Government of Karnataka

विज्ञान
SCIENCE

9

इयत्ता नववी
NINTH STANDARD

मराठी माध्यम
MARATHI MEDIUM

भाग - 1
Part-1

NOT TO BE REPUBLISHED
@KTBS

विद्यया ऽमृतमश्नुते
एन सी ई आर टी
NCERT
National Council of Educational Research and Training. NCERT Campus
Sri Aurobindo Marg New Delhi 110 016

Karnataka Textbook Society (R.)
6th Cross, Malleshwaram,
Bengaluru - 560 003.

Foreword

The National Curriculum Framework (NCF), 2005, recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change in school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calendar so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development team responsible for this book. We wish to thank the Chairman of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor Rupamanjari Ghosh, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to them and their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairmanship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 December 2005

© NCERT
NOT TO BE REPUBLISHED

Textbook Development Committee

Chairman, Advisory Group for textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, Emeritus Professor, Chairman, Advisory Committee Inter University Centre for Astronomy & Astrophysics (IUCCA), Ganeshbhind, Pune University, Pune

Chief Advisor

Rupamanjari Ghosh, Professor, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi

Members

Anjni Koul, Lecturer, Department of Education in Science and Mathematics (DESM), NCERT, New Delhi

Anupam Pachauri, 1317, Sector 37, Faridabad, Haryana

Anuradha Gulati, TGT, CRPF Public School, Rohini, Delhi

Asfa M. Yasin, Reader, Pandit Sunderlal Sharma Central Institute of Vocational Education, NCERT, Bhopal

Charu Maini, PGT, DAV School, Sector 14, Gurgaon, Haryana

Dinesh Kumar, Reader, DESM, NCERT, New Delhi

Gagan Gupta, Reader, DESM, NCERT, New Delhi

H.L. Satheesh, TGT , DM School, Regional Institute of Education, Mysore

Madhuri Mahapatra, Reader, Regional Institute of Education, Bhubaneswar, Orissa

Puran Chand, Jt. Director, Central Institute of Educational Technology, NCERT, New Delhi

S.C. Jain, Professor, DESM, NCERT, New Delhi

Sujatha G.D., Assistant Mistress, V.V.S. Sardar Patel High School, Rajaji Nagar, Bangalore

S.K. Dash, Reader, DESM, NCERT, New Delhi

Seshu Lavania, Reader, Department of Botany, University of Lucknow, Lucknow

Satyajit Rath, Scientist, National Institute of Immunology, JNU Campus, New Delhi

Sukhvir Singh, Reader, DESM, Regional Institute of Education, Ajmer, Rajasthan

Uma Sudhir, Eklavya, Indore

Member-Coordinator

Brahm Parkash, Professor, DESM, NCERT, New Delhi

© NCERT NOT TO BE REPUBLISHED

Acknowledgements

The National Council of Educational Research and Training is grateful to the members of the Textbook Development Team, whose names are given separately, for their contribution in the development of the Science textbook for Class IX. The Council also gratefully acknowledges the contribution of the participating members of the Review Workshop in the finalisation of the book: P.K. Bhattacharya, Professor, DESM, NCERT; Anita Julka, Reader, DEGSN, NCERT; Tausif Ahmad, PGT, New Era Sr. Sec. School, New Delhi; Samarketu, PGT in Physics, JNV, MESRA, Ranchi; Meenakshi Sharma, PGT in Biology, SVEM, Ankleshwar, Gujarat; Raji Kamlasanan, PGT in Biology, DTEA SNSU School, R.K. Puram, New Delhi; Meenambika Menon, TGT in Science, Cambridge School, Noida; Lalit Gupta, TGT in Science, Govt. Boys Sr. Sec. School No. 2, Uttam Nagar, New Delhi; Manoj Kumar Gupta, Lecturer in Chemistry, Mukherji Memorial Sr. Sec. School, Shahdara, Delhi; Vijay Kumar, Vice-Principal, Govt. Sarvodaya, Co. Edu. Sr. Sec. School, Anand Vihar, Delhi; Kanhaya Lal, Principal (Retd.), Deptt. of Education, GNCT of Delhi, Delhi; K.B. Gupta, Professor (Retd.), NCERT, New Delhi; Kuldeep Singh, TGT in Science, JNV, Meerut; R.A. Goel, Principal (Retd.), Delhi; Sumit Kumar Bhatnagar, Department of Education, GNCT of Delhi, Delhi.

Acknowledgements are due to M. Chandra, Professor and Head, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi for providing all academic and administrative support.

The Council also gratefully acknowledges the support provided by the APC Office of DESM, administrative staff of DESM; Deepak Kapoor, Incharge Computer Centre, DESM; Saima, DTP Operator; Mohd. Qamar Tabrez,

Copy Editor; Mathew John and Randhir Thakur, Proof Readers. The efforts of the Publication Department, NCERT are also highly appreciated.

©KTBS
NOT TO BE REPUBLISHED

ಮುನ್ನುಡಿ

2005ನೇ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ ಮತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪಠ್ಯವಸ್ತುವಿನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ರಚಿತವಾದ ಎನ್.ಸಿ.ಇ.ಆರ್.ಟಿ 9ನೆಯ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ತಮಿಳು ಭಾಷೆಗೆ ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ಅನುವಾದ ಮಾಡಿ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು 2 ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಪ್ರಸ್ತುತ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಲಾಗಿದೆ, ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಒಟ್ಟು 7 ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರತರಲಾಗಿದ್ದು ಇದು NCF-2005ರ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಎಲ್ಲ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

2005ರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವು ಈ ಕೆಳಗಿನ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

* ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಜೀವನದ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಜೋಡಿಸುವುದು.
* ಕಂಠಪಾಠ ವಿಧಾನದಿಂದ ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಮುಕ್ತಗೊಳಿಸುವುದು.
* ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಹೊರತಾಗಿ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಶ್ರೀಮಂತಗೊಳಿಸುವುದು.
* ಜ್ಞಾನದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಕಲಿಕಾ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದು.
* ಭಾರತದ ಪ್ರಜಾಸತ್ತಾತ್ಮಕ ನೀತಿಯನ್ವಯ ಮಕ್ಕಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಸ್ಪಂದಿಸುವುದು.
* ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಇಂದಿನ ಹಾಗೂ ಭವಿಷ್ಯದ ಜೀವನಾವಶ್ಯಕತೆಗಳಿಗೆ ಹೊಂದುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು.
* ವಿಷಯಗಳ ಮೇರೆಗಳನ್ನು ಮೀರಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಮಗ್ರ ದೃಷ್ಟಿಯ ಬೋಧನೆಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸುವುದು.
* ಶಾಲೆಯ ಹೊರಗಿನ ಬದುಕಿಗೆ ಜ್ಞಾನ ಸಂಯೋಜನೆ.
* ಮಕ್ಕಳಿಂದಲೇ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸುವುದು.

9ನೇ ತರಗತಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಅಂತರ್ಗತ ವಿಧಾನ (Integrated Approach), ರಚನಾತ್ಮಕ ವಿಧಾನ (Constructive Approach) ಹಾಗೂ ಸುರುಳಿಯಾಕಾರದ ವಿಧಾನ (Spiral Approach) ಗಳು ಇರುವಂತೆ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಪರಿಷ್ಕರಣೆಯಲ್ಲಿ ವಿಷಯ ಹಾಗೂ ಅಭ್ಯಾಸಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಯೋಚನೆ ಮಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಮೂಲಕ ಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಪಠ್ಯವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಅವಶ್ಯಕ ಜೀವನ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಅಂತರ್ಗತವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ನೂತನ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಪರೀಕ್ಷಾ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ ಅವುಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸರ್ವಾಂಗೀಣ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ವಿಕಸನಕ್ಕೆ ಪೂರಕವಾಗಿವೆ. ತನ್ಮೂಲಕ ಅವರನ್ನು ಸ್ವತಂತ್ರ ಭಾರತದ ಸ್ವಸ್ಥಸಮಾಜದ ಉತ್ತಮ ಪ್ರಜೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆದಿದೆ.

ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನವು ಎಲ್ಲಾ ಹಂತಗಳಲ್ಲೂ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯಕವಾಗಿದೆ. ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ–2005ರಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನವು ಕೆಲವು ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ, ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ತತ್ವಗಳನ್ನು ಸ್ವಾಂಗೀಕರಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಅಂಕಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಜೀವನದ ಸಕಲ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲೂ ಬಳಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡು ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಗಳಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಅದು ಸಹಕಾರಿ ಕಲಿಕೆಗೂ ಪೂರಕವಾಗಿರಬೇಕು.

ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತದ ಹಾಗೂ ವಿಶ್ವದ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕೊಡುಗೆಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. 9ನೇ ತರಗತಿಯ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಶೈಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಪೂರ್ಣವಾಗಿವೆ. ಇತರ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಂತೆಯೇ ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ/ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿಯರಿಗೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹಾಗೂ ಕೌಶಲಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಟ್ಟದ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಸುಧಾರಣೆ ಹಾಗೂ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿರಿಸಿ ನಮ್ಮ ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೂ ಸಹ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಶೈಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿ ಹಾಗೂ ಸ್ಪರ್ಧಾತ್ಮಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ತಮ್ಮ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಮಾಡಲು ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಲಿ ಎನ್ನುವುದೇ ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಆಶಯವಾಗಿದೆ.

2017–18ನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಎಂ. ಜೊಹರಾ ಜಬೀನ್, ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಉರ್ದು ಮತ್ತು ಇತರೆ ಅಲ್ಪಸಂಖ್ಯಾತ ಭಾಷಾ ಶಾಲೆಗಳ ನಿರ್ದೇಶನಾಲಯ, ಆಯುಕ್ತರ ಕಛೇರಿ, ಬೆಂಗಳೂರು. ಇವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಭಾಷಾಂತರ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

2018–19ನೇ ಸಾಲಿಯಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಹಿತ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಎರಡು ಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿ ಒಂದನೇ ಮತ್ತು ಎರಡನೇ ಸಂಕಲನಾತ್ಮಕ ಅವಧಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಪುನರ್‌ಜೋಡನೆ ಮಾಡಿ, ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು, ಚಿತ್ರಗಳು, ವಿಧಗಳು ಅಭ್ಯಾಸಗಳು ಇತ್ಯಾದಿಗಳೆಲ್ಲದರ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಯಥಾಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಮುಂದುವರೆಸಿ ಭಾಗ ಒಂದು ಮತ್ತು ಭಾಗ ಎರಡರಲ್ಲಿನ ಅಧ್ಯಾಯಗಳ ಪುನರ್ ವಿಂಗಡಣೆ ಮಾಡಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ರೋಮನ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿ NCERT ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿನ ಅಧ್ಯಾಯಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಮಾಡಿ ಪರಿವಿಡಿಯಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಶಿಕ್ಷಕರ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಬೋಧನಾ ಅವಧಿಗಳು ಮತ್ತು ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಎರಡೂ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿನ ಅಧ್ಯಾಯಗಳ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಸ್ನೇಹಿ ಹಾಗೂ ಶಿಕ್ಷಕ ಸ್ನೇಹಿಯಾಗಿ ರೂಪಿಸಲು ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಕಲಿಕೆ ಸಂತೋಷದಾಯಕ ಹಾಗೂ ಅರ್ಥಪೂರ್ಣವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವು ಸೂಕ್ತವಾದ ದಾರಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆಯೆಂದು ನಾವು ಭಾವಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ತಮಪಡಿಸಲು ತಜ್ಞರಿಂದ, ಶಿಕ್ಷಕರಿಂದ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಪೋಷಕರಿಂದ ರಚನಾ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಟೀಕೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನಮ್ಮ ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿ ಜಾರಿಗೆ ತರಲು ಅನುಮತಿ, ಸಹಕಾರ ಹಾಗೂ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವನ್ನು ನೀಡಿದ ಎನ್.ಸಿ.ಇ.ಆರ್.ಟಿ ಸಂಸ್ಥೆ ನವದೆಹಲಿ ಹಾಗೂ ಆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೂ ಇಲಾಖೆ ತನ್ನ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತದೆ.

JA. ±. µiÈzÊU0q

ವ್ಯವಸ್ಥಾಪಕ ನಿರ್ದೇಶಕರು

ಕರ್ನಾಟಕ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಸಂಘ, ಬೆಂಗಳೂರು.

NOT TO BE REPUBLISHED

Marathi Translation Committee

Members :

Shri V.N. Patil. A.M
Mahila Vidyalaya High School, Belgaum.

Smt. A.B. Nesarkar (Retd. H.M)
Mahila Vidyalaya High School, Belgaum.

Sri S.S. Navani (Retd. A.M)
B.K.Model High School, Belgaum.

Sri S.V. Bhatkande A.M.
Thalakwadi High School, Tilakwadi, Belgaum

Marathi Review Committee

Sri J.V. Ghadi, H.M.
New Girls High School, Shahapur, Belgaum.

Sri A.V. Patil, A.M.
Marathi Vidyalaya, Vijaypur - 586101

Sri R.D. Gurav, A.M.
V.B.S.S. High School, Atiwad Taluk, Belgaum Dist.

Sugesstions and guidence:

Sri. M.P. Madegowda Managing Director, Karnataka Textbook Society (R.), Bengaluru - 560 003.

Smt M. D. Usha Deputy Director, Karnataka Text Book Society, Bengaluru.

Co-ordinator :

Smt. Leelavathi K. S.
Senior Assistant Director
Karnataka Text Book Society (R.), Bengaluru-560 003.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

अनुक्रमणिका

भाग - 1

C7H5M8

क्र. संख्या	N.C.E.R.T Lesson numbers	पाठ	पृष्ठ संख्या
I	1	आपल्या सभोवतालचे द्रव्य (Matter in our surroundings)	1 - 18
II	2	आपल्या सभोवतालचे द्रव्य शुद्ध आहे ? (Is matter around us pure)	19 - 34
III	5	सजीवांच्या जीवनाचा मूलभूत घटक (The Fundamental Unit of Life)	35 - 52
IV	6	ऊती (Tissues)	53 - 68
V	7	गती (Motion)	69 - 92
VI	8	जोर आणि गतीचे नियम (Force and laws of motion)	93 - 112
		उत्तरे (Answers)	113

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण–1

आपल्या सभोवतालचे द्रव्य

(Matter in our surroundings)

W9M1D7

आपल्या सभोवार नजर फिरविली असता आसमंतात खूप विविध प्रकारच्या आकाराच्या, आकारमानाच्या आणि पोताच्या (texture) वस्तु दिसून येतात. या विश्वात प्रत्येक पदार्थ ज्यापासून बनलेला असतो त्याचे शास्त्रज्ञांनी 'द्रव्य' (matter) असे नामकरण केले. श्वसनासाठी आपण वापरतो ती हवा, आपण खातो ते अन्न, दगड, ढग, वनस्पती आणि प्राणी, अगदी पाण्याचा छोटासा थेंब व वाळूचा कण – प्रत्येक पदार्थ द्रव्य (matter) आहे. सभोवताली नजर फिरविली असता वर नमूद केलेले सर्व पदार्थ जागा व्यापतात व त्यांना वस्तुमान (mass) असते असे दिसून येते. याचाच अर्थ त्यांना वस्तुमान * (mass) आणि आकारमान ** (volume) दोन्ही असतात.

अनादी काळापासून मानव आपल्या सभोवताली असणाऱ्या प्रत्येक घटकाला नीट समजून घेण्याचा प्रयत्न करीत होता. प्राचीन भारतीय तत्ववेत्यानी द्रव्याचे पाच मूलघटकात वर्गीकरण केले. हवा, जमीन (माती), अग्नी, आकाश आणि पाणी हेच ते पंचतत्व आहेत. त्यांच्या मतानुसार सर्व जैविक आणि अजैविक घटक हे या मूलतत्वाने बनलेले आहेत. प्राचीन ग्रीक तत्ववेत्यांनी ही द्रव्याचे असेच वर्गीकरण केले होते.

आधुनिक शास्त्रज्ञांनी द्रव्याचे भौतिक गुणधर्म व रासायनिक स्वरूप यावर आधारित वर्गीकरणाच्या दोन प्रकारच्या पद्धती विकसित केल्या आहेत.

या प्रकरणात द्रव्यांचा त्यांच्या भौतिक गुणधर्मावर आधारित अभ्यास आपण करणार आहोत. द्रव्याच्या रासायनिक पैलूंचा अभ्यास पुढे येणाऱ्या प्रकरणात करु.

1.1 द्रव्याचे भौतिक गुणधर्म

1.1.1 द्रव्य हे अनेक सूक्ष्म कणांनी बनलेले असते.

द्रव्याच्या गुणधर्माविषयी दोन निम्न मतप्रणाली दीर्घकाळापर्यंत अस्तित्वात होत्या. एका मतप्रणालीनुसार द्रव्य हे लाकडाच्या ओंडक्याप्रमाणे सलग व अखंड असते तर वाळू प्रमाणे द्रव्य हे अनेक कणांपासून बनलेले असते असे मत दुसऱ्या प्रणालीचे होते. द्रव्य अखंड असते की कणांनी बनलेले असते हे एका उपक्रमाद्वारे ठरवूया.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

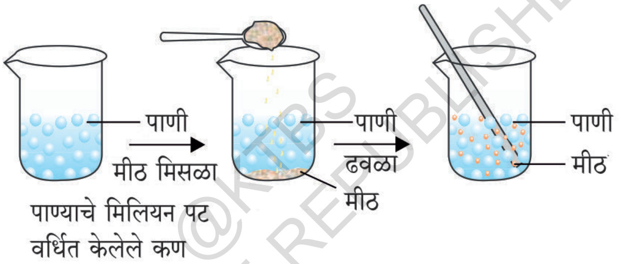
* वस्तुमानाचे (mass) SI पद्धतीतील एकक किलोग्रॅम (Kg) आहे.

** आकारमानाचे (Volume) SI पद्धतीतील एकक घनमीटर (m^3) आहे. आकारमान मापनाचे सामान्य एकक लिटर (L) हे आहे. जसे लिटर (1L) = $1 dm^3$, 1L = 1000 mL, 1 mL = $1 cm^3$

उपक्रम –1.1

- 100 ml चे एक चंचुपात्र घ्या.
- चंचुपात्र पाण्याने निम्मे भरून पाण्याच्या पातळीची खूण करा.
- त्यात थोडे मीठ/साखर घालून काचेच्या कांडीने ढवळून विरघळू द्या.
- पाण्याच्या पातळीत कोणता फरक दिसतो कां ते पहा.
- मिठाचे/साखरेचे काय झाले असावे?
- ते कसे अदृष्य झाले असावे?
- पाण्याची पातळी बदलते कां?

द्रव्य हे कणांनी बनलेले असते या कल्पनेच्या आधारे या सर्व प्रश्नांची उत्तरे देता येतात. चमच्यातील मीठ किंवा साखर पाण्यात सर्वत्र विखूरते. आ. 1.1 मध्ये हे स्पष्ट होते.



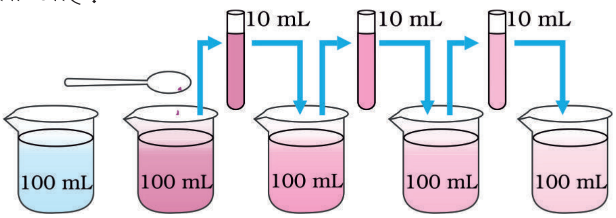
आकृती 1.1 : पाण्यात मीठ विरघळले असता पाण्याच्या कणांच्या दरम्यान मीठाचे कण शिरतात.

NOT TO BE REPUBLISHED © KTBS

1.1.2 द्रव्य कण किती लहान असतात?

उपक्रम –1.2

- पोटॅशियम परमँगनेटचे 2-3 स्फटिक 100 m*l* पाण्यात घालून विरघळवून घ्या.
- या द्रावणातून 10 m*l* द्रावण काढून घ्या व 90 m*l* स्वच्छ पाण्यात ते द्रावण घाला.
- पुन्हा 10 m*l* द्रावण त्यातून काढून घ्या आणि 90 m*l* स्वच्छ पाण्यात ते द्रावण घाला.
- अशीच क्रिया 5 ते 8 वेळा करून पाणी सौम्य (रंगाची तीव्रता कमी) करा.
- पाणी अजून रंगीत आहे?



आकृती 1.2 : द्रव्याच्या सूक्ष्मतेचा अंदाज काढणे. पाणी सौम्य करताना पाण्याचा रंग फिकट (कमी) होत असला तरी रंग जाणवतोच.

हा प्रयोग असे दर्शवितो की पोटॅशियम परमँगनेटचे केवळ कांही स्फटिक मोठ्या घनफळाच्या (सुमारे 1000 L) पाण्याला रंग देऊ शकतात. यावरून पोटॅशियम परमँगनेटच्या एका स्फटिकाचे असंख्य सूक्ष्म कण असतात, ज्यांचे अतिसूक्ष्म कणात विभजन होतच राहते असा निष्कर्ष निघतो.

पोटॅशियम परमँगनेट ऐवजी 2 mL डेटॉल वापरूनही हा उपक्रम करता येतो. वारंवर सौम्य करून देखील त्याचा वास जाणवतच राहतो.

द्रव्याचे कण हे खूप लहान असतात-आपल्या कल्पनेच्या पलीकडे ते सूक्ष्म असतात!!!

1.2 द्रव्याच्या कणांची वैशिष्ट्ये

1.2.1 द्रव्यकणां /दरम्यान मोकळी जागा असते

साखर, मीठ, डेटॉल किंवा पोटॅशियम परमँगनेटचे कण पाण्यात सर्वत्र समानपणे वितरित झाले हे उपक्रम 1.1 आणि 1.2 मधे आपण पाहिले. या प्रमाणेच जेव्हा आपण चहा, कॉफी किंवा लेमोनेड (लिंबुपाणी) बनवितो, एका प्रकारचे कण दुसऱ्या प्रकारच्या कणांच्या दरम्यानच्या मोकळ्या जागेत शिरतात. यावरुन द्रव्य कणां दरम्यान पुरेशी मोकळी जागा असते हे स्पष्ट होते.

1.2.2 द्रव्य कणांची सतत हालचाल होत असते.

उपक्रम –1.3

- तुमच्या वर्गाच्या एका कोपऱ्यात न पेटविलेली अगरबत्ती ठेवा. तिचा वास येण्यासाठी तुम्हाला तिच्या किती जवळ जावे लागेल?
- आता ती अगरबत्ती पेटवा. काय होईल? तिच्या पासून लांब बसून देखील तिचा वास येईल?
- तुमची निरीक्षणे नोंदवा.

उपक्रम –1.4

- पाण्यानी भरलेले दोन काचेचे पेले/चंचुपात्रे घ्या.
- निळ्या किंवा तांबड्या शाईचा एक थेंब काळजीपूर्वक व सावकाश एका चंचुपात्राच्या कडेने आत सोडा आणि याच पद्धतीने दुसऱ्या चंचुपात्रात मधाचा थेंब सोडा.
- तुमच्या घरात किंवा वर्गातच एका कोपऱ्यात कोणताही अडथळा न येईल असे ठेवा.
- तुमची निरीक्षणे नोंदवा.
- शाईचा थेंब सोडल्या क्षणी काय घडले?
- मधाचा थेंब सोडल्यानंतर काय घडले?
- शाईच्या रंगाला पाण्यात सर्वत्र समान पसरण्यास किती तास किंवा दिवस लागतील?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम –1.5

- गरम पाणी असणाऱ्या चंचुपात्रात तसेच थंड पाणी असणाऱ्या चंचुपात्रात कॉपर सल्फेटचा किंवा पोटॅशियम परमँगनेटचा एक एक स्फटिक घाला. पाणी न ढवळता स्फटिकाला तळाशी स्थिर राहू द्या.
- चंचुपात्रातील स्फटिकाच्या किंचित वर तुम्हाला काय आढळेल?
- जस जसा वेळ जाईल तस तसे काय होईल?
- घन आणि द्रवांच्या कणांविषयी काय समजते?
- तापमानाच्या बदलानुसार मिसळण्याच्या क्रियेचा वेग बदलतो? का आणि कसे?

1.3, 1.4 आणि 1.5 या वरील तीन उपक्रमापासून आपण खालील निष्कर्ष काढू शकतो.

द्रव्यकणांची अव्याहतपणे हालचाल होत असते. म्हणजेच त्यांच्यात गतिज उर्जा (Kinetic Energy) असते. तापमानाच्या वाढीबरोबर कणांची वेगाने हालचाल होते. म्हणून आपण असे म्हणू शकतो की तपमानाच्या वाढी बरोबर कणांची गतिज ऊर्जा देखील वाढते.

वरील तिन्ही उपक्रमात आपल्याला असे आढळून येते की द्रव्यकण स्वतःच एकमेकात मिसळतात. द्रव्यकणांच्या दरम्यान असणाऱ्या जागेत शिरुन मिसळण्याची क्रिया करतात. दोन वेगवेगळ्या द्रव्यांच्या द्रव्यकणांची एकमेकात स्वतंत्रपणे मिसळण्याच्या क्रियेला विसरण क्रिया (Diffusion) असे म्हणतात. आपल्याला असेही आढळते की तापविल्याने विसरण क्रियेचा वेग वाढतो. असे का घडत असावे?

1.2.3 द्रव्याचे कण एकमेकाना आकर्षुन घेतात.

उपक्रम –1.6

- शेतात हा खेळ खेळा – चार गट तयार करा व सुचविल्याप्रमाणे मानवी साखळ्या तयार करा.
- पहिल्या गटातील सदस्य एकमेकाना पाठीमागून धरुन इदुमिश्मी नर्तकांप्रमाणे हात घट्ट गुंतवावेत. (आ. 1.3)

आ. 1.3

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- दुसऱ्या गटातील सदस्य एकमेकाचा हात धरून मानवी साखळी तयार करा.
- तिसऱ्या गटातील सदस्य एकमेकाना हाताच्या बोटांच्या अग्राने स्पर्श करुन शृंखला बनवा.
- चौथ्या गटातील सदस्यानी सभोवार पळत जाऊन तिन्ही साखळ्या तोडून शक्य तितके लहान गट बनविण्याचा प्रयत्न करावा.
- कोणती साखळी तोडणे सहज शक्य आहे? कां?
- जर प्रत्येक विद्यार्थ्याला द्रव्यकण असे समजले तर कोणत्या गटातील कण एकमेकाना जास्तीत जास्त जोराने जखडून ठेवतात?

उपक्रम –1.7

- एक लोखंडी खिळा, खडूचा तुकडा आणि एक रबर बँड घ्या.
- हातोडीने ठोकून, कापून, किंवा ताणून तोडण्याचा प्रयत्न करा.
- वरील तीन वस्तुंपैकी कोणत्या वस्तूतील कण एकमेकांना जास्तीत जास्त जोराने एकत्र जखडलेले आहेत?

उपक्रम –1.8

- नळाची तोटी उघडून पडणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहाला बोटाने खंडीत करण्याचा प्रयत्न करा.
- पाण्याची धार खंडीत करु शकलात का?
- पाण्याची धार अखंडीत राहण्यामागील कारण काय?
- वरील तिन्ही उपक्रम (1.6, 1.7 व 1.8) हे सुचवितात की द्रव्य कणादरम्यान एकमेकांना आकर्षित करणारा जोर कार्य करतो. या जोरामुळे सर्वकण एकत्र बांधून ठेवले जातात. हा आकर्षण जोर वेगवेगळ्या पदार्थांमधे वेगवेगळा असतो.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. खालीलपैकी द्रव्य पदार्थ कोणते?

   खुर्ची, हवा, प्रेम, गंध, तिरस्कार, बदाम, विचार, थंडी, शीतपेय, सुगंध/सुवास

2. खालील निरीक्षणांची कारणे द्या.

   गरमागरम स्वादिष्ट अन्नाचा वास अनेक मीटर अंतरावरुन तुमच्या पर्यंत पोहोचतो, पण थंडगार अन्नाचा वास घ्यायला तुम्हाला त्याच्या जवळ जावे लागते.

3. पोहण्याच्या तलावात पाणबुड्या सूर मारुन पाणी कापतो. येथे पाण्याचा कोणता गुणधर्म दिसून येतो?

4. द्रव्य कणांची वैशिष्ट्ये सांगा.

1.3 द्रव्यांच्या अवस्था

तुमच्या सभोवती असणाऱ्या विविध द्रव्यांचे निरीक्षण करा. द्रव्यांच्या वेगवेगळ्या अवस्था कोणत्या? सभोवतालचे द्रव्य हे स्थायू, द्रव आणि वायू या तीन अवस्थेत आढळते. द्रव्यातील कणांच्या वैशिष्ट्यातील फरकामुळे या तीन अवस्था उदभवतात.

आता आपण द्रव्याच्या या तीन अवस्थांच्या गुणधर्मांचा तपशीलवार अभ्यास करू.

1.3.1 स्थायू अवस्था

उपक्रम –1.9

- खालील वस्तू जमा करा– लेखणी (पेन), पुस्तक, सुई आणि लाकडी काठीचा तुकडा.
- प्रत्येक वस्तू वहीतील पानावर ठेवून त्याच्या कडेने पेन्सिल फिरवून त्याचा आकार चित्रित करा.
- या सर्व वस्तूना निश्चित आकार, स्पष्ट सीमा आणि निश्चित आकारमान आहे कां?
- त्याना हातोडीने ठोकले, खेचले किंवा उंचावरून सोडले असता काय होईल?
- या वस्तू एकमेकात फैलावू शकतात कां?
- त्यांच्यावर बाहेरून खूप दाब देऊन संपीडन करण्याचा प्रयत्न करा. असे करू शकाल?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

वरील सर्व स्थायूची उदाहरणे आहेत. या सर्वांना निश्चित आकार, सीमा आणि आकारमान असते. स्थायू बहुतांशी नगण्य असंपीड्य असतात. बाह्य बल लावले असता स्थायूंचा आपला आकार अबाधित राखण्याचा कल असतो. बाह्य बलामुळे स्थायू मोडू शकतात पण आपला आकार बदलत नाहीत. म्हणून स्थायू दृढ असतात.

खालील बाबींचा विचार करा.

(र) रबर बँड ताणला असता आपला आकार बदलू शकेल कां? हा स्थायू आहे?

(ल) साखर आणि मीठाविषयी काय सांगाल? जेव्हा वेगवेगळ्या बरण्यात घातले असता बरणीचा आकार घेतात. हे स्थायू आहेत?

(ल) स्पंज बद्दल काय? हा स्थायू आहे तरी देखील आम्ही तो संपीड्य करतो. का?

वरील सर्व स्थायू आहेत. कारण

- बाह्य बल वापरल्यास रबर बँड आपला आकार बदलतात आणि बल काढून घेतल्यास पुन्हा मूळ आकारात येतात. जर प्रमाणाबाहेर बल लावल्यास ते तुटतात.

- साखरेच्या किंवा मीठाच्या स्फटिकाचा आकार कायम राहतो. त्याला आपल्या हातात घेतले काय, प्लेटमधे ठेवले काय किंवा बरणीत ठेवले काय त्याचा आकार बदलत नाही.
- स्पंजमध्ये सूक्ष्म छिद्रे असतात ज्यात हवा भरलेली असते. जेव्हा आम्ही स्पंजवर दाब दिला जातो तेव्हा त्या छिद्रांतील हवा बाहेर फेकली जाते व आम्ही स्पंज दाबु शकतो.

1.3.2 द्रव अवस्था

उपक्रम –1.10

- खालील पदार्थ जमा करा.
  (र) पाणी, गोडे तेल, दूध, रस, शीतपेय
  (ल) वेगवेगळ्या आकाराच्या बरण्या, प्रयोग शाळेतील मोजपात्र वापरून 50 *ml* ची खूण त्या बरण्यांवर करा.
- जर हे द्रव पदार्थ जमिनीवर सांडले तर काय होईल?
- वरील पैकी कोणत्याही एका द्रव पदार्थाचे 50 *ml* चा वेगवेगळ्या बरण्यांमधे एका नंतर एकात ओतले असता द्रव पदार्थांचे आकारमान समान राहील?
- द्रव पदार्थाचा आकार समान राहील?
- एका बरणीतून द्रव पदार्थ दुसऱ्या बरणीत ओतला असता तो सहजपणे वाहतो?

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आपल्या निर्दर्शनास असे येते की द्रव पदार्थांना निश्चित आकार नसून निश्चित आकारमान असते. ते ज्या भांड्यात असतील त्या भांड्यांचा आकार ते धारण करतात. द्रव पदार्थ प्रवाहित होतात व आपला आकार बदलतात. म्हणून ते दृढ नसून त्याना प्रवाही पदार्थ असे संबोधता येईल.

उपक्रम 1.4 व 1.5 पहा. जेथे द्रव पदार्थ व स्थायू पदार्थ एकामेकात विखुरले गेल्याने द्रव पदार्थ बनतो. वातावरणातील वायू पाण्यात विखुरले आणि विरघळले जातात. हे वायू मुख्यतः ऑक्सिजन व कार्बन डाय ऑक्साईड हे जलचर आणि वनस्पती यांच्या जगण्यासाठी अत्यावश्यक आहेत.

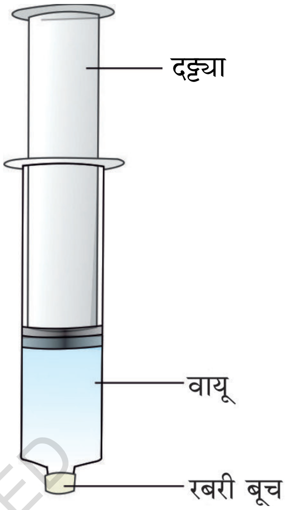
जगण्यासाठी सर्व सजीव श्वसन करतात. जलचर पाण्यात विरघळलेला ऑक्सिजन घेऊन श्वसन करतात. अशा प्रकारे आपण असा निष्कर्ष काढू शकतो की स्थायू, द्रव आणि वायू एकमेकांत फैलावले जाऊन द्रव पदार्थ बनतात.

द्रव पदार्थांचा फैलावण्याचा वेग हा स्थायूंपेक्षा जास्त असतो. द्रव अवस्थेत कणांची मुक्त हालचाल होते व कणांचे एकमेकांमधील अंतर स्थायू अवस्थेच्या तुलनेत अधिक असते हे याचे कारण होय.

1.3.3 वायू अवस्था

एकाच सिलिंडरमधील वायूने असंख्य फुगे भरून विकताना तुम्ही पाहिले असेल. एका सिलिंडरमधील वायूने किती फुगे भरता येतात याची तुम्ही त्यांच्याकडे चौकशी करा. तसेच सिलिंडरमध्ये कोणता वायू आहे याचीही चौकशी करा.

उपक्रम –1.11



आ. 1.4

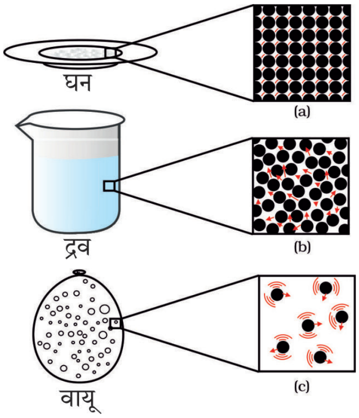
- 100mL च्या तीन पिचकाऱ्या घ्या. आकृती 1.4 मध्ये दर्शविल्या प्रमाणे रबरी बुचाने त्यांचे तोंड बंद करा.
- त्यांच्यातील दट्ट्या काढून घ्या.
- एक पिचकारी तशीच रिकामी सोडा. दुसऱ्या पिचकारीत पाणी भरा तर तिसऱ्यात खडूचे लहान तुकडे भरा.
- पिचकारीत आता परत दट्ट्या घाला. दट्ट्यांना थोडेसे व्हॅसलीन लावा म्हणजे त्याची सुलभपणे हालचाल होईल.
- आता प्रत्येक पिचकारीतील दट्ट्या दाबण्याचा प्रयत्न करा.
- तुम्हाला काय आढळले? कोणत्या पिचकारीतील दट्ट्या सुलभपणे आत ढकलता आला.
- तुमच्या निरीक्षणानुसार कोणता निष्कर्ष काढाल?

आपल्याला स्थायू व द्रवाच्या तुलनेत वायू खूप जास्त संपीडने आहेत असे आढळले आहे. स्वयंपाकासाठी वापरला जाणारा LPG सिलिंडर किंवा इस्पितळातून वापरला जाणारा ऑक्सिजन हे दोन्ही वायू संपिडनाने सिलिंडरमध्ये भरून वितरीत केले जातात. वाहने चालविण्यासाठी आजकाल CNG चा (Natural Compressed Gas) इंधन म्हणून वापर होतो आहे. त्याच्या खूप अधिक संपीडन क्षमतेमुळे छोट्याशा सिलिंडरमधे खूप जास्त प्रमाणातील वायूचे संपीडन करून भरले जाते. सिलिंडरांची विविध ठिकाणी वाहतूक करणे देखील सोयीचे होते.

स्वयंपाक घरात कोणते पदार्थ तयार केले जात आहेत हे प्रत्यक्ष आत न जाता केवळ त्यांच्या वासावरून आपण ओळखू शकतो. हा वास आपल्यापर्यंत कसा येतो? तयार होत असणाऱ्या अन्नाच्या सुवासाचे कण वायूतील कणांशी मिसळून सर्वत्र पसरतात. आपण दूर असतानाही ते आपल्यापर्यंत पोहोचतात. ताज्या गरमागरम अन्न पदार्थाचा वास सेकंदात आपल्यापर्यंत पोहोचतो. याची तुलना स्थायू आणि द्रव यांच्या विसरण वेगाशी करून पहा. कणांची तीव्र गती व कणांमधील भरपूर अंतर यामुळे वायू अति जलद विसरणाचा गुणधर्म इतर पदार्थाशी विसरण होताना दर्शवितात.

वायू स्थितीत कणांची हालचाल खूप अधिक वेगाने सहजगत्या होत असते. यामुळे कण एकमेकांवर आढळतात तसेच ते भांड्यांच्या कडांवरही आदळतात. वायूचा दाब हा वायू ज्यामध्ये साठविला आहे त्या उपकरणाच्या भिंतीवर कणांनी दर एकक क्षेत्रफळावर दिलेला दाब असतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आ. 1.5 : a, b आणि c हे द्रवाच्या तीन स्थितींची योजनेच्या स्वरूपाची वर्धित चित्रे दर्शवितात. द्रव्याच्या तिन्ही स्थितीतील कणांची हालचाल दिसेल. त्याची द्रव्याच्या तिन्ही स्थितींशी तुलना करता येईल.

NOT TO BE REPUBLISHED
©KTBS

प्रश्न :

1. पदार्थांच्या आकारमानाचे प्रति एकक वस्तुमान म्हणजे घनता होय खालील पदार्थ घनतेच्या चढत्या क्रमात लिहा. $\left(\text{घनता (d)} = \dfrac{\text{वस्तुमान (m)}}{\text{आकारमान (v)}}\right)$
   हवा, धुराड्यातून बाहेर पडणारा वायू, मध, पाणी, खडू, कापूस आणि लोखंड.
2. (a) द्रव्यांच्या स्थितींच्या गुणधर्मातील फरक तक्त्यात नमूद करा.
   (b) टिपा लिहा : ताठरपणा (rigidity), संपीडनता (compressibility), प्रवाहीपणा (द्रवत्व) (Fluidity), सिलिंडरमध्ये वायू भरणे, आकार, गतिजन्य ऊर्जा (Kinetic Energy), घनता.
3. कारणे द्या.
   (a) वायू साठविणाऱ्या भांड्यात वायू पूर्णपणे भरून जातो.
   (b) साठविण्याच्या भांड्याच्या भिंतीवर वायू दाब निर्माण करतो.
   (c) लाकडी टेबलाला स्थायू म्हणतात.
   (d) आपण हवेत सहजपणे हात फिरवतो. हीच क्रिया लाकडाच्या ओंडक्यात करण्यास कराटेतज्ञाची आवश्यकता भासते.
4. सामान्यपणे स्थायूंच्या तुलनेत द्रवांची घनता कमी असते. तरी सुद्धा पाण्यावर बर्फ तरंगताना दिसून येतो. असे कां ते काढा?

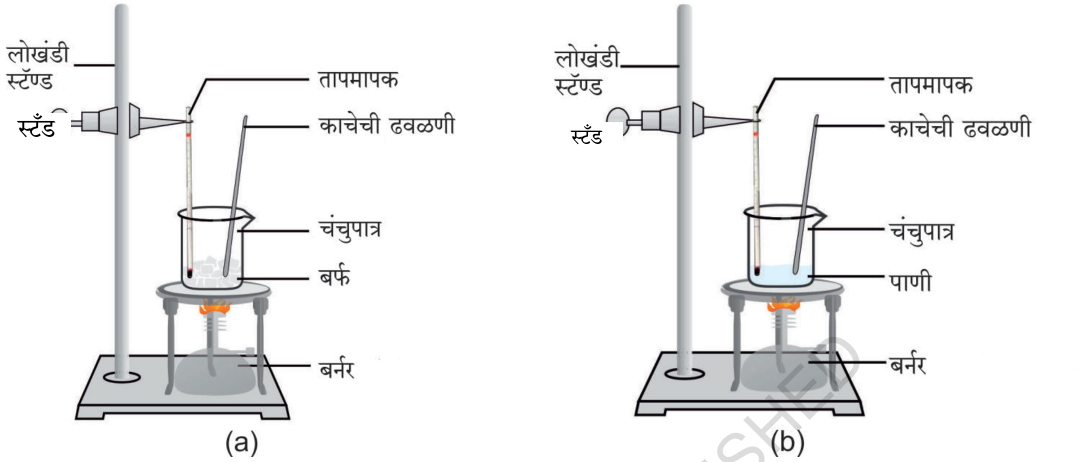
1.4 द्रव्य आपली स्थिती बदलु शकेल का?

पाणी हे द्रव्याच्या तिन्ही स्थितीत असते असे आपल्याला आढळून आले आहे.

- स्थायू – बर्फ
- द्रव – चिरपरिचित असणारे पाणी
- वायू – पाण्याची वाफ

स्थितीत बदल होताना द्रव्यात काय घडते? स्थितीत बदल होताना द्रव्याच्या कणांचे काय होते? हे स्थितीबदल कसे घडतात? या अशा प्रश्नांची आपल्याला उत्तरे हवी आहेत. ना?

1.4.1 तापमानातील बदलाचे परिणाम



आ. 1.6 **(a) बर्फाचे पाण्यात रूपांतर** **(b) पाण्याचे वाफेत रूपांतर**

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 1.12

- एका चंचुपात्रात सुमारे 150 gm बर्फ घ्या आणि त्यात प्रयोगशाळेतील तापमापक लोंबता ठेवा म्हणजे आ. 1.6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तापमापकाचा फुगा सतत बर्फाच्या सानिध्यात राहील.
- चंचुपात्राला मंद आचेवर तापविण्याला सुरुवात करा.
- बर्फ ज्या तापमानाला वितळू लागते त्या तापमानाची नोंद करा.
- पूर्ण बर्फाचे पाण्यात रूपांतर ज्या तापमानाला होते त्याची नोंद करा.
- स्थायूचे द्रवात रूपांतर होताना तुम्ही केलेली निरीक्षणे नोंदवा.
- आता पाण्यात एक काचेची कांडी घालून पाणी मधून मधून ढवळत उकळेपर्यंत तापवा.
- बहुतेक पाण्याचे वाफेत रूपांतर होईपर्यंत तापमापकावर बारीक नजर ठेवा.
- द्रव स्थितीतून पाण्याचे वायू स्थितीत रूपांतर घडताना तुम्ही केलेली निरीक्षणे नोंदवा.

स्थायू पदार्थांच्या तापमानातील वाढीबरोबर कणांची गतिज ऊर्जा देखील वाढते. गतिज ऊर्जेच्या वाढीमुळे पदार्थांचे कण अधिक वेगाने कंप पावू लागतात. उष्णतेने पुरविलेल्या ऊर्जेमुळे कणांमधील आकर्षणावर मात केली जाते. कण आपले निश्चित स्थान सोडून देतात व अधिक मुक्त पणे कंप पावू लागतात. शेवटी स्थायू पदार्थ वितळतात आणि द्रवात रूपांतरीत होतात. वातावरणाच्या दाबाला ज्या तापमानाला स्थायूरूप पदार्थाचे द्रवरूपात रूपांतर होते त्या तापमानाला त्या स्थायू पदार्थाचा 'द्रवणांक' असे म्हणतात.

स्थायू पदार्थाचा द्रवणांक हा कणांमधील आकर्षण बलाचा निर्देशक आहे.

