ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ

PHYSICS

ತರಗತಿ

IX

ಭಾಗ - 1

PART - I

ಕೇರಳ ಸರಕಾರ
ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆ

ತಯಾರಿಸಿದವರು
ರಾಜ್ಯ ಶಿಕ್ಷಣ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ತರಬೇತಿ ಸಮಿತಿ (SCERT) ಕೇರಳ
2024

ST-425-1-PHYSICS (K)-9-VOL-1

ರಾಷ್ಟ್ರಗೀತೆ

ಜನಗಣ ಮನ ಅಧಿನಾಯಕ ಜಯಹೇ
ಭಾರತ ಭಾಗ್ಯವಿಧಾತಾ
ಪಂಜಾಬ ಸಿಂಧು ಗುಜರಾತ ಮರಾಠ
ದ್ರಾವಿಡ ಉತ್ಕಲ ವಂಗ
ವಿಂಧ್ಯ ಹಿಮಾಚಲ ಯಮುನಾ ಗಂಗಾ
ಉಚ್ಛಲ ಜಲಧಿತರಂಗ
ತವಶುಭ ನಾಮೇ ಜಾಗೇ
ತವಶುಭ ಆಶಿಷ ಮಾಗೇ
ಗಾಹೇ ತವಜಯ ಗಾಥಾ
ಜನಗಣ ಮಂಗಲದಾಯಕ ಜಯಹೇ
ಭಾರತ ಭಾಗ್ಯವಿಧಾತಾ
ಜಯಹೇ ಜಯಹೇ ಜಯಹೇ
ಜಯ ಜಯ ಜಯ ಜಯಹೇ

ಪ್ರತಿಜ್ಞೆ

ಭಾರತವು ನನ್ನ ದೇಶ. ಭಾರತೀಯರೆಲ್ಲರೂ ನನ್ನ ಸಹೋದರ, ಸಹೋದರಿಯರು.

ನಾನು ನನ್ನ ದೇಶವನ್ನು ಪ್ರೀತಿಸುತ್ತೇನೆ. ಅದರ ಸಂಪನ್ನ ಹಾಗೂ ವೈವಿಧ್ಯಪೂರ್ಣವಾದ ಪರಂಪರೆಗೆ ನಾನು ಹೆಮ್ಮೆಪಡುತ್ತೇನೆ.

ನಾನು ನನ್ನ ತಂದೆ, ತಾಯಿ ಮತ್ತು ಗುರುಹಿರಿಯರನ್ನು ಗೌರವಿಸುತ್ತೇನೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್ಲರೊಡನೆ ಸೌಜನ್ಯದಿಂದ ವರ್ತಿಸುತ್ತೇನೆ.

ನಾನು ನನ್ನ ದೇಶ ಮತ್ತು ನನ್ನ ದೇಶದ ಜನರಿಗೆ ನನ್ನ ಶ್ರದ್ಧೆಯನ್ನು ಮುಡಿಪಾಗಿಡುತ್ತೇನೆ. ಅದರ ಕ್ಷೇಮ ಮತ್ತು ಸಮೃದ್ಧಿಯಲ್ಲೇ ನನ್ನ ಆನಂದವಿದೆ.

Prepared by
State Council of Educational Research and Training (SCERT)
Poojappura, Thiruvananthapuram 695012, Kerala
Website : www.scertkerala.gov.in, e-mail : scertkerala@gmail.com
Typeset and design by : SCERT
Printed at : KBPS, Kakkanad, Kochi-30
© Department of General Education, Government of Kerala

ಮುನ್ನುಡಿ

ಪ್ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ,

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲ ಆಶಯಗಳು ಮತ್ತು ತತ್ವಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ ವಿಭಿನ್ನ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಸಹಾಯವಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕ ನಿಮ್ಮನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ರಥವನ್ನೇರಿಸಿ ದೃಶ್ಯಗಳ ವರ್ಣ ವಿಸ್ಮಯದಿಂದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಕಡೆಗೆ ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದೃಶ್ಯವೂ ಯಾಕೆ? ಹೇಗೆ? ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ನೀವು ಕೇಳುವಾಗಲೇ ನಿಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯವು ಹೊಸ ರೂಪವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಗಳಿಸುವ ಅರಿವು, ಭವಿಷ್ಯದ ಕುರಿತು ಉನ್ನತವಾದ ಕನಸು ಕಾಣಲು ಮತ್ತು ಆ ಕನಸಿನ ಕುರಿತು ಆಲೋಚಿಸಲು ಹಾಗೂ ಆ ಆಲೋಚನೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಲು ಪ್ರೇರಣೆ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನವು ಸಮೂಹದ ಒಳಿತಿಗೆ ಎಂಬ ಮಹತ್ತಾದ ಆಶಯವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡು 'ನಾನು' ಎಂಬ ಸಂಕುಚಿತ ಪ್ರಜ್ಞೆಯಿಂದ ನಾವು ಎನ್ನುವ ಒಗ್ಗೂಡುವಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಪಾಠಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ನೀವು ಮಾಡಬೇಕು. ನೂತನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿ ಅರಿವನ್ನು ಹಂಚಿ ಸರಿಯಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಆಶಯಗಳನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಸಮಾಜಕ್ಕೆ ಹಂಚಿ ಮೂಢನಂಬಿಕೆಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಯುಕ್ತಿಯಿಂದ ಎದುರಿಸಲು ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮನೋಭಾವವನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ನಿಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿ....

ಶುಭ ಹಾರ್ದೈಕೆಗಳೊಂದಿಗೆ,

ಡಾ. ಜಯಪ್ರಕಾಶ್ ಆರ್.ಕೆ.
ಡೈರಕ್ಟರ್
ಎಸ್.ಸಿ.ಇ.ಆರ್.ಟಿ.

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Advisor

Dr. Salahuddin Kunju A
Principal (Rtd.)
University College
Thiruvananthapuram

Chairperson

Prof. P S Sobhen
Head (Rtd.), Department of Physics
Maharajas College, Ernakulam

Experts

Dr. N Shaji
Adjunct Faculty
Department of Physics
CUSAT, Kochi

Vivekanandan R S
Asst. Professor, Department of Physics
University College, Thiruvananthapuram

Writers

Sunilkumar M, BPC Cheruvathur, Kasaragod
Bhavana R, HST (Physical Science), TEMBHSS, Mylode, Kollam
Rajeev K, HST (Physical Science), GHSS Kuttikkattoor, Kozhikode
Unnikrishnan T I, Headmaster (Rtd.), AKKRHSS for Boys, Kozhikode
Unnikrishnan M, HST (Physical Science), Brothers HSS, Mavandiyur, Malappuram
Kanchana R, HST (Physical Science), GHSS Thottakkonam, Pathanamthitta
Reena P G, HST (Physical Science), Crescent HSS Adakkakundu, Malappuram
Sureshkumar K, HST (Rtd.), (Physical Science), AMHSS, Thirumala,Thiruvananthapuram.

Artists

Mustajib E C, MMETHSS Melmuri, Malappuram.
Lohithakshan K, Assisi HSS for Deaf, Malaparambu, Malappuram.

Kannada Version

Expert

Dr. Radhakrishna Bhat
Asst. Principal (Rtd.)
St. Philomena's College, Puttur, Karnataka

Language Expert

C.H. Rama Bhat
Associate Prof. (Rtd.), Govt. College, Kasaragod

Participants

Narasimha Mayya M., HST, SGKHS Kudlu
Raghavendra K., HST (Rtd.), GHSS Mulleria
Bhanumathi M., HM (Rtd.) GHSS Pandi
Sowrabha P., HST, GHSS Kasaragod
Durgaparameshwari P., HST, GHS Perdala
Rajesh P., HST, GHSS Paivalike Nagar

Academic Co-ordinator

Dr. Ancey Varughese
Asst. Professor, SCERT

State Council Educational Research and Training (SCERT)
Vidyabhavan, Poojappura, Thiruvananthapuram 695012

ಅನುಕ್ರಮಣಿಕೆ

1 ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ.. 7

2 ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು.. 27

3 ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು.. 53

4 ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ.. 73

ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಅನುಕೂಲಕ್ಕಾಗಿ ಕೆಲವು ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಹೆಚ್ಚಿನ ಓದುವಿಕೆಗಾಗಿ (ಮೌಲ್ಯಮಾಪನಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ)

ICT ಸಾಧ್ಯತೆ

ಮಕ್ಕಳು ಕೇಳಬಹುದಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡೋಣ

ನಿರಂತರ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

ಮುಂದುವರಿದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

ಭಾರತದ ಸಂವಿಧಾನ

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

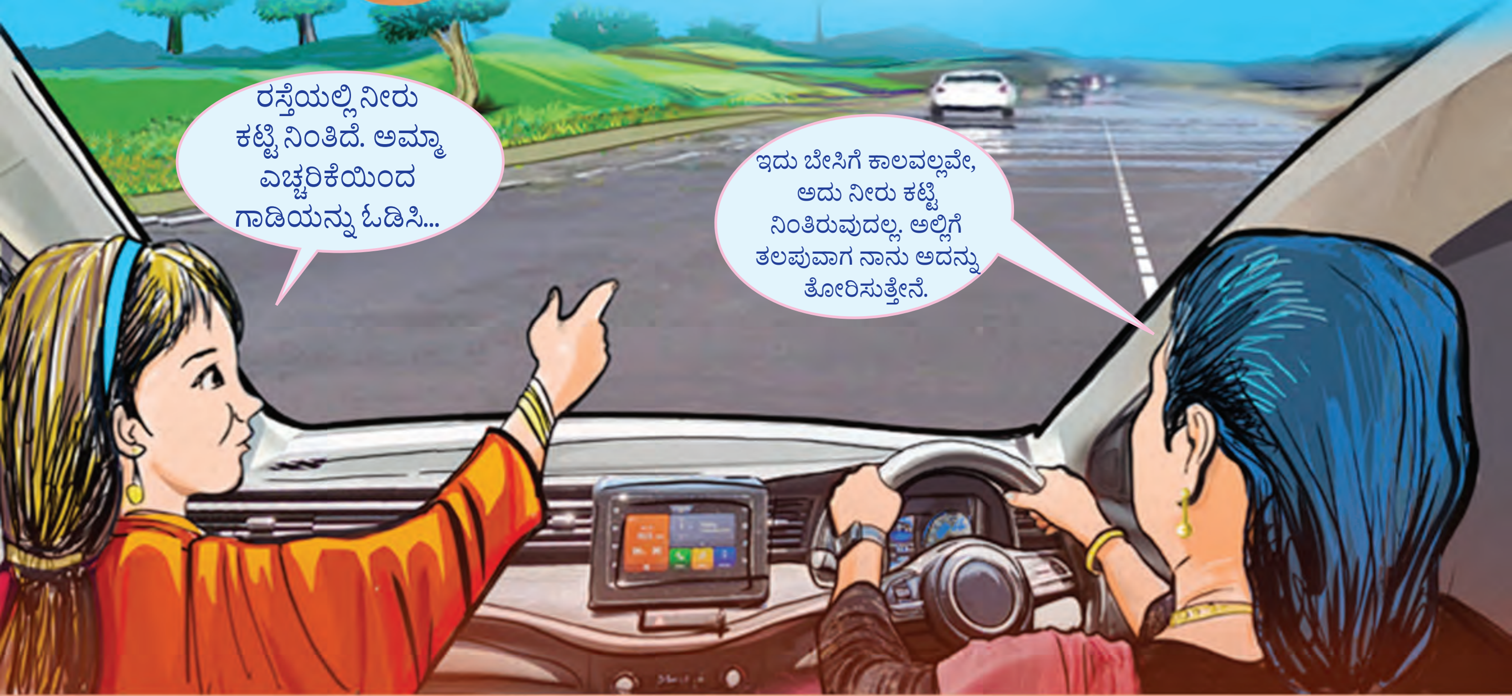
ಭಾರತದ ಜನತೆಯಾದ ನಾವು,
ಭಾರತವನ್ನು ಸಾರ್ವಭೌಮ, ಸಮಾಜವಾದಿ, ಧರ್ಮನಿರಪೇಕ್ಷ
ಪ್ರಜಾಸತ್ತಾತ್ಮಕ ಗಣರಾಜ್ಯವನ್ನಾಗಿ
ರೂಪಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ;
ಭಾರತದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಜೆಗಳಿಗೆ

ಸಾಮಾಜಿಕ, ಆರ್ಥಿಕ ಮತ್ತು ರಾಜಕೀಯ ನ್ಯಾಯವನ್ನು;
ವಿಚಾರ, ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿ, ನಂಬಿಕೆ, ಧರ್ಮ ಮತ್ತು
ಉಪಾಸನೆಯ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವನ್ನು;
ಸ್ಥಾನಮಾನ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶಗಳ ಸಮಾನತೆಯನ್ನು
ದೊರೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ;
ವ್ಯಕ್ತಿಗೌರವ, ದೇಶದ ಏಕತೆ ಮತ್ತು ಸಮಗ್ರತೆಗಾಗಿ ಎಲ್ಲರಲ್ಲಿ
ಭ್ರಾತೃತ್ವ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಮೂಡಿಸುವುದಕ್ಕೆ

ದೃಢಸಂಕಲ್ಪ ಮಾಡಿ,

ನಮ್ಮ ಸಂವಿಧಾನ ಸಭೆಯಲ್ಲಿ
1949ನೆಯ ಇಸವಿಯ ನವೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳ 26ನೇ ದಿನದಂದು
ಈ ಸಂವಿಧಾನವನ್ನು ನಮಗೆ ನಾವೇ ಅರ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು
ಅಂಗೀಕರಿಸಿ,
ಶಾಸನವಾಗಿ ವಿಧಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ.

1 ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವನ



ಇಂತಹ ಅನುಭವ ನಿಮಗೂ ಉಂಟಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ?

ಹೀಗಿರುವ ಅನುಭವಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನವುಗಳು ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದಾಗಿವೆ.

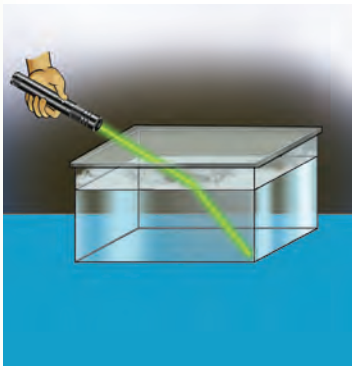
- ಗ್ಲಾಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಲಿಂಬೆಪಾನಕದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಸ್ಟ್ರೋ ತುಂಡಾದಂತೆ ಅನಿಸಿದೆಯೇ? ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು?

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣು ಸೇರಿದಾಗ ನಾವು ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವಲ್ಲವೇ. ಲಿಂಬೆ ಪಾನಕದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಸ್ಟ್ರೋದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಭಿನ್ನ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಚರಿಸಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ ತಾನೇ?

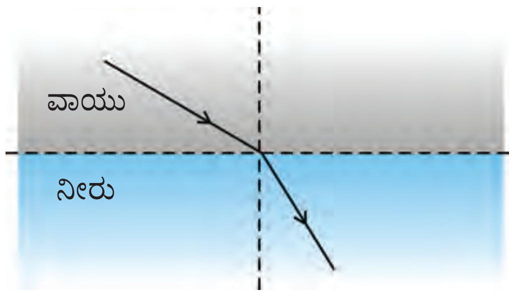
ಚಿತ್ರ 1.1

ಈಗ ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡೋಣ.

ಒಂದು ಗಾಜಿನ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಮುಕ್ಕಾಲು ಭಾಗದಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿರಿ. ನೀರಿಗೆ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಬಿಂದು ಹಾಲನ್ನು ಸೇರಿಸಿರಿ. ತೊಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪಾರದರ್ಶಕವಾದ ಕಾಗದದಿಂದ ಮುಚ್ಚಿರಿ. ತೊಟ್ಟಿಯ ಉಳಿದ ಭಾಗವನ್ನು ಹೊಗೆಯಿಂದ ತುಂಬಿಸಿದ ನಂತರ ಒಂದು ಲೇಸರ್ ಟೋರ್ಚಿನ ಬೆಳಕನ್ನು ಚಿತ್ರ 1.2 (a) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಹಾಯಿಸಿ, ಬೆಳಕಿನ ಪಥವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ನಿಮ್ಮ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.2 (a)



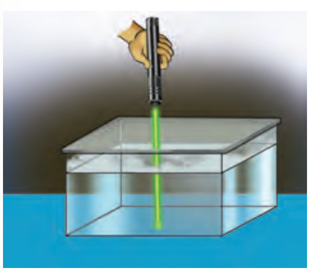
ಬೆಳಕಿನ ಪಥದ ರೇಖಾಚಿತ್ರ
ಚಿತ್ರ 1.2 (b)

- ತೊಟ್ಟಿಯ ಒಳಗೆ ಯಾವೆಲ್ಲಾ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ?
- ಕೇವಲ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕು ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಪಥ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ?

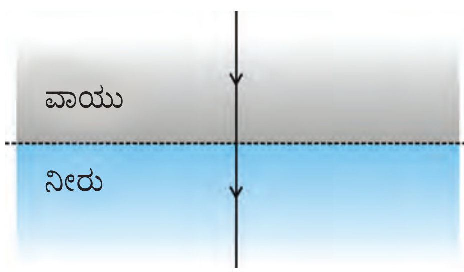
- ಒಂದನೇ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಎರಡನೇ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಪಥದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?
- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯು ಎಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ?

ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಅದರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?

ಲೇಸರ್ ಟೋರ್ಚಿನ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವನ್ನು ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನಗೊಳಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.3 (a)



ಚಿತ್ರ 1.3 (b)

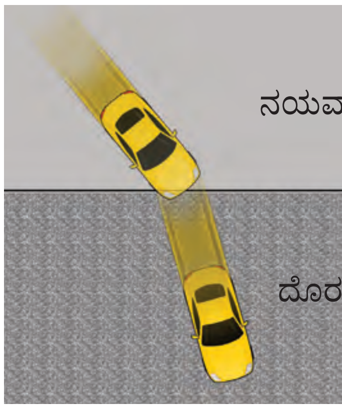
- ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗಿದೆಯೇ? ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಪಥವು ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು ಬೇರ್ಪಡುವ ತಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯು ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

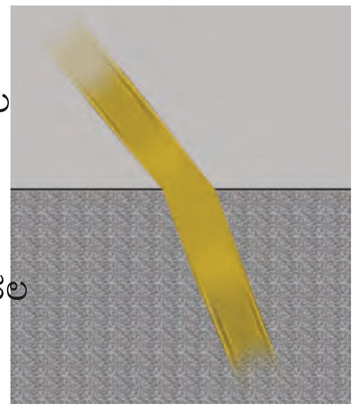
ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು?

ನಯವಾದ ಒಂದು ತಲದಿಂದ ದೊರಗಾದ ತಲಕ್ಕೆ ಸಂಚರಿಸುವ ಆಟಿಕೆ ಕಾರಿನ ಚಲನೆಯ ವೇಗ ಮತ್ತು ದಿಶೆಯನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿರಿ.

- ಕಾರಿನ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?
- ಈ ಬದಲಾವಣೆ ಎಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ?
- ನಯವಾದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ದೊರಗಾದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಕಾರು ಒಂದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವುದೇ?



ಚಿತ್ರ 1.4 (a)



ಚಿತ್ರ 1.4 (b)

ಒಂದು ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಕಾರಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಕಾರಿನ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ?

ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿನ ಈ ಬದಲಾವಣೆಯೇ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗಲು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಮಾಧ್ಯಮ	ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ (ಸರಿಸುಮಾರು)
ವಾಯು	3×10^8 m/s
ನೀರು	2.25×10^8 m/s
ಗಾಜು	2×10^8 m/s
ವಜ್ರ	1.25×10^8 m/s

ಪಟ್ಟಿ 1.1

ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಲು ಮಾಧ್ಯಮದ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ (optical density) ಎನ್ನುವರು.

ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ (optically denser medium) ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಕಡಿಮೆ. ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆಯಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ (optically rarer medium) ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚು. ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ಪದಾರ್ಥದ ಸಾಂದ್ರತೆಗಳ ನಡುವೆ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲ.

ಪಟ್ಟಿ 1.1 ರಲ್ಲಿನ ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮೀಕರಿಸಿರಿ.

ವಾಯು < -------- < -------- < ವಜ್ರ

ವಕ್ರೀಭವನ (Refraction)

ಲಿಂಬೆಪಾನಕದಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಟ್ರೋ ತುಂಡಾದಂತೆ ಕಾಣುವುದರ ಕಾರಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡೋಣ.

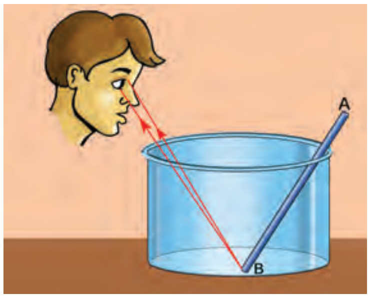
ಚಿತ್ರ 1.5 (a)

ಚಿತ್ರ 1.5 (b)

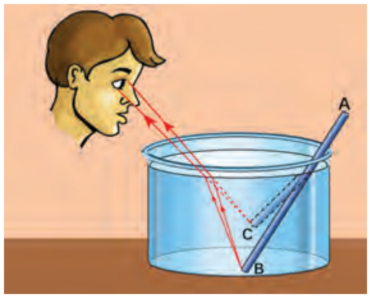
ಗ್ಲಾಸಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರೋ ಒಂದನ್ನು ಓರೆಯಾಗಿ ಇರಿಸಬೇಕು. ನಂತರ ಅದಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿಸಬೇಕು. ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ? ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಿರಿ.

- ಸ್ಟ್ರೋ ತುಂಡಾದಂತೆ ಕಾಣಲು ಕಾರಣವೇನು?

ಒಂದು ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಟ್ರೋಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ಪಥವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.6 (a)



ಚಿತ್ರ 1.6 (b)

- ನೀರನ್ನು ಎರೆಯುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮೊದಲು ಸ್ಟ್ರೋದ B ಎಂಬ ಭಾಗದಿಂದ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬಂದು ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?

ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿಸಿದ ನಂತರ ಸ್ಟ್ರೋ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದ ಭಾಗದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ವಾಯುವಿಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಅದರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ ತಾನೇ?

- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ನಿಜವಾಗಿಯೂ B ಯಿಂದ ಬರುವುದಾದರೂ C ಎಂಬ ಭಾಗದಿಂದ ಬರುವಂತೆ ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ ಅಲ್ಲವೇ?

B ಎಂಬ ನಿಜವಾದ ಸ್ಥಾನ C ಗೆ ಏರಿದಂತೆ ಕಾಣಿಸುವುದರಿಂದ ಸ್ಟ್ರೋ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ತುಂಡಾದಂತೆ ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ.

PhET→ Bending Light → Intro

ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು ಬೇರ್ಪಡುವ ತಲದಲ್ಲಿ ಅದರ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ವಕ್ರೀಭವನ (refraction) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ಬೆಳಕಿನ ವಕ್ರೀಭವಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅದರ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯು ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿವಿಧ ಉಪಕರಣಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಪಾತ್ರವು ನಿರ್ಣಾಯಕ. ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಏನೆಂದು ನೋಡೋಣ.

ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ (Refractive index)

ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಹಾಗೂ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಇವುಗಳೊಳಗಿನ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯು ಆ ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾಗಿದೆ.

ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು c ಎಂದೂ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು v ಎಂದೂ ಸೂಚಿಸಿದರೆ

$$\text{ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ } (n) = \frac{\text{ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ } (c)}{\text{ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ } (v)}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ (c) = 3×10^8 m/s.

ಕೆಲವು ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮದ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

ಮಾಧ್ಯಮ	ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ (v)	ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ (n)
ವಾಯು	3×10^8 m/s	$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1$
ಗಾಜು	2×10^8 m/s	
ನೀರು	2.25×10^8 m/s	

ಪಟ್ಟಿ 1.2

? ವಜ್ರದ (diamond) ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ 2.4 ಆದರೆ ವಜ್ರದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

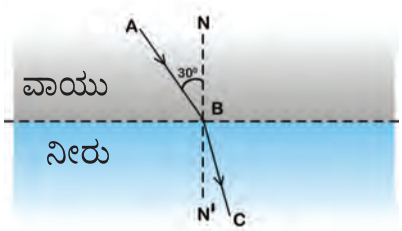
? ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಹೇಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿದೆ?

ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಬಂಧ ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆಯಲ್ಲವೇ? ಹಾಗಾದರೆ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

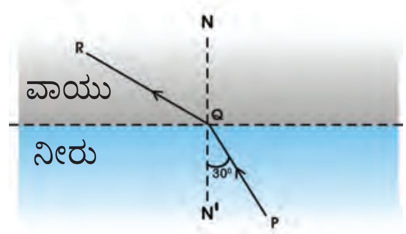
ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಮಾಧ್ಯಮಗಳು ಬೇರ್ಪಡುವ ತಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದು ತಿಳಿದಿರಲ್ಲವೇ?

ವಾಯುವಿನಿಂದ ನೀರಿಗೆ ಹಾಗೂ ನೀರಿನಿಂದ ವಾಯುವಿಗೆ ಸಮಾನ ಪತನಕೋನದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿದೆಯೇ?

ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.7 (a)



ಚಿತ್ರ 1.7 (b)

ಎರಡು ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ವಿಭಜನಾ ತಲಕ್ಕೆ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವನ್ನು ಪತನಕಿರಣ (incident ray) ಎಂದೂ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವನ್ನು ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ (refracted ray) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣಕ್ಕೂ ಪತನ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಎಳೆದ ಲಂಬಕ್ಕೂ (NN') ನಡುವಿನ ಕೋನ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಆದರೆ,

- ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಪತನ ಕಿರಣ, ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ, ಪತನ ಕೋನ, ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

	ಚಿತ್ರ 1.7 (a)	**ಚಿತ್ರ 1.7 (b)**
ಪತನ ಕಿರಣ	AB	
ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ		
ಪತನ ಕೋನ (i)	∠ABN	
ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ (r)	∠CBN'	
ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಪತನ ಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು/ ಕಡಿಮೆ		

ಪಟ್ಟಿ 1.3

ವಾಯುವಿನಿಂದ ನೀರಿಗೆ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಹಾಗೂ ನೀರಿನಿಂದ ವಾಯುವಿಗೆ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯ ಬದಲಾವಣೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ವಿಶೇಷತೆಯನ್ನು ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ? ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

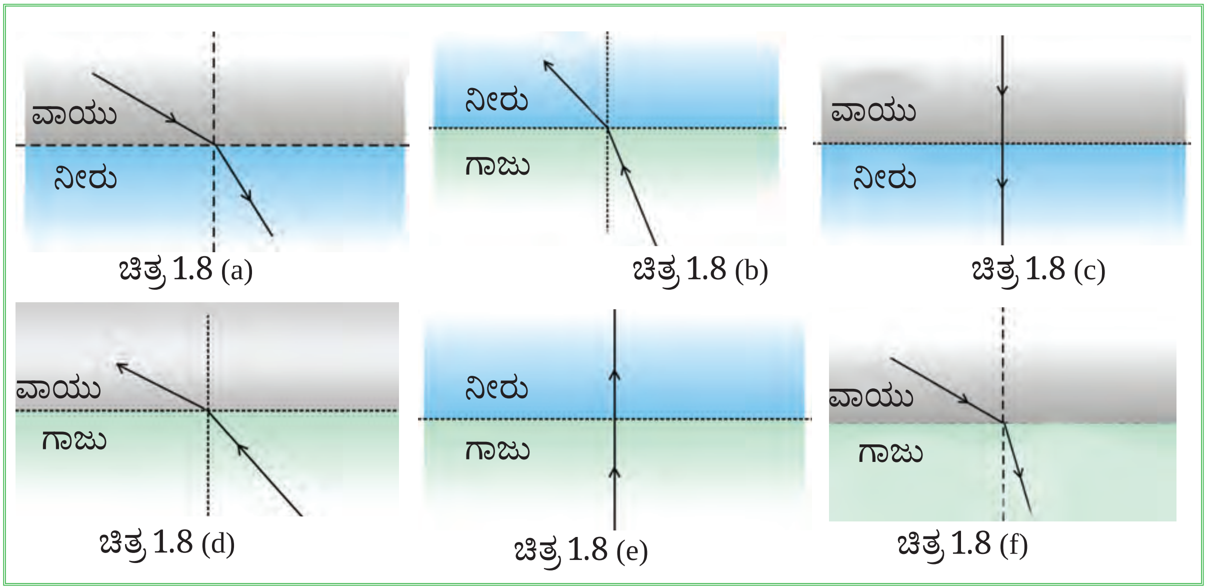
- ವಾಯುವಿನಿಂದ ನೀರಿಗೆ ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯ ಬದಲಾವಣೆ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ?

  (ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ/ಲಂಬದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ)

- ನೀರಿನಿಂದ ವಾಯುವಿಗೆ ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ?

  (ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ/ಲಂಬದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ)

ವಿವಿಧ ಜೊತೆ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುವ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ನೀಡಲಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

a) ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಾಗಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಚಿತ್ರಗಳು ಯಾವುವು?

b) ಇಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗಿದೆ?

(ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ/ಲಂಬದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ)

c) ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಚಿತ್ರಗಳು ಯಾವುವು?

d) ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ?

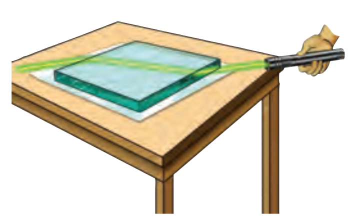
(ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವುದರಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದಕ್ಕೆ/ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವುದಕ್ಕೆ)

e) ಚಿತ್ರ 1.8 (c), 1.8 (e) ಎಂಬಿವುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?

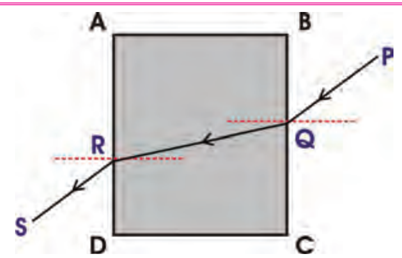
- **ಬೆಳಕು ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಪತನ ಕಿರಣ, ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣ, ಪತನ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಲಂಬವು ಒಂದೇ ತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.**
- **ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ.**
- **ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಲಂಬದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ.**
- **ಮಾಧ್ಯಮದ ವಿಭಜನಾ ತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನಗೊಳ್ಳುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ವಕ್ರೀಭವನಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.**

ಗ್ಲಾಸ್ ಸ್ಲ್ಯಾಬಿನಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗ್ಲಾಸ್ ಸ್ಲ್ಯಾಬಿಗೆ ಲೇಸರ್ ಟೋರ್ಚ್‌ನ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.9 (a)



ಚಿತ್ರ 1.9 (b)

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತಲ್ಲವೇ?

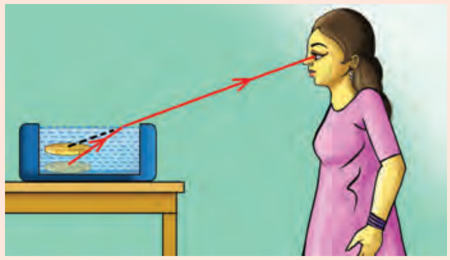
- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ?
- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಗ್ಲಾಸ್ ಸ್ಲ್ಯಾಬಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿರಿ.
- ಗ್ಲಾಸ್ ಸ್ಲ್ಯಾಬಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಬೆಳಕು ಪತನವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿರಿ. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?

ವಕ್ರೀಭವನ – ಕೆಲವು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯವೊಂದನ್ನು ಇರಿಸಿದ ನಂತರ ನಾಣ್ಯವನ್ನು ನೋಡುತ್ತಾ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ನಡೆಯಿರಿ. ನಾಣ್ಯವು ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಮಗುವಿನಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರೆಗೆ ನೀರನ್ನು ಎರೆಯಲು ಹೇಳಿರಿ.

- ಏನನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡುವಿರಿ? ಚಿತ್ರವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಿ ಕಾರಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 1.10 (a)



ಚಿತ್ರ 1.10 (b)

ನೀರನ್ನು ಎರೆದಾಗ ನಾಣ್ಯದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬರುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟಾಗಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಪತನವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ನಾಣ್ಯವು ಪುನಃ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗುತ್ತದೆ.

