್ಬಗಳಲ್ಲಿ ತನ್ನಿ. ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಡಬ್ಬದ ಒಳಗಿನದ್ದು ಕಾಣದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ನಂತರ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಅದನ್ನು ತೆಗೆದು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲು ಹೇಳಿ. ಜೊತೆಗೆ, ಅದರಿಂದ ಅವರಿಗೆ ಎಂತಹ ಯೋಚನೆ ಹೊಳೆಯಿತೆಂದು ಹೇಳಲಿ- ಯಾವುದಾದರೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಹಾರದ ಬಗ್ಗೆಯೇ? ಯಾವುದಾದರೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನೆನಪೇ?



3. ಹೊರಾಂಗಣಕ್ಕೆ ಹೋದಾಗ: ನಿಮ್ಮ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಹೊರಗೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿ. ಕೆಲವು ಕೀಟಗಳನ್ನು ಅವರು ಗಮನಿಸಲಿ- ಇರುವೆ, ನೊಣ ಯಾವುದಾದರೂ ಸರಿ. ಅವು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮೊಳಗೆ ಹೇಗೆ ಮಾತನಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ / ಸಂಪರ್ಕಹೊಂದುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತನಾಡಿ (ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಕಣ್ಣು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಕಿವಿಗಳಿಲ್ಲದೇ!). ಈ ಕೀಟಗಳು ಒಂದರಿಂದೊಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದಂತಹ ವಿಷಯವಾದರೂ ಏನು ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಚರ್ಚಿಸಿ- ತಮ್ಮ ಆಹಾರ ಎಲ್ಲಿದೆ, ತಮ್ಮ ಸಂಗಾತಿ ಎಲ್ಲಿರಬಹುದು, ಶತ್ರುಗಳು ಎಲ್ಲಿದ್ದಾರೆ, ಇತ್ಯಾದಿ. ಇಂತಹ ನಡವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಲು ಹುರಿದುಂಬಿಸಿ!

4. ವೈಯಕ್ತಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ : ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಮಸಾಲೆ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಹೇಳಿ. ಅಂತರ್ಜಾಲದಲ್ಲಿ ಈ ಮಸಾಲೆ ಪದಾರ್ಥ ಯಾವ ಸಸ್ಯದ ಉತ್ಪನ್ನ ಮತ್ತು ಮಸಾಲೆ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ನಾವು ಗುರುತಿಸಬಹುದಾದ ಅಂಶವನ್ನು ಆ ಸಸ್ಯ ಏಕೆ ತಯಾರಿಸಿತು ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ಹೇಳಿ (ಸಾಸಿವೆ ಮತ್ತು ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ).

ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದತ್ತ ಚಲಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು 'ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಅನುಚಲನ' (ಪಾಸಿಟೀವ್ ಕೀಮೋಟಾಕ್ಸಿಸ್) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

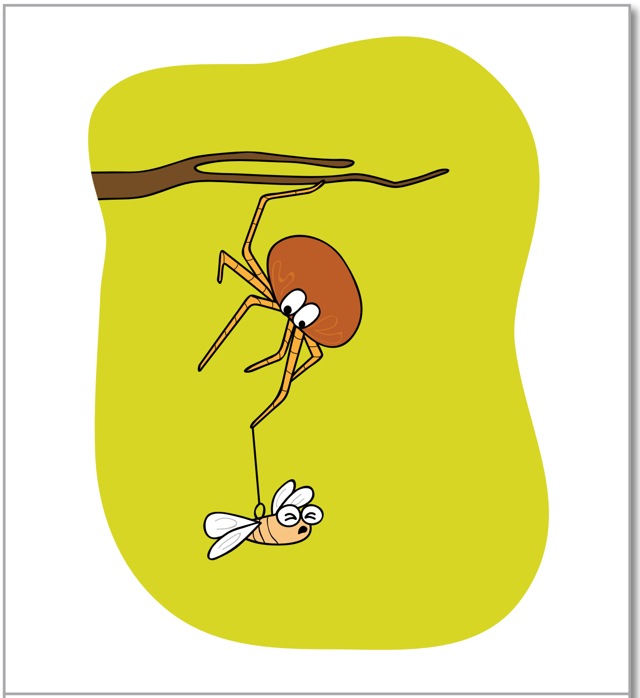
ಬೋಲಾಸ್ ಜೇಡಕ್ಕೆ ಪತಂಗಗಳೇ ಅತಿ ರಸಭರಿತ ಆಹಾರ. ಈ ಜೇಡಗಳು ಬೋಲಾಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಅಂಟಂಟಾಗಿರುವ ರೇಷ್ಮೆ ನೂಲಿನ ಚೆಂಡನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೇರಿಕಾದ ಕೌಬಾಯ್‌ಗಳು ದನ ಹಿಡಿಯಲು ಅವುಗಳ ಕತ್ತಿಗೆ ಕುಣಿಕೆ ಹಗ್ಗವನ್ನು ಎಸೆಯುವಂತೆ, ಹಾರಾಡುವ ಕೀಟಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ನೂಲನ್ನು ಅದು ಬೀಸುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳು ವಾಸನೆಯಿಂದಲೂ ತಮ್ಮ ಬೇಟೆಯನ್ನು ಹಿಡಿಯುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಬಗೆಯ ಜೇಡವಾದ *ಮ್ಯಾಸ್ಟೊಫೋರಾ ಹಚ್ಚಿನ್ಸೋನಿ*, ಗಂಡು ಪತಂಗಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವಂತಹ ಹೆಣ್ಣು ಪತಂಗಗಳ ಫೆರೋಮೋನ್‌ಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುವ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ತನ್ನ ಬೋಲಾಸ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸುತ್ತದೆ. ಗಂಡು ಪತಂಗಗಳನ್ನು ಈ ವಾಸನೆಯಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗಿ, ಹೆಣ್ಣು ಪತಂಗಗಳ್ನು ಅರಸುತ್ತಾ ಈ ಜಾಲಕ್ಕೆ ಬಂದು ಬಿದ್ದು, ಜೇಡದ ಆಹಾರವಾಗುತ್ತವೆ[4].

ಶತ್ರುಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ

ಶತ್ರುಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಓಡಿಹೋಗಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಂತಹ ಗಿಡಮರಗಳು, ತಮ್ಮ ಶತ್ರುಗಳಿಂದ ಪಾರಾಗುವುದು ಬಲು ಕಷ್ಟದ ಕೆಲಸವೇ. ಸಸ್ಯಗಳ ಶತ್ರು

ಚಿತ್ರ 1. *ಅರಾಬಿಸ್ ಗಿಡದ ಮೇಲೆ ಪಕ್ಸೀನಿಯಾದ ಹುಸಿ ಹೂಗಳು*
ಮೂಲ: An Ian Walker photo, uploaded by Lesfreck at English Wikipedia. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Puccinia_on_Arabis.jpg. CC-BY.



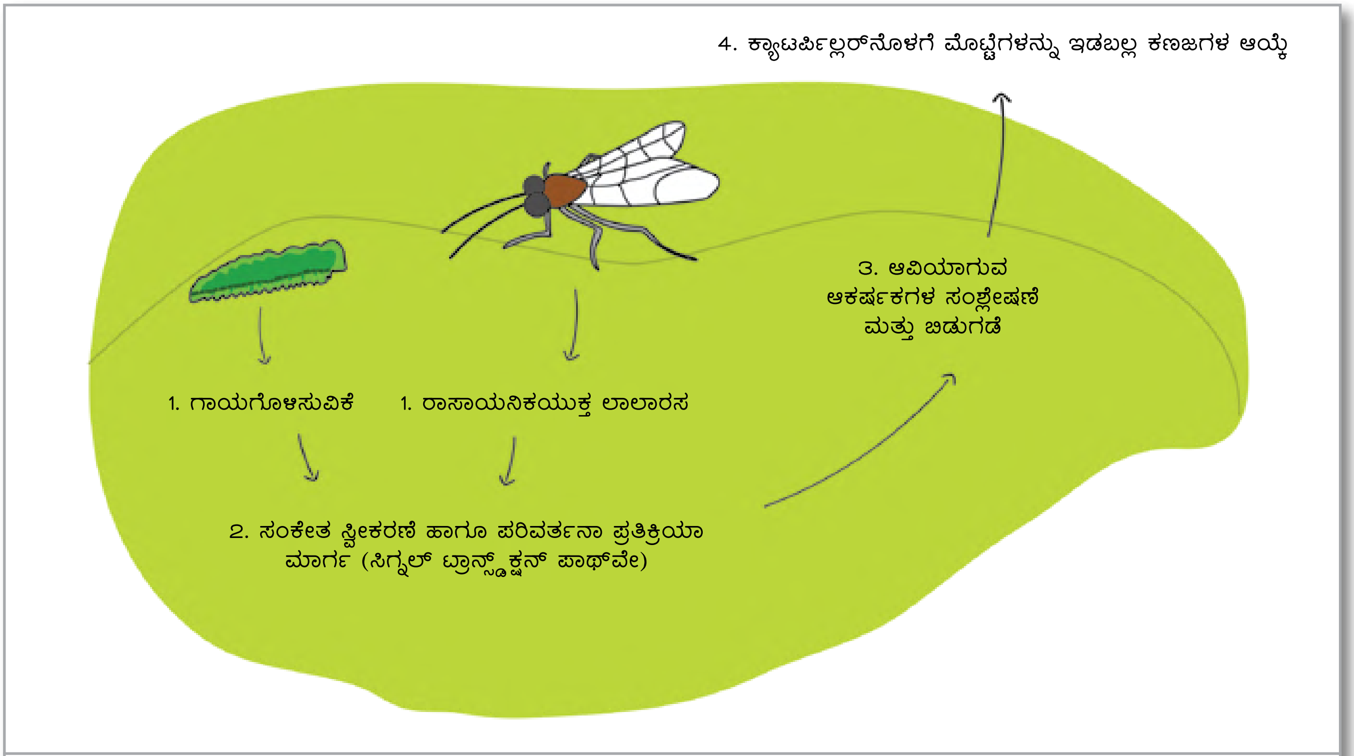
ಚಿತ್ರ 2. ಬೋಲಾಸ್ ಜೇಡ ತನ್ನ ಬೇಟೆಗಾಗಿ ಕುಣಿಕೆ ಎಸೆಯುತ್ತಿರುವುದು.

ಯಾರು? ಹಾಗೆ ನೋಡಿದರೆ, ಶತ್ರು ಯಾವುದು ಬೇಕಾದರೂ ಆಗಿರಬಹುದು – ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ತಿನ್ನಬಹುದಾದ ಕೀಟ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೆ ರೋಗವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು. ಓಡಿಹೋಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದ ಕಾರಣ ಅವು ಶತ್ರುಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಅಥವಾ ಅವಕ್ಕೆ ತೊಂದರೆ ಕೊಡುವ ವಿಷಕಾರಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತವೆ. ಸಾಸಿವೆ, ಎಲೆಕೋಸು ಮತ್ತು ಮೂಲಂಗಿಗಳು ಇಂತಹ ವಿಷಕಾರಿ ಅಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿವೆ. ನೀವು ಎಲೆಕೋಸು ಅಥವಾ ಸಾಸಿವೆಯನ್ನು ತಿಂದಾಗ ಕಟುವಾದ ರುಚಿಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತೀರಿ. ಗ್ಲುಕೋಸಿನೋಲೇಟ್ ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥವು ವಿಘಟನವಾಗಿ ಐಸೋಥಯೋಸಯನೇಟ್‌ಗಳಾದಾಗ ಇಂತಹ ಕಟು ರುಚಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಕಟುರುಚಿ ಹೊಂದಿರುವ ಈ ಐಸೋಥಯೋಸಯನೇಟ್‌ಗಳು ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕೀಟ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಿಗೆ ವಿಷಕಾರಿಯಾಗಿವೆ.

ಶತ್ರುಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಗಿಡಮರಗಳಿಗೆ ಇರುವ ಇನ್ನೊಂದು ದಾರಿ ಸಹಾಯಕ್ಕಾಗಿ ಕೂಗಿಕರೆಯುವುದು. ಆದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಧ್ವನಿ ಎತ್ತಿ ಕೂಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದ ಕಾರಣ ಅವು ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಸಹಾಯಕ್ಕಾಗಿ ಕೂಗಿಕರೆಯುತ್ತವೆ. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್ (ಕಂಬಳಹುಳು) ನಂತಹ ಕೀಟಗಳಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಹಾನಿಯಾದಾಗ, ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳು ಈ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಭಕ್ಷಿಸುವ ಕೀಟಗಳಾದ ಕಣಜಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಲು ವಾಸನೆಯುಕ್ತ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಈಜಿಪ್ಷಿಯನ್ ಆರ್ಮಿ ವರ್ಮ್ ಕೀಟವು ಎಳೆಯ ಜೋಳದ ಗಿಡಗಳನ್ನು ಭಕ್ಷಿಸುವಾಗ, ಆ ಗಿಡಗಳು ಈಜಿಪ್ಷಿಯನ್ ಆರ್ಮಿ ವರ್ಮ್[5] ಕೀಟದ ಭಕ್ಷಕ ಕೀಟವಾದ ಕಣಜಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಲು ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಗಿಡಗಳು ತಮ್ಮ ಪರವಾಗಿ ಶತ್ರುಗಳ ಮೇಲೆ ದಾಳಿ ಮಾಡಲು ದಂಡು ದಂಡನ್ನೇ ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರ ಮೂಲಕ ಪರಾವಲಂಬಿ ಕಣಜವು, ತಾನು ಮೊಟ್ಟೆ ಇಟ್ಟು ಮರಿಮಾಡಲು ಪ್ರಶಸ್ತ ಆತಿಥೇಯವನ್ನು ಈ ಸಸ್ಯದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಕಾರ್ಯನಿರತ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು: ಕೆಲವರಿಗೆ ಖಾರವೆಂದರೆ ಬಹಳ ಪ್ರೀತಿ

ನೀವು ಯಾವುದಾದರೂ ಹಣ್ಣು ಮಾಗಿದೆಯೇ ಎಂದು ನೋಡುವಾಗ ಅಥವಾ ಒಡೆದು ಹೋದ ಹಾಲನ್ನು ಬಾಯಿಂದ ಉಗುಳುವಾಗ, ನೀವೂ ಸಹ ನಿಮ್ಮ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂವೇದನೆಯನ್ನು ಬಳಸುತ್ತೀರಿ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹರಡುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಮನುಷ್ಯರು ವಾಸನೆಯ ಮೂಲಕ ಮತ್ತು ಘನ ಹಾಗೂ ದ್ರವ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ರುಚಿಯ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ. ಈ



ಚಿತ್ರ 3. ಎಳೆಯ ಜೋಳದ ಗಿಡವು ಈಜಿಪ್ಷಿಯನ್ ಆರ್ಮಿ ವರ್ಮ್ ವಿರುದ್ಧ ರಕ್ಷಣಾ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನವಾಗಿ ಪರಾವಲಂಬಿ ಕಣಜವನ್ನು ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಿರುವುದು.

ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ನಮ್ಮ ಮೂಗು ಅಥವಾ ನಾಲಗೆಯ ನರಕೋಶದಲ್ಲಿ ಗ್ರಾಹಕಗಳೆಂಬ (ರಿಸೆಪ್ಟಾರ್) ವಿಶೇಷ ಪ್ರೊಟೀನ್‌ಗಳಿವೆ. ಇವು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡು ನರಕೋಶದ ಮೂಲಕ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಮೆದುಳಿಗೆ ತಲುಪಿಸುತ್ತವೆ.

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಮರಗಳವರೆಗೂ– ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಮೂಗು ಅಥವಾ ಮೆದುಳಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಸಹ – ಪರಿಸರದಲ್ಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಅವು ಈ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳಿಂದಲೇ ಪತ್ತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಸಸ್ಯಗಳು ಹೇಗೆ ಈ ಗ್ರಾಹಕಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಅದ್ಭುತ ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯ ಕಥೆ. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೇರಿಕಾ ಮೂಲವಾಗಿರುವ ಈ ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿ ಇಂದು ಭಾರತದ ಅಡುಗೆಯ ಬಲುಮುಖ್ಯ ಸಾಮಾಗ್ರಿಯಾಗಿದೆ. ಸಣ್ಣ ಚಿಟಿಕೆ ಮೆಣಸಿನಪುಡಿ ಸಾಕು ನಿಮ್ಮ ಮೈ ಕೈ ಉರಿಯುಂಟುಮಾಡಲು! ಆದರೆ ನೀವು ಎಂದಾದರೂ ಮೆಣಸಿಕಾಯಿಯು ಏಕೆ ಇಷ್ಟು ಖಾರ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಕ್ಷಣ ಯೋಚಿಸಿದ್ದೀರಾ?

ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯು ಕಡೇ ಪಕ್ಷ ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನ ಸಂವೇದನೆಗೆ 'ಖಾರ'ವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಕ್ಯಾಪ್ಸೈಸಿನ್ ಎನ್ನುವ ಒಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಅದೊಂದೇ ಇದ್ದಾಗ ಖಾರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕವು ಮಾನವ ಶರೀರದಲ್ಲಿರುವ ಟಿಆರ್‌ಪಿವಿ1 (ಟ್ರಾನ್ಸಿಯೆಂಟ್ ರಿಸೆಪ್ಟಾರ್ ಪೊಟೆನ್ಷಿಯಲ್) ಎನ್ನುವ ವಿಶೇಷ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಬಂಧಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರೊಟೀನ್‌ಗೆ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿದೆ. ಇದು ಕ್ಯಾಪ್ಸೈಸಿನ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಬಂಧಿತವಾದಾಗ, ಈ ಪ್ರೊಟೀನ್ ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿಗೆ ಇದು ಖಾರ ಎಂಬ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕಳುಹಿಸುತ್ತದೆ! ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ಪಕ್ಷಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಗ್ರಾಹಕವು ಕ್ಯಾಪ್ಸಿಸಿನ್[6]ನೊಂದಿಗೆ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನೀಡುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರರ್ಥವೇನೆಂದರೆ ಪಕ್ಷಿಗಳು ಎಷ್ಟೇ ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯನ್ನು ತಿಂದರೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಖಾರ ತಿಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಪಕ್ಷಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು, ಕೇವಲ ಸಸ್ತನಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಖಾರವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಈ ಗುಣವು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗಿದೆ? ಕೆಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಯೋಜನ ಇದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮೆಣಸಿನ ಗಿಡದಲ್ಲಿ ಮೆಣಸಿನ ಕಾಯಿಯು ಯಾವ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಅದಕ್ಕೂ ಇದಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂಬುದು ಅವರ ತೀರ್ಮಾನ.

ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಗಳು ಮೆಣಸಿನ ಗಿಡದ ಹಣ್ಣುಗಳು. ಉಳಿದ ಬೇರೆ ಹಣ್ಣುಗಳಂತೆ, ಈ ಹಣ್ಣುಗಳೂ ಬೀಜಗಳನ್ನು

ಚಿತ್ರ 4. ಅಲಪೆನೋ, ಬನಾನಾ, ಕೇನ್ ಮೆಣಸಿನ ಕಾಯಿ, ಮತ್ತು ಹ್ಯಾಬನೆರೊ ಮೆಣಸು– ಇದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೂ ಪಕ್ಷಿಗಳಿಗೆ ಖಾರವೆನಿಸುವುದಿಲ್ಲ! ಮೂಲ: Ryan Bushby (H at English Wikipedia). Wikimedia Commons, CC-BY. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arrangement_of_jalape%C3%B1o,_banana,_cayenne,_chili,_and_habanero_peppers.jpg.

ಹೊಂದಿವೆ. ರಸಭರಿತವಾದ ಈ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಣಿಗಳು ತಿಂದು, ಬೀಜಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಹಿಕ್ಕೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರಹಾಕಿದಾಗ, ಬೀಜ ಮಣ್ಣಿಗೆ ಸೇರಿ, ಹೊಸ ಗಿಡದ ಹುಟ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಮೆಣಸಿನ ಗಿಡದ ಬೀಜಗಳು ತನ್ನ ಮೂಲ ಗಿಡದಿಂದ ಬಹಳ ದೂರ ಸಾಗುತ್ತವೆ. 2001 ರಲ್ಲಿ ಟ್ಯೂಕ್ಸ್‌ಬೆರಿ ಮತ್ತು ನಾಭನ್‌ರವರು, ಇಲಿ ಮತ್ತು ಹೆಗ್ಗಣಗಳಿಗೆ ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯನ್ನು ತಿನ್ನಿಸಿದಾಗ (ಈ ಹಿಂದೆ ರುಚಿ ನೋಡದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅವು ತಿನ್ನುತ್ತವೆ), ಅದರ ಮಲದಿಂದ ಬಂದ ಬೀಜಗಳು ಕುಡಿಯೊಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ (ಗಿಡವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದಿಲ್ಲ). ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ಪಕ್ಷಿಗಳಿಗೆ ಈ ಹಣ್ಣನ್ನು ತಿನ್ನಿಸಿದಾಗ, ಬೀಜಗಳು ಮಾಮೂಲಿನಂತೆ ಗಿಡವಾಗಿ ಬೆಳೆದವು. ಜೊತೆಗೆ, ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯೆಂದರೆ ಪಕ್ಷಿಗಳು ಹಿಂಜರಿಯುವುದೂ ಇಲ್ಲ. ತನ್ನ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಹಾಳು ಮಾಡುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ (ಸಸ್ತನಿ) ದೂರವಿರಿಸಲು ಮೆಣಸಿನಗಿಡವೇ ಕ್ಯಾಪ್ಸೈಸಿನ್ ತಂತ್ರವನ್ನು ಹೂಡಿದೆ ಮತ್ತು ತನ್ನ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು (ಪಕ್ಷಿಗಳು) ಇದರಿಂದ ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು[7] ಕೆಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಕ್ಯಾಪ್ಸೈಸಿನ್ ಕೇವಲ ಸಸ್ತನಿಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ ಮತ್ತೊಂದು ಅನಗತ್ಯ ಜೀವಿ– *ಫ್ಯೂಸೇರಿಯಂ* ಎನ್ನುವ ಶಿಲೀಂಧ್ರವನ್ನೂ ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಟ್ಯೂಕ್ಸ್‌ಬೆರಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯು ಈಗಾಗಲೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ನಿರೋಧಕ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಮತ್ತು ಟ್ಯೂಕ್ಸ್‌ಬೆರಿಯ ಸಂಶೋಧನೆಯಂತೆ, ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಯಾಪ್ಸೈಸಿನ್ ಅಂಶವು, ಬೀಜಗಳನ್ನು ಈ ಶಿಲೀಂಧ್ರದ ರೋಗಕಾರಕ ಗುಣದಿಂದ ಸಂರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ[8]. ಆದ್ದರಿಂದ, ದೊಡ್ಡ ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ಅಪಾಯಗಳಿಂದ ಮೆಣಸಿನಕಾಯಿಯ ಖಾರವು ತನ್ನ ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಬೀಜಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ನಿಸರ್ಗವನ್ನು ಆಲಿಸಿದಾಗ

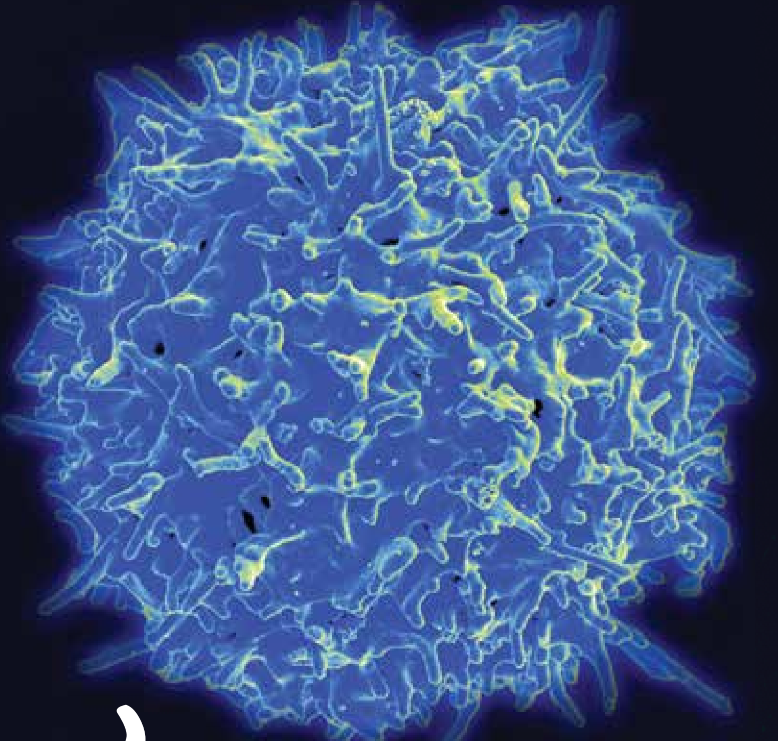
ಈ ನಿಸರ್ಗದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಭಾಷೆ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತೆಲ್ಲಾ ತುಂಬಿಹೋಗಿದ್ದರೂ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಜೀವಿಗಳು ಹೇಗೆ ಮತ್ತು ಏಕೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂವಹನ ನಡೆಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವುದು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ. ಜೀವಿಗಳ ಆಣ್ವಿಕ ಸಂಭಾಷಣೆಯ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡರೆ ಮಾತ್ರ, ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಪ್ರಪಂಚದೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಹೊಂದಲು ಹೊಸ ಹೊಸ ಮಾರ್ಗಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ರೌಂಡ್ ವರ್ಮ್ ಮತ್ತು ಮಲೇರಿಯಾ ಪರಾವಲಂಬಿಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ರೋಗಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ, ವಿಲಿಯಂ ಸಿ ಕ್ಯಾಂಬೆಲ್, ಸತೋಷಿ ಅಮುರ ಮತ್ತು ಯುಯು ಟೋ ಮೂವರೂ 2015 ರ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ಪಡೆದರು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿದ್ದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳು ಇದರ ನೆರವಿನಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ದೂರವಿರಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಸಂಭಾಷಣೆಯನ್ನು ಆಲಿಸಿದ ನೊಬೆಲ್ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ವಿಜೇತರು, ಈ ರೋಗಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಹೊಸ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು.

ಮುಂದಿನ ಬಾರಿ ನೀವು ಯಾವುದೇ ಕುಸುಮದ ಪರಿಮಳ ಆಘ್ರಾಣಿಸುವಾಗ, ರಸವತ್ತಾದ ಮಾವಿನ ಹಣ್ಣಿನ ರುಚಿ ಸವಿಯುವಾಗ, ಒಂದು ಕ್ಷಣ ತಡೆದು, ಅವುಗಳ ಅದ್ಭುತವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಭಾಷೆಯನ್ನು ತಪ್ಪದೆ ಮೆಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳಿ, ಜೊತೆಗೆ ಅವುಗಳ ಅದ್ಭುತ ಕಥೆಯನ್ನೂ ಆಲಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿರಿ.

References

1. Roelofs, W.L. (1995). Chemistry of sex attraction. Proc Natl Acad Sci USA 92, 44–49.
2. Cardé, R.T., and Willis, M.A. (2008). Navigational strategies used by insects to find distant, wind-borne sources of odor. J Chem Ecol 34, 854–866.
3. Raguso, R.A., and Roy, B.A. (1998). "Floral" scent production by Puccinia rust fungi that mimic flowers. Mol Ecol 7, 1127–1136.
4. Haynes, K., Yeargan, K., and Gemeno, C. (2001). Detection of prey by a spider that aggressively mimics pheromone blends. Journal of Insect Behavior 14, 535–544.
5. Rasmann, S., and Turlings, T.C.J. (2007). Simultaneous feeding by aboveground and belowground herbivores attenuates plant-mediated attraction of their respective natural enemies. Ecol Letters 10, 926–936.
6. Jordt, S.E., and Julius, D. (2002). Molecular basis for species-specific sensitivity to "hot" chili peppers. Cell 108, 421–430.
7. Tewksbury, J.J., and Nabhan, G.P. (2001). Seed dispersal. Directed deterrence by capsaicin in chilies. Nature 412, 403–404.
8. Tewksbury, J.J., Reagan, K.M., Machnicki, N.J., Carlo, T.A., Haak, D.C., Peñaloza, A.L.C., and Levey, D.J. (2008). Evolutionary ecology of pungency in wild chilies. Proc Natl Acad Sci USA 105, 11808–11811.

ಶಾನನ್ ಓಲ್ಸನ್ ಅವರು ಉತ್ತರದ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್ ರಾಜ್ಯದ ಗ್ರಾಮಾಂತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದವರು. ಆಕೆ ತನ್ನ ಸುತ್ತಲ ಪ್ರಪಂಚದ ಬಗ್ಗೆ ಸದಾ ಅತೀವ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗಿದ್ದರು, ಮತ್ತು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗಳು ಇಷ್ಟು ಸುಂದರವಾಗಿ ಕೂಡಿ ಬದುಕಲು ಮತ್ತು ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರಾಗಿದ್ದರು. ಶಾನನ್ ತಮ್ಮ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದರು ಮತ್ತು ಅವರ ಓದಿನ ಕೊನೆಯ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಒಂದು ಫೆರೋಮೋನ್ ಅನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಅವರಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ತಾನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಒಂದು ರಸವಸ್ತುವು ಮತ್ತೊಂದು ಜೀವಿಯ ವರ್ತನೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಹುದೆಂದು ಅವರು ಗಮನಿಸಿದಾಗ, ಪರಿಸರದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಮತ್ತೂ ಆಕರ್ಷಿತರಾದರು. ಅವರು ಸ್ವೀಡನ್, ಜರ್ಮನಿಗಳಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಆಸಕ್ತ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದರು ಮತ್ತು ಈಗ ಭಾರತದಲ್ಲಿದ್ದಾರೆ, ಇಲ್ಲಿ ಅವರು ಭಾರತದ ಅಪಾರ ಜೀವವೈವಿಧ್ಯದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಸರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಮೇಲೆ ತಮ್ಮ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಕ್ಷಮಾ ವಿ. ಭಾನುಪ್ರಕಾಶ್



ಒಂದು ವೈರಾಣು ಕೈಕುಲುಕು

ಶ್ರೀಕಾಂತ್ ಕೆ.ಎಸ್

ನಾವು ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರದ ಮತ್ತು ಆಕಾರದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಹವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಸಹವರ್ತನೆಗಳು ಮಾತ್ರ ರೋಗರುಜಿನಗಳಿಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಹಾಗಾದರೆ, ರೋಗ ತರಬಲ್ಲಂತಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ನಮ್ಮ ದೇಹವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ? ಅವುಗಳ ವಿರುದ್ಧ ನಮ್ಮ ದೇಹವು ತನ್ನನ್ನು ತಾನೇ ಹೇಗೆ ಸಂರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ? ಇಂತಹ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶೀತ-ನೆಗಡಿಯ ಉದಾಹರಣೆಯ ಮೂಲಕ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

"ನನ್ನನ್ನೇ ಒಂದು ವೈರಾಣು ಅಥವಾ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಕೋಶವಾಗಿ ಊಹಿಸಿಕೊಂಡು, ನಾನು ಹೀಗಿದ್ದರೆ ಹೇಗಿರುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದೆ." - ಜೊನಾಸ್ ಸಾಕ್ (Jonas Salk) (ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮತ್ತು ಪೋಲಿಯೊ ಲಸಿಕೆಯ ಸಂಶೋಧಕ)

ನೀವು ಯಾರನ್ನಾದರೂ ಭೇಟಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಏನು ಮಾಡುತ್ತೀರಿ? ನೀವು ಅದೇ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಭೇಟಿ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ನಮ್ರತೆಯಿಂದ ವಂದಿಸುತ್ತೀರಿ ಅಥವಾ ಅವರ ಕೈಕುಲುಕುತ್ತೀರಿ. ಸ್ನೇಹಿತರನ್ನು ಭೇಟಿಯಾದಾಗ ಅವರನ್ನು ನೋಡಿ ಮುಗುಳ್ನಗೆ ಬೀರುತ್ತೀರಿ, ಅಥವಾ ಅಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೀರಿ. ಒಂದು ವೇಳೆ ನಿಮಗೆದುರಾದ ವ್ಯಕ್ತಿ ನೀವು ನೋಡಲು ಇಷ್ಟಪಡದ ಅಥವಾ ಅಪಾಯಕಾರಿಯಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಆಗ ಏನು ಮಾಡುತ್ತೀರಿ? ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಅವರನ್ನು ನೋಡಿಯೂ ನೋಡದಂತೆ ಸರಿದು ಹೋಗುತ್ತೀರಿ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅವರ ಜೊತೆ ಹೋರಾಡಬೇಕಾದ ಸಂದರ್ಭವೂ ಬರಬಹುದು, ಅಲ್ಲವೇ? ಹೀಗೆ, ನಾವು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯದ ಬದುಕಿನಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಜನರೊಂದಿಗೆ ವ್ಯವಹರಿಸುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ – ಸ್ನೇಹಿತರು, ಬಂಧು-ಬಳಗದವರು, ಸಹಪಾಠಿಗಳು, ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ನಮ್ಮ ದೇಹವೂ ಪ್ರತಿದಿನ ಸಾವಿರಾರು ಜೀವಿಗಳೊಂದಿಗೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಹವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತೇ? 'ಈ ಸಹವರ್ತನೆ ಎಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ, ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ, ಏಕೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ' ಎಂದು ನೀವು ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಾಗಿ ನಾವು ಇಂತಹ ಕೆಲವು ಸಹವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ. ನಮಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ ನೆಗಡಿ-ಶೀತವನ್ನು ತರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳೊಂದಿಗೆ ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಜೀವಕೋಶಗಳು ನಡೆಸುವ ಸಹವರ್ತನೆ.

ಇದನ್ನು ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಶೀತ ಮತ್ತು ನೆಗಡಿಗೆ ವೈರಾಣು ಕಾರಣ. ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹ ಮತ್ತು ಶೀತಕಾರಕ ವೈರಾಣುಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಅಥವಾ ಸಹವರ್ತನೆಯನ್ನು ಒಂದು ಸಿನೆಮಾ ಮಾಡಿದರೆ, ಅದನ್ನು ಬಹುಶಃ 'ಕೋಶ ಕದನ: Cell Wars) ಶೀತವೈರಸ್‌ಗಳ ದಾಳಿ' ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದೇನೋ. ಯಾವುದೇ ಜನಪ್ರಿಯ ಸಿನೇಮಾದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿಯೇ, ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಒಬ್ಬ ಖಳನಾಯಕ (ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದರೂ ಕಿಲಾಡಿ ಶೀತದ ವೈರಾಣು), ಅವನು ನೋಯಿಸಬೇಕೆಂದಿರುವ ನಾಯಕಿ (ನಮ್ಮ ದೇಹ) ಮತ್ತು ಖಳನಾಯಕನನ್ನು ಬಗ್ಗುಬಡಿಯುವ ನಾಯಕ (ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದರೂ ಬಲಶಾಲಿಯಾದ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ಕೋಶಗಳು) ಇರುತ್ತಾರೆ.

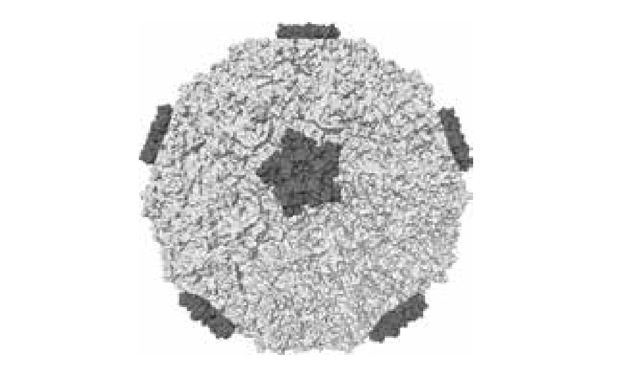
> ವೈರಾಣು ಎನ್ನುವುದು ಧೂಳಿನ ಕಣಕ್ಕಿಂತಲು ಕಿರಿದಾಗಿರುವ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ. ಪ್ರೊಟೀನ್ ಕವಚದಿಂದ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಇದು ಇನ್ನೊಂದು ಸಜೀವ ಕೋಶ/ಆತಿಥೇಯ ಕೋಶದೊಳಗೆ ಮಾತ್ರ ತನ್ನ ಸಂಖ್ಯಾಭಿವೃದ್ಧಿಯನ್ನು ಮಾಡಬಲ್ಲದು.

ಶೀತದ ವೈರಸ್

ನಮ್ಮ ಈ ಕಥೆಯ ಖಳನಾಯಕನನ್ನು ನಾನು ನಿಮಗೆ ಪರಿಚಯಿಸಲು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತೇನೆ. – ಈತನ ಹೆಸರು ವೈರಾಣು. ಶೀತವನ್ನು ಹಲವು ವಿಧದ ವೈರಾಣುಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಶೀತಬಾಧೆಗಳ ಪೈಕಿ ಶೇ ೮೦ ರಷ್ಟು ಶೀತ ನೆಗಡಿ ಉಂಟಾಗುವುದು ರೈನೋವೈರಸ್ (Rhinovirus) ಎಂಬ ವೈರಾಣು ಪ್ರಭೇದದಿಂದ.

> ಮಾನವರು ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದಲೂ ಶೀತದಿಂದ ಬಾಧಿತರಾಗುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಹಳಷ್ಟು ವಯಸ್ಕರಲ್ಲಿ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಕನಿಷ್ಠ ಎರಡು ಬಾರಿ ಶೀತ ತಲೆದೋರಿದರೆ, ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಇದು ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೬ ರಿಂದ 12 ಬಾರಿ ಬಾಧಿಸುತ್ತದೆ.

ರೈನೋವೈರಸ್ ಎಂದರೇನು? ರೈನೋವೈರಸ್ ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವೈರಾಣು. ಇದು ಎಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿದೆ ಎಂದರೆ ಇದನ್ನು 'ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್' ಎಂಬ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಮಾತ್ರ ನೋಡಬಹುದು. ರೈನೋವೈರಸ್‌ನ ನಿಜವಾದ ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು ೩೦ ನ್ಯಾನೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಮಾತ್ರ, ಅಂದರೆ ೦.೦೦೦೦೦೩ ಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ಗಳು (ಇದು ಒಂದು ರೈನೋಸಾರಸ್ (ಖಡ್ಗಮೃಗ)ಗಿಂತ ಒಂದು ಬಿಲಿಯನ್ ಪಟ್ಟು ಸಣ್ಣದು!) ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ರೈನೋವೈರಸ್, ಪಂಚಭುಜಾಕೃತಿಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಾಗಿಕೊಂಡು ಇರುವ ದುಂಡನೆಯ ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನ ಹೊರಮೈ ನಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ರೈನೋವೈರಸ್‌ನ (ನಾವಿದನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ಶೀತವೈರಾಣು ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ) ಹೊರಮೈ ನಯವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ಹೊರಮೈ ತುಂಬ ಗಂಟುಗಂಟಾದ ರಚನೆಗಳಿವೆ (ಈ ಗಂಟುಗಳನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ; ಇವು ನಮ್ಮ ಕಥೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ). ಸಣ್ಣ ಪುಟ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವ ಸುಮಾರು 115 ವಿಧದ ರೈನೋವೈರಸ್‌ಗಳಿವೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ರೈನೋವೈರಸ್ ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರೊಟೀನ್ ಗಂಟುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಬೂದು ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.
ಮೂಲ: Wikimedia Commons. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/Rhinovirus.PNG. GNU Free Documentation License.

ನಾವು ಕಥೆ ಮುಂದುವರಿಸೋಣ. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕೂ ಮೊದಲು ನಿಮ್ಮ ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಈ ರೈನೋವೈರಸ್‌ಗೂ, ರೈನೋಸಾರಸ್‌ಗೂ ಏನು ಸಂಬಂಧ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಸುಳಿಯುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ನನಗೆ ಗೊತ್ತು. ಈ ವೈರಾಣು ಆಕಾರದಲ್ಲಾಗಲೀ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಾಗಲೀ ರೈನೋಸಾರಸ್ (ಖಡ್ಗಮೃಗ) ತರಹ ಕಾಣುತ್ತಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಅದನ್ನು ರೈನೋವೈರಸ್ ಎಂದು ಏಕೆ ಕರೆಯಬೇಕು? ಉತ್ತರಕ್ಕೆ ನಾವು ಗ್ರೀಕರ ಕಡೆ ನೋಡಬೇಕು. ರೈನೋಸ್ (rhinos) ಅಂದರೆ ಗ್ರೀಕ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಮೂಗು ಎಂದರ್ಥ. ಈ ವೈರಸ್ಸಿನ ನೆಚ್ಚಿನ ವಾಸಸ್ಥಾನ ಮೂಗು. ಹಾಗಾಗಿ ಅದನ್ನು ರೈನೋವೈರಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈಗ ಇದನ್ನು ನೆನಪಿಡುವುದು ತುಂಬ ಸುಲಭ ಅಲ್ಲವೇ?

> ರೈನೋವೈರಸ್ ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ, ಗಿಬ್ಬನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ (gibbons) ಮತ್ತು ಚಿಂಪಾಂಜಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಹರಡುತ್ತದೆ.

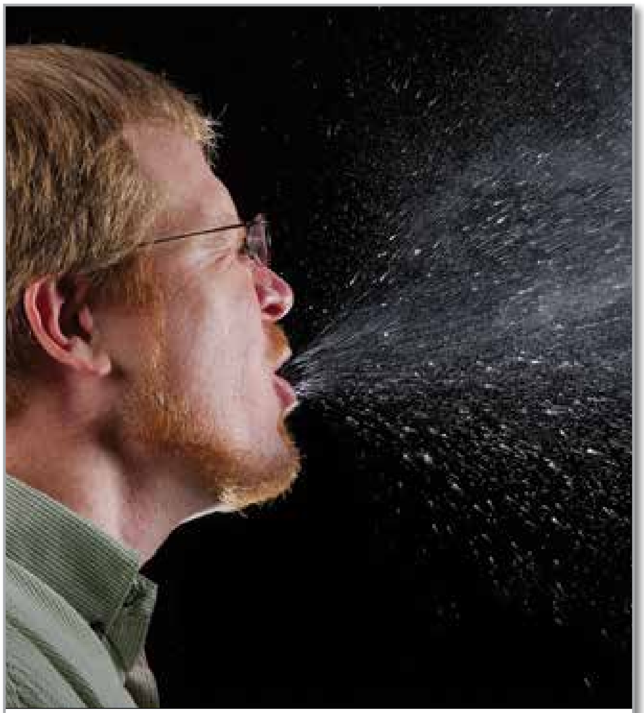
ಚಿತ್ರ 2. ಸಾಮಾನ್ಯ ಶೀತ (ಮತ್ತು ಜ್ವರ– ಇನ್ಫ್ಲುಯೆಂಝಾ) ದ ಖರ್ಚುವೆಚ್ಚ. ಮೂಲ: U.S. National Library of Medicine: History of Medicine the Cost of the Common Cold & Influenza. Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:The_Cost_Of_The_Common_Cold_%26_Influenza.jpg. Image in Public Domain.

ತುಂಬ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಈ ಶೀತಕಾರಕ ವೈರಸ್ ತುಂಬ ಚತುರ ಮತ್ತು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಸದಾ ಯಶಸ್ವಿ. ಬಡವ–ಬಲ್ಲಿದರೆನ್ನದೆ, ಹಿರಿಯ–ಕಿರಿಯ, ಗಂಡು –ಹೆಣ್ಣು ಎಂಬ ಭೇದವಿಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲರ ಮೇಲೂ ಒಂದಿಲ್ಲೊಂದು ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದು ದಾಳಿಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಯಾರಿಗೆ ಸೋರುವ ಮೂಗು, ಗಂಟಲು ಕೆರೆತ, ಜ್ವರದ ಅನುಭವವಾಗಿಲ್ಲ ಹೇಳಿ? ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಈ ಶೀತಬಾಧೆಯಿಂದ ಬಚಾವಾಗುತ್ತೇವೆಯೋ ಇಲ್ಲವೋ ಎಂಬ ಭಯ ಕಾಡಿದ್ದು ಕೂಡ ಇದೆಯಲ್ಲವೇ? ಆದರೆ ನಾವು ವೈದ್ಯರ ಬಳಿ ಹೋಗದೆ ಇದ್ದರೂ, ಅಜ್ಜಿಯ ಮನೆಮದ್ದು ಕುಡಿಯದೇ ಇದ್ದರೂ, ಇದು ಒಂದು ದಿನ ನಮ್ಮನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಶೀತವೈರಸ್ ನಮ್ಮ ದೇಹವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ? ಈಗಾಗಲೇ ಶೀತಬಾಧೆಯಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ನೀವು ಬಂದಾಗಲಷ್ಟೆ ಶೀತದವೈರಸ್ ನಮ್ಮ ದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು ನಾವು ಸೋಂಕು ತಗಲುವುದು (contact transmission) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಶೀತದ ಸೋಂಕಿರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ, (ಬಾಗಿಲ ಹಿಡಿ, ಪುಸ್ತಕ, ನೀರಿನ ಬಾಟಲಿ, ಬಟ್ಟೆ, ಇತ್ಯಾದಿ) ಆತ ಅದರ ಮೇಲೆ ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ಶೀತವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತಾನೆ. ಶೀತವೈರಸ್‌ಗಳು 4–5 ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಈ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಜೀವಂತವಾಗಿ ಇರಬಲ್ಲವು. (ಹವಾಮಾನ ತಣ್ಣಗಿದ್ದಷ್ಟೂ ಅವು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಬಾಳಬಲ್ಲವು). ಇದರ ಪರಿವೆಯಿಲ್ಲದ ಆರೋಗ್ಯವಂತ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬ ವೈರಸ್ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ ಅಥವಾ ಸೋಂಕುಪೀಡಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಕೈಕುಲುಕಿ ಅದೇ ಕೈಯಿಂದ ತನ್ನ ಮೂಗು/ಬಾಯಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ಆ ವೈರಸ್‌ಗಳು ಆರೋಗ್ಯವಂತ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಗಂಟಲಕುಳಿ (naso-pharynx) (ಮೂಗಿಗೆ ಮತ್ತು ಅನ್ನನಾಳಕ್ಕೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸುವ ಗಂಟಲ ಒಳಗಿನ ಕುಳಿ)ಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲವೊಂದು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸೋಂಕು ಪೀಡಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ನಿಮ್ಮ ಸನಿಹದಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಕೆಮ್ಮಿದಾಗ ಅಥವಾ ಸೀನಿದಾಗ ಕೂಡ ನಿಮಗೆ ಸೋಂಕು ತಗುಲಬಹುದು – ಸೀನಿದಾಗ ಅಥವಾ ಕೆಮ್ಮಿದಾಗ ಹೊರಸೂಸುವ ದ್ರವದ ಸಣ್ಣಸಣ್ಣ ಹನಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ತುಂತುರುಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ (aerosol) ರವಾನೆಯಾಗುವ ವೈರಾಣು ಕಣಗಳು ನೇರವಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ಮೂಗನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ (ಸುಗಂಧದ್ರವ್ಯದ ಬಾಟಲಿಯಿಂದ ದ್ರವ್ಯ ತುಂತುರು ತುಂತುರಾಗಿ ಹೊರಬಂದಂತೆ). ಇದನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಮೂಲಕ ಹರಡುವ ಸೋಂಕು (aerosol infection) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ನಮ್ಮ ಮೂಗಿನ ಹೊಳ್ಳೆಗಳ ಮೂಲಕ ನಾವು ಒಳಗೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಗಾಳಿಯು ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳ ಮೂಲಕ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ. ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳು ಟೊಳ್ಳಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು: ಮೂಗಿನ ಕುಹರ (nasal cavity), ಗಂಟಲಕುಳಿ (pharynx), ಶ್ವಾಸನಾಳ (trachea) ಮತ್ತು ಶ್ವಾಸನಾಳಿಕೆ (bronchi). ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಒಳಪದರವು ಒಂದು ತೆಳ್ಳನೆಯ ಲೋಳೆಪೊರೆಯಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

> ನೀವು ಅಥವಾ ನಿಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಯಾವುದೇ ವ್ಯಕ್ತಿಯು (ಸ್ನೇಹಿತರು/ಕುಟುಂಬಸ್ಥರು) ಶೀತದಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಸೀನುವಾಗ ಅಥವಾ ಕೆಮ್ಮುವಾಗ ಮೂಗು ಮತ್ತು ಬಾಯಿಯನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ವೈರಾಣು ಹರಡದಂತೆ ತಡೆಯಲು ಸೋಪು ನೀರಿನಿಂದ ಕೈ ತೊಳೆಯಿರಿ.

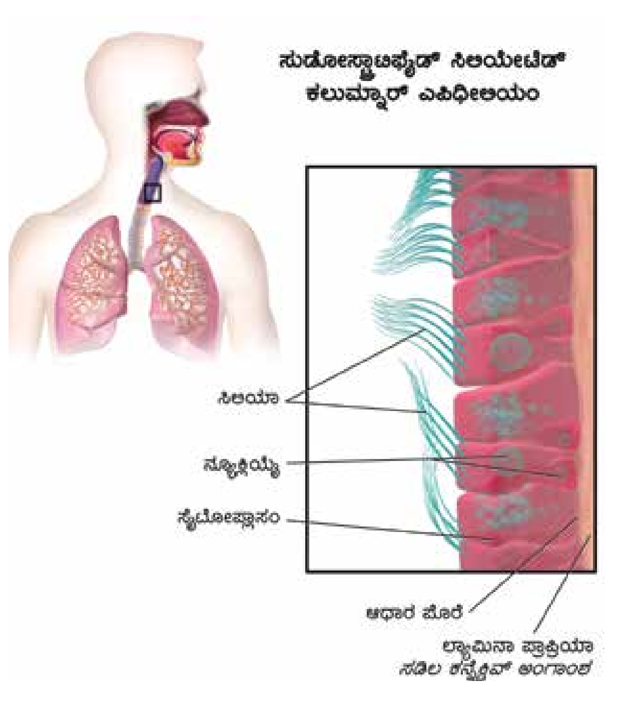


ಚಿತ್ರ 3. ಸೋಂಕುಪೀಡಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಸೀನಿದಾಗ ಅಥವಾ ಕೆಮ್ಮಿದಾಗ ಹೊರಸೂಸುವ ತುಂತುರು ಹನಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವ ವೈರಸ್ ಮೂಲಕ ಏರೋಸಾಲ್ ಸೋಂಕು ಹರಡುತ್ತದೆ. ಮೂಲ: James Gathany - CDC Public Health Image library ID 11162. Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sneeze#/media/File:Sneeze.JPG. Image in Public Domain.

ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಈ ಲೋಳೆಪೊರೆಯು ಪದರಪದರಗಳಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಹೊರಗಿನ ಪದರವು ಎಪಿತೀಲಿಯ (epithelial cells) ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇದು ದೇಹದ ಒಳಗಿನ ಅಂಗಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ದೇಹದ ಒಳಮೈಯನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲು ಜೋಡಿಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಪದರ. ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಸ್ಥಂಭಾಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸ್ಥಂಭಾಕಾರದ ಪ್ರತಿ ಜೀವಕೋಶದ ಮೇಲ್ಪದರದಲ್ಲಿ 'ಗ್ರಾಹಕಗಳು' (receptors) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಹಲವು ಅಣುಗಳಿವೆ. ಈ ಗ್ರಾಹಕ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಆಕರ್ಷಕ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ICAM–1 ಮತ್ತು LDL ಗ್ರಾಹಕಗಳು. ಒಂದು ವೈರಾಣುವು ಆರೋಗ್ಯವಂತ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬನ ಮೂಗನ್ನು ಸೇರಿದ ತಕ್ಷಣ ತನ್ನ ಕರಾಮತ್ತು ಶುರುಮಾಡುತ್ತದೆ. ವೈರಸ್ ಮೇಲಿರುವ ಗಂಟುಗಳು ನೆನಪಿವೆ ತಾನೇ? ವೈರಸ್ ಈ ಗಂಟುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮೂಗಿನ ಲೋಳೆಪೊರೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಗ್ರಾಹಕಗಳನ್ನು ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. **ಇದು ಇಬ್ಬರು ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಭೇಟಿಯಾದಾಗ ಕೈಕುಲುಕುವಂತೆ; ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ, ವೈರಾಣು ಜೀವಕೋಶದ ಮೇಲಿನ ತನ್ನ ಹಿಡಿತವನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ.**

ಗ್ರಾಹಕವು ಜೀವಕೋಶದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ (ಅಥವಾ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆಕೋಶದೊಳಗೆ) ಇರುವಂತಹ ಒಂದು ರಚನೆ. ಇದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಅಥವಾ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲದು.

ನಮ್ಮ ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳ ಲೋಳೆಪೊರೆಯ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಾರಿ ಈ ವೈರಾಣು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿತೆಂದರೆ, ಅದು ತನ್ನ ಕರಾಮತ್ತನ್ನು ಶುರುಮಾಡಿತೆಂದೇ ಅರ್ಥ. ಅದು ಜೀವಕೋಶದ ಗೋಡೆಗೆ ಕನ್ನಹಾಕಿ ತನ್ನ ವಂಶವಾಹಿನಿಯ ಸರಕನ್ನು ಜೀವಕೋಶದೊಳಗೆ ಹರಿಸಿಬಿಡುತ್ತದೆ (ರೈಬೋನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆ್ಯಸಿಡ್ (RNA) ರೂಪದಲ್ಲಿ). ಈ ಮೂಲಕ ತಾನು ಧೂಳಿನ ಕಣಕ್ಕಿಂತ ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದರೂ ಮಹಾಚಾಣಾಕ್ಷ ಎಂದು ನಮಗೆ ಸಾಬೀತುಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಆರೋಗ್ಯವಂತ ಜೀವಕೋಶದೊಳಗೆ ಹರಿಬಿಟ್ಟ ವೈರಸ್ಸಿನ RNA ಯನ್ನು ಆ ಜೀವಕೋಶವು ತನ್ನದೇ ಭಾಗವೆಂದು ಭಾವಿಸುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ತನಗೆ ಮಂಕುಬೂದಿ ಎರಚಿದ್ದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಾಗದ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಕೋಶವು ಈ ವೈರಸ್ಸಿನ RNAಯ ಸಹಸ್ರಾರು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 4. ಶ್ವಾಸನಾಳದ ಲೋಳೆಪೊರೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಥಂಭಾಕಾರದ ಎಪಿತೀಲಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳು. ಮೂಲ: Blausen.com staff. "Blausen gallery 2014". Wikiversity Journal of Medicine. DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Blausen_0750_Pseudostratified CiliatedColumnar.png. CC-BY.

> ಮಾನವರು ಸೇರಿದಂತೆ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಣಿಗಳು DNA (Deoxyribonucleic Acid)ಯನ್ನು ತಮ್ಮ ವಂಶವಾಹಿನಿಯ ಸರಕಾಗಿ ಬಳಸಿ, ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ/ ವಂಶಾಭಿವೃದ್ಧಿಯನ್ನು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನ ಬಣ್ಣ, ಕೂದಲಿನ ಸ್ವರೂಪ, ಅಂದರೆ ನೇರ ಕೂದಲೋ, ಗುಂಗುರು ಕೂದಲೋ ಇತ್ಯಾದಿ ಮಾಹಿತಿಯು ನಮ್ಮ DNA ಯೊಳಗೆ ಹುದುಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ನಮಗೆ ನಮ್ಮ ತಂದೆತಾಯಿಯ ಬಳುವಳಿ. ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ ರೈನೋವೈರಸ್‌ನ ವಂಶವಾಹಿನಿಯು RNA ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ, ಇದು ನಮ್ಮ ದೇಹದೊಳಗೆ DNA ಮಾಡುವ ಕೆಲಸವನ್ನೇ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ತನ್ನೆಲ್ಲ ಶಕ್ತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಧಾರೆಯೆರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಯೊಂದು RNA ಜೀವಾಣುವು ಮುಂದುವರಿದು ತನ್ನ ಸುತ್ತ ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನಾಕಾರದ ಗಂಟು ಮೇಲ್ಮೈಯಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಕವಚವನ್ನು ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಕೋಶವು ತನಗೆ ಕಟ್ಟಿಕೊಡುವಂತೆ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ಹೊಸ ವೈರಸ್‌ಗಳು ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಕೊಶದೊಳಗೆ ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದೆಲ್ಲವೂ ಸಾಂಕ್ರಾಮಿಕ ವೈರಸ್‌ನ ಯಾವುದೇ ಸ್ವಂತ ಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ಸಂಪನ್ಮೂಲದ ಖರ್ಚೇ ಇಲ್ಲದೆ ನಡೆದು ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಇಷ್ಟಾಗುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಆತಿಥೇಯ ಕೋಶವು ತನ್ನ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಹೊಸತಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡ ವೈರಸ್‌ಗಳು ತನ್ನ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಸೀಳಿಕೊಂಡು ಹೊರಬರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಆರೋಗ್ಯವಂತ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿ, ಸೋಂಕು ಹರಡುವಿಕೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಕೋಶವು ಸಾವಿಗೀಡಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆಂದರೆ, ನಿಮ್ಮ ಮನೆಗೆ ಬಂದ ಅಪರಿಚಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬ ತಾನು ನಿಮ್ಮ ಕುಟುಂಬದವನೇ ಎಂದು ಹೇಳಿ, ನಿಮ್ಮನ್ನು ವಂಚಿಸಿ, ನಿಮ್ಮಿಂದ ಅತಿಥಿ ಸತ್ಕಾರವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಮಾಡಿಸಿಕೊಂಡು, ತೃಪ್ತನಾಗಿ, ಹಾಗೇ ನಿಮ್ಮಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ತನ್ನದೇ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋಗಿ, ಕೊನೆಗೆ ನಿಮಗೆ ಊಟಕ್ಕೆ ಗತಿಯಿಲ್ಲದೆ ಸಾಯುವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದಲ್ಲ, ಹಾಗೆ. ಒಂದೇ ಒಂದು ಶೀತವೈರಸ್ 5–8 ಗಂಟೆಯ ಅವಧಿಯೊಳಗೆ ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ಹೊಸ ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸಬಲ್ಲುದು ಎಂದರೆ ನಿಮಗೆ ಅದರ ವೇಗ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆ ಅರ್ಥವಾಗಬಹುದು.

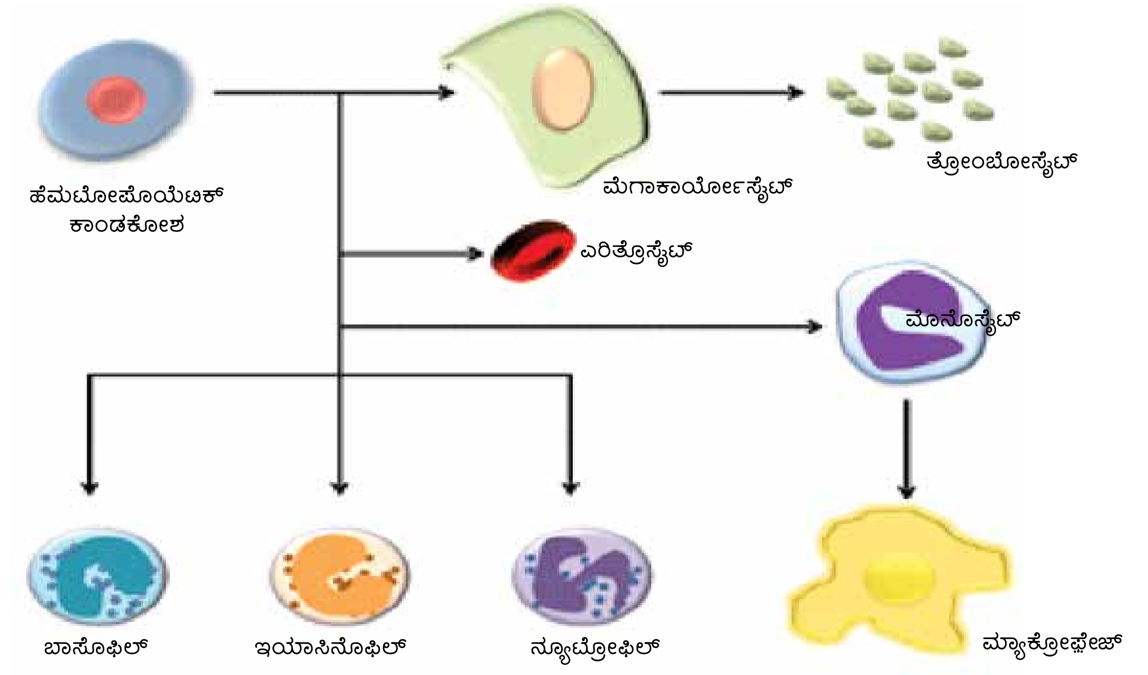
> ನಮಗೆ ಶೀತವಾದಾಗ ನಮ್ಮ ಮೂಗಿನಿಂದ ಒಸರುವ ಶ್ಲೇಷ್ಮವು ವೈರಸ್‌ನಿಂದ ಸಾಯಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಲೆ ವೈರಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಶೀತವಾದಾಗ ನಮ್ಮ ಗಂಟಲು ಮತ್ತು ಮೂಗಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಕಿರಿಕಿರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದು ವೈರಾಣುಗಳು ನಡೆಸುವ ಲೋಳ್ಳೊರೆಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಮಾರಣಹೋಮ. ಇದು ಅದರ ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಕೆಂಪಗಾಗಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕಿರಿಕಿರಿ ಉಂಟಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ರೈನೋವೈರಸ್‌ಗಳ ಚಾಲಾಕಿತನ ಮತ್ತು ಅವು ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವ ರೀತಿ ಈಗ ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಆದರೆ, ಹಿಂದೆ ನಾನು ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಅಪಾಯಕಾರಿ ಅಲ್ಲ ಅಂತ ಹೇಳಿದ್ದೆ. ಅದು ಏಕೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ನಿಮಗೆ ಬಂದಿರಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಶೀತವೈರಸ್ ನಮ್ಮ ಮೂಗಿನ ಕುಹರದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಏಕೆ ನಾಶಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ? ಹೀಗೇನಾದರೂ ಜೀವಕೋಶಗಳು ನಶಿಸುತ್ತಲೇ ಹೋದರೆ ನಾವು ಸತ್ತುಹೋಗುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಕಾಡುತ್ತಿರಬಹುದು

ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೇ ನಮ್ಮ ರಕ್ಷಣಾ ಸೇನೆ ಕಾರ್ಯ ಪ್ರವೃತ್ತವಾಗಿದೆ. ಮಹಿಳೆಯರೇ, ಮಹನೀಯರೇ, ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಧೀರ ರಕ್ಷಕರನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ಚಪ್ಪಾಳೆ ತಟ್ಟಿ ಅಭಿನಂದಿಸಿರಿ. ಈಗ ನಾನು ನಿಮಗೆ ಪರಿಚಯಿಸಲಿದ್ದೇನೆ, ಧೀರೋದಾತ್ತ 'ಡೆಂಡ್ರೈಟಿಕ್ ಜೀವಕೋಶ' (Dendritic cell), ಮಹಾನುಭಾವ 'ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್' (Macrophage), ಕಠಿಣ ಪರಿಶ್ರಮಿ, 'ಬಿ' ಜೀವಕೋಶ' (B cell) ಮತ್ತು ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಸದಾ ನಂಬಿಕಸ್ಥ 'ಟಿ' ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು (T cell). ನಾವು ಕಥೆಯ ಕ್ಲೈಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ಗೆ ಬಂದು ಸಜ್ಜನರು ಮತ್ತು ದುರ್ಜನರ ನಡುವಿನ ಕಾಳಗ ನೋಡುವ ಮೊದಲು, ನಾನು ನಿಮಗೆ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಎರಡು ಮಾತು ಹೇಳಲು ಇಚ್ಛಿಸುತ್ತೇನೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ನಮ್ಮ ದೇಹದೊಂದಿಗೆ ಸಹವರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಹಸ್ರಾರು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ದಾಳಿಯಿಂದ ನಮ್ಮನ್ನು ಪ್ರತೀ ಕ್ಷಣವೂ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಜೀವನಗಾಥೆ ಶುರುವಾಗುವುದು ನಮ್ಮ ಮೂಳೆಗಳ ಒಳಗಿರುವ ಅಸ್ಥಿಮಜ್ಜೆಯೆಂಬ ಮೃದುವಾದ ಕೆಂಪನೆಯ ಅಂಗಾಂಶದಿಂದ. ಈ ಜಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತ ಜೀವಕೋಶಗಳಾದ ಹೆಮಟೋಪೊಯೆಟಿಕ್ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಹುಟ್ಟುವುದು. ಎಲ್ಲಾ ವಿಧದ ರಕ್ತದ

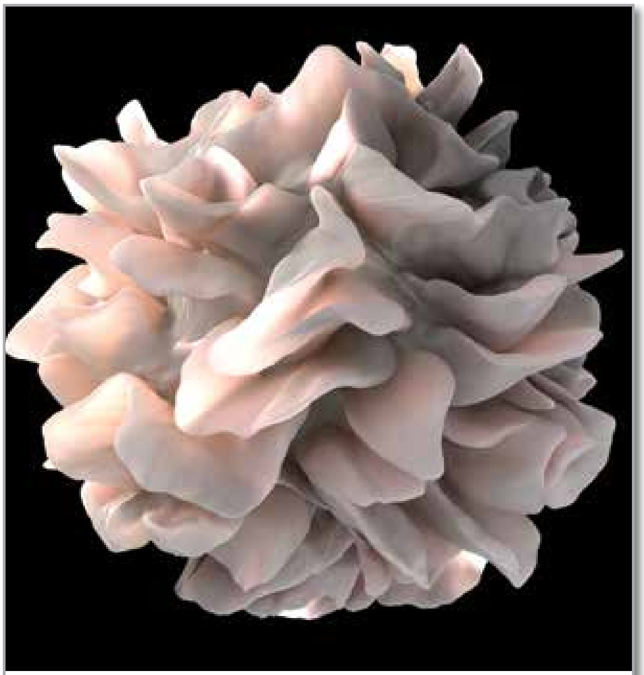


ಚಿತ್ರ ೫. ಹೆಮಾಟೋಪೊಯೆಸಿಸ್ (ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿ) ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ – ಹೆಮಟೊಪೊಯೆಟಿಕ್ ಜನಕ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು (parental haematopoietic stem cells) ವಿಭಜನೆಯಾಗಿ ಮತ್ತೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಂಡು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ.

ಕಣಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಈ ಜೀವಕಣಗಳಿಗೆ ಇದೆ. ಹಾಗಾಗಿ, ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣ (erythrocytes) – ಇವು ದೇಹದ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ರಕ್ತಕ್ಕೆ ಅದರ ಕೆಂಪುಬಣ್ಣ ಕೊಡುತ್ತವೆ)), ದುಗ್ಧ ಕಣಗಳು (lymphocytes (T and B cells)), ಬಾಸೋಫಿಲ್‌ಗಳು (basophils), ನ್ಯೂಟ್ರೋಫ್ಲಿಲ್ (neutrophils), ಇಯೊಸಿನೊಫ್ಲಿಲ್ (eosinophils), ಮೋನೋಸೈಟ್ (monocytes-) (ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫ್ಲೇಜ್ ಮತ್ತು ಡೆಂಡರೈಟ್ ಕೋಶಗಳು ಇವುಗಳಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ) ಇವು ಅಸ್ಥಿಮಜ್ಜೆಯಿಂದ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಇಲ್ಲಿಂದ ಅವುಗಳು ರಕ್ತದ ಮೂಲಕ ದೇಹದ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸಂಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೊನೊಸೈಟ್‌ಗಳು, ಬಾಸೋಫಿಲ್‌ಗಳು, ಇಯೊಸಿನೊಫ್ಲಿಲ್ ಗಳು, T ಮತ್ತು B ಕಣಗಳು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಾ ದಾಳಿಕೋರರು ಯಾರಾದರೂ ಬಂದಿರುವರೇ ಎಂದು ಸದಾ ಕಣ್ಣಿಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಮೊನೊಸೈಟ್‌ಗಳು ಚರ್ಮ ಮತ್ತು ಮೂಗಿನ ಕುಹರದ ಲೋಳೆಪೊರೆ, ಅನ್ನನಾಳ (oesophagus) ಮತ್ತು ಕರುಳಿಗೆ ವಲಸೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ಇನ್ನೂ ಪ್ರಬುದ್ಧವಾದ ಡೆಂಡ್ರೈಟಿಕ್ ಜೀವಕೋಶಗಳಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ ಪಿತ್ತಜನಕಾಂಗ ಮತ್ತು ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಿಗೆ ವಲಸೆ ಹೋಗುವ ಮೊನೊಸೈಟ್‌ಗಳು ಪ್ರಬುದ್ಧ ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫ್ಲೇಜ್‌ಗಳಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ.

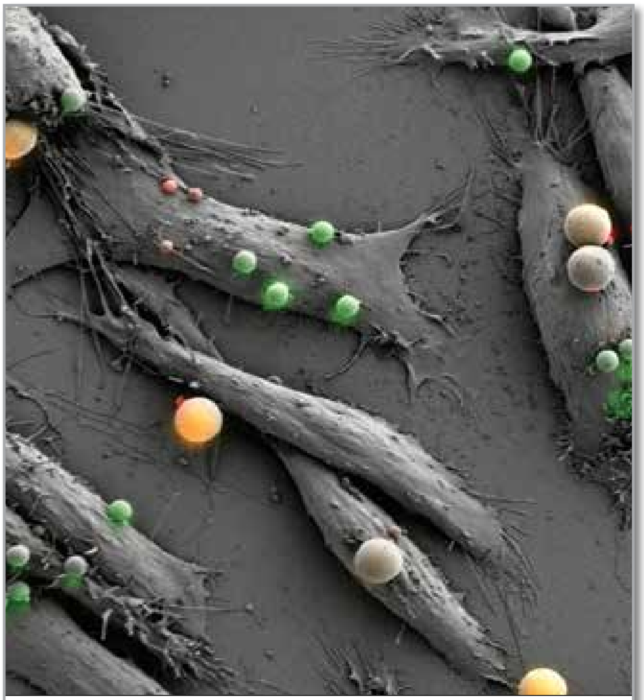
ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಮುಖ್ಯ ಕೋಶಗಳು. ನಮ್ಮ ಜೀವನದುದ್ದಕ್ಕೂ ಅವುಗಳು ಹಲವು ವಿಧದ



ಚಿತ್ರ ೬. ಡೆಂಡ್ರೈಟಿಕ್ ಜೀವಕೊಶದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಕಲಾಕೃತಿ.
ಮೂಲ: National Institutes of Health (NIH), Wikimedia Commons. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Dendritic_cell_revealed.jpg. Image in Public Domain.

ಕೋಶಗಳಾಗಿ ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಪಡೆದಿವೆ. ಅವುಗಳು ಸತ್ತ ಅಥವ ಗಾಯಗೊಂಡ ಕೋಶಗಳ ಬದಲಿಗೆ ಹೊಸಕೋಶಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತಾ ನಮ್ಮ ದೇಹದ ದುರಸ್ತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಹೆಮಾಟೊಪೊಯೆಟಿಕ್ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಯಾವುದೇ ವಿಧದ ರಕ್ತಕಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲವು.

ನಮ್ಮ ಕಥೆಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಬರೋಣ: ಶೀತವೈರಸ್ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಮೂಗನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ನಮ್ಮ ಮೂಗಿನ ಲೋಳ್ಪೊರೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಮೇಲೆ ದಾಳ ನಡೆಸಿದಾಗ, ದಾಳಗೊಳಗಾದ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಸೈಟೋಕೈನ್ (cytokines) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕದ ಮೂಲಕ ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಕರೆ ಕಳುಹಿಸುತ್ತವೆ. ಬಿಸಿ ಬಿಸಿ ಸಮೋಸಾದ ವಾಸನೆ ನಿಮ್ಮ ಮೂಗು ಗ್ರಹಿಸಿದಾಗ ಆ ವಾಸನೆಯು ಕಡುವಾಗಿ ಬರುವ ಕಡೆಗೆ ನಿಮ್ಮ ಮೂಗು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಕರೆದೊಯ್ಯುವಂತೆ ಸೈಟೋಕೈನ್‌ಗಳು ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ಕಣಗಳನ್ನು ದಾಳಗೊಳಪಟ್ಟ ಪ್ರದೇಶದೆಡೆಗೆ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ರಕ್ಷಣೆಗೆ ಮೊದಲು ಧಾವಿಸುವವರು ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಬಾಸೋಫಿಲ್‌ಗಳು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ತಲುಪಿದ ಕೂಡಲೆ ಬಾಸೋಫಿಲ್‌ಗಳು ದಾಳಿಯ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅರಿತು ಹೆಚ್ಚಿನ ರಕ್ಷಣಾ ಸೇನೆಯನ್ನು ಕರೆಯುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಬಲ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು



ಚಿತ್ರ 7. ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್ (ಪ್ರತಿದೀಪಕ (fluorescent) ಮಣಿಗಳೊಂದಿಗೆ).
ಮೂಲ: Sample by Jeffrey L. Caplan and Kirk J. Czymmek, Bioimaging Center, Delaware Biotechnology Institute. Imaging by ZEISS Microscopy Labs, Munich, Germany. URL: https://c1.staticflickr.com/9/8368/8574591304_66c9ae7e6e_b.jpg. CC-BY-NC-ND.

ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡುತ್ತವೆ. ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹಡಗು ಮುಳುಗಿದಾಗ ಆಗುವಂತಹ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಂತೆಯೆ ಇದು. ಹಡಗು ಮುಳುಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದಾಗ ನಾವಿಕರು, ಮೇ ಡೇ, ಮೇ ಡೇ, ಮೇ ಡೇ (Mayday-ಕಾಪಾಡಿ ಕಾಪಾಡಿ) ಎಂದು ರೇಡಿಯೊ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕಳುಹಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಹತ್ತಿರದ ದೋಣಿಗಳು ಅಪಘಾತದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ತಮ್ಮಿಂದ ಆದಷ್ಟು ಜನರನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ; ಅದರ ಜೊತೆಗೆ, ರಕ್ಷಣಾ ವಿಮಾನ ಮತ್ತು ಹಡಗುಗಳು ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಬದುಕುಳಿದ ಇತರರನ್ನು ಹುಡುಕಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಆಕಾಶಕ್ಕೆ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಉರಿಗುಂಡುಗಳನ್ನು ಸಿಡಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಲೋಳೆಪೊರೆಯಲ್ಲಿರುವ ಡೆಂಡ್ರೈಟಿಕ್ ಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್‌ಗಳು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ, ಕೂಡಲೆ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತರಾಗಿ ದಾಳಕೋರರನ್ನು ಬಗ್ಗುಬಡಿಯಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳು ಆತಿಥೇಯ ಕೋಶದ ಹೊರಗೆ ಕಂಡುಬರುವ ಯಾವುದೇ ವೈರಸನ್ನು ಸ್ವಾಹಾ ಮಾಡುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಸೋಂಕುಪೀಡಿತವಾದ ಲೋಳೆಪೊರೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಕೂಡ ತಿಂದುಬಿಡುತ್ತವೆ. ದಾಳಕೋರರನ್ನು ಸ್ವಾಹಾ ಮಾಡುವ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಫ್ಯಾಗೊಸೈಟೋಸಿಸ್ (Phagocytosis) ಅಂದರೆ 'ಕೋಶ ಭಕ್ಷಣೆ' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಸಾರಿ ಈ ವೈರಸ್ ಅಥವಾ ರೋಗಪೀಡಿತ ಕೋಶವನ್ನು ನುಂಗಿ ಆದಮೇಲೆ, ಅದನ್ನು ಲೈಸೊಸೋಮ್ ಎಂಬ ಹಲವು ಕಿಣ್ವ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಗಳು ಇರುವ ವಿಶೇಷ ಸಂಚಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣಸಣ್ಣ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಮಾಡಿ ಜಗಿಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ನಮ್ಮ ಹೊಟ್ಟೆಯ ಚೀಲದಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ಪಚನವಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಮನಾಗಿರುವಂತಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ವಿಷಯವೆಂದರೆ, ಜಗಿದು ಚೂರುಚೂರಾದ ವೈರಸ್ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್ ಮತ್ತು ಡೆಂಡ್ರೈಟಿಕ್ ಕೋಶಗಳು ತಮ್ಮ ಮೇಲುಪದರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ವಿಜಯಪತಾಕೆಗಳ ತರಹ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ; 'ನೋಡಿ: ನಾವು ಇವುಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಿದ್ದೇವೆ. ಇಲ್ಲದೆ ನೋಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ಪುರಾವೆ' ಅನ್ನುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ.

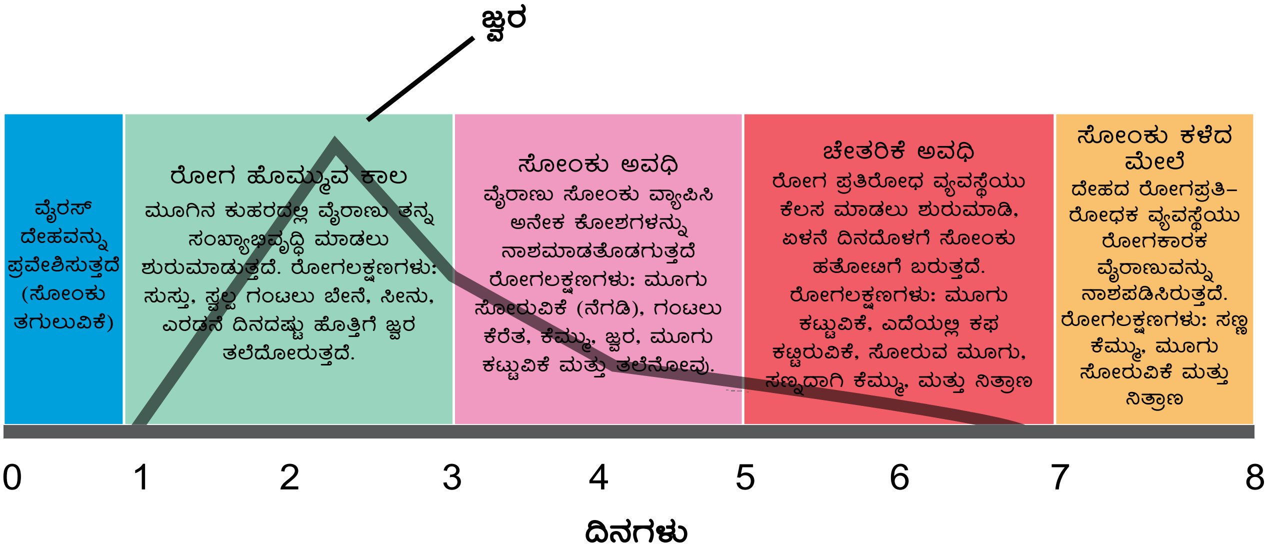
ಈ ವಿಜಯ ಪತಾಕೆಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತುಕೊಂಡ ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್‌ಗಳು ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಲಿಂಫೋಸೈಟ್‌ಗಳನ್ನು (T cells and B cells) ಸಂಪರ್ಕಿಸುತ್ತಾ, ಪಿತ್ತಜನಕಾಂಗದ ತರಹದ ಅಂಗಗಳನ್ನು ತಲುಪುವ ತನಕ ದೇಹದ ತುಂಬ ಓಡಾಡುತ್ತವೆ. ಲಿಂಫೋಸೈಟ್‌ಗಳು ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್/ ಡೆಂಡ್ರೈಟಿಕ್ ಕೋಶಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಈ ವಿಜಯ ಪತಾಕೆಗಳನ್ನು (ವೈರಸ್ ಕಣಗಳನ್ನು) ಗಮನಿಸುತ್ತವೆ. T ಮತ್ತು B ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವ ಅಣುಗಳು (ಗ್ರಾಹಕಗಳು)

ಇವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಇವುಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು. ಆದರೆ ಈ ಸುತ್ತುಕೊಳ್ಳುವಿಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ಅವುಗಳು ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜ್ ಕೋಶಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಾಗ ಮಾತ್ರ. ಇದಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸಂತೋಷಕೂಟವೊಂದರಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಅಪರಿಚಿತ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬರು ಎದುರಾಗುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ನಿಮ್ಮಿಬ್ಬರಿಗೂ ಸ್ನೇಹಿತನಾಗಿರುವ ಮೂರನೆ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬ ನಿಮ್ಮಿಬ್ಬರನ್ನು ಔಪಚಾರಿಕವಾಗಿ ಪರಿಚಯಿಸದ ಹೊರತು ನೀವು ಅವರ ಜೊತೆ ಮಾತಿಗಿಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ.

ಒಂದು ಸಾರಿ ವೈರಾಣುವಿನ ಪರಿಚಯ ಸರಿಯಾಗಿ ಆಯಿತೆಂದರೆ, T ಕೋಶಗಳು 'ಸಕ್ರಿಯ'ಗೊಂಡು ವೈರಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ತಾವೇ ವ್ಯವಹರಿಸಲು ಶುರುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಮೊದಲಿಗೆ ಅವು ಸಾವಿರಾರು 'ಸಕ್ರಿಯ' T ಕೋಶಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ

ಯಾವಾಗ ಏನು ನಡೆಯುತ್ತದೆ?

(ಸಾಮಾನ್ಯ ಶೀತದ ಸೋಂಕು ತಗುಲಿದಾಗ ನಡೆಯುವ ಘಟನಾವಳಿಗಳ ಕಾಲರೇಖೆ)



ಚಿತ್ರ ೮. ಘಟನಾವಳಿಗಳ ಕಾಲಕ್ರಮ

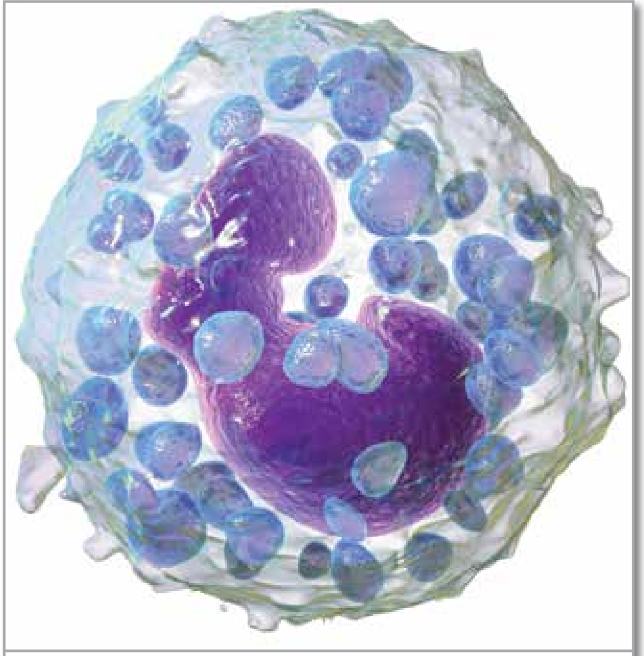
ಅಂತರ್ಜಾಲದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸಂಬಂಧಿತ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು:

ಮನುಷ್ಯನ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಸಾಂಕ್ರಾಮಿಕ ರೋಗಗಳು. ಲಭ್ಯವಾಗುವ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣ: http://www.historyofvaccines.org/content/articles/human-immune-system-and-infectious-disease

ನಿಮ್ಮ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರಿಯುವುದು (ವ್ಯಂಗ್ಯಚಿತ್ರ ಆಧಾರಿತ ಕಥೆ) ಲಭ್ಯವಾಗುವ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣ: http://www.healthaliciousness.com/blog/How-Your-Immune-System-Works-A-Cartoon-Story.php

ರೋಗ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದು ಅನಿಮೇಶನ್ ವೀಡಿಯೊ. ಲಭ್ಯವಾಗುವ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣ: http://highered.mheducation.com/sites/0072507470/student_view0/chapter22/animation__the_immune_response.html

ರೈನೋವೈರಸ್. ಇ-ಮೆಡಿಸಿನ್ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಿಂದ: http://web.archive.org/web/20080102183521/http:/www.emedicine.com/med/topic2030.htm.

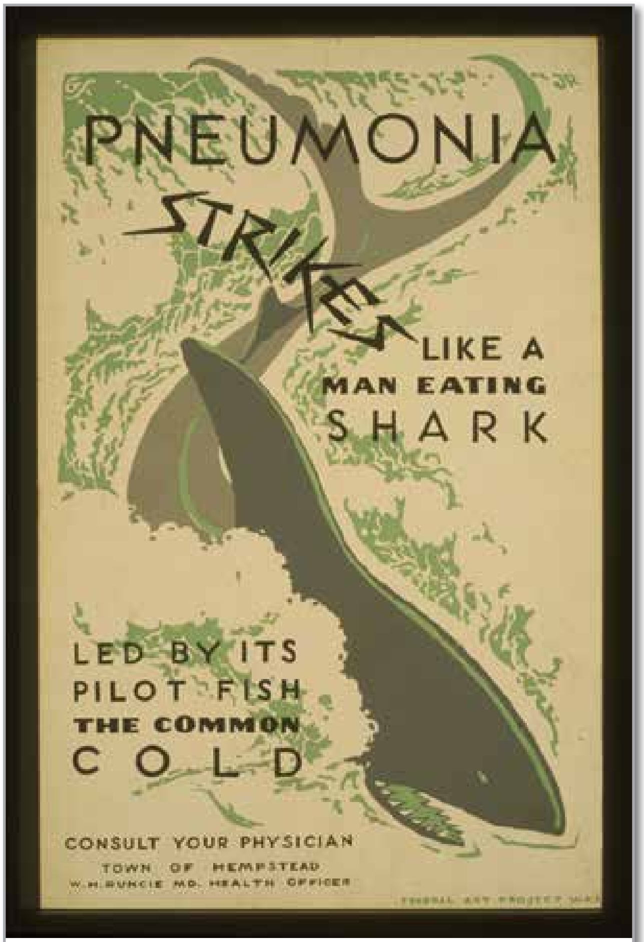


ಚಿತ್ರ 9. ಬಾಸೋಫಿಲ್‌ನ 3–ಆ ಚಿತ್ರ. ಮೂಲ: Blausen.com staff. "Blausen gallery 2014". Wikiversity Journal of Medicine. DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Blausen_0077_Basophil.png. CC-BY-NC-ND.

ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ವೇಗವಾಗಿ ತಮ್ಮ ಸಂಖ್ಯಾವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಲು ಶುರುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ: ಒಂದು ಕಾವಲು ನಾಯಿಗೆ ಸ್ಫೋಟಕಗಳು ಇರುವ ಒಂದು ಚೀಲದ ವಾಸನೆ ನೋಡಲು ಬಿಟ್ಟರೆಂದುಕೊಳ್ಳಿ. ಆ ನಾಯಿಯು ಈ ವಾಸನೆಯನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದೇ ವಾಸನೆ ಇನ್ನೆಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಅಥವಾ ಇನ್ನಾ್ಯರಲ್ಲಾದರೂ ಕಂಡುಬಂದರೆ ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಒಂದು ಕಾವಲು ನಾಯಿಗೆ ತನ್ನದೇ ಹಲವು ಪ್ರತಿರೂಪಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯಿದೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿ, ಆಗ ಆ ನಾಯಿಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರತಿರೂಪವು ಈ ಸ್ಫೋಟಕದ ವಾಸನೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೊಸದಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸಕ್ರಿಯ T ಕೋಶಗಳ ಹಾಗೆ. ಹೀಗೆ ಸಕ್ರಿಯಗೊಂಡ T ಕೋಶಗಳು ಶೀತವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ಸೋಲಿಸುವ ಪ್ರಮುಖ ಸೇನೆಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳು ತುರ್ತಾಗಿ ಮೂಗಿನ ಕುಹರದಲ್ಲಿರುವ ರಣಾಂಗಣಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸಿ, ಎಲ್ಲಾ ರೋಗಪೀಡಿತ ಮಾನವ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅದರ ಜೊತೆಗೆ ಇದೇ ರೀತಿ ಕಾಣುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಕಿತ್ತೊಗೆಯುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳು ವೈರಸ್ ಪೀಡಿತ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಅವುಗಳು ಆರೋಗ್ಯವಂತ ಜೀವಕೋಶಗಳೊಳಗೆ ತಮ್ಮ ಸಂಖ್ಯಾಭಿವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವಕಾಶ ಪಡೆಯುವ ಮೊದಲೇ ಟಾಕ್ಸಿನ್ ಎಂಬ ಪ್ರಬಲ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ನಾಶಮಾಡಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಇದು ವೈರಸ್ ತನ್ನ ಸಂಖ್ಯಾಭಿವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಎಲ್ಲೆಡೆ ಹರಡುವುದನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ತಡೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ದೇಹದಿಂದ ಹೊರಹಾಕುತ್ತದೆ ಕೂಡ. ಈ T ಕೋಶಗಳು ರೋಗಪೀಡಿತ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಕೊಲ್ಲುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳನ್ನು 'ಸೈಟೊಟಾಕ್ಸಿಕ್ T ಕೋಶಗಳು' (cytotoxic T cells) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. (ಸೈಟೊ = ಕೋಶ; ಟಾಕ್ಸಿಕ್ = ವಿಷಕಾರಕ). ಕೆಲವು ಸಕ್ರಿಯ T ಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ಸಕ್ರಿಯ B ಕೋಶಗಳು ಪ್ರತಿಕಾಯ (Antibodies) ಗಳೆಂಬ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸಹಾಯಮಾಡುತ್ತವೆ; ಇವುಗಳು ಯಾವುದೇ ತೆರೆದ ವೈರಾಣುಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಅವುಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಕಾಯಗಳು ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಬಹುಕಾಲ ಬಾಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಇದೇ ವೈರಾಣು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ನಮ್ಮ ಮೇಲೆ ದಾಳಿಮಾಡದಂತೆ ನಮ್ಮನ್ನು ಕಾಪಾಡುತ್ತವೆ. ನಾಟಕೀಯವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಶಿಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಗಳು ದುಷ್ಟಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸದೆಬಡಿದು ನಮ್ಮನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾಳಗದಿಂದ ನಮ್ಮ ದೇಹವು ತುಸು ಜರ್ಜರಿತವಾಗುತ್ತದೆ; ಸುಧಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಕೆಲವು ದಿನ ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ.

ನಿಮಗೆ ಈ ಕಥೆ ಇಷ್ಟವಾಯಿತು ಎಂದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇನೆ. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವೈರಸ್‌ನ ನೆನಪು ಇದ್ದ ಮೇಲೂ ನಮಗೆ ಆಗಾಗ ಶೀತ ನೆಗಡಿ ಬರುವುದೇಕೆಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಕಾಡಿರಬಹುದು. ಇದು ತುಂಬ ಒಳ್ಳೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಯೇ. ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 115 ವಿಧದ ರೈನೋವೈರಸ್‌ಗಳಿವೆ ಎಂದು ನಾನು ನಿಮಗೆ ಈ ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದ್ದೆ. ನಾವು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಿಧದ ರೈನೋವೈರಸ್‌ನಿಂದ ಬಾಧಿತರಾದ ನಂತರ ನಮಗೆ ಆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೈರಸ್ ವಿರುದ್ಧ ಮಾತ್ರ ರೋಗನಿರೋಧಕತೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಉಳಿದ

ಸಕ್ರಿಯಗೊಂಡ ಕೆಲವು T ಮತ್ತು B ಜೀವಕೋಶಗಳು ತಮ್ಮ ದತ್ತಾಂಶ ಸಂಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ವೈರಸ್‌ನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬಹುಕಾಲ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಇದೇ ವೈರಸ್ ಇನ್ನೊಮ್ಮೆ ನಮ್ಮ ದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದರೆ, ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಅದು ರೋಗ ಹರಡಲು ಶುರುಮಾಡುವ ಮೊದಲೇ ಅದನ್ನು ನಾಶಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಈ T ಮತ್ತು B ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು 'ಸ್ಮರಣ T ಮತ್ತು B ಜೀವಕೋಶಗಳು' (Memory T and B cells) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳು ವೈರಸ್ ವಿರುದ್ಧ ನಮ್ಮ ದೇಹಕ್ಕೆ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕತೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 10. ನಿಮ್ಮ ವೈದ್ಯರ ಸಲಹೆ ಪಡೆಯಿರಿ ಎಂದು ನಾಗರಿಕರನ್ನು ಹುರಿದುಂಬಿಸುವ ಭಿತ್ತಿಫಲಕ. ಮೂಲ: Federal Art Project, Work Projects Administration Poster Collection (Library of Congress), 1937. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Pneumonia_strikes_like_a_man_eating_shark.jpg. Image in Public Domain.

ಸಾಮಾನ್ಯ ಶೀತಕ್ಕೆ ಇಂತಹುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಎಂಬುದಿಲ್ಲ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ವಿರುದ್ಧ ನಮ್ಮನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವ ಪ್ರತಿಜೀವಕಗಳು (antibiotics) ವೈರಸ್ ವಿರುದ್ಧ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವಾಗುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಇವು ನಮ್ಮ ದೇಹದ ನಿಶ್ಶಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯ ಪ್ರಯೋಜನ ಪಡೆದುಕೊಂಡು ನಮ್ಮ ದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಲು ಹಾತೊರೆಯುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಂದ ನಮ್ಮನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಬಹುದಷ್ಟೆ. ಪ್ಯಾರಸೆಟಮೋಲ್ ಮತ್ತು ಆಸ್ಪಿರಿನ್‌ನಂತಹ ಔಷಧಿಗಳು ರೋಗಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿಯೇ "ಶೀತಕ್ಕೆ ಔಷಧಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಏಳು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ, ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅದು ಹೋಗಲು ಒಂದು ವಾರ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ" ಎಂಬ ಮಾತು ಚಾಲ್ತಿಗೆ ಬಂದಿರುವುದು !.

ಎಲ್ಲಾ ವೈರಸ್‌ಗಳ ವಿರುದ್ಧ ಅಲ್ಲ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ಇತರ ವೈರಸ್‌ಗಳಾದ ಇನ್‌ಫ್ಲುಯೆಂಜಾ ವೈರಸ್ (influenza virus), ಪಿಕೋರ್ನಾವೈರಸ್ (picornavirus – ಇದರಲ್ಲಿ 99 ವಿಧಗಳಿವೆ), ಕೊರೊನಾವೈರಸ್ (coronavirus) ಮತ್ತು ಅಡೆನೊವೈರಸ್ (adenovirus) ಕೂಡ ಶೀತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಹಾಗಾಗಿ ನಮ್ಮ ದೇಹಕ್ಕೆ ಶೀತದ ವಿರುದ್ಧ ಸಂಪೂರ್ಣ ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧಕತೆ ಎಂಬುದಿಲ್ಲ.

ಮುಂದಿನ ಸಾರಿ ನಿಮಗೆ ನೆಗಡಿ ಶೀತವಾದರೆ ಚಿಂತೆ ಮಾಡಬೇಡಿ. ನಿಮ್ಮ ಸ್ವಂತ ಸೈನ್ಯ ನಿಮ್ಮ ರಕ್ಷಣೆಗೆ ಸಜ್ಜಾಗಿ ನಿಂತಿದೆ ಮತ್ತು ಯಾವುದೇ ಕಂಟಕ ನಿಮಗೆದುರಾದರೂ ಅದು ನಿಮ್ಮನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ.

References

1. Geo F. Brooks, Karen C. Carroll, Janet S. Butel, Stephen A. Morse, Timothy A. Mietzner. (2012). Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology. The McGraw-Hill Companies. 26th Edition.
2. Willey J, Sherwood L, Woolverton C. (2007). Prescott, Harley and Klein's Microbiology. McGraw-Hill Higher Education. 6th edition.

ಶ್ರೀಕಾಂತ್ ಕೆ.ಎಸ್ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಲಹಾಕಾರರು. ಅವರು ರೋಗರಕ್ಷಾ ಶಾಸ್ತ್ರ (immunology) ದಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಗಳು ಮತ್ತು ರೋಗಕಾರಕಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ವರ್ತನೆ ಅವರ ಆಸಕ್ತಿಯ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಅವರ ಮಿಂಚಂಚೆ: sriikis@gmail.com. **ಅನುವಾದ:** ರೋಶಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳು

ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಕೃಷ್ಣನ್

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳು ಜಗತ್ತಿನ ಸಕಲ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ನಾಲ್ಕು ಬಲಗಳು ಯಾವುವು? ಅವು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ? ನಾಲ್ಕೇ ಏಕೆ, ನಾಲ್ಕಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚೇಕಿಲ್ಲ? ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತಾ ಈ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಹಲವಾರು ಬಲ(Force)ಗಳಿವೆ. ಅವು ವಿವಿಧ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಬಗೆಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೆಲದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ವಸ್ತುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ನಾವು ಒಬ್ಬರನ್ನೊಬ್ಬರು ತಳ್ಳುವಾಗ ಅಥವಾ ಎಳೆಯುವಾಗ ಬಲಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ; ವಾಹನಗಳು ಏರುತಗ್ಗುಗಳ ಮೇಲೆ ಹೋಗುವಾಗ ವಾಹನಗಳ ಸಸ್ಪೆನ್ಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ಗಳು ನಮಗೆ ಜಖಂ ಆಗದಂತೆ ನಮ್ಮನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ; ಅದೇನೋ ಮೋಡಿಗೆ ಒಳಗಾಗಿರುವಂತೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮುಳ್ಳಿನ ತುದಿಯನ್ನು ಯಾವಾಗಲೂ ಉತ್ತರದತ್ತ ಮುಖ ಮಾಡುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಚಂಡಮಾರುತದ ಬಲ, ಅಣು ಬಾಂಬುಗಳು ವಿಸ್ಫೋಟಗೊಂಡಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಅಸಾಧಾರಣ ಬಲ ಇತ್ಯಾದಿ ಅನೇಕ ಬಲಗಳಿವೆ. ಇಂತಹ ಬಲಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಕೊನೆಯೇ ಇಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವ ಎಲ್ಲ ಬಲಗಳೂ ಕೇವಲ **ನಾಲ್ಕು** ಮೂಲ ಬಲಗಳ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳು ಎಂದು ತೋರಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಪುರಾವೆ ಇದೆ. (ಮೂಲ ಬಲಗಳು ನಾಲ್ಕಲ್ಲ, ಕೇವಲ ಎರಡು ಎಂದು ತೋರಿಸಲು ಇನ್ನಷ್ಟು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಪುರಾವೆಗಳಿವೆ. ಅದನ್ನು ಮುಂದೆ ಯಾವತ್ತಾದರೂ ಚರ್ಚಿಸೋಣ). ಮೂಲ ಬಲಗಳು ನಾಲ್ಕೇ ಏಕೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ನಾವು ಕೊಡಬಹುದಾದ ನೇರ ಉತ್ತರವೆಂದರೆ, ಈ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳ ಇರುವನ್ನು ಸಾಬೀತು ಪಡಿಸಲು ಮಾತ್ರ ನಮ್ಮ ಬಳಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪುರಾವೆ ಇದೆ ಎಂಬುದು. ಪ್ರಕೃತಿಯ ಈ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಬಲಗಳನ್ನು (ಅವುಗಳ ಬಲದ ಪ್ರಬಲತೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ) ಪ್ರಬಲ ಬಲ (strong force), ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ (electromagnetic force), ದುರ್ಬಲ ಬಲ (weak force) ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ (gravitational force) ಎಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಹಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಬಲಗಳ ಬಗ್ಗೆ

(ಈಗ ಇವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ಎಂಬ ಒಂದೇ ಬಲದ ಎರಡು ಅಂಶಗಳು ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ) ಹಾಗೂ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ; ಆದರೆ ಪ್ರಬಲ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಬಲಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದದ್ದು ಕಳೆದ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆ, ನಾವು ಮೂಲಕಣಗಳ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು (ಪ್ರೋಟಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು) ನೋಡುವ ಪರಿಯನ್ನೇ ಬದಲಿಸಿತು. ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಪರಮಾಣು ಬಲವನ್ನು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿ ಬಳಸುವ ಮನುಕುಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಇನ್ನಿಲ್ಲದಂತೆ ಬದಲಾಯಿಸಿತು.

ಈಗ ಬಲದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಬದಲಾಗಿ **ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ** ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಮನೆಮಾಡಿದೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಣಗಳು ಇತರ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಅವುಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕ್ಷೇತ್ರದ ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕೆಳಗೆ ವಿವರಿಸಿದ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಪ್ರಯೋಗ: ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದಿಂದ ಕಾಂತಬಲದ ಪ್ರಭಾವ

ಎರಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಅವುಗಳ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ. ಈ ಎರಡೂ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಉತ್ತರ (ಅಥವಾ ದಕ್ಷಿಣ) ಧ್ರುವಗಳು ಮುಖಾಮುಖಿಯಾಗುವಂತೆ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಇರಿಸಿ. ಅವು ಚಲಿಸದಂತೆ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಂತರ ಇರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ವಿಕರ್ಷಣೆ ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವ ತನಕ ಮತ್ತು ಅವು ತಾವೇ ತಾವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ದೂರ ಸರಿಯುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ತೋರಿಸುವ ತನಕ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ತನ್ನಿ. ಆ ಅಂತರವನ್ನು ಬರೆದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪ್ರಬಲ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಮಾಡಿ. ವಿರುದ್ಧ ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ಮುಖಾಮುಖಿಯಾಗಿಸಿ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿ. (ಬಳಸಿದ ಎರಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳು ತುಂಬ ಪ್ರಬಲವಾಗಿದ್ದರೆ ಅವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕೈನಿಂದ ಕಿತ್ತು ಹೋಗಬಹುದು, ಹಾಗಾಗಿ ಎಚ್ಚರ ವಹಿಸಿ). ಯಾವ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣೆ ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಬರೆದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ.

ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಎರಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ನಡುವೆ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಭೌತಿಕ ಸಂಪರ್ಕ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಇರುವಿಕೆಯ ಅರಿವು ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಅಂಶ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಈ ಅಭೌತಿಕ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ **ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮೊದಲ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಎರಡನೆಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಮತ್ತು ಎರಡನೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಮೊದಲನೆಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಬಲದ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು **ವೀಕ್ಷಿಸುವುದು** ಕೂಡ ಸುಲಭ. ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಒಂದು ದಪ್ಪನೆಯ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು, ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪುಡಿಯನ್ನು ಉದುರಿಸಿ. ಕಬ್ಬಿಣದ ಪುಡಿ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಆಯಾಮಗಳಲ್ಲಿ (in two dimensions) ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳು ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣದ ಧೂಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿದಾಗ, ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ (**ಚಿತ್ರ 1**) ಕಾಣುವಂತೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪುಡಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವುದು ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಬಲದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಬದಲಾಗಿ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಬಳಸಲು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವೆಂದರೆ, ಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಯಾವುದೇ ವ್ಯತ್ಯಯ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಆವೇಶದಲ್ಲಿ) ಎಷ್ಟು **ಶೀಘ್ರವಾಗಿ** ಬೇರೊಂದು ಕಡೆ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ ಸುಲಲಿತವಾಗಿ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೂರ್ಯ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಮರೆಯಾದರೆ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದು ನಮಗೆ ತಿಳಿಯಲು ಎಂಟು ನಿಮಿಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. (ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ನಡುವೆ ಚಲಿಸಲು ಬೆಳಕು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ) ಏಕೆಂದರೆ ಈ **ಬದಲಾವಣೆ** ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ನಡುವೆ ಮೊದಲೇ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲಕವೇ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿ ಭೂಮಿಗೆ ತಲುಪುತ್ತದೆ.

ಮೂಲಕಣಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರ

ನಾಲ್ಕು ರೀತಿಯ ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಬಲವೂ ಅದನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತಗೊಳ್ಳುವ ಕಣದ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗುಣವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ **ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ** ಎನ್ನುವ ಗುಣವಿರುವ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಮಾತ್ರ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ **ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವುಳ್ಳ** (electrical charge) ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತದೆ; ಪ್ರಬಲ ಬಲ **ವರ್ಣ** (colour) ಗುಣ ಇರುವ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. (ಇಲ್ಲಿ ವರ್ಣ ಎಂದರೆ ನಾವು ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸುವ ಬಣ್ಣ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಾರದು. ಇದಕ್ಕೆ ಹೆಸರಿಡುವವರು ಇನ್ನೂ ಆಸಕ್ತಿಕರ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ತವಾದ ಹೆಸರಿಡುವುದರಲ್ಲಿ ಸೋತರು ಎಂದೆನ್ನಿಸುತ್ತದೆ) ಮತ್ತು

ಕೊನೆಯದಾಗಿ ದುರ್ಬಲ ಬಲ ವಾಸನೆ (flavour) ಗುಣ ಇರುವ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. (ಇಲ್ಲಿಯೂ ವಾಸನೆಯನ್ನು ಮೂಗಿನ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹಿಸುವ ವಾಸನೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಾರದು). ಈ ಎಲ್ಲ ಗುಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿಲ್ಲದೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುವುವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರ ವರ್ಣದ ಗುಣದೊಂದಿಗೆ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಅದೇ ರೀತಿ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಗುಣವಿರುವ ಕಣದ ಜೊತೆ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ ಮಾಡುವಂತಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ಷೇತ್ರ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪಕ್ಕೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಾಂತೀಯ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ, ಪ್ರಬಲ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ (ಅಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳಲ್ಲಿ), ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡಬಹುದು.

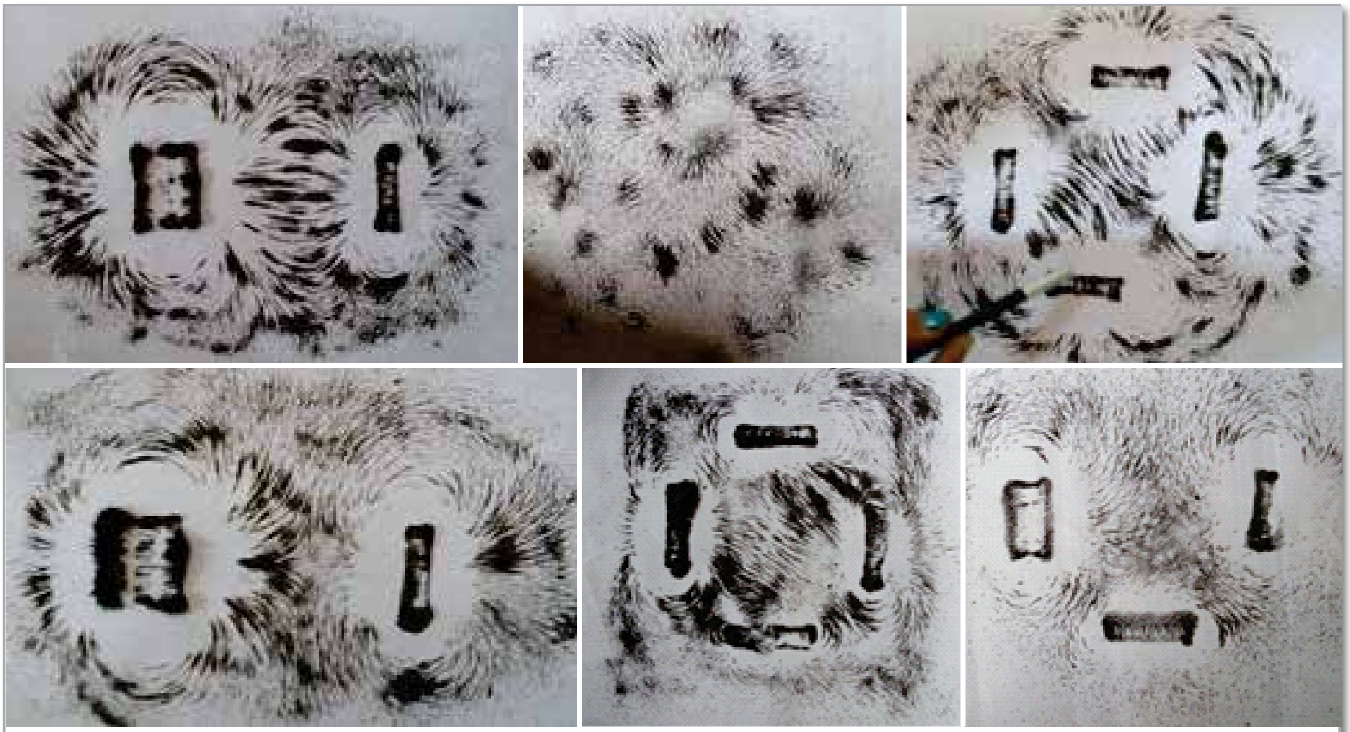
ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಜೆ.ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ (J J Thomson) 1897ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೇಲೆ ಮೂಲಕಣ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಎನ್ನುವ (Elementary particle physics) ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಶಾಖೆ ಹುಟ್ಟಿರಬಹುದು. ಮುಂದೆ 1914ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ರುಥರ್‌ಫೋರ್ಡ್ (Rutherford), ಪರಮಾಣುವಿನ ಧನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ (ಮತ್ತು ಅದರ ಬಹಳಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ) ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಎಂಬ ಕಿರಿದಾದ ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿದೆ ಎಂದು

ಮೂಲಕಣಗಳ ಅದ್ಭುತ ಪರಿಚಯಕ್ಕಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಅಂತರಜಾಲ ತಾಣಗಳಿಗೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಿ:

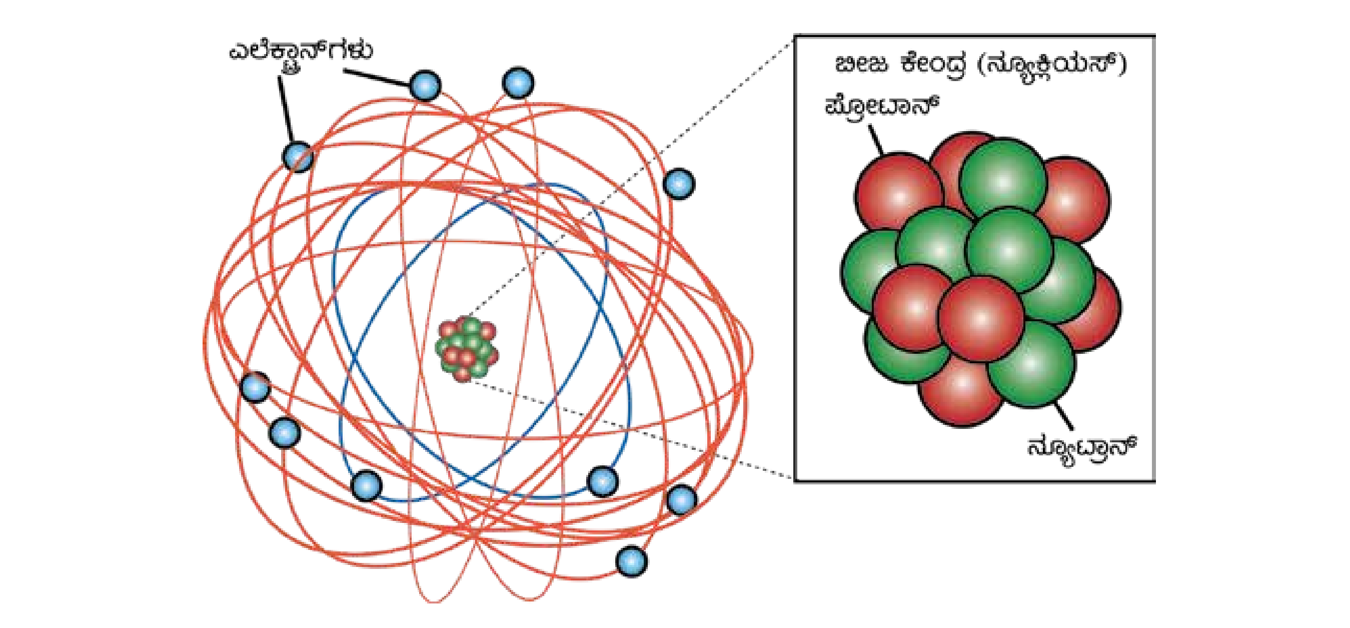
1. Particle Data Group of the Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). URL: http://particleadventure.org/, or,
2. CERN outreach site. URL: http://home.cern/students-educators

ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಅನಂತರ 1932ರಲ್ಲಿ ಚಾಡ್ವಿಕ್ (Chadwick) ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೇಲೆ, 'ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಯಾವುದರಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ?' ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಸರಳವಾಗಿ, 'ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು, ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳು' ಎಂದು ಉತ್ತರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಮಾಣು ಹೇಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಎಂದು ನೋಡಲು **ಚಿತ್ರ 2** ಗಮನಿಸಿ.

ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ವಿಕರ್ಷಿಸುವಾಗ, ಪರಮಾಣುವಿನ 10–15 ಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರ ಇರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ನಿಮಗೆ ಬಂದಿರಬಹುದು. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಯುಕಾವ[1] (Yukawa) 1934ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಆಧಾರ ಸೂತ್ರವನ್ನು (postulate) ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯ ಕೆಳಗೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನಿಟ್ಟು, ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪುಡಿ ಉದುರಿಸಿದಾಗ– ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಕೆಲವು ಚಿತ್ರಗಳು. ವಿರುದ್ಧ ಧ್ರುವಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಮುಖಾಮುಖಿಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಈ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ.



ಚಿತ್ರ 2. ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಮಾಣು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಕ್ಷೆಗಳು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಬೀಜ ಕೇಂದ್ರ (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್) ದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿದ್ದು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹೊರಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಕಕ್ಷೆಯ ಆಕಾರಗಳು ಪ್ರಾತಿನಿಧಿಕ ಮಾತ್ರವಾಗಿದ್ದು, ಪ್ರಮಾಣಾನುಗುಣವಾಗಿಲ್ಲ.

ಅದರ ಪ್ರಕಾರ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ **ಪ್ರಬಲ ಬಲ** (Strong force) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಕಣಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಈ ಕೂಲಾಮ್ ವಿಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಮೀರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ, ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಪರಮಾಣು ಬೀಜದ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹೊರಸೂಸಲ್ಪಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಫರ್ಮಿ (Fermi) ಕಡಿಮೆ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಕಣಗಳಿಂದ ನಡೆಯುವ ದುರ್ಬಲ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ (weak interaction) ಯ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಆಧಾರ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. (ಇದರಿಂದ ನೀವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಳಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಇರಬಹುದು ಎಂದು ಯೋಚಿಸಲು ಶುರು ಮಾಡುತ್ತೀರಾ? ಹಾಗೇನಿಲ್ಲ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಳಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಎಂದೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲವಾದರೂ ಅವುಗಳು ಅಲ್ಲಿಂದಲೇ ಹೊರಸೂಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ). ಈ ಪ್ರಬಲ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಾವರಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೂರ್ಯನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳು ಸೇರಿ, ಹೀಲಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಇದರ ಮೂಲಕವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಜೀವಜಗತ್ತಿಗೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಈ ವಿನಿಮಯ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸವಿವರವಾಗಿ ನೋಡೋಣ.

1932ರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಮೂರು ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗಮನಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ 1960ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ಮುಗಿಲು ಮುಟ್ಟಿತ್ತು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲಕಣಕ್ಕೂ ಒಂದು ಪ್ರತಿ–ಮೂಲಕಣ (antiparticle) ಇರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕೂಡ ಊಹೆ ಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ಪ್ರತಿ–ಮೂಲಕಣ ಎಂತಹುದೆಂದರೆ ಅದು ತನಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಮೂಲಕಣವನ್ನು ಸಂಧಿಸಿದಾಗ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸಿ, ಎರಡೂ ಕಣಗಳು ನಿರ್ನಾಮವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಪ್ರತಿ–ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ನಮ್ಮ ಆದೃಷ್ಟಕ್ಕೆ ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಕಣಗಳನ್ನು **ಬ್ಯಾರಿಯಾನ್**– ಭಾರ ಕಣ (Baryons) **ಮೆಸಾನ್** – ಮಧ್ಯಮ ಭಾರ (Mesons) ಮತ್ತು **ಲೆಪ್ಟಾನ್** – ಹಗುರ ಕಣ (Leptons) ಎಂದು ಮೂರು ಪ್ರಮುಖ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಬ್ಯಾರಿಯಾನ್ ಮತ್ತು ಮೆಸಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಜೊತೆಯಾಗಿ **ಹ್ಯಾಡ್ರಾನ್ಸ್** (Hadrons) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಬ್ಯಾರಿಯಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳೆಂದರೆ ನಮಗೆ ಚಿರಪರಿಚಿತವಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು

ಚಿತ್ರ 3. ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ ಮೂಲಕಣಗಳ ಅತಿ ಸರಳ ವರ್ಗೀಕರಣವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ (ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ನೂರಾರು ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಲಾಗಿದೆ). ಗಮನಾರ್ಹ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳು ಮೇಲೆ ತೋರಿಸಿದ ಯೋಜನೆಯೊಳಗೆ ತಪ್ಪದೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

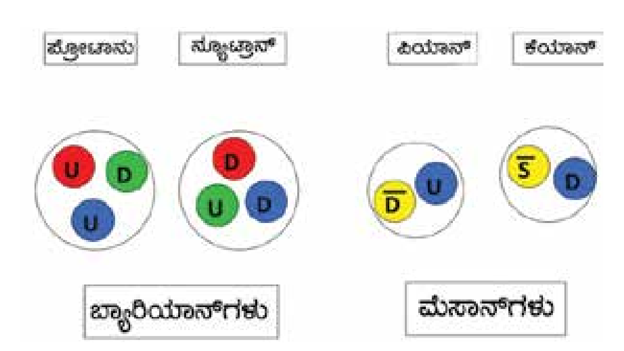
ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಚಿತವಲ್ಲದ ಲ್ಯಾಂಬ್ಡಾ (Lambda) ಸಿಗ್ಮಾ (Sigma) ಮತ್ತು ಡೆಲ್ಟಾ (Delta) ಕಣಗಳು. ಮೆಸಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳೆಂದರೆ, ಪಿಯಾನ್ಸ್ (Pions), ಕಯಾನ್ಸ್ (Kaons) ಇಟಾಸ್ (Etas) ಇತ್ಯಾದಿ. ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ನಮಗೆ ಚಿರಪರಿಚಿತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಚಿತವಲ್ಲದ ಮ್ಯುಆನ್ಸ್ (Muons) ಟೌಆನ್ಸ್ (Tauons) ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಇತ್ಯಾದಿ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳದೇ ಆದ ಪ್ರತಿಮೂಲಕಣಗಳಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಮರೆಯಬೇಡಿ[2].

ಈ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು (ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ–ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು) ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕಣಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ **ಮಾನಕ** ಮಾದರಿ (Standard Model) ಯನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾವಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಎಲ್ಲಾ ಹ್ಯಾಡ್ರನ್‌ಗಳು ಕ್ವಾರ್ಕ್ (Quarks) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಮತ್ತಷ್ಟು ಮೂಲ ಕಣಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳಿಗೆ ಆರು ಮುಖ್ಯ ವಿಧ ಅಥವ **ವಾಸನೆ** (flavour)ಗಳಿವೆ. ಈ ವಾಸನೆಗಳನ್ನು ಏರು (Up (U)), ಇಳಿ (Down (D)), ವಿಚಿತ್ರ (Strange (S)), ಮೋಡಿ (Charm (C)), ಸೌಂದರ್ಯ (Beauty (B)) ಮತ್ತು ಸತ್ಯ (Truth (T)) ಎಂದು ಗುರುತಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಾಸನೆ ಕೆಂಪು, ಹಸಿರು ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಎಂದು ಮೂರು ವರ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಇದೆ. ಪ್ರತಿ–ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿ–ವರ್ಣಗಳನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ, ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ–ಕೆಂಪು (ಇದನ್ನು ಮೈನಸ್ ರೆಡ್ ಅಥವ ಸೈಆನ್ ಎಂದು ಕೂಡ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ), ಪ್ರತಿ–ಹಸಿರು (ಮೈನಸ್ ಗ್ರೀನ್ ಅಥವ ಮಜೆಂಟಾ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ–ನೀಲಿ (ಮೈನಸ್ ಬ್ಲೂ ಅಥವ ಹಳದಿ). ಹಾಗಾಗಿ ಈ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ, ಒಟ್ಟು 18 ಕ್ವಾರ್ಕ್ (ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ–ಕ್ವಾರ್ಕ್)ಗಳಿವೆ.

ಮೂರು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಜೊತೆಗೂಡಿ ಒಂದು ಬ್ಯಾರಿಯಾನ್ ಮತ್ತು ಮೂರು ಪ್ರತಿ–ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಜೊತೆಗೂಡಿ ಒಂದು ಪ್ರತಿ–ಬ್ಯಾರಿಯಾನ್ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಕ್ವಾರ್ಕ್ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ರತಿ–ಕ್ವಾರ್ಕ್ ಜೋಡಿ ಸೇರಿ ಒಂದು ಮೆಸಾನ್ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ **ಗಮನಿಸಿದ** ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳಿಗೂ ಒಂದು 'ನಿವ್ವಳ ವರ್ಣ' ಇದೆ; ಅದು **ಬಿಳಿ** (ಕೆಂಪು, ಹಸಿರು ಮತ್ತು ನೀಲಿ ಸಮಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ) ಆಗಿರಬಹುದು ಅಥವ ಅದರ ಪ್ರತಿ–ವರ್ಣ **ಶೂನ್ಯ**, (ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ–ಕೆಂಪು ವರ್ಣ ಸಮಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ). ಇತರ ವರ್ಣಗಳಿಗೂ ಇದೇ ಸಂಯೋಜನೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಗಾಗಿ **ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ.

ಲೆಪ್ಟಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ವರ್ಣ ಇಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಈ ಕಣಗಳು ದುರ್ಬಲ ಬಲ, ಗುರುತ್ವಕಾರ್ಷಣ ಬಲ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲದಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತಗೊಂಡರೂ, ಪ್ರಬಲ ಬಲ ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಯಾವುದೇ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವುದಿಲ್ಲ.

ಮುಕ್ತ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು **ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ**. ಆದರೂ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ವಾರ್ಕ್ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬೆಂಬಲಿಸಬಹುದಾದಂತಹ ಮೂರು ಭಾಗಗಳ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ–ರಚನೆಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಈ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಬಳಸಿ ಮಾಡಿದ ಊಹೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಾಬೀತಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣಿತ ಮಾದರಿಯು ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಎಲ್ಲರ ಸಹಮತ ಇದೆ.



ಚಿತ್ರ 4. ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಬ್ಯಾರಿಯಾನ್ ಮತ್ತು ಮೆಸಾನ್‌ಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಹೊರಾವರಣವು ಈ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಬೆಸೆದಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ U, D ಮತ್ತು S ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿ–ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳಾದ $\bar{D}$ ಮತ್ತು $\bar{S}$ ಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಸ್ವಭಾವ: ಸಂದೇಶ ವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ರಚನೆಗಳು

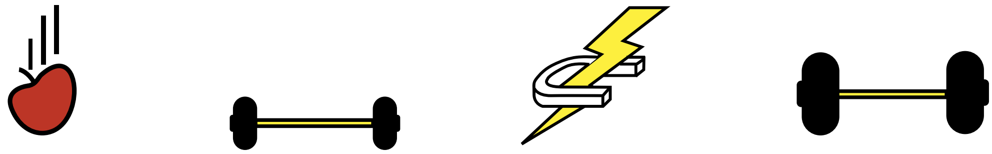
ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ, ದುರ್ಬಲ ಮತ್ತು ಪ್ರಬಲ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಉಂಟಾಗಲು ಅವು ಹೇಗೆ ಸಹಕರಿಸುತ್ತವೆ? ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವ ಎರಡು ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಬಲವನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೂ, ಮುಂದಕ್ಕೂ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಬಲ್ಲ 'ಸಂದೇಶ ವಾಹಕ'ಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ವಿನಿಮಯಕಾರಿ ಕಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರತಿ ಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ಆಧಾರ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಮಂಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಹಿಂದೆ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುವ ಎರಡು ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಿತ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದೇಶ ವಾಹಕಗಳಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತವೆ. (ಎರಡು ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಿತ ಬಿಂದುಗಳ ನಡುವೆ ಆಕರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ವಿಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಈ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಾಯಿತಲ್ಲವೇ?) ಪ್ರಬಲ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ **ಗ್ಲುಆನ್ಸ್** ಎಂಬ ಎಂಟು ಸಂದೇಶ ವಾಹಕ ಕಣಗಳಿವೆ. ದುರ್ಬಲ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ **ವೆಕ್ಟರ್ ಬೊಸಾನ್** ಎಂಬ ಕೇವಲ ಮೂರು ಸಂದೇಶ ವಾಹಕ ಕಣಗಳಿವೆ. ಸಂದೇಶ ವಾಹಕ ಕಣಗಳ ಸಾರಾಂಶವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ? ಇತರ ಮೂರು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೀಡಿದ ಆಧಾರ ಸೂತ್ರದಂತೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕೂಡ ಗ್ರಾವಿಟಾನ್ ಎಂಬ ಸಂದೇಶ ವಾಹಕ ಕಣ ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಆಧಾರ ಸೂತ್ರವನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಿಲ್ಲ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಇತರೆ ಮೂರು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ತುಂಬ ಭಿನ್ನವಾದುದು. ಅದೇಕೆಂದು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕೆಳಗೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನೋಡೋಣ.

ಪ್ರಯೋಗ: ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲವಾಗಿಸುವುದು ಹೇಗೆ?