बर्फाचा द्रवणांक 273.15K आहे. वितळण्याची प्रक्रिया म्हणजे स्थायू अवस्थेतून द्रव अवस्थेत जाणे. यालाच 'विलयन' (fusion) असे म्हणतात. **जेव्हा स्थायू वितळतो तेव्हा त्याचे तापमान न बदलता तेच राहते. मग त्याला दिलेली उष्णता ऊर्जा कोठे जाते?**

वितळण्याची प्रक्रिया सुरु असताना तुमच्या लक्षात आलेच असेल की या प्रणालीचे तापमान द्रवणांकाला पोहोचल्यानंतर ती सर्व बर्फ वितळेपर्यंत बदलतच नाही. जरी चंचुपात्र तापविणे सुरु केले म्हणजेच उष्णता ऊर्जा पुरविणे सुरु ठेवले तरी तापमान बदलत नाही. कणांमधील आकर्षण बलावर मात करुन अवस्था बदल घडविण्यासाठी या ऊर्जेचा उपयोग होतो. ही उष्णता ऊर्जा बर्फाकडून शोषून घेतली गेल्याने तापमानात कोणतीच वाढ होत नाही. ही उष्णता ऊर्जा चंचुपात्रातील घटकात गुप्त होते असे समजले जाते म्हणून याला अप्रकट उष्णता (latent heat) असे म्हणतात. अप्रकट या संज्ञेचा अर्थ गुप्त असा आहे. वातावरणाच्या दाबाला त्याच्या द्रवणांकाला 1 kg स्थायू पदार्थाचे द्रव अवस्थेत रूपांतर करण्यास लागणाऱ्या उष्णता ऊर्जेच्या राशीला 'विलयनाची' अप्रकट उष्णता (latent heat of fusion) असे म्हणतात. म्हणून $0^{o}c$ (273K) ला पाण्याच्या कणांची ऊर्जा बर्फाच्या कणांच्या तुलनेत त्याच तापमानाला अधिक असते.

जेव्हा आपण पाण्याला उष्णता ऊर्जा पुरवितो पाण्याचे कण वेगाने कंप पावू लागतात. शेवटी अशी वेळ येते जेव्हा या कंप पावणाऱ्या कणांकडे परस्पराकर्षण बलापासून मुक्त होता येईल इतकी ऊर्जा प्राप्त होते. या तापमानाला द्रव वायूरूपात बदलू लागतो. वातावरणाच्या दाबाला ज्या तापमानाला द्रव उकळू लागतो त्याला उत्कलन बिंदु असे म्हणतात. द्रवातील मोठ्या प्रमाणातील कणांना वाफेच्या अवस्थेत बदलण्यासाठी पुरेशी ऊर्जा प्राप्त झालेली असते. पाण्यासाठी हे तापमान 373 K ($100^{o}c$ = 273 + 100 = 373 K) इतके आहे.

बाष्पीभवनाच्या अप्रकट तापमानाची व्याख्या सांगू शकाल? या अगोदरच्या व्याख्येप्रमाणे ही व्याख्या पण सांगता येईल.

वाफेच्या कणांमधे म्हणजे 373 K ($100^{o}c$) तापमानाच्या जलबाष्पाकडे त्याच तापमानाच्या पाण्यापेक्षा अधिक ऊर्जा असते. कारण वाफेच्या कणांनी बाष्पीभवनाच्या अप्रकट ऊर्जेच्या स्वरूपात अधिक ऊर्जा शोषून घेतलेली असते.

स्थायू अवस्था ⇄ (उष्णता / थंड) द्रव अवस्था ⇄ (उष्णता / थंड) वायू अवस्था

तापमानात बदल करून एका अवस्थेतील द्रव्याचे दुसऱ्या अवस्थेतील द्रव्यात रूपांतर घडविता येते असा निष्कर्ष आपण काढू शकतो.

टीप : तापमानचे SI एकक केल्विन हे आहे. $0^{o}c$ =273.15 K. सोयीसाठी आपण $0^{o}c$=273 K असे समजतो. केल्विन श्रेणीतील तापमानाचे सेल्सियस श्रेणीत रूपांतर करताना दिलेल्या तापमानातून 273 वजा केले पाहिजे. तर सेल्सियस श्रेणीतील तापमानाचे केल्विन श्रेणीत रूपांतर करण्यास दिलेल्या तापमानात 273 मिळविले पाहिजे.

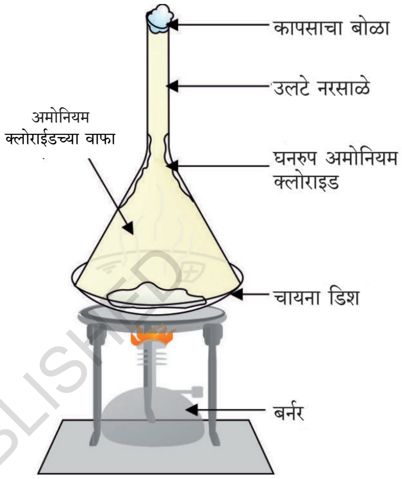
©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आपल्या सभोवतालचे पदार्थ उष्णतेमुळे स्थायू अवस्थेतून द्रवात आणि द्रव अवस्थेतून वायू अवस्थेत रूपांतरीत होतात हे आपण शिकलो आहोत.

पण कांही पदार्थ असे आहेत की जे स्थायू अवस्थेतून द्रवावस्थेत रूपांतर न होता सरळ वायू अवस्थेत रूपांतरीत होतात आणि उलट वायू अवस्थेतून स्थायू अवस्थेत रुपातंरीत होतात आणि उलट पक्षी द्रव अवस्थे व्यतिरीक्त बदल होतात.

उपक्रम –1.13

- थोडा कापूर किंवा अमोनियम क्लोराईडचा चुरा एका चिनी मातीच्या वाटीत घ्या. ती चिरडून घ्या आणि चायना डिशमध्ये ठेवा
- चिनी मातीच्या वाटीवर काचेचे नरसाळे उपडे ठेवा.
- नरसाळ्याच्या नळीचे उघडे टोक कापसाच्या बोळ्याने बंद करा (आ. 1.7 मधे दाखविल्याप्रमाणे)
- आता वाटीला सावकाश उष्णता द्या आणि निरीक्षण करा.
- वरील उपक्रमावरून कोणता निष्कर्ष काढाल.

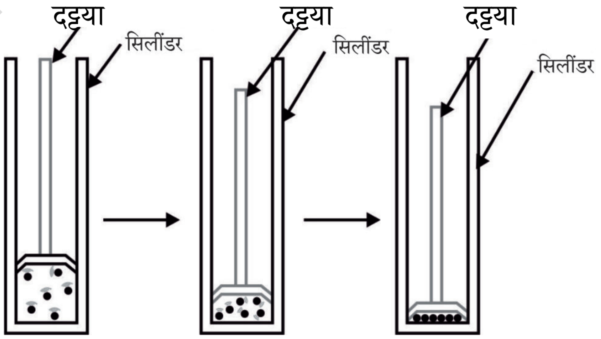


आ. 1.9 : अमोनियम क्लोराईडचे संप्लवन

> स्थायूरूप पदार्थाचे द्रवरूप पदार्थात रूपांतर न होता सरळ वायूरूप पदार्थात होते व उलट अशीच क्रिया होते. याला संप्लवन असे म्हणतात.

1.4.2 दाबाच्या बदलाचा परीणाम

द्रव्याच्या वेगवेगळ्या अवस्थेत असणारा फरक हा त्या अवस्थेतील द्रव्याच्या कणांच्या एकमेकांमधील अंतरातील फरकामुळे असतो हे आपण शिकलो आहोत. आपण सिलींडरमध्ये असणाऱ्या वायूवर दाब देऊन त्याचे संपीडन केले असता काय होईल? कण एकमेकांच्या जास्त जवळ येतील कां? दाब वाढविल्याने वा घटविल्याने द्रव्याची अवस्था बदलु शकेल?



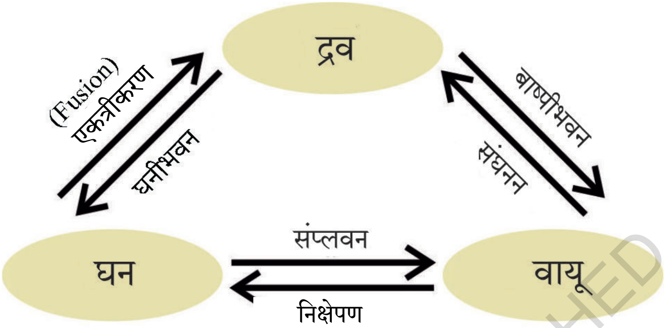
आ. 1.8 : दाब देऊन द्रव्याच्या कणांना एकमेकांजवळ आणता येते.

वायूला दाब देऊन आणि तापमान घटवून त्याचे द्रवरूपात रूपांतर करता येते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

घन कार्बन डाय ऑक्साईड बद्दल तुम्ही ऐकले आहे कां? हा प्रचंड दाबाखाली संग्रहित केला जातो. स्थायू अवस्थेतील CO_2 चे सरळ वायू अवस्थेत रूपांतर होण्यासाठी त्याच्यावरील दाबा वातावरणीय दाबा इतका कमी केला असता तो द्रव अवस्थेत न जाता तो थेट वायू अवस्थेत रूपांतरीत होतो. याच कारणामुळे स्थायू CO_2 ला कोरडा बर्फ असेही संबोधले जाते.

अशारितीने आपण असे म्हणू शकतो की दाब आणि तापमान यामुळे पदार्थाची स्थायू, द्रव किंवा वायू अवस्था ठरते.



आ. 1.9 द्रव्याच्या तीन अवस्थाचे आंतर रूपांतर

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

प्रश्न :

1. खालील तापमानाचे सेल्सियस श्रेणीत रूपांतर करा.
   a) 300 K b) 573 K
2. खालील तापमानाला पाण्याची भौतिक अवस्था कोणती असते?
   a) 250 ^{o}c b) 100 ^{o}c
3. कोणत्याही पदार्थाचे अवस्थांतर होत असताना तापमान स्थिर का राहते?
4. वातावरणातील वायूंचे द्रवीकरण करण्याची एक पद्धत सुचवा.

1.5 बाष्पीभवन

द्रवाची अवस्था बदलण्यासाठी आपल्याला नेहमी त्याला तापविणे किंवा त्यावरील दाब बदलणे आवश्यक आहे कां? उत्कलन बिंदूपर्यंत न तापविता द्रवाचे वाफेत रूपांतर होण्याची दैनंदिन जीवनातील कांही उदाहरणे तुम्ही सांगू शकाल?

जेव्हा पाण्याला न झाकता तसेच उघडे ठेवतो, तेव्हा त्याचे हळुवारपणे वाफेत रुपांतर होते. ओले कपडे वाळतात वरील दोन्ही उदाहरणामध्ये पाण्याबाबत काय घडते?

द्रव्याचे कण सतत कंप पावत असतात, ते कधीच स्थिर नसतात हे आपल्याला माहित आहे. निर्दिष्ट तापमानाला कोणत्याही स्थायू, द्रव किंवा वायू अवस्थेतील पदार्थातील कणांना वेगवेगळी गतिज ऊर्जा प्राप्त झालेली असते. द्रवांच्या बाबतीत पृष्ठभागातील कणांची गतिज ऊर्जा अधिक असल्याने एकमेकातील

आकर्षण बलांवर मात करुन ते त्या अवस्थेतून बाहेर पडणे शक्य होते म्हणून त्यांचे वाफेत रूपांतर घडते. उत्कलन बिंदूपर्यंत न जाता द्रवाचे रूपांतर वाफेत होणाऱ्या या अपूर्व घटनेला बाष्पीभवन असे म्हणतात.

1.5.1 बाष्पीभवनावर परिणाम करणारे घटक

एका उपक्रमाद्वारे हे समजून घेऊ.

उपक्रम –1.14

- एका परीक्षा नळीत 5 mL पाणी घेऊन ती नळी खिडकीजवळ किंवा पंख्याखाली ठेवा.
- एका चिनी मातीच्या बशीत 5 mL पाणी घेऊन ती खिडकीजवळ व पंख्याखाली ठेवा.
- एका चिनी मातीच्या बशीत 5 mL पाणी घेऊन ती कपाटात किंवा वर्गातील शेल्फमध्ये ठेवा.
- सामान्य तापमानाची नोंद ठेवा.
- पाण्याच्या बाष्पीभवनास प्रत्येकाला लागलेला वेळ किंवा दिवस यांची नोंद ठेवा.
- पहिल्या तीन पायऱ्या पावसाच्या दिवशी करून निरीक्षणे नोंदवा.
- तापमानाचा परिणाम, क्षेत्रफळ, वाऱ्याचा वेग यांचा बाष्पीभवनावर होणारा परिणाम या बद्दल कोणता निष्कर्ष काढाल ?

तुमच्या लक्षात आले असेल की बाष्पीभवनाचा दर वाढण्यासाठी खाली दिलेल्या गोष्टी आवश्यक आहेत.

- **पृष्ठभागाच्या क्षेत्रफळात वृद्धी :**
  बाष्पीभवन पृष्ठभागाशी निगडीत असते हे आपल्याला माहित आहे. पृष्ठभागाच्या वृद्धीनुसार बाष्पीभवनाच्या दरात वृद्धी होते. उदा. कपडे वाळत घालताना आपण ते व्यवस्थितपणे पसरून घालतो.

- **तापमानातील वृद्धी :**
  तापमानातील वृद्धीमुळे अधिकाधिक कणांना वाफेत रूपांतरीत होण्यास पुरेशी गतिज ऊर्जा प्राप्त होते.

- **वातावरणातील दमटपणा किंवा आर्द्रतेतील घट :**
  आर्द्रता म्हणजे वातावरणात असणारे पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण होय. निर्दिष्ट तापमानाला आपल्या सभोवतालच्या हवेत ठराविक प्रमाणातच पाण्याची वाफ राहू शकते. आधीच जर वाफेचे प्रमाण अधिक असेल तर बाष्पीभवनाचा वेग कमी होतो.

- **वाऱ्याच्या वेगात वृद्धी :**
  वाहत्या वाऱ्यात कपडे जलद वाळतात हे आपल्याला माहित आहे. वाहत्या वाऱ्यामुळे पाण्याच्या वाफेचे कण वाऱ्याबरोबर दूर जातात म्हणून सभोवतालच्या हवेतील पाण्याचे प्रमाण घटते.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

1.5.2 बाष्पीभवनामुळे थंडावा कसा येतो?

उघड्या भांड्यातील द्रवाचे सतत बाष्पीभवन होत असते. द्रवातील कण सभोवतालच्या हवेतून ऊर्जा शोषून घेऊन बाष्पीभवनात गमावलेली ऊर्जा भरून काढत असतात. सभोवतालच्या हवेतून ऊर्जा शोषली गेल्याने हवा थंड होते. थोडा ॲसिटोन (नेल पॉलिश रिमूव्हर) तुमच्या हाताच्या तळव्यावर ओतल्यास काय होते? त्यातील कण तुमच्या तळव्यातून व सभोवतालच्या हवेतून ऊर्जा शोषून बाष्पीभूत होतात. त्यामुळे हाताचा तळवा थंड लागतो.

कडक उन्हाळ्यात कांही लोक घराच्या छतावर व आसपासच्या जमिनीवर भरपूर पाणी शिंपडतात कारण पाण्याच्या बाष्पीभवनाच्या अप्रकट उष्म्यामुळे तापलेले पृष्ठभाग थंड होतात.

बाष्पीभवनामुळे मिळणाऱ्या थंडाव्याची दैनंदिन जीवनातील आणखी कांही उदाहरणे तुम्ही देऊ शकाल?

उन्हाळ्यात आपण सफेद सुती कपडे का वापरावेत?

उन्हाळ्यात आपल्या शरिर यंत्रणेमुळे आपल्याला भरपूर घाम येऊन शरिर थंड ठेवले जाते. बाष्पीभवन होत असताना पृष्ठभागातील कण सभोवतालातून व आपल्या शरिरातून ऊर्जा मिळवून बाष्पीभूत होतात. बाष्पीभवनाच्या अप्रकट ऊर्जेइतकी ऊर्जा आपल्या शरिराकडून घेतल्याने शरिर थंड राहते. सुती कपडे घाम नीटपणे शोषून घेतात व हवेत त्याचे सुलभ बाष्पीभवन होते.

काचेच्या पेल्यात बर्फासारखे थंड पाणी घेतले असता पेल्याच्या बाहेरील भागावर पाण्याचे थेंब जमा झालेले का दिसतात?

पाणी पिण्याच्या सपाट बुडाच्या भांड्यात बर्फासारखे थंड पाणी घेतले असता त्याच्या बाहेरील बाजूवर पाण्याचे थेंब जमा होताना दिसतात. हवेत असणारी पाण्याची वाफ जेव्हा भांड्याच्या थंड बाह्य पृष्ठभागाच्या सानिध्यात येते तेव्हा ऊर्जा गमावते व पाण्यात रुपांतरीत होते. त्यामुळे तेथे पाण्याचे थेंब जमा झालेले दिसतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. कोरड्या गरम दिवशी डेझर्ट कूलर इतर दिवसापेक्षा छान थंडावा कां देतो?
2. मडक्यातील पाणी उन्हाळ्यात कसे थंड होते?
3. आपल्या हाताच्या तळव्यावर थोडे ॲसिटोन किंवा पेट्रोल किंवा परफ्यूम ओतल्यास आपल्याला थंड का वाटते?
4. कपापेक्षा बशीतून गरम चहा किंवा दूध जलद पिणे का शक्य होते?
5. उन्हाळ्यात कोणत्या प्रकारचे कपडे वापरावेत?

तुम्ही काय शिकला आहात

- द्रव्य सूक्ष्म कणांपासून बनलेले असते.
- आपल्या सभोवार द्रव्य तीन अवस्थेत असते-स्थायू, द्रव आणि वायू
- द्रव्याच्या कणांमधील परस्पराकर्षण स्थायूमध्ये सर्वात अधिक असून द्रवात ते मध्यम आणि वायूमध्ये अगदीच कमी असते.
- परस्पर कणांमधील अंतर आणि कणांची गतीजन्य ऊर्जा स्थायूत अगदी कमी, द्रवात मध्यम आणि वायूत अधिक असते.
- स्थायू पदार्थातील कणांची रचना योग्य प्रकारे सूत्रबद्ध आणि सुव्यवस्थितपणे केलेली असते. द्रवातील कणांचे थर एकमेकांवर घसरू शकतात आणि वायूतील कणांच्या रचनेत कोणतीच सूत्रबद्धता नसून कण हवी तशी वेडेवाकडी हालचाल करीत असतात.
- द्रव्याच्या अवस्था या आंतर परीवर्तनीय असतात. तापमान किंवा दाब बदलून द्रव्याची अवस्था बदलता येते.
- संप्लवन म्हणजे स्थायू अवस्थेतून द्रवावस्था टाळून थेट वायू अवस्थेत रूपांतर होणे होय.
- निक्षेपण म्हणजे वायू अवस्थेतून द्रवावस्था टाळून थेट स्थायू अवस्थेत रूपांतर होणे. उलट अशीच क्रिया घडते.
- उत्कलन ही मोठ्या प्रमाणात घडणारी अपूर्व गोष्ट आहे. द्रवातील मोठ्या प्रमाणात कण वाफेत रूपांतरीत होतात.
- बाष्पीभवन ही पृष्ठभागावर घडणारी प्रक्रिया आहे. पृष्ठभागावरील कण पर्याप्त ऊर्जा शोषण करुन द्रवामधील आकर्षण बल पार करतात आणि द्रवाचे वाफेत रुपांतर होते.
- बाष्पीभवनाचा दर हा द्रवाचा वातावरणात उघडा असणारा पृष्ठभाग, तापमान, आर्द्रता आणि वाऱ्याचा वेग यावर अवलंबून असतो.
- बाष्पीभवनामुळे थंडावा मिळतो.
- बाष्पीभवनाची अप्रकट उष्णता ऊर्जा म्हणजे वातावरणाच्या दाबाला 1 kg द्रवाचे त्याच्या उत्कलन बिंदूत वाफेत रूपांतर करण्यासाठी लागणारी उष्णता उर्जा होय.
- द्रवणांकाला 1 kg स्थायूचे द्रवात रूपांतर करण्यासाठी लागणाऱ्या उष्णता ऊर्जेच्या राशीला विलयननाची अप्रकट उष्णता असे म्हणतात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

लक्षात ठेवण्यासाठी काही मोजता येण्यासारख्या राशी आणि त्यांची एकके

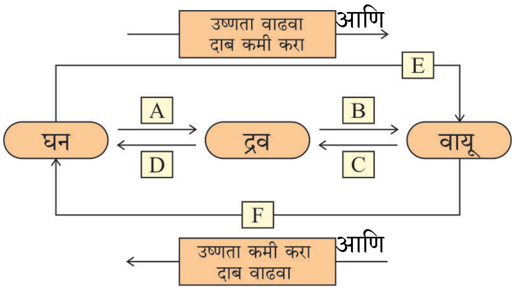
राशी	एकक	चिन्ह
तापमान	केल्विन	K
लांबी	मीटर	m
वस्तुमान	किलोग्रॅम	Kg
वजन	न्यूटन	N
घनफळ	घन मीटर	m^3
घनता	किलोग्रॅम/ घन मीटर	Kg m^{-3}
दाब	पास्कल	Pa

स्वाध्याय

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

1. खालील तापमानांचे सेल्सियस श्रेणीत रूपांतर करा.
   a) 300 K b) 573 K
2. खालील तापमानांचे केल्विन श्रेणीत रूपांतर करा
   a) 25^{o}c b) 373^{o}c
3. खालील घटनांची कारणे द्या
   a) नॅपथॅलीनच्या गोळ्या (डांबर गोळ्या) कालांतराने मागे कांही न शिल्लक राहता अदृष्य होतात.
   b) अत्तराचा सुगंध त्याच्यापासून अनेक मीटर लांब असतानाही येतो.
4. खालील पदार्थांचे त्यातील कणांत असणाऱ्या एकमेकांशी आकर्षण बलांच्या चढत्या क्रमात मांडणी करा – पाणी, साखर, ऑक्सीजन.
5. खालील तापमानाला पाणी कोणत्या भौतिक अवस्थेत असते?
   a) 25^{o}c b) 0^{o}c c) 100^{o}c
6. खालील विधानांच्या समर्थनार्थ दोन कारणे द्या.
   a) खोलीच्या तपमानाला पाणी द्रवरूप असते.
   b) खोलीच्या तपमानाला लोखंडी कपाट स्थायू असते.
7. 273 K तापमानाला पाण्यापेक्षा बर्फ अधिक समर्थपणे थंड का करतो?
8. यापैकी जास्त तीव्र भाजण्याच्या जखमा कोणाच्या
   a) उकळले पाणी b) वाफ

9. अवस्थांतर दर्शविण्याऱ्या खालील आकृतीत A, B, C, D आणि E या ठिकाणी योग्य नामकरण करा.



समूह उपक्रम

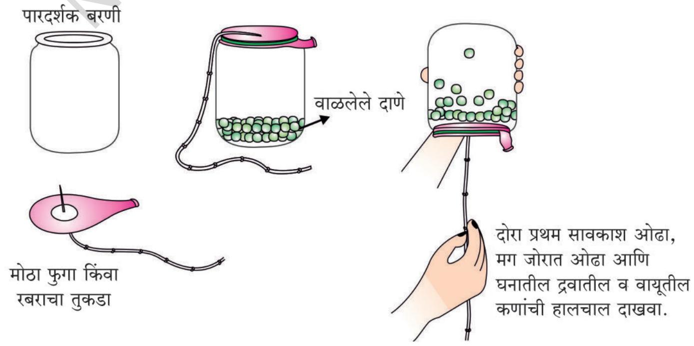
स्थायू, द्रव आणि वायू अवस्थेतील द्रव्यांच्या कणांची हालचाल दर्शविण्यासाठी प्रतिकृती तयार करा.

ही प्रतिकृती तयार करण्यासाठी तुम्हाला खालील गोष्टी लागतील.

- पारदर्शक उभी रूंद तोंडाची बरणी
- मोठा रबरी फुगा किंवा ताणता येणाऱ्या रबराचा तुकडा
- दोरा
- कांही कोंबडीच्या पिलांना टाकले जाणारे वाळलेले हिरवे वाटाणे किंवा हरभरे

कसे तयार कराल?

- दाणे बरणीत घाला.
- रबरी तुकड्याला मधोमध दोरा बांधा व त्यावर चिकट पट्टी चिकटवून घट्ट करा.
- बरणीच्या तोंडावर रबराचा तुकडा ताणून बांधा.
- तुमची प्रतिकृती तयार झाली आहे. आता आपण बोटाच्या साहाय्याने दोरा प्रथम हळुवारपणे खेचा व सोडा नंतर जलद कृती करा.



आ. 1.10 घनाचे द्रवात आणि द्रवाचे वायूत रुपांतरणाची प्रतिकृती

*****

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

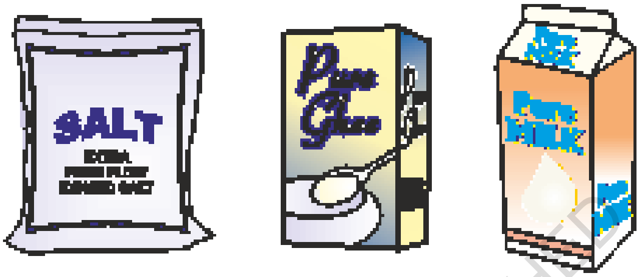
Z8S8J6

प्रकरण–2

आपल्या सभोवतालचे द्रव्य शुद्ध आहे ?

(Is matter around us pure?)

आपण बाजारातून खरेदी करीत असलेले दूध, तूप, लोणी, मीठ, मसाले, बाटलीबंद पिण्याचे पाणी आणि रस यासारखे पदार्थ शुद्ध आहेत का याची शहानिशा कशी करावी?



आ. 2.1 वापरून संपवायचे पदार्थ

वापरून संपवायच्या वस्तुंच्या पाकिटावर 'शुद्ध' (pure) हा शब्द लिहीलेला तुम्ही पाहिलाय कां? सामान्य माणसांसाठी शुद्ध याचा अर्थ भेसळ विरहित. पण शास्त्रज्ञांसाठी हे सर्व पदार्थ प्रत्यक्षात विविध पदार्थांची मिश्रणे आहेत. म्हणून ते शुद्ध नाहीत. उदा. दूध हे प्रत्यक्षात पाणी, वसा, प्रथिने इ.चे मिश्रण आहे. जेव्हा शास्त्रज्ञ काही तरी शुद्ध आहे असे म्हणतात तेव्हा त्याचा अर्थ असा की त्या पदार्थाचे सर्व घटक कणांचे रासायनिक गुणधर्म समान आहेत. शुद्ध पदार्थाचे सर्व कण एकाच प्रकाचे असतात. वेगळ्या शब्दात सांगायचे तर द्रव्याचे एकूलते एक शुद्ध स्वरूप म्हणजे पदार्थ होय.

सभोवार पाहिले असता आपल्या हे लक्षात येते की आपल्या भोवतीचे बहुतेक द्रव्य हे दोन किंवा अधिक शुद्ध घटकांचे बनलेले असते. उदा. समुद्राचे पाणी, खनिजे, माती इ. सर्व मिश्रणेच आहेत.

2.1 मिश्रण म्हणजे काय?

मिश्रण हे एकापेक्षा अधिक द्रव्याच्या शुद्ध प्रकारानी म्हणजे पदार्थांनी बनलेले असतात. त्यालाच पदार्थ असे म्हणतात. कोणत्याही भौतिक क्रियेने पदार्थ द्रव्याच्या दुसऱ्या प्रकारात वेगळा करता येत नाही. पाण्यात विरघळलेल्या मीठाला (सोडियम क्लोराईड) पाण्यापासून बाष्पीभवन या भौतिक क्रियेने वेगळे करता येते हे आपल्याला माहित आहे. पण त्याच्या रासायनिक मूलघटकांना भौतिक क्रियेने वेगळे करता येत नाही. तसेच साखर हा एक पदार्थ आहे. कारण त्यात फक्त एकाच प्रकारचे शुद्ध द्रव्य असून त्याचे संघटन सर्वत्र सारखेच असते. शीतपेये आणि माती हे समांगी पदार्थ नाहीत. पदार्थाचे स्रोत कोणतेही असो त्याचे गुणधर्म समान असतात.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

म्हणून आपण असे म्हणू शकतो की मिश्रणात एकापेक्षा अधिक पदार्थ असतात.

2.1.1 मिश्रणाचे प्रकार

मिश्रण तयार करणाऱ्या घटकांच्या गुणधर्मानुसार आपण वेगवेगळ्या प्रकारची मिश्रणे बनवू शकतो.

उपक्रम 2.1

- वर्ग A, B, C, D या चार गटात विभागा.
- गट A 50 mL पाणी असणारे बकपात्र व एक चमचा कॉपर सल्फेटची पूड घेतो. गट B 50 mL पाणी असणारे चंचुपात्र व दोन चमचे कॉपर सल्फेटची पूड घेतो. गट C आणि D तितक्याच पाण्यात वेगवेगळ्या प्रमाणात कॉपर सल्फेटची पूड, पोटॅशियम परमँगनेट किंवा मीठ घेतील. पूड पाण्यात घालून मिश्रण तयार करतील.
- एक सारखा रंग व पोत यांच्या बद्दलच्या निरीक्षणांचा अहवाल द्या.
- A आणि B गटांकडे जे मिश्रण तयार आहे त्याची सर्वत्र समान रचना किंवा घटना आहे. अशा मिश्रणाला एक संघ किंवा समांगी मिश्रण किंवा द्रावण म्हणतात. अशा मिश्रणांची कांही इतर उदाहरणे- (1) पाण्यात मीठ (2) पाण्यात साखर. दोन्ही गटांच्या द्रवांच्या रंगांची तुलना करा. जरी दोन्ही गटांकडे कॉपर सल्फेटचा द्राव आहे तरी त्यांच्या रंगाच्या गडदपणात भेद आहे. यावरून असे समजते की एकजिनसी मिश्रणाची रचना देखील वैविध्यमय असू शकते.
- गट C आणि D कडेही मिश्रणे आहेत. त्यात भौतिक दृष्ट्या भिन्न भाग असून त्यांची वेगवेगळी रचना आहे. अशा मिश्रणांना 'विषमांगी मिश्रण' म्हणतात. सोडीयम क्लोराईड (मीठ) आणि लोखंडाचा चुरा तसेच मीठ आणि गंधक आणि तेल व पाणी ही विषमांगी मिश्रणांची उदाहरणे आहेत.

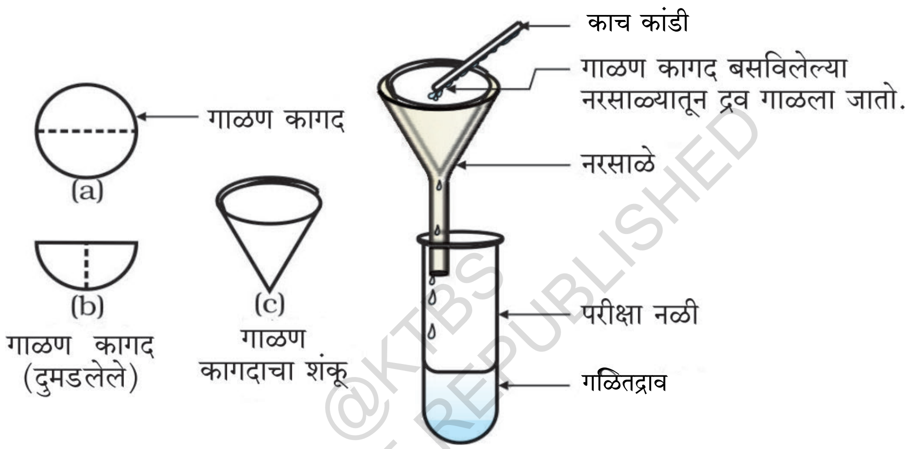
© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 2.2

पुन्हा एकदा वर्ग A, B, C आणि D गटात विभागूया.

- खालील नमुने प्रत्येक गटाना देऊया
  - A गटाला कॉपर सल्फेटचे (मोरचुद) कांही स्फटिक
  - B गटाला एक चमचा भरून कॉपर सल्फेट
  - C गटाला खडूची पूड किंवा गव्हाचे पीठ
  - D गटाला दूधाचे किंवा शाईचे काही थेंब
- प्रत्येक गटाने दिलेला पदार्थ पाण्यात घालून काचेच्या कांडीने व्यवस्थित ढवळा मिश्रणातील कण दिसतात कां?
- विजेरीतून (टॉर्च) प्रकाशाचा झोत मिश्रण असणाऱ्या चंचुपात्राच्या एका बाजूने टाका. विरुद्ध बाजूने पहा. प्रकाशाच्या झोताचा मार्ग दिसत होता?

- कांही मिनिटे मिश्रण तसेच अबाधित ठेवा (आणि मधल्या वेळेत गाळण संचाची जुळवा जुळव करा.) मिश्रण स्थिर आहे की कण थोड्या वेळाने तळाशी जमू लागतात?
- मिश्रण आता गाळून घ्या. गाळण कागदावर कांही अवशेष राहिले काय? परिणामाबद्दल चर्चा करून अभिप्राय द्या.
- गट A आणि B ला द्रावण मिळते.
- गट C ला निलंबन (suspension) मिळते.
- गट D ला कलीली द्रावण मिळते.



आकृती 2.2 गाळण क्रिया

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आता आपण द्रावणे, निलंबने आणि कलीली द्रावणे या बद्दल पुढील भागात अभ्यास करू या.

प्रश्न :

1. पदार्थ म्हणजे काय?
2. समांगी आणि विषमांगी मिश्रणांमधील फरक लिहा.

2.2 द्रावण म्हणजे काय?

दोन किंवा अधिक पदार्थांच्या समांगी मिश्रणास द्रावण म्हणतात. आपल्या दैनंदिन जीवनात अनेक प्रकारची द्रावणे आपल्याला पहायला मिळतात. लेमोनेड (लिंबाचे सरबत), सोडा वॉटर इ. द्रावणांची उदाहरणे आहेत. बहुतेक द्रावण म्हणजे द्रव आणि त्यात स्थायू, द्रव अथवा वायू विरघळलेला असतो अशी आपली धारणा असते. द्रावणातील कण समांगी असतात. उदा. लेमोनेडची चव पूर्ण पेयात एकसारखीच असते. यावरुन साखरेचे किंवा मीठाचे कण सम प्रमाणात सर्वत्र द्रावणात विखूरलेले असतात. हे आपल्या लक्षात येते.

अधिक माहिती : मिश्रधातु (Alloys) : दोन किंवा अधिक धातू किंवा धातू व अधातू यांची मिश्रणे असून कोणत्याही भौतिक पद्धतीने त्याना आपल्या मूळ रूपात वेगळे करता येत नाहीत. असे असले तरी मिश्रधातुना मिश्रणे असेच समजले जाते. कारण घटक द्रव्याचे ते गुणधर्म दाखवितात आणि त्यांचे बदलणारे संघटन असते. उदा. पितळ (Brass) हे सुमारे 30% जस्त आणि 70% तांबे यांचे मिश्रण आहे.

द्राव्य आणि द्रावक असे द्रावणाचे दोन घटक असतात. द्रावणाचा जो घटक दुसऱ्या घटकाला विरघळावतो (बहुधा हा घटक जास्त प्रमाणात असतो) त्याला द्रावक असे म्हणतात. द्रावणाचा जो घटक द्रावकामध्ये विरघळतो (बहुधा हा घटक कमी प्रमाणात असतो) त्यालाच द्राव्य असे म्हणतात.

उदाहरणे :

i) साखरेचे पाण्यातील द्रावण. येथे साखर हे द्राव्य असून पाणी द्रावक आहे.

ii) आयोडीनच्या अल्कोहोलमधील द्रावणाला टिंक्चर ऑफ आयोडीन असे म्हणतात. येथे आयोडीन (स्थायू) द्राव्य असून अल्कोहोल (द्रव) द्रावक आहे.

iii) सोडा वॉटर सारखी कार्बन डायऑक्साईड वायूशी संयोग घडविलेली पेये ही पाण्यात (द्रव) द्रावक आणि कॉर्बन डायऑक्साईड (वायू) द्राव्य आहेत.

iv) वायूचे वायूत मिश्रण म्हणजे हवा होय. हवा हे अनेक वायूंचे समांगी मिश्रण आहे. दोन प्रमुख घटक म्हणजे आक्सीजन (21%) आणि नैट्रोजन (78%) इतर वायू अत्यल्प प्रमाणात असतात.

NOT TO BE REPUBLISHED ©TS

द्रावणाचे गुणधर्म :

- द्रावण हे एक समांगी मिश्रण आहे.
- द्रावणातील कणांचा व्यास 1nm(10^{-9} मीटर) पेक्षा लहान असतो. म्हणून ते नुसत्या डोळ्यांना दिसू शकत नाहीत.
- कणांचा आकार अत्यंत सूक्ष्म असल्याने त्यातून जाणाऱ्या प्रकाश किरणांचे अपस्करण करु शकत नाहीत त्यामुळे द्रावणातून जाणाऱ्या प्रकाशाचा मार्ग दिसू शकत नाही.
- गाळण क्रियेने द्राव्याचे कण द्रावणातून वेगळे करणे शक्य होत नाही. द्रावण अबाधित ठेवले असता द्रव्याचे कण तळाशी बसत नाहीत म्हणजेच द्रावण स्थिर आहे.

2.2.1 द्रावणाची संहती

उपक्रम 2.2 मधे आपण पाहिले की गट A अणि गट B याना वेगवेगळ्या रंगछटांचे द्रावण मिळाले होते. यावरून द्रावणातील द्राव्य आणि द्रावक यांचे तुलनात्मक प्रमाण कमी

जास्त असू शकते याची आपल्याला कल्पना येते. द्रावणात विरघळलेल्या द्राव्याच्या प्रमाणावर द्रावण सौम्य तीव्र किंवा संपृक्त हे सांगता येते. सौम्य आणि तीव्र द्रावण या तुलनात्मक अटी आहेत. उपक्रम 2.2 मध्ये गट A कडे सौम्य द्रावण असून याच्या तुलनेत गट B कडे असणारे द्रावण तीव्र आहे.

उपक्रम 2.3

- दोन वेगवेगळी चंचुपात्रे घेऊन त्यात प्रत्येकी 50 mL पाणी घ्या.
- एका चंचुपात्रात मीठ घाला आणि दुसऱ्या चंचुपात्रात साखर किंवा बेरियम क्लोराईड घालून काचेच्या कांडीने चंचुपात्रात सतत ढवळत रहा.
- जेंव्हा द्राव्य विरघळायचे थांबते तेव्हा चंचुपात्र तापवून त्याचे तापमान 5 ^{o}c ने वाढवा.
- यात पुन्हा अधिक द्राव्य घालणे सुरु करा.
- दिलेल्या तापमानाला पाण्यात विरघळणारे मीठ, साखर किंवा बेरियम क्लोराईड हे समान राशींचे असतात कां ?

दिलेल्या विशिष्ट तापमानाला द्रावणात जितके शक्य आहे तितके द्राव्य विरघळले आहे. अशा द्रावणाला संपृक्त द्रावण असे म्हणतात. म्हणजेच दिलेल्या तापमानाला जेंव्हा एका मर्यादे पलीकडे अधिक द्राव्य विरघळणे अशक्य होते त्या द्रावणाला संपृक्त द्रावण म्हणतात. या तापमानाला संपृक्त द्रावणात असणाऱ्या द्राव्य राशीला त्याची विद्राव्यता असे म्हणतात.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

द्रावणात विरघळलेल्या द्राव्याचे प्रमाण संपृक्तता पातळी पेक्षा कमी असेल तर त्या द्रावणाला असंपृक्त द्रावण असे म्हणतात.

एका विशिष्ट तापमानाला घेतलेल्या संपृक्त द्रावणाला सावकाश थंड केले तर काय होईल ?

वरील उपक्रमावरून असा निष्कर्ष निघतो की समान तापमानाला एकाच द्रावकात विरघळणाऱ्या विविध पदार्थांची विद्राव्यता वेगवेगळी असते.

दिलेल्या घनफळाच्या द्रावकात विरघळलेली द्राव्यराशी म्हणजे द्रावणाची संहती (वस्तुमान किंवा घनफळ) (तीव्रता) होय किंवा द्रावणाची संहती (तीव्रता) म्हणजे ठराविक घनफळाच्या द्रावणात उपलब्ध द्राव्याची राशी.

संहती दर्शविण्याच्या अनेक पद्धती आहेत पण येथे आपण फक्त तीन पद्धती शिकूया.

i) द्रावणाच्या वस्तुमान शेकडेवारीने वस्तुमान $= \dfrac{\text{द्राव्याचे वस्तुमान}}{\text{द्रावणाचे वस्तुमान}} \times 100$

ii) द्रावणाच्या घनफळाची शेकडेवारीने वस्तुमान $= \frac{\text{द्राव्याचे वस्तुमान}}{\text{द्रावणाचे घनफळ}} \times 100$

iii) द्रावणाच्या घनफळाची शेकडेवारीने घनफळ $= \frac{\text{द्राव्याचे घनफळ}}{\text{द्रावणाचे घनफळ}} \times 100$

उदाहरण: 2.1) एका द्रावणात 320 g. पाण्यात 40g मीठ आहे. वस्तुमानाच्या शेकडेवारीने वस्तुमान पद्धतीने द्रावणाची संहती काढा.

उकल :

द्राव्याचे (मीठ) वस्तुमान = 40 gms

द्रावकाचे (पाणी) वस्तुमान = 320 gms

आपणास माहित आहे,

द्रावणाचे वस्तुमान = द्राव्याचे वस्तुमान + द्रावकाचे वस्तुमान

= 40 g + 32 g

= 360 g

द्रावणाच्या वस्तुमानाची शेकडेवारी $= \frac{\text{द्राव्याचे वस्तुमान}}{\text{द्रावणाचे वस्तुमान}} \times 100$

$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

2.2.2 निलंबन म्हणजे काय?

उपक्रम 2.2 मध्ये गट C ला मिळाल्याप्रमाणे विषमांगी प्रणालीचे द्रावण ज्यात स्थायू द्रवात विखूरलेले असतात अशा द्रावणांना निलंबन म्हणतात. निलंबन हे विषमांग मिश्रण आहे. ज्यात द्राव्य कण न विरघळता संपूर्ण माध्यमात निलंबीत राहतात. निलंबनातील कण नुसत्या डोळ्यांना दिसतात.

निलंबनाचे गुणधर्म

- निलंबन हे विषमांगी मिश्रण आहे.
- निलंबनातील कण उघड्या डोळ्यांनी दिसतात.
- निलंबनातील कण त्यातून जाणारी प्रकाश शलाका अपस्करीत करतात आणि त्याचा मार्ग स्पष्ट करतात.

- निलंबन जेंव्हा अबाधित राहते तेव्हा कण खाली जाऊन स्थिरावतात. म्हणजे निलंबन हे अस्थिर असते. गाळण क्रियेने ते वेगळे करता येतात. जेंव्हा कण स्थिरावतात, निलंबन संपते आणि त्यामुळे प्रकाश शलाकेचे अपस्करण होणे थांबते.

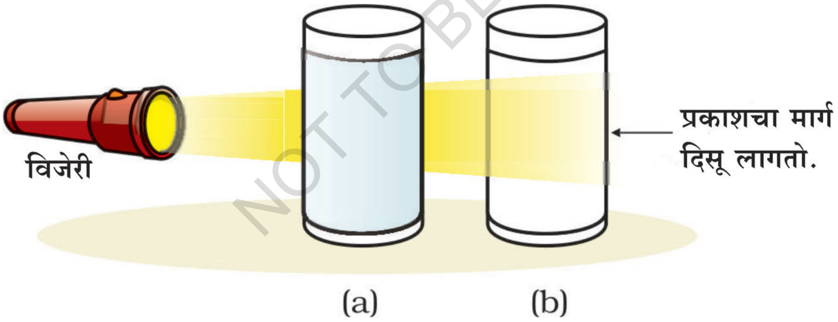
2.2.3 कलिली द्रावण म्हणजे काय?

उपक्रम 2.2 मधील गट D ला प्राप्त झालेले द्रावण हे कलिल किंवा कलिली द्रावण होते. द्रावणात कलिली कण सर्वत्र समान विखूरलेले असतात. निलंबनाच्या तुलनेत कलिली कण आकारात खूपच लहान असल्याने मिश्रण समांग दिसते. पण प्रत्यक्षात कलिली मिश्रण हे विषमांग मिश्रण असते. उदा: दूध.

कलिली कण आकाराने लहान असल्याने उघड्या डोळ्यांनी आपण त्याना पाहू शकत नाही. उपक्रम 2.2 मधे पाहिल्याप्रमाणे दृश्यमान प्रकाश शलाकेचे सहज अपस्करण करु शकतात. या प्रकाश शलाकेचे अपस्करण म्हणजेच टिंडाल परिणाम असे म्हणतात. ज्या शास्त्रज्ञाने हे शोधून काढले त्यांच्या स्मरणार्थ हे नाव देण्यात आले.

