ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ/1219/119-125/છ, તા. 16-02-2019 થી મંજૂર



વિજ્ઞાન

ધોરણ X

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધાં ભારતીયો મારાં ભાઈબહેન છે.
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.
હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે આદર રાખીશ
અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિષ્ઠા અર્પું છું.
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ
‘વિદ્યાયન’, સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર-382010

© NCERT, નવી દિલ્હી તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર
આ પાઠ્યપુસ્તકના સર્વ હક NCERT તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળને હસ્તક છે. આ પાઠ્યપુસ્તકનો કોઈ પણ ભાગ કોઈ પણ રૂપમાં NCERT અને ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળની લિખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

અનુવાદ
શ્રી નીતિન ડી. દવે
શ્રી મયૂર એમ. રાવલ
ડૉ. હાર્દિક એ. અમીન

સમીક્ષા
ડૉ. આઈ. એમ. ભટ્ટ
ડૉ. એમ. એસ. રામી
ડૉ. મયૂર સી. શાહ
શ્રીમતી ચંદ્રિકાબહેન એસ. પટેલ
ડૉ. ખુશરૂ એચ. ઘડિયાલી
શ્રી ધવલ બી. સોલંકી
શ્રી મેહુલકુમાર એ. પટેલ
શ્રી બ્રિજેશકુમાર જે. પટેલ
શ્રી ભાવિનકુમાર જે. પટેલ
ડૉ. રજની એચ. જોષી
ડૉ. વંદનાબહેન જી. પટેલ

ભાષાશુદ્ધિ
શ્રી વિજય ટી. પારેખ

અનુવાદ - પરામર્શન (સંવર્ધિત આવૃત્તિ)
ડૉ. મયૂર સી. શાહ
શ્રી મયૂર એમ. રાવલ
ડૉ. ભાવિનકુમાર જે. પટેલ
શ્રી મેહુલકુમાર એ. પટેલ
શ્રી મહિપાલસિંહ જે. સિસોદીયા
શ્રી નમ્રતા એ. ભટ્ટ

સંયોજન
ડૉ. ચિરાગ એચ. પટેલ
(વિષય-સંયોજક : ભૌતિકવિજ્ઞાન)

નિર્માણ-સંયોજન
ડૉ. કમલેશ એન. પરમાર
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

મુદ્રણ-આયોજન
શ્રી મનીષ એચ. બધેકા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય સ્તરે સમાન અભ્યાસક્રમ રાખવાની સરકારશ્રીની નીતિના અનુસંધાને ગુજરાત સરકાર તથા ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ દ્વારા તા. 25-10-2017ના ઠરાવ-ક્રમાંક મશબ/1217/1036/છ-થી શાળા કક્ષાએ NCERT નાં પાઠ્યપુસ્તકોનો સીધો જ અમલ કરવાનો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો તેને અનુલક્ષીને NCERT, નવી દિલ્હી દ્વારા પ્રકાશિત **ધોરણ X** ના **વિજ્ઞાન** વિષયના પાઠ્યપુસ્તકનો ગુજરાતીમાં અનુવાદ કરીને વર્ષ 2019 થી અમલ કરવામાં આવ્યો હતો.

આ પાઠ્યપુસ્તકનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં આવ્યા હતા અને સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારાવધારા કર્યા પછી આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલાં આ પાઠ્યપુસ્તકની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી હતી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા. નિષ્ણાતોની એક દ્વિદિવસીય કાર્યશિબિરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું. જેમાં ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), શ્રી નીતિન દવે, ડૉ. હાર્દિક અમીન, શ્રી ધવલ સોલંકી, શ્રી બ્રિજેશ પટેલ, શ્રી મેહુલ પટેલ અને શ્રી ભાવિન પટેલ ઉપસ્થિત રહી પોતાનાં કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરાં પાડ્યાં હતા.

વર્ષ 2023 થી NCERT, નવી દિલ્લીએ પોતાનાં પાઠ્યપુસ્તકની સંવર્ધિત આવૃત્તિ તૈયાર કરી છે. આ અનુસંધાને ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ, ગાંધીનગરના પત્રક્રમાંક : મઉમશબ/સંશોધન/2023/458-460, તા. 31/01/2023 દ્વારા આપવામાં આવેલ સૂચના અનુસાર ગુજરાતી અનુવાદની સંવર્ધિત આવૃત્તિ તૈયાર કરીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે મંડળ દ્વારા પૂરતી કાળજી લેવામાં આવી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

NCERT, નવી દિલ્હીના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

ડૉ. રતનકંવર એચ. ગઢવીચારણ (IAS)
નિયામક
તા. 6-4-2023

કાર્યવાહક પ્રમુખ
ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2019, પુનઃમુદ્રણ : 2020, 2021, 2022, સંવર્ધિત આવૃત્તિ : 2023

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર - ૧૦-એ, ગાંધીનગર વતી ડૉ. રતનકંવર એચ. ગઢવીચારણ (IAS) નિયામક.

મુદ્રક :

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 November 2006

Rationalisation of Content in the Textbook

In view of the COVID-19 pandemic, it is imperative to reduce content load on students. The National Education Policy 2020, also emphasises reducing the content load and providing opportunities for experiential learning with creative mindset. In this background, the NCERT has undertaken the exercise to rationalise the textbooks across all classes. Learning Outcomes already developed by the NCERT across classes have been taken into consideration in this exercise.

Contents of the textbooks have been rationalised in view of the following:

- Overlapping with similar content included in other subject areas in the same class
- Similar content included in the lower or higher class in the same subject
- Difficulty level
- Content, which is easily accessible to students without much interventions from teachers and can be learned by children through self-learning or peer-learning
- Content, which is irrelevant in the present context

This present edition, is a reformatted version after carrying out the changes given above.

PREFACE

This textbook of Science for Class X is a continuation of our attempt in the Class IX Science textbook to comply with the guidelines of the National Curriculum Framework-2005. We had to work within a limited time frame and also had our own constraints coming in the way of this radical change. The revised and re-structured syllabus for Class X covers selected topics in the broad themes of — Materials, The World of the Living, How Things Work, Natural Phenomena and Natural Resources. We have interpreted the syllabus to present a coherent coverage of scientific concepts related to our daily life on the select topics. It is an integrated approach to science at this level, with no sharp divisions into disciplines such as Physics, Chemistry, Biology and Environmental Science.

There has been a conscious attempt to address the relevant social concerns in this science textbook wherever possible — the concerns for people with special needs, the issues of gender discrimination, energy and environment have found their natural place in this book. Students have been encouraged to get into the debates on some of the management concerns (for sustainable development, for example) so that they can arrive at their own decisions after a scientific analysis of all the facts.

This book has some features which are meant to enhance its effectiveness. The theme of each chapter has been introduced with examples from daily life, and if possible, by a relevant activity that the students have to perform. The entire approach of the book is, in fact, activity-based, i.e., the students are required to construct knowledge themselves from these activities. The emphasis is not on definitions and technical terms, but on the concepts involved. Special care has been taken so that the rigour of science is not lost while simplifying the language. Difficult and challenging ideas, which are not to be covered at this stage, have often been placed as extra material in the boxes in light orange. The excitement of doing science comes from pursuing the unknown — the students would have the opportunity to think and explore somewhat beyond the syllabus and may feel the urge to continue their scientific expedition at higher levels. All such box items, including brief biography of scientists, are, of course, non-evaluative.

Solved examples are provided, wherever felt necessary, to clarify a concept. The in-text questions after a main section are for the students to check their understanding of the topic. At the end of each chapter, there is a quick review of the important points covered in the chapter. We have introduced some multiple choice questions in the exercises. There are problems of different difficulty levels answers to the multiple-choice questions and numericals, and hints for the difficult questions are included at the end of the book.

This book has been made possible because of the active participation of many people. I wish to thank Professor Krishna Kumar, *Director,* NCERT, Prof. G. Ravindra, *Joint Director,* NCERT, and Professor Hukum Singh, Head, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, specially for their keen interest in the development of the book and for all the administrative support. I wish to put on record my sincere appreciation for Dr Anjni Koul, the member-coordinator of the textbook development committee, for her extraordinary commitment and efficiency. It has been a real pleasure working with my textbook development team and the review committee. The chosen editorial team worked extremely hard, on tight deadlines, to bring the book close to the shape that we dreamt of. Fruitful discussions with some members of the MHRD Monitoring Committee helped in providing the final touches to the book. I do not have the words to acknowledge the professional and personal inputs I received from some of my close friends during the preparation of this book. We warmly welcome comments and suggestions for improvement from our readers.

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

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Chairman, Advisory Group for textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor,* Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Ganeshkhind, Pune University, Pune

Chief Advisor

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

Members

Alka Mehrotra, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Animesh K. Mohapatra, *Reader,* Regional Institute of Education, Ajmer

B.B. Swain, *Professor* (Retd.), Department of Physics, Utkal University, Orissa

B.K. Sharma, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

B.K. Tripathi, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Brahm Parkash, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

Charu Maini, *PGT*, Salwan Public School, 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

Ishwant Kaur, *PGT*, DM School, Regional Institute of Education, Bhopal

J.D. Arora, *Reader,* Hindu College, Moradabad, Uttar Pradesh

Meenambika Menon, *TGT*, Cambridge School, Noida, Uttar Pradesh

Puran Chand, *Professor and Jt. Director* (Retd.), Central Institute of Educational Technology NCERT, New Delhi

Reeta Sharma, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhopal

R.P. Singh, *Lecturer*, Rajkiya Pratibha Vikas Vidyalaya, Kishan Ganj, Delhi

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

S.K. Dash, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhubaneswar

Sunita Ramrakhiani, *PGT*, Ahlcon Public School, Delhi

Uma Sudhir, Eklavya, Indore, Madhya Pradesh

Vandana Saxena, *TGT*, Kendriya Vidyalaya-4, Kandhar Lines, Delhi Cantt., New Delhi

Vinod Kumar, *Reader*, Hans Raj College, Delhi University, Delhi

Member-coordinator

Anjni Koul, *Lecturer*, DESM, NCERT, New Delhi

ACKNOWLEDGEMENTS

The National Council of Educational Research and Training (NCERT), besides expressing its gratefulness towards the members of the Textbook Development Committee for their contribution in the development of the Science Textbook for Class X, also acknowledges the contribution of the following members for reviewing, editing, refining, and finalisation of the manuscript of the book. Kanhiya Lal, *Principal* (Retd.), Directorate of Education, NCT, Delhi; Ranveer Singh, *Lecturer*, Sarvodaya Bal Vidyalaya, Timarpur, Delhi; Bharat Poorey, *Professor* (Retd.), Govt. Post Graduate College, Indore; Gagandeep Bajaj, *Lecturer*, S.P.M. College, Delhi University, Delhi; Ravinder Kaur, *TGT*, Kendriya Vidyalaya, Rohini, Delhi; Renu Puri, *TGT*, N.C. Jindal Public School, New Delhi; Sarita Kumar, *Reader*, Acharya Narendra Dev College, Delhi University, Delhi; Shashi Prabha, *Lecturer*, DESM, NCERT, Delhi; Rashmi Sharma, *Lecturer,* NERIE, Shillong; Sushma Jaireth, *Reader*, DWS, NCERT, New Delhi; Y.P. Purang, Addl. Director of Education (Retd.), NCT, Delhi; Neeta Agarwal, *TGT*, D.L.D.A.V. Model School, Pitampura, Delhi; Roma Anand, *TGT*, D.L.D.A.V., Pitampura, Delhi; Veer Pal Singh, *Reader*, DEME, NCERT, New Delhi and S.L. Varte, *Lecturer,* DESM, NCERT, New Delhi.

The Council also acknowledges the valuable contribution of Sunita Farkya (*Professor*, DESM), Pushplata Verma (*Assistant Professor*, DESM), K.C. Tripathi (*Professor*, DEL) and Jatindra Mohan Misra (*Professor*, DEL) in updating Chapter 16 titled "Sustainable Management of Natural Resources", and also in the review of this textbook.

The contribution of R.S. Sindhu, *Professor* (Retd.), DESM; V.P. Srivastava, *Professor* (Retd.), DESM; R.K. Parashar, Rachna Garg (*Professors*, DESM); V.V. Anand, *Professor* (Retd.), RIE Mysore; S.V. Sharma (*Professor*, RIE Mysore); V.P. Singh (*Professor*, RIE Ajmer); R. Joshi, *Associate Professor* (Retd.), DESM; C.V. Shimray, Ruchi Verma (*Associate Professors*, DESM); Ram Babu Pareek (*Associate Professor*, RIE Ajmer); A.K. Srivastava, Rejaul Karim Barbhuiya, Pramila Tanwar (*Assistant Professors*, DESM); R.R. Koireng (*Assistant Professor*, DCS); V. Tangpu (*Assistant Professor*, RIE Mysore) and Akhileshwar Mishra (*Head Master*, DMS, RIE Bhubaneswar), in the review of this textbook in 2017-18 are acknowledged.

Special thanks are due to Hukum Singh, *Professor* and Former *Head*, DESM, 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 Station, DESM; Saima and Arvind Sharma, *DTP Operators* and Rajesh Handa, *Illustrator*; Mohd. Qamar Tabrez and Musarrat Parveen, *Copy Editors*; Seema Yadav, *Proof Reader*. The efforts of the Publication Department, NCERT are also highly appreciated.

વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી

અનુક્રમણિકા

K6G3W9

	Foreword	*iii*
	Rationalisation of Content in the Textbooks	*v*
	Preface	*vii*
પ્રકરણ 1	રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો	1
પ્રકરણ 2	ઍસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર	17
પ્રકરણ 3	ધાતુઓ અને અધાતુઓ	37
પ્રકરણ 4	કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો	58
પ્રકરણ 5	જૈવિક ક્રિયાઓ	79
પ્રકરણ 6	નિયંત્રણ અને સંકલન	100
પ્રકરણ 7	સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?	113
પ્રકરણ 8	આનુવંશિકતા	128
પ્રકરણ 9	પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વક્રીભવન	134
પ્રકરણ 10	માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા	161
પ્રકરણ 11	વિદ્યુત	171
પ્રકરણ 12	વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો	195
પ્રકરણ 13	આપણું પર્યાવરણ	208
	જવાબો	218 - 219

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a [1]**[SOVEREIGN SOCIALIST SECULAR DEMOCRATIC REPUBLIC]** and to secure to all its citizens :

JUSTICE, social, economic and political;

LIBERTY of thought, expression, belief, faith and worship;

EQUALITY of status and of opportunity; and to promote among them all

FRATERNITY assuring the dignity of the individual and the [2][unity and integrity of the Nation];

IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY this twenty-sixth day of November, 1949 do **HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO OURSELVES THIS CONSTITUTION.**

---

1. Subs. by the Constitution (Forty-second Amendment) Act, 1976, Sec.2, for "Sovereign Democratic Republic" (w.e.f. 3.1.1977)
2. Subs. by the Constitution (Forty-second Amendment) Act, 1976, Sec.2, for "Unity of the Nation" (w.e.f. 3.1.1977)

"Facts are not science – as the dictionary is not literature."
Martin H. Fischer



પ્રકરણ 1
રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો (Chemical Reactions and Equations)

રોજિંદા જીવનની નીચે દર્શાવેલ પરિસ્થિતિઓને ધ્યાનમાં લો અને વિચારો કે શું થાય છે જ્યારે –

- ઉનાળામાં ઓરડાના તાપમાને દૂધને ખુલ્લું રાખવામાં આવે.
- લોખંડના તવા/તપેલા/ખીલાને ભેજવાળા વાતાવરણમાં ખુલ્લા રાખવામાં આવે.
- દ્રાક્ષનું આથવણ થાય.
- ખોરાક રંધાય છે.
- આપણા શરીરમાં ખોરાકનું પાચન થાય.
- આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ.