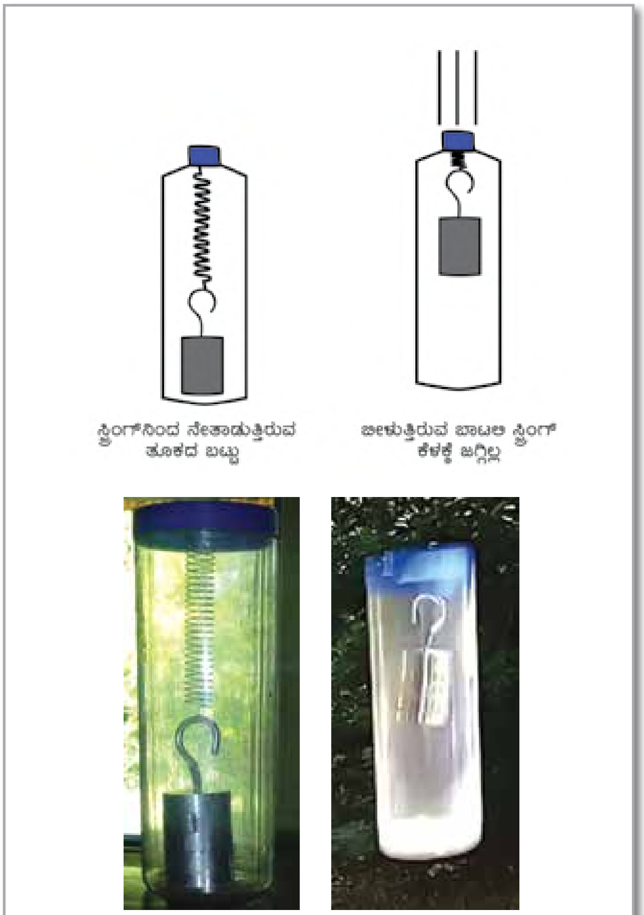
ಇದು ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯ ಹುಟ್ಟಿಸುವಷ್ಟು ಸುಲಭ. **ಚಿತ್ರ 5** ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಎಡ ಫಲಕವನ್ನು ನೋಡಿ. ಅಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಿರುವ ಬಾಟಲಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿಗೆ ನೇತುಹಾಕಿರುವ ಒಂದು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಬಲ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಜಗ್ಗಿರುವುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಾಟಲಿಯನ್ನು ಅದರ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಅದು ನೆಲವನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವ ತನಕ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಜಗ್ಗಿರಲೇ ಇಲ್ಲ ಅನ್ನುವಂತೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ, ಅಲ್ಲೇ ನಿಂತಿರುತ್ತದೆ. ಬಾಟಲಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವಷ್ಟೂ ಕಾಲ **ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಬಾಟಲಿಗೆ** ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಕೆಲಸ ಮಾಡದೆ ಇರುವುದು ಇದರಿಂದ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಯಾವುದೇ ವಸ್ತು ಅದರ ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮತ್ತು ಅದರ ಸಾಮೀಪ್ಯದ ಪರಿಸರವನ್ನು ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನದ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರಬೇಕು. ಇದನ್ನು ನಾವು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಮಾನವಸಹಿತ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ, ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾತ್ರಿ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಗೆ ಸುತ್ತುಬರುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಅಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನದ ಸ್ಥಿತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾತ್ರಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹದೊಳಗೆ ಯಾವುದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಅನುಭವ ಆಗುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಅವಳು/ಅವನು ಉಪಗ್ರಹದೊಳಗೆ ನಿಶ್ಚಿಂತೆಯಾಗಿ ತೇಲುತ್ತಿರಬಹುದು.

ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಅಂಶಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ಫಲಿತಾಂಶ ಆಧಾರದೊಂದಿಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್ ತನ್ನ ಸಾಮಾನ್ಯ



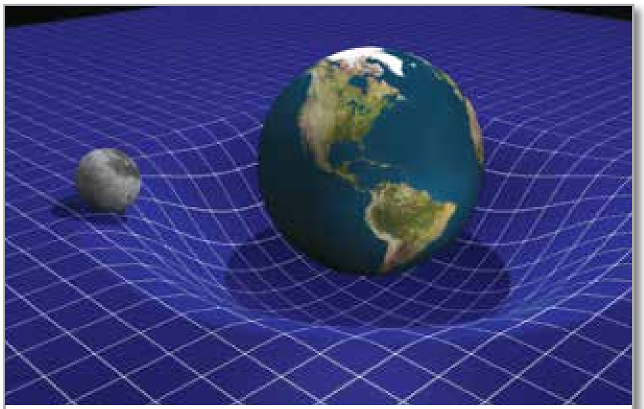
	ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಬಲ	ದುರ್ಬಲ (ವಿದ್ಯುದ್ ದುರ್ಬಲ)	ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ	ಪ್ರಬಲ
	ಗ್ರಾವಿಟಾನ್ (ಇದುವರೆಗೂ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿಲ್ಲ)	$W^+ W^- Z^0$	ಫೋಟಾನು	ಗ್ಲುಆನ್
ಇವುಗಳ ಮೇಲಿನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತವೆ.	ಎಲ್ಲ	ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳು	ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಿತ ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳು $W^+ W^-$	ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ಲುಆನ್ಗಳು

ಕೋಷ್ಟಕ 1: ನಮ್ಮ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವ ಮತ್ತು ಬಾರದಿರುವ (ಉಪಪರಮಾಣುಗಳ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವಂತಹ) ಬಲಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ಎರಡನೆಯ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಬಲ ಮತು ದುರ್ಬಲ ಬಲಗಳಿಗೆ ಇಷ್ಟೊಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳು ಏಕೆ ಬೇಕು?



ಚಿತ್ರ 5: ಮೇಲಿನ ಫಲಕ: ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ರಚನೆ. ಕೆಳಗಿನ ಫಲಕ: ನಿಜವಾದ ಪ್ರಯೋಗ. ಎಡ ಫಲಕದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ರಾಂತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಬಾಟಲಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿಗೆ ತೂಗು ಹಾಕಿರುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಬಲಗಡೆಯ ಫಲಕದಲ್ಲಿ ಇದೇ ಬಾಟಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ – ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಜಗ್ಗಿಲ್ಲದೆ ಇರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಬಾಟಲಿ ಮತ್ತು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಬಲ ಇಲ್ಲವಾಗಿರುವುದು ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದನು. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಎಂದರೆ ಒಂದು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ ಮತ್ತು ಕಾಲದ ಹೆಣಿಗೆಯನ್ನು ನುಲಿಚಿದ ಸ್ಥಿತಿ ಮಾತ್ರ. ಒಂದು ರಕ್ಷಾ ಚೌಕಟ್ಟಿನ (ಟ್ರ್ಯಾಂಪಲೀನ್) ತರಹ ಹಿಗ್ಗಿಸಿದ ತೆಳುಹಂದರದ ಮೇಲೆ ಬಾಸ್ಕೆಟ್ ಬಾಲ್ ತರಹದ ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಇಟ್ಟು ನೋಡಿದಾಗ ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ರಕ್ಷಾ ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ಭಾರವಾದ ಚೆಂಡನ್ನು ಇಟ್ಟಾಗ, ಚೆಂಡಿರುವ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗುಂಡಿ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರ ಸುತ್ತ ಗೋಲಿಗಳನ್ನು ಉರುಳಿಸಿದರೆ ಅವು ಚೆಂಡಿರುವ ಜಾಗಕ್ಕೆ ನೇರ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇವು ಆ ಚೆಂಡಿನ ಸುತ್ತ ಹಾದುಹೋಗುವ ವಕ್ರ ಪಥಗಳಾಗಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ನೇರ ಪಥಗಳಾಗಿರಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 6. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಸ್ಥಳ ಮತ್ತು ಕಾಲದ ಹೆಣೆದ ಜಾಲದ ನುಲುಚಿದ ಸ್ಥಿತಿ. ಇದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನಿರ್ದೇಶನಾಂಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ (coordinate system) ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. (ಗ್ರಿಡ್ ಲೈನುಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಈ ನಿರ್ದೇಶನಾಂಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿಂದ ತಿರುಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮೂಲ: https://www.youtube.com/watch?v=cxgHz5H4AHA.

ಈ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ಸೌರವ್ಯೂಹಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಇತರೆಡೆಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದಾದರೆ, ಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಇರುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಹೆಣಿಗೆಯ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬಾಗುವಿಕೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಪಥಗಳಷ್ಟೇ ಹೊರತು ಅಲ್ಲಿ ನಿಜವಾದ ಯಾವುದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ (ಅಥವ ಕ್ಷೇತ್ರ) ಇರುವುದಿಲ್ಲ. **ಚಿತ್ರ 6** ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು, ಸ್ಥಳ–ಕಾಲದ ತಿರುಚುವಿಕೆ (distortion of space-time) ಯಾಗಿ ನೋಡಬಹುದು.

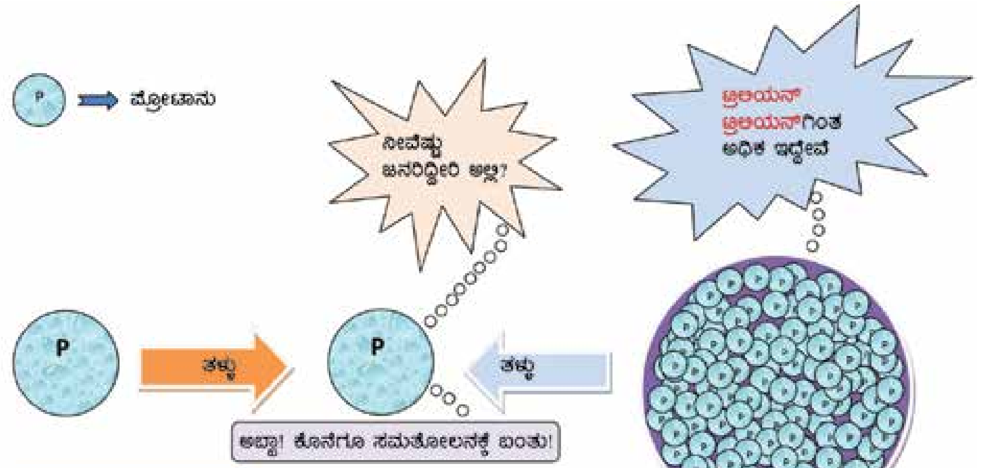
ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಸ್ವರೂಪ: ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಪ್ತಿ

ಈ ನಾಲ್ಕು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಏನು? ಪರಸ್ಪರ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಅವು ಎಷ್ಟು ಪ್ರಬಲ ಅಥವ ದುರ್ಬಲವಾಗಿವೆ? ಅಂತರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದಂತೆ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆಯೇ? ಈ ನಾಲ್ಕು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಶ್ರೇಣಿಗಳನ್ನು (rank) ಕೊಡೋಣ. ಪ್ರೋಟಾನ್‌ನಂತಹ ಎರಡು ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿದ್ದೇವೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿ. ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಬಲ ಬಲಕ್ಕೆ ನಾವು 1 ಎಂದು ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಕೊಟ್ಟರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕೆ 0.001 ಮೌಲ್ಯವಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ಅದು ಒಂದು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ದುರ್ಬಲ ಬಲಕ್ಕೆ 10^{-14} ರಷ್ಟು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮೌಲ್ಯ ಇರುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ಅದು ಸುಮಾರು ನೂರು ಟ್ರಿಲಿಯನ್ ಪಟ್ಟು ಕ್ಷೀಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಎರಡು ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮೌಲ್ಯ 10^{-43} ಆಗಿರುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ಅದು ಟ್ರೆಡೆಸಿಲಿಯನ್ ಪಟ್ಟು ಕ್ಷೀಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ!

ಬಹುಶಃ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲ ನಮ್ಮ ಜಗತ್ತಿನ ಅತ್ಯಂತ ಗಮನಾರ್ಹ ಬಲವಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವಿಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರ ಬರಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಹತ್ತಿರ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯ ತಳ್ಳುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಎಳೆಯುವಿಕೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳ ಗುಣಗಳು ಮೂಲತಃ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಈ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಇದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು 10^{40} ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ, ನಮ್ಮನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ನಮಗೆ ಭೂಮಿಯಂತಹ ಬೃಹತ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಟಸ್ಥ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ನಡುವಿನ ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ **ಚಿತ್ರ** 7 ನೋಡಿ.

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಅನಂತವಾದದ್ದು. ಅವುಗಳಿಂದ ದೂರ ಹೋಗಿ ಅವುಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಎನ್ನುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೇ ಇಲ್ಲ. ದೂರ ಹೋದಷ್ಟೂ ಅವುಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಕ್ಷೀಣಿಸಬಹುದೇ ಹೊರತು, ಅವು ಶೂನ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ (ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲವಾಗಿಸಬಹುದು, ಆದರೆ ಅದು ಬೇರೆ ವಿಷಯ, ಏಕೆಂದರೆ ಹಾಗೆ ಮಾಡಲು ಇತರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ). ಇದಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಪ್ರಬಲ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಮತ್ತು ಇವುಗಳು ತಮ್ಮ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಗಾತ್ರದಷ್ಟು ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 10^{-15} ಮೀಟರಿನಷ್ಟು ವ್ಯಾಪಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತವೆ. ಈ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಆಚೆಗೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಶೂನ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ.. ಹಾಗಾಗಿ ಇವೆರಡು ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಬೇಕಾದರೆ ಮೂಲಕಣಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಷ್ಣತೆ ಅಥವ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಷ್ಟು ಸಮೀಪ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಬಲಗಳ ಅನುಭವ ನಮಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಸಾರಾಂಶ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಗ್ರಹಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ರಚನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಕೂಡಾ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತವೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಸಮ್ಮಿಳನ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಮೂಲಕ ಪ್ರಬಲ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಬಲಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಉದ್ದೀಪಿಸುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಾವರಗಳಿಗೆ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರವೇ ಶಕ್ತಿ



ಚಿತ್ರ 7. ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳ ನಡುವಿನ ಹೋಲಿಕೆ: ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮೇಲೆ ಯಾವುದೇ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿಲ್ಲ. ಎಡ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕೇವಲ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ತಳ್ಳುತ್ತಿದೆ. ಬಲಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ಇನ್ನೊಂದು ಗುಂಪು ಕೇವಲ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತಿದೆ. ಈ ಎರಡು ಬಲಗಳನ್ನು ಸಮತೂಗಿಸಿ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಬಲಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 1.25 ಟ್ರಿಲಿಯನ್ ಟ್ರಿಲಿಯನ್ ಟ್ರಿಲಿಯನ್‌ಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕ, ಅಂದರೆ, 1.25×10^{36} ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳು.

ನೀಡುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ನಮಗೆ ಅವಲೋಕನ ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಮುಖ ರಚನೆಗಳಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಗಳು, ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿ ಪುಂಜಗಳು ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ತಟಸ್ಥ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವುಳ್ಳ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳಿವೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಗ್ಯಾಮಾಕಿರಣ ವಿಸ್ಫೋಟ ಅಥವ ಸೂಪರ್‌ನೋವಾದಂತಹ ಅಮೋಘ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಿಗೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಸಾಕಷ್ಟು ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದ ಭೌತದ್ರವ್ಯವು ಇತರ ಮೂರು ಬಲಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ವಿರೋಧಾಭಾಸವೆನಿಸುವಂತೆ ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಇಷ್ಟು ಭಾರವಾಗಿದ್ದುದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಘನತೆಯೂ ಇದೆ.

ಉಪಸಂಹಾರ

ಮೂಲಕಣಗಳ ನಡುವಿನ ಈ ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಇಷ್ಟರವರೆಗೆ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಗಮನಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಗುಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಮೂಲಸ್ಥಾನವನ್ನು ಇತರೆ ಯಾವುದೇ ಬಲಗಳು ತುಂಬುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ನಾವು ಅಲ್ಲಗಳೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇತ್ತೀಚಿನ ವಿಶ್ವವಿಜ್ಞಾನದ ಪುರಾವೆಯ ಪ್ರಕಾರ, ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಶೇ 96ರಷ್ಟು ಭಾಗ ವಿಭಿನ್ನವಾದ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಬಲವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಕಪ್ಪು ದ್ರವ್ಯ (dark matter) ಮತ್ತು ಕಪ್ಪು ಶಕ್ತಿ (dark energy) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕಪ್ಪು ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಒಂದು ಆಕರ್ಷಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವಿದೆಯೆಂದು ಮತ್ತು ಕಪ್ಪು ಶಕ್ತಿಗೆ ಒಂದು ವಿಕರ್ಷಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವಿದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳು ಇತರ ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದಾಗಲಿ ಅಥವ ಹೊರಸೂಸುವುದಾಗಲಿ ಮಾಡದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಕಪ್ಪು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಬಲದ ಬಗ್ಗೆಯ ಅರಿವು ಇನ್ನೂ ಹಲವು ವಿಧದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ತೆರೆಯಲು ನಮಗೆ ಕೀಲಿ ಕೈ ಆಗಬಹುದು. ನಾವು ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾ ಸಾಗಿದಂತೆ ಆಶ್ಚರ್ಯಗಳ ಖಜಾನೆಯೇ ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು!

References

1. ‘Introduction to Elementary Particles’, by David Griffiths, John Wiley and Sons, New York.
2. Review of Particle Physics, Chinese Physics C Vol. 38, No. 9 (2014) 090001, Particle Data Group. See http://pdg.lbl.gov/2015/html/computer_read.html

ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಕೃಷ್ಣನ್ ಪುಣೆಯಲ್ಲಿರುವ Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics ನಿಂದ ಖಭೌತವಿಜ್ಞಾನ (astrophysics) ದಲ್ಲಿ 2000ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಪಿ.ಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿದ ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಕೃಷ್ಣನ್ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಓದು ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವುದು ಅವರ ಹವ್ಯಾಸ. ಅವರ ಮಿಂಚಂಚೆ: ksrini69@gmail.com. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಣಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ನಿರ್ಮಲಾ ಜಿ.ವಿ.

ಪದಾರ್ಥಗಳ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಯಾಸ್ಮಿನ್ ಜಯತೀರ್ಥ

ನಮ್ಮ ತೋಟಗಳ ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಮಣ್ಣಿನ ಮಡಕೆ ಮಾಡಲು ಏಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ? ನಿಮ್ಮ ಜೀವನಪರ್ಯಂತ ನೀವು ನೀಳ ಕೂದಲನ್ನೇ ಹೊಂದಿರಬೇಕೆ? ಕೃತಕ ರೇಷ್ಮೆ ಎಂದರೇನು? ಇವಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಉತ್ತರಗಳು ಇಲ್ಲಿವೆ.

ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಭೂತ ಬಲಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಮ್ಮ ಭೌತಿಕ ವಿಶ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಬಲದ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಆಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಇದೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಗಳ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅವು ರಚಿಸುವ ಬಂಧಗಳ (bonds) ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅನೇಕ ಇತರ ಬಲಗಳ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಲ್ಲಿ ಯೋಚಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ, ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಬಲಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯು ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವ ಬಲಗಳು, ಒಂದೊಂದೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳುಳ್ಳ ಅನೇಕ ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಯ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಏಕೆ ಇವೆ, ಮತ್ತು ನಾವೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳು ಆಹಾರ ಸೇವಿಸಿ, ಬೆಳೆದು ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುವ ಅನೇಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಏಕೆ ನಡೆಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಈ ಬಲಗಳು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ವಜ್ರವು ಏಕೆ ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ವಸ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯಗೊಳಿಸುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಅಷ್ಟೇ ಪೆಡುಸಾದ ಇತರ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

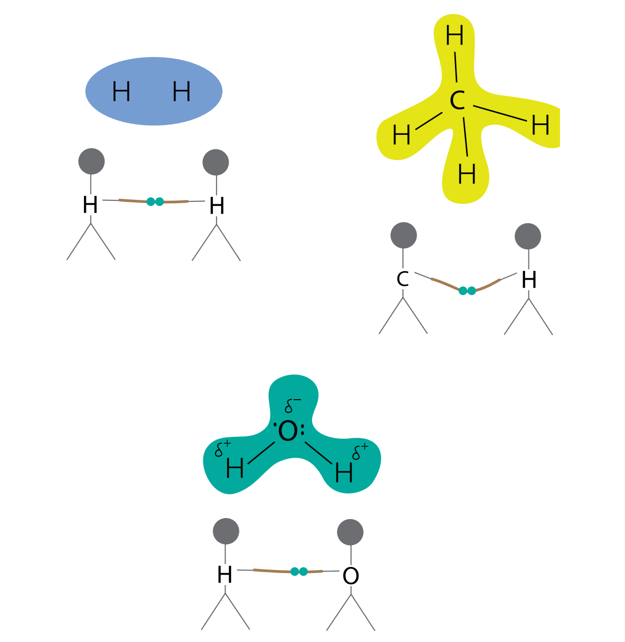
ನಮ್ಮ ಪದಾರ್ಥ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಯಾವುವು? ಈ ಕ್ರಿಯೆ-ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನವು ಬಲಿಷ್ಠವಾಗಿದ್ದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಹಾಗೆಂದೇ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಂಧಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ; ಬಂಧಿತವಲ್ಲದ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಇತರ ಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ಇವೆ. ಈ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ದೃಷ್ಟಿಹರಿಸೋಣ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಬಲಗಳ ಒಂದು ಸಂಯೋಜನೆಯು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮತ್ತು ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿವರಣೆಯು ಬಹಳ ಸರಳವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಯಾವುದೇ ಪ್ರೌಢಶಾಲೆ ಅಥವಾ ಕಾಲೇಜು ಪಠ್ಯವು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

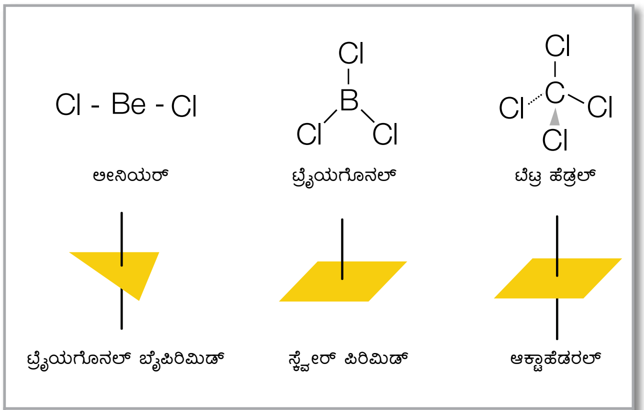
ಸಹವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧ

ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ (ಬೀಜಕಣಗಳು)ಗಳು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಇನ್ನೊಂದರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ, ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಲಗತ್ತಾಗುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಬಂಧಿತವಾಗುತ್ತವೆ. H_2 ನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯದ್ದಾಗಿದ್ದರೆ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಸಮಾನವಾಗಿ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಅಧ್ರುವೀಯ ಬಂಧ (**ಚಿತ್ರ** 1 ಅನ್ನು ನೋಡಿ) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳು ಆಗಿರದಿದ್ದರೂ ಎರಡೂ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಸೆಳೆಯುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾಗಲೂ ಇದು ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. CH_4 ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ. (**ಚಿತ್ರ** 1 ಅನ್ನು ನೋಡಿ). ಎರಡು ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲದಿಂದ ತನ್ನೆಡೆ ಸೆಳೆದು ಕೊಳ್ಳುವಂತಿದ್ದರೆ ಆಗ ಹಂಚಿಕೊಂಡ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಜೋಡಿಗಳನ್ನು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದು H_2O (**ಚಿತ್ರ** 1 ಅನ್ನು ನೋಡಿ) ಅಣುವಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಧ್ರುವೀಯ ಸಹವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೋಡಗಳು ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ದೂರವಿರುವಂತೆ ಈ ಬಂಧಗಳ ಜೋಡಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಭಿನ್ನ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ ಇದು ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಜ್ಯಾಮಿತಿಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಮಗೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 2** ಅನ್ನು ನೋಡಿ).



ಚಿತ್ರ 1. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳ ಅಸಮಾನ ಹಂಚಿಕೆಯಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡ ಡೈಪೋಲ್ಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುವ ರಚನೆಗಳು.

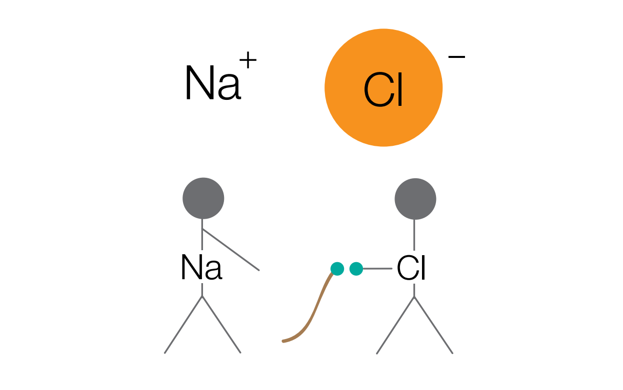


ಚಿತ್ರ 2. ವಿಭಿನ್ನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜೋಡಿಗಳು ಇರುವಾಗ ಅಣುಗಳು ಹೊಂದುವ ಆಕಾರಗಳು.

ಸೆಳೆತದ ಶಕ್ತಿ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದು ಇನ್ನೊಂದು ಪರಮಾಣು ಹಂಚಿಕೊಂಡ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ನನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕಿತ್ತು ತನ್ನೆಡೆ ಸೆಳೆದುಕೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತದೆ, ಇದು ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿ (ನೆಗೆಟಿವ್ ಚಾರ್ಜ್ ಹೊಂದುತ್ತದೆ) ಆವೇಶಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಇದನ್ನು **ಆನ್ ಅಯಾನ್** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಪರಮಾಣು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಡಿಮೆ ಹೊಂದಿದ್ದು, ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿ (ಪಾಸಿಟಿವ್ ಚಾರ್ಜ್ ಹೊಂದುತ್ತದೆ) ಆವೇಶಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇದನ್ನು **ಕ್ಯಾಟ್ ಅಯಾನ್** ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ** 3 ನೋಡಿ).

ಅಯಾನಿಕ್ ಬಂಧ

ಕ್ಯಾಟ್ ಅಯಾನ್ ನಲ್ಲಿ ಧನಾತ್ಮಕ ಆವೇಶವು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಚಾರ್ಜ್ ಆಗಿರುವ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತು ಹಾಗೆಯೇ ಅವು ಇದನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಅಯಾನುಗಳ ಒಂದು ಬಲೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ). ಈ ಬಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಯಾನುಗಳು ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು ಅವುಗಳ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಬಲ (ಚಾರ್ಜ್) ಮತ್ತು ಗಾತ್ರದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಬಲವಾದ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಮೂಲಕ ಅವು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಯಾನಿಕ್ ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ, ಅಯಾನುಗಳಿಂದ ರಚನೆಯಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇದು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ, ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಕರಗುವ ಬಿಂದುಗಳು ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ. 3. ಸೋಡಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್ (ಅಡುಗೆ ಉಪ್ಪಿನ) ರಚನೆ.

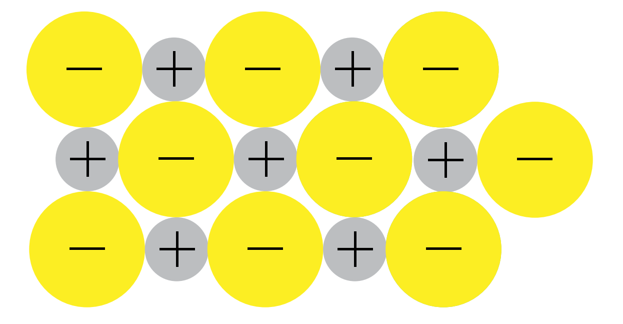
ಲೀನವಾಗುವಿಕೆಯಂತಹ ವಿವಿಧ ಭೌತಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತವೆ.

ಲೋಹೀಯ ಬಂಧ

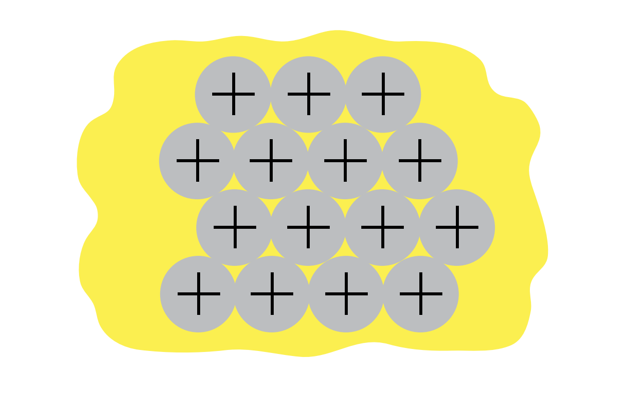
ತಮ್ಮ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಸಡಿಲವಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟು ಕೊಂಡ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಲೋಹೀಯ ಬಂಧಗಳನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತವೆ. ಲೋಹದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಾಲು ಧನಾತ್ಮಕ (possitive) ಅಯಾನಿನ ವ್ಯೂಹ (array) ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳ 'ಸಾಗರ' ವೇ ಇರುತ್ತದೆ. (**ಚಿತ್ರ 5** ನೋಡಿ). ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳು ಸಡಿಲವಾಗಿ ಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳು ಅತ್ತಿತ್ತ ಚಲಿಸಬಲ್ಲವು ಮತ್ತು ಮರುಜೋಡಣೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು, ಇದು ಲೋಹಗಳ ಒಳಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಹಾದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಒದಗಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ತೆಳುಹಾಳೆಗಳಾಗಿ ತಟ್ಟ ಬಹುದಾದ (ಕುಟ್ಯತೆ) ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ಎಳೆಗಳಾಗಿ (ತನ್ಯತೆ) ಎಳೆಯಬಹುದಾದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನೂ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 6** ನೋಡಿ).

ಬಂಧ ರಹಿತ (ನಾನ್-ಬಾಂಡಿಂಗ್) ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು.

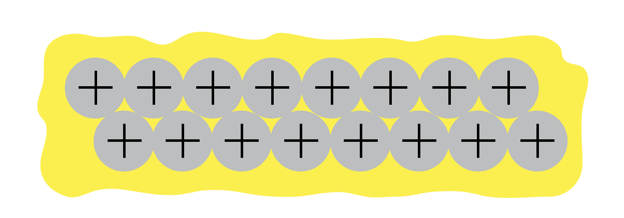
ಬಂಧಗಳು ಉಂಟಾಗುವುದು ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಐಕ್ಯಕ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದ್ದರೆ, ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಘನವಸ್ತು



ಚಿತ್ರ 4. ಸೋಡಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿನ Na+ Cl- ಅಯಾನುಗಳ ಜೋಡಣೆ.



ಚಿತ್ರ 5. ಲೋಹೀಯ ಬಂಧ.



ಚಿತ್ರ 6. ಸುತ್ತಿಗೆಯಿಂದ ತಟ್ಟಲಾದ ಲೋಹ.

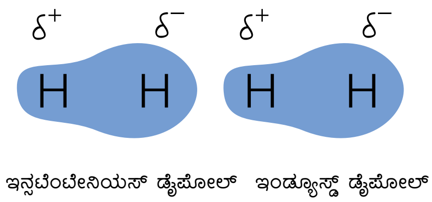
ಅಥವಾ ಅನಿಲಗಳಾಗಿರುತ್ತಿದ್ದವು! ಸಹವೇಲೆನ್ಸಿಯ, ಅಯಾನಿಕ್ ಅಥವಾ ಲೋಹೀಯ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನು ರಚಿಸುವ ಪರಮಾಣುಗಳು / ಅಯಾನುಗಳು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಘನವಸ್ತುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ, ಮೀಥೇನ್ ಅಥವಾ ನೀರಿನಂತಹ ಸಣ್ಣ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಯಾವುದೇ ಬಲಗಳಿಲ್ಲದೆ ಅನಿಲಗಳಾಗಿರಬೇಕಿತ್ತು. ಅವುಗಳು ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ದೂರವಾಗಿ ಚಲಿಸಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರಬೇಕಿತ್ತು. ಆದರೆ ನೀರು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುಗಳು ಚಲಿಸಲು ಮುಕ್ತವಾಗಿದ್ದರೂ ಅವು ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಬಂಧನದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳದಂತೆ ಯಾವ ಬಲಗಳು ನೀರಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ? ಈ ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ವಿಧಗಳಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಅವನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಬಂಧರಹಿತ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಂಧ ರಹಿತ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಹೇಗೆ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತವೆ? ಯಾವುದೇ ಪರಮಾಣು ಅಥವಾ ಅಣುವು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಚಾರ್ಜ್‌ನ ಮೋಡವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ, ಇದು ಹೊಯ್ದಾಡುತ್ತಾ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ದ್ವಿಧ್ರುವವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ವಿಧ್ರುವವು ಪಕ್ಕದ ಅಣುವಿನಲ್ಲೂ ದ್ವಿಧ್ರುವವುಂಟಾಗಲು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತದೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಎರಡು ಅಣುಗಳು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಅವಧಿಗೆ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 7** ಅನ್ನು ನೋಡಿ). ಈ ಬಲವನ್ನು ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ದ್ವಿಧ್ರುವ-ಪ್ರೇರಿತ ದ್ವಿಧ್ರುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ, ಅಥವಾ ಪ್ರಸರಣ ಬಲ ಎಂದು

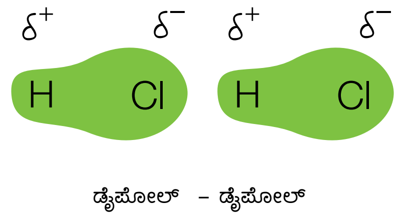
ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ಬಹಳ ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಒಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳು ಇದ್ದು, ಅವು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿದಾಗ ಈ ಬಲಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ (<10kJ / mol ಶಕ್ತಿಗಳು.).

ಎರಡನೇ ರೀತಿಯ ಬಂಧ ರಹಿತ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಎಂದರೆ ದ್ವಿಧ್ರುವಿ– ದ್ವಿಧ್ರುವಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ. ಇದು ಧ್ರುವ ಬಂಧಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತಹ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ವಿಭಿನ್ನ ವಿದ್ಯುತ್–ಋಣಾತ್ಮಕತೆ ಹೊಂದಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಒಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ, ಅಣುಗಳೊಳಗಿನ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳು ಒಂದು ದ್ವಿಧ್ರುವವನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಅಣುವಿನ ಧನಾತ್ಮಕ ತುದಿಯು ಮತ್ತೊಂದು ಅಣುವಿನ ಋಣಾತ್ಮಕ ತುದಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ, ಇದರಿಂದ ಅವುಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಗುಂಪುಗೂಡುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ 8** ಅನ್ನು ನೋಡಿ).

ಮೂರನೇ ವಿಧದ ಬಂಧ ರಹಿತ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಪ್ರಮುಖ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳ ಮಧ್ಯವರ್ತನೆಯಿಂದ ಆಗುವಂತಹವು. ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳು ವಿಶೇಷ ಬಂಧಗಳು ಮತ್ತು ಫ್ಲೋರಿನ್, ಆಮ್ಲಜನಕ ಅಥವಾ ಸಾರಜನಕದಂತಹ ಅತ್ಯಂತ ವಿದ್ಯುತ್ ಋಣಾತ್ಮಕ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಜಲಜನಕವು ಲಗತ್ತಾಗಿರುವ ಅಣುಗಳಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಸೆಳೆಯುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಧ್ರುವ ಬಂಧವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುದರಿಂದ,



ಚಿತ್ರ 7. ಒಂದು ಅಣುವಿನ 'ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದ ದ್ವಿಧ್ರುವ' ದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೋಡದ ಮೇಲಿನ ಏರಿಳಿತವು ಪಕ್ಕದ ಅಣುವಿನ 'ಪ್ರೇರಿತ ದ್ವಿಧ್ರುವ'ದ ಮೇಲೆ ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ ಇದರಿಂದ ಪ್ರಸರಣ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

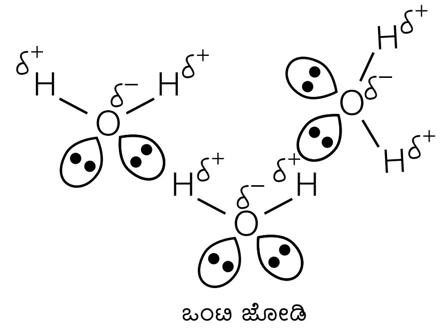


ಚಿತ್ರ 8. ಎರಡು ಅಣುಗಳ ವಿರುದ್ಧ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳ ನಡುವೆ ಉಂಟಾದ ಆಕರ್ಷಣೆ ಅವು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಇದು ನೆರೆಯ F (ಫ್ಲೋರಿನ್) O (ಆಮ್ಲಜನಕ) ಅಥವಾ N (ನೈಟ್ರೋಜನ್) ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಧ್ರುವೀಕರಣಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ದುರ್ಬಲ ಬಂಧ (~ 10-40 kJ / mol) ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. (**ಚಿತ್ರ 9** ನೋಡಿ). ಹೋಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಹವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧಗಳು (~ 450-200 kJ /mol) ನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳು ತುಂಬಾ ದುರ್ಬಲವಾಗಿದ್ದರೂ ಅಣುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿದಿಡುವಷ್ಟು

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಕಣಗಳ (ಪರಮಾಣುಗಳ ಮತ್ತು ಅಣುಗಳ) ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ದುರ್ಬಲವಾದ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹರಡುವಿಕೆ ಬಲಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಮೀರಿ ನಿಲ್ಲಲು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಬಲದ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳು ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿವೆ ಮತ್ತು ಅವು ಬಹಳಷ್ಟು ಅದ್ಭುತಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡಬಲ್ಲವು!

ಗೆಕ್ಕೊ ಎಂದು ಕರೆಯುವ ಮನೆ ಹಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಚಾವಣಿಯ ಮೇಲೆ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ ನಡೆದಾಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿಯೇ ಬೀಳದೆಯೇ ಅಂಟಿ ನಿಂತಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ದೀರ್ಘಕಾಲದವರೆಗೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮೀರಿ ನಿಲ್ಲುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ತೋರುತ್ತದೆ, ಆದರೂ ಅಗತ್ಯಬಿದ್ದಾಗ ಕಾಲಿನ ಹಿಡಿತ ಬಿಡಿಸಿಕೊಂಡು ಓಡಿ ಕೀಟವನ್ನು ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲದು. ಕ್ರಿಸ್ತಪೂರ್ವ 4 ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ ಸೇರಿದಂತೆ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಗೆಕ್ಕೊ ಹಲ್ಲಿಯು ಈ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಮಾಡಬಲ್ಲದು ಎಂದು ಬಹಳ ಕಾಲ ಆಶ್ಚರ್ಯ ಪಟ್ಟಿದ್ದರು. ವಾಸ್ತವವೇನೆಂದರೆ ಗೆಕ್ಕೋಗಳು, ತಮ್ಮ ಪಾದಗಳ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪ್ಯಾಡ್ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ, ಅದರ ಬಿಂಬವನ್ನು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಮಾಡಿ ನೋಡಿದಾಗ ಅದರ ಮೇಲೆ, ಅನೇಕ (~ 500,000 / ಅಡಿ) ಬಿರುಗೂದಲುಗಳಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಬಿರುಗೂದಲುಗಳ ತುದಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ 100–1000 ಮಿನಿ ಬಿರುಗೂದಲುಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಲಾಗಿದೆ, ಇವನ್ನು ಸ್ಪಾಟುಲಾಗಳು (Spatula) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇವು ಗೋಡೆಗಳಂತಹ ಮೇಲ್ಮೈಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಹಲವಾರು ಸಂಪರ್ಕ ಬಿಂದುಗಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಬಂಧರಹಿತ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲದ ಮೂಲಕ ಯಾವುದೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಥವಾ ಸ್ನಾಯುವಿನ ಬಲವನ್ನು ಬಳಸದೆಯೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಸೆಳೆತವನ್ನು ಗೆಕ್ಕೊ ಮೀರಿನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಈ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಕೊಂಡಂತೆ, ಒಂದು ಸತ್ತ ಗೆಕ್ಕೊ ಸಹ ಛಾವಣಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೆಯೇ ಅಂಟಿ ಉಳಿಯಬಲ್ಲದು.



ಚಿತ್ರ 9. ಜಲಜನಕದ ಅಣುವಿನ ಮೇಲಿನ ಧನಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವು ಆಮ್ಲಜನಕ ಒಂಟಿ ಜೋಡಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೋಡವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ, ತನ್ಮೂಲಕ ಜಲಜನಕದ ಬಂಧವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ.

ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಅವುಗಳ ಭೌತಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕೂಡಾ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೀರಿನ ಗುಣಗಳು ಒಂದು ಅಣುವಿನ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತೊಂದು ಅಣುವಿನ ಜಲಜನಕದ ನಡುವೆ ಜಲಜನಕ ಬಂಧ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದಲೇ ಬಂದಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಜೈವಿಕ ಅಣುಗಳು, ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ನಾವು ಕಾಣುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಈ ಬಂಧಿತ ಮತ್ತು ಬಂಧರಹಿತ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಏಕೆ ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಮ್ಮ ಕಾಲುಗಳ ಕೆಳಗಿರುವ ಮಣ್ಣನ್ನು, ಮಣ್ಣಿನ ಖನಿಜಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನೋಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಪ್ರಾರಂಭಿಸೋಣ.

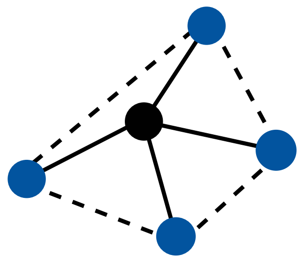
ಸಿಲಿಕಾ ಎಷ್ಟು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಂಧಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ?

ಮಣ್ಣಿನ ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಸಿಲಿಕಾ: SiO_2, ಕ್ವಾರ್ಟ್ಜ್ ಅಥವಾ ಸ್ಫಟಿಕ ಶಿಲೆ ಅಥವಾ ಬೆಣಚುಗಲ್ಲು ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಬೃಹತ್ ಸಹ ವೇಲೆನ್ಸಿ ಜಾಲರಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣು ನಾಲ್ಕು ಆಮ್ಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಹವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಎರಡು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಬಂಧಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಹೊಡೆತದಿಂದ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಜ್ ಅಣು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಅಥವಾ ಮರಳಾಗಿ ಪುಡಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಒಡೆದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇವು ನೀರಿನೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳು ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಅಯಾನುಗಳು ಅಥವಾ SiO_4^{4-} ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದು ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರನ್ ರೀತಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 10** ಅನ್ನು ನೋಡಿ).

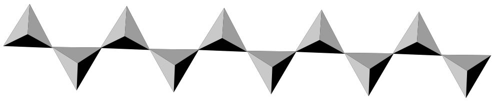
ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳು

ಸುಕ್ಕಾದ ಹತ್ತಿ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಇಸ್ತ್ರಿ ಮಾಡುವುದು ಎಷ್ಟು ಕಷ್ಟ ಎಂದು ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತು. ಗ್ಲುಕೋಸಿನ ಪಾಲಿಮರ್ ಆದ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸಿನಿಂದ ಹತ್ತಿಯು ರೂಪುಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಎಳೆಗಳ ನಡುವೆ ಜಲಜನಕದ ಬಂಧಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ ಅವನ್ನು ಜೊತೆಗೂಡಿ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಒಣಗಿರುವ ಹತ್ತಿ ಬಟ್ಟೆಯ ಸುಕ್ಕನ್ನು ಇಸ್ತ್ರಿಮಾಡಿ ತೆಗೆಯುವುದು ತುಂಬಾ ಕಷ್ಟ; ಆದರೆ ನೀರನ್ನು ಬಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಚಿಮುಕಿಸಿದಾಗ, ಸುಕ್ಕಿನೊಳಗೆ ಇರುವ ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳು ಒಡೆದು, ನೀರಿನೊಡನೆ ಪುನಃ ಬಂಧವು ರಚನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇಸ್ತ್ರಿ ಮಾಡಿ ನೀರಿನಂಶ ತೆಗೆಯಿರಿ ಸುಕ್ಕು ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲಿಗೆ ನೀರು ಹಚ್ಚಿ ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲನ್ನು ಗುಂಗುರು ಅಥವಾ ನೇರವಾಗಿ ಮಾಡುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇವಾಂಶವಿರುವ ದಿನ ಅಥವಾ ತಲೆಗೆ ನೀರು ಸಿಂಪಡಿಸಿದರೆ ಈ ಶೈಲಿ ಬದಲಾಗಿ ಮತ್ತೆ ಮೊದಲಿನಂತಾಗುತ್ತದೆ.

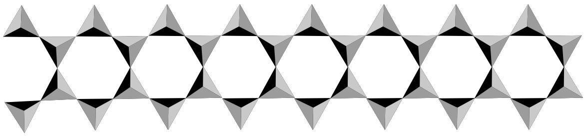
ಭೂಮಿಯ ಅನೇಕ ಖನಿಜಗಳು ಸಿಲಿಕೇಟುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಅವು ಹಂಚಿಕೊಂಡ ಆಮ್ಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಒಂಟಿ ಅಥವಾ ಜೋಡಿ ಎಳೆಯ ಸರಪಳಿಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 11ಎ** ಮತ್ತು **11ಬಿ** ಅನ್ನು ನೋಡಿ). ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕಲ್ನಾರು (ಆಸ್ಬೆಸ್ಟೋಸ್) (**ಚಿತ್ರ 12ಎ** ಅನ್ನು ನೋಡಿ) ಎರಡು ಎಳೆಗಳಿರುವ ಸರಪಳಿಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಎಳೆಎಳೆ ಯಾಗಿ ಬಿಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಕಾಗೆ ಬಂಗಾರ ಅಥವಾ ಅಭ್ರಕ (ಮೈಕಾ) (**ಚಿತ್ರ 12ಬಿ** ಅನ್ನು ನೋಡಿ) ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರದ ಹಾಳೆಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ (**ಚಿತ್ರ 12ಸಿ** ನೋಡಿ). ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಖನಿಜಗಳ ಋಣಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವು K^+, Mg^{2+}, Ca_2+ ಮತ್ತು Al^{3+}, ಅಯಾನಿಕ್ ಕೊಳ್ಕೊಡೆಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದಿಡಲ್ಪಟ್ಟು ಧನಾತ್ಮಕ ಅಯಾನುಗಳಿಂದ ಸಮತೋಲನ



ಚಿತ್ರ 10. ಸಿಲಿಕಾನ್ ಟೆಟಾಹೆಡ್ರನ್

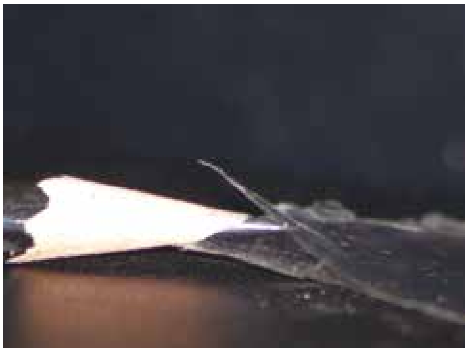


ಚಿತ್ರ 11ಎ. ಸಿಲಿಕೇಟ್ ನ ಒಂದು ಎಳೆ

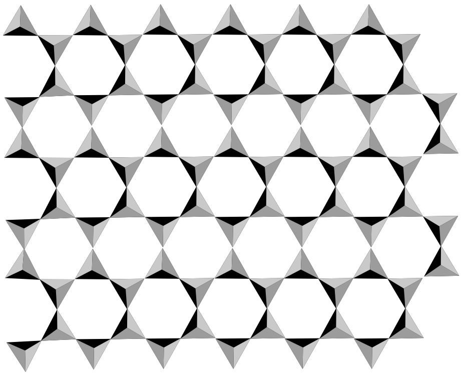


ಚಿತ್ರ 11ಬಿ. ಸಿಲಿಕೇಟ್ ನ ಜೋಡಿ ಎಳೆ.

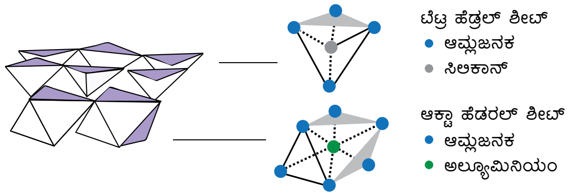
ಚಿತ್ರ 12ಎ. ಕಲ್ನಾರು: ಜೋಡಿ ಎಳೆ ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಸರಪಳಿಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ನಾರುಗಳು. ಮೂಲ: ನಿಖಿಲ್ ಫೆರ್ನಾಂಡಿಸ್.



ಚಿತ್ರ 12ಬಿ. ಕಾಗೆ ಬಂಗಾರ (ಮೈಕಾ): ಸಿಲಿಕಾ ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಾನ್ ನ ಹಾಳೆಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಮೂಲ: ನಿಖಿಲ್ ಫೆರ್ನಾಂಡಿಸ್.



ಚಿತ್ರ 12ಸಿ. ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಹಾಳೆ



ಚಿತ್ರ 13. ಆಮ್ಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿದ ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಮತ್ತು ಆಕ್ಟಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆಗಳ ಪದರಗಳು.

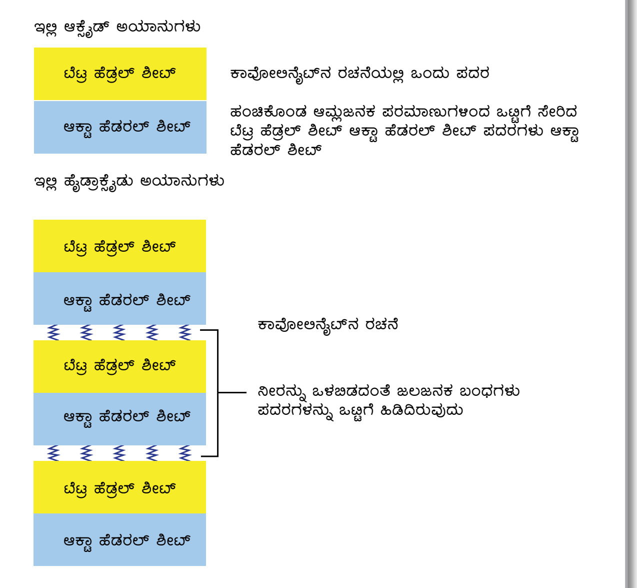
ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಲು ಸವೆತ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಪದರಗಳಲ್ಲಿನ, ಕೆಲವು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಜಾಗವನ್ನು Al^{3+} ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ, ಹೀಗೆ ಮರಳು ಜೇಡಿ ಮಣ್ಣಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಜೇಡಿಮಣ್ಣಿನ ಖನಿಜಗಳ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಹಾಳೆಗಳು ಇರುತ್ತವೆ – ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು ಆಕ್ಟಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ Al^{3+} ಆರು OH^- ಅಯಾನುಗಳು ಸುತ್ತುವರೆದಿರುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 13** ನೋಡಿ).

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಜೇಡಿಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಈ ಪದರಗಳು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಕೇಒಲಿನೈಟ್, ಮಡಕೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಬಳಸುವ ಜೇಡಿಮಣ್ಣು (**ಚಿತ್ರ 14ಎ** ಅನ್ನು ನೋಡಿ), 1:1 ರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆಕ್ಟಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆಗೆ ಒಂದು ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಆಕ್ಟಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆಯ OH ಗುಂಪು ಮತ್ತು ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಹಾಳೆಯ O ಪರಮಾಣುವಿನ ನಡುವಿನ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಈ ಪದರಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಲಗತ್ತಾಗಿರುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ 14ಬಿ** ನೋಡಿ). ಇವುಗಳು ನೀರು ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಟ್ ಅಯಾನುಗಳು ಹಾಳೆಗಳ ನಡುವೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಆದ್ದರಿಂದ, ಜೇಡಿ ಮಣ್ಣು ಹೆಚ್ಚು ಹರಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅಥವಾ ತೆಳುವಾಗಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುವುದಿಲ್ಲ. ಮಣ್ಣಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದ ನೀರು ಅದರ ಸ್ಫಟಿಕಗಳ ನಡುವೆ ಕುಳಿತು, ಅದನ್ನು ಕುಸಿದು ಹೋಗದ ವಿಭಿನ್ನವಾದ ಆಕಾರಗಳಾಗಿ (**ಚಿತ್ರ 14ಬಿ** ಅನ್ನು ನೋಡಿ) ರೂಪಿಸಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಮಣ್ಣಿನ ಆಕಾರವನ್ನು ಬೆಂಕಿಯಲ್ಲಿ ಬೇಯಿಸಿದಾಗ, ಈ ನೀರು ಆವಿಯಾಗಿ ಹೊರಟುಹೋಗುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಪದರಗಳು ಈಗ ಸಹವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ

ಬಂಧಗಳು ಮಣ್ಣಿನ ಮರುಬಳಕೆ ಮಾಡಲಾಗದಂತೆ ತಡೆಯಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಹಾಗಾಗಿ ಒಂದು ಆಕಾರವಾಗಿ ರೂಪಿಸಲಾದ ಮಣ್ಣು ತನ್ನ ಆಕಾರವನ್ನು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಉಳಿಸಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. (**ಚಿತ್ರ 15** ನೋಡಿ).

ಮಣ್ಣಿನ ಭಾಗವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಇತರ ಜೇಡಿಮಣ್ಣುಗಳೆಂದರೆ 2:1 ಮಣ್ಣುಗಳು, ಅಲ್ಲಿ ಎರಡು

ಚಿತ್ರ 14ಎ. ಕಾವೊಲಿನೈಟ್ ಜೇಡಿಮಣ್ಣನ್ನು ವೆಡ್ಜಿಂಗ್ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚು ಬಗ್ಗುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ, ಒಂದು ರೀತಿಯ ನಾದುವಿಕೆಯ ವಿಧಾನದಿಂದ ಅದನ್ನು ಬಿಗಿಯಾದ ಸುರುಳಿಯಾಗಿ ಸುತ್ತಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಒಳಗೆ ಸೇರಿದ್ದ ಗಾಳಿಯ ಪಾಕೆಟ್ ಗಳನ್ನು ಹೊರತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೂಲ: ಲಲಿತಾ ಮಂಜುನಾಥ್.



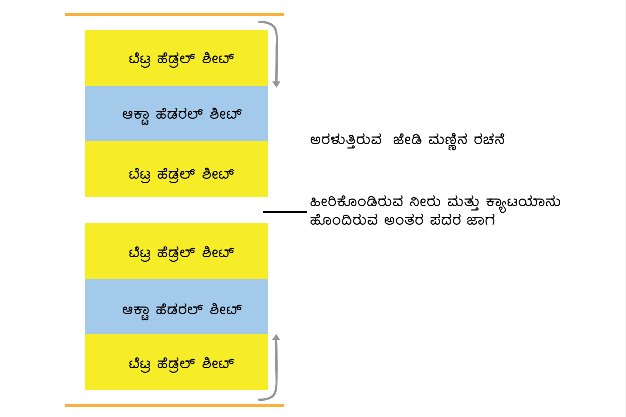
ಚಿತ್ರ 14ಬಿ. ಕಾವೊಲಿನೈಟ್ನ ರಚನೆಯು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದಿರುವ ಪದರಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಅದಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ಮಣಿಸಬಲ್ಲ ನಮೂನೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಲ್ಲ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 14ಸಿ. ಜೇಡಿಮಣ್ಣಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ನೀರು ಅದನ್ನು ಮಡಕೆಗಳಾಗಿ ರೂಪಿಸಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಮೂಲ: ಲಲಿತಾ ಮಂಜುನಾಥ್.

ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಪದರಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಆಕ್ಟಾಹೆಡ್ರಲ್ ಪದರ ಹರಡಿದೆ. ಈ ಮಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಟೆಟ್ರಾಹೆಡ್ರಲ್ ಪದರಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬಂಧಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ, ಆದರೆ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಋಣಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶವಿರುವುದರಿಂದ, ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಟ್ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಚಲಿಸಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ, ಈ ಮಣ್ಣುಗಳು ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಜೇಡಿಮಣ್ಣು ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಕಣಜವಿದ್ದಂತೆ, ಇದು ನೀರು ಮತ್ತು ಖನಿಜಗಳನ್ನು ಸಸ್ಯದ ಬೇರುಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 16** ನೋಡಿ).

ಜೀವದ ಅಣುಗಳು

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ರಚನೆಗಿಂತ ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಈ ವಿವಿಧ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಬೇರೆ ಯಾವುದೂ



ಚಿತ್ರ 15. ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಮಣ್ಣಿನ ರಚನೆ – ಪದರಗಳ ನಡುವೆ ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ನೀರು ಮತ್ತು ಅಯಾನುಗಳ ಪ್ರವೇಶಕ್ಕೆ ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 16. ಮಣ್ಣು 2: 1 ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಜೇಡಿಮಣ್ಣುಗಳು ಒಣಗಿದಾಗ ಸೀಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಕುಗ್ಗುತ್ತವೆ. ಮೂಲ: ಜಾಕ್ಮ್ಯಾಕ್34, ಪಿಕ್ಸಬಾಯ್. ಪರವಾನಗಿ: ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಡೊಮೇನ್. URL: https://pixabay.com/en/drought-earth-desert-aridity-711651/

ತೋರಿಸಲಾರದು. ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳು ಪಾಲಿಮರುಗಳು ಅಥವಾ ದೀರ್ಘ ಸರಪಣಿಯ ಅಣುಗಳಾಗಿವೆ, ಇವು ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯುವ ಸಣ್ಣ ಅಣುಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ, ಇವು ಸಹ ವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. 21 ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿವೆ ಇವು ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜನೆ ಹೊಂದಿ ವೈವಿಧ್ಯಮಯವಾದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಗಳುಳ್ಳ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ.

ಮಾನವ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಪೈಕಿ ಕೇವಲ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಈ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಒಂದು: ಅಮೈಲೇಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಬಲ್ಲ ಮತ್ತು ಪಿಷ್ಟದ ಜೀರ್ಣಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವೇಗವರ್ಧಿಸುವ ಪ್ರೋಟೀನು ಮತ್ತೊಂದು ಕೆರಾಟಿನ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ, ಕಠಿಣ, ಜಡ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗದ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಕೂದಲಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಪ್ರೋಟೀನು.

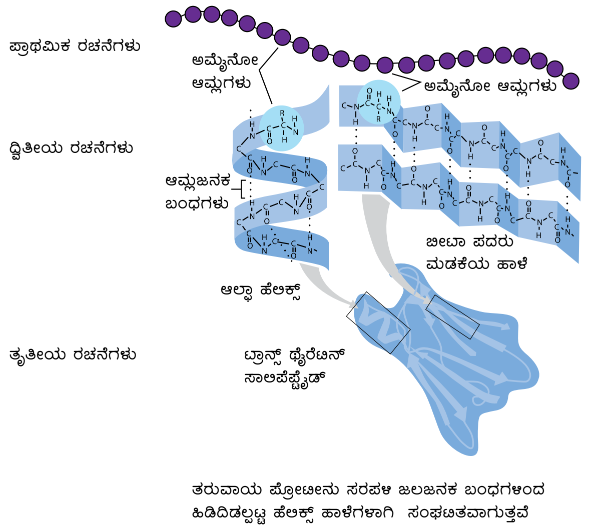
ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಮೂರು (ಅಥವಾ ನಾಲ್ಕು) ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೀನ್ನಿನ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ರಚನೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಮೊದಲನೆಯದು, ಸಹವೇಲೆಂಟ್ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರಪಣಿಯಾಗಿದೆ. ಈ ರೇಖೀಯ ಸರಪಳಿ ಹೆಲಿಕ್ಸ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಹಾಳೆಗಳ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ** 17 ನೋಡಿ). ಇದನ್ನು ಅದರ ದ್ವಿತೀಯ ರಚನೆ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ತೃತೀಯ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ, ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುಗಳು ಬಂಧ ರಹಿತ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳು, ಅಯಾನಿಕ್ ಸಂವಹನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆ (**ಚಿತ್ರ** 18 ಅನ್ನು ನೋಡಿ) ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ಸಹವೇಲೆಂಟ್ ಬಂಧವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿವಿಧ ಆಕಾರಗಳಾಗಿ ಮಡಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಹಾಲಿನ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಬರೋಣ. ಹಾಲಿನ ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳು ದ್ರಾವಣವಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಡಲಟ್ಟಿವೆ ಮತ್ತು ಹಾಲನ್ನು ಹಾಗೆ ಇಟ್ಟಾಗ ಅದು ಕೆಳಗೆ ಇಳಿದು ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಪನೀರ್ ಮಾಡಲು ಹಾಲು ಒಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರ ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳ ತೃತೀಯ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಮುರಿದು ಬಿಳಿಯ ಒತ್ತರ ಮತ್ತು ನೀರು ಬೇರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ನಿಂಬೆ

ಚಟುವಟಿಕೆ – ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧಗಳು ಮತ್ತು ಅಡುಗೆ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳು.

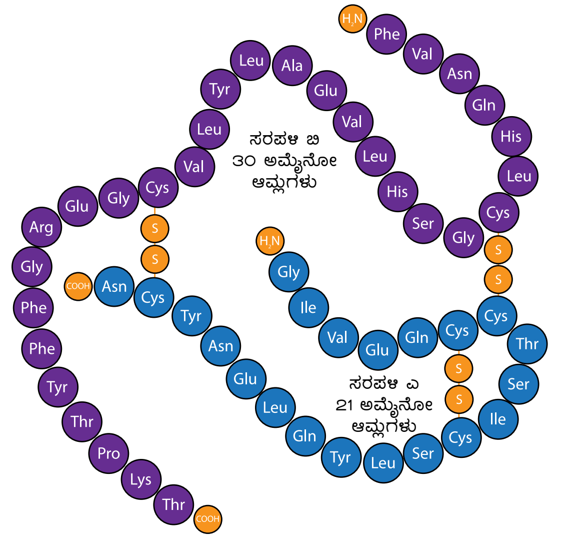
ನಾವು ಒದ್ದೆಯಾದ ಹತ್ತಿ ಬಟ್ಟೆಯ ಸುಕ್ಕು ಗಳನ್ನು ಇಸ್ತ್ರಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಜಲಜನಕದ ಬಂಧಗಳು ರಚನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಮುರಿಯುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ ಚಪಾತಿಗಳಿಗೆ ಹಿಟ್ಟು ಕಲಸುವಾಗ. ಒಮ್ಮೆ ಅಲ್ಲಿ ಏನು ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ನಾನು ಅರಿತುಕೊಂಡ ಮೇಲೆ, ನಾನು ಪ್ರತಿ ಬಾರಿಯೂ ಆಸಕ್ತಿಯಿಂದ ಅದನ್ನು ಗಮನಿಸುತ್ತಿದ್ದೇನೆ!

ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಟ್ಟು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಅದರಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳುಗಳನ್ನು ಆಡಿಸಿ. ನೀರನ್ನು ಸೇರಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಮತ್ತೆ ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳುಗಳ ಮೇಲಿನಿಂದ ಬೆರಸಿ, ನೀವು ಹಿಟ್ಟು ಮತ್ತು ನೀರನ್ನು ಬೆರೆಸಿದಾಗ, ಮಿಶ್ರಣವು ಅರಿವಾಗುವಂತೆ ಬೆಚ್ಚಗಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ ನೀರು ಪಿಷ್ಟದಲ್ಲಿರುವ –OH ಗುಂಪುಗಳೊಂದಿಗೆ ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಮಿಶ್ರಣದ ತುಂಡು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಹರಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಿ. ಅದು ತೊಳೆದು ಹೋಗುವುದು. ಹಿಟ್ಟನ್ನು ನಾದುವುದನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿ ಆಗ ಹಿಟ್ಟು ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ವಿಧದ ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳಾದ – ಗ್ಲಿಯಡಿನ್ಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ಲುಟೆನಿನ್ಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸೇರಿ ಗ್ಲುಟೆನ್ ಅನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಇದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ–ಕರಗದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತು. ಇದು ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳಿಂದ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ, ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ನಾದುವ ಕ್ರಿಯೆ ಜಾಸ್ತಿಯಾದಾಗ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ಹೀಗಾಗುತ್ತದೆ. ನೀವು ಈಗ ಹಿಟ್ಟಿನ ಒಂದು ಚೂರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಹರಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೊಳೆದರೆ, ಪಿಷ್ಟವು ತೊಳೆದು ಹೋಗಿ ಎಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಗ್ಲುಟನ್ ಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಹೋಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 17. ಪ್ರೋಟೀನ್ ರಚನೆಯ ಹಂತಗಳು.



ಚಿತ್ರ 18. ಡೈ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸರಪಳಿಯ ವಿಭಿನ್ನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ.

ರಸ ಅಥವಾ ವಿನೆಗರ್ ಸೇರಿಸುವುದರಿಂದ ಅಯಾನಿಕ್ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನುಗಳೊಳಗಿನ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧಗಳನ್ನು ಅಡ್ಡಿಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಹಾಲಿನ ನೀರನ್ನು ಅವು ಮೊದಲಿನಂತೆ ಅಂತರಕ್ರಿಯೆ ಮಾಡಲಾರವು. ನಾವು ಪನೀರ್ ಅನ್ನು ಸೇವಿಸಿದಾಗ, ನಮ್ಮ ಜೀರ್ಣಾಂಗದ ಕರುಳಿನ ಜೀರ್ಣಕಾರಿ ಕಿಣ್ವಗಳು ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟಿರುವ ಸಹವೇಲೆಂಟ್ ಬಂಧಗಳನ್ನು ಒಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಈ ಮಡಿಸುವಿಕೆಯ ಸಂಕೀರ್ಣತೆ, ಅಮೈಲೇಸ್ ಅನ್ನು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ (ಬಾಯಿಯ ಲಾಲಾರಸದಂತೆ) ಹಿಡಿದಿಡಬಹುದಾದ ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿದ ಅಣುವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಅದರ ತಲಾಧಾರದ ಪಿಷ್ಟ ಅಣುವಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುವ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರ ಸುತ್ತಲಿನ pH ಅನ್ನು ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ ನಾವು ಅಮೈಲೇಸಿನ ದ್ವಿತೀಯ ರಚನೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ, ಅಮೈಲೇಸ್ ಯಾವುದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವೇಗವರ್ಧಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

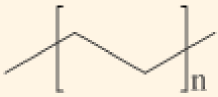
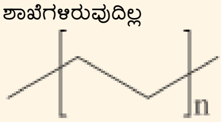
ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಕೆರಾಟಿನ್ ನ ತೃತೀಯ ರಚನೆಯು ಪರಸ್ಪರರ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಹೆಲಿಕ್ಸಿನ ದ್ವಿತೀಯಕ ರಚನೆಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳಿಂದ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೂಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಕೆರಾಟಿನ್ ನಲ್ಲಿರುವ ಈ ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಇದರ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಕೂದಲು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಗುಂಗುರಾಗುವುದು ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲನ್ನು ತೇವ ಗೊಳಿಸುವ ಮೂಲಕ ಮತ್ತು ನೀವು ಬಯಸುವ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಒಡೆಯುವುದರ ಮೂಲಕ, ನೀವು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಗುಂಗುರು ಕೂದಲನ್ನು ನೇರಗೊಳಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ನೇರ ಕೂದಲನ್ನು ಸುರುಳಿ ಮಾಡಬಹುದು. ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲು ಒಣಗಿದಾಗ, ಕೆರಾಟಿನ್ ಒಳಗೆ ಹೊಸ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಇದು ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲನ್ನು ಮತ್ತೆ ತೇವವಾಗಿಸುವವರೆಗೆ ಅಥವಾ ಗಾಳಿಯು ತೇವಗೊಳ್ಳುವವರೆಗೂ ನಿಮ್ಮ ಹೊಸ ಕೂದಲು ಶೈಲಿಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನಿಮಗೆ ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಶಾಶ್ವತವಾದ ಗುಂಗುರು ಕೂದಲು ಪಡೆಯಲು, ಕೂದಲಿನೊಳಗಿರುವ ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳನ್ನು ಗಂಧಕ ಯುಕ್ತ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಮುರಿಯಬೇಕು ಮತ್ತು ಅಗತ್ಯ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ರೂಪಿಸಬೇಕು. ಈ ಗುಂಗುರು ಕೂದಲೇನೋ ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಉಳಿದರೂ, ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲು ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ, ಅದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ರೂಪದಲ್ಲೇ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ.

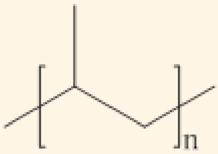
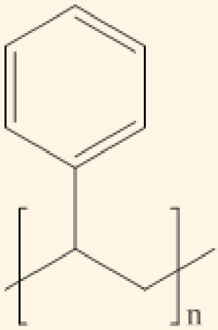
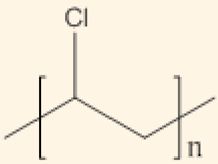
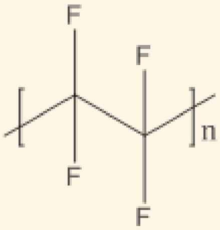
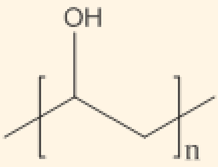
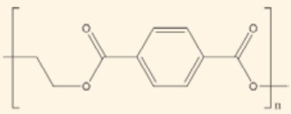
ಡಿಸೈನರ್ ಅಣುಗಳು

ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅಸಂಖ್ಯಾತವಾಗಿರುವುದು ಸಾಲದೇನೋ ಎಂಬಂತೆ, ಈಗ ನಾವು ಬಯಸುವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಅನೇಕ ಕೃತಕ ಪಾಲಿಮರುಗಳನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು

ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆ ಒಂದು ಪ್ರೋಟೀನ್ ರಚನೆಯನ್ನು ಒಗ್ಗೂಡಿಸುವ ಅನೇಕ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ ಸಿಸ್ಟೀನ್ (cysteine) —SH ಗುಂಪನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಎರಡು–ಎಸ್ಎಚ್ ಗುಂಪುಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಜೋಡಿ ಆಗಿ ಮುಂದೆ ಆಕ್ಸಿಡೈಸ್ ಆಗಿ–ಎಸ್–ಎಸ್–, ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆ ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಇದು ಪ್ರೊಟೀನ್ ಎಳೆಗಳ ವಿಭಿನ್ನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸುತ್ತದೆ, ಪ್ರೋಟೀನಿಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಕೂದಲಿನಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಿಸ್ಟೀನ್ ಅಣುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ — ಅದರ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಯ ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲು ಗುಂಗುರಾಗಿ, ಇರುವುದನ್ನು ಅಥವಾ ನೀಳವಾಗಿ ಇರುವುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ತೇವವಾದ ಕೂದಲಿನ ಮೇಲೆ ರೋಲರುಗಳನ್ನು ಹಾಕುವ ಮೂಲಕ ನೀವು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲಿನ ಶೈಲಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದಾದರೂ, ಅದರ ಶಾಶ್ವತ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಅದರ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮಾಡಲು, ಒಂದು —SH ಗುಂಪನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಅಮೋನಿಯಮ್ ಥಿಯೊಗ್ಲಿಕೋಲೇಟ್ ಎಂಬ ಕಾರಕವನ್ನು (ರಿಏಜೆಂಟ್) ಕೂದಲಿಗೆ ಹಚ್ಚಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆರಟಿನ್ ಅಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಇರುವ ಡೈಸಲ್ಫೈಡ್ ಸೇತುವೆಗಳನ್ನು ಮುರಿಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಮ್ಮ ಆಯ್ಕೆಯ ಶೈಲಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲನ್ನು ಹೊಂದಿಸಲು ಇದು ನಿಮಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಆಕ್ಸಿಡೀಕರಣದಿಂದ ಹೊಸ ಸೇತುವೆಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದ ನಂತರ, ಕಾರಕವನ್ನು ತೊಳೆದು ತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಮ್ಮ ಕೂದಲು ಇದೀಗ ನಿಮಗೆ ಬೇಕಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇರುವುದು! ಆದರೆ, ಹೊಸ ಕೂದಲು ಬೆಳೆದಾಗ, ಅದು ಮೊದಲಿನ ವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಏನು ಮಾಡುವುದು? ನಿಮ್ಮ ವಂಶವಾಹಿಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲವಲ್ಲ.

ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಮೊದಲ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಗಳನ್ನು ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಲಾಯಿತು. ನಮಗೆಲ್ಲಾ ಪಾಲಿಥಿನ್, PVC, ಟೆಫ್ಲಾನ್ ಮತ್ತು ಪಾಲಿಸ್ಟೈರೀನ್ (ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿ ಥರ್ಮೋಕೋಲ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ) ಪರಿಚಿತ ವಸ್ತುಗಳು. ಅವೆಲ್ಲ ವಿಭಿನ್ನ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಮೂಲ ರಚನೆಯು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಶಾಖೆಯ –ಸರಪಳಿಗಳು ಮಾತ್ರ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ (**ಕೋಷ್ಟಕ 1** ಅನ್ನು ನೋಡಿ). ಪಾಲಿ–ಇಥೆನ್ ಮತ್ತು ಪಾಲಿ–ಪ್ರೋಪೀನುಗಳಲ್ಲಿ, ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಮುಖ್ಯ ಶಕ್ತಿಗಳು ಉದ್ದದ ಸರಪಳಿಗಳ ನಡುವಿನ ಬಂಧನೇತರ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕುಗಳು ಮೃದುವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಶಾಖದಿಂದ ಮೃದುವಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಇವನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳಿಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಡಿಲವಾಗಿ ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡಿದ ಶಾಖೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕಡಿಮೆ–ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಪಾಲಿಥಿನಿಗೆ (ಎಲ್ ಡಿ ಪಿಇ) ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ಸಂಶ್ಲೇಷಿತ ಹೈ–ಡೆನ್ಸಿಟಿ ಪಾಲಿಥಿನ್ (ಎಚ್ ಡಿ ಪಿಇ) ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರವಾದ ಪಾರ್ಶ್ವ ಸರಪಣಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಇದರ ಕರಗುವ ಬಿಂದು (ಮೆಲ್ಟಿಂಗ್ ಪಾಯಿಂಟ್) ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪಾಲಿಮರ್ ತುಂಬ ಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪಿವಿಸಿ ಅಥವಾ ಪಾಲಿವಿನೈಲ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ನ ಪಾರ್ಶ್ವ–ಸರಪಣಿಗಳು ಬಲವಾದ ಧ್ರುವೀಯ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ, ಹೀಗಾಗಿ ಪಿವಿಸಿ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಟೆಫ್ಲಾನ್ (ಪಾಲಿ–ಟೆಟ್ರಾ–ಫ್ಲೋರೋಈಥೆನ್) ನಲ್ಲಿನ ಬಲವಾದ ಕಾರ್ಬನ್ ಫ್ಲೋರಿನ್ನಿನ ಸಹ ವೇಲೆಂಟ್ ಬಾಂಡುಗಳು ಅದನ್ನು ಜಡಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಫ್ಲೋರೀನ್ ತನ್ನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದಿರುವುದರಿಂದ, ಟೆಫ್ಲಾನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಸರಣ ಶಕ್ತಿಗಳು ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಆದಕಾರಣ ಇದಕ್ಕೆ ಅಡುಗೆ ಪಾತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳದ ಲೇಪನ ವಸ್ತುವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಪಾಲಿಮರ್	ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಸರು	ರಚನೆ	ಸರಪಳಿ ನಡುವಿನ ಬಲಗಳು	ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು	ಉಪಯೋಗಗಳು
ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಪಾಲಿಥೀನ್	ಪಾಲಿಥಿನ್ ಎಲ್ ಡಿ ಪಿಇ	ಶಾಖೆ ಹೊಂದಿದೆ 	ಪ್ರಸರಣ ಶಕ್ತಿಗಳು	ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ, ಶಾಖದಿಂದ ಮೃದುವಾಗುತ್ತದೆ, ಮಣಿಸಿಬಳಸ ಬಹುದು	ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲಿನ ಹೊದಿಕೆಗಳು
ಪಾಲಿಥೀನ್ HDPE	ಪಾಲಿಥೀನ್ HDPE	ಶಾಖೆಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ 	ಪ್ರಸರಣ ಶಕ್ತಿಗಳು. ಸರಪಳಿಗಳು ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಪ್ಯಾಕ್ ಆಗಿರುತ್ತವೆ.	LDPE ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಮೆತ್ತಗಾಗುತ್ತದೆ, ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ	ಬಾಟಲಿಗಳು, ಪೈಪುಗಳು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆ ಬೀಕರ್ ಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ..

ಪಾಲಿಮರ್	ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಸರು	ರಚನೆ	ಸರಪಳಿ ನಡುವಿನ ಬಲಗಳು	ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು	ಉಪಯೋಗಗಳು
ಪಾಲಿ ಪ್ರೋಪೀನ್	ಪಾಲಿ ಪ್ರೊಪೈಲಿನ್		ಪ್ರಸರಣ ಶಕ್ತಿಗಳು.	ಶಕ್ತಿಗಳು ದೊಡ್ಡವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಮೃದುವಾಗುವ ಬಿಂದು ಬಲು ಹೆಚ್ಚಿನದಾಗಿರುತ್ತದೆ, ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ	ಪೀಠೋಪಕರಣ, ಪೈಪುಗಳು, ಸ್ಟರಲೈಸ್ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲಾ ಸಲಕರಣೆಗಳು
ಪಾಲಿಸ್ಟೈರೀನ್ ಗಟ್ಟಿ ಮತ್ತು ಫೋಮ್	ಥರ್ಮೋಕೋಲ್, ಸ್ಟೈರೊಫೊಮ್		ಪ್ರಸರಣ ಶಕ್ತಿಗಳು	ಗಟ್ಟಿ, ಮತ್ತು ಸದೃಢ, ಹಗುರವಾದ ಫೋಮ್ ಆಗಿ ರೂಪುಗೊಳಸಬಹುದು	ಪ್ಯಾಕಿಂಗ್ ವಸ್ತು, ಶಾಖ ನಿರೋಧಕಗಳು, ಲ್ಯಾಬ್ ಸಲಕರಣೆಗಳು
ಪಾಲಿಕ್ಲೋರೋ ಈಥೀನ್	ಪಾಲಿ ವಿನೈಲ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್ PVC		ದ್ವಿಧ್ರುವಿ-ಪ್ರೇರಿತ ದ್ವಿಧ್ರುವಿ	ಗಟ್ಟಿ ಮತ್ತು ಸದೃಢ	ಪೈಪುಗಳು, ತಂತಿಗಳ ಮೇಲು ಲೇಪನ (ವೈರ್ ಕೋಟಿಂಗ್)
ಪಾಲಿಟೆಟ್ರಾಫ್ಲೋರೊ ಈಥೀನ್ PTFE	ಟೆಫ್ಲಾನ್		ಸರಪಣಿಗಳ ನಡುವಿನ ದ್ವಿಧ್ರುವಿ-ದ್ವಿಧ್ರುವಿ	ಜಡ, ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕರಗುವಿಕೆ ಬಿಂದು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಫ್ಲೋರೈನ್ ಬಂಧಗಳಿಂದ ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದಿರುವುದರಿಂದ ಅಂಟದಿರುವುದು (ನಾನ್-ಸ್ಟಿಕ್) – ಇತರ ಅಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ*	ತವ ದೋಗುಣಿ ಇತರೆ ಪಾತ್ರೆಗಳಿಗೆ, ಕವಾಟಗಳಿಗೆ ಲೇಪನ, ಚೌರುಕ.
ಪಾಲಿಥಿನಾಲ್	PVOH		ಜಲಜನಕ ಬಂಧ	—OH ಗುಂಪುಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದೆ > ೯೯% ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವುದಿಲ್ಲ, ೯೯–೯೦% ರಷ್ಟು ಇದ್ದರೆ ಬಿಸಿ / ಬೆಚ್ಚಗಿನ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗುತ್ತವೆ <೯೦% ತಣ್ಣನೆಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗುತ್ತವೆ	ಆಸ್ಪತ್ರೆ ಲಾಂಡ್ರಿ ಚೀಲಗಳು. ಸರ್ಜಿಕಲ್ ಹೊಲಿಗೆಗಳು
ಪಾಲಿಮೈಡ್ಸ್	ನೈಲಾನ್		ಜಲಜನಕ ಬಂಧ	ಗಟ್ಟಿ, ಅಧಿಕ ಕರಗುವಿಕೆ ಬಿಂದು, ಕೊಳೆತ ನಿರೋಧಕ, ಆಕಾರಗಳಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದು	ಬಟ್ಟೆ, ಹಗ್ಗಗಳನ್ನು ಯಂತ್ರ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು
ಪಾಲಿಥೆಲೆನ್ಟೆರೆಫ್ಥಾಲೇಟ್ ಪಾಲಿಯೆಸ್ಟರ್ಸ್	ಟೆರಿಲೀನ್, ಪೆಟ್		ಜಲಜನಕ ಬಂಧ	ಗಟ್ಟಿ, ಅಧಿಕ ಕರಗುವಿಕೆ ಬಿಂದು	ಬಟ್ಟೆ, ಚಲನಚಿತ್ರ ಫಿಲಂಗಳು (ಮೈಲಾರ್), ಬಾಟಲಿಗಳು

ಕೋಷ್ಟಕ 1. ಪಾಲಿಮರ್ ಗಳು ವಿಭಿನ್ನ ಅಡ್ಡ ಗುಂಪುಗಳಿರುವ ದೀರ್ಘ ಸರಣಿ ಅಣುಗಳಾಗಿವೆ. ಸರಪಳಿಗಳ ನಡುವಿನ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ರಚನೆಯೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತವೆ,ಗುಣಗಳನ್ನು ಬದಲಿಸುತ್ತವೆ. *ಫ್ಲೋರೀನ್ ಅದರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಗಳನ್ನು ಬಹಳಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದಿರುವುದರಿಂದ, ಡೈಪೋಲ್ಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಪ್ರಚೋದಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರಸರಣ ಶಕ್ತಿಗಳು ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಗೆಕ್ಕೊ (ಮನೆ ಹಲ್ಲಿ) ಕೂಡ ಟೆಫ್ಲಾನ್ಗೆ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.

ಪಾಲಿಮರ್ ನ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು? ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ, ಮೂರು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ:

1. ಅದರ ಅಡ್ಡ ಸರಪಣಿಗಳನ್ನು ಬದಲಿಸುವ ಮೂಲಕ – ಹೆಚ್ಚಿನ ಧ್ರುವೀಯ ಸರಪಣಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತರುತ್ತವೆ.
2. ಸರಪಳಿಯ ಉದ್ದವನ್ನು ಬದಲಿಸುವ ಮೂಲಕ – ಉದ್ದವಾದ ಸರಪಳಿಗಳು ಬಲವಾದ ಅಂತರ ಅಣು ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ.
3. ಅಡ್ಡ ಗುಂಪುಗಳ ಅಭಿಮುಖತೆ ಬದಲಿಸುವ ಮೂಲಕ – ಈ ಮೂಲಕ ಸರಪಳಿಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪಾಲಿ–ಎಥಿನಾಲ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲಿಥೀನ್ಗೆ ಹೋಲುವ ಪಾಲಿಮರ್ ಆಗಿದೆ. ಪಾಲಿಎಥಿನೋಲ್ ತನ್ನ ಬದಿಯ ಸರಪಳಿಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ (–OH) ಗುಂಪುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. 99–100% ನಷ್ಟು ಪಾಲಿಮರ್ –OH ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಗುಂಪುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಾಗ, ಪಾರ್ಶ್ವ–ಸರಪಣಿಗಳ ನಡುವೆ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಬಂಧಗಳು ರೂಪುಗೊಂಡು ಅದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಗುಂಪಿನ ಶೇಕಡಾವಾರು ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ, ಪಾಲಿಮರ್ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರ ಪಕ್ಕ–ಸರಪಣಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವು ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಪಾಲಿಮರ್ ನೊಳಗೆ ನುಸುಳಲು ಮತ್ತು ವರ್ತಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ಆಸ್ಪತ್ರೆ ಲಾಂಡ್ರಿ ಚೀಲಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಪಾಲಿ–ಇಥೆನಾಲ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೋಂಕಿತ ವಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಈ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಬಟ್ಟೆ ಒಗೆಯುವ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಲೋಡ್ ಮಾಡಿದಾಗ, ಚೀಲಗಳು ಲೀನವಾಗುತ್ತವೆ, ಬಟ್ಟೆಗಳು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗುತ್ತವೆ

ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರೇಷ್ಮೆ, ಉಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ರಬ್ಬರ್ ನಂತಹ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪಾಲಿಮರುಗಳನ್ನು ಅನುಕರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ರೇಷ್ಮೆ ಮತ್ತು ಉಣ್ಣೆ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ, ಮತ್ತು ನೈಲಾನ್ ಮತ್ತು ಪಾಲಿಯೆಸ್ಟರುಗಳು ಅವನ್ನು ಹೋಲುವ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತ ಆವೃತ್ತಿಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಸಂಶ್ಲೇಷಿತ ಪಾಲಿಮರ್ ಗಳನ್ನು ನೂಲಿನ ಹಾಗೆ ಎಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರಿಂದ ಬಟ್ಟೆಯನ್ನು ನೇಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಭಾಗಶಃ ಅಣುವಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವಭಾವದಿಂದಾಗಿ, ಮತ್ತು ಭಾಗಶಃ ಅವು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನದಿಂದಾಗಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಂತೆಯೇ ಕೆವ್ಲರ್ (ಬಲಿಷ್ಠ ಮತ್ತು ಹಗುರ), ಪಿಎಚ್ಎ (ಬೆಂಕಿ ನಿರೋಧಕ) ಮತ್ತು ಪಾಲಿ ಕಾರ್ಬೋನೇಟ್ (ಗಾಜಿನ ಬದಲಿಗೆ) ಪಾಲಿಮರ್ಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಆಟವಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ನಾವು ಆಣ್ವಿಕ ಪಾರಸ್ಪರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಹೊಸ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವ ಯುಗದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅನೇಕ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ, ಜೈವಿಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನಿಂದ–ವಿಘಟನೆ ಹೊಂದಬಲ್ಲ ಕೃತಕ ಪಾಲಿಮರುಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಗುರಿಯು ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

References

1. The Gecko's Foot. Peter Forbes, Fourth Estate (London) 2005.
2. How geckos can beat non-stick. Chemistry World Blog. URL: http://prospect.rsc.org/blogs/cw/2013/04/02/how-geckos-can-beat-non-stick/
3. Chemical Storylines Salters Advanced Chemistry Heinemann 2000.

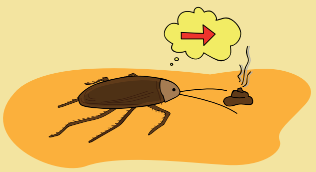
ಯಾಸ್ಮಿನ್ ಜಯತೀರ್ಥ ಪ್ರಸ್ತುತ ಬೆಂಗಳೂರಿನ Centre for Learning ನಲ್ಲಿ ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು I.I.T., ಬಾಂಬೆಯಿಂದ M.Sc. ಪದವಿ ಮತ್ತು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್‌ನಿಂದ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ Ph.D. ಪದವಿ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಲೂಯಿಸ್ವಿಲ್ಲೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಪೋಸ್ಟ್ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. **ಅನುವಾದಕರು:** ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಕೆ.ವಿ.ಘನಶ್ಯಾಮ

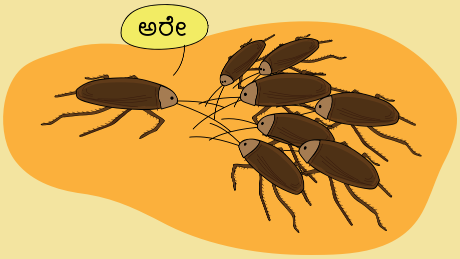
ಮಲದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಿಂದ ಸ್ನೇಹ ಬಾಂಧವ್ಯ

— ***ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್***

"ಮನುಷ್ಯನು ಸಂಘ ಜೀವಿ" ಎಂದು 2300 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಬದುಕಿದ್ದ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ ಹೇಳಿದ್ದನು. ಆದರೆ ಅವನಿಗೆ ಗೊತ್ತಿರದಿದ್ದ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಷಯವಿದೆ. ಮನುಷ್ಯನೊಬ್ಬನೇ ಸಂಘ ಜೀವಿ ಅಲ್ಲ, ಕೀಟಗಳು ಕೂಡ ಸಂಘ ಜೀವಿಗಳು ಎಂದು ಈಗ ನಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅದಕ್ಕೇ ಇರಬೇಕು, ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಒಂದು ಜಿರಳೆ ಕಂಡರೆ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದಂತೆ ಇನ್ನೂ ನೂರಾರು ಜಿರಳೆಗಳು ನಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ವಾಸ್ತವ್ಯ ಹೂಡಿರುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಕೀಟಗಳು ಹೇಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಮಾತುಕತೆ ನಡೆಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ವಿಸ್ಮಿತರಾದ ಕೀಟಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ.

ಜಿರಳೆ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು (ಹೌದು, ಇದರ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೇ ಮುಡಿಪಾದವರು ಕೆಲವರು ಇದ್ದಾರೆ!) ಇದಕ್ಕೆ ಕಂಡುಕೊಂಡಿರುವ ಉತ್ತರ ತುಂಬ ಆಸಕ್ತಿಕರವಾಗಿದೆ. ಅವರ ಪ್ರಕಾರ ಜಿರಳೆಗಳು ಮಲಕ್ಕೆ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಮಲದಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬಹುಬೇಗ ಆವಿಯಾಗುವ ನೆಣಾಮ್ಲ (fatty acid) ಜಿರಳೆಗಳನ್ನು ತನ್ನೆಡೆ ಸೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಅವುಗಳು ಒಂದೇ ಕಡೆ ಗುಂಪುಗೂಡುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ ರೋಗಾಣು ರಹಿತ ಗೂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಜಿರಳೆಗಳು ಮೊಟ್ಟೆಯೊಡೆದು ಬೆಳೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಮರಿಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಏಕಾಂಗಿಗಳಾಗಿದ್ದು, ಪರಸ್ಪರ ತಮ್ಮ ಮೀಸೆ (ಆ್ಯಂಟೆನ)ಗಳನ್ನು ಸ್ಪರ್ಷಿಸುವ ಗೋಜಿಗೆ ಕೂಡ ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಕಂಡು ಬಂತು. ಆದರೆ ಸಾಮಾಜಿಕವಾಗಿ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ಆಡುತ್ತಿದ್ದ ಈ ಜಿರಲೆಗಳ ಗೂಡಿಗೆ ಈ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಂದಿರಿಸಿದಾಗ ಒಂಟೊಂಟಿ ಇದ್ದ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ನೇಹಪರತೆ ಜಾಗೃತವಾಗಿ, ಸಾಂಘಿಕ ಒಡನಾಡಿತನವನ್ನು ಮರಳಿ ಪಡೆದವು.





ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಕೀಟಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಾಸನೆ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪರಸ್ಪರ ಸಂವಹನ ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ಮಿಡತೆಗಳು (locousts) ಕೂಡ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಗೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗೆ ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಆಶ್ರಯ ಕೊಡುತ್ತವೆ ಇದರಿಂದ ಎಲ್ಲರೂ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ಹಿಂಡಾಗಿ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಕತ್ತೆ ಕಿರುಬ (ಹೈನಾ) ದಂತಹ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ತಮ್ಮ ವಾಸನಾ ಗ್ರಂಥಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ತಾವು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧಿಕರೇ ಅಲ್ಲವೇ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತವೆ.

ಹಾಗಾಗಿ ಮುಂದಿನ ಬಾರಿ ನೀವು ಒಂದು ಕಿಕ್ಕಿರಿದ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮವರನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಪ್ರಸಂಗ ಬಂದರೆ ಕಣ್ಣು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಮೂಗಿಗೆ ಕೆಲಸ ಕೊಡಿ.

ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು –ಇಲ್ಲಿ ಅಣು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿ.ಎಚ್.ಡಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬರವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲೂ ಅಣು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರೋಗಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಇವರನ್ನು vigneshnarayan313@gmail.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ರೋಹಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಘನಶ್ಯಾಮ

ನರಮಂಡಲದ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೇಗೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ

ಸೋನಿಯಾ ಸೇನ್

ಪ್ರಾಣಿಗಳು ತಮ್ಮ ದಿನನಿತ್ಯದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಾದ ಆಹಾರದ ಹುಡುಕಾಟ, ಶತ್ರುಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಅಥವಾ ಭಾವೀ ಸಂಗಾತಿಯ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಪರಿಸರದೊಂದಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ನರಮಂಡಲದ ಪಾತ್ರವಾದರೂ ಏನು? ಈ ಜೀವಾಂಗ ವ್ಯವಸ್ಥೆ (ವೈಟಲ್ ಆರ್ಗನ್ ಸಿಸ್ಟಮ್) ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತು ಅದರ ರಚನೆ ಹೇಗೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೇನು ತಿಳಿದಿದೆ?

ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಅತ್ಯಾಕರ್ಷಕ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ವರ್ತನೆ. ಇರುವೆಗಳು ಒಂದರ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ಬಾಲದಂತೆ ಸಾಗುವುದು, ಮೀನು ಹಿಡಿಯಲು ಮಿಂಚುಳ್ಳಿಗಳು ಮುಳುಗು ಹಾಕುವುದು, ಹಲ್ಲಿಗಳು ತಮ್ಮ ಬಾಲವನ್ನು ತುಂಡರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಕೋಗಿಲೆಗಳು ಕಾಗೆಗಳನ್ನು ಅಟ್ಟಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವುದು, ಆಕ್ಟೋಪಸ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ಆಕಾರವನ್ನು ಬದಲಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಜೇಡವು ಬಲೆಯನ್ನು ಹೆಣೆಯುವುದು, ಸಕ್ಕರೆಯ ಕಾರ್ಖಾನೆ ಹತ್ತಿರ ರೈಲು ಬಂದಾಗ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ತಮ್ಮ ಮೂಗು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುವುದು......ಇವೆಲ್ಲ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ತಮ್ಮ ಆಹಾರದ ಹುಡುಕಾಟಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ, ವೈರಿಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ, ಅನಾರೋಗ್ಯಕಾರಿಯಾದದ್ದರಿಂದ ದೂರ ಹೋಗುವುದಕ್ಕೆ, ಸಂಗಾತಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಮರಿಗಳನ್ನು ಪೋಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮಾಡುವ ರೋಚಕ ಕಾರ್ಯಗಳ ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

ನೋಡಲು ಜಟಿಲವೆಂದು ಕಾಣುವ ಈ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವರ್ತನೆಯು ಮೂರು ಹಂತಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ:

1. ಪರಿಸರದ ಸಂವೇದನೆ: ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಹಲವಾರು 'ಸಂವೇದನಾ ಪ್ರಚೋದಕಗಳ' (ಸೆನ್ಸರಿ ಸ್ಟಿಮುಲೈ) ಮೂಲಕ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬೆಳಕು (ಕಣ್ಣಿನ ಮೂಲಕ), ಧ್ವನಿ (ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಮೂಲಕ), ಆವಿಯಾಗುವ ಅಥವಾ ಆವಿಯಾಗದ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು (ವಾಸನೆ ಮತ್ತು ರುಚಿಯ ಮೂಲಕ) ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ (ಮುಟ್ಟುವ ಮೂಲಕ) ಪರಿಸರದ ಸಮೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತವೆ.
2. ಇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಯ ಸಂಸ್ಕರಣೆ: ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಒಮ್ಮೆ ಇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೂಲಕ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡ ಮೇಲೆ, ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಒಂದು ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ – ಈ ಪರಿಸರ ನನಗೇನಾದರೂ ತೊಂದರೆ

ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆಯೇ, ಇಲ್ಲಿ ಆಹಾರವೇನಾದರೂ ಸಿಗಬಹುದೇ ಅಥವಾ ಸಂಗಾತಿಯೇನಾದರೂ ದೊರಕಬಹುದೇ?

3. ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಸುವುದು: ಒಂದು ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದ ಕೂಡಲೇ, ಆ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಸೂಕ್ತ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ – ಅಲ್ಲಿಂದ ದೂರ ಹೋಗಬೇಕೇ, ಅದನ್ನು ತಿನ್ನಬೇಕೇ ಇಲ್ಲವೇ ಅದನ್ನು ಕೂಡಬೇಕೇ!

ಪ್ರಾಣಿ ಮತ್ತು ಪರಿಸರದ ನಡುವಿನ ಇಂತಹ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ನರಮಂಡಲವು ಮಾಧ್ಯಮವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ನರಮಂಡಲವೆಂದರೆ ಏನು?

ಅನೇಕ ಬಹುಕೋಶೀಯ ಜೀವಿಗಳು, ಅಂದರೆ ಲೋಳೆಮೀನಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಮನುಷ್ಯನವರೆಗೆ ಜೀವಿಗಳು, ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ರೀತಿಯ ನರಮಂಡಲವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅತಿ ಸರಳವಾಗಿದ್ದರೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಅತ್ಯಂತ ಜಟಿಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಜಟಿಲತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ಅವುಗಳ ನರಮಂಡಲವು ಬಹುಪಾಲು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು, ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಕಾರ್ಯವನ್ನೂ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

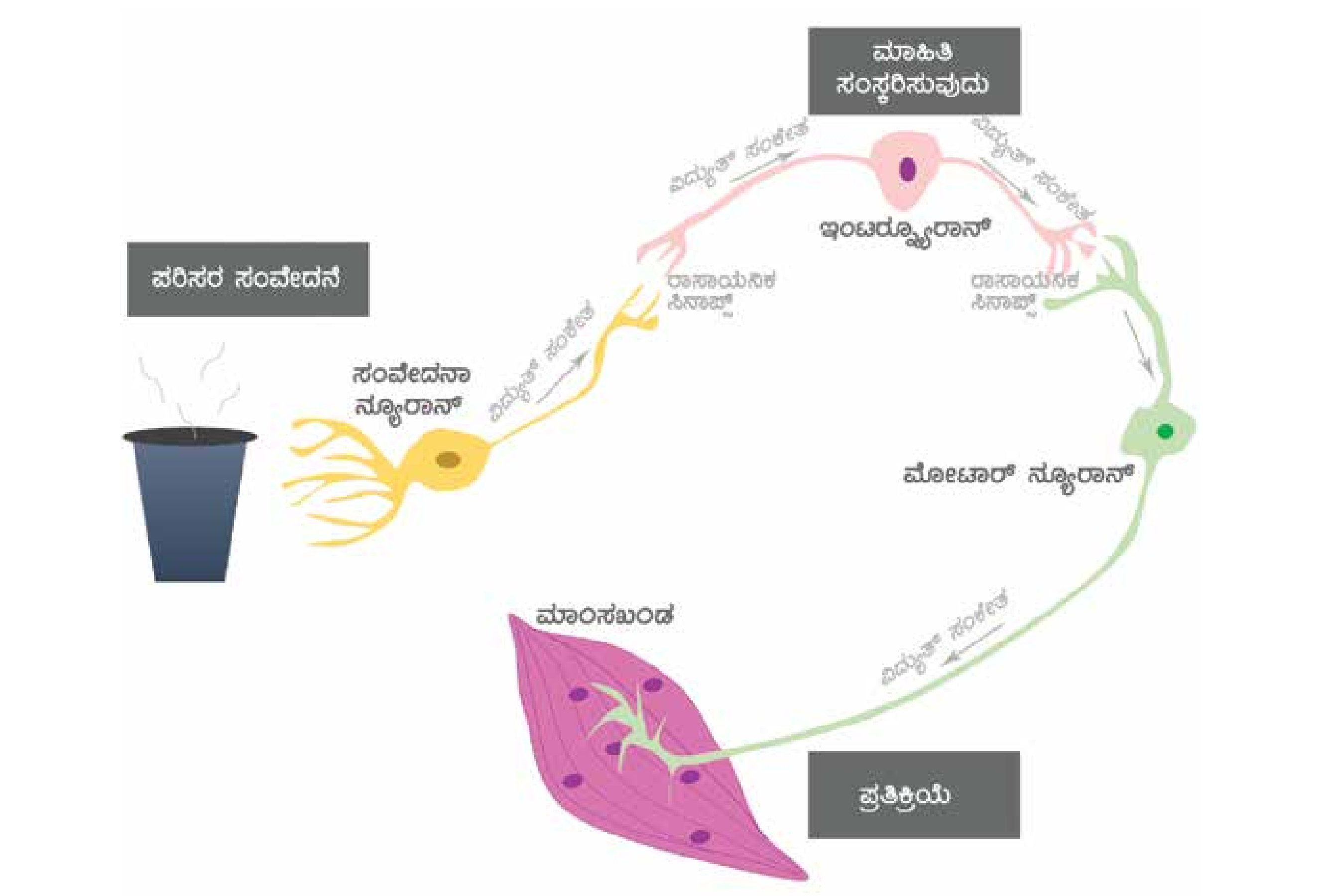
ಜೀವಿಗಳೊಳಗೆ ನರಮಂಡಲವು ಸಂಪರ್ಕಜಾಲದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ 'ಜಾಲ'ವು ವಿಶೇಷ ಜೀವಕೋಶಗಳಾದ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ರೂಪುಗೊಂಡಿದ್ದು ಅವು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಂದರೆ ಒಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆ ತಲುಪಬಲ್ಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ (ವಿದ್ಯುತ್) ಸಂದೇಶಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ, ಮತ್ತೊಂದು ನ್ಯೂರಾನ್ ಅದನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಪುನಃ ಅದನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂದೇಶವನ್ನಾಗಿ ಮರುಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಎರಡು ನ್ಯೂರಾನ್ (ನರಕೋಶ)ಗಳ ಮಧ್ಯೆ ನಡೆಯುವ ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂವಹನವನ್ನು 'ಸಿನಾಪ್ಸ್' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ರವಾನಿಸಬಲ್ಲ ನ್ಯೂರಾನಿನ ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದಲೇ ನಾವು ಬಿಸಿ ಬಿಸಿ ಕಾಫಿಯ ಲೋಟವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದ ಕೂಡಲೇ ನಮ್ಮ ಕೈಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ: ನಿಮ್ಮ ಕೈಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂವೇದನಾ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಬಿಸಿಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ, ತಕ್ಷಣವೇ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತವೆ, ಇವು ನಿಮ್ಮ ಕೈನ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳಿಗೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆಯಲು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ** 1 ರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ).

ನಿಮಗೆ ಇದೊಂದು ಸರಳ ವಿದ್ಯುತ್ ಮಂಡಲ(circuit) ದಂತೆ ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಇದೊಂದು ಅತಿ ಸರಳ ವರ್ತನೆಗೆ ಕೇವಲ ಮೂರು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಹೊಂದಿರುವ ಅತಿ ಸರಳ ಮಂಡಲವಾಗಿದ್ದು, ಇದಕ್ಕಿಂತ ಮಿಗಿಲಾದ, ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಮಂಡಲಗಳೂ ಇವೆ. ಇಂತಹ ಮಂಡಲಗಳು ಇನ್ನಷ್ಟು ಜಟಿಲವಾಗಿದ್ದು, ಅತಿ ಸರಳವಾದ ನರಮಂಡಲಗಳಿಗೂ ಬೃಹದಾಕಾರದ ಆಯಾಮವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಅತಿ ಸರಳವಾದ ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲೂ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಮೂರು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೀವು ಗಮನಿಸಿರಬಹುದು. ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ಮತ್ತೊಂದು ಅದ್ಭುತ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಅತ್ಯಂತ ವೈವಿಧ್ಯಮಯವಾಗಿದ್ದು ಆಕರ್ಷಕ ರೂಪ ಮತ್ತು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ !

ಶತಮಾನಗಳಿಂದಲೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನರಮಂಡಲದ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿಯಲು ಏಕೆ ಆಸಕ್ತರಾಗಿದ್ದಾರೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಒಂದರ ಜೊತೆ ಮತ್ತೊಂದು ಹೇಗೆ ಮಾತನಾಡುತ್ತವೆ? ವಿಭಿನ್ನ ನಡವಳಿಕೆಗಳಿಗೆ ಇರುವ ಮಂಡಲಗಳು ಯಾವುವು? ಈ ಮಂಡಲಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೇಗೆ? ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನೆನಪುಗಳು ಹೇಗೆ ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ?....ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಅಸಂಖ್ಯಾತ! ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಜನರು ಇವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಸಾಕಷ್ಟು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದು ಇದರಿಂದ ಹಲವಾರು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಸಂಗತಿಗಳು ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿವೆ.

ನರಮಂಡಲದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಹಲವು ಮಾರ್ಗಗಳು

ನರಮಂಡಲ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಲವಾರು ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ್ದಾರೆ. ಸ್ಕ್ವಿಡ್ (Squid) ಗಳೆಂಬ ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಸಮುದ್ರ ಜೀವಿಯ 'ದೈತ್ಯ' ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ಮುಖಾಂತರ ನಾವು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ಕೋಶ ಪೊರೆಯ (ಸೆಲ್ ಮೆಂಬ್ರೇನ್) ಮೂಲಕ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳು ಹೇಗೆ ಅಯಾನ್ ವಿನಿಮಯವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಚೋದಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ, ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ[1]. ಒಂದೊಂದೂ ನ್ಯೂರಾನ್ ಹೇಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕಗೊಂಡಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣ ನರಮಂಡಲದ ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರ (circuit diagram) ವನ್ನು ರಚಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿದ್ದಾರೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈಗ ನಮಗೆ *ಸೀನೋರಾಬ್ಡೈಟಿಸ್ ಎಲಿಗಾನ್ಸ್*[2] ಎಂಬ ಹುಳು ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಗಟ್[3] (ಫ್ರೂಟ್ ಫ್ಲೈ– ಹಣ್ಣುನೊಣ *ಡ್ರೋಸೋಫಿಲ ಮೆಲನೋಗ್ಯಾಸ್ಟರ್*‌ನ ಮರಿಹುಳು) ಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ನರಮಂಡಲದ ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರಗಳು ನಮಗೆ ಲಭ್ಯವಿವೆ. ಇವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 302



ಚಿತ್ರ 1. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ನರಮಂಡಲದ ಮೂಲಕ ಪರಿಸರದೊಂದಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ಅಥವಾ ಒಡನಾಟವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಂವೇದನಾ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಕಾಫಿಯ ಲೋಟವು ಬಿಸಿಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ. ತಕ್ಷಣವೇ ಅದು ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಬೆನ್ನು ಹುರಿ (ಸ್ಪೈನಲ್ ಕಾರ್ಡ್)ಗೆ ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಅದು ಸಂಸ್ಕರಣಗೊಂಡು ಇಂಟರ್‌ನ್ಯೂರನ್‌ಗೆ ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಇದು ಕೈನ ಮಾಂಸಖಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಮೋಟಾರ್ ನ್ಯೂರಾನನ್ನು ಸಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಿ ಅದು ಕೈಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆಯುವಂತೆ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸಂವಹನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಿನಾಪ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದು, ಇವೆಲ್ಲವೂ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಾದ 'ನ್ಯೂರೋಟ್ರಾನ್ಸ್ಮಿಟ್ಟರ್'ಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಭವಿಸುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಇತರೆ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಸಕ್ರಿಯ ಅಥವಾ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಬಲ್ಲವು. ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಪಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂದೇಶಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ, ಅದು ನ್ಯೂರಾನಿನ ಒಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಗೆ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ತಲಪುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಮೂರು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಮಂಡಲದ ಮೂಲಕ ನೀವು ಬಿಸಿ ಕಾಫಿ ಲೋಟದಿಂದ ನಿಮ್ಮ ಕೈಗಳನ್ನು ಅತಿ ಬೇಗ ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೀರಿ.

ಮತ್ತು 10,000 ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಮನುಷ್ಯ ಮತ್ತು ಇಲಿಗಳ ಮೆದುಳಿನ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇದೇ ರೀತಿ ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರ ರಚಿಸಲು ವ್ಯಾಪಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿವೆ[14]. ಇಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಸರಿಸುಮಾರು 70 ದಶಲಕ್ಷ ನ್ಯೂರಾನ್ ಮತ್ತು ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 80 ಶತಕೋಟಿ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಇರುವ ಕಾರಣ ಈ ಪುನಾರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನ ನಿಜಕ್ಕೂ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಸವಾಲಾಗಿದೆ!

ಇಂತಹ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮಂಡಲ ಚಿತ್ರದೊಳಗೆ ಕಾರ್ಯತಃ ಅತಿ ಪ್ರಮುಖವಾದ 'ಉಪಮಂಡಲ'ಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈಗ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ– ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೂರು ಮಂಡಲಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಬಿಸಿ ಕಾಫಿ ಲೋಟದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬರುವ ಮಂಡಲವು ಕಾರ್ಯನಿರತ ಮಂಡಲವಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಜಟಿಲ ನಡವಳಿಕೆಗಳು ಇನ್ನಷ್ಟು ಜಟಿಲ ಮಂಡಲಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕಾರಣ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂರಾನಿಗೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಪ್ರೋಬ್‌ಗಳನ್ನು ಇಳಿಸಿ ಅವುಗಳ ಇಡೀ ಕಾರ್ಯನಿರತ ಮಂಡಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಅತಿ ಕಷ್ಟಕರ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿದ್ದಾರೆ. ಇಂತಹ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಪ್ರಯತ್ನ ಜಿಗಣೆಗಳ ಈಜು ವರ್ತನೆಯ ನಿಯಂತ್ರಣದ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಮಂಡಲದ ಅತಿ ಸುಂದರ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ನೀಡಿತ್ತು[5]. ಇದು ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯದಂತೆ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಜಟಿಲ ನಡವಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ನ್ಯೂರಲ್ ವೈರಿಂಗ್ ಮಂಡಲವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ

ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಇಮ್ಮಡಿಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಯಿಂದ ನಾವು ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿರುವ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ನೋಡುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂರಾನಿನ ಮೇಲೆ ಕೇವಲ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವನ್ನು ಹರಿಸಿ ಅಥವಾ ಅದರ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಏರುಪೇರು ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಮತ್ತೆ ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿಸಲೂಬಹುದು[6,7]! ಇದರಿಂದ ನಾವು ಅತ್ಯಂತ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿರುವ ನರಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಜಟಿಲವಾದ ಕಾರ್ಯನಿರತ ಮಂಡಲಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಬಹುದು ಮತ್ತು ಇದರಿಂದ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಹೇಗೆ ವಾಸನೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ, ದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಸಂಸ್ಕರಿಸುತ್ತವೆ, ರುಚಿ, ಹಾರಾಟ, ಓಡಾಟ ಮತ್ತು ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಜಟಿಲ ನಡವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಮತ್ತು ಒಂದರ ಜೊತೆ ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಹೋಲಿಸಲೂಬಹುದು!

ಮೆದುಳಿನ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೇಗೆ ಮಾಡಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಹಣ್ಣುನೊಣ (ಫ್ರೂಟ್ ಫ್ಲೈ) ಗಳು ನಮಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

ನರಮಂಡಲದ ವೈರಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ತೊಂದರೆಯೂ ಉಂಟಾಗದಂತೆ ಜಟಿಲ ಮಂಡಲಗಳು ಹೇಗೆ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಂಡಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧಾನವಿದೆ. ಈ ಹಿಂದೆ ನೋಡಿದ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ, ಸಕ್ಕರೆ ಕಾರ್ಖಾನೆ ಸಮೀಪಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ರೈಲಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ತಮ್ಮ ಮೂಗನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ ಎಂದರೆ ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಮಂಡಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ ಎಂದರ್ಥ. ಅಂದರೆ ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಹೇಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿವೆಯೋ ಅದೇ ರೀತಿ ಇನ್ನೊಬ್ಬರಲ್ಲೂ ಇರುವುದಾದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರಲ್ಲೂ ಇಂತಹುದೇ ಮಂಡಲಗಳ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲು ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿಯಮವಂತೂ ಇರಲೇಬೇಕಲ್ಲವೇ. ಈ ನರಮಂಡಲದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಸಂಕೀರ್ಣ ಮಂಡಲಗಳಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ನೀಡುವ ನಿಯಮಗಳಾದರೂ ಯಾವುವು?

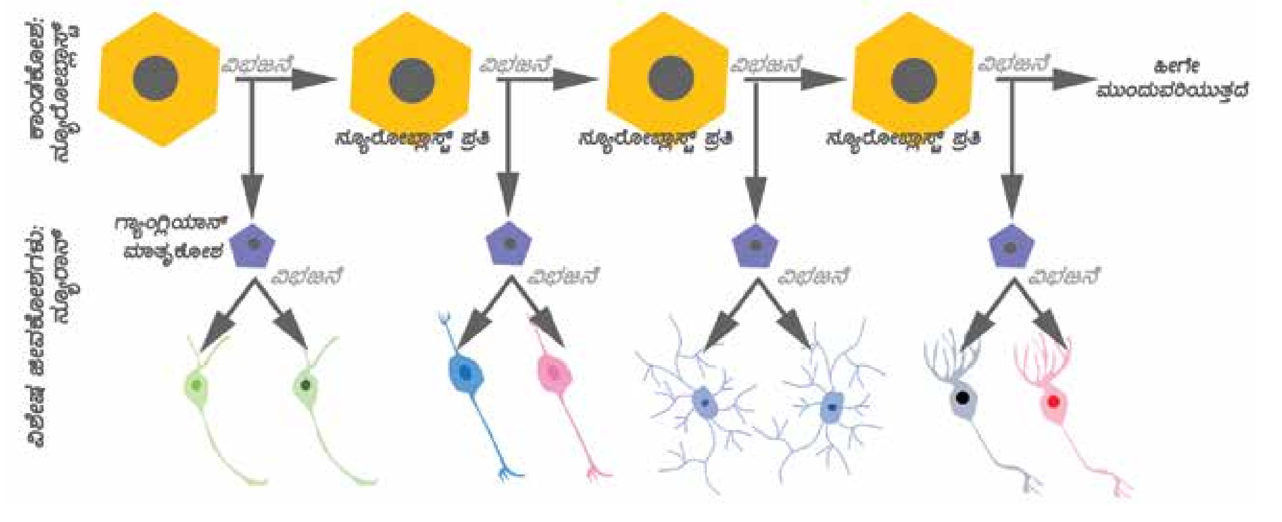
ಕಳೆದೆರಡು ದಶಕಗಳಿಂದ ಈ ಪಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಈ ತಿಳುವಳಿಕೆ ನಮಗೆ ಮನುಷ್ಯರಿಂದ ಬರದೇ, ಉಳಿದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಾದ ಇಲಿ, ಮೀನು, ಹಣ್ಣುನೊಣ ಮತ್ತು ಹುಳಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ನರಮಂಡಲ ಮತ್ತು ಅದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿದ್ದರೂ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಸಾಮ್ಯತೆಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಈ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಮೂರ್ತಿ ಚಿಕ್ಕದಾದರೂ ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ಕೇವಲ ಅಡುಗೆಮನೆಯಲ್ಲಿ ಹಾರಾಡುವ ಕೀಟವೆಂದೇ ಗೌಣವಾದ ಅತಿ ವಿನಮ್ರ ಹಣ್ಣುನೊಣದ ಕೊಡುಗೆ ಅಪಾರವಾಗಿದೆ!

100,000 ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಯಸ್ಕ ನೊಣದ ನರಮಂಡಲವು ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಮೊದಲ ನೋಟಕ್ಕೆ ಅದರ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಜಟಿಲವಾದ ಸಂಪರ್ಕಜಾಲವು ಅದರ ನಿರ್ಮಾಣ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಯಾವುದೇ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಲ್ಲವೇನೋ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದರೂ, ಅಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳು ಅದರಲ್ಲೂ ಅತಿ ಸರಳ ನಿಯಮಗಳು **ಇರುವುದಾಗಿ** ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ! ಹಾಗಾದರೆ ಏಕಕೋಶವಾದ ಅದರ ಮೊಟ್ಟೆಯು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ರೀತಿ ಮತ್ತು ಆಕಾರವುಳ್ಳ 100,000 ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳು ಹೇಗೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸರಿಯಾಗಿ ಸಂಪರ್ಕಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ?

ನ್ಯೂರಲ್ ಕಾಂಡಕೋಶ (ಸ್ಟೆಮ್ ಸೆಲ್) ಗಳ ತಯಾರಿಕೆ

ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ನೊಣದ ಭ್ರೂಣವು ಮೊದಲಿಗೆ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭ್ರೂಣದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಂಗಾಂಶವು ತಾವು ತಯಾರಿಸುವ ಕೋಶಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಇರುವ ಒಂದು ಉತ್ತಮ ಉಪಾಯವೇ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು. ಏಕೆಂದರೆ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಎರಡು ಕೋಶಗಳಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಾಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕೋಶ ವಿಶೇಷ ಕೋಶವಾಗಿ ರೂಪಿತವಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತೆ ಇನ್ನೊಂದು ಕೋಶ ಕಾಂಡಕೋಶದ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ವಿಶೇಷ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ತಮ್ಮ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಬರುತ್ತವೆ. ನೊಣದ ಭ್ರೂಣದಲ್ಲಿ ನರಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸುವ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳನ್ನು 'ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಶೇಷ ಕೋಶ ('ಗಾಂಗ್ಲಿಯಾನ್ ಮದರ್ ಸೆಲ್') ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ಎರಡು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ. ಈ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ವಿಭಜನೆಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ಪ್ರತಿ ಬಾರಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಾಗಲೂ, ಎರಡು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 2**ರಲ್ಲಿ ನೋಡಿ).

ಭ್ರೂಣದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಆರಂಭಿಕ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೇ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳ ರಚನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹಣ್ಣುನೊಣದ ಜೀವನ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟೆಯಿಂದ ಮೊದಲು ಮರಿಹುಳು, ನಂತರ ಪೊರೆಹುಳುವಾಗಿ ರೂಪಾಂತರಗೊಂಡು ಪರಿಪೂರ್ಣ ನೊಣವಾಗಲು ಹತ್ತು ದಿನಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯ ದಿನ, ಮೊಟ್ಟೆಯು ಟೊಳ್ಳಾದ ರಗ್ಬಿ ಚೆಂಡಿನಂತಿದ್ದು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಒಂದೇ



ಚಿತ್ರ 2. ಕಾಂಡಕೋಶಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ. ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದರಿಂದ ಹಲವಾರು ಅಂಗಾಂಶಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಲ್ಲಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಅಸಮ್ಮಿತೀಯ (Assymetrically) ವಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ: ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೋಶ ವಿಶೇಷವಾಗಿದ್ದು ಮತ್ತೊಂದು ಕಾಂಡಕೋಶದಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ನೊಣದ ನರಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ಕಾಂಡಕೋಶವೇ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್; ಅದು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಾರಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಾಗಲೂ ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಶೇಷ ಕೋಶ (ಗಾಂಗ್ಲಿಯಾನ್ ಮದರ್ ಸೆಲ್) ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ಎರಡು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಮೇಲಿನ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ನಾಲ್ಕು ವಿಭಜನೆಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಟು ನ್ಯೂರಾನ್ ನೀಡಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

ಪದರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವರೆದಿರುತ್ತವೆ. ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಜೀವಕೋಶಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಭ್ರೂಣದ ಒಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳೇ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು. ಭ್ರೂಣದುದ್ದಕ್ಕೂ ಸುಮಾರು 500 ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ರೂಪುಗೊಂಡು, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ನೊಣದ 100,000 ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ನ್ಯೂರಾನಿನ ನರಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತವೆ!

ಇಂತಹ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಜೀವಕೋಶಗಳು ಹೇಗೆ ಇಷ್ಟೊಂದು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ?

ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ನ್ಯೂರಾನುಗಳ ರಚನೆ

ಇದನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಎರಡು ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಮೊದಲಿಗೆ, ಪ್ರತಿ ಬಾರಿ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಾಗಲೂ ಅದು ವಿವಿಧ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ (ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಬದಲಾಗಿ) ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, 500 ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ವಿವಿಧ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ಜೊತೆಯನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತವೆ[5] (**ಚಿತ್ರ 3**ರಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ).

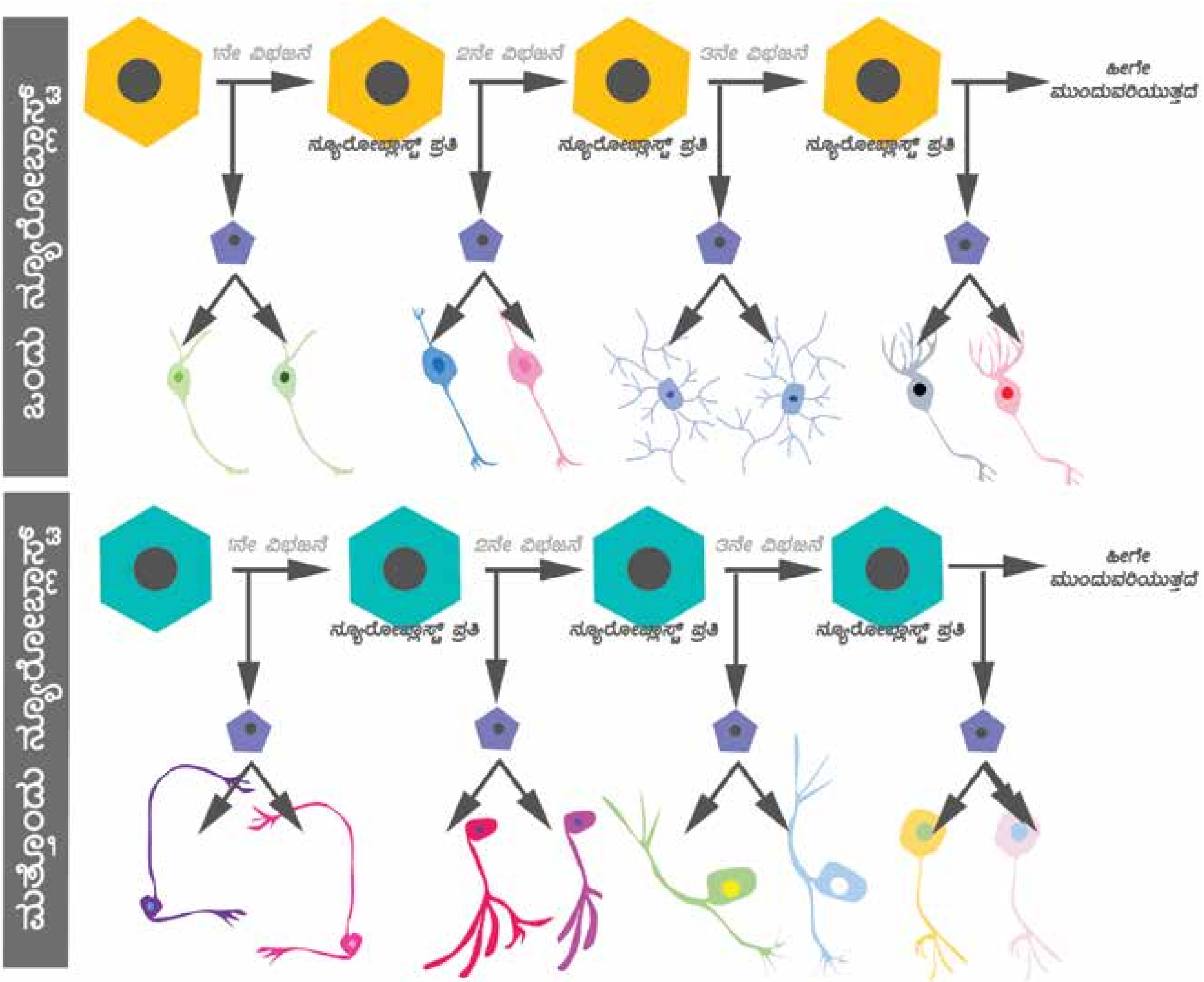
ಆದರೆ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ಹೇಗೆ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ? ಮತ್ತು ಸಮಯಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅವು ಹೇಗೆ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ?

ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಫೋನ್ ನಂಬರ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಸರಿಸಮನಾದ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಫೋನ್ ನಂಬರ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತಾನೆ, ನೀವು ಆ ನಂಬರಿಗೆ ಫೋನ್ ಮಾಡಿದ ಕೂಡಲೇ ಅದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಅದೇ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ – ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನ ಫೋನ್ ನಂಬರ್ ಆತನ ಅನನ್ಯವಾದ ಗುರುತಿನ ಸಂಕೇತವಾಗಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ಕೂಡ ತನ್ನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರುವ ಇನ್ನಿತರ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇರದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಜೀನ್ ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ಗುರುತಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಕ್ರಿಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸಮಯಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರವೊಂದಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ತನಗೆ ವಯಸ್ಸಾದಂತೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಜನ್ಮ ನೀಡುತ್ತದಾದಲ್ಲಿ, ಅದಕ್ಕೆ 'ಕಾಲಗಣನೆ' ಮಾಡಲು ಒಂದು ವಿಧಾನ ಇರಲೇಬೇಕು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಒಂದು 'ಆಣ್ವಿಕ ಗಡಿಯಾರ'ದ ಮೂಲಕ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಇದೇ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತವೆ! ಕಾಲಾನುಸಾರವಾಗಿ, ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲಾಗಿರುವ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಜೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಆನ್ ಮತ್ತು ಆಫ್ (ಸಕ್ರಿಯ ಮತ್ತು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯ) ಮಾಡುವ ಮೂಲಕ ಈ ಆಣ್ವಿಕ ಗಡಿಯಾರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಜೀನ್1, ಜೀನ್ 2ನ್ನು ಆನ್ ಮಾಡಿ ತಾನೇ

ಆಫ್ ಆಗುತ್ತದೆ; ಜೀನ್ 2, ಜೀನ್ 3ನ್ನು ಆನ್ ಮಾಡಿ ತಾನೇ ಆಫ್ ಆಗುತ್ತದೆ... ಹೀಗೆ ಸರಣಿ ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಒಂದಾದ ನಂತರ ಒಂದು ಜೀನ್ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಆನ್ ಆಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ — ಮೊದಲು ಜೀನ್ 1, ನಂತರ ಜೀನ್ 2, ಅನಂತರ ಜೀನ್ 3.... ಹೀಗೆ. ಈಗ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್, ಜೀನ್ 1 ರ 'ಕಾಲಗವಾಕ್ಷಿ' (ಟೈಮ್ ವಿಂಡೋ) ಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅದು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ನ್ಯೂರಾನನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ ಬದಲಾಗಿ ಅದು ಜೀನ್ 4ರ 'ಕಾಲಗವಾಕ್ಷಿ'ಯಲ್ಲಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದು ಮತ್ತೊಂದು ರೀತಿಯ ನ್ಯೂರಾನನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ, ಇದು ಹೀಗೆ ಮುಂದುವರೆಯುತ್ತದೆ.

ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ, ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಮಾದರಿಯವಾಗಿದ್ದ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಆಣ್ವಿಕ ಗುರುತಿನ ಸಂಕೇತ (ಮಾಲಿಕ್ಯುಲಾರ್ ಐಡೆಂಟಿಟಿ ಕೋಡ್ಸ್) ಗಳನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (ತನ್ನಲ್ಲಿ ಸಕ್ರಿಯಗೊಳ್ಳುವ ಜೀನ್‌ಗಳ **ಸಂಯೋಜನೆ**) ಮತ್ತು ಇದು ಅವುಗಳನ್ನು ಉಳಿದವುಗಳಿಗಿಂತ ವಿಶಿಷ್ಟವನ್ನಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ,



ಚಿತ್ರ 3. ಕಾಂಡಕೋಶಗಳ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಗುಂಪಿನಿಂದ ಅನೇಕ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಾಂಡಕೋಶದಲ್ಲೂ ಅನನ್ಯವಾದ ವಂಶವಾಹಿನಿ (ಜೀನ್) ಸಂಯೋಜನೆಗಳು ಸಕ್ರಿಯವಾಗಿದ್ದು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೋಶವನ್ನೂ ಅದು ಅನನ್ಯವಾಗಿಸುತ್ತದೆ– ಗುರುತಿನ ಕೋಡ್‌ನಂತೆ. ಮೇಲ್ಕಂಡ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣದ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಅವು ಅನನ್ಯವಾದ ನ್ಯೂರಾನ್ ತಂಡವನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತವೆ. ಈ ಗುರುತಿನ ಕೋಡ್‌ಗೂ ಮಿಗಿಲಾಗಿ, ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಅತಿ ನಿಖರವಾದ ಜೀನ್‌ಗಳ ಇನ್ನೊಂದು ಅನುಕ್ರಮ ಸಕ್ರಿಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಅನುಕ್ರಮವು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳಿಗೆ 'ಸಮಯವನ್ನು ನಿಗದಿ'ಗೊಳಿಸುವಂತೆ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲೇ ಅದು ವಿವಿಧ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೀವು ಕಾಣುವಂತೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಭಜನೆಯ ನಂತರ, ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ 'ಐಡೆಂಟಿಟಿ ಜೀನ್' ಮತ್ತು 'ಟೈಮ್ ಜೀನ್'ಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಕೆಲವೇ ನೂರು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಸಾವಿರಾರು ವೈವಿಧ್ಯಮಯವಾದ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ!

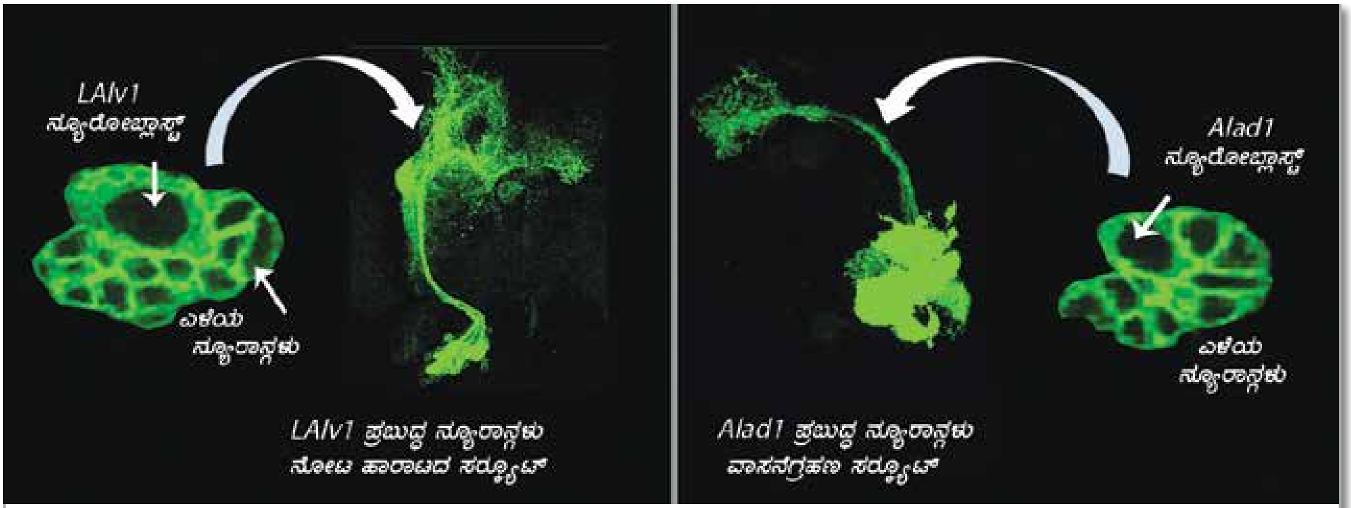
ಒಂದು ಆಣ್ವಿಕ ಗಡಿಯಾರವು (ಸಕ್ರಿಯಗೊಳ್ಳುವ ಜೀನ್ **ಸರಣಿ**) ಅವು ಕಾಲಾನುಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ[8]. ಕಾಲಾವಕಾಶ ಮತ್ತು ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜೀನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ಗಳು ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಅದ್ಭುತವಾದ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತವೆ!

ಮೆದುಳಿನ ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ಗಳು

ಈ ಎಲ್ಲಾ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಹೊರಬಂದಿರುವ ಬಲು ಸುಂದರ ತತ್ವವೇನೆಂದರೆ ಮೆದುಳು ಬಿಡಿ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳ್ಳದೇ, ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ಗಳಾಗಿ (ಘಟಕದಂತೆ) ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಉಳಿಯುವತ್ತ ಒಲವು ತೋರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಉಪಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೊಣದ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿರುವ 'ALad1' ಎನ್ನುವ ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ಸುಮಾರು 120 ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇವೆಲ್ಲವೂ ಆ ನೊಣದ ವಾಸನೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಉಪಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ, 'LALv1' ಎನ್ನುವ ಮತ್ತೊಂದು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ನೊಣಗಳು ಹಾರಾಡುವಾಗ ಅದರ ಕಣ್ಣೋಟದ (ದೃಶ್ಯ) ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಉಪಮಂಡಲಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸುಮಾರು 150 ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ[9]. ಇದರ ಅರ್ಥವೇನೆಂದರೆ, ನೊಣದ ಮೆದುಳಿಗೆ ಅದರ 100,000 ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸುವ ನರತಂತುಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ತಂತ್ರದ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ 500 ನ್ಯೂರಾನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ತಂತ್ರ ಸಾಕು. ಇದು ಸಂಪರ್ಕ ತಂತುಗಳ (ವೈರಿಂಗ್) ಸಮಸ್ಯೆಯ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಅನೇಕ ಪಟ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 4**ನ್ನು ನೋಡಿರಿ)!

ವಿವಿಧ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಾಮ್ಯತೆ

ಈ ವಿಷಯಗಳು ಕೇವಲ ನೊಣಗಳಿಗಷ್ಟೇ ಸೀಮಿತವಾಗಿವೆಯೇ ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ವಿಶಾಲ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆಯೇ? ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಕೈಗೊಂಡ ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನೊಣಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಇತರೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟ. ಆದರೆ ಮನುಷ್ಯನನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿ ಇರುವೆ, ಇಲಿ, ಜೇನ್ನೊಣ, ಮೀನುಗಳ ಮೇಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಬಂದಿರುವ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಆಧರಿಸಿವೆ. ಅಂದರೆ ನರಮಂಡಲ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ನರದ (ನ್ಯೂರಲ್) ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಆಣ್ವಿಕ ಸಂಕೇತ ಮತ್ತು ಆಣ್ವಿಕ ಗಡಿಯಾರದ ಸಹಕಾರದ ಮೂಲಕ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು ಇವೆಲ್ಲವನ್ನು ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಾಡುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಸಾಕಷ್ಟು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಜೀನ್‌ಗಳೂ ಸಹ ಒಂದೇ ಆಗಿವೆ!



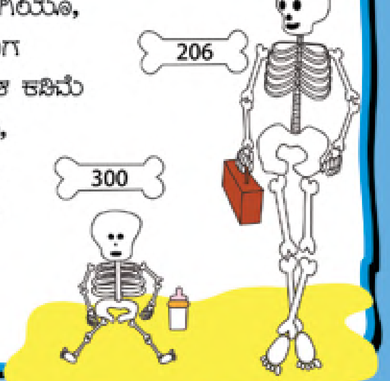
ಚಿತ್ರ 4. ಮೆದುಳು ಘಟಕಗಳಾಗಿ (module) ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ (ದೊಡ್ಡ ಜೀವಕೋಶ) ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇರುವ ಹಲವಾರು ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ (ಚಿಕ್ಕ ಜೀವಕೋಶ) ಸರಣಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಅವೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಮಂಡಲವಾಗಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 'LALv1' ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ನಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ನೊಣಗಳು ಹಾರಾಡುವಾಗ ಅದರ ದೃಶ್ಯ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಬಲ್ಲ ಮಂಡಲದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; ALad1 ನ್ಯೂರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್‌ನಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ವಾಸನೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ನಿಮಗೆ ತಿಳಿಯದ ಹತ್ತು ವಿಷಯಗಳು

ಮಾನವನ ಅಸ್ಥಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ

ಶ್ರೀಕಾಂತ್ ಕೆ.ಎಸ್.

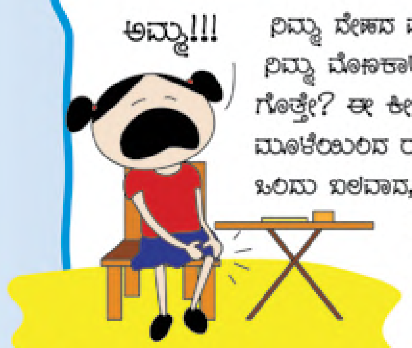
1 ನಾವು ಹುಟ್ಟಿದ ಘಳಿಗೆಯಿಂದ ನಾವು ಪ್ರಾಪ್ತ ವಯಸ್ಕರಾಗುವವರೆಗೂ (ಮತ್ತು ಅದರ ನಂತರವೂ), ನಾವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತೇವೆ – ನಮ್ಮ ದೇಹವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ, ಬಲಿಷ್ಠವಾಗಿಯೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಯಸ್ಕರಾದಾಗ ನಿಮ್ಮಲ್ಲಿ ನೀವು ಹುಟ್ಟಿದಾಗ ಇದ್ದ ಮೂಳೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಮೂಳೆಗಳಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತೇ? ಹೌದು, ಹುಟ್ಟಿದಾಗ ನಿಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ 300 ಮೂಳೆಗಳಿರುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 206ಕ್ಕೆ ಬಂದು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ! ಉಳಿದ ಮೂಳೆಗಳೇನಾದವು ಎಂದು ಭಯಪಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಡಿ; ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ ಅಷ್ಟೆ.



2 ನಿಮ್ಮ ತೊಡೆಯೆಲುಬು ನಿಮ್ಮದೇಹದ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಎಲುಬುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವೂ, ಭಾರವೂ ಆಗಿರುವುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರಬಹುದು. (ಇದನ್ನು ಫೀಮರ್ ಎಂದು ಜಾಣರಂತೆ ಕರೆಯಬಹುದು) ಆದರೆ ಈ ಎಲುಬು ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಎಲುಬುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬಲಶಾಲಿ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತೇ?

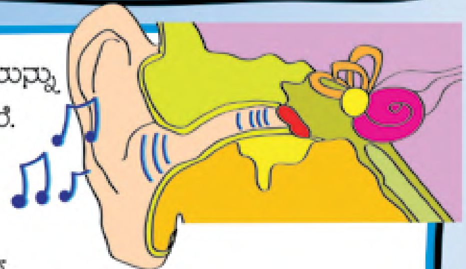
ಇದು ಕಾಂಕ್ರೀಟಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಬಲಿಷ್ಠ! ಈ ಎಲುಬಿನ ಪುಟ್ಟ ಬೆಂಕಿಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಷ್ಟು ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ತುಣುಕು ಕಾಂಕ್ರೀಟಿಗಿಂತ ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ಒಂಬತ್ತು ಟನ್‌ನಷ್ಟು ಭಾರವನ್ನುತಡೆಯಬಲ್ಲದು ! ಹಾಗೆ ನೋಡಿದರೆ ಈ ಎಲುಬು ಒಳಗಡೆ ಟೊಳ್ಳು; ಹಾಗಿರುವಾಗ ಇದು ಊಹಿಸಲಾಗದಷ್ಟು ಬಲಿಷ್ಠವೇ ಇರಬೇಕು!

3



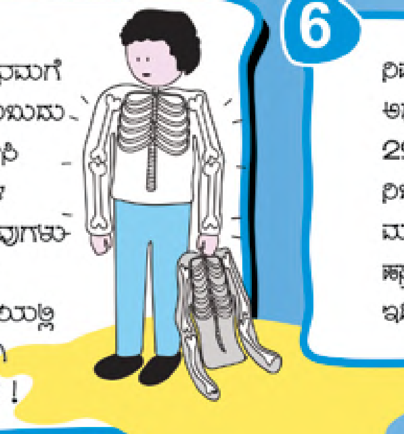
ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಮೂಳೆಗಳ ಕೀಲುಗಳ ಪೈಕಿ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಕೀಲು ನಿಮ್ಮ ಮೊಣಕಾಲಿನಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಮಂಡಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತೇ? ಈ ಕೀಲು, ಪಟೆಲ್ಲ (ಮಂಡಿ ಕವಚ) ಎಂಬ ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಮೂಳೆಯಿಂದ ರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಎಳೆಯ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಧಿಯನ್ನು ಒಂದು ಬಲವಾದ, ಆದರೆ ನಮ್ಯವಾದ ಮೃದ್ವಸ್ಥಿ (ಕಾರ್ಟಿಲೇಜ್) ಮುಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಮಕ್ಕಳು ಬೆಳೆಯುವಾಗ 2 ರಿಂದ 5 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಮೃದ್ವಸ್ಥಿಯು ಗಟ್ಟಿಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಮಂಡಿ ಕವಚವಾಗುತ್ತದೆ.

4 ನಿಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಕಿರಿದಾದ ಮೂಳೆಯನ್ನು ರಿಕಾಪುಮೂಳೆ (Stapes) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದು ನಿಮ್ಮ ಒಳ ಕಿವಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರಗಾತ್ರ, ಕೇವಲ 2–3 ಮಿ. ಮೀಟರ್ ಅಷ್ಟೆ! ಇಂತಹ ಅತ್ಯಂತ ಕಿರಿದಾದ ಮೂಳೆಯು ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡದಾದ ಮತ್ತು ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತೇ?

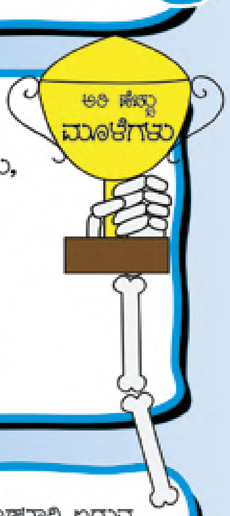


'U' ಆಕಾರದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಮೂಳೆಯು ನಿಮ್ಮ ಕಿವಿಯನ್ನು ತಲುಪುವ ಎಲ್ಲ ಧ್ವನಿ ಕಂಪನಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ಅವನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಒಳಕಿವಿ (ಕಾಕ್ಲಿಯಾ) ಗೆ ಕಳುಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ತಲುಪಿದ ಧ್ವನಿಕಂಪನಗಳನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಮೆದುಳು ಅರ್ಥೈಸುತ್ತದೆ.

5 ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಅಂಗಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಪುನರ್ ನವೀಕರಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ (ಮರು ಬೆಳವಣಿಗೆ) ಹೊಂದುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಆದರೆ ನಮ್ಮ ಮೂಳೆಗಳು ಕೂಡ ಇದನ್ನು ಮಾಡಬಲ್ಲವು ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆಯೇ? ಹೌದು, ಮೂಳೆಗಳು ತಮ್ಮನ್ನು ದುರಸ್ತಿಗೊಳಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಮರು ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ ಕೂಡ. ಅವುಗಳ ನಿರಂತರ ನಿತ್ಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ಕೃಶಗೊಳಿಸಿದರೂ, ಅವುಗಳು ಅಷ್ಟೇ ವೇಗನೇ ತಮ್ಮನ್ನು ಪುನರ್‌ನವೀಕರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದು ಎಷ್ಟು ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆಯೆಂದರೆ, ಏಳು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹಳೆಯ ಮೂಳೆಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೊಸ ಮೂಳೆಯಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ತನ್ಮೂಲಕ ನಮಗೆ ಒಂದು ಹೊಸ ಅಸ್ಥಿಪಂಜರ ಸಿಕ್ಕಿರುತ್ತದೆ !

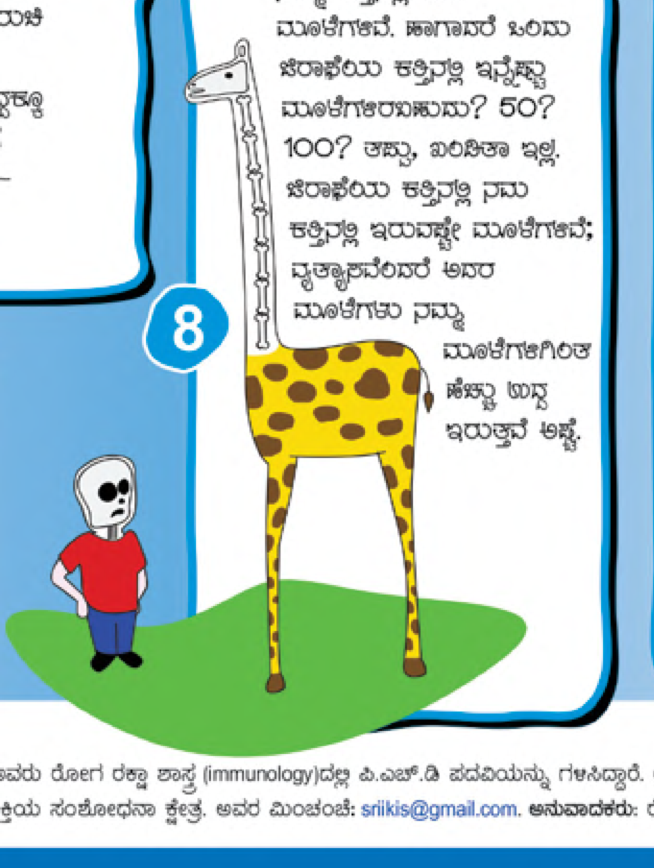


6 ನಿಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಮೂಳೆಗಳಿರುವ ಭಾಗ ಎಂದರೆ ನಿಮ್ಮ ಹಸ್ತ ಅಥವಾ ಮುಂಗೈ. ನಿಮ್ಮ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಸ್ತದಲ್ಲಿಯೂ 27 ಮೂಳೆಗಳು, 29 ಕೀಲುಗಳು ಮತ್ತು 123 ಮೂಳೆನಾರು (ಅಸ್ಥಿರಜ್ಜು) ಗಳು ಇವೆ! ನಿಜಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ 206 ಮೂಳೆಗಳಲ್ಲಿ 106 ಮೂಳೆಗಳು ನಮ್ಮ ಹಸ್ತ ಮತ್ತು ಪಾದಗಳಲ್ಲಿವೆ (ಪ್ರತಿ ಹಸ್ತ ದಲ್ಲಿ 27 ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಪಾದದಲ್ಲಿ 26 ಮತ್ತು ಕೀಲುಗಳು). ಇದು ಇಡೀ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಮೂಳೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅರ್ಧಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು!

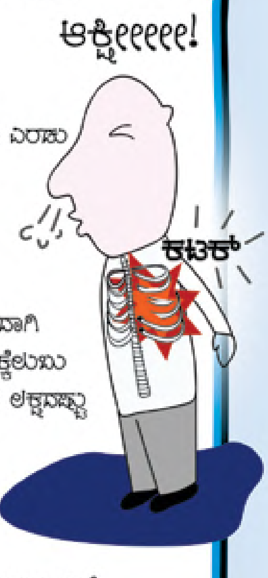


7 ಮನುಷ್ಯನ ಮುಖವು 14 ಮೂಳೆಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇವು ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿ, ರುಚಿ ಮತ್ತು ವಾಸನೆಯ ಜ್ಞಾನೇಂದ್ರಿಯಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ಮುಖದ ಮೂಳೆಗಳು ನಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಬರದೇ ಇದ್ದರೂ ನಮ್ಮ ಜೀವನದುದ್ದಕ್ಕೂ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತೇ? ನಮಗೆ ವಯಸ್ಸಾದಂತೆ, ಈ ಚಲನೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ – ಹಾಗಾಗಿ ನಿಮಗೆ ನಿಮ್ಮ ತಾತನ ಮುಖ ಗುಳಿಬಿದ್ದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದು.

8 ನಮ್ಮ ಕತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಏಳು ಮೂಳೆಗಳಿವೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಒಂದು ಜಿರಾಫೆಯ ಕತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇನ್ನೆಷ್ಟು ಮೂಳೆಗಳಿರಬಹುದು? 50? 100? ತಪ್ಪು, ಖಂಡಿತಾ ಇಲ್ಲ. ಜಿರಾಫೆಯ ಕತ್ತಿನಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಕತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇರುವಷ್ಟೇ ಮೂಳೆಗಳಿವೆ; ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ ಅದರ ಮೂಳೆಗಳು ನಮ್ಮ ಮೂಳೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದ ಇರುತ್ತವೆ ಅಷ್ಟೆ.



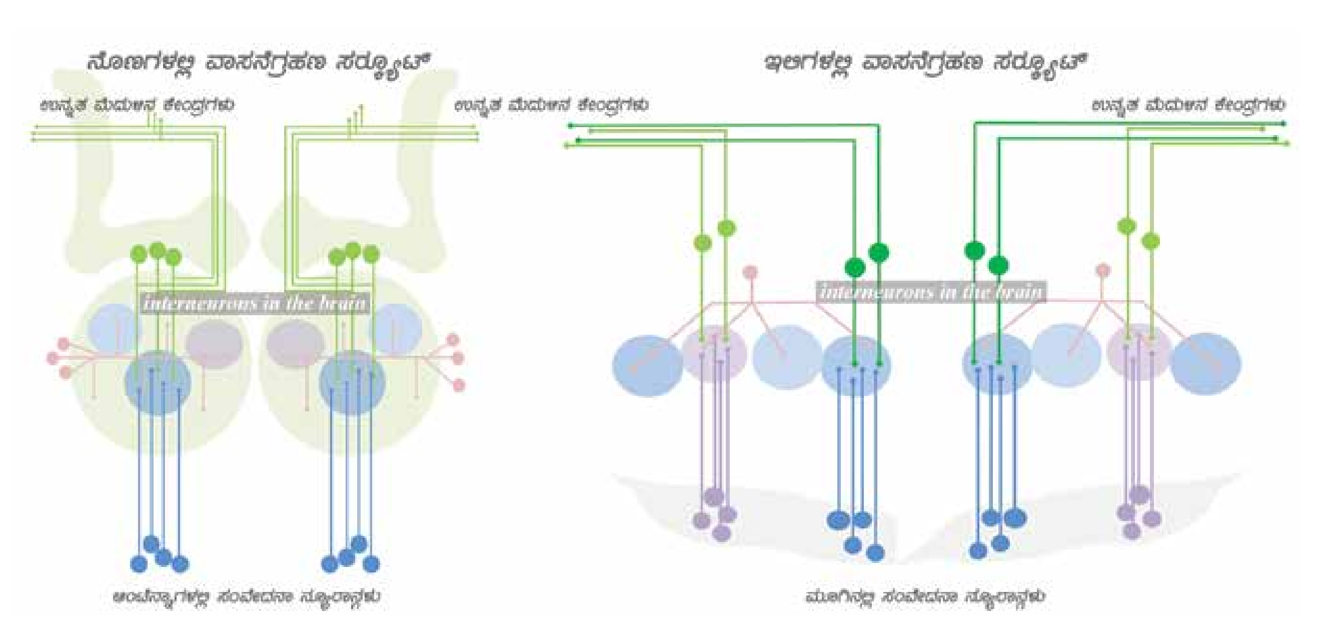
9 ನಮ್ಮ ಎದೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಇರುವ ಮೂಳೆಗಳನ್ನು ಪಕ್ಕೆಲುಬು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಮೂಳೆಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾದ ನಮ್ಮ ಎದೆಗೂಡು ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ಅಂಗಗಳಾದ ಹೃದಯ ಮತ್ತು ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ಉಸಿರಾಟದ ಚಲನೆಯಿಂದಾಗಿ ನಮ್ಮ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಕ್ಕೆಲುಬು ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು 50 ಲಕ್ಷದಷ್ಟು ಸಲ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ! ಈ ಮೂಳೆಗಳು ಎಷ್ಟೇ ಬಲಿಷ್ಠವಾಗಿದ್ದರೂ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಒಂದು ಬಲವಾದ ಸೀನು ಬಂದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಯಾಗುವ ಅಪಾಯವಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆದರಿಕೆ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ವಿಷಯ!



10 ಗೋರಮ್‌ಸ್ ರೋಗ (Gorham's disease), ಇದನ್ನು ಮೂಳೆ ಮಾಯವಾಗುವ ರೋಗ (vanishing bone disease) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಅತಿ ನಿಗೂಢವಾದ ರೋಗ. ಈ ರೋಗ ಇರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೂಳೆಯು ಮುರಿದು ಹೋದರೆ ಅದು ಮತ್ತೆ ದುರಸ್ತಿಗೊಳ್ಳುವ ಬದಲು, ಆ ಮೂಳೆಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಇಲ್ಲವಾಗುವ ತನಕ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಮಿದುಮಿದುವಾಗಿ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಚಿತ್ರವೆಂದರೆ, ಈ ರೋಗಕ್ಕೆ ಯಾವುದೇ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಇಷ್ಟರವರೆಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯದೇ ಇದ್ದರೂ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಈ ರೋಗವು ತನ್ನಿಂದ ತಾನೇ, ಅಷ್ಟೇ ನಿಗೂಢವಾಗಿ ಗುಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೇಗೆ, ಏಕೆ ಎಂಬುದು ಯಾರಿಗೂ ತಿಳಿದಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಅದರ ರೋಗಲಕ್ಷಣಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮರೆಯಾಗುತ್ತವೆ!

ಶ್ರೀಕಾಂತ್ ಕೆ.ಎಸ್. ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಲಹಾಕಾರರು. ಅವರು ರೋಗ ರಕ್ಷಾ ಶಾಸ್ತ್ರ (immunology)ದಲ್ಲಿ ಪಿ.ಎಚ್.ಡಿ ಪದವಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಗಳು–ರೋಗಕಾರಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಅವರ ಆಸಕ್ತಿಯ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಅವರ ಮಿಂಚಂಚೆ: srikis@gmail.com. **ಅನುವಾದಕರು:** ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಸುಧಾ

Azim Premji University



ಚಿತ್ರ 5. ವಿವಿಧ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮಂಡಲಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ತಂತು ಸಂಪರ್ಕ(ವೈರಿಂಗ್) ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ವಿವಿಧ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಾಹಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಸಂಪರ್ಕಜಾಲವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೊಣ ಮತ್ತು ಇಲಿಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಸಂವೇದನಾಶೀಲ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳು ಮೆದುಳಿನ ಉನ್ನತ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸುವ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯೂರಾನ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಗೊಂಡಿರುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿ. ಎರಡರಲ್ಲೂ ಸಂಪರ್ಕಜಾಲ ಬಹಳಷ್ಟು ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. (ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡದ್ದು[10])!

ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ಅವು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಹಲವಾರು ಉಪಮಂಡಲಗಳ ತಂತು ಸಂಪರ್ಕಗಳ (ವೈರಿಂಗ್) ಚಿತ್ರಣಗಳೂ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಯಥಾವತ್ತಾಗಿವೆ (**ಚಿತ್ರ 5**ನ್ನು ನೋಡಿ)! ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಅತಿ ಗೌಣ ಪ್ರಭೇದವಾದ ಹಣ್ಣುನೊಣದ ಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನಾವು ಪಡೆದುಕೊಂಡ ಒಳನೋಟಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಉತ್ತಮ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು ಒಟ್ಟಾರೆ ಜೀವಿಜಗತ್ತಿನ ನರಮಂಡಲವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿದೆ.

ಮುಕ್ತಾಯ

ಹಲವು ದಶಕಗಳಿಂದಲೂ, ಮನುಷ್ಯನು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವರ್ತನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕುತೂಹಲ ಭರಿತನಾಗಿದ್ದು, ಹಲವಾರು ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡವಳಿಕೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾನೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ತಂತ್ರವೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳೂ. ಜೀವಿಗಳು ತಮ್ಮ ಪರಿಸರದೊಂದಿಗೆ ಹೇಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಾವು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಸ್ಕ್ವಿಡ್ ಮೀನಿನ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೋಬ್‌ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಬಹುದು; ಹಣ್ಣುನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಅದ್ಭುತ ಆನುವಂಶಿಕ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಜೀನ್‌ಗಳು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ; ಇಲಿಗಳು ಮಾನವನೊಂದಿಗೆ ʻನಿಕಟತೆʼ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅದರಲ್ಲೂ ಕಾಯಿಲೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಉತ್ತಮ ಮಾದರಿಗಳಾಗಿವೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದ್ದು ಮತ್ತು ಅರ್ಥವಾಗಿರದೇ ಇರುವುದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿರುವ ಜ್ಞಾನ ತೀರ ತೀರ ಕಡಿಮೆ. ಆದರೂ, ಈ ಸಂಶೋಧನಾ ಪಥದಲ್ಲಿ ನಾವು ಬಹಳಷ್ಟು ವಿನೂತನ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಇವು ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನದ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಸ್ತರಿಸಲು. ಹಾಗು ಮೆದುಳು ಮತ್ತು ನರಮಂಡಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೊಸ ಹೊಸ ಆಕರ್ಷಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಲು ನೆರವಾಗಲಿವೆ!

Resources

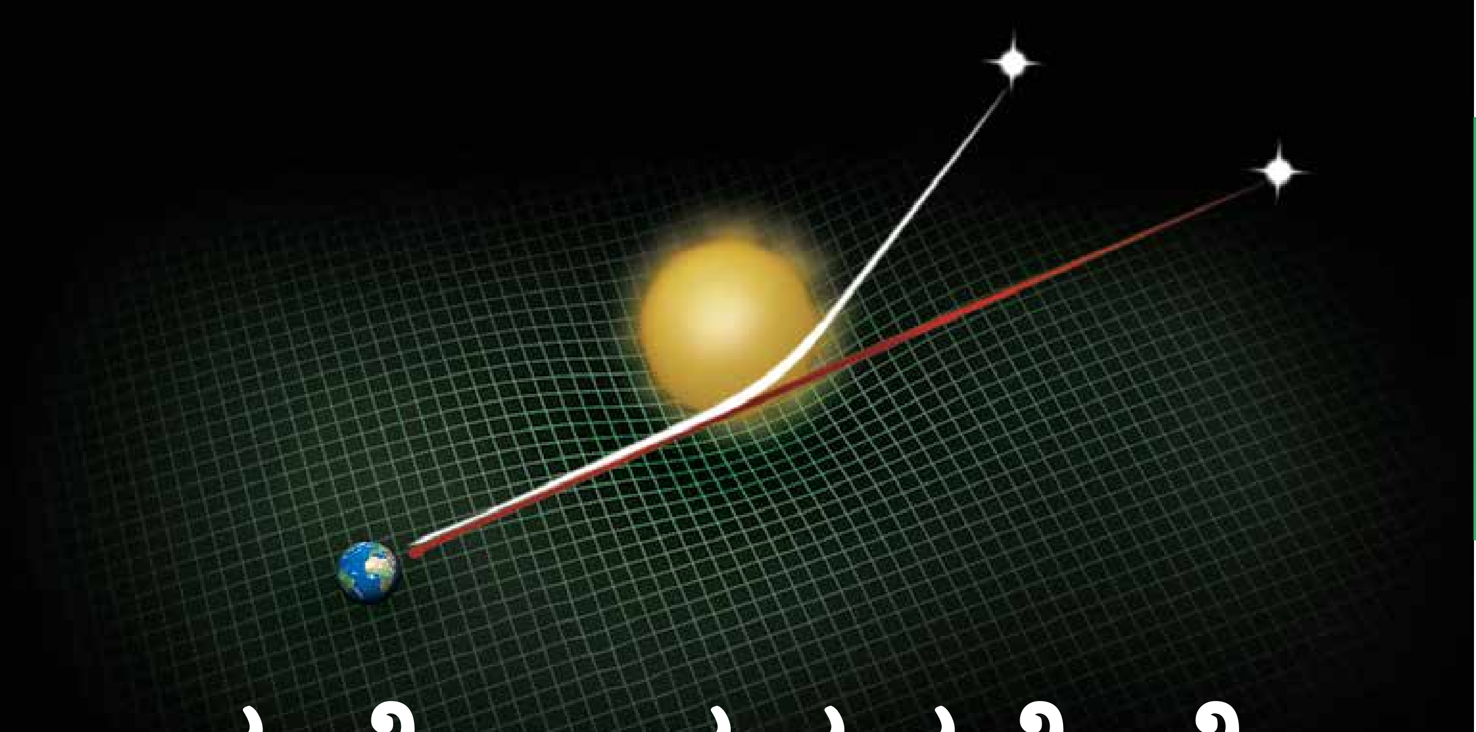
1. General overview of the nervous system and neuronal signalling: http://www.nobelprize.org/educational/medicine/nerve_signaling/game/nerve_signaling.html#/plot1
2. How to manipulate neurons with light: https://www.youtube.com/watch?v=I64X7vHSHOE
3. Watch hundreds of neurons fire spontaneously in the brain of a zebrafish[11]: https://www.youtube.com/watch?v=T2H6UdQVEFY

4. Watch thousands of neurons, in the young zebrafish brain, fire in response to different visual stimuli[12]: http://www.wired.com/2014/07/neuron-zebrafish-movie

References

1. Hodgkin, A. L. & Huxley, A. F. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. *J. Physiol.* **117**, 500–544 (1952).
2. White, J. G., Southgate, E., Thomson, J. N. & Brenner, S. The Structure of the Nervous System of the Nematode Caenorhabditis elegans. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* **314**, 1–340 (1986).
3. Cardona, A. *et al*. An Integrated Micro- and Macroarchitectural Analysis of the Drosophila Brain by Computer-Assisted Serial Section Electron Microscopy. *PLoS Biol* **8**, e1000502 (2010).
4. Marx, V. Neurobiology: Brain mapping in high resolution. *Nature* **503**, 147–152 (2013).
5. Friesen, W. O. & Kristan, W. B. Leech locomotion: Swimming, crawling, and decisions. *Curr. Opin. Neurobiol.* **17**, 704–711 (2007).
6. Kazama, H. Systems neuroscience in Drosophila: Conceptual and technical advantages. *Neuroscience* **296**, 3–14 (2015).
7. Deisseroth, K. Optogenetics: 10 years of microbial opsins in neuroscience. *Nat. Neurosci.* **18**, 1213–1225 (2015).
8. Lin, S. & Lee, T. Generating neuronal diversity in the Drosophila central nervous system. *Dev. Dyn. Off. Publ. Am. Assoc. Anat.* **241**, 57–68 (2012).
9. Sen, S. *et al*. Genetic transformation of structural and functional circuitry rewires the Drosophila brain. *eLife* e04407 (2014). doi:10.7554/eLife.04407
10. Sen, S., Reichert, H. & VijayRaghavan, K. Conserved roles of ems/Emx and otd/Otx genes in olfactory and visual system development in Drosophila and mouse. *Open Biol.* **3**, 120177 (2013).
11. Muto, A., Ohkura, M., Abe, G., Nakai, J. & Kawakami, K. Real-Time Visualization of Neuronal Activity during Perception. *Curr. Biol.* **23**, 307–311 (2013).
12. Vladimirov, N. *et al*. Light-sheet functional imaging in fictively behaving zebrafish. *Nat. Methods* **11**, 883–884 (2014).

ಸೋನಿಯಾ ಸೇನ್ ಒಬ್ಬ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದು, ಬಲು ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ಮೆದುಳಿನ ನ್ಯೂರಲ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳ ರಚನೆಗೆ ಜೀನ್ ಮತ್ತು DNA ಹೇಗೆ ಸೂಕ್ತ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಇಂತಹ ಸಂಕೀರ್ಣ ಮೆದುಳಿನ ವಿಕಾಸ ಹೇಗೆ ಆಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಪೋಸ್ಟ್ ಡಾಕ್ಟೋರಲ್ ಫೆಲೋ ಆಗಿದ್ದು, ಹಣ್ಣುನೊಣ ಮತ್ತು ಸಾಗರದ ಹುಳಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು soniasen@gmail.com ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ.



ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೇಕೆ ಮಾಡಬೇಕು?

ಭಾಸ್ ಬಾಪಟ್

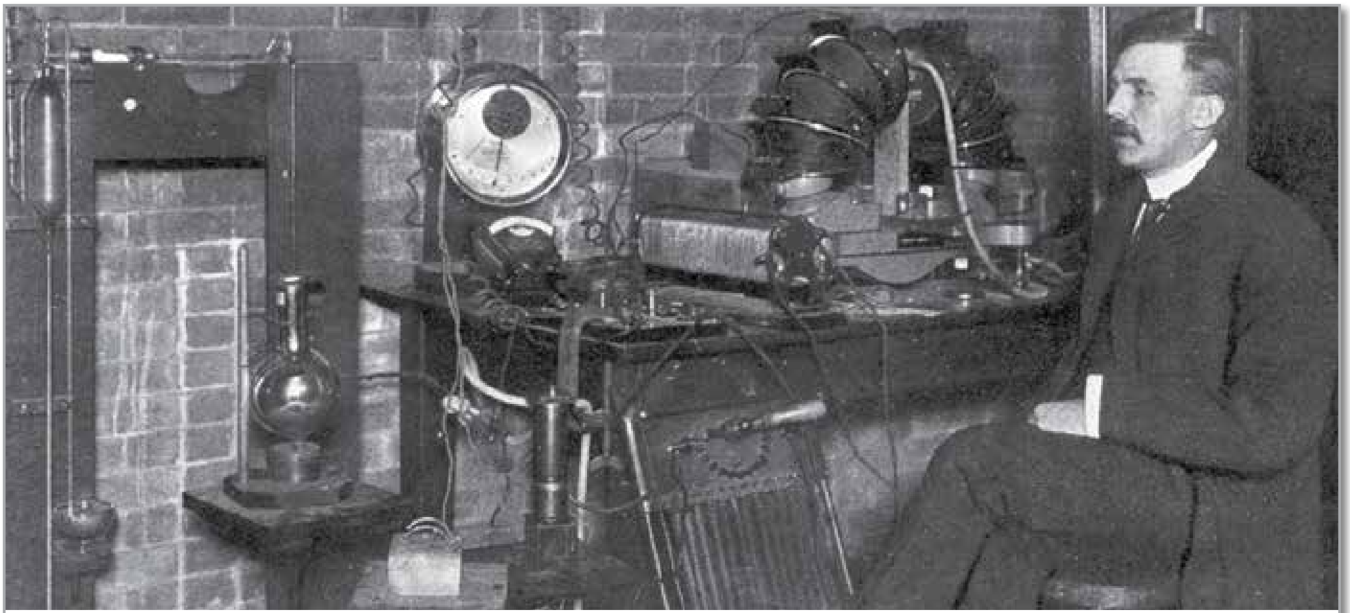
ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಆದಿಶೋಧಕರಿಂದ ಕುಶಲ ಮತ್ತು ಬಲು ಪರಿಶ್ರಮದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲವು ಬಳುವಳಿಯಾಗಿ ದೊರೆತಿದೆ. ಮಾಹಿತಿಯ ಪ್ರವಾಹವಿರುವ ಈ ಯುಗದಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಎಲ್ಲೆಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಲು ಕೇವಲ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುವ ಬದಲು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾ ನಮ್ಮ ಕೈಕೊಳೆ ಮಾಡುವ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಬೇಕಾದ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಏಕಿದೆ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಪರ್ಯಾಲೋಚಿಸುವುದು ವಿವೇಕಯುತವಾಗಿದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಿಂದಿರುವ ಶಕ್ತಿಯೇ ಮಾನವನ ಕುತೂಹಲ; ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ಏಕೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಕುತೂಹಲ, ಮತ್ತೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಪ್ರಕೃತಿ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆಂದು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಕುತೂಹಲ. ಈ ಕುತೂಹಲ ಹಲವು ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದು, ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸಿ ನೋಡುವುದು, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪರಿಣಾಮ ಅಥವಾ ಫಲಿತಾಂಶ ಉಂಟಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಪ್ರಭಾವಿಸುವ ಅಂಶವನ್ನು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮಾಡಿ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಆ ಮೂಲಕ ಕಾರಣ–ಪರಿಣಾಮ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ರುಜುವಾತುಪಡಿಸುವುದು. ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವೆಂದರೆ ಯಾವುದೇ ಆಲೋಚನೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸದೆ ಸಂಗತಿಗಳು ಹೇಗಿರತಕ್ಕದ್ದು ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ತಾರ್ಕಿಕ ಚಿಂತನೆ ಮಾಡಿ, ಕಾರಣ–ಪರಿಣಾಮದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಊಹಿಸಿ ಹೇಳುವುದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಔಪಚಾರಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ, ಈ ಎರಡು ಹಾದಿಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಹಾಗೂ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಆದರೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಭಾವಿಸುವಂತೆ ಇವು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲ ಅಥವಾ ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಜಾಣ್ಮೆಯುಳ್ಳದ್ದೂ ಅಥವಾ ಪರಿಶುದ್ಧವೂ ಅಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕವಾಗಿವೆ. ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವು (ಅಥವಾ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸರಣಿಯು), ಅದರಿಂದ ಪಡೆದ ತೀರ್ಮಾನವು ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯಮಾನದ ಹೆಚ್ಚು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಅಥವಾ ವಿಶಾಲವಾದ ಅರ್ಥವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡದೇ ಹೋದಲ್ಲಿ ನಿರರ್ಥಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ, ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವು

ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಂಡ ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾವಲೋಕನಗಳನ್ನು (observation) ಸರಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸದೇ ಹೋದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಅವಲೋಕಿಸಿರದ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಊಹಿಸಿ ಹೇಳದೇ ಹೋದಲ್ಲಿ ಸಹ ನಿರರ್ಥಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವಾಗಲೂ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಹಲವು ಬಾರಿ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾವಲೋಕನದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಂಡ ತೀರ್ಮಾನಗಳ ಸಾರಸಂಗ್ರಹದಂತಿರುವ ಸರ್ವಸಮ್ಮತ ತತ್ವ (axioms)ಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಆಧಾರ ಸೂತ್ರ (postulates)ಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿರುತ್ತದೆ. ನಾವು ಮಾನವರು ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ನಮ್ಮ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ನಂಬುವಂತೆ ತರಬೇತುಗೊಂಡಿರುತ್ತೇವೆ. ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಅಥವಾ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಓರ್ವ ತರಬೇತು ಪಡೆದಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಬಲು ಸಹಜವೆಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳುವಂತಹ ಒಂದು ವಿಚಾರವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಯಲ್ಲದ ವ್ಯಕ್ತಿಯು 'ಆದರೆ, ಅದು ನಿಜವೇ?' ಎಂದು ಕೇಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು. ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಕಾಣುವ ಪ್ರಪಂಚ. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಯಾರೂ ಈ ವರೆಗೆ 'ನೋಡಿರದಿದ್ದ'ರೂ, ನಾವು ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಂಬುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅವಲೋಕನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸಮಂಜಸವೆಂದು ಕಾಣುವ ಕೆಲವು ಆಧಾರಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ ತದನಂತರ ತರ್ಕವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸುವ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಜ್ಞಾನಸೌಧವನ್ನು ಕಟ್ಟುವುದು ನಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ.

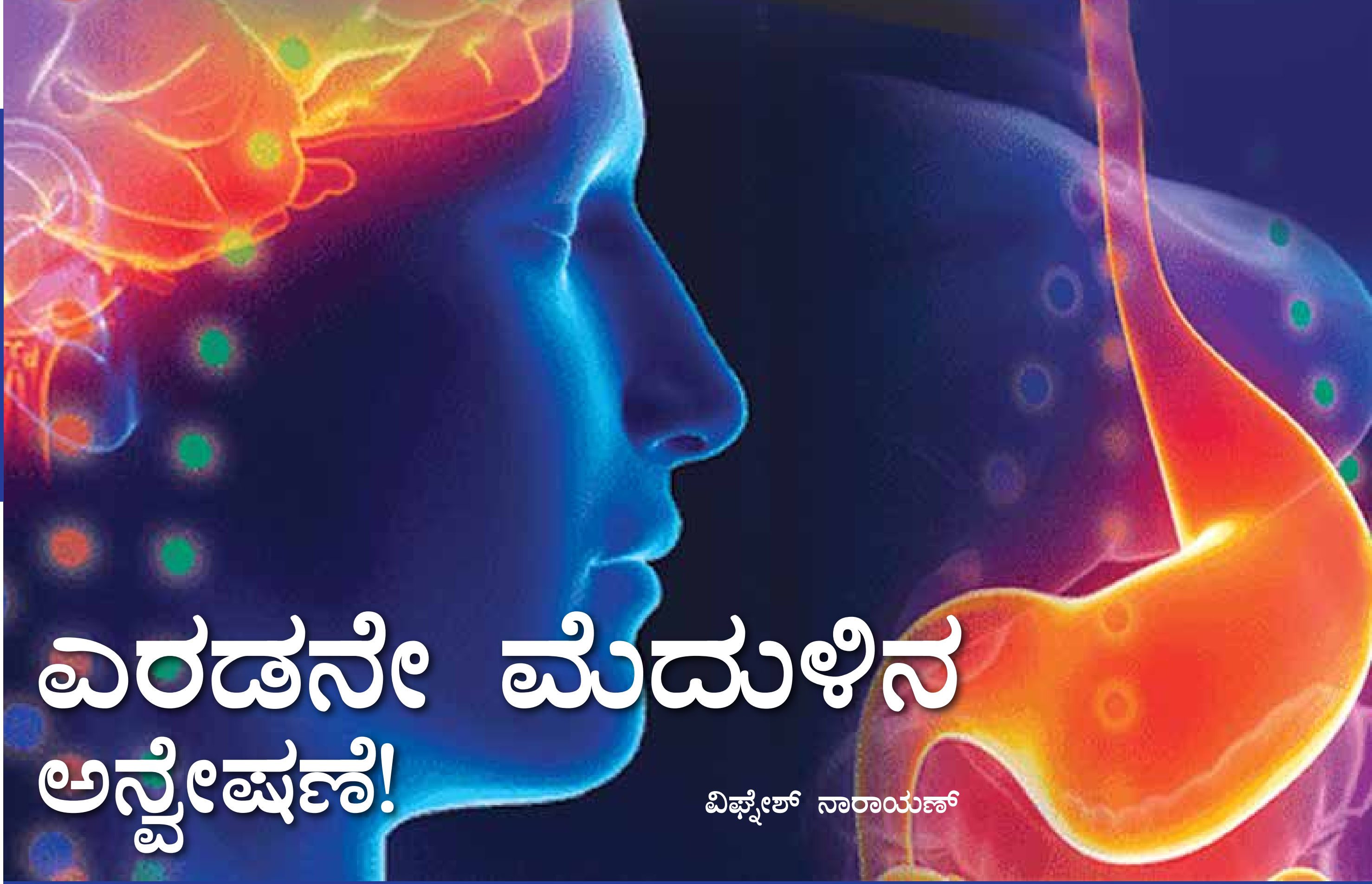
ಹೀಗೆ, ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮೂರು ಪ್ರಮುಖ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಈ ಮೊದಲು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿರದ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾಹಿತಿ ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು, ಇದು ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆಯಲ್ಲದೆ ಭವಿಷ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ನಮ್ಮ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಅನೇಕಾನೇಕ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿವೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಲ್ಪನೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ, ವಸ್ತುವಿನ ಕಣ ಪ್ರಕೃತಿ ಹಾಗೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶಾಖ ಹಾಗೂ ಉಷ್ಣತೆಯ ತತ್ವಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಭೌತಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಒಳನೋಟವುಳ್ಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವುದರ ಎರಡನೆಯ ಉದ್ದೇಶವೆಂದರೆ, ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಭವಿಷ್ಯನುಡಿಯನ್ನು ಒರೆಹಚ್ಚಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದು ಅಥವಾ ತಳ್ಳಿಹಾಕುವುದು. ಇವುಗಳ ಕೆಲವು ಅಭೂತಪೂರ್ವ ಉದಾಹರಣೆಗಳೆಂದರೆ, ಸ್ಟರ್ನ್ ಮತ್ತು ಘೆರ್ಲಾಕ್ (Stern and Gerlach) ಮಾಡಿದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗ (Angular momentum) ದ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆ, ಎಡಿಂಗ್ಟನ್ (Eddington) ಮತ್ತು ಆತನ ಸಹಚರರು ಸೇರಿ



ಚಿತ್ರ 1. ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ (Ernest Rutherford) ವಿಕಿರಣಶೀಲತೆಯ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ತನ್ನ ಉಪಕರಣದೊಂದಿಗೆ. ಉಪಕರಣವೆಂದರೆ ಕೇವಲ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೊರಹಾಕುವ ಒಂದು ಸಾಧನ. ಆ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ ತೀರ್ಮಾನವೇ, ಈ ಮೇಲಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವಂತೆ, ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ದೂರಗಾಮೀ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು, ಅವು ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್‌ಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಪ್ರಶಸ್ತಿಯನ್ನೂ ಗಳಿಸಿಕೊಟ್ಟವು.
ಆಕರ: ಅನಾಮಿಕನ ಕೊಡುಗೆ, ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ವರ್ಷ 1939, Rutherford being the life and letters of the Rt. Hon. Lord ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿತ Rutherford, O. M - http://wellcomeimages.org/indexplus/image/L0014629.html. Wikimedia Commons. License: CC-BY. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford#/media/File:Ernest_Rutherford_1905.jpg

ಮಾಡಿರುವ, ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣ ಬೆಳಕು ಬಾಗುವುದರ ಅಳತೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಉನ್ನತ ಶಕ್ತಿ ಕಣಗಳ ಸಂಘರ್ಷದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಕಣಗಳು ಪತ್ತೆಯಾಗಿರುವುದು ಸ್ಟ್ಯಾಂಡರ್ಡ್ ಮಾಡೆಲ್‌ನ ಭವಿಷ್ಯನುಡಿಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಜನಪ್ರಿಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವೊಂದನ್ನು ಅಲ್ಲಗಳೆದ ಒಂದು ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಪ್ರಯೋಗವೆಂದರೆ ಮೈಕಲ್ಸನ್ ಮೋರ್ಲೇ (Michelson Morley) ಪ್ರಯೋಗ. ಇದು ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿ ಈಥರ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಇತಿಶ್ರೀ ಹಾಡಿತು. ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಈಡೇರಿಸುವ ಮೂರನೆಯ ಉದ್ದೇಶ ಸಮಾಜದ ಒಳಿತಿಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅನ್ವಯಮಾರ್ಗವನ್ನು ಸುಗಮವಾಗಿಸುವುದಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ನಮಗೆ ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಹೋನ್ನತ ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ, ಹೇಬರ್ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಇದು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಅಮೋನಿಯಾವಾಗಿ ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ಸಸ್ಯಗಳು ಪೋಷಕಾಂಶವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ– ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದುಂಟಾಗುವ ಆಹಾರದ ಕೊರತೆಗೆ ಸರಿಸಮನಾಗಿ ಕೃಷಿ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಭಿನ್ನ ಕವಲುಗಳಲ್ಲಿನ ಅವಿರತ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಲಾಭಗಳಿಸಿದ ಕ್ಷೇತ್ರವೆಂದರೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. ರೋಗಪತ್ತೆ ಸಾಧನಗಳಾದ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (Biochemical analysis), ಅಲ್ಟ್ರಾಸೋನೋಗ್ರಫಿ, ಎಕ್ಸ್–ರೇ, ಎನ್‌ಎಂಆರ್ (NMR –Nuclear magnetic resonance), ಕನಿಷ್ಠ ಆಕ್ರಮಣಕಾರಿ ಚಿಕಿತ್ಸಾವಿಧಾನ (minimal invasive interventions) ಮತ್ತು ರೋಗನಿವಾರಣಾ ವಿಧಾನಗಳು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗ ಸರಣಿಗಳಿಂದ ದೊರೆತಿರುವ ಫಲ. ಇವು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಇದ್ದರೂ ಅತಿಯಾಗಿ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದ್ದು, ಸುಲಭವಾಗಿ ಪರಿಹರಿಸಲಾಗದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಾಗಿವೆ. ಹಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ಆಕಸ್ಮಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಾಗಿದ್ದು, ಕೈಕೆಸರಾದಷ್ಟೂ ಅತಿ ಉತ್ತಮವಾದುದನ್ನೇ ಪಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬ ವಿಚಾರ ಸುಲಭವಾಗಿ ಮನದಟ್ಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಭಾಸ್ ಬಾಪಟ್ ಓರ್ವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದು, ಪುಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಶನ್ ಅಂಡ್ ರಿಸರ್ಚ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಶಾಲಾ ಮಟ್ಟದ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಇಮೇಲ್ ವಿಳಾಸ bhas.bapat@gmail.com. **ಅನುವಾದಕರು:** ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ. **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ನಿರ್ಮಲಾ ಜಿ.ವಿ.



ಎರಡನೇ ಮೆದುಳಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆ!

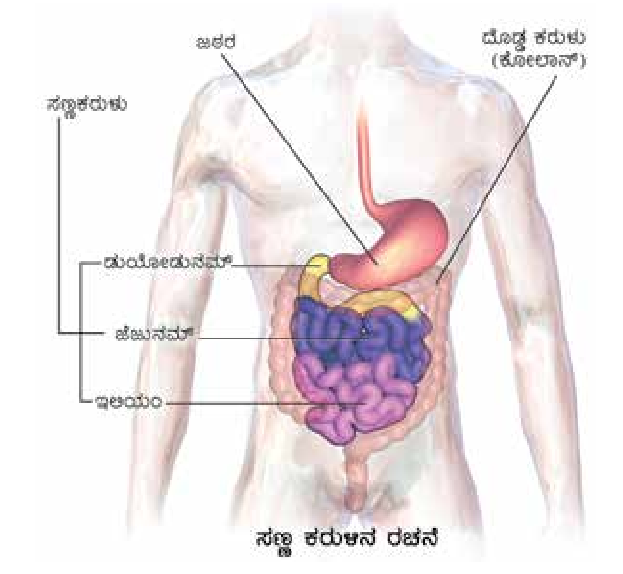
ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್

ಬನ್ನಿ, ನಾವೆಲ್ಲರೂ ಲೇಖಕರು ಹೇಳುವ ಕರುಳಿನ ಅತ್ಯಂತ ರೋಚಕ ಕಥನವನ್ನು ಕೇಳೋಣ. ಇದು ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಅಂಗವಾದರೂ, ಬಹಳ ಅದ್ಭುತ ಅಂಗ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಮೆದುಳೆಂದೇ ಕರೆಯಬಹುದಾದಷ್ಟು ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಸೇವಿಸಿದ ಯಾವುದೇ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಜೀರ್ಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಹಾಗೆಯೇ ನಮ್ಮ ಸಂವೇದನೆ ಹಾಗು ಭಾವನೆಗಳನ್ನೂ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಲ್ಲ ಈ ಕರುಳು ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸದಲ್ಲೂ ನಿಸ್ಸೀಮ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಆ ಎಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಣಾತ ಕೂಡ ಆಗಿದೆ.

"ತೀರ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲ, ತೀರ ಕೆಳಗೂ ಇಲ್ಲ, ಮೃದು ಹೃದಯದಿಂದ, ನಯವಾಗಿ ಹರಿಸಿ, ದುಡಿಯುತ್ತೇನೆ ನಾನು ಬಲು ಶ್ರದ್ಧೆಯಿಂದ. ನಿಮಗೆ ನಾನು ತಿಳಿಸುತ್ತೇನೆ! ದಿನವಿಡೀ ನಾನು ಅರೆಯುತ್ತೇನೆ, ರುಬ್ಬುತ್ತೇನೆ, ದಬ್ಬುತ್ತೇನೆ. ಕಬ್ಬಿಣದ ಮೊಳೆಗಳನ್ನೂ ಕರಗಿಸಬಲ್ಲ ಸರೋವರವೇ ನನ್ನಲ್ಲಿದೆ. ನನ್ನಲ್ಲಿ ಬರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದನ್ನೂ ನಾನು ಗ್ರಹಿಸಬಲ್ಲೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ನಾನು ಸಂತೋಷದಿಂದ ಕುಣಿದಾಡುತ್ತೇನೆ, ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ನೋವಿನಿಂದ ಅಳುತ್ತೇನೆ!"

ಕಡೆಗೂ ನೀವು ಇಲ್ಲಿಗೆ ಬಂದಿರಲ್ಲ! ನಾನು ನಿಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಹಲವು ಅಚ್ಚರಿಯಾದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲು ಕಾಯುತ್ತಿದ್ದೆ. ನಾನು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದರೂ ಬಹಳ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತೇನೆ. ಊಹೆಯ ಆಟದ ಮೂಲಕ ನಾವು ಇದನ್ನು ಆರಂಭಿಸೋಣ. ನಾನು ಯಾರೆಂದು ನೀವು ಸರಿಯಾಗಿ ಊಹಿಸಿದರೆ ಮುಂದೆಂದೂ ನಾನು ನಿಮಗೆ ತೊಂದರೆ ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ನನಗೆ ತಿಳಿದಂತೆ ನಿಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸರಾಗವಾಗಿ ಹರಿಯುವಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಅಯ್ಯೋ! ನನ್ನ ಬಗ್ಗೆ ಸುಳಿವು ಕೊಟ್ಟುಬಿಟ್ಟೆನಲ್ಲ. ಹೋಗಲಿ ಬಿಡಿ. ಯಾವುದೇ ಪೀಠಿಕೆಯಿಲ್ಲದೇ ಮುಂದೆ ನಾನು ನಿಮಗೆ ಕಗ್ಗಂಟು ಪ್ರಶ್ನೆಯೊಂದನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇನೆ– ಯಾವುದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 500 ಮಿಲಿಯನ್ (5 ರ ಮುಂದೆ 8 ಸೊನ್ನೆಗಳು!) ನ್ಯೂರಾನ್ (ನರಕೋಶ) ಗಳಿದ್ದು, ಅದು ಮಾಂಸಖಂಡ ಮತ್ತು ನರಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕಳುಹಿಸುತ್ತದೆ? ಯಾವುದು ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ 90ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಿರೊಟೋನಿನ್ ('ನ್ಯೂರೋಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಟ್ಟರ್' ನಂತೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ– ಅಂದರೆ ನ್ಯೂರಾನ್‌ಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ದೇಹದಾದ್ಯಂತ ಕಳುಹಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕಾರಿ) ಮತ್ತು ಶೇಕಡ 50ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಡೋಪಮೈನನ್ನು (ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ನ್ಯೂರೋಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಟ್ಟರ್) ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ?

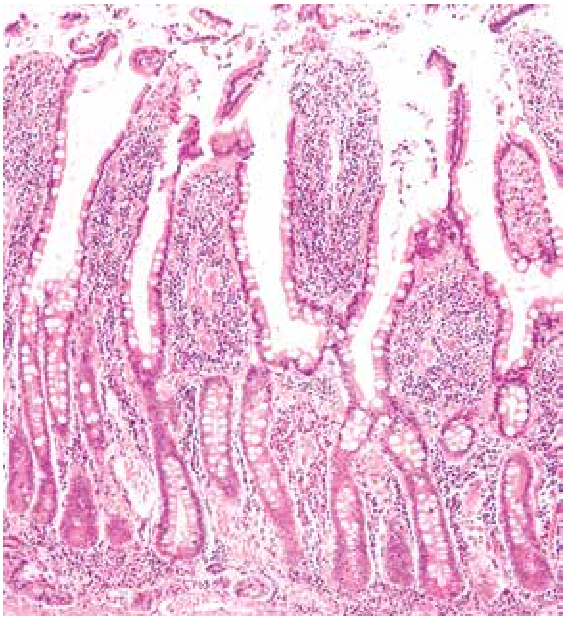
ಸ್ನೇಹಿತರೇ, ನನ್ನನ್ನು ಕರುಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹೊಟ್ಟೆಯಿಂದ (ಜಠರದಿಂದ) ಸ್ವಲ್ಪ ಕೆಳಗಡೆ ಇದ್ದೇನೆ. ನಾನು ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಅಂಗವಾದ ಜೀರ್ಣಾಂಗ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅಂದರೆ ಗ್ಯಾಸ್ಟ್ರೋ-ಇಂಟೆಸ್ಟೈನಲ್ ಟ್ರಾಕ್ಟ್‌ನ (ಜೀರ್ಣಾಂಗ ವ್ಯೂಹದ) ಕಟ್ಟ ಕಡೆಯ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದೇನೆ. ಈ ಪದವನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ನಿಮಗೇನೂ ಕಷ್ಟವಲ್ಲ. 'ಗ್ಯಾಸ್ಟ್ರೋ' ಅಂದರೆ ಜಠರ (ಗ್ರೀಕ್ ಪದ *ಗ್ಯಾಸ್ಟರ್*–gaster ಎಂದರೆ ಹೊಟ್ಟೆ); 'ಇಂಟೆಸ್ಟೈನಲ್' ಎಂದರೆ ಕಿಬ್ಬೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಣ್ಣ ಮತ್ತು ದೊಡ್ಡ ಕರುಳು; ಮತ್ತು 'ಟ್ರಾಕ್ಟ್' ಎಂದರೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವ ಜಾಗ, ಅಥವಾ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ಸುರಂಗ. ಜೀರ್ಣಾಂಗ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಅಸೆಂಬ್ಲಿ ಲೈನ್‌ನಂತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ನಾವು ತಿಂದ ಆಹಾರ ಈ ಅಸೆಂಬ್ಲಿ ಲೈನ್ ಮೂಲಕ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸಾಗುವಾಗ ತಿಂದ ಆಹಾರ ಜೀರ್ಣವಾಗಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಲು ವಿಶೇಷವಾದ ಜೀವಕೋಶ ಮತ್ತು ಅಂಗಗಳು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು (ಕೆಲವು ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳು) ಸ್ರವಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ನಿಮ್ಮ ಜೀರ್ಣಾಂಗ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲೂ 'ಸ್ಪಿಂಕ್ಟರ್' (sphincter) ಗಳೆಂಬ ಕವಾಟಗಳಿವೆ. ಇವು ಈ ಕಾರ್ಖಾನೆಯ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಿಭಾಗಕ್ಕೆ ಆಹಾರ ಸೇರಿದ ಮೇಲೆ ಅದು ಭಾಗಶಃ ಅಥವಾ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಜೀರ್ಣವಾಗುವರೆಗೂ ಅದನ್ನು ತನ್ನಲ್ಲೇ ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆಹಾರವನ್ನು ಜೀರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ನನ್ನ ಸರದಿ ಬಂದಾಗ, ಪೈಲೋರಿಕ್ ಸ್ಪಿಂಕ್ಟರ್ (pyloric sphincter) ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ– ನನ್ನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಆರಂಭಿಸಲು ಭಾಗಶಃ ಜೀರ್ಣವಾದ ಆಹಾರ ನನ್ನಲ್ಲಿ ನುಗ್ಗಿ ಬರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ಸಣ್ಣ ಕರುಳಿನ ರಚನೆ. ಕೃಪೆ– Blausen.com staff. "Blausen gallery 2014". Wikiversity Journal of Medicine. DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Blausen_0817_SmallIntestine_Anatomy.png. License: CC-BY.

ನಾನು ಎರಡು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದೇನೆ– ಮೊದಲನೆಯದನ್ನು 'ಸಣ್ಣ'ಕರುಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದು ಕಿರಿದಾಗಿದ್ದು ಬಹಳಷ್ಟು ಸುತ್ತುಬಳಸುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಎರಡನೆಯ ಭಾಗವನ್ನು ದೊಡ್ಡ ಕರುಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಜೀರ್ಣವಾದ ಆಹಾರವನ್ನು ಇದು ಸಣ್ಣ ಕರುಳಿನಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಜೀರ್ಣವಾಗದ ಆಹಾರವನ್ನು ಗುದದ್ವಾರದ ಮೂಲಕ ದೇಹದಿಂದ ಹೊರಹಾಕುತ್ತದೆ. ಆಶ್ಚರ್ಯವೆಂದರೆ, ದೊಡ್ಡ ಕರುಳು ಕೇವಲ 4.5 ಅಡಿ ಉದ್ದವಿದ್ದರೆ, ಸಣ್ಣ ಕರುಳಿನ ಉದ್ದ 19 ಅಡಿಯಷ್ಟಿದೆ! ಮಾನವನ ಶರೀರದ ಸರಾಸರಿ ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಸಣ್ಣ ಕರುಳು ಸುಮಾರು ಮೂರುವರೆ ಪಟ್ಟಿನಷ್ಟಿದ್ದರೂ, ಅದನ್ನು ಎಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮಡಚಿ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆಯೆಂದರೆ ಅದು ದೊಡ್ಡ ಕರುಳಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿರುವುದರ ಹಿಂದಿನ ವಿಷಯವನ್ನು ನಾನು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿಸುತ್ತೇನೆ. ಸಣ್ಣ ಕರುಳಿನ ಒಳಗಿನ ಪದರಗಳು ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿರದೆ, ಪಂಚೆಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ನೆರಿಗೆಗಳಂತೆ ಇವೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪದರಗಳ ಮೇಲೆ 'ವಿಲ್ಲೈ' (villi) ಎನ್ನುವ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಹೊರಚಾಚುಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿಯಾಗಿ, ಎಲ್ಲಾ ವಿಲ್ಲೈಗಳೂ ಕೋಶಗಳಿಂದ ಆವೃತವಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಈ ಕೋಶಗಳ ಮೇಲೆ ರೋಮಗಳಂತಹ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ರಚನೆಗಳಿವೆ. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, 5.8 ಮೀಟರ್‌ನಷ್ಟಿರುವ ಸಣ್ಣ ಕರುಳಿನ ಹೀರುವಿಕೆಯ ಪದರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಸುಮಾರು 250 ಚದರ ಮೀಟರ್‌ನಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಸಣ್ಣ ಕರುಳು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಮಡಚಿಕೊಳ್ಳದಿದ್ದರೆ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ 7 ಪಟ್ಟಿನಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗುತಿತ್ತು ಮತ್ತು ಟೆನ್ನಿಸ್ ಕೋರ್ಟ್‌ಗಿಂತಲೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚೇ ದೊಡ್ಡದೂ ಆಗುತ್ತಿತ್ತು!

ನೀವು ಅಥವಾ ಯಾರಾದರೂ ಸರಿ, ನನ್ನನ್ನು ಕೇವಲ ಒಂದು ಉದ್ದ ಕೊಳವೆ ಎಂದು ತಪ್ಪಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಹಜ ಅಲ್ಲವೇ! ಆದರೆ ಗೆಳೆಯ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿಷಯಗಳು ನನ್ನಲ್ಲಿವೆ. ನನ್ನ ಪದರಗಳು ಅತಿ ಬಲಿಷ್ಠವಾದ ಅನೈಚ್ಛಿಕ ಸ್ನಾಯುಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ (ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲಾಗದ ಅತಿ ನಯವಾದ ತೆಳ್ಳಗಿನ ಸ್ನಾಯುಗಳು, ಅಂದರೆ ಮೂತ್ರಕೋಶ ತುಂಬಿದಾಗ ತರಗತಿಯ ಮಧ್ಯೆ ನೀವು ಎದ್ದು ಓಡಿ ಹೋಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡುವ ಮೂತ್ರ ಕೋಶದ ಸ್ನಾಯುವಿನಂತೆ ನೀವು ನಿಯಂತ್ರಸಲಾಗದಂತಹುದು!). ಇದರ ಪ್ರಬಲ ಚಲನೆಯಿಂದ ಜೀರ್ಣವಾದ ಮತ್ತು ಭಾಗಶಃ ಜೀರ್ಣವಾದ ಆಹಾರವು ಕೊಳವೆಯುದ್ದಕ್ಕೂ ದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಜೀರ್ಣಾಂಗ ವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ, ನನ್ನ ಪದರಗಳ ಒಳಗೂ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಶೇಷ ಕೋಶಗಳಿದ್ದು ಅವು ಅನೇಕ ಜೀರ್ಣಕಾರಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಆಹಾರದ ಮೇಲೆ ಸ್ರವಿಸುತ್ತವೆ. ನೀವು ತಿಂದ ಆಹಾರ ನಿಮ್ಮ ಗುದವನ್ನು ತಲುಪುವ ವೇಳೆಗೆ ಅದರಲ್ಲಿ



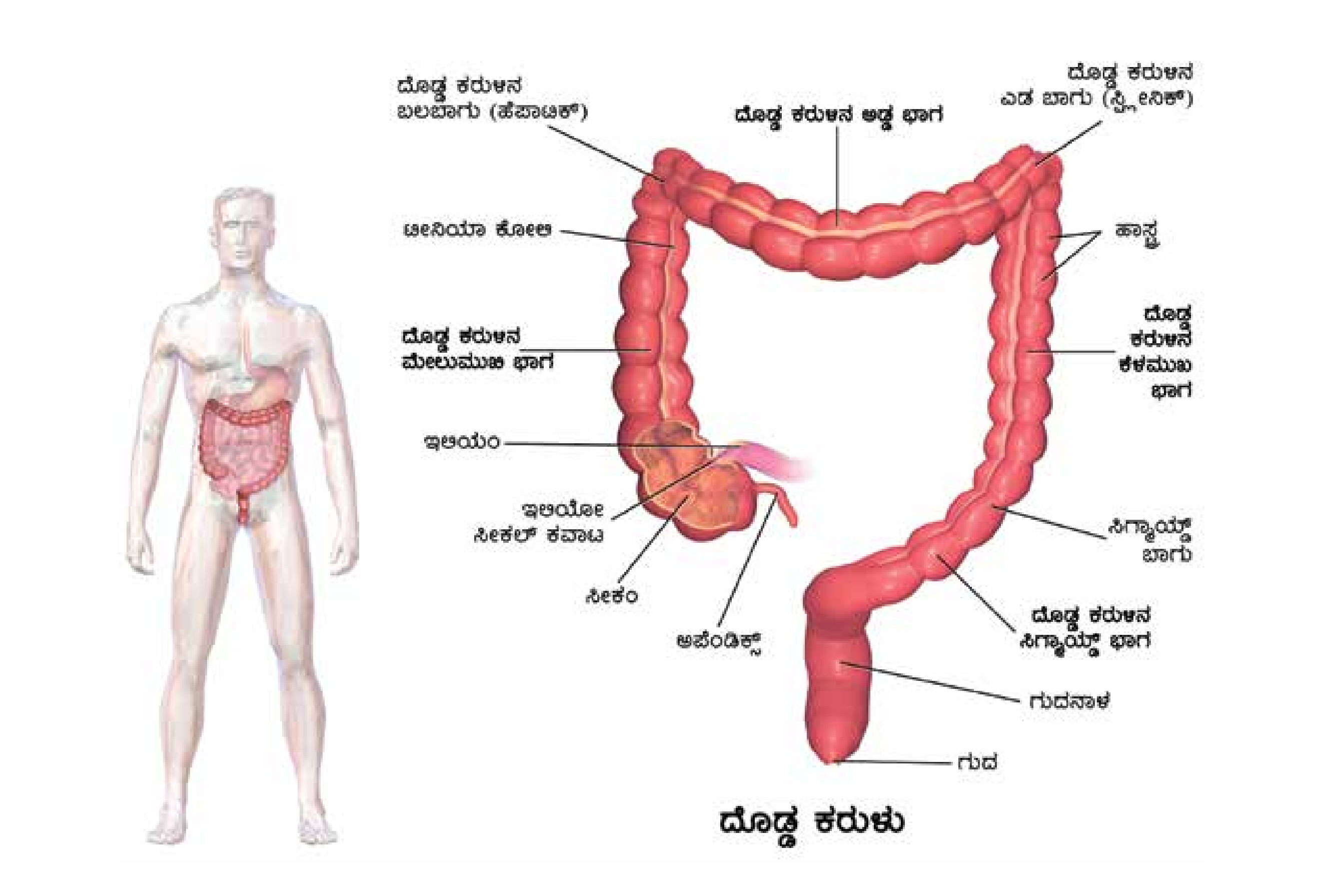
ಚಿತ್ರ 2. ಸಣ್ಣ ಕರುಳಿನ ಲೋಳೆಪೊರೆ (ಮ್ಯೂಕೋಸ) ಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಲ್ಲೈನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ. ಮೂಲ: Nephron, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Small_intestine_low_mag.jpg. License: CC-BY-SA.

ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶವು ಒಂದಿಷ್ಟೂ ಉಳಿಯದಂತೆ ನಾನು ಅದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಂಡುಬಿಡುತ್ತೇನೆ!

ನನ್ನ ಗೋಡೆಯೊಳಗೆ ಆಹಾರವು ಬಂದ ಕೂಡಲೇ ಅಲ್ಲಿ ಏನೇನಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಾನು ನಿಮಗೆ ಬಿಡಿಬಿಡಿಯಾಗಿ ತಿಳಿಸುತ್ತೇನೆ. ಜಠರವು ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿದ ಮೇಲೆ, ಜೀರ್ಣಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಅಂಗವಾಗಿ ನಾನು ಬರುತ್ತೇನೆ. ಆಹಾರದಲ್ಲಿರುವ ಪೋಷಕಾಂಶವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು, ಬೇಡದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಹೊರಹಾಕುವ ಏಕಮಾತ್ರ ಅಂಗವೆಂದರೆ ಅದು ನಾನೇ. ಜಠರದಿಂದ ಬಂದ ಆಹಾರ ಜೀರ್ಣವಾಗಲು ನಾನು ಮೇದೋಜೀರಕಾಂಗ (pancreas–ಪ್ಯಾನ್‌ಕ್ರಿಯಾಸ್) ದೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತೇನೆ. ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ, ಮೇದೋಜೀರಕಾಂಗ ನಮ್ಮ ಶರೀರಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿರುವ ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಸ್ರವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮೇದೋಜೀರಕಾಂಗ ಕಿಣ್ವಗಳು ನನ್ನನ್ನು ಸಣ್ಣ ನಾಳಗಳ ಮೂಲಕ ಸೇರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಪೆಪ್ಟೈಡ್ (ವಿಘಟನೆಗೊಂಡ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನ ಸಣ್ಣ ತುಣುಕುಗಳು), ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲ (ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳಾಗುವ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ವಿಭಾಗಗಳು), ಲಿಪಿಡ್ಸ್ (ಕೊಬ್ಬು) ಮತ್ತು ಇನ್ನಿತರ ಶರ್ಕರಪಿಷ್ಟ (ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್ಸ್) (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶುಗರ್/ಸಕ್ಕರೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ) ಗಳನ್ನು ವಿಘಟಿಸುತ್ತವೆ. ನನ್ನ ಪದರಗಳನ್ನು ತಲುಪುವ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯುವಂತಿಲ್ಲ– ಅದೇ ಪಿತ್ತ ರಸ (bile–ಬೈಲ್). ಪಿತ್ತ ನಾಳದಿಂದ ತಯಾರಾಗುವ ಈ ಪಿತ್ತರಸವು ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಸಣ್ಣ ಪೆಪ್ಟೈಡ್‌ಗಳಾಗಿ ವಿಘಟಿಸಲು ಜಠರವು ಸೂಸುವ ಅತಿ ಪ್ರಬಲ ಮತ್ತು ಹಾನಿಕಾರಕ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ತಟಸ್ಥ ಅಥವಾ ನಿಷ್ಪರಿಣಾಮಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಜಠರದ ಪಿಹೆಚ್ ಮೌಲ್ಯ ಎಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದೆಂದರೆ ಅದು ೩ ನ್ನು ತಲುಪಬಹುದು ಮತ್ತು ಈ ಆಮ್ಲೀಯತೆ ಎಷ್ಟು ಬಲಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೆಂದರೆ ರೇಜ಼ರ್ ಬ್ಲೇಡ್‌ಗಳೂ ಸಹ ಇದರಲ್ಲಿ ಕರಗಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ!

ನನ್ನ ಮೊದಲ ವಿಭಾಗದಿಂದ ಆಹಾರವು ಹೊರಹೋದ ಕೂಡಲೇ, ಅದು ದೊಡ್ಡ ಕರುಳನ್ನು (ಆದರೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ಇದು ಬಹಳ ಸಣ್ಣದಾಗಿರುತ್ತದೆ) ಸೇರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ನಾನು ತ್ಯಾಜ್ಯವನ್ನು ಶೇಖರಿಸುತ್ತೇನೆ (ಸಣ್ಣ ಕರುಳು ತನ್ನ ಕೆಲಸ ಮುಗಿಸಿದ ನಂತರ ಉಳಿದ ಪದಾರ್ಥ); ನಂತರ ನೀರನ್ನು, ಅಯಾನುಗಳನ್ನು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಪೊಟ್ಯಾಷಿಯಂ) ಮತ್ತು ನನ್ನನ್ನೇ ತಮ್ಮ ಮನೆಯನ್ನಾಗಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ತಯಾರಿಸುವ ವಿಟಮಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇನೆ (ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ನಾನು ಮುಂದೆ ಮಾತನಾಡುತ್ತೇನೆ). ಆಹಾರ ದೊಡ್ಡ ಕರುಳನ್ನು ಸೇರುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಲೈಟ್ಸ್‌ಗಳಾದ ಸೋಡಿಯಂ, ಮೆಗ್ನೀಷಿಯಂ, ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಮತ್ತು ಜೀರ್ಣವಾಗದ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು (ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಶರ್ಕರಪಿಷ್ಟಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಸಾಕಷ್ಟು ಪೋಷಕಾಂಶ ಮತ್ತು ಶೇ.೯೦ ನೀರನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತೇನೆ. ಆಹಾರವು ಗುದದ ಕಡೆಗೆ ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಉಳಿದ ಸಾಕಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ, ತ್ಯಾಜ್ಯ ಪದಾರ್ಥವು ಮ್ಯೂಕಸ್ (ಲೋಳೆ) ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ (gut flora–ಗಟ್ ಫ್ಲೋರಾ– ಕರುಳಿನ ಸಸ್ಯಜೀವಿಗಳು) ದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ಮಲವಾಗಿ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ, ನನ್ನ ಅತಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಮಲವನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಹೊರ ತಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಅದು ಮತ್ತಷ್ಟು ಗಟ್ಟಿಯಾಗುತ್ತಾ ತನ್ನ ಕಟ್ಟ ಕಡೆಯ ಸ್ಥಾನ, ಅಂದರೆ, ಶೌಚಾಲಯವನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ!

ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಲಿತಿರುವ ಈ ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ವಿಚಾರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತನಾಡಿದ್ದು ಸಾಕು! ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದರ ಹಿಂದೆ ಅಡಗಿರುವ ಗುಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಿರುವ ಬಗ್ಗೆ ಇಂದು ನಾನು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿಸುತ್ತೇನೆ. ಮಾನವ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಹತ್ತರಂತೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿವೆ ಎನ್ನುವ ವಿಷಯ ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತೇ! ಹೌದು, ಇದು ನಿಜ! ಕೆಲವರ ಪ್ರಕಾರ ನಮ್ಮ ಇಡೀ ಶರೀರದಲ್ಲಿ 4×10^{13} ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿವೆಯಂತೆ (ಅಂದರೆ, 4 ರ ಮುಂದೆ 13 ಸೊನ್ನೆಗಳು!) ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನಿಮ್ಮ ಚರ್ಮದ ಮೇಲಿದ್ದರೆ (ಎಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ರೋಮಗಳಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿ) ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಗೆಳೆಯರೆ, ಶೇಕಡ ೯೦



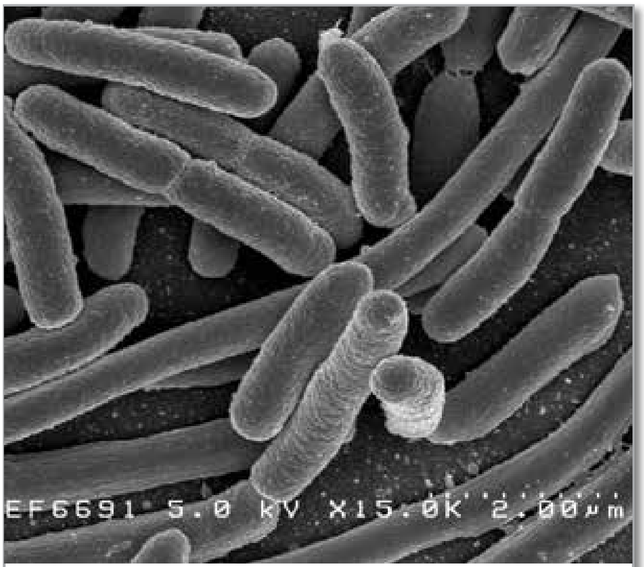
ಚಿತ್ರ 3. ದೊಡ್ಡ ಕರುಳು. **ಮೂಲ:** Blausen.com staff. "Blausen gallery 2014". Wikiversity Journal of Medicine. DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Blausen_0604_LargeIntestine2.png. License: CC-BY.

ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ನನ್ನಲ್ಲೇ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ! ನಮ್ಮ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಸಮೂಹವನ್ನು 'ಹ್ಯೂಮನ್ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಮ್ (ಮಾನವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ಸಮೂಹ)' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

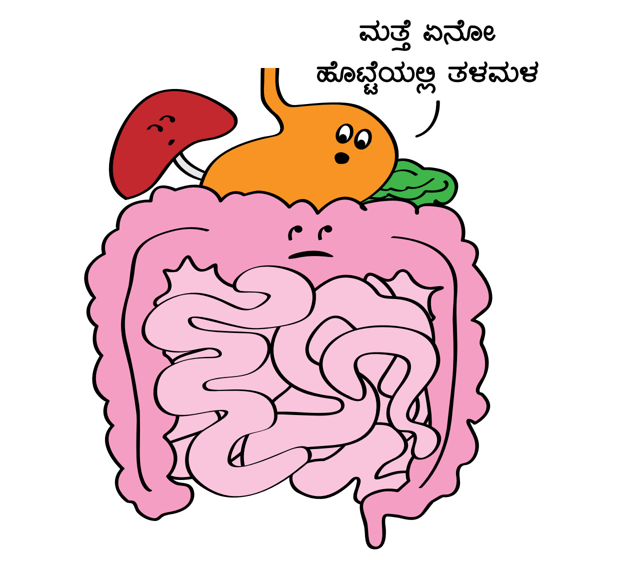
ಅದರಲ್ಲಿ ಅತಿ ಪ್ರಮುಖ ಮತ್ತು ದಟ್ಟವಾದ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಮ್ ಎಂದರೆ ಅದು 'ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಮ್'. ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಮ್ ಕೂಡ ಮಾನವ ಅಂಗವೇ ಆದರೆ ಜನಗಳು ಇದನ್ನು ಮರೆತು ಬಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ಅನೇಕರ ಅಂಬೋಣ.

ಇದನ್ನು ನಾನು ಖಂಡಿತವಾಗಿಯೂ ಒಪ್ಪುತ್ತೇನೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಜೀನ್‌ನ ಎರಡು ಪಟ್ಟಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು ನನ್ನಲ್ಲಿವೆ! ಅಂದರೆ, 50,000 ಕ್ಕೂ ಮೀರಿ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು ನನ್ನ ಒಳ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸುತ್ತಿವೆ.

ಆದರೆ ಇವೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲೇನು ಮಾಡುತ್ತಿವೆ ಎಂದು ನೀವು ಕೇಳಬಹುದು? ಹೌದು, ನಾನು ಅವುಗಳನ್ನು



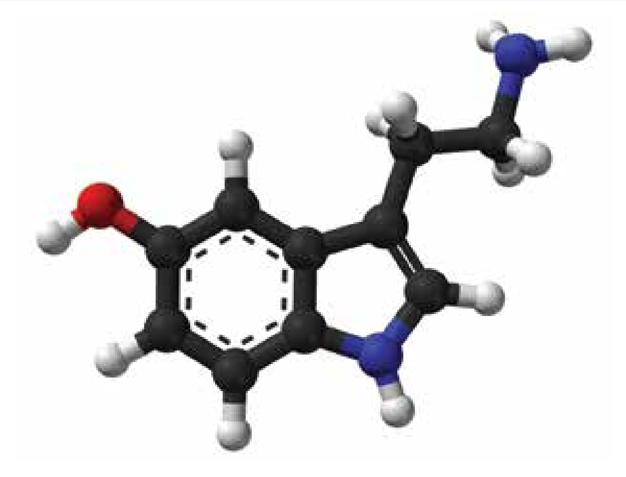
ಚಿತ್ರ 4. ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಎಸ್ಚಿರೀಶಿಯಾ ಕೋಲೈ ಕೂಡ ಒಂದು. **ಮೂಲ:** Rocky Mountain Laboratories, National Institutes of Health, United States Department of Health and Human Services. Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:EscherichiaColi_NIAID.jpg. License: Public Domain.



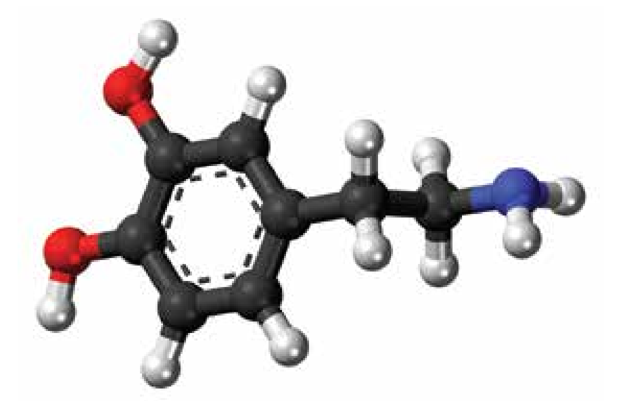
ಚಿತ್ರ 5. ನೀವು ಭೇಟಿಯಾದ ಯಾರಾದರೂ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮಗೆ ಎಂದಾದರೂ 'ಗಟ್ ಫೀಲಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಕರುಳಿನ ತಲ್ಲಣ' ಆಗಿದೆಯೇ?

ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುವುದು ಏಕೆಂದರೆ ಅವೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ಅದ್ಭುತ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ! ನಿಸರ್ಗವು ಸೃಷ್ಟಿಸಿರುವ ಅತ್ಯದ್ಭುತ ಯಂತ್ರಗಳೇ ಈ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು; ಅವು ಏನು ಬೇಕಾದರೂ ತಿಂದು ಬದುಕಬಲ್ಲವು, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ ಹಾಗು ಸ್ರವಿಸುತ್ತವೆ. ನನಗೆ ವಿಘಟಿಸಲು ಕಷ್ಟವಾಗುವ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ನನ್ನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಮ್ ತಮ್ಮ ಕಿಣ್ವಗಳ ಮೂಲಕ ಪಚನಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ನಮ್ಮನ್ನು ಹಲವಾರು ಭಯಾನಕ ಖಾಯಿಲೆಗಳಿಂದ ದೂರವಿಡಬಲ್ಲ ವಿಟಮಿನ್ ಕೆ ಮತ್ತು ವಿಟಮಿನ್ ಬಿ ಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಇವು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕುವುದಾಗಲೀ (ವಿವಿಧ ಪ್ರಭೇದಗಳು), ಅದರ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದಾಗಲೀ (ಸಂಖ್ಯೆಯ ಗಾತ್ರ) ಮಾಡಿದರೆ ಸ್ಥೂಲ ಕಾಯ, ಆತಂಕ, ಖಿನ್ನತೆ ಮತ್ತು ಆಟಿಸಂನಂತಹ ಭಯಾನಕ ಕಾಯಿಲೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತಿಳಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ! ಆದರೆ ನಾನು ನಿಮಗಿಲ್ಲೊಂದು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯ ಮಾತನ್ನೂ ಹೇಳಬೇಕು! ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ನನ್ನಲ್ಲಿ ನೆಲೆಯೂರಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಅಪಾಯವನ್ನೂ ತಂದೊಡ್ಡಬಹುದು– ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಭೇದದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ನನ್ನೊಳಗೇ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗೂ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು.

ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಕಾಣುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮಿಗಿಲಾದುದು ನನ್ನಲ್ಲಿ ಇದೆ ಎನ್ನುವುದು ನಿಮಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಿರದಿದ್ದರೆ ನಿಮಗೆ ಅಚ್ಚರಿ ಕಾದಿದೆ! ನಿಮ್ಮ ಹೊಟ್ಟೆಯಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕುಂಡಿಯವರೆಗೆ ಇರುವ ನಾನೊಂದು ಅತಿ ಕಿರಿದಾದ ಮತ್ತು ಉದ್ದವಾದ ನಳಿಕೆಯಾಕಾರದ ನಿಮ್ಮ ಕರುಳು, ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ಎರಡನೆಯ ಮೆದುಳು. ನೀವು ಭೇಟಿಯಾದ ಯಾವುದಾದರೂ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮಗೆ ಎಂದಾದರೂ 'ಗಟ್ ಫೀಲಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಕರುಳಿನ ತಲ್ಲಣ' ಆಗಿದೆಯೇ? ಯಾವುದಾದರೂ ರಸಪ್ರಶ್ನೆ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಷ್ಟವಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ನಿಮ್ಮ ಊಹೆ ಖಂಡಿತಾ ಸರಿ ಎನ್ನುವ 'ಗಟ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಂಕ್ಟ್– ಕರುಳಿನ ಹೊಳವು' ಅನುಭವಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಏನಾದರೂ ಕೆಟ್ಟದ್ದು ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಿಮಗನಿಸಿ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಾಗುವ ತಳಮಳವನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿದ್ದೀರಾ? ನಿಮ್ಮ ಮೆದುಳೇ ಥಟ್ಟನೆ ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ಕ್ಷಣ ಮಾತ್ರದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಯೆಂದು ನೀವು ಭಾವಿಸಿದ್ದರೆ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಯೋಚಿಸಿ. ನಾನು 'ಎಂಟೆರಿಕ್' (ಅಂದರೆ ಆಂತರಿಕ) ನರಮಂಡಲದಿಂದ ನಿಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದ್ದೇನೆ ಮತ್ತು ನಾನು ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಕುಹರದೊಳಗೆ ಇರುವ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮೆದುಳಾಗಿದ್ದೇನೆ! ನೂರಾರು ಮಿಲಿಯನ್ ನರಕೋಶಗಳು ನನ್ನ ಗೋಡೆಗಳಿಂದ ಮೆದುಳಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸುತ್ತವೆ. ನನ್ನ ನರಮಂಡಲ ಎಷ್ಟು ನವನವೀನವೆಂದರೆ ಮೆದುಳಿನ ನಿಯಂತ್ರಣವಿಲ್ಲದೇ ನಾನು ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡಬಲ್ಲೆ ಮತ್ತು ಯೋಚಿಸಲೂ ಬಲ್ಲೆ. ನನ್ನ ಆಂತರಿಕ ನರಮಂಡಲವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯ ಮತ್ತು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಆಹಾರವು ಜೀರ್ಣವಾಗಿ ಉಳಿದದ್ದನ್ನು ಹೊರ ತಳ್ಳುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ನಿಮ್ಮ ಭಾವನೆಗಳನ್ನೂ ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ನಾನು ಸಿರೊಟೋನಿನ್ ಎಂಬ ಪ್ರಮುಖವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತೇನೆ ಮತ್ತು ಸ್ರವಿಸುತ್ತೇನೆ. ಸಿರೊಟೋನಿನ್ ನರಪ್ರೇಕ್ಷಕವು (neurotransmitter–ನ್ಯೂರೋಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಟ್ಟರ್)



ಚಿತ್ರ 6. ಸಿರೊಟೋನಿನ್ ಅಣುವಿನ ಬಾಲ್ ಅಂಡ್ ಸ್ಟಿಕ್ ಮಾದರಿ. $C_{10}H_{12}N_2O$. ಮೂಲ: Ben Mills, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Serotonin-Spartan-HF-based-on-xtal-3D-balls-web.png. License: Public Domain.

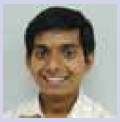


ಚಿತ್ರ 7. ಡೋಪಮೈನ್ ಅಣುವಿನ ಬಾಲ್ ಅಂಡ್ ಸ್ಟಿಕ್ ಮಾದರಿ– ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಆನಂದ ಮತ್ತು ಖುಷಿಗೊಳ್ಳುವ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಲ್ಲ ನರಪ್ರೇಕ್ಷಕ. ಮೂಲ: Jynto (talk), Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Dopamine_3D_ball.png. License: Public Domain.

(ನೆನಪಿದೆಯೇ? ಇದು ಮೆದುಳು ಬಳಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ.) ನಿಮ್ಮ ಮನಃಸ್ಥಿತಿ, ಹಸಿವು, ನಿದ್ದೆ, ನೆನಪಿನ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೇ, ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡುತ್ತದೆ, ನಿಮ್ಮ ಸಾಮಾಜಿಕ ವರ್ತನೆ ಮತ್ತು ಕಾಮವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೃದಯ ರಕ್ತನಾಳಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಸ್ನಾಯುಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಅಂತಃಸ್ರಾವಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ (ಎಂಡೋಕ್ರೈನ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ) ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಿರೊಟೋನಿನ್ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಸಿರೊಟೋನಿನ್‌ನ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಬಗ್ಗೆ ನಾನು ಹೀಗೆ ಗಂಟೆಗಟ್ಟಲೆ ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರಬಲ್ಲೆ!

ಸಿರೊಟೋನಿನ್ ಬಗ್ಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಮೆದುಳು ಶರೀರವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿಲ್ಲ ಬದಲಾಗಿ ನಾನು ಅದನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದೇನೆ ಎಂಬುದು ಮನವರಿಕೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಬಹಳ ಸರಳ. ಏಕೆಂದರೆ ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಸಿರೊಟೋನಿನ್‌ನ ಶೇಕಡ ೯೦ ರಷ್ಟನ್ನು ನಾನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತೇನೆ; ಜೊತೆಗೆ ಶೇಕಡ ೫೦ರಷ್ಟು ಡೋಪಮೈನ್‌ನನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತೇನೆ ಎಂದು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಅದಿಲ್ಲದೆ ಮೆದುಳಿನ ಭಾಗಗಳು ಒಂದರ ಜೊತೆ ಒಂದು ಮಾತನಾಡಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ!

ಮುಂದಿನ ಸಲ ಊಟವಾದ ಮೇಲೆ ನಿಮಗೆ ನಿದ್ದೆ ಬಂದಾಗ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಯೋಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿದ್ದಾಗ ನಿಮ್ಮ ಮೆದುಳನ್ನು ದೂಷಿಸಬೇಡಿ. ಇದು ನಾನು ಮತ್ತು ನಾನು ಬೆಳಸುವ ಟ್ರಿಲಿಯನ್‌ಗಟ್ಟಲೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿರುವುದರ ಫಲ. ನಿಮ್ಮ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಹಾರಾಡುವಂತೆ ತಳಮಳವೇ? ಅತಿಯಾಗಿ ಸಂತೋಷ ಪಡುತ್ತಿದ್ದೀರಾ? ಹಾಗಾದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ನನ್ನದೇ ಕೈವಾಡ! ಇದನ್ನು ನೀವು ತಿಳಿದ ಮೇಲೆ ನಿಮ್ಮ ಹೊಟ್ಟೆಗೆ ನೀವು ಏನು ತಿನ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದೀರಾ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಎಚ್ಚರವಿರಲಿ. ಉತ್ತಮ ಗುಣಮಟ್ಟದ ಆಹಾರವನ್ನು ಸರಿಯಾದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದು ಮಾತ್ರ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿರಲಿ. ಇಷ್ಟು ಮಾತನಾಡಿದ ಬಳಿಕ ನನಗೆ ಹಸಿವಾಗುತ್ತಿದೆ– ಈಗ ನೀವು ಹೋಗಿ ಒಂದು ಪಿಜ್ಜಾ ಬೇಗನೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಬನ್ನಿ!



ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು ಇಲ್ಲಿ ಅಣು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬರವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲೂ ಅಣು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರೋಗಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಇವರನ್ನು vigneshnarayan313@gmail.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಮನೋಜ್ ಗೋಡ್ಬೋಲೆ

ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಹಿಂಬಡ್ತಿ

ರಾಮ್‌ಗೋಪಾಲ್ (ರಾಮ್‌ಜಿ) ವಲ್ಲತ್

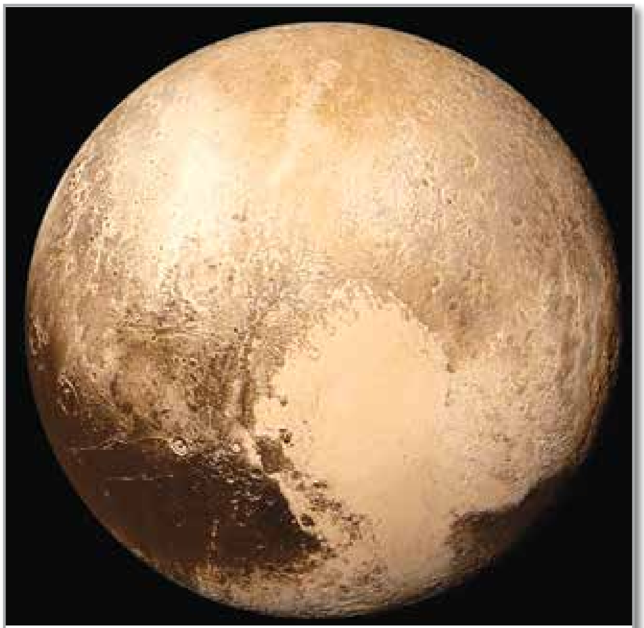
ನಾವು ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದ್ದು ಹೇಗೆ? ಮೊದಲು ಗ್ರಹವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಪ್ಲೂಟೊ ಆಮೇಲೆ ಕುಬ್ಜಗ್ರಹವೆಂದು ಮರುವರ್ಗೀಕರಣಗೊಂಡಿದ್ದು ಏಕೆ? ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಕುಬ್ಜಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೇನು ತಿಳಿದಿದೆ? ಯಾವುದೇ ಆಕಾಶಕಾಯವು ಗ್ರಹವೇ, ಅಲ್ಲವೇ ಎಂದು ನಾವು ಹೇಗೆ ತೀರ್ಮಾನಿಸುತ್ತೇವೆ? ಇದೆಲ್ಲವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಮಾತಿನಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಳಿರಿ.

ಈ ಬದುಕೇ ಎಂಥ ಅನ್ಯಾಯ ನೋಡಿ! ನಾನು ನನ್ನ ಪಾಡಿಗೆ ನಿಮ್ಮೆಲ್ಲರಿಂದ ಬಹುದೂರ ಎಲ್ಲೋ ನೆಮ್ಮದಿಯಾಗಿ ಬದುಕಿಕೊಂಡಿದ್ದೆ. ಈ ಸೌರ ವ್ಯೂಹದ ಅಂಚಿನಲ್ಲೆಲ್ಲೋ ನನ್ನ ಬದುಕು ನಿಶ್ಚಿಂತವಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಒಂದು ದಿನ ನೀವು ನನ್ನನ್ನು 'ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದಿರಿ' ಮತ್ತು, ನನಗೆ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನಮಾನವನ್ನು ನೀಡಿದಿರಿ. ತದನಂತರ ನನ್ನನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ಅವಮಾನಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿರಿ. ಇಂದು, ನನ್ನನ್ನು ಗ್ರಹಗಳ ಕೂಟದಿಂದಲೇ ಹೊರದಬ್ಬಿದಿರಿ. ಇದೆಂಥಾ ನ್ಯಾಯ, ಮಾರಾಯರೆ?!

ನಿಮಗೆ ನನ್ನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಹುಡುಕಾಟ ನಡೆಸಿದಿರಿ. ಇದೆಲ್ಲಾ ಶುರುವಾಗಿದ್ದು 19ನೆ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ. ನಿಮ್ಮ ಗ್ರಹವಾಸಿಗಳಾದ ಕೆಲವು ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಯುರೇನಸ್ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ವಿಪಥನವನ್ನು (perturbation) (ನೆರೆಹೊರೆಯ ಆಕಾಶಕಾಯವೊಂದರ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಯಾವುದೇ ಆಕಾಶಕಾಯದ ಗತಿಯಲ್ಲಾಗಬಹುದಾದ ಅಲ್ಪ ವಿಪಥನ) ಗಮನಿಸಿದರು. ಈ ವಿಪಥನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನಿರಬಹುದು ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಬಂದಾಗ, ಯುರೇನಸ್ ಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯಾಚೆಗಿನ ಇನ್ನೂ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಿರಬಹುದು ಎಂದು ಮಾತ್ರ ಅವರು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಹಾಗಾದರೆ 'ಆ ಗ್ರಹ ಎಲ್ಲಿದೆ' ಎಂಬ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ ಅವರ ದೃಷ್ಟಿಯು ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹದ ಕಡೆ ಹೊರಳಿತು. ಆದರೆ ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಒಂದರಿಂದಲೇ ಇಷ್ಟೊಂದು ವಿಪಥನ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು ಅವರು 19ನೇ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಅಂದಾಜಿಸಿದರು. ಹಾಗಾಗಿ 'ಇನ್ನೊಂದು ಯಾವುದೋ ಗ್ರಹವು ಇರಬೇಕು' ಎಂಬುದು ನಿಮ್ಮ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ

ಊಹೆಯಾಗಿತ್ತು. ಈ ಊಹೆಯ ಬೆನ್ನುಹಿಡಿದ ಅವರು 'Planet X' ಎಂಬ ಅಜ್ಞಾತ ಗ್ರಹದ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದರು. ಅಂತೂ ಕೊನೆಗೂ 1930ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಲೈಡ್ ಟಾಂಬ್ಹಾ (Clyde Tombaugh) ಎಂಬ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನನ್ನನ್ನು "ಪತ್ತೆ" ಹಚ್ಚಿಬಿಟ್ಟರು.

ಹೀಗೆ ನನ್ನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ನೀವು, ಗ್ರೀಕರ ಅಧೋಲೋಕದ ಅಧಿಪತಿಯಾದ ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಹೆಸರಿಟ್ಟು ನನಗೆ ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದಿರಿ. ಅನೇಕ ಗ್ರಹಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಪ್ರತಿಷ್ಠಿತ ಕೂಟದಲ್ಲಿ ಸದಸ್ಯತ್ವವನ್ನು ತಡಮಾಡದೆ ದಯಪಾಲಿಸಿದಿರಿ. ನನಗೆ ಸಂತೋಷವಾಯಿತು. ನೀವು ನನ್ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಇರುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅಂದಾಜಿಸಿದ್ದಿರಿ. ಅದು ನನ್ನ ತಪ್ಪೇ? ನನ್ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ನಿಮ್ಮ ಭೂಗ್ರಹದಷ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದು ನಿಮ್ಮ ಮೊದಲ ಅಂದಾಜಾಗಿತ್ತು. ನಂತರ, 1948ರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಬಳಸಿ ನನ್ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಭೂ ಗ್ರಹದಷ್ಟು ಇಲ್ಲ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದಷ್ಟು ಇದೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿರಿ. ನಂತರ 1978ರಲ್ಲಿ ನೀವು ನನ್ನ ಉಪಗ್ರಹವಾದ ಕೆರೋನ್ (Charon) ಅನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಿ.



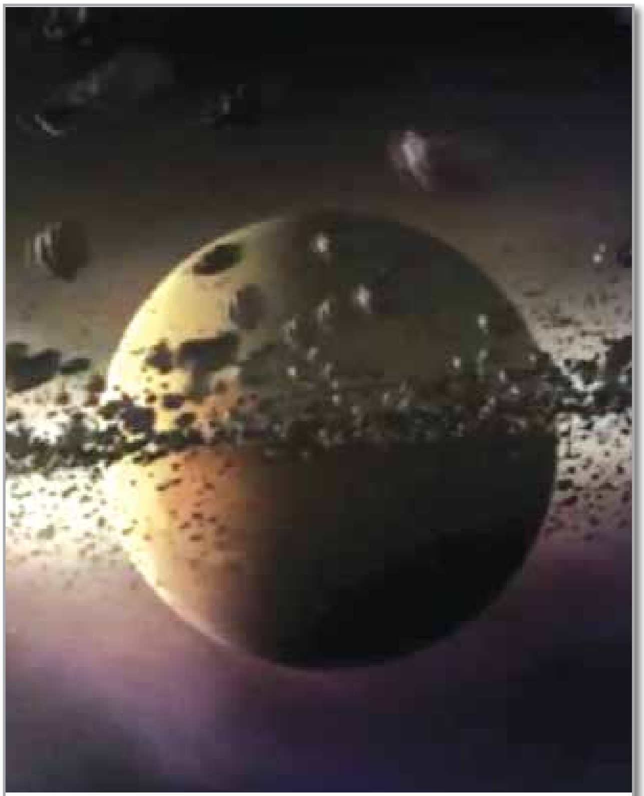
ಚಿತ್ರ 1. ಪ್ಲೂಟೊ – ಹೊಸದಿಗಂತಗಳು — ಜುಲೈ 14, 2015. ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಸಮೀಪದ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಉಡಾಯಿಸಿದ ಅಂತರಗ್ರಹ ನೌಕೆ New Horizons ತೆಗೆದ ನಾಲ್ಕು ಚಿತ್ರಗಳು. ಈ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಆಕಾಶನೌಕೆಯು ಪ್ಲೂಟೊವಿನಿಂದ 450,000 ಕಿ.ಮೀ. ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ತೆಗೆದಿದ್ದು, ಪ್ಲೂಟೊ ಮೇಲ್ಮೈಯ 2.2 ಕಿ.ಮೀನಷ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಇದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರಕೃಪೆ: Applied Physics Laboratory/ Southwest Research Institute, NASA/John Hopkins University. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Pluto#/media/File:Nh-pluto-in-true-color_2x_JPEG-edit-frame.jpg. License: In Public Domain.

ಪ್ಲೂಟೋವಿನ ಚಂದ್ರನಾದ **ಕೆರೋನ್**ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಅರ್ಧದಷ್ಟಿದೆ. ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಈ ಬೃಹತ್ ಅನುಪಾತವು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಗ್ರಹ–ಉಪಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಅಪೂರ್ವವಾದದ್ದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಈ ಎರಡು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರವು ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಹೊರಗಡೆ, ಪ್ಲೂಟೋ ಮತ್ತು ಕೆರೋನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಕೆರೋನ್ ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವುದಿಲ್ಲ; ಬದಲಾಗಿ ಪ್ಲೂಟೊ ಮತ್ತು ಕೆರೋನ್ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಒಂದು ಪರಿಭ್ರಮಣಕ್ಕೆ ಭೂಮಿಯ 6.5 ದಿನಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ.

ಕೆರೋನ್ ಕಕ್ಷೆಯ ಅಧ್ಯಯನದ ಮೇರೆಗೆ ನೀವು ನನ್ನ ನಿಜವಾದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ 0.1 ಅಲ್ಲ ಅಥವ 0.01 ಪಟ್ಟು ಅಲ್ಲ, ಬದಲಿಗೆ 0.00218 ಪಟ್ಟು ಇದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಿದಿರಿ!

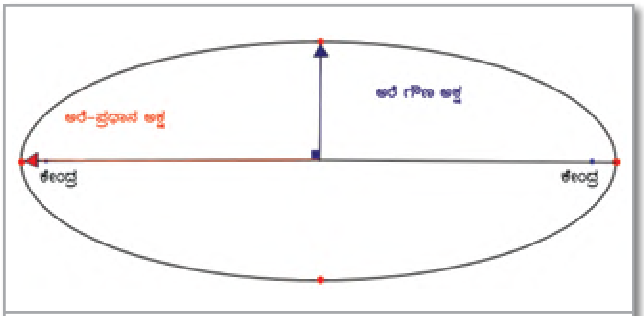
ಹೀಗೆ ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿ, ನೀವೇನು ಸುಮ್ಮನಾಗಲಿಲ್ಲ. ಅಂತರಿಕ್ಷವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ನಿಮ್ಮ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ಆಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ನೀವು ನನ್ನ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ನನ್ನ ಇತರ ಸಂಗಾತಿಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಲು ಸಮರ್ಥರಾದಿರಿ — ಇವುಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನನ್ನಷ್ಟೆ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು. ಇಂತಹ ಮೊದಲ ಆಕಾಶಕಾಯವನ್ನು ನೀವು 1992ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದು ನನಗೆ ಇನ್ನೂ ನೆನಪಿದೆ. ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು (ಇವು ಸುಮಾರು 100,000ದಷ್ಟು ಇವೆ) ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ನೀವದಕ್ಕೆ ಒಟ್ಟಾಗಿ 'ಕ್ಯೂಪರ್ ಬೆಲ್ಟ್' (Kuiper Belt) ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದಿರಿ. ಈ ಕ್ಯೂಪರ್ ಬೆಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಅವನಿಂದ ಸುಮಾರು 30AU ರಿಂದ 50AUನಷ್ಟು ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ.

Astronomical Unit (AU) – ಖಗೋಳ ಮಾನ ಎಂಬುದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಂತರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಬಳಸುವ ಮಾನಕ. ಇದನ್ನು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಯು ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ಅಂತರ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂದು ಒಂದು AUಗೆ (ಖಗೋಳ ಮಾನ) 149,597,870,700 ಮೀಟರ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ಅಂದಾಜು 150 ದಶಲಕ್ಷ ಕಿ.ಮೀ ಎಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ. 2. ಪ್ಲೂಟೊ, ಪ್ಲೂಟಾಯ್ಡ್ ಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ಯೂಪರ್ ಬೆಲ್ಟ್. ಮೂಲ: NASA (NASA.gov). URL: https://i.ytimg.com/vi/2kNZ6bbHunU/maxresdefault.jpg. License: CC-BY-NC

ನೀವು ನನ್ನ ಸಂಗಾತಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದದ್ದು ನನಗೆ ಒಂದು ಕಡೆ ಸಂತೋಷ ತಂದರೂ, ಅದು ನನ್ನ ಸ್ಥಾನಮಾನದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಇಳಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗತೊಡಗಿತು. ನಿಮ್ಮ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, 'ನಾನು ನನ್ನ ಸುತ್ತಲಿನ ಇತರ ಗ್ರಹೇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಂತೆಯೇ ಇರುವುದರಿಂದ ನಾನು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಒಂದು ಗ್ರಹ ಎಂದು ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅರ್ಹನೇ? ಎಂದು ಪ್ರಶ್ನಿಸತೊಡಗಿದರು.



ಚಿತ್ರ 3. ಕಕ್ಷೆಯೊಂದರ ಪ್ರಧಾನ ಮತ್ತು ಗೌಣಾಕ್ಷಗಳು. ಮೂಲ: Sae1962, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Semi-major_axis#/media/File:An_image_describing_the_semi-major_and_semi-minor_axis_of_ellipse.svg. License: CC-BY-SA.

ನನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯ ವಿಕೇಂದ್ರಿಯತೆ 0.249ರಷ್ಟು ಇದೆ ಮತ್ತು ನಾನು 17.14°ಯಷ್ಟು ಬಾಗುತ್ತೇನೆ. ಇದು ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳ ವಿಕೇಂದ್ರಿಯತೆ ಮತ್ತು ಬಾಗುವಿಕೆಗಿಂತ ತೀರಾ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವಂಥದ್ದು ಎಂದು ಅವರು ಬೆಟ್ಟುಮಾಡಿ ತೋರಿಸತೊಡಗಿದರು. ಈ ಎರಡೂ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನೋಡಿದರೆ ನಾನು ಗ್ರಹಗಳಂತಿರದೆ, ಕ್ಯೂಪರ್ ಬೆಲ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ (Kuiper Belt Objects) ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇದ್ದೇನೆ ಎಂಬುದು ಅವರ ಅಂಬೋಣವಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ನನ್ನ ಅವಮಾನಗಳ ಸರಣಿ ಶುರುವಾಯಿತು – ನಿಮ್ಮ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಮತ್ತು ತಾರಾಲಯಗಳು ನನ್ನನ್ನು ಗ್ರಹಗಳ ಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಆಚೆಗಿಟ್ಟರು.

ನನ್ನ ಸಂಕಷ್ಟಗಳಿಗೆ ಕಳಸವಿಡುವಂತೆ ನಡೆದಿದ್ದು, ನನ್ನ ಸೋದರಸಂಬಂಧಿಯಾದ ಎರಿಸ್ (Eris)ನ ಪತ್ತೆ. ಆಕೆಗೆ ನನಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿಕೇಂದ್ರೀಯತೆ. ಅವಳ ವಿಕೇಂದ್ರೀಯತೆಯ ಪ್ರಮಾಣ 0.44ರಷ್ಟು. (ಅವಳು ತನ್ನ ಪ್ರತಿ ಪರಿಭ್ರಮಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರ, ಅಂದರೆ 97 AUನಷ್ಟು ದೂರ ಹೋಗುತ್ತಾಳೆ ಮತ್ತು ಹತ್ತಿರ

ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷ (major axis), ಅರೆ ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷ (Semi Major Axis), ಸೌರದೂರಬಿಂದು (Aphelion), ಸೂರ್ಯಸಮೀಪದ ಬಿಂದು ಅಥವಾ ಉಪಸೌರ (Perihelion), ವಿಕೇಂದ್ರೀಯತೆ (Eccentricity), ಮತ್ತು ಬಾಗುವಿಕೆ (Inclination).

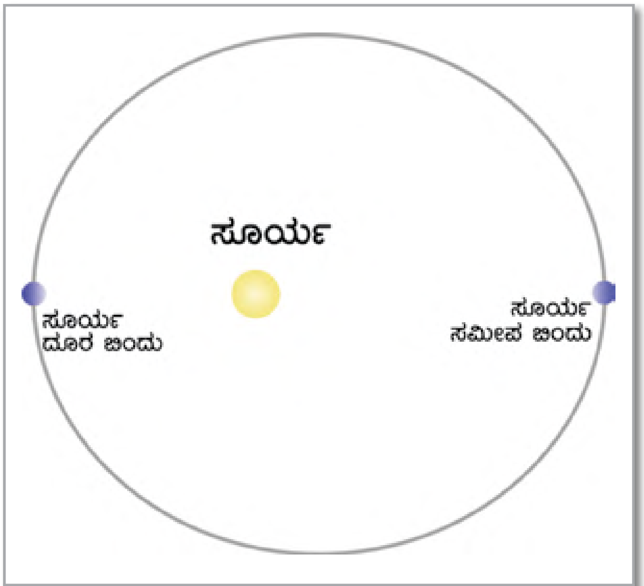
ಗ್ರಹಗಳು (ಮತ್ತು ಕುಬ್ಜಗ್ರಹಗಳು/ಧೂಮಕೇತುಗಳು) ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಅಂಡಾಕಾರದ(ಅಥವಾ ದೀರ್ಘವೃತ್ತ) ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂಡಾಕೃತಿಯ ಅತ್ಯಂತ ಉದ್ದನೆಯ ವ್ಯಾಸವು ಕಕ್ಷೆಯ **ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷ**ವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಧವನ್ನು ಅರೆ **ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸೌರದೂರಬಿಂದುವು (ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ದೂರವಿರುವ ಬಿಂದು ಮತ್ತು **ಸೂರ್ಯಸಮೀಪಬಿಂದುವು (ಉಪಸೌರ)**ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸುತ್ತುಹಾಕುವ ಗ್ರಹದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪ ಇರುವ ಬಿಂದು. **ವಿಕೇಂದ್ರೀಯತೆ**ಯು ಅಂಡಾಕೃತಿಯು ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಜಜ್ಜಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂಡಾಕೃತಿಯು ಜಜ್ಜಲ್ಪಡದೆ ಇರುವಾಗ, ಅದು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಕೇಂದ್ರೀಯತೆಯು ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂಡಾಕೃತಿಯ ವಿಕೇಂದ್ರಿಯತೆಯು 0–1 ತನಕ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಗ್ರಹ (ಅಥವ ಕುಬ್ಜಗ್ರಹ/ಧೂಮಕೇತುವಿನ) ಬಾಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯ ಪಥದ ಸಮತಲ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಕಕ್ಷೆಯ ಪಥದ ಸಮತಲ ನಡುವೆ ಉಂಟಾಗುವ ಕೋನ ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ 1: ಕೆಲವು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಇರುವ ದೂರ, ಅವುಗಳ ವಿಕೇಂದ್ರಿಯತೆ ಮತ್ತು ಬಾಗುವಿಕೆ.

ಆಕಾಶಕಾಯ	ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಇರುವ ಕನಿಷ್ಠ ದೂರ (Perihilion) (AU)	ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಇರುವ ಗರಿಷ್ಠ ದೂರ (Aphilion) (AU)	ವಿಕೇಂದ್ರೀಯತೆ	ಬಾಗುವಿಕೆ (ಡಿಗ್ರಿ) (degree)
ಬುಧ	0.307	0.466	0.205	7.005
ಶುಕ್ರ	0.718	0.728	0.007	3.394
ಭೂಮಿ	0.983	1.016	0.017	0.000
ಮಂಗಳ	1.381	1.666	0.093	1.851
ಗುರು	4.950	5.454	0.048	1.305
ಶನಿ	9.024	10.086	0.054	2.484
ಯುರೇನಸ್	18.33	20.11	0.047	0.770
ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್	29.81	30.33	0.008	1.769
ಪ್ಲೂಟೊ	29.66	49.32	0.249	17.14
ಎರಿಸ್	37.91	97.65	0.440	44.04

ಮೂಲ: ವಿಕಿಪೀಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಗ್ರಹ/ಕುಬ್ಜಗ್ರಹದ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮಾಹಿತಿ ಪುಟಗಳು.

ಬರುವಾಗ ಸುಮಾರು 38 AUನಷ್ಟು ಹತ್ತಿರಬರುತ್ತಾಳೆ – ಇದು ಕೆಲವು ಸಲ ನನ್ನ ಕಕ್ಷೆಗಿಂತಲೂ ತುಂಬ ಸಮೀಪವಿರುತ್ತದೆ). ಆದರೆ ನನ್ನ ದುರಾದೃಷ್ಟಕ್ಕೆ ಅವಳು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ನನಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಣ್ಣಗಿದ್ದರೂ, ಅವಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ನನಗಿಂತ ಶೇ 27ರಷ್ಟು ಜಾಸ್ತಿ ಇದೆ. ಎರಿಸ್ ಒಬ್ಬಳ ತಾಪತ್ರಯ ಸಾಲದೆಂಬಂತೆ,



ಚಿತ್ರ 4. ಒಂದು ಕಕ್ಷೆಯ ಸೂರ್ಯದೂರಬಿಂದು ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ ಸಮೀಪ ಬಿಂದು (ಉಪಸೌರ). **ಚಿತ್ರಕೃಪೆ:** Chris55, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Perihelion_and_aphelion#/media/File:Perihelion-Aphelion.svg. License: CC-BY-SA.

ನನ್ನಷ್ಟೆ ಗಾತ್ರದ ಇನ್ನಿಬ್ಬರು, ಸೆಡ್ನಾ (Sedna) ಮತ್ತು ಕ್ವಾವಾರ್ (Quaoar) ಬೆಳಕಿಗೆ ಬರುವ ಮೂಲಕ ನನ್ನ ಗ್ರಹಗತಿ ಪೂರ್ತಿ ಬಿಗಡಾಯಿಸಿತು. 'ಅವರಿಬ್ಬರನ್ನೂ ಗ್ರಹಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಬೇಕೆ ಅಥವ ನನ್ನನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿದಂತೆ ಅವರಿಬ್ಬರಿಗೂ ಹಿಂಬಡ್ತಿ ಕೊಡಬೇಕೇ,' ಎಂಬ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಯಲ್ಲಿ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಸಿಲುಕಿದರು. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಎದ್ದಿದ್ದೇ ತಡ, ಬಹುತೇಕರು, 'ಪ್ಲೂಟೊವನ್ನು ಕೆಳಗಿಳಿಸಿ', 'ಪ್ಲೂಟೊವನ್ನು ಕೆಳಗಿಳಿಸಿ' ಎಂದು ಬೊಬ್ಬಿಡತೊಡಗಿದರು.

ಕೊನೆಗೆ, 24 ಅಗಸ್ಟ್, 2006ರಂದು ನಡೆದ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಸಂಘದ ಸಭೆಯಲ್ಲಿ ನನ್ನನ್ನು 'ಕುಬ್ಜಗ್ರಹ' ಎಂದು ಮರುವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಸುದ್ದಿಯಿಂದ ನಾನು ಎಷ್ಟು ತತ್ತರಿಸಿಹೋದೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ನಾನು ನಿಮಗೆ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಈ ಸಭೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದ್ದ ಮಹನೀಯರುಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿನ ಕಾಯಗಳನ್ನು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ಹಲವಾರು ಮಾನದಂಡಗಳನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟರು. ಈ ಕಠಿಣ ಮಾನದಂಡಗಳು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಯಾವತ್ತಾದರೂ ನನ್ನನ್ನು ಗ್ರಹವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳ ಒಕ್ಕೂಟಕ್ಕೆ ನನ್ನ ಮರುಪ್ರವೇಶವನ್ನು ಬಹಳ ಕಷ್ಟಕರವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದವು. ಅವರ ಪ್ರಕಾರ:

1. ಗ್ರಹವು: (ಅ). ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಒಂದು ಆಕಾಶಕಾಯ, (ಆ) ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಇತರ ಕಾಯಗಳ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಷ್ಟು

ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಗಾಗಿ:

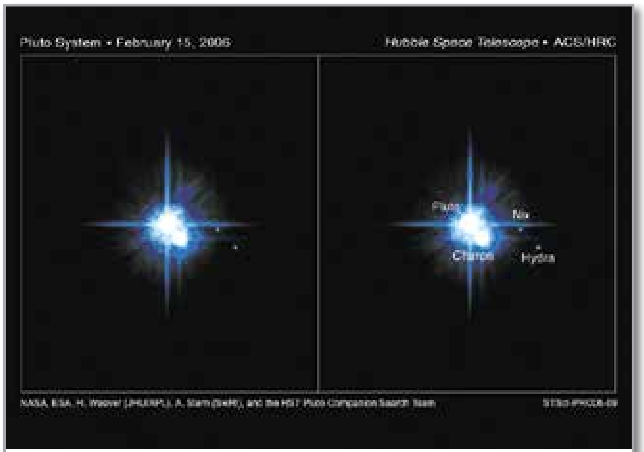
ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಲ್ಲಿ New Horizons mission ಎಂಬ ಪುಟದಲ್ಲಿರುವ (http://pluto.jhuapl.edu/) ಎಂಬ ಬಹುಮಾಧ್ಯಮ ಕೊಂಡಿಯನ್ನು ಕ್ಲಿಕ್ ಮಾಡಿದರೆ ನಿಮಗೆ ಪ್ಲೂಟೊ ಕುರಿತಂತೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವರ್ಣಮಯ ಮಾಹಿತಿ ಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಗೆಯೇ ಇದೇ ತಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಳಕಾಣಿಸಿದ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊಂಡಿ ಕೂಡ: (http://pluto.jhuapl.edu/Participate/teach/Activities.php)

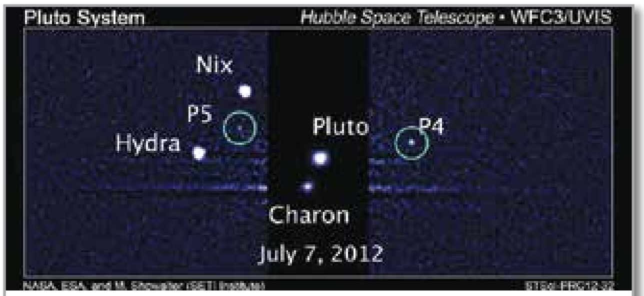
ಇಲ್ಲಿ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಿ ಹಲವಾರು ಪಠ್ಯಯೋಜನೆಗಳು ಮತ್ತು ತರಗತಿ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಲಭ್ಯ ಇವೆ. ಇವು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಬೋಧನಾ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು.

ಸ್ವಂತದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅದು ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಮತೋಲನ (hydrostatic equilibrium) ವನ್ನು, ಅಂದರೆ ಸರಿಸುಮಾರು ದುಂಡನೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು (ಇ) ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯ ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಖಾಲಿಯಾಗಿರಿಸಿರುತ್ತದೆ.

