ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

11

ಗುರುತ್ವ

ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವ ಅಥವಾ ಚಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಾಯವು ತನ್ನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲು ಬಲದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ನೀವು ತಿಳಿದಿದ್ದೀರಿ. ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು ಬಿಡಲ್ಪಡುವ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರ ಅರಿವು ನಿಮಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ವಸ್ತುಗಳು ಏಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ? ಗುರುತ್ವ ಬಲ ಅಥವಾ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ನೀವು ಯೋಚಿಸಿರಬಹುದು. ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ನಾವು ಗುರುತ್ವ, ಗುರುತ್ವ ಬಲ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡೋಣ.

ಪ್ಲವನತೆ ಮತ್ತು ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಸಹ ಚರ್ಚಿಸೋಣ.

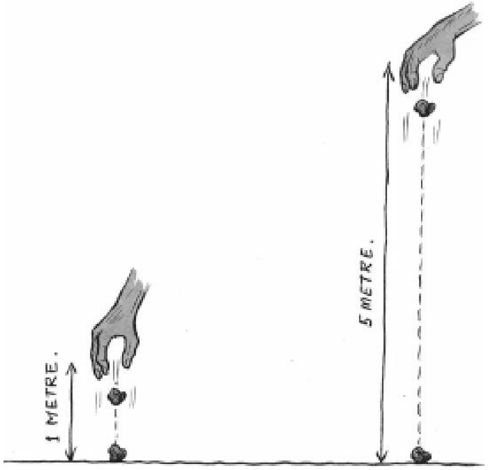
ಉದ್ದೇಶಗಳು

ಈ ಅಧ್ಯಾಯವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿದ ನಂತರ ನೀವು

- ☆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಇರುವಿಕೆಗೆ ದೃಷ್ಟಾಂತಗಳನ್ನು ನೀಡುವಿರಿ.
- ☆ ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವಿರಿ.
- ☆ ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಣ ಪದದ ವಿವರಣೆ ನೀಡುವಿರಿ.
- ☆ ಗುರುತ್ವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಕಾಯದ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಾಡು ಮಾಡುವಿರಿ.
- ☆ ಗುರುತ್ವದಡಿಯ ಒಂದು ಆಯಾಮದ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವಿರಿ.
- ☆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ತೂಕ ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತಿಳಿಯುವಿರಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಿರಿ.
- ☆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುವಿರಿ ಮತ್ತು ತೂಕರಹಿತವನ್ನು ವಿವರಿಸುವಿರಿ.
- ☆ ಒಂದು ಕಾಯವನ್ನು ಭಾಗಶಃ ಅಥವಾ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಕಾಯವು ಅನುಭವಿಸುವ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲಕ್ಕೆ ದೃಷ್ಟಾಂತಗಳನ್ನು ನೀಡುವಿರಿ.
- ☆ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್‌ನ ತತ್ವವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವಿರಿ ಮತ್ತು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಅದನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸುವಿರಿ.

11.1 ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ಕಾಯಗಳು ಭೂಮಿಗೇ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಬರುತ್ತವೆ. ಇದು ನಮಗೆ ಪ್ರತಿನಿತ್ಯದ ಅನುಭವವಾಗಿದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟ ಕಾಯವೂ ಸಹ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಅದೇ ರೀತಿ ಮರದ ಕೊಂಬೆಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಎಲೆಗಳು, ಹಣ್ಣುಗಳೂ ಸಹ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಏಕೆ ಆಗುತ್ತದೆ? ಈ ರೀತಿಯಾಗಲು ಕಾಯಗಳಾದ ಎಲೆ ಅಥವಾ ಹಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿರಬೇಕು. ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದೆ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸಿದವರು ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್.



ಚಿತ್ರ 11.1: ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಎತ್ತರಗಳಿಂದ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಕಲ್ಲು

ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾದ ಕಥೆಯಿದೆ. ನ್ಯೂಟನ್ ಒಂದು ಸೇಬಿನ ಮರದ ಕೆಳಗೆ ಕುಳಿತಿದ್ದಾಗ, ಅವನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸೇಬು ಬಿದ್ದಿತು ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಸೇಬು ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದಿದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಟನ್ ಸೇಬು ಏಕೆ ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದಿತು? ಎಂದು ಯೋಚಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದ. ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಬಲ ಸೇಬಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದ್ದೆಯೆಂದರೆ ಅದು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಚಲನೆ ಹೊಂದಿರಬೇಕು. ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಇದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಒಂದು ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದಿಂದ ನಿಮ್ಮ ಕೈಯಿಂದ ಬೀಳಲು ಬಿಡಿ. ಅದು ನೆಲಕ್ಕೆ ತಾಗುವ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂಚೆ ಅದರ ಜವ ಗಮನಿಸಿ. ಈಗ ಅದೇ ಕಲ್ಲನ್ನು 5 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು ಬಿಡಿ. (ಮನೆಯ ಮೊದಲನೇ ಮಹಡಿಯಿಂದ ಎಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ) (ಚಿತ್ರ 11.1) ಈಗಲೂ ಸಹ ಅದು ನೆಲಕ್ಕೆ ತಾಗುವ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂಚೆ ಅದರ ಜವ ಗಮನಿಸಿ. ಪ್ರತಿ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಕಲ್ಲನ್ನು ತಳ್ಳದೆ ಬಿಟ್ಟಿದೆಯೆಂದು ಖಾತ್ರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಎರಡೂ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ತಾಗುವ ಮುಂಚೆ ಕಲ್ಲು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಜವ ಹೊಂದಿದೆಯಾ? ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲು ವೇಗವಾಗಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ತಾಗಿದೆ? ಕಲ್ಲನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿಸಿದ ಬಲ ಯಾವುದೆಂದು ಗುರ್ತಿಸಬಲ್ಲಿರಾ?

ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಕಲ್ಲನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳಿಸಿದೆ ಎಂದು ಮೇಲಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಗುರುತ್ವ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಯಗಳು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ತಿಳಿದಿದ್ದ. ಭೂಮಿಯು ಒಂದು ಸೇಬು ಅಥವಾ ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಅದು ಚಂದ್ರನನ್ನೂ ಸಹ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆಯೇ? ಎಂದು ಮುಂದೆ ಆಲೋಚಿಸಿದ. ಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಲೂ ಇದೇ ಬಲ ಕಾರಣವಿರಬಹುದೇ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲು ಉತ್ಸುಕನಾಗಿದ್ದನು.

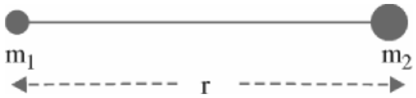
ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲು ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಗಾಗುತ್ತಿರಬೇಕು ಎಂದು ಗೊತ್ತುಪಡಿಸಿಕೊಂಡನು. ಇದೇ ರೀತಿಯ ವಾದದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಬಲವಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದನು. ಈ ಬಲವನ್ನು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ವಿಶ್ವದೆಲ್ಲೆಡೆ ಇದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಸಿದನು. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಯಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ವಿಷಯವೇನೆಂದರೆ, ಕಾಯಗಳ ಗಾತ್ರ ಎಷ್ಟೇ ಇದ್ದರೂ ಸಹ ಅದು ಯಾವಾಗಲೂ ಆಕರ್ಷಣೀಯ.

11.2 ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮ

ನ್ಯೂಟನ್ ತನ್ನ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಗಣಿತ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ಅವನು ನಿಯಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ವಿಶ್ವದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣವೂ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಇತರೆ ಕಣವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ ಕಣಗಳ ರಾಶಿಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿಯೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಬಲದ ದಿಕ್ಕು ಕಣಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುವ ರೇಖೆಯ ವರೆಗೆ ಇರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 11.2: ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮ

ಈ $F \alpha \dfrac{(m_1 m_2)}{d^2}$ m1 ಮತ್ತು m_2ಎರಡು ಕಣಗಳ ರಾಶಿ. ಅವೆರಡರ ನಡುವಿನ ಅಂತರ 'r'.

ಅಥವಾ $$F = G \frac{(m_1 m_2)}{d^2} \quad \text{....(11.1)}$$

'G' ಎನ್ನುವುದು ಅನುಪಾತೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕ. ಇದನ್ನು ವಿಶ್ವದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ವಿಶ್ವವ್ಯಾಪಿ ಎಲ್ಲೆಡೆ ಇದರ ಬೆಲೆ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಎಸ್.ಐ. ಮೂಲಮಾನದಲ್ಲಿ m ನ್ನು ಕಿಗ್ರಾಂನಲ್ಲಿ F ನ್ನು ನ್ಯೂಟನ್‌ನಲ್ಲಿ r ನ್ನು ಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ. G ನ ಸಮ್ಮತ ಬೆಲೆ 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2}. G ಬೆಲೆ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯ ರಾಶಿ ಹೊಂದಿರುವ ಕಾಯಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂದು ನೀವು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳುವಿರಿ.

ನೀವು ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ಮುಂದಿನ ಬೆಂಚಿನ ಮೇಲೆ ಕುಳಿತಿರುವ ನಿಮ್ಮ ಸ್ನೇಹಿತನ ದೂರ 1 ಮೀಟರ್ ಇದ್ದು, ನಿಮ್ಮಿಬ್ಬರ ನಡುವೆ ಇರುವ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯೋಣ.

$$F = \frac{(6.67 \times 10^{-11} \times 40 \times 50)}{1 \times 1}$$

$$= 13340 \times 10^{-11} \ N = 133.40 \times 10^{-9} \ N$$

ಇದು ಅತಿ ದುರ್ಬಲವಾದ ಬಲ ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತೀರ. ಇದು ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಕಾಗದದ ಚೂರು ತುಲಾಯಂತ್ರದ ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಕನಿಷ್ಠ ನೂರು ಪಟ್ಟು ದುರ್ಬಲವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲನ್ನು ಎತ್ತಿದಾಗ ಅಥವಾ ಅವೇಶ ಹೊಂದಿದ ಬಾಚಣಿಗೆಯ ಕಾಗದದ ಚೂರುಗಳನ್ನು

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಸೆಳೆದಾಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಎಷ್ಟು ದುರ್ಬಲವೆಂದು ನೀವು ಅರಿಯಬಹುದು. ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಸಹ ಕಾಯಗಳ ರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

ಉದಾಹರಣೆ 11.2 : 40 ಕಿಗ್ರಾಂ ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಹುಡುಗ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿದ್ದಾನೆ. ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 6×10^{24} ಕಿಗ್ರಾಂ ಮತ್ತು ತ್ರಿಜ್ಯ 6.37×10^{6} ಮೀಟರ್ ಆದರೆ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಹುಡುಗನ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. G ನ ಬೆಲೆ 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2} ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ.

ಪರಿಹಾರ : ಭೂಮಿಯ ರಾಶಿ = 6×10^{24} ಕಿಗ್ರಾಂ, ಹುಡುಗನ ರಾಶಿ = 40 ಕಿಗ್ರಾಂ

ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ = 6.37×10^{6} ಮೀಟರ್ (ಇದು ಹುಡುಗನನ್ನು ಭೂ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ದೂರ)

G ನ ಬೆಲೆ = 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2}

ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಹುಡುಗನ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲ

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 40}{6.37 \times 10^{6} \times 6.37 \times 10^{6}} = 394.5 \text{ N}$$

ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಹುಡುಗನ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು, 1 ಮೀಟರ್ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಾಗ ನೀವು ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ಸ್ನೇಹಿತನ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ಸಾವಿರ ಮಿಲಿಯನ್ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೀವು ತಿಳಿಯುತ್ತೀರಿ.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಗುರುತ್ವ ಎನ್ನುವರು. ಹೀಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಭೂಮಿ, ಚಂದ್ರ ಅಥವಾ ಸೂರ್ಯ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಬಲ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು 11.1

1. ಬಹಳ ಹತ್ತಿರ ಕುಳಿತಿರುವ ಇಬ್ಬರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮ ನಡುವೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಅನುಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆ?
2. ಎರಡು ಕಾಯಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರವನ್ನು ನಾಲ್ಕರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎಷ್ಟಾಗುವುದು?
3. G ನ್ನು ವಿಶ್ವ ಗುರುತ್ವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಏಕೆ?