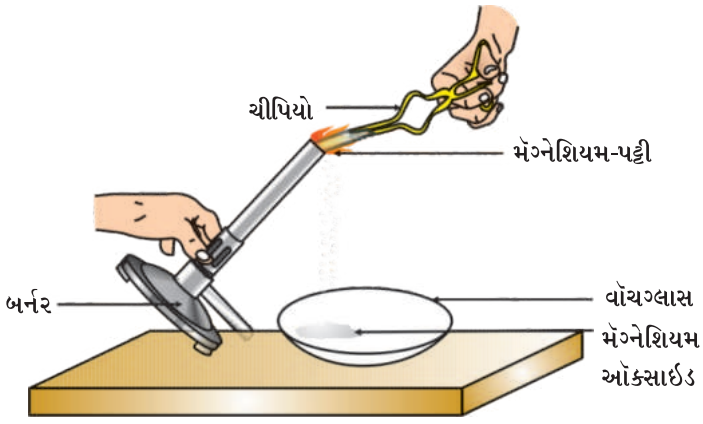
ઉપર્યુક્ત તમામ પરિસ્થિતિઓમાં પ્રારંભિક પદાર્થની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) અને તેની ઓળખમાં કંઈક ને કંઈક પરિવર્તન આવે છે. દ્રવ્યના ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફારો વિશે આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છીએ. જ્યારે રાસાયણિક ફેરફાર થાય છે ત્યારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે.

તમને કદાચ આશ્ચર્ય થાય કે ખરેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો અર્થ શું છે ? આપણે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે ? આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા માટે ચાલો આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 1.1

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિ માટે શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે. જો વિદ્યાર્થીઓ આંખોના રક્ષણ માટે ચશ્માં પહેરી લે તો વધુ સારું.

- લગભગ 3-4 cm લાંબી મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને કાચપેપર (Sandpaper) વડે ઘસીને સ્વચ્છ કરો.
- તેને ચીપિયા (સાણસી) વડે પકડીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લૅમ્પની મદદથી સળગાવો અને તેની રાખને આકૃતિ 1.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વૉચગ્લાસમાં એકત્ર કરો. મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને તમારી આંખોથી શક્ય તેટલી દૂર રાખીને સળગાવો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 1.1
મૅગ્નેશિયમ-પટ્ટીનું હવામાં સળગવું અને મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડને વૉચગ્લાસમાં એકઠો કરવો

તમે જોયું જ હશે કે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી ઝગારા મારતી (પ્રજ્વલિત) સફેદ જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ પાઉડર (રાખ)માં પરિવર્તિત થાય છે. આ પાઉડર એ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ છે. મૅગ્નેશિયમ તેમજ હવામાંના ઑક્સિજન વચ્ચે પ્રક્રિયા થવાથી મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ ઉદ્‌ભવે છે.

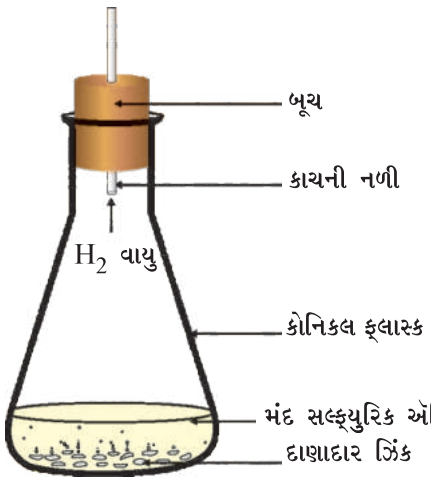
પ્રવૃત્તિ 1.2

- એક કસનળીમાં લેડ નાઇટ્રેટનું દ્રાવણ લો.
- તેમાં પોટૅશિયમ આયોડાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

પ્રવૃત્તિ 1.3

- એક કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીમાં થોડા ઝિંકના દાણા લો.
- તેમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અથવા મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો (આકૃતિ 1.2).

  ચેતવણી : ઍસિડનો ઉપયોગ સાવચેતીથી કરવો.
- શું તમને ઝિંકના દાણાની ફરતે કંઈ થઈ રહ્યું હોય તેવું દેખાય છે ?
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીને સ્પર્શ કરો. શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?



આકૃતિ 1.2
ઝિંક પર મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન વાયુનું નિર્માણ

ઉપર્યુક્ત ત્રણેય પ્રવૃત્તિઓના આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે નીચે દર્શાવેલાં અવલોકનો પૈકી કોઈપણ અવલોકન આપણને કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે કે કેમ તે નક્કી કરવામાં મદદ કરે છે.

- અવસ્થામાં પરિવર્તન
- રંગમાં પરિવર્તન
- વાયુનો ઉદ્‌ભવ
- તાપમાનમાં પરિવર્તન

જો આપણે આપણી આસપાસ થતા ફેરફારનું અવલોકન કરીએ તો આપણને જાણવા મળશે કે આપણી આસપાસ અનેક જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ થતી હોય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને તેઓના સાંકેતિક નિરૂપણ વિશે અભ્યાસ કરીશું.

1.1 રાસાયણિક સમીકરણો (Chemical Equations)

J6J8K8

પ્રવૃત્તિ 1.1નું વર્ણન આ મુજબ થઈ શકે - જ્યારે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં સળગે છે ત્યારે ત મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું વાક્ય સ્વરૂપે વર્ણન ઘણું લાંબું થઈ જાય છે. તેને સંક્ષિપ્ત સ્વરૂપે પણ લખી શકાય છે. આમ, કરવા માટેનો સૌથી સરળ માર્ગ એ છે કે તેને શાબ્દિક સમીકરણના સ્વરૂપમાં લખવું.

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયા માટે શાબ્દિક સમીકરણ આ પ્રકારે થશે -

મૅગ્નેશિયમ + ઑક્સિજન $\rightarrow$ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ (1.1)

(પ્રક્રિયકો) (નીપજ)

પ્રક્રિયા (1.1)માં દર્શાવેલા અને રાસાયણિક ફેરફાર અનુભવતા પદાર્થો મૅગ્નેશિયમ અને ઑક્સિજન પ્રક્રિયકો છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન નવો ઉત્પન્ન થતો પદાર્થ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ નીપજ છે.

શાબ્દિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો અને નીપજોની વચ્ચે તીરની નિશાની દ્વારા પ્રક્રિયકોનું નીપજોમાં થતું રૂપાંતર દર્શાવે છે. પ્રક્રિયકોને શાબ્દિક સમીકરણમાં ડાબી તરફ (LHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તેવી જ રીતે, નીપજોને જમણી તરફ (RHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તીરનો અગ્રભાગ (arrow head) નીપજો તરફ હોય છે અને તે પ્રક્રિયાની દિશા દર્શાવે છે.

1.1.1 રાસાયણિક સમીકરણ લખવું (Writing a Chemical Equation)

શું રાસાયણિક સમીકરણોને અન્ય કોઈ રીતે વધુ સંક્ષિપ્તમાં (ટૂંકમાં) રજૂ કરી શકાય ? શબ્દોની જગ્યાએ રાસાયણિક સૂત્રોનો ઉપયોગ કરીને આપણે રાસાયણિક સમીકરણોને હજી વધુ સંક્ષિપ્ત અને ઉપયોગી બનાવી શકીએ છીએ. કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાને રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય છે. મૅગ્નેશિયમ ઑક્સિજન તેમજ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોની મદદથી ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$Mg + O_2 \rightarrow MgO \qquad (1.2)$$

તીરની નિશાનીની ડાબી તરફ (LHS) અને જમણી તરફ (RHS) રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા ગણો અને તેની સરખામણી કરો. શું બંને તરફ દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે ? જો હા, તો સમીકરણ સમતોલિત છે. જો ના, તો સમીકરણ અસમતોલિત કહેવાય છે કારણ કે સમીકરણની બંને તરફના દળ સમાન નથી. આ પ્રકારના રાસાયણિક સમીકરણને પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે. સમીકરણ (1.2) મૅગ્નેશિયમની હવામાં સળગવાની પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ છે.

1.1.2 સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ (Balanced Chemical Equations)

ધોરણ IXમાં તમે શીખી ગયાં તે દળ-સંચયનો નિયમ (law of conservation of mass) યાદ કરો : કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં દળ (દ્રવ્ય)નું સર્જન થતું નથી કે તેનો વિનાશ થતો નથી. એટલે કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાની નીપજોમાં હાજર રહેલાં તત્ત્વોનું કુલ દળ એ પ્રક્રિયકોમાં હાજર રહેલાં તત્ત્વોના કુલ દળ જેટલું હોય છે.

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા શરૂ થતા પહેલાં અને પૂર્ણ થયા બાદ તેમાં રહેલા દરેક તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન રહે છે, તેથી જ માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવું જરૂરી બને છે. શું રાસાયણિક સમીકરણ (1.2) એ સમતોલિત છે ? ચાલો, આપણે રાસાયણિક સમીકરણને તબક્કાવાર સમતોલિત કરતાં શીખીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.3 માટે શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય –

ઝિંક + સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ → ઝિંક સલ્ફેટ + હાઇડ્રોજન

ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણને નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય –

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \qquad (1.3)$$

ચાલો, આપણે તીરની નિશાનીની બંને તરફ રહેલાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા ચકાસીએ.

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપજોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (RHS)
Zn	1	1
H	2	2
S	1	1
O	4	4

સમીકરણ (1.3)માં તીરની નિશાનીની બંને તરફ દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન થાય છે. તેથી તે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે.

નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ –

$$Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2 \qquad (1.4)$$

સોપાન I : રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવા માટે સૌપ્રથમ દરેક સૂત્રની ફરતે એક ખાનું (બૉક્સ) બનાવો. સમીકરણને સમતોલિત કરતી વખતે ખાનાંઓની અંદર કોઈ ફેરફાર કરશો નહિ.

$$\boxed{Fe} + \boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + \boxed{H_2} \qquad (1.5)$$

સોપાન II : અસમતોલિત સમીકરણ (1.5)માં હાજર રહેલાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યાની યાદી બનાવો.

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપજોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (RHS)
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

સોપાન III : સરળતા ખાતર સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતા સંયોજનના સમતોલનની શરૂઆત કરો. તે પ્રક્રિયક કે નીપજ ગમે તે હોઈ શકે છે. તે સંયોજનમાં સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતું તત્ત્વ પસંદ કરો. આ માપદંડ પ્રમાણે આપણે Fe_3O_4 અને તેમાં રહેલા ઑક્સિજન તત્ત્વની પસંદગી કરીએ છીએ. જમણી તરફ ઑક્સિજનના ચાર પરમાણુઓ છે, જ્યારે ડાબી તરફ ઑક્સિજનનો માત્ર એક જ પરમાણુ છે.

ઑક્સિજનના પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે –

ઑક્સિજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1 (H_2Oમાં)	4(Fe_3O_4માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 4	4

એ ચોક્કસપણે યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે આપણે પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં સંયોજનો કે તત્ત્વોનાં સૂત્રો બદલી શકાતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે ઑક્સિજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે આપણે '4' સહગુણક (Coefficient) મૂકી $4H_2O$ લખી શકીએ પરંતુ H_2O_4 અથવા $(H_2O)_4$ ન લખી શકાય. હવે, આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ નીચે મુજબ થશે –

$$\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + \boxed{H_2} \qquad (1.6)$$

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

સોપાન IV : Fe અને H પરમાણુઓ હજી પણ સમતોલિત નથી. આ તત્ત્વો પૈકી કોઈ એકને પસંદ કરીને આગળ વધીએ. ચાલો, આપણે આ આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરીએ.

H-પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે જમણી તરફ હાઇડ્રોજન અણુઓની સંખ્યા 4 કરો.

હાઇડ્રોજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	8 ($4H_2O$**માં**)	2 (H_2**માં**)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	8	2 × 4

સમીકરણ આ પ્રમાણે થશે –

$$\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + 4\boxed{H_2} \qquad (1.7)$$

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

સોપાન V : ઉપર્યુક્ત સમીકરણ ચકાસો અને સમતોલિત ન હોય તેવું ત્રીજું તત્ત્વ પસંદ કરો. તમે જોશો કે માત્ર એક જ તત્ત્વનું સમતોલન બાકી છે અને તે, આયર્ન (લોખંડ) છે.

આયર્ન (લોખંડ)ના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1(Fe **માં**)	3(Fe_3O_4**માં**)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 3	3

Feને સમતોલિત કરવા માટે, આપણે ડાબી તરફ Feના ત્રણ પરમાણુ લઈએ.

$$3\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + 4\boxed{H_2} \quad (1.8)$$

સોપાન VI : અંતમાં સમતોલિત સમીકરણની ખરાઈ કરવા માટે આપણે સમીકરણની બંને તરફ રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની ગણતરી કરીએ.

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \quad \text{(સમતોલિત સમીકરણ)} \quad (1.9)$$

સમીકરણ (1.9)માં બંને તરફ રહેલાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે. હવે, આ સમીકરણ સમતોલિત છે. રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરવાની આ પદ્ધતિ હિટ ઍન્ડ ટ્રાયલ (Hit and Trial) પદ્ધતિ કહેવાય છે, કારણ કે આપણે નાનામાં નાના પૂર્ણાંક સહગુણાંકનો ઉપયોગ કરીને સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.