जेव्हा प्रकाशाची एक बारीक शलाका लहान छिद्रावाटे खोलीत येते तेव्हा टिंडाल परीणाम पहायला मिळतो. हवेतील धूलीकण व धूराचे कण यामुळे हे अपस्करण घडते.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS



आ.2.3 a) कॉपर सल्फेटचे द्रावण टिंडाल परीणाम दाखवित नाही.
b) पाणी आणि दूधाचे मिश्रण टिंडाल परीणाम दाखवतो.

घनदाट अरण्याच्या छतामधून जेव्हा सूर्यप्रकाश शिरतो तेव्हा टिंडाल परिणाम पहायला मिळतो. अरण्यात धुक्यात पाण्याचे तुषार असतात आणि ते कलिलीचे कार्य करतात आणि हवेत विखुरले जातात.

आ. 2.4 टिंडाल परिणाम

कलिलीचे गुणधर्म

- कलिली हे विषमांग मिश्रण आहे.
- कलिली कणांचे आकारमान खूप लहान असल्याने त्याना नुसत्या डोळ्याने पाहता येत नाहीत.
- त्यातून जाणाऱ्या प्रकाशाचे अपस्करण करण्या इतपत आकारमान असल्याने अपस्करण घडते व त्याचे मार्ग स्पष्ट दिसतो.
- कलिली द्रावण अबाधित ठेवल्यास कलिली तळाशी बसत नाहीत त्यामुळे हे स्थिर द्रावण आहे.
- गाळण क्रियेने त्याना वेगळे करता येत नाही. मात्र केंद्रोत्सारी या विशेष पद्धतीने कलिली कण वेगळे करता येतात. (उपक्रम 2.5 करा)

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

विखुरलेली अवस्था आणि विखुरण्याचे माध्यम हे कलिली द्रावणाचे दोन घटक आहेत. द्राव्यासारखा घटक किंवा कलिलीमध्ये विखूरलेले कण यापासून विखूरलेली अवस्था बनते, ज्या घटकात विखूरलेली अवस्था ही निलंबीत असते त्याला विखूरण्याचे माध्यम म्हणतात. कलिलीचे तत्यांच्या विखूरण्याच्या माध्यमाच्या अवस्थेनुसार (स्थायू, द्रव किंवा वायू) आणि विखूरलेल्या अवस्थेनुसार वर्गीकरण केले जाते. कांही सामान्य उदाहरणे तक्ता 2.1 मध्ये दिली आहेत. या तक्त्यावरून ते सामान्य दैनंदिन जीवनातील आहेत हे लक्षात येईल.

प्रश्न :

1. उदाहरणासह समांग आणि विषमांग मिश्रणातील फरक सांगा.
2. सोल, द्रावण आणि निलंबन हे एकमेकापासून कसे वेगळे आहेत?
3. 293 K तापमानाला 100 g पाण्यात 36 g मीठ विरघळवून संपृक्त द्रावण बनविले असल्यास या तापमानाला त्याची संहती काढा.

तक्ता 2.1 : कलिलीची सामान्य उदाहरणे

विखूरलेली अवस्था	विखूरण्याचे माध्यम	प्रकार	उदाहरणे
द्रव	वायू	एरोसोल	दाट धुके, ढग
स्थायू	वायू	एरोसोल	धूर, वाहनांचा धूर
वायू	द्रव	फेस	दाढीचे क्रीम
द्रव	द्रव	इमल्शन	दुध, फेस क्रीम
स्थायू	द्रव	सोल	मिल्क ऑफ मॅग्नेशिया, चिखल
वायू	स्थायू	फेस	फेस,रबर,स्पाँज, प्युमिस
द्रव	स्थायू	जेल	जेली, चीज, लोणी
स्थायू	स्थायू	स्थायू सोल	रंगीत रत्न, दुधी काच

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

2.3 भौतिक आणि रासायनिक बदल

मागील प्रकरणात आपण द्रव्याच्या भौतिक गुणधर्माबद्दल शिकलो आहोत. रंग, कठीणपणा (काठिण्य), ताठरपणा (कडकपणा), प्रवाहीपणा (द्रवत्व), घनता (सांद्रता), विलयबिंदू, उत्कलन बिंदू इ. भौतिक गुणधर्म आहेत. अवस्थांचे आंतर रूपांतर हे एक भौतिक परीवर्तन आहे कारण हे परीवर्तन पदार्थांच्या रचनेत (संघटनेत) आणि त्याच्या रासायनिक गुणधर्मात बदल न घडता होत असतात. जरी बर्फ, पाणी आणि पाण्याची वाफ हे सर्व वेगवेगळे भौतिक गुणधर्म दाखवत असले तरी त्यांचे रासायनिक दृष्ट्या एकच असतात.

पाणी आणि खाण्याचे तेल द्रव असले तरी त्यांचे रासायनिक गुणधर्म वेगळे असतात. त्यांचा गंध व ज्वालाग्राहीपणा यात फरक असतो. तेल हवेत जळते तर पाणी आग विझवते. तेलाचा हा रासायनिक गुणधर्म त्याला पाण्यापेक्षा वेगळा करतो. ज्वलन हा रासायनिक बदल आहे. ज्वलनाच्या प्रक्रियेत एक पदार्थ दुसऱ्याबरोबर क्रिया करून आपल्या रासायनिक संघटनेत परिवर्तन घडवितो. रासायनिक बदल पदार्थाच्या रासायनिक गुणधर्मात बदल घडवितो व नवीन पदार्थ तयार होतो. रासायनिक बदलाला रासायनिक अभिक्रिया असेही म्हणतात.

मेणबत्तीच्या ज्वलनाचे दोन्ही भौतिक आणि रासायनिक बदल घडतात. यांची तुम्ही तुलना करु शकाल?

प्रश्न :

1. खालील उदाहरणांचे भौतिक बदल किंवा रासायनिक बदलात वर्गीकरण करा.

- झाडांना तोडणे.
- लोणी भांड्यात विरघळणे.
- लोखंडी कपाटाला गंज लागणे.
- पाणी उकळून वाफ बनणे.
- पाण्यातून विद्युत प्रवाह वाहून त्याचे ऑक्सीजन आणि हैड्रोजन वायू यामध्ये विघटन होणे.
- पाण्यात मीठ विरघळणे.
- कच्च्या फळांपासून फ्रुट सॅलड बनविणे आणि
- लाकूड आणि कागद जळणे.

2. आपल्या आसपासच्या पदार्थांचे शुद्ध पदार्थ आणि मिश्रण यामध्ये वर्गीकरण करण्याचा प्रयत्न करा.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

2.4 शुद्ध पदार्थांचे प्रकार कोणते आहेत?

पदार्थांच्या रासायनिक संघटनेनुसार त्यांचे मूलद्रव्ये आणि संयुगे यात वर्गीकरण करता येते.

2.4.1 मूलद्रव्ये

1661 साली मूलद्रव्य ही संज्ञा वापरणारा रॉबर्ट बॉईल हा पहिला शास्त्रज्ञ होता. अँटोनियो लॉरेंट लॅव्हायजिएर (1743–1794) या फ्रान्स मधील रसायन शास्त्रज्ञाने सर्व प्रथम मूलद्रव्याची प्रयोगाद्वारे उपयुक्त व्याख्या प्रतिपादित केली. त्याच्या प्रतिपादनानुसार मूलद्रव्य हे पदार्थाचे मूळ रूप असून रासायनिक क्रियेने त्याचे अन्य साध्या पदार्थात विभजन करता येत नाही.

सामान्यतः मूलद्रव्यांचे धातू, अधातू आणि metalloids (उपधातु) असे वर्गीकरण करता येते. धातू सहसा खाली दिलेले कांही किंवा सर्व गुणधर्म दर्शवितात.

- त्यांना चमक किंवा चकाकी असते.
- त्यांना चंदेरीकरडा किंवा सोनेरी पिवळा रंग असतो.
- ते उष्णता आणि विद्युत यांचे सुवाहक असतात.
- ते तंतुभवनशील असतात. (त्यांच्या तारा काढता येतात)
- ते प्रसरणशील असतात. (ठोकून पत्रा बनविता येतो)
- त्यांचा खणखणीत (गंभीर) आवाज असतो. (आघाताने घंटेसारखा नाद येतो)

धातूची उदाहरणे – सोने, चांदी, तांबे, लोखंड, सोडीयम पोटॅशियम इ. सामान्य तापमानाला (खोलीच्या तापमानाला) पारा हा एकच धातू द्रवरूप असतो.

अधातू सहसा खाली दिलेल्या पैकी कांही किंवा सर्व गुणधर्म दर्शवितात.

- ते विभिन्न रंगाचे असतात.
- उष्णता आणि विद्युताचे ते अवाहक असतात.
- त्याना चकाकी नसते, खणखणीत आवाज नसतो किंवा तंतूभवनशीलही नसतात.

अधातुंची उदाहरणे – हैड्रोजन ऑक्सीजन, आयोडीन, कार्बन (कोळसा, कोक) ब्रोमीन, क्लोरीन इ. कांही मूलद्रव्ये धातू आणि अधातू या दोन्हींच्या दरम्यानचे गुणधर्म दर्शवितात. त्याना उपधातू (metalloids) असे म्हणतात. उदाहरणे–बोरॉन, सिलिकॉन, जर्मेनियम इ.

अधिक माहिती

- आतापर्यंत ज्ञात मूलद्रव्यांची संख्या 100 हून अधिक आहे. यापैकी 92 मूलद्रव्ये ही नैसर्गिकपणे आढळणारी असून बाकीची मानव निर्मित आहेत.
- बहुसंख्य मूलद्रव्ये स्थायू आहेत.
- 11 मूलद्रव्ये ही सामान्य तापमानाला वायू रूपात आढळतात.
- दोन मूलद्रव्ये सामान्य तापमानाला द्रवरूपात आढळतात. (पारा आणि ब्रोमीन)
- गॅलीयम आणि सिसीयम सामान्य तापमानापेक्षा किंचित अधिक तापमानाला (303 K) द्रवरूप होतात.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

2.4.2 संयुगे

संयुग हा असा पदार्थ आहे ज्यामध्ये दोन किंवा अधिक मूलद्रव्यांचे निश्चित प्रमाणात एकमेकाशी रासायनिक पद्धतीने एकत्रीकरण झालेले आहे. जेव्हा दोन किंवा अधिक मूलद्रव्यांचे एकत्रिकरण होते तेव्हा काय प्राप्त होते?

उपक्रम 2.4

- वर्गाचे दोन गट करा. दोन्ही गटांना प्रत्येकी एका चिनी मातीच्या वाटीत 5 gm लोखंडाचा चुरा व 3 gm गंधक द्या.

गट–I

- लोखंडी चुरा व गंधक चिरडून एकत्र करा.

गट–II

लोखंडी चुरा आणि गंधकाला चिरडून मिश्रण तापून लाल होईपर्यंत तापवितात. नंतर तापविणे थांबवून थंड होऊ देतात.

गट I आणि II

- आता प्राप्त केलेल्या पदार्थात चुंबकत्व आहे का ते पाहतात. एक चुंबक त्या पदार्थाजवळ आणून तो चुंबकाकडे आकर्षित होतो का हे पाहतात.
- त्यांच्या कडील पदार्थाचा रंग व पोत यांची तुलना करतात.
- पदार्थाच्या एका भागात कार्बन डायसल्फाईड घालून नीट ढवळून गाळतात.
- पदार्थाच्या दुसऱ्या भागात सौम्य सल्फ्यूरीक आम्ल किंवा सौम्य हैड्रोक्लोरीक आम्ल घालतात. (शिक्षकांच्या देखरेखी खाली ही क्रिया करावी.)
- वरील सर्व क्रिया (लोखंड व गंधक) दोन्ही मूलद्रव्यांसाठी स्वतंत्रपणे करावी.

आता उत्तरे द्या :

- दोन्ही गटांनी प्राप्त केलेले पदार्थ सारखेच दिसतात?
- कोणत्या गटाकडील पदार्थात चुंबकत्वाचा गुणधर्म दिसून येतो?
- प्राप्त पदार्थाचे घटक आपण वेगळे करू शकू?
- सौम्य सल्फ्यूरीक आम्ल किंवा सौम्य हैड्रोक्लोरीक आम्ल घातल्याने दोन्ही गटात वायू निर्माण झालेला दिसला? दोन्ही गटांच्या वायूंचा वास एकच होता की वेगळा?

गट–I ने मिळविलेला वायू हैड्रोजन आहे. तो रंगहीन, वासहीन व ज्वलनशील आहे. वर्गात हैड्रोजन वायूची ज्वलन तपासणे हितकारक नाही.

गट–II ने मिळविलेला वायू हैड्रोजन सल्फाईड आहे. तो रंगहीन वायू असून त्याला कुजक्या अंड्यांचा वास येतो.

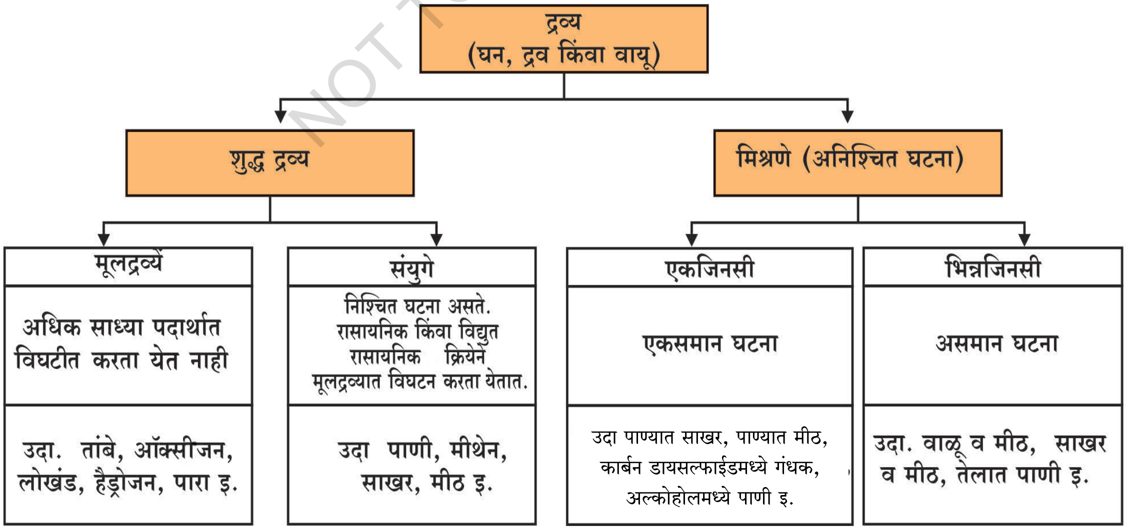
सुरुवातीचे पदार्थ समान असले तरी तुम्ही पाहिले असेल की दोन्ही गटांना मिळालेले उत्पादिते वेगवेगळे गुणधर्म दर्शवितात. गट I ने केलेल्या उपक्रमात भौतिक बदलाचा अंतर्भाव होता मात्र गट II च्या उपक्रमात रासायनिक बदल (रासायनिक अभिक्रिया) घडले आहे.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

तक्ता 2.2 मिश्रणे आणि संयुगे

मिश्रणे	संयुगे
1) मूलद्रव्ये किंवा संयुगे फक्त एकमेकात मिसळतात व मिश्रण तयार होते. नवीन पदार्थ तयार होत नाही.	1) मूलद्रव्यात विक्रिया होऊन नवीन संयुग तयार होते.
2) मिश्रणाचे संघटन परिवर्तनशील असते.	2) प्रत्येक नव्या पदार्थाचे संघटन निश्चित असते.
3) मिश्रण आपल्या घटकांचे गुणधर्म दर्शविते.	3) नवीन पदार्थाचे पूर्णपणे वेगळे गुणधर्म असतात.
4) मिश्रणाचे घटक साध्या भौतिक पद्धतीने वेगळे करता येतात.	4) घटकांना फक्त रासायनिक किंवा विद्युत रासायनिक अभिक्रियेने वेगळे करु शकतो.

- गट I ने मिळवलेले दोन पदार्थांचे मिश्रण आहे. लोखंड व गंधक ही मूलद्रव्ये दिलेली होती.
- मिश्रणाचे आणि त्याच्या घटकांचे गुणधर्म समान आहेत.
- गट II ने मिळविलेली उत्पादिते संयुगे आहेत.
- दोन मूलद्रव्ये खूप तापविली असता आपल्याला संयुग मिळते. त्याचे गुणधर्म मूळ घटकांच्या गुणधर्मापेक्षा पूर्णपणे वेगळे आहेत.
- संयुगाची संघटना ही सर्वत्र समान आहे. तसेच संयुगाचा रंग आणि पोत समान आहेत असेही आढळून येईल. अशा प्रकारे आपण पदार्थांचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म खालीलप्रमाणे लिहू शकतो.



©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही काय शिकलात

- मिश्रणात एका पेक्षा अधिक पदार्थ (मूलद्रव्य आणि/किंवा संयुग) निश्चित प्रमाणात मिसळलेले असतात.
- विभक्तिकरणाच्या योग्य तंत्रांचा उपयोग करून मिश्रणे शुद्ध पदार्थांत विभक्त करू शकतो.
- द्रावण हे दोन किंवा अधिक पदार्थांचे समांग मिश्रण आहे. द्रावणातील प्रमुख घटकाला द्रावक म्हणतात तर दुय्यम घटकाला द्राव्य म्हणतात.
- द्रावणाची तीव्रता (संहती) द्रावणाच्या प्रति एकक घनफळ किंवा प्रति एकक वस्तुमानात असणारे द्राव्य होय?
- जे पदार्थ द्रावकात अविद्राव्य असून ज्यांचे कण डोळ्यांना दिसतात त्याना निलंबन म्हणतात. निलंबन हे विषमांगी मिश्रण आहे.
- कलिली हे विषमांग मिश्रण असून त्यांच्या कणांचा आकार इतका सूक्ष्म असतो की ते डोळ्यांना दिसत नाहीत पण प्रकाशाचे अपस्करण करण्याइतपत मोठे असतात. ते दैनंदिन जीवनात व कारखान्यात उपयुक्त असतात. कणांना विखूरलेली अवस्था आणि ज्या माध्यमात ते विखूरलेले असतात त्याला विखूरण माध्यम म्हणतात.
- शुद्ध पदार्थ मूलद्रव्य किंवा संयुग असू शकते. मूलद्रव्य म्हणजे असे द्रव्य ज्याचे रासायनिक प्रक्रियेने साध्या पदार्थात अपघटन करता येत नाही. दोन किंवा अधिक वेगवेगळ्या प्रकारच्या मूलद्रव्यांच्या विशिष्ट वजनी प्रमाणातील रासायनिक संयोगाने तयार होणाऱ्या पदार्थाला संयुग म्हणतात.
- संयुगाचे गुणधर्म हे त्याच्या घटकांच्या गुणधर्मापेक्षा वेगळे असतात. तर मिश्रण स्वतःमधील मिश्रीत मूलद्रव्यांचे किंवा संयुगांचे गुणधर्म दर्शवितात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्वाध्याय

1. खाली दिलेल्या उदाहरणातील घटक विभक्त करण्यासाठी विभक्तीकरणाच्या कोणत्या तंत्रांचा अवलंब कराल?
   (a) सोडीयम क्लोराईड त्यांच्या पाण्यातील द्रावणातून
   (b) सोडीयम क्लोराईड व अमोनियम क्लोराईड यांच्या मिश्रणातून सोडीयम क्लोराईड

(c) मोटार कारच्या एंजिन ऑईलमधून धातूचे बारीक तुकडे.
(d) फुलांच्या पाकळ्यांच्या अर्कामधून विविध रंगद्रव्ये (pigments)
(e) दह्यातून लोणी
(f) पाण्यातून तेल
(g) चहातून चहाची पूड
(h) वाळूतून लोखंडी टाचण्या
(i) टरफलातून गव्हाचे दाणे
(j) पाण्यातील निलंबनात असणारे मातीचे कण.

2. चहा बनवण्याच्या कृतीच्या पायऱ्या लिहा. द्रावण, द्रावक, द्राव्य, विरघळणे, विद्राव्य, अविद्राव्य, गलित द्राव, अवशेष हे शब्द वापरा.

3. प्रज्ञाने वेगवेगळ्या तीन पदार्थांची विद्राव्यता विभिन्न तापमानाला तपासून प्राप्त परिणाम खालील तालिकेत मांडले आहेत. (तालिकेत नमूद केलेला परिणाम 100 gm पाण्यात विरघळून संपृक्त द्रावण बनविण्यासाठी लागणाऱ्या पदार्थांचे वजन ग्रॅममध्ये दिलेले आहेत.

विरघळलेला पदार्थ	केल्वीनमध्ये तापमान				
	353	333	313	293	283
	विद्राव्यता				
पोटॅशियम नायट्रेट	167	106	62	32	21
सोडीयम क्लोराईड	37	37	36	36	36
पोटॅशियम क्लोराईड	54	46	40	35	35
अमोनियम क्लोराईड	66	55	41	37	24

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

(a) 313 K तापमानाला 50 ग्रॅम पाण्यातील पोटॅशियम नैट्रेटचे संपृक्त द्रावण तयार करण्यासाठी लागणाऱ्या पोटॅशियम नैट्रेटचे वस्तुमान किती ?
(b) प्रज्ञा पोटॅशियम क्लोराईडचे पाण्यातील संपृक्त द्रावण 353 K तापमानाला तयार करते आणि द्रावण थंड होण्यासाठी खोलीच्या तापमानाला ठेवते. द्रावण थंड झाल्यानंतर तिला काय आढळेल ? स्पष्टीकरण करा.
(c) 293 K ला प्रत्येक लवणाची विद्राव्यता काढा. या तापमानाला कोणत्या लवणाची विद्राव्यता सर्वाधिक आहे ?
(d) तापमानातील बदलाचा लवणाच्या विद्राव्यतेवर कोणता परिणाम होतो ?

4. खाली दिलेल्या घटकांचे उदाहरणासह स्पष्टीकरण द्या.
   (a) संपृक्त द्रावण (b) शुद्ध पदार्थ
   (c) कलिली (d) निलंबन
5. समांग मिश्रण आणि विषमांग मिश्रण यात वर्गीकरण करा.
   सोडा वॉटर, लाकूड, हवा, व्हिनेगार (सिरका), गाळलेला चहा
6. तुम्हाला दिलेला रंगहीन द्रव शुद्ध पाणी आहे याची कशी खात्री कराल?
7. खालील पैकी कोणते पदार्थ शुद्ध पदार्थाच्या श्रेणीत येतात?
   (a) बर्फ (b) दूध (c) लोखंड (d) हैड्रोक्लोरीक आम्ल
   (e) कॅल्शियम ऑक्साईड (f) पारा (g) वीट (h) लाकूड (i) हवा
8. खालील मिश्रणातून द्रावणे ओळखा
   (a) माती (b) समुद्राचे पाणी (c) हवा
   (d) कोळसा (e) सोडा वॉटर
9. खालीलपैकी कोणते टिंडाल परिणाम दाखवेल?
   (a) मीठाचे द्रावण (b) दूध
   (c) कॉपर सल्फेटचे द्रावण (d) स्टार्चचे द्रावण
10. मूलद्रव्ये, संयुगे आणि मिश्रण यात वर्गीकरण करा
   (a) सोडीयम (b) माती (c) साखरेचे द्रावण (d) चांदी
   (e) कॅल्शियम कार्बोनेट (f) कथील (g) सिलिकॉन (h) कोळसा
   (i) हवा (j) साबण (k) मिथेन (l) कार्बन डायऑक्साईड (m) रक्त
11. खालीलपैकी रासायनिक बदल कोणते आहेत?
   (a) वनस्पतीची वाढ (b) लोखंडाचे गंजणे (c) लोखंडाचा चुरा आणि वाळूचे मिसळवे
   (d) अन्न शिजविणे (e) अन्न पचन (f) पाणी गोठणे (g) मेणबत्तीचे ज्वलन

समूह उपक्रम

- मातीचे मडके, दगडगोटे आणि वाळू घ्या. गढूळ पाणी स्वच्छ करण्यासाठी छोट्यांशा गाळण संचाचा आराखडा तयार करा.

❋ ❋ ❋ ❋ ❋

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण–5

सजीवांच्या जीवनाचा मूलभूत घटक

(The Fundamental Unit of Life)

X5Z5P3

रॉबर्ट हुकने बुचाच्या पातळ चकतीचे निरीक्षण केले. तेव्हा त्याला मधाच्या पोळ्यामध्ये आढळतात तसे अनेक लहान कप्पे आढळले. झाडाच्या सालीपासून बूच तयार करतात. हे निरीक्षण रॉबर्ट हुकने 1665 साली स्वतः तयार केलेल्या सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली केले. त्याने या कप्प्यांना पेशी (Cell) असे नाव दिले. लॅटीन भाषेमध्ये 'Cell' या शब्दाचा अर्थ 'लहान खोली' असा होतो.

ही घटना जरी क्षुल्लक वाटत असली तरी विज्ञानाच्या इतिहासातील ही एक अत्यंत महत्वपूर्ण घटना आहे. सजीवांच्या शरिरामध्ये स्वतंत्र कप्पे असतात याचे निरीक्षण पहिल्यांदा कोणीतरी केले होते. या एककांचे वर्णन करण्यासाठी जीवशास्त्रामध्ये पेशी ह्या शब्दाचा उपयोग अजूनही केला जात आहे.

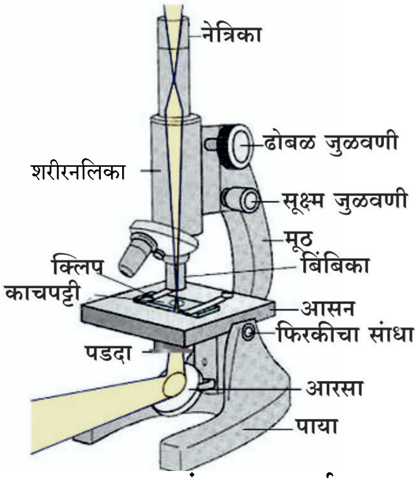
आता आपण पेशींचा अभ्यास करू.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

5.1 सजीव कशाने बनले आहेत?

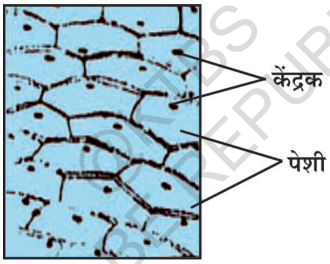
उपक्रम –5.1

- कांद्याचा एक लहान तुकडा घ्या. छोट्या चिमट्याच्या सहाय्याने कांद्याच्या आतील भागामधून (अंतर्गोल भाग) पातळ पापुद्रा (अपित्वचा) काढून घ्या. हा थर पाणी असलेल्या बशीमध्ये लगेच ठेवा. असे केल्यामुळे पातळ पापुद्रा फाटणार नाही किंवा सुकणार नाही. या पापुद्र्याचे आपण काय करणार आहोत?
- एक काचेची पट्टी घ्या. तिच्यावर पाण्याचे थेंब टाका. काचेच्या बशीमधील पापुद्र्याचा छोटा तुकडा या काचेच्या पट्टीवरील पाण्यामध्ये ठेवा. काचेच्या पट्टीवर हा पापुद्रा सपाट राहील याची काळजी घ्या. यासाठी तुम्ही केसाचा कॅमलचा रंगविण्यासाठी वापरण्यात येणारा ब्रश वापरू शकता. या पापुद्र्यावर सॅफ्रानीन द्रवाचा एक थेंब टाका व आच्छादन काचेने झाका. आच्छादन काच झाकत असतांना हवेचा बुडबुडा निर्माण होऊ नये याची काळजी घ्या. यासाठी सुईचा उपयोग करा व शिक्षकांची मदत घ्या. कांद्याचा पापुद्रा आपण तात्पुरता काच पट्टीवर ठेवला (mount) आहे. या काचेच्या पट्टीचे संयुक्त सूक्ष्मदर्शक यंत्राखाली प्रथमतः कमी शक्तीने व त्यानंतर उच्च शक्तीने निरीक्षण करा.



आ. 5.1 **संयुक्त सुक्ष्मदर्शक.**

सुक्ष्मदर्शकाखाली निरीक्षण करतांना काय आढळते? सुक्ष्मदर्शकाखाली दिसणाऱ्या रचनेचे चित्र आपण काढू शकतो का? ते आकृती 5.2 प्रमाणे दिसते का?



आ. 5.2 **कांद्याच्या पापुद्र्यातील पेशी**

NOT TO BE REPUBLISHED
© NCERT

अशाप्रकारे वेगवेगळ्या आकाराच्या तात्पुरत्या पापुद्र्याचे निरीक्षण करा. तुम्हाला काय आढळते? सगळ्यांची रचना एकसारखी आहे की रचनेत फरक आढळतो?

या रचना काय आहेत?

या रचनेतील घटक एक सारखे आहेत. हे सर्व घटक मिळून एक कांदा तयार होतो. यावरून असे दिसून येते की जरी कांद्यांचे आकार वेगवेगळे असले तरी ते सर्व समान दिसणाऱ्या लहान घटकांमुळे बनले आहेत.

हे लहान घटक म्हणजेच मूलभूत घटक आहेत. या मूलभूत घटकांपासून कांदा तयार होतो. या मूलभूत घटकांना पेशी (Cell) असे म्हणतात. केवळ कांदाच नाही तर आपल्या सभोवताली असलेले सर्व सजीव पेशीपासून बनलेले आहेत. काही सजीव मात्र एकाच पेशीने बनलेले असतात.

4. खाली दिलेल्या घटकांचे उदाहरणासह स्पष्टीकरण द्या.
   (a) संपृक्त द्रावण (b) शुद्ध पदार्थ
   (c) कलिली (d) निलंबन
5. समांग मिश्रण आणि विषमांग मिश्रण यात वर्गीकरण करा.
   सोडा वॉटर, लाकूड, हवा, व्हिनेगार (सिरका), गाळलेला चहा
6. तुम्हाला दिलेला रंगहीन द्रव शुद्ध पाणी आहे याची कशी खात्री कराल?
7. खालील पैकी कोणते पदार्थ शुद्ध पदार्थाच्या श्रेणीत येतात?
   (a) बर्फ (b) दूध (c) लोखंड (d) हैड्रोक्लोरीक आम्ल
   (e) कॅल्शियम ऑक्साईड (f) पारा (g) वीट (h) लाकूड (i) हवा
8. खालील मिश्रणातून द्रावणे ओळखा
   (a) माती (b) समुद्राचे पाणी (c) हवा
   (d) कोळसा (e) सोडा वॉटर
9. खालीलपैकी कोणते टिंडाल परिणाम दाखवेल?
   (a) मीठाचे द्रावण (b) दूध
   (c) कॉपर सल्फेटचे द्रावण (d) स्टार्चचे द्रावण
10. मूलद्रव्ये, संयुगे आणि मिश्रण यात वर्गीकरण करा
   (a) सोडीयम (b) माती (c) साखरेचे द्रावण (d) चांदी
   (e) कॅल्शियम कार्बोनेट (f) कथील (g) सिलिकॉन (h) कोळसा
   (i) हवा (j) साबण (k) मिथेन (l) कार्बन डायऑक्साईड (m) रक्त
11. खालीलपैकी रासायनिक बदल कोणते आहेत?
   (a) वनस्पतीची वाढ (b) लोखंडाचे गंजणे (c) लोखंडाचा चुरा आणि वाळूचे मिसळवे
   (d) अन्न शिजविणे (e) अन्न पचन (f) पाणी गोठणे (g) मेणबत्तीचे ज्वलन

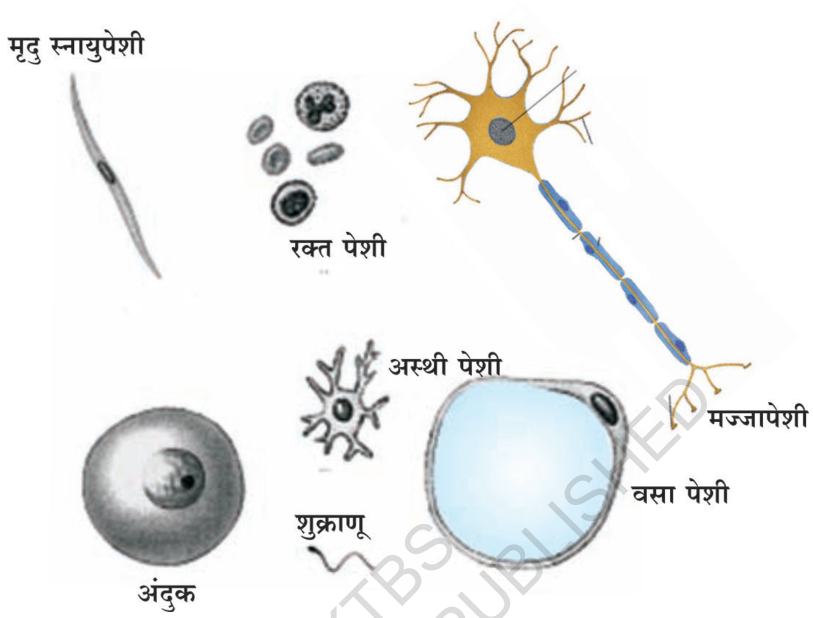
समूह उपक्रम

- मातीचे मडके, दगडगोटे आणि वाळू घ्या. गढूळ पाणी स्वच्छ करण्यासाठी छोट्यांशा गाळण संचाचा आराखडा तयार करा.

❋ ❋ ❋ ❋ ❋

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कांही सजीवांमध्ये भिन्न प्रकारच्या पेशी आढळतात. खालील आकृती पहा. मानवी शरिरातील कांही पेशी त्यामध्ये दाखविण्यात आल्या आहेत.



©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आ. 5.3 **मानवी शरिरातील विविध पेशी**

पेशींचे स्वरूप आणि आकार त्या ज्या प्रकारचे कार्य करतात त्यावर अवलंबून असतो. अमीबासारख्या काही पेशींचे आकार बदलत असतात. काही पेशी विशिष्ट स्वरूपांच्या असतात व त्यांचे स्वरूप बदलत नाही. उदा. चेतन पेशी विशिष्ट स्वरूपात आढळतात.

प्रत्येक सजीव पेशीमध्ये विशिष्ट मूलभूत कार्य करण्याचे सामर्थ्य असते व हेच सर्व सजीवांचे वैशिष्ट्य आहे. जीवंत पेशी ही सर्व कार्ये कशी करते? आपल्याला माहित आहे की मानवासारख्या बहुपेशीय सजीवात कार्यांची विभागणी केलेली असते याचाच अर्थ असा की मानवी शरिराचे वेगवेगळे भाग वेगवेगळी कार्ये करतात. मानवी शरिरामध्ये रक्ताभिसरणासाठी हृदय आहे, अन्नाच्या पचनासाठी जठर आहे इत्यादी. त्याचप्रमाणे एकाच पेशीमध्ये देखील कार्याची विभागणी झालेली दिसते. अर्थात या पेशीमध्ये विशिष्ट घटक असतात त्यांना पेशी अंगके (cell organelles) म्हणतात. प्रत्येक प्रकारचे पेशी अंगक विशिष्ट कार्य करते. उदा. पेशीमध्ये नवीन द्रव्य तयार करणे, पेशीतील टाकाऊ पदार्थ शुद्ध करणे इत्यादी. अशा पेशी अंगकांमुळेच पेशी जीवंत राहते व सर्व कार्ये करू शकते. या सर्व अंगकांमुळे पेशी नावाचा मूलभूत घटक तयार होतो. समान अंगके असणाऱ्या पेशी वेगवेगळ्या सजीवांमध्ये आढळतात व या अंगकांचे कार्य वेगवेगळी असू शकतात.

प्रश्न :

1. पेशीचा शोध कोणी व कसा लावला?
2. पेशीला सजीवांमधील रचनात्मक व कार्यात्मक घटक असे का म्हणतात?

5.2 पेशी कशा पासून बनल्या आहेत? पेशीचे रचनात्मक संघटन कसे आहे?

पेशीमध्ये पेशीअंगके नावाचे विशेष घटक असतात हे आपण पाहिले. पेशींचे संघटन कसे होते?

सूक्ष्मदर्शकाखाली जर आपण पेशींचा अभ्यास केला तर आपल्याला दिसून येते की प्रत्येक पेशीमध्ये तीन घटक आढळतात ते म्हणजे पेशीपटल, केंद्र आणि पेशीद्रव. या तीन घटकांमुळे पेशीच्या आतील क्रिया तसेच पेशी व तिच्या बाहेरच्या भागामधील परस्पर क्रिया घडतात. चला कशा ते पाहू?

5.2.1 प्लाझ्मा पटल किंवा पेशी पटल (Plasma membrane or Cell membrane)

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

पेशीपटल पेशीच्या आतील घटकांना बाहेरील परिसरापासून अलग ठेवते. पेशीमधून बाहेर पडणाऱ्या किंवा आत शिरणाऱ्या द्रव्यावर पेशीपटल नियंत्रण ठेवते. तसेच पेशीपटल काही द्रव्यांच्या हालचालीवर निर्बंध घालते. म्हणून त्याला निवडक पार्यपटल म्हणतात. (selectively permeable membrane)

पेशीबाहेरील द्रव्य पेशीमध्ये कसे शिरते? पेशीतील द्रव्य बाहेर कसे जाते?

कार्बन डायऑक्साईड व ऑक्सीजन यासारखे पदार्थ पेशी पटलामधून विसरण (diffusion) क्रियेमुळे बाहेर पडतात. पूर्वीच्या प्रकरणामध्ये आपण विसरण पद्धत शिकलो आहोत. विसरण ही एक अशी क्रिया आहे की जिच्यामध्ये पदार्थांचे वहन उच्च तीव्रतेकडून कमी तीव्रतेकडे सहजपणे होते.

या सारखेच पेशीमध्ये सुद्धा वहन घडते उदा. कार्बन डायऑक्साईड सारखा (हा एक पेशीतील टाकाऊ पदार्थ असून तो पेशीमधून बाहेर टाकणे आवश्यक असतो) पदार्थ पेशीमध्ये जास्त तीव्र मात्रेमध्ये जमा होतो. पेशीच्या बाहेर CO_2 ची तीव्रता पेशीच्या आतील भागातील तीव्रतेपेक्षा कमी असते. अशाप्रकारे जेव्हा पेशीच्या आत व बाहेर CO_2 च्या तीव्रतेत फरक पडतो तेव्हा CO_2 पेशीच्या आतील जास्त संहितेकडून पेशी बाहेरील कमी संहितेच्या भागाकडे विसरण पद्धतीने जातो. त्याच प्रमाणे जेव्हा पेशीमधील O_2 ची संहिता कमी होते तेव्हा बाहेरील जास्त संहिते कडून O_2 पेशीमध्ये विसरण पद्धतीने शिरतो. अशाप्रकारे वायुंच्या अदलाबदल मध्ये जी पेशी–पेशी मध्ये असेल किंवा पेशी व त्याच्या बाह्य परिसरामध्ये असेल अशा ठिकाणी विसरण क्रिया महत्वाचे कार्य करते.

पाण्याचे वहन देखील विसरण क्रियेच्या नियमानुसार घडते. अर्धभेद्य पटलामधून (semi permeable) होणारी पाण्याच्या रेणूंची हालचाल म्हणजे तर्षण क्रिया (osmosis) होय. पाण्यामध्ये विरघळलेल्या पदार्थाच्या प्रमाणानुसार पेशीपटलामधून पाण्याचे वहन होते. अशाप्रकारे तर्षण क्रिया म्हणजे अर्धभेद्य पटलामधून (semi-permiable) पाण्याच्या रेणूंचे उच्च संहितेकडून कमी संहितेकडे होणारे वहन होय.

जर आपण मीठाच्या किंवा साखेरच्या द्रावणात प्राणी किंवा वनस्पती पेशी ठेवली तर काय होईल? खालील तीन घटनां पैकी एक घटना घडेल.

1. पेशीच्या आतील पाण्याच्या संहतेपेक्षा पेशीबाहेरील पाण्याची संहता जर जास्त असेल म्हणजेच पेशीबाहेर कमी संहतेचे माध्यम असेल तर पेशीला तर्षण क्रियेद्वारे पाणी मिळेल आणि अशा द्रावणाला हायपोटोनिक द्रावण (Hypotonic solution) म्हणतात.

   पेशीपटलामधून आतून बाहेर किंवा बाहेरून आत अशा दोन्ही दिशेने पाण्याच्या रेणूंची हालचाल होऊ शकते. पण पेशीमधून बाहेर पडणाऱ्या पाण्यापेक्षा बाहेरून पेशीमध्ये येणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण जास्त असते. त्यामुळे सरासरी परिणाम असा दिसतो की पेशीमध्ये पाणी शिरते. त्यामुळे पेशी फुगण्याची शक्यता जास्त असते.

2. जर पेशीमधील आणि पेशीबाहेरील माध्यमामध्ये पाण्याची संहती जर सारखीच असेल तर पेशीपटलामधून एकंदरीत पाण्याचे काहीच वहन दिसणार नाही. अशा प्रकारच्या द्रावणाला आयसोटोनिक द्रावण असे म्हणतात (isotonic solution).

   पेशी पटलामधून दोन्ही दिशेने पाण्याचे वहन होते, मात्र पेशीमध्ये शिरणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण व पेशीबाहेर पडणाऱ्या पाण्याच्या प्रमाणाइतकेच असते. त्यामुळे एकंदर पाण्याचे वहन झालेले आढळत नाही. पेशीचा आकार आहे तसाच राहतो.

3. जर पेशीमधील पाण्यापेक्षा पेशीबाहेरील माध्यमात पाण्याची संहती कमी असेल म्हणजेच तीव्र द्रावण असेल तर पेशीमधील पाणी तर्षण क्रियेद्वारे कमी होईल. अशा प्रकारच्या द्रावणाला हायपरटोनिक द्रावण म्हणतात (Hypertonic solution).

पुन्हा पेशीपटलामधून दोन्ही दिशेने पाण्याचे वहन होते मात्र या वेळी पेशीमधून बाहेर जाणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण पेशीमध्ये येणाऱ्या पाण्याच्या प्रमाणापेक्षा जास्त असते. त्यामुळे पेशी आकुंचन पावते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अशाप्रकारे तर्षण क्रिया ही एक विशिष्ट विसरण क्रिया असून ती एका निवडक पार्यपटलामधून (selectively permeable) घडते. आता आपण खालील उपक्रम करून पाहू.

उपक्रम 5.3

अंड्यामधील तर्षण क्रिया

- a) सौम्य हैड्रोक्लोरीक आम्लामध्ये अंडे बुडवून त्याचे टरफल काढा. टरफल कॅल्शीयम कार्बोनेटने बनलेले असते. अंड्याभोवती एक पातळ आवरण शिल्लक राहते. आता हे अंडे 5 मिनिटे शुद्ध पाण्यात बुडवून ठेवा आणि निरीक्षण करा. तुम्हाला काय आढळते?
- अंड्याचा आकार फुगून जास्त होतो कारण बाहेरील पाणी तर्षण क्रियेद्वारे अंड्यामध्ये शिरते.
- b) टरफल काढलेले अंडे तीव्र मिठाच्या द्रावणात 5 मिनिटे बुडवून ठेवा आणि निरीक्षण करा. अंडे आकुंचित पावते का? अंड्यामधील पाणी बाहेरील मीठाच्या द्रावणाकडे वाहते कारण मीठाच्या पाण्याची तीव्रता जास्त आहे.

हाच प्रयोग वाळलेल्या मनुका किंवा नारिंगी रंगाच्या फळाबाबत (apricot) करू शकता.

उपक्रम 5.4

- वाळलेल्या मनुका किंवा ॲप्रीकॉटची फळे साध्या पाण्यात कांही वेळ ठेवा. नंतर ते साखरेच्या किंवा मीठाच्या पाण्याच्या तीव्र द्रावणात ठेवा. तुम्हाला खालील निरीक्षण आढळतील.
- a) जेव्हा ही फळे साध्या पाण्यात ठेवतो तेव्हा ती फुगलेली आढळतील.
- b) जेव्हा ही फळे तीव्र द्रावणात ठेवली गेली तेव्हा त्यांच्यामधील पाणी जाऊन ती आक्रसलेली दिसली.

गोड्या पाण्यामधील एकपेशीय सजीव आणि वनस्पती पेशी तर्षण क्रियेद्वारे पाणी मिळवितात. जमिनीवरील वनस्पतींची मुळे तर्षण क्रियेद्वारे जमिनीतील पाणी शोषून घेतात.

अशा प्रकारे वायू आणि पाणी यांची अदलाबदल करण्यासाठी विसरण क्रिया पेशीच्या जीवनात महत्वाची आहे. या शिवाय पेशींचे पोषण परिसराकडून होते. पेशीमध्ये शिरणाऱ्या व पेशीमधून बाहेर पडणाऱ्या वेगवेगळ्या रेणूंची हालचाल ही दळणवळणासारखी असून त्यासाठी ऊर्जेची गरज असते.