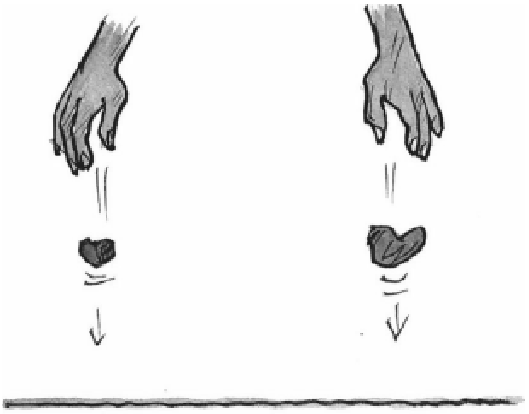
11.3 ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಕಲ್ಲಿನ ಜವ ನಿರಂತರ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಚಟುವಟಿಕೆ 11.1 ರಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿರುವಿರಿ. ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಕಲ್ಲಿನ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಕಲ್ಲು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಪಡೆಯಿತು ಎಂದು ನಾವು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು. ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಹೆಸರನ್ನು ನಾವು ನೀಡೋಣವೇ? ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕಲ್ಲಿನ ರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದೇ? ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತವೆಯೇ? ನಾವು ಕಂಡುಹಿಡಿಯೋಣ.

ಚಟುವಟಿಕೆ 11.2

ಎಚ್ಚರಿಕೆ : ಈ ಚಟುವಟಿಕೆ ಮಾಡುವಾಗ ಯಾರಿಗೂ ತೊಂದರೆಯಾಗದಂತೆ ಎಚ್ಚರ ವಹಿಸಿ.

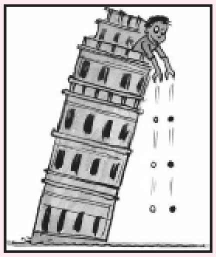
ನಿಮ್ಮ ಸ್ನೇಹಿತರೊಬ್ಬರಿಗೆ ಎರಡು ಅಂತಸ್ತಿನ ಮಹಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಲ್ಲನ್ನು ಎರಡೂ ಕೈಯಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನಿಲ್ಲಲು ಹೇಳಿ. ಈ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬೀಳಿಸಲು ತಿಳಿಸಿ. ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಕಲ್ಲುಗಳು ಬೀಳುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಏನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಿ? ಎರಡೂ ಕಲ್ಲುಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ನೆಲ ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಏಕೆ?



ಚಿತ್ರ 11.3: ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಶಿ ಹೊಂದಿದ ಎರಡು ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬೀಳು ಬಿಟ್ಟಿರುವುದು

? ನಿಮಗಿದು ಗೊತ್ತೆ

ಒಂದು ಕಥೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ವಸ್ತುಗಳು ಒಂದೇ ದರದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಲು ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಇಟಲಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪೀಸಾದ ವಾಲು ಗೋಪುರದಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟಿದ್ದ.



ಈ ಮೇಲಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಒಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನೀವು ನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದು.

ಚಟುವಟಿಕೆ 11.3

5ರ ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಒಂದು ಕಾಗದ (15 ಸೆಂಮೀ ೦ 15 ಸೆಂಮೀ)ವನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು ಬಿಡಿ. ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ? ಕಾಗದ ನೆಲ ತಲುಪುವ ಮುಂಚೆಯೇ ನಾಣ್ಯ ನೆಲ ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ನೀವು ಏನೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸುವಿರಿ? ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿಂತ ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುಗಳು ವೇಗವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸುವಿರಿ.

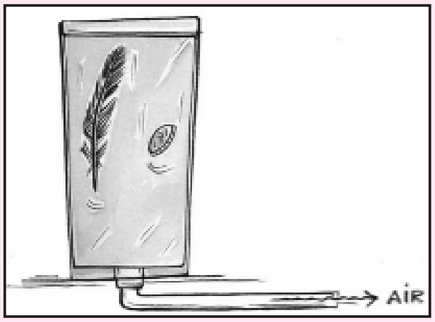
ಈಗ ಕಾಗದವನ್ನು ಮುದುರಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಚೆಂಡು ಮಾಡಿ. ಪುನಃ ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಕಾಗದದ ಚೆಂಡನ್ನು ಅದೇ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು ಬಿಡಿ. ಈಗ ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ? ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಕಾಗದದ ಚೆಂಡು ಎರಡೂ ಸಹ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ನೆಲ ತಲುಪುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ. ಮೊದಲನೇ

ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಾಗದದ ನಿಧಾನ ಗತಿಗೆ ಕಾರಣ ಗಾಳಿಯು ಒಡ್ಡಿದ ಘರ್ಷಣೆ. ಹೆಚ್ಚು ಮೇಲ್ಮೈ ಹೊಂದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಘರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ಯಾವ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು?

ಒಂದೇ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಶಿ ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅವು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿ ತಲುಪುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಚಟುವಟಿಕೆ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಏಕೆ? ಯೋಚಿಸು.

? ನಿಮಗಿದು ಗೊತ್ತೆ

ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್, ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಒಂದು ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪುಕ್ಕವನ್ನು ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟನು. ನಿರ್ವಾತ ಪಂಪನ್ನು ಬಳಸಿ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯನ್ನು ತೆಗೆದನು. ಕೊಳವೆಯನ್ನು ತಲೆಕೆಳಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಪುಕ್ಕ ಎರಡೂ ಸಹ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಳ ಸೇರುತ್ತವೆ.



ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ಕಾಗದದ ಚೆಂಡನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವವು ಕೆಳಮುಖ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಕಾಗದದ ಚೆಂಡು ಎರಡೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ನೆಲ ತಲುಪುವುದರಿಂದ ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಅಂದರೆ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ(g) ಎರಡಕ್ಕೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ರಾಶಿಗೆ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಮೂಲಮಾನ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಮೂಲಮಾನ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ms^{-2}.

ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸೋಣ. ಒಂದು ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಕಲ್ಲಿನ ರಾಶಿ m ಆಗಿರಲಿ. (ಚಟುವಟಿಕೆ 11.1ರಲ್ಲಿ) ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವದಿಂದ ಪಡೆದ ಕಲ್ಲಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು g ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದೆ.

ರಾಶಿ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಗುಣಲಬ್ಧವೇ ಬಲ ಎಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಗುರುತ್ವಬಲ 'F' ನ ಪರಿಮಾಣವು ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$F = mg \qquad .....(11.2)$$

(11.1) ಮತ್ತು (11.2)ರ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ,

$$mg = G\frac{Mm}{r^2}$$

ಅಥವಾ

$$g = \frac{Gm}{r^2} \qquad .....(11.3)$$

ಇಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ರಾಶಿ M ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಇರುವ ದೂರ r ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ r ನ ದೂರ ಸಮೀಕರಣ (11.3) ರಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ R ಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

$$g = \frac{GM}{R^2} \qquad .....(11.4)$$

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

'g' ಬೆಲೆಯು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಕಾಯದ ರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ನೀವು ಕಾಣಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲೂ ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ 'g' ಬೆಲೆಯು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪ 'g' ನ ಸರಾಸರಿ ಬೆಲೆ 9.8 ms^{-2} ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿದೆ.

11.4 ಗುರುತ್ವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆ

ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪ g ಒಂದು ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಏಕರೂಪ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಿರುವ ಕಾಯಗಳ ಎಲ್ಲಾ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳಲ್ಲಿ a ನ್ನು g ನಿಂದ ಬದಲಾಯಿಸಿದಾಗ ಬರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಇಲ್ಲಿ ಸರಿಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಈಗ ನೀವು ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬರೆಯಬಲ್ಲಿರಾ? ಅವುಗಳು

$$v = u + gt \qquad .....(11.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} gt^2 \qquad .....(11.6)$$

$$v^2 = u^2 + 2gs \qquad .....(11.7)$$

ಇಲ್ಲಿ u ಮತ್ತು v ಆರಂಭಿಕ ಮತ್ತು ಅಂತಿಮ ವೇಗ ಮತ್ತು s ಎಂಬುದು t ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ.

ಉದಾಹರಣೆ 11.2 : ಭೂಮಿಯ ರಾಶಿ 6×10^{24} ಕಿಗ್ರಾಂ ಮತ್ತು ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯ 6.4×10^6 ಮೀಟರ್ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಉ = $6.7 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$)

ಪರಿಹಾರ : ಸಮೀಕರಣ 11.4 ರಿಂದ

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.7\times10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2} = 9.8\ ms^{-2}$$

ಉದಾಹರಣೆ 11.3 : ಭೂಮಿಯ ರಾಶಿ 6×10^{24} ಕಿಗ್ರಾಂ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ರಾಶಿ 7.4×10^{22} ಕಿಗ್ರಾಂ. ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ನಡುವಿನ ದೂರ 3.84×10^8 ಮೀಟರ್ ಆದರೆ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಉ = $6.7 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$)

ಪರಿಹಾರ : ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $m_1 = 6 \times 10^{24}$ ಕಿಗ್ರಾಂ,

ಚಂದ್ರನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $m_2 = 7.4 \times 10^{22}$ ಕಿಗ್ರಾಂ

ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ನಡುವಿನ ದೂರ $r = 3.84 \times 10^8$ ಮೀ

$$G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$$

(11.1) ಸಮೀಕರಣದಿಂದ, ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಬಲ

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} Nm^2\ kg^{-2} \times 6 \times 10^{24}\ kg \times 7.4 \times 10^{22}\ kg}{(3.84 \times 10^8\ m)^2}$$

$= 2.01 \times 10^{20}$ ನ್ಯೂಟನ್

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಉದಾಹರಣೆ 11.4 : ಒಂದು ಚೆಂಡನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ 122.5 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಎಸೆದಿದೆ. (i) ಚೆಂಡನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ವೇಗ ಮತ್ತು (ii) ಚೆಂಡು ಗರಿಷ್ಠ ಎತ್ತರ ತಲುಪಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ($g = 9.8\ ms^{-2}$ ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ.)

ಪರಿಹಾರ : ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ $s = 122.5$ ಮೀಟರ್

ಅಂತಿಮ ವೇಗ, $v = 0\ ms^{-1}$

ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $g = 9.8\ ms^{-2}$

(i) ಸಮೀಕರಣ (11.7) ರಿಂದ $v^2 = u^2 + 2gs$

$$0 = u^2 + 2(-9.8\ ms^{-2}) \times 122.5\ m$$

ಮೇಲ್ಮುಖ ಚಲನೆಗಾಗಿ g ನ್ನು ಋಣಾತ್ಮಕ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದೆ.

$$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 122.5\ m^2s^{-2}$$

$$u^2 = 2401\ m^2s^{-2}$$

$$u = 49\ ms^{-1}$$

ಚೆಂಡನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ವೇಗ $49\ ms^{-1}$

(ii) ಸಮೀಕರಣ (11.5) ರಿಂದ $v = u + gt$

$$0 = 49\ ms^{-1} + 9.8\ ms^{-2} \times t$$

$$t = \frac{49}{9.8}\ s = 5s$$

ಆದುದರಿಂದ (i) ಆರಂಭಿಕ ವೇಗ $= 49\ ms^{-1}$, ಮತ್ತು

(ii) ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲ $= 5s$

ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು 11.2

1. ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಂದರೇನು?
2. ಒಂದೇ ಎತ್ತರದಿಂದ ಭಾರವಾದ ಮತ್ತು ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಒಂದೇ ದರದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಏಕೆ?
3. ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಎಸ್.ಐ. ಮೂಲಮಾನ ತಿಳಿಸಿ.
4. ಗುರುತ್ವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

11.5 ರಾಶಿ ಮತ್ತು ತೂಕ

11.5.1 ರಾಶಿ

ಒಂದು ಕಾಯದಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥದ ಒಟ್ಟು ಪ್ರಮಾಣವೇ ರಾಶಿ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿಯು ಸ್ಥಿರ ಮತ್ತು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇರಲಿ, ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಇರಲಿ, ಅಥವಾ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಎಲ್ಲೇ ಇರಲಿ ಅದು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ತುಲಾಯಂತ್ರ ಬಳಸಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು.