સોપાન VII : ***ભૌતિક અવસ્થાઓની સંજ્ઞાઓ લખવી*** ધ્યાનપૂર્વક ઉપર્યુક્ત દર્શાવેલા સમતોલિત સમીકરણ 1.9ને તપાસો. શું આ સમીકરણ દ્વારા આપણને દરેક પ્રક્રિયક અને નીપજની ભૌતિક અવસ્થા વિશેની માહિતી પ્રાપ્ત થાય છે ? આ સમીકરણમાં તેઓની ભૌતિક અવસ્થાઓ વિશેની કોઈ માહિતી અપાયેલી નથી.

રાસાયણિક સમીકરણને વધુ માહિતીપ્રદ બનાવવા માટે પ્રક્રિયક અને નીપજનાં રાસાયણિક સૂત્રોની સાથે તેઓની ભૌતિક અવસ્થાઓનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવે છે. પ્રક્રિયકો અને નીપજોની વાયુરૂપ, પ્રવાહી, જલીય અને ઘન અવસ્થાઓને અનુક્રમે (g), (l), (aq) અને (s) જેવા સંકેતો (notations) દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. પાણીમાં બનાવેલા દ્રાવણમાં પ્રક્રિયક અથવા નીપજ હાજર હોય તો જલીય (aqueous) (aq) શબ્દ લખાય છે.

સમતોલિત સમીકરણ (1.9) નીચે પ્રમાણે થશે :

$$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \quad (1.10)$$

અત્રે નોંધનીય છે કે H_2Oની સાથે (g) સંજ્ઞાનો ઉપયોગ દર્શાવે છે કે, આ પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ વરાળ (બાષ્પ) સ્વરૂપે કરવામાં આવ્યો છે.

સામાન્ય રીતે જ્યાં સુધી જરૂરી ન હોય ત્યાં સુધી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભૌતિક અવસ્થાઓનો સમાવેશ કરવામાં આવતો નથી.

કેટલીક વખત પ્રક્રિયા માટે પ્રક્રિયા પરિસ્થિતિઓ જેવી કે તાપમાન, દબાણ, ઉદ્દીપક વગેરે સમીકરણમાં તીરની નિશાનીની ઉપર અને/અથવા નીચે તરફ દર્શાવવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{340\ \text{વાતાવરણ}} CH_3OH(l) \quad (1.11)$$

$$6CO_2(aq) + 12H_2O(l) \xrightarrow[\text{ક્લોરોફિલ}]{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} \underset{\text{(ગ્લુકોઝ)}}{C_6H_{12}O_6(aq)} + 6O_2(aq) + 6H_2O(l) \quad (1.12)$$

આ સોપાનોના ઉપયોગ દ્વારા શું તમે આ પ્રકરણમાં અગાઉ આપેલ સમીકરણ (1.2)ને સમતોલિત કરી શકશો ?

પ્રશ્નો

1. મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને હવામાં સળગાવતાં પહેલાં શા માટે સ્વચ્છ કરવામાં આવે છે ?
2. નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત સમીકરણ લખો :
   (i) હાઇડ્રોજન + ક્લોરિન → હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ
   (ii) બેરિયમ ક્લોરાઇડ + ઍલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ → બેરિયમ સલ્ફેટ + ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ
   (iii) સોડિયમ + પાણી → સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + હાઇડ્રોજન
3. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે ભૌતિક અવસ્થાઓની સંજ્ઞા સહિતના સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો :
   (i) બેરિયમ ક્લોરાઇડ અને સોડિયમ સલ્ફેટના પાણીમાં બનાવેલાં દ્રાવણો વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ અદ્રાવ્ય બેરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ મળે છે.
   (ii) સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું દ્રાવણ (પાણીમાં) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડના દ્રાવણ (પાણીમાં) સાથે પ્રક્રિયા કરી સોડિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

Y8B4K1

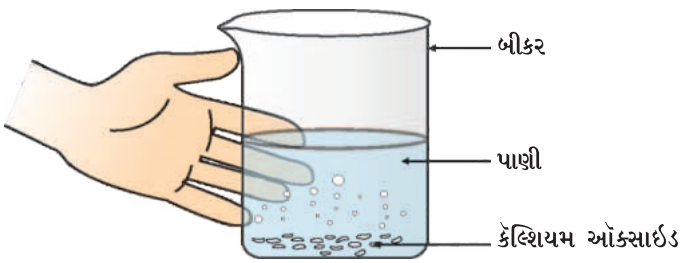
1.2 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના પ્રકાર (Types of Chemical Reactions)

ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કોઈ એક તત્ત્વના પરમાણુઓનું રૂપાંતર અન્ય તત્ત્વના પરમાણુઓમાં થતું નથી. તેમજ પરમાણુઓ મિશ્રણમાંથી અદૃશ્ય થઈ જાય અથવા બહારથી ગમે ત્યાંથી મિશ્રણમાં દાખલ થઈ જાય તેવું બનતું નથી. ખરેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં પરમાણુઓ વચ્ચે બંધો તૂટીને તેમજ બંધો બનીને નવા પદાર્થો ઉદ્ભવે છે. પરમાણુઓ વચ્ચે બનતા બંધોના પ્રકાર વિશે તમે પ્રકરણ 3 અને 4માં અભ્યાસ કરશો.

1.2.1 સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા (Combination Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.4

- બીકરમાં કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અથવા કળીચૂનાનો થોડો જથ્થો લો.
- તેમાં ધીરે-ધીરે પાણી ઉમેરો.
- આકૃતિ 1.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બીકરને સ્પર્શ કરો.
- શું તમે તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર અનુભવો છો ?



આકૃતિ 1.3

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી ફોડેલા ચૂના (Slacked lime)નું નિર્માણ

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ ખૂબ જ ઉગ્ર રીતે (Vigorously) પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી ફોડેલો ચૂનો (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) બનાવે છે અને પુષ્કળ પ્રમાણમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરે છે.

$$\underset{\text{કળીચૂનો}}{CaO(s)} + H_2O(l) \rightarrow \underset{\text{ફોડેલો ચૂનો}}{Ca(OH)_2(aq)} + \text{ઉષ્મા} \qquad (1.13)$$

આ પ્રક્રિયામાં કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અને પાણી સંયોજાઈને એક જ નીપજ કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. એવી પ્રક્રિયા કે જેમાં બે કે તેથી વધુ પ્રક્રિયકોમાંથી એક જ નીપજનું નિર્માણ થાય તેને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા કહે છે.

પ્રક્રિયા 1.13માં ઉદ્‌ભવેલા ફોડેલા ચૂનાના દ્રાવણનો ઉપયોગ દીવાલોને ધોળવા માટે થાય છે. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ હવામાંના કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે ધીમી પ્રક્રિયા દ્વારા દીવાલો પર કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું પાતળું સ્તર બનાવે છે. દીવાલ ધોળ્યા બાદ બે-ત્રણ દિવસ પછી કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું નિર્માણ થાય છે, જેથી દીવાલો પર ચમક આવી જાય છે. અહીં નોંધવા જેવી રસપ્રદ (interesting) વાત એ છે કે, આરસપહાણનું રાસાયણિક સૂત્ર પણ $CaCO_3$ છે.

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l) \quad (1.14)$$

(કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) (કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ)

ચાલો, આપણે સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાંક વધુ ઉદાહરણોની ચર્ચા કરીએ.

(i) કોલસાનું સળગવું

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad (1.15)$$

(ii) $H_2(g)$ અને $O_2(g)$માંથી પાણીનું નિર્માણ

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \quad (1.16)$$

સરળ ભાષામાં આપણે કહી શકીએ છીએ કે, જ્યારે બે કે તેથી વધુ પદાર્થો (તત્ત્વો કે સંયોજનો) સંયોજાઈને એક જ નીપજનું નિર્માણ કરે છે ત્યારે તે પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 1.4માં પણ આપણે અવલોકન કર્યું છે કે, વધુ માત્રામાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થઈ છે તે પ્રક્રિયા મિશ્રણને ગરમ કરે છે. એવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં નીપજોના નિર્માણની સાથે ઉષ્મા મુક્ત થાય છે, તેને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) રાસાયણિક પ્રક્રિયા કહે છે.

ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો –

(i) કુદરતી વાયુનું સળગવું (દહન)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad (1.17)$$

(ii) શું તમે જાણો છો કે શ્વસન ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે ?

આપણે સૌ જાણીએ છીએ કે જીવવા માટે આપણને ઊર્જાની જરૂર પડે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેમાંથી આ ઊર્જા મળે છે. પાચન દરમિયાન ખોરાક વધુ સરળ પદાર્થોમાં વિભાજિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે ભાત, બટાકા અને બ્રેડ (Bread)માં કાર્બોદિત પદાર્થો હોય છે. આ કાર્બોદિત પદાર્થોનું વિભાજન થઈ ગ્લુકોઝ બને છે. આ ગ્લુકોઝ આપણા શરીરના કોષોમાં રહેલા ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ઊર્જા પૂરી પાડે છે. આ પ્રક્રિયાનું વિશિષ્ટ નામ શ્વસન છે, જેનો અભ્યાસ તમે પ્રકરણ 6માં કરશો.

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(aq) \rightarrow 6CO_2(aq) + 6H_2O(l) + \text{ઊર્જા} \quad (1.18)$$

(ગ્લુકોઝ)

(iii) વનસ્પતિજ દ્રવ્યનું વિઘટન થઈ ખાતર બનવું, પણ ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે.

પ્રવૃત્તિ 1.1માં થતી પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો કે જેમાં એક જ નીપજના નિર્માણ સાથે ઉષ્મા ઉદ્‌ભવે છે.

1.2.2 વિઘટન પ્રક્રિયા (Decomposition Reaction)



આકૃતિ 1.4

ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિક ધરાવતી ઉત્કલન નળીને ગરમ કરવાની અને તેની વાસ સૂંઘવાની સાચી રીત

પ્રવૃત્તિ 1.5

- એક શુષ્ક ઉત્કલન નળી (Boiling Tube)માં આશરે 2 g ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકો લો.
- ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકનો રંગ નોંધો.
- આકૃતિ 1.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્કલન નળીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લૅમ્પની જ્યોત પર ગરમ કરો.
- ગરમ કર્યા બાદ ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકના રંગનું અવલોકન કરો.

શું તમે નોંધ્યું કે ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકનો લીલો રંગ બદલાયો છે ? સલ્ફરના બળવાથી ઉદ્ભવતી લાક્ષણિક વાસ પણ તમે સૂંઘી શકો છો.

$$2FeSO_4(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Fe_2O_3(s) + SO_2(g) + SO_3(g) \quad (1.19)$$

(ફેરસ સલ્ફેટ) (ફેરિક ઑક્સાઇડ)

આ પ્રક્રિયામાં તમે જોઈ શકો છો કે એક જ પ્રક્રિયક તૂટીને વધુ સરળ નીપજો આપે છે. આ પ્રક્રિયા વિઘટન પ્રક્રિયા છે. ફેરસ સલ્ફેટ ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)ના સ્ફટિકને ગરમ કરતાં તેમાંથી પાણી દૂર થાય છે અને સ્ફટિકનો રંગ બદલાય છે. ઉપરાંત તે ફેરિક ઑક્સાઇડ (Fe_2O_3), સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ (SO_2) અને સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઇડ (SO_3)માં વિઘટિત થાય છે. ફેરિક ઑક્સાઇડ ઘન છે, જ્યારે SO_2 અને SO_3 વાયુઓ છે.

કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું ઉષ્મા આપવાથી કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં થતું વિઘટન વિવિધ ઉદ્યોગોમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી એક અગત્યની વિઘટન પ્રક્રિયા છે. કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડને ચૂનો અથવા કળીચૂનો કહે છે. તેના અનેક ઉપયોગો છે, તે પૈકીનો એક સિમેન્ટની બનાવટમાં થાય છે. ઉષ્માની મદદથી કરવામાં આવતી વિઘટન પ્રક્રિયાને ઉષ્મીય વિઘટન કહે છે.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} CaO(s) + CO_2(g) \quad (1.20)$$

(ચૂનાનો પથ્થર) (કળીચૂનો)

ઉષ્મીય વિઘટનનું અન્ય ઉદાહરણ પ્રવૃત્તિ 1.6માં આપેલ છે.



આકૃતિ 1.5

લેડ નાઇટ્રેટને ગરમ કરવું તેમજ નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડનું ઉત્પન્ન થવું

પ્રવૃત્તિ 1.6

- ઉત્કલન નળીમાં આશરે 2 g લેડ નાઇટ્રેટ પાઉડર લો.
- આકૃતિ 1.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્કલન નળીને ચીપિયા વડે પકડીને જ્યોત ઉપર ગરમ કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? જો કોઈ પરિવર્તન દેખાય તો તેને નોંધી લો.

તમને કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થતો દેખાશે. આ ધુમાડો નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ (NO_2)નો છે. આ પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે –

$$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g) \quad (1.21)$$

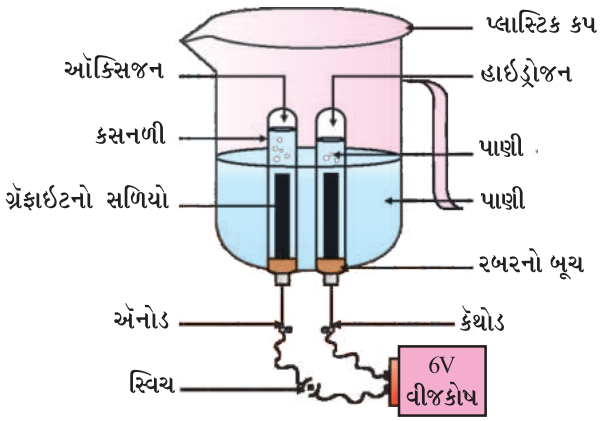
(લેડ નાઇટ્રેટ) (લેડ ઑક્સાઇડ) (નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ) (ઑક્સિજન)

ચાલો, આપણે પ્રવૃત્તિ 1.7 અને 1.8માં દર્શાવેલી કેટલીક વધુ વિઘટન પ્રક્રિયાઓ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.7

- એક પ્લાસ્ટિકનો કપ લઈ તેનાં તળિયે બે છિદ્રો કરો અને આ છિદ્રોમાં રબરના બૂચ લગાવો. આકૃતિ 1.6માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રબરના બૂચમાં કાર્બનના વિદ્યુતધ્રુવો દાખલ કરો.
- આ વિદ્યુતધ્રુવોને 6 વોલ્ટના વિદ્યુતીય કોષ (બૅટરી) સાથે જોડો.
- વિદ્યુતધ્રુવો પાણીમાં ડૂબે તે રીતે કપમાં પાણી ભરી દો. પાણીમાં મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- પાણીથી ભરેલી બે કસનળીઓ લો અને તેને કાર્બનના બે વિદ્યુતધ્રુવો પર ઊંધી ગોઠવો.
- વિદ્યુતપ્રવાહ ચાલુ કરી સમગ્ર ઉપકરણને થોડી વાર માટે ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય રાખી મૂકો.
- તમને બંને વિદ્યુતધ્રુવો પર પરપોટા ઉદ્ભવતા દેખાશે. આ પરપોટા કસનળીઓમાં પાણીનું વિસ્થાપન કરે છે.
- શું બંને કસનળીઓમાં એકઠા થયેલા વાયુનું કદ સમાન છે ?
- બંને કસનળીઓમાં પૂરતા પ્રમાણમાં વાયુ ભરાઈ જાય ત્યારે સાવધાનીપૂર્વક કસનળીઓને દૂર કરો.
- વારાફરતી બંને કસનળીઓના મુખ ઉપર સળગતી મીણબત્તી લાવી વાયુઓની પરખ કરો.