2. ಕುಬ್ಜಗ್ರಹವು: (ಅ). ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಒಂದು ಆಕಾಶಕಾಯ, (ಆ) ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ



ಚಿತ್ರ 5. ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಇತರ ಸಂಗಾತಿಗಳು – ನಿಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರಾ. ಇವುಗಳನ್ನು ನಾವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ತರಂಗಾಂತರಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಇವುಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಅಪಾರ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ಅದರ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಿಂದ ಆವೃತ್ತವಾಗಿದ್ದು, ಹೊಳೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮೂಲ: Hubble Space Telescope.



ಚಿತ್ರ 6. ಪ್ಲೂಟೊವಿನ ಇನ್ನಿಬ್ಬರು ಸಂಗಾತಿಗಳಾದ P4 ಮತ್ತು P5 ಗಳನ್ನು 2010ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು (ಇವರನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಕರ್ಬೆರೊಸ್ (Kerberos) ಮತ್ತು ಸೈಕ್ಸ್ (Syx) ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಲಾಯಿತು). ಇವುಗಳನ್ನು ನಾವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ತರಂಗಾಂತರಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಇವುಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಅಪಾರ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ಅದರ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಿಂದ ಆವೃತ್ತವಾಗಿದ್ದು, ಹೊಳೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮೂಲ: Hubble Space Telescope.

ಇತರ ಕಾಯಗಳ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಷ್ಟು ಸ್ವಂತದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅದು ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಮತೋಲನವನ್ನು, ಅಂದರೆ ಸರಿಸುಮಾರು ದುಂಡನೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು (ಇ) ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯ ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶ ಖಾಲಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು (ಈ) ಅದು ಉಪಗ್ರಹ ಅಲ್ಲ.

3. ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹೇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ 'ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಕಿರಿಯ ಆಕಾಶಕಾಯ'ಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವುದು.

ಈಗ ನೀವೇ ನೋಡಿ, ನಾನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಮೂರನೇ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ದುರಾದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ನಾನು ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶ ಖಾಲಿಯಾಗಿಸಿಲ್ಲ. ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಸಾವಿರಾರು ಇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಿರುವ ನಿಬಿಡ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನಾನು ಹುಟ್ಟಿದ್ದೇನೆ. ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುವ, ನನ್ನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಇತರ ಕಾಯಗಳ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಷ್ಟು ಸ್ವಂತದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇದ್ದು, ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ, ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಮತೋಲನವು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿ, ನಾನು ಸರಿಸುಮಾರು ದುಂಡನೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೂ, ನನಗೆ ನನ್ನ ನೆರೆಹೊರೆಯವರಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ 24ನೇ ಅಗಸ್ಟ್ 2006ರಂದು ನನ್ನನ್ನು ಸಾರಾಸಗಟಾಗಿ ಗ್ರಹಗಳ ಒಕ್ಕೂಟದಿಂದ ಹೊರದಬ್ಬಲಾಯಿತು.

ಆದರೆ, ಈ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲೂ ನನಗೆ ಸಮಧಾನ ತಂದಿದ್ದು, ನಿಮ್ಮ ಗ್ರಹದ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರು ನನ್ನ ಹಿಂಬಡ್ತಿಯನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ ಆಕ್ರೋಶ. (ಜನರು ನನ್ನ ಹಿಂಬಡ್ತಿಯನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಹಾಡುಕಟ್ಟಿ ತಮ್ಮ ನೋವು ತೋಡಿಕೊಂಡರು. ಅಂತಹ ಏಳು ಜನಪ್ರಿಯ ಹಾಡುಗಳನ್ನು ನಾನು ಕೇಳಿಸಿಕೊಂಡೆ). ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈ ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ನನ್ನ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ವಿನಾಯಿತಿ ತೋರಿಸಬೇಕಾದ ಸನ್ನಿವೇಶ ಉದ್ಭವವಾಯಿತು. ಅವರು ನನ್ನ ಗೌರವಾರ್ಥ 'ಪ್ಲುಟಾಯ್ಡ್ಸ್' ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆಯದೇ ಆದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಒಂದು ವರ್ಗವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದರು.

ಪ್ಲುಟಾಯ್ಡ್ಸ್‌ಗಳು ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್‌ನ ಅರೆಪ್ರಧಾನ ಕಕ್ಷೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು. ಇವುಗಳು ತಮ್ಮ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಇತರ ದೃಢಕಾಯಗಳ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಷ್ಟು ಸ್ವಂತದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಲು ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳು ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಮತೋಲನವನ್ನು, ಅಂದರೆ ಸರಿಸುಮಾರು ದುಂಡನೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಯ ಸುತ್ತ ಇರುವ ಇತರ ನೆರೆಹೊರೆಯ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಇರಲಿ ಬಿಡಿ. ನಾನು ಗ್ರಹ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಏನಾಯಿತು? ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಮನೆ ಎಂದು ಕರೆಯುವ ನಿಮ್ಮ ಭೂಗ್ರಹವನ್ನೇ ನೋಡಿ – ಅದು ಗುರುಗ್ರಹ, ಶನಿಗ್ರಹಗಳಂತಹ ದೈತ್ಯ ಗ್ರಹಗಳ ಒಕ್ಕೂಟದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಚುಕ್ಕೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇದೆ ಅಷ್ಟೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ನಾನು ನಮ್ಮ ಕ್ಯೂಪರ್ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಲ್ಲಿ (Kuiper Body Objects) ರಾಜನಂತಿದ್ದೇನೆ ಮತ್ತು ನನ್ನದೇ ಹೆಸರಡಿಯಲ್ಲಿ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಒಂದು ಗುಂಪೇ ಇದೆ.

ನೀವು ಒಂದು ವಿಷಯವನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ – ಇಂದಿನಿಂದ ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕ ಹೀಲಿಯಂ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು, ಅವನು ತನ್ನ ಇಂಧನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವನು. ಇದಾಗುವಾಗ ಅವನ ಹೊರಕವಚವು ಹೊರಮುಖವಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಿ, ಅವನು ಒಂದು ಕೆಂಪುದೈತ್ಯನ ರೂಪ ತಾಳುತ್ತಾನೆ. ಈ ದೈತ್ಯನು ಬುಧ ಗ್ರಹ, ಶುಕ್ರ ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಬಹುಶಃ ನಿಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕೂಡ ನುಂಗಿಹಾಕಿಬಿಡಬಹುದು. ಆದರೆ ನಾನು ಮಾತ್ರ ಈ ಎಲ್ಲಾ ವಿನಾಶದಿಂದ ದೂರವಾಗಿ, ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಕ್ಯೂಪರ್ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಪ್ರಶ್ನಾತೀತ ಒಡೆಯನಾಗಿ ಮೆರೆಯುತ್ತಿರುತ್ತೇನೆ.

References

1. Pluto. (2016, February 22). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:05, February 23, 2016, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Pluto&oldid=706223881
2. Plutoid. (2016, January 7). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:07, February 23, 2016, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Plutoid&oldid=698715537
3. IAU definition of planet. (2016, January 28). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:07, February 23, 2016, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=IAU_definition_of_planet&oldid=702140377
4. Kuiper belt. (2016, February 20). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:07, February 23, 2016, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kuiper_belt&oldid=705900423
5. Eris (dwarf planet). (2016, February 22). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 15:07, February 23, 2016, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Eris_(dwarf_planet)&oldid=706333070

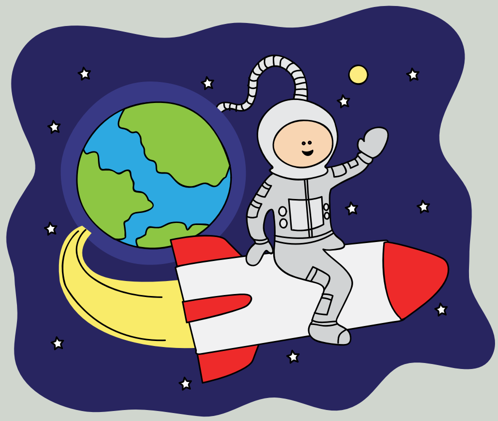
ರಾಮ್‌ಗೋಪಾಲ್ (ರಾಮ್‌ಜಿ) ವಲ್ಲತ್ ಜನಪ್ರಿಯ ಬರಹಗಾರರು ಮತ್ತು ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪ್ರೇರಣೆಯ ಉಪನ್ಯಾಸಕರು 'Oops the Mighty Gurgle' ಎಂಬುದು ಅವರ ಹಾಸ್ಯಭರಿತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾದಂಬರಿ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಮತ್ತು ಕಾಲೇಜು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಖಾಸಗಿ ಕಂಪೆನಿಗಳ ಉದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರೇರಣಾತ್ಮಕ ಭಾಷಣಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ರಾಮ್‌ಜಿಯವರ ಇಷ್ಟದ ಹವ್ಯಾಸ ಎಂದರೆ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾರ್ಯಾಗಾರಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿಕೊಡುವುದು. ಅವರನ್ನು ಕುರಿತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು www.ramgvallath.com ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅವರ ಟ್ವಿಟರ್ ಖಾತೆ: @ramgvallath ಮತ್ತು ಅವರ ಮಿಂಚಂಚೆ: ramgopal.vallath@gmail.com. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

ಘನ ಅನಿಲಗಳು ಮತ್ತು ಲೋಹದ ಆವಿಗಳು

— ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್

ಆಕಾಶದ ಹಲವು ಅಚ್ಚರಿಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳೂ ಒಂದು. ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯ ಇರುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆಗಳು ಕೂಡ ಆಕರ್ಷಕವಾಗಿವೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಏರುಪೇರು, ಅಲ್ಲಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಮತ್ತು ವೇಗದ ವಿಭಿನ್ನ ಗುಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ವರ್ತನೆಯು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ವರ್ತನೆಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅಮೇರಿಕಾದಲ್ಲಿರುವ National Aeronautics and Space Administration (NASA) ಸಂಸ್ಥೆಯು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿದ ನ್ಯೂ ಹೊರೈಜ಼ನ್ ಆಕಾಶನೌಕೆಯು ತನ್ನ ಒಂಬತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಸುದೀರ್ಘ ಭ್ರಮಣದ ನಂತರ 2015 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕುಬ್ಜ ಗ್ರಹವಾದ ಪ್ಲೂಟೋವಿನ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸಿತು. ಅದರಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕಂಡದ್ದು ಸಾರಜನಕ ಘನೀಕರಿಸಿ ಉಂಟಾದ ನೀರ್ಗಲ್ಲ ವಿಶಾಲ ಬಯಲುಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ತಲೆ ಎತ್ತಿ ನಿಂತ ಹಲವು ಕಿಲೋಮಿಟರ್ ಎತ್ತರದ ಹಿಮ ಪರ್ವತಗಳು. ನಿಜಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಈ ಹಿಮ ಪರ್ವತಗಳು ಘನೀಕೃತ ಸಾರಜನಕದ ನೀರ್ಗಲ್ಲುಗಳ ಮೇಲೆ ಕುಳಿತ ಮತ್ತು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರದ ಹಿಮಗಡ್ಡೆಗಳು.



ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಬುಧ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಪೊಟಾಸಿಯಂ ಅನಿಲಗಳ ತೆಳುವಾದ ಆವಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿದೆ. ಆದರೆ ಅನಿಲ ದೈತ್ಯ ಎಂದು ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಗುರು ಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಎಂಬುದೇ ಇಲ್ಲ! ಗುರು ಗ್ರಹದ ಮೇಲಿನ ತುದಿ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ (ಮೇಲ್ಪದಿ ಕಾಲು ಭಾಗ) ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡದ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕಿತ್ತು ಹೋಗಿ ಅವು ದ್ರವ ಲೋಹವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಗುರು ಗ್ರಹದ ವಾತಾವರಣದ ಇನ್ನೂ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಸ್ಯಾಂಡ್‌ವಿಚ್ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಳಗಿನ ಪದರದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಮತ್ತು ಮೇಲಿನ ಪದರದಲ್ಲಿರುವ ಅಮೋನಿಯಾದ ಹಿಮಗಡ್ಡೆ ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಮೋನಿಯಾ ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡ್ ಹರಳುಗಳು. ಯುರೇನಸ್ ಮತ್ತು ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಹರಳುಗಟ್ಟಿದ ಮಿಥೇನ್‌ನಿಂದಾದ ಮೋಡಗಳಿವೆ. ಮಿಥೇನ್ ನೀಲಿ ಬಣ್ಣವೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬೇರೆಲ್ಲಾ ತರಂಗಾಂತರಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ, ಈ ಎರಡೂ ಗ್ರಹಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಅನ್ವೇಷಣಾ ನೌಕೆ ಅಥವ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ.

ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದೇ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ರೀತಿಯ ವಾತಾವರಣವು ಇಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಮನುಷ್ಯರು ಇಲ್ಲಿಗೆ ಭೇಟಿ ಕೊಡಬೇಕಾದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬದುಕುಳಿಯಲು ತಮ್ಮ ಜೊತೆಗೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಕೂಡ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ!

ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–ಇಲ್ಲಿ ಅಣು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿ.ಎಚ್.ಡಿ. ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬರವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲೂ ಅಣು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರೋಗಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಇವರನ್ನು vigneshnarayan313@gmail.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

ಲೊಲಿತಿಕಾ ಮಂಡಲ್

ಅವರೊಂದಿಗೆ ಸಂದರ್ಶನ

ಲೊಲಿತಿಕಾ ಮಂಡಲ್ ಅವರು ಮೊಹಾಲಿಯಲ್ಲಿರುವ Indian Institute of Science Education and Research (IISER) ನಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ರಕ್ತಕಣಗಳು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಅವರು ಕೈಗೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಈ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಹೊಸ ಅರಿವನ್ನು ಮೂಡಿಸಿದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಅವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ತಮ್ಮ ಜೀವನಾನುಭವಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ನೀವು ಈಗ ನಿರತರಾಗಿರುವ ಕೆಲಸದ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ವಿವರಿಸುವಿರಾ?

ರಕ್ತಕಣಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು (haematopoiesis) ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ನಾವೀಗ ಪ್ರಯೋಗ ನಿರತರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ರಕ್ತಕಣಗಳ ರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಮಾದರಿಯಾಗಿ ನಾವು ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿರುವುದು ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ (Drosophila) ಎಂಬ ಹಣ್ಣಿಗೆ ಮುತ್ತುವ ಸಣ್ಣನೊಣ (ಹಣ್ಣುನೊಣ). ಇದರ ಗಾತ್ರ ತುಂಬಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು, ಪೂರ್ಣ ಬೆಳೆದ ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಉದ್ದವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ನೊಣಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತುಂಬಾ ಕಳಿತ ಅಥವ ಕೊಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಹಣ್ಣನ್ನು ಮುತ್ತಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ರಕ್ತಕಣಗಳ ರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಮಾದರಿಯಾಗಿ **ಕೀಟವೊಂದನ್ನು** ನಾವು ಏಕೆ ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗಬಹುದು – ಕೀಟಗಳ ದೇಹದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಇರುವ ರೀತಿಯ ರಕ್ತ ಕೂಡ ಇಲ್ಲವಲ್ಲ? ಹಾಗಿರುವಾಗ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಿಂದ ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣಗಳ ರಚನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಏನು ಕಂಡುಕೊಂಡಂತಾಗುತ್ತದೆ? ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದಲ್ಲಿ (ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ) ಇರುವ ದುಗ್ಧರಸ (haemolymph) ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರ ರಕ್ತಕ್ಕೆ ತುಂಬಾ ಸಾಮ್ಯತೆ ಇದೆ. ಕೀಟದ ದೇಹದೊಳಗೆ ಪರಿಚಲಿಸುವ ಈ ದುಗ್ಧರಸವು ಅದರ ಎಲ್ಲಾ ಅಂಗಾಂಶಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಕೀಟದ ದುಗ್ಧರಸದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರ ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ತುಂಬಾ ಸಾಮ್ಯತೆ ಇದೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನದಾಗಿ, ಈ ಎರಡೂ ಜೀವರಸದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕೂಡ ಒಂದೇ ರೀತಿಯದ್ದಾಗಿದೆ.

ಮನುಷ್ಯರ ರಕ್ತಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲೇ ಏಕೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಾರದು ಎಂದು ನೀವು ಕೇಳಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯರ ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಜೀವಿತಾವಧಿ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ. ಮನುಷ್ಯರ ದೇಹದಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಕಾಂಡ ಕೋಶ (haematopoietic stem cells) ಗಳು ಎಂಬ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಜೀವಕೋಶಗಳಿವೆ ಇವುಗಳ ವಿಭಜನೆಯಿಂದ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಹಳೆಯ ಕಣಗಳು ನಶಿಸಿದಂತೆ ಹೊಸ ಕಣವು ಆ ಜಾಗವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತವೆ. ದೇಹದ ಒಳಗಡೆ ಈ ವಿಶೇಷ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಇರುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜಾಗವನ್ನು ನಿಶ್ (niche) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕಾಂಡ ಕೋಶಗಳ ವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ನಿಶ್ ಅತಿಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ನಿಶ್, ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಎಷ್ಟು ಬಾರಿ ವಿಭಜನೆಗೊಳ್ಳಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಕಾಂಡಕೋಶತನ (stemness) ವನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾಂಡಕೋಶತನ ಎನ್ನುವುದು ಅವು ತಾವು ಹೆಚ್ಚು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗದೆ ಉಳಿಯುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ಅಂತರ್ಗತ ಗುಣಲಕ್ಷಣ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾಗಿ ನಾವು ಕೇಳುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳೆಂದರೆ: ಈ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳ ನಿಶ್‌ನಿಂದ ಬರುವ ಯಾವ

> ನನ್ನ ವೃತ್ತಿಯು ನನಗೆ ತಾರ್ಕಿಕವಾಗಿ ಚಿಂತಿಸುವುದನ್ನು, ಒಂದು ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ತಲ್ಲೀನವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದನ್ನು ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿಯಾಗುವುದನ್ನು ಕಲಿಸಿದೆ. ಇಡೀ ದಿನ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಬಂದು ನನ್ನ ಮಕ್ಕಳ ಜೊತೆ ನಾನು ಕಳೆಯುವ ಸಮಯ ನನ್ನಲ್ಲಿ ಹೊಸಚೈತನ್ಯವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತದೆ.

ಸಂಕೇತಗಳು ಕಾಂಡಕೋಶಗಳನ್ನು ವಿಭಜನೆಯಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ? ಈ ಕಾಂಡಕೋಶತನವನ್ನು ಈ ನಿಶ್ ಹೇಗೆ ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತದೆ? (ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಪರಿಚಲಿಸುವ ಪೂರ್ಣ ವಿಶಿಷ್ಟ ರಕ್ತ ಕಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವ) ಪಕ್ವತಾ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿಸದಂತೆ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳ ನಿಶ್ ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಹೇಗೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ?

ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣಗಳ ರಚನೆಯ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳ ನಿಶ್ ಇರುವುದು ಮೂಳೆಗಳ ಮಜ್ಜೆಯಲ್ಲಿ. ನಮ್ಮ ಸೊಂಟ ಮತ್ತು ತೊಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಳೆಗಳ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಸ್ಪಂಜಿನಂತಹ ಭಾಗವೇ ಈ ಮಜ್ಜೆ. ಮನುಷ್ಯರ ಮಜ್ಜೆಯಲ್ಲಿರುವ ರಕ್ತರಚನೆಯ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳ ನಿಶ್ ಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದು ಅಂತಹ ಸುಲಭದ ಕೆಲಸವಲ್ಲ. ಆದರೆ ನೊಣಗಳ ಕಾಂಡಕೋಶಗಳು ಅವುಗಳ ದುಗ್ಧ ಗ್ರಂಥಿಗಳಲ್ಲಿ (ರಕ್ತ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಅಂಗ) ಇರುವ ಕಾರಣ ಮತ್ತು ಈ ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯತೆ ಇರುವ ಕಾರಣ ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ರಕ್ತರಚನೆಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗೆ ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ ಒಂದು ಆಕರ್ಷಣೀಯ ಮಾದರಿಯಾಗಿ, ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ಮೂಡಿಸುವ ಹಲವಾರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ಕೆಲಸದ ದಿನಚರಿ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ?

ನಾನು ನನ್ನ ಕೆಲಸದ ಆರಂಭದ ಕೆಲವು ಗಂಟೆಗಳನ್ನು ನನ್ನ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಕಳೆಯುತ್ತೇನೆ. ಅವರು ಹಿಂದಿನ ದಿನ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ, ಅವರಿಗೇನಾದರೂ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಎದುರಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ನಾವು ವಾರಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಭೇಟಿಯಾಗಿ ಸುದೀರ್ಘ ಚರ್ಚೆ ನಡೆಸುತ್ತೇವೆ ಮತ್ತು ಒಂದೊಂದೇ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟಿನ ಬಗ್ಗೆ ಚಿಂತನ-ಮಂಥನ ನಡೆಸುತ್ತೇವೆ.

ಇನ್ನು, IISER ಪದ್ಧತಿಯ ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಮತ್ತು ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ B.Sc / M.Sc ಸಂಯೋಜಿತ ಪದವಿ ಕೋರ್ಸುಗಳೂ ಇರುವುದರಿಂದ ನಾನು ದಿನಕ್ಕೆ ಒಂದೂವರೆ ಗಂಟೆ ಪಾಠ ಮಾಡುತ್ತೇನೆ ಅಥವಾ ತರಗತಿಗೆ ಸಿದ್ಧತೆ ನಡೆಸುತ್ತಿರುತ್ತೇನೆ.

ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ನಿಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಂತೋಷ ಕೊಟ್ಟ ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮನ್ನು ತೀವ್ರ ಹತಾಶೆಗೊಳಿಸಿದ ವಿಚಾರಗಳು ಯಾವುವು?

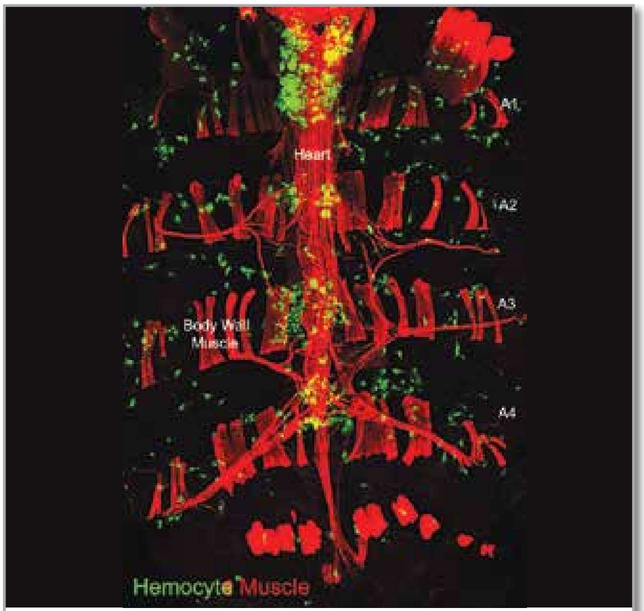
ಪ್ರಕೃತಿಯು ನಮ್ಮಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಅವಕಾಶ ನನಗೆ ಸಿಕ್ಕಿರುವುದು ನನಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಂತೋಷ ಕೊಡುವ ವಿಚಾರ. ಶ್ರೇಷ್ಠ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿರುವ ಇ. ಒ. ವಿಲ್ಸನ್ ಅವರ ಮಾತಿನಂತೆ, [ಜಗತ್ತಿನ ಬಗ್ಗೆ] ನಮ್ಮ ಅಚ್ಚರಿಯು ಅತಿ ತ್ವರಿತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ; ಅರಿವಿನ ಆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿದಷ್ಟೂ ನಿಗೂಢತೆ ಇನ್ನೂ ಗಾಢವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ನನ್ನ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಎರಡು ಅಂಶಗಳು ನನ್ನನ್ನು ಹತಾಶೆಗೀಡುಮಾಡುತ್ತವೆ: ಮೊದಲನೆಯದು, ನಾವು ಮಾಡಿದ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಲೇಖನವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ನಮಗೆ ಎದುರಾಗುವ ಅಡೆತಡೆಗಳು. ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಸಮಸ್ಕಂಧರ ವಿಮರ್ಶೆ ಇಲ್ಲದೆ (ಸಮಸ್ಕಂಧರ ವಿಮರ್ಶೆ ಎಂದರೆ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನವನ್ನು ಅದೇ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಇತರ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಿಮರ್ಶಿಸುವುದು. ಇವರು ಜಗತ್ತಿನ ಯಾವ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಾದರೂ ಇರಬಹುದು) ನಾವು ಬರೆದ ಲೇಖನವನ್ನು ಒಂದು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ನಿಯತಕಾಲಿಕದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ನಿಯತಕಾಲಿಕಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿ ಒಗೆಯುವುದನ್ನು ಕಂಡಾಗ ಸಂಕಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಧನ ಸಹಾಯ ಸಿಗದೆ ಇರುವುದು. ಇದು ಸಂಶೋಧನೆಯ ಗುಣಮಟ್ಟವನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸುವುದಲ್ಲದೆ, ನಾವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ನಿಧಾನಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಸಮಾಜಕ್ಕೆ ನಿಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಪ್ರಯೋಜನಗಳು ಯಾವುವು?

ನಾನು ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ, ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೂ ಹಣ್ಣುನೊಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೂ, ಅಂದರೆ ಅದರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲೂ ತುಂಬಾ ಸಾಮ್ಯತೆ ಇದೆ.

ಇತ್ತೀಚಿಗಷ್ಟೇ ನನ್ನ ಅಧ್ಯಯನ ತಂಡವು ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ ಮಾದರಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು (Haematopoietic hubs) ಗುರುತಿಸಿದೆ. ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಭಾಗಗಳನ್ನು ನಾವು ಕಶೇರುಕಗಳ



ಚಿತ್ರ 1. ಹಣ್ಣುನೊಣದ ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಕೇಂದ್ರಗಳು (Haematopoietic hubs): ಕಶೇರುಕಗಳ ಅಸ್ತಿಮಜ್ಜೆಯ ಸರಳ ರೂಪ. ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಕೇಂದ್ರಗಳು (ಹಸಿರು), ಇವು ಕೆಂಪುರಕ್ತಕಣಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗೊಂಚಲುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಮೂಲ (progenitors) ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ರಕ್ತಕಣ (differentiated blood cells) ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ನೊಣದ ಹೃದಯದ ಸ್ನಾಯುಗಳೊಂದಿಗೆ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಬೆಸೆದಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು (ಕೆಂಪು).

ಅಸ್ಥಿಮಜ್ಜೆಯ ಸರಳ ರೂಪಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯು ರಕ್ತ ಕಣಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಅಪಸಾಮಾನ್ಯ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಡ್ರೋಸೊಫಿಲವನ್ನು ಒಂದು ಸರಳ, ಅನುವಂಶೀಯವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದ ಮಾದರಿಯಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂದು ನಾವು ಆಶಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇದು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಪರಿಮಿತ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕಬಹುದು. ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ ಮಾದರಿಯು ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಕಾಂಡಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಹುಡುಕಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅವುಗಳ ವಲಸೆ ಮತ್ತು ರೋಗಪ್ರತಿರೋಧದಲ್ಲಿ, ಗಾಯ ಗುಣವಾಗುವುದರಲ್ಲಿ, ಮುಪ್ಪು, ಇತ್ಯಾದಿ ಕುರಿತಂತೆ ಅವುಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅರಿಯಲು ಕೂಡ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಹುದು.

ನಿಮ್ಮ ವೃತ್ತಿ ಬದುಕು ಮತ್ತು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಬದುಕು ಹೇಗೆ ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತವೆ?

ನಾನು ನನ್ನ ವೃತ್ತಿ ಬದುಕು ಮತ್ತು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಬದುಕಿನ ನಡುವೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದು ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದೇನೆ. ನನ್ನ ವೃತ್ತಿಯು ನನಗೆ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಚಿಂತಿಸುವುದನ್ನು, ಒಂದು ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದನ್ನು ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಕಲಿಸಿದೆ. ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿ ಒಂದು ಸುದೀರ್ಘ ದಿನದ ಕೆಲಸದ ಕೊನೆಗೆ ನನ್ನ ಮಕ್ಕಳ ಜೊತೆ ನಾನು ಕಳೆಯುವ ಸಮಯ ನನ್ನಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಚೈತನ್ಯವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಹೇಗೆ?

ನಾನು ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಬೇಕು ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯ ನನಗೆ ನೆನಪಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜೀವಜಗತ್ತಿನ ಬಗ್ಗೆ ನನಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಕುತೂಹಲವಿತ್ತು. ಚಳಿಗಾಲದ ಮತ್ತು ಬೇಸಿಗೆಕಾಲದ ರಜಾಸಮಯದಲ್ಲಿ ನನ್ನ ತಾಯಿ ಮತ್ತು ಅಜ್ಜಿ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ನಿದ್ದೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ನಾನು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಬೆನ್ನಟ್ಟಿ, ಹಕ್ಕಿಗಳನ್ನು ನೋಡುತ್ತಾ ಸಂತೋಷದಿಂದ ಸಮಯ ಕಳೆಯುತ್ತಿದ್ದುದು ನನಗೆ ನೆನಪಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗೆಗಿನ ನನ್ನ ಆಸಕ್ತಿಯು ನಾನು ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುವಂತೆ ನನ್ನನ್ನು ಎಷ್ಟು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದೆಯೆಂದರೆ ನಾನು ಬೇರೆ ಯಾವುದೇ ಉದ್ಯೋಗದತ್ತ ಯೋಚನೆಯೇ ಮಾಡಲಿಲ್ಲ.

ನನ್ನ ಪಯಣದುದ್ದಕ್ಕೂ ಹಲವಾರು ಜನರು ನನ್ನ ಆಸಕ್ತಿಗೆ ನೀರೆರೆದಿದ್ದಾರೆ. ನನ್ನ ತಂದೆ ತಾಯಿ ನಾನು ಹಿಡಿದ ಹಾದಿಗೆ ಬೆಂಗಾವಲಾಗಿದ್ದಾರೆ. ನನ್ನ ತಂದೆ ನನಗೆ ಆದರ್ಶವಾಗಿದ್ದರು. ಅವರೊಬ್ಬ ಬಿಡುವಿಲ್ಲದ ಕರ್ತವ್ಯನಿರತ ಸರ್ಜನ್ ಆಗಿದ್ದರೂ, ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗೆ ಅಪರಿಮಿತ ಆಸಕ್ತಿಯಿತ್ತು. ಅವರು ನನ್ನ ಮೊದಲ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ, ಅವರ ಜೊತೆಗಿನ ನನ್ನ ಚರ್ಚೆಗಳು ನನ್ನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿದವು. ನಾನು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿ ಪಡೆಯುವಂತೆ ಅವರೇ ನನಗೆ ಪ್ರೇರಣೆ ನೀಡಿದವರು. ನನ್ನ ಗಂಡ ಮತ್ತು ಸೋದರ ಇಷ್ಟು ವರ್ಷ ನಾನು ನನ್ನ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ಸಂತೋಷಪಡುವಂತೆ ನನಗೆ ಒತ್ತಾಸೆಯಾಗಿದ್ದಾರೆ ಮತ್ತು ಇನ್ನೂ ಮುಂದುವರಿಯಲು ಹುರಿದುಂಬಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ನನ್ನ ಕೊನೆಮೊದಲಿಲ್ಲದ ಕುತೂಹಲದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ನಾನು ನನ್ನ ಶಾಲಾ ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ಎಣೆಯಿಲ್ಲದೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಿದ್ದೆ. ಅವರು ಬೇಸರಗೊಳ್ಳದೆ, ನನಗೆ ಇನ್ನೂ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅಂತರಜಾಲ ಸಂಪರ್ಕ ಇಲ್ಲದ ಆ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮೆಲ್ಲ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನಾವು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತಿದ್ದುದು ನಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಪಾಲಕರನ್ನು. ಆದರೆ ಈಗಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ, ನಾವು

ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಒಮ್ಮೆ ಹೀಗೆ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ – ನಿಗೂಢತೆ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚರಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಚ್ಚರಿಯು ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಹೊಸತನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವ ಹಂಬಲಕ್ಕೆ ಬುನಾದಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಾನಸಿಕವಾಗಿ, ಬೌದ್ಧಿಕವಾಗಿ ಸಿದ್ಧರಾಗುವ ಮೊದಲೇ ಅಗಾಧವಾದ ಮಾಹಿತಿ (ದತ್ತಾಂಶ ಸಂಗ್ರಹ) ನಮ್ಮ ಮುಂದಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಮಾಹಿತಿಯ ಮಹಾಪ್ರವಾಹ ಇಲ್ಲದ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಾವು ನಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರೊಂದಿಗೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಚರ್ಚೆಗಳು, ಮಾತುಕತೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಆಪ್ತವು, ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರೇರಣಾತ್ಮಕವು ಆಗಿರುತ್ತಿದ್ದವು ಎಂದು ನನಗನ್ನಿಸುತ್ತದೆ.

ನಾನು ಪೋಸ್ಟ್ ಡಾಕ್ಟೋರಲ್ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದು University of California in Los Angeles (UCLA) ನಲ್ಲಿ. ಇಲ್ಲಿ ನನಗೆ ಪ್ರೊ. ಫ್ಲಾಕರ್ ಹಾರ್ಟೆನ್‌ಸ್ಟೇನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೊ. ಉತ್ಪಲ್ ಬ್ಯಾನರ್ಜಿ ಅವರಂತಹ ಇಬ್ಬರು ಅದ್ಭುತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೆಂಟೋರ್‌ಗಳಾಗಿ ಸಿಕ್ಕಿದ್ದು ನನ್ನ ಆದೃಷ್ಟ. ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣ ರಚನೆಯ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ನಾನು ತೊಡಗುವಂತೆ ನನ್ನನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿದವರು ಅವರೇ.

ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದಲ್ಲಿ ರಕ್ತ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿ ನೀವು ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದು ಹೇಗೆ?

ನಾನು ಬೆನಾರಸ್ ಹಿಂದೂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಜೀವಕೋಶವಿಜ್ಞಾನ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಇರುವ ಸೈಟೋಜೆನಿಟಿಕ್ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆ (Cytogenetic Laboratory) ಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ. ಜಗತ್ ರಾಯ್ ಅವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಗಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದೆ. ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದಲ್ಲಿ ಮೆದುಳು ಗಡ್ಡೆ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಜೀನ್‌ಗಳು (tumour suppressor gene) ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನನ್ನ ಅಧ್ಯಯನದ ವಿಷಯವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮೆದುಳು ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾನು

ಚಿತ್ರ 2. ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ– ತಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಉಪೇಕ್ಷಿತ ಜೀವಿ (ಸಿಂಡ್ರೆಲ್ಲಾ)

ನರವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಯಲು ಶುರು ಮಾಡಿದೆ; ಇದನ್ನು ಕಲಿಯುತ್ತಾ ಕಲಿಯುತ್ತಾ ಈ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಅತೀವ ಪ್ರೀತಿ ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡೆ.

ನನ್ನ ಪೋಸ್ಟ್ ಡಾಕ್ಟೋರಲ್ ಅಧ್ಯಯನದ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕರಾಗಿ ನಾನು ಪ್ರೊ. ಫ್ಲಾಕರ್ ಹಾರ್ಟೆನ್‌ಸ್ಟೆನ್ (UCLA) ಅವರನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡೆ. ಪ್ರೊ. ಹಾರ್ಟೆನ್‌ಸ್ಟೆನ್ ಅವರು ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಮೆದುಳು ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ನಡೆದಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಆದ್ಯ ಪ್ರವರ್ತಕರು. ನಾನು ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯನ್ನು ಸೇರಿ ಸುಮಾರು ಮೂರು ತಿಂಗಳು ಕಳೆದಿರಬಹುದು; ಆಗೊಂದು ದಿನ ಅವರು ನಾನು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಮೇಜಿನ ಬಳಿ ಬಂದವರು, ಪೋಸ್ಟ್ ಡಾಕ್ಟರಲ್ ಅಧ್ಯಯನದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಾವು ಸ್ವಲ್ಪ ರಿಸ್ಕ್ ತೆಗೆದು ಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಾವೇಕೆ ಭಾವಿಸುವುದಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದರು. ಅವರ ಮಾತಿನಿಂದ ನನಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಗಲಿಬಿಲಿಯಾಗಿ, ಈ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಅವರು ನನಗೇಕೆ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ ಎಂದು ಅವರನ್ನು ಕೇಳಿದೆ. ಅವರು ನಗುತ್ತಾ, "ನೀನು ಇಷ್ಟರವರೆಗೆ ಮಾಡದೆ ಇರುವುದನ್ನೇನಾದರೂ ಮಾಡು. ಹಾಗೆ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಖುಶಿ ಸಿಗುತ್ತದೆ," ಎಂದರು. "ರೋಗ ಪ್ರತಿರೋಧಕತೆಯನ್ನು ಕಲಿಯಲು ಡ್ರೋಸೊಫಿಲವನ್ನು ಒಂದು ಉತ್ತಮ ಮಾದರಿಯಾಗಿ ನಾವು ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ರಕ್ತ ಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಅರಿಯುವಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಮಾದರಿಯಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಹೆಚ್ಚು ಯೋಚಿಸಿಲ್ಲ. ಆ ನಿಟ್ಟಿನ ಅಧ್ಯಯನ ಇನ್ನೂ ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರು. ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದ ಈ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಲಿ ಎಂಬುದು ಅವರ ಅಪೇಕ್ಷೆಯಾಗಿತ್ತು. ಪ್ರೊ. ಹಾರ್ಟೆನ್‌ಸ್ಟೆನ್ ಅವರಂತೆ, ಪ್ರೊ.ಉತ್ಪಲ್ ಅವರಿಗೂ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ಬಗ್ಗೆ ವಿಪರೀತ ಆಸಕ್ತಿಯಿತ್ತು. ರಕ್ತಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಮೈಲಿಗಲ್ಲೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಮೊದಲ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನ ಹೊರಬಂದಿದ್ದು ಕೂಡ ಪ್ರೊ. ಉತ್ಪಲ್ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಿಂದ. ಹಾಗಾಗಿ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅನ್ವೇಷಿಸಬೇಕಾಗಿರುವುದು ತುಂಬಾ ಇದೆ ಎಂದು ನನಗನಿಸಿತು... ಮುಂದೇನಾಯ್ತು ನೋಡಿ ನಾನು ನರಜೀವವಿಜ್ಞಾನ (ನ್ಯೂರೋಬಯಾಲಜಿ) ಬಿಟ್ಟು, ಡ್ರೋಸೊಫಿಲದಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ತೊಡಗಿದೆ.

ಯಾರಾದರೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಇಂಥದ್ದೇ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಇರಬೇಕು ಎಂಬುದೇನಾದರೂ ಇದೆಯೇ?

ಕುತೂಹಲ, ಸ್ವಯಂಸ್ಫೂರ್ತಿ, ಬದ್ಧತೆ, ಹಿಡಿದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಮಾಡಬೇಕು ಎಂಬ ಕಾರ್ಯಶ್ರದ್ಧೆ ಹೊಂದಿರುವ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ವಿಸ್ಮಯದ ಪಾತ್ರ ಏನು?

ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುನ್ನಡೆಸುವ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶ ಎಂದರೆ ಆ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಷಯವನ್ನು ಗಮನವಿಟ್ಟು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ನಿಮಗಿರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ. ಒಂದು ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನಾಗಲಿ ಅಥವಾ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನಾಗಲಿ ಗಮನಿಸುವುದು ಎಳೆ ಮನಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಗಾಢ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಬೇಕಾದರೆ, ಅವರು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡುವಂತಹ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ನಾವು ಅವರಿಗೆ ತಪ್ಪದೇ ಒದಗಿಸಬೇಕು.

ಗಗನಯಾನಿ ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಒಮ್ಮೆ ಹೀಗೆ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ: ನಿಗೂಢತೆ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚರಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಚ್ಚರಿಯು ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಅರಿವಿಗೆ ಬುನಾದಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಎರ್ವಿನ್ ಚಾರ್‌ಗಾಫ್ ಸುಂದರವಾಗಿ ಹೇಳಿದಂತೆ, ನನ್ನ ಪ್ರಕಾರ ನಿಗೂಢತೆಯ ಪರಿಭಾವನೆಯು ಒಬ್ಬ ನಿಜವಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಚಾಲನಾಶಕ್ತಿ.; ಕುರುಡಾಗಿ ನೋಡುವ, ಕಿವುಡಾಗಿ ಕೇಳುವ, ಅಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ, ಈ ಅಂಧಶಕ್ತಿಯೇ ಒಂದು ಕಂಬಳಹುಳುವನ್ನು ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ತನ್ನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಡೆಪಕ್ಷ ಕೆಲವು ಸಲವಾದರೂ ಬೆನ್ನುಹುರಿಯಲ್ಲಿ ಏನೋ ಚಳುಕು ಹೊಡೆದಂತಹ ಅನುಭವ ಆಗಿರದೆ ಇದ್ದರೆ, ಒಂದು ಅಗೋಚರ ಶಕ್ತಿಗೆ ಮುಖಕ್ಕೆ ಮುಖ ಕೊಟ್ಟು ನಿಂತಾಗ, ಅದರ ಉಸಿರಿಗೆ ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಲ್ಲಿ ನೀರು ಹರಿಯದಿದ್ದರೆ ನೀವು ವಿಜ್ಞಾನಿಯಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚರಿಯ

ಚಿತ್ರ 2. ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿರುವ ಡಾ. ಮಂಡಲ್

> ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಒಂದು ಪುಸ್ತಕದಿಂದ ಓದಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಹೇಳುವ ಬದಲು ತಾವೇ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಹೊಸ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು ಅಥವಾ ಯಾವುದಾದರೂ ಸಂಶೋಧನೆ ಇಲ್ಲವೇ ಸಂಶೋಧಕನ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಒಂದು ಚಲನಚಿತ್ರವನ್ನು ತೋರಿಸಿ ಅಥವಾ ಒಂದು ಕಥೆಯನ್ನು ಓದಿಸಿ ಶಿಕ್ಷಕರು ಅವರಲ್ಲಿ ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ಪ್ರಚೋದಿಸಬಹುದು.

ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಮತ್ತು ಚಾರ್‌ಗಾಫ್ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ ಅಭಿಪ್ರಾಯದ ಬಗ್ಗೆ ನನಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಹಮತವಿದೆ. ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜೀವಜಗತ್ತನ್ನು ಅಚ್ಚರಿಯಿಂದ ನೋಡುವಂತಹ ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಬೇಕು ಮತ್ತು ಅವರು ನೋಡಿದ ಪ್ರಕೃತಿಯ ನಿಗೂಢತೆಯನ್ನು ಶೋಧಿಸುವಂತಹ ಕುತೂಹಲ ಅವರಲ್ಲಿ ಮನೆಮಾಡುವಂತಿರಬೇಕು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಏನು ಮಾಡಬಹುದು?

ಶಿಕ್ಷಕರು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಸೇತುವೆಯಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕು. ನಾವು ಪಠ್ಯವಸ್ತುವಿನ ಚರ್ಚೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಂಭ್ರಮವನ್ನು ತುಂಬಿದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಆ ವಿಷಯವಸ್ತುವಿನ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಸಕ್ತಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಗಿದೆಯೋ ಹಾಗೆಯೇ ಬೋಧಿಸುವ ಬದಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಗತಿಗಳ ಶೋಧನೆಯನ್ನು ತಾವೇ ಮಾಡುವಂತೆ ಅವರನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಲು ಬಿಡಬೇಕು, ಹಾಗೆಯೇ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನೆ ಅಥವಾ ಸಂಶೋಧಕನನ್ನು ಕುರಿತ ಸಾಕ್ಷ್ಯಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಅವರಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡಬೇಕು.

ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಒಬ್ಬ ಸಂಶೋಧಕನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡುಗೆಯನ್ನು ನೀಡಬಹುದು?

ಸಂಶೋಧಕರು ಆಸಕ್ತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರೇರಣಾಶಕ್ತಿಯಾಗಿ, ಅವರ ಆಸಕ್ತಿಗೆ ನೀರೆರೆದು ಪೋಷಿಸಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಣ್ಣ ಸಂವಾದಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿದರೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅವರೊಂದಿಗೆ ಪ್ರಸಕ್ತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಚರ್ಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರದ ನಿಜವಾದ ಅನುಭವವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಕೂಡ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಅವರ ಬೇಸಿಗೆ/ಚಳಿಗಾಲದ ರಜಾ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ

ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುವ ಮೂಲಕ ಸಂಶೋಧಕರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಅನುಭವವನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರಕಿಸಿಕೊಡಬಹುದು.

ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್ ಅಂಡ್ ರಿಸರ್ಚ್ (IISER) – ಇವು ಭಾರತೀಯ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (ಐಐಟಿ) ಯ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ರಚಿತವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣಕೇಂದ್ರಗಳ ಸರಣಿ. ಈ ಕೇಂದ್ರಗಳು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಔಟ್‌ರೀಚ್ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಹಮ್ಮಿಕೊಳುತ್ತಿವೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಐದು ಕಡೆ ಈ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ – ಮೊಹಾಲಿ, ಪುಣೆ, ಭೋಪಾಲ, ಕೊಲ್ಕೊತ್ತಾ, ಮತ್ತು ತಿರುವನಂತಪುರ. ಇವುಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಆಸಕ್ತ ಶಾಲೆಗಳು ಭೇಟಿ ಕೊಡಬಹುದಾದ ಇನ್ನೊಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರವೆಂದರೆ ಮುಂಬೈಯಲ್ಲಿರುವ ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಕೇಂದ್ರ. (Homi Bhabha Centre for Science Education).

ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ವೃತ್ತಿಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇರುವ ದೊಡ್ಡ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆ ಏನು?

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ನಾವು ನಮ್ಮ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಮಯ ಹಿಡಿಯುತ್ತದಾದರೂ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೆಲಸವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲರು ಅಂದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಸುಸ್ತು ಮಾಡುವಂತಹ ರೀತಿಯ ನೀರಸ ಕೆಲಸ ಅಲ್ಲ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದವನ ವೇತನ ಅಷ್ಟಕಷ್ಟೆ ಎಂಬುದು ಕೂಡ ತಪ್ಪು ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಧ್ಯಯನದ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮ್ಮ ಆಸಕ್ತಿ ಅಚಲವಾಗಿದ್ದರೆ, ಸಂಶೋಧನಾ ವೃತ್ತಿಯ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನು ನೀವು ಖುಶಿ ಖುಶಿಯಾಗಿ ಅನುಭವಿಸುತ್ತೀರ.

ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸವು ಒಂದು ವೃತ್ತಿಯಾಗಿ ಹೇಗೆ ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ. ಮುಂದಿನ ಕೆಲವು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಣೆ ಆಗಲಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕೆಲವು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಯಾವುವು?

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವೃತ್ತಿ ಇಂದು ಕೇವಲ ಒಬ್ಬ ಶಿಕ್ಷಕನಾಗಿರುವುದಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಒಬ್ಬ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗುವುದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇಂದು ಹಲವು ರೀತಿಯ ಉದ್ಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಮೂಲ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು (ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಅಥವ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ), ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂವಹನ ಮತ್ತು ಪತ್ರಿಕೋದ್ಯಮ, ಆಡಳಿತ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ಕಾನೂನು (ಇಂಟೆಲೆಕ್ಚುವಲ್ ಪ್ರಾಪರ್ಟಿ ರೈಟ್ಸ್ ಮತ್ತು ಪೇಟೆಂಟುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ) ಇತ್ಯಾದಿ ಉದ್ಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ದಟ್ಟ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಇರುವ ಪತ್ರಕರ್ತರು ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಹೊಸ ಹೊಸ ಅವಿಷ್ಕಾರಗಳನ್ನು ಶ್ರೀಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ ಬರೆಯಬಹುದು. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಇಂಗ್ಲೀಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತಿ ಇರುವವರು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಇರುವ ಒಬ್ಬ ಪೇಟೆಂಟ್ ತಜ್ಞ ವಕೀಲ ಏನನ್ನು ಪೇಟೆಂಟ್ ಮಾಡಬಹುದು ಅಥವ ಮಾಡಬಾರದು ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತು ಒಬ್ಬ ಸಂಶೋಧಕನಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವನ್ನು ನೀಡಬಹುದು.

ಬಹುಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾರ್ಗಗಳು, ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಸಾಧನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಲಭ್ಯ ಇರುವ ಈಗಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸಂಶೋಧಕರು ಹೊಸ ನವೀನ ಶೃಂಗಗಳನ್ನು ತಲುಪಬಹುದು ಮತ್ತು ಹಿಂದೆ ಮನಗಾಣದಿದ್ದ ಹೊಸ ಕನಸುಗಳನ್ನು ನನಸಾಗಿಸಬಹುದು. ಹಾಗಾಗಿ ಮುಂದಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಕೇಂದ್ರಾಕರ್ಷಣೆ ಆಗಬಹುದು ಎಂದು ಈಗಲೇ ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ.

ಅನುವಾದಕರು: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ

ಆರ್ಕಿಮೀಡೀಸ್ ತತ್ವದೊಂದಿಗೆ ವಿನೋದ

ಮನೀಶ್ ಯಾದವ್

ಈ ಲೇಖನವು 'ಬಾಯಾರಿದ ಕಾಗೆಯ ಕಥೆ'ಯಂತಹ ಜನಪ್ರಿಯ ನೀತಿಕತೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಮೂಲಕ, ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಹಲವಾರು ಸರಳ, ತೆರೆದ-ಫಲಿತಾಂಶದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಆರ್ಕಿಮೀಡೀಸ್ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ತಂಡವೊಂದರ ಪಯಣವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುತ್ತದೆ.

ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಬಹಳಷ್ಟು ಶಿಕ್ಷಕರು ಒಪ್ಪಿದರೂ, ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಪೂರ್ವನಿರ್ಧಾರಿತ ಫಲಿತಾಂಶ ಪಡೆಯಲು ಅಥವಾ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದ ನಿಯಮವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಒಂದಿಷ್ಟು ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸಿ ಅದೇ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನವು ಮಕ್ಕಳು ಹೊಸ ಹೊಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ತಾವೇ ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡುವ ಬದಲಾಗಿ ಊಹಿಸಬಹುದಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಸುವ ಗುರಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಕಾಣದಿರುವ ಕಾರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಶಃ ಇದೂ ಒಂದು. ಹಾಗಾದರೆ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕಲಿಸಲು ನಾವು ಬಳಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಹೇಗಿರಬೇಕು ಎಂದು ನಾವು ಹೇಗೆ ಮರು ಆಲೋಚನೆ ಮಾಡಬಹುದು? ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ, ಆರ್ಕಿಮೀಡೀಸ್ ತತ್ವವನ್ನು ನಾವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ಬಳಸಿದ್ದೇವೆ.

ಚಟುವಟಿಕೆ 1: ಬಾಯಾರಿದ ಕಾಗೆ ಮತ್ತು ಆರ್ಕಿಮೀಡೀಸ್ ತತ್ತ್ವ

ಮಣ್ಣಿನ ಮಡಿಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ನೀರನ್ನು ಕುಡಿಯಲು ಬಾಯಾರಿದ ಕಾಗೆಯೊಂದು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ ಕಥೆಯನ್ನು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಅನೇಕರು ಕೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ನೀವು ಈ ಕಥೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ಎಂದಾದರೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಮಡಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ಮಟ್ಟವು ಕಾಗೆಯು ಅದನ್ನು ತಲುಪುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ? ಅನೇಕ ಸಣ್ಣ ಬೆಣಚುಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಹಾಕುವ ಬದಲು, ನಾವು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಕಲ್ಲನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಮಡಕೆಯೊಳಗೆ ಇಳಿಸಿದರೆ

ಬಾಯಾರಿದ ಕಾಗೆಯ ಕಥೆ

ಒಂದು ಬೇಸಿಗೆಯ ದಿನ, ಒಂದು ಬಾಯಾರಿದ ಕಾಗೆ ನೀರು ಹುಡುಕುತ್ತಿತ್ತು. ಬಹಳ ಹುಡುಕಿದ ನಂತರ, ಅದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ನೀರಿರುವ ಒಂದು ಮಡಿಕೆ ಕಾಣಿಸಿತು. ಕಾಗೆ ತನ್ನ ತಲೆಯನ್ನು ಮಡಿಕೆಯೊಳಗೆ ತೂರಿಸಿ ನೀರು ಕುಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿತು, ಆದರೆ ಮಡಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ನೀರು ಅದಕ್ಕೆ ನಿಲುಕಲಿಲ್ಲ. ನಂತರ ಮಡಿಕೆಯನ್ನು ಓರೆಯಾಗಿ ಬಗ್ಗಿಸಿ ನೀರು ಹೊರಗೆ ಚೆಲ್ಲುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿತು. ಆದರೆ ಮಡಿಕೆ ತುಂಬಾ ಭಾರವಾಗಿತ್ತು. ಸುತ್ತಲೂ ನೋಡಿದಾಗ, ಕಾಗೆಗೆ ಅನೇಕ ಸಣ್ಣ ಬೆಣಚುಕಲ್ಲುಗಳು ಕಂಡುಬಂದವು. ಈ ಬೆಣಚುಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಕೊಕ್ಕಿನಿಂದ ಒಂದೊಂದಾಗಿ ತಂದು ಮಡಕೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಿತು. ನೀರಿನ ಮಟ್ಟವು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬಂತು. ಕಾಗೆ ಈ ನೀರನ್ನು ಕುಡಿದು ನೆಮ್ಮದಿಯಿಂದ ಹಾರಿಹೋಯಿತು.

ಏನಾಗುತ್ತದೆ? ನೀರು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಬೇರೆ ಯಾವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು (ಗೋಲಿಗಳು, ತರಕಾರಿ ತುಣುಕುಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ) ಮಡಕೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಬಹುದು? ಈ ತನಿಖೆಯಿಂದ ನಾವು ಯಾವ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು? ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿಯೇ ಮಡಕೆಯೊಳಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ನೀರಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟವು ಅಂಚಿನವರೆಗೆ ಏರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ಅದು ನಿಖರವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೇ? ಈ "ಸಾಕಷ್ಟು' ನೀರಿನ ಮಟ್ಟ ಮಡಕೆಯ ಒಳಗಾತ್ರದ ಅರ್ಧ ಅಥವಾ ಮೂರನೇ ಎರಡು ಭಾಗದಷ್ಟು ಎನ್ನಬಹುದೇ ?

ಈ ಸರಳ ಕಥೆ ನಮಗೆ ಆರ್ಕಿಮೀಡೀಸ್ ತತ್ವದ ಪರಿಶೋಧನೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು ಹೇಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಹುದು ಎಂದು ನೀವೇ ನೋಡಿದಿರಲ್ಲ. ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕ ನೀವೇ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ – ನೀರಿನ ಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ಬೆಣಚುಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಚರ್ಚಿಸುವ

ಚಿತ್ರ 1. ಬಾಯಾರಿದ ಕಾಗೆಯ ಕಥೆಯ ಪರಿಶೀಲನೆ: 'ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಾಡಿ ಕಲಿಯೋಣ' ಎಂಬ ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ನ ಶಿಕ್ಷಕರು, ತರಬೇತಿ ಶಿಬಿರ, ನವಾಯ್, ಡಿಸೆಂಬರ್ 3–4, 2012. ಮೂಲ: ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಮ್‌ಜೀ ಫೌಂಡೇಶನ್, ಟೋಂಕ್ ತಂಡ.

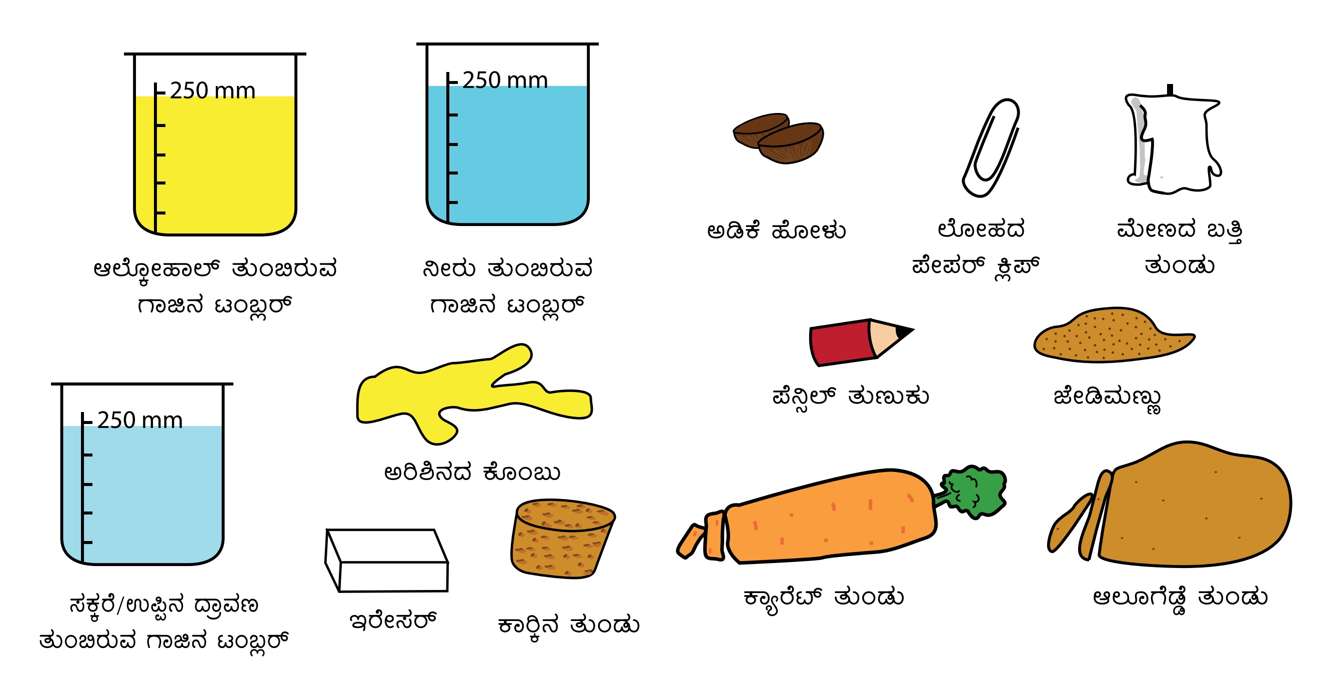
ಬಹಳಷ್ಟು ಸಂತಸ ತುಂಬಿದ ಮುಖಗಳು ನಿಮಗೆ ನೋಡಲು ಸಿಗಬಹುದು. ನಾವು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರೊಂದಿಗೆ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದೆವು ಮತ್ತು ಚಿತ್ರ 2 ರಲ್ಲಿ ನೀವು ನೋಡುವಂತೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಅವರು ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುತ್ತಾ ಬಹಳಷ್ಟು ಮನರಂಜನೆ ಪಡೆದರು.

ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದ ನಂತರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಚರ್ಚೆಗೆ ತೊಡಗಿಸುವುದು ಮುಖ್ಯ. ಶಿಕ್ಷಕರು 'ಥರ್ಮೋಕೋಲ್' ಚೂರುಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಮಟ್ಟ ಏರುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಬಳಸಬಹುದೇ ಎಂಬಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ಮುಳುಗುವ ಮತ್ತು ತೇಲುವ ಗುಣಗಳತ್ತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯಲು ಕೇಳಬಹುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆ 2: ತೇಲುವುದನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುವ ಅಂಶಗಳು

ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ: ಇದನ್ನು ಗುಂಪಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಿ ಮಾಡುವುದು ಉತ್ತಮ. ಒದಗಿಸಿರುವ ಪ್ರತಿ ಮೂರು ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ವಸ್ತುವು ತೇಲುವುದೋ ಅಥವಾ ಮುಳುಗುವುದೋ ಎಂಬುದನ್ನು ತಮ್ಮ ಪೂರ್ವ ಅನುಭವ ಅಥವಾ ಊಹೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಊಹಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕೇಳಿ. ಈ ಲೋಟಗಳೊಳಗೆ ಇಳಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ಗುಣಗಳು ಮತ್ತು ಲೋಟಗಳೊಳಗಿನ ದ್ರವಗಳ ಗುಣಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಂತೆ ತೇಲುವಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸಲು

ಒಂದು ವಸ್ತುವು ದ್ರವವೊಂದರಲ್ಲಿ ತೇಲುವುದು ಅಥವಾ ಮುಳುಗುವುದು ವಸ್ತುವಿನ ಗುಣ ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಹಾಕಿರುವ ದ್ರವದ ಗುಣವನ್ನೂ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2. ಚಟುವಟಿಕೆ 2ಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಅಗತ್ಯ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು: 3 ಗಾಜಿನ ಲೋಟಗಳು (ಪ್ರತಿಯೊಂದು 250 ಮಿಲಿಗ್ರಾಂ ದ್ರವ ಹಿಡಿಸುವಷ್ಟು) ಒಂದರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ತುಂಬಿದೆ, ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ನೀರು ತುಂಬಿದೆ ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯದರಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆ / ಉಪ್ಪು ದ್ರಾವಣ ತುಂಬಿದೆ. ಒಂದು ತುಂಡು ಕಾರ್ಕ್, ಎರೇಸರ್, ಅರಿಶಿನ, ಅಡಿಕೆ, ಲೋಹದ ಪೇಪರ್ ಕ್ಲಿಪ್, ಮೇಣದಬತ್ತಿಯ ತುಂಡು, ಪೆನ್ಸಿಲ್ ತುಣುಕು, ಸ್ವಲ್ಪ ಜೇಡಿಮಣ್ಣು, ಕ್ಯಾರೆಟ್ ಮತ್ತು ಆಲೂಗೆಡ್ಡೆಯ ಕೆಲವು ತುಣುಕುಗಳು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ಒಮ್ಮೆ ಅವರು ತಮ್ಮ ಅನಿಸಿಕೆಗಳನ್ನು ಹೇಳಿದ ನಂತರ, ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ತಮ್ಮ ಅನಿಸಿಕೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವಂತೆ ಹೇಳಿ.

ಮುಳುಗುವಿಕೆ ಅಥವಾ ತೇಲುವಿಕೆ: ನೀವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನಿಸಿ ಅವರು ವಸ್ತುಗಳ ತೇಲುವ ಅಥವಾ ಮುಳುಗುವ ಗುಣಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಹಾಕಿರುವ ದ್ರವಗಳ ಗುಣಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧದ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಆಳವಾಗಿ ಆಲೋಚಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ–'ಈ ಮೂರು ದ್ರವಗಳಲ್ಲೂ ತೇಲುವ ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಂಡಿರಾ?' ಎಂಬುದೂ ಸೇರುತ್ತದೆ. ಗ್ಲಿಸೆರೋಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುವ ವಸ್ತು, ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಲು ಕಾರಣವೇನು? ಈ ವಸ್ತು ಮೂರು ದ್ರವಗಳಲ್ಲೂ ಏಕೆ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ/ತೇಲುತ್ತದೆ? ಮುದುಡಿದ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಹಾಳೆಯು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿದೆ – ಅದು ಮುಳುಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ನೀವು ಏನು ಮಾಡಬಹುದು ಯೋಚಿಸಿ?'

ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯು ಸಹಜವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಮುಂದಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ – "ವಸ್ತುಗಳ ಅಥವಾ ದ್ರವಗಳ ಯಾವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ತೇಲುವಿಕೆ/ ಮುಳುಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತವೆ?" ಸರಳತೆಗಾಗಿ, ನಾವು ಮೊದಲು ಒಂದು ದ್ರವವನ್ನು ಮಾತ್ರ, ಅಂದರೆ ನೀರು ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಿ ತೇಲುವ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸೋಣ. ಶಾಲಾ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಗಾತ್ರ, ಸಾಂದ್ರತೆ, ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಮುಂತಾದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ನಮೂದಿಸುವ ಮೂಲಕ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು. ಬಣ್ಣ ಅಥವಾ ಉದ್ದದಂತಹ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕೂಡ ನೀವು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಚಟುವಟಿಕೆ 1 ರಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿ, ಈ ಗುಣಗಳಿಗೆ ತೇಲುವಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ಯಾವುದೇ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲ ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದು.

ಈ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಯಾವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಬೇಕೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಯಾವುದೇ ನಿಯಮಗಳಿಲ್ಲ. ಅವು ವಿವಿಧ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ತೇಲು/ಮುಳುಗುವಿಕೆಯನ್ನು ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಕಾರಣ ಅವನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಅದೇ ರೀತಿಯ ಸ್ಥೂಲ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಪೂರೈಸುವಂತಹ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿಭಿನ್ನವಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಗುಂಪನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರು ಆರಿಸಬಹುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆ 3: ವಸ್ತುಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಅವು ಪಲ್ಲಟಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವುದು

ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ: ಅಗತ್ಯ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಮತ್ತು ಸರಿಯಾದ ಗಣಿತದ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಘನಾಕೃತಿಗಳು ಮತ್ತು ಗೋಳಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳಿ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇದನ್ನು ಮುಗಿಸಿದ ನಂತರ, ಅಳತೆ ಮಾಡುವ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದರ ನಂತರ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಹಾಕಲು ಹೇಳಿ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವೂ ಅದರೊಳಗೆ ಇಳಿಯುವ ಮುನ್ನ ಮತ್ತು ನಂತರ ಅಳೆಯುವ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರತಿ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿದ ನೀರಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಿದ ಗಾತ್ರಗಳೊಂದಿಗೆ ಈ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿ.

ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಕೆಲವು ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

ಎ. ಮುಳುಗಿಸಿದ ವಸ್ತುಗಳ ಗಾತ್ರವು ಅದು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

> ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಗೊಂಡ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರವು ದ್ರವದೊಳಗೆ ಹಾಕಿದ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಬಿ. ತೇಲುವ ವಸ್ತುಗಳ ಗಾತ್ರವು ಅದು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

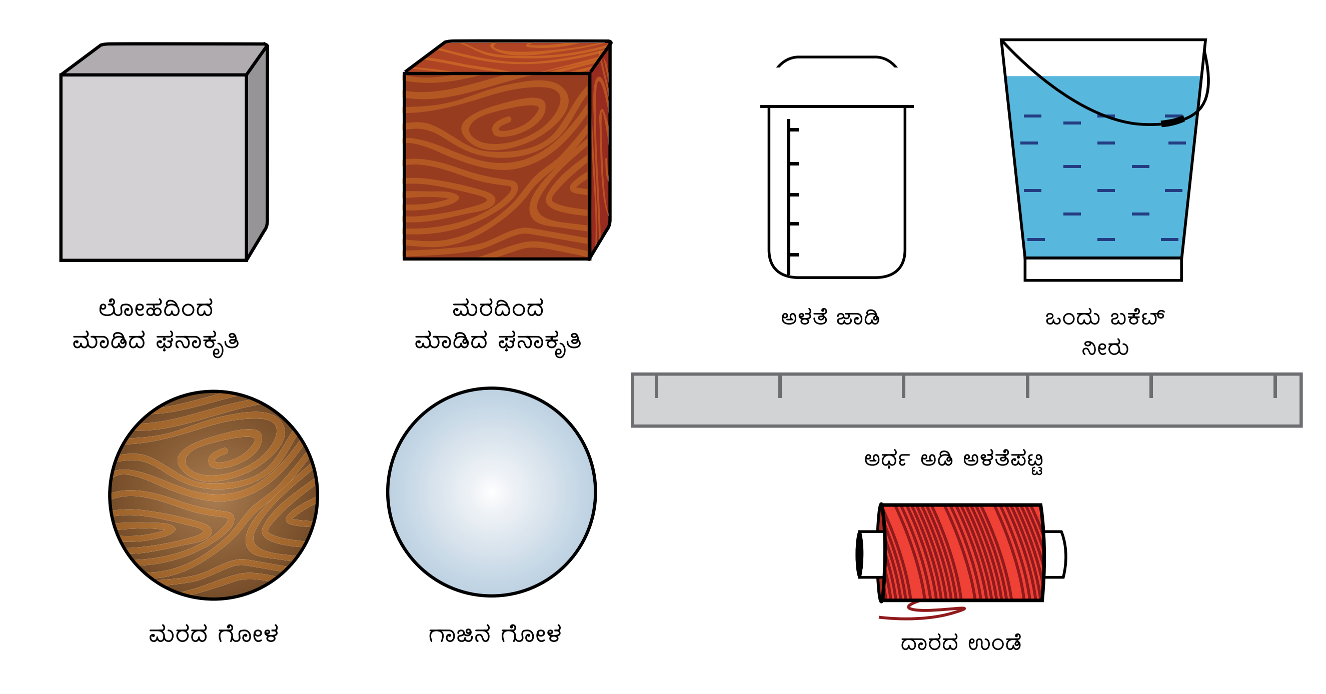
ಈ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ಈ ರೀತಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಹುದು:

$V_{\text{ವಸ್ತು}} = V_{\text{ದ್ರವ}}$ ವಸ್ತು ಮುಳುಗಿದಾಗ ಸ್ಥಳಾಂತರವಾದ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರ

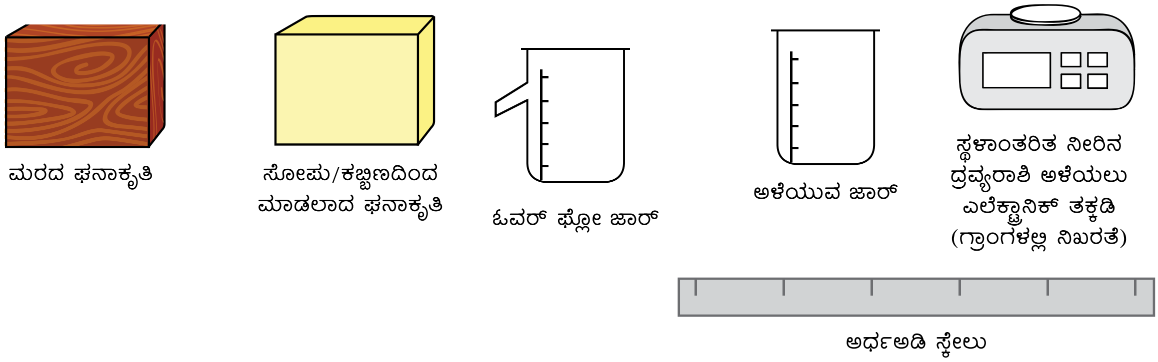
$V_{\text{ವಸ್ತು}} > V_{\text{ದ್ರವ}}$ ವಸ್ತುವು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿದಾಗ ಸ್ಥಳಾಂತರವಾದ ದ್ರವದ ಗಾತ್ರ

ಚಟುವಟಿಕೆ 4: ತೇಲುವಾಗ ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವಾಗ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು

ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ: ಅಗತ್ಯ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಮೂಲಕ ಮತ್ತು ಸರಿಯಾದ ಗಣಿತದ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಘನ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ. ನಂತರ ಅಳತೆ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿರುವ



ಚಿತ್ರ 3. ಚಟುವಟಿಕೆ 3 ಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು.): 2 ಘನಾಕೃತಿಗಳು (ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ್ದು ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಮರದಿಂದ ಮಾಡಿದ್ದು), 2 ದೊಡ್ಡ ಗೋಳಗಳು (ಒಂದು ಮರದಿಂದ ಮಾಡಿದ್ದು, ಇನ್ನೊಂದು ಗಾಜಿನದು), ಅಳೆಯುವ ಜಾಡಿ, ದಾರದ ಉಂಡೆ, ಒಂದು ಬಕೆಟ್ ನೀರು ಮತ್ತು ಘನಾಕೃತಿಗಳ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಅರ್ಧ ಅಡಿಯ ಅಳತೆಪಟ್ಟಿ.



ಚಿತ್ರ 4. ಚಟುವಟಿಕೆ 4 ಕ್ಕಾಗಿ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು: ಮರದ ಘನಾಕೃತಿ ಮತ್ತು ಅದೇ ಆಯಾಮಗಳ ಸೋಪ್/ಕಬ್ಬಿಣದ ಬ್ಲಾಕ್ (ವಸ್ತು ಭಿನ್ನವಾದದ್ದು ಎಂಬುದನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿ ಒಂದೇ), ಓವರ್ ಫ್ಲೋ ಜಾರ್, ಅಳೆಯುವ ಜಾರ್, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಅಳತೆಗೆ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ತಕ್ಕಡಿ, ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡ ದ್ರವ (ಗ್ರಾಂನಲ್ಲಿನ ನಿಖರತೆ), ಮತ್ತು ಘನರೂಪದ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಅರ್ಧ ಅಡಿಯ ಒಂದು ಅಳತೆಪಟ್ಟಿ.

ನೀರಿನೊಳಗೆ ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಈ ಘನಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಲು ಹೇಳಿ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡ ನೀರು ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲು ತಿಳಿಸಿ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆಯ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅವರು ಈ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ; ಅದರಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಭಿನ್ನ ತೇಲುವಿಕೆ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುವುದರಿಂದ (ಒಂದು ತೇಲಬಹುದು, ಇನ್ನೊಂದು ಮುಳುಗಬಹುದು) ಹೀಗೆ ಮಾಡಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ಅವರು ಇದನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದ ನಂತರ, ನಿಯತಾಕಾರವಿಲ್ಲದ ವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ಈ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನೀವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕೇಳಬಹುದು. ಇದು ಈ ರೀತಿಯ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ:

ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಕೆಲವು ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

	ಪರಿಮಾಣ ಸಂಬಂಧ	ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಸಂಬಂಧ	ಸಾಂದ್ರತೆ ಸಂಬಂಧ (ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ/ಪರಿಮಾಣ)
ಮುಳುಗುವುದು	$V_{ವ} = V_{ದ್ರ}$	$M_{ವ} > M_{ದ್ರ}$	$D_{ವ} > D_{ದ್ರ}$
ತೇಲುವುದು	$V_{ವ} > V_{ದ್ರ}$	$M_{ವ} = M_{ದ್ರ}$	$D_{ವ} < D_{ದ್ರ}$

ಇಲ್ಲಿ $V_{ವ}$ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು $V_{ದ್ರ}$ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ನೀರಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ, $D_{ವ}$ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸಿದರೆ, $D_{ದ್ರ}$ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ದ್ರವದಲ್ಲಿ (ನೀರು) ವಸ್ತುವಿನ ತೇಲುವಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನಾವು ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೇಲೆ, ಅದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಇತರ

> ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಅದನ್ನು ಯಾವ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಹಾಕುತ್ತೇವೆಯೋ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆಗೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ವಿಭಿನ್ನವಾಗುತ್ತವೆಯೇ? ಮೊದಲು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾರೆಟ್ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಹಾಕಿ, ತರುವಾಯ ಕೋಣೆಯ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಸಿಟ್ರಿಕ್ ಆಸಿಡ್ / ಸಕ್ಕರೆಯ ಪರ್ಯಾಪ್ತ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾರೆಟ್ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಇಳಿ ಬಿಟ್ಟು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ನೀವು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ದ್ರವಗಳೊಡನೆ ಅಂದರೆ, ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್, ನೀರು, ಸಿಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಉಪ್ಪು ದ್ರಾವಣ ಮತ್ತು ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ವಿಸ್ತರಿಸಬಹುದು. ಒಂದೇ ವಸ್ತುವು ಮತ್ತು ವಿಭಿನ್ನ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ತೇಲುವ (ಭಾಗಶಃ ಅಥವಾ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ) ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವುದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಯೋಚಿಸಲು ಹೇಳಿ. ತೇಲುವುದು ಮತ್ತು ಮುಳುಗುವುದು ಕೇವಲ ವಸ್ತುವಿನ ಗುಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದು ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಸತ್ಯದ ಸರಳ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆಯನ್ನು ಉಪ್ಪು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟೆ (ಅಥವಾ ಸಿಟ್ರಿಕ್ ಆಸಿಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾರೆಟ್) ಹಾಕಿ ನೋಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ನಾವು ಮೊಟ್ಟೆಯನ್ನು ನಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಜಾಡಿಯೊಳಗೆ ಹಾಕಿದಾಗ ಅದು ಮುಳುಗುತ್ತದೆ. ನಲ್ಲಿ ನೀರಿಗೆ ಉಪ್ಪು ಸೇರಿಸಿದಾಗ, ಉಪ್ಪುನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ನಲ್ಲಿ ನೀರಿನದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಹೀಗಾಗಿ ಮೊಟ್ಟೆಯನ್ನು ಅದರಲ್ಲಿ ತೇಲುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಇದು ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಎಡೆ ಮಾಡಿಕೊಡಬಹುದು – ವಸ್ತುವಿನ ಆಕಾರಕ್ಕೆ ಅದರ ತೇಲುವಿಕೆ ಅಥವಾ ಮುಳುಗುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಪಾತ್ರವಿದೆಯೇ?

> ವಸ್ತುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಸಮಾನ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ದ್ರವಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಕೆಳಗೆ ತೇಲುತ್ತವೆ. ತಮ್ಮ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೊಂದಿರುವ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಮುಳುಗುತ್ತವೆ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಜೇಡಿಮಣ್ಣು/ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಮ್ ಫಾಯಿಲ್ ಮತ್ತು ಒಂದು ನೀರಿನ ಟಬ್ ಅನ್ನು ನೀಡಿರಿ. ವಿವಿಧ ಸಂಪರ್ಕ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಉಂಟಾಗುವಂತೆ ಮಣ್ಣಿನ/ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಫಾಯಿಲ್‌ನಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ವಿಭಿನ್ನ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ. ಅವುಗಳು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಿದ ವಿವಿಧ ಪ್ರಮಾಣದ ನೀರನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿರಿ. ಕಡಲ ನೀರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರತೆಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದರೂ ತೇಲುವ ಸಲುವಾಗಿ ದೋಣಿಗಳು ಮತ್ತು ಹಡಗುಗಳ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದ್ದಾರೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಇದು ಚರ್ಚೆಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಉಪಸಂಹಾರ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ಕಲಿಯುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಆಕರ್ಷಕವಾಗಿ ಮಾಡಲು ಒಂದು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸಲು ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಿಗೆ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಇವು ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ವಿಧಾನಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ವಿಧಾನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಭೌತಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು 'ಅನ್ವೇಷಿಸಲು' ಮತ್ತು 'ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು' ಅವಕಾಶವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಂತಹ ಅನುಭವಗಳ ಮೂಲಕ ತಮ್ಮ ಸ್ವಂತ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ನಾವು 35 ಸರ್ಕಾರಿ ಶಿಕ್ಷಕರೊಂದಿಗೆ (ನವಾಯಿ, ರಾಜಸ್ಥಾನ) ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದೇವೆ ಮತ್ತು ಬಹಳ ಒಳ್ಳೆಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇವನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲು ನೀವು ಬಯಸುವಿರಾ?

ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು

ನನ್ನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಾದ ರಾಕೇಶ್ ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಗಣೇಶ್ ಜೀವಾ ('ಬನ್ನಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡೋಣ' ಎಂಬ ಮಾದರಿಯ ಸಹ-ತಯಾರಕರಾದ) ಅವರಿಗೆ ನಾನು ಧನ್ಯವಾದ ಹೇಳುತ್ತೇನೆ. ಡಿಸೆಂಬರ್ 2012 ರಲ್ಲಿ 'ಬನ್ನಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡೋಣ' ತರಬೇತಿ ಕಾರ್ಯಾಗಾರವನ್ನು ಆಯೋಜಿಸಲು ಅವರು ನೀಡಿದ ಸಹಾಯಕ್ಕಾಗಿ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ಫೌಂಡೇಶನ್, ಜೈಪುರ ರಾಜ್ಯ ಮತ್ತು ಟೋಂಕ್ ತಂಡಗಳಿಗೆ ನಾನು ಧನ್ಯವಾದಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸಲು ಬಯಸುತ್ತೇನೆ.

References

1. Physics in the Elementary School, Harry O. Gillet, The Elementary School Teacher, Vol. 4, No. 10 (Jun., 1904), pp. 688-692.
2. Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction, Ismo T. Koponen and Terhi Mäntylä.
3. Exploratory Experiments, L. R. Franklin, Philosophy of Science, Vol. 72, No. 5, Proceedings of the 2004 Biennial Meeting of The Philosophy of Science Association.
4. Demonstration Experiments in Physics. Reprinted from the classic work by Richard Manliffe Sutton.
5. Learning Introductory Physics by Doing It, Priscilla Laws Reviewed, Change, Vol. 23, No. 4 (Jul. - Aug., 1991), pp. 20-27.

ಮನೀಶ್ ಯಾದವ್ ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ಫೌಂಡೇಶನ್ ನಲ್ಲಿ ಆರು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಗಣಿತ ಶಿಕ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಕರ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು manish@azimpremjifoundation.org ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ.ಕೆ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಮತ್ತು ಆನ್ವೇಷಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿ:

ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಗಿಡದ ಪ್ರಕರಣ

ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್ ಮತ್ತು
ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕವಾದ ಆದರೆ ಗೊಂದಲವುಂಟುಮಾಡುವ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನು ನೀಡಿದರೆ ಏನಾಗಬಹುದು? ಇದು ಮಕ್ಕಳು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಲು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಕುರಿತು ತಮ್ಮದೇ ತನಿಖೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಲು ಉತ್ತೇಜಿಸಬಹುದೇ? ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಲೇಖಕರು, ಈ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿ ತಮ್ಮ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ತಣಿಸಲು ಅವರು ತನಿಖೆಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಲು ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣದ ಎಲೆಗಳಿರುವ ಗಿಡವೊಂದು ಹೇಗೆ ಉತ್ತೇಜಿಸಿತು ಎಂಬ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಯಾರು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ– ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ ಅಥವಾ ಶಿಕ್ಷಕರೇ? ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರೇ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ. ಶಿಕ್ಷಕರ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಹೇಗಿರುತ್ತವೆ? ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಈಗಾಗಲೇ ಉತ್ತರ ತಿಳಿದಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ! ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈಗಾಗಲೇ ತರಬೇತಿಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹಾಗೆ ಉತ್ತರಿಸುವ ಅವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿದರೂ, ಆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ 'ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ' ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನೈಜ ಕುತೂಹಲದಿಂದ 'ವಿಷಯ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ' ಹಂಬಲದಿಂದ ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸದಿರುವ ಕಾರಣ ಅವು ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಲ್ಲ.

ಜನರು ಯಾವಾಗ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ? ಯಾವುದಾದರೂ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆನ್ನಿಸಿದಾಗ; ನಾವು ನೋಡುತ್ತಿರುವುದಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವುದಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಸಂಘರ್ಷ ಉಂಟಾದಾಗ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಯಾವುದಾದರೂ ಸಮಸ್ಯೆ ಪರಿಹರಿಸಬೇಕಾದಾಗ ನಾವು ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಗರದ ಹೃದಯಭಾಗಕ್ಕೆ ಹೋಗಲು ಯಾವ ಬಸ್ಸು ಹತ್ತಬೇಕೆಂದು ಬಸ್ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾಯುತ್ತಿರುವ ಇತರ ಪ್ರಯಾಣಿಕರನ್ನು ನಾವು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ; ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮಂದಿ ಪೋಲೀಸರನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ, ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಇಲ್ಲಿ ಎಂದು ನಮ್ಮನ್ನೇ ನಾವು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಉಳಿದವರನ್ನೂ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ; ದಿನನಿತ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬೇಳೆಯನ್ನು ಪ್ರೆಷರ್ ಕುಕ್ಕರ್‌ನಲ್ಲಿ

ಬೇಯಿಸುವಾಗ, ಅದು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೇಯಲು ಎಷ್ಟು ಸೀಟಿ ಹೊಡೆಯಬೇಕೆಂದು ನಮ್ಮನ್ನೇ ನಾವು ಸಾಕಷ್ಟು ಬಾರಿ ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ನಾವು ಸದಾಕಾಲ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಜಗತ್ತಿನೊಂದಿಗೆ ಒಡನಾಡುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ; ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಲು ಸಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ.

ಹಾಗಾದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಏಕೆ ಕೇಳುವುದಿಲ್ಲ? ಅವರಿಗೆ ತಮ್ಮ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನ ಜೊತೆಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಒಡನಾಟ ನಡೆಸಲು ದೊರೆಯುವ ಅವಕಾಶಗಳು ಅತಿ ವಿರಳವಾಗಿರುವುದು ಇದಕ್ಕೊಂದು ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದು. ಬದಲಾಗಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕೇವಲ ತಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಪುಸ್ತಕಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಈ ಜಗತ್ತನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನೇರವಾಗಿ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಲು ಅವಕಾಶಗಳು ದೊರೆತರೆ ಅವರಲ್ಲೂ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಲು ಪ್ರಚೋದನೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೇ?

ಇದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು, ಏಳನೇ ತರಗತಿಯ ಹನ್ನೊಂದು (11–13 ವರ್ಷದ) ಮಕ್ಕಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಮೂರು ದಿನದ ಕಾರ್ಯಗಾರವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿ, ಅವರನ್ನು ವಿವಿಧವರ್ಣದ 'ಬೆಂಡಿ' (ಬೆಂಡೆಕಾಯಿ ಜಾತಿಯ– *ತಾಲಿಪರಿಟಿ ಟಿಲಿಯೇಸಿಯಂ*) ಮರಗಳು ಬೆಳೆಯುವ ಉದ್ಯಾನವನಕ್ಕೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋದೆವು (**ಚಿತ್ರ** 1 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ).

ಚಿತ್ರ 1. ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಿಂಡಿ (*ತಾಲಿಪರಿಟಿ ಟಿಲಿಯೆಸಿಯಂ*) ಪೊದೆಸಸ್ಯ– ಸುಮಾರು 2.5 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರ. ಕೃಪೆ– ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್

ಅಂದವಾದ ಈ ಪೊದೆಸಸ್ಯವು ಹಲವು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಹಸಿರು ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ಮಿಶ್ರಿತ ಎಲೆಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಪೂರ್ಣ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಕೆಲವು ಹೇಳಿಕೆಗಳು ಚಿರಪರಿಚಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ:

- **ಸಸ್ಯಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯ (ಫೋಟೋಸಿಂಥೆಸಿಸ್) ಮೂಲಕ ತಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಆಹಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ**.
- **ಎಲೆಗಳ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಹರಿತ್ತು ವರ್ಣಕವೇ (ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಪಿಗ್ಮೆಂಟ್) ಕಾರಣವಾಗಿದೆ**.
- **ಹರಿತ್ತು (ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್) ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ (ಫೋಟೋಸಿಂಥೆಸಿಸ್) ಸಂಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ**.

ಇಂತಹ ಹೇಳಿಕೆ ನೋಡಿದಾಗ, ಒಂದು ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಎಲೆ, ಅದರಲ್ಲೂ ಹರಿತ್ತಿಲ್ಲ ಎಂಬಂತೆ ಕಾಣುವ ಎಲೆಯು ಹೇಗೆ ತನ್ನ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾನೇ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು? ತನ್ನ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾನೇ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅದು ಹೇಗೆ ಜೀವಂತವಾಗಿರುತ್ತದೆ?

ನಾವು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಈ ಗಿಡವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡವು. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದವು. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಲ್ಲೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹಸಿರು ವರ್ಣಕವಿರುತ್ತದೆಯೇ? ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು ಬೆಳೆಯುವ ಗತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆಯೇ? ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಂದ ಆಹಾರವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆಯೇ? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿ ಅವರು ತಮ್ಮದೇ ತನಿಖೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತಂದು ಅದರ ಮೂಲಕ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಉತ್ತೇಜಿಸಿ ನಾವು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳಿಕೊಡಬಹುದು ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಲೇ ಇದ್ದೆವು. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಈ ಕಾರ್ಯಗಾರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಅವರೇ ಕೇಳುವರೇ ಮತ್ತು ಅವರು ಹಾಗೇನಾದರೂ ಕೇಳಿದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಪಕ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಮಾರ್ಗದ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಯೋಚನೆ ಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿವೆಯೇ ಎಂಬ ಕುತೂಹಲ ನಮ್ಮಲ್ಲಿಯೂ ಇತ್ತು.

ನಾವೇನೂ ಮಾತನಾಡುವುದು ಬೇಡ – ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಮರದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗೋಣ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದೆವು. ಕಾರ್ಯಗಾರದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ತಮ್ಮ ತಮ್ಮೊಳಗೆ

ಮಾತನಾಡುತ್ತ, ಮರದ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮೊಳಗೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಹಳೆಯ ಮತ್ತು ಹೊಸ ಎಲೆಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ, ಬಣ್ಣ, ಮುಳ್ಳು ಮತ್ತು ಹೂವುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದವು. ಅವರ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿ, ಬೋರ್ಡಿನ ಮೇಲೆ ಬರೆಯಲಾಯಿತು. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ನಮ್ಮಿಂದ ಬಹಳ ಸಹಾಯವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸದೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಗುಂಪು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ತನಿಖೆಗಳನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿ ಯೋಜಿಸಿ ನಡೆಸಿತು.

ಈ ಯೋಜನೆಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದ ವಿವಿಧ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಗಾರಕ್ಕೂ ಮೊದಲೇ ನಾವು ಈ ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದೆವು; ಉಳಿದವುಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ ಯೋಜಿಸಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿದರು. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳ ಅನುಸಾರವಾಗಿಯೇ ಯಾರಾದರೂ ಮತ್ತೆ ಮಾಡಬೇಕು ಎಂದೇನಿಲ್ಲ. ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳಿರುವ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಕೇಳಿಕೊಂಡರು, ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಕೈಗೊಂಡರು ಎಂದು ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆ ನೀಡುವುದೇ ಇಲ್ಲಿನ ನಮ್ಮ ಉದ್ದೇಶ.

ಸಸ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಪತ್ರಹರಿತ್ತು ಅಗತ್ಯವೇ?

'ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪತ್ರಹರಿತ್ತಿನ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೆಂದು ನಿರೂಪಿಸಲು' ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಪತ್ರಹರಿತ್ತಿನ ಭಾಗವನ್ನು ಮದ್ಯಸಾರದಲ್ಲಿ (ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್) ಅದ್ದಿ ಕರಗಿಸಿದರೆ, ಈ ಹಿಂದೆ ಹಸಿರಾಗಿದ್ದ ಭಾಗಗಳು ಮಾತ್ರ ಪಿಷ್ಟಕ್ಕೆ (ಸ್ಟಾರ್ಚ್) ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇದೊಂದು ಅತಿ ನಿಧಾನಗತಿಯ ವಿಧಾನವಾಗಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಇದರಿಂದ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪತ್ರಹರಿತ್ತಿನ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೆಂದು ನಿರೂಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದು ಹೇಳಲೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಸಿರು ಭಾಗಗಳು ಮಾತ್ರ ಪಿಷ್ಟವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನಷ್ಟೇ ಇದು ನಿರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನೂ ಕೇಳಬಹುದು. 'ಹಸಿರು ಬಣ್ಣ ಹೊಂದಿರದ ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪಿಷ್ಟವಿದೆಯಲ್ಲ ಅದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ?' ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯೂ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆಯೇ? ಪಿಷ್ಟವು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆದಿರುವುದರ ಸೂಚಕವೇ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನೂ ನಾವು ಕೇಳಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 2. ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಬೆಂಡಿ (*ತಾಲಿಪರಿಟಿ ಟಿಲಿಯೇಸಿಯಂ*) ಪೊದೆಸಸ್ಯದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ.
ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

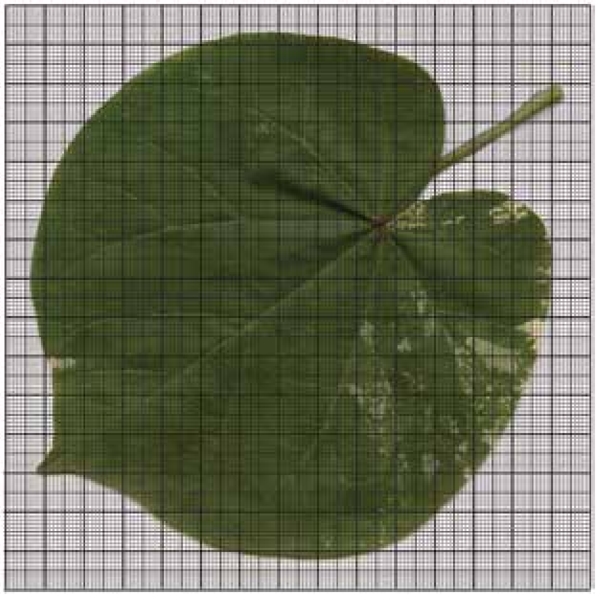
ಹೆಚ್ಚು ಆಹಾರದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳವಣಿಗೆ ಎನ್ನುವ ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಮೂಲಕ ಪತ್ರಹರಿತ್ತು ಮತ್ತು ಆಹಾರ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧದ ಬಗ್ಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮತ್ತು ನಿರೂಪಿಸಲು ನಾವು ಸರಳ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿದೆವು. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಅಥವಾ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿ ಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿದೆಯೇ (ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ **ಚಿತ್ರ 2**ರಲ್ಲಿ) ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಿ ಇದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವು.

ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಪತ್ರಹರಿತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಕಾರಣ ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದು ನಮ್ಮೆಲ್ಲರ ಒಂದು ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯಾಗಿತ್ತು. ಪರ್ಯಾಯ ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯ ಪ್ರಕಾರ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಅಥವಾ ಎಲೆಗಳ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪರ್ಣನಾಳ (ವೇನ್)ಗಳು ಅತಿ ದಟ್ಟವಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಅವು ಆಹಾರವನ್ನು ಎಲೆಗಳ ಒಂದು ಭಾಗದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಂದ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುವುದರಿಂದ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಳಗಿನ ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಈ ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ತನಿಖೆ ನಡೆಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಹುದು.

1. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿವೆಯೇ?

ಕೆಲವು ಬಿಳಿಯ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರದ ಅಳತೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನಾವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಎಲೆಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೋಲಿಸಬಹುದು: ಸ್ಕೇಲ್‌ನ ಬಳಕೆ ಮಾಡಿ



ಚಿತ್ರ 3. ಗ್ರಾಫ್ ಪೇಪರ್ ಮೂಲಕ ಎಲೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದು. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಅಥವಾ ಬಳಕೆಯಿಲ್ಲದೇ ಅಥವಾ ಗ್ರಾಫ್‌ನ ಆಧಾರದಿಂದಲೂ ಸಹ ಎಲೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು (**ಚಿತ್ರ 3** ನ್ನು ನೋಡಿರಿ). ಇದು ಆರನೇ ತರಗತಿಯಿಂದ ಹತ್ತನೆಯ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಿದ್ದು, ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಗಣಿತವೆರಡನ್ನೂ ಒಗ್ಗೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಕ್ರ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಅಳೆಯಲು ಉತ್ತಮ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತದೆ.

2. ಗಿಡಗಳಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಿದೆಯೇ?

ನಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬೇಕೆನ್ನುವ ಗಿಡ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದರೆ, ನಾವು ಗಿಡದ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಬಹುದು– ಇದು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ರೂಪಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ– ಇದು ಒಂಭತ್ತು ಮತ್ತು ಹತ್ತನೆಯ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಧಾನವನ್ನು (statistics) ಕಲಿತು ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಹಳಷ್ಟು ಎಳೆಯ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿದ್ದು ಬಲಿತ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೆ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳೇ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬದುಕುಳಿಯುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

3. ಒಂದು ಎಲೆಯಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳು ಸಣ್ಣದಾಗಿರುತ್ತವೆಯೇ?

ಗಿಡದಿಂದ ಯಾವುದೇ ಎಲೆಯನ್ನು ಕೀಳದೆಯೇ ನಾವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಎಲೆಯ ಎರಡೂ ಭಾಗವನ್ನು ಮಧ್ಯದ ದಿಂಡಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಮಡಿಸಿದರೆ ಯಾವ ಭಾಗ ದೊಡ್ಡದಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು (**ಚಿತ್ರ 4**ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ)

ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಐದನೇ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೂ ಇದೊಂದು ಸರಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ನಾವು ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಬಿಂಡಿಯ ಡಜನ್‌ಗಟ್ಟಲೆ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೂ, ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಎಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಎಲೆಯ ಹಸಿರು ಭಾಗದಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡದಾದ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗ ನಮಗೆಂದೂ ಕಾಣಲಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿದೆ.

ನಾವು ಗಮನಿಸಿದ ಮತ್ತೊಂದು ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ಈ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಉಬ್ಬುಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತಿದ್ದವು (**ಚಿತ್ರ 5**ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಮಧ್ಯ ಮಧ್ಯದ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವ ಅಂಶವನ್ನು ಇದು ಮತ್ತಷ್ಟು ದೃಢ ಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಅಂಶಕಂಡುಬರುತ್ತದೆಯೇ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಕುತೂಹಲಕಾರಿ.

4. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ತೂಕ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿದೆಯೇ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ನಾವು ಒಂದೇ ಅಳತೆಯ ಬಿಳಿ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡೆವು (ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟದ ಕೆಲಸವಾಗಿತ್ತು) ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ತಕ್ಕಡಿಯಲ್ಲಿ ತೂಕ ಮಾಡಿದೆವು. ಆಶ್ಚರ್ಯದ ವಿಷಯವೆಂದರೆ, ಕೆಲವು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳ ತೂಕ ಅದೇ ಅಳತೆಯ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಿತ್ತು. ಆದರೆ, ಅದೇ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ

ಚಿತ್ರ 4. ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿಯ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಭಾಗದ ಆಕಾರಗಳ ಹೋಲಿಕೆ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಚಿತ್ರ 5. ಉಬ್ಬುಗಳಿರುವ ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆ ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಚಿತ್ರ 6. ಎಲೆಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ತೂಕ ಕಡಿಮೆಯಿತ್ತು. ಬಹುಶಃ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಕಡಿಮೆ ಆಹಾರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು. ಅಥವಾ ಹಸಿರು ಭಾಗಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು.

5. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳ್ಳಗಿವೆಯೇ?

ಕಾರ್ಯಗಾರದಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಂಡ ಮೂರು ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳು ಈ ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದರು (**ಚಿತ್ರ 6**).

ಅವರುಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎಲೆಯನ್ನೂ ಮುಟ್ಟುತ್ತಾ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಹುಡುಕಿದರು. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೂ ತನ್ನ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ ಕೈಗಳನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಾಚುತ್ತಿದ್ದಳು. ಅವಳ ಗೆಳತಿಯರು ಆಕೆಯ ಒಂದು ಕೈಗೆ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆ ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಕೈಗೆ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಇಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರು ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡೇ ಕೇವಲ ಸ್ಪರ್ಶದಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಯಾವ ಎಲೆ ತೆಳುವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಹುಡುಗಿಯೂ ಹದಿನೈದು ಜೊತೆ ಬಿಳಿಯ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು (ಅವೇ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಒಬ್ಬರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯಕ್ತಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಿಲ್ಲ). ಇದೆಲ್ಲದರ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಅವರು ಪಟ್ಟಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿದರು. ಹನ್ನೊಂದು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳುವಾಗಿದ್ದವು (ತಾವು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ಮಾಡಿದ ಅವಲೋಕನದ ಪ್ರಕಾರ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಂತೆ) ಮತ್ತು ಉಳಿದ ಎರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಎಲೆಗಳು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿದ್ದವು. ಇನ್ನೆರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳುವಾಗಿದ್ದವು. ಇವುಗಳ ನಡುವೆ, ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಎಲೆ ಮಾತ್ರ ಇತರೆ ಅಕ್ಕ ಪಕ್ಕದ ಗಾಢ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳುಹಸಿರು ಬಣ್ಣದಿಂದ ಕೂಡಿತ್ತು (ಹೊಳೆಯುವ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣ) ಮತ್ತು ಈ ಎಲೆಯು ಬಹಳ ತೆಳುವಾಗಿತ್ತು. ಅದು ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೂ ಇನ್ನೂ ಬಲಿತಿರದ ಎಲೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ಬಿಂಡಿ ಸಸ್ಯದ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳ್ಳಗಿವೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ಬಹುಶಃ ಅವುಗಳು ತಮಗೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವಾಗಿತ್ತು ಮತ್ತು / ಅಥವಾ ಸಸ್ಯದ ಉಳಿದ ಎಲೆಗಳಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಹಾರ ಸರಬರಾಜು ಆಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

6. ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಬೇಗ ಸುರುಟಿ ಹೋಗುತ್ತವೆಯೇ?

ಇದೇ ಕಾರ್ಯಾಗಾರದಲ್ಲಿ, 13 ವರ್ಷದ ನಾಲ್ವರು ಬಾಲಕರ ಗುಂಪೊಂದು ಅವಲೋಕನವೊಂದನ್ನು ನಡೆಸಿತು. ಅವರು ಗಿಡದ ಕೊಂಬೆಯೊಂದನ್ನು ಮುರಿದು, ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ಅದನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನೆನೆಸಿಟ್ಟರು. ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಕೆಲವು ಎಲೆಗಳು ಮುದುಡಿ ಹೋಗಿ ಆಕಾರವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿದ್ದವು. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಅದೇ ಕೊಂಬೆಯ ಮೇಲಿದ್ದ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು 'ಆರೋಗ್ಯಕರ'ವಾಗಿದ್ದವು (ಟರ್ಜಿಡ್).

ಅದರಿಂದ ಈ ಹುಡುಗರು ಒಂದು ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಷ್ಟು ಆರೋಗ್ಯಕರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾವೇ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಹಸಿರು

ಎಲೆಗಳು ಒದಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಆಹಾರದ ಮೇಲೆ ಅವು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ ಎಂದು ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಕೇವಲ ಹಸಿರು ಎಲೆ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆ ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಮಿಶ್ರಿತ ಎಲೆಗಳ ಕೊಂಬೆಗಳ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ಅವರು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಈ ರೀತಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೊಂಬೆಯನ್ನು ಅವರು ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟರು. ಇದೇ ರೀತಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಕೊಂಬೆಗಳನ್ನು ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟು, ನೀರನ್ನು ಹಾಕಿ ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ಇಟ್ಟರು (**ಚಿತ್ರ 7**ನ್ನು ನೋಡಿರಿ). ಮಾರನೆಯ ದಿನ ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಯ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಮತ್ತಷ್ಟು ಮುದುಡಿ ಹೋಗಿದ್ದನ್ನು ನೋಡಿ ಹುಡುಗರು ಬಹಳ ಸಂತೋಷಪಟ್ಟರು; ಹಸಿರು ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ಮಿಶ್ರಿತ ಎಲೆಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ಇವರೆಡರ ನಡುವೆಯಿತ್ತು (**ಚಿತ್ರ ೮ಎ, ಬಿ**ಯ ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಆದರೆ ಇನ್ನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಗೊಳಿಸುವ ಅಂಶವೆಂದರೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು. (**ಚಿತ್ರ ೮ಸಿ, ಡಿ**ಯ ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ).

ಚಿತ್ರ 7. ಹುಡುಗರು ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ಕೊಂಬೆಗಳನ್ನು ನೆಡುತ್ತಿರುವುದು.
ಕೃಪೆ: ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್

ಚಿತ್ರ ೮ಎ ಮತ್ತು ೮ಬಿ. ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಗಳು: ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಚಿತ್ರ ೮ಸಿ ಮತ್ತು ೮ಡಿ. ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಗಳು: ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಸಂಪನ್ಮೂಲ

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಗಾಗಿ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಲಾಸ್ ಏಂಜಲೀಸ್, ಯುಎಸ್‌ಎನ ಮಿಲ್ಡ್ರೆಡ್ ಇ ಮಾಥಿಯಾಸ್ ಸಸ್ಯ ಉದ್ಯಾನದ ವೆಬ್‌ಸೈಟ್ http://tinyurl.com/qgpl6y2 ನೋಡಿ.

ಯೂನಿಯನ್ ಕೌಂಟಿ ಕಾಲೇಜಿನ ವೆಬ್‌ಸೈಟ್ http://tinyurl.com/p2m7vgq ನಲ್ಲಿಯೂ ನಿಮಗೆ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಚಿತ್ರ ಭಂಡಾರಕ್ಕೆ http://tinyurl.com/ojpu9rr ನೋಡಿರಿ.

ಆದರೆ, ಒಂದು ಬಾಟಲಿಯಲ್ಲಿ ತಣ್ಣಗಿನ ನೀರು ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಬಾಟಲಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಠಡಿಯ ತಾಪಮಾನದ ನೀರು ತುಂಬಿಸಿಟ್ಟಿದ್ದನ್ನು ಅವರು ನೆನಪಿಸಿಕೊಂಡರು. ಬಹುಶಃ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೇ ಇದೇ ಕಾರಣವಾಗಿರಲೂಬಹುದು. ಇದರಿಂದ, ನಾವು ಯಾವ ಅಂಶವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಎಲ್ಲಾ ಬದಲಾಗುವ (variable) ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವುದು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವೆನ್ನುವುದು ಎಲ್ಲರ ಅನಿಸಿಕೆಯಾಗಿತ್ತು. ಇದು ಹದಿಮೂರು ವರ್ಷದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಕೈಗೊಂಡ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯಾಗಿದ್ದು, ನಮ್ಮ ನೆರವಿಲ್ಲದೇ ಅವರು ಹೊಸ ಅಸ್ಥಿರ/ ಬದಲಾಗುವ ಕೊಠಡಿಯ ತಾಪಮಾನದ ಮತ್ತು ತಣ್ಣಗಿನ ನೀರು ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ಹೊಸ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಗಮನಕ್ಕೆ ತಂದದ್ದು ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ಸಂತೋಷ ತಂದಿತು.

ಈಗ ನಿಮ್ಮ ಸರದಿ

ಬಿಂಡಿ ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವುದೇ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಗಿಡಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಯಾವ ಹೊಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ನೀವು ಯಾವುದಾದರೂ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಸಸ್ಯಗಳಿರುವ ಉದ್ಯಾನ ಅಥವಾ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿರಿ ಮತ್ತು ಅವರೊಂದಿಗೆ ಮಾತುಕತೆ, ಚರ್ಚೆ, ವಾದ, ಆಟಗಳನ್ನಾಡುತ್ತಾ, ಅವರು ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದಾಗ ಅವರಿಗೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಡಿ. ಅವರೇ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಯೋಜಿಸಲು ಮತ್ತು ನಡೆಸಲು ತೊಡಗಿದಾಗ ಅವರಿಗೆ ನಿಮ್ಮ ಸುಗಮಗಾರಿಕೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಬಹುದು.

ಈ ರೀತಿ ಮಾಡುವುದರ ಅತಿ ಸೊಗಸಿನ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ನೀವು ಅವರಿಗೆ ಒಂದಾದ ನಂತರ ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಏನು ಮಾಡಬೇಕು ಎಂದು ಹೇಳಬೇಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದಷ್ಟೂ ಕಡಿಮೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವಿದ್ದರೆ ಈ ಹಿಂದೆ ಯಾವ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೂ ಮಾಡಿರದ ಮಕ್ಕಳೂ ಹೊಸ ಹೊಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಬಲ್ಲರು, ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲರು ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೇ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾಗಿಸಬಲ್ಲರು.

ಬಿಂಡಿಗೆ ಪರ್ಯಾಯಗಳು

ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಬಿಂಡಿಯಂತೆಯೇ ಇರುವ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಲಂಕಾರಿಕ ಸಸ್ಯಗಳಿದ್ದು, ಅವುಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಬಿಂಡಿಯಂತೆಯೇ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಹೀಗಿವೆ:

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಗಿಂಕೋ (*ಗಿಂಕೋ ಬೈಲೋಬಾ* ಪ್ರಭೇದ)

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಮೇಪಲ್ (*ಏಸರ್ ಡಾವಿಡಿ ಹನಸು ಸುರು, ಏಸರ್ ಪ್ಲಾಟನಾಯ್ಡಸ್ ವೇರಿಗೇಟಂ*)

ಅರೇಲಿಯಾ ಎಲಾಟಾ, *'ಆರಿಯೋ ವೇರಿಗೇಟಾ'*

ಕ್ಲೌನ್ ಫಿಗ್ (*ಫೈಕಸ್ ಆಸ್ಪೆರಾ*)

ಕೆಲೇಡಿಯಂನ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಡ್ರಸೀನಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಹೋಸ್ಟಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಉಳಿದ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಿನ್ನವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ದೊರಕಿದವು. ಇದು ನಮ್ಮ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ರೋಚಕಗೊಳಿಸಿತು ; ಬಹುಶಃ ಎಲ್ಲಾ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿರಬೇಕೆಂದೇನು ಇಲ್ಲ ಅಲ್ಲವೇ?

ಈ ಲೇಖನವು ನಿಮಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ನೀಡಿ, ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಉತ್ತಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುವಂತೆ ಮತ್ತು ತಮ್ಮದೇ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಂಬಿದ್ದೇವೆ.

ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್ ಅವರು ಮುಂಬೈನ ಹೋಮಿ ಜಹಾಂಗಿರ್ ಬಾಬಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಗೆ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಯುವ ಅವಕಾಶ ದೊರಕಿದಾಗ, ಅವರಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಉತ್ತರಕ್ಕಾಗಿ ಎಂತಹ ತನಿಖೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ ಎನ್ನುವುದು ಅವರ ಸಂಶೋಧನಾ ಆಸಕ್ತಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಮತ್ತು ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಕಲಿಸುವಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಎಂಟು ವರ್ಷಗಳ ಅನುಭವವಿದೆ. ಅವರನ್ನು gurinder@hbcse.tifr.res.in ಅಥವಾ gurinderphysics@gmail.com ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು.

ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್ ಯುಎಸ್‌ಎನಲ್ಲಿ ಬಯೋಫಿಸಿಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿ, 1985 ರಿಂದ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ್ದು, ಮುಂಬೈನ ಹೋಮಿ ಜಹಾಂಗಿರ್ ಬಾಬಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧಕಿ, ಶಿಕ್ಷಣತಜ್ಞೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಶಿಕ್ಷಕಿ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರಕಾರರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಗುರಿಂದರ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದರ ಹೊರತಾಗಿ ಅವರ ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೀಗಿವೆ 1. ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಕಲೆ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಾಮ್ಯತೆ 2. ವಿಕಾಸದ ಬಗ್ಗೆ ಕಲಿಯುವಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ತೊಂದರೆಗಳು ಮತ್ತು ಪರಿಹಾರಗಳು ಹಾಗು 3. ರೈತರು ನಿಜಕ್ಕೂ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತಾರೆಯೇ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಅವರು ಸಾಕಷ್ಟು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ಕಥೆ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಶಿಕ್ಷಕರ ಶಿಕ್ಷಣ, ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು haydock@gmail.com ಅಥವಾ www.khaydock.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ.

ಸೂರ್ಯನೆಂಬ ಅದ್ಭುತ!

ಸ್ವಯಂ ನಿರ್ಮಿತ ಉಪಕರಣದೊಂದಿಗೆ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅರಿಯುವುದು

ಪ್ರಜ್ವಲ್ ಶಾಸ್ತ್ರಿ

ಆಕಾಶವು ಆದಷ್ಟು ಮೋಡರಹಿತವಾಗಿದ್ದರೆ ಶಾಲಾ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಸೂರ್ಯ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವನು. ಆಗ ನಾವೇ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದಾದಂತಹ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಸರಳ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಪನಗಳನ್ನು ನಾವು ಮಾಡಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚ, ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು, ಪಿನ್-ಹೋಲ್ ಕ್ಯಾಮರ ಮತ್ತು ಬಿಂಬ – ಇವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಒಳನೋಟಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯ ಪಠ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ವೀಡಿಯೋ ಮೂಲಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತಾ ಇಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕ, ಆದರೆ. . . . . .

ಅಮವಾಸ್ಯೆಯ ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ದೃಶ್ಯ ನಮ್ಮನ್ನು ಮೋಡಿಮಾಡುವಂತಹುದು. **ಹಬಲ್** ದೂರದರ್ಶಕ, **ಸ್ಪಿಟ್ಜರ್** ಮತ್ತು **ಚಂದ್ರ** ಮುಂತಾದ ಪ್ರಬಲ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಅಂತರಜಾಲದ ಮೂಲಕ ಮನೆಗೆ ಬರುವ ದೂರ ವಿಶ್ವದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳು ನಮ್ಮನ್ನು ಮಂತ್ರಮುಗ್ಧರನ್ನಾಗಿಸುತ್ತವೆ. ಆಕಾಶವು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಲಭ್ಯವಾದುದು ಮತ್ತು ಅದೊಂದು 'ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ'. ಆದರೆ ನಮ್ಮ ಶಾಲಾ ಸಮಯವು ಬಹುಪಾಲು ಹಗಲಿನಲ್ಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ವಾಸ್ತವಕ್ಕೆ ಪ್ರಕಾಶ ಮಾಲಿನ್ಯದ ಉಪದ್ರವವನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿರಿ. ಹೀಗಿರುವಾಗ, ನಿಯಮಿತ ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಯೋಗ ಸಂಪೂರ್ಣ ಅಸಾಧ್ಯವೇ ಸರಿ– ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದೇ ಒಂದು ಅಪವಾದವಿದೆ. ನಮಗೆ ಅತಿಸನಿಹ ನಕ್ಷತ್ರವಾದ **ಸೂರ್ಯನು** ಶಾಲಾ ಸಮಯದಲ್ಲೂ 'ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ'ವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಬಲ್ಲ! ಹೀಗೆ, ಹಗಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಸಬಹುದಾದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗ ಮತ್ತು ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯು ನಿಜಕ್ಕೂ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಒಂದು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯ ಮಾತು[1]

ಸೂರ್ಯನನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ದೃಷ್ಟಿಸಬಾರದು — ಇದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಹಾನಿಯುಂಟಾಗಬಹುದು. ಈ ಕೆಳಗಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿರುವ ಸೂರ್ಯಬಿಂಬದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣೆ (projection) ಸೂರ್ಯನನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದ ಸುರಕ್ಷಿತ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು.

ಚಟುವಟಿಕೆ 1 : ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಹುಡುಕಿರಿ !

ಬೇಕಾದ ಸಲಕರಣೆಗಳು: ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲು ಒಂದು ನೋಟ್‌ಪುಸ್ತಕ.

ನಿಯಮಗಳು: ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರು ಆಗೊಮ್ಮೆ ಈಗೊಮ್ಮೆಯಾದರೂ ಕಾಣಿಸುವಂತಹ ಸಾಕಷ್ಟು ಶುಭ್ರ ಆಕಾಶ ಕಾಣುವ ಬಯಲು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಹೋಗಬೇಕು. ಆಕಾಶವು ಒಟ್ಟಾರೆ ಹೋಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿರಬೇಕು.

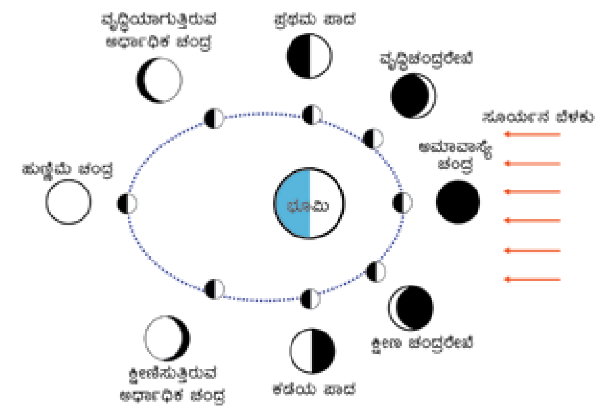
ವೀಕ್ಷಣಾ ಚಟುವಟಿಕೆ:

1. ಹಗಲಿನ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನಿರುವ ಜಾಗವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ.
2. ಇದರ ಆಕಾರವೇನು? ನಿಮ್ಮ ದಾಖಲೆ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ, ವೀಕ್ಷಣೆಯ ದಿನಾಂಕ ಮತ್ತು ಸಮಯದೊಂದಿಗೆ, ಅದರ ಆಕಾರದ ಒಂದು ಸ್ಥೂಲ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆದುಕೊಳ್ಳಿ.
3. ಅದಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಕೆಳಗಿರುವ ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ/ ಆಕಾಶದಂಚಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅದರ ಆಕಾರದ ಅಭಿಮುಖತೆ ಏನು?
4. ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅದು ಎಲ್ಲಿದೆ? (ಆಗ್ನೇಯ? ವಾಯುವ್ಯ?)
5. ಒಂದು ಕೈಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನತ್ತ ಮತ್ತೊಂದು ಕೈಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಚಂದ್ರನತ್ತ ಚಾಚಿ ಹಿಡಿಯಿರಿ. ಈಗ ನಿಮ್ಮ ಎರಡೂ ಕೈಗಳ ನಡುವಿನ ಕೋನ ಅಂದಾಜು ಎಷ್ಟಿರಬಹುದು?
6. ಪ್ರತಿ 30-60 ನಿಮಿಷಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ಪಥವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಮತ್ತು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ವೀಕ್ಷಣೆಮಾಡಿ.
7. ತರುವಾಯದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮಾಡಿ.
8. ಚಿತ್ರ 1 ರಲ್ಲಿರುವ ಚಂದ್ರಪಥದ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಹಲವಾರು ದಿನಗಳ ಕಾಲ ನೀವು ಮಾಡಿದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಬಲ್ಲಿರಾ?

ಹಿನ್ನೆಲೆ: ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಚಂದ್ರ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಕಾಣಲು ಅದು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದೇ ಕಾರಣ. ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ 29 ದಿನಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಬಾರಿ ಸುತ್ತು ಹಾಕುವುದರಿಂದ ಹೀಗೆ ವಿವಿಧ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಹೊಳೆಯುವ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ನಾವು 'ಚಂದ್ರನ (ಕಲೆಗಳು) ಆಕಾರಗಳು' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಚಂದ್ರನು ಹೀಗೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಹಲವು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಸುತ್ತು ಹಾಕುವುದರ ಮತ್ತೊಂದು ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೆ ಚಂದ್ರನು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ರಾತ್ರಿ ಕಾಣಿಸಿದರೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತಾನೆ. ಹೌದು ಪ್ರಖರ ಬಿಸಿಲಿನ ನೀಲಾಕಾಶದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವಷ್ಟು ಚಂದ್ರನು ಕಾಂತಿಯುತವಾಗಿರುತ್ತಾನೆ. ಮಾದರಿಗಳ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಹಗಲು ಮತ್ತು ರಾತ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಂಡ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಚಂದ್ರನ ಪಥಗಳು, ಗ್ರಹಣಗಳು ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಬಗೆಗೆ ಬೋಧಿಸಬಲ್ಲ ಇನ್ನೂ ಆಳವಾದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗಿಂತ ಮುಂಚೆ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

ಸೂಚನೆ: ಚಂದ್ರನು ಹುಣ್ಣಿಮೆಯ ನಂತರದ ಕೆಲವು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಗ್ಗೆಯಲ್ಲೂ ಹುಣ್ಣಿಮೆಗೆ ಕೆಲವು ದಿನಗಳ ಮುಂಚೆ ಅಪರಾಹ್ನದ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಜೊತೆಗೆ ಚಂದ್ರನು ಕಾಣುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ.

ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಚಕ್ರದುದ್ದಕ್ಕೂ ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸುವುದು ಉತ್ತಮ. ಅಂದರೆ, ಹಗಲಿನ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನು ಕಾಣದಿರುವ ದಿನಗಳನ್ನೂ ದಾಖಲಿಸುವಂತೆ ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕು. ನಂತರ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಹಗಲು ಮತ್ತು ರಾತ್ರಿ (ಮನೆಯಲ್ಲಿ) ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ, ಅವರು



ಚಿತ್ರ 1. ಚಂದ್ರ ಪಥ

ವೀಕ್ಷಣಾ ಕ್ಷೇತ್ರ	ದಿನಾಂಕ	ಸಮಯ	ಗಗನದ ಸ್ಥಿತಿ	ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರ ನಡುವಣ ಕೋನ	ಚಂದ್ರನ ಆಕಾರ
ಶಾಲಾ ಕ್ರೀಡಾಂಗಣ	ಭಾನುವಾರ 20ನೇ ಮಾರ್ಚ್ 16	13:00	ಶುಭ್ರ ಆಕಾಶ		
ಶಾಲಾ ಕ್ರೀಡಾಂಗಣ	ಸೋಮವಾರ 21ನೇ ಮಾರ್ಚ್ 16	15:00	ಭಾಗಶ: ಮೋಡ ಕವಿದ ಆಕಾಶ		
ಸ್ಥಳೀಯ ಉದ್ಯಾನವನ	ಭಾನುವಾರ 20ನೇ ಮಾರ್ಚ್ 16	11:00	ಭಾಗಶ: ಮೋಡ ಕವಿದ ಆಕಾಶ		
ಸ್ಥಳೀಯ ಉದ್ಯಾನವನ	ಬುಧವಾರ 23ನೇ ಮಾರ್ಚ್ 16	11:30	ಬಹುತೇಕ ಶುಭ್ರಾಕಾಶ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಮೋಡಗಳು		

ಕೋಷ್ಟಕ 1: ಚಂದ್ರನ ಪಥವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದಾದ ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾದರಿಯ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ

ತಮ್ಮ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಓದುವ 'ಚಂದ್ರನ(ಕಲೆಗಳಗೂ) ಆಕಾರ' ಗಳಗೂ ಮತ್ತು ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಗೂ ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸುವಂತೆ ಅವರನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಬೇಕು. ಅಂತರಜಾಲದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ ಚಾಂದ್ರಮಾನ ಕ್ಯಾಲೆಂಡರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ವೇಳಾಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ಅದರ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾಗಿದೆ[2].

ಚಟುವಟಿಕೆ 2: ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿ

ಬೇಕಾದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು: 30 ಸೆಂ.ಮೀ. x 30 ಸೆಂ.ಮೀ. ಅಳತೆಯ ಒಂದು ಸಮತಲ ಕನ್ನಡಿ; 15 ಸೆಂ.ಮೀ. x 15 ಸೆಂ.ಮೀ. ಅಳತೆಯ ದಪ್ಪ ಕಪ್ಪು ಕಾಗದ (ಕಾಗದದ ಅಳತೆಯು ನಿಮ್ಮ ಬಳಿ ಇರುವ ಕನ್ನಡಿಯ ಅಳತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ – ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ನೋಡಿ); ದುಂಡನೆಯ ನಾಣ್ಯ, ಕತ್ತರಿ, ಅಂಟು, ಒಂದು ಸಣ್ಣ ರೂಲರ್, ಅಳತೆ ಟೇಪ್; ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲು ಒಂದು ಸಣ್ಣ ನೋಟ್ ಪುಸ್ತಕ.

ಅಗತ್ಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು: ಸೂರ್ಯನು ಕಾಣುವಷ್ಟು ಶುಭ್ರ ಆಕಾಶ (ಬಿಟ್ಟು ಬಿಟ್ಟು ಕಂಡರೂ ತೊಂದರೆ ಇಲ್ಲ) ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಅಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲದೆ ಆಕಾಶ ಕಾಣುವ ತೆರೆದ ಪ್ರದೇಶ.

ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿಯ ನಿರ್ಮಾಣ:

ಹಂತ 1: ಕಪ್ಪು ಕಾಗದವು ಪ್ಲಸ್ ಆಕಾರ ಬರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪು ಕಾಗದದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಗದದ ಅಂಚುಗಳಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ 5 ಸೆಂ.ಮೀ. x 5 ಸೆಂ.ಮೀ. ಅಳತೆಯ ಚೌಕಾಕಾರವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ ತೆಗೆಯಿರಿ. (**ಚಿತ್ರ 2** ನೋಡಿ).

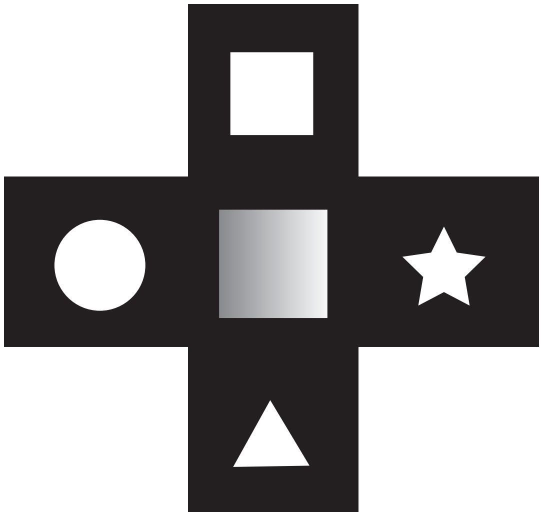
ಹಂತ 2: ಈ 'ಪ್ಲಸ್' ಆಕಾರದ ಹೊರ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಚೌಕ, ವೃತ್ತ (ಇದನ್ನು ಬರೆಯಲು ನಾಣ್ಯ ಬಳಸಿ), ನಕ್ಷತ್ರಾಕಾರ ಮತ್ತು ಸಮಬಾಹು ತ್ರಿಭುಜಗಳ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ ತೆಗೆಯಿರಿ. ಈ ಆಕಾರಗಳು ಕನ್ನಡಿಯ ಅಳತೆಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರಬೇಕು.

ಹಂತ 3: 'ಪ್ಲಸ್'ನ ಮಧ್ಯದ ಚೌಕಾಕಾರದ ಮೇಲೆ ಅಂಟನ್ನು ಬಳಸಿ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಅಂಟಿಸಿ.

ಹಂತ 4: ಕತ್ತರಿಸಿದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಚ್ಚೌಕ ಭಾಗವೂ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬರುವಂತೆ ಮಡಿಸಿ. ಇದರಿಂದ ನಿಮಗೆ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಮರೆ ಮಾಡುವ ನಾಲ್ಕು ಮಡಿಕೆಗಳು ದೊರೆತವು.

ಈಗ ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿ ಸಿದ್ಧವಾಯಿತು!

ಬಳಸುವ ರೀತಿ: ಹೊರಗೆ ಸೂರ್ಯನು ಕಾಣುವ ಜಾಗಕ್ಕೆ ಈ ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಒಯ್ಯಿರಿ. 'ಸೂರ್ಯಬಿಂಬ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವಂತೆ ' ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಸೂರ್ಯನತ್ತ ತಿರುಗಿಸಿ, ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬಿಂಬ ಸುಮಾರು 1 ಮೀಟರ್ ದೂರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಅತ್ತಿತ್ತ



ಚಿತ್ರ 2. ಮಧ್ಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚೌಕಾಕಾರದ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಅಂಟಿಸಿರುವ 'ಪ್ಲಸ್' ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಿದ ಕಪ್ಪು ಕಾಗದ; ನಾಲ್ಕು ಹೊರ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಚೌಕ, ವೃತ್ತ, ನಕ್ಷತ್ರ ಮತ್ತು ತ್ರಿಭುಜಾಕಾರಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿದೆ. ಕೃಪೆ: ನವನಿರ್ಮಿತಿ 2013

ತಿರುಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ. ಬಿಂಬವು ಬೀಳುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಗೋಡೆ ಅಥವಾ ಮಿತ್ರನು ಹಿಡಿದ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆ ಅಥವಾ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬನ ಬಟ್ಟೆಯ ಮೇಲ್ಮೈ — ಯಾವುದಾದರೂ ಆಗಬಹುದು.

ನಂತರ, ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮಡಿಕೆಯನ್ನೂ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಮುಚ್ಚುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಡಿಸಿರಿ. ಈಗ ಪ್ರಖರ ಬಿಂಬದ ಆಕಾರದ ಮೇಲೆ ಇದರಿಂದಾಗುವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವಂಥದ್ದು ಏನೂ ಇಲ್ಲ: ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಬಿಂಬದ ಆಕಾರವು ಮಡಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ಆಕಾರದಂತೆ ಬದಲಾಗುವುದು– ಚೌಕಾಕಾರ, ವೃತ್ತಾಕಾರ, ನಕ್ಷತ್ರಾಕಾರ ಅಥವಾ ತ್ರಿಭುಜಾಕಾರ.

ಈಗ ನೋಡಿ ಅಚ್ಚರಿಯ ಸಂಗತಿ: ಈಗ ಬಿಂಬವು ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡಿಯ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಸುಮಾರು 8 ರಿಂದ 10 ಮೀಟರ್‌ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಿ. ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬನ ವಸ್ತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಬಿಂಬವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಆಗಿ ಬಳಸಿದ್ದರೆ, ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಖರ ಬಿಂಬ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಕಣ್ಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಹಾನಿಯಾಗುವುದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು, ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಬೆನ್ನು ಕನ್ನಡಿಗೆ ಎದುರಾಗುವಂತೆ ಇರಬೇಕು. ಈಗ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬಿಂಬದ ಆಕಾರ ಏನಾಗುವುದು ಎಂದು ಗಮನಿಸಿ. ಮಡಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಿದ ಆಕಾರ ಯಾವುದೇ ಇರಲಿ (ಚೌಕ, ವೃತ್ತ, ತ್ರಿಭುಜ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರ), ಬಿಂಬದ ಆಕಾರ ವೃತ್ತಾಕಾರವೇ ಆಗಿರುವುದು! ತ್ರಿಭುಜಾಕಾರದ ಮಡಿಕೆಯನ್ನು ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲಿಟ್ಟು, ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಹಿಂದೆ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ, ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದಾಗ ತ್ರಿಭುಜಾಕಾರವಾಗಿರುವ ಬಿಂಬವು ದೂರ ಸರಿದಾಗ ವೃತ್ತಾಕಾರಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ[3]. ಇದನ್ನು ಚೌಕ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರ ಆಕಾರವುಳ್ಳ ಮಡಿಕೆಗಳೊಡನೆ ಮತ್ತೆ ಮಾಡಿರಿ.

ವಿವರಣೆ: ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಬಿಂಬವು ಬೇರೇನೂ ಅಲ್ಲ ಸೂರ್ಯನ ಅಸಲಿ ಬಿಂಬವೇ! ಇದನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ದೀಪ ಅಥವಾ ಟಾರ್ಚ್‌ನ ಬೆಳಕಿನೊಂದಿಗೆ ಕತ್ತಲ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಮನವರಿಕೆಯಾಗುವಂತೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ[4]. ಕತ್ತಲ ಕೊಠಡಿಯ ಒಂದು ಗೋಡೆಯಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರವಿರುವ ಕನ್ನಡಿಯು ದೀಪ ಅಥವಾ ಟಾರ್ಚ್ ಬೆಳಕಿನ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸುತ್ತದೆ. ಹಲವಾರು ಶತಮಾನಗಳಿಂದಲೂ 'ಸೂಜಿರಂಧ್ರ ಬಿಂಬಗ್ರಾಹಿ'[5]ಯ (Pin hole camera) ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆಯಲ್ಲದೆ ಅಧಿಕ ದೂರದ ವಿಶಾಲ (large depth) ಪ್ರದೇಶದ ದೃಶ್ಯದ ಛಾಯಾಗ್ರಹಣಕ್ಕೆ ಇದನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. 'ಸೂಜಿ–ರಂಧ್ರ' ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸುತ್ತಾ ರಟ್ಟು ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದು[4,6,7]. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಸೂಜಿ–ರಂಧ್ರಗಳಿವೆ. ಉದಾ: ಮರದ ಎಲೆಗಳ ನಡುವೆ ಉಂಟಾದ ಬೆಳಕಿಂಡಿಗಳು[7]. ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿಯು ಗೋಡೆ/ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಾ ತೆರೆಯಿಂದ ಸೂಕ್ತ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅಂತಹ ಸೂಜಿ–ರಂಧ್ರದಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ[8]. ನಾವು ಯೋಚನೆ ಮಾಡಿದರೆ ಸೂಜಿ–ರಂಧ್ರಕ್ಕಿಂತ ಕನ್ನಡಿಯು ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೂ ಈ ಜಾದೂ ಆಗಲು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ರಂಧ್ರ ಅಥವಾ ಕನ್ನಡಿಯ ಅಳತೆ ಅಲ್ಲ, ಅದು ಕನ್ನಡಿಯ ಅಳತೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಾ ತೆರೆಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರಗಳ ಅನುಪಾತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು, ಈ ಅನುಪಾತವು ಜಾಸ್ತಿ ಆಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಮುಂದಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತರಿಸಲಾಗಿದೆ:

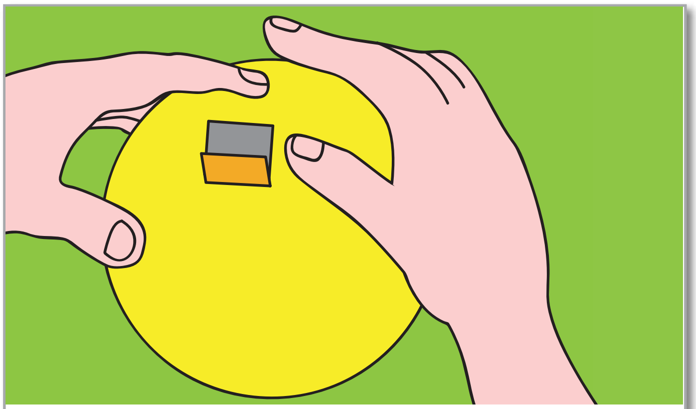
ಚಟುವಟಿಕೆ 3: ಚೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿದ ಸೌರ ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್

ಬೇಕಾದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು: ಒಂದು ಮಧ್ಯಮ ಗಾತ್ರದ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಆಟದ ಚೆಂಡು; ಚೆಂಡನ್ನು ತುಂಬಲು ಸ್ವಲ್ಪ ಮರಳು; ಚೆಂಡಿನ ಪೀಠವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು (ಬಳಸಿದ) ಅಂಟುಪಟ್ಟಿಯ ರಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಟೆನ್ನಿಕಾಯ್ಟ್ ರಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಸ್ಥಿರವಾದ, ಮಟ್ಟಸವಾದ ಸಿಲಿಂಡರಾಕಾರದ ಕಂಟೇನರು (ಮುಚ್ಚಳ ರಹಿತವಾದದ್ದು ಮತ್ತು ಚೆಂಡಿನ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳದ್ದು); ಸಣ್ಣ ಕನ್ನಡಿ (ಸುಮಾರು 3 ಸೆಂ.ಮೀ x 3 ಸೆಂ.ಮೀ.), ಕನ್ನಡಿಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ದೊಡ್ಡದಾದ ಅಳತೆಯ ಗಟ್ಟಿ ಕಾಗದ; ಅಂಟಿಸುವ ಟೇಪು; ಕತ್ತರಿ ಮತ್ತು ಕಾಗದ ಕತ್ತರಿಸುವ ಚಾಕು; ಒಂದು ನಾಣ್ಯ; ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲು ಒಂದು ಸಣ್ಣ ನೋಟ್ ಪುಸ್ತಕ.

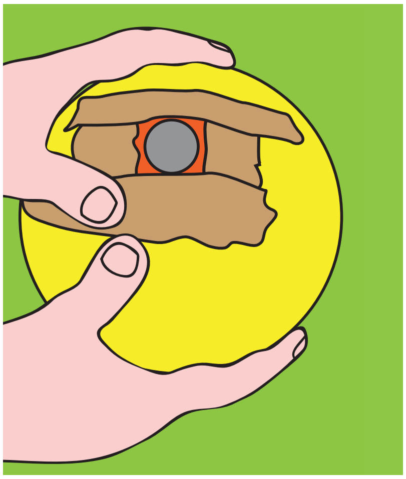
ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು: ಸೂರ್ಯ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಕಾಣಿಸುವಷ್ಟಾದರೂ ಇರುವ ಶುಭ್ರಾಕಾಶ.

ಚೆಂಡಿಗೆ ಪೀಠವನ್ನು ಮತ್ತು ಸೌರ ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು:

ಚಾಕುವನ್ನು ಬಳಸಿ ಚೆಂಡಿನ ಮೇಲೆ 2.5 ಸೆಂ.ಮೀ x 2.5 ಸೆಂ.ಮೀ. ಅಳತೆಯ ಚೌಕಾಕಾರದ ನಾಲ್ಕು ಪಾರ್ಶ್ವಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ. ಚೌಕಾಕಾರದ ರಂಧ್ರ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಚೌಕಾಕಾರದ ಒಂದು 'ಕವಾಟ' ಉಂಟಾಗುವಂತೆ ಚೌಕದ ಮೂರು ಪಾರ್ಶ್ವಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ (**ಚಿತ್ರ 3** ನೋಡಿ). ಈ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಚೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಮರಳನ್ನು ತುಂಬಿರಿ. (ಅರ್ಧಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ತುಂಬಿರಿ). ಈಗ ರಂಧ್ರದ ಕವಾಟವನ್ನು ಮುಚ್ಚಿರಿ ಅದರ ಮೇಲೆ ಅಂಟು ಟೇಪನ್ನು ಅಂಟಿಸಿ ಸೀಲ್ ಮಾಡಿರಿ. ಇದರಿಂದ ಚೆಂಡು ಭಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಚೆಂಡನ್ನು ಪೀಠದ (ಬಳಸಿದ ಟೇಪ್‌ನ ರಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಸಿಲಿಂಡರ್ ಆಕಾರದ ಕಂಟೇನರು) ಮೇಲಿರಿಸಿ. ಈ ಚೆಂಡನ್ನು ಪೀಠದ ಮೇಲೆ



ಚಿತ್ರ 3. ಚೆಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಕತ್ತರಿ ಬಳಸಿ ಮುಚ್ಚಳವುಳ್ಳ ಚೌಕಾಕಾರದ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೃಪೆ: ಸೂರಜ್ ಜ಼ಮೀನ್ ಪರ್ ವೀಡಿಯೋ ಸರಣಿ[3].



ಚಿತ್ರ 4. ಚೆಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಅಂಟಿಸಲಾದ ಪೇಪರ್ ಚೌಕಟ್ಟು ಇರುವ (ದುಂಡಗಿನ ರಂಧ್ರ) ಕನ್ನಡಿ. ಕೃಪೆ: ಸೂರಜ್ ಜ಼ಮೀನ್ ಪರ್ ವೀಡಿಯೋ ಸರಣಿ[3].

ಸಲೀಸಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಬಹುದು ಹಾಗೂ ಅದನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಬಿಟ್ಟರೆ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು.

ಒಂದು ಗಟ್ಟಿ ಕಾಗದದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸುಮಾರು 2 ಸೆಂ.ಮೀ. ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸಿರಿ. ಈ ವೃತ್ತವನ್ನು ಕನ್ನಡಿಗೆ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಮೇಲುಕಟ್ಟು(Mask) ಆಗುವಂತೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಮತ್ತು ನಾಜೂಕಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿ. ಹೀಗೆ ಕತ್ತರಿಸಿದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಮೇಲುಕಟ್ಟಿನ ಅಂಚಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಅಂಟನ್ನು ಹಚ್ಚಿ ವೃತ್ತಾಕಾರ ಕನ್ನಡಿಯ ಮಧ್ಯಕ್ಕೆ ಬರುವಂತೆ ಅದನ್ನು ಕನ್ನಡಿಯ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಅಂಟಿಸಿ. ವೃತ್ತಾಕಾರದ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಕಾಣಿಸುವ ಕನ್ನಡಿಯ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಅಂಟು ಉಳಿಯದಂತೆ ಎಚ್ಚರ ವಹಿಸಿ. ಈಗ ಮೇಲುಕಟ್ಟುಳ್ಳ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಚೆಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಅಂಟು ಟೇಪ್ ಬಳಸಿ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಅಂಟಿಸಿ. ಅಂಟು ಟೇಪಿನಿಂದ ದುಂಡಗಿನ ರಂಧ್ರ ಮುಚ್ಚಿಹೋಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಿ.

ಈಗ ನಿಮ್ಮ ಚೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿದ ಸೌರ ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ಸಿದ್ಧ!

ಬಳಸುವ ರೀತಿ: ಈಗ, ಹೊರಾಂಗಣದಲ್ಲಿ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಪೀಠ ಸಮೇತವಾಗಿ ಚೆಂಡು–ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್‌ಅನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ. ಕನ್ನಡಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬ ಹಿಡಿಯುವಂತೆ ಚೆಂಡನ್ನು ಸೂರ್ಯನತ್ತ ತಿರುಗಿಸುತ್ತಾ ಬನ್ನಿ ಹಾಗೂ ಅದರ ಬಿಂಬವನ್ನು ಗೋಡೆ ಅಥವಾ ತೆರೆಯಂತಹ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಲಂಬವಾದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿ. ಚೆಂಡಿನಿಂದ ಈ ತೆರೆಯ ಮೇಲ್ಮೈ ದೂರವಿದ್ದಷ್ಟೂ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬವು ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಕಾಶವಿರುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ಇದರಿಂದಾಗಿ ಅದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದೂ (visibility) ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ವೀಕ್ಷಣಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು:

- ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿತ ಬಿಂಬ ಮತ್ತು (ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ) ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ನಡುವಣ ಅಂತರವನ್ನು ನೀವು ಬದಲಿಸಿದಾಗ ಬಿಂಬವು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುವುದು?
- ನೀವು ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿ (ಕೆಲವು ನಿಮಿಷಗಳವರೆಗೆ) ಹಿಡಿದಾಗ ಸಮಯ ಕಳೆದಂತೆ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬಕ್ಕೆ ಏನಾಗುವುದು?
- ಸಮಯ ಸರಿದಂತೆ ಬಿಂಬದ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕು ಯಾವುದು? (ಬಲ ಅಥವಾ ಎಡ? ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಕೆಳಗೆ? ಪೂರ್ವದತ್ತ ಅಥವಾ ಪಶ್ಚಿಮದತ್ತ?)
- ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬ ಕೊಠಡಿಯೊಂದರ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ (ಅದರ ಬಾಗಿಲ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಕಂಬಿ ಇಲ್ಲದ ಕಿಟಕಿಯ ಮೂಲಕ) ಬೀಳುವಂತೆ ಚೆಂಡು ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಅತ್ತಿತ್ತ ತಿರುಗಿಸಿ. ಸೂರ್ಯ ಬಿಂಬ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಾಗದ ನಡುವೆ ಪ್ರಖರತೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸ (contrast) ಹೆಚ್ಚುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.
- ಕಿಟಕಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಗಾಳಿ ಕಿಂಡಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಜಾಗಗಳಿಗೆ ಕಪ್ಪು ತೆರೆಗಳನ್ನು ಹಾಕಿ ಕೊಠಡಿಯನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಕತ್ತಲಾಗಿಸಿದರೆ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು.
- ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ದಿನ ದಿನವೂ ಆಗುವ ಸೂರ್ಯನ ಸ್ಥಾನ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿತ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ತೆಳು ವರ್ಣದ ದೊಡ್ಡ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ.
- ಮರುದಿನ ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ. ಹಿಂದಿನ ದಿನಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಇಂದು ಸೂರ್ಯಬಿಂಬದ ಸ್ಥಾನವೇನು?

• ಸೂರ್ಯನ ಬಿಂಬದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಕಪ್ಪುಕಲೆಗಳನ್ನು ಕಾಣುವಿರಾ? ಸಮಯ ಸರಿದಂತೆ ಬಿಂಬದ ಅಂಚಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅವು ಚಲಿಸುತ್ತವೆಯೆ? ಇವು ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆಗಳಾಗಿರಬಹುದು10!

ಸಲಕರಣೆಗಳ ಮೇಲೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ

ಪೀಠ: ಅತಿ ಭಾರವುಳ್ಳ ಚೆಂಡನ್ನು ರಿಂಗ್ ಮೇಲೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದಾಗ ಅದು ಬಹಳ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆಯಲ್ಲದೆ ಅದನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನತ್ತ ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಅತ್ತಿತ್ತ ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಬರುವ 'Alt-Az ಅಥವಾ Altitude- Azimuth ಪೀಠ' ಎಂಬುದರ ಒಂದು ಅನುಭವವನ್ನು ಭಾಗವಹಿಸುವವರು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಭೂ–ಸ್ಥಾಪಿತ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಪೀಠಗಳಲ್ಲಿ ಇದೂ ಒಂದಾಗಿದ್ದು, ಇದರಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಚಾಲಕಗಳು ದೂರದರ್ಶಕದ ವೃತ್ತೀಯ (Circular) ಚಲನೆಯು ಎರಡು ಅಕ್ಷಗಳ ಸುತ್ತ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಅಕ್ಷವು ಭೂಮಿಯ ಸಮತಲಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವುದು (ಇದು ದೂರದರ್ಶಕವು ತೋರುವ ದಿಕ್ಕಿನ ಓಲುವೆ ಅಥವಾ ಎತ್ತರವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದು) ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಅಕ್ಷವು ಭೂಮಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವುದು. ಇದು ದೂರದರ್ಶಕವು ತೋರುತ್ತಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನ 'ದಿಗಂಶ' (azimuth) ಅನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲು ನೆರವಾಗುವುದು. ಕ್ಷಿತಿಜದಿಂದ ಮೇಲಿರುವ ಆಕಾಶದ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳು/ಬಿಂದುಗಳು ಈ ಎರಡು ಸ್ವತಂತ್ರ ಚಲನೆಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದಾಗಿ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ.

ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ (ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕ): ಹಿಂದಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಇದರ ತತ್ವವನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯ ಬಿಂಬವನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಲಾಗುವ ತೆರೆಯು ಹೋಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ರಂಧ್ರದ ಮೇಲುಕಟ್ಟು ಹಾಕಿದ ಕನ್ನಡಿ 'ಸೂಜಿರಂಧ್ರ' ದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮುಂದಿನ ಅಂಶಗಳನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕಾದುದು ಅವಶ್ಯ: (a) ರಂಧ್ರದ ಗಾತ್ರ ದೊಡ್ಡದಾದಷ್ಟು 'ಸೂಜಿರಂಧ್ರ' ಪರಿಣಾಮಕ್ಕಾಗಿ ತೆರೆಯು ದೂರದಲ್ಲಿರಬೇಕು: (b) ರಂಧ್ರ ದೊಡ್ಡದಿದ್ದಷ್ಟು ಗ್ರಹಿಸಲಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೆಚ್ಚು (ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶವಾದ ಬಿಂಬ ಲಭ್ಯವಾಗುವುದು) ಆದರೆ, ಬಿಂಬದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದು. (ಬಿಂಬದ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಸೂರ್ಯನ ಕಲೆ ಇಲ್ಲವೇ ಗ್ರಹಗಳ ಗೋಚಾರವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು); (c) ತೆರೆಯು ದೂರವಿದ್ದಷ್ಟೂ ತೆರೆಯ ಮೇಲಿನ ಬಿಂಬದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಲಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದು. ಹೀಗೆ ಒಂದಿಷ್ಟು ರಾಜಿ ಸಂಧಾನ (trade-off) ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇಂತಹ ರಾಜಿ ಸಂಧಾನಗಳನ್ನು ರಂಧ್ರದ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ತೆರೆಯ ದೂರಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸುವ ಮೂಲಕ ಗುರುತಿಸುವಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಬೇಕು. ಕನ್ನಡಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ತೆರೆಯ ನಡುವೆ ಅದೇ ದೂರದಲ್ಲಿ ತೆರೆಯನ್ನು ಕತ್ತಲಾಗಿಸಿರುವ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಬಿಂಬ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶದ ನಡುವೆ ಇರುವ ಪ್ರಕಾಶದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ವೀಕ್ಷಕನಿಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟತೆಯು ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಾ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯನ್ನು ಇರಿಸಿ ಕತ್ತಲಾಗಿಸಿರುವ ಕೊಠಡಿಯನ್ನು ದತ್ತಾಂಶ ಸಂಗ್ರಹ ಸ್ಟುಡಿಯೋವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್‌ಅನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನೋಡಿದ ನಂತರ ಅದರ ವಿನ್ಯಾಸದ ಇನ್ನಿತರ ಅನುಕೂಲತೆಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ತಿಳಿದುಬರುವುವು: ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸ್ಥಾನ ಎಲ್ಲೇ ಇರಲಿ, ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್‌ನಿಂದ ತೆರೆಯವರೆಗಿನ ಪಥ ಭೂಮಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಅನುಕೂಲಕರವೇ ಆಗಿದೆ.

ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಟಿಪ್ಪಣಿ

ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲುಕಟ್ಟಿನ ವಿಭಿನ್ನ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಾ ತೆರೆಯ ದೂರವನ್ನು ಬದಲಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದಾಗ ಸೂಜಿರಂಧ್ರ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಕತ್ತಲಾಗಿರುವ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ 2 ಸೆಂ. ಮೀ. ವ್ಯಾಸದ ರಂಧ್ರವುಳ್ಳ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲುಕಟ್ಟು ಮತ್ತು 30 ಮೀ. ದೂರವಿರುವ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಾ ತೆರೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು. ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿತ ಬಿಂಬದ ಚಲನೆಯ ಜಾಡು ಹಿಡಿಯುವುದು ಮತ್ತು ದಾಖಲಿಸುವುದು

ಚಿತ್ರ 5: ಮಕ್ಕಳಿಬ್ಬರು ಸೌರ ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುವುದು.
ಕೃಪೆ: ಸೆಜಲ್ ಚೆವ್ಲಿ ಮತ್ತು ನವನಿರ್ಮಿತಿ ಲರ್ನಿಂಗ್ ಫೌಂಡೇಷನ್.

ನಮಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ಪ್ರತಿದಿನ, ದಿನದಿಂದ ದಿನಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಋತುಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಸೂರ್ಯನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಆಗಾಗ್ಗೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಸೌರಕಲೆಗಳನ್ನು[11] ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಸೌರಕಲೆಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ನೋಡಬೇಕಾದರೆ ಅವು ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದು, ಹಾಗೂ ಸೌರಬಿಂಬದ ಸ್ಪಷ್ಟತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸೌರಕಲೆಗಳು ಕಾಣುವುದೇ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುವ ಸೂರ್ಯನ ದೈನಂದಿನ ಉಪಗ್ರಹ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು NASA/SOHO ಜಾಲತಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು[10]. ಸೌರಕಲೆಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವುಳ್ಳ, ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಧಿಕ ಕಾಂತೀಯ ಒತ್ತಡವುಳ್ಳ ಗ್ರಹದ ಗಾತ್ರದಷ್ಟಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಾಗಿವೆ. ಇವು ಸಂವಹನ(convective) ಶಾಖವು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತಲುಪದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಹೋಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ತಣ್ಣಗಿರುವುವು ಹಾಗೂ ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಸುತ್ತಲಿನ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈಗಿಂತ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಪ್ಪಾಗಿಯೇ ಕಾಣುವುವು.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವು ನಿಜಕ್ಕೂ ಅತಿ ದೂರದ, ನಿಜಕ್ಕೂ ಬೃಹತ್ತಾದ, ಆದರೂ ಭೂಮಿಯ ಜೀವಿಗಳಾದ ನಾವು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಒಳಪಡುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು 'ಆನಂದದಾಯಕ'ವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಚಯಿಸುವ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವದ ಈ ಪರಿಚಯಕ್ಕೆ ರಾತ್ರಿ ಆಕಾಶವೇ ಬೇಕೆಂದೇನೂ ಇಲ್ಲ ಹಾಗೂ ಈ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಶಾಲಾ ಸಮಯದಲ್ಲಿಯೇ ಹಗಲಿನ ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದು ಇವು ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಲು ತಕ್ಕದ್ದಾಗಿವೆ.

ಕೃತಜ್ಞತೆ

'ಮಾಯಾ ಕನ್ನಡಿ' ಮತ್ತು 'ಸೌರ ಚೆಂಡು ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್' — ಇವು 'ಸೌರ ಆಧಿಕ್ಯ' (Solar maximum)(2000) ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನವನಿರ್ಮಿತಿ, ಇಂಡಿಯಾ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಾದ ಸೌರ ಸಂಚಾರ (Suntrek) ಮತ್ತು ಶುಕ್ರ ಸಂಕ್ರಮಣ ಪ್ರಚಾರ (2004) (transit of Venus campaign) ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ ವಿಕಾಸಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟವು. ಇವು ಮತ್ತು ಇತರ ಹಗಲಿನಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಅದರ ಜಾಲತಾಣವಾದ www.navanirmitilearning.org ಯಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದ ಇತರ ಹಗಲಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ **"ಯು ಟ್ಯೂಬ್"** ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆ/ವೀಡಿಯೋಗಳನ್ನು **ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಸಾರ್** ಸಂಸ್ಥೆಯು **ನವನಿರ್ಮಿತಿ ಲರ್ನಿಂಗ್ ಫೌಂಡೇಷನ್** ಮತ್ತು ಕರ್ನಾಟಕದ **ಭಾರತ ಜ್ಞಾನವಿಜ್ಞಾನ ಸಮಿತಿ**ಗಳ ಸಹಕಾರದೊಂದಿಗೆ ನಿರ್ಮಿಸಿದೆ. **ನವನಿರ್ಮಿತಿ ಲರ್ನಿಂಗ್ ಫೌಂಡೇಷನ್**ನ ವಿವೇಕ್ ಮಾಂಟ್ಹೈರೊ ಮತ್ತು ಗೀತಾ ಮಹಾಶಬ್ದೆ ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿನ್ಯಾಸಕಾರರೊಂದಿಗೆ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳು ನಡೆಸಿದ ಚರ್ಚೆಗಳನ್ನು ಲೇಖಕರು ಕೃತಜ್ಞತೆಯಿಂದ ಸ್ಮರಿಸುತ್ತಾರೆ.

References

1. Safe Viewing YouTube. Suraj Zameen Part 13: Safe Viewing, URL: <www.youtube.com/watch?v=-Xdy5TOi2E4>
2. Lunar Calendar: https://stardate.org/nightsky/moon
3. Magic Mirror YouTube. Suraj Zameen Part 3: Magic Mirror, URL: <www.youtube.com/watch?v=oLMyv0zZavA>
4. Pinhole YouTube. Suraj Zameen Part 2: Pin Hole, URL: <www.youtube.com/watch?v=H0ythHRZsXc>
5. Young, M., 1972, Pinhole Imagery, American Journal of Physics, 40, 715.
6. Navnirmiti, 2004. Measuring the Universe with a String and a Stone, URL: www.navnirmitilearning.org .
6. Nityananda, R. Observing Light. 2015, *I Wonder*, 1, 57.
7. Nilsson, T. H., Pinhead Mirror: A Previously Undiscovered Imaging Device? Applied Optics, 25, 2863.
8. Navnirmiti, 2012. Sun-earth experiments for Daytime Astronomy, URL: www.navnirmitilearning.org.
9. SOHO website. URL: http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi_igr/512/
10. Sun Spots. URL: http://www.exploratorium.edu/sunspots/research2.html

ಪ್ರಜ್ವಲ್ ಶಾಸ್ತ್ರಿ: ಇವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಅಸ್ಟ್ರೋಫಿಸಿಕ್ಸ್ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಖಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಅತಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳ ಪ್ರಯೋಗಾತ್ಮಕ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನಾ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತಾರೆ.. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣವು ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿಲ್ಲದಿರುವ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗೆ ತೀವ್ರ ಆತಂಕವಿದೆ. ವಿಶ್ವದ ಬಗೆಗೆ ರೋಮಾಂಚನಗೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ತಮಗೆ ವೇತನ ದೊರೆಯುತ್ತಿರುವುದು ಒಂದು ವಿಶೇಷಾಧಿಕಾರವೆಂದೇ ಭಾವಿಸಿರುವ ಇವರು ಹವ್ಯಾಸಿ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಉತ್ಕಟಾಸಕ್ತಿಯ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿ ಎದ್ದುಕಾಣುವುದನ್ನು ಅಚ್ಚರಿಯಿಂದ ಗಮನಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು prajval.shastri@gmail.com. ಮಿಂಚಂಚೆ ವಿಳಾಸದಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. **ಅನುವಾದಕರು**: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ.ಕೆ

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿನ ಸೌಂದರ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ

ಶಿಕ್ಷಕರು ಏಕೆ ಕಾಳಜಿ ವಹಿಸಬೇಕು

ರೋಹಿತ್ ಮೆಹತಾ
ಮತ್ತು ಸಾರಾ ಕೀನನ್

ಈ ಲೇಖನವು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಸೌಂದರ್ಯದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಕುರಿತು ಪರ್ಯಾಲೋಚಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ನಡೆದಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿರುವ ಸೌಂದರ್ಯದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮ ಪಾಠದಲ್ಲಿ ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಹೇಳ ತಿಳಿಸುವುದರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಲೇಖಕರು ಇಲ್ಲಿ ಎತ್ತಿತೋರಿಸುತ್ತಾರೆ. ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟೊಂದು ಸೌಂದರ್ಯ ಅಡಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಆಶ್ಚರ್ಯ ಮತ್ತು ಕುತೂಹಲವೆರಡನ್ನೂ ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತದೆ.

> *"ಕುದುರೆಗಳು ಮತ್ತು ಕಾಮನಬಿಲ್ಲುಗಳು ಜಗತ್ತನ್ನು ಅತ್ಯಾಕರ್ಷಕವಾಗಿಸುತ್ತವೆಯೇ, ಹೊರತು ವಿಜ್ಞಾನವಲ್ಲ"*
> — ಮಾರ್ಕ್ ಗಿರೋಡ್‌ನ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಬಂಧದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೊಬ್ಬ ಹೇಳಿದ ಮಾತಿನ ಉಲ್ಲೇಖ.

> *"ಯಾರಿಗೆ ಭಾವನೆಗಳು ಅಪರಿಚಿತವೋ, ಯಾರು ಅದ್ಭುತಗಳನ್ನು ಆಸ್ವಾದಿಸಲಾರನೋ ಮತ್ತು ವಿಸ್ಮಯದಿಂದ ಅವಾಕ್ಕಾಗಿ ನಿಲ್ಲಲಾರನೋ ಆತ ಬದುಕಿದ್ದೂ ಸತ್ತಂತೆಯೇ ಸರಿ — ಆತನ ಕಣ್ಣುಗಳು ತೆರೆದರೂ ಮುಚ್ಚಿದಂತೆಯೇ ಸರಿ."*
> — ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್

ಸೌಂದರ್ಯ ಪ್ರಜ್ಞೆ ಮತ್ತು ವಿಸ್ಮಯಗಳೇ ತಮಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಹೇಳುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವನ್ನೇ ತುಂಬು ವಿಸ್ಮಯದಿಂದ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಬೃಹದ್ವಿಶ್ವ ಮತ್ತು ಇದರಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸ್ಥಾನ, ಸತ್ಯಶೋಧನೆಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿನ ಪುಳಕ ಮತ್ತು ಅದ್ಭುತಾನುಭವಗಳು ಹಾಗು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಲ್ಪನೆ, ಅದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿನ ನವಿರು ನವಿರಾದ ಸೌಂದರ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ. ರಿಚರ್ಡ್ ಫೈನ್ಮನ್ ಅವರು ಹೇಳಿರುವ ಈ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ:

ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕಲಿತ ಮೇಲೆ ಜಗತ್ತು ಬಹಳ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮರಗಳು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಗಾಳಿಯಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ, ಅವು ಮತ್ತೆ ಗಾಳಿಯನ್ನೇ ಸೇರುತ್ತದೆ. ಅವು ಧಗಧಗನೆ ಉರಿಯುವಾಗ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಮರವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸೆರೆಹಿಡಿದಿಟ್ಟದ್ದ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಪಡೆದ ಜಗಮಗಿಸುವ ಶಾಖವು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಇನ್ನು ಉಳಿಯುವ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಬೂದಿಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಿಂದ ಬಂದಿರದ, ಘನ ಪದಾರ್ಥವಾದ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಬಂದಂಥ ಭಾಗ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲಾ ಎಷ್ಟು ಸುಂದರ ವಿಚಾರಗಳು ನೋಡಿ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನವೆಂಬ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ರೋಚಕ ಅಂಶಗಳೇ ತುಂಬಿತುಳುಕುತ್ತಿವೆ, ಇವೆಲ್ಲಾ ಬಹಳ ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕವಾಗಿದ್ದು, ಉಳಿದವರಲ್ಲೂ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ತುಂಬಲು ಇವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು.

ಫೈನ್ಮನ್ ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ಪ್ರಪಂಚ ಮತ್ತು ಅದರ ಆಂತರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಬಲು ಜಟಿಲ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪರ್ಯಾಲೋಚಿಸುವಾಗ ಅವು ತರಬಲ್ಲ **ಅಚ್ಚರಿ** ಮತ್ತು **ಸ್ಫೂರ್ತಿಯ ಅಂಶಗಳನ್ನು** ಎತ್ತಿತೋರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮುಗಿಯದ ಅಚ್ಚರಿಯೇ ಹೊಸ ದ್ವಾರಗಳನ್ನು ತೆರೆಯುತ್ತಾ, ಹುಡುಕಿನೋಡಲು ಹೊಸ ಹೊಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ

ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ಕುತೂಹಲವೇ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ನಾಂದಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಹುಡುಕುವಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವು ನಮಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅವರು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಿನ ವಿಧಾನವೇನಲ್ಲ; ಅಥವಾ ಕಂಠಪಾಠ ಮಾಡಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಸಾಗಲು ಇಡಿಕಿರಿದು ತುಂಬಿದ ವಾಸ್ತವ ಸಂಗತಿಗಳು ಅಥವಾ ಮಾಹಿತಿಗಳಲ್ಲ ; ಆದರೆ, ಇದೊಂದು ಸಮೃದ್ಧ ಮತ್ತು ರೋಮಾಂಚಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ, ಸಾಹಸ ಕಾರ್ಯ ಮತ್ತು ಜಗತ್ತಿನ ನಿಗೂಢಗಳ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಬಲ್ಲ ರೋಚಕ ಪ್ರಯಾಣ.

ಇಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತವಾದ ತನ್ಮಯತೆ ಮತ್ತು ತೀವ್ರೋತ್ಸಾಹಕ್ಕೂ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಗೆ ಯೋಚಿಸುತ್ತಾರೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೂ ಅಜಗಜಾಂತರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದರೆ ಯಾರೋ ಏನೋ ಹೇಳಿದ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು, ಬುದ್ಧಿಹೀನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ್ದು, ಇದರಿಂದಲೇ ಅದು ನೀರಸ ಮತ್ತು ಸಪ್ಪೆ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಬಹಳ ಬಾರಿ ಕೇಳಿ ಬರುವ ಸಾಮಾನ್ಯಾಭಿಪ್ರಾಯ. (ಈ ಲೇಖನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಮಾತಿನಂತೆ). ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಾತನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದೇನೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಾಗಲೀ ಮುಖ್ಯವಲ್ಲ ಎಂದು ನಾವು ಹೇಳುತ್ತಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೇ, ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ತರ್ಕಬದ್ಧವಲ್ಲ ಮತ್ತು ಬುದ್ಧಿಕೌಶಲ್ಯವನ್ನು ದಣಿಸುವಂಥದ್ದಲ್ಲ ಎಂದೂ ನಾವು ಹೇಳುತ್ತಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ಅವು ತಾವಾಗಿಯೇ ಕೆಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ ಎಂತಲೂ ಅಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೆ ಪ್ರೇರೇಪಣೆ ಕೇವಲ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳು ಅಥವಾ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಧಾನಗಳಿಂದಲೇ ಇಲ್ಲವೇ (ಆರ್ಥಿಕ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಂತಹ) ನಿಮಿತ್ತ ಮಾತ್ರ ಕಾರಣಗಳಿಂದಲೇ ದೊರೆಯುವುದಿಲ್ಲ ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ರೋಮಾಂಚಕತೆಯಿಂದ ಹುಟ್ಟುವ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲೇ ಬೇಕೆಂಬ ಛಲ ; ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳ ಸೌಂದರ್ಯ, ಸೊಬಗು ಮತ್ತು ವಿವರಣಾ ಶಕ್ತಿ ಸಹ ಬೇಕೆಂದು ತೋರಿಸುವುದೇ ನಮ್ಮ ಧ್ಯೇಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಲೇಖನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಉದ್ಧರಿಸಿದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ನ ನುಡಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನವು ನಿರ್ಲಿಪ್ತವಾದ ಚಟುವಟಿಕೆ ಎಂದು ಎಂದಿಗೂ ಹೇಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಗತಿಗಳಷ್ಟೇ ಅಚ್ಚರಿ, ಉತ್ಸಾಹ, ಭಾವುಕತೆ ಮತ್ತು ಸೌಂದರ್ಯವೂ ಬಲು ಮುಖ್ಯ. ಇದನ್ನೇ ನಾವು **ಸೌಂದರ್ಯಾತ್ಮಕ** ದೃಷ್ಟಿಕೋನ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಸಂಶೋಧನೆ ಏನನ್ನು ಹೇಳುತ್ತದೆ?

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮುಂದೆ ವಿಜ್ಞಾನವು ಜೀವಂತಿಕೆಯಿಂದ ನಳನಳಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ನಾವು ಏನು ಮಾಡಬೇಕು? ಅವರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಗತಿಗಳ ಸೌಂದರ್ಯ ಮತ್ತು ಅಚ್ಚರಿಗಳನ್ನು ಮನಗಾಣುವಂತೆ ಮಾಡಲು ನಾವು ಏನು ಮಾಡಬೇಕು? ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಳುವಂತಹ ಈ ಸೌಂದರ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ವಿಜ್ಞಾನ ಪಾಠಮಾಡುವಾಗ ಅವನ್ನೇ ಮುಖ್ಯವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಪಾಠ ಮಾಡಿದರೆ ಹೇಗೆ? ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೆ ಏನಾಗಬಹುದು? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವೇನು ಕಲಿಯುತ್ತಿದ್ದಾರೋ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನೀಡುತ್ತಾರೆಯೇ? ಅವರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತ ಕಲ್ಪನೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು **ಕೈಯ್ಯಾರೆ ಮಾಡಿ** ನೋಡುವುದು ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯೇ?

ಶಿಕ್ಷಣ ಸಂಶೋಧಕರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರಾದ, ಮಾರ್ಕ್ ಗಿರೋಡ್, ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಹುಡುಕಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಸೌಂದರ್ಯಾನುಭೂತಿ ಕಲೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಲ್ಲ, ಅದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದರಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಕಲಿಯುವುದರಲ್ಲೂ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಅಂಗ ಎಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ವಿಜ್ಞಾನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಸಂವೇಗಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ಭಾವಾತ್ಮಕ ಅಂಶಗಳನ್ನೇ ಅಡಿಪಾಯವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರಕೃತಿ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನವೆರಡರ ಬಗ್ಗೆ ಗಾಢವಾಗಿ ವಿಸ್ಮಯ ಅನುಭವಿಸುವಂತೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿ, ಅವರಲ್ಲಿರುವ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತು ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿ, ಅವರ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಕೆಯ ರೀತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿಬಿಡಬಹುದು.

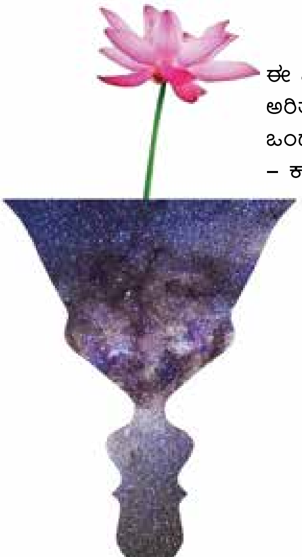
ತನ್ನ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಕ್ ಗಿರೋಡ್ (Mark Girod), ನಾಲ್ಕನೇ ತರಗತಿಯ ಇಬ್ಬರು ಶಿಕ್ಷಕರ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದರು. ಮಿಸ್. ಪಾರ್ಕ್ ಎನ್ನುವವರು ನುರಿತ ಮತ್ತು ಅನುಭವವುಳ್ಳ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿದ್ದು, ಅವರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಂಶ ಮತ್ತು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತನ್ನು ಕೊಟ್ಟು, ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ಎಂಬ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಶಿಕ್ಷಕರು ಸಹ ಅನುಭವವುಳ್ಳವರು ಆದರೆ, ಅವರ ಕೇಂದ್ರ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿತ್ತು. ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಮತ್ತು ಅವರ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನೆ ಹೊಸದಾಗಿಸುವ ವಿಚಾರಗಳ ಶಕ್ತಿಯ ಸುತ್ತ ಬೋಧನಾ ವಿಷಯವನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ಹೆಣೆದು ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್‌ರವರ ತರಗತಿಗಳನ್ನು ಸಂಭ್ರಮ ಸಡಗರವಿರುವಂತೆ, ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸೌಂದರ್ಯಾನುಭವ ಮತ್ತು ಕಲಾತ್ಮಕತೆಯನ್ನು ಸದಾ ಎತ್ತಿತೋರುತ್ತಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಹೊಸ ಹೊಸ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅನುಭವಿಸುವಂತೆ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಉದ್ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ತರಗತಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಅಲ್ಲಿನ ಹೂಗಳ ಸೊಬಗನ್ನು ಬಣ್ಣಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಹೂವಿಗೆ

ಅಂತಹ ಬಣ್ಣ ಹೇಗೆ ಬಂತು ಎನ್ನುವ ರೀತಿಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿ ವಿವರಣೆಯನ್ನೂ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಮಾರ್ಕ್ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಮಿಸ್. ಪಾರ್ಕರ್‌ರವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಿಂತ, ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್‌ನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಾಡಿಕೆಯ ಪ್ರಮಾಣೀಕೃತ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅಂಕಗಳಿಸುತ್ತಿದ್ದುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ತರಗತಿಗಳ ಹೊರಗೂ ಅಂದರೆ ತಮ್ಮ ಪೋಷಕರ ಮತ್ತು ಸ್ನೇಹಿತರ ಜೊತೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಗೆ ಚರ್ಚಿಸಿದೆವು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಹೇಳುತ್ತಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಜೊತೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಸರ್ಗವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತಿದ್ದರು. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ತರಗತಿಯ ಮಕ್ಕಳು ವಿಸ್ಮಯದ ಸೆಳೆತಕ್ಕೊಳಗಾದರಲ್ಲದೆ, ಅದನ್ನು ಇತರರೊಂದಿಗೆ ಚರ್ಚಿಸಲು ಪ್ರೇರಿತರಾದರು ಹಾಗೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳ ಮಸೂರದ ಮೂಲಕ ಜಗತ್ತನ್ನು ನೋಡುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂತೋಷವನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿದರು.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಸೌಂದರ್ಯಾನುಭೂತಿಯ ತರಗತಿಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ರೂಪಿಸಬಹುದು?

ಹಾಗಾದರೆ, ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ತಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಏನು ಮಾಡಿದರು? ಉತ್ಸಾಹಿ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮಾರ್ಕ್ ಅವರ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ಓದಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಇಚ್ಛಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 1. ಜಗತ್ತಿನ ಸೌಂದರ್ಯದೊಂದಿಗೆ ನಾವು ಒಡನಾಡಲು ಅತ್ಯಂತ ಶಕ್ತಿಯುತ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವೂ ಒಂದು. ನಾವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ ಮತ್ತು ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅರಿತ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಚಿತ್ರಣಗಳಲ್ಲಿ ಸೌಂದರ್ಯವನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಕೃಪೆ: Illustration by Punya Mishra. Created with images under Creative Commons licenses, labeled for reuse with modification

ನಾವು ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ತಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಳಸಿದ ಮೂರು ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಮಾರ್ಗಸೂಚಿ 1: ಬೋಧನೆಯ ವಿಷಯವನ್ನು ರೂಪಕದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿತವಾಗಿರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ಮಸೂರಗಳ ಸುತ್ತ ಹೆಣೆಯಿರಿ.

ಹವಾಮಾನ ಮತ್ತು ವಾತಾವರಣದ ವಿಷಯವನ್ನು ಬೋಧಿಸುವಾಗ ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ಅದರ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಕೇವಲ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರವೇ ಸೀಮಿತಗೊಳಿಸದೆ, ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿ ರೂಪಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅದರ ನೈಜ ಅನುಭವ ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅವರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಹುಲ್ಲಿನ ಮೇಲೆ ಮಲಗಿಸಿ, ಮೇಲೆ ಆಕಾಶವನ್ನು ನೋಡಲು ಹೇಳಿ, ಅವರಿಗೆ ತಾವು ವಾತಾವರಣದ ಗಾಳಿಯ ಸಮುದ್ರದ ತಳದಲ್ಲಿ ಇದ್ದಾರೆ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿನ 17 ಮೈಲಿ ಆಳದ ಗಾಳಿ ಅವರನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರು. ಮತ್ತೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಅವರು ಅತಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಕೆಲವು ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಂಡರು : ಪುಲಕಿತಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಜ್ಞೆಯನ್ನು ಅವರಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಜಗತ್ತನ್ನು ನೋಡುವ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸತನ ತಂದರು. ಹುಲ್ಲಿನ ಮೇಲೆ ಮಲಗಿ, ಮೈಲುಗಟ್ಟಲೆ ಹಬ್ಬಿ ಹರಡಿದ ಆಕಾಶವನ್ನು ನೋಡುತ್ತಾ, ತಾವು ಗಾಳಿಯ ಸಮುದ್ರದ ತಳದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಕೇವಲ ಸರಳವಾದ ಉಪನ್ಯಾಸದಿಂದ ಎಂದಿಗೂ ಅನುಭವಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೇ ಇರುತಿದ್ದ ಸೌಂದರ್ಯಾನುಭೂತಿಯನ್ನು ಮಿ.ಸ್ಮಿತ್ ಅವರು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಜಾಗೃತ ಗೊಳಿಸಿದರು.

ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುವುದು ಹೇಗೆ: ನೀವು ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಪೂರಕವಾದ ರೂಪಕವನ್ನು ಯೋಚಿಸುವಾಗ ನಿಮಗೆ ಹೊಳೆಯುವ ವಿಚಾರವು ಅದೇ ಬಗೆಯ ಭೌತಿಕ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ನಿಯಮಗಳ ವರ್ಗಾವಣೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅನುಭವವು ಅರ್ಥಪೂರ್ಣವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದು ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ನೀವು ಮಾಡುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯನ್ನಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ, ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ನೀರು, ಇವೆರಡೂ ದ್ರವಗಳಾದದ್ದರಿಂದ (ಅಥವಾ ಪ್ರವಾಹಿಗಳಾದದ್ದರಿಂದ) ಆ ರೂಪಕವು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಮಾರ್ಗಸೂಚಿ 2: ಅನುಭವವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಿಗತ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿ ಮಾಡುವುದು.

ಅವರವರಿಗೆ ಸೂಕ್ತವೆನಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದೊಂದಿಗೆ ನೋಡಲು ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯಾಶೀಲರಾಗಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು

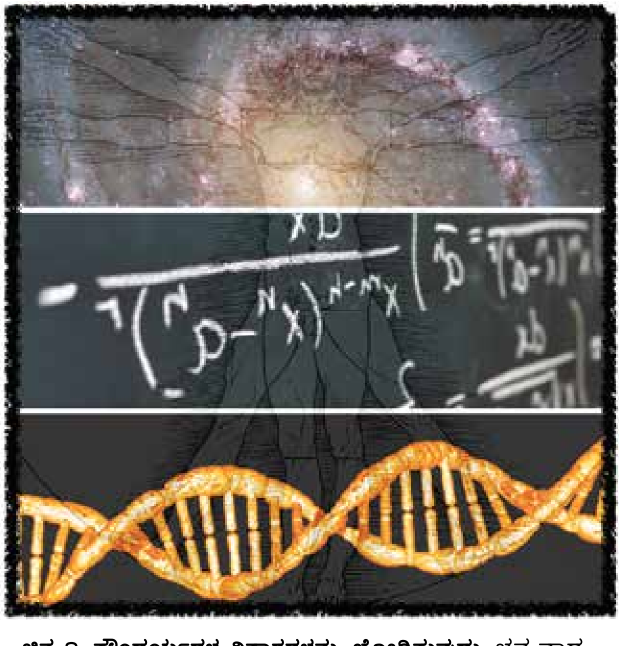
ಸಮರ್ಥರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ಅವರು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, "ಗಾಳಿಯ ಬಗ್ಗೆ ನಿನ್ನೆ ಯಾರು ಯೋಚಿಸಿದಿರಿ? ನೀನು ಏನನ್ನು ಯೋಚಿಸಿದೆ?" ಎಂಬೀ ತೆರನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಕಥೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ತಾವು ನೋಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ಮಾರ್ಗಗಳಿಂದ ಜಗತ್ತನ್ನು 'ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ನೋಡಲು' ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿಜ್ಞಾನದ ದುರ್ಬೀನಿನ ಮೂಲಕ ತಾವು ಜಗತ್ತನ್ನು ನೋಡಿದ ರೀತಿಯನ್ನು ಮಾದರಿಯಾಗಿಸಿ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರು ಮತ್ತು ಆಗ ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕವಾಗಿಯೇ ಕಲೆ, ಸೌಂದರ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಜೋಡಿಸುವ ಪದಗಳನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ವಾಡಿಕೆಯ ಅಭ್ಯಾಸಪತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸುವಾಗಲೂ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಆ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮಗಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಗತ ಅನುಭವವನ್ನು ಹೇಳಬಹುದಾದಂತೆ, ಕನಿಷ್ಠ ಪಕ್ಷ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನಾದರೂ ಅದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇಲ್ಲಿ, ಸೌಂದರ್ಯ ಅನುಭೂತಿ ಪ್ರೇರಣೆಯೊಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅನುಭವವನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿ ವರ್ಧಿಸಬಲ್ಲದು.

ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುವುದು ಹೇಗೆ: ಇಲ್ಲಿ ಬಲು ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಯಾವುದರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು– ಅವರ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಆದ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಆಸಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡರೆ ನಾವು ಅವರ ಬದುಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅನಂತರ ಅವರ ಜೀವನದ ಅನುಭವಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಂತಹ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅವರು ಹಿಂದೆಂದೂ ಆ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸದೇ ಇದ್ದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಡಬಹುದು. ಅವರಲ್ಲಿ ಈ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ಜೀವಂತಿಕೆ ಪಡೆದು, ಅವರ ನಿತ್ಯ ಜೀವನವನ್ನು ಸಮೃದ್ಧಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

ಮಾರ್ಗಸೂಚಿ 3: ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸೌಂದರ್ಯದ ಅನುಭವವನ್ನು ತೆರೆದು ತೋರಿಸುವಂಥ ಗುಂಪು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವುದು.

ಜಗತ್ತನ್ನು ಹೊಸ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ನೋಡಲು ಮತ್ತು ನೂತನವಾಗಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತಿರುವ ಸೌಂದರ್ಯವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಹಾದಿಯನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸಲು ಮಿ. ಸ್ಮಿತ್ ತಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದರು. ತಮ್ಮ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿಸಲು ಕಲಾವಿದರು ಆಕಾಶವನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವಂತೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳಿದರು ಅಥವಾ ಇದೇ ರೀತಿಯ ವಿಚಾರವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ರಚನೆಗೆ ಅವರನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿದರು. ಅವರನ್ನು 'ಕ್ಷೇತ್ರ ಪ್ರವಾಸ'ಗಳಿಗೆ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತಿದ್ದರು– ಅಂದರೆ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಲಿತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ನೋಡಲು ಶಾಲೆಯ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರಿಂದ ಗೋಂದು ಮಿಠಾಯಿ (Gum-drop, ಪೆಕ್ಟಿನ್ ಬಳಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಸಕ್ಕರೆ ಮಿಠಾಯಿ) ಅಂಟು ಮತ್ತು ಹಲ್ಲು ಕಡ್ಡಿ (ಟೂಥ್‌ಪಿಕ್)ಬಳಸಿ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಸುತ್ತಿದ್ದರು ಅದರೊಂದಿಗೆ ಮುಂಬರುವ ಹವಾಮಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಕಲ್ಪನೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳ ನಾಟಕವನ್ನಾಡಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುವುದು ಹೇಗೆ: ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯಾದರೂ, ಅವುಗಳು ಎಷ್ಟೋ ಬಾರಿ ನಮಗೆ ಅಪರಿಚಿತವಾಗಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ವೈಶಾಲ್ಯ ಮತ್ತು ಸೌರಮಂಡಲದ ವಿಸ್ತಾರಗಳನ್ನೇ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ವಿಸ್ತಾರ, ವೈಶಾಲ್ಯಗಳ ನೈಜಾನುಭವವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ತಂದುಕೊಟ್ಟಾಗ ಸೌಂದರ್ಯದ ಅನುಭವದೊಂದಿಗೆ ಶ್ರದ್ಧಾಯುಕ್ತ ವಿಸ್ಮಯ ಮತ್ತು ಆಶ್ಚರ್ಯಗಳೆರಡೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ನಿಮ್ಮ ಆಟದ ಮೈದಾನದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮಲ್ಲೇ ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಸೂರ್ಯನಾಗಿ ಮತ್ತು ಇತರರು ವಿವಿಧ ಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ನಿಂತು ಸೌರಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸಿ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಒಂದೊಂದು ಗ್ರಹದ ನಡುವೆ ಮತ್ತು ಗ್ರಹದಿಂದ



ಚಿತ್ರ 2. ಸೌಂದರ್ಯಗಳ ವಿಸ್ತಾರಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುವುದು: ಭವ್ಯವಾದ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಿಂದ ಹಿಡಿದು ನವಿರಾಗಿ ಹೆಣೆದುಕೊಂಡ ಉಪ ಪರಮಾಣುಗಳವರೆಗೂ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತೆಲ್ಲಾ ಸೌಂದರ್ಯವೇ ತುಂಬಿದೆ. ಈ ಅನಂತಗಳ (ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ) ನಡುವಿನ ಸಂಪರ್ಕ ಸೇತುವೆಯೆಂದರೆ ಮಾನವನ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆ – ಅಂದರೆ ಗಣಿತದ ಸೌಂದರ್ಯ ಇಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗಿದೆ. ಕೃಪೆ: Illustration by Punya Mishra. Created with images under Creative Commons licenses, labeled for reuse with modification.

ಗ್ರಹದ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಒಂದು ಅಳತೆಯ ಮಾನದಂಡವನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಲು ಹೇಳಿ. ಅವು ಒಂದರಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಎಷ್ಟು ದೂರ ಇರಬಹುದು? ಶಾಲೆಯ ಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ದಾಟಿ ಹೋಗದೇ ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಅಥವಾ ಪ್ಲೂಟೋವನ್ನು ತಲುಪಲು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವಾದರೆ, ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ತನಕ ಹೋಗಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ಬೇಕಾದೀತು? ನಂತರ, ನಿಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರವಾಗಿರುವ ಎರಡನೆಯ ನಕ್ಷತ್ರ 4 ಜ್ಯೋತಿ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು (ಲೈಟ್ ಇಯರ್ಸ್) ದೂರ ಇದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿ! ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮತ್ತು ಕಲಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಈ ದೂರ ಮತ್ತು ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಬಿಂಬಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಅವರಿಂದ ಮಾಡಿಸಿ.

ಉಪಸಂಹಾರ

ವಿಜ್ಞಾನವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಜಗತ್ತನ್ನು ಹೊಸದಾಗಿ, ಬದಲಾದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು ನೋಡಲು ಅನುವು ಮಾಡುತ್ತದೆ ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಆ ರೀತಿ ಪುನರವಲೋಕಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲ ಕಲ್ಪಿಸುವುದೇ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ನಮ್ಮ ಕೆಲಸವಾಗುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಹೇಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸುತ್ತಾನೆ ಎಂಬುದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಇರುವ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಕೇವಲ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಯಶಸ್ಸಿನತ್ತ ಗಮನ, ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾದ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಿಂದ ಒಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಹೊರಗಿಟ್ಟು, ಅದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ, ನಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳ ಬಗೆಗಿನ ಅಚ್ಚರಿ ಮತ್ತು ಸ್ವಾರಸ್ಯಗಳು ನೆಲೆ ನಿಲ್ಲುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಮೂರು ಸ್ಥೂಲ ಸಲಹೆಗಳು ಕೇವಲ ಆರಂಭಿಕ ಹಂತದವಾಗಿದ್ದು ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಜೀವನ ಮತ್ತು ಮನಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳು ಜೀವಂತವಾಗಿ ಮನದಟ್ಟಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ನಾಂದಿಯಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಾವು ನಂಬುತ್ತೇವೆ.

References

1. Girod, M. (2001). *Teaching for aesthetic understanding in a 5th grade science classroom.* (Doctoral Dissertation). Michigan State University, East Lansing MI.
2. Girod, M., Twyman, T., & Wojcikiewicz, S. (2010). Teaching and learning science for transformative, aesthetic experience. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 801-824.
3. Girod, M., Rau, C., & Schepige, A. (2003). Appreciating the beauty of science ideas: Teaching for aesthetic understanding. *Science Education*, 87(4), 574-587.
4. Girod, M. & Wong, D. (2001). An aesthetic (Deweyan) perspective on science learning: Case studies of three fourth graders. *The Elementary School Journal*, 102(3), 199-224.
5. Flannery, M. C. (1991). Science and aesthetics: A partnership for science education. *Science Education*, 75(5), 577-593. doi:10.1002/sce.3730750507.

ರೋಹಿತ್ ಮೆಹತಾ (mehtaro3@msu.edu ; web: mehtarohit.com) ಮತ್ತು **ಸಾರಾ ಕೀನನ್** (email: keenans1@msu.edu ; web: sarahfkeenan.com) ಮಿಚಿಗನ್ ಸ್ಟೇಟ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಮನಃಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಡಾಕ್ಟರಲ್ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಸಾಕ್ಷರತೆ ಮತ್ತು ಹೊಸ ಮಾಧ್ಯಮ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಸಾಕ್ಷರತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ರೋಹಿತ್ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ ಮತ್ತು ಸಾರಾ ಸೃಜನಾತ್ಮಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಆಚರಣೆಯ ಜೊತೆಜೊತೆಗೆ ಈಕ್ವಿಟೆಬಲ್ ಸೈನ್ಸ್‌ನ ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಮಿಚಿಗನ್ ಸ್ಟೇಟ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರೊಫೆಸರ್‌ಗಳಾದ ಡಾ. ಪುಣ್ಯ ಮಿಶ್ರ (email: punya@msu.edu ; web: punyamishra,com), ಡಾ. ಆಂಜೆಲಾ ಕ್ಯಾಲಬ್ರೀಸ್ ಬಾರ್ಟನ್ (email: acb@msu.in; web: barton.wiki.educ.msu.edu) ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

ರಿಚರ್ಡ್ ಫ಼ೆರ್ನಾಂಡಿಸ್
ಅವರೊಂದಿಗೆ ಒಂದು ಸಂದರ್ಶನ

ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೆಂಟರ್ ಫ಼ಾರ್ ಲರ್ನಿಂಗ್ (CFL) ಎಂಬ ಪರ್ಯಾಯ ಶಾಲೆಯ ಸಂಸ್ಥಾಪಕರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರಾದ ರಿಚರ್ಡ್ ಫ಼ೆರ್ನಾಂಡಿಸ್ ಅವರು, ಈ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಕೆಗೆ ಪ್ರಯೋಗಾಧಾರಿತ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿ ಅನುಷ್ಠಾನಗೊಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು 'ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿಯೇ ಕಲಿಯಬೇಕು' ಎಂಬ ತತ್ವದಲ್ಲಿ ಬಲವಾದ ನಂಬಿಕೆ ಇಟ್ಟಿರುವ ಅವರು, ಗುಜರಿ ಅಂಗಡಿಗಳಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಸಲಕರಣೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಯೋಗೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅತೀವ ಸಂತೋಷಪಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಅವರು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಾಗೂ ಪ್ರೌಢ ಶಾಲಾ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ತಮ್ಮ ಅನುಭವವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಅದರಲ್ಲೂ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ಕೆಲಸದ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ಒಂದಿಷ್ಟು ಹೇಳಿ.

ನನ್ನ ಸ್ನೇಹಿತರು ಮತ್ತು ನಾನು ಸೇರಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಸಣ್ಣದೊಂದು 'ಪರ್ಯಾಯ' ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಹಂತದಿಂದ ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ಹಂತದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಕಾ ಕಾರ್ಯಯೋಜನೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನಾ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯೊಂದನ್ನು ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸುವುದು ನನ್ನ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯಾಗಿತ್ತು. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸದೆ, ಒಟ್ಟಂದದಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದು ನಾನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ವಿಶೇಷತೆ. ನಮ್ಮ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತರಗತಿಗಳು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆಯುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು 'ಒಂದು ಕಡೆ ಕುಳಿತುಕೊಂಡು' ಕಲಿಯುವ ಪದ್ಧತಿ ಇಲ್ಲ; ಅವರು ಯಾವಾಗಲೂ ಏನಾದರೊಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುತ್ತಾ ಓಡಾಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯನ್ನು ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸಲು ನನಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ದುಡ್ಡುಕಾಸಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಬರಲಿಲ್ಲ; ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಯೋಗೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ನನಗೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದ ಅಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ಮರಗೆಲಸ ಮತ್ತು ಮೆಶೀನ್ ಕೆಲಸದ ಅನುಭವದ ಮೇಲೆ, ಬೆಂಗಳೂರು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಗುಜರಿ ಅಂಗಡಿಗಳಿಂದ ಅಥವಾ "ಚೋರ್ ಬಜಾರ್" ಗಳಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ನಾನೇ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದೆ. ಗುಜರಿ ಮಾಲು ಬಳಸಿದೆವು ಎಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಅಷ್ಟೇ ಒರಟಾಗಿದ್ದವು ನಯ ನಾಜೂಕು ಇರಲಿಲ್ಲ ಎಂದಲ್ಲ. ಇಂಥ ಸರಳ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವಾಗ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ದತ್ತಾಂಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಥವಾ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ, ವಿಶೇಷ ಆಸ್ಥೆ ಇರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಈ ಮಾದರಿಯು ಇಂದು ನಮ್ಮ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲೂ ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಪ್ಪುಡಬ್ಬ ಮಾದರಿಗಿಂತಲೂ ತೀರಾ ಭಿನ್ನವಾದದ್ದು. ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ಇನ್ನಾ್ಯರೋ ತಯಾರಕರು ನಿರ್ಮಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಒಂದು ಆಕರ್ಷಕ ಡಬ್ಬದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ, ಅದರ ಜೊತೆಗೆ ಆ ಪ್ರಯೋಗ, ಈ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಿ ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಹೇಗೆ ಪಡೆಯಬೇಕು ಎಂಬ ಮಾಹಿತಿಪತ್ರವನ್ನಿಟ್ಟು ರವಾನಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಲು ನಿಮಗೆ ಇದ್ದ ಪ್ರೇರಣೆ ಏನು?

ನಾನು ಸಂತಸಪಟ್ಟಿದ್ದನ್ನು ಇತರರೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಸಿಗುವ ಖುಶಿ ಬಹುಶಃ ಇದಕ್ಕೆ ಮೂಲಕಾರಣ ಇರಬೇಕು. ಇನ್ನೊಂದು ಕಾರಣವೆಂದರೆ, ಸಮಾಜದಲ್ಲಿ ಬೇರುಬಿಟ್ಟಿರುವ ಮೂಢನಂಬಿಕೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಗತಿವಿರೋಧಿ ಧೋರಣೆಯನ್ನು ಕಿತ್ತೊಗೆಯಲೇ ಬೇಕೆಂಬ ಅಭಿಲಾಷೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ವ್ಯಾಪಕ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ–ಸ್ನೇಹಿ ಕಲಿಕಾ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ನುಫ಼ೀಲ್ಡ್ ಫ಼ೌಂಡೇಶನ್‌ನ ಕೆಲಸದಿಂದ ನಾನು ತುಂಬಾ ಪ್ರೇರಿತನಾಗಿದ್ದೆ ಮತ್ತು ಅವರು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಬಹುವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡೆ. ಆದರೆ, ವಸ್ತುವಿಷಯಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಾಧಾನ್ಯ ಕೊಡುವ ಮತ್ತು ನಿಗದಿತ ಸಮಯದೊಳಗೆ ಅದನ್ನು ಪಾಠ ಮಾಡಿ ಮುಗಿಸಬೇಕು ಎಂಬ ಮುಖ್ಯವಾಹಿನಿ ಶಾಲಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕನಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ನನ್ನಿಂದ ಆಗದ ಮಾತು.

ಪ್ರತಿ ದಿನ ನೀವು ತರಗತಿಗಾಗಿ ಹೇಗೆ ತಯಾರಿ ನಡೆಸುತ್ತೀರಿ?

ನಾನು ಈಗ ಶಾಲಾಮಟ್ಟದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಾಠ ಮಾಡುತ್ತಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ನಾನು ಪಾಠ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ತರಗತಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮುಂಚಿತವಾಗಿ ಕಪಾಟಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರಯೋಗೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದು, ಅವು ಸುಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿವೆಯೇ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಆಯಾಯಾ ದಿನದ ತರಗತಿಗಾಗಿ ಪಾಠ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಸಿದ್ಧಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಿದ್ದೆ. ಆದರೆ ಕಲಿಕೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಕರ ತಿರುವೊಂದು ಗೋಚರಿಸಿದರೆ ನಾನು ನನ್ನ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಪಕ್ಕಕ್ಕಿಟ್ಟು, ಆ ಹರಿವಿನೊಂದಿಗೆ ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿಹಾಕಿಕೊಳ್ಳದೆ ಇದ್ದಾಗ, ಸಿಗುವ ಅತಿದೊಡ್ಡ ಪ್ರಯೋಜನ ಇದೇ.

ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿಗೆ ಯಾರಾದರೂ ಅನೌಪಚಾರಿಕವಾಗಿ ಭೇಟಿ ಕೊಟ್ಟರೆ, ಅವರ ಗಮನ ಸೆಳೆಯುವ ಅಂಶಗಳು ಏನಿರಬಹುದು?

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನನ್ನ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಾನು ಕೊಟ್ಟ ಲಿಖಿತ ಅಥವ ಮೌಖಿಕ ಸೂಚನೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗನಿರತರಾಗಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಕಾಣಸಿಗುತ್ತಾರೆ; ಅದು ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪೂರ್ವಸಿದ್ಧತೆ ಇರಬಹುದು, ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುತ್ತಿರಬಹುದು ಅಥವ ಪ್ರಯೋಗದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು, ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸರಿಯಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ತಮಗೆ ಕಂಡಂತೆ ತಾರ್ಕಿಕ ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿರಬಹುದು ಅಥವ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರುವುದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನನ್ನ ಬಳಿ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಪಡೆಯುತ್ತಿರಬಹುದು. ನನ್ನ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಗೌಜುಗದ್ದಲ ಸಾಮಾನ್ಯ. ನನ್ನ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಯತ್ನ ಯಾವುದೇ ಅಪಘಾತ ಆಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬಗ್ಗೆ ದೊಡ್ಡ ಯೋಚನೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತ ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯದೆ ಇರುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ನಿಮ್ಮದೇನಾದರೂ ಸಲಹೆ ಇದೆಯೇ?

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಇರುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮತ್ತು ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ವಸ್ತುಗಳು ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ಇರುವ ಕುತೂಹಲ. ಅವು ಹೇಗೆ ಮತ್ತು ಏಕೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಬಯಸುವುದೇ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಬೆಳೆಯುವ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲ ಆಸಕ್ತಿ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಿದರೆ ನಿಮ್ಮ ಅರಿವಿನ ಮಿತಿಯೊಳಗೆ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕವಾಗಿ, ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಉತ್ತರಿಸಿ, ಹಾರಿಕೆಯ ಉತ್ತರ ಕೊಡಬೇಡಿ. 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಪ್ರಕಾರ' ಎಂದು ಉತ್ತರ ಹೇಳ ಹೊರಟರೆ. ಇದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು' ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ದಿಗ್ಭ್ರಮೆಯನ್ನಷ್ಟೇ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಅವರಂತೆ ತಾನಾಗಬೇಕು ಎಂಬ ಬಯಕೆಯನ್ನಷ್ಟೇ ಅದು ಹುಟ್ಟಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದು ನನ್ನ ಭಾವನೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ, 'ನೀನೇ ಒಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಈ ವಿಚಾರವನ್ನು ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡು' ಎಂದು ಹೇಳಿರಿ. ಮೊದಲು ಹೇಳಿದ ಮಾದರಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯನ್ನು ಮಹತ್ವಾಕಾಂಕ್ಷಿಯಾಗಿಯಷ್ಟೇ ಉಳಿಸಿದರೆ, ಎರಡನೆಯ ಮಾದರಿಯು ಅವರಲ್ಲಿ ಸ್ವಸಾಧನೆಯಿಂದ ದೊರಕುವ ದೃಢ ವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ತುಂಬಿಸುತ್ತದೆ.

ರಾಷ್ಟ್ರೀಯತೆಯನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಅಜೆಂಡಾವಾಗಿಸಬೇಡಿ. ಒಬ್ಬ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ 'ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ'ವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಹಾಗಾಗಿ ದೇಶದ ಹೆಮ್ಮೆ ಎಂಬ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಅವರಿಗೆ ಅರ್ಥವಾಗದ್ದನ್ನು ತುರುಕುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಬೇಡಿ.

ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಹಜವಾದ ಆಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಇರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದೇನಾದರೂ ಇದೆಯೇ? ಹಾಗೇನಾದರೂ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಪೋಷಿಸುವಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ಪಾತ್ರವೇನು?

ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಇಕ್ಕಟ್ಟಿನ ವಿಷಯ. ನನ್ನ ಪ್ರಕಾರ ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಎಂಬುದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ನಾನು ಎಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೂ ಒಂದೇ ತೆರನಾದ ಗಮನ ಕೊಡುತ್ತೇನೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿ ಒಂದು ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಣ್ಣವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ನಿರ್ಧರಿಸಿಬಿಡುವುದು ತಪ್ಪಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮಾತನಾಡಬಲ್ಲ ಅಕಾಲ ಪ್ರೌಢಿಮೆಯನ್ನು ತೋರುವ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಸಹಜ ಪ್ರತಿಭಾವಂತರು ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

> "ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸದೆ, ಒಟ್ಟಂದದಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದು ನಾನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ವಿಶೇಷತೆ. ನಮ್ಮ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತರಗತಿಗಳು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆಯುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು 'ಒಂದು ಕಡೆ ಕುಳಿತುಕೊಂಡು' ಕಲಿಯುವ ಪದ್ಧತಿ ಇಲ್ಲ. ಅವರು ಯಾವಾಗಲೂ ಏನಾದರೊಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುತ್ತಾ ಓಡಾಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ."

ಕೆಲವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇತರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸುಲಭವಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾನು ನೋಡಿದ್ದೇನೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಪತ್ತೆದಾರಿಕೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಿದರೆ ಅದರ ಹಿಂದೆ ಇರುವುದು ಸಾಮಾಜಿಕ ಸಂದರ್ಭವೇ ಹೊರತು ಬೇರೇನೂ ಅಲ್ಲ ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಮಕ್ಕಳು ತಮ್ಮ ಪರಿಸರದಿಂದ, ಅಂದರೆ ತಮ್ಮ ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳು, ಇತರ ಹಿರಿಯ ಸಂಬಂಧಿಗಳು ಅಥವಾ ಅವರ ಸ್ನೇಹಿತರಿಂದ, ಪ್ರೇರಿತರಾಗುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ.

ಅಸಾಧಾರಣ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯ, ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಮೀರಿದ ಪ್ರೌಢಿಮೆಯನ್ನು ತೋರುವ ಪ್ರತಿಭೆಗಳು ಹೇಗೋ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ.

ನೀವು ಹೇಳುತ್ತಿರುವುದು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅರ್ಥ ಅಗುತ್ತಿಲ್ಲವಾದರೆ ಅಥವಾ ನಿಮ್ಮ ಪಾಠ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ನಿಲುಕುತ್ತಿಲ್ಲವಾದರೆ ಏನು ಪರಿಹಾರೋಪಾಯ ಯೋಚಿಸುತ್ತೀರಿ?

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಒಂದು ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದ್ದು ಅರ್ಥ ಆಗುತ್ತಿಲ್ಲವೆಂದಾದರೆ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ. ಒಂದೇ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ವಿಭಿನ್ನ ಮಾರ್ಗಗಳಿಂದ ಪರಿಹರಿಸಬಹುದು.

ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಬೇಕಾದರೆ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ವಿದ್ಯಾರ್ಹತೆಯ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಎಷ್ಟಿದೆ?

ಒಂದು ಆದರ್ಶ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಅವರ ಅಧ್ಯಯನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನಾ ಪದವಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸಂಶೋಧನಾ ಪದವಿ ಇದೆ ಎಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅವರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜ್ಞಾನ ಇದೆ ಎಂದಲ್ಲ; ಬದಲಿಗೆ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅವರು ತಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿಷಯದ ಕುರಿತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಹೊರತೆಗೆಯುವ ಕೌಶಲ್ಯವನ್ನು ಕಲಿತುಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಒಂದು ವಿಷಯ ಕಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸುವಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಮಾಡುವ ಅವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ.

ತಮ್ಮ ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೂ ದಾಟಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೊರಗಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಓದಲು ಶಿಕ್ಷಕರು ಹೇಗೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸಬಹುದು?

ನ್ಯಾಷನಲ್ ಜಿಯಾಗ್ರಾಫಿಕ್ ನಂತಹ ನಿಯತಕಾಲಿಕಗಳು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಮಾಹಿತಿಪೂರ್ಣ ಭಿತ್ತಿಪತ್ರಗಳನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಅಂಟಿಸುವ ಮೂಲಕ ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಸಕ್ತಿ ಉಂಟುಮಾಡಿ, ಅದೇ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಓದಿಗೆ ಅವರನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಕೆರಳಿಸುವಂತಹ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಅವರ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಹರಡಿ ಇಟ್ಟರಿ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅದನ್ನು ಹರಿದು ಹಾಕಿಯಾರು ಎಂಬ ಚಿಂತೆ ಬೇಡ. ಯಾವುದೇ ವಿಚಾರವನ್ನು ಬಲಾತ್ಕಾರವಾಗಿ ಹೇರಬೇಡಿ; ಆಗಾಗ್ಗೆ ಸೂಚ್ಯವಾಗಿ ಹೇಳಿದರೆ ಸಾಕು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ನಿಯತಕಾಲಿಕೆಗಳು ಲಭ್ಯವಾಗುವಂತಹ ಮುಕ್ತ ಗ್ರಂಥಾಲಯವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದರೆ ಅದು ಬಹು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀವು ಓದುತ್ತಾ ಸಮಯ ಕಳೆಯುವುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನೋಡಬೇಕು; ಅದು ಅವರಿಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿನೀಡುತ್ತದೆ.

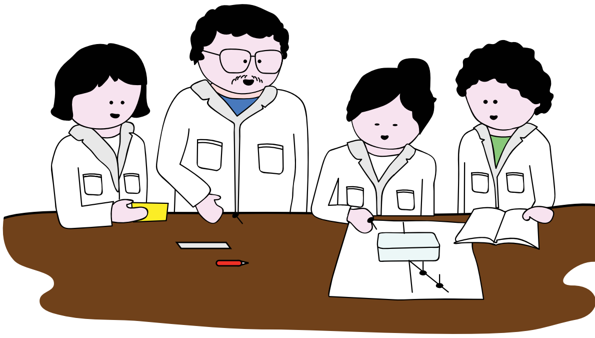
ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ, ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬ ವಿಭಜನೆ ಇಲ್ಲದೆ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯವನ್ನು ಒಟ್ಟಂದದಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ?

ನಾವು ವಿವಿಧ ಬೋಧನಾಶಾಖೆಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕಿರುವುದು ನಮ್ಮ ಅನುಕೂಲಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಹೊರತು, ಆ ವಿಷಯಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಅಲ್ಲ. ಪ್ರಕೃತಿ ಈ ತರಹ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಶಿಕ್ಷಕರು ಅರಿತು, ಅವರ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೋಧನಾ ವಿಷಯಗಳ ವಿಭಾಗೀಕರಣಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತು ಕೊಡದೆ, ಒಟ್ಟಂದದಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದು ಉಚಿತ.

ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನ, ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಥವಾ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕಲಿಸಬಹುದಾದಂತಹ ವಿಧಾನ ಅಥವ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಳಿ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ: ಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿ, ಸಾರಸಂಗ್ರಹಮಾಡಿ, ಊಹೆ ಮಾಡಿ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿ

ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ನೀವು ಯಾವತ್ತಾದರೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕಲಿಕೆಶೈಲಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಬೋಧಿಸುವ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿದ್ದೀರಾ?



ನಾನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಠ ಮಾಡುವಾಗ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಕಲಿಕೆಶೈಲಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಬೋಧಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ಪ್ರತಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಅಗತ್ಯಕ್ಕೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ವೈಯಕ್ತಿಕ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಲಿಕಾ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯುವುದನ್ನು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತೇನೆ.

"ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಪ್ರಕಾರ' ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಇದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ 'ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು' ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ದಿಗ್ಭ್ರಮೆಯನ್ನಷ್ಟೇ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಅವರಂತೆ ತಾನಾಗಬೇಕು ಎಂಬ ಬಯಕೆಯನ್ನಷ್ಟೇ ಅದು ಹುಟ್ಟಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದು ನನ್ನ ಭಾವನೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ, 'ನೀನು ಒಬ್ಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಈ ವಿಚಾರದ ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡು' ಎಂದು ಹೇಳಿರಿ. ಮೊದಲು ಹೇಳಿದ ಮಾದರಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯನ್ನು ಮಹತ್ವಾಕಾಂಕ್ಷಿಯಾಗಿಯಷ್ಟೇ ಉಳಿಸಿದರೆ, ಎರಡನೆಯ ಮಾದರಿ ಅವಳಲ್ಲಿ ಅಥವ ಅವನಲ್ಲಿ ಸ್ವಸಾಧನೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ದೃಢವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ತುಂಬಿಸುತ್ತದೆ."

ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಹಂತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಅ) ಪ್ರಯೋಗಗಳು, ಆ) ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳು, ಇ) ಸ್ಥಳಾಧಾರಿತ ಅನುಭವಗಳು, ಈ) ಕಥೆ ಹೇಳುವಿಕೆ – ಇವುಗಳ ಪಾತ್ರ ಏನು? ಇವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವ ಏನು? ಶಿಕ್ಷಕರು ಇವನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಪರಿಚಯಿಸಬೇಕು?

ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮತ್ತು ಸ್ಥಳಾಧಾರಿತ ಅನುಭವಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ ಅನ್ನುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವೇ ಇಲ್ಲ. ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ನಾವು ಒಂದು ನೈಜ ಸಂಗತಿಗಳ ಗುಚ್ಛವಾಗಿ ಅಥವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸದ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದು ಸರಣಿ ವಿವರಣೆಯಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಕಲಿಸಬಾರದು. ನಾವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವರ ಸುತ್ತಲಿನ ಪರಿಸರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ, ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿ ಅವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳುವಂತೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿ ಆ ಕುರಿತು ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ ನೋಡಲು ಉತ್ತೇಜಿಸಬೇಕು. ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡದೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಾಠ ಮಾಡುವುದನ್ನು ನನಗೆ ಊಹಿಸಲೂ ಕೂಡ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪಾಠ ಮಾಡುವಾಗ, ಒಂದು ಇಟ್ಟಿಗೆಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ ವನ್ನು ಅಳೆದು ಮತ್ತು ಅದರ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬೇಕು, ನಂತರ ಅದನ್ನು ತರಗತಿಯ ಗೋಡೆಯ ಭಾರವನ್ನು ಅಥವ ಒಂದು ಗಾಡಿ ಮಣ್ಣಿನ ತೂಕವನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲು ಬಳಸಬಹುದು. ಇದು ತರುವ ನಿಕಟತೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಹಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಅವುಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಿ ಎಂದು ಹೇಳುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳ ಬಳಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಅಗತ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ತಾನು ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅನಿವಾರ್ಯವಾದ ಹೊರತು ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ತರಗತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಬಾರದು.

ಸಂಶೋಧಕರು ಮತ್ತು ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕುರಿತಾಗಿನ ಕಥೆಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ತರಗತಿಗಳನ್ನು ರೋಚಕಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ: ಮದುವೆಯಾಗಿ ಮಧುಚಂದ್ರಕ್ಕೆ ಹೋದ ಜೇಮ್ಸ್ ಯೂಲ್, ತನ್ನ ಜೊತೆ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕ ಬಳಸಿ, ತಾವು ಭೇಟಿ ನೀಡಿದ ಜಲಪಾತದ ಮೇಲ್ತುದಿ ಮತ್ತು ಕೆಳತುದಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಳೆದ ಕಥೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿದಾಗ ಹದಿಹರೆಯದ ಮಕ್ಕಳು ಕಿಲಕಿಲ ನಗಬಹುದು, ಆದರೆ ಅವರಿಗೆ ಒಂದು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ವಿಚಾರ ಕೂಡ ಮನದಟ್ಟಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮಹಿಳೆಯರ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ ಹೆಚ್ಚುವಂತೆ ಮಾಡಲು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಏನು ಮಾಡಬಹುದು?

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮಹಿಳೆಯರಿಗಿರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೇನಾದರೂ ಪೂರ್ವಗ್ರಹಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಅವರು ಮೊದಲು ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಪೂರ್ವಗ್ರಹಗಳು ಇಲ್ಲವೆಂದಾದಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರು ತರಗತಿಯಲ್ಲಾಗಲಿ ಅಥವ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಾಗಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ನಡುವೆ ಗಂಡು, ಹೆಣ್ಣು ಎಂಬ ತಾರತಮ್ಯ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಪೂರ್ವಗ್ರಹಪೀಡಿತ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಲಿಂಗಸಮಾನತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನೀವು ಎಷ್ಟೆ ನೀತಿ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಜಾರಿಗೊಳಿಸಿದರೂ, ಆ ಪೂರ್ವಗ್ರಹವು ಹೆಣ್ಣುಮಕ್ಕಳಿಗೆ ತಲುಪಿ 'ನಾವು ಗಂಡುಮಕ್ಕಳ ಸರಿಸಮಕ್ಕೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲಾರೆವು' ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಬೆಳೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಗುರಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ನೀವು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನವನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸ ಗೊಳಿಸುವುದಾದರೆ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಕೆಯ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ?

ಸಣ್ಣ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಪಾಠ ಮಾತ್ರ ನಡೆಯುತ್ತದೆ; ಅವರು ಶೈಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಯ ವಿಧಿವಿಧಾನಗಳು ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ನಾನು ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಮಹತ್ವ ಕೊಡುತ್ತೇನೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಸಮಗ್ರ (summative assessment) ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡದೆ, ರೂಪಣಾ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನಕ್ಕೆ (formative assessment) ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತು ಕೊಡಬಯಸುತ್ತೇನೆ.

> "ಆಯಾಯ ದಿನದ ತರಗತಿಗಾಗಿ ವಿಷಯ ಕಲಿಕಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಸಿದ್ಧಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಿದ್ದೆ. ಆದರೆ ಕಲಿಕೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಕರ ತಿರುವೊಂದು ಗೋಚರಿಸಿದರೆ ನಾನು ನನ್ನ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಪಕ್ಕಕ್ಕಿಟ್ಟು, ಆ ಹರಿವಿನೊಂದಿಗೆ ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಬಂಧನಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿಹಾಕಿಕೊಳ್ಳದೆ ಇರುವಾಗ, ಈ ರೀತಿಯ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ."

ಸ್ಪರ್ಧೆಯನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕ, ಒತ್ತಡರಹಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವಂತೆ ಮರುರೂಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೇ?

ಸ್ಪರ್ಧೆ ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಒತ್ತಡರಹಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಆಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಎಂದು ನಾನು ನಂಬುವುದಿಲ್ಲ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ನೀವು ಮಾಡಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ವಿಚಿತ್ರ ಸಂಗತಿ ಏನಾದರೂ ಇದೆಯೇ?

ನಾನು ಒಂದು ಸಾರಿ ಧ್ವನಿಯ ಆವರ್ತನದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸಲು ಒಸಿಲೋಸ್ಕೋಪ್‌ಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸಿದ ಮೈಕ್ರೋಫೋನ್ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಜೋರಾಗಿ ಕೀರಲು ಧ್ವನಿಯಲ್ಲಿ ಹಾಡಿದೆ. ಇದು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲು ಇರುವವರಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ನಗುವಿಗೂ, ಕಿರಿಕಿರಿಗೂ ಕಾರಣವಾಯಿತು.

ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಠ ಮಾಡುವಾಗ ನಿಮಗೆ ಅತಿ ಸಂತೋಷ ಕೊಟ್ಟ ವಿಚಾರ ಯಾವುದು?

ನಾನು ಓದಿದ್ದು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ; ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಇಂತಹುದೇ ಉತ್ತರ ಕೊಡಬೇಕು; ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಬೇಕು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಬೇಕು ಎಂಬ ರೀತಿಯ, ಗಮನಿಸಿ ನೋಡಿ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಯಾವುದೇ ಆಸ್ಪದವಿಲ್ಲದಂತಹ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನಾನು ವ್ಯಾಸಂಗಮಾಡಿದೆ.

ಆದರೆ ಶಿಕ್ಷಕನಾಗಿ ನಾನು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಹಂತದ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪಾಠ ಮಾಡುವಾಗ ನನಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಮತ್ತು ಅಷ್ಟೇ ಸಹಜವಾದ ಉತ್ತರಗಳು ಎದುರಾಗುತ್ತಿದ್ದವು. ಇದರಿಂದ ನನಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಎನ್ನುವುದು ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಅಂತರ್ಬೋಧೆಯಿಂದ ಗ್ರಹಿಸುವಂತಹದ್ದಲ್ಲ (counter-intuitive) ಎಂಬ ಅರಿವಾಯಿತು. 'ನನಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಗೊತ್ತಿದೆ' ಎಂಬ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಆಗಾಗ್ಗೆ ನನ್ನ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನೇ ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂತು.

ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ನಿಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಆಪ್ತ ಎಂದೆನಿಸಿದ ಕೆಲವು ಕ್ಷಣಗಳು/ಘಟನೆಗಳು/ನೆನಪುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೀರಾ?

ಪ್ರೌಢ ಶಾಲಾ ಹಂತದ ಅಂತಿಮ ಪರೀಕ್ಷೆ ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಮಕ್ಕಳಿಗಾಗಿ ನಾನು ಒಂದು ಅಣಕು ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಆಯೋಜಿಸಿದ್ದೆ. ವೇಗವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದಾದ ವಿಕೇಂದ್ರಿತ ಮೋಟಾರಿನಿಂದ ಚಾಲನೆಗೊಳಪಡಿಸಿದ ಹ್ಯಾಕ್‌ಸಾ ಬ್ಲೇಡಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸ್ಥಾಯೀ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸುವ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿತ್ತದು. ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಈ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹಿಂದೆ ಮಾಡಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದು ಅವರಿಗೆ ಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಯುತ್ತಿರಬೇಕಾದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೊಬ್ಬನಿಗೆ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಈ ಸ್ಥಾಯೀ ತರಂಗ ಕಂಡುಬಂತು. ಆಗ ಅವನು 'ವಾವ್' ಎಂದು ಆನಂದದಿಂದ ಉದ್ಗಾರ ತೆಗೆದನು ; ಇದೇ ರೀತಿ ಅದ್ಭುತವಾದುದನ್ನು ಕಂಡಾಗಲೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತೆಗೆಯುವ ಇಂತಹ ಅಚ್ಚರಿಯ ಉದ್ಗಾರಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕನಾಗಿ ನನ್ನ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸಾರ್ಥಕಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

ತಮಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಇಷ್ಟ ಎಂದುಕೊಂಡಿರುವ ಅಥವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಬೇಕು ಎಂದು ಬಯಸುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನಿಮ್ಮ ಕಿವಿಮಾತು ಏನು?

ನೀವು ಅಂದುಕೊಂಡಿದ್ದನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ತುಂಬಾ ಸಮಯ ಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಸೃಜನಶೀಲವಾಗಿ ವಿಚಾರವೊಂದನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ಮೊದಲು ಕಲಿಯಲು ತುಂಬಾ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ನೀವಂದುಕೊಂಡಂತೆ ನಡೆಯಲಿಲ್ಲ ಎಂದು ನಿರಾಶರಾಗಬೇಡಿ; ಛಲ ಬಿಡಬೇಡಿ.

ಅನುವಾದಕರು: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಕೆ.ವಿ.ಘನಶ್ಯಾಮ

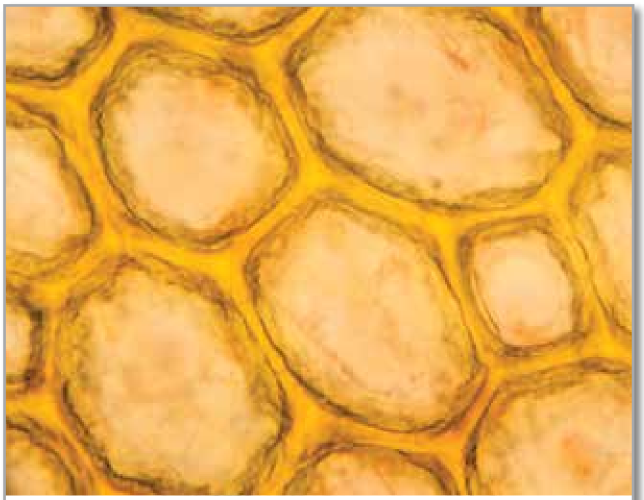
ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ

ಹರಿಣಿ ಭರತ್

ಇಂದು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದ ಅನೇಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಉಪಕರಣವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಯಾವಾಗ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು? ಆರಂಭಿಕ ಆವೃತ್ತಿಗಳು ಹೇಗಿದ್ದವು? ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲವು ಆವೃತ್ತಿಗಳು ಯಾವುವು, ಮತ್ತು ನಾವು ಅವುಗಳನ್ನು ಏನೇನು ಮಾಡಲು ಬಳಸಬಹುದು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸುತ್ತಾ ಈ ಲೇಖನವು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಇತ್ತೀಚಿನ ಮತ್ತು ರೋಚಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಮೊದಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಇತಿಹಾಸದ ಒಂದು ಇಣುಕು ನೋಟವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

“ದೂರದರ್ಶಕದ ಕಾರ್ಯ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಎಲ್ಲಿ ಕೊನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೋ ಅಲ್ಲಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಕಾರ್ಯ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದರಲ್ಲಿನ ನೋಟ ಅದ್ಭುತ ನೀವೇ ಹೇಳಿ”
– ವಿಕ್ಟರ್ ಹ್ಯೂಗೋ, ಲೇ ಮಿಸರೇಬಲ್ಸ್ ಕೃತಿಯ ಪುಸ್ತಕ 3 ಅಧ್ಯಾಯ 3.

ಶಾಲಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಬದಿ ಚಕ್ರಗಳನ್ನು ಬೆರಳ ನಡುವೆ ಅತ್ತಿತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಬಣ್ಣ ಲೇಪಿತ ಈರುಳ್ಳಿ ಸಿಪ್ಪೆಯ ತೆಳುವಾದ ತುಂಡಿಂದ ಇಟ್ಟಿಗೆಯಂತೆ ಜೋಡಿಸಿದ ಜೀವ ಕೋಶದ ಸಾಲುಗಳು, ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಮಧ್ಯೆ ಸೈಟೊಪ್ಲಾಸಂನ ಚುಕ್ಕೆಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲ ದಿನದ ನೆನಪನ್ನು ನಾವ್ಯಾರೂ ಮರೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಬರಿಗಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಾವು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವು



ಚಿತ್ರ 1. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಕಂಡಂತೆ ಟೊಮೆಟೊದ ಸಿಪ್ಪೆ.
ಮೂಲ: ಉಂಬರ್ಟೊ ಸಾಲ್ವಾಗ್ನಿನ್. ಪರವಾನಗಿ: CC-BY. URL: https://www.flickr.com/photos/kaibara/7781208904/.

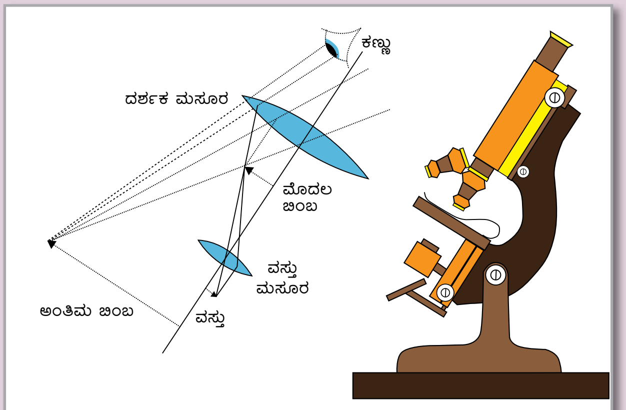
ಸರಳ ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು

ಒಂದು ಸರಳವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವು ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣಿಸಲು ಒಂದು ಮಸೂರವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬಳಸುತ್ತದೆ, ಓದುವಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವ ಕೈಯಿಂದ ಹಿಡಿಯುವ ಭೂತಗನ್ನಡಿಯ ಹಾಗೆ. ವಾನ್ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್ ನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಇದುವರೆಗೂ ತಯಾರಿಸಿದ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿವೆ, ಇವು 250X ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಿಂಬ ವರ್ಧನೆಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಕಾಣುವ ಬಿಂಬವು ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವ ಮಾದರಿಗಿಂತ 250 ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಒಂದು ಶತಮಾನಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಮಯವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡವು.

ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಲಹೆ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಭೂತಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ನೀಡಿರಿ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಹೇಗೆ ಬಳಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಕೆಲವು ಸಮಯವನ್ನು ಅವರಿಗೆ ನೀಡಿರಿ. ಅವರು ತಮ್ಮ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಪುಟವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು. ಮೊದಲು ಎರಡೂ ಕಣ್ಣುಗಳು ತೆರೆದಿಟ್ಟು ಅದನ್ನು ನೋಡಲು ಹೇಳಿ, ತದನಂತರ ಒಂದು ಕಣ್ಣನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ ಅದನ್ನು ನೋಡಲು ಹೇಳಿರಿ. ಅವರು ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಿಂದ ವಿವಿಧ ದೂರದಲ್ಲಿ ಭೂತಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದು ನೋಡುವುದನ್ನೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಬಹುದು. ನೋಡದೇ ಇರುವ ಕಣ್ಣನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ ಮತ್ತು ತೆರೆದ ಕಣ್ಣಿನ ಅರ್ಧ ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಭೂತಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಂಡಾಗ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ನೋಡಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಅನೇಕರು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರು ಅದನ್ನು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿ ಬಳಸಬೇಕೆಂದು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೂ ತಮಗೆ ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಎಂದು ಒತ್ತಿಹೇಳಿರಿ.

ಬಿಳಿ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಎಲೆಯನ್ನು ಅಂಟಿಸಿರಿ ಮತ್ತು ಹಾಳೆಯನ್ನು ಒಂದು ರಟ್ಟಿಗೆ ಅಂಟಿಸಿರಿ. ಪ್ರಾರಂಭಕ್ಕೆ ಹಾಳೆಗೆ ಬಲು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಭೂತಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳಿರಿ. ನಿಧಾನವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಬೇಕು, ಪ್ರತಿ ಹಂತದಲ್ಲೂ ನಿಂತು ದೃಶ್ಯ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಲು ಹೇಳಿರಿ. ತಮ್ಮ ನೋಟುಬುಕ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಆ ರಟ್ಟು ಕಾಗದದಿಂದ 3 ಅಥವಾ 5 ವಿವಿಧ ದೂರಗಳಲ್ಲಿ (ಉದಾ 6 ಇಂಚುಗಳು, 1 ಅಡಿ, 2 ಅಡಿ, 5 ಅಡಿ) ತಾವು ನೋಡಿದ್ದರ ಚಿತ್ರ ಬರೆಯಲು ಅವರಿಗೆ ಹೇಳಿರಿ. ಆ ರಟ್ಟು ಕಾಗದದಿಂದ ಇರುವ ಅಂತರವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅಳತೆ ಟೇಪ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಅವರು ಭೂತಗನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ದೃಶ್ಯದ ವಿವರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಕಂಡಂತೆಯೇ ಚಿತ್ರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 2. ಈ ಲೆನ್ಸ್/ರೇ ರೇಖಾಚಿತ್ರವು ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕವು ಹೇಗೆ ವಿಸ್ತಾರವಾದ, ಆದರೆ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಬಿಂಬವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಮೂಲ: school physics.co.uk. URL: http://www.schoolphysics.co.uk/age16-19/Optics/Optical%20instruments/text/Microscope_/index.html.

ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕವು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ, ಒಂದು ಕೊಳವೆಯೊಳಗೆ ಅವನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವೀಕ್ಷಿಸುವ ವಸ್ತು ಮಾದರಿಗೆ ಸಮೀಪವಿರುವ ಮಸೂರವನ್ನು ವಸ್ತು ಮಸೂರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತು ಮಸೂರದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಬಿಂಬವು ದರ್ಶಕ ಮಸೂರದಿಂದ ಇನ್ನಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಮಾಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಅಂತಿಮ ಮಸೂರ ಮತ್ತು ಇದರ ಮೂಲಕ ವೀಕ್ಷಕರು ದೊಡ್ಡದಾಗಿಸಿದ ಬಿಂಬವನ್ನು ನೋಡುತ್ತಾರೆ. ಆಧುನಿಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಎಲ್ಲವೂ ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು. ಅವುಗಳು ಭೂತಗನ್ನಡಿಗಿಂತಲೂ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ (ಸುಮಾರು 1000x ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ) ಬಿಂಬ ವರ್ಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತವೆ

ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಲಹೆ

ಮೊಸರಿನೊಳಗೆ ಒಂದು ಹಲ್ಲು ಚುಚ್ಚುವ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ಅದ್ದಿರಿ ಮತ್ತು ಈ ದ್ರವದ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಹನಿಯನ್ನು ಗಾಜಿನ ಸ್ಲೈಡ್ ಮೇಲೆ ಸವರಿರಿ. ಈಗ ಬಳದ ಮೊಸರಿನ ಮೇಲೆ ಕವರ್ ಸ್ಲಿಪ್ ಅನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಇರಿಸಿ. ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅದರ ಬಿಂಬವನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ವರ್ಧಿಸಿರಿ. ಸಣ್ಣ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವನ್ನು, ಒಂಟಿಯಾಗಿ ಅಥವಾ ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಆಕಾರಗಳಲ್ಲಿ – ರಾಡ್ಗಳು ಅಥವಾ ಗೋಳಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ –ನೀವು ನೋಡಬಹುದು. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ತಾವು ಕಂಡದ್ದನ್ನು ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ಚಿತ್ರಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿರಿ.

ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ ಮತ್ತು ಅನಿವಾರ್ಯವಾದ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ಸಮರ್ಥ ಸಾಧನದ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಈ ಹಿಂದೆ ನಮಗೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದಿದ್ದ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಜಗತ್ತು ಕಾಣುವಂತಾಗಿದೆ. ಇಂದಿಗೂ ಜೀವಕೋಶ ವಿಜ್ಞಾನದಂತಹ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಅನೇಕ ಪ್ರಮುಖ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಬೆನ್ನೆಲುಬಾಗಿವೆ.

ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಇತಿಹಾಸ

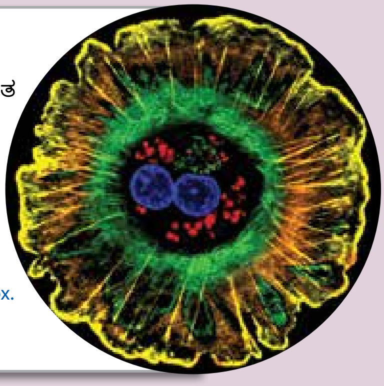
1600 ರ ದಶಕದ ಪ್ರಾರಂಭದಷ್ಟು ಹಿಂದೆ ಮೊದಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಉಗಮವಾದವು. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೂಲ ಸಂಶೋಧಕ ಯಾರು ಎಂಬುದನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಳಲಾಗದಿದ್ದರೂ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಅಥವಾ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಎಂಬ ಹೆಸರನ್ನು ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಗೆಲಿಲಿಯ ಸ್ನೇಹಿತನಾದ ಜರ್ಮನ್ ವೈದ್ಯ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜಿಯೋವಾನಿ ಫೇಬರ್[1] 1625 ರಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದನು ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ನಂತರದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ, ಜೈವಿಕ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಮತ್ತು ದಾಖಲಿಸಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸಲಾಯಿತು. 50 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಅಥವಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಮರಣೀಯ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡಿದಾತ ಆಂಟೋನಿ ವ್ಯಾನ್ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್, ಇಂದು ಅವನನ್ನು 'ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದ ಜನಕ' ಎಂದು ಕೊಂಡಾಡುತ್ತೇವೆ.

ವಾನ್ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್ ಮೂಲತಃ ಬಟ್ಟೆಗಳು ಮತ್ತು ಜವಳಿಯ ವ್ಯಾಪಾರಿ.ಆಗ ದಾರಗಳ ಎಳೆಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಲು ಭೂತಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಆತ ಮಸೂರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಆಕರ್ಷಿತನಾದನು ಮತ್ತು ಶೀಘ್ರದಲ್ಲೇ ಮಸೂರಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ಕಲೆಯಲ್ಲಿ ಅಪ್ರತಿಮನಾದನು. ಅವನು ನೂರಾರು ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಮತ್ತು– ಹಿತ್ತಾಳೆಯ ತಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಸೂರಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ – ಅನೇಕ ವಿಭಿನ್ನ ವಿಧದ ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು.

ಕಲಾವಿದರ ಸಹಯೋಗದಲ್ಲಿ

ಆಧುನಿಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ದಾಖಲು (ರೆಕಾರ್ಡ್) ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಹಿಂದೆ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ಫಿಲಂನಲ್ಲಿ ದಾಖಲು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದವು, ಆದ್ದರಿಂದ ಸಂಶೋಧಕರು ಹಿಂದೆ ಶಾಲಾ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರ ದಾಖಲಿಸಲು ಮತ್ತು ಟಿಪ್ಪಣಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತಿದ್ದ ಉತ್ತಮ ರೇಖಾಚಿತ್ರ ರಚನಾ ಕೌಶಲ್ಯವಿಲ್ಲದೆ ಇಂದು ಕೆಲಸ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಆದರೆ 17 ನೇ ಮತ್ತು 18 ನೇ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧಕರು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು? ಚಿತ್ರಬಿಂಬಗಳನ್ನು ಕೊರೆದ ಕೆತ್ತನೆಗಳಾಗಿ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ಮಾಡಲು, ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಒಂದು ತಾಮ್ರದ ಫಲಕದಲ್ಲಿ ಟ್ರೇಸ್ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಅದನ್ನು ಕೊರೆದು ಅಥವಾ ಪಡಿಯಚ್ಚಾಗಿ ಕೆತ್ತಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ನಂತರ ಅದನ್ನು ಮುದ್ರಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ವ್ಯಾನ್ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್ ನ ಸಮಕಾಲೀನ ಮತ್ತು ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಾಫಿಯಾ ಕೃತಿಯ–ಮೊದಲ ಅತಿಹೆಚ್ಚು ಮಾರಾಟವಾದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕ –ಲೇಖಕ ರಾಬರ್ಟ್ ಹುಕ್ ತನ್ನದೇ ಆದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಅವನ ಪುಸ್ತಕವು ಸಸ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಕೀಟಗಳ ಮೊದಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಆದರೆ, ವ್ಯಾನ್ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್ ಚಿತ್ರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೊಂದು ಪರಿಣಿತನಾಗಿರಲಿಲ್ಲ, ಆದ್ದರಿಂದ ಕಲಾವಿದರೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದನು ಮತ್ತು ತನಗಾಗಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅವರಿಂದ ಬರೆಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದನು. ತರುವಾಯ ಕೆತ್ತನೆಗಾರನು ಪ್ಲೇಟ್[4] ಮೇಲೆ ಅದನ್ನು ಕೆತ್ತನೆಮಾಡುತ್ತಿದ್ದನು ಮತ್ತು ಪ್ಲೇಟ್ ಬಳಸಿ ಅದನ್ನು ಮುದ್ರಿಸುತ್ತಿದ್ದನು.



ಚಿತ್ರ 3. ಜೀವದ ವರ್ಧಿತ ಬಿಂಬ: ಮನುಷ್ಯರ ಯಕೃತ್ತಿನ ಜೀವ ಕೋಶ. URL: https://www.nigms.nih.gov/education/life-magnified/Pages/1b3_human-hepatocyte.aspx.

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮತ್ತು ಕಲಾವಿದರನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವು ಇಂದು ಕೂಡ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಿದೆ. ಪ್ರಬಲವಾದ ಆಧುನಿಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲಾದ ಕಣ್ಮನ ಸೆಳೆಯುವ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಅನೇಕ ಕಲಾವಿದರು ಮತ್ತು ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಕರು ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೊಂದಿಗಿನ ಅವರ ಪರಸ್ಪರ ಕೊಳ್ಕೊಡೆಗಳು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಬೆರಗುಗೊಳಿಸುವ ಅನೇಕ ಚಿತ್ರಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕಲಾ ಪ್ರದರ್ಶನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶನಗೊಂಡಿವೆ, ಮತ್ತು ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣಗಳಂತಹ ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶನಗೊಂಡಿವೆ, ಅಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ[5] ವನ್ನು ಜನಪ್ರಿಯಗೊಳಿಸುವ ಕಣ್ಸೆರೆ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಅವು ಆತನ ಸಮಕಾಲೀನರು ರಚಿಸಿದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನೂ ಮೀರಿ ಹೆಚ್ಚು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ತೋರಿಸಬಲ್ಲ ಮಸೂರಗಳಾಗಿದ್ದವು. ಈ ನವೀನಾತಿನವೀನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ವ್ಯಾನ್ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್ ಅದುವರೆಗೂ ಯಾರೂ ನೋಡಿರದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟವು. ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ನೋಡಿದ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲಿಗರಲ್ಲಿ ಲೀವೆನ್ ಹುಕ್ ಒಬ್ಬ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೊಜೋವ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು; ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿ ಹಾಗು ಸಸ್ಯಗಳ ಅಂಗಾಂಶಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದನು, ಜೊತೆಗೆ ಖನಿಜದ ಹರಳುಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೂ ಕಂಡನು.

ಇಂದಿನ ಸಂಶೋಧಕರು ಜೀವಕೋಶದ ಅಂತರಾಳಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೊಕ್ಕು ನೋಡುವಂತೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಜೂಮ್ ಮಾಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಎಲ್ಲಾ ಜೀವ ಯಂತ್ರಗಳ ಚಕ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಚಕ್ರದ ಹಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಅಂದರೆ ಜೀವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಸಾಧ್ಯಗೊಳಿಸಿದ ಮೂಲ ಭಾಗಗಳನ್ನು– ಜೈವಿಕ ಅಣುಗಳನ್ನು (biomolecules) – ಶೋಧಿಸಲು ಮತ್ತು ಅದರ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಅನಿಸಬಹುದು. ಅದನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯಗೊಳಿಸುವಂತಹ ಅಮೂಲ್ಯ ತಂತ್ರಸಾಧನಗಳಿವೆ. ಅದೇ **ಫ್ಲೋರೆಸೆನ್ಸ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ**. ಜೈವಿಕ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು (ಬಯೋಕೆಮಿಸ್ಟ್ಸ್)ಅನೇಕ ಪ್ರತಿದೀಪಕ (ಫ್ಲೋರಸಿಂಗ್) ಅಣುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ – ಪ್ರತಿದೀಪಕ ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳು ಮತ್ತೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಉತ್ತುಕಗೊಂಡು ಬೇರೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ತಂತಾನೆ ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಈ ಗುರುತುಕಾರಕಗಳನ್ನು (ಲೇಬಲ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ಮಾರ್ಕರ್‌ಗಳನ್ನು) ತಾವು ಇಚ್ಛಿಸಿದ ಮತ್ತು ಸ್ವಯಂಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸದಿರುವ ಅನ್ಯ ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳೊಂದಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಜೋಡಿಸುವ ಮೂಲಕ, ಸಂಶೋಧಕರು ಪ್ರೋಟೀನ್ಗಳನ್ನು ಅವು ಚಲಿಸುವಾಗ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಒಡನಾಟಮಾಡುವಾಗ 'ನೋಡುವ' ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ.

ಅಕ್ಷಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ (ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ಗಳ) ಸಾಮರ್ಥ್ಯ 'ಡಿಫ್ರಾಕ್ಷನ್ (ವಿವರ್ತನೆ) ಮಿತಿ' ಯಿಂದ ಸೀಮಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅದು ಕೇವಲ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಾಂತರದ ಅರ್ಧಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ತರಂಗಾಂತರದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನ್ನಿನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ, ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನ್ ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಎರಡು ತಾಣಗಳು ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದೇ ತಾಣವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ಅನೇಕ ಪ್ರಮುಖ ಜೈವಿಕಾಣು (ಬಯೋಮಾಲಿಕ್ಯೂಲರ್) ಕಾರ್ಯಗಳು, ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮತ್ತು ರೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ನ್ಯಾನೋ–ಪ್ರಮಾಣದ ಚಿತ್ರದ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಸಂಶೋಧಕರು ಈ ನಿರ್ಬಂಧವನ್ನು ಮೀರಿ ನಿಂತು ನ್ಯಾನೋ–ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲು ಅತಿಕುಶಲ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ 'ಸೂಪರ್–ರೆಸಲ್ಯೂಷನ್ ಫ್ಲೋರೊಸೆನ್ಸ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪಿ' ವಿಧಾನಗಳು, ಪ್ರತಿದೀಪಕ ಲೇಬಲ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಭಿನ್ನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಮೂಲಕ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಎರಿಕ್ ಬೆಟ್ಜಿಗ್,

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು

ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸಿದ ಎಲ್ಲಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು – ಅವುಗಳು ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಬೆಳಕನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಇತರ ರೀತಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಇವೆ. ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ ಪ್ರೋಬ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕಗಳು, ಅಲ್ಟ್ರಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿವೆ.

ಅರ್ನ್ಸ್ಟ್ ರುಸ್ಕಾ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ನಾಲ್ ಅವರು 1932 ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದರು. ಇದರ ಹೆಸರೇ ಸೂಚಿಸುವಂತೆ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಚಿತ್ರವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಲು ಬೆಳಕಿನ ಬದಲಿಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ. ಗಾಜಿನ ಮಸೂರಗಳ ಬದಲಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಕೆಲಸದ ತತ್ವವು ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ನಂತೆಯೇ ಉಳಿದಿದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ಗಳು ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗಾಂತರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಆಪ್ಟಿಕಲ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ ಗಿಂತ ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆ ಅಳತೆ ಪ್ರಮಾಣದ ವಸ್ತುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತೋರಿಸಬಲ್ಲದು ಅಥವಾ ಪ್ರಕಟಿಸಬಲ್ಲದು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಎರಡು ಅಣುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತೋರಿಸಬಲ್ಲವು! ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗಣನೀಯವಾಗಿ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ತೋರಿಸಬಲ್ಲವು – ಅಂದರೆ ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ಸಾವಿರ ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ತೋರಿಸಬಲ್ಲವು.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೈಕ್ರೋಸ್ಕೋಪ್ನಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಸಮಸ್ಯೆ ಇದೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ, ಒಂದಲ್ಲ ಅನೇಕ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಬೇಕು ಅಥವಾ ಫಿಕ್ಸ್ ಮಾಡಬೇಕು. ಇದರ ಅರ್ಥ ಸಜೀವ ಕೋಶಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತೆಗೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಓದಿಗೆ ವಿಷಯಗಳು/ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು

1. Microscopy Society of America. Web. 10 January 2016. http://www.microscopy.org/.
2. Chapter 10.11: Microscopes. "Fundamentals of Optics", Jenkins & White. McGraw-Hill International Edition.
3. Cells Alive! Web. 10 January 2016. http://www.cellsalive.com/
4. Microscopedia. Web. 10 January 2016. http://www.microscopedia.com/Resource/Application/22?ccgid=4
5. AAAS ScienceNetLinks "Pond 2: Life in a drop of pond water". Web. 10 January 2016. http://sciencenetlinks.com/lessons/pond-2-life-in-a-drop-of-pond-water/.

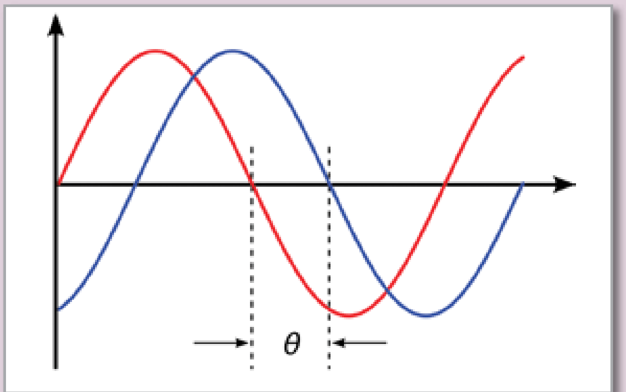
ಡಬ್ಲ್ಯು.ಇ. ಮೂರ್ನರ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೀಫನ್ ಹೆಲ್ ಅವರುಗಳಿಗೆ ಈ ತಂತ್ರಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ 2014 ರ ನೋಬೆಲ್ ಪ್ರಶಸ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು– ಮುಗಿಯದ ಅನ್ವೇಷಣೆ

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಅದ್ಭುತವಾದ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಸಾಧನವಾಗಿ ಮಾಡಿದ ಮೂರು ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲದ ಆದ್ಯ ಪ್ರವರ್ತಕ ಕೆಲಸದ ನಂತರವೂ, ಅವುಗಳ ಸುಧಾರಣೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಅವಕಾಶವಿದೆ. "ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಪರಿಶೋಧನೆ ಮಾಡಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾದ ಮತ್ತು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವಿದೆ ಎಂದು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ನಾನು ಭಾವಿಸುತ್ತೇನೆ" ಎಂದು ಪುಣೆಯ IISER ನಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಸಹಾಯಕ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಜಿ.ವಿ. ಪವನ್ ಕುಮಾರ್ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಅವರು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಇತಿ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡಿದ ತಮಗಿಂತ ಹಿಂದಿನ ಅನೇಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಬಳುವಳಿಯನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಹಂತ ಅಥವಾ ಫೇಸ್ ಎಂದರೇನು?

ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಿದ ಉದ್ದವಾದ ಹಗ್ಗ ವನ್ನು ಬಳಸಿ ತರಂಗವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಮೂಲಕ ಈ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸುಲಭ. ವೈಶಾಲ್ಯವು (amplitude) ಸರಳವಾಗಿ ಈ ಅಲೆಗಳ ಎತ್ತರವಾಗಿದೆ – ಹಗ್ಗವನ್ನು ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಅಲುಗಾಡಿಸುವುದರಿಂದ ದೊಡ್ಡ ವೈಶಾಲ್ಯದ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡಬಹುದು. ಬದಲಾಗಿ ವೇಗವಾಗಿ ಹಗ್ಗವನ್ನು ಅಲುಗಾಡಿಸಿದರೆ ಅದು ಅಲೆಗಳ ಆವರ್ತನವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಫೇಸ್ ಎಂಬುದು ತರಂಗದ ಇನ್ನೊಂದು ಗುಣವಿಶೇಷ, ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ನೋಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಸುಲಭವಾದ ಮಾರ್ಗವೆಂದರೆ – ಎರಡು ತರಂಗಗಳ ಏರು ಮತ್ತು ಇಳಿತಗಳು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ ಅವು ಒಂದೇ ಹಂತವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅವು ಹಾಗೆ (ಲೈನ್ ಅಪ್) ಸಮಾನವಾಗದಿದ್ದರೆ, ಎರಡು ಏರುಗಳ(Crest) ನಡುವಿನ ಅಂತರವು ('ಥೀಟಾ', ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ) ಎರಡು ತರಂಗಗಳ ನಡುವಿನ ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ, ತರಂಗ ಹಂತವು ಅದರ ಆರಂಭಿಕ ಬಿಂದುವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 4. ಎರಡು ಸೈನ್ ತರಂಗಗಳು ಒಂದು ಫೇಸ್ ಶಿಫ್ಟ್‌ನಷ್ಟು ಲಂಬ ದೂರ ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಸರಿಯುತ್ತವೆ.
ಮೂಲ: ಮೂಲ: Peppergrower (own work), Wikimedia Commons.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Phase_(waves)#/media/File:Phase_shift.svg. License: CC-BY-SA.

ಬೆಳಕು ಯಾವುದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ, ಅದರ ಹಂತಗಳು ಬದಲಾವಣೆ ಆಗುತ್ತವೆ; ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಹಂತವನ್ನು ಇತರ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬದಲಿಸುತ್ತವೆ (ಅಥವಾ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಳಂಬಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ). ಇದರ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಬಹಳ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯಿಂದ ಪಡೆದುಕೊಂಡು, ಹಂತದ ಕಾಂಟ್ರಾಸ್ಟ್ ಇಮೇಜಿಂಗ್ ತಂತ್ರಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿರುವ ಜೈವಿಕ ಮಾದರಿಗಳು ಅಥವಾ ಹಿನ್ನೆಲೆಗೆ ಬಹುಪಾಲು ಹೋಲುವ ಜೈವಿಕ ಮಾದರಿಗಳು ನಮಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತವೆ.

ಜೈವಿಕ ಮಾದರಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಕಾಂಟ್ರಾಸ್ಟ್ ಏಜೆಂಟ್ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಬಣ್ಣ ಹಾಕುವುದು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ಗೋಚರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಒಂದು ವಿಧಾನ. ಆದರೆ ಇದರ ಅರ್ಥವೇನೆಂದರೆ, ಮಾದರಿಗೆ ಬಣ್ಣ ಹಾಕುವ ಮೊದಲು ಅದನ್ನು ಕೊಂದು ಫಿಕ್ಸ್ ಮಾಡುವ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಬದಲಾಗಿ ಬದುಕಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ನೋಡುವ ಬೇರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ವಿಧಾನವಿರಬಹುದೇ? ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾದರಿಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ವೈಶಾಲ್ಯದ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರದಿದ್ದರೂ ಅವನ್ನು ವಿಭಜಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಅವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ನಾವು ಫೇಸ್ ಅಥವಾ ಹಂತವೆಂದು ಕರೆಯುವ ಮತ್ತೊಂದು ಗಣನಾಂಶವನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸುತ್ತವೆ.

ಡಚ್ ಗಣಿತಜ್ಞ ಮತ್ತು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ, ಫ್ರಿಟ್ಸ್ ಜೆರ್ನೈಕ್ ಈ ಹಂತದ (ಫೇಸ್) ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಗಾಢತೆಯಲ್ಲಿ ಕಾನ್ ಟ್ರಾಸ್ಟ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ವಿಶೇಷ ಡಿಸ್ಕ್ ಮತ್ತು ಫೇಸ್ ಪ್ಲೇಟ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ನೇರ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಒಂದು ಮಾದರಿಯಿಂದ ಪಲ್ಲಟಗೊಂಡ ಬೆಳಕಿನ ನಡುವಿನ ಫೇಸ್ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಅವರು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರು. ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳ ನಂತರದ ಮಧ್ಯಪ್ರವೇಶವು (ಇಂಟರ್ಫೇಸ್) ಮಾನವನ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ವೈಶಾಲ್ಯದ ಕಾನ್ಟ್ರಾಸ್ಟ್ (Amplitude Contrast) ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು.

ಇತ್ತೀಚಿನವರೆಗೂ, ಜೀವಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ಅಂಗಾಂಶಗಳನ್ನು ಕೊಯ್ದು ನೋಡದೆ ಗಮನಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಫೇಸ್-ಕಾಂಟ್ರಾಸ್ಟ್ ಒಂದು ಗುಣಾತ್ಮಕ ವಿಧಾನವಾಗಿತ್ತು. ಈಗ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಹಂತ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುವುದರ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಹಲವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಪವನ್ ಕುಮಾರ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಸದ್ಯ ಅಂತಹ ಒಂದು ನವೀನಾತಿನವೀನ ತಂತ್ರದೊಂದಿಗೆ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ, ಅದು ವಸ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಎರಡಕ್ಕೂ ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಲಿದೆ. ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ಹರಿಸುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಒಂದು ಹಂತ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು (ಫೇಸ್ ಪ್ಯಾಟ್ರನ್) ಜೋಡಿಸುವ ಒಂದು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅವರು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಮಾದರಿಯಿಂದ ಹಂತವು ಮಾರ್ಪಾಡಾದ ವಿಭಜಿತ ಬೆಳಕನ್ನು ಮಧ್ಯಪ್ರವೇಶಿತ ಹೋಲಿಕೆ ಕಿರಣದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳ ಬೆಳಕಿನ ನಡುವಿನ ಹಂತ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನಂತರ ಪಡೆದು ಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಮಾಹಿತಿಯ ಮೂಲಕ ಮಾದರಿಯ ಒಂದು ನಿಖರವಾದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ನ್ಯಾನೊಮೀಟರ್ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶದ ರಚನೆಗಳು ಮತ್ತು ಚಲನೆಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. "ಎಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮಿಗಿಲಾಗಿ, ಇದು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಲೇಬಲ್-ಮುಕ್ತ ಬಿಂಬ ಗ್ರಹಣ (ಇಮೇಜಿಂಗ್) ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ," ಎಂದು ಕುಮಾರ್ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ಪದರದರ್ಶಕ (Foldscope)

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಅಗ್ಗವಾಗಿ ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ಈವರೆಗೂ ಅವು ಅಗ್ಗವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಸ್ಟ್ಯಾನ್ಫೋರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಜೈವಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಮನು ಪ್ರಕಾಶ್ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಪದರದರ್ಶಕ ಅಥವಾ ಫೋಲ್ಡ್ಸ್ಕೋಪ್ (https://indiabioscience.org/columns/indiabioscience-blog/foldscope-events-in-india-the-delhi-photoblog) ಎಂಬ ಕಾಗದದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಒರಿಗಮಿ ಆಧಾರಿತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ ಮುದ್ರಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ಜೋಡಿಸಬಹುದು, ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ನೂರು ರೂಪಾಯಿಗಳಷ್ಟು ವೆಚ್ಚವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೂ, ಇದು 2000 X ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೋಟವರ್ಧನೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ, 1 ರೂಪಾಯಿ ನಾಣ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ತೂಕ ಇದರದ್ದು, ಮತ್ತು ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಬಾಹ್ಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲದ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ[6].