पेशी पटल हे लवचिक असून ते वसा (lipids) आणि प्रथिनासारख्या सेंद्रिय रेणूंनी बनलेले असते. तरीसुद्धा पेशी पटलाची रचना आपण केवळ इलेक्ट्रॉन सुक्ष्मदर्शकाखालीच पाहू शकतो.

पेशीपटलाच्या लवचिकतेमुळे अन्न व इतर पदार्थ बाहेरील परिसरामधून पेशी गिळंकृत करू

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

शकतात. अशा प्रकारच्या पद्धतींना एंडोसायटोसीस (endocytosis) असे म्हणतात. या पद्धतीद्वारे अमीबा आपले अन्न मिळवितो.

उपक्रम –5.5

- तुमच्या शाळेच्या लायब्ररीमधून किंवा इंटरनेटवरून इलेक्ट्रॉन सुक्ष्मदर्शकाविषयी माहिती मिळवा आणि तुमच्या शिक्षकांशी चर्चा करा.

प्रश्न :

1. CO_2 आणि पाण्यासारखे पदार्थ पेशीमध्ये कसे शिरतात व पेशीबाहेर कसे पडतात यावर चर्चा करा.
2. पेशी पटलाला निवडक पार्यपटल असे का म्हणतात?

5.22. पेशी भित्ती (Cell wall)

वनस्पती पेशीमध्ये पेशी पटलाव्यतिरीक्त बाहेरच्या बाजूला आणखी एक ताठर आवरण असते त्याला पेशी भित्ती असे म्हणतात. पेशी भित्ती पेशी पटलाच्या बाहेर असते. पेशी भित्ती बहुतांशी सेल्युलोजने बनलेली असते. सेल्यूलोज हा एक संयुक्त पदार्थ असून तो वनस्पतीच्या रचनेला भक्कमपणा देतो.

जेव्हा वनस्पती मधील एखाद्या सजीव पेशीतील पाणी तर्षण क्रियेमुळे कमी होते तेव्हा पेशीचे आकुंचन आढळते किंवा पेशीतील पदार्थांचे पेशी भित्ती पासून दूरवर आकुंचन होते. या क्रियेला प्लाझ्मोलायसिस (Plasmolysis) म्हणतात या क्रियेचे निरीक्षण आपण खालील उपक्रमाद्वारे करू शकतो.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम –5.6

- रिओच्या (Rheo) पानाचा पापुद्रा घ्या. काचपट्टीवरील पाण्यात ठेवून उच्च क्षमतेच्या सुक्ष्मदर्शकाखाली पेशींचे निरीक्षण करा. त्यांच्यामध्ये क्लोरोप्लास्ट नांवाचा हिरव्या रंगाचा पदार्थ असतो. काचपट्टीवरील पानाच्या पापुद्र्यावर साखरेचे किंवा मीठाचे तीव्र द्रावण घाला. एक मिनिट थांबून काचपट्टीचे निरीक्षण सूक्ष्मदर्शकाखाली करा. तुम्हाला काय आढळले?
- आता उकळत्या पाण्यामध्ये रिओ वनस्पतीची कांही पाने थोडा वेळ टाका. यामुळे पेशी मरतील. यानंतर त्यातील एक पान काचपट्टीवर ठेवून सुक्ष्मदर्शकाखाली पाहा. या काचपट्टीवरील पानावर साखरेचे किंवा मीठाचे तीव्र द्रावण टाका. कांही मिनिटे थांबून निरीक्षण करा. तुम्हाला काय आढळले? आता प्लाझ्मोलायसिस घडले का?

या उपक्रमावरून आपण कोणते अनुमान काढू शकतो? यावरून असे दिसते की केवळ सजीव पेशी तर्षण क्रियेंद्वारे पाणी शोषून घेऊ शकतात. मात्र मृत पेशींमध्ये ही क्षमता नसते.

जर पेशीभोवतीच्या परिसरातील माध्यम सौम्य असेल तरच वनस्पती, कवक व बॅक्टेरीया यांच्यातील पेशी भित्ती पेशींचे रक्षण करतात व पेशी न फुटता सुरक्षित राहतात. अशा माध्यमातील पेशी तर्षण क्रियेद्वारे पाणी शोषून घेतात. पेशी फुगतात व त्यामुळे पेशी भित्तीवर दाब पडतो. त्यामुळे पेशी भित्ती फुगलेल्या पेशीवर दाब पाडतात. अशाप्रकारे पेशी भित्तीमुळे वनस्पती पेशी परिसरातील मोठ्या बदलाला तोंड देऊ शकतात मात्र हे आपणाला प्राणी पेशीमध्ये आढळत नाही.

5.2.3 पेशी केंद्र (Nucleus)

काच पट्टीवरील कांद्याचा पातळ पापुद्रा आठवतो का? त्याच्यावर आपण आयोडीनचे द्रावण टाकले होते. का? जर आपण त्या पापुद्र्यांचे निरीक्षण आयोडीनचे द्रावण न टाकता केले तर काय आढळेल? असे करून पहा व काय फरक आढळतो ते पहा. जेव्हा आपण या पापुद्र्यावर आयोडीनचे द्रावण टाकतो तेव्हा पेशीतील प्रत्येक घटक सम प्रमाणात रंगतो का? पेशीतील भाग त्यांच्यातील रासायनिक घटकानुसार वेगवेगळ्या प्रमाणात रंग धारण करतात. त्यातील कांही भाग इतर भागापेक्षा गडद रंगतो. पेशींना रंग आणण्यासाठी आपण आयोडीनच्या द्रावणा व्यतिरीक्त सॅफ्रानिनचे द्रावण किंवा मिथीलीन ब्लू हे द्रावण वापरू शकतो.

आतापर्यंत आपण कांद्याच्या पेशींचे निरीक्षण केले आता आपण प्राणी पेशींचे निरीक्षण करू.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 5.7

- एक काचपट्टी घ्या व तिच्यावर पाण्याचा थेंब टाका. आपल्या गालातील आतील भाग आईसक्रिम खाण्याच्या चमच्याने सावकाश खरडा. चमच्याला कांही द्रव्य चिकटलेले आढळले का? सुईच्या मदतीने चमच्यावर चिकटलेला पदार्थ काच पट्टीवर व्यवस्थित पसरा. या पदार्थाला रंगविण्यासाठी मिथिलीन ब्लू द्रावणाचा थेंब टाका. आता या पदार्थाचे सुक्ष्मदर्शकाखाली निरिक्षण करा. या काचपट्टीवर आच्छादन काच (cover slip) झाकण्यास विसरू नका.
- तुम्हाला निरीक्षणात काय आढळले? या मधील पेशींचा आकार कसा आहे? कागदावर पेशीची दिसणारी आकृती काढा.
- प्रत्येक पेशीच्या मध्यभागी तुम्हाला गोलाकार, लंब गोलाकार ठिपक्यासारखा गडद रंगाचा भाग दिसला का? यालाच पेशी केंद्र असे म्हणतात. अशाच प्रकारचा भाग तुम्हाला कांद्याच्या पेशीमध्ये दिसला का?

केंद्राभोवती दुहेरी आवरण असते त्याला केंद्रपटल (nuclear membrane) म्हणतात. केंद्र पटलाला अनेक छिद्रे असतात या छिद्रांमधून केंद्रातील पदार्थ पेशीद्रवामध्ये व पेशी द्रवातील काही पदार्थ केंद्रामध्ये येऊ शकतात (याविषयी आपण 5.2.4 भागा मध्ये बोलूया)

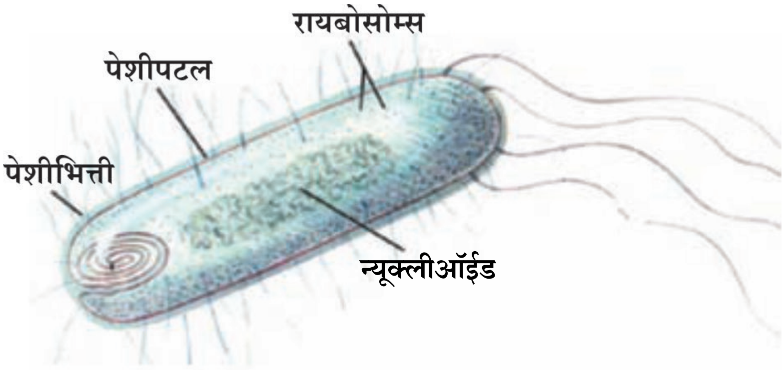
केंद्रामध्ये गुणसुत्रे (chromosomes) असतात केवळ पेशी विभजनाच्या वेळी ही गुणसुत्रे बारीक काड्यांसारखी दिसतात. पालकाकडून पुढील पिढीत वाहून नेण्यासाठी अनुवंशिक गुणधर्म गुणसुत्रामध्ये DNA (डी-ऑक्सीरिबोन्युक्लीक ॲसीड) या रेणू रूपात साठविलेले असतात. गुणसुत्रांमध्ये DNA आणि प्रथिने असतात. पेशींची रचना व त्यांचे संघटन या बाबतची आवश्यक माहिती DNA मध्ये साठविलेली असते. DNA मधल्या कार्य करणाऱ्या भागाला जन्यू (genes) असे म्हणतात. ज्यावेळी पेशीचे विभजन होत नसते त्यावेळी पेशीमधील DNA रंगसूत्राच्या (chromatin) रूपात असतो. हे रंगसूत्र दोऱ्याच्या गुंत्यासारखे दिसते. ज्यावेळी पेशी विभजनाला सुरुवात होणार असते त्यावेळी ही रंगसुत्रे गुणसुत्रांच्या रूपात सुसुत्रपणे संघटीत होतात.

पेशीच्या विभजनाच्या वेळी म्हणजेच ज्यावेळी एका पेशीचे विभजन होऊन दोन नवीन पेशी तयार होतात त्यावेळी पेशी केंद्र महत्वाची भूमिका बजावते. पेशी केंद्र आणखी एक कार्य करते ते म्हणजे पेशीमधील रासायनिक घडामोडींना पेशीकेंद्र निर्देश करते त्यामुळे परिसरामध्ये पेशीचा विकास कोणत्या पद्धतीने व्हावा व पेशी परिपक्व झाल्यावर पेशीचे स्वरूप कसे असावे, हे सर्व पेशी केंद्र ठरविते.

बॅक्टेरिया सारख्या सजीवांमध्ये पेशी केंद्र ठळकपणे दिसत नाही कारण त्यांच्यामध्ये केंद्र पटल नसते. अशाप्रकारे अस्पष्टपणे दिसणाऱ्या केंद्राच्या जागी केवळ केंद्रीय आम्ल असते अशा भागाला न्युक्लिऑइड (nucleoid) म्हणतात. ज्या सजीवांच्या पेशीमध्ये केंद्र पटल नसते त्यांना प्रोकॅरिऑट्स (prokaryotes) म्हणतात. (Pro = प्राथमिक, karyote = केंद्र). ज्या सजीवांच्या पेशीमध्ये केंद्रपटल असते त्यांना युकॅरिऑट्स (eukaryotes) म्हणतात.

(आ.5.4 पहा) प्रोकॅरिऑट पेशीमध्ये युकॅरिऑट पेशीपेक्षा पेशी द्रवातील पुष्कळ अंगके कमी असतात. या पेशी अंगकांची बरीचशी कार्ये पेशीद्रवातील असंघटित भाग करतात. (भाग 5.2.4 पाहा) प्रकाश संश्लेषण क्रिया करणाऱ्या प्रोकॅरिऑट बॅक्टेरीयामध्ये हरित कण हे पटलयुक्त पिशवीसारख्या भागाशी निगडीत असतात पण ते युकॅरीऑटस प्रमाणे हरित कणांशी निगडीत नसतात (5.2.5 पाहा)

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आ. 5.4 प्रोकॅरिऑटीक पेशी

5.2.4 पेशीद्रव (Cytoplasm)

आपण कांद्याच्या पापुद्रयातील पेशी तसेच मानवी गालाच्या आतील पेशी पाहिल्या. पेशीच्या आतील मोठा भाग पेशी पटलाने वेढलेला असतो. हा आतील भाग फिकट रंगाचा दिसतो त्याला पेशीद्रव म्हणतात. पेशीद्रव म्हणजे पेशी पटलाच्या आतील द्रवरूप भाग होय. पेशीद्रवामध्ये वैशिष्ट्यपूर्ण पेशी अंगके असतात. यापैकी प्रत्येक अंगकाचे विशेष कार्य असते.

पेशी अंगकाभोवती देखील पटल असते. प्रोकॅरिऑट्समध्ये ठळक पेशीकेंद्र नसते तसेच त्यांच्यामध्ये पटलयुक्त अंगके देखील नसतात. तर युकॅरिऑटसमध्ये केंद्र पटल तसेच पटलयुक्त पेशी अंगके असतात.

विषाणूंच्या उदाहरणावरून आपणास पटलांचे महत्व समजते. विषाणूंमध्ये कोणतेही पटल नसते त्यामुळे विषाणू जोपर्यंत दुसऱ्या सजीवांच्या शरिरात शिरत नाहीत व त्यांच्या पेशीचा उपयोग करून पुनरुत्पादन करत नाहीत. तोपर्यंत त्यांच्यामध्ये सजीवांचे कोणतेही गुणधर्म दिसत नाहीत.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. प्रोक्ररिऑटस व युकॅरिऑटस मधील फरक दर्शविणाऱ्या वाक्यातील रिकाम्या जागा भरा.

प्रोकॅरिऑटिक पेशी	यूकॅरिऑटिक पेशी
1. आकार : साधारणपणे लहान (1–10µm) 1µm=10–6m	1. आकार : साधारण मोठा (5–100µm)
2. केंद्राचा भाग : ------- ------------याला म्हणतात	2. केंद्राचा भाग : ठळकपणे दिसतो व केंद्राभोवती केंद्र पटल असते
3. एक गुणसुत्र	3. एकापेक्षा जास्त गुणसुत्रे
4. पटलयुक्त पेशी अंगके नसतात.	4. -------------------------

5.2.5 पेशी अंगके (Cell organells)

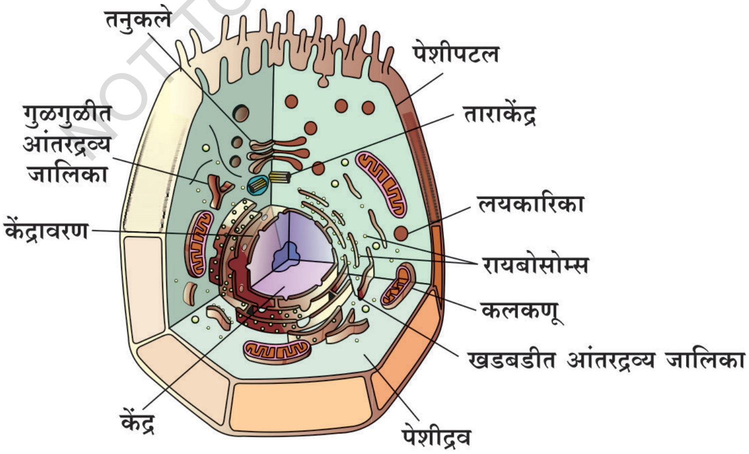
प्रत्येक पेशीभोवती पेशी पटल असते त्यामुळे ते पेशीच्या आतील सामग्रीला बाहेरील परिसरापासून अलग करते. मोठ्या व संयुक्त पेशींच्या तसेच बहुपेशीय सजीवांमधील पेशींच्या गुंतागुंतीच्या रचनेसाठी आणि त्यांच्या कार्यासाठी पुष्कळ रासायनिक क्रियांच्या मदतीची आवश्यकता भासते. पेशीतील वेगवेगळ्या क्रिया एकमेकांपासून अलग ठेवण्यासाठी लहान पटलयुक्त भागांचा (अंगकांचा) पेशी स्वतःसाठी उपयोग करून घेतात. हा एक युकॅरीऑटस व प्रोकॅरीऑटस पेशी मधील एक महत्वाचा फरक आहे. या पैकी काही अंगके मात्र केवळ इलेक्ट्रॉन सुक्ष्मदर्शकाखालीच दिसतात.

आपण मागील भागामध्ये केंद्राविषयी चर्चा केली आहे. त्याशिवाय आंतरद्रव्य जालिका (endoplasmic reticulum), तनुकले (Golgi appratus), लयकारिका (Lysosome), कलकणू (mitochondria), लवके (plastics) आणि रिक्तीका (vacuoles) या सारख्या महत्वाच्या पेशी अंगकांचा आपण अभ्यास करूया. ही सर्व अंगके महत्वाची आहेत कारण पेशीतील महत्वाची कार्ये ती पार पाडतात.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

5.2.5 (i) आंतरद्रव्यजालिका (Endoplasmic Reticulum(ER)

आवरणयुक्त नळ्या व आवरणयुक्त सपाट पृष्ठभागांचे एक मोठे जाळे म्हणजे आंतरद्रव्य जालिका होय. या आंतरद्रव्य जालिका लांबट नळीसारख्या किंवा गोल किंवा लांबट पिशव्या (पोकळ्या) सारख्या दिसतात. आंतरद्रव्य जालिकांचे (ER) पटल व पेशीपटल यांची रचना सारखीच असते.

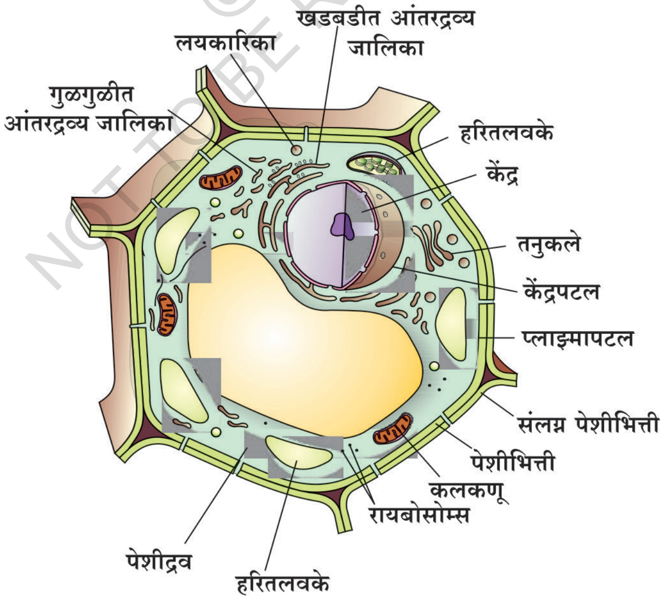


आ. 5.5 प्राणी पेशी

त्याचे दोन प्रकार आहेत. खडबडीत आंतरद्रव्य जालिका (Rough Endoplasmic Reticulum RER) आणि मृदू आंतरद्रव्य जालिका (Smooth Endoplasmic Reticulum SER). RER चा पृष्ठभाग सुक्ष्मदर्शकाखाली खडबडीत दिसतो कारण त्याच्या पृष्ठभागावर रायबोसोम्स नावाचे कण चिकटलेले असतात. सर्व कार्यक्षम पेशीमध्ये असलेले रायबोसोम्स म्हणजे प्रोटिन (प्रथिने) निर्मितीची स्थाने आहेत. ही तयार झालेली प्रोटिन्स पेशीच्या वेगवेगळ्या ठिकाणी आवश्यकतेनुसार पाठविली जातात, यासाठी ER चा उपयोग करून घेतला जातो. पेशीच्या कार्यासाठी आवश्यक असणाऱ्या वसा रेणू किंवा लिपिडसच्या निर्मितीसाठी SER मदत करते. यापैकी कांही प्रोटिन्स आणि लिपिडसचा उपयोग पेशी पटलाच्या निर्मितीसाठी होतो. या क्रियेला मेंब्रेन बायोजिनेसीस (membrane biogenesis) म्हणतात. दुसरे कांही प्रोटिन्स आणि लिपिड्स हे संप्रेरके (harmones) व विकरे (enzymes) म्हणून कार्य करतात. जरी वेगवेगळ्या पेशींमध्ये ER चे स्वरूप मोठ्या प्रमाणात भिन्न असले तरी प्रत्येक पेशीत ते जाळ्यांच्या स्वरूपातच आढळते.

अशाप्रकारे पेशीद्रवातील विविध भागामध्ये किंवा पेशीकेंद्र व पेशीद्रव यांच्यामध्ये पदार्थाच्या वहनाचे (विशेषतः प्रोटिन्सचे) कार्य ER च्या वाहिन्यांमार्फत होते. ER पेशीद्रवाचा सांगाडा म्हणून उपयोगी ठरतो, ज्याचा उपयोग पेशीतील जैव रासायनिक क्रियांसाठी विशिष्ट प्रकारचा पृष्ठभाग म्हणून होतो. पृष्ठवंशी प्राण्यांच्या (प्रकरण 7 पहा) यकृतातील पेशीमधील SER बऱ्याच विषारी पदार्थांचे व मादक द्रव्यांतील विषारीपणा काढण्याचे महत्वाचे कार्य करते.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS



आ. 5.6 वनस्पती पेशी

5.2.5 (ii) तनुकले (Golgi Apparatus)

तनुकलांचा शोध कॅमिलो गॉल्गी यांनी लावला. पटलयुक्त नलिकांचा संच एकमेकांना समांतर व ढिगाप्रमाणे रचलेला असतो. तनुकलांची पटले बऱ्याच ठिकाणी ER च्या पटलांशी जोडलेली आढळतात. त्यामुळे पटलांची एक वेगळी संयुक्त संस्था निर्माण होते.

ER जवळ तयार झालेले पदार्थ तनुकले गोळा करून पेशीमध्ये किंवा पेशीच्या बाहेरील ठिकाणी पोहोचवितात. तनुकलांचे कार्य म्हणजे नलिकेतील पदार्थ साठवून ठेवणे, रूपांतरीत करणे व गुंडाळून ठेवणे हे आहे. कांही वेळा तनुकलामध्ये साध्या शर्करेपासून संयुक्त शर्करा तयार होते. कांही वेळा लयकारिका (Lysosomes) तयार करण्यामध्येही तनुकलांचा सहभाग असतो. (पहा 5.2.5 iii)

1843 मध्ये ब्रेसिया जवळील कॉर्टेनो इथे कॅमिलो गॉल्गी याचा जन्म झाला. पाव्हिया यूनिव्हर्सिटीमध्ये त्यांनी वैद्यकशास्त्राचा अभ्यास केला. 1865 मध्ये पदवी संपादन करून सेंट माट्टिओच्या हॉस्पिटलमध्ये काम सुरू ठेवले. हे पाव्हियाशी संबंधित होते. त्यांचे बरेच शोध चेतन संस्थेशी निगडीत आहेत. अब्बियातेग्रॅसो येथील हॉस्पिटल जे दिर्घकालीन आजाऱ्यासांठी होते तिथे 1872 मध्ये चिफ मेडिकल ऑफिसर म्हणून रुजू झाले. त्यांनी या हॉस्पिटलच्या लहानशा स्वयंपाकघरामध्ये चेतन संस्थेवरील संशोधनास सुरवात केली. नंतर त्याचे रूपांतर त्यांनी प्रयोग शाळेमध्ये केले. गॉल्गी यांनी एक अतिशय महत्वाचे कार्य केले ते म्हणजे चेतनी आणि पेशी यांना रंगाचा डाग देण्याचे क्रांतीकारी पद्धत शोधून काढली. या पद्धतीला ‘‘काळी प्रतिक्रिया’’ (Black reaction) असे म्हणतात. या पद्धतीमध्ये सौम्य सिल्व्हर नायट्रेट वापरतात. या पद्धतीचा उपयोग क्रियांचा शोध लावण्यासाठी तसेच पेशींचे अत्यंत नाजुक जाळे शोधण्यासाठी होते. तो आयुष्यभर याच विषयावर काम करत होता व यामधील कांही रूपांतरे आणि सुधारित पद्धती शोधत होता. या कार्यासाठी त्याला अतिशय उच्च सन्मानाचे पारितोषिक मिळाले. 1906 मध्ये त्याला व सांतियागो रॅमोनी कॅजल या दोघांना विभागून नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. हे पारितोषिक त्यांना चेतन संस्थेची रचना शोधल्याबद्दल मिळाले.

5.2.5 (iii) लयकारिका (Lysosomes)

लयकारीकांची रचना पटलयुक्त पिशवीसारखी आहे, ज्या मध्ये पाचक विकरांचा अंतर्भाव असतो. ती विकरे RER पासून बनलेली असतात.लयकारिका ही पेशीमधील टाकाऊ पदार्थ बाहेर टाकणारी संस्था आहे. जीर्ण झालेली पेशी अंगके तसेच पेशीमध्ये बाहेरून शिरलेल्या घटकाचे पचन करून नष्ट

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

करायचे काम लयकारिका करते. बाहेरून पेशीमध्ये शिरलेले बॅक्टेरीयासारखे घटक किंवा अन्नकण तसेच जीर्ण पेशी अंगके या सर्वांचे लहान तुकडे करून लयकारिका त्यांना नष्ट करते. लयकारिकामध्ये प्रबळ पाचक विकरे असतात त्यामुळेच त्या सर्व सेंद्रिय पदार्थ नष्ट करू शकतात. ज्यावेळी पेशीची चयापचय क्रिया बिघडते व पेशी खराब होते तेव्हा लयकारिका फुटते व तिच्यामधील संप्रेरके त्या पेशीचेच पचन करून तिला नष्ट करतात. म्हणून लयकारिकेला पेशीची ''आत्महत्या कूपी'' असे म्हटले आहे. लयकारिका म्हणजे पाचक विकरांनी भरलेल्या पटलयुक्त पिशव्या आहेत. ही विकरे RER ने बनली आहेत.

5.2.5 (iv) कलकणू (Mitochondria)

कलकणूंना 'पेशीची उर्जास्थाने' म्हणतात. अनेक जीवनावश्यक रासायनिक क्रियांसाठी आवश्यक ऊर्जा कलकणू पासून मिळते ही ऊर्जा ATP (ॲडेनोसाईन ट्राय फॉस्फेट) च्या रूपात मिळते. ATP हे पेशीतील ऊर्जेचे चलनी नाणे आहे. नविन रासायनिक संयुगे तयार करण्यासाठी तसेच कामासाठी आवश्यक असणारी ऊर्जा ATP मध्ये साठवलेल्या ऊर्जेतून मिळविली जाते. कलकणूंमध्ये एका पटला ऐवजी दुहेरी पटल असते. बाहेरील पटलामध्ये अनेक छिद्रे असतात तर आतील पटालाला खोल घडया असतात. या घड्यांमुळे क्षेत्र वाढते, त्यामुळे ATP देखील जास्त प्रमाणात तयार होतात. कारण याच क्षेत्रामध्ये ATP च्या निर्मितीस आवश्यक असणाऱ्या रासायनिक क्रिया घडतात.

कलकणूंमध्ये स्वतःचे DNA आणि रायबोसोम्स असतात त्यामुळे कलकणू पेशीचे चमत्कारीक अंगके आहे. त्यामुळे कलकणू स्वतःचे प्रोटीन्स तयार करू शकतात.

5.2.5 (v) लवके (Plastids)

वनस्पती पेशीमध्ये लवके असतात. दोन प्रकारची लवके (chromoplasts) असतात, ती म्हणजे रंगीत लवके (chromoplasts) आणि रंगहीन लवके (leucoplasts) ही होय. ज्या लवकांमध्ये हरितकण असतात त्यांना हरित लवके (chloroplasts) म्हणतात. हरित लवके ही वनस्पतीमधील प्रकाश संश्लेषण क्रियेतील महत्वाचा घटक आहे. हरित लवकांमध्ये हरित कणां- व्यतिरिक्त पिवळे, नारिंगी व इतर अनेक रंगांचे कण असतात. रंगहिन लवके खरे तर पेशी अंगके असून त्यांच्यामध्ये स्टार्च, तेले आणि प्रोटिन्सच्या कणांचा साठा असतो.

लवके म्हणजे अनेक पटलांचे थर असून ते स्ट्रोमा नावाच्या पदार्थामध्ये रुतलेले असतात. लवकांचे बाह्यस्वरूप कलकणूंसारखे असते. कलकणू सारखेच लवकांमध्ये सुद्धा त्यांचे स्वतःचे DNA व रायबोसोम्स असतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

5.2.5 (vi) रिक्तिका (Vacuoles)

पेशीमधील घन किंवा द्रव पदार्थ साठविणारे कोश म्हणजे रिक्तिका होय. प्राणी पेशी मध्ये रिक्तिका लहान आकाराच्या असतात तर वनस्पती पेशीतील रिक्तिकांचा आकार फार मोठा असतो. वनस्पती पेशी मधील मध्यभागी असणारी रिक्तिका पेशीचा 50-90% भाग व्यापते.

वनस्पती पेशीमधील रिक्तिका पेशी अर्काने (cell sap) पूर्णपणे भरलेल्या असून त्या पेशींना ताठपणा व कणखरपणा देतात. वनस्पतीच्या जीवनात आवश्यक असणारे बरेचसे पदार्थ रिक्तिकेमध्ये साठविलेले असतात. यामध्ये अमिनो आम्ल, शर्करा, विविध सेंद्रिय आम्ले आणि कांही प्रोटिन्स यांचा समावेश होतो. अमीबा सारख्या एकपेशीय सजीवाच्या पेशीतील अन्न रिक्तिकेमध्ये त्याने खाल्लेल्या अन्नाचे पदार्थ असतात. काही एकपेशीय सजीवातील वैशिष्ट्यपूर्ण रिक्तिका जास्तीचे पाणी आणि कांही टाकाऊ पदार्थ बाहेर फेकण्याचे काम करतात.

प्रश्न :

1. तुम्ही अशा दोन अंगकांची नांवे सांगू शकाल का की ज्यांच्यामध्ये त्यांचे स्वतःचे अनुवंशिक पदार्थ आहेत?
2. जर एखादा पेशीच्या रचनेवर काही रासायनिक किंवा भौतिक परिणाम झाले तर काय होईल?
3. लयकारिकांना 'आत्महत्या कुपी' असे का म्हणतात?
4. पेशीमध्ये प्रोटिन्सचे कुठे संयोगीकरण कुठे होते?

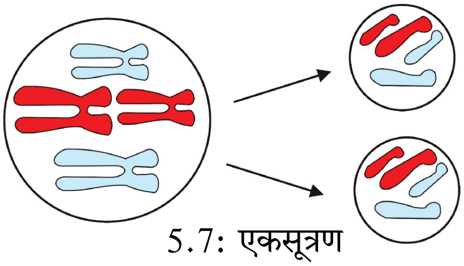
पेशीमधील अंगकांची व पटलांची विशिष्ट पद्धतीने रचना असल्यामुळे पेशीला विशिष्ट आकार प्राप्त होतो व ती कार्यक्षम बनते. अशाप्रकारे पेशीमध्ये मूलभूत संरचना असते. त्यामुळे पेशी श्वसन, पोषण, टाकाऊ पदार्थ बाहेर टाकणे, किंवा नवीन प्रोटिन्स तयार करणे इत्यादी कार्ये करू शकतात.

अशाप्रकारे पेशी हा सजीवांचा मूलभूत रचनात्मक घटक आहे. तसेच पेशी हा जीवनाचा मूलभूत घटक आहे.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

पेशी विभाजन (Cell Division)

सजीवांमध्ये नवीन पेशींची वाढ ही जुन्या ठिकाणी नवीन सजीवामध्ये पेशी स्थापित करण्यासाठी, मृत आणि जखमी पेशी आणि पुनरुत्पादनासाठी आवश्यक युग्मनज तयार करण्यासाठी होत असते. नवीन पेशी तयार होण्याच्या प्रक्रियेला पेशी विभजन असे म्हणतात. पेशी विभजनाचे दोन मुख्य प्रकार आहेत. एकसूत्रण आणि अर्धसूत्रण



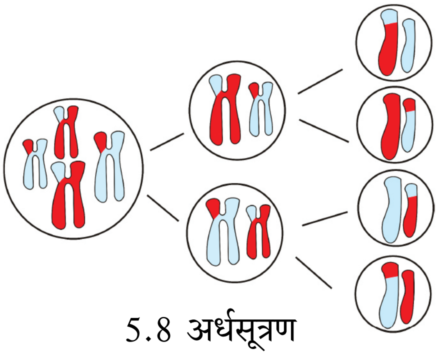
5.7: एकसूत्रण

बहुतेक पेशी वाढीसाठी विभजन होण्याच्या प्रक्रियेला एकसूत्रण असे म्हणतात. या प्रक्रियेमध्ये मातृक संबोधली जाणारी पेशीचे विभजन होऊन दोन सारख्याच कन्या पेशी तयार होतात. (आकृती 5.7)

कन्या पेशीतील गुणसुत्रांची संख्या ही मातृक पेशी इतकीच असते याची सजीवातील ऊतींच्या वाढीसाठी आणि दुरुस्तीसाठी मदत होते.

प्राणी आणि वनस्पतीमधील पुनरुत्पादक अवयवांच्या किंवा ऊतींच्या विशिष्ट पेशीचे विभजन होऊन युग्मनज तयार होतात जे फलनानंतर संततीला जन्म देतात.

ते एका वेगळ्या प्रक्रियेने विभजित होतात त्याला अर्धसूत्रण असे म्हणतात. ज्यामध्ये दोन क्रमगत विभजनाचा समावेश असतो. जेव्हा पेशीचे अर्धसूत्रण पध्दतीने विभजन होते तेव्हा त्यात दोना ऐवजी चार नवीन (आकृती 5.8) पेशी निर्माण होतात. नवीन पेशीमध्ये त्यात मातृक पेशीच्या अर्धी इतकी गुणसुत्रांची संख्या असते. कन्या पेशीतील गुणसुत्रांची संख्या ही कमी निम्मी इतकी का झाली आहे याचा तुम्ही विचार करु शकता?


5.8 अर्धसूत्रण

तुम्ही काय शिकला?

- पेशी हा सजीवांचा मूलभूत रचनात्मक घटक आहे.
- पेशीभोवती प्रोटीन्स व मेदाने बनलेले पेशी पटल असते.
- पेशीपटल हा पेशीचा कार्यक्षम भाग आहे. पेशीमधून बाहेर जाणारे तसेच बाहेरील परिसरातून आत मध्ये शिरणाऱ्या पदार्थावर पेशी पटलाचे नियंत्रण असते.
- वनस्पती पेशीमध्ये पेशी पटलाच्या बाहेर सेल्यूलोजने बनलेली पेशी भित्ती असते.
- वनस्पती, कवक व बॅक्टेरीयामध्ये असलेल्या पेशींच्या पेशी भित्तीमुळे ते हायपोटोनिक परिस्थितीमध्ये न फुटता पेशी सुरक्षित राहतात.
- यूकॅरिऑटस पेशीतील केंद्राच्या दुहेरी आवरणामुळे पेशी द्रवापासून केंद्र अलग होते व त्याचे पेशींच्या क्रियावर नियंत्रण असते.
- दोन पेशीमध्ये पेशीकांतर्गत वहनाचा मार्ग तसेच उत्पादक क्षेत्र म्हणून ER कार्य करते.
- तनुकलांमध्ये पटलयुक्त नलिकांचा ढीग असून त्यांचे कार्य म्हणजे पेशी मध्ये तयार झालेल्या पदार्थांची साठवण, रूपांतर आणि व्यवस्थित पॅक करणे ही आहेत.
- वनस्पतींच्या बऱ्याच पेशींमध्ये लवके नावाची पटलयुक्त अंगके असतात त्यांचे दोन प्रकार आहेत. रंगीत लवके व रंगहिन लवके.
- ज्या रंगीत लवकामध्ये हरितद्रव्य असते त्यांना हरित लवके असे म्हणतात व ती लवके प्रकाश संश्लेषण करतात.
- रंगहीन लवकांचे साठा करणे हे मुख्य काम आहे.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

- बऱ्याच परिपक्व वनस्पती पेशींमध्ये मध्यभागी मोठ्या रिक्तिका असतात त्यांच्यामुळे फुगवटा राखला जातो. त्यांच्यामध्ये कांही महत्वाचे पदार्थ साठविले जातात व त्यांच्यासोबत कांही टाकाऊ पदार्थ देखील साठविले जातात.
- प्रोकॅरिऑटस पेशी मध्ये पटलयुक्त अंगके नसतात, त्यांची गुणसुत्रे केवळ केंद्रीय आम्लांनी बनलेली असतात. त्यांच्यामध्ये फक्त अतिशय लहान रायबोसोम्स नावाची अंगके असतात.
- सजीवांच्या मृतपेशीच्या जागी नवी जागा घेण्यास तसेच प्रजननामध्ये युग्मके निर्मितीसाठी पेशीमध्ये विभाजन घडते.

अभ्यास

1. प्राणी पेशी व वनस्पती पेशींची तुलना करा व प्राणी पेशी वनस्पती पेशीपेक्षा कशा वेगळ्या आहेत ते लिहा.
2. प्रोकॅरिऑटिक पेशी युकॅरीऑटिक पेक्षा वेगळी कशी आहे?
3. पेशी पटल जर फाटले किंवा तुटले तर काय होईल?
4. पेशीमध्ये जर तनुकले नसतील तर पेशीची अवस्था कशी होईल?
5. कोणत्या अंगकाला ''पेशीचे ऊर्जास्थान'' म्हणतात? का?
6. पेशी पटल बनविणारे प्रोटिन्स व स्निग्ध पदार्थ कुठे तयार होतात?
7. अमीबा आपले अन्न कसे मिळवितो?
8. तर्षण क्रिया म्हणजे काय?
9. खालील तर्षणाचा प्रयोग करा.

साल काढलेल्या बटाट्यांचे चार अर्धे भाग घ्या. त्यापैकी एक भाग उकडलेल्या बटाट्याचा घ्या. प्रत्येक भागात एक खळगा करा. ते सर्व बटाट्याचे तुकडे पाण्याने भरलेल्या भांड्यामध्ये ठेवा.आता,

a) A कप / बटाटा रिकामा ठेवा. b) B बटाट्यामध्ये एक चमचा साखर घाला

c) C बटाट्यामध्ये एक चमचा मीठ घाला

d) D या उकडलेल्या बटाट्यामध्ये एक चमचा साखर घाला. हे सर्व दोन तास असे ठेवा. नंतर चारही बटाट्यातील खळग्यांचे निरीक्षण करा व खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

i) B आणि C या बटाट्यांच्या खळग्यामध्ये पाणी का साठले?

ii) A बटाट्याची या प्रयोगासाठी का गरज होती?

iii) A आणि D बटाट्यांमध्ये असलेल्या खळग्यात पाणी का साठले नाही?

10. शरिराच्या वाढीसाठी आणि दुरुस्तीसाठी कोणत्या प्रकारचे पेशी विभाजन आवश्यक आहे. आणि कोणत्या प्रकारच्या पेशी विभाजनाचा समावेश युग्मके निर्मितीसाठी होतो?

*****

NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण–6

ऊती (Tissues)

K7A8L1

मागील प्रकरणात आपण शिकलो की सर्व सजीव पेशींनी बनलेले असतात. एक पेशीय सजीवांमध्ये सर्व मूलभूत क्रिया एकच पेशी करते. उदा. अमीबामध्ये हालचाल करणे, अन्न आत घेणे व श्वसनांस उपयुक्त वायु आत मध्ये घेणे, श्वसन आणि उत्सर्जन या सर्व क्रिया एकच पेशी करते. मात्र बहुपेशीय सजीवांमध्ये लक्षावधी पेशी असतात. या पैकी बऱ्याच पेशी विशेष कार्य करतात. प्रत्येक विशिष्ट कार्यासाठी पेशींचे वेगवेगळे विशिष्ट गट असतात. या पेशी ठराविकच कार्य करत असल्यामुळे ते उत्तमरित्या घडते. मानवामध्ये स्नायू पेशींचे आकुंचन व प्रसरण होते त्यामुळे हालचाल घडते, चेतन पेशी संदेश वहनाचे कार्य करतात. ऑक्सीजन, अन्न, संप्रेरके आणि उत्सर्जक पदार्थ इत्यादी वाहून नेण्याचे कार्य रक्त करते. वनस्पतीमध्ये अन्न व पाणी एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेण्याचे कार्य वाहक ऊती (vascular tissues) करतात. बहुपेशीय सजीवांमध्ये कार्याची विभागणी झालेली असते. विशिष्ट कार्य करणाऱ्या पेशींचा ठराविक गट शरिरामध्ये असतो. याचाच असा अर्थ आहे की शरिराच्या ठराविक जागी आढळणाऱ्या विशिष्ट पेशींचा गट विशिष्ट कार्य करत असतो. या पेशींच्या समुहाला ज्याला ऊती म्हणतात त्यांची अशी रचना व मांडणी केलेली असते की त्यांच्यामध्ये उच्च कार्यक्षमता निर्माण व्हावी. रक्त, परिकाष्ठ आणि स्नायू ही सर्व ऊतींची उदाहरणे आहेत.

पेशींचा असा समुह की ज्यांच्यामधील सर्व पेशींची रचना सारखी असून त्या सर्व एकच ठराविक कार्य करतात त्यांना ऊती असे म्हणतात.

6.1 प्राणी आणि वनस्पती एकाच प्रकारच्या पेशींनी बनलेल्या असतात का?

आपण त्यांची रचना व कार्य यांची तुलना करूया. प्राणी आणि वनस्पती यांची रचना सारखीच असते का? ते दोघेही एकच कार्य करतात का? या दोघांमध्ये लक्षात येण्याजोगे ठळक फरक आहेत. वनस्पती अचल असून एका जागी स्थिर राहतात. बऱ्याच ऊती आधार देण्याचे कार्य करतात त्यामुळे वनस्पतींना रचनात्मक बल प्राप्त होते. यापैकी बऱ्याच ऊती मृत असतात ज्या सजीव पेशी इतकेच सामर्थ्य वनस्पतींना देतात, शिवाय कमी ऊर्जा वापरून त्या ऊती हे कार्य करतात.

या उलट प्राणी मात्र अन्न, प्रजोत्पादन व निवासासाठी भटकत असतात. त्यामुळे वनस्पती पेक्षा प्राण्यांना जास्त ऊर्जेची गरज असते. प्राण्यांमध्ये सजीव पेशींची संख्या जास्त असते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

वनस्पती व प्राणी यांच्या वाढ होण्याच्या पद्धती मध्ये फरक आढळतो. वनस्पतींच्या कांही भागांमध्ये वाढ मर्यादित असते पण प्राण्यांमध्ये असे नसते. वनस्पतीमधील कांही ऊतींचे वनस्पती जीवंत असेपर्यंत विभजन होत असते. या ऊतींचे स्थान कांही ठराविक ठिकाणीच मर्यादित असते. वनस्पतीमधील पेशींचे त्यांच्या विभजनाच्या सामर्थ्यानुसार वाढ होणाऱ्या किंवा वर्धिष्णू ऊती (meristematic tissues) आणि स्थायी ऊती (permanent tissues) असे वर्गीकरण केले आहे. वनस्पती ऊतीपेक्षा प्राण्यामध्ये पेशींची वाढ एकसारखी असते. त्यामुळे प्राण्यामध्ये विभजन होणाऱ्या व विभजन न होणाऱ्या पेशींचे वेगवेगळे भाग नसतात.

गुंतागुंतीची रचना असणाऱ्या वनस्पतीपेक्षा सुद्धा प्राण्यामधील अवयवांची किंवा अवयव संस्थांची रचनात्मक घडण ही वैशिष्ट्यपूर्ण व जास्त स्थानिकीकरण झालेली आढळते. सजीवांच्या या दोन मोठ्या गटामधील मूलभूत फरकामुळेच त्यांच्या जीवन शैलीमध्ये फरक आढळतो, विशेषतः त्यांच्यामध्ये पोषणाच्या विविध पद्धती आढळतात. त्या शिवाय वनस्पती एका जागी स्थिर राहतात तर प्राणी स्थलांतर करत असतात त्यामुळे या दोघांमधील अवयव संस्थांच्या रचनेमध्ये खूप फरक आढळतो.

अशाप्रकारे गुंतागुंतींची रचना असणाऱ्या प्राणी व वनस्पतींच्या ऊतींचा आपण सखोल अभ्यास करूया.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

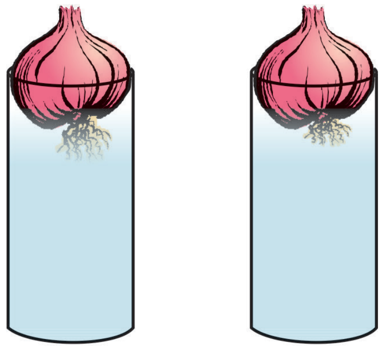
1. ऊती म्हणजे काय ?
2. बहुपेशीय सजीवांमधील ऊतींची उपयुक्तता काय आहे ?