ಕಾಯದ ರಾಶಿಯೇ ಜಡತ್ವದ ಅಳತೆ ಎಂದು ನಾವು ಹಿಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ ರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ.

11.5.2 ತೂಕ

ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಗಾಗುವ ಬಲವೇ ಅದರ ತೂಕ. ಬಲ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಿರಾ?

$$\text{ಬಲ} = \text{ರಾಶಿ} \times \text{ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ}$$

ಆದುದರಿಂದ, $F = ma$ .....(11.8)

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವನ್ನು W ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದಾಗ, $W = mg$ .....(11.9)

ತೂಕವು ಒಂದು ಬಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಎಸ್.ಐ. ಮೂಲಮಾನ ಬಲದ ಮೂಲಮಾನವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೂಲಮಾನ ನೆನಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ. ಅದುವೇ ನ್ಯೂಟನ್. ಇದರ ಸೂಚ್ಯಾಂಕ N. ಈ ಬಲವು(ತೂಕ) ನೇರವಾಗಿ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕು ಎರಡನ್ನೂ ಹೊಂದಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವನ್ನು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರದಿಂದ ಅಳತೆಯುತ್ತಾರೆ.

ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಅದರ ರಾಶಿ ಮತ್ತು 'g' ಯ ಬೆಲೆಯ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು (11.9) ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ g ಬೆಲೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ರಾಶಿಯೊಂದಿಗೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ g ನ ಬೆಲೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಇರುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

11.5.3 ತೂಕರಾಹಿತ್ಯ

ಲಿಫ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಾಗ ತೂಕ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಮತ್ತು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಂತೆ ತೂಕ ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದನ್ನು ನೀವು ಗಮನಿಸಿರಬಹುದು. ರಾಟವಾಳದಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಅನುಭವವಾಗುವುದು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾತ್ರಿ ತೂಕರಾಹಿತ್ಯ ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾನೆ ಎಂದು ನೀವು ಕೇಳಿರುವಿರಿ. ತೂಕರಾಹಿತ್ಯ ಎಂಬ ಪದದ ಅರ್ಥವೇನು?

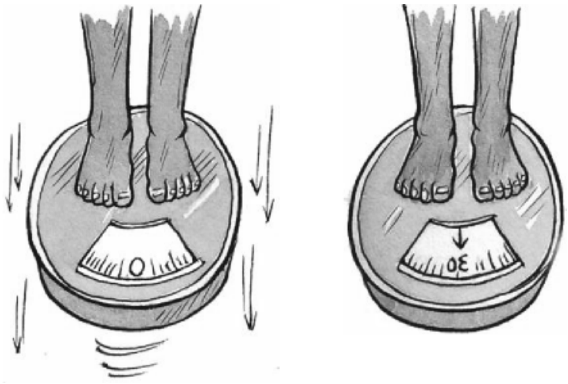
ಚಟುವಟಿಕೆ 11.4

ಚಿತ್ರ 11.4 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಭಾರವಾದ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಿ. ನಿಮ್ಮ ಕೈ ಮೇಲೆ ಪುಸ್ತಕದ ತೂಕದ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆಯೆ? ಈಗ ಸ್ವಲ್ಪ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ನಿಮ್ಮ ಕೈಯನ್ನು ಬೇಗ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸಿ. ನಿಮಗೇನು ಅನಿಸುತ್ತದೆ? ಪುಸ್ತಕದ ತೂಕ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆ ಎಂದು ಅನಿಸುತ್ತದೆಯೇ? ಪುಸ್ತಕದ ತೂಕ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆ ಅನಿಸುತ್ತದೆಯೇ? ತೂಕದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ಆಗಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ನೀಡಿ ವಿವರಿವಿರಾ?

ಕೈಯಲ್ಲಿ ಪುಸ್ತಕ ಇರುವುದು   ಕೈ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದು

ಚಿತ್ರ 11.4

ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರ ಅಥವಾ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ತೂಕದ ಯಂತ್ರ ಬಳಸಿ ತೂಕ ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ತೂಕದ ಯಂತ್ರದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಮಗು ನಿಂತಿದ್ದಾಗ ಮಗುವು ತನ್ನ ತೂಕ W ಗೆ ಸಮನಾದ ಬಲವನ್ನು ಯಂತ್ರದ ಮೇಲೆ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 11.5)

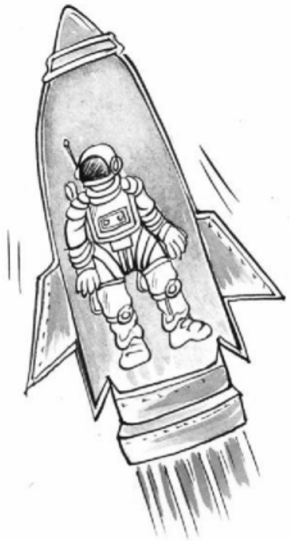


ಚಿತ್ರ 11.5: ತೂಕ ಅಳೆಯುವ ಯಂತ್ರದ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರುವ ಮಗು

ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೇ ನಿಯಮ ಪ್ರಕಾರ ಯಂತ್ರವು W ಗೆ ಸಮನಾದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ R ನ್ನು ಮಗುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ತೂಕ ಅಳೆಯುವ ಯಂತ್ರವು ಈ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ R ನ್ನು ಅಳತೆಯುತ್ತದೆ. ಅದುವೇ ಮಗುವಿನ ತೂಕ.