ನ್ಯಾನೊ-ಸ್ಕೇಲ್ ಸ್ಪಷ್ಟತೆಗಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಈ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೆ ಬೇಡಿಕೆ ಬಹಳವಿದೆ – ಜವಳಿ ತಯಾರಕರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಡಿಕೆ ಇರದಿರಬಹುದು ; ಆದರೆ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮತ್ತು ಇಂಜಿನಿಯರುಗಳು ಮತ್ತಿತರರಿಂದ ಖಂಡಿತವಾಗಿ ಬೇಡಿಕೆಯಿದೆ. ಅವರ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದ ಅದ್ಭುತ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮ ತಿಳುವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸುವಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸುವ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲೂ ನಮಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಹುದೆಂಬ ಆಶಯವಿದೆ. ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರವು ಕೇವಲ ನವೀನ ಆವಿಷ್ಕಾರ ಮಾಡುವವರ ಕ್ಷೇತ್ರವಲ್ಲ. ಇದು ನಮಗಿಂತಲೂ ಅನೇಕ ಯುಗಗಳ ಕಾಲ ನ್ಯಾನೋ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ ಮತ್ತು ಒಂದೆರಡು ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ತಾನೂ ಕಲಿತಿರಬಹುದು ನಾವೂ ಅವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅನುಕರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದೆಂದು ನಂಬುತ್ತೇವೆ.

References

1. Wikipedia: Microscopy. Web. 10 January 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Microscope
2. Microscopes for schools. Web. 10 January 2016. http://www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/microscopes4schools/yoghurt.php
3. Wikipedia: Antoine van Leeuwenhoek. Web. 10 January 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Antonie_van_Leeuwenhoek
4. Gizmodo "How 17th Century Artists Helped Make the Microscopic World Visible". Web. 10 January 2016. http://gizmodo.com/how-17th-century-artists-helped-make-the-microscopic-wo-1736249872
5. NIH National Institute of General Medical Sciences "Life: Magnified" Online. Web. 10 January 2016. http://irp.nih.gov/catalyst/v22i4/nih-microscopy-lights-up-dulles-airport
6. Foldscope: Microscopy for everyone. Web. 10 January 2016. http://www.foldscope.com/

ಹರಿಣಿ ಭರತ್ ಅವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಬರಹಗಾರರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಇಂಡಿಯಾ ಬಯೋಸೈನ್ಸ್‌ಗಾಗಿ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಸಹಲೇಖಕರಾಗಿ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಅವರು ಕಂಡೆನ್ಸಡ್ ಮ್ಯಾಟರ್ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಿಂದ ಬಂದವರು ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನಾ ತರಬೇತಿ ಪಡೆದವರು ಆಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು harini@indiabioscience.org ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಕ್ಷಮಾ ವಿ. ಭಾನುಪ್ರಕಾಶ್

‘ಜ್ವಾಲಾ ಸವಾಲಿನೊಂದಿಗೆ’

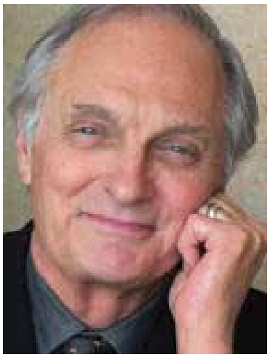
(Flame Challenge ನೊಂದಿಗೆ) ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲದ ಕಿಡಿ ಹಚ್ಚುವುದು

ರೀತಿಕಾ ಸೂದ್

ಅವನೊಬ್ಬ ಕುತೂಹಲಿ 11 ವರ್ಷದ ಹುಡುಗ. ಆತ ತನ್ನ ಒಬ್ಬ ಶಿಕ್ಷಕಿಯ ಬಳಿ ಹೋಗಿ ಹೀಗೊಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳುತ್ತಾನೆ. "ಜ್ವಾಲೆಯೆಂದರೆ ಏನು? ಅದರಲ್ಲಿ ಏನು ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ?" ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತು ಸುಮ್ಮನಿದ್ದು ನಂತರ, ಆ ಶಿಕ್ಷಕಿ "ಆಕ್ಸಿಡೇಷನ್" ಎಂದು ಉತ್ತರಿಸಿದರು, ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಆ ಶಿಕ್ಷಕಿಯು ಸರಿಯಾದ ಉತ್ತರವನ್ನೇ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರು. ಆದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಉತ್ಸಾಹ ಜರ್‍ರನೆ ಇಳಿದುಹೋಯಿತು. ಕೇಳಿದ್ದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಾಗಿ ಬೇರೊಂದು ಹೆಸರನ್ನು ನೀಡದೆ ಇಡಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಹಿಂದೆ ಇರುವ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿ ಹೇಳುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೇ? ಎಂದು ಆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು ಯೋಚಿಸಿದನು ! ಈ ಕಥೆಯಲ್ಲಿನ ಪುಟ್ಟ ಹುಡುಗನು ಮುಂದೆ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಹಾಲಿವುಡ್ ನಟ ಮತ್ತು ನಿರ್ದೇಶಕ, ಆಲನ್ ಆಲ್ಡಾ ಆಗಿ ಬೆಳೆದನು. ಅವನು ತನ್ನ ಶಿಕ್ಷಕಿಗೆ ಜ್ವಾಲೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಕೇಳಿದ ಘಟನೆಯನ್ನು ಅಥವಾ ಶಿಕ್ಷಕಿಯು ವಿವರವಾದ ಉತ್ತರವನ್ನು ನೀಡದೇ, ಥಟ್ಟನೆ ಕೊಟ್ಟ ಉತ್ತರವನ್ನು ಅವನು ಮರೆಯಲಿಲ್ಲ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಆತನ ಬಾಲ್ಯದ ಈ ಅನುಭವವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗಾಗಿ ಒಂದು ಸ್ಪರ್ಧೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು ಸ್ಫೂರ್ತಿಯಾಯಿತು, ಅದಕ್ಕೆ 'ಫ್ಲೇಮ್‌ಚಾಲೆಂಜ್'[1] ಜ್ವಾಲಾ ಸವಾಲು ಎಂಬ ಸೂಕ್ತವಾದ ಹೆಸರಿಟ್ಟನು.

> *"ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಇನ್ನೊಬ್ಬರಿಗೆ ತಿಳಿಸಿ ಹೇಳುವಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟತೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಜೀವ ಜೀವಾಳವಿದ್ದಂತೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಶಿಕ್ಷಣದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಅವರಿಗೆ ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ಲಿಖಿತ ಮತ್ತು ಮೌಖಿಕ ಸಂವಹನ ಕೌಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಕಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೇ ಮತ್ತು ಏಕೆ ಕಲಿಸಬಾರದು ಎಂದು ನಾನು ಆಲೋಚಿಸುತ್ತೇನೆ"* – ಆಲನ್ ಆಲ್ಡಾ.

2012 ರಲ್ಲಿ ಈ ಸ್ಪರ್ಧೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದಾಗಿನಿಂದ 'ಜ್ವಾಲಾ ಸವಾಲು' ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಅತ್ಯದ್ಭುತ ಕಲಿಕೆಯ ಅನುಭವವಾಗಿದೆ. ತಮ್ಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸುವುದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ಬಂದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಲ್ಲಿ ಸವಾಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಯಾಗಿ ವಿಜೇತ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡುವ ವರೆಗೆ ಇಡೀ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳು ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಅಂಗವಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿವರ್ಷದ ಸವಾಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಮಕ್ಕಳು ಸ್ವತಃ ಕಳುಹಿಸಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಂದ ಆಯ್ದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾವುದನ್ನು ಕೇಳಬಹುದು ಮತ್ತು ಯಾವುದನ್ನು ಕೇಳಬಾರದು ಎಂಬ ಯಾವುದೇ ನಿರ್ಬಂಧಗಳಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿನ ಉದ್ದೇಶ ಮಕ್ಕಳ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸುವುದು. ಸಮಾನ ವಿಷಯಾಂಶವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಲ್ಲಿಸಿದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಸಂಘಟಕರು ಸ್ಕ್ಯಾನ್ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 2014 ರಲ್ಲಿನ ಫ್ಲೇಮ್ ಚಾಲೆಂಜ್ ಪ್ರಶ್ನೆ, "ಬಣ್ಣಎಂದರೇನು?", ಆ ವರ್ಷದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅದನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡಲಾಯಿತು – "ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರಿಗೂ ಕಾಣುವ ಬಣ್ಣ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಇರುತ್ತದೆಯೇ?"; ಬಲು ಉತ್ತಮ ಪ್ರಶ್ನೆ "ಆಕಾಶದ ಬಣ್ಣ ನೀಲಿ ಏಕೆ?", ಮತ್ತು ಅದರದ್ದೇ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪಾಂತರ, "ನನಗೆ ಕಾಣುವ ನೀಲಿ ಅವರಿಗೂ ಅದೇ ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆಯೇ?". ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿ ಕೇಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ, ಮಕ್ಕಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಪ್ರಪಂಚದ ಬಗ್ಗೆ ತಾವು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದದ್ದು ಏನು ಎಂದು ಆಶ್ಚರ್ಯಪಡುವ



ಚಿತ್ರ 1. ಅಲನ್ ಆಲ್ಡಾ. ಅಲಾನ್ ಆಲ್ಡಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಕಮ್ಯುನಿಕೇಟಿಂಗ್ ಸೈನ್ಸ್, ಸ್ಟೋನಿ ಬ್ರೂಕ್, ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್. URL: http://www.alanalda.com/alan_alda_flame_challenge.htm.

ಚಿತ್ರ 2. ಫ್ಲೇಮ್‌ಚಾಲೆಂಜ್ 2016 – ಶಬ್ದ ಎಂದರೇನು? (ವಾಟ್ಇಸ್ ಸೌಂಡ್?) ಆಲಾನ್ ಆಲ್ಡಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್‌ಕಮ್ಯುನಿಕೇಟಿಂಗ್ ಸೈನ್ಸ್, ಸ್ಟೋನಿ ಬ್ರೂಕ್, NY.

ಚಿತ್ರ 3. ಸಲ್ಲಿಸಿದ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತೀರ್ಪುನೀಡುತ್ತಾರೆ. ಅಲಾನ್ ಆಲ್ಡಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಕಮ್ಯುನಿಕೇಟಿಂಗ್ ಸೈನ್ಸ್, ಸ್ಟೋನಿ ಬ್ರೂಕ್, NY. URL: http://www.centerforcommunicatingscience.org/student-judging-photos/.

ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುವ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಹೊಂದುತ್ತಾರೆ.

ಹೀಗೆ ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಘೋಷಿಸಿದ ಅನಂತರ, ಯಾವುದೇ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಒಬ್ಬ 11 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯನ್ನು ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಲ್ಲಿಸುವ ಉತ್ತರಗಳು ಬರಹದಲ್ಲಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ವಿಡಿಯೊ ರೆಕಾರ್ಡಿಂಗ್ / ಅನಿಮೇಷನ್‌ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದು. ಬಂದ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು 19 ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿನ (ಎಣಿಕೆ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿದೆ) ಶಾಲೆಗಳ 10–12 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ತೀರ್ಪು ಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ತರಗತಿಗೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತೀರ್ಪು ನೀಡಲು ಕನಿಷ್ಠ ಐದು ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗುವುದು. ಪ್ರತಿ ಉತ್ತರದ ಮೌಲ್ಯ ನಿರ್ಧಾರ ಮಾಡುವ ಮೊದಲು ಅದನ್ನು ಕುರಿತು ಅದರಿಂದ ಅವರು ಎಷ್ಟು ಕಲಿತರು, ಉತ್ತರಗಳು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಮತ್ತು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದ್ದವೇ (ಅಥವಾ ನೀರಸ ಹಾಗು ಗೊಂದಲಕ್ಕೀಡುಮಾಡಿದವೇ), ಮತ್ತು ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಇನ್ನಷ್ಟು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸಿದವೇ ಎಂಬ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಾರೆ. ಎಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿತೀರ್ಪುಗಾರರು ನಂತರ ಲಿಖಿತ ಮತ್ತು ವಿಡಿಯೋ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜೇತರನ್ನುಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಲು ಮತಚಲಾಯಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮಾಹಿತಿದಾಯಕ ಮತ್ತು ಬಗೆ ಸೆಳೆಯುವ ವಿಜೇತ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಶಿಕ್ಷಕರು ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ತೀರ್ಪುಗಾರರಾಗಿ ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ನೋಂದಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಶಿಕ್ಷಕರು ತಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಮತದಾನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಬಂದ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ನೋಂದಾಯಿತ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ನಂತರ ಆಕೆ ತನ್ನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ನಡುವೆ ತನಗೆ ಸೂಕ್ತವೆನಿಸಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿತರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗೆಯೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮತದಾನದ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಸಂಘಟಕರುಗಳಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರೇ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಒಬ್ಬ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ, ನೀವು "ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನೀವು ಯಾಕೆ ಹೇಳಬೇಕು ಅದರಿಂದ ಅವರಿಗೆ ಏನು ಸಿಗುತ್ತದೆ?" ಎಂದು ಚಕಿತರಾಗಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಾಗಿ ಶ್ರೀ ಆಲ್ಡಾ ಹೀಗೆ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ: "ಯಾವುದರ ಬಗ್ಗೆಯಾದರೂ ತೀರ್ಪು ನೀಡಬೇಕಾದರೆ ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕ ಚಿಂತನೆ, ಒಟ್ಟಾಗಿ ಕುಳಿತು ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು ಮತ್ತು ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುವುದು ಅಗತ್ಯವಿದೆ".

ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್‌ನ ಸೆಲ್ಡೆನ್ ಮಿಡ್ಲ್ ಸ್ಕೂಲಿನ ಶಿಕ್ಷಕಿ ಮಿಶಾಲ್ ಮಿಲ್ಲರ್ ತನ್ನ ತರಗತಿಯು ಇದರಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದ ಅನಂತರ

ಜ್ವಾಲಾ ಸವಾಲು ಅಥವಾ ಫ್ಲೇಮ್ ಚಾಲೆಂಜ್:
http://www.centerforcommunicatingscience.org/flame-challenge-2015/

'ಫ್ಲೇಮ್‌ಚಾಲೆಂಜ್ 2016' ಗೆ ಪ್ರವೇಶವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ತರಗತಿಯ ನೋಂದಣಿ:
http://www.centerforcommunicatingscience.org/the-flame-challenge-2/school-form/

ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಪದೇಪದೇ ಕೇಳುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು–ಉತ್ತರಗಳು:
http://www.centerforcommunicatingscience.org/faqs-for-teachers/

ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳು:
http://www.centerforcommunicatingscience.org/teacher-instructions/

ಈ ವರ್ಷದ ಸವಾಲು ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ತರಗತಿಗಳ ನೋಂದಣಿ ಇದೀಗ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿದೆ: ಶಬ್ದ ಎಂದರೆ ಏನು?

ತಮ್ಮ ಅನುಭವವನ್ನು ಹೀಗೆ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ: "ಈ ಅನುಭವವು ಉತ್ತಮವಾದ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ಕೌಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಅವರು ಮಾಹಿತಿಗಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಓದುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ ಅವುಗಳನ್ನು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಲು ಸಹ ಆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಓದುತ್ತಿದ್ದರು. ಇದು ತಕ್ಷಣವೇ ಅವರನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ ಚಿಂತನಾ ಕೌಶಲ್ಯಕ್ಕೆ ಏರಿಸುತ್ತದೆ. ಹಲವಾರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಂದೇ ವಿಷಯದ ಮೇಲೆ ಮಾತನಾಡಿದಾಗ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ಗಮನಿಸಿದರು. ...ನನ್ನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ನೀಡುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿತ್ತು ಮತ್ತು ಅವರು ಎಷ್ಟು ಉತ್ಸಾಹ ಭರಿತರಾಗಿದ್ದರೆಂದರೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಅನೇಕರು ವಿಡಿಯೊ ವಿಜೇತರನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿದರು. ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಓದುವುದು ಮತ್ತು ವಿಡಿಯೊ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ನೋಡುವುದು ಸಹ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಕಲಿಕೆಗೆ ಸಾಧನವಾಯಿತು ಮತ್ತು ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಮನಸ್ಸಿಟ್ಟು ಓದುವುದಕ್ಕೆ ಇದು ನಮಗೆ ಒಂದು ಅಧಿಕೃತ ಕಾರಣವನ್ನು ನೀಡಿತು."

ನಿಮಗೆ ಒಂದು ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಎಲ್ಲ ಸಂಗತಿಗಳೂ ಗೊತ್ತಿದ್ದೂ ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅದನ್ನು ಮನದಟ್ಟಾಗುವಂತೆ ವಿವರಿಸಲು ಕಷ್ಟವಾದ ಒಂದು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ನೀವು ಅನುಭವಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಇಲ್ಲಿನ ವಿಜೇತ ಉತ್ತರಗಳ ಮೇಲೆ ಸುಮ್ಮನೆ ಕಣ್ಣು ಆಡಿಸಿದರೂ ಸಾಕು ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯವನ್ನು ಮನಗಾಣಿಸುವಾಗ ಸರಿಯಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿವರವನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಬೇಕಾದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ಸಾದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದು ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಅದು ತಕ್ಷಣ ನಮಗೆ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಿದ್ರೆ (ಫ್ಲೇಮ್‌ಚಾಲೆಂಜ್ –2015) ಅನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ವಿಜೇತ ಉತ್ತರವು ನಿದ್ರೆಯನ್ನು "ಒಂದು ಅತಿಶಯ ಶಕ್ತಿ, ಸ್ಥಿರವಾದ ಟಿವಿ, ಮೆದುಳಿನ ಶುದ್ಧೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ" ಎಂದು ಹೋಲಿಸಿ ಹೇಳಿದೆ. ಎಷ್ಟೊಂದು ಸುಸ್ಪಷ್ಟ ವಿವರಣೆಯಲ್ಲವೇ! ಹಾಗೆಯೇ,

ವಿಜ್ಞಾನದ ಪಾಠಗಳ ಬಹಳಷ್ಟು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾಪಿತ ಸತ್ಯಗಳ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅವರು ಆ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸ ಬೇಕೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಉತ್ತರಗಳು ತುಂಬಿರುತ್ತವೆ). ಇಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು, ಹೇಳಿಕೊಟ್ಟದ್ದಷ್ಟನ್ನು ಮಾಡುವವರನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಅವರಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ಮೂಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ! ಇದು ನಿಜಕ್ಕೂ ವಿಪರ್ಯಾಸ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದು ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬುದಕ್ಕೇ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾದದ್ದು – ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬುದು ಕೇವಲ ಮಾಹಿತಿಯಲ್ಲ; ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿರುವ ಪ್ರಪಂಚದ ಅರ್ಥ ಏನು ಎಂದು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ಮಾರ್ಗ.

ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ವಿಜೇತ ಉತ್ತರವು (ಫ್ಲೇಮ್‌ಚಾಲೆಂಜ್ –2014) ಹೀಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ: "ನಾವು ಕಾಣುವ ಎಲ್ಲಾ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ನಾಯಿಗಳು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆಯೇ? ...ಬಣ್ಣವು ಪೆನ್ಸಿಲ್ ಅಥವಾ ಪುಸ್ತಕದಂತೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಅರ್ಥೈಸುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ನಾವು ಬಣ್ಣವನ್ನು ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಏಕೆಂದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಲು ಬೆಳಕು ಇರುವುದಿಲ್ಲ...."

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ತೀರ್ಪು ನೀಡುವಾಗ ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ಹತ್ತಾರು ಸಾವಿರ ಮಕ್ಕಳು ತುಂಬು ಹುರುಪಿನಿಂದ ಪ್ರಕೃತಿಯ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ಬಗೆದು ನೋಡುವಲ್ಲಿ ತಲ್ಲೀನರಾಗುತ್ತಾರೆ. ಅದೇ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವ ವಯಸ್ಕರಿಗೆ, ಇಲ್ಲಿರುವ ಪರೀಕ್ಷೆ ಅವರಿಗೆಷ್ಟು ತಿಳಿದಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕಲ್ಲ, ಆದರೆ ಮಕ್ಕಳ ಪೂರ್ಣ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆದಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ತಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವುದನ್ನು ಎಷ್ಟು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಅವರಿಗೆ ಮನಗಾಣಿಸಬಲ್ಲರು ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತದ್ದಾಗಿದೆ.

ರೀತಿಕಾ ಸೂದ್ ಅವರು ಇಂಡಿಯನ್ ಬಯೋಸೈನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣ ಸಂಯೋಜಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ತರಬೇತಿಯಿಂದ ನರ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿರುವ, ಇವರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂವಹನ ಬಲು ಆಸಕ್ತ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಇವರನ್ನು reeteka@indiabioscience.org ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು:** ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಸುಧಾ

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು

ಪರಾಗ ಸ್ಪರ್ಶಕಗಳೇ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯ ಭಕ್ಷಕಗಳೇ?

ಗೀತಾ ಅಯ್ಯರ್

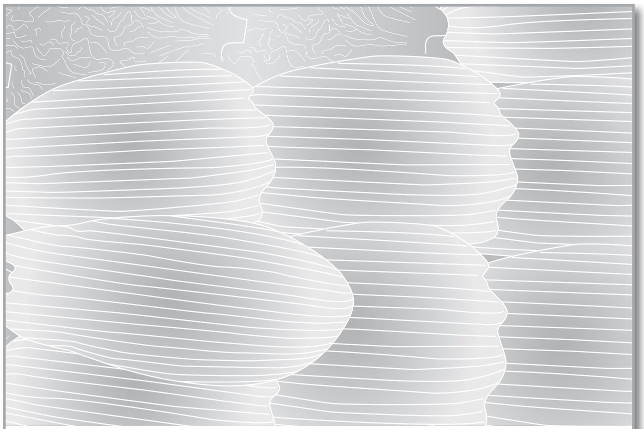
ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಅಂದಕ್ಕೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕ್ಕೂ ಆಕರಗಳಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಈ ಬೆಡಗಿನ ಕೀಟಗಳಿಗೆ ಇಂತಹ ಆಕರ್ಷಕ ಬಣ್ಣ ಬಂದದ್ದಾದರೂ ಹೇಗೆ? ಅವುಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಸರಿಯಾದ ಸಮಯ ಯಾವುದು? ಅವುಗಳ ನಡವಳಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೇನು ಗೊತ್ತಿದೆ? ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಲೇಖಕರು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಮೋಹಕ ಜಗತ್ತನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ನೋಡುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪಾಠಕ್ಕೆ ಜೀವಕಳೆ ತುಂಬಲು ಕೆಲವೊಂದು ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಇಂದಿನ ಆಧುನಿಕ ಯುಗದಲ್ಲೂ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಮಾನವ ಮನಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಅಪಾರ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರಿವೆ. ಒಂದು ಕಡೆ, ಆಜ್‌ಟೆಕ್ ಕ್ಯಾಲೆಂಡರ್‌ನಲ್ಲಿ ಇವುಗಳು ರಕ್ಷಕ ದೇವತೆಗಳಾಗಿವೆ ಅಥವಾ ಹಿತವಾಗಿ ಲಾಲಿ ಹಾಡಿ ಸೊಗಸಾದ ಕನಸುಗಳ ಮೂಲಕ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಶಾಂತ ನಿದ್ದೆಗೆ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತವೆ. ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ, ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು (ನ್ಯಾನೋ-) ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಮೂಲವಾಗಿ, ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಡಯೋಡ್ ಅಥವಾ ವಿಷರಹಿತ ಬಣ್ಣಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಹೀಗೆ ಶತಮಾನಗಳಿಂದಲೂ, ಮಾನವನೊಂದಿಗೆ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಅಕ್ಕರೆಯ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅವುಗಳ ಅಂದ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣ ಕವಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರ ಕಲಾವಿದರಿಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯಾಗಿವೆ. ಸದ್ದಿಲ್ಲದೆ ಪದೇ ಪದೆ ಬರುವ ಅವುಗಳ ದಿವ್ಯ ಅಸ್ತಿತ್ವ ಮತ್ತು ಜೀವನ ಚಕ್ರ ದಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಚೀನ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಮೃತರ ಆತ್ಮಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಹಾಗೆಯೇ ಇಂದಿನ ಮಾನವರೂ ಸಂತೋಷದಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸುತ್ತಾರೆ. ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಕೀಟಗಳಾಗಿದ್ದರೂ ಸಹ ಮಾನವನೊಂದಿಗೆ ಅವುಗಳ ಸಂಬಂಧ ಎಂದಿಗೂ ಕೆಟ್ಟದಾಗಿಲ್ಲ. ಮಾನವರು ಎಂದಾದರೂ ಅವನ್ನು ಕೇವಲ ಕೀಟಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದರೇ ಎಂದೂ ನನಗೆ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಎಲ್ಲೆಡೆ ಕಾಣಬಹುದು. ನಗರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲೂ ಮೋಟಾರ್ ಬೈಕ್, ಕಾರ್ ಮತ್ತು ಆಟೋ ರಿಕ್ಷಾಗಳ ನಡುವೆ ಹಾರುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಮತ್ತು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ರಸ್ತೆಗಳ ಮೇಲೆ ವಿರಮಿಸುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ವಾಹನಗಳ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿಕೊಳ್ಳುವ ಜಿಂಕೆ ಮತ್ತು ಇತರೆ ಚಿಕ್ಕ ಸಸ್ತನಿಗಳಂತೆ, ಆಗಾಗ್ಗೆ ಚಿಟ್ಟೆಗಳೂ ಸಹ ಮಾನವನ ವೇಗಾತುರಕ್ಕೆ ಬಲಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ನಿಕಟವಾಗಿ ನಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ನಾವು ಈ ಕೀಟಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅರ್ಥ

ಚಿತ್ರ 1. ಲೆಪಿಡಾಪ್ಟರಿಸ್ಟ್ ಕೀಟವಿಜ್ಞಾನಿಯ ವ್ಯಂಗ್ಯ ಚಿತ್ರ

ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪಾಠಮಾಡುವ ಬಣ್ಣ, ಹಾರಾಟ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡವೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಅನೇಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದರಿಂದ ಮತ್ತಷ್ಟು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಲೇಖನ ನಿಮ್ಮನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ಚಿಟ್ಟೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಅನುಬಂಧ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಸಾಹದಿಂದ ಕಲಿಯುವಂತಹ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಬನ್ನಿ, ನಿಮ್ಮನ್ನು ಲೆಪಿಡಾಪ್ಟರಿಸ್ಟ್‌ನ, ಅಂದರೆ, ಕೀಟ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಸ್ವಾಗತಿಸುತ್ತೇವೆ!

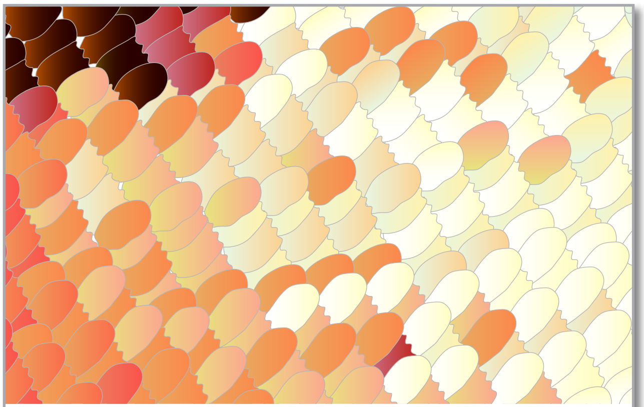


ಚಿತ್ರ 2ಎ. ಚಿಟ್ಟೆಯ ಹುರುಪೆಗಳ(ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳ) ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ. ಮೂಲ: SecretDisc, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:SEM_ image_of_a_Peacock_wing,_slant_view_3.JPG#file. License: CC-BY-SA. Narayanswamy.

ಲೆಪಿಡಾಪ್ಟರ

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಮತ್ತು ಇನ್ನೂ ಹೇರಳವಾದ ಅದರ ಸೋದರ ಸಂಬಂಧಿಗಳಾದ– ವರ್ಣರಂಜಿತ ಪತಂಗಗಳು ಲೆಪಿಡಾಪ್ಟರ ಎಂಬ ಆರ್ಡರ್‌ಗೆ ಸೇರಿವೆ. ಲೆಪಿಡಾಪ್ಟರ ಎನ್ನುವ ಪದ ಎರಡು ಗ್ರೀಕ್ ಪದಗಳಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದೆ– ಲೆಪಿಸ್ ಎಂದರೆ ಸ್ಕೇಲ್ಸ್ (ಹುರುಪೆ) ಮತ್ತು 'ಪ್ಟೆರಾನ್' ಎಂದರೆ ರೆಕ್ಕೆಗಳು. ಚಿಟ್ಟೆ ಮತ್ತು ಪತಂಗಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣವೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ರೆಕ್ಕೆ, ದೇಹ ಮತ್ತು ಉಪಾಂಗ (ಅಪ್ಪೆನ್‌ಡೇಜ್) ಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಹುರುಪೆ (ಸ್ಕೇಲ್) ಗಳು. ನಿಮಗೆ ಸತ್ತ ಚಿಟ್ಟೆ ಅಥವಾ ಅದರ ಉದುರಿ ಹೋದ ರೆಕ್ಕೆಯೇನಾದರೂ ಎಲ್ಲಾದರೂ ದೊರಕಿ ಎತ್ತಿಕೊಂಡರೆ, ಅದು ನಿಮ್ಮ ಕೈ ಮೇಲೆ ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣದ ಧೂಳು ಬಿಟ್ಟು ಹೋಗುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇವೇ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಹುರುಪೆ (ಸ್ಕೇಲ್) ಗಳು. ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳು ಮಾರ್ಪಾಡಾದ ರೋಮಗಳಾಗಿದ್ದು, ಚಿಟ್ಟೆಯ ರಂಗು ರಂಗಿನ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಇವೇ ಕಾರಣ.

ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ದೇಹದ ರಚನೆಯು ಉಳಿದ ಕೀಟಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತದೆ– ಅಂದರೆ ದೇಹವನ್ನು ಹೆಡ್(ತಲೆ), ಥೊರಾಕ್ಸ್ (ಎದೆಗೂಡು) ಮತ್ತು ಅಬ್ಡೋಮನ್ (ಹೊಟ್ಟೆ) ಎಂದು ವಿಭಾಗಿಸಬಹುದು; ಮೂರು ಜೊತೆ ಸಂಯೋಜಿತ ಉಪಾಂಗಗಳು (ಅಪೆನ್‌ಡೇಜ್); ಒಂದು ಜೊತೆ ರೆಕ್ಕೆ; ತಲೆಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಕಣ್ಣು (ಕಾಂಪೌಂಡ್ ಐ), ಆಂಟೆನಾ ಮತ್ತು ಬಾಯಿಯ ಭಾಗಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಕೀಟದ ಬಾಯಿಯ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ನಾಲ್ಕು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ, ದವಡೆಯ(ಮ್ಯಾಕ್ಸಿಲ್ಲೆ) ಭಾಗಗಳು ಪ್ರೊಬೋಸಿಸ್ (ಸೊಂಡಿಲು)ಆಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಿದೆ. ಹೂಗಳಿಂದ ಮಕರಂದವನ್ನು ಹೀರಲು ಉದ್ದ, ಕೊಳವೆ ಆಕಾರದ ಸೊಂಡಿಲು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಎರಡನೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣವಾಗಿದೆ. ಮುಂದಿನ ಸಲ ಚಿಟ್ಟೆಯೊಂದು ಹೂವಿನ ಮೇಲೆ ಕುಳಿತುಕೊಂಡಾಗ ಅದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿ– ಅದು ತನ್ನ ತಲೆಯ ಕೆಳಗೆ ಸುರುಳಿಯಂತೆ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡಿರುವ



ಚಿತ್ರ 2ಬಿ. ಸ್ಟ್ರೈಪ್ಡ್ ಟೈಗರ್ ಚಿಟ್ಟೆಯ ಹುರುಪೆಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ. ಮೂಲ: SecretDisc, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ File:SEM_image_of_a_Peacock_wing,_slant_view_1.JPG . License- CC-BY-SA

ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ನಂತಹ ಸೊಂಡಿಲನ್ನು ಹೂವಿನ ಎಸಳುಗಳ ಒಳಗೆ ಸೇರಿಸುವುದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ಸೊಂಡಿಲು ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತುಕೊಳ್ಳುವುದು ಮತ್ತು ಬಿಚ್ಚುವುದು ನೋಡಲು ನಿಜಕ್ಕೂ ಆಕರ್ಷಕ!

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಹೋಲೋಮೆಟಬೋಲಸ್ ಕೀಟಗಳಾಗಿವೆ– ಬೇರೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಅವು ಸಂಪೂರ್ಣ ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳುವ ಕೀಟಗಳು. ಮೊಟ್ಟೆಗಳಿಂದ ಮರಿಹುಳುಗಳು (ಲಾರ್ವೆ) ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಇವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ತಿನ್ನುತ್ತಲೇ ಇರುವ, ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಮಧ್ಯೆ ಮಧ್ಯೆ ಪೊರೆ ಬಿಡುವ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್ (ಕೋರಿಹುಳು) ಗಳಾಗಿ ನಂತರ ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳುತವೆ. ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಅವು ಹೊರನೋಟಕ್ಕೆ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯವಾಗಿರುವ ಪ್ಯೂಪಾ (ಪೊರೆಹುಳು) ಅಥವಾ ಕ್ರೈಸಾಲಿಸ್ ಆಗುತ್ತವೆ. ತೀವ್ರ ಆಂತರಿಕ ರೂಪಾಂತರ ಅವಧಿಯ ನಂತರ ವಯಸ್ಕ ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗಿ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ರೂಪ ಮತ್ತು ರಚನೆಯಲ್ಲಾಗುವ ಈ ಕ್ರಮೇಣ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಮೆಟಮಾರ್ಫೊಸಿಸ್ (ರೂಪ ಪರಿವರ್ತನೆ) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಹಂತಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿವೆ; ಏಕೆಂದರೆ ಚಿಟ್ಟೆಯ ಕೆಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳು ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಏನನ್ನೂ ತಿನ್ನುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಇಡೀ ಜೀವಮಾನದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಭಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಪೊರೆಹುಳು ರೂಪಾಂತರಗೊಂಡು ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗಿ ಹೊರಬಂದು ತದನಂತರ ಸಂಗಾತಿಯನ್ನು ಹುಡುಕಿ, ಮೈಥುನ ನಡೆಸಿ, ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಇಡುವವರೆಗೂ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್ ಹಂತದಲ್ಲಿ ದೇಹದ ಅಂಗಾಂಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಏಕೆ ಒಂದೇ ಸಮನೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ತಿನ್ನುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 3ಎ. ಸುರುಳಿಗೊಂಡ ಸೊಂಡಿಲು (ಪ್ರೊಬೋಸಿಸ್)

ಚಿತ್ರ 3ಬಿ. ಮುಂದೆ ಚಾಚಿದ ಸೊಂಡಿಲು (ಪ್ರೊಬೋಸಿಸ್)

> ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಎಷ್ಟು ತಿನ್ನುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ನಾವು ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಣ್ಣ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಆಹಾರ ಬಳಕೆಯಾಗಿದೆ (ಅಂದಾಜು) ಮತ್ತು ಎಷ್ಟನ್ನು ತಿನ್ನದೆ ತ್ಯಜಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳನ್ನು ಕಲಿಕಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಪಡ್ಲಿಂಗ್ (Puddling)

ಚಿಟ್ಟೆಗಳ (ಹಾಗು ಇನ್ನಿತರ ಗುಂಪುಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದ ಪತಂಗಗಳ ಮತ್ತು ಕೀಟಗಳ) ಹಲವಾರು ವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಮಡ್ ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಸಹ ಒಂದಾಗಿದೆ. ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಕೆಸರು, ತೇವ ಪ್ರದೇಶ, ಕೊಳೆತ ವಸ್ತು, ಪಕ್ಷಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮಲ ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರ ಬೆವರಿನ ಮೇಲೂ ಗುಂಪು ಗುಂಪಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ವಯಸ್ಕ ಚಿಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸೋಡಿಯಂ ಕೊರತೆ ಪಡ್ಲಿಂಗನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಕೇವಲ ಸೋಡಿಯಂ ಪಡೆಯುವ ಸರಳ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲ. ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸೋಡಿಯಂ ಜೊತೆಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಖನಿಜ ಲವಣಗಳ ಸತ್ವಗಳನ್ನು, ತಮ್ಮ ನಿತ್ಯ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪೂರೈಕೆಯಾಗದಂತಹ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಗಂಡು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಅದರಲ್ಲೂ ಎಳೆಯ ಗಂಡು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಮಾತ್ರ ಈ ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ವರ್ತನೆ ತೋರುತ್ತವೆಂದು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತೋರಿಸಿವೆ. ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಏಕೆ ಅಪರೂಪ?

ಚಿತ್ರ 4ಎ. ಪಾಮ್ ರೆಡ್ ಐ ಮೊಟ್ಟೆಗಳು. ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ ನಾರಾಯಣಸ್ವಾಮಿ

ಚಿತ್ರ 4ಬಿ. ಒಡೆಯಲು ಸಿದ್ಧವಿರುವ ಪಾಮ್ ರೆಡ್ ಐ ಮೊಟ್ಟೆಗಳು. ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ ನಾರಾಯಣಸ್ವಾಮಿ

ಚಿತ್ರ ೫ಎ. ತಣ್ಣಗಿನ ಸೋಡಿಯಂ ಪೇಯವನ್ನು ಹೀರುತ್ತಿರುವ ಚಿಟ್ಟೆ.

ಚಿತ್ರ ೫ಬಿ. ಮನುಷ್ಯನ ಬೆವರನ್ನು ಸೋರೆಯುತ್ತಾ ಸೇವಿಸುತ್ತಿರುವ ಚಿಟ್ಟೆ.

ಚಿತ್ರ 6. ಬಂಡೆಯ ಮೇಲೆ ದ್ರವವನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುತ್ತಿರುವ ಚಿಟ್ಟೆ.

ವಯಸ್ಸಾದ ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ವರ್ತನೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಲಿಂಗ ತಾರತಮ್ಯ ಮತ್ತು ಎಳೆಯ ಗಂಡು ಚಿಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಸಾಕಷ್ಟು ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಮೂಡಿಬಂದಿವೆ. ಒಂದು ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತದಂತೆ, ಮಕರಂದಕ್ಕಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ತೀವ್ರ ಪೈಪೋಟಿಯೇ ಎಳೆಯ ಗಂಡು ಮತ್ತು ವಯಸ್ಸಾದ ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಪೋಷಣೆಗಾಗಿ ಪರ್ಯಾಯ ಹುಡುಕಾಟದ ತಂತ್ರವಾದ ಪಡ್ಲಿಂಗ್‌ನತ್ತ ಒಯ್ದಿರಬಹುದು. ಮತ್ತೊಂದು ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆಗಳಿಗಿಂತ ಗಂಡು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹಾರಾಡುತ್ತವೆ. ಹಾರಾಟದಲ್ಲಿ ನರಸ್ನಾಯುಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಸೋಡಿಯಂ ಅಗತ್ಯವಾದ್ದರಿಂದ ಗಂಡು ಚಿಟ್ಟೆಗಳಿಗೆ ಸೋಡಿಯಂನ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಜಾಸ್ತಿ ಇದೆ. ಹಲವಾರು ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟೆಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಸೋಡಿಯಂ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿರುವುದರಿಂದ ಮೈಥುನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಗಂಡು ಹೆಣ್ಣಿಗೆ ಸೋಡಿಯಂ ಅನ್ನು ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ.

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಕೆಸರಿನಿಂದ ದ್ರವವನ್ನು ನಿಜಕ್ಕೂ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆಯೇ ಎಂದು ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೇ? ಮಳೆಗಾಲ ಮತ್ತು ಅದರ ನಂತರದ ದಿನಗಳು ಇದನ್ನು ನೋಡಲು ಸರಿಯಾದ ಸಮಯವಾಗಿವೆ. ಪಡ್ಲಿಂಗ್‌ಗೆ ಸಾಕ್ಷಿಯಂತೆ ನೀವು ಪ್ರೊಬೋಸಿಸ್‌ನ ನಯವಾದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ನೀವು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಪಡ್ಲಿಂಗನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹತ್ತಿರದಿಂದ ಗಮನಿಸಿದರೆ ಸೇವಿಸಿದ ದ್ರವದ ಕೆಲಭಾಗವನ್ನು ಹೊರಹಾಕುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಚಿಟ್ಟೆಯ ಗುದದಿಂದ ದ್ರವವು ಹನಿಹನಿಯಾಗಿ ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ನೀವು ಕಾಣಬಹುದು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಚಿಟ್ಟೆಗೆ ತೇವದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಸ್ಥಳವು ದೊರೆಯದಿದ್ದಾಗ ತನ್ನ ನಿತ್ಯದ ಖನಿಜದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅದು ತನ್ನ ಗುದದಿಂದ ದ್ರವವನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲು/ಬಂಡೆ/ಮಣ್ಣನ್ನು ತೇವಗೊಳಿಸಿ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಖನಿಜಾಂಶವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಮಡ್ ಪಡ್ಲಿಂಗನ್ನು ನೋಡುವುದೇ ಆಕರ್ಷಣೀಯ. ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡ್ (Papilionids)ಗಳು ಮತ್ತು ಪೈರಿಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ (Pierids) ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದರೂ ಉಳಿದ ಕುಟುಂಬಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳೂ ಪಡ್ಲಿಂಗ್ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಲೈಸಿನಿಡ್ (ನೀಲಿ) (Lycaenids) ಮತ್ತು ನಿಂಫಾಲಿಡ್ಸ್‌ಗಳು (Nymphalids) ತೇವಗೊಂಡ ಮಣ್ಣಿಗಿಂತಲೂ, ಇತರೆ ಮೂಲಗಳಿಂದ ನಿತ್ಯದ ಖನಿಜದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಗುರುತು ಹಿಡಿಯುವುದು

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಹಲವಾರು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಒಂದೇ ಪ್ರಭೇದದಲ್ಲೂ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ತಳದ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಅದರ ಹಲವಾರು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಗುರುತಿಸುವವರ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಸಹಾಯವಾಗಿ, ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸರಳ ಮತ್ತು ಕೇವಲ ಕುಟುಂಬದ ಹಂತದವರೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಕೀಟಗಳ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ನೀವು ತಕ್ಷಣವೇ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಗುರುತು ಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿದ್ದರೆ ತೊಂದರೆಯೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಈ ಲೇಖನದೊಂದಿಗೆ ನೀಡಿರುವ ಕರಪತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರೆಸಿ. ನೀವು ವೀಕ್ಷಿಸುವ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ವರ್ತನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ ಅದನ್ನು ನೀವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಐದು ದೊಡ್ಡ ಕುಟುಂಬಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡೆ (Papilionidae), ಪೈರಿಡೇ (Pieridae), ಲೈಸಿನಿಡೇ (Lycaenidae), ನಿಂಫಾಲಿಡೇ (Nymphalidae) ಮತ್ತು ಹೆಸ್ಪೆರಿಡೇ (Hesperidae).

ಚಿತ್ರ 7ಎ. ಫೈವ್ ಬಾರ್ ಸ್ವೋರ್ಡ್ ಟೇಲ್ (Five-bar Sword Tail)

ಚಿತ್ರ 7ಬಿ. ರೆಡ್ ಹೆಲೆನ್ (Red Helen)

ಚಿತ್ರ 7ಸಿ. ಟೈಲ್ಡ್ ಜೇ (Tailed Jay)

ಎ) ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡೆ ಕುಟುಂಬ: ಈ ಕುಟುಂಬದ ಸಾಕಷ್ಟು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಹಿಂದಿನ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಬಾಲಗಳಂತೆ ಚಾಚಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಕುಟುಂಬದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್ಸ್‌ಗಳೆಂದು (Swallowtails) ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಎಲ್ಲಾ ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡ್‌ಗಳು ಈ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೊಂದಿಲ್ಲ. ಸುಮಾರು ನೂರಕ್ಕೂ ಮೀರಿ ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಭಾರತದಲ್ಲಿವೆ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ರೆಕ್ಕೆಯ ಒಳಭಾಗ ಮಂಕಾದ ಬಣ್ಣ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಅವು ಇರುವ ಗುರುತು ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ತನ್ನ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ತೆರೆದಾಗ ಮಾತ್ರ ನಾವು ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ, ರೆಕ್ಕೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಆಕರ್ಷಕ ಬಣ್ಣಗಳು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರನ್ನಾಗಿಸಿ ಆನಂದವನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ – ಹೀಗಿದೆ ಅದರ ಅಂದ! ಇಂತಹ ಆಕರ್ಷಕ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದಲೇ ಅದು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಸಂಗ್ರಹಕಾರರ ಅಚ್ಚುಮೆಚ್ಚಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಲೇ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಈ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಕಳ್ಳಸಾಗಾಣಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಉತ್ತರ ಮತ್ತು ಈಶಾನ್ಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅತಿ ವಿರಳವಾದ ಭೂತಾನ್ ಗ್ಲೋರಿ (Bhutan Glory) ಮತ್ತು ಕೈಸರ್-ಐ-ಹಿಂದ್‌ಗಳು (Kaiser-i-Hind) ಅತಿಯಾದ ಸಂಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಆವಾಸಸ್ಥಾನದ ಹಾನಿಯಿಂದ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗುತ್ತಿವೆ. ಅಪೋಲೋ (Apollo), ಹೆಲೆನ್ (Helen), ಮಾರ್ಮನ್ (Mormon), ಜೇ (Jay), ಮೈಮ್ (Mime), ಬ್ಲೂಬಾಟಲ್ (Bluebottle), ಗಾರ್ಗನ್ (Gorgon), ಸ್ವೋರ್ಡ್‌ಟೇಲ್ (Swordtail), ಡ್ರಾಗನ್ ಟೇಲ್, ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್, ಪೀಕಾಕ್, ಲೈಮ್, ರೋಸ್, ವಿಂಡ್‌ಮಿಲ್, ಸ್ಪಾಂಗಲ್ (Spangle), ರಾವೆನ್ (Raven) ಮತ್ತು ಜೀಬ್ರಾ ಇವು ಈ ಕುಟುಂಬದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಆಕರ್ಷಕವಾದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಸರುಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಲಿಂಬೆ ಗಿಡ, ಕರಿಬೇವಿನ ಗಿಡ, ಈಶ್ವರೀಬಳ್ಳಿ (ಅರಿಸ್ಟೊಲೋಕಿಯಾ– Aristalochia) ಗಿಡಗಳ ಮೇಲೆ ಖಂಡಿತ ಕಾಣಸಿಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕುಟುಂಬದ ಕೆಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳ ವಿವರವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್ಸ್ (Birdwings)

ಕಪ್ಪು ಮತ್ತು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣದ ಸದರ್ನ್ ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್ ಟ್ರಾಯ್ಡಸ್ ಮಿನೊಸ್ (Troides minos) 140–190 ಮಿಮೀ ಉದ್ದದ ರೆಕ್ಕೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳ ಸ್ಥಳೀಯ ಪ್ರಭೇದವಾಗಿದೆ.

ಈ ಪ್ರಭೇದದ ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆ ಭಾರತದಲ್ಲೇ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗಿದೆ. ಕಾಮನ್ ಮತ್ತು ಗೋಲ್ಡನ್ ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್‌ಗಳು ಭಾರತದ ಇತರೆಡೆ ಕಂಡುಬರುವ ಎರಡು ಪ್ರಭೇದಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಮೂರು ಪ್ರಭೇದಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ

ಚಿತ್ರ 8ಎ. ಸದರ್ನ್ ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್ (Southern Birdwing) ಕೃಪೆ: ಸುರೇಶ್ ಎಲಾಮನ್

ಚಿತ್ರ 8ಬಿ. ಕಾಮನ್ ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್ (Common Birdwing ಹೆಣ್ಣು)

ಚಿತ್ರ 8ಸಿ. ಗೋಲ್ಡನ್ ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್ (Golden Birdwing)

ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿದ್ದು ಮರಗಳ ನೆತ್ತಿ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಹಾರಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಮಾರ್ಮನ್‌ಗಳು (Mormons)

ಭಾರತದ ಎರಡನೆಯ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಚಿಟ್ಟೆ ಕೂಡ ಒಂದು ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್ ಚಿಟ್ಟೆ– ಬ್ಲೂ ಮಾರ್ಮನ್ *ಪಾಪಿಲಿಯೋ ಪಾಲಿಮ್ನೆಸ್ಟರ್* (Blue Mormon *Papilio polymnestor*). ಇವು ಕಾಡುಗಳಿಗಷ್ಟೇ ಸೀಮಿತವಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ, ಬರ್ಡ್‌ವಿಂಗ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಣ ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಮಳೆಗಾಲದ ನಂತರ ಉದ್ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಸಿಗುತ್ತವೆ.

ಇತರ ಕೆಲವು ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡ್‌ಗಳಂತೆ, ಕಾಮನ್ ಮಾರ್ಮನ್‌ಗಳು ಅದ್ಭುತವಾಗಿ ಅನುಕರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೆಣ್ಣು ಕಾಮನ್ ಮಾರ್ಮನ್‌ಗಳು ಎರಡು ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್ – ಕಾಮನ್ ರೋಸ್ (Common Rose) ಮತ್ತು ಕ್ರಿಮ್ಸನ್ ರೋಸ್ (Crimson Rose)ಗಳನ್ನು ಅನುಕರಿಸುತ್ತವೆ. ಕ್ರಿಮ್ಸನ್ ರೋಸ್ ತನ್ನ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಕಹಿ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಪಕ್ಷಿಗಳು ಇವುಗಳಿಂದ ದೂರವಿರುತ್ತವೆ. ಪಕ್ಷಿಗಳಿಗೆ ಮಾರ್ಮನ್‌ಗಳು ಬಹಳ ರುಚಿಸುವುದರಿಂದ, ತಮ್ಮನ್ನು ತಾವು ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅದರ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ರೋಸ್ ಚಿಟ್ಟೆಯಂತಿವೆ (ಚಿತ್ರಗಳಿಗಾಗಿ ಇದರೊಂದಿಗಿರುವ ಕರಪತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿ). ಮಾರ್ಮನ್‌ಗಳ ದೇಹದ ಬಣ್ಣ ಕಪ್ಪು ಮತ್ತು ರೋಸ್‌ಗಳ ದೇಹದ ಬಣ್ಣ ಕೆಂಪಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಬಣ್ಣಗಳ ಮೂಲಕ ನೀವು ಯಾವುದು ನಿಜವಾದ ಮತ್ತು ಯಾವುದು ಛದ್ಮವೇಷದ ಚಿಟ್ಟೆಯೆಂದು ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಬಿ) ಪೈರಿಡೇ ಕುಟುಂಬ: ಇದು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಇಷ್ಟಪಡುವ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಕುಟುಂಬವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅವುಗಳ ಮೈಬಣ್ಣ ಬಿಳಿ ಮತ್ತು ಹಳದಿಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇವುಗಳನ್ನು ವೈಟ್ಸ್ ಮತ್ತು ಯೆಲ್ಲೋಸ್ ಎಂದು ಗುರುತಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪೈರಿಡ್‌ಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲ ಯಾವುದೇ ಗುಣಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಇದುವರೆಗೆ ಯಾರೂ ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಿಲ್ಲ. ಹಲವಾರು ಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ರೆಕ್ಕೆಯ ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ನರರಚನೆಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾ ಪರಿಚಯಮಾಡಿಕೊಂಡು ನಾವು ಇದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡ್‌ಗಳಂತೆಯೇ ಪೈರಿಡ್‌ಗಳೂ ಸಹ ಮಡ್ ಪಡಲ್ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸುವ ಮತ್ತು ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯಲು ಇಷ್ಟಪಡುವ ಲೆಪಿಡಾಪ್ಟೆರ ಕೀಟ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರನ್ನು ಸಂತೋಷಪಡಿಸುವಂತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಬಾರಿ ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ತಮ್ಮ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಬಿಸಿಲು ಕಾಯಿಸುತ್ತಾ ಕುಳಿತಿರುವುದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ಇದೇ ಕುಟುಂಬದ ಎಮಿಗ್ರೆಂಟ್ಸ್ (Emigrants) ಮತ್ತು ಅಲ್ಬಟ್ರಾಸ್‌ಗಳು (Albatross) ಕೆಲವೊಂದು ಋತುಗಳಲ್ಲಿ ಬರುವ ವಲಸಿಗರು. ಇನ್ನೂ ಹಲವು, ಅಂದರೆ ಕಾಮನ್ ಜೆಸೆಬೆಲ್ (Jezebel)ನಂತಹವು ತಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಅಸಹ್ಯಕರ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಪರಭಕ್ಷಕಗಳನ್ನು ದೂರವಿರಿಸುತ್ತವೆ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಗ್ರೇಟ್ ಆರೆಂಜ್ ಟಿಪ್ (Great Orange Tip) ಚಿಟ್ಟೆಯು, ಸಮುದ್ರಗಳಲ್ಲಿರುವ ಶಂಖದಹುಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕದಂತೆಯೇ ಸಂಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ಪರಿಣಾಮ ಹೊಂದಿರುವ ನರವಿಷಕಾರಿ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡು ತೀರಾ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದನ್ನು ಸಮರೂಪಿ ವಿಕಾಸವೆಂದು ಬಣ್ಣಿಸುತ್ತಾರೆ. ಗ್ರಾಸ್ ಯೆಲ್ಲೋ, ವಿವಿದ ಬಣ್ಣದ ತುದಿಯಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳು (ಕ್ರಿಮ್ಸನ್ ಟಿಪ್ (Crimson tip), ಆರೆಂಜ್ ಟಿಪ್ (Orange tip), ಯೆಲ್ಲೋ ಆರೆಂಜ್ ಟಿಪ್ (Yellow-orange tip) ಇತ್ಯಾದಿ), ಅರಬ್, ಅಲ್ಬಟ್ರಾಸ್ (Albatross), ಪಫಿನ್ (Puffin), ಗಲ್ (Gull), ಪಯೊನೀರ್

ಚಿತ್ರ 9. ಬ್ಲೂ ಮಾರ್ಮನ್ (Blue Mormon)

ಚಿತ್ರ 10ಎ. ಎಮಿಗ್ರಂಟ್ (Emigrant)

ಚಿತ್ರ 10ಬಿ. ಗ್ರಾಸ್ ಎಲ್ಲೋ (Grass Yellow)

ಚಿತ್ರ 10ಸಿ. ಗ್ರೇಟ್ ಆರೆಂಜ್ ಟಿಪ್ (Great Orange-tip)

(Pioneer), ಸೈಕ್ (Psyche), ಕ್ಯಾಬೇಜ್ ವೈಟ್ (Cabbage white), ಜೆಸೆಬೆಲ್ (Jezebel), ವಾಂಡೆರರ್ (Wanderer), ಸಾ ಟೂಥ್‌ಗಳು (Sawtooth) ಪೈರಿಡ್‌ಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

ಸಿ) ಲೈಸಿನಿಡೇ ಕುಟುಂಬ: ಅತ್ಯಾಕರ್ಷಕ ನೀಲಿಯ ಬಣ್ಣ ಹೊಂದಿರುವ ಇವುಗಳನ್ನು ನಾವು ಎಂದಿಗೂ ತಪ್ಪಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬ್ಲೂಸ್ ಅಥವಾ ನೀಲಿಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಲೈಸಿನಿಡ್‌ಗಳು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಎರಡನೆಯ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಕುಟುಂಬವಾಗಿವೆ. ಸುಮಾರು 521 ಲೈಸಿನಿಡ್ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಪಾಪಿಲಿಯೋನಿಡ್‌ಗಳಂತೆ ಇವುಗಳ ಹೆಸರೂ ಆಕರ್ಷಕವಾಗಿದೆ. ಕಾಪರ್ಸ್ (Coppers), ಸಫೈರ್ (Sapphire), ಸಿಲ್ವರ್‌ಲೈನ್ (Silverline), ರಾಯಲ್ (Royal), ಇಂಪೀರಿಯಲ್ (Imperial), ಫರ್ಗೆಟ್–ಮಿ–ನಾಟ್ (Forget-me-not), ಕ್ಯೂಪಿಡ್ (Cupid), ಸೆರುಲಿಯನ್ (Cerulean), ಪಿಯರೆಟ್ (Pierrot), ಫ್ಲಾಷ್ (Flash), ಕ್ವಾಕರ್ (Quaker), ಓನಿಕ್ಸ್ (Onyx), ಯಾಮ್‌ಫ್ಲೈ (Yamfly), ಏಪ್ ಫ್ಲೈ (Apefly), ಹೇರ್‌ಸ್ಟ್ರೀಕ್ (Hairstreak) ಮತ್ತು ಜೆಮ್ಸ್ (Gems). ಗಂಡು ಲೈಸಿನಿಡ್‌ಗಳ ಎರಡು ಜೊತೆ ಕಾಲುಗಳು ಮಾತ್ರ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲವು. ಅದರ ಮುಂಗಾಲುಗಳು ಗಿಡ್ಡವಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳ ತುದಿಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ ಮತ್ತು ಪಂಜಗಳಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಈ ಯಾವುದೇ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಲ್ಲ. ಸಾಕಷ್ಟು ಬ್ಲೂಸ್‌ಗಳ ಹಿಂದಿನ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ರೋಮದಂತಹ ವಿಸ್ತರಣೆಗಳಿದ್ದು ಇವುಗಳು ಸಣ್ಣ ಬಾಲಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ಬಾಲಗಳು ಪಾಪಿಲಿನಿಯೋಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಬಾಲಗಳಂತಲ್ಲ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಜೀವನ ಇರುವೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಬಹಳ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಂಧಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಕ್ಯಾಟರ್‌ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಏಫಿಡ್ ಮತ್ತು ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳನ್ನು ತಿನ್ನುತ್ತವೆ. ಲೈಸೆನಿಡ್ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಉಳಿದ ಕ್ಯಾಟರ್‌ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ತಮ್ಮನ್ನು ಕಾಪಾಡುವ ಇರುವೆಗಳಿಗಾಗಿ ಸಿಹಿಯಾದ ದ್ರವವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ಹುಲ್ಲಿನ ಮೇಲೆ ಚಟಪಟವೆಂದು ಹಾರಾಡುವ ಭಾರತದ ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಚಿಟ್ಟೆಯಾದ ಗ್ರಾಸ್ ಜ್ಯುವೆಲ್ (Grass Jewel) ಅನ್ನು ವರ್ಷವಿಡೀ ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ಎರಡನೆಯ ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಚಿಟ್ಟೆಯಾದ ಟೈನಿ ಗ್ರಾಸ್ ಎಲ್ಲೋ (Tiny Grass Yellow) ಸಹ ಬ್ಲೂ ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗಿದ್ದು ಅದು ಕೂಡ ಗ್ರಾಸ್ ಜ್ಯುವೆಲ್ ವಾಸಸ್ಥಳದಲ್ಲಿಯೇ ವಾಸಿಸುತ್ತದೆ.

ಡಿ) ನಿಂಫಾಲಿಡೇ ಕುಟುಂಬ: ಈ ಗುಂಪಿನ ಎಲ್ಲ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಮತ್ತು ಬ್ರಷ್‌ನಂತೆ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ರೋಮಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಮೊಟಕಾದ ಮುಂಗಾಲುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಬ್ರಷ್ ನಂತಹ ಕಾಲುಗಳ ಚಿಟ್ಟೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ನಿಂಫಾಲಿಡ್‌ಗಳು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಕುಟುಂಬವಾಗಿದ್ದು, ಹಲವಾರು ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿರುವ ಈ ಗುಂಪಿನ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಈ ಗುಂಪಿನ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು– ಕೇವಲ ನಾಲ್ಕು ಕಾಲುಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತ ಯಾವುದೇ ಚಿಟ್ಟೆಯನ್ನಾದರೂ ನೀವು ನೋಡಿರಿ. ತಲೆಯ ಹಿಂದಿರುವ ಅದರ ಮೊಟಕಾದ ಮುಂಗಾಲುಗಳು ಅತಿ ಗಿಡ್ಡವಾಗಿದ್ದು ಯಾವುದೇ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಾರದೇ ಇರುವುದರಿಂದ, ಉಳಿದ ಎರಡು ಜೊತೆ ಕಾಲುಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಓಡಾಡುತ್ತವೆ. ನಿಂಫಾಲಿಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಕ್ಸ್ (Beaks) ಎನ್ನುವ ಗುಂಪೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಎಲ್ಲಾ ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಗಂಡು ಮತ್ತು ಹೆಣ್ಣು ಚಿಟ್ಟೆಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಈ ಲಕ್ಷಣ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವಂತಹ ಹಲವಾರು ವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ ರೋಮದಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಈ ಮುಂಗಾಲುಗಳ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು ಈ ಕುರಿತ ಪ್ರಮುಖ ನಂಬಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತ ಅಂದರೆ, ಮೊಟ್ಟೆ, ಲಾರ್ವಾ (ಮರಿಹುಳ), ಕ್ಯಾಟರ್‌ಪಿಲ್ಲರ್, ಪ್ಯೂಪ (ಪೊರೆಹುಳು) ಮತ್ತು ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗುವವರೆಗೂ ಅದರ ಆಕಾರ, ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಸಾಕಷ್ಟು ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟ ವಲಸೆಗಾರ ಮೊನಾರ್ಕ್ (Monarch)ಎಂಬ ಮಿಲ್ಕ್ ವೀಡ್ ಚಿಟ್ಟೆಯೂ

ಚಿತ್ರ 11ಎ. ಮೆಟಾಲಿಕ್ ಸೆಲುರಿಯನ್ ಯುಎನ್ (Metallic Cerulean UN)

ಚಿತ್ರ 11ಬಿ. ಮೆಟಾಲಿಕ್ ಸೆಲುರಿಯನ್ ಯುಪಿ (Metallic Cerulean UP)

ಚಿತ್ರ 11ಸಿ. ಟೈನಿ ಗ್ರಾಸ್ ಬ್ಲೂ (Tiny Grass Blue)

ಚಿತ್ರ 11ಡಿ. ರೆಡ್ ಪೈರಟ್ (Red Pierrot)

ಇದೇ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ಸೇರಿದೆ. ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಕಂಡುಬರುವ ಮತ್ತು ವಲಸೆ ಹೋಗುವ ಇದೇ ಗುಂಪಿನ ಮತ್ತೊಂದು ಚಿಟ್ಟೆಯೇ ಪೇಂಯ್ಟೆಡ್ ಲೇಡಿ (Painted Lady). ಬಲು ಕಲ್ಪಕ ಹೆಸರುಗಳಾದ ರಾಜ, ಪ್ರಿನ್ಸ್, ನವಾಬ್, ಬೇಗಂ, ಕಲೀಫ್ (Caliph), ಎಂಪರರ್ (Emperor), ಕೋರ್ಟೆಸಾನ್ (Courtesan), ಜೋಕರ್, ಜೆಸ್ಟರ್ (Jester), ಆರ್ಚ್‌ಡ್ಯೂಕ್ (Archduke), ಡ್ಯೂಕ್ (Duke), ಡಚೆಸ್ (Duchess), ಬಾರೆನ್ (Baron), ಬಾರೆನೆಟ್ (Baronet), ಅರ್ಲ್ (Earl), ವೈಕೌಂಟ್ (Viscount), ಕಮ್ಯಾಂಡರ್ (Commander), ಕೊಮೊಡೊರ್ (Commodore), ಪಾಷಾ, ಸಾರ್ಜೆಂಟ್ (Sergeant), ಸೈಲರ್ (Sailer), ಕಾನ್ಸ್ಟೆಬಲ್ (Constable), ಮಾಪ್ (Map), ಮಾಪ್ಲೆಟ್ (Maplet), ಪಾಪಿಂಜೇ (Popinjay), ಬ್ರೌನ್ (Brown), ಕ್ರೋ (Crow), ಟೈಗರ್, ಪ್ಯಾಂಥರ್, ಫಾನ್ (Faun), ನಿಂಫ್ (Nymph), ಓಕ್‌ಲೀಫ್ (Oakleaf), ಪಾಮ್‌ಫ್ಲೈ (Palmfly) ಮತ್ತು ಪ್ಯಾನ್ಸಿ (Pansy) ಎಂಬವು ಕಲ್ಪನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಹೆಸರಿಡಲಾದ ನಿಂಫಾಲಿಡ್‌ಗಳು. ಇವುಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ನೀವು ಖಂಡಿತ ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತೀರಿ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ಇನ್ನೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನಾವು ನಗರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದು. ಇವುಗಳ ಕ್ಯಾಟರ್‌ಪಿಲ್ಲರ್ ಮತ್ತು ವಯಸ್ಕ ನಿಂಫಾಲಿಡ್ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಕಣಿಗಲು (Oleanders), ಲಂಟಾನಾ ಮತ್ತು ದುರಂತ (Duranta) ಮುಂತಾದ ಬೇಲಿ ಗಿಡಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಆಹಾರಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ; ಇವುಗಳ ಇತರೆ ಆಹಾರದ ಗಿಡಗಳೆಂದರೆ ಅತಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಕಾಡು ಗಿಡ ಎಕ್ಕ; ಮತ್ತು ನಾವು ಬೆಳಸುವ ಸೇವಂತಿಗೆ (ಕಂಪಾಸಿಟೇ) ಕುಟುಂಬದ ಹೂ ಬಿಡುವ ಗಿಡಗಳು.

ಚಿತ್ರ 12ಎ. ಆರೆಂಜ್ ಓಕ್ ಲೀಫ್ (Orange Oakleaf)

ಚಿತ್ರ 12ಬಿ. ಕಾಮನ್ ಈವ್ನಿಂಗ್ ಬ್ರೌನ್ (Common Evening Brown)

ಚಿತ್ರ 12ಸಿ. ಗ್ರೀನ್ ಕೊಮೊಡೊರ್ (Green Commodore)

ಚಿತ್ರ 12ಡಿ. ಪಾಪಿಂಜೇ (Popinjay)

ಇ) ಹೆಸ್ಪೆರಿಡೇ ಕುಟುಂಬ: ಇವುಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಸರು– 'ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್ಸ್'– (Skippers) ಇವುಗಳ ಸುಯ್ಯೆಂದು ಹಾರುವ ತ್ವರಿತ ಗತಿಯ ವಿಮಾನದಂತಹ ವೇಗವನ್ನು ಇದು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ದಪ್ಪವಾಗಿ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು ಮತ್ತು ರೋಮಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಗುಂಪಿನ ಸಾಕಷ್ಟು ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಪತಂಗಗಳೆಂದು ತಪ್ಪಾಗಿ ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಬೇರೆ ಎಲ್ಲಾ ಚಿಟ್ಟೆಗಳಿಗಿಂತ ಈ ಗುಂಪಿನ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಪತಂಗಗಳಿಗೆ ಹತ್ತಿರದ ಸಂಬಂಧಿ. ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್‌ಗಳನ್ನು ನಾವು ಅದರ ಕೊಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಅಲ್ಪವಿರಾಮ ಆಕಾರದ ಆಂಟೆನಾದಿಂದ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಉಳಿದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಕ್ಲಬ್ (ಗದೆ) ಆಕಾರದ ಆಂಟೆನಾಗಿಂತ ಇದು ಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ. ಹಗಲಲ್ಲಿ ನಾವು ಇವನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಾದರೂ, ಮುಂಜಾನೆ ಮತ್ತು ಸಂಜೆಯಲ್ಲಿ ಇವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಈ ಗುಂಪಿನ ಬಹಳ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಬಾಳೆಗಿಡ ಮತ್ತು ಭತ್ತದ ಬೆಳೆಗಳಿಗೆ ತೊಂದರೆ ಕೊಡುವ ಕೀಟಗಳಾಗಿವೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗಷ್ಟೇ ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಬಾಳೆಗಿಡಗಳನ್ನು ಅಪಾರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಟೋರಸ್ ಬನಾನಾ ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್ ಎರನೋಟ ಟೋರಸ್ (Torus Banana Skipper Erionota torus–ಬನಾನಾ ಲೀಫ್ ರೋಲರ್–Banana Leaf Roller–ಮತ್ತು ಪಾಮ್ ರೆಡ್ ಐ–Palm Red Eye–ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ) ಹಾಳು ಮಾಡಿದವು. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ 321 ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಆಲ್ಸ್ (Awls), ಡಾರ್ಟ್ಸ್(Darts), ಸ್ವಿಫ್ಟ್ (Swifts), ಫ್ಲಾಟ್ (Flat), ಆಂಗಲ್(Angle), ಏಸ್ (Ace), ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್ (Skipper), ಹಾಪರ್ (Hopper), ಫ್ಲಿಟ್ಟರ್ (Flitter), ಡೆಮನ್ (Demon), ಬಾಬ್ (Bob), ಏಸ್ (Ace), ರೆಡ್ ಐ (Red Eye) ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಾಗಿವೆ.

ಚಿತ್ರ 13ಎ. ಪೇಲ್ ಗ್ರೀನ್ ಆಲೆಟ್ (Pale Green Awlet)

ಚಿತ್ರ 13ಬಿ. ಕಾಮನ್ ರೆಡ್ ಐ (Common Red Eye)

ಚಿತ್ರ 13ಸಿ. ಚೆಸ್ಟ್‌ನಟ್ ಆಂಗಲ್ (Chestnut Angle)

ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಪಾಠ

ಕ್ಷೇತ್ರ ಪ್ರವಾಸಗಳಿಂದ ನಾವು ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಹುದು.ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ನಾವು ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಸಬಹುದು.

1. ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣಾಲಯ

ತರಗತಿಯೊಳಗೇ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿರಿ: ನೀವು ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯ ವಿನಿಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟರೆ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಿಗೇ ಆಹ್ವಾನಿಸಬಹುದು. ಇದೇನೂ ಕಷ್ಟವಲ್ಲ. ನೀವು ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕುಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿರುವ ಗಿಡಗಳನ್ನು ಇರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಿಜಕ್ಕೂ ಉತ್ಸಾಹ ತೋರಬಲ್ಲರು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪೋಷಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಲ್ಲರು.

ಹತ್ತಿರವೇ ಇರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಗಿಡಗಳ ತೋಟಕ್ಕೆ ಭೇಟಿ ಕೊಟ್ಟು ಅಗತ್ಯ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳಾದ ಹೂ ಕುಂಡ, ಗೊಬ್ಬರ ಮತ್ತು ಸಸಿಗಳನ್ನು ಖರೀದಿಸಿರಿ. ಕ್ಯಾಲಂಚೋಗಳು (Kalanchoes) ರಸಭರಿತ ಸಸ್ಯಗಳಾಗಿದ್ದು ಒಮ್ಮೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಕುಂಡಗಳಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟರೆ ನಂತರ ಅಷ್ಟಾಗಿ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಅಗತ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು, ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಆಗಾಗ್ಗೆ ನೀರಿನ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಣಸಿಗುವ ರೆಡ್ ಪೈರಟ್‌ಗಳಿಗೆ (Red Pierrot) ಕ್ಯಾಲಂಚೋ ಗಿಡಗಳೇ ಆಹಾರವಾಗಿವೆ. ಅವು ಬ್ರಯೋಫಿಲ್ಲಮ್‌ಗಳಂತೇ ಇರುವುದರಿಂದ ನೀವು ಸಸ್ಯಗಳ ಅಂಗಗಳಿಂದಲೇ ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿಯ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಲಿಸಲೂ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ನೀವು ನರ್ಸರಿಗೆ ಹೋದಾಗ ನೀರಿಯಂ (*Nerium*, ಕಣಗಿಲೆ) ಗಿಡದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಮರೆಯಬೇಡಿ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ದೊಡ್ಡ ಕುಂಡದಲ್ಲಿ ನೆಡಿ. ಇದೂ ಸಹ ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕಣಗಿಲೆ ಗಿಡವು ಟೈಗರ್ ಚಿಟ್ಟೆಗಳಾದ ಗ್ಲಾಸೀ ಬ್ಲೂ ಟೈಗರ್ (Glassy Blue Tiger) ಮತ್ತು ಪ್ಲೇನ್ ಟೈಗರ್‌ಗಳನ್ನು (Plain Tiger) ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ.

ನಿಮಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಗಿಡಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದ್ದಲ್ಲಿ ರಸ್ತೆಗಳ ಪಕ್ಕ ಮತ್ತು ಬಂಜರು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ *ಟ್ರೈಡಾಕ್ಸ್ ಪ್ರೊಕ್ಯುಂಬೆನ್ಸ್* (*Tridax procumbens* ಗಬ್ಬು ಸಣ್ಣ ಶಾವಂತಿ) ಮತ್ತು ಕ್ರೋಟಲೇರಿಯಾ (*Crotolaria sp.*, ಸೆಣಬಿನ ಪ್ರಭೇದ) ಗಿಡಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್‌ಗಳ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರೀತಿಯ ಆಹಾರವಾದ ಬ್ಯಾಸ್ಕೆಟ್‌ನಂತಹ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಅರಿಸ್ಟೊಲೋಕಿಯಾ (*Aristolochia*, ಈಶ್ವರೀಬಳ್ಳಿ) ಗಿಡಗಳನ್ನೂ ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಒಂದು ತಿಂಗಳ ಒಳಗೆ ಅತಿಥಿಗಳಾಗಿ ಚಿಟ್ಟೆ ಬರದಿದ್ದಲ್ಲಿ ನೀವು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕರೆದುಕೊಂಡು ಕ್ಷೇತ್ರಪ್ರವಾಸಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಹುಡುಕಾಟವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

2. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಹುಡುಕಾಟ

ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸಜ್ಜುಪಡಿಸಲು ಮಳೆಗಾಲಕ್ಕಿಂತ ಒಂದೆರಡು ವಾರ ಮುಂಚೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತ. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಹುಡುಕಾಟವನ್ನು ನೀವು ಯಾವಾಗ ಆರಂಭಿಸಿದರೂ ಮಳೆಗಾಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ನೀವು ಖಂಡಿತಾ ಅವನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೀರಿ. ಎಲೆಗಳ ಕೆಳಗೆ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವುದನ್ನು ಮರೆಯಬೇಡಿ. ನಿಮ್ಮ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಯಾನವೇನಾದರೂ ಇದ್ದರೆ ಅಲ್ಲೇ ನೀವು ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಬಹುದು. ಅದೃಷ್ಟವಿದ್ದರೆ ನಿಮಗೆ ಚಿಟ್ಟೆಯ ಮೊಟ್ಟೆಗಳೂ ಸಿಗಬಹುದು. ಎಕ್ಕ ಅಥವಾ ಕರಿಬೇವಿನ ಗಿಡದ ಮೇಲಿರುವ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಿ. ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ತನ್ನ ಆಹಾರವನ್ನು ಕಣಗಿಲೆ ಗಿಡಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಅಷ್ಟೇನು ಮೊಂಡಾಟ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ.

3. ಚಿಟ್ಟೆಗಳಾಗಿ ಹೇಗೆ ಪರಿವರ್ತನೆ ಆಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡಲು ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಪಾಲನೆ (ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದರೂ ನಾನು ಅದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಸಮಗ್ರವಾಗಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದೇನೆ).

ಚಿತ್ರ 14. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಆಹಾರ – ಎ. ಕ್ರೋಟಲೇರಿಯಾ (*Crotolaria sp.*, ಸೆಣಬಿನ ಪ್ರಭೇದ) **ಬಿ.** ಕ್ಯಾಲೊಟ್ರಾಪಿಸ್ ಪ್ರಭೇದ (*Calotropis sp.*, ಎಕ್ಕ) **ಸಿ.** ನೀರಿಯಂ (*Nerium sp.*, ಕಣಗಿಲೆ) **ಡಿ.** ಅರಿಸ್ಟೊಲೋಕಿಯಾ (*Aristolochia sp.* ಈಶ್ವರೀಬಳ್ಳಿ) **ಇ.** ಟ್ರೈಡಾಕ್ಸ್ ಪ್ರೊಕ್ಯುಂಬೆನ್ಸ್ (*Tridax procumbens* ಗಬ್ಬು ಸಣ್ಣ ಶಾವಂತಿ)

i) ನಾನು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿರುವ ಗಿಡಗಳಲ್ಲದೇ ಬೇರೆ ಗಿಡಗಳಿಂದ ನೀವು ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿದ್ದರೆ ಈ ರೀತಿ ಮಾಡಿ.

ಬೇಕಾಗುವ ಸಾಮಗ್ರಿ: ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಇರಿಸಲು ಗಾಳಿಯಾಡಲು ರಂಧ್ರಗಳಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಡಬ್ಬ. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು/ ಮುಟ್ಟಲು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಕೈಗವಸು. ಡಬ್ಬವನ್ನು ಶುಚಿ ಮಾಡಲು ಟಿಶ್ಯು ಪೇಪರ್. ತೂಗುವ ಯಂತ್ರ. ಪ್ರತಿದಿನ ಗಮನಿಸಿದ್ದನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲು ಒಂದು ಕೋಷ್ಟಕ ಅಂಕಣ ಗಳಿರುವ ಹಾಳೆ

ii) ನಾನು ಹೇಳಿದ ಗಿಡಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ಕಣಗಿಲೆ/ ಓಲಿಯಾಂಡರ್ (Oleander) ಗಿಡಗಳನ್ನು ತಿನ್ನುವ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ನೀವು ತಂದಿದ್ದರೆ, ನಾನು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ಯಾವುದೇ ಸಾಮಗ್ರಿಯ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಈ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ನೀವು ಕೆಲವು ಗಣಿತದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕಲಿಸಲೂ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಡಬ್ಬದ ಒಳಗೆ ಅಥವಾ ಗಿಡದ ಮೇಲೆ ಇಡುವ ಮೊದಲು ಅದರ ತೂಕವನ್ನು ಬರೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಒಂದು ದಿನಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ಎಲೆ ತಿನ್ನುತ್ತವೆ ಎಂದು ನೋಡಲು ಡಬ್ಬದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಗಳನ್ನು ತೂಕ ಮಾಡಿ. ಎಲೆಗಳು ಬಹಳ ಹಗುರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ತೂಕ ಯಂತ್ರ ಇಲ್ಲದೆ ಹೇಗೆ ಅದನ್ನು ತೂಕ ಮಾಡಬೇಕು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಚರ್ಚಿಸಿ.

(ಸುಳಿವು: ಯಾವುದಾದರೂ ಭಾರವಿರುವ ವಸ್ತುವಿನೊಂದಿಗೆ ಎಲೆಗಳನ್ನು ತೂಕ ಮಾಡಿ ನಂತರ ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವನ್ನು ಕಳೆದರೆ ಎಲೆಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು).

ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಬಣ್ಣ, ಉದ್ದ ಸೇರಿದಂತೆ ಎಷ್ಟು ಸಾಧ್ಯವೋ ಅಷ್ಟೂ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಬರೆದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ. ಹೇಗೆ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ ಕರುಂ-ಕರುಂ ಎಂದು ತಿನ್ನುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ತಿನ್ನುವುದರ ಜೊತೆಜೊತೆಗೆ ಅವು ಹಿಕ್ಕೆಯನ್ನೂ ಹೊರಹಾಕುತ್ತವೆ. ನಿಮಗೆ ಆಸಕ್ತಿಯಿದ್ದಲ್ಲಿ ಆ ಹಿಕ್ಕೆಗಳನ್ನೂ ತೂಕ ಮಾಡಿ. ಇದರಿಂದ ನಿಮಗೆ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಎಷ್ಟು ಜೀರ್ಣಿಸಿಕೊಂಡಿವೆ ಮತ್ತು ಎಷ್ಟನ್ನು ಹೊರಹಾಕಿವೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾಹಿತಿ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಇವು ನಿಮಗೆ ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಆಹಾರದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ಥೂಲ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕೊಡಲು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾತ್ರ.

ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳು ಪೊರೆಹುಳುವಾಗುವ ಮುನ್ನ ಮೂರರಿಂದ ನಾಲ್ಕು ಬಾರಿ ಪೊರೆಯನ್ನು ಕಳಚುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಗುರುತು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ಕಳಚಿದ ಪೊರೆಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ- ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕಳಚಿದ ಪೊರೆಗಳ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನೀವು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಟಾರ್ಚ್ (ಪಿಷ್ಟ), ಶುಗರ್ (ಸಕ್ಕರೆ) ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನ್ (ಸಸಾರಜನಕ) ಇವೆಯೇ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಹಿಕ್ಕೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನೀವು ಇದೇ ರೀತಿಯ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಕೆಲವು ಹಿಕ್ಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಗಂಧಕ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರೀನ್ ಇವೆಯೇ ಮುಂತಾದ ಪರೀಕ್ಷೆ ಯನ್ನೂ ಮಾಡಬಹುದು.

ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ಅದರಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸುತ್ತಿರಿ. ಅದು ತನ್ನ ಆಹಾರವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ ಜಡವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದರೆ ಅದು ಪೊರೆಹುಳುವಾಗಲು ಸಿದ್ಧತೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವುದು ಖಚಿತ. ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಡಬ್ಬದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಪೊರೆಹುಳುವಾಗಲು ಆಧಾರಕ್ಕೆ ಒಂದು ದಪ್ಪ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ. ಪೊರೆಹುಳುವಿನಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುತ್ತಿರಿ.

ಇಷ್ಟಾದ ಮೇಲೆ ಚಿಟ್ಟೆ ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ಕಾಯುತ್ತಿರಿ. ಅದು ಟೈಗರ್ ಅಥವಾ ಕ್ರೋ ಪ್ರಭೇದವಾಗಿದ್ದರೆ ನೀವು ಕೇವಲ ಒಂದೆರಡು ವಾರವಷ್ಟೇ ಕಾಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ನೀವು ಏನನ್ನು ಬೋಧಿಸಬಹುದು?

ಅಳತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತು ತೂಕದ ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅವುಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿ.

ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ

ರೂಪಾಂತರ

ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್ ಮತ್ತು ಚಿಟ್ಟೆಯ ಆಹಾರ ಸೇವಿಸುವಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಆ ಪ್ರಭೇದದ ಉಳಿವಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಮಹತ್ವದ್ದು ಎಂಬುದನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ.

4. ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ

ನೀವು ಕ್ಯಾಟರ್ಪಿಲ್ಲರ್‌ಗಳ ಹುಡುಕಾಟದ ಜೊತೆಯಲ್ಲೇ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವತ್ತಲೂ ಗಮನ ಕೊಡಬಹುದು. ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಕೇವಲ ಹೂವಿನ ಮಕರಂದವನ್ನಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ, ನಾವು ಈ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಕೊಳೆತ ಪ್ರಾಣಿ ಮಾಂಸವನ್ನೂ ತಿನ್ನುತ್ತವೆ. ನೀವು ಕೆಲವು ಸತ್ತ ಮೀನು, ಏಡಿ ಮತ್ತು ಸೀಗಡಿಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಬಿಸಿಲಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟರೆ- ನೀವು

ಚಿತ್ರ 15. ಕಾಮನ್ ನವಾಬ್ (Common Nawab) ಚಿಟ್ಟೆ ಮೀನಿನ ರುಚಿಯನ್ನು ಸವಿಯುತ್ತಿರುವುದು.

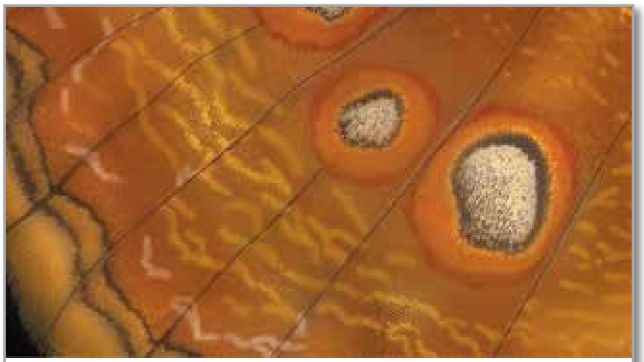
ನೋಡು ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಂತೆಯೇ ಸಾಕಷ್ಟು ನಿಂಫಾಲಿಡ್‌ಗಳು ಅದರ ಭಕ್ಷಣೆಗೆ ಬರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

ಆಹಾರ ಸೇವಿಸುತ್ತಿರುವ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನೀವು ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರದಿಂದ ಗಮನಿಸಿ. ನೀವು ಯಾವುದಾದರೂ ಕಾಡು ಪ್ರದೇಶ ಅಥವಾ ಬೆಟ್ಟ ಗುಡ್ಡಗಳತ್ತ ಹೋದರೆ ಅಲ್ಲಿ ರಾಜ (Raja), ನವಾಬ್ (Nawab), ಅರ್ಲ್(Earl), ಯೋಮನ್ (Yeomen) ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಪ್ಯಾಪ್ಲಿಯೋನಿಡ್‌ಗಳು (Papilionids) ಮಾಂಸದ ಸುತ್ತ ಹಾರಾಡುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಅದರ ರೆಕ್ಕೆಯ ಮೇಲೆ ಹಲವು ಕೋನಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ಬೀಳುವುದನ್ನು ನೋಡಲು ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಸ್ಥಾನ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಬೆಳಕು ಬೀಳುವ ಕೋನಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿ ಅದರ ರೆಕ್ಕೆಯ ಬಣ್ಣಗಳು ಹೇಗೆ ತಮ್ಮ ಛಾಯೆಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ನೀವು ನೋಡಬಹುದು. ನೀವು ಅದರ ಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಂಡು, ನಂತರ ತರಗತಿಗಳಿಗೆ ಹೋಗಿ ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ನೀಡಿರುವ ಉಲ್ಲೇಖಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

5. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಹುರುಪೆ (ಸ್ಕೇಲ್ಸ್)ಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆ

ಇದಕ್ಕಾಗಿ ನಿಮಗೆ ಸತ್ತ ಚಿಟ್ಟೆಯ ರೆಕ್ಕೆಯ ತುಣುಕೊಂದು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಕಸ್ಮಾತ್ ನಿಮಗೆ ಸತ್ತ ಚಿಟ್ಟೆ ದೊರೆಯದಿದ್ದರೆ, ಬಲೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಚಿಟ್ಟೆಯನ್ನು ಹಿಡಿದು, ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕುಂಚವೊಂದನ್ನು ಅದರ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ಆಡಿಸಿರಿ. ನಿಮ್ಮ ಕೈಗಳಿಂದ ಚಿಟ್ಟೆಯನ್ನು ಹಿಡಿಯಬೇಡಿ– ಇದರಿಂದ ನೀವು ಅದರ ರೆಕ್ಕೆಗಳಿಗೆ ತೊಂದರೆ ಮಾಡುತ್ತೀರಿ. ನಿಮ್ಮ ಕೆಲಸವಾದ ಮೇಲೆ ಚಿಟ್ಟೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಬಿಡಿ.

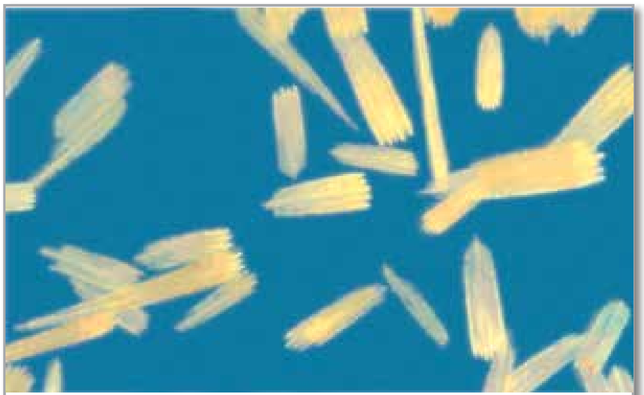
ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಸ್ಲೈಡ್ ಮೇಲೆ ಕುಂಚವನ್ನು ಆಡಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುವುದು ಉದುರುವಂತೆ ಮಾಡಿ. ಅದರ ಮೇಲೆ



ಚಿತ್ರ 16. ಹತ್ತು ಪಟ್ಟು ವರ್ಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟ (ಮ್ಯಾಗ್ನಿಫಿಕೇಷನ್) ಚಿಟ್ಟೆಯ ರೆಕ್ಕೆಯ ಮೇಲಿನ ಹುರುಪೆ/ಸ್ಕೇಲ್. ಮೂಲ: Dr. Thomas G. U.S. Fish and WildlifeService Headquarters, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butterfly_scale_ pattern_ (6293105393).jpg. License: CC-BY.

ಒಂದು ಹನಿ ಗ್ಲಿಸೆರಿನ್ ಹಾಕಿ. ಅದರ ಮೇಲೆ ಕವರ್ ಸ್ಲಿಪ್ ಹಾಕಿ. ಕವರ್ ಸ್ಲಿಪ್‌ನಿಂದ ಹೊರಬರುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಗ್ಲಿಸರಿನ್ನನ್ನು ಫಿಲ್ಟರ್ ಕಾಗದದಿಂದ ಒರೆಸಿಬಿಡಿ.

ಕಾಂಪೌಂಡ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು 10x ವರ್ಧಕಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಸಿ. ಅದರ ಪ್ಲಾಟ್‌ಫಾರ್ಮ್ ಮೇಲೆ ಈಗ ನೀವು ಸಿದ್ಧ ಪಡಿಸಿದ ಸ್ಲೈಡನ್ನು ಇಟ್ಟು ಫೋಕಸ್ ಮಾಡಿ. ಅದರಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಚಿಟ್ಟೆಯ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 17. ಧೂಳನ್ನು 40x ಮತ್ತು 60x ವರ್ಧಕದಲ್ಲಿ ಫೋಕಸ್ ಮಾಡಿದಾಗ ಕಾಣುವ ಬಿಡಿ ಬಿಡಿ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳು. Adapted from photo by Jan Homann, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/ File:Mottenfl%C3%BCgel_in_Mikroskop.jpg. License: Public Domain.

ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಮ್ಯಾಗ್ನಿಫಿಕೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ಲೈಡನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿ. ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ನೀವು ಅದರೊಂದಿಗೆ ಆಟವಾಡಲೂಬಹುದು. ತರಗತಿಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ನೀವು ಚಿಟ್ಟೆಯ ಹಾರಾಟಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಚರ್ಚಿಸಿ. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಾಂತರ, ಬಣ್ಣ, ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ಚರ್ಚಿಸಲೂ ಇದೊಂದು ಉತ್ತಮ ಅವಕಾಶ.

ಅಕಸ್ಮಾತ್ ನಿಮಗೆ ಸತ್ತ ಚಿಟ್ಟೆಯ ರೆಕ್ಕೆಯೇನಾದರೂ ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ನೀವು ಅದರ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಯಾವುದಾದರೂ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಶೋಧಿಸಿ ನೋಡಿರಿ :

1. ಅದನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿಯುವ ಬದಲು ಚಟುವಟಿಕೆ 5ರಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಅದನ್ನು ಗಾಜಿನ ಸ್ಲೈಡ್ ಮೇಲೆ ಒಂದಿಷ್ಟು ಹುರುಪೆ ಬರುವಂತೆ ಧೂಳು ಉದುರಿಸಿ, ತರುವಾಯ ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟ ಸೂಚನೆಗಳಂತೆ ಮಾಡಿ.

2. ನಂತರ ಅದನ್ನು ಬಿಸಿಲಿಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ನಿಮಗೆ ಬೇಕಾದಂತೆ ಓರೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ನೋಡಿ. ನಿಮಗೆ ಬಣ್ಣದಲ್ಲೇನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಾಣುತ್ತದೆಯೇ? ನಿಮಗೆ ಕಾಮನಬಿಲ್ಲಿನ ಬಣ್ಣದಂತೆ ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯತೆಯೇನಾದರೂ ಕಂಡುಬಂದಿತೇ?

ಹುರುಪೆಗಳು ಮತ್ತು ಬಣ್ಣ

ಚಿಟ್ಟೆಯೊಂದನ್ನು ನೀವು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳುಗಳಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವ ಧೂಳು ಬೇರೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಅದೇ ಹುರುಪೆಗಳು (ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳು). ಚಿಟ್ಟೆಯ ರೆಕ್ಕೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಈ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳೇ ಅದರ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ.

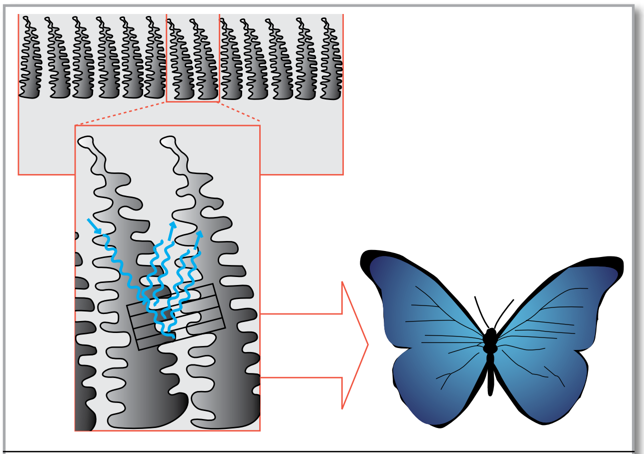
ಹೇಗೆ? ಎರಡು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಅಂಶಗಳು ನಿಮಗೆ ಕಾಣುವ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ– ಒಂದು ಕೇವಲ 'ಸಹಜ' ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದರೆ ಮತ್ತೊಂದು ಅದರ 'ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಮೆರುಗಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಸರಳ ಕ್ರಿಯೆಗಳಾದ ಬೆಳಕಿನ ಹೀರುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ ಸಹಜ ಬಣ್ಣ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿಟ್ಟೆಯ ರೆಕ್ಕೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪಿಗ್ಮೆಂಟ್‌ಗಳು (ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು) ಬಣ್ಣಗಳ ಕೆಲವು ತರಂಗಾಂತರಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೀರಿಕೊಂಡು ಉಳಿದವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಚಿತ್ರ 18. ಬಣ್ಣಗಳ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಛಾಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತಿರುವ ಇಂಡಿಯನ್ ಪರ್ಪಲ್ ಎಂಪರರ್

ರಚನಾತ್ಮಕ ಬಣ್ಣಗಳು

ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು ಲಭ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಸಹ ಬೆಳಕಿನ ದೃಗ್ಗೋಚರ (ಆಪ್ಟಿಕಲ್) ಪರಿಣಾಮಗಳಾದ ವಕ್ರೀಕರಣ (ರಿಫ್ರಾಕ್ಷನ್), ವಿವರ್ತನೆ (ಡಿಫ್ರಾಕ್ಷನ್) ಅಥವಾ ಇಂಟರ್‌ಫೆರೆನ್ಸ್‌ಗಳಿಂದಲೂ ಸಹ ಅದ್ಭುತ ಬಣ್ಣಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆ ಮತ್ತು ಸಿ.ಡಿ.ಯ ಹೊಳೆಯುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವ ಬಣ್ಣಗಳು ಇದಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿವೆ. ಭೌತಿಕ ರಚನೆಗಳು ಯಾವ ರೀತಿ ಬೆಳಕಿನೊಟ್ಟಿಗೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದರ ಮೇಲೆ ಈ ಬಣ್ಣಗಳು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ರಚನಾತ್ಮಕ ಬಣ್ಣಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಚಿಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳ ಜೋಡಣೆ ವಿನ್ಯಾಸವೇ ರಚನಾತ್ಮಕ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ವಿನ್ಯಾಸ ಈ ಲೇಖನದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಹೊರಗಿರುವುದರಿಂದ ಸರಳವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆ ಪದರಗಳ ನಡುವೆ ಗಾಳಿ ಸಂದು (ಏರ್ ಗ್ಯಾಪ್)ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಇಂಟರ್‌ಫೆರೆನ್ಸ್ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಒಂದು ಪದರದ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳಿಗೆ ತಗುಲಿದಾಗ, ಕೆಲವು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡರೆ, ಉಳಿದ ತರಂಗಗಳು ಮುಂದಿನ ಪದರಗಳತ್ತ ಸಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪದರದ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳೂ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಹಲವಾರು ಬಾರಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಈ ತರಂಗಗಳು ಒಂದೇ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ (ಫೇಸ್) ಯಲ್ಲಿರದಿರಬಹುದು ; ಸ್ಕೇಲ್ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಸಂದುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಕ್ರೀಕರಣ ಸೂಚಿ (ರಿಫ್ರಾಕ್ಟೀವ್ ಇಂಡೆಕ್ಸ್)ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ; ಇದು ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಬಲವರ್ಧಿಸಬಲ್ಲ 'ಕನ್ಸ್ಟ್ರಕ್ಟೀವ್ ಇಂಟರ್‌ಫೆರೆನ್ಸ್' (constructive interference) ಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಇದರ ಒಟ್ಟಾರೆ ಪರಿಣಾಮವೇ ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯತೆ. ರೆಕ್ಕೆಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕು ಬೀಳುವ ಕೋನ ಬದಲಾದಾಗಲೆಲ್ಲ, ಕನ್ಸ್ಟ್ರಕ್ಟೀವ್ ಇಂಟರ್‌ಫೆರೆನ್ಸ್ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ– ಇದು ಹಲವಾರು ಬಣ್ಣಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 19. ಚಿಟ್ಟೆ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ರಚನೆ ನ್ಯಾನೋ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ. ಮರಗಳಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದು ಹುರುಪೆಗಳ ಜೋಡಣೆ. ಈ 'ಮರ' ಹಾಗು ನಡುವೆ ಕಂಡುಬರುವ ಗಾಳಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಕ್ರೀಕರಣ ಸೂಚಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು 'ಕನ್ಸ್ಟ್ರಕ್ಟೀವ್ ಇಂಟರ್‌ಫೆರೆನ್ಸ್' (constructive interference) ಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ.

ಇದರಿಂದಲೇ ನಮಗೆ ಹಳದಿ, ಹಸಿರು, ಕೆಂಪು ಮುಂತಾದ ಬಣ್ಣಗಳು ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಬಹು ಪ್ರತಿಫಲನಗಳಿಂದ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅಡೆತಡೆಯಿಂದ 'ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯತೆ' ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ನೀವು ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಯಾವ ಕೋನದಿಂದ ನೋಡುತ್ತಿರುವಿರಿ ಎನ್ನುವುದರ ಮೇಲೆ ಈ ವರ್ಣವೈವಿಧ್ಯತೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ, ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳ ಜೋಡಣೆಯ ಕ್ರಮವೂ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವನ್ನು 'ರಚನಾತ್ಮಕ' ಬಣ್ಣಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎರಡರ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದಲೂ ಚಿಟ್ಟೆಯ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಹಳದಿ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳಿಸುವ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳೇನಾದರೂ ಇದ್ದರೆ ಅದರ ಫಲವಾಗಿ ಹೊರಬರುವ ಬಣ್ಣ 'ಸಹಜ'ವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಮೆರುಗಿಲ್ಲದ ಸಾದಾ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಎಂಬ ವಿಷಯ ಕೇವಲ ನಿಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನದ ತರಗತಿಗಳಿಗಷ್ಟೇ ಸೀಮಿತವಾಗಿರಬೇಕಿಲ್ಲ. ಅದು ನಿಮ್ಮ ಯಾವುದೇ ಭಾಷೆ ಅಥವಾ ಕಲಾ ತರಗತಿಗೂ ಸರಿ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಈ ಪದ್ಯವನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ತರಗತಿ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಎಲ್ಲರೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಿ.

ಕಣ್ಮನ ಸೆಳೆಯುವ ಬಣ್ಣದ ರೆಕ್ಕೆಯ
ಬಡಿಯುತ ಸಾಗಿವೆ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು
ಕಿತ್ತಳೆ ಬಣ್ಣವೋ ಬೆಳ್ಳಿಯ ನೀಲವೋ
ಹೊಂಬಣ್ಣದ ಕಡು ಹಳದಿಯ ಮೆರುಗೋ
ತೇಲುತ ಬರುತಿವೆ ಗಾಳಿಯಲಿ
ಬೆಡಗಿನ ಬಣ್ಣದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು
ವರುಷದ ಕಾಡಲಿ ಹರುಷದ ಹೊಲದಲಿ
ಮೇಯುವ ಹುಲ್ಲಿನಕಾವಲಲಿ
ಬೆಟ್ಟದ ತುದಿಯಲಿ ಮರುಧರೆ ಮರಳಲಿ
ಎಲ್ಲೆಡೆ ಮನೆಮಾಡಿ ಬೆಳೆಯುತಲಿ
ಹಿಮಋತು ಹಿಮತರೆ ಕಡು ಚಳಿಯೊಡನೆ
ಸಾಗುವವು ಹಾರುತ ಬೆಚ್ಚನೆ ತಾಣದೆಡೆ
ಮರು ವಸಂತಕೆ ಬೆಡಗಿನ ರೆಕ್ಕೆಯ
ಬಡಿಯುತ ಬರುವವು ತೌರಿನೆಡೆ
ಕಣ್ಮನ ಸೆಳೆಯುವ ಬಣ್ಣದ ರೆಕ್ಕೆಯ
ಅಂದದ ಚಂದದ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು.

ಆರಂಭಿಸಲು ತವಕವೇ?

ಈ ಸಂಚಿಕೆಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಚಿಟ್ಟೆಗಳ ಅತಿ ಪುಟ್ಟ ಕರಪತ್ರವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ.

References

1. K. C. Hamer, J. K. Hill, S. Benedick, N. Mustaffa, V. K. Chey and M. Maryati (2006). Diversity and ecology of carrion- and fruit-feeding butterflies in Bornean rain forest. Journal of Tropical Ecology, 22, pp 25-33. doi:10.1017/S0266467405002750.
2. Sculley, C.E. & Boggs, C.L. (1996): Mating systems and sexual division of foraging effort affect puddling behaviour by butterflies. Ecological Entomology 21(2): 193-197.
3. Boggs, CL & LA Jackson (1991) Mud puddling by butterflies is not a simple matter Ecological Entomology 16(1):123-127 doi:10.1111/j.1365-2311.1991.tb00199
4. Medley S.R. & Eisner, T. (1996): Sodium: a male nuptial gift to its offspring. PNAS 93(2): 809–813
5. Fernandes, Neil,D.(2013): Butterfly wings hold deadly cone snail neurotoxin. http://flutters.org/home/html/behavior/snail_neurotoxin.html.
6. Smetacek, Peter (2015): Papilionid Butterflies of the Indian Subcontinent.
7. Kehimkar, Issac. (2008): Book of Indian Butterflies 2008. BNHS and Oxford University Press.
8. Sondhi and Kunte, (2014): Butterflies and Moths of Pakke Tiger Reserve. TitliTrust and Indian Foundation for Butterflies.
9. Thomas, Rebecca & Iyer, Geetha. (2009) Satpada, Our World of Insects. Published by Rishi Valley Education Centre.
10. Presentation: Das, Kishen: Butterfly migration- a powerpoint presentation. http://flutters.org/home/html/migration.html Websites: Flutters.org and Ifoundbutterflies.org
11. Structural colours from *Morpho peleides* butterfly wing scales Yong Ding, Sheng Xu, and Zhong Lin Wang School of Materials Science and Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia 30332-0245, USA. URL: http://www.nanoscience.gatech.edu/paper/2009new/09_JAP_02.pdf
12. Physics of structural colour. URL: http://www.colours.phy.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2011/06/Physics-Handout-v6_after-print.pdf

ಶಿಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಎರಡೂ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿ **ಗೀತಾ ಅಯ್ಯರ್** ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಶಿಕ್ಷಣ, ಪರಿಸರ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಚರಿತ್ರೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ನೀವು ಅವರನ್ನು brownfishowl@yahoo.co.uk ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು.
ಅನುವಾದಕರು: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಮನೋಜ್ ಗೋಡ್ಬೋಲೆ

ನಿಸರ್ಗದ ಕರೆ

ಪ್ರಕೃತಿ ಆಧಾರಿತ ಹೊರಾಂಗಣ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಒಂದು ಸರಣಿ

ನಿಸರ್ಗ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಫೌಂಡೇಶನ್ (NCF)

ಗಿಡಮರಗಳು, ಪ್ರಾಣಿ-ಪಕ್ಷಿಗಳು ಮತ್ತು ಕೀಟಗಳಿಂದ ತುಂಬಿರುವ ಹೊರಾಂಗಣವು, ಮಕ್ಕಳು ತಲ್ಲೀನತೆಯಿಂದ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಮತ್ತು ಅವರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವ ಒಂದು ತರಗತಿಯಾಗಿ ರೂಪಾಂತರವಾಗಬಲ್ಲದು ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆಯೇ? ನಿಸರ್ಗದ ಕರೆ ಎಂಬುದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಪರಿಸರವನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸುವಂತೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸಲು ಮತ್ತು ಪ್ರಕೃತಿ ಬಗ್ಗೆ ಅವರ ವಿಸ್ಮಯ ಹಾಗೂ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಲು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾದ ಪ್ರಕೃತಿ ಆಧಾರಿತ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಒಂದು ಸರಣಿ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ, ಅದರಲ್ಲೂ ನಗರ ಪ್ರದೇಶಗಳ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ, ಹೊರಾಂಗಣದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಕೃತಿಯ ಮಡಿಲಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಮಯ ಕಳೆಯಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಕಿಕ್ಕಿರಿದ ನಗರ ಅಥವಾ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಸಹ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಉದ್ಯಾನವನವು, ಖಾಲಿ ಅಥವಾ ಯಾರೂ ಬಳಸದ ಒಂದಿಷ್ಟು ಭೂಮಿ ಅಥವಾ ಶಾಲೆ ಅಥವಾ ಮನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉದ್ಯಾನವು ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯ ತಾಣ (ಹಾಟ್ಸ್ಪಾಟ್)ಆಗಿ ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳಬಹುದು ! ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಮರದತೊಗಟೆ, ಉದುರೆಲೆ ಕಸ ಮತ್ತು ಪೊದೆಗಳು ಇರುವೆ, ಕುದುರೆ ಹುಳು (ಮ್ಯಾಂಟಿಡ್ಗಳು) ಮತ್ತು ಜೇಡಗಳ ಆಶ್ರಯ ತಾಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ಗೋಡೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ನೀರಿನ ಗುಂಡಿಗಳು ಪತಂಗಗಳು, ಜೇನ್ನೊಣಗಳು, ಕಣಜಗಳಿಗೆ, ಏರೋ ಪ್ಲೇನ್ ಚಿಟ್ಟೆ (ಡ್ರಾಗನ್ ಫ್ಲೈ) ಮತ್ತು ಕಪ್ಪೆಗಳಿಗೆ ಆವಾಸವಾಗಬಲ್ಲವು!

ಮಕ್ಕಳು ಸುಂದರ ನಿಸರ್ಗವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಅನುಭವ ಪಡೆಯುವಂತೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಲು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾದ ಪ್ರಕೃತಿ / ಹೊರಾಂಗಣ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನು ನಾವು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅವರ ಮನೆ, ತೋಟ, ಉದ್ಯಾನ, ಶಾಲೆಯ ಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಮತ್ತು ಆಟದ ಮೈದಾನದ ಸುತ್ತ ನೋಡಿರಬಹುದಾದ ಅನೇಕ ಸಸ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಸರಳವಾಗಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಗಮನ ಅತ್ತಿತ್ತ ಸೆಳೆಯುವ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳ ಕಲಿಕೆಯು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತರಗತಿ ಕೋಣೆಯ ಸೀಮಿತ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ, ಮಕ್ಕಳು ವ್ಯವಧಾನದಿಂದ ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಜೀವ ಜಗತ್ತಿನ ಸಮೃದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಗಮನವಿಟ್ಟು ನೋಡುವುದನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಲು ಮತ್ತು ನಿಸರ್ಗದ ವಿಸ್ಮಯಗಳನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾ ಹೊಸತನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಆನಂದವನ್ನು ಸವಿಯಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ಗುರಿಯನ್ನು ನಾವು ಇಟ್ಟು ಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ.

ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಕಿವಿಮಾತು

- ನೀವು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಚಟುವಟಿಕೆ ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಕೆಲವು ದಿನಗಳ ಮೊದಲು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಜೊತೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯ ವಿಷಯವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಿ. ಚಟುವಟಿಕೆ ನಡೆಸುವ ದಿನ, ಅದನ್ನು ಆರಂಭಿಸುವ ಮುನ್ನ ಆ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು, ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿರಿ.

- ಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಎಂದರೆ ಅವರು ತಾವು ಕಂಡ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರಾಣಿ, ಗಿಡಮರ, ಪಕ್ಷಿ ಅಥವಾ ಕೀಟವನ್ನು ಗುರುತಿಸಬೇಕು ಅಥವಾ ಹೆಸರಿಸಬೇಕು ಎಂದೇನಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರಿಗೆ ಮನವರಿಕೆ ಮಾಡಿಸಿ. ಬದಲಿಗೆ, ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಉದ್ದೇಶವು ಅವರು ತಾವು ಗಮನಿಸಿದ್ದನ್ನು ತಮ್ಮದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ತಮಗೆ ಆರಾಮದಾಯಕ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ (ಬರವಣಿಗೆ, ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳು, ಕವನಗಳು, ಚಿತ್ರಗಳು) ಎಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ವಿವರಿಸಬಲ್ಲರು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದಾಗಿದೆ. ತಮ್ಮ ಗಮನ ಸೆಳೆದ ಒಂದು ಪ್ರಾಣಿ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯವನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ವಿವರವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ನೀವು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಗಮನಿಸಿದ ಮೊದಲ ಪ್ರಾಣಿ ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ಕುರಿತಂತೆ ಈ ತರಹದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿರಿ: ಈ ಕೀಟವು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಿದೆ? ನಾವು ಅದನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ನೋಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆಯೋ ಆ ಸ್ಥಳವನ್ನು ವಿವರಿಸಬಲ್ಲಿರಾ? ನೀವು ಬೇರೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಕೀಟವನ್ನು ನೋಡಿದ ನೆನಪಿದೆಯೇ? ಈ ಕೀಟವು ಬೇರೆಯಾವುದಾದರೂ ಜೀವಿಯ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಒಡನಾಡುವುದನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿದ್ದೀರಾ? ನಿಮ್ಮ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಕೀಟದ ಯಾವ ಗುಣ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದದ್ದು? ಬೇರೆ ಯಾವುದೇ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಇದರ ಹೆಸರು ನಿಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆಯೇ?

- ಒಂದು ಪ್ರಕೃತಿ ಜರ್ನಲ್ ಇರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ಇದು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಪಿನ್ನು ಹಾಕಿ ಜೋಡಿಸಿಟ್ಟ ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲು ಖಾಲಿ ಇರುವ ಕಾಗದದ ಕೆಲವು ಹಾಳೆಗಳು ಆಗಿರಬಹುದು. ತನ್ನ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ದಾಖಲಿಸಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು– ನಿರೂಪಣೆಗಳು, ಕವನಗಳು, ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳು, ಅಥವಾ ಆತ/ಆಕೆ ಆಸಕ್ತಿಕರ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದ ಒತ್ತಿದ ಸಸ್ಯ ಭಾಗಗಳನೊಳಗೊಂಡ ಕೊಲಾಜ್ – ಆಯಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೇ ನಿರ್ಧರಿಸಲಿ. "ನಾನು ಒಂದು ಏರೋಪ್ಲೇನ್ ಚಿಟ್ಟೆ (dragonfly–ಡ್ರಾಗನ್ ಫ್ಲೈ) ಆಗಿದ್ದರೆ..." ಅಥವಾ "ನಾನು ಒಂದು ಆಲದ ಮರ ಆಗಿದ್ದರೆ..." ಎಂಬ ರೀತಿಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಬರಹ ಆರಂಭ ಮಾಡಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡಬಹುದು.

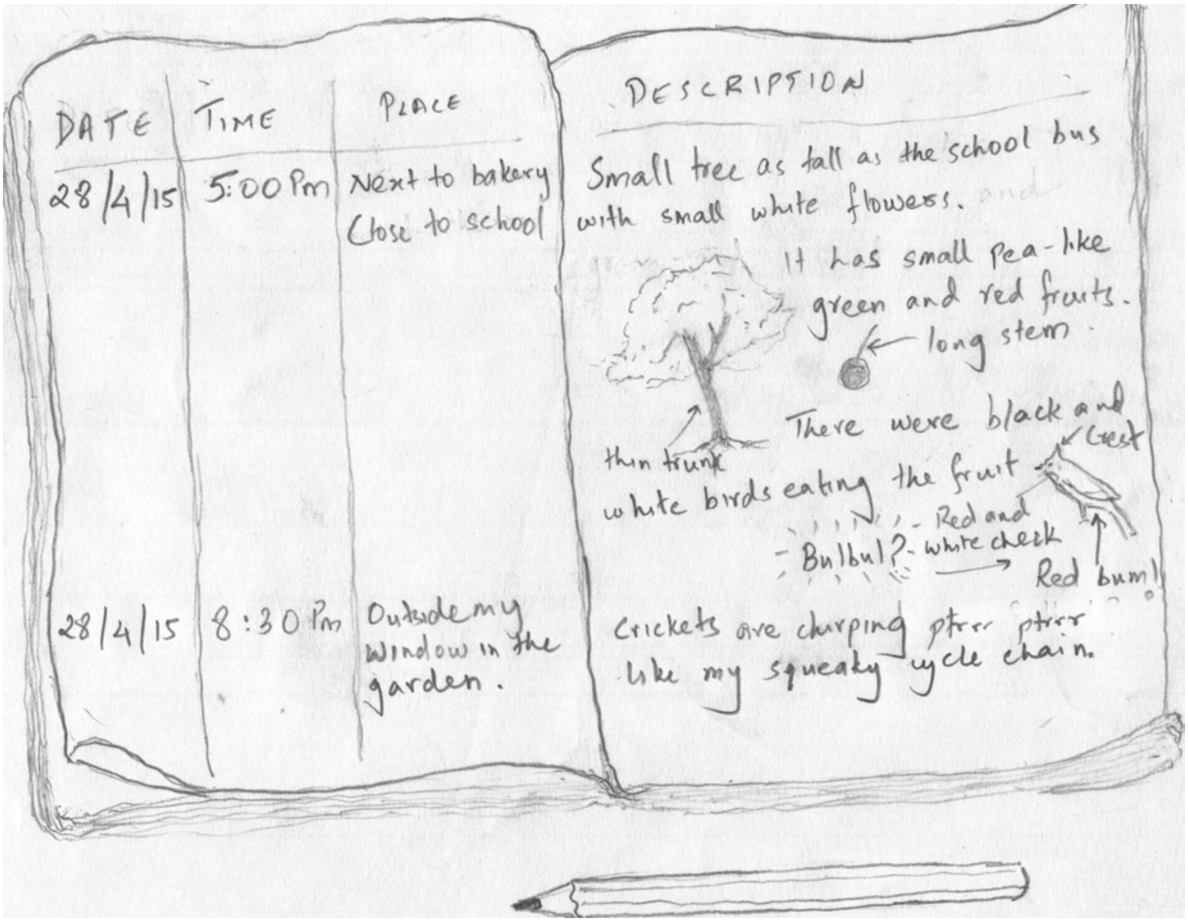
- ಎಲ್ಲಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ಸಣ್ಣ ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಪ್ರತೀ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಹಂಚಿಕೊಂಡು ಚರ್ಚಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ನೀವು ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಆನಂದಿಸುವಿರಿ ಎಂದು ನಾವು ಭಾವಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಆಕರ್ಷಕವಾಗಿ ಮಾಡುವ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮ್ಮಿಂದ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಎದುರು ನೋಡುತ್ತೇವೆ.

ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು

ಇಲ್ಲಿ ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ನಿಸರ್ಗದ ಕರೆಗಳು ಎಂಬ ಇನ್ನಷ್ಟು ವ್ಯಾಪಕ ಸಂಕಲನದ ಭಾಗವಾಗಿವೆ. ಎಂಟರಿಂದ 14 ವರ್ಷದ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪ್ರಕೃತಿ / ಹೊರಾಂಗಣ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾದ ಈ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲವು ಪ್ರಕೃತಿ ಕನ್ಸರ್ವೇಷನ್ ಫೌಂಡೇಷನ್ [Nature Conservation Foundation] ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಪಡಿಸಿದ್ದಾಗಿದೆ. ವಿಪ್ರೊ ಅಪ್ಲೈಯಿಂಗ್ ಥಾಟ್ ಇನ್ ಸ್ಕೂಲ್ಸ್, ಬೆಂಗಳೂರು ಮೂಲಕ ಬೆಂಬಲಿತವಾಗಿದೆ. ನೇಚರ್ ಕಾಲ್ಸ್ [ನಿಸರ್ಗದ ಕರೆಗಳು] ಅಂತರ್ಜಾಲದಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ (www.edu.ncf-india.org), ಶಿಕ್ಷಕರು ಮುದ್ರಿಸಿ ತಮ್ಮ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಹೈ ರೆಸಲ್ಯೂಶನ್ PDF ಫೈಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಆನ್ಲೈನ್ ಸಂಪನ್ಮೂಲವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿಮಾಡಲಾದ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು, ಮಕ್ಕಳು ತಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುವ ಸ್ಪರ್ಧೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ, ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ / ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ಅಥವಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೊಂದಿರುವಂತಹ ಯಾವುದೇ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲು ಜಾಗವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಒಂದು ಮುದ್ರಿತ ಪ್ರತಿಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಲು ಬಯಸುವ (ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಕಳಪೆ ಅಥವಾ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹವಲ್ಲದ ಅಂತರ್ಜಾಲ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ) ಶಿಕ್ಷಕರು ನಿಸರ್ಗ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಫೌಂಡೇಶನ್ (edu@ncf-india.org) ಈ ವಿಳಾಸಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ಪತ್ರ ಬರೆದು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿ ಕೋರಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ಒಂದು ಕ್ಷೇತ್ರ ದಿನಚರಿಯ ಉದಾಹರಣೆ. ಮೂಲ: ವಿಷಯ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆ – ಪ್ರಕೃತಿ ಕನ್ಸರ್ವೇಷನ್ ಫೌಂಡೇಷನ್; ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಲೇಔಟ್–ಬ್ರೈನ್ ವೇವ್ ಮ್ಯಾಗಜೀನ್. URL: www.ncf-india.org ಮತ್ತು http://www.edu.ncf-india.org/.

ನೇಚರ್ ಕನ್ಸರ್ವೇಶನ್ ಫೌಂಡೇಶನ್ (NCF) ಎನ್ನುವುದು ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಪ್ರಪಂಚದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಸಂರಕ್ಷಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಮುಡಿಪಾಗಿ ದುಡಿಯುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಲಾಭೋದ್ದೇಶವಿಲ್ಲದ ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಿದೆ. NCF ನ ಶಿಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಎಂಗೇಜ್ಮೆಂಟ್ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವು ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನದ ವೀಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳು ಮತ್ತು ವಯಸ್ಕರು ಭಾಗವಹಿಸಲು ಅನೇಕ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟುಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತದೆ. NCF ಸಹ ಪ್ರಕೃತಿ ಶಿಕ್ಷಣ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸುತ್ತದೆ, ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿತರಿಸುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದರೆ, ದಯವಿಟ್ಟು edu@ncf-india.org ಸಂಪರ್ಕಿಸಿ. **ಅನುವಾದಕರು**: ಜೈಕುಮಾರ್ ಮರಿಯಪ್ಪ
ಪರಿಶೀಲನೆ: ಮನೋಜ್ ಗೋಡ್ಬೋಲೆ

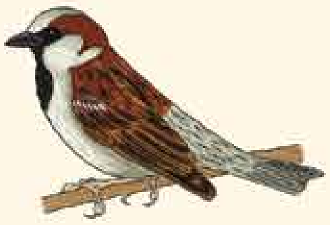
nature conservation foundation
science for conservation

Chirp Chirp

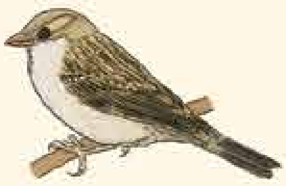
An Old Friend

House sparrows have been hopping in and around our homes for centuries; nesting in street lights, under roof tiles and on ceiling fans, looking for food in our kitchens, our backyards, by the roads and in our fields.

When they are not building nests and taking care of young ones, house sparrows live in groups. They are noisy birds and talk to each other using a variety of calls. They cheep, chirrup and chatter. They also let out shrill calls when they detect danger or when in distress.



Male and female sparrows are of different colour patterns. The males have a grey head (crown), black bib, white cheeks and are a dark brown with streaks of black on their back.



Females are a paler brown all over without the grey crown, black bib and white cheeks.

For the Field Diary

Get outside Note the time in your diary when you set out from home.

Spot them If you see one or more sparrows, note where you found them - out on the road, in a garden, on a compound wall, feeding at a garbage pile - where did you see them first?

Count them How many in the group? If you find a group of house sparrows, watch them for a while. How many males and females do you see? Can you the see black bibs on the males?

Other details It's important to also note the location, date, start time and end time of your walk, and the rough distance you covered.

Alert, with its head up — Feeding — Two males being aggressive

What if I can't find any?

If you can't find sparrows, only other birds, this too is important information. Sparrows are on the decline in many places and it's good to know not just where they are seen, but also where they are not. This decline may be for a variety of reasons - fewer nesting places, less grain for the adults and fewer insects for the chicks than there used to be.

Contest

According to a superstition, a sparrow flying into your home denotes good luck (especially if it then builds a nest in your home). Ask an elder in your family if they know of any such beliefs about sparrows.

Visit us at www.edu.ncf-india.org and share you notes from your field diary, and read what others saw when they went sparrow-spotting. Also find out about other popular sparrow stories and share one with us at at edu@ncf-india.in for a chance to win a field guide to identify birds.

You can also write to letters@planetbrainwave.com if you have other feedback.

nature conservation foundation
science for conservation

Hibiscus Tales

Flower for a Day

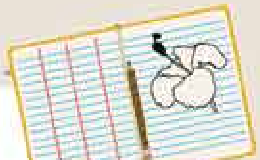
You can not only eat this flower but you can also polish your shoes with it! Meet the 'shoe' flower or the hibiscis. Once open, the hibiscus adorns your surroundings for just a day. As the sun sets, it falls off the plant and dies.

There are over 200 species of hibiscus. The one with big flowers that we commonly see in gardens is called the Chinese Rose.

A Refreshing Cup of Hibiscus Tea

Thousands of years ago, the Pharaohs of Egypt used to drink hibiscus tea. Even today, it's a common drin in Egyptian weddings. Find out how hibiscus tea tastes for yourself. It's quite easy.

- Collect some freshly-fallen flowers of the hibiscus plant you've located. Make sure no pesticide has been sprayed on them. Remove the green sepals at the base, the central yellow bulbs, the velvety pads and their stalks.
- Wash them well and to 1 cup of flowers pour 4-5 cups of boiling water. Cover the mix and let the flowers soak for 4-5 minutes. Hibiscus flowers also work as a dye, so make sure they don't stain your clothes.
- Strain the juice through a fine sieve, stir in some sugar (to your taste). Some people like to add lemon wedges, mint or orange zest to add to the flavor of the tea.
- You can also dry the flowers well in the sun and store them to use later on.



For the Field Diary

Locate a flowering hibiscus plant (maybe there's one in your garden or somewhere in your neighbourhood). Take a measuring tape and a magnifying glass, and visit the plant at sunrise. If you arrive early enough, you can actually see a flower blooming right in front of your eyes as the sun starts to rise.

- How tall is your hibiscus plant?
- Look at several leaves. What shapes are they? Looking at the leaves, draw them in your diary.
- How many flowers are there? What do they smell like?
- Do you see a long, thick noodle sticking out of the flower? It has little yellow bulbs on the side and little velvety pads at the end. The yellow bulbs have pollen. Use your magnifying glass to see if you can spot any pollen on the red pads.
- Note the length of the tube made by the petals. At the bottom of this tube is where you find the flower's nectar. How long would an insect's tongue or the beak of a bird have to be to reach the nectar? Use your measuring tape to find out and note the length in your diary. What if a bird or an insect can't reach down the tube – is there some other way of getting to the sweet syrup?

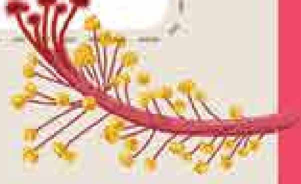
Look for fruits. The thing is, you may not find one. Many people, even botanists haven't seen the fruit of a hibiscus. Is it possible that a plant has flowers but the flowers don't make fruits?

Send us your drawings and notes from your field diary.
If you saw any insects or birds at the hibiscus plant, let us know.

Contest

Ask an elderly relative what the hibiscus is called in your mother tongue and the different ways they used the flower. Ask your friends and neighbours what it is called in their language.

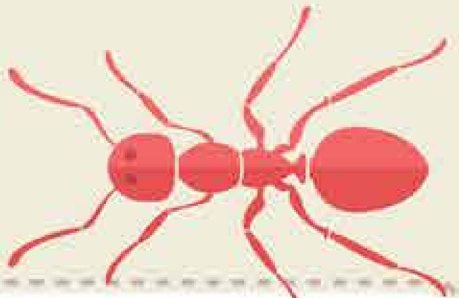
Send us your list of names (the longer the list, the better) or your drawings and notes from your field diary at *edu@ncf-india.org* for a chance to win a book on Indian plants.