6.2 वनस्पती ऊती

6.2.1 वर्धिष्णू ऊती (Meristematic tissues)

उपक्रम –6.1

- काचेची दोन उभट भांडी पाण्याने भरून घ्या.
- आकृतीमध्ये दाखविल्याप्रमाणे प्रत्येक भांड्यामध्ये एक कांदा ठेवा. आ. 6.1
- दोन्ही कांद्यातील मुळांच्या वाढीचे निरीक्षण करा.
- पहिल्या, दुसऱ्या व तिसऱ्या दिवशी मुळांची लांबी मोजा.
- चौथ्या दिवशी दुसऱ्या काचेच्या भांड्यातील कांद्याची 1 cm मुळे कापा. यानंतर दोन्ही भांड्यातील मुळांच्या वाढीचे निरीक्षण करा व पुढचे पाच दिवस दर दिवशी मुळांची लांबी मोजून एका तक्त्यामध्ये त्यांची नोंद करा. हा तक्ता खालील प्रमाणे करा.

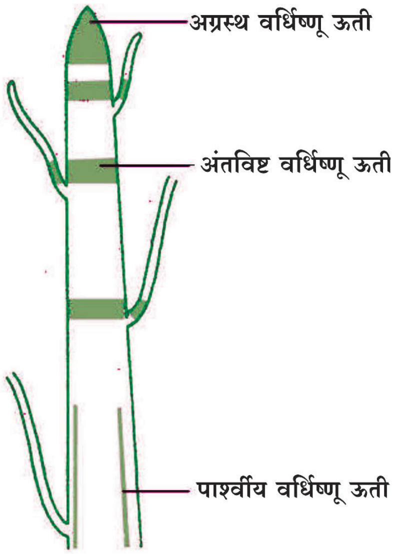


आ. 6.1 कांद्यामधील मुळांची वाढ

लांबी1	1ला दिवस	2 रा दिवस	3 रा दिवस	4 था दिवस	5वा दिवस
काचेचे भांडे 1					
काचेचे भांडे 2					

- वरील निरीक्षणाद्वारे खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.
  1. वरीलपैकी कोणत्या कांद्याची मुळे लांब आहेत व का?
  2. ज्या मुळांची आपण टोके कापली आहेत ती सुद्धा वाढतात का?
  3. दुसऱ्या क्रमांकाच्या काचेच्या भांड्यातील कांद्यांच्या मुळांची टोके आपण कापल्यानंतर त्यांची वाढ का थांबलेली दिसते?

वनस्पतींच्या कांही ठराविक भागातच वाढ आढळते. याचे कारण म्हणजे विभजन होणाऱ्या वर्धिष्णू ऊती केवळ या ठिकाणी असतात. वर्धिष्णू ऊतींच्या स्थानानुसार त्यांचे अग्रस्थ वर्धिष्णू (apical meristem), पार्श्वीय वर्धिष्णू (lateral meristem) व अंतर्विष्ट वर्धिष्णू (intercalary meristem) असे वर्गीकरण केले आहे. (आकृती 6.2) वर्धिष्णू ऊतींपासून निर्माण झालेल्या ऊती सुरवातीला वर्धिष्णू ऊतींसारख्या दिसतात मात्र नंतर त्या जशा मोठ्या होऊन परिपक्व होत जातात त्यांच्यामध्ये हळू हळू परिवर्तन घडते व त्यांचे इतर ऊतींमध्ये रूपांतर होते.



आ. 6.2 वनस्पतीमधील वर्धिष्णू ऊतींचे स्थान

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

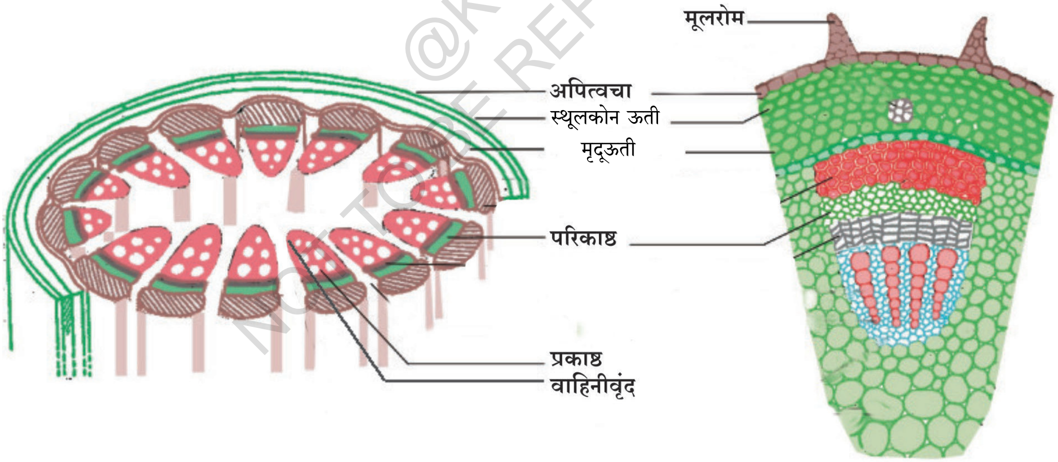
अग्रस्थ वर्धिष्णू ऊती मुळे व खोड यांच्या अग्रभागी म्हणजे टोकामध्ये आढळतात. या अग्रस्थ ऊतींमुळे मुळांची व खोडाची लांबी वाढते. पार्श्वीय वर्धिष्णू ऊतींमुळे मूळ व खोड यांचा घेर वाढतो. अंतर्विष्ट वर्धिष्णू ऊती पानांच्या तळाशी व फांदीवरील सांध्यामध्ये आढळतात (किंवा सांध्याच्या दोन्ही बाजूला आढळतात).

या ऊतीमधील पेशी खूप क्रियाशील असल्यामुळे पेशीद्रव घनदाट असतो. पेशी पटल पातळ असते आणि पेशी केंद्र ठळक असतात. त्यांच्यामध्ये रिक्तिका नसतात. त्यांच्यामध्ये रिक्तिका नसल्याचे कारण सांगू शकाल काय? (पेशी वरील प्रकरणामध्ये रिक्तीकांचे कार्य तुम्ही वाचा)

6.2.2 स्थायी ऊती

वर्धिष्णू ऊतींपासून उत्पन्न होणाऱ्या पेशींचे पुढे काय होते? त्या एक विशिष्ट कार्य करू लागतात आणि त्यांचे विभजनाचे सामर्थ्य नष्ट होते. त्यामुळे त्यांचे स्थायी ऊतींमध्ये रूपांतर होते. अशाप्रकारे ऊतींना स्थायी रूप आणि आकार प्राप्त होऊन त्या विशिष्ट कार्य करू लागतात. त्या क्रियेला विभेदीकरण (differentiation) म्हणतात. वर्धिष्णू ऊतीपासून उत्पन्न झालेल्या पेशींचे विविध प्रकारच्या स्थायी ऊतींमध्ये रूपांतर होते.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आकृती 6.3 देठाचा छेद

उपक्रम –6.2

- तुमच्या शिक्षकांच्या मदतीने वनस्पतीच्या देठाच्या पातळ चकत्या कापा.
- आता सॅफ्रॅनिनच्या द्रावणाने रंगीत होऊ द्या. त्यामधील पातळ चकती घेऊन काच पट्टीवर (slide) ठेवा आणि त्यावर एक ग्लिसरीनचा थेंब टाका.

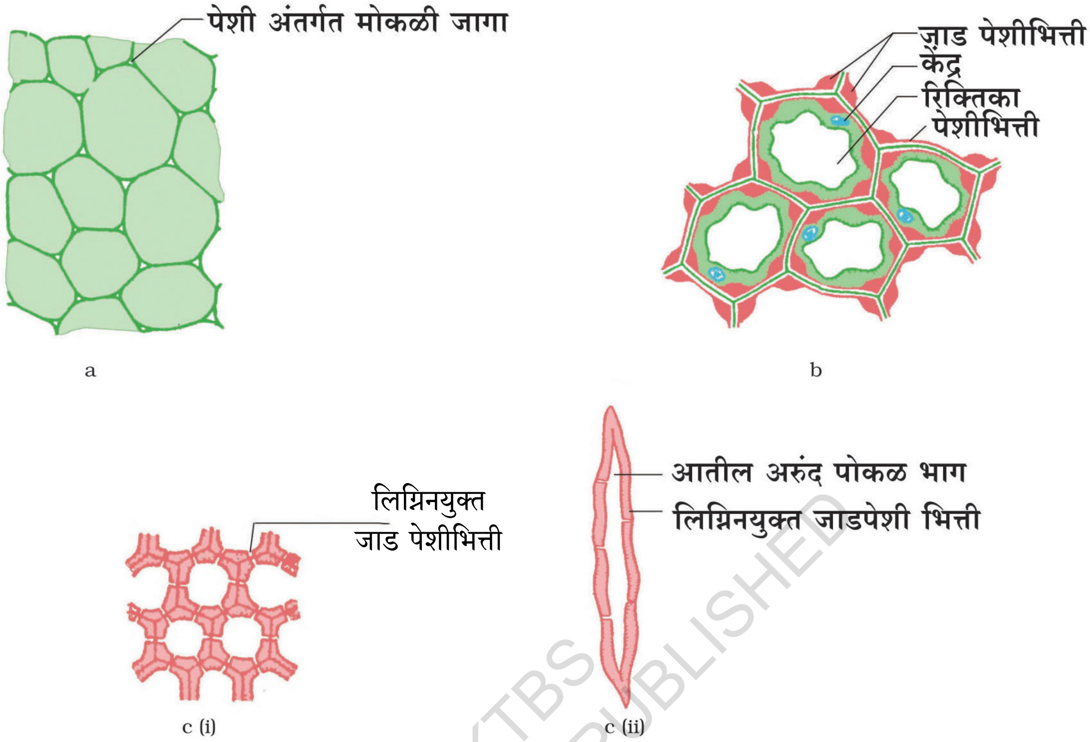
- या चकतीवर आच्छादन काच (covers slip) ठेवा व सुक्ष्मदर्शकाखाली निरीक्षण करा. विविध प्रकारच्या पेशी आणि त्यांची मांडणी याचे निरीक्षण करा व त्याची तुलना आ. 6.3 बरोबर करा.
- वरील निरीक्षणाद्वारे खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.
  1. सर्व पेशीं एक सारख्या दिसतात का?
  2. किती प्रकारच्या पेशी दिसतात?
  3. विविध प्रकारच्या पेशी असण्याचे कारण आपण सांगू शकतो का?
- झाडांच्या मुळांचे आपण छेद घेऊ शकतो. आपण विविध रोपांच्या मुळांचे किंवा खोडांचे छेद घेऊ शकतो.

6.2.2 (i) साध्या स्थायी ऊती (Simple permanent tissues)

पेशींचे काही थर मूलभूत पॅकींग तयार करतात या ऊतींना मृदू ऊती (paranchyma) असे म्हणतात. या मृदू ऊती म्हणजे स्थायी ऊतींचा एक प्रकार आहे. पातळ पेशी भित्ती असणाऱ्या या सर्व साधारण ऊती आहेत. या ऊती सजीव असतात. या ऊतीमधील पेशींची विस्कळीत रचना असते त्यामुळे दोन पेशींमध्ये मोठी पोकळ जागा (पेशीकांतर्गत मोकळी जागा) असते (आ. 6.4 a(i)) या ऊती वनस्पतींना आधार देण्याचे तसेच अन्न साठविण्याचे कार्य करतात. काही वेळा या ऊतींमध्ये हरितकण (chlorophyll) असतात त्यामुळे त्या प्रकाश संश्लेषणाचे कार्य करतात त्यामुळे त्यांना हरित पेशी किंवा क्लोरेनकायमा (chlorenchyma) असे म्हणतात. जलीय वनस्पतीमध्ये तरंगण्याची क्षमता निर्माण होते व त्या पाण्यावर तरंगू शकतात. अशा प्रकारच्या मृदू ऊतींना वायू ऊती (arenchyma) म्हणतात. मुळे आणि देठामधील मृदू ऊती अन्न व पाणी साठविण्याचे कार्य करतात.

वनस्पतीमधील लवचिकता विशिष्ट प्रकारच्या स्थायी ऊतींमुळे निर्माण होते. त्या ऊतींना स्थूलकोन ऊती (collenchyma) असे म्हणतात. या ऊतींमुळे वनस्पतींच्या विविध भागांमध्ये (पाने, देठ) न तुटता सहजपणे वाकण्याची क्षमता प्राप्त होते. या ऊती वनस्पतींना आधार देतात. पानांच्या देठातील अपित्वचेखाली (epidermis) या पेशी असतात. या ऊतीमधील पेशी सजीव, लांबट आकाराच्या असून त्यांचे कोपरे जाड असून ही जाडी असमान असते. यांच्यामध्ये पेशिकांतर्गत पोकळ्या अतिशय कमी असतात. (आकृती 6.4(b))

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED



आ. 6.4 साध्या ऊतींचे विविध प्रकार : (a) मृदू ऊती (b) स्थूलकोन ऊती (c) कठीण ऊती (i) आडवा छेद (ii) उभा छेद

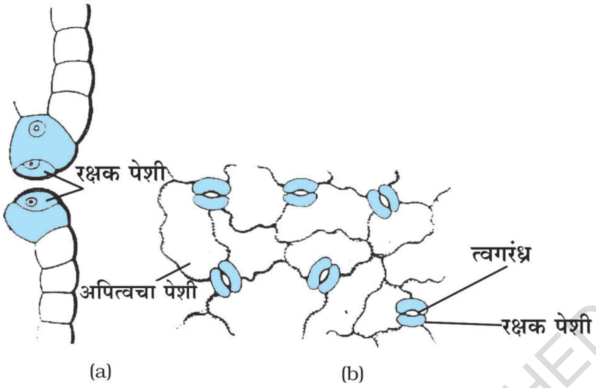
©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्थायी ऊतींचा दुसरा प्रकार म्हणजे कठीण ऊती (sclerenchyma) हा आहे. या ऊतींमुळे वनस्पतींमध्ये कठीणपणा व ताठपणा निर्माण होतो. आपण नारळाची साल पाहिली आहे. ती कठीण ऊतींनी बनलेली असते. या ऊतींमधील पेशी मृत असतात. या ऊती मधील पेशी अरुंद व लांबट आकाराच्या असतात. यांच्या पेशी भित्ती लिग्निन पासून (हा एक रासायनिक पदार्थ असून सिमेंट प्रमाणे कार्य करतो आणि कठीणपणा प्राप्त करून देतो) कांही वेळा पेशी भित्ती इतक्या जाड असतात की पेशीच्या आत मध्ये मोकळी जागाच शिल्लक राहात नाही (आ. 6.4 c). या ऊती देठामध्ये, वाहिनी वृंदाच्या सभोवताली, पानांच्या शिरांमध्ये तसेच बीजांच्या व फळांच्या कठीण कवचामध्ये आढळतात. या ऊती वनस्पतींच्या भागाना मजबूतपणा प्राप्त करून देतात.

उपक्रम 6.3

- रिओ (Rheo) वनस्पतीचे ताजे पान तोडा.
- त्या पानावर जोर द्या व ते ताणून तोडा.
- पान हळूवारपणे ताणत असतांना तुटतांना पानाच्या त्वचेचा पातळ पापुद्रा निघेल.
- हा पापुद्रा काढून घ्या आणि तो एका पाण्याने भरलेल्या काचेच्या बशीत ठेवा.

- त्याच्यामध्ये सॅफ्रॅनिनचे थेंब टाका.
- एक दोन मिनिटांनंतर तो पापुद्रा काच पट्टीवर ठेवा. त्याच्यावर आच्छादन काच ठेवा.
- हे सूक्ष्मदर्शकाखाली पहा.



आ. 6.5 रक्षक पेशी व अपित्वचा पेशी (a) एका बाजूने दिसणारे पार्श्व दृश्य (b) पृष्ठभागाचे दृश्य

आपल्याला वनस्पतीचा दिसणारा भाग म्हणजे अपित्वचेचा (epidermis) सर्वात बाहेरचा थर होय. अपित्वचा साधारण एकाच थराने बनलेली असते. शुष्क भागामध्ये आढळणाऱ्या वनस्पतींमध्ये अपित्वचा खूप जाड असते कारण त्यामुळे वनस्पतीतील पाणी बाष्पीभवनामुळे बाहेर जाऊ शकत नाही. अशा वनस्पतीतील सर्व बाहेरची बाजू अपित्वचेने बनलेली असते. अपित्वचा वनस्पतीच्या आतील सर्व भागांचे रक्षण करते. वनस्पतीच्या हवेमध्ये असलेल्या बाहेरील भागावरील अपित्वचे-मधून बऱ्याच वेळा मेणासारखा पदार्थ स्त्रवतो. या मेणासारख्या पदार्थाच्या थरामुळे वनस्पतीतील पाणी बाहेर जाण्यापासून अटकाव केला जातो. वनस्पतीला होणाऱ्या जखमांपासून रक्षण केले जाते तसेच वनस्पतींमध्ये शिरणाऱ्या परोपजीवी कवकांपासून रक्षण होते. या अपित्वचेच्या थरातील पेशींमध्ये पेशीकांतर्गत मोकळी जागा नसते तर हा थर एकमेकांना चिकटलेल्या सलग अशा पेशींच्या थरांपासून बनलेला असतो आणि म्हणूनच ही अपित्वचा वनस्पतींचे रक्षण करू शकते. अपित्वचेतील बऱ्याच पेशी चपट्या असतात. बऱ्याच पेशींमध्ये त्यांची बाहेरील आणि पार्श्व भित्ती या आतील पेशीभित्तींपेक्षा जाड असतात.

पानांच्या अपित्वचेवर कांही ठिकाणी आपल्याला छिद्रे दिसतात. या छिद्रांना त्वगरंध्र (stomata) असे म्हणतात (आ. 6.5) त्वगरंध्राभोवती दोन मुत्रपिंडाच्या आकाराच्या पेशी असतात त्यांना रक्षक पेशी (guard cells) असे म्हणतात. वातावरणातील व वनस्पतींमधील वायूंच्या आदान प्रदानासाठी त्वगरंध्रांचा उपयोग होतो. बाष्पोच्छ्वास (बाष्परूपाने पाणी बाहेर टाकणे) सुद्धा या त्वगरंध्राद्वारे घडतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

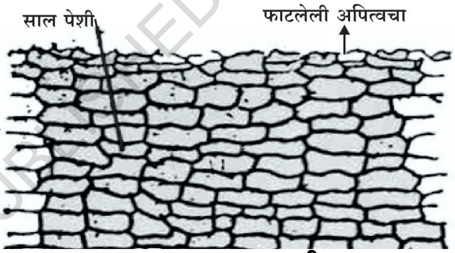
> प्रकाशसंश्लेषणासाठी कोणत्या वायूची गरज असते याचा विचार करा. बाष्पोच्छवासाचे वनस्पतीमध्ये कार्य कोणते असते?

वनस्पतींच्या मुळांवर आढळणाऱ्या अपित्वचेचे कार्य म्हणजे पाण्याचे शोषण करणे होय. मुळांवर केसासारखे लांब तंतू असतात. त्यांच्यामुळे पाण्याचे शोषण करणाऱ्या भागाचे क्षेत्रफळ वाढते.

वाळवंटी भागातील कांही वनस्पतीमध्ये अपित्वचेवर एक मेणासारख्या जाड क्युटिन नावाच्या पदार्थाचे (रासायनिक पदार्थ असून तो जलरोधक असतो) बाहेरच्या बाजूला आवरण असते. याचे काय कारण असू शकेल याचा आपण विचार करू शकतो का?

एका कोवळ्या देठाचे बाहेरील आवरण व एका फांदीचे बाहेरील आवरण यांच्यामध्ये कांही फरक असतो का?

जसजसे वनस्पतीचे वय वाढत जाते तसे त्यांच्यामधील बाहेरील संरक्षणात्मक ऊतींमध्ये कांही ठराविक बदल घडत जातात. देठामधील अपित्वचेची जागा दुय्यम वर्धिष्णू ऊतींची पट्टी घेते. त्यामुळे बाहेरील थरातील पेशी आतील पेशी थरापासून अलग होत जातात अशाप्रकारे अनेक थरांची जाड साल तयार होते. या झाडाच्या सालामधील पेशी मृत असून त्या एकमेकांना अगदी चिकटून असतात त्यामुळे त्यांच्यामध्ये पेशिकांतर्गत मोकळी जागा नसते (आ. 6.6) या पेशींच्या पेशीभित्तीमध्ये सुबेरिन नावाचा रासायनिक पदार्थ असतो. या सुबेरिनमुळे पेशीभित्ती पाणी व वायू रोधक होतात.

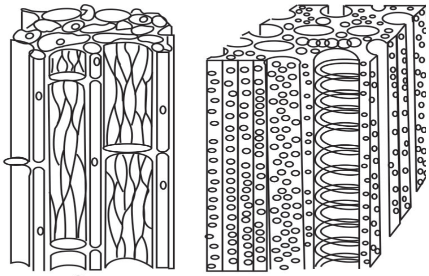


आ. 6.6 रक्षक ऊती

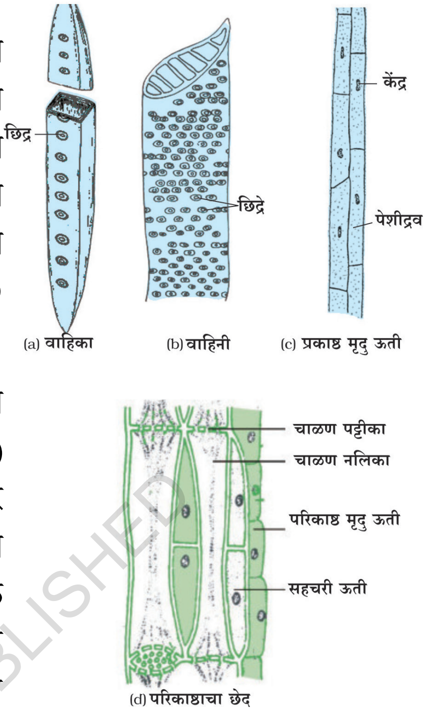
NOT TO BE REPUBLISHED © KTBS

6.2.2 (ii) साध्या स्थायी ऊती (Complex permanent tissues)

आतापर्यंत आपण ज्या विविध प्रकारच्या ऊतींच्या अभ्यास केला त्या सर्व एकाच प्रकारच्या पेशींनी बनल्या होत्या आणि त्या एकासारख्या दिसत होत्या अशा ऊतींना साध्या स्थायी ऊती असे म्हणतात. मात्र संयुक्त स्थायी ऊती नावाचा एक आणखी ऊतींचा प्रकार आहे. एकापेक्षा जास्त प्रकारच्या पेशींपासून संयुक्त ऊती बनतात. या सर्व पेशी एकत्रितपणे सारखेच कार्य करतात. प्रकाष्ठ (xylem) आणि परिकाष्ठ (phloem) ही संयुक्त ऊतींची उदाहरणे आहेत. या दोन्ही ऊती वाहक ऊती असून प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ या दोघांमुळे वाहिनीवृंद (vascular bundle) वतयार होते. वाहक ऊती हे गुंतागुंतीची रचना असणाऱ्या वनस्पतींचे असे एक ठळक वैशिष्ट्य आहे की ज्यामुळे जमिनीवर वाढणाऱ्या वनस्पतींचे जीवन सुकर झाले आहे. आ. 6.3 मध्ये देठाचा छेद दाखविला आहे. त्या मधील विविध प्रकारच्या ऊती तुम्ही ओळखू शकता का?



प्रकाष्ठामध्ये (xylem), वाहिका (tracheids), वाहिन्या (vessels), प्रकाष्ठ मृदू ऊती (xylem paranchyma) आणि प्रकाष्ठ तंतू (xylem fibres) (आकृती 6.7a, b, c) असतात. या पेशींच्या पेशी भित्ती जाड असून त्या मृत पेशी असतात. वाहिका व वाहिन्या नळीच्या आकाराच्या असतात. त्यामुळे त्यांच्यामधून पाणी व खनिजे उभ्या दिशेने वाहू शकते. मृदु ऊती अन्न साठवून ठेवतात आणि पाण्याचे उभ्या दिशेने बाजूने वहन (कडेकडेने) करतात. तंतूचे मुख्य काम आधार देणे आहे.



आ. 6.7

परिकाष्ठ ऊती ही चाळण नलिका (sieve tubes), सहचरी पेशी (companian cells), परिकाष्ठ तंतू (phloem fibres) आणि परिकाष्ठ मृदू ऊती (Phloem paranchyma) अशा चार प्रकारच्या ऊतींनी बनलेली असते. (आ. 6.7 (d)). चाळण नलिका या नळीच्या आकाराच्या असून त्यांच्यामध्ये छिद्रयुक्त भित्ती असते. परिकाष्ठातील पदार्थांचे वहन हे प्रकाष्ठातील पदार्थांच्या वहनापेक्षा वेगळे असते कारण परिकाष्ठामध्ये पदार्थांचे वहन दोन्ही दिशेने होते. पानांमध्ये तयार झालेले अन्न वनस्पतींच्या इतर अवयवांना पोहोचविण्याचे कार्य परिकाष्ठ करते. परिकाष्ठामधील परिकाष्ठ तंतू व्यतिरिक्त इतर परिकाष्ठ पेशी सजीव असतात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रश्न :

1. साध्या पेशींचे प्रकार सांगा.
2. अग्रस्थ वर्धिष्णू ऊती कुठे आढळतात?
3. नारळाचे साल कोणत्या ऊतींपासून बनलेले असते?
4. परिकाष्ठातील घटक सांगा.

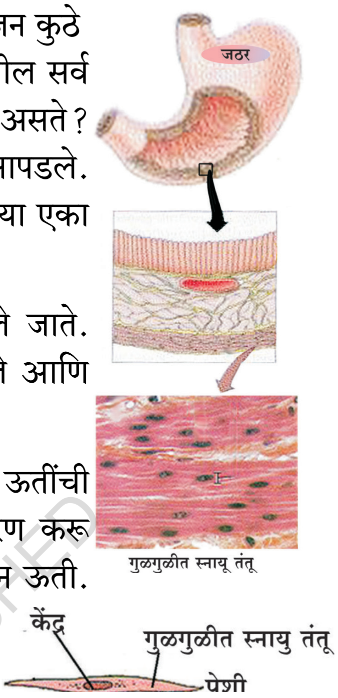
6.3 प्राणी ऊती (Animal tissues)

आपण जेव्हा श्वासोच्छवास करत असतो तेव्हा आपल्या छातीमध्ये होणारी तालबद्ध हालचाल आपल्याला जाणवते. आपल्या शरीरातील हे अवयव कसे हालचाल करू शकतात? यासाठी या अवयवांमध्ये स्नायू पेशी नावाच्या विशेष पेशी असतात. (आ. 6.8) स्नायू पेशींच्या आकुंचन व प्रसरणामुळे या हालचाली घडतात.

श्वसनाच्या वेळी आपण ऑक्सीजन आतमध्ये घेतो. हा ऑक्सीजन कुठे जातो? फुप्फुसे हा ऑक्सीजन शोषून घेतात नंतर रक्ताद्वारे तो शरिरातील सर्व पेशींना पुरविला जातो. शरिरातील पेशींना ऑक्सीजनची गरज का असते? आपण कलकणूंचे कार्य शिकलो आहोत त्यामध्ये या प्रश्नाचे उत्तर सापडले. आपल्या शरिरामध्ये रक्त वाहत असते व वाहत असतांना रक्त शरिराच्या एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे विविध पदार्थ वाहून नेते.

उदा. ऑक्सीजन व अन्न रक्ताद्वारे प्रत्येक पेशीकडे पोहोचविले जाते. याशिवाय रक्त शरिरातील सर्व भागांमधून टाकाऊ पदार्थ गोळा करते आणि उत्सर्जनासाठी ते यकृत व मूत्रपिंडाकडे नेते.

रक्त आणि स्नायू या दोन्ही आपल्या शरिरामध्ये आढळणाऱ्या ऊतींची उदाहरणे आहेत. ऊतींच्या कार्यानुसार आपण प्राणी ऊतींचे वर्गीकरण करू शकतो. उदा. अपिस्तर ऊती, संयोगी ऊती, स्नायू ऊती, आणि चेतन ऊती. रक्त हे संयोगी ऊतींचे उदाहरण आहे, स्नायू हे स्नायू ऊतींचे उदाहरण आहे.

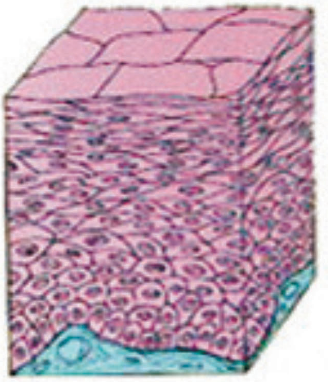


आ. 6.8 स्नायू तंतूंचे स्थान

6.3.1 अपिस्तर ऊती (Epithelial tissue)

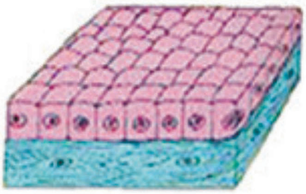
प्राण्यांच्या शरिरात व संरक्षणात्मक आवरणामध्ये अपिस्तर ऊती आढळतात. शरिरामधील बऱ्याच अवयवांचे आवरण तसेच पोकळ्यांचे आवरण अपिस्तर ऊतींनी बनलेली असते. अपिस्तर ऊतींमुळे शरिरातील वेगवेगळ्या अवयव संस्था एकमेकांपासून अलग राहतात. त्वचा, तोंडाच्या आतील त्वचेचा थर तसेच रक्त वाहिनीं, फुप्फुसातील वायुकोष व मूत्रपिंडातील नलिकांचे स्तर हे अपिस्तर ऊतींनी बनलेले असतात. अपिस्तर ऊतीमधील पेशी एकमेकांना इतक्या चिकटलेल्या असतात की त्यामुळे एकसंघ असा पृष्ठभाग तयार होतो. या ऊतीमधील दोन पेशीत अगदी कमी प्रमाणात चिकटविणारे पदार्थ (cement) असून त्यांच्यामध्ये पेशिकांतर्गत मोकळ्या जागा जवळजवळ नसतातच अर्थातच त्यामुळे बाहेरून शरिरात शिरणारे अथवा शरिरातून बाहेर जाणाऱ्या पदार्थांना निदान एकातरी अपिस्तर ऊतींच्या थरामधून जावे लागते. शरिर व बाहेरील पर्यावरणातील पदार्थांची तसेच शरिरांतर्गत विविध भागातील पदार्थांची अदलाबदल यावर नियंत्रण ठेवण्याची महत्वाची

(a) साध्या चपट्या ऊती


(b) स्तरित अपिस्तर ऊती

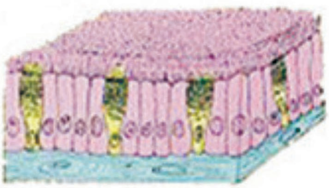
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

भूमिका अपिस्तर ऊतीतील पेशींची प्रवेश क्षमता (permeability) पार पाडत असते. अपिस्तर ऊतींचा कोणताही प्रकार असो त्यांना खालच्या स्तरापासून अलग ठेवण्याचे कार्य तळाशी असलेल्या पेशीबाह्य तंतूयुक्त आवरणामुळे घडते.



(c) साध्या घनाकृती अपिस्तर ऊती

आ. 6.9 मध्ये अपिस्तर ऊतीचे विविध प्रकार दाखविले आहेत. तसेच त्यांचे विविध आकार दाखविले आहेत जे आकार त्यांच्या विशेष कार्याशी निगडीत आहेत. उदा. रक्तवाहिन्या व फुप्फुसातील वायुकोषांच्या ज्या भागामधून पदार्थांची अदलाबदल होते तो भाग खास द्रव झिरपणाऱ्या (permeable) ऊतींच्या स्तराने बनलेला असतो. हा स्तर चपट्या अपिस्तर ऊतीने बनलेला असतो. त्यांना साध्या चपट्या अपिस्तर ऊती (squamous) असे म्हणतात.



(d) साध्या स्तंभाकृती अपिस्तर ऊती

साध्या चपट्या अपिस्तर पेशी अगदी पातळ व सपाट असा स्तर निर्माण करतात. घसा व तोंडाच्या आतील भागाचा स्तर चपट्या अपिस्तराने बनलेला असतो. शरिराचे रक्षण करणारी त्वचासुद्धा चपट्या अपिस्तराने बनलेली असते. जीर्ण होण्यापासून व फाटण्यापासून व फुटण्यापासून रक्षण व्हावे म्हणून त्वचेमध्ये चपट्या अपिस्तराचे अनेक थर असतात. अशाप्रकारे त्वचेमध्ये चपट्या अपिस्तरांचे अनेक थर असल्याने त्यांना स्तरित चपटे अपिस्तर म्हणतात (stratified squamous epithelium).

ज्या ठिकाणी स्त्रवणे आणि शोषण अशा दोन्ही गोष्टी घडतात उदा. आतडे, त्या ठिकाणी उंच अपिस्तर ऊती आढळतात. या स्तंभाकृती (म्हणजे खांबासारख्या) अपिस्तरामुळे (columnar epithelial tissue) हालचाल निर्माण होऊन अडसर दूर केले जातात. उदा. श्वसन मार्गामध्ये आढळणाऱ्या स्तंभाकृती अपिस्तर ऊतींमध्ये प्रकेसल (cilia) आढळतात हे प्रकेसल केसांसारखे बारीक असून अपिस्तर ऊतींच्या सुट्या भागामध्ये आढळतात. हे प्रकेसल हालचाल करतात त्यामुळे श्मेष्मल (mucus) पुढे सरकतो. अशा प्रकारच्या अपिस्तर ऊतींना प्रकेसलयुक्त स्तंभाकृती अपिस्तर ऊती (ciliated columnar epitheliam) म्हणतात.

मूत्रपिंडाच्या नलिका, लालोत्पादक ग्रंथीच्या नलिका यांचे अस्तर (lining) घनाकृती अपिस्तर (cuboidal epithelium) ऊतीनी बनलेले असते (घनासारख्या आकाराच्या पेशी) या घनाकृती अपिस्तर ऊती आधार देण्याचे कार्य करतात. बऱ्याच वेळा या घनाकृती पेशी ग्रंथी पेशी म्हणून ग्रंथी मध्ये कार्य करतात. या ग्रंथी पेशीतून अपिस्तराच्या पृष्ठभागावर काही पदार्थ स्त्रवले जातात. काही वेळा अपिस्तर पेशी आतल्या बाजूला वळतात आणि एक बहुपेशीय ग्रंथीची निर्मिती होते. तिला ग्रंथीय अपिस्तर (glandular epithelium) म्हणतात.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

6.3.2 संयोगी ऊती (Connective tissue)

रक्त हा संयोगी ऊतींचा एक प्रकार आहे. त्याला संयोगी ऊती असे का म्हणतात? या प्रकरणाच्या सुरुवातीच्या भागात या प्रश्नाचे उत्तर सापडेल आता आपण या ऊतींचा सविस्तर अभ्यास करू. संयोगी ऊतींच्या पेशींची विस्कळीत रचना दिसून येते. या पेशी धारणिकेमध्ये (matrix) रुतलेल्या असतात (आ. 6.10) हे धारणिक जेलीसारखे, द्रवरूप, घनरूप किंवा ताठ असते. संयोगी ऊतीच्या कार्यानुसार धारणिकेचे स्वरूप असते.

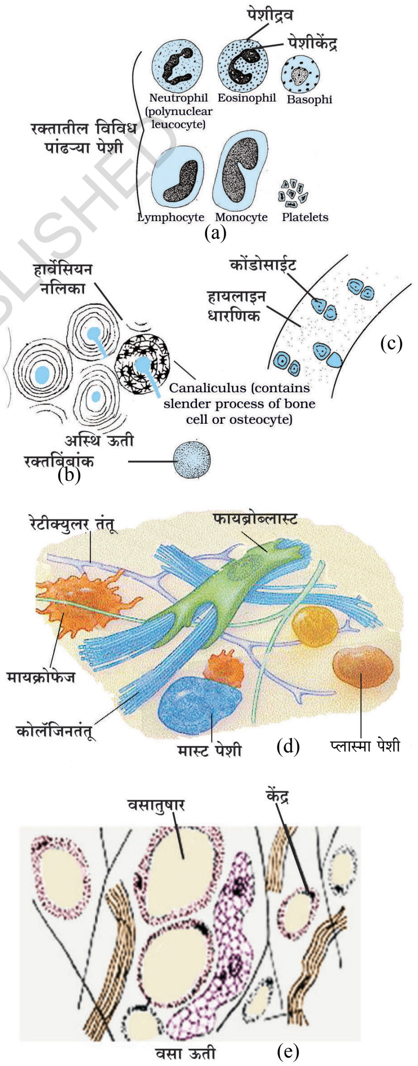
उपक्रम 6.4

एका काचपट्टीवर रक्ताच्या एक थेंब घ्या व सूक्ष्म दर्शकाखाली त्यामधील पेशींचे निरीक्षण करा.

रक्तामध्ये द्रवरूप धारणिक असून त्याला प्लाझ्मा म्हणतात. या प्लाझ्मामध्ये तांबड्या पेशी (Red blood cells RBC), पांढऱ्या पेशी (White blood cells WBC), व प्लेटलेटस असतात. प्लाझ्मामध्ये प्रोटीन, क्षार व संप्रेरके (Harmones) असतात. वायू, पचन झालेले अन्न, संप्रेरके, टाकाऊ पदार्थ इत्यादी सर्व पदार्थ शरीराच्या विविध भागाकडे वाहून घेऊन जाण्याचे कार्य रक्त करते.

हाडे हे संयोगी ऊतींचे आणखी एक उदाहरण आहे. हाडामुळे सांगाडा तयार होतो जो आपल्या शरिराला आधार देतो. हाडे स्नायूंना आधार देतात आणि शरिरातील महत्वाच्या इंद्रियांना देखील आधार देतात. ही ऊती मजबूत व लवचिकता नसणारी असून ती ताठ असते. (या गुणधर्मांचा हाडांना कोणता फायदा होत असेल?) कॅल्शियम व फॉस्फरसच्या संयुगांपासून तयार झालेल्या धारणिकेमध्ये अस्थिपेशी रुतलेल्या असतात.

एका विशिष्ट प्रकारच्या संयोगी ऊतीद्वारे दोन हाडे एकमेकांना जोडली जातात त्यांना अस्थिबंधन (ligament) म्हणतात. ही ऊती स्थितीस्थापक असते. यांच्यामध्ये पुरेसा बळकटपणा असतो. या अस्थिबंधनामध्ये अगदी थोडे धारणिक असते. स्नायूबंधामुळे (tendon) स्नायू हाडांना जोडले जातात स्नायूबंध पण एक प्रकारच्या संयोगी ऊती आहेत. स्नायूबंध ऊती तंतूयुक्त असून त्यांच्यामध्ये भरपूर बळकटपणा असतो मात्र मर्यादित प्रमाणात स्थितीस्थापकत्व असते.



आ. 6.10 संयोगी ऊतीचे प्रकार
(a) रक्तातील पेशींचे प्रकार (b) अस्थि ऊती
(c) हायलाईन कार्टिलेज (d) अवकाश ऊती (e) वसा ऊती

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कास्थी (cartilage) ऊती हा संयोगी ऊतींचा आणखी एक प्रकार आहे. यांच्यामध्ये पेशी एकमेकांपासून दूर पसरलेल्या असतात. धारणिक घनरूपात असून ते प्रोटीन आणि शर्कराने बनलेले असते. सांध्यामधील हाडांचा पृष्ठभाग मऊ ठेवण्याचे कार्य कास्थी करते. नाक, कान, श्वासनलिका व स्वरयंत्रामध्ये देखील कास्थी आढळते. आपण कानामधील कास्थी दुमडू शकतो मात्र हाताची हाडे वाकवू शकत नाही. या दोन्ही ऊती एकमेकांपासून किती भिन्न आहेत याचा विचार करा.

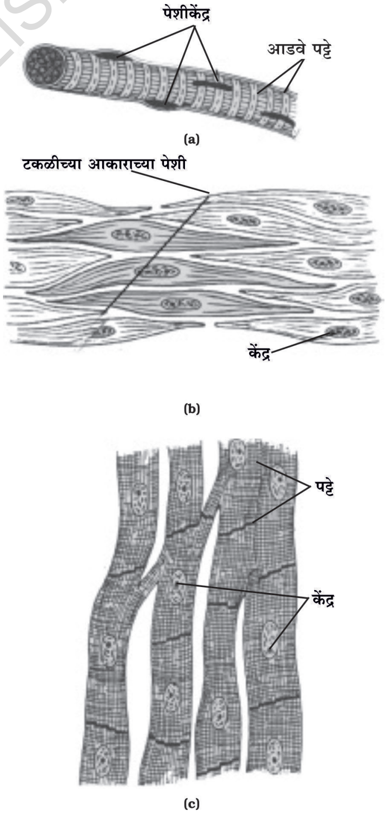
अवकाश ऊती (areolar tissue) त्वचा व स्नायू यांच्या मध्ये, रक्तवाहिन्यांच्या व चेतन्यांच्या सभोवती तसेच अस्थी मगजामध्ये (Bone marrow) आढळतात. इंद्रियांच्या आतील पोकळी अवकाश ऊती भरून काढते, आतील इंद्रियांना आधार देते आणि ऊतींच्या दुरुस्तीमध्ये मदत करते.

आपल्या शरिरामध्ये मेद (fat) कुठे साठविलेले असते ? मेद साठविणारी वसा ऊती (adipose tissue) त्वचेखाली आढळते, तसेच वसा ऊती शरिरातील दोन इंद्रियांच्या मध्येही आढळते. या ऊतीतील पेशी मेदांच्या गोळ्यांनी भरलेल्या असतात. अशाप्रकारे यांच्यामध्ये साठविलेल्या मेदामुळे या ऊती उष्णता रोधकाचे (insulator) कार्य करतात.

6.3.3 स्नायू ऊती

स्नायू ऊतींमध्ये लांबट आकारच्या पेशी असून त्यांना स्नायू पेशी असे सुद्धा म्हणतात. आपल्या शरिराची हालचाल या ऊतींमुळे होते. स्नायू ऊतींमध्ये एक विशेष प्रोटीन असते त्याला आकुंचन पावणारे प्रोटीन म्हणतात. हे प्रोटीन आकुंचन व प्रसरण पावत असते त्यामुळे हालचाल होऊ शकते.

आपल्या शरिरातील कांही स्नायू आपण आपल्या इच्छेनुसार हलवू शकतो. आपल्या हातामधील व पायामधील स्नायू आपण आपल्या इच्छेनुसार हलवू शकतो तसेच त्यांच्या हालचाली थांबवू शकतो. अशा स्नायूंना ऐच्छिक स्नायू (voluntary muscles) म्हणतात. (आ. 6.11 (a)). या स्नायूंना कंकाल स्नायू (skeletal muscles) असेही म्हणतात कारण ते हाडांना चिकटलेले असून शरिराच्या हालचालीस मदत करतात. सुक्ष्मदर्शकाखाली या ऊती पाहिल्या असता आपणाला गडद रंगाचे व फिक्या रंगाचे आळीपाळीने असलेले पट्टे दिसतात. त्यामुळे त्यांना पट्ट्यांचे स्नायू असे म्हणतात (striated muscles). या ऊतींच्या पेशी लांबट, गोलाकार, शाखाविरहीत आणि बहुकेंद्रीय (पुष्कळ केंद्र असणारी) असतात.



आ. 6.11 स्नायू ऊतींचे प्रकार
(a) पट्ट्यांचे स्नायू
(b) बिन पट्ट्यांचे स्नायू (c) हृदयाचे स्नायू

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

पचन संस्थेमधील अन्नाची हालचाल किंवा रक्तवाहिन्यांचे आकुंचन व प्रसरण या हालचाली अनैच्छिक हालचाली आहेत (involuntary movements). आपल्या इच्छेनुसार या हालचाली आपण सुरु करू शकत नाही. किंवा थांबवू शकत नाही. बिन पट्टयांचे स्नायू (आ. 6.11 (b)) किंवा अनैच्छिक स्नायूंचे (involuntary muscles) या सर्व हालचालीवर नियंत्रण असते. हे स्नायू डोळ्यांच्या बुबुळांमध्ये, मूत्राशय आणि फुफ्फुसातील श्वसन्यांमध्ये आढळतात. या पेशी लांबट व दोन्ही बाजूला टोकदार (टकळी सारख्या) असून यांच्यामध्ये एक केंद्र असते. यांना गुळगुळीत स्नायू असेही (smooth muscles) म्हणतात–त्यांना असे का म्हणतात?

हृदयांचे स्नायू आयुष्यभर तालबद्ध आकुंचन आणि प्रसरण करत असतात. या अनैच्छिक स्नायूंना हृदयाचे स्नायू (cardiac muscles) असे म्हणतात. (आ. 6.11 (c)). हृदयाच्या स्नायू पेशी गोलाकार, लांबट, शाखासहित व एकच पेशीकेंद्र असणाऱ्या आहेत.