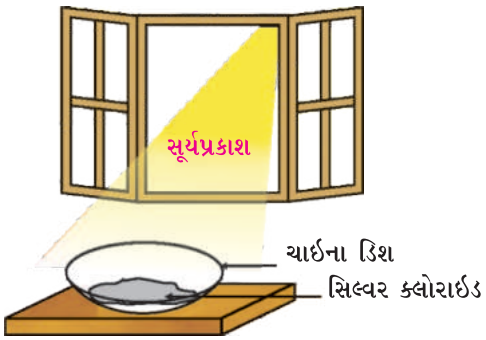
  ચેતવણી : આ સોપાન શિક્ષક દ્વારા સાવધાનીપૂર્વક થવું જોઈએ.
- દરેક કિસ્સામાં શું થાય છે ?
- પ્રત્યેક કસનળીમાં કયો વાયુ હાજર છે ?



આકૃતિ 1.6
પાણીનું વિદ્યુતવિભાજન

પ્રવૃત્તિ 1.8

- એક ચાઈના ડિશમાં 2 g સિલ્વર ક્લોરાઇડ લો.
- તેનો રંગ કેવો છે ?
- થોડીવાર માટે ચાઈના ડિશને સૂર્યના પ્રકાશમાં મૂકો (આકૃતિ 1.7).
- થોડા સમય પછી સિલ્વર ક્લોરાઇડના રંગનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 1.7

સૂર્યના પ્રકાશમાં સિલ્વર ક્લોરાઇડ રાખોડી રંગમાં રૂપાંતરિત થઈને સિલ્વર ધાતુ બને છે.

તમે જોશો કે સૂર્યપ્રકાશમાં સફેદ સિલ્વર ક્લોરાઇડનું રૂપાંતર રાખોડી રંગના પદાર્થમાં થાય છે. પ્રકાશને કારણે સિલ્વર ક્લોરાઇડનું વિઘટન સિલ્વર અને ક્લોરિનમાં થવાને કારણે આવું થાય છે.

$$2AgCl(s) \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} 2Ag(s) + Cl_2(g) \quad (1.22)$$

સિલ્વર બ્રોમાઇડ પણ આ જ પ્રકારે વર્તે છે.

$$2AgBr(s) \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} 2Ag(s) + Br_2(g) \qquad (1.23)$$

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓ શ્યામ અને શ્વેત (Black and White) ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે. કયા પ્રકારની ઊર્જાના કારણે આ વિઘટન પ્રક્રિયાઓ થાય છે ?

આપણે જોયેલું છે કે વિઘટન પ્રક્રિયાઓમાં પ્રક્રિયકોને તોડવા માટે ઉષ્મા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે ઊર્જા જરૂરી છે. જે પ્રક્રિયાઓમાં ઊર્જા શોષાતી હોય તેવી પ્રક્રિયાઓને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

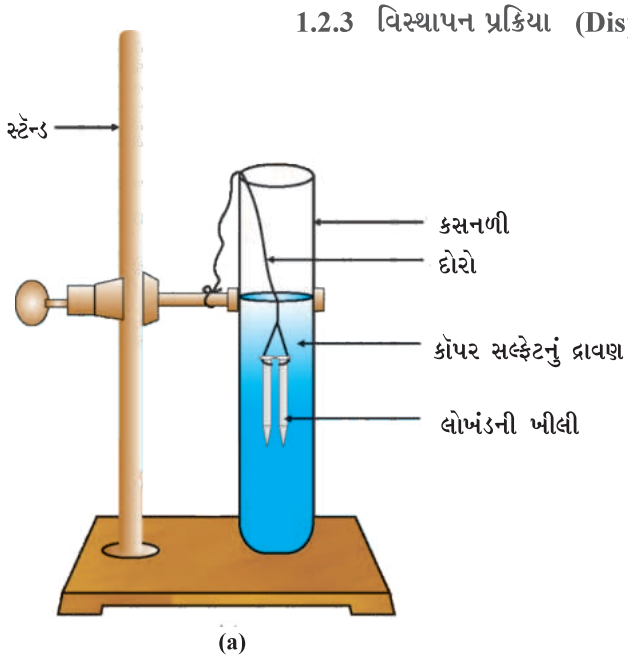
નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરો

એક કસનળીમાં આશરે 2 g બેરિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ લો. તેમાં 1 g એમોનિયમ ક્લોરાઇડ ઉમેરીને તેને કાચના સળિયા વડે મિશ્ર કરો. કસનળીના તળિયાને તમારી હથેળી વડે સ્પર્શ કરો. તમે શું અનુભવો છો ? શું તે ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે કે ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયા છે ?

પ્રશ્નો

1. પદાર્થ 'X'નું દ્રાવણ ધોળવા (White Washing) માટે વપરાય છે.
   (i) પદાર્થ 'X'નું નામ આપો અને તેનું સૂત્ર લખો.
   (ii) (i)માં જેનું નામ દર્શાવ્યું છે તે પદાર્થ 'X'ની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા લખો.
2. પ્રવૃત્તિ 1.7માં એક કસનળીમાં એકત્ર થતો વાયુનો જથ્થો એ બીજી કસનળીમાં એકત્ર થતા વાયુના જથ્થા કરતાં બમણો શા માટે છે ? આ વાયુનું નામ દર્શાવો.

1.2.3 વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Displacement Reaction)



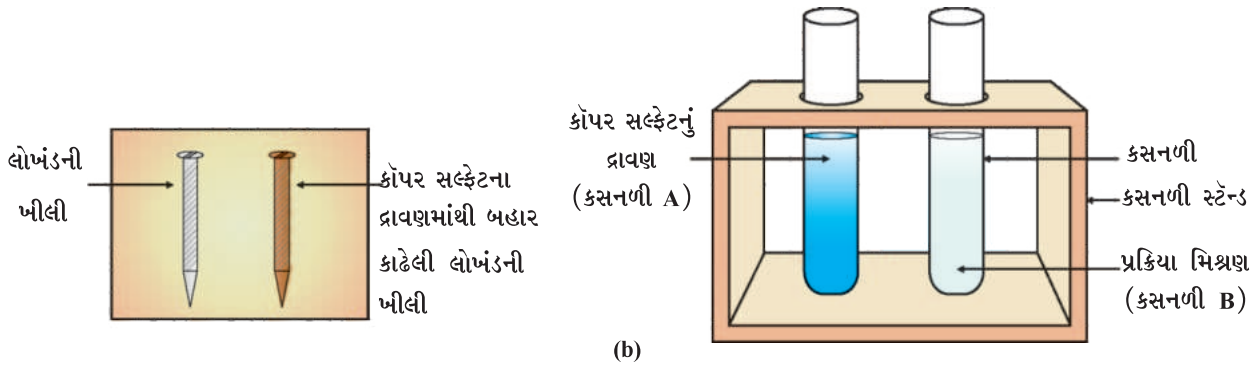
(a)

આકૃતિ 1.8

(a) કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ડૂબાડેલી આયર્ન (લોખંડ)ની ખીલીઓ

પ્રવૃત્તિ 1.9

- આયર્ન (લોખંડ)ની ત્રણ ખીલીઓ લઈ તેને કાચપેપર વડે ઘસીને સાફ કરો.
- (A) અને (B) નામ આપેલ બે કસનળીઓ લો. દરેક કસનળીમાં આશરે 10 mL કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો.
- લોખંડની બે ખીલીઓને દોરી વડે બાંધીને કાળજીપૂર્વક કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણથી ભરેલી કસનળી (B)માં 20 મિનિટ માટે ડૂબાડો [આકૃતિ 1.8 (a)]. સરખામણી કરવા માટે લોખંડની એક ખીલીને અલગ રાખો.
- 20 મિનિટ બાદ બંને ખીલીઓને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાંથી બહાર કાઢો.
- કસનળી (A) અને (B) માં રહેલા કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણના રંગની તીવ્રતાની સરખામણી કરો [આકૃતિ 1.8 (b)].
- કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ડૂબાડેલી ખીલીઓના રંગની સરખામણી અલગ રાખેલી ખીલી સાથે કરો [આકૃતિ 1.8 (b)].



આકૃતિ 1.8 (b) પ્રયોગ પહેલાં તેમજ પ્રયોગ બાદ લોખંડની ખીલીઓ અને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણની સરખામણી

શા માટે લોખંડની ખીલી કથ્થાઈ રંગની થાય છે અને કૉપર સલ્ફેટનો ભૂરો રંગ ઝાંખો (આછો) થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયા થાય છે :

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \quad (1.24)$$

(કૉપર સલ્ફેટ) (આયર્ન સલ્ફેટ)

આ પ્રક્રિયામાં આયર્ન કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાંથી કૉપરને વિસ્થાપિત અથવા દૂર કરે છે. આ પ્રક્રિયાને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે.

વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો આ પ્રમાણે છે :

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \quad (1.25)$$

(કૉપર સલ્ફેટ) (ઝિંક સલ્ફેટ)

$$Pb(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow PbCl_2(aq) + Cu(s) \quad (1.26)$$

(કૉપર ક્લોરાઇડ) (લેડ ક્લોરાઇડ)

ઝિંક અને લેડ, કૉપર કરતાં વધુ સક્રિય તત્ત્વો છે. તે કૉપરનાં સંયોજનોમાંથી કૉપરને વિસ્થાપિત કરે છે.

1.2.4 દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Double Displacement Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.10

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL સોડિયમ સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો.
- બીજી કસનળીમાં આશરે 3 mL બેરિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ લો.
- બંને દ્રાવણોને મિશ્ર કરો (આકૃતિ 1.9).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 1.9

બેરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

તમે અવલોકન કરશો કે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય તેવા સફેદ પદાર્થનું નિર્માણ થાય છે. આ અદ્રાવ્ય પદાર્થને અવક્ષેપ (Precipitate) કહે છે. એવી કોઈ પણ પ્રક્રિયા કે જે અવક્ષેપ ઉત્પન્ન કરે છે, તેને અવક્ષેપન પ્રક્રિયા (Precipitation Reaction) કહે છે.

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2\,NaCl(aq) \quad (1.27)$$

(સોડિયમ સલ્ફેટ) (બેરિયમ ક્લોરાઇડ) (બેરિયમ સલ્ફેટ) (સોડિયમ ક્લોરાઇડ)

આમ થવાનું કારણ શું ? Ba^{2+} અને SO_4^{2-} આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયાના કારણે $BaSO_4$ ના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. મળતી બીજી નીપજ સોડિયમ ક્લોરાઇડ છે કે જે દ્રાવણમાં જ દ્રાવ્ય રહે છે. આવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં પ્રક્રિયકો વચ્ચે આયનોની આપ-લે થતી હોય તેને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

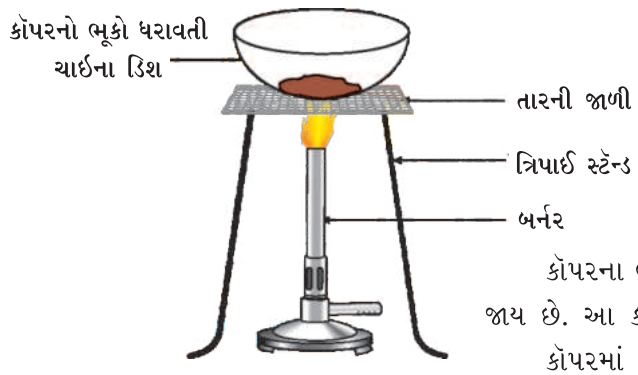
પ્રવૃત્તિ 1.2 યાદ કરો, કે જેમાં તમે લેડ(II) નાઇટ્રેટ અને પોટૅશિયમ આયોડાઇડના દ્રાવણને મિશ્ર કરેલાં છે.

(i) ઉત્પન્ન થયેલા અવક્ષેપનો રંગ કયો હતો ? શું તમે અવક્ષેપિત થયેલા સંયોજનનું નામ આપી શકશો ?

(ii) આ પ્રક્રિયા માટેનું સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

(iii) શું આ પણ દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા છે ?

1.2.5 ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન (Oxidation and Reduction)



આકૃતિ 1.10

કૉપરનું કૉપર ઑક્સાઇડમાં થતું ઑક્સિડેશન

પ્રવૃત્તિ 1.11

- આશરે 1 g કૉપરનો ભૂકો (પાઉડર) ધરાવતી ચાઇના ડિશને ગરમ કરો (આકૃતિ 1.10).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

કૉપરના ભૂકાની સપાટી પર કાળા રંગના કૉપર(II) ઑક્સાઇડનું પડ જામી જાય છે. આ કાળો પદાર્થ શાથી ઉદ્‌ભવ્યો ?

કૉપરમાં ઑક્સિજન ઉમેરાઈને કૉપર ઑક્સાઇડ બનવાથી આમ થાય છે.

$$2Cu + O_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2CuO \qquad (1.28)$$

જો આ ગરમ કરેલા પદાર્થ (CuO) પરથી હાઇડ્રોજન વાયુ પસાર કરવામાં આવે તો પ્રતિગામી (ઊંધી) પ્રક્રિયા થવાના કારણે સપાટી પરનું કાળા રંગનું આવરણ કથ્થાઈ રંગમાં ફેરવાય છે અને કૉપર મળે છે.

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Cu + H_2O \qquad (1.29)$$

જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન મેળવે તો તેનું ઑક્સિડેશન થયું તેમ કહેવાય. જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન ગુમાવે તો તેનું રિડક્શન થયું તેમ કહેવાય.