Visit NCF at *www.edu.ncf-india.org*
You can also send in feedback to *letters@planetbrainwave.com*

nature conservation foundation
science for conservation

ALL ABOUT ANTS



MEET THE EXPERT

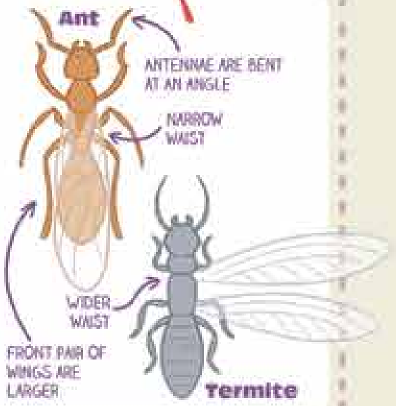
Meet Joyshree, the myrmecologist who is mad about ants.

? Why ants?

Joyshree: Well, many reasons! For one, ants are truly social animals just like humans. They live in well-organised colonies. Also, there are so many trillions of ants that their weight would account for about 15-20% of the total weight of all animals on land!

? How do I know if I'm looking at an ant or a termite?

Joyshree: Good question. Most of us mistake termites for ants. The differences are illustrated on the right.



Spy on an Ant family

What you need:
Some sugar, a bit of cardboard, a couple of stones and your field diary.

STEP 1:
Find an ant, follow it and locate its colony/nest.

STEP 2:
A metre or so away from the nest (if you don't find a nest, an ant trail will do), where you see ants wandering about, place the cardboard, weigh it down with the stones and put the sugar on it.

STEP 3:
Note down the following in your field diary:

a. How soon after you place the sugar do the ants find it?
b. Record the number of ants on the site every 2 minutes, for 10 minutes.
c. Do the same with different kinds of food like salt, lemon, green vegetables, a bit of a boiled egg, maybe even a dead insect. If you find a different kind of ant, compare their preferences.

HOW ANTS LIVE

Artwork: Pooja Prabhakaran

CONTEST:

Log in to **www.edu.ncf-india.org** or email us at **edu@ncf-india.org** (Subject: Ants). Tell us how the ants reacted to the various foods you presented them with for a chance to win a book on insects. You can also write to **letters@planetbrainwave.com** with other feedback.

nature conservation foundation
science for conservation

Bark Bites

Eating Bark

Beetles, termites, elephants, deer, porcupines and even humans eat bark!

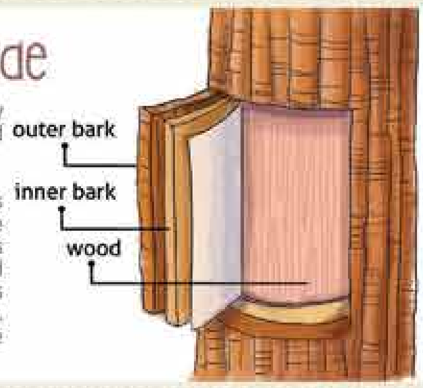
All you need to be a good bark eater is sharp mouth-parts to cut into the wood, and digestive systems to break down the tough wood. Humans can't do the latter very well. In fact, some kinds of bark are toxic for us.

However, if you've eaten cinnamon, you too have eaten bark. Can you think of any other kind of bark that is edible?

Sweet and Sappy Inside

Bark doesn't look like it would taste very good, does it? In fact, it looks like it would taste rather... woody.

This is largely true of outer bark – which is mostly dead. The inner bark (also called the phloem) has some living cells as well as a watery sap – sugars and other plant food dissolved in lots of water. This sap is transported to different parts of the plant. Excess food is also sometimes stored in the inner bark. It's this inner bark that is edible.



Protective Bark

Tree bark is a layer that stands between the elements outside and the inner wood of a tree. Some bark are water-resistant and can provide excellent insulation. In some trees when the bark is punctured, a resin flows out and hardens. In the activity above, you may have noticed resin on the trunks of some trees.

For the Field Diary

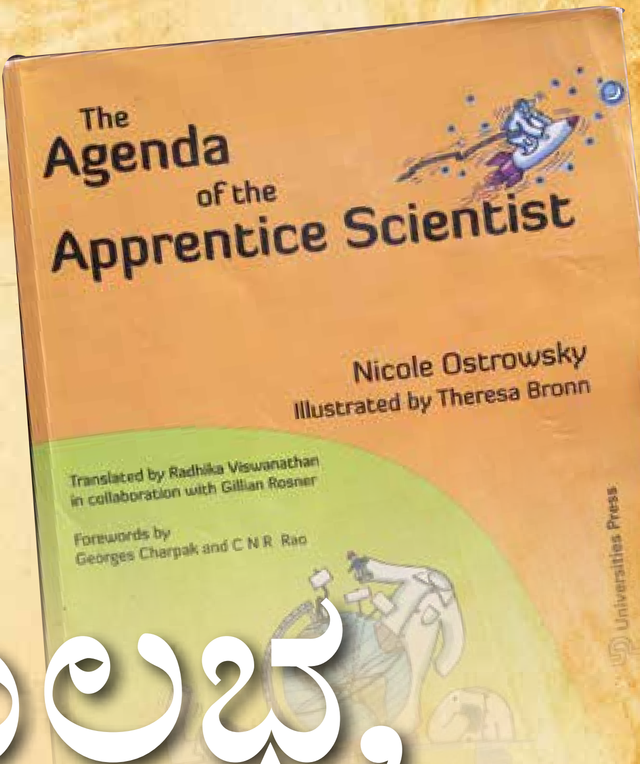
The colour and texture of its bark can help you identify the tree. For example, the eucalyptus has smooth, thin bark that it often sheds, and mango bark is rough to touch but you can peel it off in thick slabs. Let's go explore tree bark. Do this on a non-rainy day.

- Find trees in your garden, by the roadside or in your neighbourhood park that have different kinds of bark – smooth, flaky/peeling, rough, pitted, fissured, crocodile skin-like. Find at least five different kinds.
- Examine each bark. What does it look like? What colour is it? What does it smell like? What is its texture like? Do you see any sticky or hard blobs (resin) on it?
- Peer closely at the tree trunk and list all the insects and other life forms you see on the tree trunks scurrying about or nestled in the fissures and cracks. Did you see any fungus on the tree trunk?
- Place a sheet of plain paper firmly against the bark of a tree. Using a pencil, piece of charcoal or crayon, gently rub over the bark. Use different colours, if you'd like. Make at least one bark rubbing for each tree.
- Compare the bark rubbings you have made and the notes on the bark of each kind of tree – do different trees have distinctly different kinds of bark?
- Did you find any insects or fungus on the barks you observed? Which of your trees housed the most life forms? On which trees did you find more creatures?

Contest

Send us your bark rubbings. Write to us at *edu@ncf-india.org* and tell us about the different kinds of bark you observed, and all the living things you managed to spot on them for chance to win a book on Indian trees.

Visit NCF at *www.edu.ncf-india.org*
You can also send in feedback to *letters@planetbrainwave.com*



ಬಲು ಸುಲಭ, ಮೈ ಡಿಯರ್ ವಾಟ್ಸನ್!

ಈಶಾನ್ ಮತ್ತು
ಸಂಗೀತಾ ರಾಜ್

ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಹೊಸ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ನೀಡುವಂತಹ ಯಾವುದಾದರೂ ರಸವತ್ತಾದ ಪುಸ್ತಕದ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿದ್ದೀರಾ? ಇದೋ ಇಲ್ಲಿದೆ, ಅಂತಹ ಒಂದು ಪುಸ್ತಕ: The Agenda of the Apprentice Scientist. ಬನ್ನಿ ಈ ವಿಮರ್ಶಾ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ತಾಯಿ ಮತ್ತು ಮಗ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಓದಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುವ ತಮ್ಮ ಅನುಭವದಲ್ಲಿ ನೀವೂ ಭಾಗಿಯಾಗಿರಿ.

The Agenda of the Apprentice Scientist - ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಲೇಖಕರು ನಿಕೊಲ್ ಒಸ್ಟ್ರೊವ್‌ಸ್ಕಿ (Nicole Ostrowsky) ಮತ್ತು ಈ ಪುಸ್ತಕಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರ ಬಿಡಿಸಿದವರು ತೆರೆಸಾ ಬ್ರೋನ್ (Theresa Bronn). ಈ ಪುಸ್ತಕ '7ನೇವರ್ಷದವರಿಂದ ಹಿಡಿದು 107ನೇವರ್ಷದವರ ತನಕ' ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಮನೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ, ಹಿರಿಯ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಮತ್ತು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಲಿಯುತ್ತಿರುವ ಮಕ್ಕಳು (9 ರಿಂದ 13 ವರ್ಷ) ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತು ವಿನೋದವನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುವ ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಎಲ್ಲರಿಗೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೂ ತಮಗೂ ಬಲು ದೂರ ಎಂಬ ಮನೋಭಾವ ಹೊಂದಿದವರಿಗೆ ಕೂಡ ಮೆಚ್ಚಿಗೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಪ್ರತಿಯನ್ನು ಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದು ಬಯಸಿದರೆ, ವಿತರಕರಿಗೆ ಮಿಂಚಂಚೆ ಕಳುಹಿಸಿ:
info@universitiespress.in
bangalore@orientblackswan.com
prabhakara.reddy@orientblackswan.com

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ತಲುಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ರಿಯಾಯತಿ ಕೂಡ ಲಭ್ಯವಿದೆ.

ಕನ್ನಡದ ಪ್ರತಿಗಳಿಗಾಗಿ ದಯವಿಟ್ಟು ಪ್ರಭಾಕರ ರೆಡ್ಡಿಯವರನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಿ.

ಹಲವಾರು ದಶಕಗಳ ಕಾಲ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿರುವ ಲೇಖಕ ನಿಕೊಲ್ ಒಸ್ಟ್ರೊವ್‌ಸ್ಕಿ ಈಗ ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ನೈಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಘನೀಕೃತ ಭೌತದ್ರವ್ಯಗಳ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ

ಈಶಾನ್: ಈ ಪುಸ್ತಕ ಮೊದಲು ನನ್ನ ಕೈಸೇರಿದ್ದು ನನ್ನ ಅಮ್ಮನ ಸ್ನೇಹಿತೆಯಾದ ಯಾಸ್ಮಿನ್ ಆಂಟಿ ಮೂಲಕ. ಅವರು '**ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಲರ್ನಿಂಗ್**'ನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಸುತ್ತಾರೆ. ಓದಲಿಕ್ಕೆಂದು ಅವರ ಹತ್ತಿರ ಇದ್ದ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನನಗೆ ಎರವಲಾಗಿ ಕೊಟ್ಟರು. ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಓದಿ, ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡಿದ ಮೇಲೆ ನನಗೆ ಈ ಪುಸ್ತಕದ ನನ್ನದೇ ಒಂದು ಪ್ರತಿ ಬೇಕು ಎಂದೆನಿಸಿತು.

ನಿವೃತ್ತ ಗೌರವ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಮೊದಲು ಪ್ರಕಟವಾಗಿದ್ದು ಫ್ರೆಂಚ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ. ಇದನ್ನು ರಾಧಿಕಾ ವಿಶ್ವನಾಥನ್ ಮತ್ತು ಗಿಲಿಯನ್ ರೋಸ್ನರ್ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಗೆ ಅನುವಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿರುವ ಫ್ರೆಂಚ್ ರಾಯಭಾರಿ ಕಚೇರಿಯ ಸಹಯೋಗದೊಂದಿಗೆ 'ಯೂನಿವರ್ಸಿಟೀಸ್ ಪ್ರೆಸ್' ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದೆ. ಫ್ಲಿಪ್‌ಕಾರ್ಟ್ ಮತ್ತು ಅಮೇಜ಼ಾನ್ (ಇಂಡಿಯಾ)ದಲ್ಲಿ ರೂ. 553 ಮುಖಬೆಲೆಗೆ ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಲಭ್ಯವಿದೆ.

'ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು' ಎಂದು ಹೇಳುವ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಪುಸ್ತಕಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿ, **The Agenda of the Apprentice Scientist** ಪುಸ್ತಕವು ತನ್ನ ವಚನಕ್ಕೆ ಬದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ನಮಗೆ ಕಾಗದ, ಸ್ಟ್ರಾ, ಬಲೂನ್ ಮತ್ತು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳಂತಹ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ ವಸ್ತುಗಳು ಇದ್ದರೆ ಸಾಕು. ಇದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಬಹಳ ಸುಲಭ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ನಾನು ಒಂದು ಪುಸ್ತಕ ನೋಡಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಐಸ್‌ಕ್ರೀಮ್ ತಯಾರಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಗ್ಯಾಲನ್ ದ್ರವರೂಪದ ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಬೇಕು ಎಂದಿತ್ತು!

'The Agenda of the Apprentice Scientist'ನ ಪ್ರತಿ ಪುಟದಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವಿರುತ್ತದೆ, ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಉದ್ಧೃತ ವಾಕ್ಯ (quote), ವಿವರಣೆ ಮತ್ತು ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಅಂದಾಕ್ಷಣ ಗೌಣವಲ್ಲದ ನಿಮ್ಮ ಗಮನ ಸೆಳೆಯುವ ಅಭ್ಯಾಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಮೇಲಂಗಿಯ ವ್ಯಂಗ್ಯ ಚಿತ್ರವೊಂದನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಪುಟದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಶೀರ್ಷಿಕೆ ಇದ್ದು, ಅದರ ಕೆಳಗೆ ಅದನ್ನು ಮಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಚಿತ್ರಸಹಿತ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ವರ್ಷದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದಿನವೂ ಒಂದೊಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವ ಹಾಗೆ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಆಯೋಜಿಸಿರುವ ಕಾರಣ ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪುಟ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಬದಲಿಗೆ ನಿಮಗೆ ತಾರೀಖು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಮಾರ್ಚ್ 3 ಅಥವಾ ಜೂನ್ 10, ಹೀಗೆ. ಪುಟದ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಓದುಗರು ತಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲು ಖಾಲಿ ಜಾಗವನ್ನು ಬಿಡಲಾಗಿದೆ. ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಉದ್ಧೃತ ವಾಕ್ಯ ಕೂಡ ಇದೆ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಈ ಉದ್ಧೃತ ವಾಕ್ಯಗಳು ತುಂಬಾ ಹಾಸ್ಯಮಯವಾಗಿದ್ದರೆ, ಇನ್ನು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ತುಂಬಾ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿಯೂ, ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಪ್ರೇರಣಾತ್ಮಕವೂ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಆಗಸ್ಟ್ 22 ಮತ್ತು 23 ನೇ ತಾರೀಖಿಗೆ ಇರುವ ಎರಡು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳೂ ಘನೀಕರಣದ (Freezing)ಬಗ್ಗೆ ಇವೆ; ಆದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಉದ್ಧೃತ ವಾಕ್ಯ ತುಂಬ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ. 22ನೇ ತಾರೀಖಿನ ಉದ್ಧೃತ ವಾಕ್ಯ, 'ನಿಜವಾದ ಸ್ನೇಹವು ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ (ಕಷ್ಟಬಂದಾಗ) ಮುದುಡಿ ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ' ಎಂದಿದ್ದರೆ, 23ನೇ ತಾರೀಖಿಗೆ ಅದು ಹೀಗಿದೆ: 'ಬಿಸಿ ಹಾಲು ಕುಡಿದು ನಾಲಿಗೆ ಸುಟ್ಟುಕೊಂಡವ ಐಸ್‌ಕ್ರೀಮ್ ಅನ್ನು ಉಫ್ ಎಂದು ತಣಿಸಿ ತಿಂದನಂತೆ.' ಪುಟದ ಕೊನೆಗೆ ಅಭ್ಯಾಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಮೇಲಂಗಿಗಳು ಸೇರಿ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವ ಮತ್ತು ಬಂದ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡುವ ಮತ್ತು ಆ ಕುರಿತಾಗಿ ಹಾಸ್ಯ ಚಟಾಕಿ ಹಾರಿಸುವ ಚಿತ್ರ ಇದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿರುವ ರೀತಿ ಈ ಪುಸ್ತಕ ನನಗೆ ಇಷ್ಟವಾದುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಬೇಕಿಂಗ್ ಪೌಡರನ್ನು ವಿನೆಗರ್ ಜೊತೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಮಾತ್ರ ಹೇಳುವುದಿಲ್ಲ (ಮಾರ್ಚ್ 8) – ಅಂದರೆ ವಿನೆಗರ್ ಗುಳುಗುಳಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಬಲೂನ್ ನಿಧಾನಕ್ಕೆ ಉಬ್ಬುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ಓದುಗನಿಗೆ ಹೇಳದೆ, ಅದು ಹೇಗಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಏಕೆ ಹೀಗಾಗುತ್ತದೆ (ಬೇಕಿಂಗ್ ಪೌಡರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಅಂಶವೊಂದು ವಿನೆಗರ್ ಜೊತೆಗೆ ಸಂವರ್ತಿಸಿ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಬಾಟಲನ್ನು ತುಂಬಿ ಬಲೂನನ್ನು ಉಬ್ಬಿಸುತ್ತದೆ) ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ವಯಸ್ಸಿನ ಓದುಗರು ಓದಿ ಖುಶಿಪಡಬಹುದಾದ ಮತ್ತು ಕಲಿಯಬಹುದಾದ

> 'ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು' ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಪುಸ್ತಕಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿ, The Agenda of the Apprentice Scientist ಪುಸ್ತಕ ತನ್ನ ಮಾತಿಗೆ ಬದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ನಮಗೆ ಕಾಗದ, ಸ್ಟ್ರಾ, ಬಲೂನ್ ಮತ್ತು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳಂತಹ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗುವ ವಸ್ತುಗಳು ಇದ್ದರೆ ಸಾಕು.

ಸಂಗೀತಾ: ನಾನು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹಾಗೆ ಸುಮ್ಮನೆ ತಿರುವು ಹಾಕುವಂತೆ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ತೆರೆದೆ. ಇದರ ಫ್ರೆಂಚ್ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಬರೆದ ಮುನ್ನುಡಿಯನ್ನು ಓದುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಧೈರ್ಯ ಬಂದು, ಭಾರತೀಯ ಆವೃತ್ತಿಗೆ ಬರೆದ ಮುನ್ನುಡಿಯನ್ನೂ ಓದಿ ಮುಗಿಸಿದೆ. ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಹಿಂಜರಿಕೆಯೆಲ್ಲಾ ಮಾಯವಾಗಿ, ಅದರ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಓದಬೇಕು ಎಂಬ ಆಸಕ್ತಿ ತುಂಬಿಕೊಂಡಿತು.

ಪ್ರಯೋಗಗಳಿವೆ. ಇಲ್ಲಿರುವ ಹಲವಾರು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ತುಂಬ ಸರಳವಾಗಿದ್ದರೂ, ಅದರ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ತುಂಬಾ ರೋಚಕವಾಗಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕಾರ್ಡ್‌ಬೋರ್ಡ್ ನಳಿಕೆ ಬಳಸಿ ಹೊಗೆ ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದು (ನವೆಂಬರ್ 24) ಅಥವಾ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು (ಮೇ 25) ಮುಂತಾದವು. ಎಷ್ಟೋ ಬಾರಿ ನಾನು ಹಿರಿಯರು ಮತ್ತು ಕಿರಿಯರನ್ನು ಒಟ್ಟು ಸೇರಿಸಿ, ಅವರೆಲ್ಲರೂ ಖುಶಿಯಾಗಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಿದ್ದೇನೆ.

ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ, ಅಂದರೆ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ, ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನ, ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ, ಹೀಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಮೂಲಭೂತ ಅಂಶಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಹೇಳಿದ್ದರೂ ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಮೂರು ವಿಭಾಗಗಳನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಶೇಷತೆಯೆಂದರೆ, ಇದನ್ನು ವಿಷಯಾಧಾರಿತ ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿಲ್ಲ, ಬದಲಿಗೆ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಉಷ್ಣತೆ, ಶಬ್ದ, ಇತ್ಯಾದಿ) ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು 365 ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ದಿನಕ್ಕೊಂದರಂತೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದು ಅಥವಾ ನಿಮಗೆ ಇಷ್ಟವಾದವುಗಳನ್ನು ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಮಾಡಬಹುದು. ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದಿನಗಳು/ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರೆಯುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾದ ಕ್ರಮದಲ್ಲೇ ಮಾಡುವುದು ಅಗತ್ಯ.

ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನನ್ನನ್ನು ಗೊಂದಲಕ್ಕೆ ಈಡು ಮಾಡಿದ ಏಕೈಕ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ – ಪರಿವಿಡಿ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಾನು ಈ ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದ ಹೊಗೆ ಉಂಗುರ ಪ್ರಯೋಗ ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಹುಡುಕಲು 'smoke' ಅಥವ 'rings' ಎಂಬ ಎರಡು ಪದಗಳನ್ನು ಸುಳಿವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಹುಡುಕಿದರೆ, ಆ ಪ್ರಯೋಗ ಎಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ನನಗೆ ಸಿಗಲಿಲ್ಲ; ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗ 'Incense' ಎಂಬ ವಿಷಯದಡಿಯಲ್ಲಿತ್ತು. ವಿನೆಗರ್ ಮತ್ತು ಬೇಕಿಂಗ್ ಸೋಡಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಪ್ರಯೋಗ ಹುಡುಕಿದಾಗ, ಅದು ನನಗೆ ಬಲೂನ್ ವಿಷಯದಡಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆ: ಪ್ರಖ್ಯಾತ ವೈನ್ ಗ್ಲಾಸ್ ಪ್ರಯೋಗ (June 6th) ವನ್ನು ನನ್ನ ಸ್ನೇಹಿತನಿಗೆ ತೋರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ತೆಳುವಾಗಿ ವಿನೆಗರ್ ಹಚ್ಚಿದ ವೈನ್ ಗ್ಲಾಸಿನ ಅಂಚಿನ ಮೇಲೆ ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳನ್ನು ನವಿರಾಗಿ ಚಲಿಸಿ ವೈನ್ ಗ್ಲಾಸ್ ಹಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ನಾನು ಪರಿವಿಡಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಅಕ್ಷರ 'W' ಅಡಿಯಲ್ಲಿ 'Wine glass' ಮತ್ತು 'V' ಅಡಿಯಲ್ಲಿ 'vinegar'ಗಾಗಿ ಹುಡುಕಿದೆ, ಆದರೆ ನನಗೆ ಅದು ಕೊನೆಗೂ ಸಿಕ್ಕಿದ್ದು 'P' (pitch) ಅಡಿಯಲ್ಲಿ. ಪರಿವಿಡಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗದ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದು ನನಗನ್ನಿಸುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 1. ಪುಸ್ತಕದ ಒಂದು ಪುಟದಿಂದ. ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ: ಈಶಾನ್ ಮತ್ತು ಸಂಗೀತಾ ರಾಜ್.

ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಹೇಳುವುದೆಂದರೆ, **The Agenda of the Apprentice Scientist** ನಾನು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಓದಿದ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಇಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರಯೋಗವೂ ಮಾಡಿ ನೋಡಲೇ ಬೇಕಾಗಿರುವಂತಹುದು.

ಆದರೆ ಮೊದಲ ದಿನದ, ಅಂದರೆ ಜನವರಿ 1ನೇ ತಾರೀಖಿನ ಪುಟ ತೆಗೆದು ಓದುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ನನ್ನನ್ನು ಒಮ್ಮೆಲೇ ಕೊನೆಯ ಬೆಂಚಿನಲ್ಲಿ ಅನ್ಯಮನಸ್ಕತೆಯಿಂದ, ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸದಂತೆ ಕುಳಿತಿರುತ್ತಿದ್ದ ನನ್ನ 8ನೇ ತರಗತಿಗೆ ಎತ್ತಿ ಒಗೆದಂತಾಯಿತು.

ಪುಸ್ತಕದ ಮೊದಲ ಪುಟದಲ್ಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಮೇಲಂಗಿಯು ಹಿಮ-ಪಕಳೆಯ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬಿಡಿಸುತ್ತಾ, 'ನಾನು ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಕಲಾಕಾರ ಅಲ್ಲ,' ಎಂದು ಹೇಳುವುದನ್ನು ಕಂಡು, 'ಅಯ್ಯೋ, ಜಗತ್ತನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅದನ್ನು ವರ್ಗೀಕರಿಸಿ, ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಿ ನೋಡುವ ಇನ್ನೊಂದು ಪುಸ್ತಕ ಇದು!' ಎಂದು ಅನ್ನಿಸಿ, ನಿರಾಸಕ್ತಳಾಗಿ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟು, ಅದು ಇರುವುದನ್ನೇ ಮರೆತುಬಿಟ್ಟೆ.

ಆದರೆ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಆಶ್ಚರ್ಯವೆನ್ನುವಂತೆ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ನನ್ನ ಮುಂದೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗತೊಡಗಿತು; ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಊಟದ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಸೋಫಾದ ಮೇಲೆ. ಮೊಟ್ಟೆ, ಉಪ್ಪು, ವಿನೆಗರ್, ಬೆಂಕಿಕಡ್ಡಿಗಳು, ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳು, ಇವುಗಳಗಾಗಿ ಅದು ನನ್ನ ಅಡುಗೆ ಮನೆಯ ಮೇಲೆ ದಾಳ ಮಾಡಿ ಎಗರಿಸುತ್ತಿದ್ದ ವಸ್ತುಗಳು ಲೆಕ್ಕವಿಲ್ಲದಷ್ಟು. ಅಷ್ಟಿಷ್ಟು ಜೀವ ಉಳಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಹೂಕುಂಡಗಳು ಎರೆಹುಳುವಿನ ಹುಡುಕಾಟಕ್ಕೆ ನೆಲಕ್ಕುರುಳಿದ್ದವು; ಬಾಗಿಲಿಲ್ಲದ ಕಪಾಟುಗಳನ್ನು ಮೊಂಬತ್ತಿ, ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ದಾರ, ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳಗಾಗಿ ಎಳೆದಾಡಲಾಯಿತು. ಈಶಾನ್ ಮಾಡಿದ ಈ ದಾಳಿಗೆ ಪುಸ್ತಕದ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಇಲ್ಲವಾದರೂ, ಅದರಿಂದ ಪ್ರೇರಿತನಾಗಿರುವುದಂತೂ ಖಂಡಿತ.

ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ನನಗರ್ಥವಾಗದ, ನನ್ನ ನೆನಪಿನ ಕೋಶದಿಂದ ಸಂತೋಷವಾಗಿ ಅಳಿಸಿದ್ದ– ಜಡತ್ವ, ಪ್ರಸರಣ, ಸಾಂದ್ರತೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಘರ್ಷಣೆ, ಇತ್ಯಾದಿ, ಪದಗಳು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ನಮ್ಮ ಊಟದ ಹೊತ್ತಿನ ಸಂಭಾಷಣೆಯಲ್ಲಿ, ಅಥವಾ ದೂರದೂರಕ್ಕೆ ಕಾರಿನ ಪ್ರಯಾಣದ ಸಂಭಾಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಾಗತೊಡಗಿದವು.

ನನ್ನ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತೆ ಗರಿಗೆದರಿತು ಮತ್ತು ನಾನು ಉತ್ಸಾಹದಿಂದ ಈ ಚರ್ಚೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗಲಾರಂಭಿಸಿದೆ. ಕೈಗೊಂಡ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶ ಏನಾಗುತ್ತದೆಂದು ಕಾತರದಿಂದ ಎದುರುನೋಡತೊಡಗಿದೆ.

ಹಸಿ ಮೊಟ್ಟೆ ಮತ್ತು ಬೇಯಿಸಿದ ಮೊಟ್ಟೆಯ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ಒಂದು ಉಪಯುಕ್ತ ಕೌಶಲ್ಯ ಎಂದು ನನಗನಿಸಿತು. ಬೇಯಿಸಿದ ಮೊಟ್ಟೆ ಗಿರಕಿ ಸುತ್ತುವುದು ಮತ್ತು ಹಸಿ ಮೊಟ್ಟೆ ಮಗುಚಿ ಬೀಳುವುದನ್ನು ನೋಡುವುದು ಮಜವೆನಿಸಿತು. ಮೊಟ್ಟೆಯೊಳಗಿರುವ ಲೋಳೆಯು ಮೊಟ್ಟೆಯ ಹೊರಗಿನ ಕವಚದಷ್ಟೇ ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಸಂಗತಿ ನನಗೆ 'ಘನ' ಮತ್ತು 'ದ್ರವ' ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಿತು. ದ್ರವ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನನ್ನ ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಿಂದ ನನಗೆ ನೆನಪಿನಲ್ಲುಳಿದಿದ್ದು, ಅವು ತಾವಿರುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರ ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದಷ್ಟೆ.

ನಾನು ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಮೊದಲು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದು ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪುಸ್ತಕ ಎಂದು; ಆದರೆ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನದು ಎಂಬುದು ಸಾಬೀತಾಯಿತು. ಈ ಪುಸ್ತಕವು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ನಾನಿರಿಸಿದ್ದ ತೀರ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಿಂದ ಹೊರತಂದು, ಸುಲಭ ಸಾಧ್ಯ, ಹಾಗೂ ಸಾಮಾನ್ಯವೆನಿಸುವ ದಿನನಿತ್ಯದ ಅನುಭವವನ್ನಾಗಿಸಿತು. ಇದನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿ, ತೇರ್ಗಡೆಯಾಗಬೇಕು ಎಂಬ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲದೆ, ಒಂದು ಒಳ್ಳೆಯ ಕಥೆ ಅಥವಾ ಕವನವನ್ನು ನಾನು ಓದಿ ಸಂತೋಷಪಡುವಂತೆಯೇ, ಅದರೊಂದಿಗೆ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತಿದೆ.

ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷದ ಈಶಾನ್‌ಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಶೇಷ ಆಸಕ್ತಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. **ಈಶಾನ್** ಶಾಲೆಗೆ ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅವನ ಶಿಕ್ಷಣ ಮನೆಯಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಈಶಾನನ ತಾಯಿ **ಸಂಗೀತಾ** ಅವರು ಅಣ್ಣಾಸ್ವಾಮಿ ಮುದಲಿಯಾರ್ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಯಂಸೇವಕಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿ ಅವರು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷಾ ಬೋಧನೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ ಕೆ.

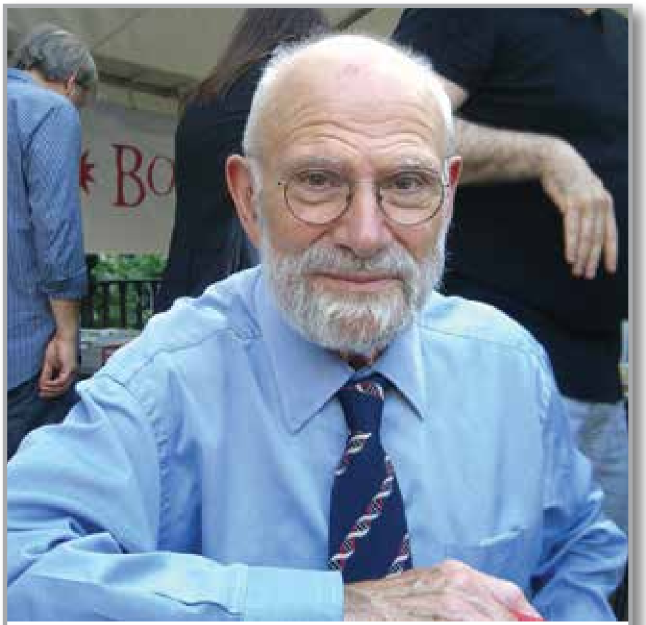
ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್

ಬೈಕು ಸವಾರನೂ ಮಿದುಳಿನ ಡಾಕ್ಟರನೂ

ತೇಜಸ್ವಿ ಶಿವಾನಂದ್

ಡಾ. ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಒಬ್ಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ನರವಿಜ್ಞಾನಿ. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮೆದುಳಿನ ಬಗ್ಗೆ ಅರಿವು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೂ ದೊರಕುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ಶ್ರೇಯಸ್ಸು ಇವರಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಅಧ್ಯಯನದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಬಂದ ಮಿದುಳುಗಳು ಮತ್ತು ಜನರಷ್ಟೇ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕವಾಗಿದ್ದ ಅವರ ಸ್ವಂತ ಜೀವನವನ್ನು ಹಿನ್ನೆಲೆಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಮನಸ್ಸಿನ ಭ್ರಾಂತಿಯಿಂದ ಹಿಡಿದು ವರ್ಣಾಂಧತೆಯ ತನಕ ಮನುಷ್ಯನ ಮೆದುಳಿನ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಲೇಖಕರು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಮಾನವೀಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ತನ್ನ 'ರೋಗಿ'ಗಳೊಂದಿಗೆ ಒಗ್ಗಿಕೊಂಡು ಅವರ ಬಗ್ಗೆ ನಿರೂಪಿಸುವ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಅಪ್ರತಿಮ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕೂಡ ಇದು ನಮಗೆ ಪರಿಚಯಿಸುತ್ತದೆ.

'ಸಿಡಿಲು ಹೊಡೆದ ನಂತರ ನಿಮಗೆ ಏನೇನಾಗುತ್ತಿದೆ?' ಎಂದು ನಿಮ್ಮೆದುರು ಮೇಜಿನ ಆಚೆ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಆಸೀನರಾಗಿರುವ ನಗುಮೊಗದ, ಬಿಳಿಗಡ್ಡದ ಡಾಕ್ಟರರು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ. ಆ ಘಟನೆಯ ನಂತರ ಕಣ್ಣುಕತ್ತಲೆ ಕಟ್ಟಿಸುವಂಥ ತಲೆನೋವು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಬಾಧಿಸುತ್ತಿದೆ; ಯಾವ ಔಷಧಿಗೂ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೂ ಬಗ್ಗುತ್ತಿಲ್ಲ, ಎಂದು ನೀವು ಅವರಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸುತ್ತೀರಿ. ಈ ವೈದ್ಯರನ್ನು ನೋಡಲು ನೀವು ಬಂದಿರುವುದು ನಿಮ್ಮ ಒಬ್ಬ ಸ್ನೇಹಿತನ ಸಲಹೆಯ ಮೇರೆಗೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಸಿಡಿಲು ಹೊಡೆದಾಗಿನಿಂದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಗೀತದ ಆಸಕ್ತಿಯೇ ಇರದಿದ್ದ ನಿಮಗೆ, ಏಕಾಏಕಿ ಅದನ್ನು ಕಲಿಯಲು ತಡೆಯಲಾಗದ ಅಭಿರುಚಿ ಹುಟ್ಟಿರುವುದಾಗಿಯೂ ನೀವು ಅವರಿಗೆ ಹೇಳುತ್ತೀರಿ. ಈ ವೈದ್ಯರು ನೀವು ಹೇಳುವುದೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಗಂಭೀರವಾಗಿ ಆಲಿಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಅಷ್ಟೇ ವೇಗವಾಗಿ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ನಿಮ್ಮ ತಲೆನೋವನ್ನು ಕುರಿತು ಅವರು ಕಾಳಜಿ ತೋರುತ್ತಾರೆ ಆದರೆ ನಿಮ್ಮಲ್ಲಿ ಹೊಸತಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡ ಸಂಗೀತದ ಅಭಿರುಚಿ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಇದ್ದಂತಿದೆ. ನೀವು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಗೀತ ದಿಗ್ಗಜರಾದ ಬಾಕ್ (Bach) ಮತ್ತು ಡಬ್ಯುಸ್ಸಿ (Debussy) ಬಗ್ಗೆ ಚರ್ಚಿಸುತ್ತೀರಿ. ನಿಮ್ಮ ಚರ್ಚೆಯ ಕೊನೆಗೆ ಅವರು ನಿಮ್ಮ ತಲೆನೋವಿಗೆ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟು, ಮತ್ತೆ ಬಂದು ನೋಡಲು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ನೀವು ಅವರಿಗೆ ಧನ್ಯವಾದ ಅರ್ಪಿಸಿ ಹೊರಬರುತ್ತೀರಿ. ಇದಾದ ಕೆಲವು ತಿಂಗಳ ನಂತರ ಈ ವೈದ್ಯರಿಂದ ನಿಮಗೊಂದು ಕೈಬರಹದ ಪತ್ರ ಬರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಅವರು ಮೆದುಳು ಮತ್ತು ಸಂಗೀತ ಕುರಿತಂತೆ ಜನರ ಜೀವನದ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಕಥೆಗಳನ್ನು ಪುಸ್ತಕವಾಗಿ ಸಂಪಾದಿಸುತ್ತಿರುವ ತಮ್ಮ ಪ್ರಯತ್ನದ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆಯುತ್ತಾ, ಆ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವ ಕಥಾನಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಲು ನಿಮ್ಮ ಒಪ್ಪಿಗೆಯನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ. ಪುಸ್ತಕವೊಂದರಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವವು ದಾಖಲಾಗುವ ವಿಚಾರ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಪುಳಕಿತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ, ನೀವು ಒಪ್ಪಿಗೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತೀರಿ ಆದರೆ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಹೆಸರು ನಮೂದಿಸುವುದು ಬೇಡ ಎಂದು ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೀರಿ. ಅವರು ಒಪ್ಪುತ್ತಾರೆ. ಸುಮಾರು ಒಂದು ವರ್ಷದ ನಂತರ ನೀವು ಪುಸ್ತಕದಂಗಡಿಯೊಂದರ ಮುಂದೆ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ನಿಮ್ಮ ವೈದ್ಯರಾದ ಡಾ. ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಬರೆದ 'ಮ್ಯೂಸಿಕೋಫಿಲಿಯಾ' ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕ ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆ ಪುಸ್ತಕ ತೆರೆದು ನೋಡಿದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಕಥೆ ನಿಮ್ಮ ಹೆಸರು ಹೇಳದೆಯೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ಬ್ರೂಕ್‌ಲಿನ್ ಪುಸ್ತಕ ಮೇಳ 2009ರಲ್ಲಿ ಡಾ. ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್. ಮೂಲ: Luigi Novi, Wikimedia Commons. License: CC-BY. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Oliver_Sacks#/media/File:9.13.09OliverSacksByLuigiNovi.jpg.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಕಲ್ಪಿತ ಕಥೆಯಂಥ ವಿವರಣೆಯು 20ನೇ ಶತಮಾನದ ನರವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಥೆಗಳ ಶ್ರೇಷ್ಠ ದಾಖಲೆಗಾರ ಮತ್ತು ಅದರ ನಿರೂಪಕರಾದ ಡಾ. ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಜನರೊಂದಿಗೆ ಅವರು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತಿದ್ದ ರೀತಿಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿಕೊಡುವ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಯತ್ನ ಅಷ್ಟೆ. 20ನೇ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ನೀವೇನಾದರೂ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದು, ನಿಮಗೇನಾದರೂ ಅರ್ಥವಾಗದ ನರವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಯಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಖಂಡಿತವಾಗಿಯೂ ನಿಮ್ಮ ವೈದ್ಯರಾಗಿರುತ್ತಿದ್ದ ಸಾಧ್ಯತೆ ಬಹಳಷ್ಟಿತ್ತು. ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ನರವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಾಗಿದ್ದರು – ಅಂದರೆ ಅವರು ಮೆದುಳಿನ ಕಾರ್ಯವೈಖರಿಯ ಬಗ್ಗೆ, ಅದರಲ್ಲೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೆದುಳು ಅಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದನ್ನು ಅಥವಾ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಣತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸಿದ ವೈದ್ಯರಾಗಿದ್ದರು. ಮನುಷ್ಯನ ಮೆದುಳು ನೋಡಲು ಒಂದು ಬೂದು ಬಣ್ಣದ ಮುದ್ದೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ; ಆದರೆ ಇದು ಮನುಷ್ಯ ಸಂತತಿಯನ್ನು ಸಾವಿರಾರು ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತನಾಡಬಹುದಾದ, ತಮ್ಮದೇ ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳನ್ನು, ನಗರಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟುವ, ಸ್ಟಾಕ್ ಮಾರುಕಟ್ಟೆ ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದಾದ ಒಂದು ಸಂಕೀರ್ಣ ಪ್ರಭೇದವಾಗಿ ರೂಪಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ಇದೇ ಮೆದುಳು ಮನುಷ್ಯನ ಜೀವನ ಗತಿಯನ್ನೇ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದಾದ ಖಿನ್ನತೆ, ಸ್ಕಿಝೋಫ್ರೇನಿಯಾ ಅಥವಾ ಮರೆಗುಳಿತನದಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ ಕೂಡ.

ಇಂತಹ ಅಪರಿಮಿತ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮೆದುಳು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಾಗಿತ್ತು ಮತ್ತು ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆಯುವುದು ಅವರ ಅತಿ ಆಸಕ್ತಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿತ್ತು.

ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಜನರ ಬದುಕು ಮತ್ತು ಬವಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವರ ಮಸ್ತಿಷ್ಕ ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವ ವಿಚಿತ್ರ ಸುಳಿಗಳ ಕಥಾನಕಗಳ ದಣಿವರಿಯದ ಸಂಗ್ರಹಕಾರರಾಗಿದ್ದರು. ಈ ಲೇಖನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಕಥೆಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಸುಮಾರು 45 ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ 14 ಪುಸ್ತಕ[1]ಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ನೂರಾರು ನಿಜ ಜೀವನದ ಕಥೆಗಳಿವೆ. ತಮ್ಮ ಮೊದಲ ಪುಸ್ತಕ **'ಮೈಗ್ರೇನ್'**ನಲ್ಲಿ ಅವರು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕತ್ತಲು ಕಟ್ಟಿಸುವ ತೀವ್ರ ತಲೆ ನೋವಿನ ಬಗ್ಗೆ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ; **'ಹ್ಯಾಲ್ಯೂಸಿನೇಶನ್'** ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ 'ಇಲ್ಲದ ಯಾವುದೋ ವಸ್ತು, ಇದೆ' ಎಂಬ ಭ್ರಾಂತಿ ಹುಟ್ಟಿಸುವ ಮೆದುಳಿನ ಅದ್ಭುತ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತು **'ಮ್ಯೂಸಿಕೋಫಿಲಿಯಾ'** ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ 'ಸಂಗೀತವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ, ಅದನ್ನು ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ಆನಂದಿಸುವ ಮೆದುಳಿನ ಅದ್ಭುತ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವವ್ಯಾಪಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ತಮ್ಮ ಕಥೆಗಳ ಮೂಲಕ ಸೆರೆಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ. ಒಬ್ಬ ವೈದ್ಯರಾಗಿ ತಾವು ನೋಡಿದ ರೋಗಿಗಳ ವಿವಿಧ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ರೋಗ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿ ಇಡುವುದರ ಬದಲಾಗಿ, ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಅವರ ಜೀವನ ಕಥೆಗಳನ್ನು, ರೋಗದ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಕಥಾನಕಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

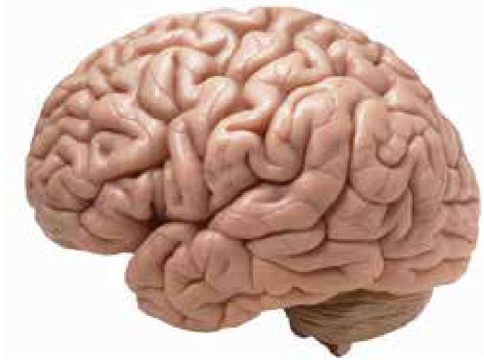
ಮೆದುಳು ಒಂದು ಸಂಕೀರ್ಣ ಅಂಗ. ಇದರ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ ವಿವರಿಸಲು ಈ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸರಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದಾಗಿದೆ: http://faculty.washington.edu/chudler/chmodel.html https://ntp.neuroscience.wisc.edu/teacher-resources.html ಈ ಜಾಲತಾಣಗಳಲ್ಲಿ ನರವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಯಸ್ಸಿನ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪರಿಚಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತಹ ಅನೇಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಸಮೀಪದ ಯಾವುದಾದರೂ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿ, ಅಲ್ಲಿಯ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದಲ್ಲಿ ಫಾರ್ಮಲಿನ್ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಿಟ್ಟ ಮೆದುಳನ್ನು ನೋಡುವ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಕಲ್ಪಿಸಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 2. ಒತ್ತಲೆ ಶೂಲೆ (ಮೈಗ್ರೇನ್)ಯ ಸೆಳವಿನ ಸಚಿತ್ರ ನಿರೂಪಣೆ.

ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ತಾವು ಭೇಟಿ ಮಾಡಿದ ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿದ ಜನರ ಬಗ್ಗೆ ಅತೀವ ಅನುಕಂಪವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತಿದ್ದರು. 'ಅವಳಿಗಳು'[2] ಎನ್ನುವ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ 1960 ಮತ್ತು 70ನೇ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಅವರ ಬಳಿ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಅವಳಿ ಸಹೋದರರ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಗಣಿತ ಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಅವಳಿಗಳಿಗೆ ಇತರ ಅನೇಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಎಣಿಸುವ ಒಂದು ಅಂತರ್ಬೋಧೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಇತ್ತು. ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಒಂದು ಕೋಷ್ಟಕವನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು ಈ ಅವಳಿಗಳು ಹೇಳುತ್ತಾ ಹೋದ ಬಹು ಅಂಕಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸರಿಯೇ ತಪ್ಪೇ ಎಂದು ತಾಳೆ ನೋಡಿ ಅವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ನೋಡಿದರು. 10 ಅಂಕಿಗಳ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಒಬ್ಬರ ನಂತರ ಒಬ್ಬರು ಹೇಳುತ್ತಾ ಹೋಗುವಾಗ, ಈ ಅವಳಿಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದ ಅತ್ಯಂತ ಆಪ್ತ ಭಾವನಾತ್ಮಕ ಸಂಬಂಧ ಹೇಗೆ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಮನಮುಟ್ಟುವಂತೆ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸಮಾಜದ ಮುಖ್ಯವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ಇತರರೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಈ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಒಂದು ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಹೇಗೆ ಅವರ ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಇಲ್ಲವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೂಲಕ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಭಾಷಣೆ ನಡೆಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅಪರಿಮಿತ ಸಂತೋಷ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದ ಈ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ್ದು ಸರಿಯೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಎತ್ತುವ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು, ಇಂತಹ ಜನರ ಬಗ್ಗೆ ಸಮಾಜದ ಧೋರಣೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಚಿಂತಿಸಲು ಓದುಗರಿಗೆ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ರೋಗಿಗಳ ಪ್ರಕರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವೈದ್ಯರು ಬರೆಯುವ ದಾಖಲೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದ ಪರಾನುಭೂತಿಯ ಅಂತಃಕರಣ ನಮಗೆ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಸಿಗುತ್ತದೆ. ತಮ್ಮ ಬಳಿ ಶುಶ್ರೂಷೆಗೆ ಬಂದ ಜನರನ್ನು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಕೇವಲ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಅಚ್ಚರಿಗಳಾಗಿ, ಅಥವ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿ, ವರ್ಗೀಕರಿಸಿ, ಶುಶ್ರೂಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಬೇಕಾದವರು ಎಂದು ಮಾತ್ರ ನೋಡದೆ, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಗಣಿತ ಪರಿಣತ ಅವಳಿಗಳ ಕಥೆಯಂತೆ ಏಳು ಬೀಳುಗಳಿರುವ, ಸುಖ ದುಃಖಗಳುಳ್ಳ, ಸಂಬಂಧಗಳು ಮತ್ತು ದುರ್ಘಟನೆಗಳ ಸುಳಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಲುಕಿಕೊಳ್ಳುವ ನೈಜ ಕಥೆಗಳ ನೈಜ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಾರೆ.

ಮೆದುಳಿನ ಬಗ್ಗೆ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಆಸಕ್ತಿ ಬಹುಶಃ ಅವರ ಮನೆಯಿಂದಲೇ ಶುರುವಾಗಿರಬೇಕು. ಲಂಡನ್‌ನ ವೈದ್ಯ ದಂಪತಿಗಳ ನಾಲ್ಕು ಜನ ಪುತ್ರರಲ್ಲಿ ಮೂರನೆಯವರಾದ ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಹುಟ್ಟಿದ್ದು 9, ಜುಲೈ 1933. ಅವರಿಗೆ ಏಳು ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಾದಾಗ ಲಂಡನ್ ನಾಜ಼ಿ ಜರ್ಮನಿಯ ವಿಮಾನ ದಾಳಿಗೆ (Blitz) ತುತ್ತಾಯಿತು. ತಮ್ಮ ಆತ್ಮಚರಿತ್ರೆ **'ಅಂಕಲ್ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್'**[3]ನಲ್ಲಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಬಾಲ್ಯದ ಈ ದಿನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮತ್ತು ಆವರ್ತಕ ಕೋಷ್ಟಕ ಹಾಗು ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗೆ ಜೀವನಪರ್ಯಂತದ ಆಕರ್ಷಣೆ ಹೇಗೆ ಹುಟ್ಟಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಜಗತ್ತನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಇರುವ ಸ್ವತಂತ್ರ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಶ್ನಿಸುವ ಗುಣದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಮನಗಾಣಲು ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ.

> ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಪರಿಚಯ ಇರುವ ಮಕ್ಕಳ ಜೊತೆ ನೀವು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಅವಳಿಗಳ ಕಥೆಯನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಏರಿಕೆ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೇಳಬಹುದು. ಮೊದಲಿಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇದನ್ನು ತಮಗೆ ತಿಳಿದಂತೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಿ; ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಭಾಗಿಸುವ ಮೂಲಕ, ಇತ್ಯಾದಿ. ನಂತರ ಅವರಿಗೆ 'ಎರತೊಸ್ತೆನೆಸ್‌ನ ಜಾಲರಿ' ('Sieve of Eratosthenes') ವಿಧಾನವನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಿ (http://www.geeksforgeeks.org/sieve-of-eratosthenes/), ಮತ್ತು ಈ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಹೇಳಿರಿ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಅವರಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ಹಿಡಿಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಇಡಲು ಹೇಳಿ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ ಅವಳಿಗಳು ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಅಂತರ್ಬೋಧೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದ ಗುರುತಿಸಲು ಹಿಡಿದ ಸಮಯದ ಜೊತೆಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಲು ಹೇಳಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 3. ಮನುಷ್ಯನ ಮೆದುಳು. ಮೂಲ: wonderingpilgrim. URL: https://wonderingpilgrim.files.wordpress.com/2015/01/brain1.jpg.

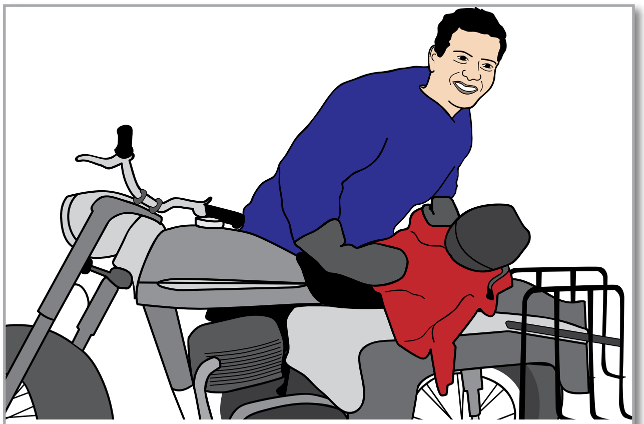
ವಿಮಾನ ದಾಳಿಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರಿಗೆ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುವ ವಯಸ್ಸಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಯುದ್ಧಾನಂತರ 1950ರ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಆಕ್ಸ್‌ಫರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸೂತಿ ತಜ್ಞರಾಗಿ ಅರ್ಹತೆ ಪಡೆಯಲು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಆದರೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ತಮ್ಮ ಇಬ್ಬರು ಬಹು ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ನರವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ತಮ್ಮ ಕಲಿಕೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿ ಆಯ್ದುಕೊಂಡರು. ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ತಮ್ಮ ಈ ಇಬ್ಬರು ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರನ್ನು ತಮ್ಮ ಆತ್ಮಚರಿತ್ರೆ **'On The Move: A Life'** ನಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರೀತಿ ಮತ್ತು ಕೃತಜ್ಞತೆಯಿಂದ ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ – ಒಬ್ಬರು ಅವರಿಗೆ ಗಮನಿಸಿ ನೋಡಲು ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಅಂತರ್ಬೋಧೆ ಬಳಸಲು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರೆ, ಇನ್ನೊಬ್ಬರು ಒಬ್ಬ ರೋಗಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವರ್ತನೆಗಳ ಹಿಂದೆ ಅಡಗಿರಬಹುದಾದ ದೈಹಿಕ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಹೇಳಿಕೊಟ್ಟರು[4].

ತಮ್ಮ ಅಂತಃಪ್ರಜ್ಞೆಯ ಮೂಲಕ ನರ ಸಂಬಂಧಿ ಕಾಯಿಲೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದಾದ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ ರೀತಿಯು ಪದೇ ಪದೇ ಅವರ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಸಿಗುತ್ತದೆ. ಅವರ **'Awakenings'**[5] ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಣಸಿಗುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 40 ವರ್ಷಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಮಯ ಕೋಮಾ ತರಹದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಅನೇಕ ರೋಗಿಗಳನ್ನು ಎಬ್ಬಿಸಲು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದ L–Dopa ಎಂಬ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಕುರಿತು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ರೋಗಿಗಳು ಹೇಗೆ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತಿದ್ದರು, ಅದರ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಪ್ರಜ್ಞೆ ಮರುಕಳಿಸಿದಾಗ ಅವರು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತನ್ನು ಹೇಗೆ ಗ್ರಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು, ಹೇಗೆ ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುತ್ತಿದ್ದರು, ಮತ್ತು ಆ ಔಷಧಕ್ಕೆ ಅವರ ವಿವಿಧ ವರ್ತನಾ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅವರು ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ. 1973ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಿನೇಮಾ ತಯಾರಿಸಲಾಯಿತು ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಹೆಸರು ಅಮೇರಿಕಾದಲ್ಲಿ ಜನಜನಿತವಾಯಿತು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ ಬೆಳೆದ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು 1961ರಿಂದ ಅಮೇರಿಕಾದಲ್ಲಿ ವಾಸವಾಗಿದ್ದರು. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೋಗಲಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತ ಚಿಕಿತ್ಸಾ ವಿಧಾನವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ವೈದ್ಯರಾಗಿ ಅವರು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಪ್ರಧಾನ ಕೆಲಸವಾಗಿತ್ತು. ಅವರ ತಮ್ಮನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಆದಂತೆ, ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಮನೋರೋಗ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಔಷಧಿಯ ಬಳಕೆಗೆ ಮಾನ್ಯತೆ ಒದಗಿಸಿದರು. ಅವರ ತಮ್ಮ ಮೈಕಲ್‌ಗೆ ಹದಿಹರೆಯದಲ್ಲೇ ಸ್ಕಿಝೋಫ್ರೇನಿಯಾ ಇತ್ತು ಹಾಗಾಗಿ ಸಮಾಜದ ನಿರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಅವನಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ತನ್ನ ತಮ್ಮನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಅವನಿಗೆ ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿ ಸಹಾಯ ಮಾಡಲು ತನಗಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಅಸಹಾಯಕತೆಯನ್ನು

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ದೃಷ್ಟಿಭ್ರಮೆಯ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಿ. ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಲ್ಲಿ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಲಭ್ಯ ಇವೆ.

1. http://www.optics4kids.org/home/content/illusions/
2. http://www.michaelbach.de/ot/

ನಾವು ಇವುಗಳು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಭ್ರಮೆಗಳಿಗೆ ಏಕೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತೇವೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮಂಡಿಸಲು ಹೇಳಿ. ಅವರು ಒಂದು ಕಣ್ಣು ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ಈ ಭ್ರಮೆ ಹಾಗೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆಯೇ ಎಂದು ಕೇಳಿ. ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟ ಲಿಂಕ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಚಿತ್ರವೊಂದನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ನೀವಿದನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ತಮ್ಮ ಇನ್ನೊಂದು ಕಣ್ಣು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಇನ್ನೊಮ್ಮೆ ಮಾಡಲು ಹೇಳಿ. ಇದರಿಂದ ನೀವು ಯಾವ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತೀರಿ? ಇತರ ದೃಷ್ಟಿಭ್ರಮೆ ಚಿತ್ರಗಳಿಗೂ ಇದು ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತದೆಯೇ? ದೃಷ್ಟಿಭ್ರಮೆಗಳು ಭ್ರಾಂತಿಗಳಿಗಿಂತ ಹೇಗೆ ಭಿನ್ನ? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಅಥವಾ ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಮಾಡಬಹುದು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಹೊಸ ಆಲೋಚನೆಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ. ಆದರೆ ಗಮನಿಸಿ: ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಯಾವುದೇ ಪ್ರಯೋಗ ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲು ಅವರು ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸುವಂತೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.



ಚಿತ್ರ 4. ಬೈಕ್ ಸವಾರ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್

ಅಂಗ ಭ್ರಮೆಯಿಂದ (Phantom Limb Phenomenon) ಬಳಲುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ತನ್ನ ದೇಹದ ಭಾಗವೊಂದು ಇಲ್ಲದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಅದು ಇದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತಾನೆ. ರೋಗ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನೋಡಿದಾಗ ಇದು Body Integrity Identity Disorderಗೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿರುವ ಸಮಸ್ಯೆ. ಅಂಗ ಭ್ರಮೆಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಮನಸ್ಸು ಮತ್ತು ದೇಹದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು, ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಭಾಗಗಳು ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ನಿರೂಪಿತಗೊಂಡಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಳಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಬಳಸಿ, ಇದನ್ನು ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ವಿವರಿಸಬಹುದು: http://brainu.org/phantom-limb.

ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ; ಆದರೆ ಬಹಳ ನಿತ್ರಾಣಗೊಳಿಸುವ ಮನೋವಿಕಾರ ಮತ್ತು ಭ್ರಾಂತಿಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಔಷಧಿಯ ಪಾತ್ರದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಎತ್ತಿಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ.[6]

ಟುರೆಟ್ಟ್ (Tourette) ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ಸಮಸ್ಯೆಯಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದ ರೇಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಔಷಧಿಯ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿದರು. ಟುರೆಟ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ಸಮಸ್ಯೆಯಿಂದ ಬಳಲುವ ಜನರಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಏಕಾಏಕಿ, ಮಾಡಿದ್ದನ್ನೇ ಮಾಡುವ, ಆದರೆ ಲಯಬದ್ಧವಲ್ಲದ ದೈಹಿಕ ಚಲನೆಗಳು (motor tics) (ಸ್ನಾಯುಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಉಚ್ಚಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ಹಠಾತ್ತಾದ ಅನೈಚ್ಛಿಕ ಸೆಳೆತ) ಲಯಬದ್ಧವಲ್ಲದ ಉಚ್ಚಾರಣೆಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. 'Witty Ticcy Ray'[7] ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ರೇ ಅವರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೀಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತಾರೆ: 'ರೇ ಅವರ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿ ಅತಿಯಾದ ಆವೇಗಯುಕ್ತ ಪ್ರವೃತ್ತಿ, ಹಠಾತ್ ಎಳೆತ, ಸೆಳೆತಗಳು, ವಿಲಕ್ಷಣ ಹಾವಭಾವಗಳು, ವಿಚಿತ್ರ ಮುಖಭಾವಗಳು, ವಿಚಿತ್ರ ಸದ್ದುಗಳು, ಬೈಗುಳು, ಅನೈಚ್ಛಿಕ ಅನುಕರಣೆಗಳು, ಮತ್ತು ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯ ಒತ್ತಂಬಗಳು ಇರುತ್ತವೆ[7]. ಔಷಧಿ ಆತನ ರೋಗಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತಿತ್ತು ನಿಜ, ಆದರೆ ಅದು ಆತನ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದ ಸಹಜತೆಯನ್ನು ಕೂಡ ಇಲ್ಲವಾಗಿಸಿ, ಆತನ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವನ್ನೇ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿಬಿಟ್ಟಿತ್ತು.' ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಿಜವಾದ ರೇ ಯಾರು ಎಂದು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಬಹಳಷ್ಟು ಬಾರಿ ಅಚ್ಚರಿ ಪಟ್ಟಿದ್ದಿದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಮಾನವೀಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬರೆದ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿವರಣೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಬರವಣಿಗೆಯು ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಆಧುನಿಕ ಔಷಧ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಸಾಮಾಜಿಕ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯ ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಒಗ್ಗೂಡಿಸುವಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ.

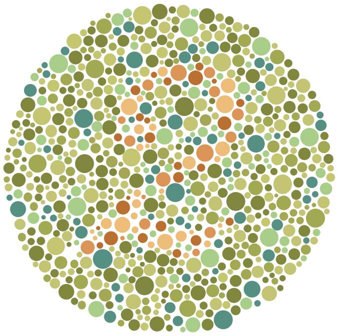
ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಅಮೇರಿಕಾ ವಾಸದ ಆರಂಭದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯವೃತ್ತಿ ಮತ್ತು ರೋಗಿಗಳೊಂದಿಗಿನ ಸಮಾಲೋಚನೆಯ ಜೊತೆ ಜೊತೆಗೇ ಬೈಕು ಹತ್ತಿ ಅಮೇರಿಕಾದ ಒಳನಾಡುಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುವ ಹವ್ಯಾಸವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ವೇಗವಾಗಿ ಬೈಕು ಓಡಿಸುವ, ಕಾಡುನಾಡುಗಳನ್ನು ಸುತ್ತುವ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದಾಗಿ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅಪಘಾತಕ್ಕೂ ಒಳಗಾಗುವ ಅವರನ್ನು ಕಂಡ ಜನರು ಅವರು ವೈದ್ಯರು ಎಂದು ತಿಳಿದಾಗ ಆಶ್ಚರ್ಯಪಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು 1984ರಲ್ಲಿ ಬರೆದ **A Leg To Stand On**[9] ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನಾರ್ವೆ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅವರು ಮಾಡಿದ ಸುತ್ತಾಟವನ್ನು, ಅಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಗೂಳಿಯೊಂದು ಓಡಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದುದನ್ನು, ಅದರಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಓಡಿ ಕಮರಿಗೆ ಬಿದ್ದು ಕಾಲುಮುರಿದುಕೊಂಡಿದ್ದನ್ನು ಸ್ಮರಿಸುತ್ತಾರೆ. ತಮ್ಮ ಕಾಲಿನ ಮೂಳೆ ಮುರಿತದಿಂದ ಚೇತರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಹೇಗೆ ತಮ್ಮ ಕಾಲು ತಮ್ಮ ದೇಹದ ಭಾಗವಾಗಿಲ್ಲ ಎಂಬ ವಿಚಿತ್ರ ಅನುಭವ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ Body Integrity Identity Disorder ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. (ಈ ರೋಗ ಲಕ್ಷಣವಿದ್ದಾಗ ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು ಅಲ್ಲಿ ಏಕೆ ಇವೆ, ಅವು ಅಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ದೇಹ ಮತ್ತು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಇರುವ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.[9]) ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದ ಇನ್ನೊಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಮುಖ ಎಂದರೆ ಅವರು ಭಾರ ಎತ್ತುವ ಪಂದ್ಯ ಮಲ್ಲರಾಗಿದ್ದದು.[10] ವಯಸ್ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಬೈಕು ಮತ್ತು ಗೂಳಿಗಳ ಒಡನಾಟದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಅಪಘಾತಗಳ ಕಾರಣಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ವಯೋಸಹಜ ದಣಿವಿನ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅವರು ಈ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಹಿನ್ನೆಲೆಗೆ ಸರಿಸಬೇಕಾಯಿತು.

ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬಹಳ ಮಂದಿ ಓದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು ಬಹುವಾಗಿ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದದ್ದು ಸಸ್ಯಜಗತ್ತು ಮತ್ತು

ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಹಸಿರು ವರ್ಣಾಂಧತೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು, ಇಶಿಹಾರ (Ishihara) ವರ್ಣಾಂಧತೆಯ ಕಾರ್ಡುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿರಿ. ಅವು ಈ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯ ಇವೆ: http://colorvisiontesting.com/ishihara.htm.

ಕಣ್ಣುಗಳು ಹೇಗೆ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಮೆದುಳಿನ ಭೌತಿಕ ಮಾದರಿಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಈ ಕಾರ್ಡುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ, ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸುಲಭವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಕೃತಿ ಚರಿತ್ರೆ ಆದರೂ ಅವರ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಅಡಿ ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕಾವ್ಯದ ತನಕದ ಅವರ ಈ ವಿಶಾಲ ಓದಿನ ಸಾರಸಂಗ್ರಹಿ ಅಭಿರುಚಿಗೆ ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿವೆ. ಅವರು ತಮ್ಮ ನೋಟುಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ಪೆನ್ಸಿಲ್ ಇಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲಿಗೂ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಏನೇ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ವಿಚಾರ ಕಂಡುಬಂದರೂ ಅದನ್ನು ದಾಖಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ '**Island of the Colour-blind and Cycad Island**'[12] ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ, ಶಾಂತ ಮಹಾಸಾಗರದಲ್ಲಿರುವ ದ್ವೀಪಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಜನರ ಬಗ್ಗೆ ಎರಡು ರೋಚಕ ಕಥೆಗಳಿವೆ. ಪಿಂಜ್‌ಲಾಪ್ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜನರು ಸಂಪೂರ್ಣ ವರ್ಣಾಂಧತೆಯಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದರು. ಮೂರು ಸಾವಿರದಷ್ಟು ಜನರಿದ್ದ ಈ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇ.5 ರಷ್ಟು ಜನರಲ್ಲಿ ಈ ಸಮಸ್ಯೆ ಇತ್ತು; ಅಂದರೆ ಅವರು ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತನ್ನು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದುದು ಕೇವಲ ಕಪ್ಪು, ಬಿಳುಪು ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಛಾಯೆಯ ಬೂದು ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ. ಇದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಜಗತ್ತಿನ ಪ್ರತಿ 30,000 ಜನರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಮಾತ್ರ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ದ್ವೀಪವಾಸಿಗಳ ಈ ವಿಚಿತ್ರ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದ್ದು 1775ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಈ ದ್ವೀಪಕ್ಕೆ ಅಪ್ಪಳಿಸಿದ ಚಂಡಮಾರುತ



ಚಿತ್ರ 5. ವರ್ಣಾಂಧತೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲನೆಗೆ ಬಳಸುವ ಇಶಿಹಾರ ಕಾರ್ಡಿನ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

ಮತ್ತು ಅದರಿಂದಾಗಿ ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಈ ದ್ವೀಪವಾಸಿಗಳ ವಂಶವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ಆದ ಮಾರ್ಪಾಡು ಎಂದು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಗುರುತಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಕತೆ ಇರುವುದು ಶಾಂತ ಮಹಾಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಗುಆಮ್ ಎಂಬ ಬಲು ವಿದೂರ ದ್ವೀಪವಾಸಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ. ಇವರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಯಸ್ಸಾದವರನ್ನು ಕಾಡುವ, ಮೆದುಳು ಕೋಶಗಳ ನಶಿಸುವಿಕೆಯಿಂದ ನೆನಪಿನ ಶಕ್ತಿ ಕ್ಷೀಣವಾಗಿ ಮರೆಗುಳಿತನ ಅಡರುವ ಮತ್ತು ದೇಹದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳು ಕ್ಷೀಣಗೊಳ್ಳುವ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ಎಳವೆಯಲ್ಲೇ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಾರೆ. ಈ ದ್ವೀಪವಾಸಿಗಳಲ್ಲಿದ್ದ ಮರೆಗುಳಿತನದ ಪ್ರಮಾಣ ಜಗತ್ತಿನ ಇತರೆಲ್ಲೆಡೆ ಇರುವ ಮರೆಗುಳಿತನದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ನೂರು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನದಾಗಿತ್ತು. ಈ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ತುತ್ತಾಗಿ ಸತ್ತವರ ಮೆದುಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿದಾಗ ಕಂಡುಬಂದ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಅವರ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕದ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿತ್ತು. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಂದುವರಿಸಿದಾಗ ಕಂಡುಬಂದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಈ ರಾಸಾಯನಿಕವು ಈ ದ್ವೀಪವಾಸಿಗಳು ತಿನ್ನುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬಾವಲಿಯಿಂದ ಇವರ ದೇಹಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಎಂಬುದು. ಈ ಬಾವಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರಲು ಕಾರಣವಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳು ತಿನ್ನುತ್ತಿದ್ದ ಈ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಸೈಕಾಡ್ ಎಂಬ ಮರದ ಹಣ್ಣು. ಈ ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಈ ರಾಸಾಯನಿಕದ ಪ್ರಮಾಣ ಅಧಿಕವಾಗಿತ್ತು. ಕ್ರಮೇಣ ಈ ಬಾವಲಿಗಳನ್ನು ಅತಿಯಾಗಿ ಬೇಟೆಯಾಡಿದ ಕಾರಣಕ್ಕೆ ಅವುಗಳ ಸಂತತಿಯೂ ನಶಿಸಿ, ಈ ರೋಗಲಕ್ಷಣ ಕೂಡ ಈ ದ್ವೀಪದಿಂದ ಮರೆಯಾಯಿತು.

ವರ್ಣಾಂಧತೆ ಅನುವಂಶೀಯವಾಗಿ ಹೇಗೆ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ನೀವು ಒಂದು ಸರಳ ವಂಶವೃಕ್ಷವನ್ನು (ಪೀಳಿಗೆ ನಕ್ಷೆ) ಬಳಸಬಹುದು. ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್, ಡಿ.ಎನ್.ಎ., ಇತ್ಯಾದಿ ವಿವರಗಳಿಗೆ ಹೋಗದೆ, ಸರಳವಾಗಿ ಅನುವಂಶೀಯತೆಯ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಚಂಡಮಾರುತಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಬದುಕುಳಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ವರ್ಣಾಂಧರಾಗಿದ್ದ ಕಾರಣಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಇವರು ತಮ್ಮತಮ್ಮಲ್ಲೇ ಮದುವೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಸಂತಾನ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಿದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ನಂತರದ ಪೀಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ವರ್ಣಾಂಧತೆ ಹೇಗೆ ತಲೆದೋರಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಪೀಳಿಗೆ ನಕ್ಷೆಯ ಮಾದರಿಯ ಮೂಲಕ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

> ಸೈಕಾಡ್ ಮರದ ಹಣ್ಣಿನ ಸೇವನೆಯಿಂದಾಗಿ ಉಂಟಾದ ಮರೆಗುಳಿತನವನ್ನು ಆಹಾರ ಸರಪಳಿಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಒಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದು.

ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಹಲವಾರು ವಿವರಣೆ ಮತ್ತು ದಾಖಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಲಿಟಿಕೋ ಬೊಡಿಗ್ (Lytico-bodig) ಎಂಬ ಕಾಯಿಲೆಯು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಒಳ್ಳೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುವುದು ಏಕೆ ಮುಖ್ಯ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನವೆನ್ನುವುದು ವಿವರವಾದ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆಯೇ ಬೆಳೆಯುವಂತಹುದು ಮತ್ತು ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿವೀಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಹುಟ್ಟುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಅಸಂಗತ ಎನ್ನಿಸುವ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ಆಧಾರರಹಿತವಾದುವುಗಳನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ತಮ್ಮ '**Awakenings**' ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿದ ಪರಿವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳು 'ಮೆದುಳು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ' ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಮೆದುಳಿನ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಜನಪ್ರಿಯಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಆಲಿವರ್ ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಆದ್ಯಪ್ರವರ್ತಕರಾಗಿದ್ದರು. ಇನ್ನೊಬ್ಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ನರಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಮತ್ತು ಬರಹಗಾರರಾದ ವಿಲಯನೂರ್ ರಾಮಚಂದ್ರನ್ ಅವರು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಬರವಣಿಗೆಯ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಕುರಿತು, ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವೇ ಇಲ್ಲದಂತೆ ಕಾಣುವ ಅಧ್ಯಯನ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಬೆಸೆಯುವ ಅವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಮತ್ತು ಇದರ ಮೂಲಕವಾಗಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಮತ್ತು ನರಶಾಸ್ತ್ರ ಎರಡನ್ನೂ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವಂತೆ ಪ್ರೇರೇಪಿಸುವ ಅವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ[13]. ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ ಮತ್ತು ಸಾವಿನ ಕುರಿತು ಗಂಭೀರ ಚಿಂತನೆ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈದ್ಯರೂ ಮತ್ತು ಬರಹಗಾರರೂ ಆಗಿರುವ ಡಾ. ಅತುಲ್ ಗಾವಂಡೆಯವರು, 'ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಿಗೆ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಬಂಧಿ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲು ತಮ್ಮನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿದ್ದು ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ತಾನು ಕಂಡ ಮಾನವೀಯತೆ' ಎಂದು ಸ್ಮರಿಸುತ್ತಾರೆ[14]. ಬಹು ಜನಪ್ರಿಯ ಬರಹಗಾರಾದ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಸುಮಾರು 25 ಭಾಷೆಗಳಿಗೆ ತರ್ಜುಮೆಗೊಂಡಿವೆ. ಆದರೆ ವಿಷಾದದ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ, ಇವು ಯಾವುದೇ ಭಾರತೀಯ ಭಾಷೆಗೆ ತರ್ಜುಮೆಗೊಂಡಿಲ್ಲ[15] ಮತ್ತು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರು ಕಣ್ಣಿನ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ನಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದರು. ಅದು ಉಲ್ಬಣಗೊಂಡು 30ನೇ ಅಗಸ್ಟ್ 2015ರಂದು ತಮ್ಮ 82ನೇ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಇಹಲೋಕ ತ್ಯಜಿಸಿದರು.[16] ಮರಣಶಯ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಅವರಿಗೆ ಕಥೆ ಹೇಳಬೇಕೆಂಬ ತಮ್ಮ ತುಡಿತ ಬಿಟ್ಟುಕೊಡಲಾಗದೆ, ತಾವು ಸಣ್ಣ ಹುಡುಗನಾಗಿದ್ದಾಗ ತಮ್ಮ ತಾಯಿ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಮೀನಿನ ಖಾದ್ಯವೊಂದನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಂಡು ಅವರು ಪ್ರಸಿದ್ಧ 'ನ್ಯೂಯಾರ್ಕರ್' ನಿಯತಕಾಲಿಕೆಗೆ ಒಂದು ಲೇಖನ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ[17]. ಈ ಲೇಖನವು ನಮಗೆ ಡಾ. ಸ್ಯಾಕ್ಸ್ ಅವರ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತು ಅನ್ವೇಷಣೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ಮನೋವೃತ್ತಿ, ತಮ್ಮ ಆರೈಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಜನರ ಬಗ್ಗೆ ಅಪರಿಮಿತ ಪರಾನುಭೂತಿ ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಸುದೀರ್ಘ ಜೀವನ ಪಯಣದ ಕೊನೆಗೆ ಸಾವಿನೊಂದಿಗೆ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿ ಮಣಿಯುವ ಪರಿ ಮತ್ತು ಒಂದು ಜಾಗತಿಕ ಓದುಗವರ್ಗದೊಂದಿಗೆ ಇನ್ನಿಲ್ಲದಂತೆ ಬೆಸೆಯಬಲ್ಲ ಅವರ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವನ್ನು ತೆರೆದಿಡುತ್ತದೆ.

References

1. Bibliography of Oliver Sacks' Books – www.oliversackscom/books-by-oliver-sacks/
2. Sacks, O. (1986) "The Twins" *In The Man Who Mistook His Wife For a Hat*. Picador. pp. 204 – 224
3. Sacks, O. (2001) *Uncle Tungsten: Memories of a Chemical Boyhood*. Picador.
4. Sacks, O. (2015). *On the Move: A Life*. Picador. pp. 33-37
5. Sacks, O. (1992). *Awakenings*. Picador.
6. Sacks, O. (2015). *On the Move: A Life*. Picador. pp. 56-65, 209, 314-320
7. Sacks, O. (1986) "Witty Ticcy Ray" *In The Man Who Mistook His Wife For a Hat*. Picador. pp. 97-107
8. Sacks, O. (2015). *On the Move: A Life*. Picador. pp. 81-95
9. Sacks, O. (1984) *A Leg to Stand On*. Picador.
10. Sacks, O. (2015). *On the Move: A Life*. Picador. pp. 98-101
11. Ramachandran, V. & S. Blacksee (1998) *Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*. William Marrow.
12. Sacks, O. (1996). *Island of the Colour Blind and Cycad Island*. Picador.
13. Raghavan, R.K. (2015, September 9). Oliver Sacks: Neurologist, writer, healer. *The Hindu*. Retrieved from: http://www.thehindu.com/opinion/op-ed/neurologist-writer-healer/article7629878.ece
14. Gawande, Atul (2015, September 14) Oliver Sacks. *The New Yorker*. Retrieved from: http://www.newyorker.com/magazine/2015/09/14/oliver-sacks

15. Anon. (2015, February 19) Oliver Sacks describes learning he has terminal cancer: 'My luck has run out'. Retrieved from: http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/northamerica/usa/11423998/Oliver-Sacks-describes-learning-he-has-terminal-cancer-My-luck-has-run-out.html
16. Cowles, Gregory (2015, August 30). Oliver Sacks, the neurologist who wrote about the Brain's Quirks, dies at 82. Retrieved from: http://www.nytimes.com/2015/08/31/science/oliver-sacks-dies-at-82-neurologist-and-author-explored-the-brains-quirks.html
17. Sacks, O. (2015, September 14) Filter Fish. Retrieved from: http://www.newyorker.com/magazine/2015/09/14/filter-fish

ಬೆಂಗಳೂರಿನ 'ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಲರ್ನಿಂಗ್'ನಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿರುವ **ತೇಜಸ್ವಿ ಶಿವಾನಂದ್** ಅವರು ಹಿರಿಯ ತರಗತಿಗಳಿಗೆ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನ, ಸಂಖ್ಯಾವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಭೂಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಶಾಲಾ ಗ್ರಂಥಾಲಯ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ **ಮಿಂಚಂಚೆ:** dumaketu@gmail.com. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ.

ನಾವೇನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆಯೋ ಅದೇ ನಾವು

ನೆನಪುಗಳ ಅನಾವರಣ

ಭಕ್ತಿ ಡೊಂಗಾಂವ್ಕರ್

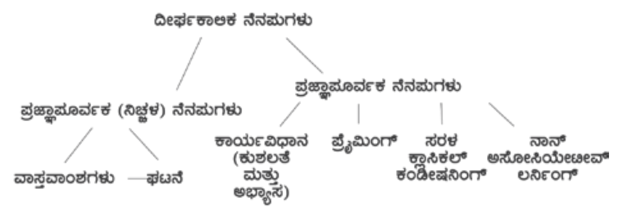
ನಮ್ಮ ಮೆದುಳು ದಾಖಲಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಎಂದಿಗೂ ನಿಲ್ಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಅಗಾಧ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ನಿರಾಯಾಸವಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅದು ಹೇಗೆ ಸಾಧಿಸುತ್ತದೆ? ಮತ್ತು ನೆನಪುಗಳು ಯಾಕಿಷ್ಟು ಮುಖ್ಯ? ನಮ್ಮ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ನೆನಪುಗಳ ಪಾತ್ರ ಮತ್ತು ಈ ನೆನಪುಗಳು ಏನನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ ಎನ್ನುವುದರ ಒಳನೋಟವನ್ನು ಲೇಖಕರು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ನೀಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಮೊದಲ ದಿನ ನಿಮಗೆ ನೆನಪಿದೆಯೇ? ನಿಮ್ಮ ತರಗತಿ ಕೊಠಡಿ ನೋಡಲು ಹೇಗಿತ್ತು ಎಂದು ಒಮ್ಮೆ ಕಣ್ಮುಂದೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ. ನಿಮ್ಮ ಸಮವಸ್ತ್ರ (ಯೂನಿಫಾರ್ಮ್) ಯಾವ ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿತ್ತು? ನಿಮ್ಮ ಜೊತೆ ಶಾಲೆಗೆ ಯಾರು ಬಂದಿದ್ದರು? ನೀವು ಅಳುತ್ತಿದ್ದಿರಾ? ನಿಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರು ನೋಡಲು ಹೇಗಿದ್ದರು? ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಕೆಲವರಿಗೆ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿನ ಮೊದಲ ದಿನದ ನೆನಪುಗಳು ಎಷ್ಟು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಟ್ಟುವಂತೆ ಇರುತ್ತದೆಂದರೆ, ಜೀವನದ ನಂತರದ ದಿನಗಳಲ್ಲೂ ಗಾಢ ಸವಿನೆನಪಾಗಿ ಉಳಿದಿರುತ್ತವೆ. ನಿಮ್ಮ ಶಾಲೆಯ ಮೊದಲ ದಿನ ನೆನಪಿಗೆ ಬರದಿದ್ದರೆ, ತಲೆ ಕೆಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಡಿ! ಅದು ಮರೆತು ಹೋಗಿರುವುದಕ್ಕೂ ಬಲವಾದ ಜೈವಿಕ ಕಾರಣವೊಂದಿದೆ, ಅದನ್ನು ನಾನು ಮುಂದೆ ವಿವರಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಈಗ ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನಿಸೋಣ ನಿಮ್ಮ ಅತ್ಯಂತ ಸಂಭ್ರಮದ ಹುಟ್ಟುಹಬ್ಬದ ದಿನವನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಆ ವರ್ಷ ನಿಮ್ಮ ವಯಸ್ಸೆಷ್ಟು ಆಯಿತು? ನೀವು ಕೇಕ್ ಕತ್ತರಿಸಿದ್ದಿರಾ? ಅದರ ಫ್ಲೇವರ್ ಏನಿತ್ತು? ಆ ಹುಟ್ಟುಹಬ್ಬದ ಸಂಭ್ರಮದಲ್ಲಿ ಆ ದಿನ ನಿಮ್ಮೊಂದಿಗೆ ಖುಷಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡವರು ನಿಮ್ಮ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿದ್ದಾರೆಯೇ? ನೀವು ಎಂತಹ ಉಡುಪು ಧರಿಸಿದ್ದಿರಿ?

ಶಾಲೆಯ ಮೊದಲ ದಿನದ ಅಥವಾ ಸಂತೋಷದಾಯಕ ಹುಟ್ಟುಹಬ್ಬದ ದಿನದ ನೆನಪುಗಳು ಜೀವನದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂದರ್ಭ ಅಥವಾ ಸನ್ನಿವೇಶದ ನೆನಪುಗಳಾಗಿದ್ದು, ಹಾಗಾಗಿ ಅವನ್ನು ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪು (ಎಪಿಸೋಡಿಕ್ ಮೆಮೊರಿ) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮೇಲ್ಕಂಡ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದಂತಹ ನಮ್ಮ ಜೀವನದ ಮಹತ್ವವಾದ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಕಾಲದ ನಂತರವೂ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಸಾಧಾರಣ ವಿಚಾರಗಳು ಅಂದರೆ ಒಂದು ತಿಂಗಳ ಹಿಂದೆ ನಾನು ಬೆಳಗ್ಗೆ ಏನು ತಿಂಡಿ ತಿಂದಿದ್ದೆ ಎನ್ನುವುದು ನಮಗೆ ಬೇಗ ಮರೆತು ಹೋಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪು ಅಥವಾ ಎಪಿಸೋಡಿಕ್ ಮೆಮೊರಿ ಎನ್ನುವುದು ನೆನಪುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆ.

ಇನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ನೆನಪುಗಳಿವೆಯೇ?



ಚಿತ್ರ 1. ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ನೆನಪುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ

ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ನೆನಪುಗಳು

ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ನೆನಪುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆ– ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ನೆನಪು (ಎಕ್ಸ್‌ಪ್ಲಿಸಿಟ್ ಮೆಮೊರಿ) ಮತ್ತು ಅಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ನೆನಪು (ಇಂಪ್ಲಿಸಿಟ್ ಮೆಮೊರಿ) (**ಚಿತ್ರ** 1)

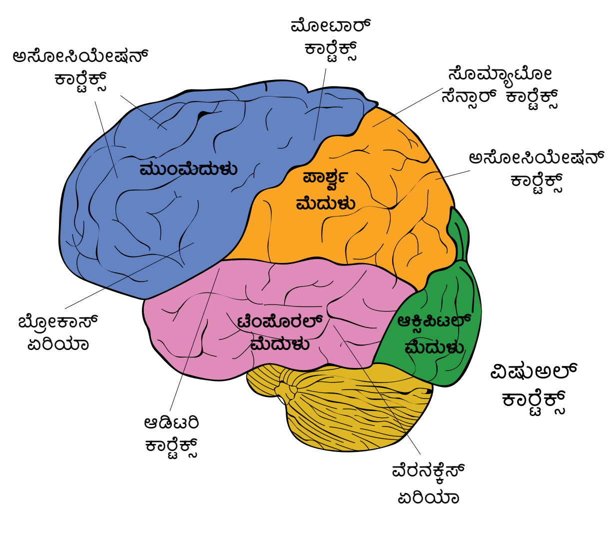
ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ (ನಿಚ್ಚಳ) ನೆನಪುಗಳು
ಯಾವುದೇ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ಅಥವಾ ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ (ನಿಚ್ಚಳ) ನೆನಪುಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ನೆನಪುಗಳನ್ನು ಯಾವಾಗ ಬೇಕಾದರೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಮತ್ತು ಶಬ್ದಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಜೊತೆಗೆ, ಅವು ನಮಗೆ ಏನು ತಿಳಿದಿದೆ ಮತ್ತು ಏನು ತಿಳಿದಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಅರಿವು ಮೂಡಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ನೆನಪುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯಿವೆ–

1. **ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪು /ಎಪಿಸೋಡಿಕ್ ಮೆಮೊರಿ** ಯಾವುದೇ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ನಡೆದಂತಹ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು, ಅಲ್ಲಿದ್ದ ಜನ, ಸ್ಥಳ, ಸಮಯ ಇವೆಲ್ಲದರ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪು ಅಥವಾ ಸ್ಮರಣೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ನಾವು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪುಗಳ ಸರಣಿಯಂತೆ ಹೀರುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತೇವೆ. ಹಿಂದೆ ಜರುಗಿದ ಘಟನೆಗಳ ನೆನಪುಗಳು ಮುಂದೆ ನಮಗೆ ನಿರ್ಧಾರ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಪರಾಮರ್ಶನೆಯ ಉಲ್ಲೇಖಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ.

2. **ಶಬ್ದಾರ್ಥಸಂಬಂಧಿ ನೆನಪು / ಸೆಮಾಂಟಿಕ್ ಮೆಮೊರಿ** ಎನ್ನುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಜಪಾನಿನ ರಾಜಧಾನಿ ಟೋಕಿಯೋ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯ (ಫೋಟೋಸಿಂಥೆಸಿಸ್) ಮೂಲಕ ಆಹಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವಂತಹ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ನೆನಪುಗಳು ಯೋಜನೆಗಳು ಮತ್ತು ವರ್ತನೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಾವು ಸಾಕಷ್ಟು ಬಾರಿ ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ಹೋದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ಕ್ರಮಗಳ ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತೇವೆ– ನಿಮ್ಮ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನು ಚೆಕ್ ಇನ್ ಮಾಡಿಸುವುದು, ಬೋರ್ಡಿಂಗ್ ಟಿಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು, ಭದ್ರತಾ ತಪಾಸಣೆಯನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವುದು ನಂತರ, ವಿಮಾನವನ್ನು ಏರುವುದು. ನಮ್ಮ ಜೀವನದುದ್ದಕ್ಕೂ ನಾವು ಮಾನಸಿಕವಾಗಿ ಇಂತಹ ಯೋಜಿತ ನಡೆಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತೇವೆ. ಇವು ನಮಗೆ ಸರಿಯಾದ ದಾರಿ ತೋರಿಸಿ, ನಾವು ಒಂದು ಕೆಲಸ ಅಥವಾ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಶ್ರಮವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಅಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ **ನೆನಪುಗಳು** ಅಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ನೆನಪುಗಳಿಗೆ ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ಚಿಂತನೆಯ ಅಗತ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ನಮ್ಮ ಅರಿವನ್ನು ನಿಲುಕದೆ, ಕೇವಲ ಅನುಭವದ ಬಲದಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಅವು ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯದಾಗಿವೆ:

1. **ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ನೆನಪು / ಪ್ರೊಸೀಜರಲ್ ಮೆಮೊರಿ**
ವಾಹನವನ್ನು ಓಡಿಸುವುದು, ಈಜುವುದು ಅಥವಾ ಟೈಪಿಂಗ್ ಇವೇ ಮುಂತಾದ ನಮ್ಮ ಕೌಶಲ್ಯ ಮತ್ತು ಅಭ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ನೆನಪಿನ ಬಲದಿಂದ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಮಾಂಸ ಖಂಡಗಳ ಸಮನ್ವಯವನ್ನು ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನ ಮೋಟಾರ್ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್ (**ಚಿತ್ರ** 2) ನೇರವಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ



ಚಿತ್ರ 2. ಮಾನವ ಮೆದುಳಿನ ಕವಚಗಳು (ಕಾರ್ಟೈಸಸ್)

2. **ಪ್ರೈಮಿಂಗ್** (ಹಿನ್ನೆಲೆ ಒದಗಿಸುವುದು) ಮುಂದೆ ಓದುವ ಮುನ್ನ ನೀವು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪದಗಳನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ (**ಚಿತ್ರ** 3)

RED	PLUM
BLUE	NECTARINE
ORANGE	PEAR
YELLOW	APPLE
GR______	GR______

ಚಿತ್ರ 3. ಈ ಎರಡೂ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ನೀವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದಗಳನ್ನು ಏಕೆ ತುಂಬುತ್ತೀರಿ?

ಯಾವುದೋ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ನಾವು ಒಳಗಾದಾಗ, ಅದು ನಾವು ತರುವಾಯದಲ್ಲಿ ಒಳಗಾಗುವ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ನಾವು ತೋರುವಂಥ ಸಂವೇದನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರೈಮಿಂಗ್ ಎನ್ನುವುದು ನಮ್ಮ ತರುವಾಯದ ಕೆಲವು ನಿರ್ಧಾರಗಳು, ಕಾರ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ನಡವಳಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವಂತಹ ಕೆಲವೊಂದು ಸಂಬಂಧಗಳು ಮತ್ತು ಯೋಚನಾ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಮುನ್ನೆಲೆಗೆ ತರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ.3 ರಲ್ಲಿ, ಬಣ್ಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು 'ಗ್ರೀನ್' ಎಂಬ ಪದ ಹಾಕುವಂತೆ ಪ್ರಭಾವಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹಣ್ಣುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು 'ಗ್ರೇಪ್' ಎಂಬ ಪದ ಹಾಕುವಂತೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೈಮಿಂಗ್ ಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವೀಡಿಯೋ ಇಲ್ಲಿದೆ: https://www.youtube.com/watch?v=5g4_v4JStOU.

3. ಹೊಸ ಹೊಸ ಸಂಬಂಧಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊಸ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಕಲಿಕೆಯೇ **ಕ್ಲಾಸಿಕಲ್ ಕಂಡೀಷನಿಂಗ್**. ಸಂಬಂಧವಿರದ ಎರಡು ಪ್ರಚೋದನೆಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಾಗ, ಅದು ಒಂದು ಹೊಸ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಇಯಾನ್ ಪಾವ್‌ಲಾವ್ ಎಂಬ ರಷ್ಯಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಈ ಕ್ಲಾಸಿಕಲ್ ಕಂಡೀಷನಿಂಗ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅತಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದರು. ಪಾವ್‌ಲಾವ್‌ರವರ ನಾಯಿಯು ಆಹಾರವನ್ನು ಕಂಡಕೂಡಲೇ ಜೊಲ್ಲು ಸುರಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಒಂದು ದಿನ ಪಾವ್‌ಲಾವ್‌ರವರು ತಂದ ಆಹಾರವನ್ನು ನೋಡುವ ಮುನ್ನವೇ ಅವರ ಹೆಜ್ಜೆ ಸಪ್ಪಳವನ್ನು ಕೇಳಿದ ಕೂಡಲೇ ಜೊಲ್ಲು ಸುರಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಇದನ್ನು ಅವರು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಮುಂದಾದರು. ಪ್ರತಿ ಸಲವೂ ಅವರು ನಾಯಿಗೆ ಆಹಾರವನ್ನು ಕೊಡುವ ಮುನ್ನ ಗಂಟೆಯನ್ನು ಹೊಡೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಹೀಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಲ ಊಟ ಮಾಡಿದ ಬಳಿಕ, ನಾಯಿಯು ಗಂಟೆಯ ಶಬ್ದಕ್ಕೂ ಊಟಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಇದರಿಂದ, ಆಹಾರವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಮೊದಲೇ ಗಂಟೆಯ ಶಬ್ದವನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆಯೇ

ಮಾನವರಲ್ಲಿ ಕ್ಲಾಸಿಕಲ್ ಕಂಡೀಷನಿಂಗ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಇನ್ನೆರಡು ವೀಡಿಯೋಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೋಡಿ: https://www.youtube.com/watch?v=Eo7jcI8fAuI. https://www.youtube.com/watch?v=OwBQIhg6CvE.

ಅದು ಜೊಲ್ಲು ಸುರಿಸಲು ಆರಂಭಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಆದ್ದರಿಂದ, ಗಂಟೆಯ ಶಬ್ದದಂತಹ ತಟಸ್ಥ ಪ್ರಚೋದನೆಯೇ, ಜೊಲ್ಲು ಸುರಿಸುವಿಕೆಯಂತಹ ಅನೈಚ್ಛಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪ್ರೇರಣೆಯಾಗಿದೆ. ಅಳುವುದು, ನಗುವುದು, ಚಳಿಯಾಗುವುದು ಇವೆಲ್ಲವೂ ಇಂತಹ ಇತರೆ ಅನೈಚ್ಛಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಾಗಿವೆ.

4. **ನಾನ್-ಅಸೋಸಿಯೇಟೀವ್ ಮೆಮೊರಿ**ಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಚೋದನೆ ನಮಗೆ ಪದೇಪದೇ ಎದುರಾದಾಗ, ಆ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ನಮ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಬಹುದು ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಬಹುದು. ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಅದನ್ನು ಹ್ಯಾಬಿಚುಯೇಷನ್ (ಅಭ್ಯಾಸ/ರೂಡಿ ಆಗುವುದು) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಗ್ರಂಥಾಲಯದಲ್ಲಿ ನೀವು ಓದುತ್ತಾ ಕುಳಿತ್ತಿದ್ದಾಗ, ಒಮ್ಮಿಂದೊಮ್ಮೆಲೆ ಭಾರಿ ಶಬ್ದ ಕೇಳಿದಾಗ ಕೂಡಲೇ ನೀವು ಬೆಚ್ಚಿಬೀಳುತ್ತೀರಿ. ಆದರೆ, ಮೇಲಿನ ಮಹಡಿಯಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಡ ಕಾಮಗಾರಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟೇ ಶಬ್ದ ಬಂದರೂ ನೀವು ಓದುವುದರಿಂದ ವಿಚಲಿತರಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ನಿಧಾನವಾಗಿ ನೀವು ಆ ಶಬ್ದವನ್ನು ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸಿ ಓದುವುದರತ್ತ ಗಮನ ಹರಿಸುತ್ತೀರಿ. ಇಲ್ಲಿ ಏನಾಗುತ್ತದೆಯೆಂದರೆ, ನೀವು ಆ ಶಬ್ದಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತೀರಿ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ನಮ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಅದನ್ನು ಸೆನ್ಸಿಟೈಸೇಷನ್ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂವೇದನೆ) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೀವು ನಿದ್ರೆಗೆ ತೊಡಗುವಾಗ, ನಲ್ಲಿಯೊಂದು ಸೋರಲು ಆರಂಭಿಸಿತು ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ. ಬೀಳುವ ಒಂದೊಂದು ಹನಿಯ ಸದ್ದು ನಿಮ್ಮ ಗಮನವೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಅದರತ್ತ ಸೆಳೆಯುತ್ತಾ ನಿಮ್ಮ ನಿದ್ದೆಗೆ ಭಂಗ ತರುತ್ತದೆ.

ಈ ಎರಡೂ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಅಲ್ಪಕಾಲಾವಧಿಯವಾಗಿದ್ದು, ಹ್ಯಾಬಿಚುಯೇಷನ್ (ರೂಢಿಯಾಗುವುದು) ಮತ್ತು ಸೆನ್ಸಿಟೈಸೇಷನ್ (ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗುವುದು) ದೀರ್ಘಕಾಲಾವಧಿಯವೂ ಆಗಬಹುದು ಮತ್ತು ವರ್ತನೆಯ ಮೇಲೆ ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲವು. ನಾವು ವಿಭಿನ್ನ ಕಾಲವಲಯಗಳ (Time zone) ನಡುವೆ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡಿದಾಗ ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ರೂಢಿಯಾಗುವಿಕೆಯ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮ ಶರೀರವು ಒಂದೆರಡು ದಿವಸ ಜೆಟ್ ಆಯಾಸ (ಜೆಟ್‌ಲ್ಯಾಗ್) ಅನುಭವಿಸುತ್ತದೆ ಆದರೆ

ಆ ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳ ಬಳಿಕ ನಿಧಾನವಾಗಿ ನಾವು ಹೊಸ ಕಾಲವಲಯದ ಹಗಲು ಮತ್ತು ರಾತ್ರಿಯ ನಿತ್ಯದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡುಬಿಡುತ್ತೇವೆ. ಮಾಜಿ ಸೈನಿಕನೊಬ್ಬ ಕಾರಿನ ಟೈರ್ ಸ್ಫೋಟದ ಶಬ್ದವನ್ನು ಕೇಳಿ ಗುಂಡಿನ ಶಬ್ದ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಮಲಗಿ ಅದಕ್ಕೆ ತಕ್ಷಣ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವುದು ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಗೆ (ಸೆನ್ಸಿಟೈಸೇಷನ್‌ಗೆ) ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ.

ನಮ್ಮ ಮೆದುಳು ನೆನಪನ್ನು ಹೇಗೆ ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ?

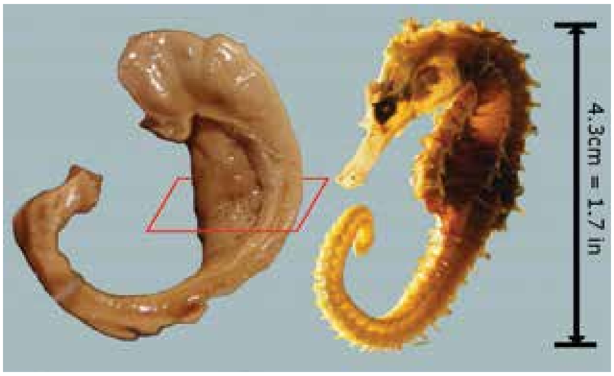
ನಮ್ಮ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಅನೇಕ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಸನ್ನಿವೇಶ/ಸಂದರ್ಭಗಳ ನೆನಪುಗಳಿಂದಲೇ ನಮ್ಮ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ರೂಪಿತವಾಗಿದೆ. ಈ ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪುಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದಲೇ ನಾವು ಹಿಂದಿನ ದಿನಗಳ ಒಳ್ಳೆಯ ಮತ್ತು ಕೆಟ್ಟ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮನ್ನು ರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪುಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ನಾವೀಗ ಈ ನೆನಪುಗಳು ಹೇಗೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ನೋಡೋಣ.

ಬಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ನೀವೊಂದು ರಸ್ತೆ ಅಪಘಾತವನ್ನು ನೋಡಿದಿರಿ ಎಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ನಾವು ನೋಡಿದ ಮತ್ತು ಕೇಳಿದ ಮಾಹಿತಿಯು ಮೊದಲು ಸಂಸ್ಕರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ದೃಶ್ಯ ಮಾಹಿತಿಯು ಕಣ್ಣುಗಳ ಮೂಲಕ ಮೆದುಳಿನ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಪೀಟಲ್ ಲೋಬ್‌ನ ವಿಶುಯಲ್(ದೃಷ್ಟಿ) ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 2**). ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಮೆದುಳಿನ ಜೀವಕೋಶ ಅಥವಾ ನರಕೋಶಗಳು ಆಕಾರ, ಗಾತ್ರ, ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ಚಲನವಲನಗಳನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಬಲ್ಲ ವಿಶೇಷತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅದೇ ರೀತಿ, ಮೀಡಿಯಲ್ (ಮಧ್ಯ), ಫ್ರಾಂಟಲ್ (ಮುಂಭಾಗ) ಮತ್ತು ಪ್ಯಾರೈಟಲ್ (ಹೊರಭಾಗ)ದ ನಡುವೆ ಇರುವ ಆಡಿಟರಿ(ಶ್ರವಣ) ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ನರಕೋಶಗಳು ಶಬ್ದವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 2**). ಸಂಸ್ಕರಿಸಲಾದ ದೃಶ್ಯ ಮತ್ತು ಶ್ರವಣ ಮಾಹಿತಿಯು, ವಸ್ತು, ಜನ ಮತ್ತು ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲ ಟೆಂಪೊರಲ್ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್‌ಗೆ ರವಾನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಜೊತೆಗೆ, ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ಜನರು ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ಹೇಗೇಗೆ ಇವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ಯಾರೈಟಲ್ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಮಾಹಿತಿಗಳು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ, 'ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್'(ಗ್ರೀಕ್ ಪುರಾಣದಲ್ಲಿ ಬರುವ ಕಡಲ ಕುದುರೆ ಅಥವಾ ಕಡಲ ಪೆಡಂಭೂತದ ಆಕಾರ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ಈ ಹೆಸರು ನೀಡಲಾಗಿದೆ) ನಲ್ಲಿ ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪಾಗಿ ರೂಪಿತವಾಗುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 4**). ನಮ್ಮೆಲ್ಲರಲ್ಲೂ ಎರಡೂ ಕಿವಿಗಳ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಮೆದುಳಿನ ಎರಡೂ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಟೆಂಪೊರಲ್ ಲೋಬ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಳವಾಗಿ ಎರಡು 'ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್'ಗಳು ನೆಲೆಸಿವೆ (**ಚಿತ್ರ 5**). ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪ್ಪಸ್‌ಗಳು ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಶೇಖರಿಸದಿದ್ದರೂ, ಯಾವುದೇ ಸಂದರ್ಭದ ವಿವರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ, ಶೇಖರಿಸುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಮರುಪಡೆಯುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಕೂಡ ಗ್ರಂಥಾಲಯದ ಪುಸ್ತಕದ ಪಟ್ಟಿಯಂತೆ (ಕ್ಯಾಟಲಾಗ್) ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನೆನಪನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿರುವ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ಕಾಪಾಡಿಕೊಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಒಂದು ಪ್ರಸಂಗದ ನೆನಪು ಎಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುತ್ತದೆ?

ನರಕೋಶಗಳ ಗುಂಪುಗಳಿಂದ ನೆನಪುಗಳು ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಪುನರ್ಬಿಂಬಿಸುತ್ತವೆ. ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಂದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕರಣೆ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ನರಕೋಶಗಳು ಗುಂಪಾಗಿ ಒಟ್ಟು ಸೇರುತ್ತವೆ. ರಸ್ತೆ ಅಪಘಾತದ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ, ದೃಶ್ಯ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು (ಉದಾ: ಗಾಯಗೊಂಡ ವ್ಯಕ್ತಿ), ಶ್ರವಣ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು (ಉದಾ: ಜನಗಳ ಓಡಾಟ, ಆಂಬ್ಯುಲೆನ್ಸ್ ಬರುವ ಸದ್ದು, ಇತ್ಯಾದಿ) ಮತ್ತು ಅಪಘಾತ ನಡೆದ ಸ್ಥಳ –ಇವೆಲ್ಲವೂ ಮೆದುಳಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗದ ನರಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕರಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆ ನರಕೋಶಗಳೆಲ್ಲವೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾದದ್ದರಿಂದ ಒಟ್ಟಾರೆಯಾಗಿ ಸ್ಮರಣೆಯಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಸಾಂದರ್ಭಿಕ ನೆನಪನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ನರಕೋಶಗಳ ಗುಂಪಿನ ಸಂಪರ್ಕ ಕೊಂಡಿಗಳನ್ನು ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಮುಂದೆ ಹಲವು ದಿನ ಅಥವಾ ವಾರಗಳ ನಂತರ ಎಂದಾದರೂ ನಾವು ಈ ಪ್ರಸಂಗವನ್ನು ಮತ್ತೆ ನೆನಪಿಗೆ ತಂದುಕೊಂಡಾಗ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನರಕೋಶದ ಗುಂಪನ್ನು ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಪುನಃ ಸಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಮತ್ತೆ ಆ ಸಂದರ್ಭ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣೆದುರೇ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಂತೆ ನಾವು ಅದನ್ನು ನೆನೆಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ..

ಜನನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್‌ಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಸುಮಾರು ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಾದಾಗ, ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಗಳು ಪ್ರಬುದ್ಧಗೊಂಡು, ಮೆದುಳಿನ ಉಳಿದ



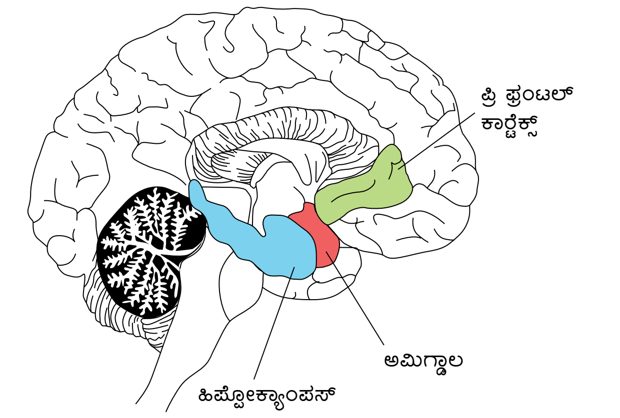
ಚಿತ್ರ 4. ಮನುಷ್ಯನ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ (ಎಡಭಾಗದ್ದು) ಮತ್ತು ಕಡಲ ಕುದುರೆ (ಬಲಭಾಗದ್ದು) ಒಂದೇ ರೀತಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ.

ಭಾಗಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಲು ಆರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿಯೇ, ಶಿಶುಗಳು ಮತ್ತು ಎಳೆಯ ಮಕ್ಕಳು ತಮ್ಮ ಜೀವನದ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭ ಮತ್ತು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ಸಮರ್ಥರಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ನಾಲ್ಕು ವರ್ಷಗಳಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ದೊಡ್ಡವರಂತೆ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಂಡು ಶಬ್ದಗಳ ಮೂಲಕ ಹೇಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಜನಕ್ಕೆ ಅವರು ಚಿಕ್ಕವರಾಗಿದ್ದಾಗ ಜರುಗಿದ ಘಟನೆಗಳು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಶಾಲೆಯ ಮೊದಲ ದಿನ ಮುಂತಾದವು, ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಆ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಆಗ ರೂಪಿತವಾದ ನೆನಪುಗಳು ಬಹಳ ದಿನಗಳ ಕಾಲ ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ.

ಕಲಿಕೆ ಮತ್ತು ನೆನಪಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್‌ನ ಪಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿ, ಮಾನವನ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಒಂದೇ 'ನ್ಯೂರೋಜೆನೆಸಿಸ್' (ಜೀವನದುದ್ದಕ್ಕೂ ಹೊಸ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿರುವ) ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಮೆದುಳಿನ ಉಳಿದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಹುಟ್ಟಿನಿಂದ ಸಾಯುವವರೆಗೂ ಸಮಾನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ನಿರಂತರ ಕಲಿಕೆ ಮತ್ತು ಅಗಾಧ ಮತ್ತು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವಂತಹ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್‌ನ ನ್ಯೂರೋಜೆನೆಸಿಸ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ.

ನಮ್ಮ ನೆನಪಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಾಧಿಸುವ ಅಂಶಗಳು ಯಾವುವು?

ಕಾಲ ಸರಿದಂತೆ ಮತ್ತು ನಿಯತವಾಗಿ ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ನಿದ್ದೆಯಿಂದ ಹೊಸ ಹೊಸ ನೆನಪುಗಳು ಕ್ರೋಡೀಕರಣಗೊಂಡು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ನೆನಪುಗಳಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತವೆ. ನಿದ್ರಾ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಮೆದುಳಿನ ಲಯಬದ್ಧ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ನರಕೋಶಗಳಿಗೆ ಹೊಸ ಸಂಪರ್ಕಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಪರಿಸರವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ. ಸರಿಯಾಗಿ ನಿದ್ದೆಮಾಡಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ನಿದ್ದೆಗೆಟ್ಟರೆ, ನಮ್ಮ ನೆನಪು ರಚನೆಯ ಮಾನಸಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಯ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹೊಸ ಸಂಪರ್ಕಗಳೇ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಊಹಾನಿರ್ಧಾರ ಮಾಡಲು, ಸೃಜನಶೀಲತೆ, ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 5. ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಮತ್ತು ಅಮಿಗ್ಡಾಲಾಗಳೆರಡೂ ಮೆದುಳಿನ ಮೀಡಿಯಲ್ ಟೆಂಪೊರಲ್ ಲೋಬ್‌ಗಳ ಎರಡೂ ಕಡೆ ಆಳವಾಗಿ ಸ್ಥಿತವಾಗಿದೆ.

ನೆನಪುಗಳು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಒಂದೇ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕಾಲಕಳೆದಂತೆ ಕ್ರಮೇಣ ಅವು ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕೆಲವು ಮಸುಕಾಗುತ್ತವೆ ಕಡೆಗೆ ಮರೆತೇ ಹೋಗುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ, ನಮ್ಮ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಸದಾ ವಿಕಸನಗೊಳ್ಳುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಂತೆ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ನವೀಕರಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತೇವೆ.

ಭಾವುಕತೆ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗಳೆರಡೂ ನಮ್ಮ ಕಲಿಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಜ್ಞಾಪಕ ಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ಮೆದುಳಿನ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ 'ಅಮಿಗ್ಡಾಲಾ' ನಮ್ಮ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 5**). 'ಅಮಿಗ್ಡಾಲಾ' ಎಲ್ಲಾ ರೀತಿಯ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು, ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಕಲಿಯುವಾಗ ಅಥವಾ ಸ್ಮರಿಸುವಾಗ ಎಷ್ಟು ಸಂತಸ ಅಥವಾ ದುಃಖದ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದನೆಂದು ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್‌ಗೆ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸುತ್ತದೆ. ದುಃಖ ಆತಂಕದ ಭಾವನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮೆದುಳು ಸ್ರವಿಸುವ ನ್ಯೂರೋಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಟ್ಟರ್ / ನರಪ್ರೇಷಕ ಅಥವಾ ನರರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ನಮ್ಮ ಕಲಿಕೆ ಮತ್ತು ಪುನರ್ ಸ್ಮರಣೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಬರೆಯುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅದರ ಒತ್ತಡದಿಂದ ನಿಮಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿಯೇ ತಿಳಿದಿರುವ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಷಯಗಳು ಮರೆತು ಹೋದಂತಾಗುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವೆಂಬಂತೆ, ಆಘಾತಕಾರಿ ಅನುಭವಗಳು ಎಂತಹ ಪ್ರಬಲವಾದ ಭಾವನಾತ್ಮಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆಯೆಂದರೆ, ಅದು ಆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಘಾತಕಾರಿ ನೆನಪನ್ನು ಜೀವನಪರ್ಯಂತ ಕಾಪಾಡಿಕೊಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಅಪಘಾತದಲ್ಲಿ ಕೂದಲೆಳೆಯ ಅಂಚಿನಿಂದ ನೀವು ಪಾರಾಗಿದ್ದು ಆದರೆ ನಿಮ್ಮ ಕುಟುಂಬ ಸದಸ್ಯರೊಬ್ಬರನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿದ್ದು ಆಘಾತಕಾರಿ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಜನರಿಗೆ ಇಂತಹ ಆಘಾತಕಾರಿ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಮರೆಯುವುದು

ಎಚ್‌ಎಮ್‌ನ ಪ್ರಕರಣ

ಸಂಶೋಧಕರು ಎಚ್‌ಎಮ್ ಎಂದು ಕರೆಯುವ, ಹೆನ್ರಿ ಗುಸ್ತಾವ್ ಮೋಲೈಸನ್ (ಫೆಬ್ರವರಿ 26, 1926– ಡಿಸೆಂಬರ್ 2, 2008) ನರವಿಜ್ಞಾನ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲೇ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೊಳಗಾದ ರೋಗಿಯಾಗಿದ್ದಾನೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಜ್ಞಾಪಕ ಶಕ್ತಿಯ ಕುರಿತ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಈತನ ಅಪೂರ್ವ ಪ್ರಕರಣ 50ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಸಹಾಯಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಎಳೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಆತನಿಗೆ ಸೈಕಲ್ಲೊಂದು ಗುದ್ದಿದ ಬಳಿಕ ಆತನಲ್ಲಿ ಸೆಳೆತ ಮತ್ತು ಅಪಸ್ಮಾರದ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡು, 16ನೇ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಇವೆಲ್ಲ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತಷ್ಟು ಹದಗೆಡಲು ಆರಂಭವಾದವು. ಆತ ಸಾಮಾನ್ಯರಂತೆ ಬದುಕುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಕೊನೆಕ್ಟಿಕಟ್, ಯುಎಸ್‌ಎನ ಹಾರ್ಟ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯ ನರಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕ ಡಾ. ವಿಲಿಯಮ್ ಸ್ಕಾವಿಲ್ಲೆ ಆತನ ಅಪಸ್ಮಾರಕ್ಕೆ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡಿದರು. ಎಚ್‌ಎಮ್‌ನ ಬೈಲಾಟೆರಲ್, ಮೀಡಿಯಲ್ ಮತ್ತು ಟೆಂಪೊರಲ್ ಲೋಬ್‌ಗಳಿಂದ ಮೆದುಳಿನ ಅಂಗಾಂಶಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕಿ ಅಪಸ್ಮಾರವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದಿತ್ತು. ಆಗ 27ನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನವನಾಗಿದ್ದ ಎಚ್‌ಎಮ್‌ಗೆ ಈ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ತೀವ್ರ ಜ್ಞಾಪಕ ಶಕ್ತಿಯ ಸಮಸ್ಯೆ ಉಂಟಾಯಿತು. ಆತ ತನ್ನ ಹೆಸರು, ಕುಟುಂಬ, ಬಾಲ್ಯವನ್ನಷ್ಟೇ ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದು, ಅವನ ದಿನನಿತ್ಯದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೇ, ನಿತ್ಯ ಆತನ ಭೇಟಿಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ವೈದ್ಯರನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದು ನಿಜಕೂ ಡಾ. ಸ್ಕಾವಿಲೆಯನ್ನು ದಿಗ್ಭ್ರಮೆಗೊಳಿಸಿತು ಏಕೆಂದರೆ ಈವರೆಗೂ ಅವರು ಇಂತಹ ರೋಗಿಯನ್ನು ನೋಡಿರಲಿಲ್ಲ. ನಂತರ ಡಾ. ಸ್ಕಾವಿಲೆ, ಎಚ್‌ಎಮ್ ರನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಡಾ.ಬ್ರೆಂಡಾ ಮಿಲ್ನರ್ ಎನ್ನುವ ಕ್ಲಿನಿಕಲ್ ನ್ಯೂರೋಸೈಕಾಲಜಿಸ್ಟ್ ಅನ್ನು ಆಮಂತ್ರಿಸಿದರು. ಡಾ. ಮಿಲ್ನರ್ ಇಂತಹ ರೋಗಿಗಳ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮಾಡಿದ್ದರೂ, ಯಾರ ಸಮಸ್ಯೆಯು ಎಚ್‌ಎಮ್‌ನದಷ್ಟು ತೀವ್ರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಎಚ್‌ಎಮ್‌ನನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ ನಂತರ, ಆಕೆಯ ತಂಡ ಆತನ ಬುದ್ಧಿ ಶಕ್ತಿಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಇದೇ ಎಂದು ಕಂಡುಕೊಂಡರು. ಆತ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದ. ಸಾಕಷ್ಟು ಅಭ್ಯಾಸದ ಬಳಿಕ ಆತ ಕೆಲವು ಚಲನಾ ಕೌಶಲ್ಯಗಳನ್ನು (ಮೋಟಾರ್ ಸ್ಕಿಲ್‌ಗಳನ್ನು) (ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿನ ಬಿಂಬವನ್ನು ನೋಡಿ ನಕ್ಷತ್ರದ ಚಿತ್ರ ಬಿಡಿಸುವುದು) ಕಲಿತನು ಆದರೆ ಇದಾವುದರ ಅರಿವು ಆತನಿಗೆ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಎಚ್‌ಎಮ್‌ನ ಮೇಲೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಪರೀಕ್ಷೆ ನಡೆಸಿದ ತರುವಾಯ ಆತನಿಗೆ ತನ್ನ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಾಗುವವರೆಗೂ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ನೆನಪಿನಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು (ರೆಟ್ರೋಗ್ರೇಡ್ ಅಮ್ನೀಸಿಯಾ). ಆತನಲ್ಲಿ ಹೊಸ ನೆನಪುಗಳ್ಯಾವುದೂ ರೂಪಿತವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ (ಆಂಟೆರೋ ಗ್ರೇಡ್ ಅಮ್ನೀಸಿಯಾ) ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಆತನಿಗೆ ತನ್ನ ವೈದ್ಯರು ನೆನಪಿರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆತ ಕೇವಲ ವರ್ತಮಾನದಲ್ಲಿ ಬದುಕುತ್ತಿದ್ದ. ಡಾ. ಸ್ಕಾವಿಲೆ ಮತ್ತು ಡಾ. ಮಿಲ್ನರ್ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಈ ಒಗಟಿನ ಚೂರುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಲು ಮುಂದಾದರು. ಆಗ ಅವರಿಗೆ ಎಚ್‌ಎಮ್‌ನ ಸೆಳೆತಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಡಾ. ಸ್ಕಾವಿಲೆ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ನೆನಪಿನ ರೂಪಣೆ, ನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಪುನರ್ ಸ್ಮರಣೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವ ಮೀಡಿಯಲ್ ಟೆಂಪೊರಲ್ ಲೋಬ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭಾಗವಾದ ಆತನ 'ಹಿಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್'ನ್ನು ತೆಗೆದಿರುವುದು ಮನವರಿಕೆಯಾಯಿತು.

ಮೂಲ: ಸ್ಕ್ವೀರ್. ಎಲ್ (2009). ದಿ ಲೆಗಸಿ ಆಫ್ ಎಚ್‌ಎಮ್ ಫಾರ್ ನ್ಯೂರೋಸೈನ್ಸ್. ನ್ಯೂರಾನ್ 61 (1); 6–9. ಬಿಗ್ ಪಿಕ್ಚರ್: ಇನಸೈಡ್ ದ ಬ್ರೇನ್ (2013). ಪ್ರಕಾಶಕರು ವೆಲ್‌ಕಮ್ ಟ್ರಸ್ಟ್, ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ಮತ್ತು ವೇಲ್ಸ್‌ನ ಚಾರಿಟಿ ಸಂಸ್ಥೆ. ನಂ. 210183. bigpictureeducation.com.

ಕಷ್ಟವಾಗಿ ಭಾವನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡದ ತೊಂದರೆಗಳಿಂದ ಬಳಲಬಹುದು.

ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ನೆನಪುಗಳೇ ಇಲ್ಲದಿದ್ದಿದ್ದರೆ?

ನಾವು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ಚರ್ಚಿಸಿದಂತೆ, ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ನೆನಪು (ಎಕ್ಸ್‌ಪ್ಲಿಸಿಟ್ ಮೆಮೊರಿ)ಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವಂತೆ ಅಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ನೆನಪುಗಳಿಗೆ (ಇಂಪ್ಲಿಸಿಟ್ ಮೆಮೊರಿ) ಪ್ರಜ್ಞೆ ಅಥವಾ ಬುದ್ಧಿಪೂರ್ವಕ ಚಿಂತನೆಯ ಅಗತ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ ಆದರೆ ಪ್ರಜ್ಞಾಪೂರ್ವಕ ಆಲೋಚನೆಗಳಿಂದ ನಾವು ಭೂತಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಡೆದದ್ದನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಅನುಭವಿಸಬಹುದು, ವರ್ತಮಾನವನ್ನು ಅನುಭವಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ಭವಿಷ್ಯವನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇನ್ನೊಂದರ್ಥದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಕಾಲಮಾನದಲ್ಲಿ ನಾವು ಮಾನಸಿಕವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಹಿಪ್ಪೊಕ್ಯಾಂಪಸ್‌ನಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲ್ಪಡುವ ಸಾಂಧರ್ಭಿಕ ನೆನಪುಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ.

ಮುಕ್ತಾಯ

ನೆನಪುಗಳು ನಮ್ಮ ಜೀವನದ ಅನುಭವಗಳಿಂದ ಉಂಟಾದರೂ ದಶಕಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯು ನಮಗೆ ಈ ನೆನಪುಗಳು ಶಾಶ್ವತವಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತವೆ; ಅವು ತಮ್ಮ ರೂಪ ಅಥವಾ/ ಮತ್ತು ನಿಖರತೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಈ ನೆನಪುಗಳ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಸಾಧಕ

ಅಂಶಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯತ್ತ ಪ್ರಸ್ತುತ ಸಂಶೋಧನೆ ಗಮನ ಹರಿಸುತ್ತಿದೆ. ಈ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ನೆನಪಿನ ಕಾಯಿಲೆಯಿಂದ ಬಳಲುವವರಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಹುದು.

ಏನೇ ಇರಲಿ, ಇದರಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿಯುವುದೇನೆಂದರೆ ನೆನಪುಗಳು ನಮಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿವೆ. ನಾವು ಹಳೆಯ ನೆನಪುಗಳನ್ನು ಪರಾಮರ್ಶಕಗಳಂತೆ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಭವಿಷ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಆಲೋಚಿಸಿ, ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಒಳ್ಳೆಯ ಮತ್ತು ಕೆಟ್ಟ ನೆನಪುಗಳೆರಡೂ ನಮ್ಮ ಆಲೋಚನಾ ಲಹರಿ, ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ರೀತಿ ಮತ್ತು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಟ್ಟ ಅನುಭವಗಳು ಯಾವುದು ನಮಗೆ ಹಾನಿಕಾರಕ ಮತ್ತು ಯಾವುದರಿಂದ ನಾವು ದೂರವಿರಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಗೆ ತರುತ್ತವೆ; ಒಳ್ಳೆಯ ಅನುಭವಗಳು ನಮಗೆ ಕೆಲವು ಇತರ ನಡವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಕಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಭಕ್ತಿ ಡೊಂಗಾಂವ್ಕರ್ ತಮ್ಮ ಪಿ ಎಚ್ ಡಿಯನ್ನು ಟಕ್ಸನ್‌ನ ಅರಿಜೋನಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಕಾಗ್ನಿಷನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂರಲ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದರು. ಪ್ರಸ್ತುತ ಅವರು ಟಿಐಎಫ್‌ಆರ್, ಬೆಂಗಳೂರಿನ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಸೆಂಟರ್ ಆಫ್ ಬಯಲಾಜಿಕಲ್ ಸೈನ್ಸಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಹ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಮಾನವನ ನೆನಪಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಖಿನ್ನತೆಗಳ ಪರಿಣಾಮದ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ನೀವು ಅವರನ್ನು bhaktee.dongaonkar@gmail.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್

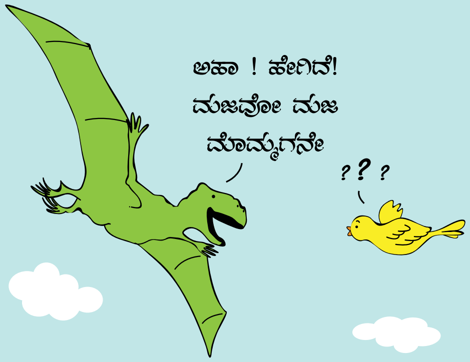
ರೆಕ್ಕೆಪುಕ್ಕಗಳು ಮತ್ತು ಬಿಸಿ ರಕ್ತ: ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮಗೆ ತಿಳಿಯದ ವಿಚಾರಗಳು

— ವಿಘ್ನೇಶ್ ನಾರಾಯಣ್

ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳು ಇಂದು ನಮಗೆ ಕಾಣಸಿಗುವ ಹಲವು ವಿಧದ ಹಕ್ಕಿಗಳ ಪೂರ್ವಜರು. ಸುಮಾರು 66 ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಡೈನೋಸಾರ್ ಸಂತತಿಯು ಬಹುತೇಕ ಸಾಮೂಹಿಕ ಅವಸಾನವನ್ನು ಕಂಡಿತು (ಬಹುಶಃ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹ ಭೂಮಿಗೆ ಅಪ್ಪಳಿಸಿದ್ದು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಇರಬಹುದು). ಬದುಕುಳಿದ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳು ನಾವಿಂದು ಕಾಣುತ್ತಿರುವ ಹಕ್ಕಿಗಳಾಗಿ ವಿಕಾಸಗೊಂಡವು. ಕಳೆದ ಎರಡು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಪುರಾತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ರೆಕ್ಕೆಗಳಿದ್ದ ಸಾವಿರಾರು ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರತೆಗೆದಿದ್ದಾರೆ ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

ಈ ಸಾಮೂಹಿಕ ಅವಸಾನದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಾಶವಾದ ಮಾಂಸಾಹಾರಿ ಹಕ್ಕಿಗಳ ಪೂರ್ವಜರಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸಸ್ಯಾಹಾರಿ ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳ ತನಕ ಹಲವು ವಿಧದ ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳ ಗರಿಪೂರ್ವರೂಪಗಳ ಅಥವಾ ಪುರಾತನ ಗರಿಗಳ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಸಿಕ್ಕಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಮೂಲ-ಗರಿಗಳು (Proto-feathers) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಡೈನೋಸಾರ್ ಗರಿಗಳ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಕೋಶಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿ ಕೆಲವು ಡೈನೋಸಾರ್ ತಳಿಗಳ ರೆಕ್ಕೆಯ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಏಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಸಂಶೋಧಕರ ಪ್ರಕಾರ ಜುರಾಸಿಕ್ ಯುಗದ ಕೊನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಇಂದಿನ ಚೀನಾ ಭೂಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಆಂಕಿಯೋರ್ನಿಸ್ ಹಕ್ಸ್‌ಲೆಯಿ (Anchiornis huxleyi) ಎಂಬ ಡೈನೋಸಾರ್‌ನ ರೆಕ್ಕೆಯ ಬಣ್ಣ ಬೂದು, ತಲೆಯ ಮೇಲಿನ ಪುಕ್ಕದ ಬಣ್ಣ ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ಕಾಲುಗಳ ಪುಕ್ಕದ ಬಣ್ಣ ಬಿಳಿಯಿದ್ದು, ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪಾಗಿತ್ತು.



ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳ ಗರಿಗಳ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅವುಗಳ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳ ದೇಹದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕೂಡ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ದೇಹದ ಉಷ್ಣತೆ 36°C ಯಿಂದ 38°C ಇದ್ದ ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳು ನಮಗೆ ಇಂದು ಗೊತ್ತಿರುವ ಸರೀಸೃಪಗಳ ತರಹ ಶೀತ ರಕ್ತ ಪ್ರಾಣಿಗಳಾಗಿರದೆ, ಹಕ್ಕಿಗಳ ತರಹ ಬಿಸಿರಕ್ತದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಾಗಿದ್ದವು.

ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಾವಿಂದು ಡೈನೋಸಾರ್‌ಗಳು ಶೀತರಕ್ತ ಪ್ರಾಣಿಗಳಾಗಿದ್ದವು ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿದು, ಇವುಗಳು ಹಕ್ಕಿಗಳಂತೆ ಬಿಸಿರಕ್ತದ, ಹಾರಾಡಲು ಮತ್ತು ಸಂಗಾತಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಲು ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಪುಕ್ಕ ಹೊಂದಿದ್ದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಾಗಿದ್ದವು ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದೇವೆ.

ವಿಘ್ನೇಶ್ ಅವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (Indian Institute of Science)ಯಲ್ಲಿ ಅಣು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪಿ.ಎಚ್.ಡಿ ಪದವಿಗಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಬರವಣಿಗೆ ಇವರ ಆಸಕ್ತಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಅದರಲ್ಲೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅಣು ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರೋಗಾಣು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಅವರ ಪರಿಣಿತಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರ. ಅವರ ಮಿಂಚಂಚೆ: vigneshnarayan313@gmail.com. **ಅನುವಾದಕರು**: ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ.

ನಮಗೂ ಒಡನಾಡಿಗಳಿದ್ದಾರೆ
ನಮ್ಮ ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಅನಾರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೆ
ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಭಾವ

ಗಗನ್‌ದೀಪ್ ಕಾಂಗ್

ಕರುಳಿನ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಅನೇಕಾನೇಕ ಮತ್ತು ಸಾಕಷ್ಟು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಪರಿಸರ ಬಲು ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಅನಾರೋಗ್ಯದ ಸಂತುಲನಾತ್ಮಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಸಹ-ಜೀವಿಗಳಾಗಿ ಇರುವ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಪಾತ್ರವೇನು? ಈ ಲೇಖನವು ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಕೆಲವಾರು ಹೊಸ ಹೊಸ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು ಶೋಧಿಸಿ ನೋಡುತ್ತದೆ.

ನಾವು ಹುಟ್ಟುವ ಮೊದಲೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ನಮ್ಮ ಸಂಸರ್ಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಸರಿಸುಮಾರು ಐದು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೇಳುತ್ತವೆ. ನಾವು ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿದಂತೆ, ತಾಯಿಯ ಗರ್ಭವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಭ್ರೂಣವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ನಂಬಿಕೆಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ತಾಯಿಯ ರಕ್ತದಿಂದಲೇ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಆಮ್ನಿಯಾಟಿಕ್ ದ್ರವವನ್ನು (ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಭ್ರೂಣವನ್ನು ಸುತ್ತುವರೆದಿರುವ ದ್ರವ) ಸೇರುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಮಗೆ ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಪ್ರಸವ ಹೇಗಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ನವಜಾತ ಶಿಶುವಿನ ರೋಗನಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೂ ಈ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ವೈವಿಧ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಅಗಾಧ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವು, ಮಗುವಿನ ಜನನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ನವಜಾತ ಶಿಶುವಿಗೆ ತನ್ನ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದಲೂ ಅಂದರೆ ಜನ್ಮ ನಾಳ, ಚರ್ಮ, ಮೊಲೆ ಹಾಲು, ಇತರ ಆಹಾರ, ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಎಲ್ಲದರಿಂದಲೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು

> **ವಸಾಹತೀಕರಣ (ಕಾಲೊನೈಸೇಷನ್)**: ಇದು, ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯ ದೇಹವೊಂದನ್ನು ಸೇರಿದ ನಂತರ ಅಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ವಸಾಹತನ್ನು (ಕಾಲೋನಿ\ಹಿಂಡು) ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ದೇಹದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಯಥೇಚ್ಛವಾಗಿವೆ- ಕೆನ್ನೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಹಲ್ಲುಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ನಾಲಗೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಇವುಗಳಿಗಿಂತ ಮತ್ತೂ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ.

ಸೇರುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಅದರ ಎಲ್ಲಾ ತೆರೆದ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಚರ್ಮ, ಕಣ್ಣು, ಕಿವಿ, ಜನನಾಂಗ, ಕರುಳುಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಹಿಂಡುಗಳಾಗಿ (ಕಾಲೋನಿ) ನೆಲೆಯೂರುತ್ತವೆ. ಈ ಆರಂಭಿಕ ಹಂತದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯಗಳ ಪ್ರಮಾಣ, ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರವು, ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಮಗುವಿನ ಆಹಾರ ಮತ್ತು

ಆಂಟೋನಿ ವ್ಯಾನ್ ಲೀವನ್‌ಹುಕ್:
ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಾಣುವಿಜ್ಞಾನದ ಜನಕ ಎಂದೇ ಜನಪ್ರಿಯರಾಗಿರುವ ಲೀವನ್‌ಹುಕ್ ಅವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದೇ ಒಂದು ಆಕಸ್ಮಿಕ. ವೃತ್ತಿಯಿಂದ ವ್ಯಾಪಾರಿಯಾಗಿದ್ದ ಅವರ ಬಳಿ ಹಣವಿರಲಿಲ್ಲ, ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಅವರಿಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಭಾಷೆ ಕೂಡ ಅವರ ಮಾತೃ ಭಾಷೆಯಾದ ಡಚ್ ಮಾತ್ರ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಅನಾನುಕೂಲತೆಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ಅವರು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹಳಷ್ಟು ಮೂಲಭೂತ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ಮಸೂರ (ಲೆನ್ಸ್)ಗಳನ್ನು ಸಾಣೆ ಹಿಡಿದು ಅದರಿಂದ ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು; ತಮ್ಮ ಜೀವಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 500 ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ! ಅವರು ವೀರ್ಯಕಣ, ರಕ್ತಕಣ, ಹಲ್ಲುಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಕೋಶಗಳು, ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ರೋಟಿಫರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಿಸ್ಟ್‌ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ.

ಪರಿಸರದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಬದಲಾಗಬಹುದು, ಆದರೆ ಆ ಮಗುವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮೂಹಗಳು ತಮ್ಮ ಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಸ್ಥಿರವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ವಯಸ್ಕ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬನ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಬಗೆಯ ಅಂದರೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ, ಶಿಲೀಂಧ್ರ, ವೈರಾಣು ಮುಂತಾದ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರಭೇದಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವೆಲ್ಲ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ದೇಹಕ್ಕೆ ಎರಡು ಕೆಜಿಯಷ್ಟು ತೂಕವನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತವೆ!

1700ರ ಆರಂಭಿಕ ದಿನಗಳಲ್ಲೇ ಆಂಟೋನಿ ವ್ಯಾನ್ ಲೀವನ್‌ಹುಕ್ (Antonie van Leeuwenhoek) ತನ್ನ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಅನಂತರ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಮಾನವ ಶರೀರದ ಹಲವಾರು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ. ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಿತ್ತು. ನಮ್ಮ ಶರೀರದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಅಲ್ಲಿನ ಶಾಶ್ವತ ನಿವಾಸಿಗಳಲ್ಲ; ಕೆಲವು ಕೆಲಕಾಲ ಮಾತ್ರ ಅಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಮಗೀಗಾಲೇ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಅಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ತಮ್ಮ ಆತಿಥೇಯ (ಹೋಸ್ಟ್)ನೊಂದಿಗೆ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಕೊಳ್ಕೊಡೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಗಮನಾರ್ಹ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಆತಿಥೇಯ (ಹೋಸ್ಟ್) ಜೀವಿಯ ನಡುವಿನ ಕೊಳ್ಕೊಡೆಗಳು **ನಿಜಕ್ಕೂ** ಎಷ್ಟು ಜಟಿಲವಾಗಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು, ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಸಾಬೀತು ಪಡಿಸಿವೆ. ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು (ಪ್ರಾಣಿಗಳ) ಮಾದರಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ (model system)ಗಳಲ್ಲಾಗಿರುವ ಪ್ರಗತಿಯು ನಮಗೆ ಮಾನವ–ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳ ನಡುವಿನ ಕೊಳ್ಕೊಡೆಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಮತ್ತು ಮಾನವ ಶರೀರದ ಸ್ವಾಸ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಅನಾರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳ ಪರಿಣಾಮದ ಬಗ್ಗೆಯೂ ತಿಳಿಯಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ?

ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿಧ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತಿಳಿದ ನಂತರವೇ, ನಮ್ಮ ಮತ್ತು ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅರಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ವಿವಿಧ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧದಿಂದ ನಮ್ಮ ಶರೀರ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ನಡುವಿನ ಕೊಳ್ಕೊಡೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮೂಹವನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ನಮ್ಮಲ್ಲಿರುವ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಧಾನವೆಂದರೆ, ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಯ ಪ್ರಭೇದವನ್ನೂ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ನಿಯಂತ್ರಿತ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಂಶಾಭಿವೃದ್ಧಿಯನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುವುದು (ಹೀಗೆ ಬೆಳೆಸಲಾಗುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ವಸಾಹತಿನ ಸಮೂಹವನ್ನು 'ಮೈಕ್ರೋಬಿಯಲ್ ಕಲ್ಚರ್' ಅಥವಾ ಬರಿ 'ಕಲ್ಚರ್' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ). ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನನ್ನು ಆತನ ಮುಖ ಚಹರೆಗಳಿಂದ ಹೇಗೆ ಗುರುತಿಸುತ್ತೇವೆಯೋ ಹಾಗೆ ಈ ಕಾಲೋನಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು, ಅವುಗಳ ಅನನ್ಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಭೌತ–ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಾರೆ, ಆದರೆ ಈ ವಿಧಾನವು ತನ್ನದೇ ಇತಿಮಿತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಆಮ್ಲಜನಕವಿರುವ ಅಥವಾ ಆಮ್ಲಜನಕವೇ ಇಲ್ಲದ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸುವುದು ನಮಗೆ ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮೂಹ (ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟ)
ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಮನುಷ್ಯನ ಚರ್ಮ ಅಥವಾ ಸಾಗರತಳದ ಬಿರುಕು, ಇಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ವಾಸಿಸುವ ಉಪಕಾರಿ ಹಾಗೂ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಸಮೂಹವನ್ನು ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿ ಸಮೂಹದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗುವ ಪ್ರಾಣಿಮಾದರಿಗಳು:

ನೋಟೋಬಯಾಟಿಕ್ Gnotobiotic (ಗ್ರೀಕ್ ಪದ ಗೊನೋಸ್ಟಾಸ್ (gnostos) ಅಂದರೆ ತಿಳಿದಿರುವ; ಮತ್ತು ಬಯೋಸ್ = ಜೀವ) ಅಂದರೆ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಪ್ರಾಣಿ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಲಿ. ನಮಗೆ ಇದರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ಸಂಯೋಜನೆ ತಿಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ರೋಗಾಣು ಮುಕ್ತ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿ, ನಿಯಂತ್ರಿತ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಒಡ್ಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನೋಟೋಬಯಾಟಿಕ್ ಪ್ರಾಣಿಯ ಮೇಲಾಗುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ಕಾಲೊನೈಸೇಷನ್ ಪರಿಣಾಮವು, ಮಾನವ ಅಥವಾ ಇತರೇ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯ ಮತ್ತು ಆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ನಾಕ್-ಔಟ್ ಎಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ಇಲಿಯಾಗಿದ್ದು, ಅದರಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀನ್ ಅನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ ಅಥವಾ 'ನಾಕ್-ಔಟ್' ಮಾಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಆಧಾರಗಳು ಸೂಚಿಸುವಂತೆ, ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಆನುವಂಶಿಕ ಹಿನ್ನಲೆಯು-ಅಂದರೆ ಕೆಲವು ಜೀನ್‌ಗಳ ಉಪಸ್ಥಿತಿ/ಅನುಪಸ್ಥಿತಿಯು-ಅವರ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟದ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಾನವನ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀನ್‌ಗೆ ಸಂವಾದಿಯಾದ ಇಲಿಗಳಲ್ಲಿನ ಜೀನ್‌ಗಳನ್ನು 'ನಾಕ್-ಔಟ್' ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಅದು ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀರುವ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಕುಲಾಂತರಿ/ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಜೆನಿಕ್ ಅಂದರೆ ತನ್ನ ಜೀನೋಮ್ ಅಥವಾ ವಂಶವಾಹಿಯ ಒಟ್ಟು ಮೊತ್ತದಲ್ಲಿ, ಮತ್ತೊಂದು ಜೀವಿಯ ಜೀನ್‌ಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವ ಯಾವುದೇ ಸಸ್ಯ ಅಥವಾ ಪ್ರಾಣಿ. ಇಂತಹ ಸೇರಿಸುವಿಕೆಯು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೂ ಆಗಬಹುದು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೂರಾರು ಸಿಹಿ ಗೆಣಸಿನ ವಿಧಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳ ಡಿಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ರೋಗಕಾರಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಜೀನ್‌ಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿದ್ದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ) ಅಥವಾ ಮಾನವನ ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪದ ಮೂಲಕವೂ ಆಗಬಹುದು.

ಹ್ಯೂಮನೈಸ್ಡ್ ಮೈಸ್: (ಮಾನವನ ಕೆಲವು ಜೈವಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಆರೋಪಿಸಿಕೊಂಡ ಇಲಿಗಳು); ಈ ಇಲಿಗಳ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ಮಲದಲ್ಲಿರುವ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟವನ್ನು ಸೇರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಇಲಿಗಳನ್ನು ಇತರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಇಲಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಮನುಷ್ಯನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಮಾನವರಲ್ಲಿ ಬೆರಳಚ್ಚು ಹೇಗೆ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರದ್ದೂ ಅನನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೋ ಹಾಗೇಯೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಲ್ಲೂ ಅವುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ಅನನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹಾಗಾಗಿ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸುವ ವಿಧಾನದ ಬದಲಿಗೆ, ತಳವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಾಗಿರುವ ಇತ್ತೀಚಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಫಲವಾಗಿ ರಚಿಸಲಾದ ಹೊಸ ವಿಧಾನವು, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಅನನ್ಯತೆಯ ಮೂಲಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಜೊತೆಗೆ, ನೋಟೋಬಯಾಟಿಕ್, ನಾಕ್-ಔಟ್, ಕುಲಾಂತರಿ ಮತ್ತು ಮಾನವನ ಕೆಲವು ಜೈವಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಆರೋಪಿಸಿಕೊಂಡ ಇಲಿಯ (ಹ್ಯೂಮನೈಸ್ಡ್ ಮೈಸ್) ಮಾದರಿಗಳು, ಆತಿಥೇಯ ಮಾನವ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಪರಸ್ಪರ ಮಾತುಕತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ.

ಆದ್ದರಿಂದ ಈಗ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ 'ಯಾರಿದ್ದಾರೆ' ಅನ್ನುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ 'ಅಲ್ಲಿ ಅವರು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ' ಎನ್ನುವ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಮಾಹಿತಿ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತಿದೆ. ಸುಧಾರಣೆಗೊಂಡಿರುವ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ನಾವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ನಿರೂಪಣೆಯನ್ನಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ ಅವುಗಳ ಕೊಳ್ಕೊಡೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಸ್ಥಿರತೆಯ ಬಗ್ಗೆಯೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಮಾನವನ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಸಮುದಾಯ

ನಮಗೆ ಮೊದಮೊದಲು ವಸಾಹತೀಕರಣ (ಕಾಲೊನೈಸೇಷನ್) ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದ ಬಹಳಷ್ಟು ಮಾಹಿತಿಗಳು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಬಹುದಾದ ಆಮ್ಲಜನಕಪ್ರಿಯ (ಏರೋಬಿಕ್) ಮತ್ತು ನಿರ್ವಾತಜೀವಿ (ಅನೇರೋಬಿಕ್) ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದದ್ದು. ಇದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ನಡೆಸಲಾದ ಅಧ್ಯಯನಗಳು, ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ವೈವಿಧ್ಯಮಯವಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಕ್ರಮೇಣವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿವೆ. ಹೀಗೆ, ನಮ್ಮ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಾಮಾಗ್ರಿಯ ಪ್ರತಿ ಮಿಲಿಲೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸರಿಸುಮಾರು ~10000 ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕೋಶಗಳು, ಸಣ್ಣ ಕರುಳು (ಈಲಿಯಂ)ನಲ್ಲಿ

ಹೊಟ್ಟೆಗಿಂತ ಎರಡು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು (ಪ್ರತಿ ಮಿಲಿಲೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 108 ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕೋಶಗಳು) ಮತ್ತು ಡಿಸ್ಟಲ್ ಕೋಲನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು (ಪ್ರತಿ ಎಮ್‌ಎಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1013 ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕೋಶಗಳು) ಇವೆ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಜಟಿಲಗೊಳಿಸಲು, ವಿವಿಧ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಕರುಳಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಡೀಕರಣಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ *ಹೆಲಿಕೋಬ್ಯಾಕ್ಟರ್* ಪ್ರಭೇದಗಳಿರುತ್ತವೆ; ಈಲಿಯಂನಲ್ಲಿ ಐಚ್ಛಿಕ ನಿರ್ವಾತಜೀವಿಗಳು ಅಥವಾ ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಿನ ನಿರ್ವಾತಜೀವಿಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಳಗಿನ ಕೋಲನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ನಿರ್ವಾತಜೀವಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಜೀವಮಾನದುದ್ದಕ್ಕೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳ ಸಮುದಾಯದ ಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಇಬ್ಬರು ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ನಡುವೆಯೂ ಶೇಕಡ 30ರಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ.

ತಮ್ಮ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮೂಹದ (Microbiota) ಸಂಯೋಜನೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ 2011ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಎಲ್ಲಾ ಮನುಷ್ಯರನ್ನು ಮೂರು 'ಎಂಟೆರೋ' ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೊದಲ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಮನುಷ್ಯರನ್ನು ಟೈಪ್-1 ಎಂಟೆರೋ ವಿಧ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದ್ದು, ಅವರಲ್ಲಿ *ಬ್ಯಾಕ್ಟೆರಾಯಿಡ್* ಪ್ರಭೇದಗಳು ಅಧಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಹಾಗಾಗಿ ಈ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ತಯಾರಿಸುವ ಬಯೋಟಿನ್ (ವಿಟಾಮಿನ್ ಬಿ7)ಅನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಕಿಣ್ವಗಳು ಅಧಿಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಟೈಪ್-2 ಎಂಟೆರೋ ವಿಧದಲ್ಲಿ *ಬ್ಯಾಕ್ಟೆರಾಯಿಡ್* ಪ್ರಭೇದಗಳು ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತವೆ; ಆದರೆ *ಪ್ರೆವೊಟೆಲ್ಲಾ* ಪ್ರಭೇದಗಳು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಇರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ, ಥಯಮೀನ್ (ವಿಟಾಮಿನ್ ಬಿ1) ಅನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಕಿಣ್ವಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತವೆ; ಟೈಪ್-3ರಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು *ರುಮಿನೋಕಾಕಸ್* ಪ್ರಭೇದಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಆಹಾರ ಮತ್ತು ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಸಮೂಹ: ನಿಮ್ಮ ಆಹಾರವೇ ನಿಮ್ಮ ಗುಣ ನಿಯಂತ್ರಕ!

ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮೂಹ ಮತ್ತು ಅದರ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವು, ಬಹಳವಾಗಿ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯ ಆಹಾರ ಕ್ರಮವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಮ್ಮ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಭರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ನಾವು ತಿನ್ನುವ ಆಹಾರವು ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಸಮುದಾಯದ ರಚನೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ, ಫಾರ್ಮುಲಾ ಆಧಾರಿತ ಆಹಾರ ಕೊಟ್ಟ ಶಿಶುಗಳಿಗಿಂತ ಎದೆಹಾಲು ಕುಡಿದ ನವಜಾತ ಶಿಶುಗಳಲ್ಲಿ **ಬೈಫಿಡೊಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ** ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ನವಜಾತ ಶಿಶುವಿಗೆ ಈ **ಬೈಫಿಡೊಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ**ದಿಂದ ಬಹು ಆರೋಗ್ಯ ಸಂಬಂಧಿತ ಪ್ರಯೋಜನಗಳಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕರುಳಿನ ಲೋಳೆಪೊರೆಯ (ಮ್ಯೂಕೋಸ) ಸಂರಕ್ಷಣೆ, 'ಇಮ್ಯೂನೊಗ್ಲಾಬ್ಯುಲಿನ್ ಎ' ನ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮತ್ತು ಎದೆಹಾಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯ ಹೆಚ್ಚಿದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ.

ಇದೇ ರೀತಿಯ ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯೆಂದರೆ ಆಫ್ರಿಕಾದ ಬರ್ಕಿನಾ ಫಾಸೋದ ಗ್ರಾಮೀಣ ಮಕ್ಕಳು ಮತ್ತು ಯೂರೋಪಿನ ಮಕ್ಕಳ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟದ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಅಧ್ಯಯನ. ಆಫ್ರಿಕಾ ಮಕ್ಕಳ ಆಹಾರವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್, ನಾರಿನ ಅಂಶ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಯೇತರ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನಿಂದ ಕೂಡಿತ್ತು. ಆದರೆ, ಯೂರೋಪಿನ ಆಹಾರ ಪ್ರಾಣಿಜನ್ಯ ಪ್ರೋಟೀನ್, ಸಕ್ಕರೆ, ಪಿಷ್ಟ (ಸ್ಟಾರ್ಚ್) ಮತ್ತು ಕೊಬ್ಬಿನ ಅಂಶದಿಂದ ತುಂಬಿತ್ತು. ಈ ಅಧ್ಯಯನವು ಬರ್ಕಿನಾ ಫಾಸೋದ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳ ಶ್ರೀಮಂತಿಕೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಿತು. ಹೆಚ್ಚು **ಪ್ರೆವೊಟೆಲ್ಲಾ** ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ **ಬ್ಯಾಕ್ಟೆರಾಯಿಡ್**ಗಳಿದ್ದು, ಈ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಯೂರೋಪಿನ ಮಕ್ಕಳಿಗಿಂತ ಸಣ್ಣ-ಸರಪಳಿಯ ಫ್ಯಾಟಿ ಆಮ್ಲಗಳು (ಷಾರ್ಟ್-ಚೈನ್ ಫ್ಯಾಟಿ ಆಸಿಡ್ಸ್) ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಉಳಿದ ಅಧ್ಯಯನಗಳೂ ಅಧಿಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಶ್ರೀಮಂತಿಕೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಹಣ್ಣು-ತರಕಾರಿ, ನಾರಿನ ಅಂಶ ಹೊಂದಿರುವ ಆಹಾರ ಸೇವನೆಯು ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ, ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಇರುವುದಕ್ಕೂ ಬೊಜ್ಜುಮೈ, ಇನ್ಸುಲಿನ್ ನಿರೋಧಕತೆ, ಡಿಸ್ಲಿಪಿಡೇಮಿಯಾ (ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಅನಿಯಮಿತ ಲಿಪಿಡ್ - ಕೊಬ್ಬು/ಮೇದಸ್ಸು ಅಂಶ) ಮತ್ತು ಉರಿಯೂತ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಂತಹ ಹಲವು ರೋಗಗಳಿರುವುದಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಾಬೀತುಪಡಿಸಿವೆ.

ಆಹಾರದ ಪ್ರಭಾವವು ಕೇವಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯದ ಸಂಯೋಜನೆ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ಶ್ರೀಮಂತಿಕೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗದೇ, ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವ ಸಮುದಾಯದ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ನಾವು ಸೇವಿಸುವ ಹಲವು ರೀತಿಯ ಆಹಾರವನ್ನು ಜೀರ್ಣಿಸಿ ಚಿಕ್ಕ ಅಣುಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದ ನಂತರ ಈ ಅಣುಗಳು ಯಕೃತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಚಯಾಪಚಯ ಹೊಂದುತ್ತವೆ; ಇದು ಮಾನವನ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ಹೊಂದಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಪಿಷ್ಟವನ್ನು ವಿಭಜಿಸಿ ಸಣ್ಣ-ಸರಪಳಿ ಫ್ಯಾಟಿ ಆಮ್ಲ (ಷಾರ್ಟ್-ಚೈನ್ ಫ್ಯಾಟಿ ಆಸಿಡ್ಸ್) ಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಇದು ರೋಗನಿರೋಧಕತೆ ಮತ್ತು ಲಿಪಿಡ್‌ನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ.

ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಖಾಯಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯದ ಪಾತ್ರ

ವ್ಯಕ್ತಿ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿದ್ದರೂ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಪ್ರಭೇದಗಳು ಮನುಷ್ಯನ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದರ ಅರ್ಥ ಏನೆಂದರೆ: ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಯ ಪ್ರಭೇದದ ಸಂಖ್ಯೆ, ರೀತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರಲಿ, ಆತಿಥೇಯ ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನ ಕೆಲಸಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರೆಯುತ್ತವೆ.

ಕೆಲವು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ವಿಕಸನೀಯ ಮತ್ತು ಆಣ್ವಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ, ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯ ಮತ್ತು ಆತಿಥೇಯಜೀವಿಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಅನ್ನ ಮತ್ತು ಹಸಿ ಮೀನನ್ನು, ಕಡಲಕಳೆಯಿಂದ ಪಡೆದ ನೋರಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ಮಾಡಿರುವ ಜಪಾನೀ ಖಾದ್ಯವಾದ 'ಸುಶಿ'ಯಲ್ಲಿ ಇದರ ನಿದರ್ಶನವೊಂದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇದು ಜಪಾನೀಯರ ಮುಖ್ಯ ಆಹಾರವಾಗಿದೆ. ನೋರಿಯೊಂದೆ ವಿಶೇಷವಾದ ಸಂಕೀರ್ಣ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್ ಮತ್ತು ಪೋರ್‌ಫೈರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವಂತೆ ಪೋರ್‌ಫೈರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸುವ ಪೋರ್‌ಫೈರನೇಸ್ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಎರಡೇ ಎರಡು ಜೀವಿಗಳಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಕಡಲಕಳೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ *ಜೊಬೆಲಿಯಾ ಗ್ಯಾಲಕ್ಟೋನಿವೊರಾನ್ಸ್* ಮತ್ತೊಂದು, ಜಪಾನೀಯರ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಂಡುಬರುವ *ಬ್ಯಾಕ್ಟೆರಾಯಿಡೆಸ್ ಪ್ಲೆಬಿಯಸ್.* ಇದರಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯತೆಯೊಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ, ಜಪಾನೀಯರು ವಾಡಿಕೆಯಾಗಿ ಸೇವಿಸುವ ಕಡಲಕಳೆಯೊಂದಿಗೆ *ಜೊಬೆಲಿಯಾ* ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕೂಡ ಕರುಳನ್ನು ಸೇರಿರಬಹುದು; ಅಲ್ಲಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ, ಪೋರ್‌ಫೈರನೇಸ್ ಕಿಣ್ವಗಳ ಜೀನ್‌ಗಳನ್ನು *ಜೊಬೆಲಿಯಾ*ದಿಂದ ಪಡೆದುಕೊಂಡಿರಬಹುದು. ಈ ಜೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡ ಬಳಿಕ, ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಡಲಕಳೆಯ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸಿ, ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ಹೊಸ ಮೂಲವೊಂದನ್ನು ಹುಡುಕಿಕೊಂಡಂತಾಯಿತು.

ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನ ಹಲವಾರು ಕಾರ್ಯಗಳಾದ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳ ಹೀರುವಿಕೆ, ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್ ಚಯಾಪಚಯ ಮತ್ತು ಕರುಳಿನ ಚಲನಶೀಲತೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಜೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಮಾರ್ಪಾಡುಗೊಳಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ವ್ಯಾಪಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತೋರಿಸಿವೆ.

ಸೋಂಕು ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ: ತಡೆಗೋಡೆಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆ

ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಂದ ನಮಗಾಗುವ ಮತ್ತೊಂದು ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಯೋಜನವೇನೆಂದರೆ, ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಸಂಭಾವ್ಯ ರೋಗಕಾರಕಗಳ ವಿರುದ್ಧ ತಡೆಗೋಡೆಯಂತೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಅವು ಹಲವು ಮಾರ್ಗಗಳ ಮೂಲಕ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಕರುಳಲ್ಲಿ ರೋಗ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಸಾಕಷ್ಟು ರೋಗಕಾರಕಗಳ ವಿರುದ್ಧ ಇವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಾಣು ವಿರೋಧಿ (ಆಂಟಿಮೈಕ್ರೋಬಿಯಲ್) ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, *ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಬ್ಯಾಸಿಲ್ಲಸ್* ಮತ್ತು ಬೈಫಿಡೋಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂ ಪ್ರಭೇದಗಳು, ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ರೋಗ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಎಂಟೆರೋ-ಪ್ಯಾಥೋಜನ್‌ಗಳಾದ *ಇ. ಕೋಲೈ* ಮತ್ತು *ಲಿಸ್ಟೀರಿಯಾ ಮೋನೋಸೈಟೋಜೆನ್* ಗಳೂ ಸೇರಿದಂತೆ ಹಲವಾರು ರೋಗಕಾರಕಗಳ ವಿರುದ್ಧ ಆಂಟಿಮೈಕ್ರೋಬಿಯಲ್ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತವೆ. ಕಶಾಂಗಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ದುರ್ಬಲಗೊಳಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಮತ್ತು ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವುದರ ಮೂಲಕವೂ, ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ರೋಗಕಾರಕಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತವೆ.

ಪೋಷಕಾಂಶಗಳ ಗ್ರಹಿಕೆ

ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳ ಸಂಬಂಧದ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಮತ್ತೊಂದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಅಪೌಷ್ಟಿಕತೆಯಲ್ಲಿ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟದ ಪಾತ್ರ.

ಮನುಷ್ಯನ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಇವೆರಡೂ ಅಥವಾ ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಜೀವಿಯು ಎಷ್ಟರ

ಚಿತ್ರ 1. ಇ.ಕೋಲೈ ಗುಂಪಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಾಫ್ ಚಿತ್ರ. (10,000 ಪಟ್ಟು ಹಿಗ್ಗಿಸಿದ ಚಿತ್ರ). ಮೂಲ: Photo by Eric Erbe, digital colorization by Christopher Pooley, both of USDA, ARS, EMU, Wikimedia Commons. License: Public Domain. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:E_coli_at_10000x,_original.jpg

ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂಬುದರ ಮೇಲೆ, ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಮತ್ತು ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ನಮ್ಮ ಆಹಾರದ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳಿಗಾಗಿ ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ನಮ್ಮೊಂದಿಗೆ ಪೈಪೋಟಿಗಿಳಿಯುತ್ತವೆಯೇ? ಇಲ್ಲ; ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುರಹಿತ (ಜರ್ಮ್ ಫ್ರೀ) ಇಲಿಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಇಲಿಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮ ದೇಹದ ತೂಕವನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡು ಬರಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುರಹಿತ ಇಲಿಗಳಿಗಿಂತಾ ಶೇಕಡ ೩೦ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಆಹಾರ ಸಾಕಾಗಿತ್ತು. ಲಭ್ಯವಿರುವ ಆಹಾರದಿಂದ ಗರಿಷ್ಠ ಪೋಷಕಾಂಶದ ಅಂಶವನ್ನು ಹೀರುವಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಇಲಿಗಳ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಇದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯವು ಸ್ಥೂಲಕಾಯ ಮತ್ತು ಅಪೌಷ್ಟಿಕತೆಯೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ಸಾಕಷ್ಟು ಅಧ್ಯಯನಗಳು ತೋರಿಸಿವೆ. ಇಂತಹುದೇ ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುರಹಿತ ಇಲಿಗಳಿಗೆ ಸ್ಥೂಲಕಾಯ ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕಸಿ ಮಾಡಿದಾಗ, ಅದರ ತೂಕ ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು. ಆದರೆ ಸಣಕಲು ಮನುಷ್ಯನಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕಸಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಹಾಗಾಗಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಸ್ಥೂಲಕಾಯ ಇಲಿಯ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟವನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದು, ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಸಣಕಲು ಮನುಷ್ಯನ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟವನ್ನು ಕಸಿ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಆರೋಗ್ಯಕರವಾದ ಆಹಾರ ಲಭ್ಯವಿತ್ತೋ, ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಈ ಹೊಸ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯ ಪಡೆದ ಸ್ಥೂಲಕಾಯ ಇಲಿಗಳ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳ ಕಾಣಲಿಲ್ಲ. ಮತ್ತೊಂದು ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ, ಆಗ್ನೇಯ ಆಫ್ರಿಕಾದ ಮಲಾವಿ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಇಡೀ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಶಿಶುಗಳ ಮರಣ ಸಂಭವಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕಾರಣ, ಸಾಕಷ್ಟು ಕಾಲ ಅಲ್ಲಿಯ ಅವಳಿ ಜವಳಿಗಳ ಮಲದ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು 2013ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಯಿತು. ಕ್ವಾಶ್ಯೋರ್ಕಾರ್ ಎನ್ನುವ ತೀವ್ರ ಅಪೌಷ್ಟಿಕತೆಯಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದ ಈ ಮಕ್ಕಳ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯವು, ಉಳಿದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಕ್ಕಳಿಗಿಂತ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಅಪೌಷ್ಟಿಕ ಮಕ್ಕಳ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟವನ್ನು, ನೋಟೊಬಯಾಟಿಕ್ ಇಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಲಾವಿಯನ್ ಆಹಾರದ ಮೂಲಕ ಸೇರಿಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳ ತೂಕ ಇಳಿಕೆಯಾಗುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳ ಚಯಾಪಚಯದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಇದೇ ಗುಂಪು ಇದೇ ರೀತಿಯ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಬಾಂಗ್ಲಾದೇಶದಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಂಡಾಗಲೂ ಅಪೌಷ್ಟಿಕ ಮಕ್ಕಳ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟ, ಹಸುಗೂಸಿನ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಸಮುದಾಯವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತಿತ್ತು, ಅಂದರೆ, ಪರಿಪಕ್ವವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಚಿಕಿತ್ಸಕ ಆಹಾರಗಳಿಂದ ಅಪೌಷ್ಟಿಕ ಮಕ್ಕಳ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಚೇತರಿಕೆ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ತದನಂತರ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಥಾಪ್ರಕಾರ 'ಅಪೌಷ್ಟಿಕ' ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಇಳಿಕೆ ಕಂಡಿತು. ಈ ಚಿಕಿತ್ಸಕ ಆಹಾರಗಳಿಂದ ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಕರುಳಿನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟ ಪರಿಪಕ್ವವಾಗುತ್ತದೆಯೇ ಎನ್ನುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಸಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇರುವ ಆಹಾರಗಳನ್ನೇ ಸೇವಿಸುವುದರಿಂದ ಮನುಷ್ಯರು ಸುಲಭವಾಗಿ ಡೈಸಾಕ್ಕರೈಡ್‌ಗಳನ್ನು ಜೀರ್ಣಿಸಿಕೊಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ತದನಂತರ ದೊರೆಯುವ ಮೋನೋಸಾಕ್ಕರೈಡ್‌ಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲು ಬೇಕಾದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಇನ್ನುಳಿದ ಕೆಲವು ಸಂಕೀರ್ಣ ಪಾಲಿಸಾಕ್ಕರೈಡ್‌ಗಳು, ಅದರಲ್ಲೂ ಸಸ್ಯಜನ್ಯ ಪದಾರ್ಥಗಳಾದ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್, ಕ್ಸೈಲಾನ್ ಮತ್ತು ಪೆಕ್ಟಿನ್‌ಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಬಳಕೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಸೀಮಿತವಾಗಿದೆ. ನಮ್ಮ ಕೆಳಭಾಗದ ಕೋಲನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ನಿರ್ವಾತಜೀವಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು, ಇಂತಹ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ಜೀರ್ಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳು ಇಂತಹ ಸಂಕೀರ್ಣ ಪಾಲಿಸಾಕ್ಕರೈಡ್‌ಗಳ ವಿಘಟನೆಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಆಹಾರದಲ್ಲಿರುವ ಜೀರ್ಣವಾಗದ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ಇವು ಸಣ್ಣ ಸರಪಳಿಯ ಫ್ಯಾಟೀ ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಿ, ಇವು ಶರೀರದ ವಿವಿಧ ಅಂಗಗಳಿಗೆ ಲಭ್ಯವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ, "ಸಹಭೋಜನ" ಅಥವಾ ಕಮೆನ್ಸಾಲಿಸಂನ ಮೂಲಕ, ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮಿಂದ ಶಕ್ತಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ನಾವು ಜೀರ್ಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗದ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್‌ಗಳು ಜೀರ್ಣವಾಗಿ ನಮಗೆ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ.

ರೋಗದ ಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯ

ನವಜಾತ ಶಿಶುವಿನ ರೋಗನಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿಯು, ಅದರ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ಸಮುದಾಯದೊಂದಿಗೆ ಸಹವಿಕಾಸಹೊಂದುತ್ತದೆಯೆಂದು ಹಲವಾರು ಅಧ್ಯಯನಗಳು ತೋರಿಸಿದ್ದರೂ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಆಹಾರದಲ್ಲಿನ ಮೇದಸ್ಸನ್ನು ವಿಘಟನಗೊಳಿಸಿ ಅದನ್ನು ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಸಹಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ಸಮುದಾಯ ಕೆಲವು ರೋಗಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅಥೆರೋಸ್ಕ್ಲೀರಾಸಿಸ್ (ಆರ್ಟರಿಗಳು ದಪ್ಪವಾಗುವುದು) ನಂತಹ ರೋಗಗಳಿಗೆ, ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ, ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಆಹಾರದ ಅಂಶವಾದ ಕೋಲೈನನ್ನು ವಿಘಟನಗೊಳಿಸಿ, ಟ್ರೈಮೀಥೈಲ್ ಅಮೈನ್ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಆಗಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಈ ಪದಾರ್ಥವು

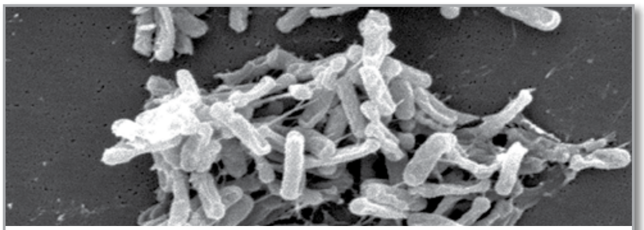
ಮಾನವರಲ್ಲಿ ಕೊರೋನರಿ ವಾಸ್ಕುಲಾರ್ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಯಕೃತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ರೋಗಗಳಾದ ಮದ್ಯ ಸಂಬಂಧಿತವಲ್ಲದ ಕೊಬ್ಬಿನಂಶ ತುಂಬಿದ ಯಕೃತ್ತು ರೋಗ, ಮದ್ಯದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಬರುವ ಯಕೃತ್ತು ರೋಗ ಮತ್ತು ಆಟೋ ಇಮ್ಯೂನ್ ಯಕೃತ್ತು ಕಾಯಿಲೆಗಳಿಗೂ ಸಹ ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯವು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ ಪುರಾವೆಗಳು ದೊರೆತಿವೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಅದಲುಬದಲಾದ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟಗಳಿಂದ ಉರಿಯೂತದ ಕರುಳಿನ ಕಾಯಿಲೆ (ಇನ್ಫಲಮೇಟರಿ ಬೊವೆಲ್ ಡಿಸೀಸ್), ಮಧುಮೇಹ ಮತ್ತು ದೊಡ್ಡಕರುಳಿನ (ಕೋಲನ್) ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಕೂಡ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಯಾವ ವಿಧಾನದಿಂದ ಈ ಕರುಳಿನ ಕಾಯಿಲೆಗಳನ್ನು ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯವನ್ನು ಬಳಸುವುದು – ಮಲದಲ್ಲಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಕಸಿ (ಫೀಕಲ್ ಮೈಕ್ರೋಬ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಪ್ಲಾಂಟ್ಸ್)

ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಯಿಲೆಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವಂತೆಯೇ ಕರುಳಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು, ಕೆಲವು ಕಾಯಿಲೆಗಳನ್ನು ಗುಣ ಪಡಿಸುವಲ್ಲಿಯೂ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ.

ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಂ ಡಿಫಿಸಿಲ್, ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವ ನಿರ್ವಾತಜೀವಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ. ಆದರೆ, ರೋಗನಿರೋಧಕ ಪ್ರತಿಜೀವಕಗಳ (ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ಸ್) ಅತಿಯಾದ ಬಳಕೆ ಅಥವಾ ದೊಡ್ಡ ಕರುಳಿನ ತೀವ್ರ ಉರಿಯೂತದಿಂದ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗೆ ದಾಖಲಾದ ರೋಗಿಗಳಲ್ಲಿ *ಸಿ.ಡಿಫಿಸಿಲ್*‌ನ ಅತಿಯಾದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ತೀವ್ರ ಅತಿಸಾರ (ಡಯೇರಿಯಾ– ದಿನಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು 15 ಬಾರಿ), ಹೊಟ್ಟೆ ನೋವು, ತೂಕದಲ್ಲಿ ಇಳಿಕೆ, ಜ್ವರ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದು ಮಾರಕವೂ ಆಗಬಹುದು. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಜೀವಕಗಳಿಂದ(Antibiotics) ಗುಣ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ಸೋಂಕು ಮರುಕಳಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಷಕಾರಿ *ಸಿ.ಡಿಫಿಸಿಲ್*‌ನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯವು ತಡೆಯಲು ವಿಫಲವಾಗಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, ಮಲದಲ್ಲಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಕಸಿ (ಫೀಕಲ್ ಮೈಕ್ರೋಬ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಪ್ಲಾಂಟ್ಸ್ – ಎಫ್‌ಎಮ್‌ಟಿ) ವಿಧಾನದಿಂದ ಸೋಂಕಿನ ಮರುಕಳಿಕೆಯನ್ನು



ಚಿತ್ರ 2. ಮಲದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಂ ಡಿಫಿಸಿಲ್‌ನ ಸ್ಕಾನಿಂಗ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಾಫ್. ಮೂಲ: CDC/ Lois S. Wiggs (PHIL #6260), 2004, Obtained from the CDC Public Health Image Library, Wikimedia Commons. License: Public Domain. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Clostridium#/media/File:Clostridium_difficile_01.jpg

ತಡೆಗಟ್ಟುವಲ್ಲಿ, ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಯಶಸ್ಸು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಪರೀಕ್ಷೆಗೊಳಗಾದ ದಾನಿಯ ಮಲವನ್ನು ಸಲೈನ್/ಲವಣ ದ್ರಾವಣದೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರಣ ಮಾಡಿ, ಅದನ್ನು ಎನಿಮಾ ಅಥವಾ ಎಂಡೋಸ್ಕೋಪಿ ಮೂಲಕ ರೋಗಿಯ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಜೀರ್ಣಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಸ್ವನಿರೋಧಕ (ಆಟೋ ಇಮ್ಯೂನ್) ಕಾಯಿಲೆಗಳಾದ ಅಂದರೆ ಇರಿಟೆಬಲ್ ಬೋವೆಲ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ಮತ್ತು ಇನ್‌ಫ್ಲಮೇಟರಿ ಬೋವೆಲ್ ಡಿಸಾರ್ಡರ್ (ದೊಡ್ಡ ಕರುಳಿನ ಉರಿಯೂತ)ನಂತಹ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ, ಮಲದಲ್ಲಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳ ಕಸಿಯಿಂದ ಗುಣ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಮುಕ್ತಾಯ

ಕಳೆದ ಕೆಲವು ದಶಕಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಮನುಷ್ಯನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಸಕ್ತಿ ಉಂಟಾಗಿದ್ದು, ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹಾಗೂ ಸುಧಾರಣೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತಿದೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಮೈಕ್ರೋಬಯೋಟಾವನ್ನು ರಚನೆಮಾಡಿರುವ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳೂ, ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಪಯಣಿಗರು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೇ, ಆತಿಥೇಯ ಜೀವಿಯ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಾರ್ಯಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿರುವುದೇ ಈ ಆಸಕ್ತಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಕರುಳಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿ ಸಮುದಾಯದ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಮಾಹಿತಿಗಳು ದೊರೆತರೆ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಯಿಲೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ರೋಗಕಾರಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳನ್ನು ತಡೆಯುವ ಅಥವಾ ನಿವಾರಿಸುವ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

References

1. Arumugam M, Raes J, Pelletier E et al. Enterotypes of the human gut microbiome. Nature 201; 473(7346):174-80.
2. Riduaura VK, Faith JJ, Rey FE et al. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. Science 2013;341(6150):1241214
3. Biteen JS, Blainey PC, Cardon ZG et al, Tools for the microbiome: Nano and beyond. ACS Nano. 2015 Dec 22. [Epub ahead of print]
4. De Filippo c, Cavalieri D, Di Paola M et al. Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010; 107(33):14691-6.
5. Hehemann JH, Correc G, Barbeyron T, Helbert W, Czjzek M, Michel G. Transfer of carbohydrate-active enzymes from marine bacteria to Japanese gut microbiota. Nature. 2010;464(7290):908-12
7. Smith MI, Yatsunenko T, Manary MJ et al. Gut microbiomes of Malawian twin pairs discordant for kwashiorkor. Science. 2013; 339(6119):548-54.
8. Ierardi E, Sorrentino C, Principi M, Giorgio F, Losurdo G, Di Leo A. Intestinal microbial metabolism of phosphatidylcholine: a novel insight in the cardiovascular risk scenario. Hepatobiliary Surg Nutr. 2015; 4(4):289-92.
9. Kelly CR, Kahn S, Kashyap P et al. Update on fecal microbiota transplantation 2015: Indications, methodologies, mechanisms and outlook. Gastroenterology. 2015; 149(1):223-37.

ಗಗನ್‌ದೀಪ್ ಕಾಂಗ್ ಅವರು ವೆಲ್ಲೂರಿನ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿದ್ದಾರೆ. ಸುಮಾರು 20 ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಅವರು ಕರುಳಿನ ಸೋಂಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದು, ಕಲಿಯಲು ಇನ್ನೂ ಬಹಳಷ್ಟಿದೆ ಎನ್ನುವುದು ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಾಗಿದೆ. ಅವರು ಲಸಿಕೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತು, ಅದರಲ್ಲೂ, ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ನೀಡುವ ಲಸಿಕೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದು, ಲಸಿಕೆಗಳ ನೀತಿ ಮತ್ತು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಆರೋಗ್ಯದ ವಿಷಯದಲ್ಲೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಕ್ಷಮಾ ವಿ. ಭಾನುಪ್ರಕಾಶ್

ಜೀವದ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನಾರಚನೆ

ಆನುವಂಶಿಕ ವಿಧಾನ

ಕೃಷ್ಣಪ್ರಿಯ ತಮ್ಮಾ

ಈ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ 7 ಶತಕೋಟಿ ಜನರು, 100 ಸಹಸ್ರ ಕೋಟಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವೆಗಳು ಮತ್ತು ಒಂದು ಶತಕೋಟಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಜೀನ್ನೊಣಗಳವೆ. ಇಷ್ಟೊಂದು ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಎಲ್ಲಿಂದ ಬಂತು? ನಾವು ಹೇಗೆ ವಿಕಾಸಗೊಂಡೆವು– ಮನುಷ್ಯನ ಕಥೆಯೇನು? ಇಂತಹ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ನಾವು ಮಾಡಿರುವ ಕೆಲವು ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಿ ನೋಡುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಲೇಖಕರು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

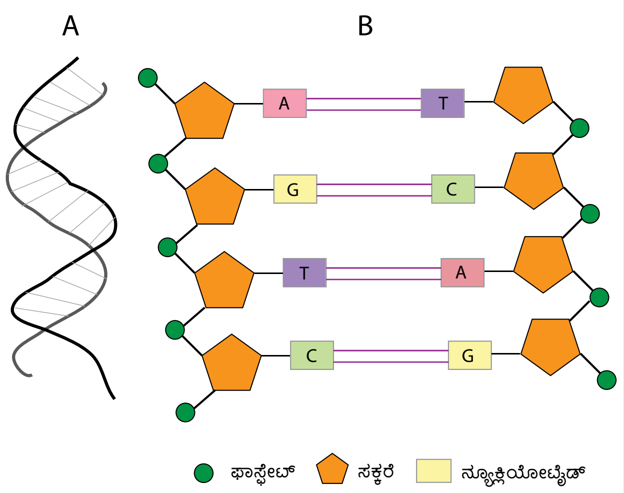
ಈ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಗಳ ಉಗಮದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾನವರು ಸದಾ ಕುತೂಹಲಿಗಳಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಮಾನವನ ಇತಿಹಾಸದುದ್ದಕ್ಕೂ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಡಾರ್ವಿನ್ ಮತ್ತು ವಾಲೇಸ್ ತಮ್ಮ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆಯ ಮೂಲಕ ಜೀವವಿಕಾಸದ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದಾಗ ಬಹಳಷ್ಟು ವಾದವಿವಾದಗಳು ಎದುರಾದವು. ಆದರೆ, ಇಂದು ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ನಿರ್ವಿವಾದವಾದ ಸಾಕ್ಷಿಯಿದೆ. ಡಾರ್ವಿನ್ ಪ್ರಕಾರ ವಿಕಾಸವೆನ್ನುವುದು ಕೆಲವು ಮಾರ್ಪಾಡಿನೊಂದಿಗೆ ಪೀಳಿಗೆ ಮುಂದುವರಿಕೆ ಅಥವಾ **'ಡಿಸೆಂಟ್ ವಿತ್ ಮಾಡಿಫಿಕೇಷನ್'' 'Descent with modification'**, ಅಂದರೆ, ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ತಂದೆತಾಯಿಗಳಿಂದ ಅವರ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅಲ್ಲದೆ ಹೋದರೂ ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿ ಸಾಗುವುದು. ಮಕ್ಕಳು/ಮರಿಗಳು ತಮ್ಮ ತಂದೆತಾಯಿಗಳನ್ನು ಬಹುಪಾಲು ಹೋಲುತ್ತಿದ್ದರೂ ಅವು ಕೆಲವು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತೋರಬಹುದು.

ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ, ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೇ **ಆಯ್ಕೆ**ಯಾಗಿ, ಒಂದು ಹೊಸ ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವಷ್ಟು ಬಲವಾದ ವಿಭಿನ್ನತೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹೊಸ ಪ್ರಭೇದವು ತಾನು ಹಿಂದಿನ ಪ್ರಭೇದದಿಂದ ವ್ಯುತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಕಾರಣ ಅದು ತನ್ನ ಹಳೆಯ ಪ್ರಭೇದದೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ನಾನು ಮತ್ತು ನನ್ನ ಸೋದರ ಸಂಬಂಧಿಗೆ ಹೇಗೆ ನಮ್ಮ ತಾತ ಒಬ್ಬರೇ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪೂರ್ವಜರಾಗುತ್ತಾರೋ ಹಾಗೆಯೇ ಪ್ರಭೇದಗಳೂ ಸಹ ತಮ್ಮ ಸಂಬಂಧಿ ಪ್ರಭೇದಗಳೊಂದಿಗೆ ಒಂದೇ ಪೂರ್ವಜರನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳುತ್ತವೆ. ಕಾಲಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ನಾವು ಬಹಳ ಹಿಂದೆ (ಸುಮಾರು 3.8 ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೆ) ಹೋದರೆ, ಈ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಸಕಲ ಜೀವಿಗಳ ಜನ್ಮದಾತ ಜೀವಿಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ನಾವು, ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಪುನಾರಚಿಸುತ್ತಾ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಯ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಮತ್ತೆ ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು.

ವಿವಿಧ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳ ಮರುರಚನೆ ಮತ್ತು ವಂಶಾವಳಿಗಳ ವಿಕಾಸದ ಚರಿತ್ರೆಯ ಮರುರಚನೆಯನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುವ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಭಾಗವೇ ಫೈಲೋಜೆನೆಟಿಕ್ಸ್ Phylogenetics (ಪ್ರಜಾತಿ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ಶಾಸ್ತ್ರ).

ರೂಪರಚನೆ (ಮಾರ್ಫಾಲಜಿ) ಮಾಹಿತಿ ಮತ್ತು ಆನುವಂಶಿಕ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ನಾವು ವಿಭಿನ್ನ ವಂಶಾವಳಿ ಅಥವಾ ಪ್ರಜಾತಿ ವಂಶವೃಕ್ಷವನ್ನು (**ಚಿತ್ರ** 1 ಗಮನಿಸಿ) ರಚಿಸಬಹುದು. ಇಂದು ತಳಶಾಸ್ತ್ರ, ಆನುವಂಶಿಕ ಮಾಹಿತಿ ಅಥವಾ ಡಿಎನ್‌ಎ ಆಧಾರಿತ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೊಂದು ಪ್ರಗತಿ ಆಗಿದೆಯೆಂದರೆ ನಿಕಟವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮತ್ತು ರೂಪರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಹೋಲುವಂತಹ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವೆಯೂ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಪುನಾರಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ? ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಜೀವಿಯ

ಒಂದು ಜೀವಿಯ ಜೀನೋಮ್ ಎಂದರೆ ಅದರ ಎಲ್ಲಾ ಜೀನುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಅದರ ಡಿಎನ್‌ಎಗಳ ಪೂರ್ಣ ಗುಂಪು. ಆಯಾ ಜೀವಿಯ ಇಡೀ **ಜೀನೋಮಿನ** – ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ಮೂರು ಶತಕೋಟಿ ಡಿ ಎನ್ ಎ ಬೇಸ್ ಜೋಡಿಗಳು– ಒಂದೊಂದು ಪ್ರತಿಯು ದೇಹದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಜೀನೋಮ್ ನ ಒಂದೊಂದು ಪ್ರತಿಯೂ ಇಡೀ ಜೀವಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿಕೊಂಡು ಬರಲು ಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲಾ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 1. ಡಿಎನ್‌ಎ ರಚನೆ

ಜೀವಿಗಳ ನೀಲನಕ್ಷೆ ಡಿಎನ್‌ಎ, ಇದು ಎರಡು ಎಳೆ ಇರುವಂತಹುದು (ದ್ವಿ ತಂತು).

ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳು ಮತ್ತು ಅನೇಕ ವೈರಾಣುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಅಭಿವೃದ್ಧಿ, ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಆನುವಂಶೀಯ ಸಲಹೆ ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತು ಒಯ್ಯುವ ಒಂದು ಅಣು ಎಂದರೆ ಡೀಆಕ್ಸೀರೈಬೋನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಸಿಡ್ (Deoxyribonucleic acid) ಇದು ಬಹಳಷ್ಟು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಒಂದು ಹೆಲಿಕ್ಸ್ ರೂಪಿಸುವ ಎರಡು ವಿರುದ್ಧ ಪಂಕ್ತಿಯ ಸಮಾನಾಂತರ ಬಯೋ ಪಾಲಿಮರ್ ಎಳೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳು ಹೇಗೆ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಪಾಲಿಮರ್‌ಗಳಾಗಿವೆಯೋ, ಹಾಗೆಯೇ ಡೀಆಕ್ಸೀರೈಬೋನ್ಯೂಕ್ಲಿಕ್ ಆಸಿಡ್ ಅಥವಾ ಡಿಎನ್‌ಎ,ಯ ಎಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಪಾಲಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಪಾಲಿಮರ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್, ಒಂದು ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಗುಂಪು, ಡೀಆಕ್ಸೀರೈಬೋಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ನಾಲ್ಕು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಬೇಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದರಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಡಿಎನ್‌ಎನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ರೀತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಬೇಸ್‌ಗಳಿವೆ– ಅವು ಅಡಿನೀನ್ (A) ಗ್ವಾನೀನ್(G), ಥೈಮಿನ್(T) ಮತ್ತು ಸೈಟೋಸಿನ್ (C). ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಅನುಕ್ರಮವೇ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಅನುಕ್ರಮವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ತಂತುವಿನ ಮೇಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಬೇಸ್‌ಗಳು ಇನ್ನೊಂದು ತಂತುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂವಾದಿ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿರುವ ಬೇಸ್ಗಳ ಜೊತೆ ಜೋಡಿಯಾಗಿ ಬೇಸ್ ಜೋಡಿಯಾಗುತ್ತವೆ.

ಡಿಎನ್‌ಎ ಯಲ್ಲಿರುವ ಬೇಸ್ ಜೋಡಿಗಳು ಎರಡು ವಿಧದವಾಗಿರುತ್ತವೆ A-T ಅಥವಾ C-G. ಒಂದು ಬೇಸ್ ಜೋಡಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಅವುಗಳ ಆಕಾರವು ಜಲಜನಕದ ಬಾಂಡ್ ನಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಿಯಾಗಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

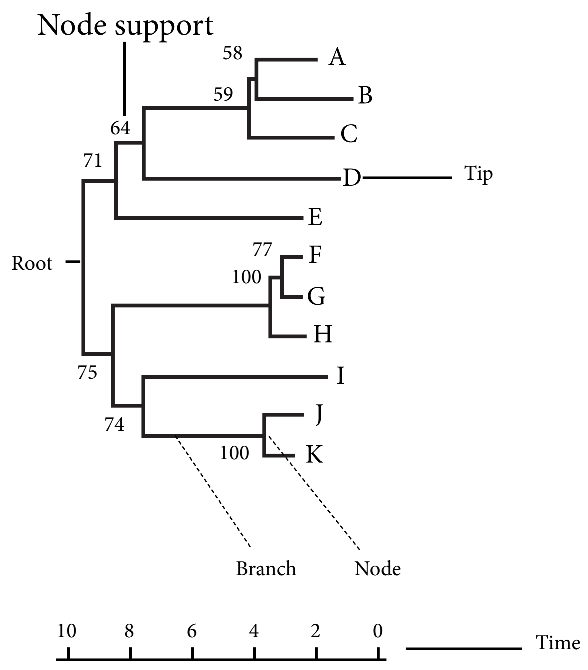
ಜೀನ್ ಎಂಬುದು ಒಂದು ಕಾರ್ಯಕಾರಿ ಆರ್ ಎನ್ ಎ ಅಥವಾ ಒಂದು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಉತ್ಪನ್ನವನ್ನು ಸಸಂಕೇತರೂಪಿಸುವ (encoded) ಡಿ ಎನ್ ಎ ಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ತಾಣ ಅಥವಾ ಸ್ಥಳ. ಅದು ಆನುವಂಶಿಕತೆಯ ಅಣುರೂಪದ ಘಟಕ. ಒಂದು ಜೀವಿಯ ಸಂತತಿಗೆ ಜೀನುಗಳ ವರ್ಗಾವಣೆ ಆಗುವುದೇ ಬಾಹ್ಯರೂಪದ ಆನುವಂಶಿಕ ಗುಣವಿಶೇಷಗಳು ವಂಶದಿಂದ ವಂಶಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಬರಲು ಮೂಲ ಕಾರಣ.

ಜೀನೋಮ್‌ಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗ, ಅವುಗಳೊಳಗಿನ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು. ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ನಾವು ಎರಡು ಜೀವಿ/ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಜೆನೆಟಿಕ್ ಅಂತರದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಹಾಕುತ್ತೇವೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಬೇಸ್ಗಳು ಸಮಾನ (A, T, G, & C) ವಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಎಷ್ಟು ಬೇಸ್ಗಳು ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ ಎಂಬ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಲ್ಲಿ ಈ ಅಂತರವನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ವಿಶೇಷ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಪ್ರೋಗ್ರಾಂಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ಜೆನೆಟಿಕ್ ಅಂತರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ನಾವು ಸಂಬಂಧಗಳ ಪ್ರಜಾತಿ ವಂಶವೃಕ್ಷಗಳನ್ನು (phylogenetic tree) ರಚಿಸಬಹುದು. ಒಟ್ಟಾರೆ, ಎರಡು ವರ್ಗಗಳ (taxa) ನಡುವಿನ ಜೆನೆಟಿಕ್ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಆದಂತೆಯೆ ಅವುಗಳ ಸಂಬಂಧ ಸಾಮಿಪ್ಯ (degree of relatedness) ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧದ ವರ್ಗಗಳ ಜೆನೆಟಿಕ್ ಅಂತರದ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದು, ದೂರ ಸಂಬಂಧದ ವರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ನಾವು ವಿಭಿನ್ನ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳ ರಚನೆ ಮಾಡುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೇ, ಈ ವಿಭಿನ್ನ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಸಮುದಾಯಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಹೇಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮಾನವನ ವಿಕಾಸದ ಬಗ್ಗೆ ಇದು ಏನನ್ನಾದರೂ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವೇ?

ಪ್ರಜಾತಿ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ವೃಕ್ಷವನ್ನು ಹೇಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬೇಕು?

ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ವೃಕ್ಷವೆನ್ನುವುದು ವಿವಿಧ ವರ್ಗಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳ ರೇಖಾತ್ಮಕ ನಿರೂಪಣೆ (**ಚಿತ್ರ 2**). ನಿಕಟವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಈ ವೃಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದು, ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಶಾಖೆಗಳಿಂದ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ಈ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ವೃಕ್ಷವನ್ನು ತುಂಡು ತುಂಡಾಗಿ ನೋಡೋಣ. ಇಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ನಮಗೆ ಕಾಣುವುದು ಒಟ್ಟಾರೆ ಮರದ ರಚನೆ– ಮರದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಶಾಖೆಗಳ ಮಾದರಿಯನ್ನು 'topology'. 'ಟೋಪಾಲಜಿ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮರದ ಬುಡದಲ್ಲಿ 'ಬೇರು'ಗಳಿವೆ. ನಾವು ಈಗ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಹೊರಟಿರುವ ವಂಶಾವಳಿಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬರದ 'ಔಟ್ ಗ್ರೂಪ್' (ಹೊರಗುಂಪು) ಮರದ ಬೇರಾಗಿ ಅವಶ್ಯವಾಗಿದೆ. 'ಇನ್ ಗ್ರೂಪ್' (ನಾವು ಈಗ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿರುವ ಗುಂಪು) ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳ ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಣಕ್ಕೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ಹೋಲಿಕೆ ಬಿಂದುವನ್ನು ಈ ಔಟ್ ಗ್ರೂಪ್ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಮರದ 'ತುದಿ'ಗಳು ನಾವು ಹೋಲಿಕೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳಾಗಿದ್ದು, 'ಶಾಖೆಗಳ' ಮೂಲಕ

ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ವೃಕ್ಷವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಹೇಗೆ?



'ಬಿ' 'ಎ'ನ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧಿ; 'ಎ' ಮತ್ತು 'ಬಿ'ಗಳನ್ನು 'ಸೋದರರು' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ

ಅವೆರಡೂ 'ಸಿ'ನೊಂದಿಗೆ ಒಂದೇ ಪೂರ್ವಜನನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ

ಈ ವೃಕ್ಷದ ಬೇರು ವಂಶಾವಳಿಯ ಮೂಲ ಪೂರ್ವಜನನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿಂದಲೇ ಎಲ್ಲಾ ಪೀಳಿಗೆಗಳು ಮುಂದುವರೆಯುತ್ತವೆ

ಗೆಣ್ಣುಗಳ ಮೇಲಿನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಗೆಣ್ಣುಗಳ ಆಧಾರವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ

ಇದು ವೃಕ್ಷದಲ್ಲಿ ನಿಬಿಡತೆಯ (condence) ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ವಿಧಾನವೂ ಆಗಿದೆ

ಅಡ್ಡಗೆರೆ ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನ ಸಮಯವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಅಳತೆಗೋಲಾಗಿದೆ. ಸೊನ್ನೆ ವರ್ತಮಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ವಂಶಾವಳಿಯ ಬೇರು ಸರಿ ಸುಮಾರು ಹತ್ತು ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಸಮಯದ್ದಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 2. ಪ್ರಜಾತಿ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ವೃಕ್ಷವನ್ನು ಹೇಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬೇಕು?

ಬೇರೆ ತುದಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧ ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. 'ಆಂತರಿಕ ಗೆಣ್ಣು' (ಇಂಟರ್ನಲ್ ನೋಡ್ಸ್) ಗಳು ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪೀಳಿಗೆಗಳು ಯಾವುದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿರುತ್ತವೆಯೋ ಆ ಪೂರ್ವಜ ಜೀವಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಎರಡು ತುದಿಗಳು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವ ಗೆಣ್ಣುಗಳು ಇವೆರಡರ ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪೂರ್ವಜನನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದ ಬಿಂದುವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಪೂರ್ವಜ ಜೀವಿಯಿಂದ ಎರಡು ಪ್ರಭೇದಗಳು (ಅಥವಾ ವಂಶಾವಳಿ) ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಗೆಣ್ಣುಗಳು ಪ್ರಭೇದ ರೂಪುಗೊಂಡ ಊಹಿತ ಘಟನೆಯನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಒಂದೇ ಪೂರ್ವಜನನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವರ್ಗ (ತುದಿ) ಗಳನ್ನು ಸೋದರ ಜೀವಿಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಓರ್ವ ಸಾಮಾನ್ಯ ವೀಕ್ಷಕನಿಗೆ ನಮ್ಮ ಪ್ರೈಮೇಟ್ ಸೋದರರಾದ ಬೊನೋಬೊ ಮತ್ತು ಚಿಂಪಾಂಜಿಗಳೆರಡೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ.

ಆದರೆ, ತಳೀಯವಾಗಿ (genetically) ಅವೆರಡೂ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ. ವಾನರ ವೃಕ್ಷದಲ್ಲಿ (**ಚಿತ್ರ 3**) ಮಾನವ, ಚಿಂಪಾಂಜಿ, ಬೊನೋಬೋ, ಗೊರಿಲ್ಲಾ ಮತ್ತು ಒರಾಂಗುಟಾನ್‌ಗಳು ತುದಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲಾ ವಾನರ ಜೀವಿಗಳು ಉಳಿದ ಪ್ರೈಮೇಟ್‌ಗಳಿಂದ ಬೇರೆಯಾದಂತಹ ಒಂದೇ ಪೂರ್ವಜನನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಚಿಂಪ್ ಮತ್ತು ಬೊನೋಬೋಗಳು ಸೋದರ ಜೀವಿಗಳಾಗಿದ್ದು, ಮಾನವರೂ ಸಹ ಅವುಗಳೊಂದಿಗೆ ಒಬ್ಬನೇ ಪೂರ್ವಜನನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಹೀಗೆ ನಾವು ಪ್ರೈಮೇಟ್‌ಗಳ ಸಂಬಂಧಿಗಳಾಗಿದ್ದೇವೆ! ಎಷ್ಟು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ನಮ್ಮ ಮತ್ತು ಈ ಪ್ರೈಮೇಟ್‌ಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪೂರ್ವಜ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದ್ದ?

ಈ 'ಜೀವ ವೃಕ್ಷ'ದಿಂದ ವಯಸ್ಸನ್ನು ತಿಳಿಯುವ ಬಗೆ

ಪ್ರಜಾತಿ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ವೃಕ್ಷದಿಂದ ವಿವಿಧ ವರ್ಗಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳ ಪುನರ್ನಿರ್ಮಾಣವಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ, ವಿಕಾಸದ ಹಾದಿಯ ಕವಲು ಒಡೆದ ಸಮಯವನ್ನು 'ಡೈವರ್ಜೆನ್ಸ್ ಡೇಟಿಂಗ್' ಎಂಬ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಮೂಲಕ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. (ಡೈವರ್ಜೆನ್ಸ್ ಡೇಟಿಂಗ್) ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಕಾಲಗಣನೆ ಎನ್ನುವುದು ಆಣ್ವಿಕ ಗಡಿಯಾರ ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಮಯಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಮ್ಯುಟೇಷನ್‌ಗಳು ಏಕರೀತಿಯ ಗತಿ (rate)ಯಲ್ಲಿ ಸಂಚಯಿತವಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಪ್ರಭೇದಗಳ ಜೀನೋಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬೇಸ್‌ಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕುವ ಮೂಲಕ, ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಯಾವ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಚಯನಗೊಂಡಿವೆ ಎಂಬ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಎರಡು ವಂಶಪರಂಪರೆಗಳು ಯಾವಾಗ ವಿಭಜನೆಯಾದವು ಎಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಸರಣಿಗಳ ವಿಕಾಸ ಯಾವುದೇ ನಿಗದಿತ ಗತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸದ ಕಾರಣ, ನಾವು ಒಂದು ಗತಿಯನ್ನು ಹಂಚಿಕೆಯೆಂದು (ಸಾಮಾನ್ಯ ಹಂಚಿಕೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ) ಮಾದರಿಯಾಗಿಟ್ಟು ಕೊಂಡು (ಡೈವರ್ಜೆನ್ಸ್) ಕವಲು ಒಡೆದದ್ದನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಬಹುದು. (ಮರಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಲು ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಬಳಸಲಾಗುವುದು ಏಕೆಂದರೆ ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳ (ಪೂರ್ವಜ + ಪೀಳಿಗೆ = ಕ್ಲೇಡ್) ಮಾಪನಕ್ಕೆ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಪರಾಮರ್ಶನ ವಯಸ್ಸನ್ನು ಕೊಡುವ ಕಾರಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ).

ಡೈವರ್ಜೆನ್ಸ್ ಡೇಟಿಂಗ್‌ನ ಉದಾಹರಣೆಯೊಂದನ್ನು ನಾವು ಪ್ರೈಮೇಟ್‌ಗಳ ವೃಕ್ಷದಲ್ಲಿ (**ಚಿತ್ರ 3**) ಕಾಣಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಮಾನವ ಮತ್ತು ಚಿಂಪಾಂಜಿ ಪೀಳಿಗೆಗಳು ಸುಮಾರು 4–5 ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಿರುವುದೆಂದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥವೇನೆಂದರೆ, ಮಾನವ ಪೀಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬದುಕುಳಿದಿರುವ ಏಕ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಭೇದವಾದ *ಹೋಮೋ ಸೇಪಿಯನ್ಸ್*, ಸರಿ ಸುಮಾರು 5 ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದಿರಬಹುದು. ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳು ಇದನ್ನು ದೃಢೀಕರಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂದಿನ ಮತ್ತು ಹಿಂದಿನ 5 ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ನಡುವೆ *ಹೋಮೋ ನಿಯಾಂಡರ್ತಲೆನ್ಸಿಸ್* ನನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿ ಸಾಕಷ್ಟು *ಹೋಮೋ* ಪ್ರಭೇದಗಳು, ವಿಕಾಸ ಹೊಂದಿರುವುದನ್ನು ಇದು ತೋರಿಸಿದರೂ, *ಹೋಮೋ ಸೇಪಿಯನ್ಸ್* ಒಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದೆಲ್ಲವೂ ಅಳಿದುಹೋಗಿವೆ.

ನಾವು ಈ ವರೆಗೆ ರಚಿಸಿರುವ ವಾನರರ ಚಿತ್ರಣದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲೇ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಸ್ತರಿಸಿ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ

ಲೀನಿಯೇಜ್ (ವಂಶಪರಂಪರೆ): ಸಂತತಿಯ ಒಂದು ನಿರಂತರ ರೇಖೆಯನ್ನು ವಂಶಪರಂಪರೆ ಎನ್ನಬಹುದು: ಇದು ಯಾವುದೇ ತಂದೆತಾಯಿಗಳ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ಮಕ್ಕಳ ಯಾವುದೇ ಸರಣಿ.

ಸ್ಪೀಸಿಯೇಷನ್ (ಪ್ರಭೇದನ): ಜೀವಿ ಸಮುದಾಯಗಳು ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿಯ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಂಡು ಎರಡು ಹೊಸ ಪ್ರಭೇದಗಳ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ವಿಕಾಸ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸ್ಪೀಸಿಯೇಷನ್ ಎನ್ನಬಹುದು. ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಒಂದೇ ಪೂರ್ವಜರಿಂದ ಎರಡಾಗಿ ವಿಭಜನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಅವು ವಿಭಜನೆಯಾದಾಗ ರೂಪಾಂತರಗುಣಗಳನ್ನು ಸಂಚಯಿಸುತ್ತಾ ಕೊನೆಗೊಮ್ಮೆ ಪ್ರಜನನದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ– ಅಂದರೆ ಈ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಂಡ ಎರಡು ಗುಂಪಿನ ಸದಸ್ಯರು ಸಫಲವಾಗಿ ಸಂತಾನೊತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರಭೇದವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಜನನದ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆ ಅನಿವಾರ್ಯವಾದ ನಿಯಮ.

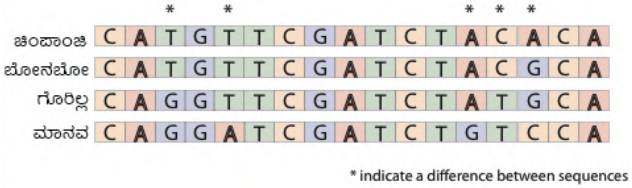
ಮ್ಯುಟೇಷನ್ (ರೂಪಾಂತರ): ಜೀವಕೋಶಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಲ ನಕಲುಗೊಂಡಾಗಲೂ ಅದರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಜೀನೋಮ್‌ನ ಮರುಪ್ರತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಹೀಗೆ ಮರುಪ್ರತಿಯಾಗುವಾಗ ತಪ್ಪುಗಳಾಗಿ ತಪ್ಪು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳು ನಕಲಾದ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡುಬಿಡುತ್ತವೆ. ಜೀನೋಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಮ್ಯುಟೇಷನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಈ ಮ್ಯುಟೇಷನ್‌ಗಳು ತಾವು ಕೋಡ್ ಮಾಡುವ ಅಮೈನೋ ಆಸಿಡ್‌ಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಎಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ! ರೂಪ ಲಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಚಿಂಪಾಂಜಿಗಳು ಬೊನೋಬೊಗಳನ್ನು ತುಂಬಾ ಹೋಲುತ್ತವೆ

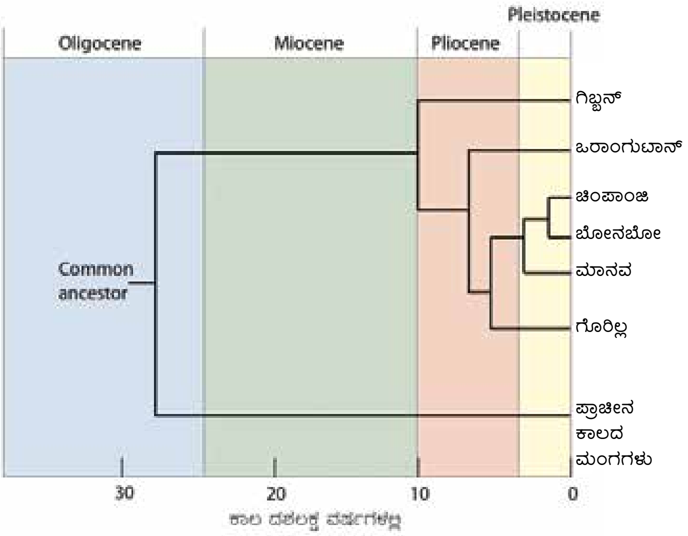
ಚಿಂಪಾಂಜಿ (ಫೋಟೋ: ಥಾಮಸ್ ಲರ್ಷ್) ವಿಕಿಮೀಡಿಯ ಕಾಮನ್ಸ್ ಚಿತ್ರಗಳು

ಬೊನೊಬೋ (ಚಿತ್ರ: USAID)

ತಳೀ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ ಅವುಗಳ ವಿಭಿನ್ನತೆ ತೋರಿಸಬಹುದು.



ಪ್ರೈಮೇಟ್ಗಳ ಫೈಲೋಜೆನೆಟಿಕ್ ಮರ.
ಟ್ಯಾಕ್ಸಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಮತ್ತು ವಂಶಾವಳಗಳ ನಡುವೆ ಭಿನ್ನತೆಗಳು ಉಗಮವಾದ ಸಮಯವನ್ನು ಮರವು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ



ಚಿತ್ರ ३. ಪ್ರೈಮೇಟ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧದ ಮರು ಸೃಷ್ಟಿ ಹೇಗೆ ಮಾಡಬಹುದು?

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಿಯೂ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ವೃಕ್ಷವನ್ನು ರಚಿಸುವಂತಿದ್ದರೆ ಎಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿರುತ್ತಿತ್ತಲ್ಲವೇ? ಆಣ್ವಿಕ ಮಾಹಿತಿ, ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೀವ ವೃಕ್ಷ (ಟ್ರೀ ಆಫ್ ಲೈಫ್) ಎನ್ನುವ ಯೋಜನೆ ಇಂತಹದೇ ಒಂದು ಗುರಿಯನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ಡಾರ್ವಿನ್ ಮತ್ತು ತದನಂತರ ಬಂದ ವಿಕಾಸ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಜೀವ ವೃಕ್ಷ / 'ಟ್ರೀ ಆಫ್ ಲೈಫ್' ಮಾದರಿಯಲ್ಲೇ ಚಿತ್ರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವಂತೆ, ಜೀನ್‌ಗಳ ಸಮತಲ ವರ್ಗಾವಣೆಯನ್ನು (ಹಾರಿಜ಼ಾಂಟಲ್ ಜೀನ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫರ್)

> **ಕ್ಲೇಡ್ಸ್**: ಈ ಪದವನ್ನು ಗ್ರೀಕ್‌ನ 'ಕ್ಲಾಡೋಸ್'ನಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ ಟೊಂಗೆ ಅಥವಾ ರೆಂಬೆ. ಕ್ಲೇಡ್ ಎನ್ನುವುದು ಮೋನೋಫೈಲೆಟಿಕ್ ಟಾಕ್ಸಾನ್; ಅಥವಾ ತಮ್ಮ ಗುಂಪಿನ ಎಲ್ಲಾ ಸದಸ್ಯರೂ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುವ ತೀರ ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಒಂದೇ ಪೂರ್ವಜ ಮತ್ತು ತೀರ ಇತ್ತೀಚಿನ ಆ ಪೂರ್ವಜನ ಪೀಳಿಗೆಗಳಾದ ಜೀವಿಗಳ ಸಮೂಹ.
>
> **ಪ್ರೋಕ್ಯಾರೊಯೋಟ್ಸ್**: (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ರಹಿತ ಏಕಾಣು ಜೀವಿಗಳು); ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಪೊರೆ ಆವೃತ ಕಣ ಅಂಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರದ ಏಕಾಣು ಜೀವಿಗಳು.

ಒಳಗೊಂಡಂತೆ, ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಹಿಂದೆಯೇ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಅನುಸಾರ ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳು ಜೀವ ಜಾಲದಲ್ಲಿ (Web of Life) ಪರಸ್ಪರ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿವೆ ಎನ್ನುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ರಹಿತ ಏಕಾಣು ಜೀವಿಗಳ ಮಟ್ಟಿಗಂತೂ ಇದು ಖಂಡಿತ ನಿಜ.

ಈ ಜೀವ ವೃಕ್ಷವನ್ನು ಪರಿಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ನಿಜಕ್ಕೂ ನಮ್ಮ ಬಳಿ ಎಲ್ಲಾ ಮಾಹಿತಿ ಇದೆಯೇ? ಹಿಂದೆಂದಿಗಿಂತಲೂ ನಮ್ಮ ಬಳಿ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮಾಹಿತಿಯಿದ್ದರೂ ಸಹ, ನಮಗೆ ತಿಳಿಯದ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ನಾವು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ, ಉಷ್ಣವಲಯದ ಬಹಳಷ್ಟು ತಳಿಗಳ ಮಾಹಿತಿ ನಮ್ಮ ಬಳಿಯಿಲ್ಲ.

ಜೀವವೃಕ್ಷದಿಂದ ನಾವು ಏನನ್ನು ಕಲಿಯಬಹುದು? ಅಸಂಪೂರ್ಣವೆನಿಸಿದರೂ ನಮಗೆ ಜೀವವೃಕ್ಷದಾದ್ಯಂತ ವಂಶಾವಳಿಗಳ ವಿತರಣೆ ಯಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತಗೊಳಿಸುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಭಿನ್ನತೆ ಕಂಡುಬರಬಹುದು. ವಂಶಾವಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಒಂದು ಪ್ರಭೇದವನ್ನಷ್ಟೇ ಹೊಂದಿವೆ. ಇಂತಹ ಸಮೃದ್ಧ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗೆ ಒಳ (ಜೈವಿಕ) ಮತ್ತು ಹೊರ (ಐತಿಹಾಸಿಕ) ಪರಿಣಾಮಗಳು ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ರೊಡೆನ್ಷಿಯಾ (ಸುಂಡಿಲಿ ಮತ್ತು ಇಲಿ) ಮತ್ತು ಕೈರಾಪ್ಟೆರಾ (ಬಾವಲಿ) ಸೇರಿದಂತೆ ಚಿಕ್ಕ ಸಸ್ತನಿಗಳು ಅತಿ

ಸಮೃದ್ಧ ವೈವಿಧ್ಯವುಳ್ಳ ಸಸ್ತನಿ ವಂಶಾವಳಿಗಳಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳ ಚಿಕ್ಕ ಶರೀರ ಮತ್ತು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿರಲೂಬಹುದು. ಕೆಲವು ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿನ ಈ ತ್ವರಿತ ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ವರ್ಗೀಕರಣಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅಂಶಗಳು ಒಗ್ಗೂಡಿರಲೂಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಆಲಿಗೋಸೀನ್ (35 ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ)ನಲ್ಲಿ ಹುಲ್ಲುಗಾವಲುಗಳ ವಿಸ್ತಾರ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಹಿಪ್ಸೋಡಾಂಟ (ದೊಡ್ಡ ಹಲ್ಲುಗಳು) ವಿಕಾಸವಾಯಿತು ಮತ್ತು (ಹಿಪ್ಸೋಡಾಂಟ) ದಪ್ಪ ಹಲ್ಲು ಹೊಂದಿರುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ,

ಹೀಗೆ ವಿಕಾಸದ ಪಥಗಳು ಕೇವಲ ಸಂಬಂಧಗಳ ಮರುನಿರ್ಮಾಣವನ್ನಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ, ಈ ಜೀವಿವೈವಿಧ್ಯತೆಗಳು ಹೇಗೆ ಸಂಚಿತವಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನದ ಬಗ್ಗೆ ತನಿಖೆ ನಡೆಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. **ಚಿತ್ರ 4** ರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳು ಉಳಿದವುಗಳಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವೈವಿಧ್ಯತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿವೆ (ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ) ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳು ಇತರ ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳಗಿಂತ ಕಿರಿಯ ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳಾಗಿವೆ ಎಂಬುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ವೈವಿಧ್ಯೀಕರಣ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ (ಪ್ರಭೇದನ ಮತ್ತು ಅಳಿವು) ಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಮತ್ತು ಕಾಲದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಅಧ್ಯಯನ, ಜೀವವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ನಾವು ಇನ್ನೂ ಈ ಜಗತ್ತಿನ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳ ವಿಕಾಸದ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಮ್ಯಾಪಿಂಗ್ (ಚಿತ್ರಣ) ಮಾಡಿರದಿದ್ದರೂ ಜೀನೋಮಿಕ್ ಡೇಟಾದಲ್ಲಾಗಿರುವ ಅಪೂರ್ವ ಸಾಧನೆ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮತ್ತು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಲು ಈಗ ನಮಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಬಲವನ್ನು ನೀಡಿದೆ. ಒಮ್ಮೆಗೆ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಜೀನ್‌ಗಳತ್ತ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವ ಬದಲಾಗಿ ಈಗ ನಾವು ಪ್ರಭೇದಗಳ ಬಹುತೇಕ ಸಂಪೂರ್ಣ ಜೀನೋಮ್‌ನತ್ತ ಗಮನ ಹರಿಸಬಹುದು. ಇದು ನಮಗೆ ಹಿಂದಿನಿಂದ ಈಗಿನವರೆಗೆ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲ ಘಟ್ಟದಲ್ಲೂ ಒಂದು ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ರೂಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಭೇದಗಳ ಆನುವಂಶಿಕ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆಂದೂ ಲಭ್ಯವಿಲ್ಲದ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಇನ್ನು ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಸಹ ಇಂತಹ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಂದ ಜೀವವಿಕಾಸವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಬಲ್ಲ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಧಾನಗಳು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತಿವೆ.

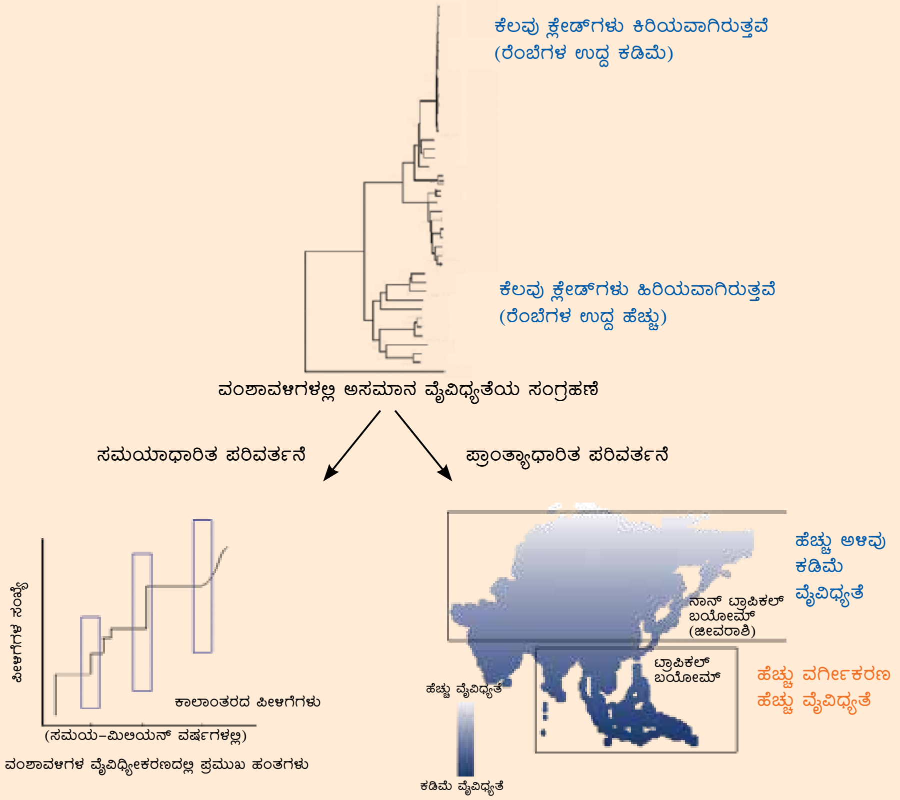
ಜೀವ ವಿಕಾಸದ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಗಳ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನರ್ನಿರ್ಮಾಣ

ಅಂತಿಮವಾಗಿ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯು ಪ್ರಭೇದನ ಮತ್ತು ಅಳಿವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಕ್ಲೇಡ್‌ಗಳುದ್ದಕ್ಕೂ ಪ್ರಭೇದನ ಮತ್ತು ಅಳಿವಿನ ಗತಿ ಸಮಾನವಾಗಿಲ್ಲ.

ಪ್ರಭೇದನ ಮತ್ತು ಅಳಿವು, ಸಮಯ ಮತ್ತು ಸ್ಥಳವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ ಮತ್ತು ಒಟ್ಟಾರೆ ಪ್ರಭೇದ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಸಂಚಯವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕೆಲವು ಬಾರಿ ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಈ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಘಾತೀಯ ಹೆಚ್ಚಳ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಪೀಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ

ಹಲವು ಬಾರಿ ಕೆಲವು ಪ್ರಾಂತ್ಯಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭೇಧನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿ ಅಧಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಉದಾ: ಉಷ್ಣವಲಯದ ಪ್ರದೇಶಗಳು



ಚಿತ್ರ 4. ಜೀವ ವಿಕಾಸದ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಗಳ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನರ್ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

ಪ್ರಭೇದಗಳ ಒಳಗಿನ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕುರಿತು

ನೀವು ಭಾರತ ದೇಶದ ಯಾವುದೇ ಬಸ್ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ಹೋದರೂ ಅಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಜನಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತಾರೆ. ಜಾಗತಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಭಾರತ ಕೇವಲ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಚಿತ್ರ ಮಾತ್ರ. ಕೂದಲು, ಚರ್ಮದ ಬಣ್ಣ, ಮುಖದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಉಳಿದ ರೂಪವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ – ಈ ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಮಾನವರಲ್ಲಿ ಅಪರಿಮಿತ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ನಿಖರವಾಗಿ ನಾವು ಎಷ್ಟು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ?

ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ರೂಪರಚನೆ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ಮಾನವ ಸಮುದಾಯಗಳ ನಡುವೆ ಚಿಂಪ್‌ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಆನುವಂಶಿಕ (ತಳ) ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ! ಆದರೆ ಮಾನವ ಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿನ ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ ಭೌಗೋಳಿಕ ಮಾದರಿಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ವಿವಿಧ ಭೌಗೋಳಿಕ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಭೇದದ ಒಳಗೆ (ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧಿತ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ) ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳು ಹೇಗೆ ಹಂಚಿಕೆಯಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ಕ್ಷೇತ್ರವೇ ಫೈಲೋಜಿಯಾಗ್ರಫಿ. ವಿವಿಧ ಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗಳ ಹೋಲಿಕೆಯು ನಮಗೆ ಈ ಸಮುದಾಯಗಳ ಇತಿಹಾಸದ ವೈಶಿಷ್ಟಮಯ ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಿವಿಧ ಮಾನವ ಜನಾಂಗಗಳ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ, ಆಫ್ರಿಕನ್ ಜನಾಂಗಗಳು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ ಮಾನವ ಜನಾಂಗದ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಆಫ್ರಿಕನ್ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಉಪವರ್ಗವೇ ಆಗಿದೆ. ಆಧುನಿಕ ಮಾನವ (ಹೋಮೋ ಸೇಪಿಯನ್) ನ ಅಂಗರಚನಾಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಅವನ ಉಗಮ ಆಫ್ರಿಕಾದಲ್ಲಾಗಿದ್ದು ತದನಂತರ ಅಲ್ಲಿಂದ ಪ್ರಪಂಚದ ಉಳಿದ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಹಂಚಿಕೆಯಾಗಿ ಬೀಡುಬಿಟ್ಟಿರುವುದು ಈಗ ರುಜುವಾತಾಗಿದೆ. ಈ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಸಂಚಾರ (ಮತ್ತು ತದನಂತರದ) ಎಲ್ಲವೂ ಭೌಗೋಳಿಕ ವಿತರಣೆಯ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ದಾಖಲಾಗಿದೆ. ಇವು ಕೇವಲ ವಲಸೆಗಳಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ– ನಮ್ಮ ಇತಿಹಾಸದ ಜನಸಂಖ್ಯಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಘಟನೆ, ಅದು ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಇಳಿಕೆಯಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಏರಿಕೆಯಾಗಲೀ ನಮ್ಮ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಮೇಲೆ ಛಾಪನ್ನು ಮೂಡಿಸಿದೆ. ನೀವು ನೋಡಿರುವಂತೆ, ಈ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ವಿಭಜನೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಾವು ಸಾಕಷ್ಟು ಮಾತನಾಡಬಹುದಲ್ಲವೇ!

ಮತ್ತೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಭಾರತದ ದಕ್ಷಿಣ, ಪಶ್ಚಿಮ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಹುಲಿಗಳ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಮಾಪನಮಾಡಲು ಅಧ್ಯಯನವೊಂದರ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿಯೇ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು

ಜೀನ್ ಫ್ಲೋ/ಹರಿವು: ಜನಾಂಗಗಳ ನಡುವೆ ಜೀವಿಗಳ ವಲಸೆಯಾದಾಗ, ಅವು ತಮ್ಮೊಂದಿಗೆ ತಮ್ಮ ಜನಾಂಗದಲ್ಲಿರುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಲಸೆಗಳು ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಜನಾಂಗಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟತೆಯನ್ನು ತಡೆ ಹಿಡಿಯುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಜೀನ್– ಫ್ಲೋ ಎಂತಲೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಅಲೀಲ್: ಜೀನ್‌ನ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಮಾದರಿಗಳು. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿಯೂ ಜೀನ್‌ನ ಎರಡು ಪ್ರತಿಗಳಿವೆ. ಎರಡು ಪ್ರತಿಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯಿದ್ದರೆ ಆ ಮನುಷ್ಯ ಹೋಮೋಜೈಗಸ್, ಬೇರೆಬೇರೆಯಿದ್ದರೆ ಹೆಟೆರೋಜೈಗಸ್. ಯಾವುದೇ ಜೀವಿಯು ಜೀನ್‌ನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಲೀಲ್‌ಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊಂದಲು ಸಾಧ್ಯ, ಆದರೆ ಜನಾಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಅಲೀಲ್‌ಗಳು ಇರುತ್ತವೆ.

ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಲ್ ಡಿಎನ್‌ಎ: ಇದು ಯುಕ್ಯಾರಿಯೋಟ್ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಭಾಗ (ಆರ್ಗನೆಲ್– ಕಣಅಂಗ). ಅದು ತನ್ನದೇ ಆದ ಚಿಕ್ಕ ಜೀನೋಂ ಹೊಂದಿದ್ದು, ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಾದಲ್ಲೇ ಉಪಯೋಗವಾಗುವಂತಹ ಪ್ರೊಟೀನ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಲ್ ಡಿಎನ್‌ಎ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಇದು ಹೆಣ್ಣು/ತಾಯಿಯಿಂದ ಮಾತ್ರ ಅನುವಂಶೀಯವಾಗುತ್ತದೆ (ಏಕೆಂದರೆ ಅಂಡಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಕೂಡುವ ವೀರ್ಯಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯ ಇರುವುದಿಲ್ಲ).

ಸೈಟೊಕ್ರೋಮ್ ಬಿ: ಉತ್ಕರ್ಷಣಶೀಲ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ (ಆಕ್ಸಿಡೇಟೀವ್ ಪಾಥ್ವೇ) ಮುಖ್ಯವಾಗಿರುವ ಪ್ರೊಟೀನನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಲ್ಲ ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯದ ಜೀನೋಂನಲ್ಲಿರುವ ಜೀನ್.

ಸಿಂಗಲ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್ ಪಾಲಿಮಾರ್ಫಿಸಂ (ಎಸ್‌ಎನ್‌ಪಿ'ಸ್): ಎರಡು ಜೀವಿಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ನಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಎಸ್‌ಎನ್‌ಪಿ. ಇದು ಎರಡು ಜೀನೋಂಗಳ ನಡುವೆ ಕಂಡುಬರುವ ಅತಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ.

ಹುಲಿಗಳು ಭಾರತದಲ್ಲಿದ್ದು, ಈಗ ದೇಶದುದ್ದಕ್ಕೂ ಅವು ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಕಾಡುಗಳಿಗಷ್ಟೇ ಸೀಮಿತವಾಗಿಬಿಟ್ಟಿವೆ. ಭಾರತದ ವಿವಿಧ ಹುಲಿಗಳ ಸಮುದಾಯಗಳ ನಡುವೆ, ಹಂಚಿಹೋದ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ಸಮುದಾಯಗಳ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಗಣತಿಯಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆಯೇ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ಜೀನ್ ಫ್ಲೋ/ ಹರಿವಿನ (ವಿವಿಧ ಸಮುದಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದರಿಂದಿನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಒಂದೊಂದು ಹುಲಿಗಳ ವಲಸೆ ಅಥವಾ ಸಂಚಾರದ ಬದಲಾಗಿ) ಪರಿಮಾಣ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ ಮಾಡಿದರು. ಈ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ, ಸರಿ ಸುಮಾರು 200 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಹುಲಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಇಳಿಮುಖವಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು (ಬಹುಶಃ ಬ್ರಿಟಿಷರ ಹುಲಿ ಬೇಟೆಯೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದು). ಆದ್ದರಿಂದ, ವಂಶಾವಳಿಯ ರೀತಿಯಲ್ಲೇ, ಗಣತಿಯಲ್ಲಿ (ಸಮುದಾಯದ ಏರಿಕೆ, ಇಳಿಕೆ ಇತ್ಯಾದಿ) ಘಟನೆಗಳ ಕಾಲಮಾನವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಏಕೀಭವನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ (ಕೊಯಲಿಸೆಂಟ್ ಥಿಯರಿ) ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಿಂದ ಮಾತ್ರ ನಾವು ಭೂತಕಾಲದ ಘಟನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇಷ್ಟೊಂದು ಖಚಿತ ತೀರ್ಮಾನಗಳನ್ನು ನೀಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಒಂದು ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿರುವ ಸಮಕಾಲೀನ ಅಲೀಲ್ (ವಿಗುಣ ಜೀನ್ ಜೋಡಿ) ಆವರ್ತನಗಳನ್ನು (ಅಲೀಲ್‌ಗಳ ವಿತರಣೆ) ಅದೇ ಸಮುದಾಯದ ಜನಾಂಗೀಯ ಇತಿಹಾಸದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ 'ಜೀನ್-ಜೀನಿಯಾಲಜಿ' (ಜೀನ್-ವಂಶಾವಳಿ)ಯನ್ನು ರಚಿಸುವಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೊಂದು ಸರಳವಾದ ಹೋಲಿಕೆ ನೀಡುವುದಾದರೆ, ಈ ಜೀನ್-ಜೀನಿಯಾಲಜಿಗಳು ಕುಟುಂಬಗಳ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವಂಶಾವಳಿಯಾಗಿದ್ದು, ಅವು ಜೀನ್ ಮತ್ತು ಅಲೀಲ್‌ಗಳ ಹಂತದಲ್ಲಿ ರಚಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳೂ ಸಹ ಪ್ರಬೇಧವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿದರೂ, ಜೀನ್-ಜೀನಿಯಾಲಜಿಗಳು ಜನಾಂಗಗಳ ಏರಿಕೆ ಅಥವಾ ಇಳಿಕೆಯಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗುವ ಅಲೀಲ್ ಆವರ್ತನಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿವೆ. ಜನಾಂಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಲೀಲ್‌ಗಳ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸುವ ಮೂಲಕ, ಉಳಿದ ವಿವರಣೆಗಳ ಜೊತೆಗೆ, ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಸಮುದಾಯದ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಏರಿಳಿತವೇನಾದರೂ ಆಗಿದೆಯೇ ಎಂದು ನಾವು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

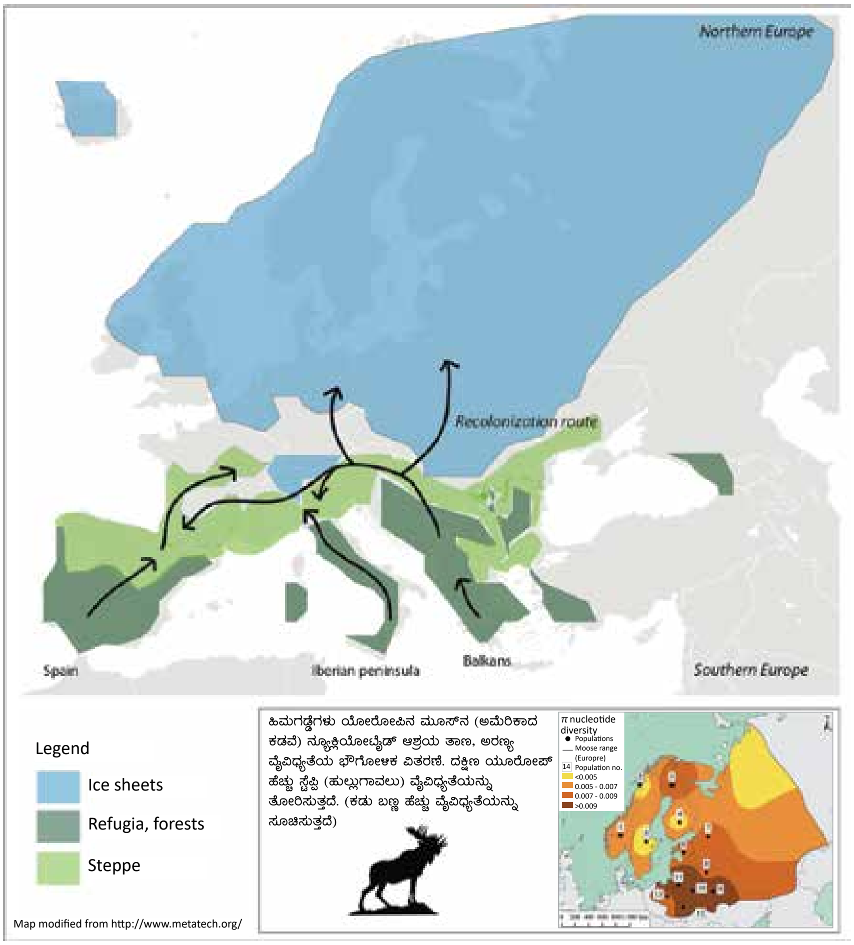
ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರಭೇದದ ವಲಸೆಗಳ ಮಾದರಿ ಮತ್ತು ಜನ ಸಂಖ್ಯಾ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು (ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಏರಿಕೆ ಅಥವಾ ಇಳಿಕೆ) ಸೈಟೊಕ್ರೋಮ್ ಬಿ/ ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಲ್ ಡಿಎನ್‌ಎ ಹಾಪ್ಲೋಟೈಪ್‌ಗಳ (DNA haplotypes=ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿ ಒಟ್ಟೊಟಿಗೆ ಸಾಗುವ ಡಿಎನ್‌ಎ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗಳು) ಭೌಗೋಳಿಕ ಹಂಚಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆರಂಭಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಜೀನೋಮ್‌ನ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಗುರಿಯಾಗಿಸಿಕೊಂಡ ಕೇವಲ ಒಂದು ಅಥವಾ ಕೆಲವು ಅಣು ಮಾರ್ಕರ್‌ಗಳನಷ್ಟೇ ಆಧರಿಸಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಸಮುದಾಯಗಳ ಉಪವಿಭಾಗ ಮತ್ತು ಜೀನ್ ಫ್ಲೋ ಬಗ್ಗೆ ಸವಿವರವಾಗಿ ಮತ್ತು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸೀಮಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೇ, ಪ್ರಮುಖವಾದ ಜೀನ್ ಆಗಿರುವ ಸೈಟೊಕ್ರೋಮ್ ಬಿ ಕೂಡ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ರೂಪಾಂತರ (ಮ್ಯುಟೇಷನ್) ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ತರುವಾಯ, ಬಹಳಷ್ಟು ಲೋಸೈ ಇರುವ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿರುವ ಮೈಕ್ರೋಸಾಟೆಲೈಟ್‌ಗಳ (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್) ಮಾಹಿತಿಯ ಉಪಯೋಗವು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿವೆ. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಪುನರಾವರ್ತನೆಯಾಗಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಜೀನೋಮ್‌ಗಳೇ ಮೈಕ್ರೋಸಾಟೆಲೈಟ್ಸ್. ತಮ್ಮ ಆನುವಂಶಿಕ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಸೈಟೊಕ್ರೋಮ್ ಬಿ ಅಥವಾ ಉಳಿದ ಯಾವುದೇ ಜೀನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಮೈಕ್ರೋಸಾಟೆಲೈಟ್ಸ್ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬಾರಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ರೂಪಾಂತರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ನಮಗೆ ತೀರ ಇತ್ತೀಚಿನ ಜನವರ್ಗ ಮತ್ತು ಜನಸಂಖ್ಯಾ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಕಾಣಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಇಂದು ನಾವು ಆನುವಂಶಿಕ (ತಳ) ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಾಗಿರುವ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ನಿಜಕ್ಕೂ ಅಭಿನಂದಿಸಬೇಕು. ಅದರಲ್ಲೂ ಆನುವಂಶಿಕ (ತಳ) ಮಾಹಿತಿ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (ಸಿಂಗಲ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್ ಪಾಲಿಮಾರ್ಫಿಸಮ್ಮನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿ) ಯಿಂದ ನಾವು ಜನಸಂಖ್ಯಾ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ಅನುಕೂಲವಾಗಿದೆ. ಈ ಆನುವಂಶಿಕ ಮಾಹಿತಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೀನೋಮ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಇತ್ತೀಚಿನ ಘಟನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಕುರುಹು ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೇ-ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ನಲ್ಲಾಗಿರುವ ಪ್ರಗತಿ ಮತ್ತು ಅನುಕ್ರಮಣಿಕೆಗೆ (ಸೀಕ್ವೆನ್ಸಿಂಗ್) ತಗಲುವ ಖರ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಆನುವಂಶಿಕ ಮಾಹಿತಿಯು ಮೊದಲಿಗಿಂತ ಕೈ ಗೆಟಕುವಂತಾಗಿದೆ.

ಮುಕ್ತಾಯ

ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಇತಿಹಾಸದ ಅತ್ಯದ್ಭುತ ಭಂಡಾರವೇ ಸರಿ. ಸಂತತಿ ಪರಂಪರೆ ಮತ್ತು ಜನಾಂಗಗಳ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಕಲಿಯಲು ಮತ್ತು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲು ಪ್ರಭೇದತಳವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ಫೈಲೋಜಿಯಾಗ್ರಫಿಗಳು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಇನ್ನೊಂದರ್ಥದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಇದು ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ 'ಇತಿಹಾಸ' ದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಒಗ್ಗೂಡಿಸಿ

ಯೂರೋಪಿನ ಫೈಲೋಜಿಯೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಮಾದರಿಗಳು

ಕಳೆದ 2.4 ದಶಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ, ಸಮಶೀತೋಷ್ಣ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಾ ಮತ್ತು ಕುಗ್ಗುತ್ತಾ ಜೀವಚರಗಳ ಹಂಚಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ಜಾಗತಿಕ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರಿವೆ. ಅದರಲ್ಲೂ, ಯೂರೋಪಿನ ಉತ್ತರ ಖಂಡದಾದ್ಯಂತ ಹಿಮಗಡ್ಡೆಗಳು ಹರಡಿ ಕೊಂಡಿವೆ. ಇದರಿಂದ ಜೀವಿಗಳು ಹಿಮಾವೃತವಲ್ಲದ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದು, ಈ ಹಿಮಗಡ್ಡೆಗಳು ಕರಗಿದ ತರುವಾಯ ಮತ್ತೆ ಉತ್ತರ ಯೋರೋಪಿಗೆ ತೆರಳುತ್ತವೆ. ಯೋರೋಪಿನ ಜನಾಂಗಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಜೀನೋಮ್‌ಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಇದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ದಕ್ಷಿಣ ಯೋರೋಪಿನ ಜನಾಂಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅದರಲ್ಲೂ, ಐಬೀರಿಯನ್ ಜಂಬೂದ್ವೀಪ, ಸ್ಪೇನ್ ಮತ್ತು ಬಾಲ್ಕಾನ್ಸ್‌ನ ಹಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ನೀರ್ಗಲ್ಲುಗಳಿಂದ ಆಶ್ರಯ ಪಡೆಯಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಭೇದಗಳಿಗೆ ದಕ್ಷಿಣ ಯೂರೋಪ್ ಆಶ್ರಯ ತಾಣವಾಗಿರುವುದೆಂದು ಇದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 3). ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಭೂ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಾಗುವ ಕುಗ್ಗುವಿಕೆ- ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಗಾತ್ರವೆರಡೂ ವಿವಿಧ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರಿವೆ.



Map modified from http://www.metatech.org/

ಅರಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ. ಆದರೆ, ನಾವು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ, ಅಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಪೂರ್ವಜರನ್ನು ನೋಡುವುದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ನಮ್ಮ ತಳವಂಶವೃಕ್ಷಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಜನಸಂಖ್ಯಾ ಇತಿಹಾಸದ ಪುನರ್ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಲೀ ಅಸಾಧ್ಯ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವರ್ಗದ/ಪ್ರಭೇದದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಮತ್ತು ಕವಲೊಡೆದು ಶಾಖೆಯಾಗಿರುವ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಈ ವಂಶವೃಕ್ಷ ಮತ್ತು ಜೀನ್- ಜೀನಾಲಜಿಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನಾಗಷ್ಟೇ ನೋಡಲಾಗಿದೆ. ಮುಂದೆಯೂ ಉತ್ತಮ ಮತ್ತು ಹೊಸ ಹೊಸ ಮಾಹಿತಿಗಳು ದೊರೆತ ಮೇಲೆ ತಳವಂಶವೃಕ್ಷವು ಬದಲಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಇದೆ.

ಇಂದು ನಮಗೆ ದೊರೆಯುತ್ತಿರುವ ಜೆನೆಟಿಕ್ (ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದ) ಸಾಧನಗಳು ವಂಶಾವಳಿಗಳ ಇತಿಹಾಸ, ಪ್ರಭೇದ ಮತ್ತು ಜನಾಂಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹಿಂದೆಂದಿಗಿಂತಲೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಅನುಕೂಲವಾಗಿಸಿವೆ. ಈ ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಜಗತ್ತು ಮತ್ತು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಡಿಎನ್ಎ ಆಧಾರಿತ ಪ್ರಭೇಧ ವಿಕಾಸ ಮತ್ತು ಫೈಲೋಜಿಯಾಗ್ರಫಿ ವಿಧಾನಗಳು ಆಮೂಲಾಗ್ರವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಿವೆ. ಆದರೆ, ನಮಗೆ ತಿಳಿಯದೇ ಇರುವುದು ಇನ್ನೂ ಬಹಳಷ್ಟಿದೆ, ಇನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾದ ವಿಧಾನಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಾವು ಇನ್ನಷ್ಟು ಕಲಿಯುವ ನಂಬಿಕೆಯಿದೆ.

References

1. Gregory, R.T. (2008). Understanding evolutionary trees. *Evo Edu Outreach*, 1, 121-137
2. Rolland, J. (2014). Faster speciation and reduced extinction in the tropics contribute to the mammalian latitudinal diversity gradient. *Plos Biology*
3. Hickerson MJ et al. (2010). Phylogeography's past, present and future: 10 years after Avise, 2000. *Mol Phylogenet Evol*, 54(1): 291-301.
4. Hewitt, G. (2000). The genetic legacy of the quaternary ice ages. *Nature*, 405
5. Henn, B et al. (2015). Distance from sub-Saharan Africa predicts mutational load in diverse human genomes. *PNAS*
6. Mondol, S et al. (2013). Demographic loss, genetic structure and conservation implications for Indian tigers. *Proceedings of the Royal Society B*.
7. Understanding Evolution. (2016). University of California Museum of Paleontology. 22 December 2015 <http://evolution.berkeley.edu/>
8. Maddison, D. R. and K.-S. Schulz (eds.). (2007). The Tree of Life Web Project. Internet address: http://tolweb.org
9. Baldauf, SL. (2003). Phylogeny for the faint of heart: a tutorial. *Trends in Genetics*, 19(6), 345-51.

ಕೃಷ್ಣಪ್ರಿಯಾ ತಮ್ಮಾ, ತಮ್ಮ ಪಿಎಚ್.ಡಿ.ಅದ್ಯಯನವನ್ನು ನ್ಯಾಷನಲ್ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಬಯಾಲಾಜಿಕಲ್ ಸೈನ್ಸಸ್, ಟಿಎಫ್ಐಆರ್ ನಲ್ಲಿ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಅವರು ವಿಶಾಲ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಹಂಚಿಕೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವ ಅಂಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುವ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಹಿಮಾಲಯದ ಚಿಕ್ಕ ಸಸ್ತನಿಗಳ ಜೀವ ಭೂವಲಯ (ಬಯೋಜಿಯೋಗ್ರಾಫಿಕ್) ವಿನ್ಯಾಸಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಅವರನ್ನು priya.tamma@gmail.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಸುಧಾ

Published by Azim Premji Foundation for Development, Pixel 'B' , PES college of Engineering Campus, Electronics City, Bengaluru - 560100

Printed by SCPL, Bengaluru - 560062. Editor: Ramgopal Vallath

ಐ ವಂಡರ್...

ಲೇಖನಗಳಿಗೆ ಆಹ್ವಾನ

'ಐ ವಂಡರ್...' ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರಿಗಾಗಿ ಹೊರತರುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ವಿಜ್ಞಾನ ಮ್ಯಾಗಜೈನ್. ಲಾಭ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿಲ್ಲದೆ ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಿರುವ ಈ ಮ್ಯಾಗಜೈನ್ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಎರಡು ಬಾರಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ – ಅಂದರೆ ಜೂನ್ ಮತ್ತು ಡಿಸೆಂಬರ್ ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಆನ್ಲೈನ್ ಹಾಗು ಮುದ್ರಣ ಸ್ವರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಉಚಿತವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ. ಪ್ರತಿ ಸಂಚಿಕೆಯು ಮೂಲತಃ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ, ನಂತರ ಹಿಂದಿ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಭಾಷಾಂತರವಾಗಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಬೋಧನೆ ಮತ್ತು ಕಲಿಕೆಗೆ ಹೊಸ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ಕಲಿಸುವ ಲೇಖನಗಳಿಗಾಗಿ ನಾವು ಯಾವಾಗಲೂ ಹುಡುಕುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ. ಕಾರ್ಯನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಕರ ಪ್ರಶಿಕ್ಷಕರು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡುವ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಸ್ವಾಗತಿಸುತ್ತೇವೆ. ನಿಮ್ಮ ಕಿರಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತು ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಸೆರೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ನಿಮ್ಮ ಶಾಲಾ ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ನೀವು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದ ವಿಧಾನಗಳು, ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಕುರಿತು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಓದಲು ನಾವು ಬಯಸುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರತಿ ಸಂಚಿಕೆಯು ಒಂದು ಅನನ್ಯವಾದ ಥೀಮ್ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಇದಲ್ಲದೆ, **ಐ ವಂಡರ್**... ನ ಎಲ್ಲ ಸಂಚಿಕೆಗಳಲ್ಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬರುವ ಪ್ರತಿ ಸಂಚಿಕೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟ ಥೀಮ್-ಅಲ್ಲದ ಅನೇಕ ವಿಭಾಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ, ಇಂಥ ಥೀಮ್-ಅಲ್ಲದ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಹೀಗಿವೆ:

ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ	ಒಂದು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕಲಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದ ವಿಚಾರ/ಪ್ರಯೋಗಗಳು
ನಿಮ್ಮ ಹಿತ್ತಲಿನ ಜೀವಜಗತ್ತು	ಜೀವಿಪರಿಸರದ ಜ್ಞಾನ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನಮ್ಮ ನಿಕಟ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲ ಪರಿಸರವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು
ಆನ್ಲೈನ್ ವಿಜ್ಞಾನ	ಮುಕ್ತ ಪ್ರವೇಶವುಳ್ಳ ಆನ್ಲೈನ್ ಸಂಪನ್ಮೂಲವನ್ನು ಬೋಧನಾ ನೆರವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲು ವಿಚಾರಗಳು ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು
ಭೂಮಿಯ ಉಳಿವು ಬಲುಮುಖ್ಯ	ಭೂಮಿಯ ಸುಸ್ಥಿರತೆಗಾಗಿ ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿನ ವಿಚಾರ ಧಾರೆಗಳು, ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳು
ಚರಿತ್ರೆಯ ಪುಟಗಳಿಂದ	ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ / ನವೀನ ಅನ್ವೇಷಣೆ / ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಇತಿಹಾಸ
ಆಕಸ್ಮಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ	ಆಕಸ್ಮಿಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕಥೆ
ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬನ ಜೀವನಚರಿತ್ರೆ	ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅವರ ಕೊಡುಗೆಗಳ ಪ್ರಿಸಂ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬರ ಜೀವನ ಮತ್ತು ಸಮಯ
ಸತ್ಯವೋ ಮಿಥ್ಯವೋ	ಸಾಮಾನ್ಯ ಮನೋಮಾದರಿಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ಗುರುತಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪರಿಹರಿಸುವುದು.
ಪುಸ್ತಕದ ವಿಮರ್ಶೆ	ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೋಧನೆ / ಕಲಿಕೆಗೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಬಹುದಾದಂತಹ ಒಂದು ಪುಸ್ತಕದ ವಿಮರ್ಶೆ
ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು	ಇಂಥ ಸೌಲಭ್ಯದ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ಉದ್ದೇಶದ ಒಂದು ಪರಿಚಯ
ಇದೀಗ ಬಂದ ಸುದ್ದಿ	ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ವರದಿಯಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆ ಯಾಕಿಷ್ಟು ಎಲ್ಲರ ಗಮನ ಸೆಳೆದಿದೆ ಎಂಬುದು.

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಲೇಖನಕ್ಕೆ ಸರಿಹೊಂದುವ ವಿಷಯ ದೊರಕಲಿಲ್ಲವೇ? ನಮ್ಮನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಿ. ನೀವು ಬರೆಯಲು ಬಯಸುವ ಲೇಖನವು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ನಾವು ನಿಮಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ನಿಮ್ಮ ಲೇಖನಗಳು 2000-2500 ಪದಗಳ ನಡುವೆ ಇರಬೇಕು.

ನಾವು ವರ್ಷದುದ್ದಕ್ಕೂ ನಿಮ್ಮ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತೇವೆ, ಆದರೆ ಡಿಸೆಂಬರ್ 2016 ರ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಲೇಖನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಚಾರಗಳು ನಮಗೆ ಕಡೆಪಕ್ಷ ಜುಲೈ 31, 2016 ರೊಳಗೆ ತಲುಪಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ, ತ್ವರಿತ ಮಾಡಿ- ಲೇಖನದ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪರೇಖೆಯನ್ನು (500 ಪದಗಳೊಳಗೆ) ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ಪರಿಚಯವನ್ನು (100 ಪದಗಳೊಳಗೆ) ದಯವಿಟ್ಟು iwonder.editor@azimpremjifoundation.org. ಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಿ, ಆದಷ್ಟು ಬೇಗ ನಾವು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಸಂಪಾದಕರು

ಗ್ರೇಟ್ ಎಗ್ ಫ್ಲೈ ಗಂಡು
Hypolimnas bolina

ಡಾನಿಯಾಡ್ ಎಗ್ ಫ್ಲೈ ಗಂಡು
Hypolimnas misippus

ಚಾಕೊಲೇಟ್ ಪಾನ್ಸಿ
Junonia iphita

ಲೆಮನ್ ಪಾನ್ಸಿ
Junonia lemonias

ಬ್ಲೂ ಪಾನ್ಸಿ
Junonia orithya

ಯೆಲ್ಲೋ ಪಾನ್ಸಿ ಗಂಡು ಮತ್ತು ಹೆಣ್ಣು
Junonia hierta

ಪೇಂಯ್ಟೆಡ್ ಲೇಡಿ
Vanessa cardui

ಕಾಮನ್ ಮ್ಯಾಪ್
Cyrestis thyodamas

ಕಾಮನ್ ಸ್ಪಾಟೆಡ್ ಫ್ಲಾಟ್
Celaenorrhinus leucocera

ಕಾಮನ್ ಬ್ಯಾಂಡೆಡ್ ಡೆಮನ್
Notocrypta paralysos

ಕಾಮನ್ ಫೈವ್ ರಿಂಗ್
Ypthima baldus madrasa

ಗ್ಲಾಡ್ ಐ ಬುಷ್‌ಬ್ರೌನ್
Mycalesis patnia

ಕಾಮನ್ ಇವ್ನಿಂಗ್ ಬ್ರೌನ್
Melanitis leda

ಕಾಮನ್ ಬ್ಯಾರನ್
Euthalia aconthea garuda

ಕಾಮನ್ ಸೇಲರ್
Neptis hylas

ಕಾಮನ್ ಲೆಪರ್ಡ್
Phalanta phalantha

ಕಾಮನ್ ಜೆಸ್ಟರ್
Symbrenthia lilaea

ಕಾಮನ್ ಲಾಸ್ಕರ್
Pantoporia hordonia

ಕಾಮನ್ ಕಾಸ್ಟರ್
Ariadne merione

ಇಂಡಿಯನ್ ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್
Spialia galba

Azim Premji University

ಚಿಟ್ಟೆಗಳು: ಪರಾಗ ಸ್ಪರ್ಶಕಗಳೇ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯ ಭಕ್ಷಕಗಳೇ

ಐ ವಂಡರ್...

ಚಿಟ್ಟೆಗಳೆಂದರೇನು? ನಾವು ಆಶ್ಚರ್ಯಚಕಿತರಾಗುತ್ತೇವಲ್ಲವೇ? ನೀವು ಈ ಕರಪತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಹಲವಾರು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಣ ಸಿಗುವ ಚಿಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನೋಡುವಿರಿ. ಜನವರಿ 2019ರ ಐ ವಂಡರ್ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ನೀವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಿಟ್ಟೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಿರಿ.

ಮೊದಲ ಏಳು ಚಿತ್ರಗಳು ಪ್ಯಾಪಿಲಿಯೋನಿಡ್ ಅಥವಾ ಸ್ವಾಲೋಟೇಲ್‌ಗಳಾಗಿವೆ. ನಂತರದ ನಾಲ್ಕು ಪೈರೀಡ್ಸ್ ಅಥವಾ ವೈಟ್ಸ್ ಅಥವಾ ಯೆಲ್ಲೋಸ್ ಮತ್ತು ಐದು ಲೈಸೆನಿಸ್ ಅಥವಾ ಬ್ಲೂಸ್. ಅದರ ಮುಂದಿನದ್ದು ನಿಂಫಾಲಿಡ್ಸ್ ಅಥವಾ ಬ್ರಷ್‌ಫುಟೆಡ್ ಚಿಟ್ಟೆಗಳು. ಕೊನೆಯ ಮೂರು ಹೆಸ್ಪೆರಿಡ್ ಅಥವಾ ಸ್ಕಿಪ್ಪರ್‌ಗಳು.

ಮಲಬಾರ್ ರಾವೆನ್
Papilio dravidarum

ಪ್ಯಾರಿಸ್ ಪೀಕಾಕ್
Papilio paris

ಕಾಮನ್ ಲೈಮ್
Papilio demoleus

ಯೆಲ್ಲೋ ಆರೆಂಜ್ ಟಿಪ್
Ixias pyrene

ಕಾಮನ್ ಗಲ್
Cepora nerissa

ಲಾಂಗ್ ಬ್ಯಾಂಡೆಡ್ ಸಿಲ್ವರ್‌ಲೈನ್
Spindasis lohita

ಫರ್ಗೆಟ್ ಮಿ ನಾಟ್
Catochrysops strabo

ಪ್ಲೇನ್ ಟೈಗರ್
Danaus chrysippus

ಸ್ಟ್ರೈಪ್ಡ್ ಟೈಗರ್
Danaus genutia

ಗ್ಲಾಸೀ ಟೈಗರ್
Parantica aglea

ಕ್ರಿಮ್ಸನ್ ರೋಸ್
Pachliopta hector

ಕಾಮನ್ ರೋಸ್
Pachliopta aristolochiae

ಕಾಮನ್ ಮಾರ್ಮನ್
Papilio polytes

ಕಾಮನ್ ಬ್ಲೂ ಬಾಟಲ್
Graphium sarpedon

ಇಂಡಿಯನ್ ಜೆಜ್ಬೆಲ್
Delias eucharis

ಪಯೋನೀರ್
Belenois aurota

ಫ್ಲಫಿ ಟಿಟ್
Zeltus amasa

ಕಾಮನ್ ಪೈರಟ್
Castalius rosimon

ಪಂಚನೆಲ್ಲೋ
Zemeros flegyas

ಟಾನಿ ಕೋಸ್ಟರ್
Acraea terpsicore

ಬ್ಲೂ ಟೈಗರ್
Tirumala limniace

ಕಾಮನ್ ಕ್ರೋ
Euploea core

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತಿನ ಉಗಮವನ್ನು ಕುರಿತು ಅರಿಯಲು ಐ ವಂಡರ್...ನ ಮುಂದಿನ ಸಂಚಿಕೆಗಾಗಿ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿ

ಅಜೀಂ ಪ್ರೇಂಜಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ
ಪಿಕ್ಸೆಲ್ ಪಾರ್ಕ್, ಪಿಇಎಸ್ ಕ್ಯಾಂಪಸ್, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಸಿಟಿ, ಹೊಸೂರು ರಸ್ತೆ,
ಬೆಂಗಳೂರು – 560100

080-6614 5136
www.azimpremjiuniversity.edu.in

Facebook: /azimpremjiuniversity
Instagram: @azimpremjiuniv
Twitter: @azimpremjiuniv