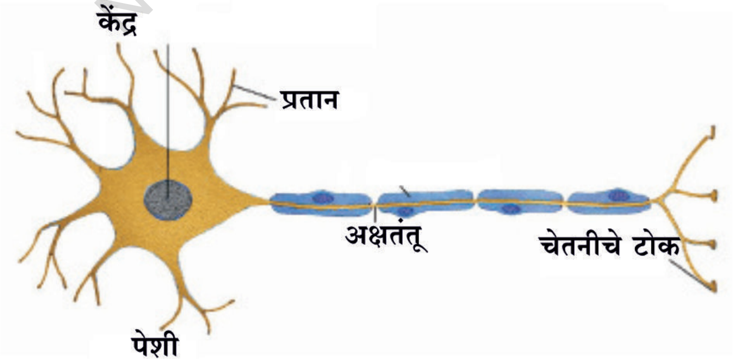
उपक्रम 6.5

स्नायू ऊतींच्या विविध प्रकारांची तुलना करा त्यांच्यामधील आकार, पेशीकेंद्राची संख्या व पेशीकेंद्राचे पेशीतील स्थान यांची नोंद कोष्टक 6.1 मध्ये करा.

वैशिष्ठ्ये	पट्टयाचे	बिन पट्टयाचे	हृदयाचे
आकार			
केंद्रकांची संख्या			
केंद्रकाचे स्थान			

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

6.3.4 चेतन ऊती (Nervous tissue)



आ. 6.12 चेतनपेशी–चेतन ऊतींचा घटक

या सर्व पेशींमध्ये संवेदनांना प्रतिसाद देण्याची क्षमता असते. चेतन ऊतीतील पेशी वैशिष्ट्यपूर्ण आहेत कारण या चेतन पेशी उद्दिपीत झाल्या की ते उद्दिपन अति जलदपणे शरिरातील एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे पाठवितात. मेंदू, मज्जारज्जू आणि चेतन्यामध्ये चेतन ऊती असतात. या चेतन ऊतींच्या पेशींना चेतन पेशी (nerve cell) किंवा चेता पूंज (neurons) असे म्हणतात. चेतन पेशीमध्ये केंद्र व पेशीद्रव असतो. या पेशीपासून केसासारखा एक लांब तंतू निघतो. साधारणपणे प्रत्येक चेतनपेशीपासून एकच लांब तंतू निघतो त्याला अक्षतंतू (axon) असे म्हणतात. त्याशिवाय या पेशीपासून अनेक लहान शाखायुक्त प्रतान (dendrites) नावाचे तंतू निघतात. एका चेतन पेशीची लांबी एक मीटरसुद्धा असू शकते. संयोगी ऊती अनेक चेतन तंतूंना एकत्र आणते व एक चेतनी तयार होते.

आवेगामुळे (Nerve impulse) आपल्या शरिरातील स्नायूंची आपल्याला हवी तेव्हा हालचाल करू शकतो. बऱ्याच प्राण्यांमध्ये चेतन्या आणि स्नायू ऊतींच्या कार्यातील मूलभूत एकरूपता अत्यंत आवश्यक आहे. या एकरूपतेमुळे प्राणी संवेदनेला प्रतिसाद देण्यासाठी जलद हालचाली करू शकतात.

प्रश्न :

1. आपल्या शरिराच्या हालचालीसाठी कारणीभूत असणाऱ्या ऊतींचे नाव लिहा.
2. चेता पूंज (neuron) कशासारखे दिसते?
3. हृदयाच्या स्नायूंचे तीन गुणधर्म सांगा.
4. अवकाश ऊतींची कार्ये लिहा.

तुम्ही काय शिकला?

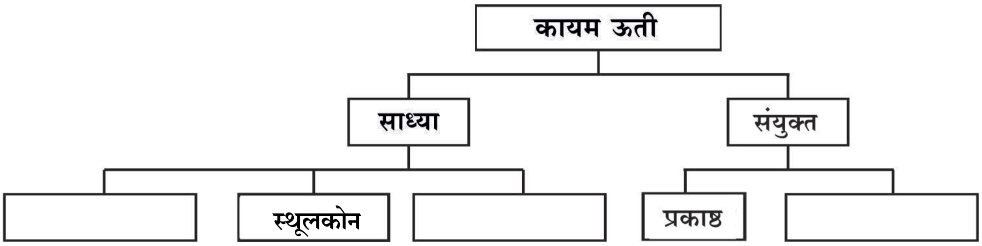
- कार्य आणि रचना सारख्या असणाऱ्या पेशींचा समूह म्हणजे ऊती होय.
- वनस्पती ऊतींचे दोन मुख्य प्रकार–वर्धिष्णू ऊती व स्थायी ऊती होय.
- वनस्पतींच्या वाढ होणाऱ्या भागांमध्ये पेशी विभजन करणाऱ्या वर्धिष्णू ऊती असतात.
- स्थायी ऊती ह्या वर्धिष्णू ऊतींपासूनच प्रथम निर्माण होतात व नंतर त्यांची विभजनाची क्षमता नष्ट होते. स्थायी ऊतींचे साध्या व संयुक्त ऊती असे वर्गीकरण करतात.
- मृदू ऊती, स्थूलकोन ऊती आणि कठीण ऊती हे साध्या ऊतींचे तीन प्रकार आहेत. प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ हे दोन संयुक्त ऊतींचे प्रकार आहेत.
- अपिस्तर ऊती, संयोगी ऊती, स्नायू ऊती आणि चेतन ऊती या सर्व प्राणी ऊती आहेत.
- रचना व कार्यानुसार अपिस्तर ऊतींचे घनाकृती, चपट्या, स्तंभाकृती, प्रकेसलयुक्त व ग्रंथीय अपिस्तर असे वर्गीकरण केले आहे.
- अवकाश ऊती, वसा ऊती, अस्थी, कंडर (tendon), संधिबंधन (ligament), कास्थी आणि रक्त हे सर्व संयोगी ऊतींचे प्रकार आहेत.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

- पट्यांचे, बिन पट्यांचे (गुळगुळीत स्नायू) व हृदयाचे असे स्नायू ऊतींचे तीन प्रकार आहेत.
- चेतन ऊती चेतन पेशींनी बनलेल्या असून त्या आवेग (impluse) स्विकारतात व पाठवितात.

अभ्यास :

1. ऊतीची व्याख्या लिहा.
2. किती प्रकारच्या घटकांपासून प्रकाष्ठ ऊती तयार होते? त्यांची नावे लिहा.
3. वनस्पतीमधील साध्या ऊती या संयुक्त ऊतीपासून कशा वेगळ्या आहेत?
4. पेशी भित्ती वरून पडणारे मृदू ऊती, स्थूलकोन ऊती आणि कठीण ऊतीतील फरक सांगा.
5. पर्णरंध्राची कार्ये सांगा.
6. तीन प्रकारच्या स्नायू तंतूमधील.
   फरक आकृतीद्वारे सांगा.
7. हृदयाच्या स्नायूंचे विशेष कार्य लिहा.
8. पट्टयांचे, बिन पट्टयांचे आणि हृदयाचे स्नायू यांचे त्याची रचना आणि शरिरमधील स्थान याआधारे फरक लिहा.
9. चेतन पेशीची आकृती काढून नावे लिहा.
10. नांवे लिहा
    a) तोंडाच्या आतील भागामधील (अस्तर) स्तरातील ऊती
    b) मानवामध्ये स्नायू व हाडांना जोडणाऱ्या ऊती c) वनस्पती मधील अन्नवाहक ऊती
    d) आपल्या शरिरातील चरबी (वसा) साठविणाऱ्या ऊती
    e) द्रवरूप धारणिक असणाऱ्या संयोगी ऊती f) मेंदूमधील ऊती
11. खालील भागामध्ये आढळणाऱ्या ऊतींचे प्रकार ओळखा.
    त्वचा, झाडाची साल, हाडे, मूत्रपिंडातील वाहिनीतील अस्तर, वाहिनी वृंद.
12. मृदू ऊती कोणत्या भागामध्ये आढळतात?
13. वनस्पती मधील अपित्वचेची कार्ये सांगा.
14. वनस्पती मधील साल (cork) संरक्षणात्मक ऊती म्हणून कसे कार्य करते?
15. खालील तक्ता पूर्ण करा.



*****

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

G1F6U7

प्रकरण 7

गती (Motion)

दैनंदिन जीवनात आपण पाहतो की, कांही वस्तू स्थिर असून कांही वस्तू गतिमान असतात. पक्षी उडतात, मासे पोहतात, रक्त नसा आणि रक्तवाहिन्यातून वाहते आणि कारगाड्या, अणू, रेणू, ग्रह, तारे आणि आकाशगंगा ह्या सर्व गतिमान आहेत. आपल्याला आकलन होते की एखादी वस्तू जेंव्हा कालाबरोबरच आपली स्थिती (स्थान) बदलते तेंव्हा ती गतिमान आहे. मात्र कांही घटनांमध्ये कोणत्याही पुराव्याशिवाय आपण गतीला ग्राह्य मानतो. उदाहरणार्थ धूळीचे कण. पाने व फांद्याच्या हलण्यावरून वाऱ्याला गती आहे असे आपण ग्राह्य मानतो. सूर्योदय, सूर्यास्त आणि ऋतुतील बदल कोणत्या कारणांमुळे होत असतील? का ते पृथ्वीच्या गतीमुळे घडते? जर ते सत्य असेल तर आपण थेट पृथ्वी गतिमान आहे असे का ग्राह्य मानत नाही?

एखादी वस्तू एखाद्या व्यक्तीला गतिमान वाटत असेल आणि एखाद्याला ती स्थिर ही वाटत असेल, बस मधून प्रवास करणाऱ्या प्रवाशांना रस्त्याच्या बाजूला असलेली झाडे-झुडुपे मागे जात असल्याचा भास होतो. तर रस्त्यावर थांबलेल्या एखाद्या व्यक्तीस बस आणि बसमधील प्रवासी गतिमान असल्याचे जाणवेल. मात्र बसमधील प्रवाशाला आपल्या शेजारील प्रवासी स्थिर असल्याचे जाणवेल. ही निरीक्षणे काय दर्शवितात?

बऱ्याचशा गती गुंतागुंतीचे आहेत. कांही वस्तू सरळ रेषेत गतिमान असतील तर इतर कांही वस्तू वर्तुळाकार मार्गात गतिमान असतील. कांही चक्रीय गतीत असतील तर या प्रकरणात सुरुवातीला आपण एका सरळरेषेत गतिमान असणाऱ्या वस्तुविषयी शिकूया. त्याच बरोबर अशा प्रकारच्या गतीची आपण कांही साधी समीकरणे आणि आलेखांच्या सहाय्याने विश्लेषण करू. त्यानंतर आपण वर्तुळाकार गती विषयी चर्चा करू.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम -7.1

- तुमच्या वर्गाच्या भिंती स्थिर आहेत की गतिमान याविषयी चर्चा करा.

उपक्रम -7.2

- तुम्ही कधीतरी स्थिर आगगाडीत बसलेले असताना सुद्धा गतिमान असल्यासारखे अनुभवले आहे काय?
- तुमचा अनुभव सांगा आणि चर्चा करा.

विचार करून कृती करा (Think and Act) :

कांही वेळा आपणास आपल्या सभोवतालच्या गतिजन्य पदार्थामुळे आपण धोक्यात असल्यासारखे वाटते. प्रामुख्याने गती जर अनियंत्रित असेल आणि अनियमित असेल तर जशी भरून वाहणारी नदी, चक्रीवादळ आणि त्सुनामी वगैरे. या उलट नियंत्रित गती मानवासाठी सेवादायक ठरते. जशी जलविद्युत शक्तीची निर्मिती. कांही वस्तुंपासून निर्माण होणाऱ्या अनियमित गतीचा अभ्यास करणे आणि त्यावर नियंत्रण ठेवण्यास शिकणे जरूरी आहे असे तुम्हास वाटते काय?

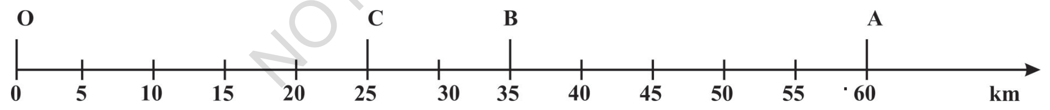
7.1 गतीचे स्पष्टीकरण (Describing Motion) :

एखाद्या वस्तुचे ठिकाण आपण एखाद्या संदर्भ बिंदूचा आधार घेऊन ठरवितो. हे आपण एका उदाहरणाचा उपयोग करून समजावून घेऊ. असे समजा की, एका गावातील शाळा रेल्वे स्टेशनच्या उत्तरेस 2 कि.मी. अंतरावर आहे. येथे आपण शाळेचे ठिकाण रेल्वे-स्टेशनला संदर्भ बिंदू मानून सांगितले आहे. अशा प्रकारे इतर उदाहरणे घेऊन सुद्धा आपल्या सोयीनुसार ते ठरवू शकतो. अशा प्रकारे एखाद्या वस्तूचे ठिकाण स्पष्ट करण्यासाठी आपणास मूळ बिंदू संदर्भ म्हणून घ्यावा लागतो.

7.1.1 रेषीय गती (Motion along a straight line) :

गतीचा सर्वात साधा प्रकार म्हणजे रेषीय गती होय. आपण प्रारंभी हे एका उदाहरणासह समजून घेऊ. समजा एक वस्तू सरळरेषेत गतिमान आहे. वस्तू 'O' बिंदूपासून आपला प्रवास सुरू करते त्याला संदर्भ बिंदू मानले जाते. (आ. क्र. 7.1) वेगवेगळ्या क्षणी A, B आणि C ही त्या वस्तुची स्थिती आहे. प्रारंभी वस्तू C पासून B कडे आणि तशीच A कडे पोहोचते आणि त्यानंतर ती पुन्हा परत त्याच मार्गाने B कडून C कडे पोहचते.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS



आ. क्र. 7.1 सरळरेषीय गतितील वस्तूची स्थिती

वस्तूने आक्रमिलेला एकूण मार्ग आहे OA+AC म्हणजेच 60 km + 35 km = 95 km. हे त्या वस्तूचे आक्रमिलेले अंतर आहे. अशा प्रकारे अंतर स्पष्ट करण्यासाठी आपणास फक्त संख्यात्मक किंमतींची गरज असते दिशेची नाही. अशी कांही परिमाणे आहेत की त्यांचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी केवळ संख्यात्मक किंमतीची गरज असते. एखाद्या भौतिक परिमाणाची संख्यात्मक किंमत म्हणजेच 'मान (magnitude)' होय. या उदाहरणावरून तुम्ही 'C' पर्यंतचे आरंभ बिंदू 'O' पासूनचे अंतर काढू शकाल? हा फरक तुम्हाला वस्तूचे O पासून C पर्यंतचे A कडून झालेले

'विस्थापन' दर्शविते. अशा प्रकारे आरंभ बिंदू पासूनचे अंतिम बिंदू पर्यंतचे कमीत कमी अंतर म्हणजे विस्थापन होय.

एखाद्या वस्तूचे विस्थापन त्याने आक्रमिलेल्या एकूण अंतराच्या समान असू शकेल काय? आ. क्र. 7.1 मध्ये दिलेले उदाहरण समजावून घ्या. वस्तूच्या 'O' ते A पर्यंतच्या गतीसाठी काढलेले अंतर 60 कि.मी. आहे आणि विस्थापनाची किंमत (मान) सुद्धा 60 कि.मी. आहे. जेंव्हा वस्तू O पासून A कडे आणि पुन्हा 'B' कडे येते तेंव्हा आक्रमिलेले एकूण अंतर = 60 कि.मी. + 25 कि.मी. = 85 कि.मी. होते. पण विस्थापनाची किंमत = 35 कि.मी. होते. अशा प्रकारे आपण समजू शकतो की विस्थापनाची किंमत (35 कि.मी.) ही आक्रमिलेल्या एकूण मार्गाच्या (85 कि.मी.) लांबीशी समान नसते. तसेच आपण जाणू शकतो की सदर घटनेत विस्थापनाची किंमत शून्य होऊ शकते. मात्र आक्रमिलेले अंतर शून्य होऊ शकत नाही. वरील उदाहरणात वस्तू पुन्हा मागे आल्यास ती मूल बिंदूशी 'O' शी (तंतोतंत येऊ) शकते म्हणून विस्थापन शून्य होते. मात्र आक्रमिलेले अंतर OA + AO = 60 km + 60 km = 120 km होते. अशा प्रकारे विस्थापन आणि अंतर या दोन भिन्न राशी त्या वस्तूची गती म्हणजे काल आणि संदर्भ बिंदू लक्षात घेऊन स्थितीत झालेला आहे हे स्पष्ट करतात.

@KTRS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 7.3

- एक मीटर पट्टी आणि एक लांब दोरी घ्या.
- एका बास्केट बॉल मैदानाच्या एका कोपऱ्याकडून विरुद्ध कोपऱ्यापर्यंत चालत जा.
- तुम्ही आक्रमिलेले अंतर आणि घडलेले विस्थापन मोजा.
- या दोन्ही मध्ये तुम्ही कोणता फरक अनुभवला?

उपक्रम 7.4

- वाहनांमध्ये आक्रमिलेले अंतर दर्शविण्यासाठी एक उपकरण बसविलेले असते. त्याला ओडोमीटर असे म्हणतात. एक कार भुवनेश्वरपासून दिल्लीपर्यंत चालविलेली आहे. ओडोमीटरचे प्रारंभीचे रीडिंग आणि अंतिम रीडिंग यातील फरक 1850 कि.मी. आहे. तर भारताचा रस्ता नकाशा पाहून भुवनेश्वर आणि दिल्ली पर्यंतचे अंतर शोधा.

प्रश्न :

1. एका वस्तूने कांही अंतर काटलेले आहे. त्याचे विस्थापन शून्य असू शकेल का? उत्तर होय असे असेल तर उदाहरणासह उत्तर स्पष्ट करा.

2. एक शेतकरी चौरसाकृती शेताच्या सीमेकडून 10 मिनिटे 40 सेकंदात फेरी पूर्ण करतो. तर 2 मिनिटे 20 सेकंदामध्ये झालेल्या विस्थापनाची किंमत त्याच्या मूळस्थानापासून किती?

3. विस्थापनाच्या बाबतीत खालीलपैकी कोणते विधान सत्य आहे?
   a) ते शून्य असू शकत नाही.
   b) त्याची किंमत पदार्थाने आक्रमिलेल्या अंतरापेक्षा अधिक असते.

7.1.2 समानगती आणि असमान गती (Uniform and Non uniform Motion) :

एक वस्तू एका सरळरेषेत गतिमान आहे असे मानू ती पहिल्या सेकंदात 5 मी. प्रवास करते. दुसऱ्या सेकंदात 5 मी. तिसऱ्या सेकंदात 5 मी. आणि चौथ्या सेकंदात 5 मी. प्रवास करते. या प्रकारात वस्तू प्रत्येक सेकंदास 5 मी. अंतर काटते. येथे वस्तू समान कालात समान अंतर काटते. या गतीला 'समान गती' असे म्हणतात. कालाचा अवधी येथे लहान असावा. आपल्या दैनंदिन जीवनात सुद्धा आपण अशा अनेक घटना पाहतो जेथे वस्तू समान कालात समान अंतर आक्रामितो. उदाहरणार्थ गर्दी असलेल्या रस्त्यावर चालणारी कार किंवा एखाद्या उद्यानात जॉगिंग करणारी व्यक्ती ही असमान गतीची कांही उदाहरणे आहेत.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम –7.5

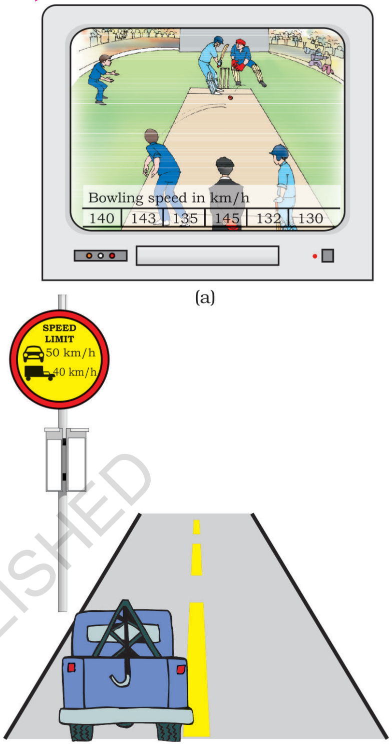
तक्ता 7.1 मध्ये A आणि B या दोन वस्तूंच्या गती विषयी माहिती दिलेली आहे. त्याचे काळजीपूर्वक परीक्षण करा आणि ठरवा की वस्तू एक समान गतीत आहे की असमान गतीत आहे?

तक्ता 7.1

काल	A वस्तूने आक्रमिलेले अंतर मी. मध्ये	B वस्तूने आक्रमिलेले अंतर मी. मध्ये
9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

7.2 गतीच्या दराचे मापन (Measuring the Rate of Motion) :

आकृती क्र. 7.2 मधील परिस्थितींचे निरिक्षण करा. 7.2 (a) मध्ये गोलंदाजी करण्याची गती 143 कि.मी./तास. याचा अर्थ काय? 7.2 (b) मधील सूचना फलकावरून तुम्हाला काय समजले?



(a)

(b)

आ. क्र. 7.2

एखादे दिलेले अंतर कापण्यासाठी वेगवेगळ्या वस्तू वेगवेगळा काल घेऊ शकतात. कांही वस्तू वेगात जाऊ शकतात तर कांही सावकाश जातात. वस्तूच्या वेगाचा दर वेगवेगळा असू शकतो. तसेच वेगवेगळ्या वस्तू सारख्याच वेगाने सुद्धा जाऊ शकतात. एकक कालात पदार्थाने (वस्तूने) आक्रमिलेल्या अंतरास चाल (speed) असे म्हणतात. आंतरराष्ट्रीय पद्धतीत (SI पद्धतीत) चालीचे एकक मीटर दर सेकंद आहे. ते संज्ञेच्या स्वरूपात ms^{-1} किंवा m/s, चालीचे एकक सेंटीमीटर दर सेकंद (cms^{-1}) आणि किलोमीटर दर तास (Kmh^{-1}) अशी आहेत. एखाद्या वस्तूची चाल स्पष्ट करण्यासाठी आपणास त्याचा केवळ 'दर' आवश्यक असतो. जरूरी नाही की एखाद्या वस्तूची चाल ही स्थिर असते. बराच वेळा वस्तू असमान गतीत असते. त्यामुळे अशावेळी वस्तूची चाल स्पष्ट करण्यासाठी सरासरी चाल विचारात घेतली जाते. एखाद्या वस्तूची सरासरी चाल त्या वस्तूने आक्रमिलेल्या एकूण अंतरास लागलेल्या एकूण कालाने भागून मिळविली जाते.

$$\text{सरासरी चाल} = \frac{\text{आक्रमिलेले एकूण अंतर}}{\text{लागलेला एकूण काल}}$$

एखादी वस्तू 's' इतके अंतर 't' इतक्या कालात आक्रमित असेल तर तिची चाल v असेल.

$$v = \frac{s}{t} \qquad (7.1)$$

हे आपण एका उदाहरणाने समजावून घेऊ.

एक कार 100 कि.मी. इतके अंतर दोन तासात आक्रमिते. त्या कारची सरासरी चाल 50 कि.मी./तास (50 kmh^{-1}) आहे. याचा अर्थ ती कार कांही वेळा 50 कि.मी./तास पेक्षा अधिक तर कांही वेळा 50 कि.मी./तास पेक्षा कमी चालीने गेलेली असेल. कांही वेळा तीने

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

जलद प्रवास केला आणि कांही वेळा त्यापेक्षा हळुवार प्रवास केला.

उदाहरण 7.1 एक वस्तू 16 मी अंतर 4 सेकंदात आक्रमिते आणि पुढील 16 मी. अंतर 2 सेकंदात आक्रमिते. तर त्या वस्तूची सरासरी चाल किती?

उकल :

वस्तूने आक्रमिलेले एकूण अंतर = 16 मी. + 16 मी. = 32 मी.

घेतलेला एकूण काल = 4 से. + 2 से. = 6 से.

$$\text{सरासरी चाल} = \frac{\text{आक्रमिलेले एकूण अंतर}}{\text{लागलेला एकूण काल}}$$

$$= \frac{32\ m}{6\ s} = 5.33\ \text{मी.से}^{-1}$$

वस्तूची सरासरी चाल 5.33 मी/सें. आहे.

7.2.1 दिशेसह चाल (Speed with Direction) (दिशांकीत गती)

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

एखाद्या वस्तूच्या गतीचा दर अधिक स्पष्ट होऊ शकतो जर आपण चाल आणि दिशा लक्षात घेऊन आपण वस्तूच्या गतीचा दर अधिक स्पष्ट करू शकतो जी राशी चाल आणि दिशा दोन्हीना व्यक्त करते त्या राशीला वेग असे म्हणतात. एका निश्चित दिशेने होणाऱ्या चालीस वेग म्हणतात. एखाद्या वस्तूचा वेग एक समान किंवा असमान असू शकतो. वस्तूच्या चालीबरोबर दिशेबरोबर किंवा दोन्ही बरोबर वेग बदलू शकतो. जेंव्हा एखादी वस्तू रेषीय गतीत बदलत्या चालीत असेल तर गती आपण सरासरी वेग अशी व्यक्त करू शकतो आणि आपण सरासरी वेग सरासरी गती प्रमाणेच काढू शकतो.

जर वस्तूचा वेग एक समान स्वरूपात बदलत असेल तर सरासरी वेग हा प्रारंभिक गती आणि अंतिम गतीच्या सरासरी इतका असतो.

$$\text{सरासरी वेग} = \frac{\text{प्रारंभिक वेग} + \text{अंतिम वेग}}{2}$$

$$\text{गणिती स्वरूपात } V_{av} = \frac{u + v}{2} \qquad (7.2)$$

जेथे V_{av} = सरासरी वेग, u = प्राथमिक वेग, v = वस्तूचा अंतिम वेग आहे.

चाल आणि वेगाचे एकक समान असून ते ms^{-1} किंवा m/s आहे.

उपक्रम –7.6

तुम्ही तुमच्या घरापासून बस स्टॉप किंवा शाळेकडे जाण्यासाठी लागलेल्या कालाचे मापन करा जर आपण आपल्या सरासरी चालण्याचा वेग 4 km/h असा मानल्यास आपले घर व बस स्टॉप किंवा शाळा यातील अंदाजे अंतर शोधा.

उपक्रम –7.7

जेंव्हा आकाशात ढग दाटून आलेले असतात तेंव्हा वीज चमकणे आणि ढगांचे गडगडणे या क्रिया वारंवार होऊ शकतात. यावेळी प्रथम वीज चमकल्याची दिसते आणि कांही वेळानंतर आपणास ध्वनी ऐकू येतो. आपण सांगू शकाल असे का होते ते? या दोन्ही घटनामधील कालांतर एखाद्या डिजिटल घड्याळाच्या अथवा 'स्टॉप वॉच'च्या मदतीने मोजा. वीज चमकण्याच्या जवळात जवळील बिंदूचे अंतर शोधा. (हवेमध्ये ध्वनीचा वेग = 346 ms^{-1} असतो)

प्रश्न :

1. चाल आणि वेग यातील फरक लिहा.
2. कोणत्या स्थितीत सरासरी वेगाचा दर हा सरासरी चालीच्या बरोबर असेल?
3. एखाद्या वाहनाचा ओडोमीटर काय मोजतो?
4. जेंव्हा वस्तू एकसमान गतीत असते. तेंव्हा तिचा मार्ग कसा दिसतो?
5. एक सिग्नल पृथ्वीवर येऊन पोहोचण्यास 5 मिनिटांचा काल लागतो. तर पृथ्वीवर असलेल्या स्टेशनापासून त्याचे अंतर किती असेल? (सिग्नलची चाल = प्रकाशाची चाल = 3×10^8 ms^{-1})

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

उदाहरण 7.2 : एका प्रवासाच्या प्रारंभी कारचे ओडोमीटर 2000 km दर्शविते आणि शेवटी 2400 km हा आकडा दर्शविते. जर या प्रवासासाठी 8 तास काल लागलेला असेल तर कारची चाल Km h^{-1} आणि ms^{-1} मध्ये काढा.

उकल :

कारने आक्रमिलेले अंतर S = 2400 km – 2000 km

= 400 km

अंतर काढण्यासाठी लागलेला काल t = 8 h

कारची सरासरी चाल Vav = $\frac{s}{t}$

$$= \frac{400\ km}{8\ h}$$

$$= 50 \text{ km/h}$$

$$= \frac{50 \text{ km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$= 13.9 \text{ m/s}$$

$$= 13.9 \text{ ms}^{-1}$$

= 13.9 ms^{-1} कारची सरासरी चाल 50 kmh^{-1} किंवा 13.9 ms^{-1}

उदाहरण 7.3

उषा 90 मीटर लांबीच्या तलावात पोहत आहे. एका बाजूकडून दुसऱ्या बाजूकडे व पुन्हा सरळरेषेत पाठीमागे 180 मी. अंतर काटण्यास 1 मिनिट वेळ घेते. तर उषाची सरासरी चाल आणि सरासरी वेग काढा.

उकल :

उषाने 1 मिनिटात काटलेले एकूण अंतर = 180 m

1 मिनिटात उषाचे झालेले विस्थापन = 0 m

$$\therefore \text{ सरासरी चाल} = \frac{\text{काटलेले एकूण अंतर}}{\text{लागलेला एकूण काल}}$$

$$= \frac{180 \text{ m}}{1 \text{ min}} = \frac{180 \text{ m}}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 3 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{ सरासरी वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{लागलेला एकूण काल}}$$

$$= \frac{0m}{60s}$$

$$= 0 \text{ ms}^{-1}$$

∴ उषाची सरासरी चाल = ही 3 ms^{-1} आणि सरासरी वेग 0 ms^{-1} आहे.

7.3 वेगाच्या परिवर्तनाचा दर

कोणत्याही एक समान रेषीय गतीत असणाऱ्या वस्तूचा वेग कालाबरोबर स्थिर असतो. या घटनेत कोणत्याही कालांतरात वेगात झालेला बदल शून्य असतो. या उलट असमान गतीत वेगाचा दर सतत बदलत असतो. त्याचा दर वेगवेगळ्या वेळी व वेगवेगळ्या बिंदूवर वेगवेगळा असतो.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कोणत्याही कालांतरात तो शून्य होत नाही. आपण आता वेगातील बदल व्यक्त करू शकू का? अशा प्रकारच्या प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी आपणास आणखी एक भौतिक राशी त्वरणाविषयी जाणून घ्यावी लागेल. एकक काळातील वेगात झालेला बदल म्हणजे त्वरण होय. अर्थात,

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेगात झालेला बदल}}{\text{घेतलेला काल}}$$

जर एखाद्या वस्तूचा प्राथमिक वेग 'u' बदलून 't' इतक्या कालात 'v' होत असेल तर त्वरण 'a' खालील प्रमाणे मांडता येईल.

$$a = \frac{v - u}{t} \qquad (7.3)$$

या प्रकारच्या गतीला त्वरणीय गती असे म्हणतात. जर त्वरण वेगाच्या दिशेने असेल तर ते धन त्वरण मानले जाते व त्वरण वेगाच्या विरुद्ध दिशेने असेल तर ऋण त्वरण असे मानले जाते. त्वरणाचे S.I पद्धतीतील एकक ms^{-2} आहे.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

एखादी वस्तू एका सरळरेषेत गतिमान असेल आणि वेग समान कालावधीत समान प्रमाणात वाढत अथवा घटत असेल त्या वस्तूचे त्वरण 'एकसमान त्वरण' आहे. असे म्हटले जाते. एखादी वस्तू स्वतंत्रपणे वरून खाली पडत असेल तर ते एक समान त्वरणीय गतीचे एक उदाहरण आहे. या उलट एखादी वस्तू असमान त्वरणीय गतीत जाऊ शकते जर तिचा वेग असमानरित्या बदलत असेल तर उदाहरणार्थ एखादी कार एका सरळरेषीय रस्त्यावरून जाताना असमान दराने आपली चाल बदलत असेल तर ती कार असमान त्वरणीय गतीत आहे असे म्हटले जाते.

उपक्रम –7.8

- आपण आपल्या दैनंदिन जीवनात अनेक प्रकारच्या गतींचे प्रकार अनुभवला असाल. ज्यामध्ये प्रामुख्याने
  a) त्वरण गतीच्या दिशेने आहे.
  b) त्वरण गतीच्या विरुद्ध दिशेने आहे.
  c) त्वरण एकसमान आहे.
  d) त्वरण असमान आहे.
- वर दिलेल्या प्रत्येक प्रकारच्या गतीकरिता आपण प्रत्येकी एक उदाहरण देऊ शकाल?

उदाहरण 7.4 : राहुल आपली सायकल स्थिर स्थितीपासून चालवून 30 सेकंदामध्ये 6 ms–1 इतका वेग प्राप्त करतो. तो त्यानंतर असा ब्रेक लावतो की सायकलचा वेग पुढील 5 सेकंदात कमी होऊन 4 ms^{-1} इतका होतो. दोन्ही स्थितीत सायकलच्या त्वरणाचे मापन करा.

उकल :

पहिल्या स्थितीमध्ये

प्राथमिक वेग $u = 0$

अंतिम वेग $v = 6\ ms^{-1}$

काल $t = 30\ s$

$\therefore\ a = \frac{v-u}{t}$ (7.3) समीकरणावरुन

a, u, v आणि t च्या वरील किंमती समीकरणात घालून

$$a = \frac{(6\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1})}{30\ s}$$

$$a = 0.2\ ms^{-2}$$

दुसऱ्या स्थिती मध्ये

प्राथमिक वेग $u = 6\ ms^{-1}$

अंतिम वेग $v = 4\ ms^{-1}$

काल $t = 5\ s$

$$a = \frac{(4\ ms^{-1} - 6\ ms^{-1})}{5\ s}$$

$$= -0.4\ ms^{-2}$$

पहिल्या स्थितीत सायकलचे त्वरण $0.2\ ms^{-2}$ आहे आणि दुसऱ्या स्थितीत $-0.4\ ms^{-2}$ आहे.

प्रश्न :

1. केंव्हा तुम्ही एक वस्तू.
   a) ती एक समान त्वरणीय गतीत आहे?
   b) ती असमान त्वरणीय गतीत आहे? असे सांगू शकाल?
2. एका बसची चाल 5 सेकंदामध्ये 80 km h^{-1} हून कमी होऊन 60 km h^{-1} होते. तर बसचे त्वरण काढा.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

3. एक आगगाडी स्टेशनवर सुरु होते आणि एक समान त्वरणात 10 मिनिटामध्ये 40 km h^{-1} इतकी चाल मिळविते. तर त्याचे त्वरण काढा.

7.4 गतीचे आलेखीय प्रतिनिधीत्व

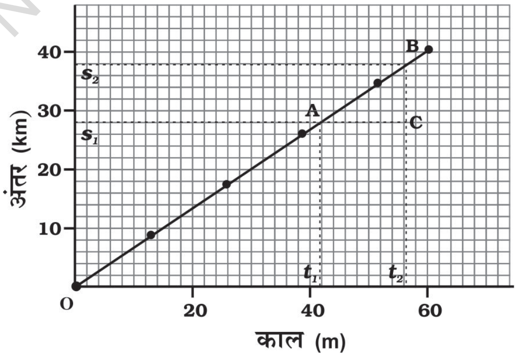
अनेक घटनांच्या बाबतीत मूलभूत माहिती जाणकारी आलेखाच्या स्वरूपात दर्शविता येते. उदाहरणार्थ एखाद्या एक दिवशीय क्रिकेट सामन्याच्या प्रसारणावेळी एखाद्या संघाने प्रत्येक षटकात मध्ये मिळविलेल्या धावांचा दर उभ्या स्तंभांच्या स्वरूपात दाखविला जातो. तुम्हाला गणितात माहित असल्या प्रमाणे सरळ रेषीय आलेख हा दोन चलपदे असलेले रेषीय समीकरण सोडविण्यास मदत करते.

एखाद्या वस्तूची गती दर्शविण्यासाठी रेषीय आलेखाची गरज असते. अशा स्थितीत रेषीय आलेख दुसऱ्या राशीवर अवलंबून असतो असे दर्शवितो. जसे अंतर किंवा वेग आणि दुसरीकडे काल.

7.4.1 अंतर काल आलेख

कालाबरोबर एखाद्या वस्तूच्या स्थितीत झालेला बदल अंतर-काल आलेखावर आपणास सोयीस्कर माप घेऊन दर्शविता येणे शक्य आहे. या आलेखात X-अक्षावर काल घेतला जातो आणि अंतर Y-अक्षावर दर्शविले जाते. अंतर-काल आलेख वेगवेगळ्या परिस्थितीत वापरता येतो. जसे एखादी वस्तु एकसमान चालीने जाते. असमान चालीने जाते, विराम अवस्थेत असते इत्यादी साठी.

आपल्याला माहित आहे की जेंव्हा एखादी वस्तू समान कालात समान अंतर रूपात असते. तेंव्हा तिची चाल एकसमान असते. येथे असे दिसून येते की वस्तूने काटलेले अंतर कालाच्या समप्रमाणात असते. अशाप्रकारे एकसमान चाली मध्ये अंतर आणि काल यांचा आलेख एक सरळ रेषा असते. ज्या प्रमाणे तुम्ही आकृती 7.3 मध्ये पाहता. आलेखामधील OB भाग दर्शवितो की, अंतर एकसमान दराने वाढत आहे. जर आपण Y-अक्षावर विस्थापन दर्शविले तर एकसमान चालीच्या ऐवजी आपण एकसमान वेग या शब्दाला उपयोग करू शकतो.



आकृती क्र. 7.3 एकसमान चालीत जाणाऱ्या एखाद्या वस्तूचा अंतर-काल आलेख.

NOT TO BE REPUBLISHED © KTBS

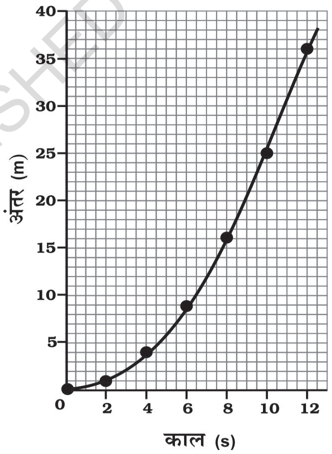
अंतर-काल आलेखाचा उपयोग आपण एखाद्या वस्तूची चाल समजावून घेण्यासाठी करू शकतो. असे करण्यासाठी आकृती क्रमांक 7.3 मधील 'AB' या छोट्या भागाचा विचार करा A बिंदूपासुन X-अक्षाला एक समांतर रेषा आणि B बिंदूपासून Y अक्षाला एक समांतर रेषा काढा. या दोन्ही रेषा बिंदु 'C' ला जोडून एक त्रिकोण ABC तयार होतो. आता आलेखामध्ये AC भाग (t_2-t_1) कालांतर दर्शवितो तर BC वरील (S_2-S_1) अंतर दर्शविते. जर आपण आलेखाद्वारे पाहिले तर वस्तू A पासून B कडे गतीमान आहे तेव्हा ही वस्तू (S_2-S_1) अंतर (t_2-t_1) या कालावधीत आक्रमिते. अशाप्रकारे एखाद्या वस्तूची चाल V खालील प्रमाणे व्यक्त करता येते.

$$v = \frac{S_2-S_1}{t_2-t_1} \qquad (7.4)$$

त्वरणीय गतीसाठी सुद्धा आपण अंतर-काल आलेख काढू शकतो. तक्ता 7.2 एका कारने 2 सेकंद इतक्या कालात आक्रमिलेले अंतर दर्शविते.

तक्ता 7.2 कारने ठराविक कालात आक्रमिलेले अंतर

काल सेकंदामध्ये	अंतर मीटर मध्ये
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36



आ. 7.4 असमान वेगाने जाणाऱ्या कारचा अंतर - काल आलेख

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

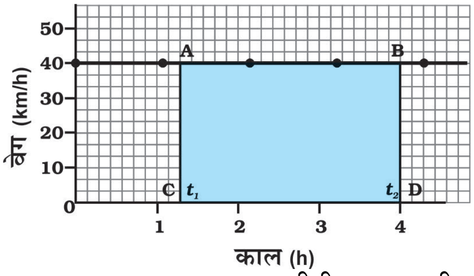
कारच्या गतीसाठी आ. क्र. 7.4 मध्ये अंतर-काल आलेख दर्शविलेला आहे. येथे आलेखाचा आकार यापूर्वी दाखविलेल्या आ. क्र. 7.3 मधील अंतर-काल आलेखापेक्षा भिन्न आहे हे लक्षात घ्या. या आलेखाचे स्वरूप कारने आक्रमिलेले अंतर व काल या संदर्भात अरेषीय बदल दर्शविते. अशा प्रकारे 7.4 मध्ये आलेख आपणास असमान चालीचे दर्शन घडविते.

7.4.2 वेग-काल आलेख

सरळ रेषेत जाताना एकक कालात एखाद्या वस्तुच्या वेगात होणारा बदल वेग-काल आलेखाने दर्शविता येतो. या आलेखात × अक्षावर वेळ दर्शविलेला आहे. या आलेखामध्ये Y-अक्षावर वेग दर्शविलेला असतो. जर वस्तू एकसमान वेगाने गतिमान असेल तर कालाबरोबर वेग-काल आलेखाच्या उंचीत कोणताच बदल होत नाही

(आ. क्र. 7.5) प्रमाणे. 40 km h^{-1} इतक्या एकसमान वेगाने जाणाऱ्या कारसाठी वेग–काल आलेख एक सरळरेषा असतो. आपणास माहित आहे की.

एखादी वस्तू एकसमान वेगाने जात असेल तर त्या वस्तूचे विस्थापन हे वेग आणि काल यांच्या गुणाकाराने प्राप्त करता येते. वेग–काल आलेखाने व्यापलेले क्षेत्र आणि काल अक्ष हे विस्थापनाच्या दराच्या समान असते.



आ. क्र. 7.5 एकसमान गतीतील कारसाठी वेग–काल आलेख.

एखाद्या कारने t_1 आणि t_2 या कालमर्यादेत आक्रमिलेले अंतर आकृती 7.5 वरून समजावून घेण्यासाठी आलेखावर t_1 & t_2 च्या संगत बिंदूवरून लंब काढा. 40 Km h^{-1} इतका वेग दर्शविण्यासाठी AC किंवा BD उंची आणि काल $(t_2–t_1)$ लांबी AB दर्शविते. म्हणून कारने आक्रमिलेले 'S' हे अंतर खालीलप्रमाणे दर्शविले जाते.

$$S = AC \times CD$$
$$= [(40 \text{ Km h}^{-1}) \times (t_2 – t_1) \text{ h}]$$
$$= 40 (t_2 – t_1) \text{ Km}$$

$\therefore$ S = ABDC या आयताचे क्षेत्रफळ (आकृ. क्र. 7.5 मधील रेखांकीत भाग)

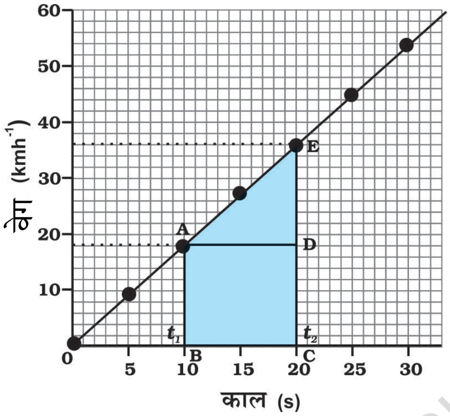
वेग–काल आलेखाच्या सहाय्याने आपण एकसमान त्वरणीय गतीचा सुद्धा अभ्यास करू शकतो. असे मानू या की इंजिनाचे परीक्षण करण्यासाठी एक सरळ रस्त्यावर चालक चालवत आहे. चालकाच्या शेजारी बसलेली एक व्यक्ती प्रत्येक 5 सेकंदानंतर स्पिडोमीटर वरील वेगाची नोंद करून घेत आहे. वेगवेगळ्या वेळेला कारचा वेग तक्ता क्र. 7.3 मधील तक्त्यात ms^{-1} व Km h^{-1} मध्ये दाखविलेला आहे.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तक्ता क्र. 7.3 वेगवेगळ्या वेळी कारचा वेग

	कारचा वेग	
काल (S)	(ms^{-1})	(Km h^{-1})
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

या स्थितीमध्ये कारच्या गतीसाठी वेग–काल आलेख आ. क्र. 7.6 मध्ये दर्शविलेला आहे. आलेखाचे स्वरूप असे दर्शविते की एक समान कालावधीत वेगात झालेला बदल सुद्धा एक समान आहे. अशाप्रकारे एक समान त्वरणीय गतीसाठी वेग–काल आलेख सुद्धा सरळ रेषा असतो.