ತೂಕ ಅಳೆಯುವ ಯಂತ್ರದ ಕೆಳಗೆ ಇರುವ ನೆಲವನ್ನು ತಕ್ಷಣ ತೆಗೆದಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ಆಗ ಏನು ಆಗುವುದು? ಹುಡುಗ ಮತ್ತು ಯಂತ್ರ ಒಂದೇ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆ ಬೀಳುವುದು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹುಡುಗ ತೂಕದ ಯಂತ್ರದ ಮೇಲೆ ಯಾವುದೇ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ತೂಕದ ಯಂತ್ರವು ತೂಕ ಶೂನ್ಯ ಎಂದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಗುರುತ್ವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಕಾಯವು ತೂಕರಾಹಿತ್ಯ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ನಾವು ಮನವರಿಕೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾತ್ರಿಯು ತೂಕರಾಹಿತ್ಯವನ್ನು ಏಕೆ ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾನೆ ಎಂದು ನೀವು ಈಗ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಗಗನಯಾತ್ರಿಯೊಂದಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗಗನಯಾತ್ರಿಯು ತೂಕವಿಲ್ಲದೆ ತೇಲುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 11.6).



ಚಿತ್ರ 11.6: ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನೌಕೆಯಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾತ್ರಿ

ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು 11.3

1. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅದರ ತೂಕಕ್ಕಿರುವ ಎರಡು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
2. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವ ಎರಡು ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.
3. ಒಂದು ಮರದಿಂದ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಸೇಬಿನ ತೂಕ ಎಷ್ಟಿರಬಹುದು?

11.6 ಪ್ಲವನತೆ ಮತ್ತು ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವ

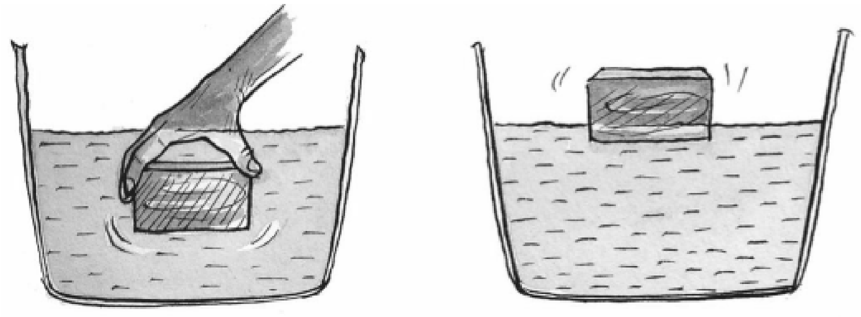
11.6.1 ಪ್ಲವನತೆ

ಒಂದು ನೀರು ತುಂಬಿದ ಬಕೆಟ್‌ನ ತಳದಿಂದ ನೀರು ತುಂಬಿದ ತಂಬಿಗೆಯನ್ನು ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈವರೆಗೆ ಎತ್ತಿದಾಗ ಹಗುರವಿದ್ದು ನಂತರ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗಿಂತ ಮೇಲೆ ಎತ್ತಿದಾಗ ಭಾರವೆನಿಸುವುದನ್ನು ನೀವು ಯಾವಾಗಲಾದರು ಅನುಭವಿಸಿರುವಿರಾ? ಏಕೆ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆಗುತ್ತದೆ? ಇದನ್ನೂ ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಚಟುವಟಿಕೆ 11.5

ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನೀರು ತುಂಬಿದ ಒಂದು ಬಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಡಿ. ನೀವು ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ? ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಾಗ ಅದು ತೇಲುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ.

ಈಗ ನೀರಿನ ಒಳಗೆ ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ತಳ್ಳಿರಿ. ನಿಮ್ಮ ಅನುಭವವೇನು? ನಿಮ್ಮ ಕೈಯ ಮೇಲೆ ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ತಳ್ಳಿದ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆ? ಇದು ಏನನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ? ಮರದ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ನೀರು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಮಾಡುವುದನ್ನು ಇದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈಗ ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ಮತ್ತೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುವಂತೆ ತಳ್ಳಿರಿ. (ಚಿತ್ರ 11.7(ಎ)) ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ಬಿಡಿ. ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ? ಮರದ ತುಂಡು ಮತ್ತೆ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಪುಟಿದೇಳುತ್ತದೆ.



(ಎ) (ಬಿ)

ಚಿತ್ರ 11.7: (ಎ) ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿರುವ ಮರದ ತುಂಡು,
(ಬಿ) ಮತ್ತೆ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿರುವ ಮರದ ತುಂಡು

ಮರದ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ನೀರಿನಿಂದ ಪ್ರಯೋಗವಾದ ಬಲವನ್ನು ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಅಥವಾ buoyant force ಎನ್ನುವರು. ಈ ಬಲವನ್ನು ಊರ್ಧ್ವ ಮುಖ ಬಲ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವರು. ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ದ್ರವ ಅಥವಾ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದಾಗ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಯಗಳು ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಪ್ಲವನತೆ ಬಲಕ್ಕೆ ನೀಡುವಿರಾ?

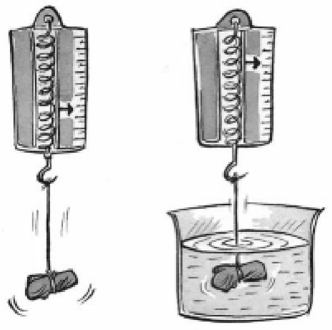
ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಅನುಭವಿಸಿದ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣ ಎಷ್ಟು? ಕೊಟ್ಟಿರುವ ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಯಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಪ್ಲವನತೆಯ ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆಯೆ? ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಕಾಯಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲಾ ದ್ರವ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಅಲ್ಲವೇ? ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವ ಅಧ್ಯಾಯ ಮಾಡಿದ ನಂತರ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ನೀವು ಉತ್ತರಿಸುವಿರಿ.