પ્રક્રિયા (1.29) દરમિયાન કૉપર (II) ઑક્સાઇડ ઑક્સિજન ગુમાવે છે અને તેનું રિડક્શન થયું છે. હાઇડ્રોજન ઑક્સિજન મેળવે છે અને તેનું ઑક્સિડેશન થયું છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પ્રક્રિયા દરમિયાન એક પ્રક્રિયક ઑક્સિડેશન પામે છે, જ્યારે બીજો પ્રક્રિયક રિડક્શન પામે છે. આવી પ્રક્રિયાઓને ઑક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અથવા રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

$$\underset{\text{ઑક્સિડેશન}}{CuO} + \underset{\text{રિડક્શન}}{H_2} \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Cu + H_2O \qquad (1.30)$$

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનાં કેટલાંક અન્ય ઉદાહરણો :

$$ZnO + C \rightarrow Zn + CO \qquad (1.31)$$

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \qquad (1.32)$$

પ્રક્રિયા (1.31)માં કાર્બનનું કાર્બન મોનોક્સાઇડ (CO)માં ઑક્સિડેશન થયું છે અને ઝિંક ઑક્સાઇડ (ZnO)નું ઝિંક (Zn)માં રિડક્શન થયું છે, પ્રક્રિયા (1.32)માં HClનું Cl_2માં ઑક્સિડેશન થયું છે, જ્યારે MnO_2 નું $MnCl_2$માં રિડક્શન થયું છે.

ઉપર દર્શાવેલાં ઉદાહરણો પરથી આપણે કહી શકીએ કે, પ્રક્રિયા દરમિયાન જો પદાર્થ ઑક્સિજન મેળવે અથવા હાઇડ્રોજન ગુમાવે તો તે પદાર્થ ઑક્સિડેશન પામે છે, જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન ગુમાવે અથવા હાઇડ્રોજન મેળવે, તો તે પદાર્થ રિડક્શન પામે છે.

પ્રવૃત્તિ 1.1 યાદ કરો, કે જેમાં મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં (ઑક્સિજન) પ્રજ્વલિત જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ રંગના પદાર્થ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પ્રક્રિયામાં મૅગ્નેશિયમનું ઑક્સિડેશન થયું છે કે રિડક્શન ?

1.3 શું તમે રોજિંદા જીવનમાં ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓની અસરોનું અવલોકન કર્યું છે ? (Have you observed the effects of Oxidation Reactions in Everyday Life ?)

1.3.1 ક્ષારણ (Corrosion)

તમે ચોક્કસ અવલોકન કર્યું હશે કે લોખંડની નવી વસ્તુઓ ચળકાટવાળી હોય છે, પરંતુ કેટલાક સમય બાદ તેની પર લાલાશ પડતા કથ્થાઈ રંગના પાઉડરનું આવરણ જામી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે લોખંડનું કટાવું તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. કેટલીક અન્ય ધાતુઓ આ જ પદ્ધતિથી ઝાંખી પડે છે. શું તમે ક્યારેય તાંબા અને ચાંદીની સપાટી પરના સ્તરનો રંગ નોંધ્યો છે ? જ્યારે ધાતુ પર તેની આસપાસના પદાર્થો જેવાં કે ભેજ, ઍસિડ વગેરેની અસર થાય ત્યારે તેનું ક્ષયન થયું એમ કહેવાય અને આ પ્રક્રિયાને ક્ષારણ (Corrosion) કહેવાય છે. ચાંદી પર લાગતું કાળા રંગનું સ્તર અને તાંબા પર લાગતું લીલા રંગનું સ્તર ક્ષારણનાં અન્ય ઉદાહરણો છે.

ક્ષારણને કારણે મોટરકારના ભાગો, પુલ, લોખંડના પાટા (iron railings), જહાજ તેમજ એવી તમામ વસ્તુઓ કે જે ધાતુની ખાસ કરીને લોખંડની બનેલી હોય તેને નુકસાન થાય છે. લોખંડનું ક્ષારણ એક ગંભીર સમસ્યા છે. દર વર્ષે નુકસાની પામેલા લોખંડને બદલવામાં ઘણો મોટો ખર્ચ થાય છે. તમે પ્રકરણ 3 માં ક્ષારણ વિશે વધુ શીખશો.

1.3.2 ખોરાપણું (ખોરું થવું) (Rancidity)

શું તમે લાંબા સમયથી રાખી મૂકેલા ચરબીયુક્ત / તૈલી ખોરાકનો સ્વાદ અથવા વાસ પારખેલાં છે ?

જ્યારે તેલ અથવા ચરબીનું ઑક્સિડેશન થાય ત્યારે તે ખોરું થઈ જાય છે અને તેની વાસ તથા સ્વાદ બદલાઈ જાય છે. સામાન્ય રીતે ચરબીયુક્ત તેમજ તૈલી ખોરાકમાં ઑક્સિડેશનનો પ્રતિકાર કરે તેવા પદાર્થો (એન્ટિઑક્સિડન્ટ) ઉમેરવામાં આવે છે. હવાચુસ્ત બંધ પાત્રમાં ખોરાક રાખવાથી તેનું ઑક્સિડેશન ધીમું થાય છે. શું તમે જાણો છો કે ચિપ્સ (કાતરી) બનાવવાવાળા ચિપ્સનું ઑક્સિડેશન થતું અટકાવવા માટે બૅગમાં નાઇટ્રોજન જેવા નિષ્ક્રિય વાયુ ભરે છે ?

પ્રશ્નો

1. જ્યારે કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં આયર્નની ખીલી ડૂબાડવામાં આવે ત્યારે કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણનો રંગ શા માટે બદલાય છે ?
2. પ્રવૃત્તિ 1.10માં દર્શાવ્યા સિવાયની કોઈ એક દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ આપો.
3. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિડેશન પામતા અને રિડક્શન પામતા પદાર્થોને ઓળખો.

   (i) $4Na(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O(s)$

   (ii) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(l)$

તમે શીખ્યાં કે

- સંપૂર્ણ રાસાયણિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો, નીપજો અને તેઓની ભૌતિક અવસ્થાઓને પ્રતિકાત્મક રીતે રજૂ કરે છે.
- રાસાયણિક સમીકરણ સમતોલિત હોય છે, જેથી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભાગ લેતાં દરેક પ્રકારના પરમાણુઓની સંખ્યા સમીકરણની પ્રક્રિયક તેમજ નીપજ તરફ સમાન હોય છે. સમીકરણો હંમેશાં સમતોલિત હોવા જ જોઈએ.
- સંયોગીકરણ પ્રક્રિયામાં બે કે તેથી વધુ પદાર્થો સંયોજાઈને એક નવો પદાર્થ બનાવે છે.
- વિઘટન પ્રક્રિયાઓ સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓ કરતાં વિરુદ્ધ છે. વિઘટન પ્રક્રિયામાં કોઈ એક પદાર્થનું વિઘટન થઈ બે કે તેથી વધુ પદાર્થો મળે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં નીપજોની સાથે ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં ઊર્જા શોષાય છે તેને ઉષ્માશોષક (Endothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જ્યારે સંયોજનમાંના એક તત્ત્વનું વિસ્થાપન બીજા તત્ત્વ દ્વારા થાય ત્યારે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થાય છે.
- દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓમાં બે ભિન્ન પરમાણુઓ અથવા પરમાણુઓના સમૂહો (આયનો)નો વિનિમય થાય છે.
- અવક્ષેપન પ્રક્રિયાઓ (Precipitation Reactions) દ્વારા અદ્રાવ્ય ક્ષારો બને છે.
- પ્રક્રિયાઓમાં પદાર્થો દ્વારા ઑક્સિજન અથવા હાઇડ્રોજન ઉમેરાતા અથવા દૂર થતા હોય છે. ઑક્સિડેશન એટલે ઑક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા હાઇડ્રોજનનું દૂર થવું. રિડક્શન એટલે ઑક્સિજનનું દૂર થવું અથવા હાઇડ્રોજનનું ઉમેરાવું.

સ્વાધ્યાય

C6T9B7

1. નીચે આપેલ પ્રક્રિયા માટેનાં વિધાનો પૈકી કયાં ખોટાં છે ?

$2PbO(s) + C(s) \rightarrow 2Pb(s) + CO_2(g)$

(a) લેડ રિડક્શન પામે છે.

(b) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઑક્સિડેશન પામે છે.

(c) કાર્બન ઑક્સિડેશન પામે છે.

(d) લેડ ઑક્સાઇડ રિડક્શન પામે છે.

(i) (a) અને (b)

(ii) (a) અને (c)

(iii) (a), (b) અને (c)

(iv) આપેલ તમામ

2. $Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયા શેનું ઉદાહરણ છે ?

(a) સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા

(b) દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા

(c) વિઘટન પ્રક્રિયા

(d) વિસ્થાપન પ્રક્રિયા

3. લોખંડના ભૂકામાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરતાં શું થાય છે ? સાચા જવાબ પર નિશાન કરો.

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ અને આયર્ન ક્લોરાઇડ બને છે.

(b) ક્લોરિન વાયુ અને આયર્ન હાઇડ્રૉક્સાઇડ બને છે.

(c) કોઈ પ્રક્રિયા થતી નથી.

(d) આયર્ન ક્ષાર અને પાણી બને છે.

4. સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ શું છે ? રાસાયણિક સમીકરણોને શા માટે સમતોલિત કરવા જોઈએ ?

5. નીચેનાં વિધાનોને રાસાયણિક સમીકરણોમાં રૂપાંતરિત કરો અને ત્યારબાદ તેઓને સમતોલિત કરો :

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ નાઇટ્રોજન સાથે સંયોજાઈ ઍમોનિયા બનાવે છે.

(b) હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ વાયુ હવામાં બળીને (દહન પામીને) પાણી અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ આપે છે.

(c) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ ઍલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ સાથે સંયોજાઈને ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ આપે છે તેમજ બૅરિયમ સલ્ફેટના અવક્ષેપ આપે છે.

(d) પોટૅશિયમ ધાતુ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ આપે છે.

6. નીચેનાં રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરો :

(a) $HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$

(b) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

(c) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

(d) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + HCl$

7. નીચે આપેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણો લખો :

(a) કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ → કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ + પાણી

(b) ઝિંક + સિલ્વર નાઇટ્રેટ → ઝિંક નાઇટ્રેટ + સિલ્વર

(c) ઍલ્યુમિનિયમ + કૉપર ક્લોરાઇડ → ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ + કૉપર

(d) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ + પોટૅશિયમ સલ્ફેટ → બૅરિયમ સલ્ફેટ + પોટૅશિયમ ક્લોરાઇડ

8. નીચેના માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો અને તે દરેક કિસ્સામાં પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો :

(a) પોટૅશિયમ બ્રોમાઇડ(aq) + બૅરિયમ આયોડાઇડ(aq) → પોટૅશિયમ આયોડાઇડ(aq) + બેરિયમ બ્રોમાઇડ(aq)

(b) ઝિંક કાર્બોનેટ(s) → ઝિંક ઑક્સાઇડ(s) + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ(g)

(c) હાઇડ્રોજન(g) + ક્લોરિન(g) → હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ(g)

(d) મૅગ્નેશિયમ(s) + હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ(aq) → મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ(aq) + હાઇડ્રોજન(g)

9. ઉષ્માક્ષેપક અને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ એટલે શું ? ઉદાહરણો આપો.

10. શ્વસનને ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા શાથી ગણવામાં આવે છે ? સમજાવો.

11. વિઘટન પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓની વિરુદ્ધ પ્રક્રિયા શા માટે કહેવાય છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

12. એવી વિઘટન પ્રક્રિયાઓના એક-એક સમીકરણ લખો કે જેમાં ઊર્જાને ઉષ્મા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે પૂરી પાડવામાં આવે છે.

13. વિસ્થાપન પ્રક્રિયા અને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા વચ્ચે શું તફાવત છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

14. સિલ્વરના શુદ્ધીકરણમાં કૉપર ધાતુ દ્વારા સિલ્વર નાઇટ્રેટના દ્રાવણમાંથી સિલ્વરની પ્રાપ્તિ વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મારફતે થાય છે. તેમાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રિયા લખો.

15. તમે અવક્ષેપન પ્રક્રિયાનો શું અર્થ કરો છો ? ઉદાહરણો આપી સમજાવો.

16. ઑક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા દૂર થવું તેના આધારે નીચેનાં પદોને દરેકનાં બે ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

(a) ઑક્સિડેશન

(b) રિડક્શન

17. એક ચળકતા કથ્થાઈ રંગના તત્ત્વ 'X'ને હવામાં ગરમ કરતાં તે કાળા રંગનું બને છે. તત્ત્વ X તેમજ બનતા કાળા રંગના સંયોજનનું નામ આપો.

18. લોખંડની વસ્તુઓ પર આપણે રંગ શા માટે લગાવીએ છીએ ?

19. તેલ તેમજ ચરબીયુક્ત ખાદ્યપદાર્થોની સાથે નાઇટ્રોજન વાયુને ભરવામાં આવે છે ? શા માટે ?

20. નીચેનાં પદોને તે દરેકના એક ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :

(a) ક્ષારણ

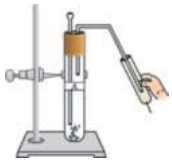
(b) ખોરાપણું

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

નીચેની પ્રવૃત્તિ કરો :

- ચાર બીકર લઈ તેમને A, B, C અને D નામ આપો.
- બીકર A, B અને Cમાં 25 mL પાણી ભરો અને બીકર Dમાં 25 mL કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ ભરો.
- ઉપરના દરેક બીકરમાં રહેલા પ્રવાહીનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.
- બીકર A, B, C અને Dમાં અનુક્રમે પોટૅશિયમ સલ્ફેટ, ઍમોનિયમ નાઇટ્રેટ, નિર્જળ કૉપર સલ્ફેટ તેમજ લોખંડનો બારીક ભૂકો, બે સ્પેચ્યુલાનાં માપ જેટલા ઉમેરો અને હલાવો.
- અંતમાં ઉપર્યુક્ત દરેક મિશ્રણનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.

કઈ પ્રક્રિયાઓ સ્વભાવમાં ઉષ્માક્ષેપક છે તેમજ કઈ ઉષ્માશોષક છે, તે શોધી કાઢો.



પ્રકરણ 2
ઍસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર (Acids, Bases and Salts)

E7I9S4

તમે અગાઉના ધોરણમાં શીખી ગયાં કે, ખોરાકનો ખાટો અને તૂરો સ્વાદ અનુક્રમે તેમાં હાજર રહેલા ઍસિડ અને બેઇઝના કારણે હોય છે.

જો ઘરમાં કોઈ સભ્ય વધુ ખાવાને કારણે ઍસિડિટીની સમસ્યાથી પીડાય છે, તો તમે તેને નીચેના પૈકી કયો ઇલાજ સૂચવશો - લીંબુનો રસ, વિનેગર (સરકો) કે બેકિંગ સોડાનું દ્રાવણ ?