? ಪಾಠ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಅಕ್ಷರಗಳ ಮೇಲೆ ಗ್ಲಾಸ್ ಸ್ಲ್ಯಾಬನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಅಕ್ಷರಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೇರಿದಂತೆ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು? ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

? ಚಿತ್ರ 1.11 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ತೊಟ್ಟಿಯ ನೀರಿನ ತಳ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ನಾಣ್ಯವನ್ನು ಒಂದು ಬದಿಯಿಂದ ನೋಡುತ್ತಾ ಹೆಕ್ಕಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿರಿ. ನಾಣ್ಯವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೆಕ್ಕಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೇ? ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು? ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 1.11

? ಒಂದು ಜಲಾಶಯದ ತಳಭಾಗವನ್ನು ದೂರದಿಂದ ನೋಡುವಾಗ ಹತ್ತಿರದಿಂದ ನೋಡುವಾಗ ಕಾಣುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬಂದಂತೆ ಭಾಸವಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು?

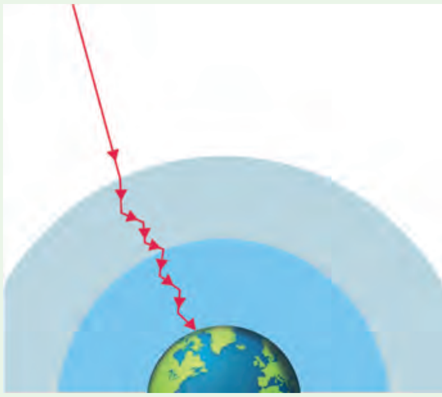
? ಬಾಣಬಿಟ್ಟು ಮೀನು ಹಿಡಿಯುವವರು ಮೀನನ್ನು ಕಾಣುವ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಾಣವನ್ನು ಬಿಡುವರು. ಯಾಕೆ?

ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಿಕೊಂಡಿರಲ್ಲವೇ? ಮುಂದೆ ವಾಯು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

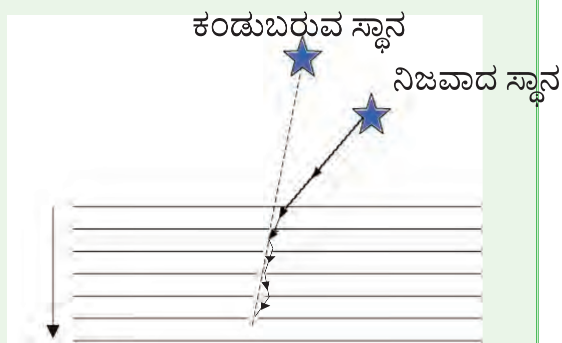
ವಾಯು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ (Atmospheric Refraction)

ಅತಿದೂರದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮಿನುಗಿ ಹೊಳೆಯಲು ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?

ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.12 (a)



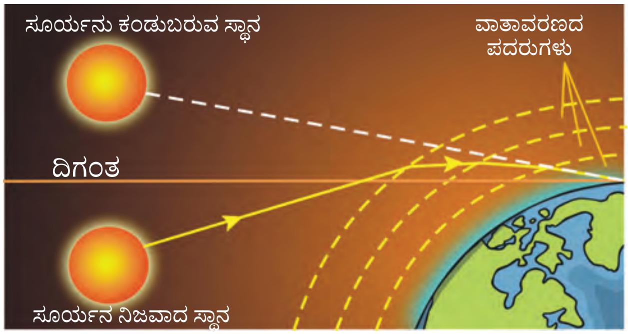
ಚಿತ್ರ 1.12 (b)

- ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣನ್ನು ತಲಪುತ್ತದೆಯೇ?
- ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಪಥವನ್ನು ಹೋಲುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 1.12 (a) ಯಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಪಥಕ್ಕೆ ಕ್ರಮರಹಿತವಾಗಿ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದಲ್ಲವೇ? ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?

ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಬಿಂದುಗಳಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣದ ಮೂಲಕ ಸಂಚರಿಸಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ತಲಪುತ್ತದೆ. ವಾಯುಮಂಡಲದ ಪದರುಗಳ ಭೌತಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು (ಒತ್ತಡ, ಉಷ್ಣತೆ ಇತ್ಯಾದಿ) ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುವ ಮಾಧ್ಯಮದ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಕ್ರಮರಹಿತವಾದ ವಕ್ರೀಭವನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ ಕಾರಣ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಹಲವು ಬಾರಿ ಕ್ರಮರಹಿತವಾದ ವಕ್ರೀಭವನದ ನಂತರ ಕಣ್ಣಿಗೆ ತಲಪುವುದರಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಒಂದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಮಿನುಗುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

? ಸೂರ್ಯನು ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಗಂತದಲ್ಲಿ ಮರೆಯಾದ ನಂತರವೂ ಸೂರ್ಯಬಿಂಬವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯದವರೆಗೆ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂಜಾನೆ ಪೂರ್ವ ದಿಗಂತವನ್ನು ತಲಪುವ ಸ್ವಲ್ಪ ಮೊದಲು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು?

ಚಿತ್ರ 1.13 ನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ, ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.13

ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಿಕೊಂಡೆವಲ್ಲವೇ?

ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ವಿಭಜನಾ ತಲಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಓರೆಯಾಗಿ ಪತನವಾಗುವ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೂ ಬೆಳಕಿಗೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆಯೇ?

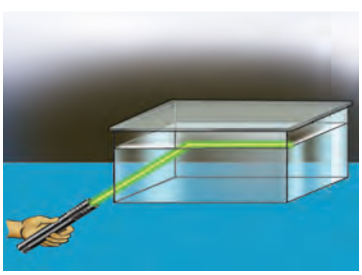
ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ (Total Internal Reflection)

ಚಿತ್ರ 1.14

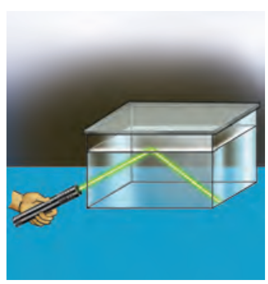
ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ರೀತಿಯ ಅಲಂಕಾರಿಕ ದೀಪಗಳನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿದ್ದೀರಾ? ಬಲ್ಬಿನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕು ಈ ಎಳೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕು ಹೊರಬರಲು ಕಾರಣವೇನು?

ಇದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿನೋಡೋಣ.

ಒಂದು ಲೇಸರ್ ಟೋರ್ಚ್‌ನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ವಿಭಿನ್ನ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಪತನಗೊಳಿಸಿ ನೋಡಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.15 (a)



ಚಿತ್ರ 1.15 (b)

- ತೊಟ್ಟಿಯೊಳಗೆ ಬೆಳಕು ಯಾವೆಲ್ಲಾ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ?
- ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪತನವಾಗುವುದು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದಕ್ಕೋ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದಕ್ಕೋ?

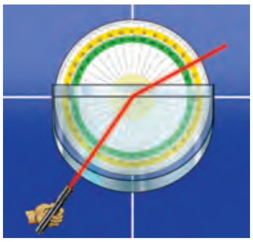
ST-425-3-PHYSICS (K)-9-VOL-1

- ಪತನಕೋನವನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ನೋಡಿರಿ. ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ?

ಇಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಪತನಕೋನವನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಂತೆ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು ಕೂಡಾ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಪತನಕೋನವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗುವಾಗ ಪತನಕಿರಣವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನೀರಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

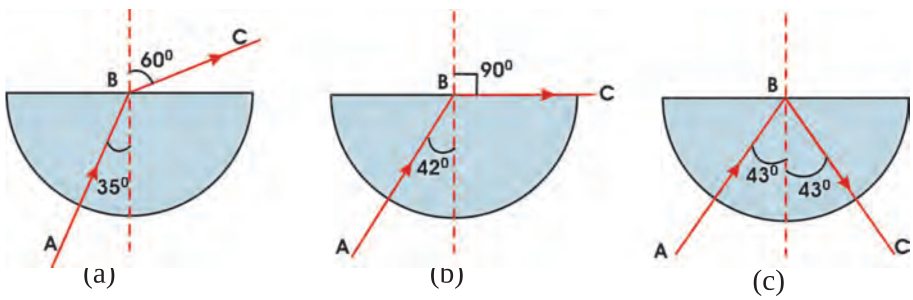
- ಯಾವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗದೇ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಅದೇ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಪುನಃ ಹಿಂದಿರುಗುವುದು?

ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.16

ಒಂದು ಚಾರ್ಟ್ ಪೇಪರಿನಲ್ಲಿ ವೃತ್ತವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಕೋನಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಇರಿಸಿ, ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಕೋನಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಒಂದು ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಇರಿಸಿರಿ. ನಂತರ ಅರ್ಧವೃತ್ತಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ದಪ್ಪವಾದ ಗ್ಲಾಸ್ ಸ್ಲ್ಯಾಬನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಚಾರ್ಟಿನಲ್ಲಿರುವ ವೃತ್ತದ ಮೇಲೆ ಇರಿಸಿರಿ. ಸ್ಲ್ಯಾಬಿಗೆ ಲೇಸರ್ ಟೋರ್ಚಿನ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಭಿನ್ನ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಪತನಗೊಳಿಸಿರಿ. ಪ್ರತಿ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಪತನಕೋನ, ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಬೆಳಕಿನ ಪಥವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಿರಿ.



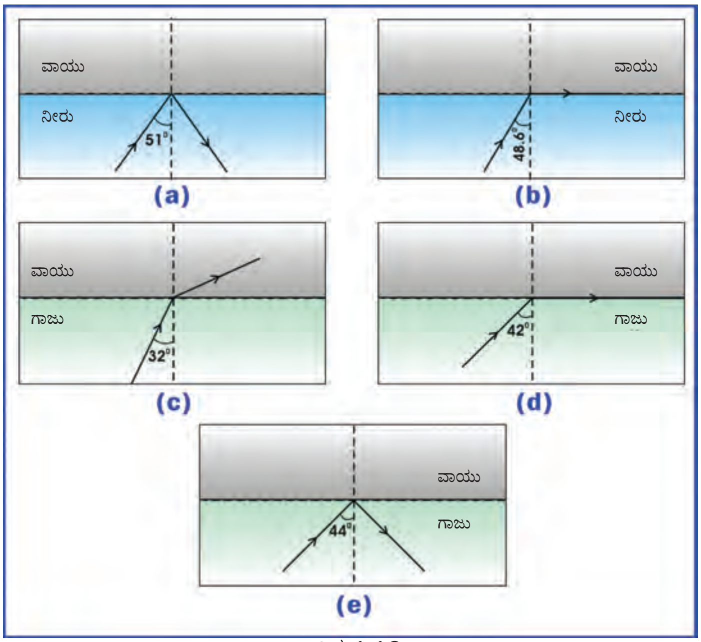
ಚಿತ್ರ 1.17

- ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ?
  ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವುದರಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದಕ್ಕೆ / ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದಕ್ಕೆ.
- ಪತನಕೋನ ಹೆಚ್ಚಾಗುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನಕ್ಕೆ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆ ಏನು?
- ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ 90° ಆಗಿರುವಾಗ ಪತನಕೋನದ ಅಳತೆಯು ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?
- ಈ ಪತನಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪತನಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಯಾವ ವಿಶೇಷತೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು?

ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ 90° ಆಗುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿರುವ ಪತನಕೋನವು ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನ ಆಗಿದೆ (critical angle). ಗಾಜು-ವಾಯು ಜೋಡಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನ 42° ಆಗಿದೆ.

ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪತನಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಅದು ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗದೆ ಅದೇ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಲ್ಪಡುವ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಎನ್ನುವರು.

? ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಚರಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಪಥವನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.18

ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನವನ್ನು ಹೇಳುವಾಗ ಜೋಡಿಯಾಗಿ ಹೇಳದೆ ಕೇವಲ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸೂಚಿಸುವುದಾದರೆ ಎರಡನೆಯ ಮಾಧ್ಯಮವು ವಾಯು ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತವಾಗಿದೆ.

a) ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಚಿತ್ರಗಳು ಯಾವುವು?

b) ಇಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನ ಎಷ್ಟು?

c) ನೀರಿನಿಂದ 50° ಕೋನದಲ್ಲಿ ವಾಯುವಿಗೆ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಸಂಭವಿಸುವುದೇ? ಯಾಕೆ? ನೀರು - ವಾಯು ಜೋಡಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

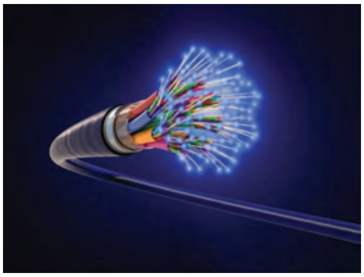
d) ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಎರಡು ಅಂಶಗಳು ಯಾವುವು?

ಚಿತ್ರ 1.19 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

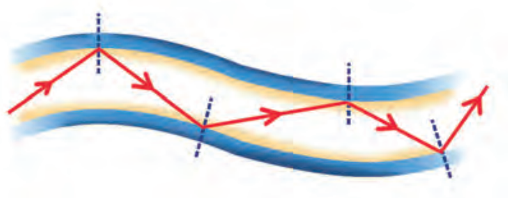
- ಇಲ್ಲಿ ಅಕ್ವೇರಿಯಂನ ತಳಭಾಗ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರಲು ಕಾರಣವೇನು?

ಚಿತ್ರ 1.19

ಅಕ್ವೇರಿಯಂನ ತಳಭಾಗದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಅಕ್ವೇರಿಯಂನ ತಳಭಾಗ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವುದು. ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಅಕ್ವೇರಿಯಂನ ತಳಭಾಗಕ್ಕಿರುವ ದೂರ ಮತ್ತು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಕ್ಕಿರುವ ದೂರವು ಸಮಾನವಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ?



ಚಿತ್ರ 1.20 (a)



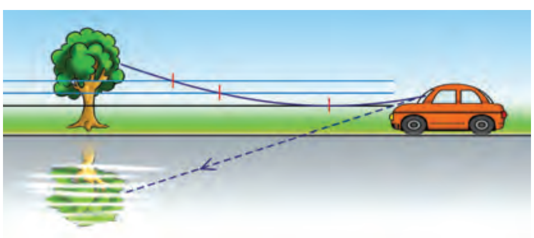
ಚಿತ್ರ 1.20 (b)

ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಾಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ 2009 ರ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕಿರುವ ನೋಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವು ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಕೆ ಕಾವೋ ಅವರಿಗೆ ದೊರೆಯಿತು.

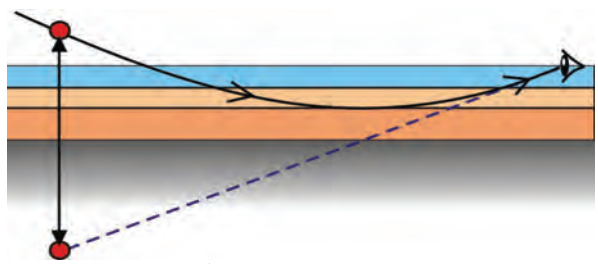
ಅಲಂಕಾರಿಕ ದೀಪಗಳಲ್ಲಿರುವ ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್‌ಗಳ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾದ ಪ್ರಕಾಶಮೂಲವೊಂದಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಮೂಲದಿಂದಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಫೈಬರ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಬದಿಗಳಿಗೆ ಪತನವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟಾಗಿ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯ ಮೂಲಕ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕು ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತದೆ.

ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಮಾಯಾದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ನೋಡೋಣ.

- ಬೇಸಿಗೆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಅನತಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ನೀರು ಇರುವಂತೆ ಅನಿಸುವುದಕ್ಕಿರುವ ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?



ಚಿತ್ರ 1.21 (a)



ಚಿತ್ರ 1.21 (b)

ರಸ್ತೆಗೆ ತಾಗಿರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ವಾಯು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ. ಆದರೆ ಮೇಲಿನ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ವಾಯುವಿನ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯು ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿನ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುವ ವಾಯುವಿನ ವಿವಿಧ ಪದರುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವಂತೆ ವಕ್ರೀಭವನಕ್ಕೂ ನಂತರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೂ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ

ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ರಸ್ತೆಯ ಮೇಲೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಮರೀಚಿಕೆ (mirage) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾದ ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ದೂರದಿಂದ ನೋಡುವಾಗ ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಇರುವಂತೆ ಕಾಣಿಸುವುದು ಯಾಕೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರಲ್ಲವೇ?

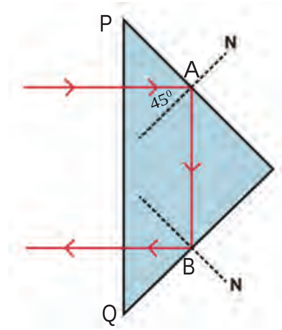
ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಸಂದರ್ಭಗಳು

ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟರ್ (Reflector) :

ಸೈಕಲ್‌ನ ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟರ್

ಚಿತ್ರ 1.22 (a)

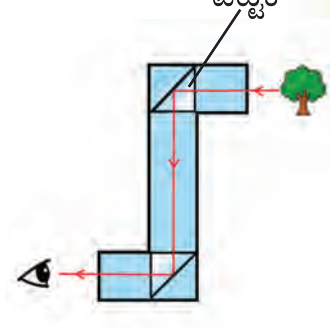
ವಾಹನಗಳ ಟೈಲ್ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಗಳಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 1.22 (a)) ಉಪಯೋಗಿಸುವ ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟರ್ ನೀವು ಗಮನಿಸಿರುವಿರಾ? ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಚಿಕ್ಕ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಟ್ಟಕಕ್ಕೆ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಬರಲು ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು? ಗಾಜಿನ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 1.22 (b)

P Q ಎಂಬ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಲಂಬವಾಗಿ ಪತನವಾಗುವುದರಿಂದ ವಕ್ರೀಭವನ ಸಂಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಗಾಜಿನ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನವು 42^o ಆಗಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದೆಯಲ್ಲವೇ? ಇಲ್ಲಿ A, B ಎಂಬೀ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿನ ಪತನಕೋನವು 45^o ಆಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ A ಯಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ B ಗೆ ತಲಪುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಸಂಭವಿಸಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟರಿನಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟರಿನ ಇತರ ಪಟ್ಟಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವುದಲ್ಲವೇ?

ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್ (Periscope) :



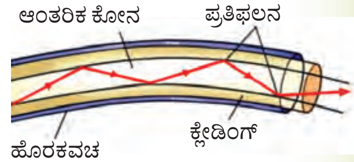
ಚಿತ್ರ 1.23

ದರ್ಪಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್ ನಿಮಗೆ ಪರಿಚಿತ. ಆದರೆ ದೃಶ್ಯಗಳ ಸ್ಪಷ್ಟತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡಿರಿ. (ಚಿತ್ರ 1.23)

ಚಿತ್ರದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್‌ನಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಂಡು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್ (Optical Fibre) :

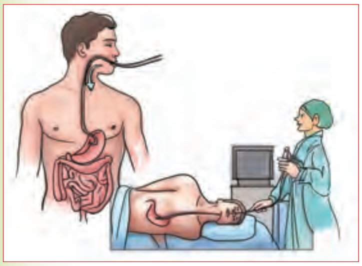


ಚಿತ್ರ 1.24

ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್‌ಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯು ವಾರ್ತಾವಿನಿಮಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿತು. ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್ ಕೇಬಲ್‌ಗಳಲ್ಲಿ (OFC) ಬೆಳಕಿನ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದು ಕೊಂಡಿದ್ದೀರಿ. ಇದೇ ವಿದ್ಯಮಾನದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ದ್ಯುತಿ ಸಂಕೇತಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ (optical signals) ವಾರ್ತಾ ವಿನಿಮಯ ಸಿಗ್ನಲುಗಳು ಸಂಚರಿಸುತ್ತವೆ.

ಸಾವಿರಾರು ಬೆಳಕಿನ ಸಿಗ್ನಲುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ನಷ್ಟವಾಗದೆ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ ಸಾಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಈ ಸಿಗ್ನಲುಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ದೂರದ ಸ್ಥಳಗಳಿಗೆ ಸಾಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದುವೇ ವಾರ್ತಾ ವಿನಿಮಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಪ್ಟಿಕಲ್ ಫೈಬರ್‌ಗಳ ಉಪಯೋಗ ದಿನದಿಂದ ದಿನಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುವುದರ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿರಿ.



ಎಂಡೋಸ್ಕೋಪಿ
ಚಿತ್ರ 1.25

? ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ, ಸಮತಲ ದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರತಿಫಲನ ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹೇಳಿಕೆಗಳನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿರಿ.

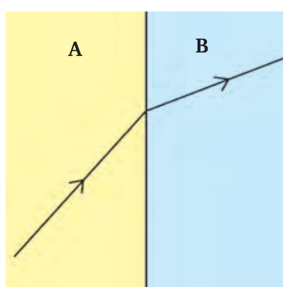
- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪತನಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವಾಗ ಮಾತ್ರ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ.
- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ.
- ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಯಾವುದೇ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾದರೂ ಪ್ರತಿಫಲನ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ.
- ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ.

ದರ್ಪಣಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನ	ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ
• ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ •	• •

ಪಟ್ಟಿ 1.4

ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡೋಣ

1. A, B ಎಂಬ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಹಾದುಹೋಗುವ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

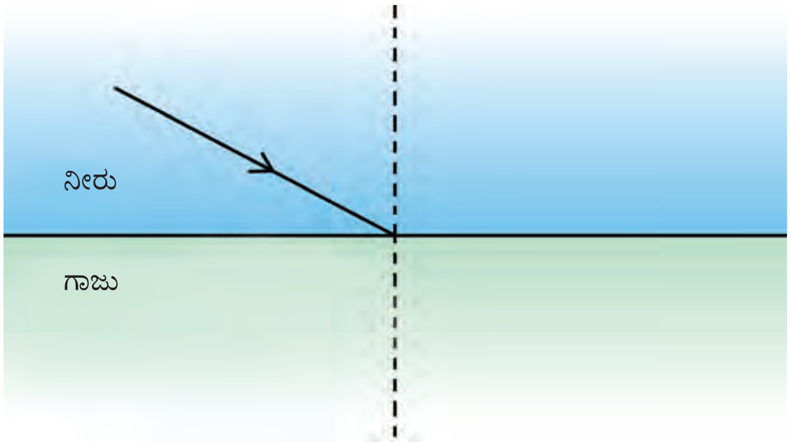


ಚಿತ್ರ 1.26

a) A, B ಎಂಬಿವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ?

b) ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮವು ಹೆಚ್ಚು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ? ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.

2. ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ. ಪತನಕೋನ, ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.27

3. ಮಾಧ್ಯಮ X ನಿಂದ Y ಗೆ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನವು ಪತನಕೋನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

a) X ಮತ್ತು Y ಎಂಬಿವುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮ ಯಾವುದು?

b) ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮ ಯಾವುದು?

c) ಬೆಳಕಿನ ಸಂಚಾರ ಪಥವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿರಿ.

4. ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಮಾಧ್ಯಮ	ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ
ಗಾಜು	1.52
ಗ್ಲಿಸರಿನ್	1.47
ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿ ಎಣ್ಣೆ	1.47
ನೀರು	1.33
ಫ್ಲಿಂಟ್ ಗ್ಲಾಸು	1.62

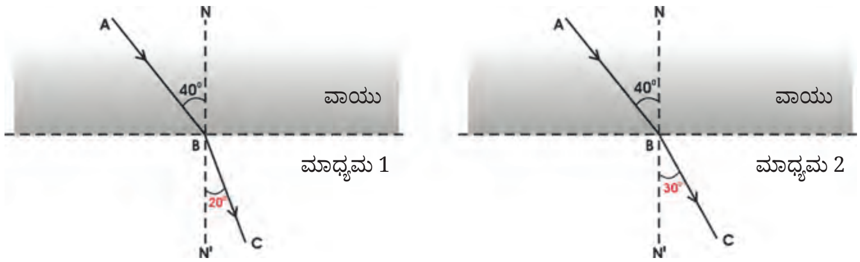
ಪಟ್ಟಿ 1.5

a) ಬೆಳಕು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಗರಿಷ್ಠ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

b) ಗ್ಲಿಸರಿನ್‌ನಿಂದ ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿ ಎಣ್ಣೆಗೆ ಓರೆಯಾಗಿ ಪತನವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ? ಕಾರಣವನ್ನು ವಿವರಿಸಿರಿ.

c) ಗಾಜಿನಿಂದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುವುದು. 30^o ಪತನಕೋನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪತನವಾಗುವುದಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಯಾಕೆ?

5. ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಪತನವಾಗುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ.

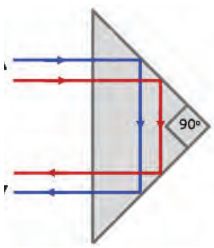


ಚಿತ್ರ 1.28

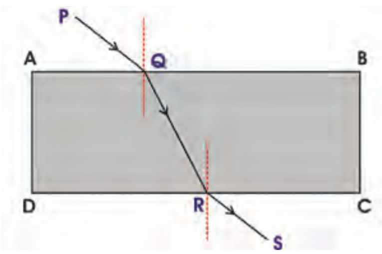
a) ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದ ದ್ಯುತಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚು? ಯಾಕೆ?

b) ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮ ಯಾವುದು?

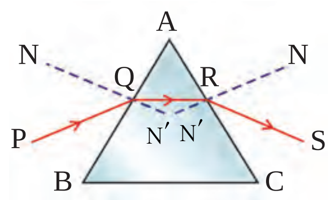
6. ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 1.29 (a)



ಚಿತ್ರ 1.29 (b)



ಚಿತ್ರ 1.29 (c)

a) ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಚಿತ್ರ ಯಾವುದು?

b) ವಕ್ರೀಭವನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಚಿತ್ರಗಳು ಯಾವುವು?

7. ಗಾಜಿನ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನ 42^o ಆಗಿದೆ. ಕೊಟ್ಟಿರುವವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪತನಕೋನದಲ್ಲಿ ಪತನವಾಗುವಾಗ ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ?

(a) 40^o b) 49^o c) 38^o d) 42^o)

8. ಮೋಟಾರು ಸೈಕಲುಗಳ ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸಣ್ಣ ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇವುಗಳು ಇರುವುದರಿಂದ ಇರುವ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ವಿವರಿಸಿರಿ.

9. ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಮಾಧ್ಯಮ	ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ
ವಾಯು	1.0003
ನೀರು	1.33
ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆ	1.44
ಟರ್ಪೆಂಟೈನ್ ಓಯಿಲ್	1.47
ಕ್ರೌನ್ ಗ್ಲಾಸ್	1.52
ವಜ್ರ	2.42

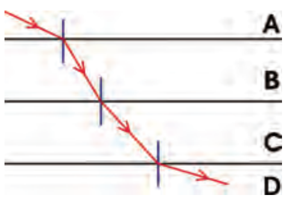
ಪಟ್ಟಿ 1.6

a) ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ?

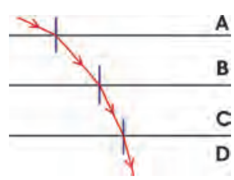
b) ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ 3×10^8 m/s. ಸೀಮೆಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಎಷ್ಟು?

c) ವಾಯುವಿನಿಂದ ವಜ್ರಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಓರೆಯಾಗಿ ಪತನವಾಗುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕಿರಣವು ಲಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬರುವುದೇ ಅಥವಾ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯುವುದೇ? ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.

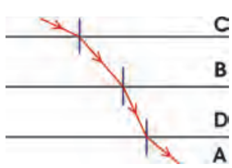
10. A, B, C, D ಎಂಬೀ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಪಥವನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಸರಿಯಾದವುಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿರಿ. (ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ $A < B < C < D$ ಎಂಬೀ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿದೆ).



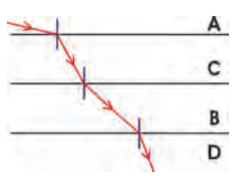
ಚಿತ್ರ 1.30 (a)



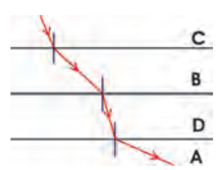
ಚಿತ್ರ 1.30 (b)



ಚಿತ್ರ 1.30 (c)



ಚಿತ್ರ 1.30 (d)



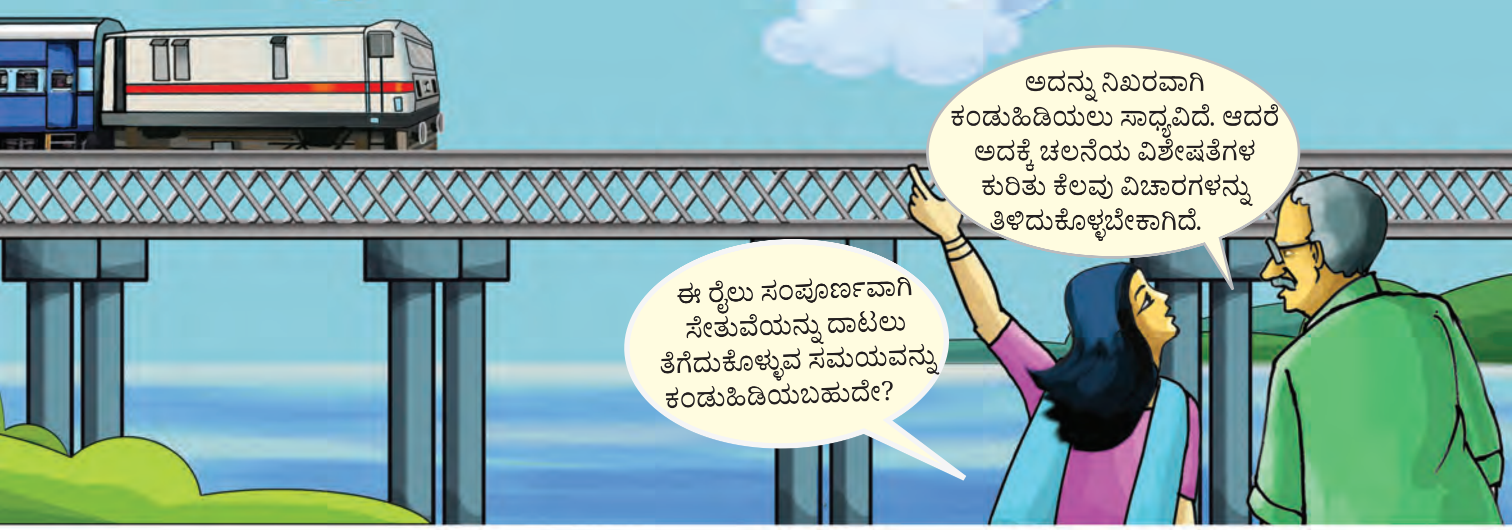
ಚಿತ್ರ 1.30 (e)

11. ಮೆಥನೋಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಎಥನೋಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವಕ್ರೀಭವನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮ ಯಾವುದು? ಯಾಕೆ?

ಮುಂದುವರಿದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

1. ಸಮತಲ ದರ್ಪಣಗಳ ಬದಲು ಪಟ್ಟಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್ ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿರಿ.
2. ಗ್ಲಿಸರಿನ್, ನೀರು, ತೆಂಗಿನೆಣ್ಣೆ, ಗಾಜು ಇತ್ಯಾದಿ ವಿಭಿನ್ನ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಸಂಧಿಸ್ಥಕೋನವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪ್ರೋಜೆಕ್ಟ್ ನ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಹೋಲಿಕೆ ಮಾಡಿರಿ. ಉದ್ದೇಶಗಳು, ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು, ಕಲಿಕಾ ವಿಧಾನ, ಕಲಿಕಾ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಮುಂತಾದ ಹಂತಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ಪ್ರೋಜೆಕ್ಟ್ ರಿಪೋರ್ಟನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರಿ.
3. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ದ್ಯುತಿಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ವಕ್ರೀಭವನ ಕೋನ 90^{o} ಆಗುವುದೇ? ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡಿರಿ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

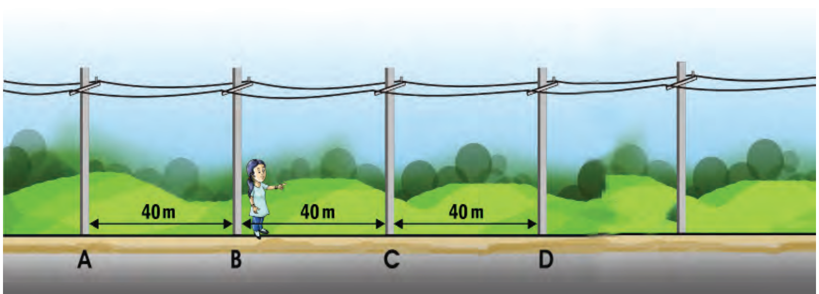
2 ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು

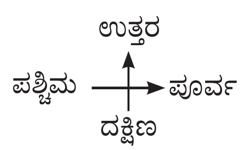


ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಮಗುವಿಗೆ ಉಂಟಾದ ಇಂತಹ ಸಂಶಯಗಳು ನಿಮಗೂ ಉಂಟಾಗಿದೆಯೇ? ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವ.