आ. क्र. 7.6 एकसमान त्वरणीय गतीत असलेल्या कारचा वेग–काल आलेख

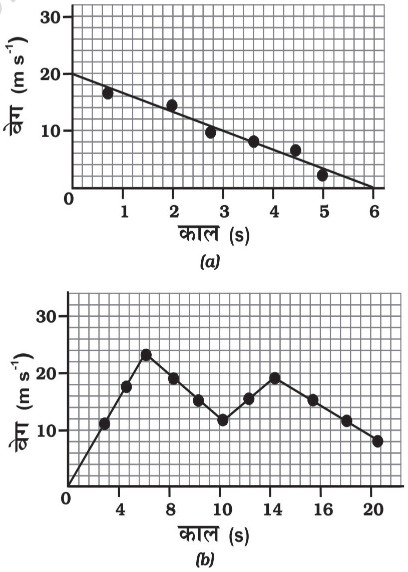
कारने आक्रमिलेले अंतर आपण वेग–काल आलेखाच्या मदतीने काढू शकतो. दिलेल्या कालात वेग–काल आलेखाचे क्षेत्रफळ कारने काटलेले अंतर (विस्थापनाचा दर) दर्शविते. जर कार एकसमान वेगाने गतिमान असेल तर कारने आक्रमिलेले अंतर ABCD या क्षेत्रफळाने दर्शविता येते. (आ. क्र. 7.6) कारच्या वेगाचा दर त्वरणीय गतीमुळे बदलत असल्याने कारने आक्रमिलेले अंतर 'S' हे (आ. क्र. 7.6) मध्ये वेग–काल आलेखाने ABCD या क्षेत्रफळाने दर्शविता येते.

S = ABCDE चे क्षेत्रफळ

= आयत ABCD चे क्षेत्रफळ + त्रिकोण ADE चे क्षेत्रफळ

= AB x BC + 1/2 (AD x DE)

असमान त्वरणीय गतीच्या बाबतीत मात्र वेग–काल आलेख कोणत्याही आकाराच्या आकृतीच्या स्वरूपात असू शकतो.



आ. क्र. 7.7 असमान त्वरणीय गतीत असलेल्या वस्तूचा वेग–काल आलेख

आ. क्र. 7.7 (a) मधील वेग–काल आलेख अशा वस्तूची गती दाखवत आहे जिचा वेग कालानुसार कमी होत आहे आणि आ. क्र. 7.7 (b) मधील वेग–काल आलेख अशा वस्तूची गती दाखवत आहे. जिच्या वेगामध्ये असमान बदल होत आहे. हे आलेख जाणून घेऊया.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम –7.9

खालील 7.4 तक्त्यामध्ये एका आगगाडीचा A, B आणि C या तीन स्टेशनवरील आगमन होण्याची आणि प्रस्थान करण्याची वेळ आणि 'A' स्टेशनपासून B आणि C स्टेशनचे अंतर दिले आहे.

तक्ता 7.4 A स्टेशनपासून B आणि C स्टेशनचे अंतर आणि आगगाडीची आगमन आणि प्रस्थानाची वेळ

स्टेशन	A पासूनचे अंतर (Km)	आगमनाची वेळ (Hours) तास	प्रस्थानाची वेळ (Hours) तास
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- आगगाडी दोन स्टेशनांच्या दरम्यान एकसमान गतीने जात आहे असे मानून वेग–काल आलेख रचा आणि त्याचे विश्लेषण करा.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम –7.10

- फिरोज आणि त्याची बहिण सानिया सायकलीवरून आपल्या शाळेला जातात. आपल्या घरापासून दोघेही एकाच वेळेला निघतात. पण एकाच मार्गावरून जाऊन सुद्धा ते वेगवेगळ्या वेळेला शाळेला पोहचतात. तक्ता क्र. 7.5 मध्ये वेगवेगळ्या वेळेला त्यानी आक्रमिलेले अंतर दिले आहे.

तक्ता 7.5 फिरोज आणि सानियाकडून आपल्या सायकलीवरून वेगवेगळ्या वेळेला आक्रमिलेले अंतर

वेळ	फिरोजने आक्रमिलेले अंतर (कि.मी.)	सानियाने आक्रमिलेले अंतर (कि.मी.)
8:00 am	0	0
8:05 am	1.0	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	–	3.6

दोघांच्या गतीसाठी समान प्रमाण घेऊन अंतर–काल आलेख रचा व विश्लेषण करा.

प्रश्न :

1. एखाद्या वस्तूच्या एकसमान आणि असमान गतीच्या अंतर-काल आलेखांचे स्वरूप कसे असते?
2. एखाद्या वस्तूच्या गतीच्या अंतर-काल आलेख हा जर काल अक्षाला समांतर असणारी सरळरेषा असेल तर त्या वस्तूच्या गतीविषयी तुम्ही काय सांगू शकाल?
3. एखाद्या वस्तूच्या गतीच्या चाल-काल आलेख जर काल अक्षाला समांतर असणारी सरळरेषा असेल तर त्या वस्तूच्या गतीविषयी तुम्ही काय सांगू शकाल?
4. वेग-काल आलेखाच्या खालील क्षेत्राने व्यापली जाणारी राशी कोणती?

7.5 गतिविषयक समीकरणे :

जेंव्हा एखादी वस्तू एकसमान त्वरणाने एक सरळरेषेत मार्गक्रमण करील असेल तेंव्हा तिचा वेग, गतिमान स्थितील त्वरण आणि निश्चित कालावधीमध्ये आक्रमिलेले अंतर यांचा संबंध कांही समीकरणांशी जोडला जाणे शक्य आहे. ज्यांना गतिविषयक समीकरणे असे म्हणतात अशी गतिविषयक समीकरणे तीन आहेत. ती खालील प्रमाणे.

$$V = u + at \quad \text{-----} (7.5)$$

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad \text{-----} (7.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \quad \text{-----} (7.7)$$

येथे 'u' हा अशा वस्तूचा प्राथमिक वेग आहे जी 'a' या एकसमान त्वरणाने 't' इतक्या कालावधीसाठी गतिमान आहे. 'v' हा अंतिम वेग आणि 's' हे 't' कालामध्ये आक्रमिलेले अंतर आहे. येथे समीकरण (7.5) वेग-काल संबंध दर्शविते. तसेच समीकरण (7.6) स्थिती-काल संबंध दर्शविते आणि समीकरण (7.7) जे स्थिती आणि वेग यातील संबंध दर्शविते. ते समीकरण (7.5) आणि (7.6) मध्ये 't' चा लोप करून मिळविले जाऊ शकते. ही तिन्ही समीकरणे आलेख पद्धतीने सुद्धा मिळविता येतात.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

उदाहरण 7.5 एक आगगाडी स्थिर स्थितीतून गतिमान होऊन 5 मिनीटामध्ये तिचा वेग 72 Km h^{-1} होतो येथे एकसमान त्वरण आहे असे मानून (i) त्वरणाची किंमत काढा (ii) आगगाडीने हा वेग प्राप्त करण्यासाठी आक्रमिलेले अंतर काढा.

उकल :

आपणास दिले आहे की

$u = 0$; $v = 72 \text{ Km h}^{-1} = 20 \text{ ms}^{-1}$ आणि

$t = 5$ मिनीट $= 300$ सेकंद

(i) समीकरण (7.5) वरुन आपणास माहित आहे की

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

$$= \frac{20\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{300\ s}$$

$$= \frac{1}{15}\ ms^{-2}$$

(ii) समीकरण (7.7) वरुन आपणास माहित आहे की

$$2\ as = v^2 - u^2 = v^2 - 0$$

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20\ ms^{-1})^2}{2 \times (1/15)\ ms^{-2}}$$

$$= 3000\ m$$

$$= 3\ km$$

∴ आगगाडीचे त्वरण 1/15 ms^{-2} आहे आणि आक्रमिलेले अंतर 3 Km इतके आहे.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 7.6

एक कार 18 Km h^{-1} ते 36 Km h^{-1} या एकसमान त्वरणाने 5 सेकंदामध्ये जाते जो. तर (i) त्वरण (ii) त्या कालात कारने आक्रमिलेलेअंतर काढा.

उकल : आपणास दिलेले आहे की

$u = 18\ Km\ h^{-1} = 5\ ms^{-1}$ आणि

$v = 36\ Km\ h^{-1} = 10\ ms^{-1}$ आणि

$t = 5\ s$

i) समीकरण (7.5) वरुन आपणास माहित आहे की

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

$$= \frac{10\ ms^{-1} - 5\ ms^{-1}}{5\ s}$$

$$= 1\ ms^{-2}$$

ii) समीकरण (7.6) वरुन आपणास माहित आहे की

$S = ut + 1/2\ at^2$

$= 5\ ms^{-1} \times 5s + \frac{1}{2} \times 1ms^{-2} \times (5s)^2$

= 25 m + 12.5 मी

= 37.5 मी

कारचे त्वरण 1 ms^{-2} आहे आणि अक्रमिलेले अंतर आहे 37.5 m

उदाहरण 7.7

एक कारचे ब्रेक वापरल्याने गतीच्या विरुद्ध दिशेने 6 ms^{-2} इतके त्वरण निर्माण होते. जर कार ब्रेक लावल्यानंतर 2 सेकंदात थांबत असेल तर या कालात कारने आक्रमिलेले अंतर काढा.

उकल : आपणास दिलेले आहे की

$a = -6\ ms^{-2}$ $t = 2s$ सेकंद आणि $v = 0\ ms^{-1}$

समीकरण (7.5) वरून आपणास माहित आहे की

$v = u + at$

$o = u + (-6\ ms^{-2}) \times 2s$

किंवा $u = 12\ ms^{-1}$

समीकरण (7.6) आपणास मिळते

$S = ut + 1/2\ at^2$

$= (12\ ms^{-1}) \times (2s) + 1/2\ (-6\ ms^{-2})\ (2s)^2$

$= 24\ m - 12\ m$

$= 12\ m$

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अशा प्रकारे ब्रेक वापरल्यानंतर थांबण्यापूर्वी 12 m इतके अंतर जाते. चालक रस्त्यावर गाडी चालविताना पुढील गाडी पासून सुरक्षित अंतर का ठेवतात याचे महत्व तुम्हाला समजले काय?

प्रश्न :

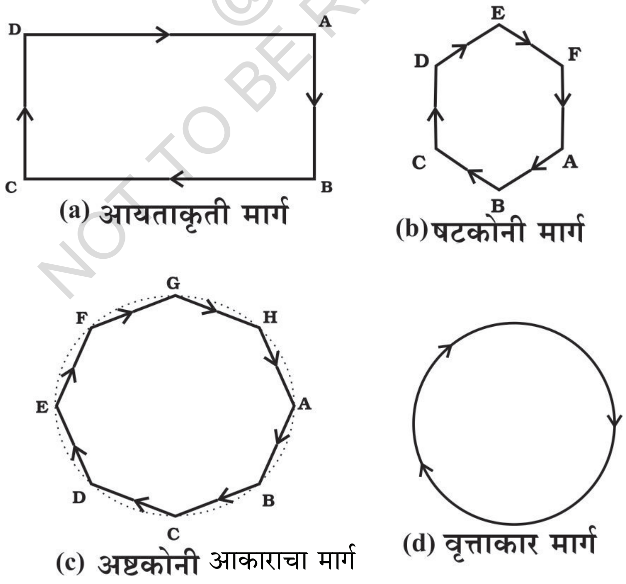
1. एक स्थिर बस 0.1 ms^{-2} इतक्या एकसमान त्वरणात 2 मिनीटांत गतिमान होते. तर (a) तिने प्राप्त केलेली चाल काढा. (b) तिने आक्रमिलेले अंतर काढा.

2. एक आगगाडी 90 Km h^{-1} इतक्या चालीने गतिमान आहे. जर -0.5 ms^{-2} इतके एकसमान त्वरण निर्माण करण्यासाठी ब्रेकचा वापर केल्यास आगगाडी थांबण्यापूर्वी किती अंतर आक्रमिते.
3. एका उतरतीवर एक ट्रॉली 2 cms^{-2} इतक्या त्वरणात खाली जात आहे. ट्रॉली सुरू झाल्यावर 3 सेकंदानंतर तिचा वेग किती होईल?
4. एका रेसिंग कारचे एक समान त्वरण 4 ms^{-2} इतके आहे. सुरु झाल्यानंतर 10 सेकंदात तिने आक्रमिलेले अंतर किती असेल?
5. एक दगड वरील दिशेने 5 ms^{-1} इतक्या वेगाने फेकला जातो. त्याच्या गतिमान स्थितीत खालच्या दिशेने दगडाचे त्वरण 10 ms^{-2} इतके असेल तर त्याने प्राप्त केलेली उंची किती? आणि तेथे पोहोचण्यासाठी किती वेळ लागेल?

7.6 एकसमान वर्तुळाकार गती :

जेंव्हा एखाद्या वस्तूचा वेग बदलतो तेव्हा आपण असे म्हणतो की वस्तूत त्वरण निर्माण झाले. वेगात झालेला बदल हा त्याच्या वेगाच्या दरात झालेला बदल किंवा दिशेत झालेला बदल किंवा दोन्हीमध्ये झालेला बदल यामुळे असू शकतो. तुम्ही असे एखादे उदाहरण विचारात आणू शकाल काय? जेथे एखादी वस्तू आपला वेग दर न बदलता फक्त गतीची दिशा बदलते?

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS



आकृती क्र. 7.8

एका धावपट्टूची वेगवेगळ्या आकाराच्या बंदिस्त मार्गावरील गती.

एखाद्या वस्तूची बंदिस्त मार्गावरील गतीचे उदाहरण म्हणू घेऊ. आ. क्र. 7.8 (a) आपणास एका धावपट्टीचा ABCD आयताकृती मार्ग दर्शविते. असे समजूया की धावपटु AB, BC, CD आणि DA या सरळ मार्गावरून एकसमान चालीने धावतो स्वतःला त्या मार्गावरच ठेवण्यासाठी तो प्रत्येक कोपऱ्यावर लगेच आपली दिशा बदलतो. एक फेरी पूर्ण करण्यासाठी आपल्या गतीची दिशा त्याला किती वेळा बदलावी लागते? हे स्पष्ट आहे की आयताकार मार्गाने धावताना त्याला चार वेळा गतीची दिशा बदलावी लागते.

आता आयताकृती मार्गाच्या ऐवजी षटकोनाकृती मार्ग ABCDEF वरुन धावत आहे. जसे की आ. क्र. 7.8 (b) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे धावपटुला एक फेरा पूर्ण करण्यासाठी प्रत्येक कोपऱ्यावर एकूण सहा वेळा मार्ग बदलावा लागेल. जर मार्ग षटकोनाकृती ऐवजी आ. क्र. 7.8 (c) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे नियमित अष्टकोन ABCDEFGH असेल तर काय होईल? असे दिसून येते की जशी धावपट्टीच्या बाजूंची संख्या वाढते तसे धावपटुला अधिका-अधिक वेळा वळावे लागते. जर आपण धावपट्टीच्या मार्गाच्या बाजू अमर्यादितपणे वाढविल्या तर आकार कसा होईल? जर आपण असे करत असू तर आपणास दिसून येईल की बाजूंची लांबी कमी होऊन एक बिंदू तयार होईल आणि धावपट्टीचा मार्ग जवळपास वर्तुळाकार होईल. जर धावपटु स्थिर वेग दराने धावत वर्तुळाकार मार्गावरून धावत असेल तर त्याच्या वेगात झालेला बदल हा केवळ दिशेत झालेल्या बदलामुळे असेल म्हणून वर्तुळाकार मार्गाने धावणारा धावपटु हे त्वरणीय गतीचे एक उदाहरण आहे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

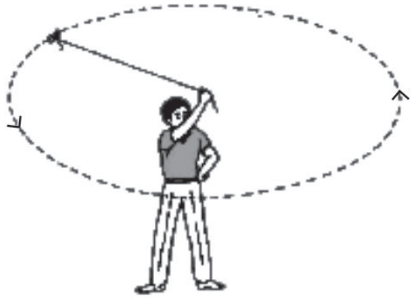
आपल्याला माहित आहे की ‘r’ त्रिज्या असणाऱ्या वर्तुळाचा परीघ ‘$2\pi r$’ असा दर्शविला जातो. जर ‘t’ सेकंद इतक्या कालात ‘r’ त्रिज्या असलेल्या मार्गाने धावपटु एक फेरा पूर्ण करीत असेल तर ‘v’ हा वेग खालील प्रमाणे दर्शविता येतो.

$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad (7.8)$$

एखादी वस्तू एक समान गतीने वर्तुळाकार मार्गाने गतिमान होत असेल तर त्या गतीस ‘एकसमान वर्तुळाकार गती’ असे म्हणतात.

उपक्रम –7.11

- एक दोऱ्याचा तुकडा घेऊन त्याच्या एका टोकाला एक छोटासा दगड बांधा, दोऱ्याचे दुसरे टोक हातात धरून एकसमान चालीचा वर्तुळाकार मार्ग स्पष्ट करण्यासाठी दगड फिरवा जसे आकृती क्रमांक 7.9 मध्ये दर्शविले आहे.



आ. क्र. 7.9 एकसमान वेगाने गतिमान दगड वर्तुळाकार मार्ग निर्देश करतो

- आता दगडासह दोऱ्याला हातातून सोडून टाका.
- आपण सांगु शकाल काय दोरा सोडल्याबरोबर दगड कोणत्या दिशेने जाईल?
- वर्तुळाकार मार्गावरील वेगवेगळ्या बिंदूवरून दगड सोडून ही कृती अनेक वेळा करा. दगड जाण्याची दिशा प्रत्येक वेळी सारखीच आहे काय? तपासा.

जर तुम्ही लक्षपूर्वक निरीक्षण केलेत तर प्रत्येक वेळी दगड सोडल्यानंतर वर्तुळाकार मार्गाच्या स्पर्शिकेच्या दिशेने दगड गतिशील होतो. यामुळे असे होते की एकदा दगड सोडल्यास ज्या दिशेने तो गतीमान होतो त्या क्षणी तीच दिशा तो प्रात करतो यावरून असे दिसून येते की जेंव्हा दगड वर्तुळाकार मार्गाने गतिमान होतो तेंव्हा प्रत्येक बिंदूवर तो आपली दिशा बदलतो.

जेंव्हा एखादा खेळाडू स्पर्धेमध्ये गोळा अथवा थाळी फेकतो तेंव्हा तो गोळा अथवा थाळी हातामध्ये पकडून स्वतःभोवती फिरून वर्तुळाकार गती प्राप्त करतो. एकदा का ती वस्तू निश्चित दिशेने गतिमान झाली की ज्या दिशेने ती सोडलेली आहे त्याच दिशेने गतिशील होऊन पुढे जाते. जसे वरील उपक्रमामध्ये दगड गतिमान झाला. अशी अनेक उदाहरणे आपल्या परिचयाची आहेत की जिथे वस्तू एकसमान गतीने वर्तुळाकार मार्गाने फिरतात. जसे चंद्र आणि पृथ्वीचे गतिमान असणे उपग्रहाचे पृथ्वीभोवती एका निर्दिष्ट कक्षेत वर्तुळाकार मार्गाने फिरणे, वर्तुळाकार मार्गावर एकसमान चालीने जाणारा सायलकस्वार इत्यादी.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही काय शिकलात

- स्थितीत होणारा बदल एक गती आहे. याची व्याख्या आक्रमिलेले अंतर अथवा विस्थापनाच्या रूपात करता येते.

- एखाद्या वस्तूची गती एकसमान आहे किंवा असमान आहे हे त्या वस्तूचा वेग स्थिर आहे की बदलत आहे यावर अवलंबून असते.
- चाल ही वस्तूने एकक कालात आक्रमिलेले अंतर आहे. तर एकक कालात झालेले विस्थापन हा तिचा वेग आहे.
- एकक कालात वस्तूच्या वेगात झालेला बदल म्हणजेच त्वरण होय.
- एखाद्या वस्तूची एकसमान गती अथवा असमान गती आलेखाच्या सहाय्याने दर्शविता येते.
- एक समान त्वरणीय गतीत असणाऱ्या एखाद्या वस्तूची गती खालील तीन समीकरणाच्या सहाय्याने स्पष्ट करता येते.

$$v = u + at$$

$$S = ut + 1/2\ at^2$$

$$2as = \upsilon^2 - u^2$$

जेथे 'u' ही वस्तुची प्राथमिक वेग जो 'a' या एकसमान त्वरणाने 't' कालात गतिमान आहे ज्याचा अंतिम वेग v असून आक्रमिलेले अंतर 's' इतके आहे.

- एखादी वस्तु वर्तुळाकार मार्गाने एकसमान चालीने गतिमान असल्यास त्या गतीला एकसमान वर्तुळाकार गती असे म्हणतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

अभ्यास

1. एक खेळाडू 200 मी व्यास असलेल्या वर्तुळाकार मार्गाची एक फेरी 40 सेकंदामध्ये पूर्ण करतो. तर 2 मी. 20 सेकंदानंतर त्याने आक्रमिलेले अंतर आणि त्याचे विस्थापन किती असेल?
2. 300 मी. सरळ मार्गावर जोसेफ जॉगींग करत 2 मिनिटे 30 सेकंदामध्ये A टोकापासून B टोकापर्यंत पोहोचतो आणि परत मागे फिरून 1 मिनिटामध्ये 100 मीटर मागे असलेल्या C बिंदूपर्यंत जॉगिंग करत येतो तर जोसेफची सरासरी चाल आणि वेग किती असेल? (a) A पासून B पर्यंत आणि (b) A पासून C पर्यंत ते काढा.

3. अब्दुल गाडीवरून शाळेला जाताना त्याची सरासरी चाल 20 Km h^{-1} अशी मोजतो. त्याच रस्त्यावरून परत येताना गर्दी कमी असल्याने त्याची सरासरी चाल 30 Km h^{-1} इतकी होते. तर अब्दुलच्या या संपूर्ण प्रवासात त्याची सरासरी चाल किती?

4. एका तलावात एक मोटार बोट स्थिर स्थितीपासून सरळरेषीय मार्गावर 3.0 ms^{-2} इतक्या त्वरणाने नियमित प्रमाणेच 8.0 सेकंद मार्गाक्रमण करते. तर या कालात ती बोट किती दूर पर्यंत प्रवास करते?

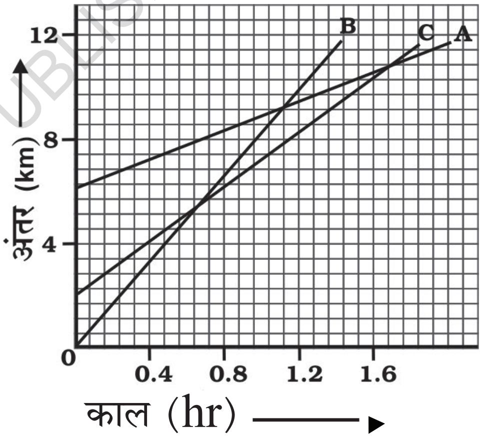
5. एक कार चालक 52 Km h^{-1} या गतीने जाणाऱ्या कारला ब्रेक लावतो आणि विरुद्ध दिशेमध्ये एक समान त्वरणाने कार चालवितो. कार 5 सेकंदामध्ये थांबते. दुसरा कार चालक 30 Km h^{-1} गतीने जाणाऱ्या कारला हळूहळू ब्रेक लावून 10 सेकंदामध्ये थांबतो. तर एकाच आलेख कागदावर दोन्ही कारचा गती–काल आलेख रचा. ब्रेक लावल्या नंतर दोन्ही पैकी कोणती कार अधिक अंतरावर जाऊन थांबेल?

6. खालील आकृती क्र. 7.10 मध्ये A, B आणि C या तीन वस्तूंचा अंतर–काल आलेख दिला आहे. आलेखाचा अभ्यास करा आणि त्या खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

a) तीन पैकी कोणती वस्तू सर्वाधिक वेगाने प्रवास करीत आहे?

b) तीनही वस्तू रस्त्यावरील एकाच बिंदूला एकत्रित येऊ शकतील काय?

c) जेंव्हा B वस्तू A ला पार करून जाते तेंव्हा C वस्तूने किती अंतर पार केलेले असते?



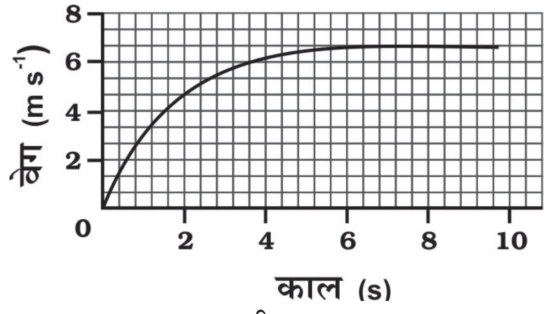
आकृती 7.10

d) जेंव्हा B वस्तू C वस्तूला पार करून जाते. तेंव्हा ती किती अंतर प्रवास करते?

7. एक चेंडू 20 मीटर उंचीवरून सावकाश खाली टाकला जातो. जर त्याचा वेग 10 ms^{-2} इतक्या एक समान त्वरण दराने वाढत जात असेल तर तो चेंडू किती वेगाने जमिनीवर आपटेल? जमिनीवर आपटण्यास त्याने घेतलेला कालावधी किती?

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

8. आ. क्र. 7.11 मध्ये एका कारचा चाल-काल आलेख दर्शविलेला आहे.



आकृती 7.11

a) पहिल्या चार सेकंदामध्ये कार किती अंतर जाते? या कालावधीमध्ये कारने आक्रमिलेले अंतर दाखविणारे आलेखातील क्षेत्र छायांकीत करा.

b) आलेखातील कोणता भाग कारची एकसमान गती दर्शवितो.

9. खालील पैकी कोणत्या घटना शक्य आहेत? प्रत्येकासाठी एक उदाहरण द्या.

a) अशी एक वस्तू जिचे त्वरण स्थिर आहे. पण वेग शून्य आहे.

b) अशी एक वस्तू एका त्वरणाने गतिमान आहे परंतु एकसमान चाल आहे

c) अशी एक वस्तू एका निश्चित दिशेने त्वरणासह लंब दिशेमध्ये मार्गक्रमण करते.

10. एक कृत्रिम उपगृह 42250 Km इतकी त्रिज्या असलेल्या वर्तुळाकार कक्षेतून फिरत आहे. जर तो उपग्रह पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यास 24 तास घेत असेल तर त्याची चाल काढा.

❋ ❋ ❋

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण – 8

जोर आणि गतीचे नियम

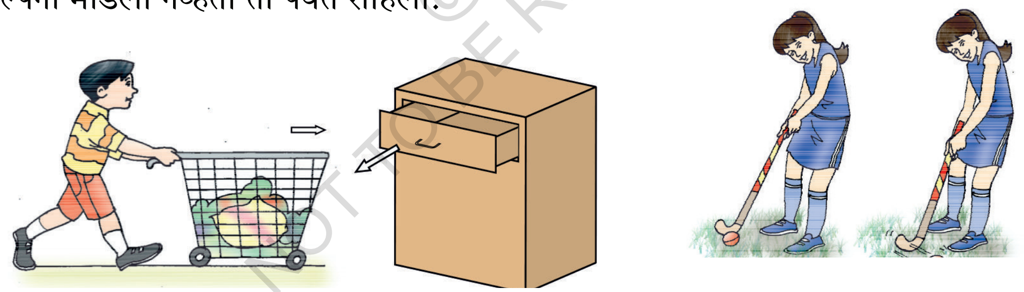
(Force and Laws of Motion)

N4V5H4

मागील प्रकरणात आपण एका सरळरेषेतील वस्तूची स्थिती वेग आणि त्वरण यांच्या आधारे गतीचे वर्णन केले. आपण पाहिले आहे की, अशा प्रकारची गती नियमित किंवा अनियमित असू शकते. पण आम्ही अजून याविषयी चर्चा केलेली नाही की गती कशामुळे निर्माण होते? कालाबरोबर चाल का बदलते? प्रत्येक प्रकारच्या गतीच्या निर्मितीसाठी कारण आवश्यक असते काय? जर असे असेल तर या कारणाचे स्वरुप कसे असेल ? या प्रकरणामध्ये अशा सर्व जिज्ञासा आपण संपवून टाकू.

अनेक शतकापासून अनेक शास्त्रज्ञ आणि तत्वज्ञानी लोकांना गती आणि गतिविषयीच्या कारणांनी कोड्यात टाकले होते. जमिनीवर ठेवलेल्या एका चेंडूला एक सौम्य असा धक्का दिला तर सतत गतिमान राहत नाही. अशा स्थितीवरुन आपणास असे समजते की ''स्थिर स्थिती' ही प्रत्येक वस्तूची नैसर्गिक प्रवृत्ती असते – अशी भावना गॅलिलिओ आणि न्यूटनने जो पर्यत पदार्थांच्या गतीविषयी पूर्णत: वेगळी संकल्पना मांडली नव्हती तो पर्यंत राहिली.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS



(a) ट्रॉली आपण ज्या दिशेला ढकलतो त्या दिशेने गतीमान होते

(b) ड्रावर ओढलेला आहे

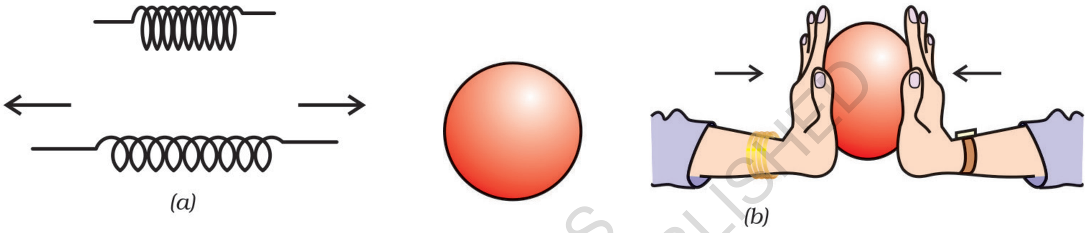
(a) हॉकी स्टिक चेंडूला पुढील दिशेने टोलवते

आ. क्र. 8.1 ढकलणे, ओढणे किंवा टोलावणे यामुळे वस्तूची गतिमान स्थिती बदलते.

आपल्या रोजच्या जीवनात आपण पाहतो की एखाद्या वस्तूला गतिमान करण्यासाठी किंवा गतिमान वस्तूला स्थिर करण्यासाठी परिश्रम घ्यावे लागतात. साध्या भाषेमध्ये आपण स्नायूशक्ती वापरतो. म्हणजेच एखाद्या वस्तूची स्थिती बदलण्यासाठी तिला ओढावे अथवा ढकलावे लागते अशाप्रकारे जोराची संकल्पना ढकलणे, ओढणे अथवा धक्का देणे या क्रियांवर अवलंबून असते. आता आपण जोराविषयी विचार करु. जोर काय आहे ? प्रत्यक्षात जोराला कोणी पाहिलेलं नाही, चाखलेलं नाही किंवा अनुभवलेले नाही. मात्र आपण नेहमी जोराचा परिणाम पाहू अथवा जाणू शकतो.

एखाद्या वस्तूवर जोर पाहू अथवा जाणवू शकतो. एखाद्या वस्तूवर जोर लावल्याने काय घडते यावरुन आपण त्याचे स्पष्टीकरण देऊ शकतो. ढकलणे, टोलावणे ओढणे हे सर्व एखाद्या वस्तूला गतिमान करण्याचे प्रकार आहेत. (आ.क्र. 8.1) वस्तू गतिमान होतात कारण आपण त्यांच्यावर जोर प्रयुक्त करतो.

मागील इयत्तांमध्ये शिकलेल्या माहितीवरुन तुम्ही या गोष्टीशी परिचित आहात की कोणत्याही वस्तूच्या वेगाचा दर बदलण्यासाठी (अर्थात वस्तूची चाल वाढविण्यासाठी किंवा कमी करण्यासाठी) किंवा दिशा बदलण्यासाठी आपण जोराचा वापर करतो. आपल्याला हे ही माहित आहे की जोरमुळे वस्तूचा आकार किंवा आकृती बदलण्यास मदत होते (आ. क्र. 8.2)

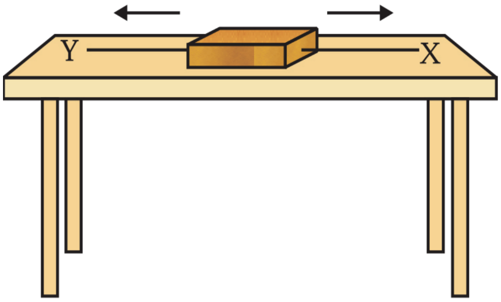


आ. 8.2 (a) जोराच्या वापराने स्प्रिंग प्रसरण पावते. (b) जोराच्या वापराने गोलाकार चेंडू अंडाकृती बनतो.

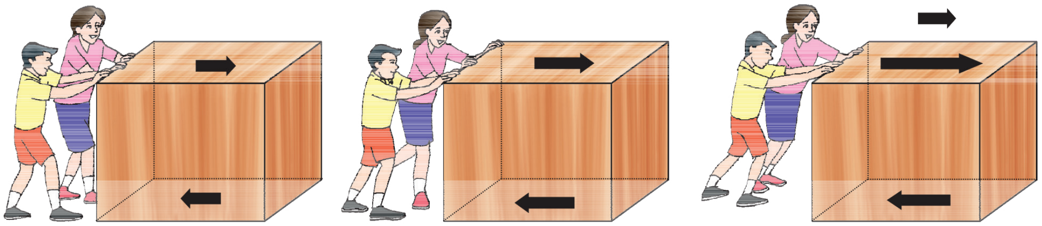
NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

8.1 संतुलित आणि असंतुलित जोर

आ. 8.3 मध्ये एक लाकडी ठोकळा एका सपाट टेबलावर ठेवलेला आहे. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे x आणि y हे दोन दोऱ्याचे तुकडे त्याच्या विरुध्द पृष्ठभागांना जोडले जर आपण कोणत्याही जोराद्वारे “ x ‘ ला ओढतो तेंव्हा ठोकळा उजव्या बाजूला सरकतो. कोणत्याही प्रकारे आपण दोऱ्याचे y टोक ओढले तर ठोकळा डाव्या बाजूस सरकतो. पण जर का आपण दोन्ही बाजूनी समान जोर लावले तर मात्र ठोकळा गतिमान होणार नाही. अशा जोराना संतुलित जोर असे म्हणतात आणि असा जोर वस्तूची स्थिर स्थिती अथवा गतिमान स्थिती बदलत नाही. आता आपण असा विचार करु की दोन विरुध्द दिशेने वेगवेगळया जोराने ठोकळा ओढला जात आहे. या अवस्थेत ठोकळा अधिक जोर असलेल्या दिशेला ओढला जातो. हे दोन्ही जोर संतुलित नाहीत. असंतुलित जोर ठोकळ्याच्या गतीच्या दिशेने कार्य करतात. हे आपणास दर्शविते की कोणत्या वस्तूवर कार्य करणारे असंतुलित जोर त्याला गतिशील बनविते.



आ. क्र. 8.3 एका ठोकळ्यावर कार्य करणाते दोन जोर



(a) (b) (c)

आ. क्र. 8.4

एका खडबडीत भागावर जर दोन मुले एक पेटी ढकलत असतील तर काय होईल? जर ती मुले कमी जोराने ढकलत असतील तर पेटी हलणार नाही. घर्षण जोर ढकलण्याच्या दिशेच्या विरुध्द दिशेने कार्य करीत आहे [आकृती 8.4 (a)] हा घर्षण जोर दोन्ही संपर्कात आलेल्या पृष्ठभागामध्ये उत्पन्न होतो. म्हणजेच पेटीचा तळ आणि खडबडीत पृष्ठभाग यामध्ये घर्षण जोर समतोल निर्माण करतो. त्यामुळे पेटी पुढे सरकत नाही. आकृती क्र. 8.4. (b) मध्ये मुले अधिक जोर लावून पेटी ढकलतात पण पेटी पुन्हा हलत नाही कारण घर्षण जोर अजूनही ढकलेल्या जोराला समतोल करीत असतो. जर मुले अधिक जोर लावून पेटीला ढकलत असतील तर ढकलण्याचे जोर घर्षण जोरापेक्षा अधिक झाल्याने येथे असमतोल बल कार्य करते त्यामुळे पेटी गतिमान होते. (आकृती 8.4c)

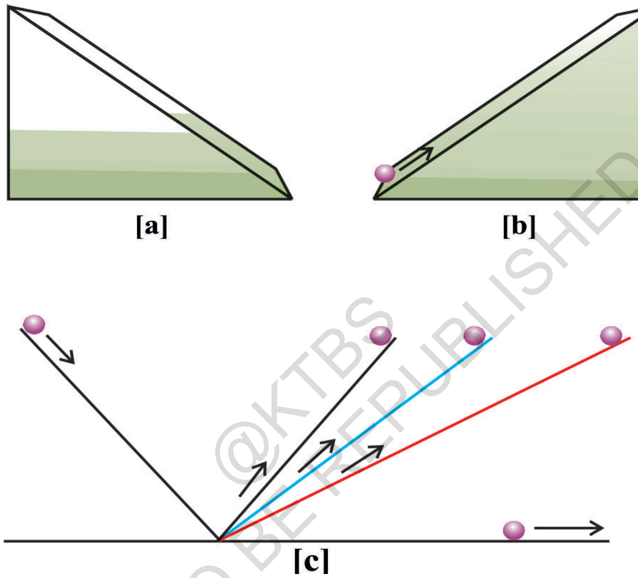
जेव्हा आपण सायकल चालविती तेंव्हा काय घडते? पॅडल मारणे थांबविताच सायकलची गती कमी होते. असे होण्याचे कारण येथे पुन्हा घर्षण गती ही सायकलच्या गतीच्या विरुध्द दिशेने कार्य करते. सायकलला गतिमान ठेवण्यासाठी आपणास पुन्हा पॅडल मारावे लागतील. यावरुन असे समजते की कोणत्याही वस्तूला सतत गतिमान ठेवण्यासाठी त्यावर एक असमतोलीत कार्य करित असावे लागते. मात्र हे एकदम चुकीचे आहे. कोणतीही वस्तू केवळ तेंव्हाच गतिमान राहू शकते जेव्हा त्या वस्तुवरील (बाह्य आणि घर्षण) जोर संतुलित असतो. तसेच त्यावर कोणताही अन्य जोर कार्य करीत नाही जर कोणत्याही वस्तूवर असमतोल जोर कार्य करीत असेल तर वस्तूच्या वेगात बदल होतो अथवा गतीच्या दिशेत बदल होतो. अशा प्रकारे एखाद्या वस्तूला त्वरणशील गतीत आणण्यासाठी असमतोलीत जोराच्या आवश्यकता असते आणि त्यामुळे त्याची गती किंवा गतीच्या दिशेत तो पर्यंत बदल होत राहील जो पर्यंत हे असमतोल जोर त्यांच्यावर कार्य करीत आहे. मात्र हे जोर काढल्यास वस्तू तिला प्राप्त झालेल्या वेगाने गतिमान राहील.

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

8.2 गतीचा पहिला नियम (First Law of Motion)

गॅलिलिओने वस्तूच्या कललेल्या पातळीतील गतीचे निरीक्षण करुन असा निष्कर्ष काढला की वस्तु समान चालीने गतिमान असतात. जोपर्यत वस्तूवर कोणताही जोर कार्य करत नसतो. त्यानी पाहिले की कललेल्या पृष्ठभागावर काचेच्या गोटीचा वेग वाढतो. (आ. क्र. 8.5 (a)) पुढील प्रकरणात तुम्ही शिकाल की गोटी गुरुत्वाकर्षणामुळे खाली घसरते आणि खाली पोहोचता पोहोचता एक निश्चित

वेग प्राप्त करते आ. क्र. 8.5 (b) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जेंव्हा ही काचेची गोटी वर चढते तेंव्हा तिचा वेग घटतो. आ. क्र. 8.5 (c) मध्ये घर्षण रहित पृष्ठभाग जो दोन्हीबाजूला कलता आहे अशा पृष्ठभागावर स्थिर असलेली गोटी दर्शविली आहे. गॅलिलिओंने तर्क केला की, जेंव्हा गोटी डाव्या बाजूने सोडली जाईल तेंव्हा ती कलत्या पृष्ठभागावरुन गडगडत खाली येईल आणि विरुध्द बाजूच्या कलत्या पृष्ठभागावर तितक्याच उंची पर्यंत वर चढेल जितक्या उंचीवरुन ती सोडली गेली होती. जर दोन्ही बाजूनी उतरती समान असेल तर गडगडत येताना आक्रमिलेल्या अंतराइतकेच अंतर गोटी वर चढताना पार करेल. जर उजव्या बाजूच्या पातळीचा कल कोन हळूहळू कमी करत.



आ.क्र. 8.5 (**a**) खालील दिशेने होणारी गती
b) वरच्या दिशेने कलत्या पातळीवर होणारी गोटीची गती
c) दोन्ही बाजूनी कललेल्या पृष्ठभागावरील गोटीची गती.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

आणला तर गोटीने काटलेले अंतर हळू हळू वाढत जाईल आणि मूळ उंची एवढे अंतर प्राप्त करेल. जर उजव्या बाजूची पातळी पूर्णपणे पृष्ठभागाला समांतर (कल कोन) ठेवली तरी गोटी पुढे पुढे अंतर काटण्याचा प्रयत्न करेल जो पर्यंत तिला जितक्या उंचीवरुन सोडले गेले आहे तितकी उंची ती गाठत नाही अशा परिस्थितीत गोटीवर कार्य करणारा असंतुलित जोर शून्य आहे. यावरुन असे समजून येईल की, गोटीची गती बदलण्यासाठी बाह्य असंतुलित जोराची आवश्यकता आहे. पण गोटीची एकसमान गती कायम राखण्यासाठी कोणत्याही जोराची आवश्यकता नाही. प्रत्यक्षात असंतुलित शून्य जोर मिळविणे कठीण आहे. याचे कारण म्हणजे गतीच्या विरुध्द दिशेने कार्य करणारा घर्षणीय जोर होय, अशा प्रकारे गोटी थोडे अंतर जाऊन थांबेल. अशा प्रकारे या घर्षणीय जोराचा परिणाम कमी करण्यासाठी गुळगुळीत गोटी आणि गुळगुळीत पृष्ठभाग वापरला जावा आणि पृष्ठभागावर वंगण लावले जावे.

न्युटनने आणि गॅलिलिआने मांडलेल्या जोर आणि गतीवरील कल्पनांचा अभ्यास केला आणि वस्तुची गती नियंत्रित करणारे तीन मुलभूत नियम मांडले. या तीन नियमांना न्युटनचे गतिविषयक नियम असे म्हणतात. गतिविषयक पहिला नियम खालील प्रमाणे आहे.

कोणतीही वस्तू बाह्य जोर लावल्या शिवाय आपली स्थिर स्थिती किंवा एकसमान रेषीय गती बदलत नाही.

याचाच अर्थ असाही सांगता येईल की सर्व गतीमान वस्तू त्यांच्या स्थितीत होणाऱ्या बदलाला विरोध करतात. कोणत्याही वस्तुची स्थिर स्थिती किंवा गतीमान स्थिती तशीच चालू ठेवण्याच्या नैसर्गिक प्रवृत्तीस "जडत्व' असे म्हणतात. म्हणूनच गतीच्या पहिल्या नियमाला जडत्वाचा नियम असेही असे म्हणतात.

या जडत्वाच्या नियमाच्या आधारे कारमधून प्रवास करताना आपणास येणाऱ्या काही अनुभवाचे स्पष्टीकरण आपण करु शकतो. जो पर्यंत वाहन चालक कार थांबविण्यासाठी ब्रेक वापरत नाही तो पर्यंत आपण सीटवर स्थिर असतो मात्र ब्रेक लावल्याबरोबर कारचा वेग कमी कमी होत जातो पण आपले शरीर मूळ गतीमध्येच राहण्याचा प्रयत्न करते हे "जडत्वाच्या ' गुणधर्मामुळे होते. ब्रेकच्या तात्काळ वापरामुळे आपणास ऊर्जा पोहचू शकते कारण आपण समोरच्या पॅनलवर आदळतो. असे अपघात टाळण्यासाठी संरक्षक पट्टे वापरले जातात. संरक्षक पट्टे आपल्या शरीराचीपुढे जाण्याची गती कमी करतात. याच्या विरुध्द अनुभव बसमध्ये आपण उभे असताना येतो. बस अचानक सुरु होऊन पुढे जाते त्यावेळी येतो. अचानक बस पुढे गेल्याने आपण मागे झुकतो.असे घडण्याचे कारण बसमध्ये उभे असताना आपले पाय बसच्या तळाशी संपर्कात असल्याने बस बरोबर ते तसेच पुढे जातात म्हणजे गतिशील होतात. पण शरीराचा वरचा भाग जडत्वामुळे या गतीचा विरोध करतो.