- ઉપચાર પસંદ કરતી વખતે તમે કયા ગુણધર્મ વિશે વિચાર્યું ? તમે ચોક્કસપણે ઍસિડ અને બેઇઝની એકબીજાની અસરને નાબૂદ કરવાની ક્ષમતા વિશેના તમારા જ્ઞાનનો ઉપયોગ કર્યો હશે.
- યાદ કરો કે આપણે કેવી રીતે ખાટા અને તૂરા પદાર્થોનો સ્વાદ ચાખ્યા વગર તેમની ચકાસણી કરી હતી.

તમે પહેલેથી જ જાણો છો કે ઍસિડ સ્વાદે ખાટા હોય છે અને ભૂરા લિટમસ પેપર (લિટમસ પત્ર)ને લાલ રંગમાં ફેરવે છે, જ્યારે બેઇઝ સ્વાદે તૂરા હોય છે અને લાલ લિટમસ પેપરને ભૂરા રંગમાં ફેરવે છે. લિટમસ એક કુદરતી સૂચક (Indicator) છે. હળદર આવો જ એક સૂચક છે. શું તમે ધ્યાન આપ્યું છે કે સફેદ કપડાં પરના કઢી (curry)ના ડાઘા પર સાબુ જે સ્વભાવમાં બેઝિક છે તેને ઘસવાથી ડાઘો લાલાશ પડતા કથ્થાઈ રંગનો બને છે ? જ્યારે કપડાંને પુષ્કળ પાણીથી ધોવામાં આવે ત્યારે તે ફરીથી પીળા રંગમાં ફેરવાઈ જાય છે. તમે ઍસિડ અને બેઇઝની કસોટી માટે કૃત્રિમ સૂચકો જેવાં કે મિથાઇલ ઑરેન્જ અને ફિનોલ્ફથેલીનનો પણ ઉપયોગ કરી શકો છો.

આ પ્રકરણમાં આપણે ઍસિડ અને બેઇઝની પ્રક્રિયાઓ, ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજાની અસરને કેવી રીતે નાબૂદ કરે છે તથા ઘણી વધુ રસપ્રદ વસ્તુઓ કે જેનો આપણે દૈનિક જીવનમાં ઉપયોગ કરીએ છીએ તેનો અભ્યાસ કરીશું.

લિટમસ દ્રાવણ જાંબુડિયો રંગક છે કે જે એકાંગી (Thallophyta) વર્ગના લાઈકેન (Lichen) છોડમાંથી નિષ્કર્ષિત (extracted) કરવામાં આવે છે અને સામાન્ય રીતે સૂચક તરીકે ઉપયોગી છે. જ્યારે લિટમસ દ્રાવણ ઍસિડિક કે બેઝિક ન હોય ત્યારે તેનો રંગ જાંબુડિયો હોય છે. ઘણા અન્ય કુદરતી પદાર્થો જેવા કે લાલ કોબીજનાં પાન, હળદર, અમુક ફૂલો જેવાં કે હાઇડ્રાન્જીયા (Hydrangea), પેટૂનિયા (Petunia) અને જેરાનિયમ (Geranium)ની રંગીન પાંખડીઓ દ્રાવણમાં ઍસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવે છે. તેમને ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો અથવા કેટલીક વખત માત્ર સૂચકો કહે છે.

પ્રશ્ન

1. તમને ત્રણ કસનળી આપવામાં આવેલ છે. તેમાંની એક નિસ્યંદિત પાણી ધરાવે છે અને બાકીની બે અનુક્રમે ઍસિડિક અને બેઝિક દ્રાવણ ધરાવે છે. જો તમને માત્ર લાલ લિટમસ પેપર આપેલ હોય, તો તમે દરેક કસનળીમાં રહેલાં ઘટકોની ઓળખ કેવી રીતે કરશો ?

K9H2T4

2.1 ઍસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણધર્મોની સમજ (Understanding the Chemical Properties of Acids and Bases)

2.1.1 પ્રયોગશાળામાં ઍસિડ અને બેઇઝ (Acids and Bases in the Laboratory)

પ્રવૃત્તિ 2.1

- વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંથી નીચે દર્શાવેલ દ્રાવણો એકઠા કરો. હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl), સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (H_2SO_4), નાઇટ્રિક ઍસિડ (HNO_3), એસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH), સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (NaOH), કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ [$Ca(OH)_2$], પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (KOH), મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ [$Mg(OH)_2$] અને એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (NH_4OH)
- ઉપર્યુક્ત દ્રાવણો પૈકી દરેકનું એક ટીપું વારાફરતી વૉચગ્લાસ પર મૂકો અને કોષ્ટક 2.1માં દર્શાવેલા સૂચકોની મદદથી તેની કસોટી કરો.
- લીધેલા દરેક દ્રાવણના રંગમાં લાલ લિટમસ, ભૂરું લિટમસ, ફિનોલ્ફથેલીન અને મિથાઇલ ઑરેન્જના દ્રાવણ સાથે શો ફેરફાર થયો ?
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.1 માં નોંધો.

કોષ્ટક 2.1

નમૂનાનું દ્રાવણ	લાલ લિટમસ દ્રાવણ	ભૂરું લિટમસ દ્રાવણ	ફિનોલ્ફથેલીન દ્રાવણ	મિથાઇલ ઑરેન્જ દ્રાવણ

આ સૂચકો રંગમાં થતા ફેરફાર દ્વારા આપણને દર્શાવે છે કે પદાર્થ ઍસિડિક છે કે બેઝિક. કેટલાક પદાર્થોની વાસ (Odour) ઍસિડિક માધ્યમમાં અને બેઝિક માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. તેમને ઘ્રાણેન્દ્રિય (Olfactory) સૂચકો કહે છે. ચાલો, આપણે આમાનાં કેટલાંક સૂચકોને ચકાસીએ.

પ્રવૃત્તિ 2.2

- સારી રીતે સમારેલી કેટલીક ડુંગળીને પ્લાસ્ટિકની થેલીમાં સ્વચ્છ કાપડની કેટલીક પટ્ટીઓ સાથે લો. થેલીને ચુસ્તપણે બાંધી દો અને આખી રાત માટે તેને ફ્રિજમાં રહેવા દો. હવે, કાપડની પટ્ટીઓ ઍસિડ અને બેઇઝની કસોટી કરવા માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાશે.
- તેમાંથી કાપડની પટ્ટીઓના બે ટુકડા લઈ તેમની વાસ તપાસો.
- તેમને સ્વચ્છ સપાટી પર રાખો અને એક પટ્ટી પર મંદ HCl દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં મૂકો અને બીજી પટ્ટી પર મંદ NaOH દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં મૂકો.

- કાપડની બંને પટ્ટીઓને ચોખ્ખા પાણીથી ધોઈને ફરીથી તેમની વાસ તપાસો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- હવે થોડો મંદ વેનિલા અર્ક (Vanilla essence) અને લવિંગનું તેલ (Clove Oil) લો તથા તેમની વાસ તપાસો.
- હવે એક કસનળીમાં થોડું મંદ HCl દ્રાવણ અને બીજી કસનળીમાં થોડું મંદ NaOH દ્રાવણ લો. બંને કસનળીમાં મંદ વેનિલા અર્કનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો અને બરાબર હલાવો. ફરી એકવાર તેની વાસ તપાસો અને જો વાસમાં કોઈ ફેરફાર હોય તો તેની નોંધ કરો.
- તેવી જ રીતે, મંદ HCl અને મંદ NaOH દ્રાવણો સાથે લવિંગના તેલની વાસમાં થતો ફેરફાર તપાસો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

તમારાં અવલોકનોને આધારે વેનિલા, ડુંગળી અને લવિંગ પૈકી કયો ઘ્રાણેન્દ્રિય સૂચક તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકાય ?

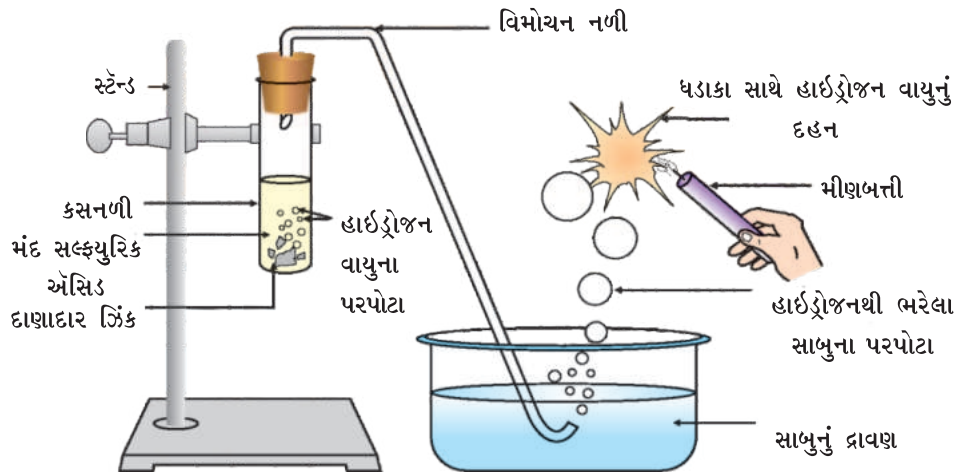
ચાલો, આપણે ઍસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજવા માટે કેટલીક વધુ પ્રવૃત્તિઓ કરીએ.

2.1.2 ઍસિડ અને બેઇઝ ધાતુઓ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?
(How do Acids and Bases React with Metals ?)

પ્રવૃત્તિ 2.3

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- આકૃતિ 2.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણી કરો.
- એક કસનળીમાં આશરે 5 mL મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ લો અને તેમાં દાણાદાર ઝિંકના થોડા દાણા ઉમેરો.
- તમે દાણાદાર ઝિંકની સપાટી પર શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉત્પન્ન થતા વાયુને સાબુના દ્રાવણમાંથી પસાર કરો.
- સાબુના દ્રાવણમાં પરપોટા શા માટે ઉદ્ભવે છે ?
- વાયુથી ભરેલા પરપોટા નજીક સળગતી મીણબત્તી લઈ જાઓ.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- કેટલાંક વધુ ઍસિડ જેવાં કે HCl, HNO_3 અને CH_3COOH સાથે આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો.
- શું તમામ કિસ્સામાં અવલોકનો એકસમાન છે કે જુદાં–જુદાં ?



આકૃતિ 2.1 દાણાદાર ઝિંકની મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા અને દહન દ્વારા હાઇડ્રોજન વાયુની ચકાસણી

નોંધો કે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાઓમાં ધાતુ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન હાઇડ્રોજન વાયુસ્વરૂપે કરે છે. ધાતુ ઍસિડ સાથે જોડાઈને સંયોજન બનાવે છે જેને ક્ષાર કહે છે. આમ, ધાતુની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રકારે હોઈ શકે છે :

ઍસિડ + ધાતુ → ક્ષાર + હાઇડ્રોજન વાયુ

તમે જે પ્રક્રિયાઓનું અવલોકન કર્યું છે, તેના સમીકરણ તમે લખી શકશો ?

પ્રવૃત્તિ 2.4

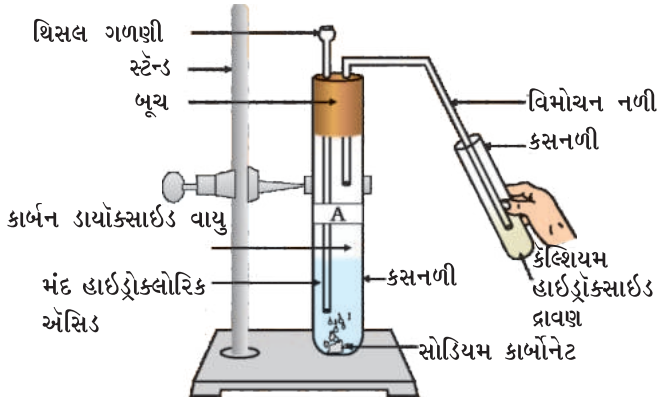
- એક કસનળીમાં દાણાદાર ઝિંક ધાતુના થોડા ટુકડા લો.
- તેમાં 2 mL સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ ઉમેરીને કસનળીની સામગ્રીને થોડી ગરમ કરો.
- બાકીનાં સોપાનોનું પ્રવૃત્તિ 2.3 પ્રમાણે પુનરાવર્તન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$2NaOH(aq) + Zn(s) \rightarrow \underset{\text{(સોડિયમ ઝિંકેટ)}}{Na_2ZnO_2(s)} + H_2(g)$$

તમે ફરીથી જોશો કે પ્રક્રિયામાં હાઇડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે. જોકે આવી પ્રક્રિયાઓ બધી ધાતુઓ સાથે શક્ય બનતી નથી.

2.1.3 ધાતુ કાર્બોનેટ અને ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ઍસિડ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? (How do Metal Carbonates and Metal Hydrogencarbonates React with Acids ?)



આકૃતિ 2.2
કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુનું પસાર થવું

પ્રવૃત્તિ 2.5

- બે કસનળી લો. તેમને A અને B નામ આપો.
- કસનળી Aમાં 0.5 g સોડિયમ કાર્બોનેટ (Na_2CO_3) અને કસનળી Bમાં 0.5 g સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ ($NaHCO_3$) લો.
- બંને કસનળીઓમાં આશરે 2 mL મંદ HCl ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- આકૃતિ 2.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે દરેક કસનળીમાં ઉદ્ભવતા વાયુને ચૂનાના પાણી (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ)માંથી પસાર કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં થતી પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે લખી શકાય :

કસનળી A : $Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

કસનળી B : $NaHCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

ઉદ્ભવતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુને ચૂનાના પાણીમાંથી પસાર કરતાં,

$$\underset{\text{(ચૂનાનું પાણી)}}{Ca(OH)_2(aq)} + CO_2(g) \rightarrow \underset{\text{(સફેદ અવક્ષેપ)}}{CaCO_3(s)} + H_2O(l)$$

વધુ પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ પસાર કરતાં નીચે દર્શાવ્યા મુજબની પ્રક્રિયા થાય છે :

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$$

(પાણીમાં દ્રાવ્ય)

ચૂનાનો પથ્થર, ચૉક અને આરસપહાણ (marble) કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનાં વિવિધ રૂપો છે. તમામ ધાતુ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને તેમને અનુરૂપ ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી આપે છે.

આમ, પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રમાણે હોઈ શકે -

ધાતુ કાર્બોનેટ/ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ + ઍસિડ → ક્ષાર + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ + પાણી

2.1.4 ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજા સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?
(How do Acids and Bases React with each other ?)