A, B, C, D ಎಂಬಿವುಗಳು ರಸ್ತೆ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದ 4 ವಿದ್ಯುತ್ ಕಂಬಗಳಾಗಿವೆ. ಎರಡು ಕಂಬಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರವು 40 m ಗಳಾಗಿವೆ.





ಚಿತ್ರ 2.1

B ಕಂಬದ ಬುಡದಿಂದ ಒಂದು ಮಗು C ಯನ್ನು ದಾಟಿ D ಗೆ ತಲಪಿದಳು.

ಅದರ ಬಳಿಕ D ಯಿಂದ ಪುನಃ C ಕಂಬದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ತಲಪಿದಳು.

- ಮಗು ಚಲಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರವೆಷ್ಟು?
- ಮಗುವಿನ ಆರಂಭದ ಸ್ಥಾನವಾದ B ಯಿಂದ ಈಗಿನ ಸ್ಥಾನವಾದ C ಗಳೊಳಗಿನ ಅಂತರ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?
- B ಯಿಂದ 40 m ದೂರ ಚಲಿಸಿದರೆ ಮಗುವಿನ ಸ್ಥಾನ ಎಲ್ಲಿರಬಹುದು?
- B ಯಿಂದ ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ 40 m ದೂರ ಚಲಿಸಿದರೆ ಮಗು C ಗೆ ತಲಪಬಹುದು?

  ಪೂರ್ವ/ಪಶ್ಚಿಮ

ಮಗುವಿನ ಆರಂಭದ ಸ್ಥಾನವಾದ B ಮತ್ತು ಈಗಿನ ಸ್ಥಾನವಾದ C ಯ ನಡುವಿನ ಅಂತರವು ಮಗುವಿನ ಸ್ಥಾನ ಬದಲಾವಣೆಯ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆ. B ಯಿಂದ 40 m ಪೂರ್ವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದರೆ ಮಗುವಿಗೆ C ಗೆ ತಲಪಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಲ್ಲವೇ? ಆದುದರಿಂದ B ಯಿಂದ C ಗೆ ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ 40 m ಎಂಬುದು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮಗುವಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರವಾಗಿದೆ.

ಸ್ಥಾನಾಂತರ (Displacement)

ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸ್ಥಾನಗಳೊಳಗಿನ ಸರಳ ರೇಖಾತ್ಮಕ ದೂರವನ್ನು ಸ್ಥಾನಾಂತರ (displacement) ಎನ್ನುವರು. ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು s ಎಂಬ ಅಕ್ಷರದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ. ದೂರದ ಯೂನಿಟ್ ಆದ ಮೀಟರ್ (m) ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ಯೂನಿಟ್ ಆಗಿದೆ.

ಪರಿಮಾಣದೊಂದಿಗೆ ದಿಶೆಯನ್ನು ಕೂಡಾ ಸೂಚಿಸಿದರೆ ಪೂರ್ಣವಾಗುವ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ವೆಕ್ಟರ್ ಅಳತೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ (vector quantities). ವೆಕ್ಟರ್ ಅಳತೆಗಳಿಗೆ ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಶೆಯು ಇರುತ್ತದೆ. ದಿಶೆ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲದ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಸ್ಕೇಲಾರ್ ಅಳತೆಗಳಾಗಿವೆ. (scalar quantities).

- ಹಾಗಾದರೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ವೆಕ್ಟರ್ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆಯೇ ಅಥವಾ ಸ್ಕೇಲಾರ್ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆಯೇ?

ಇನ್ನೊಂದು ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವ.

- ಮಗು B ಯಿಂದ 40 m ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಚಲಿಸುವುದಾದರೆ ಮಗುವಿನ ಈಗಿನ ಸ್ಥಾನ .... ಆಗಿದೆ.

B ಯಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ/ಪೂರ್ವ ದಿಕ್ಕಿಗಿರುವ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಪೊಸಿಟಿವ್(positive) ಆಗಿ ಪರಿಗಣಿಸುವುದಾದರೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ/ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಕ್ಕಿಗಿರುವ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ನೆಗೆಟಿವ್(negative) ಆಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು (ಇವುಗಳನ್ನು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿಯೂ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು). ಒಮ್ಮೆ ದಿಶೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದರೆ ಮುಂದಿನ ಕಲಿಕಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪೊಸಿಟಿವ್, ನೆಗೆಟಿವ್ ದಿಶೆಗಳಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ತರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ಆರಂಭದ ಸ್ಥಾನ B ಮತ್ತು ಅಂತ್ಯದ ಸ್ಥಾನ A ಆಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ? ಆದುದರಿಂದ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ನೆಗೆಟಿವ್ ಆಗಿದೆ.

ಮಗುವಿನ ಚಲನೆಯ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

ಚಲಿಸಿದ ದಾರಿಯ ಹಂತಗಳು	ಸಂಚರಿಸಿದ ದೂರ	ಸ್ಥಾನಾಂತರ
B ಯಿಂದ C ವರೆಗೆ ನೇರವಾಗಿ	40 m	....
B ಯಿಂದ ಹೊರಟು D ಗೆ ತಲಪಿ ಅಲ್ಲಿಂದ ಪುನಃ ತಿರುಗಿ C ಗೆ ತಲಪಿದಾಗ	....	40 m B ಯಿಂದ C ಗೆ
B ಯಿಂದ ಹೊರಟು D ಗೆ ತಲಪಿದಾಗ	80 m	80 m B ಯಿಂದ D ಗೆ
B ಯಿಂದ A ಗೆ	....	– 40 m B ಯಿಂದ A ಗೆ
B ಯಿಂದ A ಗೆ ತಲಪಿ ತಿರುಗಿ ಪುನಃ B ಗೆ ತಲಪಿದಾಗ	....	ಸೊನ್ನೆ

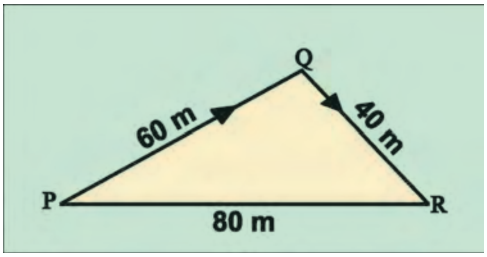
ಪಟ್ಟಿ 2.1

- ಮಗು A ಯಿಂದ D ಗೆ ತಲಪಿದ ಬಳಿಕ ಪುನಃ A ಗೆ ತಲಪಿದಾಗ ಚಲಿಸಿದ ದೂರ ಎಷ್ಟು? ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?
  ಇಲ್ಲಿ ಆರಂಭದ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಅಂತ್ಯದ ಸ್ಥಾನ ಒಂದೇ ಆಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ?

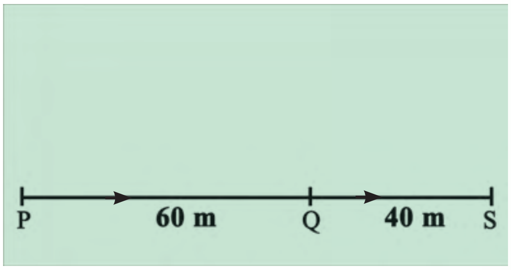
  ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ಪರಿಮಾಣವು ಚಲಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸಮಾನವೋ, ಕಡಿಮೆಯೋ, ಸೊನ್ನೆಯೋ ಆಗಬಹುದೆಂದು ಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತಲ್ಲವೇ.

- ಚಲಿಸಿದ ದೂರ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ಸಮಾನವಾಗಿ ಬರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

? ಒಂದು ಮಗು P ಎಂಬ ಸ್ಥಾನದಿಂದ Q ವಿನ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸಿದ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.2 (a)



ಚಿತ್ರ 2.2 (b)

a) ಚಿತ್ರ **2.2 (a)** ಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದ ದೂರ ಎಷ್ಟು? ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?

b) ಚಿತ್ರ **2.2 (b)** ಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದ ದೂರ ಎಷ್ಟು? ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?

c) ಇದರಲ್ಲಿ ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದೂರದ ಪರಿಮಾಣ ಸಮಾನವಾಗಿದೆ?

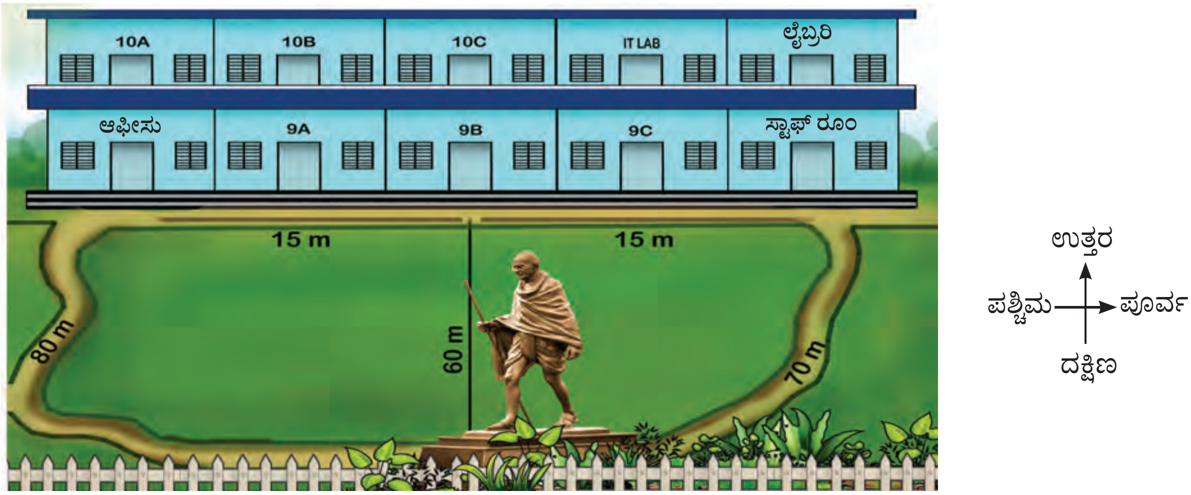
ಒಂದು ವಸ್ತು ಸರಳ ರೇಖಾ ಪಥದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಮಾತ್ರ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ಚಲಿಸಿದ ದೂರದ ಪರಿಮಾಣವು ಸಮಾನವಾಗುತ್ತವೆ.

? ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ದೂರ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನಾಂತರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ದೂರ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನಾಂತರಗಳೊಳಗಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ 2.2 ರಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

ದೂರ	ಸ್ಥಾನಾಂತರ
ಚಲಿಸಿದ ಪಥದ ಒಟ್ಟು ಉದ್ದ	....
....	ಸೊನ್ನೆಯೂ ಆಗಬಹುದು
ಸ್ಕೇಲಾರ್	....

ಪಟ್ಟಿ 2.2

ಒಂದು ಶಾಲೆಯ ತರಗತಿ ಕೋಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.



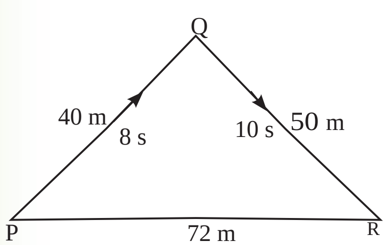
ಚಿತ್ರ 2.3

ಬಿಡುವಿನ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ 9 B ತರಗತಿಯ ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಸ್ಟಾಫ್ ರೂಮಿಗೆ ಹೋದ ಬಳಿಕ ಶಾಲಾ ಹೂದೋಟದಲ್ಲಿರುವ ರಾಷ್ಟ್ರಪಿತರ ಪ್ರತಿಮೆಯ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದು ಅದರ ಬಳಿಕ ಶಾಲಾ ಆಫೀಸಿನ ದಾರಿಯಾಗಿ ಪುನಃ ತರಗತಿಗೆ ಬಂದನು. ಹಾಗಾದರೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿ 2.3 ನ್ನು ಪೂರ್ತೀಕರಿಸಿರಿ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಚಲನೆಯ ದಾರಿ	ದೂರ m	ಸ್ಥಾನಾಂತರ m
9 B ತರಗತಿಯಿಂದ ಸ್ಟಾಫ್ ರೂಮಿನ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ತಲಪಿದಾಗ	....	....
9 B ತರಗತಿಯಿಂದ ಸ್ಟಾಫ್ ರೂಮಿನ ದಾರಿಯಾಗಿ ಪ್ರತಿಮೆಯ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ತಲಪಿದಾಗ	....	....
9 B ತರಗತಿಗೆ ಪುನಃ ತಲಪಿದಾಗ		

ಪಟ್ಟಿ 2.3

ವೇಗ (Velocity)



ಚಿತ್ರ 2.4

ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಚಲನೆಯ ದಾರಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. P ಎಂಬ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ Q ದಾರಿಯಾಗಿ R ಎಂಬ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ತಲಪಲು 18 s ಸಮಯ ತೆಗೆದುಕೊಂಡನು.

- P ಯಿಂದ Q ವಿನ ಮೂಲಕ R ಎಂಬ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ತಲಪಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಚಲಿಸಿದ ಒಟ್ಟು ದೂರ ಎಷ್ಟು?
- ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ P ಯಿಂದ Q ವಿನ ಮೂಲಕ R ಗೆ ಚಲಿಸಿದಾಗ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಜವ ಎಷ್ಟು?
- ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಎಷ್ಟು?

- 72 m ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಉಂಟಾಗಿರುವುದು 18 s ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲವೇ? ಹಾಗಾದರೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಲ್ಲವೇ?

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರ $= \frac{\text{ಸ್ಥಾನಾಂತರ}}{\text{ಸಮಯ}}$

$= \frac{72\ \text{m}}{18\ \text{s}}$

$= 4\ \text{m/s}$

ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ವೇಗವಾಗಿದೆ (velocity).

- ಇದರ ದಿಶೆ ಯಾವುದು? ($P \rightarrow R$ / $R \rightarrow P$ / $P \rightarrow Q \rightarrow R$)

ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ವೇಗದ ದಿಶೆ ಸಮಾನವಾಗಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಿತಲ್ಲವೇ

ವೇಗ **(v)** = $\frac{\text{..............}}{\text{................}}$; ಅಂದರೆ $v = \frac{s}{t}$

ವೇಗದ ಯೂನಿಟ್ $= \frac{\text{ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ಯೂನಿಟ್}}{\text{ಸಮಯದ ಯೂನಿಟ್}}$

$= \frac{\text{.............}}{\text{..............}}$ = ... /.............

> ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಯೂನಿಟ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ವೇಗವಾಗಿದೆ.
>
> ವೇಗವು ಒಂದು ವೆಕ್ಟರ್ ಅಳತೆಯಾಗಿದೆ. ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ದಿಶೆ ಮತ್ತು ವೇಗದ ದಿಶೆ ಸಮಾನವಾಗಿದೆ. ಇದರ ಯೂನಿಟ್ m/s ಆಗಿದೆ.
>
> ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ಅದರ ಸಂಚಾರ ಪಥವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ವಸ್ತು ಚಲಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಒಟ್ಟು ಸಮಯವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು.

ಪಾಠಭಾಗದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಮಗು ಕೇಳಿದ ಸಂಶಯವನ್ನು ಇನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವ. 200 ಮೀ. ಉದ್ದವಿರುವ ಒಂದು ರೈಲು 20 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೈಲು 800 ಮೀ. ಉದ್ದವಿರುವ ಒಂದು ನೇರವಾದ ಸೇತುವೆಯನ್ನು ದಾಟಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು?

ಸ್ಥಾನಾಂತರ = ಸೇತುವೆಯ ಉದ್ದ + ರೈಲಿನ ಉದ್ದ

800 m — ಸೇತುವೆ   200 m — ರೈಲಿನ ಉದ್ದ

$s = 800\ \text{m} + 200\ \text{m}$

$= 1000\ \text{m}$

ವೇಗ (v) = 20 m/s

ಸಮಯ (t) = ?

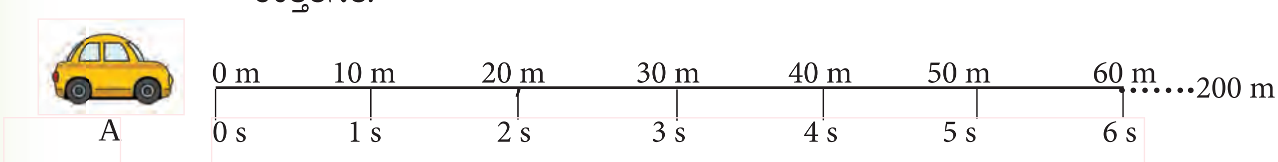
$$\frac{s}{v} = \frac{1000\ m}{20\ m/s}$$

ಸಮಯ = 50 s

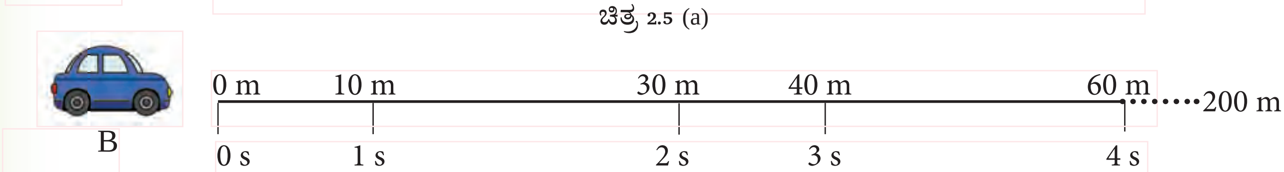
- ಚಿತ್ರ 2.4 ರಲ್ಲಿ **P** ಯಿಂದ **Q** ವರೆಗಿರುವ ಮಗುವಿನ ಜವ ಮತ್ತು ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಇದರಿಂದ ನೀವು ಯಾವ ನಿಗಮನಗಳಿಗೆ ತಲಪುವಿರಿ?
- **25 m/s** ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಾಹನವು 400 ಮೀ. ದೂರ ಸಂಚರಿಸುವುದಾದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
- **36 m/s** ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಒಂದು ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?

ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ ಮತ್ತು ಅಸಮ ರೀತಿಯ ವೇಗ
(Uniform Velocity and Non -uniform Velocity)

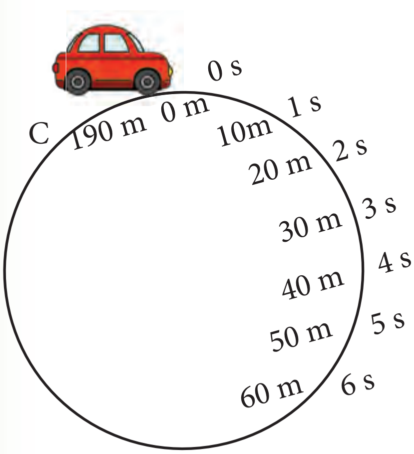
ಮೂರು ಕಾರುಗಳು 200 ಮೀ. ದೂರ ಚಲಿಸಿರುವುದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಕಾರುಗಳ ಚಲನೆಯ ವಿಶೇಷತೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 2.5 (a)



ಚಿತ್ರ 2.5 (b)



ಚಿತ್ರ 2.5 (c)

- ಕಾರು A ಯ ವೇಗವು ಯಾವಾಗಲೂ ಸಮಾನವಾಗಿದೆಯೇ? ಕಾರಣವೇನು?
- ಕಾರು B ಯ ವೇಗ ಹೇಗಿದೆ? ಕಾರಣವೇನು?
- ವಾಹನಗಳ ಟಯರ್ ತಿರುಗುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುವ ಕೆಸರು ರಟ್ಟಿ ಹೋಗುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದೀರಲ್ಲವೇ? ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಮಯದಲ್ಲೂ ಕೆಸರು ರಟ್ಟಿ ಹೋಗುವುದು ಒಂದೇ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗಿದೆಯೇ?

ವರ್ತುಲ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಾ ದಿಶೆಯು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರಲ್ಲವೇ?

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಾ ದಿಶೆಯು ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವೂ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

- ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಾರು C ಯ ವೇಗವು ಸಮಾನವಾಗಿದೆಯೇ? ಇಲ್ಲಿ ವೇಗ ಬದಲಾಗುತ್ತಿದೆಯೇ? ಇಲ್ಲಿ ಜವದ ಪರಿಮಾಣವು ಬದಲಾಗದಿದ್ದರೂ ದಿಶೆಯು ಬದಲಾಗುವುದರಿಂದ ವೇಗಕ್ಕೆ ಬದಲಾವಣೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದೇ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ಪರಿಮಾಣವು ಸಮಾನ ಕಾಲಾವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಾನವಾಗಿದ್ದರೆ, ಆ ವಸ್ತುವು ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ (uniform velocity) ದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಜವ ಮತ್ತು ದಿಶೆ ಬದಲಾಗುವಾಗ ವೇಗವೂ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಬದಲಾದರೂ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದು. ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾದರೆ ಅದು ಅಸಮ ರೀತಿಯ ವೇಗ (non-uniform velocity) ವಾಗಿರುವುದು.

ಚಿತ್ರ 2.5 (a), (b), (c) ಯ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

ವಾಹನ	ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ	ಅಸಮ ರೀತಿಯ ವೇಗ	ಕಾರಣ
ಕಾರು A	✓		ವೇಗದ ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಶೆ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.
ಕಾರು B			
ಕಾರು C			ವೇಗದ ಪರಿಮಾಣವು ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ದಿಶೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪಟ್ಟಿ 2.4

ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ ಮತ್ತು ಅಸಮರೀತಿಯ ವೇಗ ಏನೆಂದು ಅರ್ಥವಾಯಿತಲ್ಲವೇ.

? ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ, ಅಸಮರೀತಿಯ ವೇಗ ಎಂಬಿವುಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಿ ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿರಿ.

- ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವ ಕಲ್ಲಿನ ಚಲನೆ
- ಬೆಳಕು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದು.
- ಬಸ್ ಸ್ಟೇಂಡ್ ನಿಂದ ಹೊರಟು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವ ಬಸ್ಸು.
- ಒಂದು ರೈಲು ಸಮಾನ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಸಂದರ್ಭ.
- ಉಯ್ಯಾಲೆ ತೂಗುವುದು.

ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ	ಅಸಮ ರೀತಿಯ ವೇಗ
•	• ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವ ಕಲ್ಲು •

ಪಟ್ಟಿ 2.5

ಬಸ್.ಸ್ಟಾಂಡಿನಿಂದ ಹೊರಟು ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ಬಸ್ಸಿನ ವೇಗವು ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯು ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದೇ?

ST-425-5-PHYSICS (K)-9-VOL-1

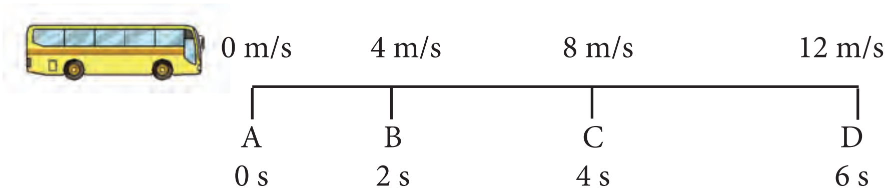
ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಎಕ್ಸಿಲರೇಟರ್ ಆಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.6

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (Acceleration)

ಒಂದು ಬಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನೀವು ಕುಳಿತಿರುವುದಾಗಿ ಭಾವಿಸಿರಿ. ಬಸ್ ಸ್ಟಾರ್ಟ್ ಮಾಡಿ ಸರಳ ರೇಖಾತ್ಮಕ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗುವಾಗ ಅದರ ವೇಗವು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯಲ್ಲವೇ?

ಬಸ್ಸಿನ ಸರಳ ರೇಖಾತ್ಮಕ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಅದನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 2.7

- A ಯಿಂದ B ಯ ವರೆಗೆ ಬಸ್ಸು ಸಂಚರಿಸುವಾಗ A ಯಲ್ಲಿನ ವೇಗ .... (ಆರಂಭದ ವೇಗ/ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ)
- B ಯಲ್ಲಿನ ವೇಗವೋ ....(ಆರಂಭದ ವೇಗ/ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ)
- B ಯಿಂದ C ಯ ವರೆಗೆ ಪರಿಗಣಿಸುವಾಗ B ಯಲ್ಲಿನ ವೇಗ ....

ಬಸ್ಸಿನ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

ಬಸ್ಸು ಚಲಿಸಿದ ಹಂತಗಳು	ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ		ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆ **(v - u)** **m/s**	ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯ **(t)** **s**	ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ $\left(\frac{v-u}{t}\right)$ m/s^2
	ಆರಂಭದ ವೇಗ **(u)** **m/s**	ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ **(v)** **m/s**			
A ಯಿಂದ B ಗೆ	0	4	4	2	$\frac{4\ m/s}{2\ s} = 2\ m/s^2$
B ಯಿಂದ C ಗೆ	....	....	....	....	....
C ಯಿಂದ D ಗೆ	....	....	....	....	....

ಪಟ್ಟಿ 2.6

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಯೂನಿಟ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ಪರಿಮಾಣ ಅಥವಾ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಾಗಿದೆ (acceleration).

$$\text{ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ} = \frac{\text{ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆ}}{\text{ಸಮಯ}} \quad ; \quad a = \frac{v - u}{t}$$

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಒಂದು ವೆಕ್ಟರ್ ಪರಿಮಾಣವಾಗಿದೆ.

ಬಸ್ಸಿಗೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ಪರಿಮಾಣ ಅಥವಾ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಲ್ಲವೇ. ಇದುವೇ ಬಸ್ಸಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ.

$$\text{ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಯೂನಿಟ್} = \frac{\text{ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ಯೂನಿಟ್}}{\text{ಸಮಯದ ಯೂನಿಟ್}}$$

$$= \frac{..............}{..............}$$

$$= ....$$

10 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸರಳ ರೇಖಾತ್ಮಕ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ಕಾರಿಗೆ 5 m/s^2 ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ನೀಡಲಾಗುವುದು. 2s ನ ಬಳಿಕ ಕಾರಿನ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಆರಂಭದ ವೇಗ $u = 10$ m/s

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $a = 5$ m/s^2

ಸಮಯ $t = 2$ s

ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ $v = ?$

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$v - u = at$$

$$v = u + at = 10 + 5 \times 2$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

$v = u + at$ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಿರುವ ಸಮೀಕರಣವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

? **4 m/s** ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ **4 s** ನಲ್ಲಿ **28 m/s** ಆಗಿ ಬದಲಾಗುವುದಾದರೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

? ಅಮ್ಯೂಸ್ ಮೆಂಟ್ ಪಾರ್ಕಿನ ಒಂದು ದೃಶ್ಯವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿರಿ.

- ಜಯಂಟ್ ವೀಲ್ ನ ಚಲನೆ
-

? ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 2.8

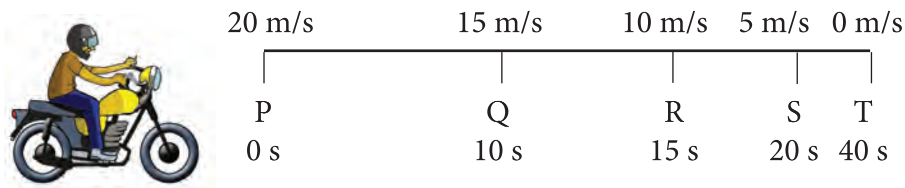
- ತೆಂಗಿನ ಮರದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವ ತೆಂಗಿನಕಾಯಿಯ ಚಲನೆ
-

? ವೇಗವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುವ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳು ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಇವೆ ಅಲ್ಲವೇ? ಹೆಚ್ಚಿನ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

- ಸ್ಟೇಷನ್ ತಲಪುತ್ತಿರುವ ರೈಲು
- ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ಕಲ್ಲಿನ ಮೇಲಕ್ಕಿರುವ ಚಲನೆ
-

ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಇರುವುದೇ?

ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 2.9

ಒಂದು ಮೋಟಾರ್ ಬೈಕ್ ನ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.9 ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಿ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

ಚಲನೆಯ ಹಂತಗಳು	ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ		ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆ **(v - u)** **m/s**	ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯ **(t)** **s**	ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $a = \left(\frac{v-u}{t}\right)$ m/s^2
	ಆರಂಭದ ವೇಗ **(u)** **m/s**	ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ **(v)** **m/s**			
P ಯಿಂದ Q ವರೆಗೆ	20	15	-5	10	$\frac{-5}{10} = -0.5$
Q ನಿಂದ R ವರೆಗೆ					
R ನಿಂದ S ವರೆಗೆ					
S ನಿಂದ T ವರೆಗೆ					

ಪಟ್ಟಿ 2.7

ಇಲ್ಲಿ ವೇಗವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುವುದಾಗಿ ನೋಡಿದಿರಲ್ಲವೇ?

ವೇಗವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುವುದರ ದರವು ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಅಥವಾ ವೇಗಾಪಕರ್ಷ (Retardation). ಇದರ ಯೂನಿಟ್ m/s^2 ಆಗಿದೆ.

- ? ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಬರೆಯುವಾಗ ನೆಗೆಟಿವ್ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಹಾಕಬೇಕೆ?
- ? ಒಂದು ವಸ್ತು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿ **5 s** ನಲ್ಲಿ **10 m/s** ವೇಗವನ್ನು ಗಳಿಸುವುದು.
    - **a)** ಈಗ ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು?
    - **b)** ಮುಂದಿನ 5s ನಲ್ಲಿ ಬಳಿಕ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಗಳಿಸುವುದಾದರೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು? ವೇಗಾಪಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?
- ? 5 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಾಹನವು ಬ್ರೇಕ್ ಹಾಕಿ 2s ನ ಬಳಿಕ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುವುದು. ವಾಹನದ ವೇಗಾಪಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?
- ? ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಎರಡು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 40 m/s ವೇಗ ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕನೇ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 30 m/s ವೇಗವಿರುವುದಾದರೆ ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು? ವೇಗಾಪಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು? ಎಂಟನೇ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ವೇಗ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಅಸಮರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

(Uniform Acceleration, Non-uniform Acceleration)

- ಪಟ್ಟಿ 2.6 ರಲ್ಲಿ ಲಭಿಸಿದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ಸಮಾನವಾಗಿದೆಯೇ?
- ಪಟ್ಟಿ 2.7 ರ ಪ್ರಕಾರ ಲಭಿಸಿದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು?

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯು ಸಮಾನ ಸಮಯಾಂತರದಲ್ಲಿ ಸಮಾನವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (uniform acceleration) ದಲ್ಲಿರುವುದು. ಆದರೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯು ಸಮಾನ ಸಮಯಾಂತರದಲ್ಲಿ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಅಸಮರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (non-uniform acceleration) ದಲ್ಲಿರುವುದು.

ಜವ, ವೇಗ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮೊದಲಾದವುಗಳ ಕುರಿತು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರಲ್ಲವೇ? ವಾಹನಗಳ ಮಿತಿಮೀರಿದ ವೇಗವು ಅಪಘಾತಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಪಘಾತಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ನಾವು ರಸ್ತೆ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾಗಿ ಪಾಲಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಪಘಾತಗಳಿಗೆ ವಾಹನಗಳ ಮಿತಿಮೀರಿದ ವೇಗ ಮಾತ್ರ ಕಾರಣವಾಗಿದೆಯೇ? ಪಾದಾಚಾರಿಗಳು ರಸ್ತೆ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸಬೇಕಲ್ಲವೇ?

ಪಾದಾಚಾರಿಗಳು ಪಾಲಿಸಬೇಕಾದ ರಸ್ತೆ ನಿಯಮಗಳು ಯಾವುವು?

- ಪಾದಾಚಾರಿಗಳು ರಸ್ತೆಯ ಬಲಬದಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯಬೇಕು.
- ಝೀಬ್ರಾ ಕ್ರಾಸಿಂಗ್ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಗ್ನಲ್ ಗಳಿಗೆ ಅನುಸಾರ ಮಾತ್ರವೇ ರಸ್ತೆಯನ್ನು ದಾಟಬೇಕು.
-

ರಸ್ತೆ ಅಪಘಾತಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಸುರಕ್ಷಿತ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ಖಾತರಿಪಡಿಸಲು ರಸ್ತೆ ಸಂಕೇತಗಳು ಮತ್ತು ರಸ್ತೆ ಮಾರ್ಕಿಂಗ್ ಗಳನ್ನು ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ.