वेगात जाणारी कार एखाद्या तीव्र वळणावर वळते तेव्हा आपण विरुध्द बाजूला जवळ जवळ फेकले जातो.जडत्वाच्या नियमानुसार घडणाऱ्या या घटनेचे विवेचन करता येते. आपले शरीर आपली गती एका सरळ रेषेत तशीच राखण्याचा प्रयत्न करीत असते. अशावेळी जेव्हा बाह्य प्रेरणेने सरळ जाणारी कार वळविली जाते तेव्हा त्याला शरीर विरोध करते. त्यामुळे आपण एका बाजूला फेकले जातो.

जेव्हा एखाद्या स्थिरअवस्थेतील वस्तूवर कोणतेही असंतुलित बाह्यबल प्रयुक्त नसेल तर ती वस्तू स्थिर अवस्थेतच राहते. हे खालील उदाहरणांने स्पष्ट होते.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

गॅलिलयो गॅलिलि
(1564-1642)

गॅलिलिओ गॅलिली याचा जन्म 15 फेब्रुवारी 1564 मध्ये इटलीमधील पिसा येथे झाला. बालपणापासून गॅलिलिआला गणित आणि नैसर्गिक तत्वज्ञान या विषयांची आवड होती. पण त्याचे वडील व्हिन्सेंजो गॅलिली यांना त्याने वैद्य (डॉक्टर) व्हावे असे वाटत असल्याने गॅलिलिओने 1581 साली पिसा विश्वविद्यालयात वैद्यकीय पदवी मिळविण्यासाठी प्रवेश घेतला. पण गणिताकडे त्याचा खरा ओढा असल्याने वैद्यकीय अभ्यास तो पूर्ण करु शकला नाही. 1586 साली त्याने आपले द लिटल बॅलन्स (ला बॅलेन्सिटा) हे शास्त्रीय पुस्तक लिहीले. या पुस्तकात त्याने कलत्या पृष्ठभागाचा (उतरणीचा) उपयोग करुन उतरणीवरुन घसरणाऱ्या पदार्थांच्या वेगात होणारी घट याबद्दलचे आपले सिध्दांत मांडले.

1592 साली व्हेनिस गणराज्यातील पाहुआ विश्वविद्यालयात त्याची – गणिताचा प्राध्यापक या हुद्यावर नियुक्ती झाली. येथे ही त्याने सतत गतिज सिध्दांताचा अभ्यास सुरुच ठेवला. उतरणीचे आणि लंबकाचे अध्ययन करुन एक समान त्वरणीय पदार्थांसाठी योग्य नियम तयार केला, तो असा – "पदार्थाने आक्रमिलेले अंतर हे यासाठी लागणाऱ्या वेळेच्या वर्गाच्या प्रमाणात असते."

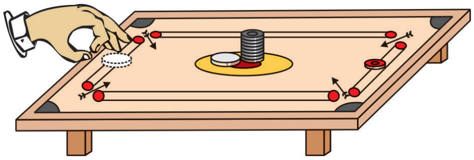
गॉलिलिओ हा एक कुशल कारागीर पण होता. त्याने दुरदर्शकाची मालिकाच निर्माण केली. त्यानी निर्मिलेली दूरदर्शके त्यावेळी उपलब्ध असलेल्या दूरदर्शकांपेक्षा सर्वच दृष्टीने सरस होती. 1640 च्या सुमारला त्याने पहिल्यांदा लंबकाच्या घड्याळाचा आराखडा तयार केला. "स्टारी मेसेंजर' या त्याच्या खगोलीय शोधांबद्दलच्या पुस्तकात गॉलिलिओने चंद्रावरील पर्वत पाहिल्याचे, दुग्धगंगा असंख्य ताऱ्यांपासून बनल्याचे, गुरु ग्रहाभोवती चार लहान लहान गोल भ्रमण करीत असल्याचे नमूद केले होते. "डिसकोर्स ऑन फ्लोटिंग बॉडीज ' आणि लेटर्स ऑन द सन स्पॉटस्' या त्याच्या पुस्तकात त्याने सूर्याच्या डागाबद्दलची त्याची निरीक्षणे प्रकट केली.

स्वत:च्या दूरदर्शकातून आणि शनि व शुक्राच्या त्याच्या निरीक्षणांधारे त्याने असे प्रतिपादन केले की सर्व ग्रह सूर्याभोवती भ्रमण करतात, पृथ्वी भोवती नव्हे ! त्या काळी त्याच्या या प्रतिपादनाच्या विरुध्द धारणा होती.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उपक्रम 8.1

- आ. 8.6 मध्ये दर्शविल्या प्रमाणे कॅरमच्या एकाच प्रकारच्या सोंगटया एकावर एक ठेवून त्याचा म नोरा बनवा. स्टायकरने सर्वात खालच्या सोंगटीला आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे तीव्र धक्का दिल्याने खालची सोंगटी झटकन बाहेर पडेल मात्र मनोरा आहे तसाच उभा.
- असेल, कारण जडत्वामुळे बाकीच्या सोंगट्या आपली चालू स्थिती अबाधित राखतात.



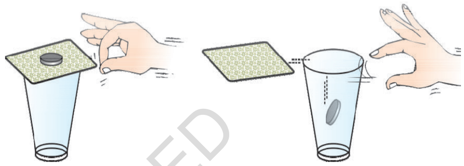
आ.8.6 : जोराच्या आघाताने मनोऱ्याच्या तळातील सोंगटी तेवढीच बाहेर पडते.

उपक्रम 8.2

- आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे रिकाम्या काचेच्या पेल्यावर साधारण जाडीचा कडक असा पुठ्ठयाचा चौकोनी तुकडा ठेवून त्यावर एक 5 रुपयाचे नाणे ठेवा.
- बोटाने पुठ्ठयाला जमिनीच्या समांतर अशी एक तीव्र टिचकी मारली असता पुठ्ठा सरळ पुढे झटकन निघून जातो आणि नाणे पेल्यात पडते. याचे कारण नाण्यातील जडत्व होय.
- नाण्यातील जडत्व आपली चालू स्थिर स्थिती अबाधित राखते म्हणून पुठ्ठयाचा आधार नाहीसा झाल्याने ते सरळ खाली पेल्यात पडते.

उपक्रम 8.3

- एका ट्रे मध्ये एक पाण्याने भरलेला ग्लास ठेवा.
- हातात ट्रे धरुन शक्य तितक्या वेगाने गिरकी घ्या.
- ग्लासमधील पाणी सांडल्याचे दिसेल. कां ?



आ. 8.7: पुठ्ठयाला बोटाने तीव्र टिचकी मारली असता पुठ्ठा झटक्यात पुढे उडून जातो आणि नाणे खाली पेल्यात पडते.

बशीमध्ये कप ठेवण्याच्या जागी थोडासा खोलगट गोल भाग असून त्याला गोल कडा असते. यामुळे अचानक लागणाऱ्या धक्क्याने कप लवंडत नाही.

8.3 जडत्व आणि वस्तुमान

आतापर्यंतच्या सर्व उदाहरणांनी व उपक्रमांनी हे स्पष्ट होते की प्रत्येक पदार्थ आपल्या चालू स्थितीतील बदलास विरोध करतो. चालूस्थिती अबाधित राखण्याचा प्रयत्न करतो, मग ती गतिमान अवस्था असो वा स्थिर अवस्था असो. पदार्थाच्या या गुणधर्माला जडत्व' असे म्हणतात. सगळ्या वस्तूंचे जडत्व समान असते कां ? आपल्याला हे माहित आहे की रिकामा डबा ढकलणे फार सुलभ आहे. त्याच डब्यात पुस्तके भरली आणि तो ढकलण्याचा प्रयत्न केला असता ते अवघड असल्याचे समजते. फुटबॉलला लाथेने आपण सहज टोलवू शकतो. त्याच आकाराच्या आणि आकारमानाच्या दगडाला तेवढ्याच जोरात लाथ मारली तर तो जागचा हलत पण नाही. मात्र आपल्या पायाला जखम होण्याची शक्यता असते. उपक्रम 8.2 मधे 5 रु च्या नाण्या ऐवजी 1 रुपयाचे नाणे वापरले तर आपल्याला टिचकी मारण्यास कमी जोर लावावा लागतो. एका ढकलगाडीला ढकलण्यासाठी जितका जोर लागतो तितका जोर जर आगगाडीला लावला तर आगगाडीवर त्याचा कांहीच परिणाम होणार नाही. अशा प्रकारे आपण असे म्हणू शकतो की आगगाडीचे जडत्व ढकलगाडीपेक्षा अधिक आहे. यावरुन हे स्पष्ट होते की अवजड वस्तूंचे जडत्व अधिक असते. प्रमाणात्मक रुपात कोणत्याही वस्तूचे जडत्व वस्तुमानाच्या प्रमाणात मोजले जाते. म्हणून जडत्व आणि वस्तुमान यांची खालील प्रकारे तुलना करु शकतो.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

कोणत्याही वस्तूचे जडत्व हा त्याचा नैसर्गिक गुण आहे जो त्याच्या स्थिर स्थितीत वा गतिमान स्थितीत बदल घडविण्यास विरोध करतो अथवा वस्तूची स्थिर किंवा गतिमान अवस्थेतील बदलाला विरोध करण्याची प्रवृत्ती म्हणजेच जडत्व होय. अशा प्रकारे कोणत्याही वस्तूचे वस्तुमान त्याच्या जडत्वाचे माप आहे.

प्रश्न

1. खालील पैकी अधिक जडत्व कोणाचे आहे ?

   1) एक रबरी चेंडू आणि त्या आकाराचा दगड

   2) सायकल आणि आगगाडी

   3) पांच रुपयाचे नाणे आणि एक रुपयाचे नाणे.

2. *खालील उदाहरणात चेंडूचा वेग किती वेळा बदलतो ते जाणण्याचा प्रयत्न करा. फुटबॉलचा एक खेळाडू लाथ मारुन चेंडूला आपल्या संघातील दुसऱ्या खेळाडू कडे पोहोचवितो. दुसरा खेळाडू चेंडूला लाथेने गोल कडे पोहोचविण्याचा प्रयत्न करतो. विरुध्द संघाचा गोल कीपर चेंडू अडवतो आणि लाथेने चेंडूला त्याच्या संघातील खेळाडूकडे पाठवितो." तसेच प्रत्येक अवस्थेत बल प्रदान करणाऱ्या कारकाला शोधण्याचा प्रयत्न करा.*

3. झाडाची फांदी जोरात हलविल्यास कांही पाने झडतात. कां?

4. वेगात जाणारी बस अचानक थांबल्याने आपण पुढे झुकतो आणि थांबलेली बस पुढे निघाली की आपण मागे झुकतो. असे कां होते ?

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

8.4 गति विषयक दुसरा नियम

गतिविषयक पहिला नियम असे सांगतो की कोणत्याही पदार्थावर जेव्हा असंतुलित जोर कार्य करतो तेव्हा त्याच्या वेगात बदल होतो. म्हणजेच वस्तूत त्वरण निर्माण होते. आता आपण पाहू या की वस्तूचे त्वरण त्यावर प्रयुक्त जोरावर कसे निर्भर असते. तसेच त्या जोराला कसे मोजतात. चला कांही दैनंदिन अनुभवांचा अभ्यास करु. टेबल टेनिस खेळताना जर चेंडू खेळाडूच्या शरीरावर आदळला तर खेळाडूला दुखापत होत नाही. वेगात येणारा क्रिकेटचा चेंडू जर प्रेक्षकाला लागला तर तो घायाळ होण्याची शक्यता असते. रस्त्याच्या कडेला थांबलेल्या ट्रकमुळे दुर्घटना संभवत नाही. पण 5 मीटर इतक्या धिम्या गतीने जाणाऱ्या ट्रकच्या धक्क्याने एखाद्या व्यक्तीच्या जीवावर बेतण्याची शक्यता नाकारता येत नाही. छोटया वस्तुमानाच्या बंदुकीच्या गोळीला बंदुकीतून झाडल्यास ती एखाद्या व्यक्तीच्या मृत्युचे कारण बनू शकते. या वरुन हे लक्षात येते की वस्तुमुळे उत्पन्न होणारा प्रभाव वस्तूच्या वस्तुमानावर आणि वेगावर अवलंबून असतो. तसे वस्तूत अधिक त्वरण निर्माण करायचे असेल तर अधिक वेगासाठी अधिक जोराची आवश्यकता असते. वेगळ्या शब्दात आपण असे म्हणू शकतो की

वस्तूचे वस्तुमान आणि वेग यांच्याशी संबंधित एक म्हत्वपूर्ण राशी असते. संवेग नामक या राशीला न्यूटनने प्रस्तुत केले. वस्तूचा संवेग (P) त्याचे वस्तुमान (m) आणि वेग (v) यांच्या गुणाकाराने सांगता येते. P=mv...(8.1)

संवेगात परिमाण आणि दिशा दोन्ही असतात. वेगाची जी दिशा असते तीच याची दिशा असते. संवेगाचे एकक किलोग्रॅम – मीटर/ सेकंद ($Kg\ ms^{-1}$) आहे. वस्तूच्या वेगातील बदलाला त्यावर प्रयुक्त असंतुलित जोर कारणीभूत असतात. म्हणून असे म्हटले जाऊ शकते की जोरामुळे संवेगात ही बदल घडतो.

अशा एका अवस्थेविषयी विचार करा त्यात कारमधील खराब बॅटरीमुळे कारमध्ये सरळ रस्त्यावर $1ms^{-1}$ मी इतकी गती निर्माण करण्यासाठी धक्का दिला जातो. इंजिन सुरु होण्यासाठी इतका धक्का पुरेसा आहे. एक किंवा दोघांनी अचानक धक्का दिला तरी इंजिन सुरु होत नाही. पण सलग कांही वेळ सतत दिलेल्या धक्क्याने कार सुरु होऊन ती गती प्राप्त होते. या वरुन हे स्पष्ट होते की कारच्या संवेगातील बदल केवळ बलाच्या परिमाणाने नाही तर त्यावर लावलेल्या जोराच्या कालावधीवर आहे. म्हणजेच जर वस्तूवर प्रयुक्त केलेला असंतुलित जोर वेगामधे बदल घडवून आणत असेल तर तेच जोर संवेगातही बदल घडवितो. वस्तूच्या संवेगात बदल घडवून आणण्यासाठी आवश्यक असणारा जोर संवेग बदलाच्या दरावर अवलंबून असते.

न्यूटनचा दुसरा नियम संवेग बदलाचे स्पष्टीकरण देतो. 'संवेग परिवर्तनाचा दर प्रयुक्त बलाशी समानुपाती असतो आणि संवेगाचे परिवर्तन जोराच्या दिशेने होते'.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

8.4.1. गतीच्या दुसऱ्या नियमाचे गणितीय सूत्रीकरण

समजा m वस्तुमानाची एक वस्तू सुरुवातीला u वेगाने सरळ रेषेत जात आहे. जेव्हा वस्तूवर t कालावधीसाठी निश्चित जोर F प्रयुक्त केल्यास वस्तूचा वेग V होतो.

वस्तूचा सुरुवातीचा एकूण संवेग mu आहे आणि t वेळानंतरचा अंतिम संवेग आहे. ($P_1 = mu \quad P_2 = mv$)

संवेगातील बदल $\propto p_2 - p_1$

$\propto mv - mu$

$\propto m \times (v - u)$

संवेग परिवर्तनाचा दर $\propto \dfrac{m \times (v-u)}{t}$

किंवा लावलेला जोर $F \propto \dfrac{m \times (v-u)}{t}$

$$F = \frac{km \times (v - u)}{t} \quad (8.2)$$

$$F = kma \quad (8.3)$$

येथे a =[(v -u)/t)] हे त्वरण आहे. (वेगातील बदलाचा दर) K हे प्रमाणतेचा स्थिरांक आहे. वस्तुमान आणि त्वरणाचे एकक क्रमशः Kg आणि ms^{-2} आहेत. जोराचे एकक असे निवडले जाते की स्थिरांक K ची किंमत 1 होईल. यासाठी, जोराच्या एककाला त्या मात्रेच्या रुपात परिभाषित करतात जो 1 Kg वस्तुमानाच्या वस्तूत $1ms^{-2}$ एवढे त्वरण उत्पन्न करतो.

अर्थात 1 एकक जोर = K x (1Kg) x ($1ms^{-2}$)

अशा प्रकारे K ची किंमत 1 होते. समीकरण (8.3) ने

$$F=ma \quad (8.4)$$

जोराची मात्रा Kg ms^{-2} आहे. याला न्यूटन असेही म्हणतात. N द्वारे ते निर्देशित करतात. गतिविषयक दुसऱ्या नियमाने आम्हाला वस्तूवर लावल्या जाणाऱ्या जोरास मापण्यासाठी एक पध्दत प्राप्त होते. जोर त्या वस्तूत उत्पन्न होणारे त्वरण आणि वस्तूचे वस्तुमान यांच्या गुणाकाराने प्राप्त होते. गतिच्या दुसऱ्या नियमाचा उपयोग आपण आपल्या दैनंदिन जीवनात पाहतो. क्रिकेटचा सामना सुरु असताना तीव्र गतिने येणाऱ्या चेंडूला पकडताना हात मागे खेचताना पाहिले आहे काय? अशा प्रकारे क्षेत्ररक्षक वेगाने येणाऱ्या चेंडूचा वेग शून्य करण्यासाठी अधिक वेळ लावतो असे केल्याने चेंडूतील संवेग परिवर्तनाचा दर कमी होऊन जातो. त्यामुळे चेंडूचा हातावरील प्रभाव कमी होतो. (आकृती 8.8) जर चेंडूला अचानक अडविले जात असेल तर खूप वेगाने येत असलेल्या चेंडूचा वेग खूप कमी वेळेत शून्य होतो अर्थात चेंडूच्या संवेगातील परिवर्तनचा दर अधिक असेल. म्हणून झेल घेण्यास अधिक जोर लावावे लागेल. यामुळे क्षेत्ररक्षकाच्या हाताला जखम होऊ शकेल. उंच उडीच्या मैदानात खेळाडूना कुशन किंवा वाळूवर उडी मारायची असते. खेळाडूनी उंच उडी घेतल्यानंतर खाली पडण्याची वेळ वाढविण्यासाठी असे केले जाते. या स्थितीत संवेग परिवर्तनाचा दर कमी असतो. विचार करा की कराटेपटू कसे एका झटक्यात बर्फाची लादी तोडतो.

आ. 8.8 क्रिकेट सामान्यातील क्षेत्ररक्षक झेल घेण्यासाठी चेंडू बरोबर आपले हात हळू - हळू मागे घेतो.

गतिच्या दुसऱ्या नियमाच्या सूत्राचा (समीकरण 8.4) उपयोग करुन पहिल्या नियमाला गणितीयरुपात प्राप्त केले जाऊ शकते.समीकरण (8.4) प्रमाणे.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

$$F = ma$$

किंवा $F = \frac{m(v-u)}{t}$ (8.5)

किंवा $F = mv - mu$

म्हणजे, जेव्हा $F = 0$, t या कोणतीही वेळेसाठी, $v = u$ याचा अर्थ हा आहे की वस्तू समवेगात चलित होत राहील. जर u शून्य आहे तर v पण शून्य असेल म्हणजेच वस्तू विरामावस्थेतच राहील.

उदाहरण 8.1 एक स्थिर जोर 5Kg वस्तुमानाच्या एका पदार्थावर 2s कालावधीसाठी कार्य करतो आणि वस्तूचा वेग 3 ms^{-1} पासून 7 ms^{-1} पर्यंत वाढविते. प्रयुक्त जोराची किंमत ओळखा. जर या जोराला 5s कालावधीसाठी प्रयुक्त केल्यास वस्तूचा अंतिम वेग किती असेल ?

उकल :

दिलेल्या गोष्टी – $u=3ms^{-1}$, $v=7ms^{-1}$, $t = 2s$ आणि $m=5$ Kg

समीकरण (8.5) प्रमाणे $F = \frac{m(v-u)}{t}$

समीकरणात किंमती घालून F= 5 Kg $(7ms^{-1} - 3ms^{-1})/2s=10N$ आता जर 5S (t=5S) पर्यंतच्या कालावधीसाठी जोर लावले जात असेल तर समीकरण (8.5) ला पुन्हा लिहून अंतिम वेग प्राप्त केला जातो.

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

u, F, m आणि t च्या किंमती समीकरणात घातल्यास आपल्याला अंतिम वेग मिळतो. अंतिम वेग $v=13\ ms^{-1}$

उदाहरण 8.2 कशाला अधिक जोराला आवश्यकता असेल ? 2 Kg वस्तुमानाच्या पदार्थात $5ms^{-2}$ च्या दराने त्वरण निर्माण करण्यास की 4Kg वस्तुमानाच्या पदार्थात $2ms^{-2}$ च्या दराने त्वरण निर्माण करण्यासाठी कोणाला अधिक जोराची आवश्यकता असेल?

उकल :

समीकरण (8.4) प्रमाणे F=ma येथे $m_1=2Kg$, $a_1 = 5ms^{-2}$, तसेच $m_2=4Kg$, $a_2 = 2ms^{-2}$ या प्रकारे $F_1=m_1a_1 = 2Kg \times 5ms^{-2}=10N$ तसेच $F_2=m_2a_2 = 4Kg \times 2\ ms^{-2} = 8N$

$\Rightarrow F_1 > F_2$, म्हणून 2Kg वस्तुमानाच्या वस्तूला $5ms^{-2}$ च्या दराने त्वरण निर्माण करण्यासाठी अधिक जोर लागेल.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

उदाहरण 8.3 : एक कार 108Km/h वेगाने जात आहे. ब्रेक लावल्यानंतर थांबण्यासाठी तिला 4S चा अवधी लागतो. कारचे प्रवाशांसह वस्तुमान 1000 Kg असताना कारला ब्रेक लावल्यानंतर लागणारा जोर काढा.

उकल : कारचा प्रारंभिक वेग $u = 108\ km/h = \frac{108 \times 1000\ m}{60 \times 60s} = 30\ ms^{-1}$

तसेच कारचा अंतिम वेग $v=0ms^{-1}$, कारचे प्रवाशांसह एकूण वस्तुमान = 1000 Kg आणि कारला थांबण्यासाठी लागलेला वेळ t=4s समीकरण (8.5) प्रमाणे ब्रेक लावणाऱ्या जोराचे (F) मान $= m(v-u)/t$ आहे. समीकरणात किंमती घालून.

$F = 1000\ kg \times (0-30)\ ms^{-1}/4s = -7500kg\ ms^{-2}$ किंवा –7500N ऋण चिन्ह हे सुचविते की ब्रेकने लावलेल्या जोराची दिशा कार चलनाच्या दिशेच्या विरुध्द दिशेने आहे.

उदाहरण 8.4 : 5N चे बल mt, वस्तुमानात $10ms^{-2}$ इतके त्वरण निर्माण करतो. तसेच m2 वस्तुमानात $20ms^{-2}$ इतके त्वरण उत्पन्न करतो. जर दोन्ही वस्तुमानांचे एकत्रिकरण केले तर त्यात या जोराकडून किती त्वरण निर्माण केले जाईल ?

उकल : समीकरण (8.4) ने $m_1=F/a_1$ तसेच $m_2=F/a_2$

येथे $a_1=10ms^{-2}$, $a_2=20ms^{-2}$ तसेच F=5N

या प्रकारे $m_1=5N/10ms^{-2} = 0.50$ Kg

तसेच $m_2=5N/20ms^{-2} = 0.25$ Kg

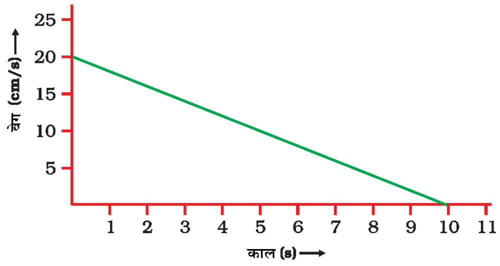
जेव्हा दोन्ही वस्तुमानांचे एकत्रिकरण केले असता

एकूण वस्तुमान m=0.50 kg + 0.25 Kg = 0.75 kg

आता एका वस्तुमानवर m 5N बला द्वारे निर्माण केले जाणारे त्वरण a

$a = F/m=5N/0.75\ kg = 6.67\ ms^{-2}$

उदाहरण 8.5 : एका लांब टेबलावर सरळ रेषेत जाणाऱ्या 20g वस्तुमानाच्या चेंडूच्या वेग – काळ आलेख आ. 8.9 मध्ये दिलेला आहे.



आ. 8.9

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

त्या चेंडूला स्थिर स्थितीत आणण्यासाठी टेबलाकडून चेंडूवर किती जोर प्रयुक्त करावा लागेल ?

उकल :

चेंडूचा प्रारंभिक वेग $20 cms^{-1}$ आहे. टेबलाकडून मिळणाऱ्या घर्षण जोरामुळे चेंडूचा वेग 10s मध्ये शून्य होते. वेग-काल आलेख एक सरळ रेषा असल्यामुळे हे स्पष्ट आहे की चेंडूवर एक स्थिर सारखे त्वरण आहे.

$$\text{त्वरण} = \alpha = \frac{v-u}{t} = (0\ cms^{-1} - 20\ cm\ s^{-1})\ 10s$$

$$= -2\ cms^{-2}$$

$$= -0.02\ ms^{-2}$$

चेंडू वरील घर्षण जोर $F = ma = (20/1000) Kg \times (-0.02\ ms^{-2}) = -0.0004N$

ऋण चिन्ह हे दर्शविते की चेंडूच्या गतिच्या विरुध्द दिशेने टेबलाच्या घर्षण जोराची दिशा आहे.

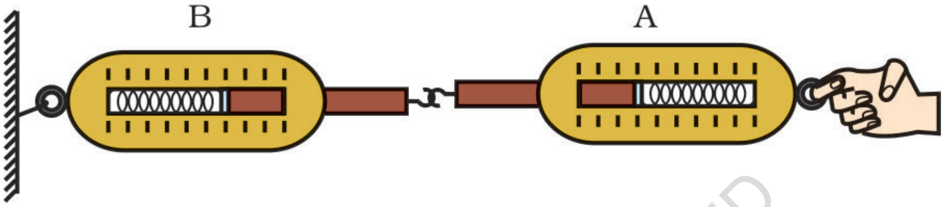
@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

8.5 गतिविषयक तिसरा नियम:

पहिल्या दोन गतिविषयक नियमानुसार आम्हाला हे समजते की लावलेल्या जोरामुळे वस्तूच्या गतीच्या अवस्थेमध्ये बदल घडतो. शिवाय बल मापनाची पध्दत देखील यामुळे प्राप्त होते. गतीच्या तिसऱ्या नियमानुसार जेव्हा एक वस्तू दुसऱ्या वस्तूवर जोर प्रयुक्त करतो तेव्हा दुसऱ्या वस्तूद्वारे पहिल्या वस्तूवर त्याचक्षणी जोर प्रयुक्त केला जातो. हे दोन्ही जोर समान मानाची असून विरुध्द दिशेत कार्य करतात. ही बले कधीही एका वस्तूवर कार्य करीत नाहीत तर दोन वेगवेगळ्या वस्तूवर कार्य करतात. फुटबॉलच्या खेळात चेंडूला जोरात लाथ मारताना खेळाडू विरुध्द संघातील खेळाडूवर आदळतात. एकमेकावर बल लावतात. त्यामुळे दोघांनाही दुखापत होते. वेगळ्या शब्दात सांगायचे तर जोर स्वतंत्रपणे कधीही अस्तित्वात नसतात. हे जोर जोडीनेच प्रयुक्त होतात. या दोन्ही विरोधी जोराना क्रिया आणि प्रतिक्रिया जोर असे म्हणतात.

समजा दोन स्प्रिंग तराजू A आणि B आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे एकमेकाशी जोडली गेली आहेत. B तराजूचे स्थिर टोक भिंतीशी जोडले गेले आहे. जेव्हा तराजू A च्या मुक्त टोकाशी जोर लावला जातो तेव्हा आपल्याला असे आढळते की दोन्ही तराजू समान मान दर्शवितात. म्हणजेच तराजू A द्वारे तराजू B वर लावलेला जोर तराजू B द्वारे तराजू A वर लावलेल्या जोरा इतकाच असतो.

दोन्ही जोरांचे मान समान असते. पण या दोन्ही जोरांच्या दिशा मात्र एकमेका विरुध्द असतात. तराजू A कडून तराजू B वर लावलेल्या जोराला क्रिया म्हणतात. तर तराजू B कडून तराजू A वर लावलेल्या विरुध्द दिशेच्या जोराला प्रतिक्रिया म्हणतात. म्हणून गतिच्या तिसऱ्या नियमाला या प्रकारे व्यक्त केले जाते : कोणत्याही क्रियेला समान आणि विरुध्द दिशेने प्रतिक्रिया असते. पण हे अवश्य लक्षात ठेवले पाहिजे की क्रिया आणि प्रतिक्रिया जोर सदैव वेगवेगळ्या वस्तूंवर कार्य करतात.



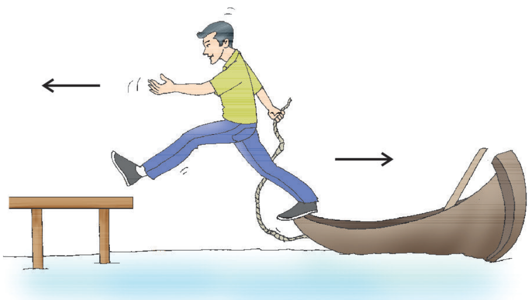
आ.8.10 : क्रिया आणि प्रतिक्रिया जोर समान असून परस्पर विरुध्द दिशेने कार्य करतात.

समजा तुम्ही स्वस्थपणे उभे आहात आणि रस्त्यावर चालण्याची तुमची इच्छा आहे. दुसऱ्या नियमानुसार यासाठी तुमच्या शरीरात त्वरण निर्माण करणाऱ्या एका जोराची आवश्यकता आहे. कोणते बल आहे हे ? हे स्नायू बल आहे जे तुम्ही रस्त्यावर लावता ? ज्या दिशेने आम्हाला जायचे आहे हे पेशीय बल आहे जे तुम्ही रस्त्यावर लावता ? ज्या दिशेने आम्हाला जायचे आहे त्याच दिशेने हे बल लावले जाते ? नाही, आपण रस्त्याच्या पृष्ठभागाला आपल्या पायानी मागे ढकलतो. रस्ता देखील तुमच्या पायावर तितकीच पण विरुध्द दिशेने प्रतिक्रिया देते. म्हणून आपण चालत पुढे जातो. हे जाणून घेणे आवश्यक आहे की क्रिया आणि प्रतिक्रिया जोर नेहमी समान असले तरी ती बले एकसमान परिमाणाचे त्वरण उत्पन्न करु शकत नाहीत. कारण प्रत्येक जोर वेगवेगळ्या वस्तुमानाच्या पदार्थावर कार्य करीत असतात.

NOT TO BE REPUBLISHED ©KTBS

बंदकीतून गोळी सुटताना बंदुकीद्वारा गोळीवर पुढील दिशेत एक जोर प्रयुक्त होते. गोळी सुध्दा बंदुकीवर समान पण विरुध्द दिशेने प्रतिक्रिया बल लावते. यामुळे बंदुक मागच्या बाजूने प्रतिक्षेपित होते (आ. 8.11) पण बंदुकीचे वस्तुमान गोळीच्या वस्तुमानापेक्षा अधिक असल्याने बंदुकीचे त्वरण गोळीच्या त्वरणा पेक्षा खूपच कमी असते. एका नावाडयाला जेव्हा नावेच्या पुढच्या बाजूला उडी मारताना गतीच्या तिसऱ्या नियमाचे स्पष्टीकरण होते. नावाडी जेव्हा पुढच्या बाजूला उडी मारतो तेव्हा नावेवरील प्रतिक्रिया बलाने नाव मागे जाते.(आ. 8.12)

आ. 8.11 गोळीवर पुढील दिशेने लावलेले बल आणि बंदुकीवर विरुध्द दिशेने लावलेले बल.



आ. 8.12 नावाड्यालाची पुढील बाजूने उडी- नावेचे मागे जाणे.

उपक्रम 8.4

आ. 8.13

- आ. 8.13 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे चाकाच्या गाडीवर दोन मुलाना उभे करा.
- वाळू ने भरलेली पिशवी किंवा कोणतीही जड वस्तू त्यांच्याकडे द्या.
- वाळूची पिशवी झेलण्याचा खेळ खेळण्यास सांगा.
- वाळूची पिशवी फेकल्याने (क्रिया) प्रत्येकाला त्याचक्षणी प्रतिक्रिया मिळाली कां ?
- गाडीच्या चाकांवर खडूने पांढरी रेषा काढल्यास फेकणे- झेलणे क्रिये वेळचे चलन पाहता येईल.

आता दोघांना एका गाडीवर उभे करा व दुसऱ्या गाडीवर एकटाच उभे रहा. गतीचा दुसरा नियम येथे दिसेल कारण येथे समान बलाने निर्माण होणारे त्वरण वेगवेगळे असल्याचे पहायला मिळते. येथे दाखविलेली गाडी 12mm किंवा 18mm जाडीचे प्लायवुड बोर्डच्या 50cm x 100cm आकाराच्या फळ्या व स्केटसच्या चाकांच्या दोन जोडया वापरुन तयार करता येते. येथे स्केटसबोर्ड प्रभावी नाहीत कारण त्यामुळे सरळ रेषेतील गती स्थिर राखली जात नाही.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

तुम्ही काय शिकलात

- गतिविषयक पहिला नियम : जर एखाद्या वस्तूवर कोणताही बाह्य असंतुलित जोर कार्यरत नसेल तर तिच्या विराम अवस्थेत किंवा सरळ रेषेतील एकसमान गतीमध्ये सातत्य राहते.
- वस्तूची स्थिर अथवा गतिमान अवस्थेतील बदलाला विरोध करण्याची प्रवृत्ती म्हणजेच जडत्व होय.
- कोणत्याही वस्तूचे वस्तुमान हे त्याच्या जडत्वाचे माप आहे. त्याचे S.I एकक किलोग्रॅम (Kg) आहे.
- घर्षण बल सदैव वस्तूच्या गतीचा प्रतिरोध करतो.
- गतीचा दुसरा नियम: संवेग परिवर्तनाचा दर प्रयुक्त बलाशी समानुपाती असतो आणि संवेगाचे परिवर्तन बलाच्या दिशेने असते.
- जोराचे SI पध्दतीतील एकक $Kgms^{-2}$ आहे. याला न्यूटन या नावानेही ओळखले जाते आणि N या संकेताद्वारे व्यक्त केले जाते. 1 न्यूटन जोर 1 कि.ग्रॅ. वस्तुमानाच्या वस्तूत 1 ms^{-2} त्वरण निर्माण करते.
- वस्तूचा संवेग, त्याच्या वस्तुमान व वेग यांचा गुणाकार असतो आणि त्याची दिशा तीच असते जी वस्तूच्या वेगाची असते. त्याचे SI पध्दतीतील एकक $Kgms^{-1}$ आहे.
- गतीचा तिसरा नियम : प्रत्येक क्रियेला समान आणि विरुध्द दिशेने प्रतिक्रिया असते. त्या दोन विभिन्न वस्तूवर कार्य करतात.

© KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

स्वाध्याय

1. एका पदार्थावर असंतुलित निव्वळ शून्य बाह्यजोर लावलेला आहे. त्या पदार्थाला अशून्य वेगाने चलीत होणे जमेल कां ? होकार असल्यास वेगाच्या मानावर आणि दिशेवर कोणत्या अटी लागू केल्या पाहिजेत ते स्पष्ट करा. नकार असल्यास कारण सांगा.

2. गालीच्याला झटकले (फटकारले) असता त्यातून धूळ बाहेर पडते. विवेचन करा.

3. बसच्या टपावर ठेवलेले प्रवाशांचे सामान बळकट दोऱ्याने बांधणे श्रेयस्कर असते. असे कां ?

4. क्रिकेटच्या चेंडूला फलंदाज बॅटने फटकावल्यानंतर चेंडू समतल जमिनीवर कांही अंतर गडगडत जाऊन थांबतो. चेंडूचा वेग कमी कमी होत शेवटी थांबतो कारण

   a) पुरेशा जोराने फलंदाजाने चेंडू फटकारला नाही

   b) चेंडूवर प्रयुक्त जोराच्या प्रमाणात वेग आहे.

   c) चलनाला अवरोध करणारा जोर चेंडूवर प्रयुक्त आहे.

   d) चेंडूवर असंतुलित जोर प्रयुक्त नसल्याने चेंडू स्थिर होतो.

NOT TO BE REPUBLISHED @KTBS

5. एक ट्रक टेकडीवरुन खाली स्थिर त्वरणाने (Constant acceleration) येऊ लागतो. 30 सेकंदात तो 400 मीटर आक्रमितो. ट्रकचे वस्तुमान 7 टन असल्यास त्या वरील प्रयुक्त जोर काढा. (टीप : 1 टन = 1000 kg)

6. तळ्याच्या गोठलेल्या पृष्ठभागावरुन 1 kg एक दगड 20 ms^{-1} वेगाने फेकलेला आहे. तो दगड 50 मिटर अंतर गेल्यावर थांबतो. दगड आणि बर्फ यामधील घर्षण जोर किती ते काढा.

7. 8000 कि.ग्रॅ. चे एक इंजिन प्रत्येकी 2000 कि.ग्रॅ. च्या पाच डब्यांची अगगाडीचे क्षितिज समांतर लोहमार्गावर खेचत आहे. जर इंजिन 40,000 N आणि लोहमार्गाने 5000 N घर्षण बल प्रयुक्त करीत असल्यास खालील किंमती काढा.

   a) निव्वळ त्वरणबल

   b) गाडीचे त्वरण

8. एका स्वयंचलित वाहनाचे वस्तुमान 1500 Kg आहे. 1.7ms^{-2} या ऋण त्वरणाने वाहनाला थांबविण्यासाठी वाहन आणि रस्ता यामधील जोर किती असावा ते सांगा.

9. v वेगाने जात असणाऱ्या m वस्तुमानाच्या एका पदार्थाचा संवेग किती ?

   a) $(mv)^2$ b) mv^2 c) 1/2 mv^2 d) mv

10. जमिनीवरुन 200N या क्षितिज समांतर बलाने एक लाकडी कपाट अविरत त्वरणाने हलविण्याचा उद्देश आहे. कपाटावर प्रयुक्त होणारा घर्षण जोर काढा.

11. गतीच्या तिसऱ्या नियमानुसार आपण एका वस्तूला जेव्हा धक्का देतो. तेव्हा वस्तू देखील तितक्याच बलाचा विरुध्द दिशेने धक्का देते. जर एक ट्रक रस्त्याच्या कडेला थांबला आहे. बहुतेक तो हलणार नाही. एक विद्यार्थी याला योग्य ठरवून म्हणतो की दोन परस्पर विरुध्द दिशेतील समान बले एकमेकांना निष्प्रभ करतात. त्याच्या या युक्तिवादावर भाष्य करा आणि ट्रक न हलण्याचे कारण सांगा.

12. 200g वस्तुमानाचा हॉकीचा चेंडू 10 ms^{-1} वेगाने जात असता हॉकीस्टिकने त्याला त्याच्या मूळ मार्गानेच, 5ms^{-1} वेगाने, परत पाठविण्यासाठी मारले जाते. हॉकीस्टिकने लावलेल्या जोरामुळे हॉकी चेंडूच्या गतीच्या संवेगातील बदल काढा.

13. 10 g वस्तुमानाची बंदुकीची गोळी 150 ms^{-1} वेगाने क्षितिज समांतर सरळ रेषेत जाऊन एका लाकडाच्या ठोकळ्यावर आदळते व 0.03 सेकंदात विराम स्थितीत येते. लाकडी ठोकळ्याच्या आत किती खोलवर गोळी शिरली असावी ते काढा. तसेच गोळीवर लाकडी ठोकळ्याकडून प्रयुक्त जोराचे मान काढा.

14. 1Kg वस्तुमानाची एक वस्तू 10 ms^{-1} वेगाने सरळ रेषेत जाऊन एका लाकडी ठोकळ्यावर आदळते आणि विरामस्थितील 5 Kg वस्तुमानाच्या त्या ठोकळ्याला चिकटते. मग ते दोन्ही एकत्र त्याच सरळ रेषेत जातात. आदळण्या अगोदरचे आणि आदळल्यानंतरचे एकूण संवेग काढा. तसेच एकत्र चिकटलेल्या वस्तुंचा वेग काढा.

15. 100 Kg वस्तुमानाचा एका पदार्थाचा 6 सेकंदात 5 ms^{-1} वेगापासून एक समान त्वरणाने 8 ms^{-1} वेग झाला आहे. सुरुवातीचा आणि अंतिम संवेग काढा. तसेच पदार्थावरील प्रयुक्त जोराचे मान काढा.

16. अख्तर, किरण आणि राहूल राजमार्गावर तीव्र गतीने जाणाऱ्या कार मधून जात होते. अचानक उडणाऱ्या किड्याची गाडीच्या समोरच्या कांचेशी टक्कर झाली व तो काचेलाच चिकटला. अख्तर आणि किरण यावर चर्चा करु लागले. किरण म्हणाला की किड्याचे संवेग परिवर्तनाचे परिमाण कारच्या संवेग परिवर्तनाच्या तुलनेत खूप जास्त आहे. (कारण

©KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

किड्याच्या वेगातील बदलाचे मान कारच्या वेगातील बदलाच्या मानापेक्षा खूप अधिक आहे) अख्तरचे म्हणणे होते की कारचा वेग खूपच जास्त होता म्हणून कारने किड्यावर खूप अधिक बल लावले असल्याने किडा मरुन गेला. राहूल ने एक नवा तर्क दिला. तो म्हणतो की कार आणि किडा दोघांवर समान बल प्रयुक्त झाले. आणि दोघांच्या संवेगात समान बदल झाला. यावर तुमची प्रतिक्रिया द्या.

17. एक 10 Kg वस्तुमानाची घंटी 80 cm उंचीवरुन खालील फरशीवर पडली या अवस्थेत घंटीचे फरशीवरील स्थानांतरित संवेगाचे मान काढा. खालील दिशेने होणारे त्वरण $10ms^{-2}$ असे समजा.

अतिरिक्त स्वाध्याय

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

A_1. गतिमान अवस्थेतील एका वस्तूचा अंतर – काल तक्ता खालील प्रमाणे आहे.

काल (सेकंद)	अंतर (मीटर)
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

(a) त्वरणाच्या बाबतीत आपण कोणता निष्कर्ष काढाल ? हे अविरत (स्थिर) आहे की वाढत आहे की कमी होत आहे की शून्य आहे ?

(b) वस्तूवर लागणाऱ्या जोरासंबंधी तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढाल ?

A_2. 1200 Kg वस्तुमानाच्या कारला सपाट रस्त्यावर दोघे समान वेगाने ढकलतात त्याच कारला तिघांनी ढकलेले तर $0.2ms^{-2}$ इतके त्वरण उत्पन्न होते. तर प्रत्येक जण कारला किती जोर लावून ढकलत होता ?

(प्रत्येक व्यक्ती समान स्नायू बलाने ढकलत होता असे समजा)

A_3. 500 ग्रॅम वस्तुमानाचा एक हातोडा $50ms^{-1}$ वेगाने खिळा ठोकतो. हातोड्याला खिळा 0.01 सेकंदा इतक्या कमी वेळात थांबवतो. तर खिळा हातोड्यावर किती जोर प्रयुक्त करतो ?

A_4. 1200 Kg वस्तुमानाची एक कार सरळ रेषेत 90 Km/h या समवेगाने जात आहे. एका बाह्य असंतुलित जोरामुळे कारचा वेग 4 सेकंदात18 Km/h इतका कमी होतो. प्रवेग आणि संवेग परिवर्तन काढा. तसेच आवश्यक जोराचे मान काढा.

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

*****

उत्तरे

भाग – 1

प्रकरण 7

1. (a) अंतर = 2200 m; विस्थापन = 200 m.
2. (a) सरासरी गती = सरासरी वेग = 2.00 ms^{-1}

   (a) सरासरी गती = 1.90ms^{-1}, सरासरी वेग = 0.952 ms^{-1}
3. सरासरी गती = 24 kmh^{-1}
4. आक्रमिलेले अंतर = 96 m
7. वेग = 20ms^{-1}, वेळ = 2 s
10. गती = 3.07 kms^{-1}

@KTBS NOT TO BE REPUBLISHED

प्रकरण 8

4. C
5. 14000N
6. –4N,
7. a) 35000 N

   b) 1.944 m/s^{-2}
8. वाहनाच्या गतीच्या विरुध्द दिशेने 2500 N
9. d
10. 200 N
12. 3 Kg m s^{-1}
13. 2.25m, 50 N
14. 10 Kg m s^{-1}, 10 Kg m s^{-1}, 5/3 m s^{-1}
15. 500 Kg m s^{-1}, , 800 Kg m s^{-1} , 50 N
17. 40 Kg m s^{-1}

    A2. 240 N

    A3. 2500 N

    A4. 5m s^{-2}, 24000 K gm s^{-1}; 6000N

❋ ❋ ❋ ❋ ❋