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

11.6.2 ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವ

ಚಟುವಟಿಕೆ 11.6

ದಾರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ತೂಗಿಬಿಡಿ. (ಚಿತ್ರ 11.8 ಎ) ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರ ತೋರಿಸಿದ ತೂಕವನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿ. ಇದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿನ ತೂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈಗ ನಿಧಾನವಾಗಿ ನೀರು ತುಂಬಿದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಿ. (ಚಿತ್ರ 11.8 ಬಿ) ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸಿ. ತುಲಾಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಿದ್ದ ತೂಕ ಏನಾಗುವುದು? ಕಲ್ಲು ನೀರಿನೊಳಗೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕೆಳಗಿಳಿಯುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಿದ ತೂಕವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಲು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದಾಗ, ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರ ನಮೂದಿಸಿದ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ನಿಮ್ಮ ತೀರ್ಮಾನವೇನು? ಕಲ್ಲನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ, ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮುಖ ಬಲವು ಕಲ್ಲಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿದ್ದರಿಂದ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮೂದಿಸಿದ ತೂಕ ಕಡಿಮೆಯಾಯಿತು. ಮೊದಲೇ ಚರ್ಚಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಮೇಲ್ಮುಖ ಬಲವನ್ನು ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಎನ್ನುವರು ಪ್ಲವನತೆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಒಂದು ತತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.



ಚಿತ್ರ 11.8: ಕಲ್ಲನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತುಲಾಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮೂದಾದ ತೂಕ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು

ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದ ಹೇಳಿಕೆ ಈ ಮುಂದಿನಂತಿದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಪೂರ್ಣ ಅಥವಾ ಭಾಗಶಃ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಅನುಭವಿಸುವ ಮೇಲ್ಮುಖ ಬಲವು ಆ ವಸ್ತು ವಿಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ದ್ರವದ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವು

☆ ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ

☆ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದ ಕಾಯದ ಘನಫಲ

ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ.

ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವ ಬಹಳಷ್ಟು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದನ್ನು ಹಡಗುಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ದ್ರವಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಬಳಸುವ ಹೈಡ್ರೊಮೀಟರ್ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ಆಧಾರಿತವಾಗಿದೆ. ಹಾಲಿನ ಶುದ್ಧತೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಬಳಸುವ ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಮೀಟರ್ ಸಹ ಈ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ಆಧಾರವಾಗಿದೆ.

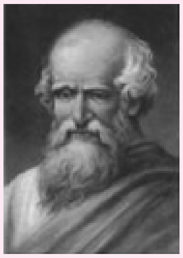
? ನಿಮಗಿದು ಗೊತ್ತೆ

ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಒಬ್ಬ ಶ್ರೇಷ್ಠ ಗಣಿತಜ್ಞ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಅವನು ತನ್ನ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಸಿದ್ಧಿ ಹೊಂದಿದ್ದಾನೆ. ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ಪೂರ್ಣ ನೀರು ತುಂಬಿದ ಸ್ನಾನದ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಇಳಿದಾಗ ನೀರು ಹೊರಚೆಲ್ಲುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ. ಆಗ ಅವನು ತನ್ನ ತತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಅವನು ಊರಿನ ಬೀದಿಗಳಲ್ಲಿ "ಯುರೇಕಾ" "ಯುರೇಕಾ" ಎಂದು ಕೂಗುತ್ತಾ ಓಡಿದ. ಅದರ ಅರ್ಥ "ನಾನು ಕಂಡುಹಿಡಿದೆ" ಎಂದು.

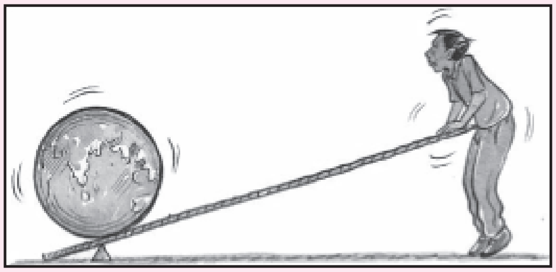
ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್‌ನ ತತ್ವವನ್ನು ಇವನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದನು. ನೀರನ್ನು ಕೆಳಹಂತದಿಂದ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಏರಿಸಲು ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರೇಖಾಗಣಿತ ವಿಷಯದ ಮೇಲಿನ ಅವನ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಅವನನ್ನು ಪ್ರಸಿದ್ಧನನ್ನಾಗಿಸಿದವು. ಸನ್ನೆಗಳಬಗ್ಗೆ ಒಮ್ಮೆ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ.

"ನನಗೆ ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ಮತ್ತು ದೃಢವಾದ ಸಲಾಕೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ನಿಲ್ಲಲು ಒಂದು ಸ್ಥಳ ಕೊಡಿ. ನಾನು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತುತ್ತೇನೆ".



ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್
(287 – 212 ಕ್ರಿ.ಪೂ)



ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು 11.4

1. ನೀರು ತುಂಬಿದ ಒಂದು ತಂಬಿಗೆಯನ್ನು ನೀರು ತುಂಬಿದ ಒಂದು ಬಕೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈಗ ತಂಬಿಗೆಯನ್ನು ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿರಿ. ಈಗ ನಿಮಗೆ ಅದು ಭಾರ ಅನಿಸುತ್ತಿದೆ. ಏಕೆ?
2. ನೀರಿನ ಒಳಗೆ ಬಿಟ್ಟ ಬಿರಡೆ ಪುಟಿದೇಳುತ್ತದೆ ಏಕೆ?
3. ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಎಂದರೇನು?
4. ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದ ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವುದೇ?
5. ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ.