ರಸ್ತೆ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಮೂರು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಬಹುದು.

ರಸ್ತೆಯ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಸೂಚನಾ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರುವಿರಲ್ಲವೇ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ, ತ್ರಿಕೋನಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಆಯತಾಕಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದಕ್ಕೂ ಇರುವ ವಿಶೇಷತೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು.

ಕಡ್ಡಾಯ ಸಂಕೇತಗಳು (Mandatory signs) ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಪಾಲಿಸಬೇಕಾದವುಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಂಕೇತಗಳು	ಎಚ್ಚರಿಕೆಯ ಸಂಕೇತಗಳು (Cautionary signs) ಎಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಂಕೇತಗಳು	ಮಾಹಿತಿ ಸಂಕೇತಗಳು (Informatory signs) ಮೂಲಭೂತ ಮಾಹಿತಿಯ ಸೂಚಕಗಳು

ಚಿತ್ರ 2.10 (a)

ಕಡ್ಡಾಯ, ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಮತ್ತು ಮಾಹಿತಿ ಸೂಚಕ ಸಂಕೇತಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

i. ಕಡ್ಡಾಯ ಸಂಕೇತಗಳು

ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಪಾಲಿಸಬೇಕಾದ ಸೂಚನೆಗಳ ಕುರಿತು ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ನೀಡುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.10 (b)

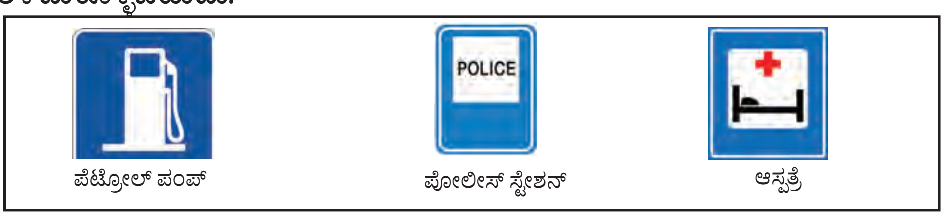
ii. ಎಚ್ಚರಿಕೆಯ ಸಂಕೇತಗಳು

ಮುಂದಕ್ಕೆ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುವಾಗ ರಸ್ತೆಯ ಸ್ಥಿತಿಯ ಕುರಿತು ಇಂತಹ ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 2.10 (c)

iii. ಮಾಹಿತಿ ಸಂಕೇತಗಳು

ವಾಹನವನ್ನು ಚಲಾಯಿಸುವವರು ಹೋಗಬೇಕಾದ ದಿಕ್ಕು, ವಿವಿಧ ಸ್ಥಳಗಳಿಗಿರುವ ದೂರ, ಇತರ ಸೌಕರ್ಯಗಳು, ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸ್ಥಳ ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನು ಈ ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

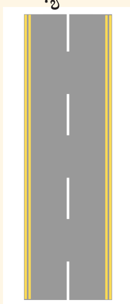


ಚಿತ್ರ 2.10 (d)

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸಂಕೇತಗಳಿಗೆ ಹೊರತು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪೋಸ್ಟರ್ ತಯಾರಿಸಿ ಶಾಲಾ ಬುಲೆಟಿನ್ ಬೋರ್ಡ್ ನಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿರಿ.

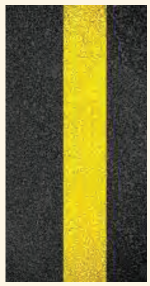
ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಕಿಂಗ್ (Road Marking)

ವಾಹನಗಳು ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿ ದಾಟಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವವುಗಳು



ಚಿತ್ರ 2.11 (a)

ವಾಹನಗಳು ದಾಟಲು ಸಾಧ್ಯತೆ ಇಲ್ಲದವುಗಳು



ಚಿತ್ರ 2.11 (b)

ಝೀಬ್ರಾ ಕ್ರಾಸಿಂಗ್

ಚಿತ್ರ 2.11 (c)

ರಸ್ತೆ ನಿಯಮವನ್ನು ಪಾಲಿಸದಿರುವುದರಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಅಪಘಾತಗಳು ಉಂಟಾಗುವುದು?

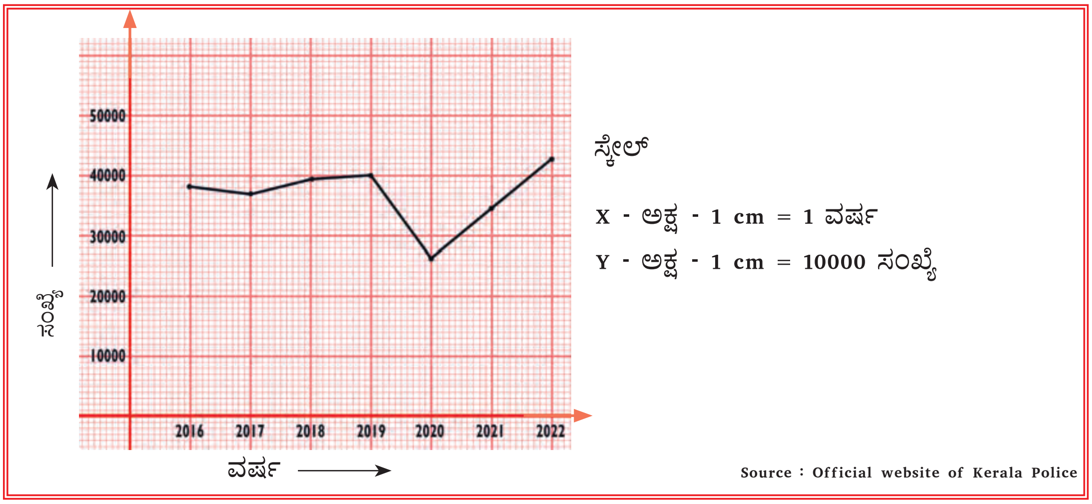
ಮಂದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕಡು ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿರುವ ಉಡುಪುಗಳನ್ನು ಧರಿಸಿಕೊಂಡು ರಸ್ತೆಯ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುವವರನ್ನು ಮತ್ತು ರಸ್ತೆಯನ್ನು ಅಡ್ಡ ದಾಟಿ ಹೋಗುವವರನ್ನು ಚಾಲಕರಿಗೆ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆ ಇರಬಹುದು. ಇದು ಅಪಘಾತಗಳನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಬಣ್ಣದ ಉಡುಪುಗಳನ್ನು ಧರಿಸುವುದಲ್ಲವೇ ಉತ್ತಮ?

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಮತ್ತು ರಸ್ತೆ ಸುರಕ್ಷತೆ ಎಂಬ ವಿಷಯದ ಕುರಿತು ಒಂದು ಸೆಮಿನಾರ್ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿ ಮಂಡಿಸಿರಿ.

ಸೂಚನೆ :

- ರಸ್ತೆಯನ್ನು ಅಡ್ಡ ದಾಟುವುದು
- ಗುಂಪಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುವುದು
- ರಸ್ತೆಯ ಸಮೀಪದ ಆಟಗಳು
- ಲೈಸನ್ಸ್ ಪಡೆಯುವ ಪ್ರಾಯಕ್ಕಿಂತ ಮೊದಲೇ ವಾಹನವನ್ನು ಚಲಾಯಿಸುವುದು
- ಸುರಕ್ಷಿತ ಸೈಕಲ್ ಯಾತ್ರೆ
- ರಸ್ತೆಯ ಸಂಕೇತಗಳು
-

2016 ರಿಂದ 2022 ರ ವರೆಗೆ ಕೇರಳದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ರಸ್ತೆ ಅಪಘಾತಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಕುರಿತಾದ ಒಂದು ಗ್ರಾಫನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

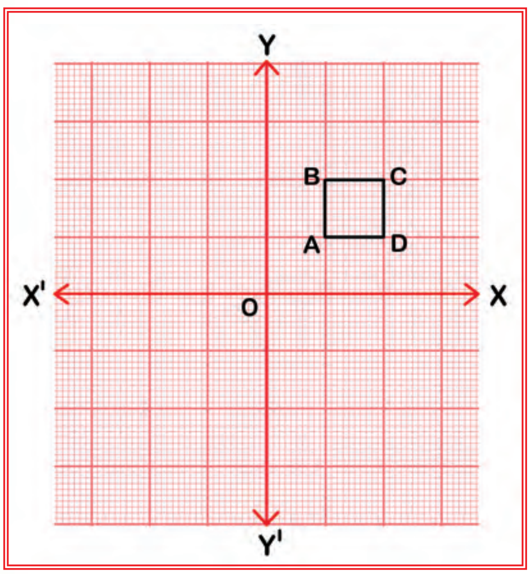


ಗ್ರಾಫ್ 2.1

- ಗ್ರಾಫಿನಿಂದ ಯಾವುದೆಲ್ಲಾ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು?
- ತಿಳಿದುಕೊಂಡ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿರಿ.

ಚಲನೆಯ ಗ್ರಾಫಿಕ್ ಚಿತ್ರೀಕರಣ (Graphical representation of Motion)

ಗ್ರಾಫ್ ಒಂದು ದ್ವಿಮಾನ ಚಿತ್ರವಾಗಿದೆ. ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ಸಮಾನಾಂತರ ರೇಖೆಯಾದ XX′ ನ್ನು X ಅಕ್ಷವೆಂದೂ ಲಂಬರೇಖೆಯಾದ YY′ ನ್ನು Y ಅಕ್ಷವೆಂದೂ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವರು. ಈ ಅಕ್ಷಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಬಿಂದುವಾದ O ಮೂಲಬಿಂದುವಾಗಿದೆ (origin).



ಗ್ರಾಫ್ 2.2

OX ಪೊಸಿಟಿವ್ (ಬಲಕ್ಕೆ) ಮತ್ತು OX′ ನೆಗೆಟಿವ್ (ಎಡಕ್ಕೆ) ಆಗಿ ದಾಖಲಿಸಲಾಗುವುದು. ಇದೇ ರೀತಿ OY ಪೊಸಿಟಿವ್ ಮತ್ತು OY′ ನೆಗೆಟಿವ್ ಆಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುವುದು. ಅಕ್ಷಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸಂಖ್ಯಾರೇಖೆಗಳಾಗಿವೆ.

ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ 1 cm ಉದ್ದ ಮತ್ತು 1 cm ಅಗಲವಿರುವ ಹಲವು ಭಾಗಗಳಿವೆ. ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ABCD ಎಂಬ ಭಾಗದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ 1 cm^2 ಆಗಿದೆ. Y, X ಅಕ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿದ ಅಳತೆಗಳ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಗ್ರಾಫಿಗೆ ಹೆಸರನ್ನು ನೀಡಲಾಗುವುದು.

ExpEYES → Distance Measurement using SR04 Echo Module Plotting Graphs

ಗ್ರಾಫನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅಳತೆಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು, ಚಿತ್ರ ರಚಿಸಲು ಮತ್ತು ಈ ಸಂಬಂಧದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ರೂಪೀಕರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಗಣಿತ ಕ್ರಿಯೆಗಳು, ತಕ್ಷಣದ ಮಾಹಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ನಿಗಮನವನ್ನು ರೂಪೀಕರಿಸಲು ಗ್ರಾಫಿನಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಗ್ರಾಫ್ 2.1 ನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

- ಅತೀ ಕಡಿಮೆ ಅಪಘಾತ ಉಂಟಾದ ವರ್ಷ ಯಾವುದು?
- 2019 ರಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಅಪಘಾತಗಳು ಉಂಟಾಗಿದೆ?

ಸ್ಥಾನ – ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್ (Position - Time Graph)

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಹೇಗೆ ಗ್ರಾಫ್ ರಚಿಸಬಹುದು? ಸೂಕ್ತವಾದ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುವಿರಲ್ಲವೇ?

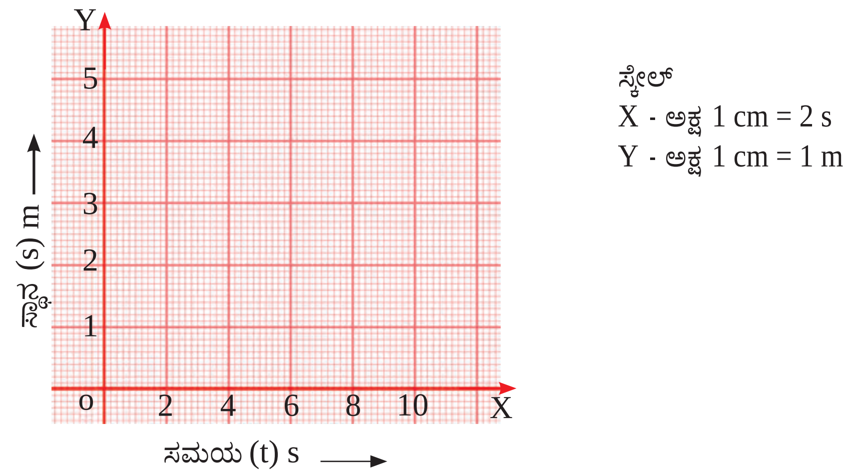
ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

X ಅಕ್ಷ ಸಮಯ (s)	2	4	6	8	10
Y ಅಕ್ಷ ಸ್ಥಾನ (m)	1	2	3	4	5

ಪಟ್ಟಿ 2.8

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ರಾಫ್ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ X′OX, Y′OY ಎಂಬ ಅಕ್ಷಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿರಿ. ಅಕ್ಷಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ O ಎಂದು ದಾಖಲಿಸಿರಿ. ಸೂಕ್ತವಾದ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿ ಆ ಅಳತೆಗನುಸರಿಸಿ Y ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು X ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಮಯವನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿರಿ. ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರಮಜೋಡಿಗಳನ್ನು ಗ್ರಾಫ್ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಬಿಂದುಗಳಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿರಿ.

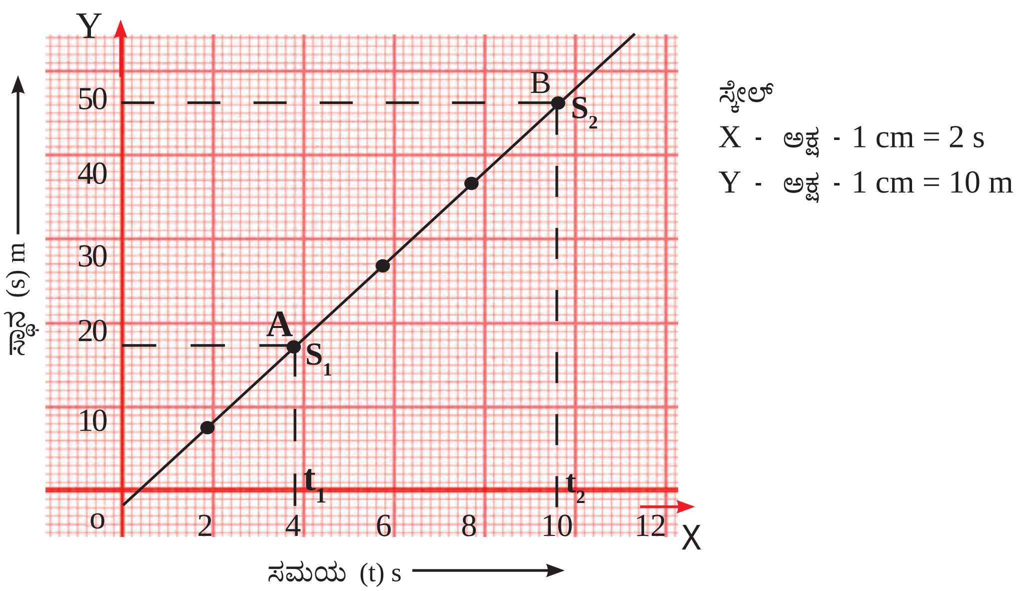
ಉದಾ (2, 1) – ಸಮಯ 2s ಸ್ಥಾನ 1 ಮೀ. ಆಗುವಾಗ X ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ 2 ರ ಮೇಲೆ Y ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ 1 ರ ಮುಂದೆಯೂ ಬರುವಂತೆ ಬಿಂದುವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಗ್ರಾಫ್ 2.3 ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವಂತೆ ದಾಖಲಿಸಿರಿ. ಇದೇ ರೀತಿ ಇತರ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿರಿ. ಲಭಿಸಿದ ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಿಸಿರಿ.



ಗ್ರಾಫ್ 2.3

- ಲಭಿಸಿದ ಗ್ರಾಫಿನ ವಿಶೇಷತೆಯೇನು?
  ಭೂಸಮಾನಾಂತರ ಸರಳರೇಖೆಯಾಗಿದೆ / ಓರೆಯಾದ ಸರಳ ರೇಖೆಯಾಗಿದೆ / ವಕ್ರರೇಖೆಯಾಗಿದೆ.
- ಈ ಗ್ರಾಫನ್ನು ಯಾವ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ?
- ಲಭಿಸಿದ ಗ್ರಾಫಿನ ಆಕಾರದಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗದ ವಿಶೇಷತೆಯೇನೆಂದು ಬರೆಯಿರಿ.
  (ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ/ಅಸಮರೀತಿಯ ವೇಗ)
- 5s ನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗುಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?
- 1.5 ಮೀ. ಚಲಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯವೆಷ್ಟು?

ಇನ್ನೊಂದು ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವ.
ಒಂದು ಕಾರಿನ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸ್ಥಾನ – ಸಮಯ ಗ್ರಾಫನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.



ಗ್ರಾಫ್ 2.4

ಗ್ರಾಫ್ 2.4 ರಲ್ಲಿ A ಯಿಂದ B ಗಿರುವ ಕಾರಿನ ವೇಗವನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು?

- ಗ್ರಾಫ್ ನಲ್ಲಿ A ಯಿಂದ B ವರೆಗಿರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾರಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಎಷ್ಟು?
- A ಯಿಂದ B ವರೆಗೆ ಕಾರು ಚಲಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯವೆಷ್ಟು?

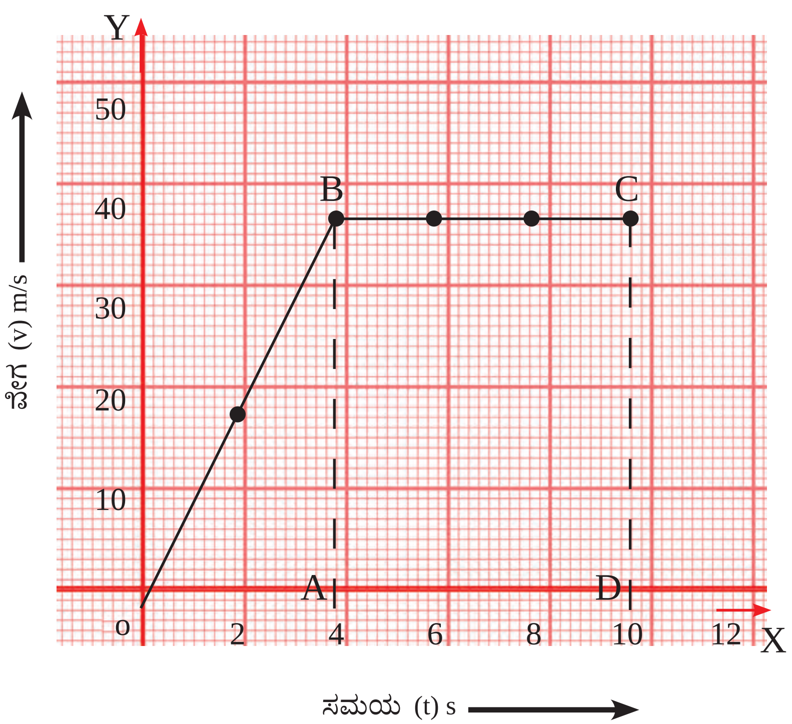
$$\text{ವೇಗ} = \frac{\text{ಸ್ಥಾನಾಂತರ}}{\text{ಸಮಯ}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \text{------} = \text{------}$$

- ಗ್ರಾಫ್ ನಲ್ಲಿ 6 ನೇ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕಾರಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಎಷ್ಟು?
- ಈ ಕಾರಿಗೆ ಯಾವ ವಿಧದ ವೇಗವಿದೆ?
  (ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗ/ಅಸಮರೀತಿಯ ವೇಗ)
- 6 s ಮತ್ತು 8 s ನ ನಡುವೆ ಕಾರಿನ ವೇಗವನ್ನು ಗ್ರಾಫಿನಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಗ್ರಾಫ್ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿಯುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗ್ರಾಫ್ ರಚಿಸಲು ಸೂಕ್ತವಾದ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಸ್ಕೇಲ್ ಹೆಚ್ಚುವುದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಗ್ರಾಫಿನ ಗಾತ್ರವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಗ್ರಾಫ್ ಸೂಚಿಸುವ ಭೌತಿಕ ಅಳತೆ (Physical quantity) ಯ ಮೌಲ್ಯದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್ (Velocity - Time Graph)

ಒಂದು ವಾಹನದ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿ ಮತ್ತು ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಸಮಯ (s)	0	2	4	6	8	10
ವೇಗ (m/s)	0	20	40	40	40	40

ಸ್ಕೇಲ್
X - ಅಕ್ಷ 1 cm = 2 s
Y - ಅಕ್ಷ 1 cm = 10 m/s

ಗ್ರಾಫ್ 2.5

X ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಮಯ ಮತ್ತು Y ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ವೇಗವನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿ ರಚಿಸುವುದೇ ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್.

- ಗ್ರಾಫಿನಿಂದ ನಾಲ್ಕನೇ ಮತ್ತು ಹತ್ತನೇ ಸೆಕೆಂಡಿನ ನಡುವೆ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$\text{ವೇಗ} = \frac{\text{ಸ್ಥಾನಾಂತರ}}{\text{ಸಮಯ}}$$

ಆದರೆ, ಸ್ಥಾನಾಂತರ = ವೇಗ × ಸಮಯ ಅಲ್ಲವೇ?

ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ಇದು AB × AD ಗೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದು. (ಆಯತ ABCD ಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದು.)

- ಇದು ಗ್ರಾಫ್ ನಲ್ಲಿ BC ಗಿಂತ ಕೆಳಗೆ ಬರುವ ಭಾಗದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಲ್ಲವೇ?

$s = 40 \text{ m/s} \times 6 \text{ s} = 240 \text{ m}$

ಒಂದು ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯಾಂತರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರವು ಆ ಸಮಯಾಂತರಗಳೆಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಾಫಿನ ಕೆಳಗಿರುವ ಭಾಗದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದು.

- ಮೊದಲ 4 s ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಗ್ರಾಫ್ (2.5) ನಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
- ಮೊದಲ 4 s ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆ ಎಷ್ಟು? ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?
- 4 s ಮತ್ತು 10 s ಗಳ ನಡುವೆ ಈ ವಾಹನದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?

ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫಿನಿಂದ ಸ್ಥಾನಾಂತರ, ವೇಗ, ಸಮಯ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಿತಲ್ಲವೇ?

ಇದೇ ರೀತಿ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ರೂಪೀಕರಿಸಲು ಗ್ರಾಫನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು (Equations of Motion)

ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು.

ಏಕರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ

ಆರಂಭದ ವೇಗ (u) ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ (v)

ಸ್ಥಾನಾಂತರ (s) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (a)

ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯ (t)

ವೇಗ ಮತ್ತು ಸಮಯಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗೆ $v = u + at$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ಸಮಯಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ವೇಗಗಳೊಳಗಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು $v^2 = u^2 + 2as$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ಮೂರು ಸೂತ್ರವಾಕ್ಯಗಳು ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳಾಗಿವೆ.

ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಅನ್ವಯವಾಗುವುದು.

ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

? ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು **2 s** ನಲ್ಲಿ **20 m/s** ಮತ್ತು **6 s** ನಲ್ಲಿ **40 m/s** ಆಯಿತು. ಈ ಸಮಯದ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗುಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?

ಆರಂಭದ ವೇಗ (u) = 20 m/s

ಸಮಯ (t) = $t_2 - t_1$ = 6 s – 2 s = 4 s

ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ (v) = 40 m/s

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (a) $= \frac{v-u}{t}$

$$= \frac{40\text{ m/s} - 20\text{ m/s}}{4\text{ s}}$$

$$= \frac{20\text{ m/s}}{4\text{ s}}$$

$$= 5\text{ m/s}^2$$

ಸ್ಥಾನಾಂತರ, s $= ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= (20\text{ m/s} \times 4\text{ s}) + \left(\frac{1}{2} \times 5\text{ m/s}^2 (4\text{ s})^2\right)$$

$$= 80\text{ m} + 40\text{ m}$$

$$= 120\text{ m}$$

? ಒಂದು ಕಾರಿನ ವೇಗವು **10 s** ನಲ್ಲಿ **6 m/s** ನಿಂದ **16 m/s** ಗೆ ತಲಪುವುದಾದರೆ

a) ಕಾರಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

b) ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕಾರಿಗುಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಎಷ್ಟು?

a) u = 6 m/s

v = 16 m/s

t = 10 s

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ a $= \frac{v-u}{t}$

$$= \frac{16\text{ m/s} - 6\text{ m/s}}{10\text{ s}}$$

$$= \frac{10\text{ m/s}}{10\text{ s}}$$

$$= 1\text{ m/s}^2$$

b) ಸ್ಥಾನಾಂತರ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= (6\ m/s \times 10\ s) + \left(\frac{1}{2} \times 1\ m/s^2 \times (10\ s)^2\right)$$

$$= 60\ m + 50\ m$$

$$= 110\ m$$

? ರೈಲ್ವೇ ಸ್ಟೇಶನ್ ನಿಂದ ಹೊರಟ ಒಂದು ರೈಲಿನ ವೇಗ 10 ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ 90 km/h ಆಯಿತು. ಹಾಗಾದರೆ ರೈಲಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$1\ km/h = \frac{1000\ m}{3600\ s} = \frac{5}{18}\ m/s$$

$u = 0$

$v = 90\ km/h$

$$= \frac{90 \times 5\ m/s}{18}$$

$$= 25\ m/s$$

t = 10 ನಿಮಿಷ

$$= 600\ s$$

ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, $a = \frac{v - u}{t}$

$$= \frac{25\ m/s - 0\ m/s}{600\ s}$$

$$= \frac{1}{24}\ m/s^2$$

? ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ $10\ m/s^2$ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಪತನಗೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು ನೆಲವನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವುದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಮೊದಲು 20 m/s ಆಗುವುದಾದರೆ ವಸ್ತು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳುತ್ತದೆ?

$u = 0$

$a = 10\ m/s^2$

$v = 20\ m/s$

$v^2 = u^2 + 2as$

$(20\ m/s)^2 = 0^2 + 2 \times 10 \times s$

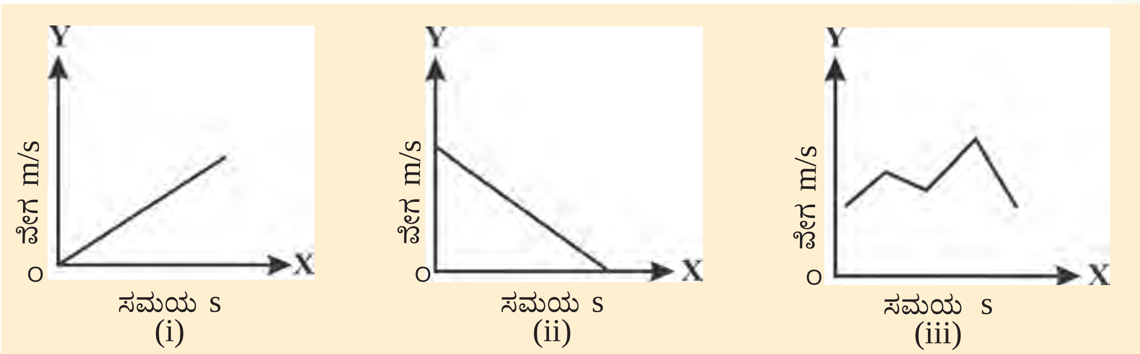
$400 = 20 \times s$

$$s = \frac{400}{20}$$

$$= 20\ m$$

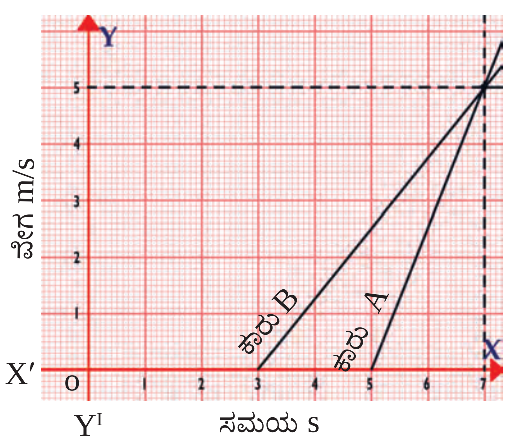
ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡೋಣ

1. ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಾರು ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿ 20 s ನಲ್ಲಿ 200 m ದೂರವನ್ನು ತಲಪುವುದಾದರೆ ಕಾರಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
2. ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತು 2 m/s^2 ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ 10 s ನ ಬಳಿಕ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ ಎಷ್ಟಾಗುವುದು?
3. ಒಂದು ವಾಹನದ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ 3 ವಿಭಿನ್ನ ಗ್ರಾಫ್ ಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಗ್ರಾಫನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಚಲನೆಯ ವಿಶೇಷತೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



ಗ್ರಾಫ್ 2.6

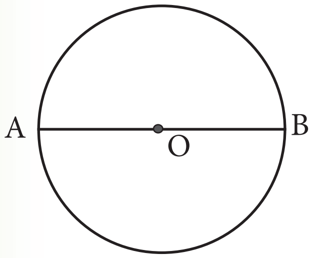
4. ಕಾರು A, ಮತ್ತು ಕಾರು B ಇವುಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗ್ರಾಫನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.
   a) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಕಾರು ಯಾವುದು? ಯಾಕೆ?
   b) ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಗ್ರಾಫನ್ನು ರಚಿಸಿ ಪರಸ್ಪರ ಹೋಲಿಸಿರಿ.



ಸ್ಕೇಲ್
X - ಅಕ್ಷ 1 cm = 1 s
Y - ಅಕ್ಷ 1 cm = 1 m/s

ಗ್ರಾಫ್ 2.7

5. ಚಿತ್ರವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 2.12

ಒಂದು ಮಗು 440 m ಸುತ್ತಳತೆಯಿರುವ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯ ಜವದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತದೆ. ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯವು 70 m ಆಗಿದೆ. A ಯಿಂದ B ಯ ಮೂಲಕ ಓಡಿ ಪುನಃ A ಗೆ ತಲಪಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ 80 s ಆಗಿದೆ. ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ದೂರ, ಸ್ಥಾನಾಂತರ, ಜವ ಮತ್ತು ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಸಂದರ್ಭ	ದೂರ	ಸ್ಥಾನಾಂತರ	ಜವ	ವೇಗ
B ಗೆ ತಲಪುವಾಗ	------	------	------	------
A ಗೆ ತಲಪುವಾಗ	------	------	------	------

ಪಟ್ಟಿ 2.9

6. ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಹೊರಟ ಒಂದು ರೈಲಿನ ವೇಗ 5 ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ 72 km/h ಆಗುವುದು. ರೈಲಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರೈಲಿಗೆ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

7. ಪಟ್ಟಿ 2.10 ನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫನ್ನು ರಚಿಸಿರಿ.

X ಸಮಯ (s)	0	2	4	6	8	10
Y ವೇಗ (m/s)	10	15	20	20	20	15

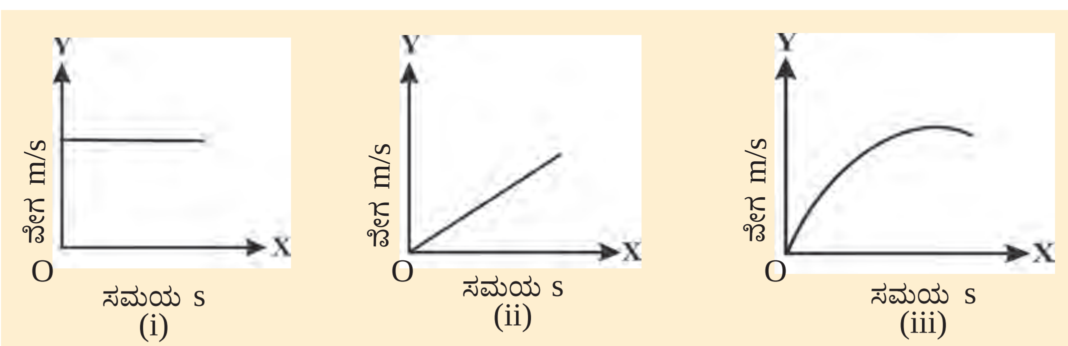
ಪಟ್ಟಿ 2.10

a) ಗ್ರಾಫಿನಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿಲ್ಲದ ಸಮಯದ ಅಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

b) ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವ ಸಮಯದ ಅಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ..

c) ನಾಲ್ಕನೇ ಸೆಕೆಂಡ್ ಮತ್ತು ಎಂಟನೇ ಸೆಕೆಂಡ್ ಗಳ ನಡುವೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

8. ಗ್ರಾಫನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿರಿ.