પ્રવૃત્તિ 2.6

- એક કસનળીમાં આશરે 2 mL મંદ NaOHનું દ્રાવણ લો અને તેમાં ફિનોલ્ફથેલીન દ્રાવણનાં બે ટીપાં ઉમેરો.
- દ્રાવણનો રંગ કેવો છે ?
- ઉપર્યુક્ત દ્રાવણમાં ટીપે-ટીપે મંદ HCl દ્રાવણ ઉમેરો.
- પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં શું કોઈ રંગ-પરિવર્તન થાય છે ?
- શા માટે ઍસિડ ઉમેરવાથી ફિનોલ્ફથેલીનનો રંગ બદલાય છે ?
- હવે ઉપર્યુક્ત મિશ્રણમાં NaOHનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- શું ફિનોલ્ફથેલીનનો ગુલાબી રંગ ફરીથી દેખાય છે ?
- તમે વિચારો આવું શા માટે થાય છે ?

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં આપણે અવલોકન કર્યું છે કે ઍસિડ દ્વારા બેઇઝની અસર તેમજ બેઇઝ દ્વારા ઍસિડની અસર નાબૂદ થાય છે. આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

ઍસિડ અને બેઇઝ વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ ક્ષાર અને પાણી મળવાની પ્રક્રિયાને તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા (Neutralisation Reaction) કહે છે. સામાન્ય રીતે તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા આ પ્રમાણે લખી શકાય છે –

બેઇઝ + ઍસિડ → ક્ષાર + પાણી

2.1.5 ધાત્વીય ઑક્સાઇડની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા
(Reaction of Metallic Oxides with Acids)

પ્રવૃત્તિ 2.7

- એક બીકરમાં થોડા પ્રમાણમાં કૉપર ઑક્સાઇડ લો. તેમજ તેને હલાવતા રહી ધીરે-ધીરે મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરો.
- દ્રાવણનો રંગ નોંધો. કૉપર ઑક્સાઇડનું શું થાય છે ?

તમને ખ્યાલ આવશે કે દ્રાવણનો રંગ વાદળી-લીલો બને છે અને કૉપર ઑક્સાઇડ ઓગળી જાય છે. પ્રક્રિયામાં કૉપર (II) ક્લોરાઇડના બનવાના કારણે દ્રાવણનો રંગ વાદળી-લીલો બને છે. ધાતુ ઑક્સાઇડ અને ઍસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા આ પ્રમાણે લખી શકાય -

ધાતુ ઑક્સાઇડ + ઍસિડ → ક્ષાર + પાણી

હવે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયા માટેનું સમીકરણ લખો અને સમતોલિત કરો. બેઇઝની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાની માફક ધાત્વીય ઑક્સાઇડ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી આપે છે, તેથી ધાત્વીય ઑક્સાઇડને બેઝિક ઑક્સાઇડ કહે છે.

2.1.6 અધાત્વીય ઑક્સાઇડની બેઇઝ સાથેની પ્રક્રિયા

(Reaction of a Non-Metallic Oxide with Base)

તમે પ્રવૃત્તિ 2.5માં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (ચૂનાનું પાણી) વચ્ચેની પ્રક્રિયા નિહાળી. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ કે જે બેઇઝ છે, તે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રક્રિયા બેઇઝ અને ઍસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયાને સમાન છે, તેથી આપણે એ તારણ કાઢી શકીએ કે અધાત્વીય ઑક્સાઇડ સ્વભાવે ઍસિડિક છે.

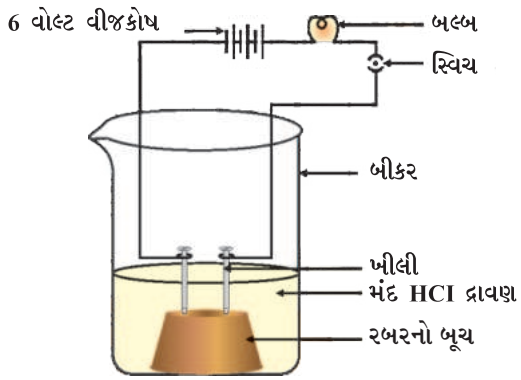
પ્રશ્નો

1. શા માટે દહીં અને ખાટા પદાર્થોને પિત્તળ તેમજ તાંબાનાં વાસણોમાં ન રાખવા જોઈએ ?
2. સામાન્ય રીતે ધાતુની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી કયો વાયુ મુક્ત થાય છે ? ઉદાહરણ દ્વારા સમજાવો. આ વાયુની હાજરીની કસોટી તમે કેવી રીતે કરશો ?
3. ધાતુનું એક સંયોજન A મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ઊભરા (effervescence) ઉત્પન્ન કરે છે. ઉત્પન્ન થતો વાયુ સળગતી મીણબત્તીને ઓલવી નાખે છે. જો ઉત્પન્ન થતાં સંયોજનો પૈકી એક કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ હોય તો પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

2.2 તમામ ઍસિડ અને બેઇઝમાં શું સમાનતા છે ?

(What do All Acids and All Bases Have in Common ?)

વિભાગ 2.1માં આપણે જોઈ ગયાં કે તમામ ઍસિડ એક સમાન રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવે છે. ગુણધર્મોમાં આ સમાનતા શું સૂચવે છે ? આપણે પ્રવૃત્તિ 2.3માં જોયું કે તમામ ઍસિડ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે. તેથી તમામ ઍસિડમાં હાઇડ્રોજન સામાન્ય દેખાય છે. હાઇડ્રોજન ધરાવતાં તમામ સંયોજનો ઍસિડિક છે કે કેમ તે તપાસવા ચાલો આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.



આકૃતિ 2.3
ઍસિડનું પાણીમાં દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરે છે

પ્રવૃત્તિ 2.8

- ગ્લુકોઝ, આલ્કોહોલ, હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ, સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વગેરેના દ્રાવણ લો.
- બૂચ પર બે ખીલી લગાવો અને બૂચને 100 mLના બીકરમાં મૂકો.
- આકૃતિ 2.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, ખીલીઓને બલ્બ અને સ્વિચ મારફત 6 વોલ્ટના વીજકોષના બે છેડા સાથે જોડો.
- હવે બીકરમાં થોડો મંદ HCl ઉમેરો અને વીજપ્રવાહ પસાર કરો.
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે પુનરાવર્તન કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- સ્વતંત્ર રીતે ગ્લુકોઝ અને આલ્કોહોલના દ્રાવણ સાથે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. હવે તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું તમામ કિસ્સામાં બલ્બ પ્રકાશિત થાય છે ?

આકૃતિ 2.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, ઍસિડના કિસ્સામાં બલ્બ પ્રકાશિત થશે. પરંતુ તમે અવલોકન કરશો કે ગ્લુકોઝ અને આલ્કોહોલનાં દ્રાવણો વિદ્યુતનું વહન કરતા નથી. બલ્બનું પ્રકાશિત થવું સૂચવે છે કે દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. ઍસિડિક દ્રાવણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું વહન આયનો દ્વારા થાય છે.

ઍસિડમાં ધનાયન તરીકે H^+ અને ઋણાયન જેવા કે HCI માં Cl^-, HNO_3 માં NO_3^-, H_2SO_4માં SO_4^{-2} , CH_3COOH માં CH_3COO^- તરીકે હોય છે. વળી ઍસિડમાં હાજર ધનાયન H^+ છે, જે સૂચવે છે કે ઍસિડ તેનાં દ્રાવણોમાં $H^+(aq)$ ઉત્પન્ન કરે છે જે તેમના ઍસિડિક ગુણધર્મો માટે જવાબદાર છે

આ જ પ્રવૃત્તિને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ વગેરે જેવા આલ્કલીનો ઉપયોગ કરીને પુનરાવર્તિત કરો. આ પ્રવૃત્તિનાં પરિણામો પરથી તમે શું તારણ આપી શકશો ?

2.2.1 ઍસિડ અથવા બેઇઝનું પાણીના દ્રાવણમાં શું થાય છે ?

(What Happens to an Acid or a Base in a Water Solution ?)

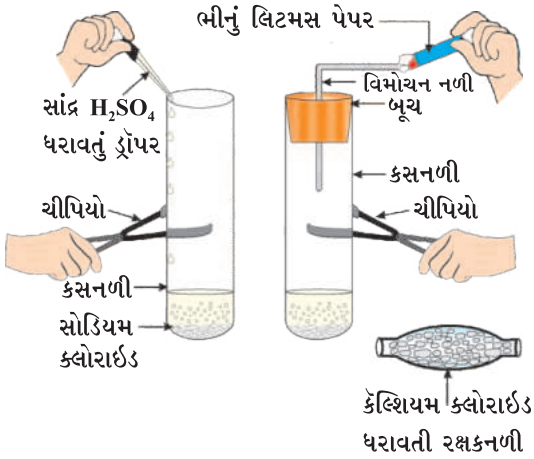
શું ઍસિડ માત્ર જલીય દ્રાવણમાં જ આયનો ઉત્પન્ન કરે છે ? ચાલો, આપણે તેનું પરીક્ષણ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 2.9

- સ્વચ્છ અને શુષ્ક કસનળીમાં આશરે 1 g ઘન NaCl લો અને આકૃતિ 2.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણી કરો.
- કસનળીમાં થોડો સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? શું વિમોચન નળીમાંથી વાયુ બહાર નીકળી રહ્યો છે ?
- ઉદ્ભવેલા વાયુની ક્રમશઃ સૂકા અને ભીના ભૂરા લિટમસ પેપર વડે પરખ કરો.
- કયા કિસ્સામાં લિટમસ પેપરના રંગમાં પરિવર્તન થાય છે ?
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિના આધારે તમે

  (i) શુષ્ક HCl વાયુ અને (ii) HCl દ્રાવણ

  આ બંનેના ઍસિડિક સ્વભાવ વિશે શું અનુમાન કરો છો ?



આકૃતિ 2.4 HCI વાયુની બનાવટ

શિક્ષકો માટે નોંધ : જો વાતાવરણ ખૂબ જ ભેજયુક્ત હોય તો, વાયુને શુષ્ક કરવા માટે તમારે કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ ધરાવતી રક્ષકનળી (શુષ્ક કનળી)માંથી વાયુને પસાર કરવો પડશે.

આ પ્રયોગ સૂચવે છે કે પાણીની હાજરીમાં HClમાં હાઇડ્રોજન આયનો ઉદ્ભવે છે. પાણીની ગેરહાજરીમાં HClના અણુઓમાંથી H^+ આયનનું અલગીકરણ થઈ શકતું નથી.

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

હાઇડ્રોજન આયનો સ્વતંત્ર રીતે અસ્તિત્વ ધરાવતાં નથી, પરંતુ તે પાણી સાથે સંયોજાયા બાદ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. આમ, હાઇડ્રોજન આયનોને હંમેશાં $H^+(aq)$ અથવા હાઇડ્રોનિયમ આયન (H_3O^+) સ્વરૂપે દર્શાવવા જોઈએ.

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$

આપણે જોયું છે કે ઍસિડ પાણીમાં H_3O^+ અથવા $H^+(aq)$ આયન આપે છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે પાણીમાં બેઇઝને ઓગાળતા શું થાય છે ?

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$KOH(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$Mg(OH)_2(s) \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

બેઇઝ પાણીમાં હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો (OH^-) ઉત્પન્ન કરે છે. પાણીમાં દ્રાવ્ય બેઇઝને આલ્કલી કહે છે.

તમામ બેઇઝ પાણીમાં દ્રાવ્ય થતા નથી. આલ્કલી એવો બેઇઝ છે કે જે પાણીમાં ઓગળે છે. તે સ્પર્શે સાબુ જેવા ચીકણા, તૂરા અને ક્ષારણ કરે તેવા હોય છે. તે નુકસાનકારક હોવાના કારણે તેમને ક્યારેય ચાખવા કે સ્પર્શ કરવા ન જોઈએ. કોષ્ટક 2.1માં કયા બેઇઝ આલ્કલી છે ?

અત્યાર સુધીમાં આપણે ઓળખી ગયાં છીએ કે તમામ ઍસિડ $H^+(aq)$ અને તમામ બેઇઝ $OH^-(aq)$ ઉત્પન્ન કરે છે, તેથી આપણે તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયાને નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે રજૂ કરી શકીએ છીએ :

ઍસિડ + બેઇઝ → ક્ષાર + પાણી

$$H\boxed{X + M}OH \rightarrow MX + HOH$$

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

ચાલો, આપણે જોઈએ કે જ્યારે પાણીને ઍસિડ અથવા બેઇઝ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે તેમાં શું સમાવિષ્ટ છે ?



આકૃતિ 2.5
સાંદ્ર ઍસિડ અને બેઇઝ ધરાવતા પાત્રો પર લગાવેલા ચેતવણીના સંકેત

પ્રવૃત્તિ 2.10

- એક બીકરમાં 10 mL પાણી લો.
- તેમાં થોડાં ટીપાં સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરો અને બીકરને ધીમે-ધીમે ગોળ-ગોળ ફેરવો.
- બીકરના તળિયાને સ્પર્શ કરો.
- શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?
- શું તે ઉષ્માક્ષેપક કે ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયા છે ?
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિનું સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડની નાની ગોળીઓ (Pellets) સાથે પુનરાવર્તન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ઍસિડ અને બેઇઝની પાણીમાં ઓગળવાની પ્રક્રિયા ઉષ્માક્ષેપક હોય છે. સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ અથવા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને પાણી સાથે મિશ્ર કરતી વખતે ખૂબ જ સાવચેતી રાખવી જોઈએ. ઍસિડને હંમેશાં પાણીમાં ખૂબ જ ધીમે-ધીમે સતત હલાવતા જઈને ઉમેરવો જોઈએ. જો સાંદ્ર ઍસિડમાં પાણી ઉમેરવામાં આવે તો, ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા મિશ્રણને બહાર તરફ ઉછાળી શકે છે અને દાઝી શકાય છે. અતિશય સ્થાનિક ઉષ્માને કારણે કાચનું પાત્ર તૂટી શકે છે. સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના પાત્ર અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડની નાની ગોળીઓની શીશી પરના ચેતવણીના સંકેત (આકૃતિ 2.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે) પર નજર કરો.

ઍસિડ અથવા બેઇઝને પાણી સાથે મિશ્ર કરતાં એકમ કદ દીઠ આયનો (H_3O^+/OH^-) ની સાંદ્રતામાં ઘટાડો થાય છે. આ પ્રક્રિયાને મંદન (dilution) કહે છે અને ઍસિડ અથવા બેઇઝને મંદ ઍસિડ અથવા મંદ બેઇઝ કહે છે.