ನೀವು ಏನನ್ನು ಕಲಿತಿರುವಿರೆಂದರೆ

☆ ನ್ಯೂಟನ್ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮದ ನಿರೂಪಣೆ – ವಿಶ್ವದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣವೂ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಇತರ ಕಣವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲು ಕಣಗಳ ರಾಶಿಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿಯೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

☆ ಸಾಮಾನ್ಯ ರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಬಹಳ ದುರ್ಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ ಸಹ ಬೃಹತ್ ರಾಶಿಗಳಿದ್ದಾಗ ಈ ಬಲವು ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗುತ್ತದೆ.

☆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಗುರುತ್ವ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

☆ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಬೆಲೆಯು ಕಾಯದ ರಾಶಿಯ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

☆ ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಗಾಗುವ ಬಲವೇ ಅದರ ತೂಕ. ಇದು ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ರಾಶಿಯ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

☆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿ ಸ್ಥಿರ. ಅದು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

☆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಗುರುತ್ವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಕಾಯವು ತೂಕರಾಹಿತ್ಯ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

☆ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳು ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ.

☆ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗವ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವು ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿರುವ ಕಾಯದ ಘನಫಲದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಭಿತವಾಗಿರುತತದೆ.

☆ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವ: ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಪೂರ್ಣ ಅಥವಾ ಭಾಗಶಃ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಅನುಭವಿಸುವ ಮೇಲ್ಮುಖ ಬಲವು ಆ ವಸ್ತು ವಿಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ದ್ರವದ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪುನರಾವರ್ತಿತ ಅಭ್ಯಾಸ

1. ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ.
2. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರವನ್ನು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ?
3. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ರಾಶಿಯನ್ನು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ?
4. ಭೂಮಿಯ ಕಾಯ, ಗುರುತ್ವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವಂತೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಶೋಧಿಸಿ.
5. ಗುರುತ್ವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
6. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿ ಮತ್ತು ಅದರ ತೂಕಕ್ಕಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೇನು? ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಯಾವ ಅಂಶಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಭಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ?
7. ಒಂದು ಮುಚ್ಚಳ ಹಾಕಿರುವ ಖಾಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಬಾಟಲನ್ನು ನೀರಿನ ಒಳಗಿಂದ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅದು ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಪುಟಿದೇಳುತ್ತದೆ. ಏಕೆ?
8. ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಎಂದರೇನು? ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲದ ಪ್ರಮಾಣವು ಯಾವ ಅಂಶಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಭಿತವಾಗಿದೆ?
9. ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ. ಅದರ ಎರಡು ಅನ್ವಯಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.
10. ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ಸರಾಸರಿ ದೂರ 1.5×10^{-11} ಮೀಟರ್. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

    ಭೂಮಿಯ ರಾಶಿ = 6×10^{24} ಕಿಗ್ರಾಂ, ಸೂರ್ಯನ ರಾಶಿ = 2×10^{30} ಕಿಗ್ರಾಂ

    G ನ ಬೆಲೆ $6.7 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$ ಎಂದು ನೀಡಿದೆ.

11. 49 ನ್ಯೂಟನ್ ತೂಕವಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ರಾಶಿ ಎಷ್ಟು? ($g = 9.8ms^{-2}$ ಎಂದು ನೀಡಿದೆ)
12. 45 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದ ಒಂದು ಗೋಪುರದಿಂದ ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಬೀಳಲು ಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಅದು ನೆಲಕ್ಕೆ ತಾಗುವಾಗ ಅದರ ವೇಗ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ? ($g = 9.8ms^{-2}$ ಎಂದು ನೀಡಿದೆ)
13. ಒಂದು ಕಾಯದ ತೂಕ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ 3.5 ನ್ಯೂಟನ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನಲ್ಲಿ 2 ನ್ಯೂಟನ್ ಇದೆ. ಆ ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಎಷ್ಟು?
14. ಒಂದು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಯವನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಿದೆ. ಕಾಯವು ವಿಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ನೀರಿನ ತೂಕ ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ಆದರೆ ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತಿರುವ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಎಷ್ಟು?

ಘಟಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳು

11.1

1. ಗುರುತ್ವ ಬಲವು ಅತೀವ ದುರ್ಬಲ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಬಲದಿಂದ ಸಣ್ಣ ಕಾಯಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದಿಲ್ಲ.
2. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಎರಡು ಕಾಯಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಆ ಬಲವು 1/16 ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.
3. G ಬೆಲೆಯ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ G ನ್ನು ವಿಶ್ವಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

11.2

1. ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಪಡೆದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎನ್ನುವರು.
2. ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಭಾರ ಮತ್ತು ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ.
3. ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಎಸ್.ಐ. ಮೂಲಮಾನ ms^{-2}
4. ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು

$$V = u + gt \qquad .....(1)$$
$$S = ut + \tfrac{1}{2} gt^2 \qquad .....(2)$$
$$V^2 = u^2 + 2gs \qquad .....(3)$$

11.3

1. ಒಂದು ಕಾಯದಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥದ ಒಟ್ಟು ಪ್ರಮಾಣವೇ ರಾಶಿ. ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಸ್ತುವಿನ ಕಾಯ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

   ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಣೆಗೊಳಗಾಗುವ ಬಲವೇ ಅದರ ತೂಕ. ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.
2. ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವು (i) ಕಾಯದ ರಾಶಿ (ii) ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ದ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಭಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.
3. ಸೊನ್ನೆ

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

11.4

1. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದ ತಂಬಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ನೀರಿನೊಳಗೆ ಅದು ಹಗುರ ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿದಾಗ ಭಾರ ಅನಿಸುತ್ತದೆ.
2. ಪ್ಲವನತೆ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ
3. ಒಂದು ಕಾಯವನ್ನು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಮೇಲ್ಮುಖ ಬಲ ಅನುಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ಪ್ಲವನತೆ ಬಲ ಎನ್ನುವರು.
4. ಇಲ್ಲ.
5. ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ತತ್ವದ ಅನ್ವಯಗಳು:
   (i) ಹಡಗಿನ ವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಗಳಲ್ಲಿ
   (ii) ಹೈಡ್ರೋಮೀಟರ್ ಅಥವಾ ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಮೀಟರ್.