ಗ್ರಾಫ್ 2.8

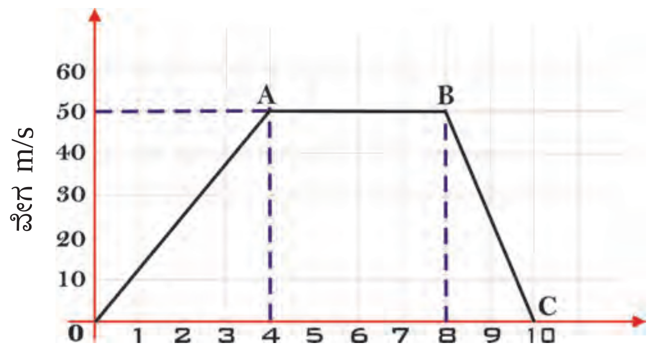
ಯಾವ ಗ್ರಾಫ್ ನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ

a) ಏಕ ರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?

b) ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗವಿರುವುದು?

c) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?

9. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸರಳರೇಖಾ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.



ಗ್ರಾಫ್ 2.9

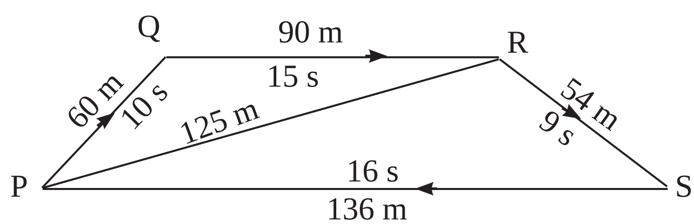
a) ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?

b) ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗವಿರುವುದು?

c) ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?

10. ರಾತ್ರಿ ಮತ್ತು ಬೆಳಕು ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪಾದಾಚಾರಿಗಳು ಕಡು ಬಣ್ಣದ ಉಡುಪುಗಳನ್ನು ಧರಿಸುವುದು ಸುರಕ್ಷಿತವಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದಿರುವಿರಲ್ಲವೇ? ನಿಮ್ಮ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಡು ಬಣ್ಣದ ಸಮವಸ್ತ್ರವನ್ನು ಖರೀದಿಸಲು ಶಾಲಾ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು. ಈ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ನಿಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ. ರಸ್ತೆ ಸುರಕ್ಷೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ನಿಮ್ಮ ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.

11. ಒಂದು ಮಗು P ಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿ Q, R ಎಂಬೀ ಭಾಗಗಳ ಮೂಲಕ S ಗೆ ತಲಪಿ ನಂತರ ಪುನಃ P ಗೆ ತಲಪುವುದರ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 2.13

ಚಿತ್ರವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

P ಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿ	ಜವ	ವೇಗ
Q ಗೆ ತಲಪುವಾಗ		
R ಗೆ ತಲಪುವಾಗ		
S ಗೆ ತಲಪುವಾಗ		
P ಗೆ ಪುನಃ ತಲಪುವಾಗ		

ಪಟ್ಟಿ 2.11

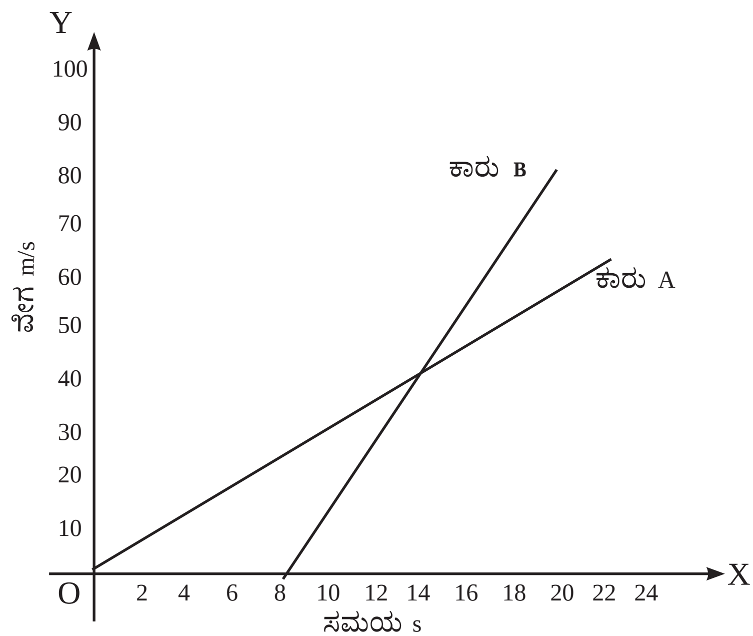
12. ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು 20 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆಯುವರು. ($a = -10\ m/s^2$)
    - a) ಈ ಕಲ್ಲು ಗರಿಷ್ಠ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ತಲಪಬಹುದು?
    - b) 3s ನಲ್ಲಿ ಎಸೆದರೆ ಎಷ್ಟು ದೂರ ಚಲಿಸಬಹುದು?
    - c) ಎಸೆದು 3s ನ ಬಳಿಕ ಈ ಕಲ್ಲು ನೆಲದಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರಬಹುದು?
13. ಒಂದು ವಸ್ತು 40m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ $8m/s^2$ ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ನೀಡಿದರೆ
    - a) ಈ ವಸ್ತು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ಬೇಕಾಗುವುದು?
    - b) ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಎಷ್ಟು?
14. 20 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತು ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ $5\ m/s^2$ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ನೀಡುವರು. ಸ್ಥಾನಾಂತರ 120 m ಆಗುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವೆಷ್ಟು?
15. 60 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಗುಂಡು ಒಂದು ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ಕೊರೆದು 2 cm. ಹೋದಾಗ ನಿಶ್ಚಲವಾಯಿತು. ಈ ಗುಂಡಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು? ವೇಗಾಪಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?
16. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿ ಗ್ರಾಫನ್ನು ರಚಿಸಿರಿ. ಗ್ರಾಫನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಿರಿ.

ಸಮಯ s	0	5	10	15	20	25	30
ವೇಗ m/s	20	25	30	30	30	25	20

ಪಟ್ಟಿ 2.12

- a) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿಲ್ಲದ ಸಮಯದ ಅಂತರ ಯಾವುದು?
- b) ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವ ಸಮಯದ ಅಂತರ ಯಾವುದು?
- c) ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ 30s ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

17. A, B ಎಂಬೀ ಕಾರುಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.



ಗ್ರಾಫ್ 2.10

a) ಮೊದಲು ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದ ಕಾರು ಯಾವುದು?

b) ಎರಡು ಕಾರುಗಳ ವೇಗವು ಸಮಾನವಾಗಲು ಅವುಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯ ಎಷ್ಟು?

c) ಯಾವ ಕಾರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?

d) ಯಾವ ಕಾರಿನ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು?

ಮುಂದುವರಿದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

1. ಮಿತಿಮೀರಿದ ವೇಗದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ವಾಹನ ಅಪಘಾತಗಳು ಎಂಬ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಯನ್ಸ್ ಕ್ಲಬ್ ನ ವತಿಯಿಂದ ಒಂದು ತಿಳುವಳಿಕಾ ತರಗತಿಯನ್ನು ಆಯೋಜಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ತರಗತಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸ್ಲೈಡ್ ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರಿ.

   (ಸೂಚನೆ – ಟ್ರಾಫಿಕ್ ನಿಯಮಗಳು, ಸೈನ್ ಬೋರ್ಡ್ ಗಳು, ಪಾದಾಚಾರಿಗಳು ಪಾಲಿಸಬೇಕಾದ ರಸ್ತೆ ನಿಯಮಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ)

2. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು 30 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆಯುವರು. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯದ ಬಳಿಕ ಆ ವಸ್ತು ಅದೇ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಪುನಃ ತಲಪಿತು. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್ ರಚಿಸಿ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿರಿ. (ಋಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $10\ m/s^2$ ಆಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಿರಿ).

3. ನಿಮ್ಮ ಊರಿನಲ್ಲಿ ರಸ್ತೆ ಅಪಘಾತಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಲು ಅಳವಡಿಸಲಾದ ಸುರಕ್ಷಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿದೆಯೇ? ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ಒಂದು ಪ್ರೋಜೆಕ್ಟ್ ತಯಾರಿಸಿರಿ.

- ಪ್ರೋಜೆಕ್ಟ್ ನ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಾಡುವಿರಲ್ಲವೇ?
- ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ರಸ್ತೆ ಸುರಕ್ಷಾ ಪ್ರಾಧಿಕಾರದ ಗಮನಕ್ಕೆ ತನ್ನಿರಿ.

((ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಗಾಗಿ National Transportation Planning and Research Centre (NATPAC) ನ ಮತ್ತು ಮೋಟಾರು ವಾಹನ ಇಲಾಖೆಯ ಸೇವೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು)

ವರದಿಯಲ್ಲಿ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾದವುಗಳು

- ಮುನ್ನುಡಿ
- ಊಹೆ
- ಉದ್ದೇಶಗಳು
- ಕಲಿಕಾ ರೀತಿ
- ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ
- ಕಲಿಕಾ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು
- ನಿಗಮನ
- ಸಲಹೆಗಳು

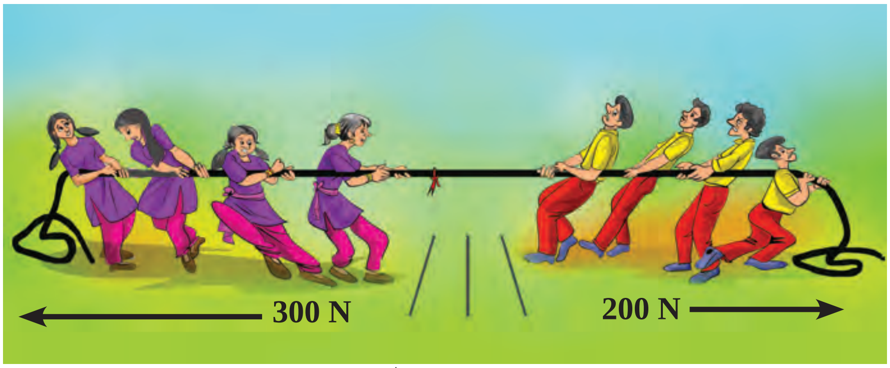
3 ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳು

ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿವಿಧ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಮಗು ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಚೆಂಡನ್ನು ಹಿಡಿಯುವುದನ್ನು ನೋಡಿರಿ.

- ಚೆಂಡನ್ನು ಹಿಡಿಯುವಾಗ ಮಗು ಚೆಂಡಿನೊಂದಿಗೆ ಕೈಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುವುದು ಯಾಕಾಗಿರಬಹುದು?

ಎರಡು ತಂಡಗಳ ನಡುವಿನ ಹಗ್ಗ ಜಗ್ಗಾಟವನ್ನು ನೋಡಿದಿರಲ್ಲವೇ?

- ಎರಡೂ ತಂಡಗಳು ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದಾದರೂ ಹಗ್ಗ ಒಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಚಲಿಸುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು?



ಚಿತ್ರ 3.1

- ಇಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ತಂಡಗಳು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿರುವ ಬಲ ಸಮಾನವಾಗಿದೆಯೇ?
- ಯಾವ ತಂಡ ಹೆಚ್ಚು ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿತು?
- ವಿಜಯಿಯಾದ ತಂಡದ ಬದಿಗೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಬಲ ಅನುಭವವಾಯಿತು?
- ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅನುಭವವಾದ ಬಲ ಚಲನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿತಲ್ಲವೇ? ಇದನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು?

ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲಗಳಲ್ಲಿ 300 N ವಿಜಯಿಯಾದ ತಂಡದ ಬದಿಗೂ 200 N ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದಲ್ಲವೇ? ಆಗ ಫಲಿತ ಬಲ = 300 N + (–200 N) = 100 N. ಬಲವು ವೆಕ್ಟರ್ ಪರಿಮಾಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಲವನ್ನು ಪೊಸಿಟಿವ್ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಲವು ನೆಗೆಟಿವ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬಲಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವಾಗ ಈ ಬಲಗಳು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಒಟ್ಟು ಬಲವನ್ನು ಫಲಿತ ಬಲ ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. (resultant force).

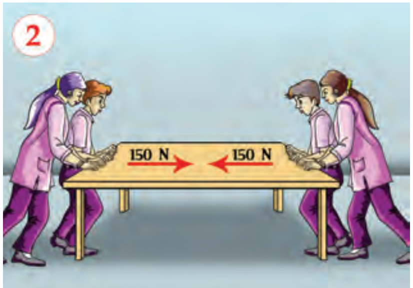
- ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪೂರ್ವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ 100 N ಬಲ ಮತ್ತು ಪಶ್ಚಿಮ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ 150 N ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಫಲಿತ ಬಲ ಎಷ್ಟು?

ಪೂರ್ವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಲವನ್ನು ಪೊಸಿಟಿವ್ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಪಶ್ಚಿಮ (ವಿರುದ್ಧ) ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಲವು ನೆಗೆಟಿವ್ ಆಗಿರುವುದು (ಇದನ್ನು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿಯೂ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು).

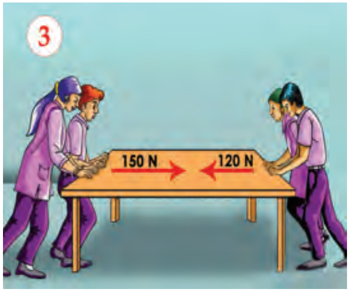
ಫಲಿತ ಬಲ = 100 N + (–150 N) = –50 N. ಪೂರ್ವಕ್ಕಿರುವ ಬಲವನ್ನಲ್ಲವೇ ನಾವು ಪೊಸಿಟಿವ್ ಆಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿರುವುದು? ಆಗ ಫಲಿತ ಬಲ 50 N ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕಾಗಿರುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಿತಲ್ಲವೇ.

ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಪಟ್ಟಿ 3.1 ನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

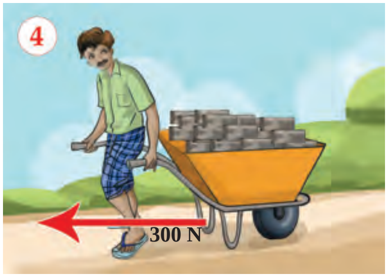
ಚಿತ್ರ 3.2 (a)



ಚಿತ್ರ 3.2 (b)



ಚಿತ್ರ 3.2 (c)



ಚಿತ್ರ 3.2 (d)

ಚಿತ್ರ 3.2 (e)

ಚಿತ್ರ 3.2 (f)

ಚಿತ್ರ	ಬಲ F_1 N	ಬಲ F_2 N	ಫಲಿತ ಬಲ N
1			
2	150	-150	0
3			
4			
5			
6			

ಪಟ್ಟಿ 3.1

- ಯಾವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಫಲಿತ ಬಲವು ಸೊನ್ನೆಯಾಗುತ್ತದೆ?
- ಫಲಿತ ಬಲವು ಸೊನ್ನೆಯಲ್ಲದ ಸಂದರ್ಭ ಯಾವುದು?
- ಯಾವೆಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ?

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಅನುಭವವಾಗುವ ಫಲಿತ ಬಲವು ಸೊನ್ನೆಯಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಬಲಗಳನ್ನು ಸಮತೋಲನ ಬಲ (balanced forces) ಎನ್ನುವರು. ಈ ರೀತಿಯ ಬಲಗಳಿಗೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆ ಅಥವಾ ವೇಗಕ್ಕೆ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

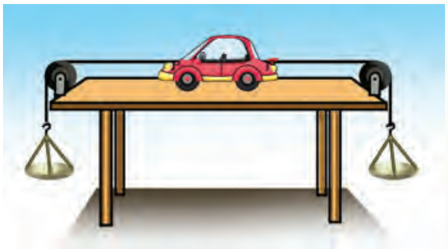
ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅನುಭವವಾಗುವ ಫಲಿತ ಬಲವು ಸೊನ್ನೆಯಾಗದಿದ್ದರೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಬಲಗಳನ್ನು ಅಸಮತೋಲನ ಬಲ (unbalanced forces) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ಈ ರೀತಿಯ ಬಲಗಳಿಗೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಾ ದಿಶೆ ಅಥವಾ ವೇಗಕ್ಕೆ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

? ಚಿತ್ರ 3.1 ರ ಹಗ್ಗ ಜಗ್ಗಾಟ ಸ್ಪರ್ಧೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ತಂಡಗಳು ಹಗ್ಗದಲ್ಲಿ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಹಗ್ಗದಲ್ಲಿ ಅನುಭವವಾದ ಬಲಗಳು ಸಮತೋಲನವೇ? ಅಸಮತೋಲನವೇ?

ಎಲ್ಲಾ ಬಲಗಳು ಚಲನೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದೇ?

ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡುವ.

ಸಾಮಾನ್ಯ 1.2 m ಉದ್ದ ಮತ್ತು 10 cm ಅಗಲವಿರುವ ಒಂದು ಹಲಗೆಯ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ರಾಟೆಯನ್ನು ಜೋಡಿಸಿರಿ (ಚಿತ್ರ 3.3). ಈ ಹಲಗೆಯನ್ನು ಒಂದು ಮೇಜಿನ ಮೇಲಿರಿಸಿರಿ. ಹಲಗೆಯ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆಟಿಕೆ ಕಾರನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ. ಅದರ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಜೋಡಿಸಿರುವ ನೂಲಿನಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತೂಗಾಡಿಸಿರಿ. ಎರಡೂ ತಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ 200 g ತೂಕದ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 3.3

PhET→ Forces and Motion : Basics

PhET→ Friction

- ಆಟಿಕೆ ಕಾರು ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯೇ?
- ಈಗ ಬಲಗಳು ಸಮತೋಲನವಾಗಿದೆಯೇ ಅಥವಾ ಅಸಮತೋಲನವಾಗಿದೆಯೇ?
- ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ 50 g ನ್ನು ಸೇರಿಸಿರಿ. ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ?
- ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬಲಗಳು ಸಮತೋಲನವಾಗಿದೆಯೇ ಅಥವಾ ಅಸಮತೋಲನವಾಗಿದೆಯೇ?
- ಕಾರು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಾರು ಚಲಿಸುವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುವ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ 50 ಗ್ರಾಂ ಹೆಚ್ಚು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಕಾರಿನ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ?
- ಕಾರು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಾರು ಚಲಿಸುವ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿರುವ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ 200 g ಸೇರಿಸಿದರೆ ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ?
- ಈಗ ಬಲಗಳು ಸಮತೋಲನವೋ ಅಸಮತೋಲನವೋ?
- ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದ ಏನನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಿರಿ?
- ಫಲಿತ ಬಲ ಅನುಭವವಾದ ದಿಶೆಗೆ ವಸ್ತು ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯೇ?

  (ಚಲಿಸುತ್ತದೆ/ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ)
- ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ?

  ಅಸಮತೋಲನ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚಾಗುವಾಗ / ಕಡಿಮೆಯಾಗುವಾಗ)
- ಕಾರನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ಬಲವು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದು ಕಾರಿನ ಹೊರಗಿನಿಂದಲೋ ಅಥವಾ ಒಳಗಿನಿಂದಲೋ?
- ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆ ಬದಲಾಗುವುದು?

ಇಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಎಲ್ಲ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಲವನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ಹೊರಗಿನಿಂದ ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಬಾಹ್ಯಬಲಗಳಾಗಿವೆ. ಬಾಹ್ಯಬಲವು ಸಮತೋಲನ ಅಥವಾ ಅಸಮತೋಲನ ಆಗಬಹುದು.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವಾಗ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೋ, ಚಲನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಗೋ, ಚಲನೆಯ ದಿಶೆಗೋ, ವೇಗಕ್ಕೋ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಯು ಅಸಮತೋಲನ ಬಲದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗಿರುವುದು.

ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

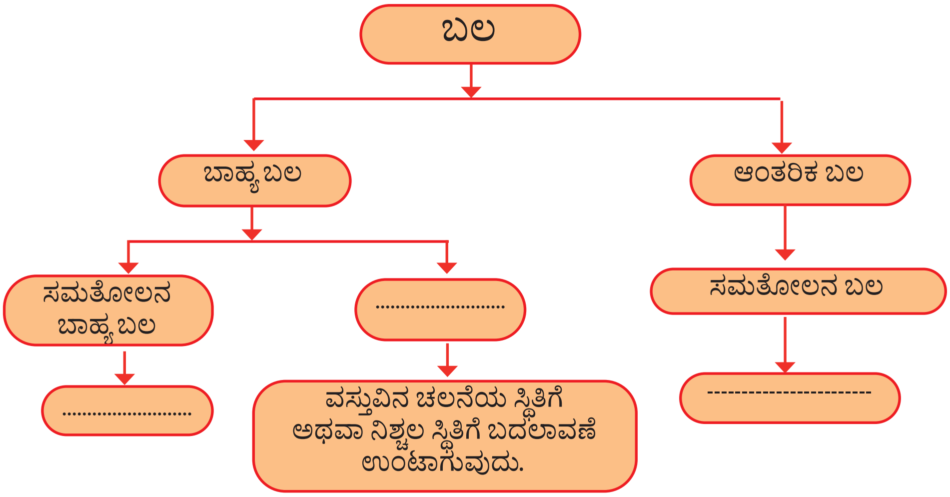
ಚಿತ್ರ 3.4

- ಒಂದು ವಾಹನವನ್ನು ಅದರೊಳಗೆ ನಿಂತು ದೂಡಿದರೆ ಚಲಿಸಬಹುದೇ?
- ಈ ಬಲವು ಆಂತರಿಕ ಬಲವಲ್ಲವೇ?
- ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳು .... ಆಗಿರುವುದು.

  (ಸಮತೋಲನ/ಅಸಮತೋಲನ)

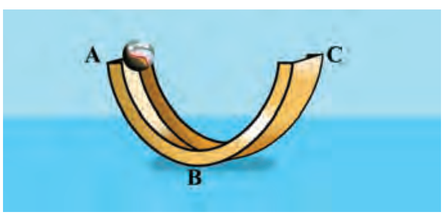
ಎಲ್ಲ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳು ಸಮತೋಲನ ಬಲಗಳಾಗಿವೆ. ಆದರಿಂದಾಗಿ ಆಂತರಿಕ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಅಥವಾ ಚಲನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

? ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಾರ್ಟನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿ ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

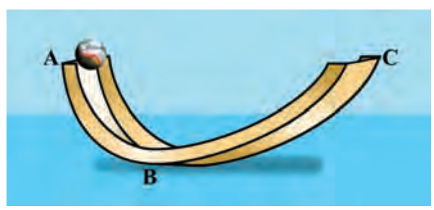


ಗೆಲಿಲಿಯೋನ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳು (Galileo's Observations)

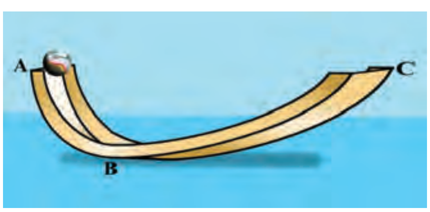
ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪರಿಷ್ಕೃತ ರೂಪವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.



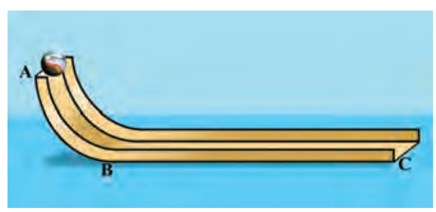
ಚಿತ್ರ 3.5 (a)



ಚಿತ್ರ 3.5 (b)



ಚಿತ್ರ 3.5 (c)



ಚಿತ್ರ 3.5 (d)

ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದಂತೆ ವಯರಿಂಗ್ ಚಾನಲಿನ C ಎಂಬ ತುದಿಯನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ತಗ್ಗಿಸುತ್ತಾ ಭೂಸಮಾನಾಂತರಗೊಳಿಸಿರಿ.

- ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ವಯರಿಂಗ್ ಚಾನಲಿನ A ಎಂಬ ಭಾಗದಿಂದ ಒಂದು ಗೋಲಿಯನ್ನು ಉರುಳಿಸಿ ಬಿಟ್ಟರೆ ನಿಮ್ಮ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳೇನು?

ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಗೆಲಿಲಿ
(Galileo Galilei)

ಜೀವಿತಾವಧಿ : 1564 - 1642

ಜನನ ಸ್ಥಳ : ಇಟೆಲಿಯ ಪಿಸಾ

ಬಾಲ್ಯಕಾಲದಿಂದಲೇ ಗೆಲಿಲಿಯೋಗೆ ಗಣಿತದಲ್ಲಿಯೂ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಆಸಕ್ತಿಯಿದ್ದಿತು. 1581ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಗ್ರಂಥವಾದ ದಿ ಲಿಟ್‌ಲ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅವರು ಬರೆದರು. ತನ್ನ ಸ್ವಂತ ದೂರದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಶನಿಯನ್ನೂ ಶುಕ್ರನನ್ನೂ ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಎಲ್ಲ ಗ್ರಹಗಳೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸುತ್ತು ಬರುತ್ತವೆಯೆಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ಇಳಿಜಾರು ತಲಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಜಡತ್ವದ ಕುರಿತು ಕೆಲವು ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ನೀಡಲು ಅವರಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

- ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ಗೋಲಿ ಸಂಚರಿಸಿದ ದೂರ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆಯೇ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆಯೇ?
- ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಗೋಲಿ ಅತೀ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಸಂಚರಿಸಿತು?

  ಚಾನಲಿನ ಇಳಿಜಾರು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಗೋಲಿ ಹೆಚ್ಚು ದೂರಕ್ಕೆ ಹೋಗುವುದಲ್ಲವೇ.

ಮೊದಲು ಯಾವ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬಿದ್ದಿತೋ ಆ ಎತ್ತರದ ವರೆಗೆ ತಲಪಲಿರುವ ಗೋಲಿಯ ಪ್ರಯತ್ನವು ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಚರಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

- ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರ ಹೋದ ಬಳಿಕ ಗೋಲಿ ನಿಶ್ಚಲವಾದುದು ಯಾಕಾಗಿರಬಹುದು?
- ಘರ್ಷಣೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಏನಾಗುತ್ತಿತ್ತು?
- ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಬಾಹ್ಯಬಲ ಈ ಗೋಲಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡದಿದ್ದರೆ ಏನಾಗುತ್ತಿತ್ತು?
- ಇದರಿಂದ ನೀವು ಯಾವ ನಿಗಮನಕ್ಕೆ ತಲಪುವಿರಿ?

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ನಿಶ್ಚಲಗೊಳಿಸಲು ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲವನ್ನು ಚಲನೆಯ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿರುವ ಸರಳರೇಖಾ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯಲು ಒಂದು ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲದ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಗೆಲಿಲಿಯೋನ ನಿರೀಕ್ಷಣಾ ಫಲಿತಾಂಶ ಇದಾಗಿತ್ತು.

ಆಟಿಕೆ ಕಾರಿನ ಪ್ರಯೋಗ, ಗೆಲಿಲಿಯೋನ ಪ್ರಯೋಗ ಎಂಬಿವುಗಳಿಂದ ಗಳಿಸಿದ ತಿಳುವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕ್ರೋಡೀಕರಿಸಬಹುದು.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಅಥವಾ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಒಂದು ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲವು ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಒಂದನೆಯ ನಿಯಮ
(Newton's First Law of Motion)

ಗೆಲಿಲಿಯೋನಂತಹ ಹಿರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ವಿಜ್ಞಾನ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟನ್ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಡೀಕರಿಸಿದನು. ಇದು ಚಲನೆಯ ಕುರಿತು, ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ವಸ್ತುಗಳ ಕುರಿತು ನೂತನ ನಿಗಮನಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಲು ನ್ಯೂಟನ್‌ಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಯಿತು.

ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವವರೆಗೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವು ಅದರ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುವುದು. ಇದು ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಒಂದನೆಯ ನಿಯಮವಾಗಿದೆ.

ಬಲ, ಜಡತ್ವ ಎಂಬ ಭೌತಿಕ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಚಿಸಲು ಚಲನೆಯ ಒಂದನೆಯ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾಯಿತು.

- ಬಲ ಎಂದರೇನು?

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಗೋ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯ ಚಲನೆಗೋ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸ ಬೇಕಾದುದು ಯಾವುದೋ ಅದುವೇ ಬಲ (force).

ಜಡತ್ವ (Inertia)

ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಬಸ್ಸನ್ನು ಫಕ್ಕನೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಾಯಿಸಿದರೆ ಬಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತುಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ವಾಲುವುದನ್ನು ಕಂಡಿರುವಿರಲ್ಲವೇ? ಬಸ್ಸನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಾಯಿಸುವ ಮೊದಲು ಬಸ್ಸಿನೊಂದಿಗೆ ಪ್ರಯಾಣಿಕರೂ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಇದ್ದರಲ್ಲವೇ? ಬಸ್ಸು ಫಕ್ಕನೆ ಚಲನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆಗುವಾಗ ಪ್ರಯಾಣಿಕರಿಗೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ಇರುವುದರಿಂದ ಅವರು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ವಾಲುವರು. ಈ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ನಿಶ್ಚಲ ಜಡತ್ವ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

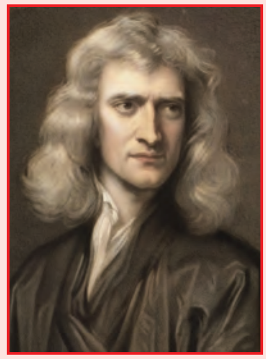
- ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಬಸ್ಸನ್ನು ಫಕ್ಕನೆ ನಿಲ್ಲಿಸುವಾಗ ಬಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತುಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ಮುಂದಕ್ಕೆ ವಾಲಲು ಕಾರಣವೇನು?
    - ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸ್ವತಃ ಅದರ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದು ನಿಶ್ಚಲ ಜಡತ್ವವಾಗಿದೆ (inertia of rest).
    - ಏಕರೀತಿಯ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸ್ವತಃ ಅದರ ಚಲನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದು ಚಲನೆಯ ಜಡತ್ವವಾಗಿದೆ (inertia of motion).

ನಿಶ್ಚಲ ಜಡತ್ವ ಮತ್ತು ಚಲನೆಯ ಜಡತ್ವಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಿ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ನಿರ್ವಚನವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ನಿರ್ವಚನದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿರಿ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಅದರ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿ ಅಥವಾ ಚಲನೆಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯಲಿರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯು ಜಡತ್ವವಾಗಿದೆ (inertia).

ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್
(Sir Isaac Newton)



ಜೀವಿತಾವಧಿ : 1643 - 1727
ಜನನ ಸ್ಥಳ : ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್

ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ ಇಂಗ್ಲೀಷ್ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿ, ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ, ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೂ, ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೂ ಆಗಿದ್ದನು.
ಪ್ರಧಾನ ಕೊಡುಗೆಗಳು : ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಮತ್ತು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಚಲನೆಯು ಪ್ರಕೃತಿ ನಿಯಮಗಳ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಆಗಿರುವುದೆಂದು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಿದನು. ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಿಯ ಮೆತೆಮೆಟಿಕಾ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಅವರು ರಚಿಸಿದ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ, ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ವಿವರಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಈ ಗ್ರಂಥವು ಇಂದಿಗೂ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ಅಡಿಗಲ್ಲಾಗಿರುವುದು ಬೆಳಕಿನ ಕಣ ಸಿದ್ಧಾಂತ, ಕ್ಯಾಲ್‌ಕುಲಸ್ ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಕೊಡುಗೆಯಾಗಿದೆ. ಕ್ಯಾಲ್ ಕುಲಸ್‌ನ ಜನಕ ಎಂದು ಅರಿಯಲ್ಪಡುವ ನ್ಯೂಟನ್ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟಿಂಗ್ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು.

ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 3.6 (a)

ಚಿತ್ರ 3.6 (b)

ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಕಾಗದವನ್ನು ಇರಿಸಿರಿ. ತಳಭಾಗ ಅಗಲವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಬಾಟಲಿ ಯಲ್ಲಿ ನೀರು ತುಂಬಿಸಿ ಮುಚ್ಚಿದ ಬಳಿಕ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಇರಿಸಿರಿ. ಕಾಗದವನ್ನು ಫಕ್ಕನೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಎಳೆಯಿರಿ.

- ಬಾಟಲಿಗೆ ಏನು ಸಂಭವಿಸಿತು?

ಬಾಟಲಿಗೆ ಯಾವ ವಿಧದ ಜಡತ್ವವಿದೆ?

ಚಿತ್ರ 3.7 (a)

ಡೆಸ್ಕಿನ ಮೇಲೆ ನೀರು ತುಂಬಿದ ಒಂದು ಕಪ್‌ನ್ನು ಇರಿಸಿದ ಬಳಿಕ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಸರಿಸಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ದೂಡಿ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಫಕ್ಕನೆ ನಿಶ್ಚಲಗೊಳಿಸಿರಿ.

- ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಿರಿ? ನೀರಿಗೆ ಯಾವ ವಿಧದ ಜಡತ್ವವಿದೆ?

ಚಿತ್ರ 3.7 (b) ಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಕೆಲವು ಕೇರಂ ಕೋಯಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಒಂದರಂತೆ ಸೇರಿಸಿ ಇಡಿರಿ. ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ನೀರು ತುಂಬಿದ ಒಂದು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಕಪ್ ಇರಿಸಿರಿ. ಉದ್ದವಾದ ಒಂದು ಸ್ಕೇಲನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅತ್ಯಂತ ಕೆಳಭಾಗದಿಂದ ಕೇರಂ ಕೋಯಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಬಹಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬಡಿದು ಚಿಮ್ಮಿಸಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 3.7 (b)

- ಕಪ್‌ಗೆ ಜಡತ್ವವಿದೆಯೇ? ಯಾವ ವಿಧ?

ನೀವು ಮಾಡಿದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಮೂಲಕ ಗಳಿಸಿದ ತಿಳುವಳಿಕೆಗಳ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹೇಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ (ಪಟ್ಟಿ 3.2) ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

- ಮಾವಿನ ಮರದ ಗೆಲ್ಲನ್ನು ಅಲುಗಾಡಿಸಿದರೆ ಮಾವು ತೊಟ್ಟು ಕಳಚಿ ಬೀಳುವುದು.
- ಲಾಂಗ್ ಜಂಪಿನಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ತುಂಬ ದೂರದಿಂದ ಓಡಿ ಬಂದು ಹಾರುವನು.
- ಕಾರಿನಲ್ಲಿ ಸೀಟ್ ಬೆಲ್ಟ್ ಧರಿಸದೆ ಪ್ರಯಾಣಿಸುವುದು ಅಪಾಯಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.
-

ನಿಶ್ಚಲ ಜಡತ್ವ	ಚಲನೆಯ ಜಡತ್ವ
• ಒಂದು ಬಸ್ಸನ್ನು ಫಕ್ಕನೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಾಯಿಸಿದರೆ ಬಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಕೊಂಡಿರುವ ಪ್ರಯಾಣಿಕರು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ವಾಲುವರು. •	• ನಯವಾದ ನೆಲದಲ್ಲಿ ಉರುಳಿಸಿ ಬಿಟ್ಟ ಚೆಂಡು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತಾ ಇರುವುದು. •

ಪಟ್ಟಿ 3.2

ಚಲನೆಯ ಜಡತ್ವ ಮತ್ತು ನಿಶ್ಚಲ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿರಿ.

ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೇ?

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಜಡತ್ವ (Mass and Inertia)

ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಕಾಗದ ಇರಿಸಿರಿ. ತಳಭಾಗ ಅಗಲವಾಗಿರುವ ಸಮಾನ ಗಾತ್ರದ ಎರಡು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಬಾಟಲಿಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿರಿ. ಒಂದರಲ್ಲಿ ಹೊಯ್ಗೆ ತುಂಬಿಸಿರಿ. ಈ ಬಾಟಲಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ಖಾಲಿ ಬಾಟಲಿಯನ್ನು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ನೇರವಾಗಿ ಇರಿಸಿರಿ. ಕಾಗದವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಎಳೆದು ತೆಗೆಯಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 3.8

- ಯಾವ ಬಾಟಲಿ ಮಗುಚಿ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ?
- ಯಾವ ಬಾಟಲಿಗೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚು?
- ಯಾವ ಬಾಟಲಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಜಡತ್ವ ಅನುಭವವಾಯಿತು?
- ಹಾಗಾದರೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಜಡತ್ವದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವೇನು?

? **ಖಾಲಿಯಾದ ಡಾಮರು ಡಬ್ಬ ಅಥವಾ ಡಾಮರು ತುಂಬಿರುವ ಡಬ್ಬಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಜಡತ್ವ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು? ಕಾರಣವನ್ನು ತಿಳಿಸಿರಿ.**

? **ಆನೆಯ ಆಕ್ರಮಣದಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯಲು ಜನರು ಅಡ್ಡಾದಿಡ್ಡಿಯಾಗಿ ಓಡುವುದು ಯಾಕಾಗಿರಬಹುದು?**

? **ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದರಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅಸಮತೋಲನ ಬಲ ಅನುಭವವಾಗುವುದು?**

a) 20 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ಕಾರನ್ನು ಓಡಿಸುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ಬ್ರೇಕ್ ಹಾಕುತ್ತಾನೆ.

b) ಒಂದು ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಿ ನಿಲ್ಲಿಸಲಾಗಿದೆ.

c) ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ಏಕರೀತಿಯ ಜವದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ.

? ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ 200 N ಬಲವನ್ನು ಒಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಯೂ 250 N ಬಲವನ್ನು ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ

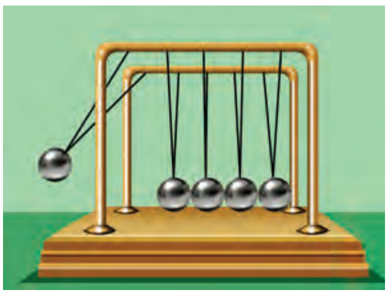
a) ಫಲಿತ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

b) ವಸ್ತು ಚಲಿಸುವುದಾದರೆ ಅದು ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗಿರಬಹುದು?

ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ಕೆಲವು ಸತ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ಮೊಮೆಂಟಮ್ (Momentum)

ತೆಂಗಿನ ಮರದಿಂದ ಹಿತ್ತಿಲಿನಲ್ಲಿ ಅಗೆದು ಹಾಕಿರುವ ಮಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ತೆಂಗಿನಕಾಯಿ ಬಿದ್ದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಕುಳಿ ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ಕಂಡಿರುವಿರಲ್ಲವೇ? ಈ ಮಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ತೆಂಗಿನಕಾಯಿ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಆಘಾತವು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುವುದಲ್ಲವೇ? ಇದೇ ತೆಂಗಿನಕಾಯಿಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಬಹಳ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಇರಿಸಿದರೆ ಇಷ್ಟು ಆಳವಾದ ಕುಳಿ ಉಂಟಾಗುವುದೇ? ಈ ರೀತಿಯ ಆಘಾತವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲವೇ? ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಈ ವಿಶೇಷತೆಯು ಅದರ ಮೊಮೆಂಟಮ್ (ಸಂವೇಗ) ಆಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 3.9

ಚಿತ್ರ 3.9 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವುದು ನ್ಯೂಟನ್ಸ್ ಕ್ರಾಡಲ್ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವಾಗಿದೆ.

ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ಸ್ ಕ್ರಾಡಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಾಲ್‌ಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆದ ಬಳಿಕ ಬಿಡಬೇಕು. ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.

- ಮೊದಲನೆಯ ಬಾಲ್‌ನ್ನು ಮಾತ್ರ
- ಮೊದಲ ಎರಡು ಬಾಲ್‌ಗಳನ್ನು
- ಮೊದಲ ಮೂರು ಬಾಲ್‌ಗಳನ್ನು
- ಮೊದಲ ನಾಲ್ಕು ಬಾಲ್‌ಗಳನ್ನು

ಒಂದನೆಯ ಬಾಲ್ ಮಾತ್ರ ಬಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಆ ಬಾಲ್ ವರ್ಗಾಯಿಸಿದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಇತರ ಬಾಲ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಕೊನೆಯ ಬಾಲ್‌ಗೆ ತಲಪಿದ ಕಾರಣ ಅದು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಿತಲ್ಲವೇ?

ಮೊದಲ ಎರಡು ಬಾಲ್‌ಗಳು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಈ ಬಾಲ್‌ಗಳು ಒಟ್ಟು ಸೇರಿ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಬದಲಾಗಿ, ನೀಡಿದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಇತರ ಬಾಲ್ ಗಳ ಮೂಲಕ ವರ್ಗಾಯಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಕೊನೆಯ ಎರಡು ಬಾಲ್ ಗಳಿಗೆ ತಲಪಿದ ಕಾರಣ ಅವುಗಳು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಿದವಲ್ಲವೇ? ಉಳಿದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದೇ ರೀತಿ ಸಂಭವಿಸಿರುವುದಲ್ಲವೇ?

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಯಾವೆಲ್ಲ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿಕೊಂಡಿವೆಯೆಂದು ನೋಡೋಣ.

ನ್ಯೂಟನ್ಸ್ ಕ್ರಾಡಲಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಾಲ್ ನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರ ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದು ಬಿಟ್ಟ ಬಳಿಕ ಗಮನಿಸಿರಿ. ಕೊನೆಯ ಬಾಲ್ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಚಿಮ್ಮಿತಲ್ಲವೇ? ಇದೇ ಬಾಲ್ ನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಹಿಂದಕ್ಕೆಳೆದು ಬಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಿಂದ ಬಂದು ಡಿಕ್ಕಿ

ಹೊಡೆಯುವುದು. ಈಗ ಕೊನೆಯ ಬಾಲ್ ಹೆಚ್ಚು ದೂರಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮುವುದು ಕಾಣಬಹುದಲ್ಲವೇ? ಬಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದ ಬಾಲ್ ನ ವೇಗದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಲ್ಲವೇ?

- ಹಾಗಾದರೆ ಬಾಲ್ ನ ಮೊಮೆಂಟಮ್‌ನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿದ ಘಟಕ ಯಾವುದು?

ಎರಡು ಬಾಲ್‌ಗಳು ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಬಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ, ಬಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿದ ಕಾರಣ ಎರಡು ಬಾಲ್‌ಗಳು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಿದವು.

- ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬಾಲ್‌ಗಳ ಮೊಮೆಂಟಮ್‌ನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಘಟಕ ಯಾವುದು?

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಅಥವಾ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವಾಗ ಅವುಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಆಘಾತವು ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದೆಂದು ನಾವು ಕಂಡೆವಲ್ಲವೇ?

ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (m) ಮತ್ತು ವೇಗದ (v) ಗುಣಲಬ್ಧವು ಅದರ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಆಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಮೊಮೆಂಟಮ್, p = mv. ಮೊಮೆಂಟಮ್ ವೆಕ್ಟರ್ ಪರಿಮಾಣವಾಗಿದೆ. ಅದರ ದಿಶೆಯು ವೇಗದ ದಿಶೆಯೇ ಆಗಿದೆ.

ಮೊಮೆಂಟಮ್‌ನ ಯೂನಿಟ್ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯೂನಿಟ್ × ವೇಗದ ಯೂನಿಟ್

= .... × .... = ...

200 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತು 16 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೊಮೆಂಟಮ್ 200 kgm/s ಆಗಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ 20 m/s ಆದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಎಷ್ಟು?

60 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ಕೋವಿ ಗುಂಡು 200 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವುದು. ಇದರ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಈ ಕೋವಿ ಗುಂಡು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವಾಗ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಎಷ್ಟು?

ಮೊಮೆಂಟಮ್‌ನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ (Rate of Change of Momentum)

- ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ 20 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ 5 s ಗಳ ವರೆಗೆ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ 30 m/s ಆಗಿ ಬದಲಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಮೊಮೆಂಟಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಆರಂಭದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ = mu = 20 kg × 0 = 0

ಅಂತ್ಯದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ = mv = 20 kg × 30 m/s = 600 kgm/s

ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ = mv – mu = 600 kgm/s – 0 = 600 kgm/s

ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಯೂನಿಟ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಅಥವಾ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

$$\text{ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ} = \frac{\text{ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ}}{\text{ಸಮಯ}}$$

$$= \frac{600\ \text{kgm/s}}{5\ \text{s}}$$

$$= 120\ \text{kgm/s}^2$$

100 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 30 m/s ವೇಗವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಾದರೆ, ಈ ವಸ್ತುವಿನ

a) ಆರಂಭದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಎಷ್ಟು? b) ಅಂತ್ಯದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಎಷ್ಟು?

c) ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಎಷ್ಟು? d) ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ಎಷ್ಟು?

ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ 20 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ 5 s ಸಮಯದ ವರೆಗೆ ವಿಭಿನ್ನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವಾಗ ಲಭಿಸುವ ವೇಗವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆರಂಭದ ಮೊಮೆಂಟಮ್, ಅಂತ್ಯದ ಮೊಮೆಂಟಮ್, ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಬಲ N	ಲಭಿಸುವ ವೇಗ m/s	ಆರಂಭದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ kgm/s	ಅಂತ್ಯದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ kgm/s	ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ kgm/s	ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ kgm/s^2
F	30	0	20 kg ×30 m/s = 600	600 – 0 = 600	$\frac{600\ kgm/s}{5\ s} = 120$
$\frac{F}{2}$	15				
2F	60				

ಪಟ್ಟಿ 3.3

ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ಮತ್ತು ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಬಲದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವೇನೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಬರೆಯಿರಿ.

ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮ(Newton's Second Law of Motion)

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಲಭಿಸಿದ ಬಲವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಇದನ್ನು ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದರು. ಇದು ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವಾಗಿದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವು ಆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲಕ್ಕೆ ಸಮಾನುಪಾತಿಕವಾಗಿರುವುದು. ಫಲಿತ ಬಲದ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದು.

ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಗಣಿತ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯೋಣ.

m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತು u ಎಂಬ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. t ಸಮಯದ ವರೆಗೆ F ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವೇಗ v ಆಗಿ ಬದಲಾಗುವುದು ಎಂದಿರಲಿ.

ವಸ್ತುವಿನ ಆರಂಭದ ವೇಗ = u ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ = ...

ಆರಂಭದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ = mu ಅಂತ್ಯದ ಮೊಮೆಂಟಮ್ = ...

ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ = ...

ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ $= \frac{m(v-u)}{t} = ma$

ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ $F \propto ma$

ಹಾಗಾದರೆ $F = k\,ma$

k ಒಂದು ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿದೆ.

ಬಲದ SI ಯೂನಿಟ್ ನ್ಯೂಟನ್ (N) ಆಗಿದೆ. 1 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ 1 m/s^2 ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಬಲ 1 N ಆಗಿದೆ. ಅಂದರೆ m = 1 kg, a = 1 m/s^2 ಆದರೆ F = 1 N

ಹಾಗಾದರೆ $F = kma$; $1\,N = k \times 1\,kg \times 1\,m/s^2$; $k = 1$

$$\mathbf{F = ma}$$

ಇದು ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಿರುವ ಸಮೀಕರಣವಾಗಿದೆ.

? **12 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತು 4 m/s^2 ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.**

? **20 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ 40 N ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು?**

? **1000 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಾಹನ 90 km/h ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. 5 s ಸಮಯದ ವರೆಗೆ ಬ್ರೇಕ್ ಹಾಕಿದಾಗ ವಾಹನ ನಿಶ್ಚಲವಾಯಿತು. ಹಾಗಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬಲ ಎಷ್ಟು?**

ಆರಂಭದ ವೇಗ u $= 90\,km/h$

$= 90 \times \frac{5}{18}\,m/s$

$= 25\,m/s$

ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ v $= 0$

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ m $= 1000\,kg$

$F = ma$

$= \frac{m(v-u)}{t}$

$= \frac{1000(0-25)}{5}\,N$

$= -5000\,N$

ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ನೆಗೆಟಿವ್ ಚಿಹ್ನೆ ಯಾಕೆ?

ಬಲವು ವೆಕ್ಟರ್ ಪರಿಮಾಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ವಾಹನವು ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬಲವು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆಗೆಟಿವ್ ಚಿಹ್ನೆ ಸೂಚಿಸುವುದು.

? 10 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು 4 s ನಲ್ಲಿ 6 m/s ನಿಂದ 18 m/s ಆಗಿ ಬದಲಾಗುವುದು.

a) ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ಎಷ್ಟು?

b) ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲ ಎಷ್ಟು?

c) ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?

d) 6 s ಸಮಯದ ವರೆಗೆ ಈ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ವೇಗ ಎಷ್ಟಾಗುವುದು?

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $m = 10\ kg$ ಆರಂಭದ ವೇಗ $u = 6\ m/s$ ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ $v = 18\ m/s$

a) ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ $= m\frac{(v-u)}{t}$

$$= \frac{10\ kg\ (18\ m/s - 6\ m/s)}{4\ s} = 30\ N$$

b) ಬಲ F = ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ $= 30\ N$

c) ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ $a = \frac{F}{m} = \frac{30\ N}{10\ kg} = 3\ m/s^2$

d) ಅಂತ್ಯದ ವೇಗ $v = u + at = 6\ m/s + (3 m/s^2 \times 6\ s) = 24\ m/s$

? 7 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ಒಂದು ಗುಂಡನ್ನು ಸಮತಟ್ಟಾದ ಒಂದು ಮೈದಾನದಲ್ಲಿ 2 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಉರುಳಿಸಿ ಬಿಟ್ಟರೆ 5 s ನಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಲವಾಯಿತು.

a) ಈ ಗುಂಡನ್ನು ನಿಶ್ಚಲಗೊಳಿಸಿದ ಬಲ ಯಾವುದು?

b) ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಚಿತ್ರ 3.10

ಸುತ್ತಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಆಣಿಗೆ ಬಡಿದು ಭದ್ರಗೊಳಿಸುವಾಗ ಆಣಿಯ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸುವ ಕಾಲಾವಧಿ ಎಷ್ಟೆಂದು ಯೋಚಿಸಿರುವಿರಾ? ಇದು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಒಂದಂಶ ಮಾತ್ರವಲ್ಲವೇ? ಈ ರೀತಿಯ ಬಲಗಳ ವಿಶೇಷತೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ಆವೇಗ ಬಲ ಮತ್ತು ಬಲದ ಆವೇಗ
(Impulsive force and Impulse of force)

ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬಲಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆ ಏನೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದೇ?

- ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಬ್ಯಾಟ್‌ನಿಂದ ಬಾಲಿಗೆ ಬಡಿದು ಚಿಮ್ಮಿಸುವುದು.
- ಫುಟ್ಬಾಲ್ ಆಡುವಾಗ ಚೆಂಡನ್ನು ಕಾಲಿನಿಂದ ಒದೆಯುವುದು.

ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ದೊಡ್ಡ ಬಲವು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವುದಲ್ಲವೇ? ಈ ರೀತಿಯ ಬಲವು ಆವೇಗ ಬಲವಾಗಿದೆ (impulsive force).

ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಅಧಿಕ ಬಲವು ಆವೇಗ ಬಲವಾಗಿದೆ. ಈ ಬಲ ಮತ್ತು ಸಮಯದ ಗುಣಲಬ್ಧವು ಬಲದ ಆವೇಗ.

ಬಲದ ಆವೇಗ (I) = ಬಲ (F) × ಸಮಯ (t), $I = F \times t$.

ಬಲ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಆವೇಗದ ಯೂನಿಟ್ = ಬಲದ ಯೂನಿಟ್ × ಸಮಯದ ಯೂನಿಟ್
= .... × .... = ...

ಬಲ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಆವೇಗ $= Ft = \frac{m(v-u)t}{t} = mv - mu$

ಒಂದು ಬಲದ ಆವೇಗ ಮತ್ತು ಅದು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯು ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದು. ಇದು ಆವೇಗ-ಮೊಮೆಂಟಮ್ ತತ್ವವಾಗಿದೆ (impulse momentum principle).

200 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ಚೆಂಡು 30 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವುದು. ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ಈ ಚೆಂಡನ್ನು ಹಿಡಿಯುತ್ತಾನೆ.

a) ಚೆಂಡನ್ನು ಹಿಡಿದು ನಿಶ್ಚಲಗೊಳಿಸಲು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿದ್ದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕೈಯ ಮೇಲೆ ಅನುಭವವಾದ ಬಲ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

i) 0.3 s　　ii) 0.2 s　　iii) 0.1 s

b) ಇಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಲಭಿಸಿರುವ ಎಲ್ಲ ಉತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವು ನೆಗೆಟಿವ್ ಆಗಿರುವುದಲ್ಲವೇ. ಇದು ಏನನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು?

c) ಈ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಗಮನವನ್ನು ರೂಪಿಸಿರಿ.

ಇಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿದ ನಿಗಮನದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹೇಳಿಕೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

a) ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಆಟಗಾರರು ವೇಗವಾಗಿ ಬರುವ ಚೆಂಡನ್ನು ಹಿಡಿಯುವುದರೊಂದಿಗೆ ಕೈಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುವರು.

b) ಫುಟ್‌ಬಾಲ್ ಆಟದಲ್ಲಿ ಗೋಲ್ ಪೋಸ್ಟಿನ ಮುಂಭಾಗಕ್ಕೆ ಬರುವ ಚೆಂಡನ್ನು ಗೋಲ್ ಕೀಪರ್ ಹಿಡಿಯುವಾಗ ಚೆಂಡಿನೊಂದಿಗೆ ಕೈಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುವನು.

c) ಪೋಲ್‌ವಾಲ್ಟ್ ಪಿಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಫೋಂ ಬೆಡ್ ಇರಿಸುವರು.

d) ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಇರಿಸಿದ ಪ್ಯಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಪೋಂಜ್ ಅಥವಾ ಬೈಹುಲ್ಲನ್ನು ತುಂಬಿಸುವರು.

ಚಿತ್ರ 3.11

ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವಾಗ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸದ ಒಂದು ಸಂದರ್ಭದ ಕುರಿತು ಯೋಚಿಸಿ ನೋಡಿರಿ.

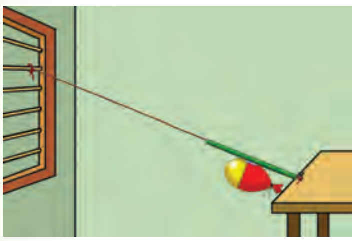
$F = ma$　　　$a = \frac{F}{m}$

$F = 0$ ಆದರೆ　　$a = 0$

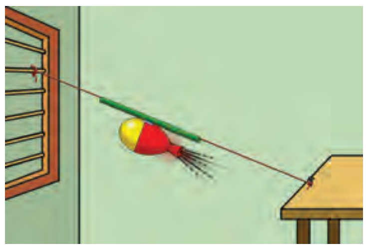
ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಇರಲಾರದಲ್ಲವೇ. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತು ಸರಳರೇಖಾ ಪಥದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುವುದು ಮತ್ತು ಚಲನೆಯಿಲ್ಲದ ವಸ್ತು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುವುದು. ಇದು ಚಲನೆಯ ಒಂದನೆಯ ನಿಯಮವಲ್ಲವೇ? ಇದರಿಂದ ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವು ಚಲನೆಯ ಒಂದನೆಯ ನಿಯಮದೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದಲ್ಲವೇ?

ಸಮುದ್ರ ತೀರದ ಹೊಯ್ಗೆಯಲ್ಲಿ ಓಡಿರುವಿರಾ? ಕೆಸರು ತುಂಬಿದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದು ಮುಂದೆ ಹೋಗಲು ಕಷ್ಟಪಟ್ಟಿರುವಿರಾ ಅಥವಾ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ನೆಲದಲ್ಲಿನಡೆಯುವಾಗಲೋ? ಗಟ್ಟಿಯಾದ ನೆಲದಲ್ಲಿವೇಗವಾಗಿ ನಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾದುದು ಹಾಗೂ ಕೆಸರಿನಲ್ಲಿನಡೆಯಲು ಕಷ್ಟವಾದುದು ಯಾಕಾಗಿರಬಹುದು? ನಾವು ನೆಲದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಾಗ ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ? ನಮಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆಯೋ? ಇದರ ಕುರಿತು ಇನ್ನಷ್ಟು ತಿಳಿಯಲು ನಾವು ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮ
(Newton's Third Law of Motion)



ಚಿತ್ರ 3.12 (a)

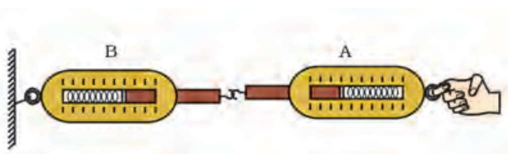


ಚಿತ್ರ 3.12 (b)

ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ ನಯವಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ದಾರವನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಟ್ರೋದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಓರೆಯಾಗಿ ಕಟ್ಟಲಾಗಿದೆ. ಊದಿ ಉಬ್ಬಿಸಿದ ಒಂದು ಬೆಲೂನನ್ನು ಸ್ಟ್ರೋಗೆ ಸೆಲ್ಲೋಟೇಪಿನಿಂದ ಅಂಟಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಬೆಲೂನಿನ ವಾಯುವನ್ನು ಹೊರಗೆ ತೆರೆದು ಬಿಡಬೇಕು. ಏನನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಿ?

- ಬೆಲೂನಿನ ಒಳಗಿರುವ ವಾಯುವಿನ ಚಲನೆ ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗಿರುವುದು?
- ಬೆಲೂನಿನ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆ ಎಲ್ಲಿಗಿರುವುದು?

A ಮತ್ತು B ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಎರಡು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್‌ಗಳಾಗಿವೆ.



ಚಿತ್ರ 3.13

ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ B ಯ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಕಿಟಿಕಿಯ ಸರಳಿಗೆ ಕಟ್ಟಿ ಭದ್ರಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ A ಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ 40 N ಬಲವನ್ನು B ಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಸೂಚಿಸುವ ರೀಡಿಂಗ್ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು? ಇವುಗಳು ಸಮಾನವಲ್ಲವೇ?

- ಇವುಗಳು ಒಂದೇ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗಿರುವುದೇ ಅಥವಾ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗಿರುವುದೇ?

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಸೂಚಿಸುವ ರೀಡಿಂಗ್ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಸೂಚಿಸುವ ರೀಡಿಂಗ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದೆ.

ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ರಿಯೆಯು ಒಂದು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ಕ್ರಿಯೆ ಎಂದೂ ಎರಡನೆಯ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು.

ಈ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವಿಕೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಕ್ರಿಯೆಗೆ (ಬಲ) ಸಮಾನವೂ ವಿರುದ್ಧವೂ ಆದ ಒಂದು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಇರುವುದು. ಇದು ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮ.

ಕಾರಿನ ಒಳಗೆ ಕುಳಿತು ಕಾರನ್ನು ದೂಡಿದರೆ ಕಾರು ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಹಿಂದಿನ ಸೀಟಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಮುಂದಿನ ಸೀಟನ್ನು ದೂಡಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ನಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಲ್ಲವೇ. ಅದು ಹೇಗೆ?

ಹಿಂದಿನ ಸೀಟಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಮುಂದಿನ ಸೀಟನ್ನು ದೂಡುವಾಗ ನಾವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಂದಿನ ಸೀಟಿಗಿಂತ ಹಿಂದೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಕಾರಿನ ಒಳಗೆ ಕುಳಿತು ಕಾರನ್ನು ದೂಡುವಾಗ ಕೈಯ ಮೂಲಕ ಕಾರಿಗೆ ನೀಡುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮಾನ ಪ್ರಮಾಣದ ಬಲವು ಶರೀರದ ಮೂಲಕ ಕಾರಿನ ಪ್ಲಾಟ್‌ಫೋರ್ಮಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳು ಸಮತೋಲನ ಬಲವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಕಾರು ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ನಿಂತುಕೊಂಡು ಕಾರನ್ನು ದೂಡುವಾಗ ಕಾರಿಗೆ ಅಸಮತೋಲನ ಬಾಹ್ಯಬಲ ಲಭಿಸುವುದರಿಂದ ಕಾರು ಚಲಿಸುವುದು.

ಕ್ರಿಯೆ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದು ಮೊದಲು ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದೇ?

ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ (Action and Reaction)

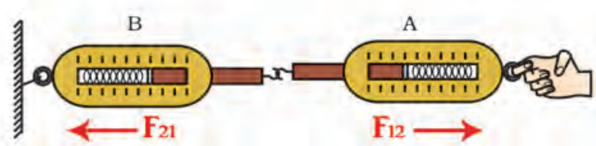
ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಒಂದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವಿಭಿನ್ನ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಬಲ ಅನುಭವವಾಗುವಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅನುಭವವಾಗುವುದು ಕ್ರಿಯೆ (action), ಎರಡನೆಯ ವಸ್ತುವಿಗೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬಲವೇ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ (reaction). ಇವುಗಳು ಜೊತೆಯಾಗಿ ಮಾತ್ರವೇ ಕಾರ್ಯವೆಸಗುತ್ತವೆ. ಕ್ರಿಯೆ ಇದ್ದರೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆವೂ ಇರುತ್ತದೆ.

? **ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹೇಳಿಕೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಿರಿ.**

- **ದೋಣಿಗೆ ಹುಟ್ಟುಹಾಕುವಾಗ ನೀರನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ದೋಣಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ.**
- **ರೋಕೆಟ್ ಉಡ್ಡಯನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರೋಕೆಟ್‌ನ ದಹನ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಧನವು ಉರಿದು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಉನ್ನತ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲಗಳು ಅತ್ಯಧಿಕ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ರೋಕೆಟ್ ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಮ್ಮುವುದು.**
- **ದಡದ ಸಮೀಪವಿರುವ ದೋಣಿಯಿಂದ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ದಡಕ್ಕೆ ಹಾರುವಾಗ ದೋಣಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ.**

ಚಿತ್ರ 3.14

ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಮೊದಲು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಎರಡು ದಿಶೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಮಾನ ಬಲ ಅನುಭವವಾಗುವುದಲ್ಲವೇ?



ಚಿತ್ರ 3.15

ಬಲ ಜೊತೆಯಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. F_{12} ಎಂಬುದು ಒಂದನೆಯ ವಸ್ತು ಎರಡನೆಯ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲವಾಗಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ F_{21} ಯಾವುದು? ಇದು ಎರಡನೆಯ ವಸ್ತು ಒಂದನೆಯದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲವಾಗಿದೆ. ಆಗ ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ $F_{12} = -F_{21}$

ನಿಶ್ಚಲ　　ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮ ಪ್ರಕಾರದ ಚಲನೆ　　ಜಡತ್ವದ ಕಾರಣ ಚಲನೆ ಮುಂದುವರಿಯುವುದು.

ಚಿತ್ರ 3.16

? ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಬರೆಯಿರಿ. ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.

a) ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಸಮಾನವೂ ವಿರುದ್ಧವೂ ಆಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ. ಹಾಗಾದರೆ ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲೋಪಗೊಳ್ಳುವುದೇ?

b) ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತು ಒಂದು ವಾಹನವನ್ನು ದೂಡಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ ವಾಹನ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದೇ?

? ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ಬಲವು ಯಾಕೆ ಸಮತೋಲನ ಬಲವಾಯಿತೆಂದು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ. (ಸೂಚನೆ : ಆಂತರಿಕ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವಾಗ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಒಂದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಅನುಭವವಾಗುವುದು)

ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡೋಣ

1. 144 km/h ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ 5 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಒಂದು ವಸ್ತು 4 s ನಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಲಗೊಳ್ಳುವುದಾದರೆ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ವಸ್ತುವಿನ

   a) ಆರಂಭದ ಮೊಮೆಂಟಮ್　　b) ಅಂತ್ಯದ ಮೊಮೆಂಟಮ್

   c) ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ　　d) ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ

2. 200 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ಹಾಕಿ ಬಾಲ್ 20 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹಾಕಿ ಸ್ಟಿಕ್ ಗೆ ಬಡಿದು ಅದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದೇ ದಾರಿಯ ಮೂಲಕ ಹಿಂತಿರುಗುವುದು. ಈ ಹಾಕಿ ಬಾಲ್‌ನ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಎಷ್ಟು?

3. ಭಾರವನ್ನು ಹೇರಿದ 10,000 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ಲೋರಿಯ ವೇಗ 4 s ನಲ್ಲಿ 15 m/s ನಿಂದ 12 m/s ಆಗಿ ಬದಲಾಗುವುದಾದರೆ ಲೋರಿಯ ಮೊಮೆಂಟಮಿನ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರ ಎಷ್ಟು?

4. ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರದೆ ಇರುವುದು ಯಾವುದು?

   (ಬಲ, ಮೊಮೆಂಟಮ್, ವೇಗ, ಜವ)

5. ಒಂದು ಕಪ್ ನ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾರ್ಡ್ ಬೋರ್ಡನ್ನೂ ಅದರ ಮೇಲೆ ಒಂದು ನಾಣ್ಯವನ್ನೂ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ.

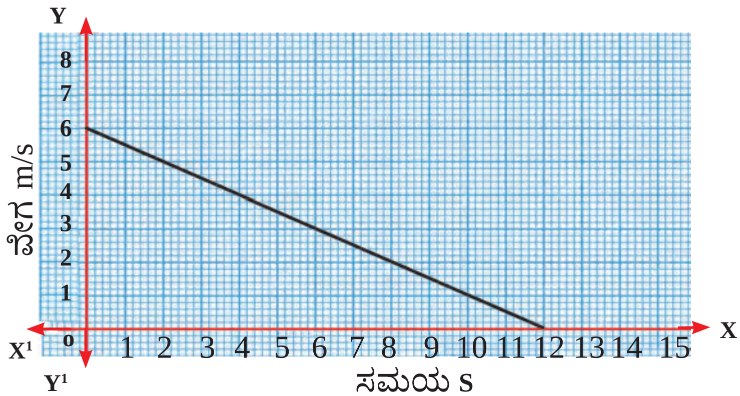
   a) ಕಾರ್ಡ್ ಬೋರ್ಡನ್ನು ಫಕ್ಕನೆ ಬಡಿದು ಹಾರಿಸುವಾಗ ನಾಣ್ಯಕ್ಕೆ ಏನು ಸಂಭವಿಸುವುದು?

   b) ಕಾರಣವೇನು?

6. ಒಂದು ಕಾರ್ಪೆಟ್ಟನ್ನು ಶುಚಿಗೊಳಿಸಲು ನಾವು ಅದನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿದು ಬೆತ್ತದಿಂದ ಬಡಿಯುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವಾಗ ಧೂಳು ಬೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದರ ಕಾರಣವನ್ನು ವಿವರಿಸಿರಿ.

7. ಒಂದು ಕುದುರೆಗಾಡಿಯನ್ನು ಕುದುರೆಯು ಎಳೆಯುವಾಗ ಗಾಡಿಯು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುವುದು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕುದುರೆಗಾಡಿಯು ಕುದುರೆಯನ್ನು ವಿರುದ್ಧ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ಬಲದಿಂದ ಎಳೆಯುವುದು. ಆದರೆ ಕುದುರೆ ಮತ್ತು ಗಾಡಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುವುದು. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೆಂದು ವಿವರಿಸಿರಿ.

8. 250 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತು ಒಂದು ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದರ ವೇಗ-ಸಮಯ ಗ್ರಾಫ್ ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಮೇಲ್ಮೈಯು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಘರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.



ಗ್ರಾಫ್ 3.1

9. 500 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತು 40 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. 4 s ಸಮಯದ ವರೆಗೆ ಒಂದು ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ವೇಗ 80 m/s ಆಗಿ ಬದಲಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

10. 50 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ಲಾಂಗ್ ಜಂಪ್ ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ 8 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡಿ ಬಂದು ಹಾರುತ್ತಾನೆ. 60 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ 7 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡಿ ಬಂದು ಹಾರುತ್ತಾನೆ. ಇವರಿಬ್ಬರ ಮೊಮೆಂಟಮನ್ನು ಹೋಲಿಸಿರಿ.

11. 14,000 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಾಹನಕ್ಕೆ 1.8 m/s^2 ಋಣವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ನೀಡಿ ನಿಶ್ಚಲಗೊಳಿಸ ಬೇಕಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

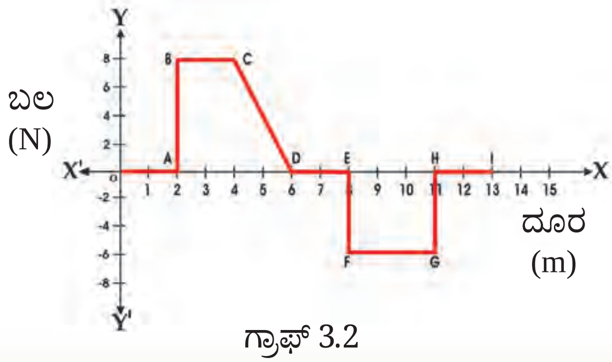
12. 20 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಲವು 2 s ಸಮಯದ ವರೆಗೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವೇಗ 10 m/s ನಿಂದ 50 m/s ಆಗಿ ಬದಲಾಯಿತು. ಇದೇ ಬಲವನ್ನು 10 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ 20 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ 2 s ಸಮಯದವರೆಗೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಅದರ ಅಂತ್ಯದ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

13. 20 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ಕೋವಿಯ ಗುಂಡು 100 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮರದ ದಿಮ್ಮಿಗೆ ಬಡಿಯುವುದು. ದಿಮ್ಮಿಯ ಒಳಗೆ 4 cm ಸಂಚರಿಸಿದಾಗ ಅದು ನಿಶ್ಚಲವಾಯಿತು.

   a) ಕೋವಿಯ ಗುಂಡಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು? b) ಕೋವಿಯ ಗುಂಡಿನ ಋಣವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು?

   c) ಈ ಕೋವಿಯ ಗುಂಡು ದಿಮ್ಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

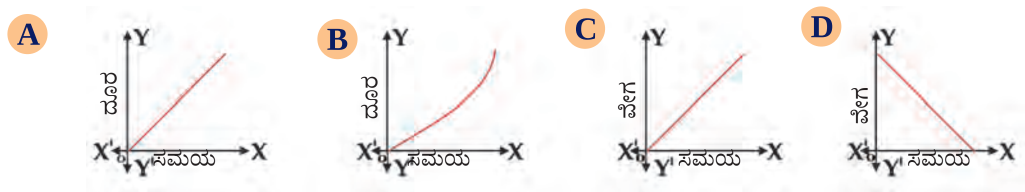
14. 10 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗ್ರಾಫನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದ ಪ್ರಕಾರ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣವು ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ(ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ).



ಗ್ರಾಫ್ 3.2

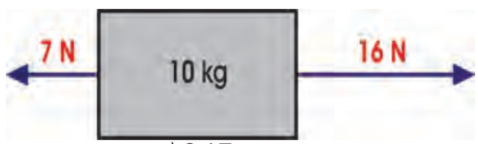
a) ವಸ್ತು 3 m ನಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು?
b) ಯಾವೆಲ್ಲ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗವಿರುವುದು?
c) ಯಾವೆಲ್ಲ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?
d) ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಋಣವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿರುವುದು?

15. ಯಾವ ಗ್ರಾಫಿನಲ್ಲಿ ಫಲಿತ ಬಲ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುವುದು?



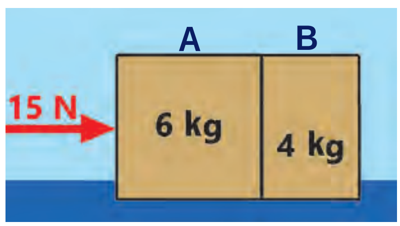
ಗ್ರಾಫ್ 3.3

16. ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಲಭಿಸುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಷ್ಟು? 2 s ನಲ್ಲಿ ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೆಷ್ಟು?



ಚಿತ್ರ 3.17

17. ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



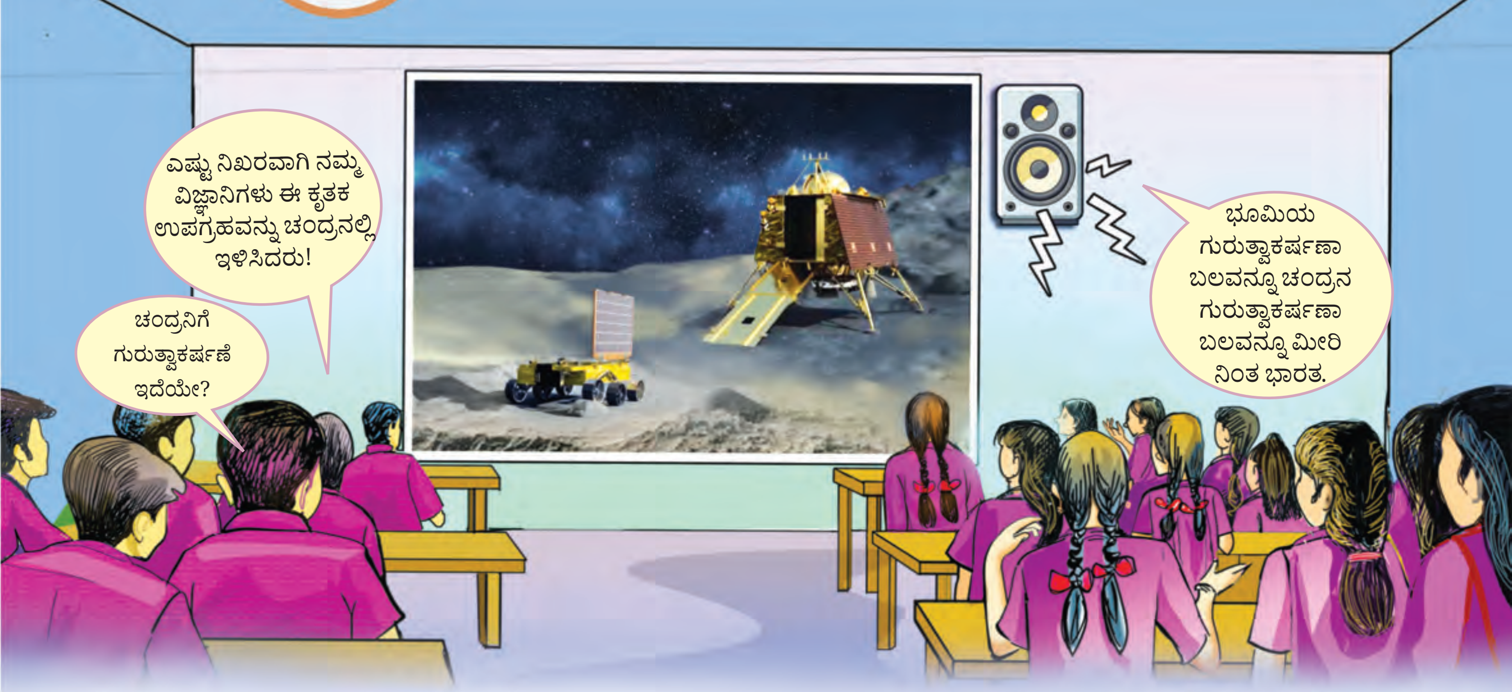
ಚಿತ್ರ 3.18

A, B ಎಂಬಿವುಗಳು 6 kg, 4 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಾಗಿವೆ. ಪರಸ್ಪರ ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿರುವ ಇವುಗಳು ಘರ್ಷಣೆಯಿಲ್ಲದ ಒಂದು ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದ್ದರೆ ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ 15 N ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ B ಎಂಬ ವಸ್ತು A ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

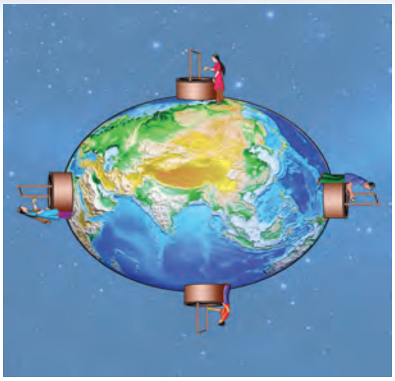
ಮುಂದುವರಿದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

1. ವಾಹನಗಳ ಅಮಿತ ಭಾರ ಮತ್ತು ಅಮಿತ ಜವವು ರಸ್ತೆ ಸುರಕ್ಷೆಯನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಾಧಿಸುವುದು ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ಒಂದು ಸೆಮಿನಾರ್ ಪೇಪರನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಮಂಡಿಸಿರಿ.
2. ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿರುವ ಶೋಕ್ ಅಬ್ಸೋರ್ಬರ್, ನಮ್ಮ ಬೆನ್ನೆಲುಬಿನಲ್ಲಿರುವ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳು ಎಂಬಿವುಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಎಂಬ ಆಶಯವನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸಬಹುದು ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ರಿಪೋರ್ಟ್ ತಯಾರಿಸಿ ಸಯನ್ಸ್ ಕ್ಲಬ್ಬಿನಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿರಿ.
3. ಬಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ಈ ಯೂನಿಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಲಿತ ಆಶಯಗಳನ್ನು ದೈನಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳ ಕುರಿತು ಸೆಮಿನಾರ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿರಿ.

4 ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ



ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಕಂಡುಬರುವ ಫಲವೃಕ್ಷಗಳಿಂದ ಫಲಗಳು ಮತ್ತು ಎಲೆಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಬಹುದಲ್ಲವೇ. ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆದ ಕಲ್ಲು, ಪಕ್ಷಿಯ ಉದುರಿದ ಗರಿ ಯಾಕೆ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವುದೆಂದು ಯೋಚಿಸಿರುವಿರಾ?



ಚಿತ್ರ 4.1

- ಕಲ್ಲು ಮತ್ತು ಗರಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಲು ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಬಲ ಎಲ್ಲಿಂದ ಲಭಿಸಿತು?
- ಭೂಮಿಯ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬಾವಿಗಳಿಗೆ ಕಲ್ಲು ಎಸೆಯುವುದನ್ನು ಊಹಿಸಿ ನೋಡಿರಿ. ಕಲ್ಲು ಬಾವಿಯ ಕೆಳಭಾಗಕ್ಕೆ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆಯಲ್ಲವೇ?
- ಭೂಮಿಯ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇರುವವರು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಬಿದ್ದು ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲವಲ್ಲವೇ. ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಲ್ಲವೇ?

ಈ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವೇ?

ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಭೂಮಿ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು. ಇದರ ದಿಶೆಯು ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗಿರುವುದು. ಈ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 4.2

ST-425-10-PHYSICS (K)-9-VOL-1

ಒಂದು ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡೋಣ.

ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್‌ನ್ನು ಕಿಟಿಕಿಯ ಸರಳಿಗೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಕಟ್ಟಿರಿ.

ಅದರ ಕೊಂಡಿಯನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ಎಳೆಯಿರಿ.

- ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಉದ್ದವಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು?

  ಕೈಯು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿಗೆ ಸೆಳೆತವು ಅನುಭವವಾಯಿತಲ್ಲವೇ?
- ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್‌ನ ರೀಡಿಂಗ್ ಎಷ್ಟು?
- ನಾವು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲ ಇದಲ್ಲವೇ?
- ಬಲದ ಯೂನಿಟ್ ಯಾವುದು?

ಚಿತ್ರ 4.3

ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ 100 g ತೂಕದ ಕಲ್ಲನ್ನು ತೂಗಾಡಿಸಿರಿ.

- ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿಗೆ ಸೆಳೆತ ಉಂಟಾಗಲು ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?
- 100 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಕೆಳಭಾಗಕ್ಕೆ ಸೆಳೆದ ಬಲ ಯಾವುದು?
- ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸಿನ ರೀಡಿಂಗ್ ಎಷ್ಟು?

ಇದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಭೂಮಿ ಆಕರ್ಷಿಸಿದ ಬಲವಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ?

ಈ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಯಾವುದನ್ನೆಲ್ಲ ಅವಲಂಬಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ ಎಂದು ನೋಡೋಣ.

100 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ 200 g ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ತೂಕದ ಕಲ್ಲನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿರಿ.

- ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸೆಳೆತ ಬಲವು ಅನುಭವವಾಗಲು ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?
- ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುವಾಗ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲಕ್ಕೆ ಏನು ಸಂಭವಿಸುವುದು?

  ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು/ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು
- ಹಾಗಾದರೆ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಒಂದು ಘಟಕವನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಘಟಕ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮಾತ್ರವಾಗಿರಬಹುದೇ?

ಒಂದು ವಸ್ತು ಭೂಮಿಯ ವಿವಿಧ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವಾಗ ಉಂಟಾದ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ **kg**	ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಇರುವ ಎತ್ತರ **m**	ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ **N**
100	ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ (0)	980
100	1,00,000	950
100	10,00,000	730

ಪಟ್ಟಿ 4.1

ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಬರೆಯಿರಿ.

- 100 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಹೆಚ್ಚು ಅನುಭವವಾದುದು ಎಲ್ಲಿ?

  ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ / 1,00,000 m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ / 1,000,000 m ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ.

- ಭೂಮಿಯಿಂದ ವಸ್ತುವಿಗಿರುವ ದೂರ ಹೆಚ್ಚಾಗುವಾಗ ಭೂಮಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ

  (ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು/ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು)

ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಕುರಿತು ನೀವು ಗಳಿಸಿದ ತಿಳುವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

- ಭೂಮಿ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು.
- ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು.
- ವಸ್ತುವಿಗಿರುವ ದೂರ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು.

ತಾಣು ಪದ್ಮನಾಭನ್ (Thanu Padmanabhan)

ಜೀವಿತಾವಧಿ : 1957 – 2021

ಜನನ ಸ್ಥಳ : ತಿರುವನಂತಪುರ

ತಿರುವನಂತಪುರಂ ಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಬಿ.ಎಸ್.ಸಿ. ಹಾಗೂ ಎಂ.ಎಸ್.ಸಿ. ಯಲ್ಲಿ ಚಿನ್ನದ ಪದಕ ಗಳಿಸಿದ್ದರು. ಕೋಸ್ಮೋಲಜಿ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಎಂಬೀ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಮಹತ್ವದ ಕೊಡುಗೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. ನ್ಯೂಟನನ ಮತ್ತು ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್‌ನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಿಂದ ಭಿನ್ನವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಮಾದರಿಯನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದರು. ಪದ್ಮಶ್ರೀ, ಕೇರಳಶಾಸ್ತ್ರ ಪುರಸ್ಕಾರ ಇತ್ಯಾದಿ ಹಲವಾರು ಪ್ರಶಸ್ತಿಗಳನ್ನು ಅವರು ಗಳಿಸಿದ್ದರು.

ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದು ಭೂಮಿ ಮಾತ್ರವೇ?

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಭರತ ಇಳಿತಗಳ ಕುರಿತು ಕೇಳಿರುವಿರಲ್ಲವೇ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಪ್ರಭಾವವು ಇದು ಉಂಟಾಗಲು ಕಾರಣವಲ್ಲವೇ?

- ಸೂರ್ಯನೂ ಚಂದ್ರನೂ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದಾದರೆ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ನಡುವೆ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಇರುವುದಲ್ಲವೇ?

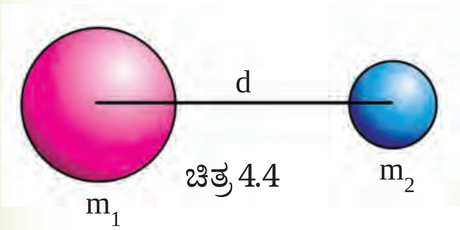
ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ನಿಯಮ (Universal Law of Gravitation)

ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಕುರಿತು ಸಮಗ್ರವಾದ ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದವರು ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್. ಇದು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ನಿಯಮವಾಗಿದೆ.

ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ನಿಯಮ (Universal Law of Gravitation)

ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳೊಳಗಿನ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು (Gravitational force) ಅವುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸಮಾನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ.

m_1, m_2 ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವೆ d ಅಂತರವಿರುವುದಾದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ F ಆಗಿರುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. ಹಾಗಾದರೆ



ಚಿತ್ರ 4.4

$F \propto m_1 \times m_2$ $\qquad$ $F \propto \frac{1}{d^2}$

ಅಥವಾ $\quad F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$

ಅಂದರೆ $\quad \mathbf{F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}}$

PhET→Gravity Force Lab

G ಎಂಬುದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾಗಿದೆ. G ಯ ಬೆಲೆ $6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$ ಆಗಿದೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲೆಡೆ G ಯ ಬೆಲೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದು. ಹೆನ್ರಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಶ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ G ಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

1 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ 1 m ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇರುವಾಗ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಅನುಭವವಾಗುವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲ G newton ಆಗಿರುವುದು.

ನ್ಯೂಟನನ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ 4.2ನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಿ.

ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಿರಿ.

ಕ್ರಮ ಸಂಖ್ಯೆ	ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ **kg**		ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ **m**	ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ **N**
1	5	10	2	$\frac{G \times 10 \times 5}{2^2} = 12.5\,G$
2	10	10	2	G × ---------- = ----------
3	10	30	2	G × ---------- = ----------
4	5	10	4	G × ---------- = ----------
5	5	10	1	G × ---------- = ----------
6	5	10	1/2	G × ---------- = ----------

ಪಟ್ಟಿ 4.2

- ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವ, ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇಮ್ಮಡಿಯಾದಾಗ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಎಷ್ಟು ಪಾಲಾಗುವುದು?
- ಒಂದನೇ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಎರಡು ಪಾಲು ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಮೂರು ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೆ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಎಷ್ಟು ಪಾಲಾಗುವುದು?

- ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಇಮ್ಮಡಿಗೊಳಿಸಿದರೆ ಹೇಗೆ?
- ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ಅರ್ಧದಷ್ಟಾಗಿಸಿದರೆ ಏನಾಗುವುದು?
- ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರವನ್ನು ನಾಲ್ಕನೇ ಒಂದು ಪಾಲಾಗಿಸಿದರೆ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಎಷ್ಟು ಪಾಲಾಗುವುದು?
- 40 kg, 50 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳಿರುವ ಇಬ್ಬರು ಮಕ್ಕಳು 2 m ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇರುವಾಗ ಅವರ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

m_1 = 40 kg m_2 = 50 kg d = 2 m

$$F = G\frac{m_1\, m_2}{d^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 40 \times 50}{(2)^2}\ N$$

$$F = 500 \times 6.67 \times 10^{-11}\ N$$

$$= 3335 \times 10^{-11}\ N$$

$$F = 3.335 \times 10^{3} \times 10^{-11}\ N$$

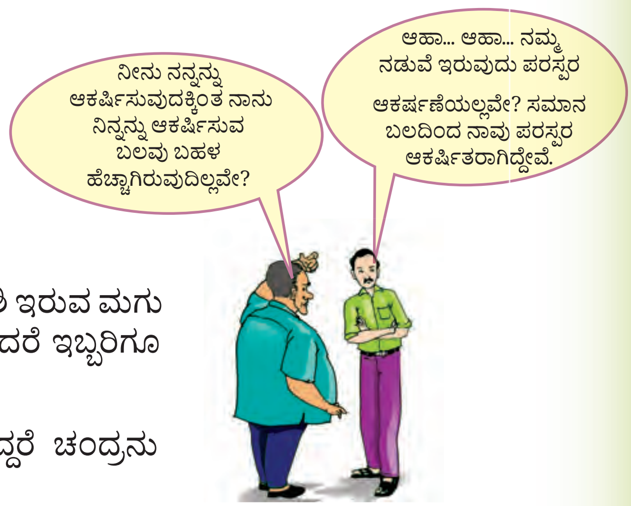
$$F = 3.335 \times 10^{-8}\ N$$

$$F = 0.00000003335\ N$$

ಚಿತ್ರ 4.5

ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಬಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಮಕ್ಕಳ ನಡುವೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಅನುಭವವಾಗಲಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿಯತಲ್ಲವೇ? ಈ ಬಲವು ಘರ್ಷಣಾ ಬಲ, ಕಾಂತೀಯ ಬಲದಂತಹ ಇತರ ಬಲಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಷ್ಟು ಸಣ್ಣದಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ದೈನಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಈ ಬಲವು ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ.

ಇಲ್ಲಿ 40 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಮಗು ಮತ್ತು 50 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಮಗು 3.335×10^{-8} N ಬಲದಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಂದರೆ ಇಬ್ಬರಿಗೂ ಸಮಾನ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಲಭಿಸುವುದು.



ಚಿತ್ರ 4.6

? ಭೂಮಿ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲ F ಆಗಿದ್ದರೆ ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲ ಎಷ್ಟು?
ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದು ತಿಳಿದಿರುವಿರಲ್ಲವೇ. ಹಾಗಾದರೆ ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

(Acceleration due to Gravity)

ತೊಟ್ಟು ಕಳಚಿದ ತೆಂಗಿನಕಾಯಿ ಮರದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದಿಂದಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ? ಭೂಮಿಯು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಅಸಮತೋಲನ ಬಲವು ತೆಂಗಿನಕಾಯಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಕಾರಣ ಅದು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ.
ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎತ್ತರದಿಂದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಿಸಿರಿ.

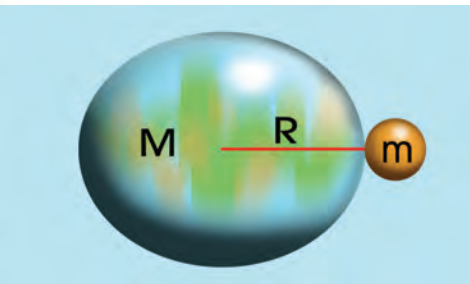
ಚಿತ್ರ 4.7

- ಯಾವುದು ಮೊದಲು ತಲಪಿತು?
- ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗಿರಬಹುದು?

ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ $F = ma$ ಆಗಿರುವುದಲ್ಲವೇ?

F ಎಂಬುದು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ, m ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಆಗಿದ್ದರೆ a ಯು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಲ್ಲವೇ?

ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (acceleration due to gravity) ಎಂದು ತಿಳಿಯಲ್ಪಡುವುದು. ಇದನ್ನು g ಎಂಬ ಅಕ್ಷರದಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುವುದು.



ಚಿತ್ರ 4.8

ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ m, ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ M, ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ R ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಭೂಮಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ

$F = \frac{GMm}{R^2}$ ಆಗಿದೆ.

ಆದರೆ ಚಲನೆಯ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿಗೆ g ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಉಂಟಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಬಲ $F = mg$ ಆಗಿರುವುದಲ್ಲವೇ.

ಅಂದರೆ $mg = \frac{GMm}{R^2}$

$$\mathbf{g = \frac{GM}{R^2}}$$

- g ಯ ಯೂನಿಟ್ ಯಾವುದು?
- ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಒಳಗೊಂಡಿದೆಯೇ?

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಈ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ತಿಳಿಯುವುದಲ್ಲವೇ?

ತೆಂಗಿನ ಮರದಲ್ಲಿರುವ ತೆಂಗಿನಕಾಯಿಗೆ ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರದಿಂದಿರುವ ದೂರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು?

ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗಿರುವ ದೂರದೊಂದಿಗೆ ತೆಂಗಿನ ಮರದ ಎತ್ತರವನ್ನು ಕೂಡಾ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಲ್ಲವೇ? ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸಣ್ಣ ಒಂದು ದೂರವನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸುವಾಗ ದೂರದ ಮೌಲ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾದ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಸಮಾನ ಎತ್ತರದಿಂದ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ವಿಭಿನ್ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ತಲಪಲು ಕಾರಣವೇನೆಂದು ತಿಳಿಯಿತಲ್ಲವೇ?

- ಮಾವಿನ ಮರದಿಂದ ಮಾವು ಮತ್ತು ಎಲೆ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವುದಾದರೆ ಅವುಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ತಲಪಬಹುದೇ? ಕಾರಣವೇನಾಗಿರಬಹುದು?
- ಒಂದು ಕಾಗದದ ತುಂಡು ಮತ್ತು ಒಂದು ನಾಣ್ಯವನ್ನು ಸಮಾನ ಎತ್ತರದಿಂದ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ಬಿಡಿರಿ. ಏನನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡುವಿರಿ?
- ಇದೇ ಕಾಗದವನ್ನು ಮುದುಡಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿರಿ. ಈಗ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಮಾಡಿದಿರಿ?

ಎಲೆ, ಗರಿ, ಕಾಗದ ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಬೀಳಲು ವಾಯು ಬೀರುವ ಪ್ರಭಾವವು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ವಾಯುವನ್ನು ನೀಗಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ನಿಗಮನವು ಸಾಬೀತಾಯಿತು. ಗರಿ ಮತ್ತು ನಾಣ್ಯದ ಪ್ರಯೋಗವು ಅವುಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ.

ಗರಿ ಮತ್ತು ನಾಣ್ಯದ ಪ್ರಯೋಗ (Feather and Coin Experiment)

ಉದ್ದವಾದ ಪಾರದರ್ಶಕ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಾಣ್ಯ ಮತ್ತು ಗರಿಯನ್ನು ಇರಿಸಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಹಿಡಿದು ಥಕ್ಕನೆ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ ಹಿಡಿದಾಗ ನಾಣ್ಯ ಕೆಳಗೆ ತಲಪಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯದ ಬಳಿಕ ಗರಿ ತಲಪುವುದಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಕೊಳವೆಯೊಳಗಿನ ವಾಯುವನ್ನು ನೀಗಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಗರಿ ಮತ್ತು ನಾಣ್ಯಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ತಲಪುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 4.9

ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಗರಿ, ಎಲೆ, ಕಾಗದ ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ನಿಧಾನವಾಗಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುದು ಯಾಕೆಂದು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಲ್ಲವೇ?

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ g ಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯೋಣ.

ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $M = 6 \times 10^{24}$ kg

ತ್ರಿಜ್ಯ $R = 6.4 \times 10^{6}$ m

$$g = \frac{----------}{----------} = \frac{----------}{----------} = 9.8\ m/s^2$$

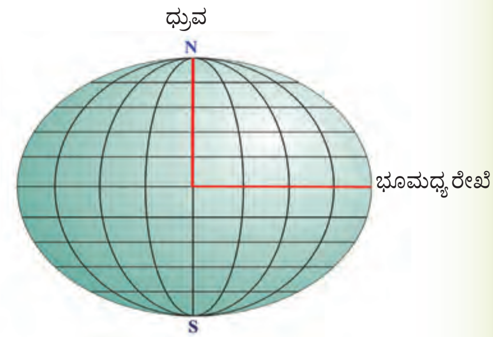
ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಭೂಮಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದೇ?

ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

- ಭೂಮಿ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಗೋಲಾಕಾರದಲ್ಲಿದೆಯೇ?
- ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದಿರುವ ದೂರ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವ ಭಾಗ ಯಾವುದು? (ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶ/ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖಾ ಪ್ರದೇಶ)
- ದೂರ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಭಾಗ ಯಾವುದು?
- ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಮೇಲ್ಮೈಗಿರುವ ದೂರ ಬದಲಾಗುವಾಗ g ಯ ಬೆಲೆಗೆ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದು?

  $g = \frac{GM}{R^2}$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರಿ.
- g ಯ ಬೆಲೆ ಎಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ?

  (ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖಾ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ/ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ)
- ಭೂಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲಗಳು ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ g ಯ ಬೆಲೆ ಎಷ್ಟಾಗಿರಬಹುದು? ಚರ್ಚಿಸಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 4.10

ಭೂಮಧ್ಯರೇಖಾ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ g ಯ ಅಂದಾಜು ಬೆಲೆ $= 9.78\ m/s^2$

ಧ್ರುವಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ g ಯ ಅಂದಾಜು ಬೆಲೆ $= 9.83\ m/s^2$

ಚಿತ್ರ 4.11

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತಿರುವ ವಿಮಾನದ ಯಂತ್ರವು ಕೆಟ್ಟು ಹೋದರೆ ವಿಮಾನವು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಭೂಮಿಯು ವಿಮಾನದ ಕಡೆಗೆ ಏರುವುದಿಲ್ಲವಲ್ಲವೇ. ಕಾರಣವೇನಿರಬಹುದು? ನಾವು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

10000 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಿಮಾನ ಭೂಮಿಯಿಂದ 10 km ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರುವಾಗ ವಿಮಾನ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ನಡುವಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯೋಣ.

$m = 10000\ kg = 10^4\ kg$

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಇರುವ ಎತ್ತರ $d = 10\ km = 10000\ m = 10^4\ m$

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

$$F = \frac{G \times 6 \times 10^{24} kg \times 10^4\ kg}{(6.4 \times 10^6 + 10^4 m)^2}$$

$$= \frac{(6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{28})}{(6.41 \times 10^6)^2} N$$

$$= 97400\ N$$

ಈ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟೆಂದು ನೋಡೋಣ.

$F = mg$

$$g = \frac{F}{m} = \frac{97400}{10000} = 9.74\ m/s^2$$

ಭೂಮಿ ವಿಮಾನದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಷ್ಟೇ ಬಲವನ್ನು ವಿಮಾನ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದಲ್ಲವೇ?

ವಿಮಾನವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯೋಣ.

$$g = \frac{F}{M} = \frac{97400}{6 \times 10^{24}} = 1.6 \times 10^{-20}\ m/s^2 = 0.000000000000000000016\ m/s^2$$

ಭೂಮಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಸೊನ್ನೆಗೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದು. ವಿಮಾನ ಮತ್ತು ಭೂಮಿ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲಗಳು ಸಮಾನವಾಗಿದ್ದರೂ ಭೂಮಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಅನುಭವ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ಉನ್ನತ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಸಮಾನ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವಾಗ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಲಭಿಸುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದು.

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದುಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಬೆಲೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದೇ?

ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

ಚಂದ್ರನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ M = 7.36×10^{22} kg

ಚಂದ್ರನ ತ್ರಿಜ್ಯ R = 1.74×10^{6} m

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$g_{ಚಂದ್ರ} = 1.62\ m/s^2$$

$$\frac{g_{ಚಂದ್ರ}}{g_{ಭೂಮಿ}} = \frac{\text{ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ } g \text{ ಯ ಬೆಲೆ}}{\text{ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ } g \text{ ಯ ಬೆಲೆ}}$$

$$= \frac{.........................}{.........................}$$

$$= ----------------$$

ಅಂದರೆ ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ g ಯ ಬೆಲೆಯು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ g ಯ ಬೆಲೆಯ ಸರಿಸುಮಾರು $\frac{1}{6}$ ಆಗಿದೆ.

ಕೃಷ್ಣಕುಹರ (Blackhole)

ಬೆಳಕಿಗೆ ಕೂಡಾ ಹೊರಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಇರುವ ಪ್ರಪಂಚ ವಸ್ತುವೇ ಕೃಷ್ಣಕುಹರವಾಗಿದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ಅಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್‌ನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಕೃಷ್ಣಕುಹರಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ಕುರಿತು 1916-ರಲ್ಲಿ ಊಹಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಸಾನ್ನಿಧ್ಯದ ಕುರಿತು ಸರಿಯಾದ ಪುರಾವೆಗಳು 2017ರಲ್ಲಿ ಲಭಿಸಿದವು. M 87 ಎಂಬ ಅತೀ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಅಧಿಕ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ಕೃಷ್ಣಕುಹರದ ನೆರಳಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ನಮ್ಮ ಗ್ಯಾಲೆಕ್ಸಿಯಾದ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬೃಹತ್ ಕೃಷ್ಣಕುಹರದ ಕುರಿತು ಸಾಕ್ಷಿಗಳು ಈಗ ಲಭ್ಯವಾಗಿವೆ.

ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಹಲವು ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಮರಣದ ಅಂತಿಮ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕೃಷ್ಣಕುಹರವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಹಲವಾರು ಕೃಷ್ಣಕುಹರಗಳು ಗ್ಯಾಲಕ್ಸಿಗಳಲ್ಲಿ ಇವೆ.

? **10,000 kg** ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ಕೆಟ್ಟುಹೋಗಿ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳತೊಡಗಿತು. ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವೆ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆ ಇದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಿದೆಯಲ್ಲವೇ. ಭೂಮಿಯು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಸಮಾನ ಬಲದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು

ಭೂಮಿಯಿಂದಿರುವ ಎತ್ತರ = **5000 m**, ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ **R = 6.4×10^{6} m**

a) ಉಪಗ್ರಹದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?

b) ಭೂಮಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಎಷ್ಟು?

(ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ = **6×10^{24} kg**)

? **10 kg** ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು **20 m** ಎತ್ತರದಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ,

a) ಅದು ನೆಲಕ್ಕೆ ತಲಪಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ಬೇಕಾಗುವುದು?

b) ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ತಲಪಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ಬೇಕಾಗಬಹುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

$$g_{ಭೂಮಿ} = 10\ m/s^2,\quad g_{ಚಂದ್ರ} = 1.62\ m/s^2$$

? ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲ್ಭಾಗಕ್ಕೆ ಎಸೆಯಲಾಗುವುದು. **6 s** ನಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಲಪಿದರೆ,

a) ಕಲ್ಲಿನ ಆರಂಭದ ವೇಗ ಎಷ್ಟು?

b) ಕಲ್ಲು ಸಂಚರಿಸಿದ ದೂರ ಎಷ್ಟು?

c) **4 s** ನ ಬಳಿಕ ಕಲ್ಲಿನ ಸ್ಥಾನ ಎಲ್ಲಿರಬಹುದು?

ಒಂದು ಗೋಣಿ ಸಿಮೆಂಟಿಗೆ 50 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಭಾರವಿದೆಯೆಂದೂ 50 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇದೆಯೆಂದೂ ನಾವು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಇವೆರಡೂ ಒಂದೇ ಆಗಿದೆಯೇ? ನಾವು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಭಾರ (Mass and Weight)

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ದ್ರವ್ಯದ ಪರಿಮಾಣವು ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಾಗಿದೆಯೆಂದು ಕಲಿತಿರುವಿರಲ್ಲವೇ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಉಪಕರಣ ಯಾವುದು? ಸಾಮಾನ್ಯ ತ್ರಾಸಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗುವುದು. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಯೂನಿಟ್ ಯಾವುದು?

ಸಾಮಾನ್ಯ ತ್ರಾಸ್
ಚಿತ್ರ 4.12 (a)

ಭಾರ ಒಂದು ಬಲವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲವು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವಾಗಿದೆ. ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಇತರ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಲ್ಲಿ (celestial bodies) ಇರುವಾಗ ಅವುಗಳು ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲವು ಅಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ m ಆದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ mg ಆಗಿರುವುದು. ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್, ಪ್ಲಾಟ್ ಫೋರ್ಮ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಭಾರವನ್ನು ಅಳೆಯಲಾಗುವುದು. ಭಾರದ ಯೂನಿಟ್ ನ್ಯೂಟನ್ (N) ಆಗಿದೆ.

ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ವೈಟ್ (kgwt) ಭಾರದ ಮತ್ತೊಂದು ಯೂನಿಟ್ ಆಗಿದೆ. ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ನಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ kgwt ನ್ನು kg ಎಂಬುದಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. 50 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್
ಚಿತ್ರ 4.12 (b)

ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಭಾರ (1 kgwt)

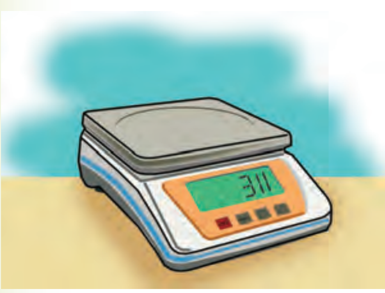
ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾದ ಬಲವು ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಭಾರವಾಗಿದೆ (1 kgwt).

$F = ma = mg$

$1 \text{ kgwt} = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \text{ kgm/s}^2 = 9.8 \text{ N}$ ಅಂದರೆ $1 \text{ kgwt} = 9.8 \text{ N}$.

50 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ $= mg = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 490 \text{ N}$

ಇದು 50 kgwt (ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಭಾರ) ಎಂದು ಹೇಳಲ್ಪಡುವುದು.


ಪ್ಲಾಟ್ ಫೋರ್ಮ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್
ಚಿತ್ರ 4.12 (c)

? 10 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಭಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. ಈ ವಸ್ತುವನ್ನು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿಗೆ ತಲಪಿಸಿದರೆ ಅದರ ಭಾರ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು? ($g_{\text{ಚಂದ್ರ}} = 1.62 \text{ m/s}^2$)

ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರ $= mg = 10 \times 9.8 = 98 \text{ kgm/s}^2 = 98 \text{ N}$

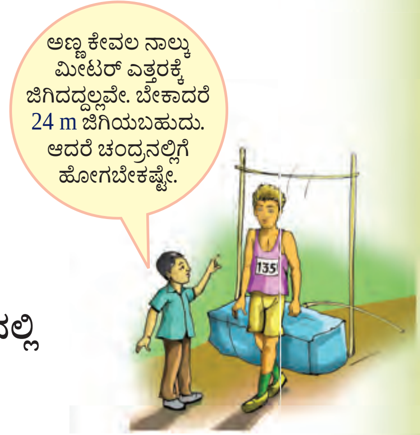
$g_{\text{ಚಂದ್ರ}} = 1.62 \text{ m/s}^2$

ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಭಾರ $= mg_{\text{ಚಂದ್ರ}} = 10 \times 1.62 = 16.2 \text{ N}$

? ಪ್ರಪಂಚದ ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಭಾರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ? ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಭಾರವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ	ಭಾರ
• ಸಾಮಾನ್ಯ ತ್ರಾಸ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅಳೆಯಲಾಗುವುದು. •	• ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅಳೆಯಲಾಗುವುದು. •

ಪಟ್ಟಿ 4.3



ಚಿತ್ರ 4.13

ಕೊಚ್ಚಿಯಿಂದ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಹಡಗಿನಲ್ಲಿ ಹೇರಿ ಕಳುಹಿಸಿದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕೊಚ್ಚಿಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ಅದೇ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ತೂಕ ಮಾಡಿದಾಗ 20 N ಭಾರ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಕಾರಣವೇನಿರಬಹುದು? ಚರ್ಚಿಸಿ ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಭಾರ ಅನುಭವವಾಗುವುದು ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿಯೇ? ಅಥವಾ ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖಾ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿಯೇ? ನಿಮ್ಮ ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.

ಭೂಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

ಒಂದು ವಸ್ತು ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವಾಗ ಅದರ ಭಾರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?

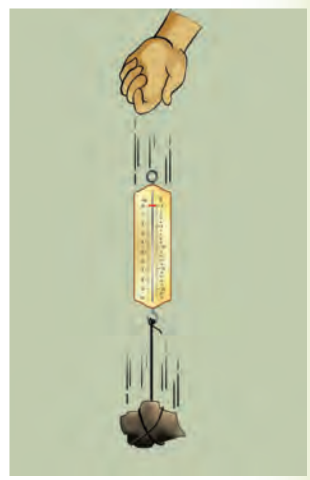
ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನ ಮತ್ತು ಭಾರರಹಿತತನ (Free Fall and Weightlessness)

ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ನಲ್ಲಿ 20 g ತೂಕದ ಕಲ್ಲನ್ನು ತೂಗಾಡಿಸಿ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡು ಥಕ್ಕನೆ ಕೆಳಗೆ ತನ್ನಿರಿ.

- ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರೀಡಿಂಗ್ ನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದು? ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು/ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು.

ಇನ್ನು ಅವುಗಳನ್ನು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ರೀಡಿಂಗ್ ಸೊನ್ನೆಯಾಗುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಲ್ಲವೇ.

> ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಎತ್ತರದಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಯು ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 4.14

ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಪತನಗೊಳ್ಳುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಿರುವಿರಲ್ಲವೇ. ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಬಲವನ್ನು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಒದಗಿಸುವುದು. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಒದಗಿಸುವ ಬಲವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟರೆ ಬಳಿಕ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಭಾರ ಇರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತಲ್ಲವೇ.

ಭಾರರಹಿತತನ ಅನುಭವವಾಗುವ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಯಾವುವು?

- ಸ್ಪೇಸ್ ಸ್ಟೇಶನ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಬರುವ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ
-

ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಪತನಗೊಳ್ಳುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಭಾರರಹಿತತನ ಅನುಭವವಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು? ಸಯನ್ಸ್ ಡೈರಿಯಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿರಿ.

ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನದಲ್ಲಿರುವ ಕಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಯು ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿರುವುದಲ್ಲವೇ? ಆದರೆ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು? ಈ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿರಿ.

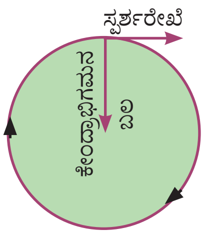
- ಕಲ್ಲನ್ನು ದಾರದಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಿ ತಿರುಗಿಸುವುದು.
-

ಚಿತ್ರ 4.15

ವರ್ತುಲ ಚಲನೆ (Circular Motion)

ದಾರದಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಿದ ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 4.15) ಕಾಣುವಂತೆ ತಿರುಗಿಸಿದರೆ ಕಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಯು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಇರುವುದಲ್ಲವೇ? ಇದು ವರ್ತುಲ ಚಲನೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಕಲ್ಲು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ಸಮಯಾಂತರದಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ದೂರ ಸಂಚರಿಸಿದರೆ ಅದು ಏಕರೀತಿಯ ವರ್ತುಲ ಚಲನೆಯಾಗಿದೆ.

- ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಏಕರೀತಿಯ ಜವವಿರುವುದಾದರೂ ಏಕರೀತಿಯ ವೇಗವಿರುವುದೇ? ಯಾಕೆ?
- ಈ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಬಲ ಅನುಭವವಾಗುವುದೇ?
- ದಾರವನ್ನು ಕೈಯಿಂದ ಬಿಟ್ಟರೆ ಕಲ್ಲು ಯಾವ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದು? ಸ್ಪರ್ಶರೇಖೆಯ ಮೂಲಕ ಆಗಿರುವುದಲ್ಲವೇ (ಚಿತ್ರ 4.16).



ಚಿತ್ರ 4.16

ವೇಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಯ ದರವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ. ವರ್ತುಲ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಾಗಿದೆ (centripetal acceleration). ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಬಲವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲವಾಗಿದೆ (centripetal force). ನಮ್ಮ ಕೈ ಇದನ್ನು ಒದಗಿಸಿದೆಯಲ್ಲವೇ?

- ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವರ್ತುಲ ಚಲನೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ?

ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಸುತ್ತು ಬರುವುದು, ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸುತ್ತಲೂ ಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತು ಬರುವುದು ಮತ್ತು ಭೂಮಿಗೆ ಸುತ್ತಲೂ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತು ಬರುವುದು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲದಿಂದಾಗಿದೆ.

ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ

ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಚಾರ ಪಥ ಸಂಪೂರ್ಣ ವೃತ್ತದ ಬದಲು ಒಂದು ಚಾಪ (arc) ಆಗಿದ್ದರೂ ಅದನ್ನು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿರುವುದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುವುದು.

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲದ ಕೊರತೆಯಿಂದಾಗಿ ತಿರುವಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ವಾಹನಗಳು ತಿರುವಿನ ಹೊರಭಾಗಕ್ಕೆ ಮಗುಚಿ ಬೀಳುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುದು. ವಾಹನದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಜವ ಮತ್ತು ತಿರುವಿನ ವಕ್ರತೆ ಎಂಬಿವುಗಳು ವಾಹನವು ಮಗುಚಿ ಬೀಳಲಿರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತವೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲಕ್ಕೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಚಾರ ಪಥವು ವರ್ತುಲ ಅಥವಾ ವಕ್ರವಾಗಿರುವುದಲ್ಲವೇ.

- ಹಾಗಾದರೆ ಭೂಮಿಗೆ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲ ಎಲ್ಲಿಂದ ಲಭಿಸುವುದು?
- ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವೇ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಮನ ಬಲವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿತಲ್ಲವೇ?

ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನವಯುಗದ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಚಂದ್ರಯಾನ್-3 ಇದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಿ ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿಗೆ ತಲಪಿತಲ್ಲವೇ?

ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲವನ್ನು ಮೀರಿ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಹೋಗಬೇಕಾದರೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಚೈತನ್ಯದ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯಲ್ಲವೇ? ಆದುದರಿಂದ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಡಾವಣೆಗೆ ದೊಡ್ಡ ರೋಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಖರ್ಚುವೆಚ್ಚವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು.

ಚಂದ್ರಯಾನ್ ಉಡಾವಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಹಿರಿಮೆಯಿಂದಾಗಿ ಇತರ ಚಾಂದ್ರ ಯೋಜನೆಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ರೋಕೆಟ್ ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಚಾಂದ್ರಯಾನನ್ನು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿಗೆ ತಲಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಚಂದ್ರನಿಗೆ ತಲಪುವ ಲ್ಯಾಂಡರಿನ ಜವವು ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಜವದ ವರ್ಧನೆಯನ್ನು ಕ್ರಮಾನುಗತವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ ಸೋಫ್ಟ್ ಲ್ಯಾಂಡಿಂಗ್ ನಡೆಸಲಾಯಿತು. ಪಾಠದ ಆರಂಭ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳು ಶ್ಲಾಘಿಸಿರುವುದು ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಹಿರಿಮೆಯನ್ನಾಗಿದೆ.

ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡೋಣ

1. ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಎತ್ತುವುದಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಭಾರಕ್ಕೆ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ? ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.
2. 5 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ನಲ್ಲಿ ತೂಗಾಡಿಸಿ ಭಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ವಸ್ತು ಮತ್ತು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ಬ್ಯಾಲೆನ್ಸನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಿಸಿದರೆ ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಎಷ್ಟಾಗಿರಬಹುದು? ಕಾರಣವೇನು?
3. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿಗೆ ತಲಪಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಭಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೇ? ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.
4. 100 m ಎತ್ತರವಿರುವ ಒಂದು ಟವರಿನ ಮೇಲಿನಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಪತನಗೊಳ್ಳಲು ಬಿಡಲಾಯಿತು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಟವರಿನ ನೇರ ಕೆಳಗೆ ನೆಲದಿಂದ ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವಂತೆ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು 25 m/s ವೇಗದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆಯಲಾಯಿತು. ($g_{ಭೂಮಿ}$ = 10 m/s^2, $g_{ಚಂದ್ರ}$ = 1.62 m/s^2)
   a) ಎಷ್ಟು ಸಮಯದ ಬಳಿಕ ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ?
   b) ನೆಲದಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
   c) ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಜರಗಿಸಿದರೆ ಲಭಿಸಿದ ಉತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗಬಹುದೇ? ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.
5. ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಸರಿಸುಮಾರು $\frac{1}{6}$ ಆಗಿದೆ.
   a) 10 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?
   b) ಈ ವಸ್ತುವನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ತಲಪಿಸಿದರೆ ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಎಷ್ಟು? ಭಾರ ಎಷ್ಟು?
6. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ಭೂಮಿ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು. ಹಾಗಾದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಮಾನ ಎತ್ತರದಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರ ಪತನಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದರೆ,
   a) ಯಾವುದು ಮೊದಲು ನೆಲಕ್ಕೆ ತಲಪುವುದು?
   b) ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.
7. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಭಾರಗಳು ಯಾವೆಲ್ಲ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆಯೆಂದು ವಿವರಿಸಿರಿ.
8. ಒಂದು ಕಲ್ಲು ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರಜನ್ ತುಂಬಿಸಿದ ಬೆಲೂನಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳು ಸಮಾನವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳೆರಡನ್ನೂ ಒಂದೇ ತಲದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದರೆ ಇವೆರಡರ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಆಕರ್ಷಣಾ ಬಲ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದೇ? ಉತ್ತರವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿರಿ.
9. ಎತ್ತರವಿರುವ ಒಂದು ಕಟ್ಟಡದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಬೀಳುವ ಒಂದು ಕಲ್ಲು 2s ನಲ್ಲಿ ನೆಲವನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವುದು. ($g = 9.8\ m/s^2$)
   a) ಕಟ್ಟಡದ ಎತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.
   b) ನೆಲವನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸುವ ಸ್ವಲ್ಪ ಮೊದಲು ಕಲ್ಲಿನ ವೇಗ ಎಷ್ಟಾಗಿರುವುದು?

10. ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವವುಗಳಿಂದ ವರ್ತುಲ ಚಲನೆಗಳಿಗಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿರಿ.
- ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತು ಬರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು
- 100 m ಸ್ಪ್ರಿಂಟ್ ಓಡುವ ಮಗು
- ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸುತ್ತು ಬರುವ ಗ್ರಹಗಳು
- ಒಂದು ರೈಲು ತಿರುವುಗಳಿಲ್ಲದ ರೈಲ್ವೇ ಹಳಿಯ ಮೂಲಕ ಓಡುವುದು.
- ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಚಂದ್ರನ ಪರಿಕ್ರಮಣ ಚಲನೆ.

11. ಭೂಮಿಗಿಂತ ಎರಡು ಪಾಲು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಮೂರು ಪಾಲು ತ್ರಿಜ್ಯವಿರುವ ಒಂದು ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ 10 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಎಷ್ಟಾಗಿರಬಹುದು?

12. ಭೂಮಿಗಿಂತ $\frac{1}{4}$ ತ್ರಿಜ್ಯವಿರುವ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅರ್ಧದಷ್ಟಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಭೂಮಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟು ಪಾಲಾಗಿರಬಹುದು?

a) $\frac{1}{4}$ b) 4 c) $\frac{1}{8}$ d) 8

13. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಪತನಗೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ವಸ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು 50s ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿತು. ಇದೇ ವಸ್ತು ಭೂಮಿಗಿಂತ ಎರಡು ಪಾಲು ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ಎರಡು ಪಾಲು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಮತ್ತೊಂದು ಗೋಳದಲ್ಲಿ ಇದೇ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಲು ಎಷ್ಟು ಸಮಯ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು? (ಉತ್ತರ = $50\sqrt{2}$ s).

14. 100 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರ, ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶ, ಭೂಮಧ್ಯರೇಖಾ ಪ್ರದೇಶ, ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಗುರು ಎಂಬೀ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿರುವ ಭಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ. (ಗುರುವಿನಲ್ಲಿ $g = 23.1\ m/s^2$)

ಮುಂದುವರಿದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು

1. ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಒಂದು ಸ್ಟಿಲ್ ಮೋಡೆಲ್ ತಯಾರಿಸಿ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿರಿ. ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುವ ಚಂದ್ರ, ಒಂದು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನು ಅದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿರಿ.

2. ವಿವಿಧ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ g ಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. 100 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಆ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿರುವ ಭಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಿರಿ.

ಗ್ರಹ	ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ m/s^2 ನಲ್ಲಿ (ಸರಿಸುಮಾರು)	ಭಾರ N
ಭೂಮಿ	9.8	
ಬುಧ	3.7	
ಶುಕ್ರ	8.9	
ಮಂಗಳ	3.7	
ಗುರು	23.1	
ಶನಿ	9.00	
ಯುರೇನಸ್	8.7	
ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್	11.00	

ಪಟ್ಟಿ 4.4

ಭಾರತದ ಸಂವಿಧಾನ

ಭಾಗ IV ಕ

ಕರ್ತವ್ಯಗಳು

51ಕ. **ಮೂಲಭೂತ ಕರ್ತವ್ಯಗಳು – ಈ ಕೆಳಗಿನವುಗಳು ಭಾರತದ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಪೌರನ ಕರ್ತವ್ಯಗಳಾಗಿವೆ.**

(ಕ) ಸಂವಿಧಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದು, ಅದರ ಆದರ್ಶಗಳನ್ನು, ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ರಾಷ್ಟ್ರಧ್ವಜವನ್ನು ಮತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರಗೀತೆಯನ್ನು ಗೌರವಿಸುವುದು;

(ಖ) ನಮ್ಮ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಂಗ್ರಾಮಕ್ಕೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕವಾದ ಉದಾತ್ತ ಆದರ್ಶಗಳನ್ನು ಘೋಷಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅನುಸರಿಸುವುದು.

(ಗ) ಭಾರತದ ಸಾರ್ವಭೌಮತೆಯನ್ನು, ಏಕತೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ಅಖಂಡತೆಯನ್ನು ಗೌರವಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಸಂರಕ್ಷಿಸುವುದು.

(ಘ) ದೇಶವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಮತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರಕ್ಕೆ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಲು ಕರೆ ಬಂದಾಗ ಅದನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದು.

(ಙ) ಧಾರ್ಮಿಕ, ಭಾಷಿಕ ಮತ್ತು ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಅಥವಾ ಜಾತಿ ಪಂಗಡಗಳ ಭಿನ್ನತೆಗಳಿಂದ ಅತೀತವಾಗಿ ಭಾರತದ ಎಲ್ಲ ಜನತೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಮರಸ್ಯವನ್ನು ಮತ್ತು ಭ್ರಾತೃತ್ವದ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಸುವುದು, ಸ್ತ್ರೀಯರ ಗೌರವಕ್ಕೆ ಕುಂದುಂಟುಮಾಡುವ ಆಚರಣೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬಿಡುವುದು.

(ಚ) ನಮ್ಮ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ಭವ್ಯ ಪರಂಪರೆಯನ್ನು ಗೌರವಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಕಾಪಾಡುವುದು.

(ಛ) ಅರಣ್ಯಗಳು, ಸರೋವರಗಳು, ನದಿಗಳು ಮತ್ತು ವನ್ಯಜೀವಿಗಳು ಸೇರಿದಂತೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಪರಿಸರವನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮಾಡುವುದು, ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಅನುಕಂಪ ತೋರಿಸುವುದು.

(ಜ) ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮನೋಭಾವ, ಮಾನವೀಯತೆ, ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ಮತ್ತು ಸುಧಾರಣ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸುವುದು.

(ಝ) ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಸೊತ್ತನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಹಿಂಸೆಯನ್ನು ತ್ಯಜಿಸುವುದು.

(ಞ) ರಾಷ್ಟ್ರವು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಾಧನೆ ಮತ್ತು ಸಿದ್ಧಿಯ ಔನ್ನತ್ಯಕ್ಕೆ ತಲುಪಲು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಹಾಗೂ ಸಾಮಾಜಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಎಲ್ಲ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕವಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸುವುದು.

(ಟ) ಆರರಿಂದ ಹದಿನಾಲ್ಕು ವರ್ಷಗಳ ನಡುವಿನ ತನ್ನ ಮಕ್ಕಳಿಗೋ, ತನ್ನ ರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮಕ್ಕಳಿಗೋ ಆಯಾ ಸಂದರ್ಭಾನುಸಾರ ಹೆತ್ತವರೋ ರಕ್ಷಕರೋ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಕ್ಕಿರುವ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುವುದು.

ಮಕ್ಕಳ ಹಕ್ಕುಗಳು

ಪ್ರೀತಿಯ ಮಕ್ಕಳೇ,

ನಿಮ್ಮ ಹಕ್ಕುಗಳ ಕುರಿತು ತಿಳಿಯಬೇಕಲ್ಲವೇ? ಹಕ್ಕುಗಳ ಕುರಿತಾಗಿರುವ ತಿಳುವಳಿಕೆಯು ನಿಮ್ಮ ಭಾಗವಹಿಸುವಿಕೆ, ಸಂರಕ್ಷಣೆ, ಸಾಮಾಜಿಕ ನ್ಯಾಯ ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನು ಖಾತರಿಪಡಿಸಲು ಪ್ರೇರಣೆಯನ್ನೂ ಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನೂ ನೀಡುತ್ತದೆ. ನಿಮ್ಮ ಹಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲು ಈಗ ಒಂದು ಆಯೋಗವು ಕಾರ್ಯಾಚರಿಸುತ್ತಿದೆ. 'ಕೇರಳ ಪ್ರಾಂತ್ಯ ಮಕ್ಕಳ ಹಕ್ಕು ಸಂರಕ್ಷಣ ಆಯೋಗ' ಎಂದು ಅದರ ಹೆಸರು. ನಿಮ್ಮ ಹಕ್ಕುಗಳು ಯಾವುವು ಎಂದು ನೋಡೋಣ.

- ವಾಕ್ ಮತ್ತು ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ.
- ಜೀವ ಮತ್ತು ವ್ಯಕ್ತಿ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯದ ರಕ್ಷಣೆ.
- ಪರಿಪೂರ್ಣವಾದ ಬದುಕು ಹಾಗೂ ವಿಕಾಸದ ಹಕ್ಕು.
- ಜಾತಿ, ಮತ, ವರ್ಗ, ವರ್ಣ ಎಂಬ ಚಿಂತನೆಗಳನ್ನು ಮೀರಿ ಗೌರವಿಸಲ್ಪಡುವ ಮತ್ತು ಅಂಗೀಕರಿಸಲ್ಪಡುವ ಹಕ್ಕು.
- ದೈಹಿಕ, ಮಾನಸಿಕ ಹಾಗೂ ಲೈಂಗಿಕ ದೌರ್ಜನ್ಯಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯಲೂ ಶುಶ್ರೂಷೆ ಪಡೆಯಲೂ ಇರುವ ಹಕ್ಕು.
- ಬಾಲ ಕಾರ್ಮಿಕತನದಿಂದ ಹಾಗೂ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಕೆಲಸಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆ.
- ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಹಕ್ಕು.
- ಬಾಲ್ಯವಿವಾಹದಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ.
- ವೈಯಕ್ತಿಕ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬದುಕುವ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ.
- ನಿರ್ಲಕ್ಷ್ಯಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗದಂತೆ ಸಂರಕ್ಷಣೆ.
- ಉಚಿತ ಹಾಗೂ ಕಡ್ಡಾಯ ಶಿಕ್ಷಣದ ಹಕ್ಕು.
- ಕಲಿಯಲೂ ಆಟವಾಡಲೂ ಇರುವ ಹಕ್ಕು.
- ಪ್ರೀತಿ ಹಾಗೂ ರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಕುಟುಂಬ ಹಾಗೂ ಸಮಾಜವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಹಕ್ಕು.

ನಿಮ್ಮ ಕೆಲವು ಜವಾಬ್ದಾರಿಗಳು

- ಶಾಲೆ, ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಸೊತ್ತುಗಳನ್ನು ಹಾನಿ ಮಾಡದೆ ರಕ್ಷಿಸುವುದು.
- ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಕಲಿಕಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಶಿಸ್ತು ಪಾಲಿಸುವುದು.
- ಶಾಲಾ ಅಧಿಕಾರಿಗಳನ್ನು, ಅಧ್ಯಾಪಕರನ್ನು, ಹೆತ್ತವರನ್ನು ಹಾಗೂ ಸಹಪಾಠಿಗಳನ್ನು ಗೌರವಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅಂಗೀಕರಿಸುವುದು.
- ಜಾತಿ, ಮತ, ವರ್ಗ, ವರ್ಣ ಇತ್ಯಾದಿ ಚಿಂತನೆಗಳನ್ನು ಮೀರಿ ಇತರರನ್ನು ಗೌರವಿಸಲೂ ಅಂಗೀಕರಿಸಲೂ ಸಿದ್ಧರಾಗುವುದು.

ಸಂಪರ್ಕಿಸಬೇಕಾದ ವಿಳಾಸ

ಕೇರಳ ಪ್ರಾಂತ್ಯ ಮಕ್ಕಳ ಹಕ್ಕು ಸಂರಕ್ಷಣ ಆಯೋಗ

'ಶ್ರೀ ಗಣೇಶ್', ಟಿ.ಸಿ. 14/2036, ವಾನ್ ರೋಸ್ ಜಂಕ್ಷನ್, ತಿರುವನಂತಪುರ-34

ಫೋನ್ : 0471-2326603

E-mail : childrightscpcr@kerala.gov.in, rtecpcr@kerala.gov.in

Website : www.kescpcr.kerala.gov.in.

ಮಕ್ಕಳ ಸಹಾಯವಾಣಿ : 1098, ಅಪರಾಧ ನಿಯಂತ್ರಣ : 1090, ನಿರ್ಭಯ : 1800 425 1400

ಕೇರಳ ಪೋಲೀಸ್ ಸಹಾಯವಾಣಿ : 0471-3243000/44000/45000

Online R.T.E Monitoring : www.nireekshana.org.in