પ્રશ્નો

1. શા માટે HCl, HNO_3 વગેરે જલીય દ્રાવણોમાં ઍસિડિક લક્ષણો ધરાવે છે, જ્યારે આલ્કોહોલ તેમજ ગ્લુકોઝ જેવાં સંયોજનોનાં દ્રાવણો ઍસિડિક લક્ષણો ધરાવતાં નથી ?
2. શા માટે ઍસિડનું જલીય દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરે છે ?
3. શા માટે શુષ્ક HCl વાયુ શુષ્ક લિટમસ પેપરનો રંગ બદલતો નથી ?
4. ઍસિડને મંદ કરતી વખતે શા માટે ઍસિડને પાણીમાં ઉમેરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે નહિ કે પાણીને ઍસિડમાં ઉમેરવાની ?
5. જ્યારે ઍસિડના દ્રાવણને મંદ કરવામાં આવે ત્યારે હાઇડ્રોનિયમ આયનો (H_3O^+)ની સાંદ્રતાને કેવી રીતે અસર થાય છે ?
6. જ્યારે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાં વધુ પ્રમાણમાં બેઇઝ ઓગાળવામાં આવે ત્યારે હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો (OH^-)ની સાંદ્રતાને કેવી રીતે અસર થાય છે ?

2.3 ઍસિડ અથવા બેઇઝ દ્રાવણો કેટલાં પ્રબળ છે ?
(How strong are Acid or Base solutions ?)

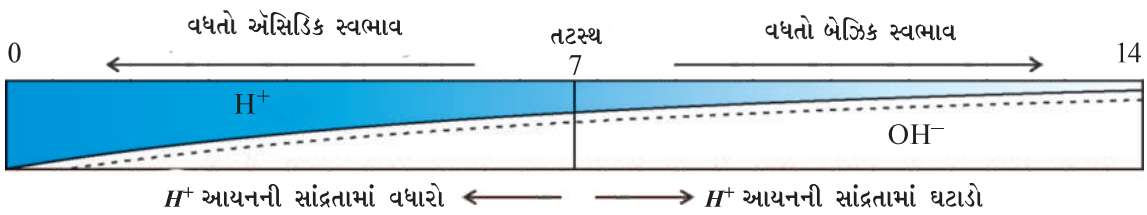
N8M9Z3

આપણે જાણીએ છીએ કે ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો ઍસિડ અને બેઇઝ વચ્ચે ભેદ પારખવા માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે. આપણે અગાઉના વિભાગમાં મંદન અને દ્રાવણોમાં H^+ અથવા OH^- આયનોની સાંદ્રતામાં થતા ઘટાડા વિશે પણ શીખી ગયાં છીએ. શું આપણે દ્રાવણમાં રહેલાં આયનોની માત્રા જથ્થાત્મક રીતે જાણી શકીએ ? શું આપણે નક્કી કરી શકીએ કે ઍસિડ અથવા બેઇઝ કેટલા પ્રબળ છે ?

આપણે સાર્વત્રિક સૂચક (Universal Indicator) કે જે કેટલાંક સૂચકનું મિશ્રણ છે તેનો ઉપયોગ કરીને આમ કરી શકીએ છીએ. સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણમાંનાં હાઇડ્રોજન આયનોની જુદી-જુદી સાંદ્રતાએ જુદા-જુદા રંગ દર્શાવે છે.

દ્રાવણમાં રહેલાં હાઇડ્રોજન આયનોની સાંદ્રતા માપવા માટે વિકસાવવામાં આવેલ માપક્રમને pH માપક્રમ કહે છે. pHમાં p જર્મન શબ્દ 'પોટેન્ઝ' (Potenz) કે જેનો અર્થ શક્તિ સૂચવે છે. pH માપક્રમ દ્વારા આપણે 0 (ખૂબ જ ઍસિડિક)થી 14 (ખૂબ જ આલ્કલાઇન) સુધીની pHનું માપન કરી શકીએ છીએ. pHને એક સાધારણ આંક તરીકે ગણવો જોઈએ કે જે દ્રાવણોનો ઍસિડિક કે બેઝિક સ્વભાવ સૂચવે છે. જેમ હાઇડ્રોનિયમ આયનની સાંદ્રતા વધુ તેમ pHનું મૂલ્ય ઓછું.

તટસ્થ દ્રાવણની pH 7 હોય છે. pH માપક્રમ પર 7થી ઓછાં મૂલ્યો ઍસિડિક દ્રાવણનું સૂચન કરે છે. જેમ pH મૂલ્ય 7થી 14 સુધી વધે, તેમ તે દ્રાવણમાં OH^- આયનની સાંદ્રતામાં થતો વધારો સૂચવે છે, કે જે આલ્કલીની પ્રબળતામાં થતો વધારો છે (આકૃતિ 2.6). સામાન્ય રીતે pH માપવા માટે સાર્વત્રિક સૂચક વડે સંસેચિત [તરબોળ કરેલ (Impregnated)] પેપરનો ઉપયોગ થાય છે.



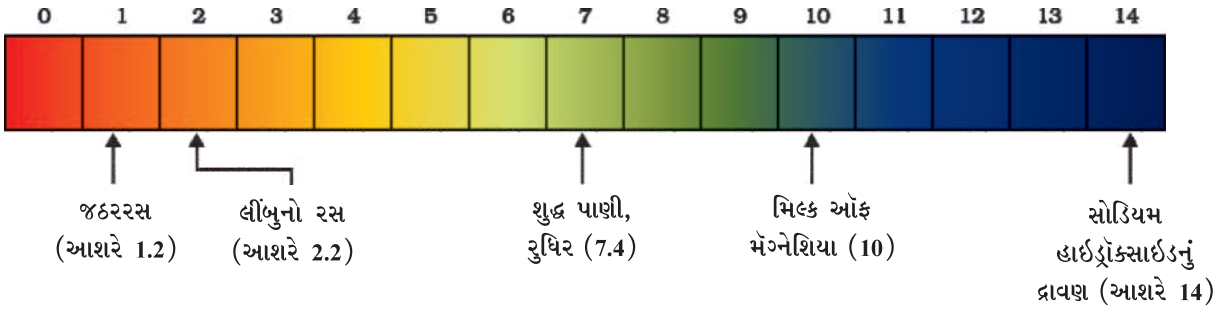
આકૃતિ 2.6 $H^+(aq)$ અને $OH^-(aq)$ આયનોની સાંદ્રતામાં થતાં ફેરફાર સાથે pHમાં ફેરફાર

કોષ્ટક 2.2

પ્રવૃત્તિ 2.11

- કોષ્ટક 2.2માં આપેલાં દ્રાવણોના pH મૂલ્યોની પરખ કરો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- તમારાં અવલોકનોના આધારે દરેક પદાર્થનો સ્વભાવ શો છે ?

ક્રમ	દ્રાવણ	pH પેપરનો રંગ	આશરે pH મૂલ્ય	પદાર્થનો સ્વભાવ
1	લાળ (ભોજન પહેલાં)			
2	લાળ (ભોજન પછી)			
3	લીંબુનો રસ			
4	રંગવિહીન વાયુમય પીણું			
5	ગાજરનો રસ			
6	કૉફી			
7	ટામેટાનો રસ			
8	નળનું પાણી			
9	1M NaOH			
10	1M HCl			



આકૃતિ 2.7 pH પેપર પર દર્શાવેલ અમુક સામાન્ય પદાર્થોની pH (રંગો એ માત્ર આશરે માર્ગદર્શક છે)

ઍસિડ અને બેઇઝની પ્રબળતા અનુક્રમે ઉદ્‌ભવતા H^+ આયનો અને OH^- આયનોની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે. જો આપણે સમાન સાંદ્રતા ધરાવતા હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને ઍસિટિક ઍસિડ લઈએ, જેમકે એક મોલર, તો તેઓ જુદી-જુદી માત્રામાં હાઇડ્રોજન આયનો ઉત્પન્ન કરે છે. ઍસિડ કે જે વધુ માત્રામાં H^+ આયનો આપે છે તેને પ્રબળ ઍસિડ કહે છે અને ઍસિડ કે જે ઓછી માત્રામાં H^+ આયનો આપે છે તેને નિર્બળ ઍસિડ કહે છે. હવે તમે કહી શકો કે નિર્બળ અને પ્રબળ બેઇઝ શું છે ?

2.3.1 રોજિંદા જીવનમાં pHનું મહત્ત્વ (Importance of pH in Everyday Life)

શું વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ pH પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે ?

(Are Plants and Animals pH Sensitive ?)

આપણું શરીર 7.0 થી 7.8 pHની મર્યાદામાં કાર્ય કરે છે. સજીવો માત્ર pHના મર્યાદિત ફેરફારમાં ટકી શકે છે. જ્યારે વરસાદી પાણીની pH 5.6 કરતાં ઓછી હોય ત્યારે તેને ઍસિડવર્ષા (Acid Rain) કહે છે. ઍસિડવર્ષાનું પાણી જ્યારે નદીમાં વહે છે, ત્યારે તે નદીના પાણીની pH ઘટાડે છે. આવી નદીઓમાં જળચર જીવોનું અસ્તિત્વ મુશ્કેલ બને છે.

બીજા ગ્રહોમાં ઍસિડ

શુક્ર (Venus)નું વાતાવરણ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના સફેદ અને પીળાશપડતા જાડા વાદળોનું બનેલું છે. શું તમને લાગે છે કે આ ગ્રહ પર જીવન શક્ય છે ?

તમારા ઘરઆંગણાની માટીની pH શું છે ?

વનસ્પતિને તેમના તંદુરસ્ત વિકાસ માટે વિશિષ્ટ pH વિસ્તારની જરૂરિયાત હોય છે. વનસ્પતિના તંદુરસ્ત વિકાસ માટે જરૂરી pH જાણવા, તમે જુદી-જુદી જગ્યાએથી માટી એકત્ર કરીને નીચે પ્રવૃત્તિ 2.12માં વર્ણવ્યા પ્રમાણે pH ચકાસી શકો છો. તમે તે પણ નોંધી શકો કે તમે જે વિસ્તારમાંથી માટી એકત્ર કરી છે, તેમાં કયા છોડ વિકાસ પામી રહ્યા છે.

પ્રવૃત્તિ 2.12

- એક કસનળીમાં આશરે 2 g માટી લો અને તેમાં 5 mL પાણી ઉમેરો.
- કસનળીમાંનાં ઘટકોને હલાવો.
- ઘટકોને ગાળી લો અને કસનળીમાં ગાળણ એકત્ર કરો.
- સાર્વત્રિક સૂચકપત્રની મદદથી આ ગાળણની pH તપાસો.
- તમારા વિસ્તારની વનસ્પતિઓના વિકાસ માટે આદર્શ માટીની pH વિશે તમે શું તારણ આપી શકો ?

આપણા પાચનતંત્રમાં pH

અત્યંત રસપ્રદ વાત એ છે કે આપણું જઠર (Stomach) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. તે જઠરને નુકસાન પહોંચાડ્યા વગર ખોરાકનું પાચન કરવામાં મદદ કરે છે. અપચા (Indigestion) દરમિયાન જઠર ખૂબ વધુ માત્રામાં ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે, જે દર્દ અને બળતરા (Irritation)નું કારણ બને છે. આ દર્દથી છૂટકારો મેળવવા લોકો બેઇઝનો ઉપયોગ કરે છે જેને પ્રતિઍસિડ કે એન્ટાસિડ (Antacid) કહે છે. આ પ્રકરણની શરૂઆતમાં આવો જ એક ઉપાય તમે પણ જરૂર સૂચવ્યો હશે. આ એન્ટાસિડ વધારાના અસિડને તટસ્થ કહે છે. મંદ બેઇઝ મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (મિલ્ક આફ મૅગ્નેશિયા) આ હેતુ માટે અવારનવાર ઉપયોગમાં લેવાય છે.

pHમાં ફેરફારને કારણે દાંતનું સડવું

મોઢાની pH 5.5 કરતાં ઘટી જાય ત્યારે દાંતનો સડો શરૂ થાય છે. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સિએપેટાઇટ (કૅલ્શિયમ ફોસ્ફેટનું સ્ફટિકીય સ્વરૂપ) જે દાંતનું ઉપરનું આવરણ (enamel) છે તે શરીરનો સૌથી સખત પદાર્થ છે. તે પાણીમાં દ્રાવ્ય થતો નથી, પરંતુ મોઢાની અંદરની pH 5.5 કરતાં ઘટી જાય ત્યારે તેનું ક્ષયન થાય છે. મોઢામાં હાજર બૅક્ટેરિયા જમ્યા પછી મોઢામાં બાકી રહી ગયેલા ખોરાકના કણો અને શર્કરા (Sugar)ના વિઘટન (Degradation) દ્વારા ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. ખોરાક ખાધા પછી દાંત સાફ કરવા એ તેને અટકાવવાનો ઉત્તમ માર્ગ છે. દંતમંજન માટે વપરાતી ટૂથપેસ્ટ સામાન્ય રીતે બેઝિક હોય છે, તે વધારાના ઍસિડને તટસ્થ કરીને દાંતનો સડો અટકાવી શકે છે.

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનું રાસાયણિક પ્રતિક્રિયા દ્વારા આત્મસંરક્ષણ

શું તમને ક્યારેય મધમાખી (Honey-bee)એ ડંખ માર્યો છે ? માખીનો ડંખ ઍસિડ મુક્ત કરે છે જેને કારણે દર્દ અને બળતરા ઉદ્ભવે છે. ડંખ મારેલા ભાગમાં બેકિંગ સોડા જેવા મંદ બેઇઝનો ઉપયોગ રાહત આપે છે. કૌવચ (nettle)ના પાંદડાના ડંખવાળા રોમ મિથેનોઇક ઍસિડ દાખલ કરે છે. જેના કારણે દાહક દર્દ ઉદ્ભવે છે.

કુદરત તટસ્થીકરણના વિકલ્પો પૂરા પાડે છે

કૌવચ જંગલમાં ઊગતી એક તૃણીય વનસ્પતિ છે. જ્યારે તેનો આકસ્મિક રીતે સ્પર્શ થઈ જાય ત્યારે તેના ડંખ મારતા રોમ ધરાવતાં પાંદડાં પીડાદાયક ડંખનું કારણ બને છે. તેમના દ્વારા મિથેનોઇક ઍસિડનો સ્રાવ થવાના કારણે આમ બને છે. મોટાભાગે જંગલોમાં કૌવચના છોડની આસપાસ ઊગતાં ડોક (dock) છોડનાં પાંદડાં ડંખવાળા ભાગ પર ઘસવા એ તેનો પરંપરાગત ઉપચાર છે. શું તમે ડોક છોડની પ્રકૃતિ વિશે અનુમાન કરી શકો છો ? જેથી હવે પછી તમે ટ્રેકિંગ (trekking) દરમિયાન આકસ્મિક રીતે કૌવચના છોડને સ્પર્શ કરી લો ત્યારે શું કરવું તેનો તમને ખ્યાલ આવે. શું તમે આવા ડંખ માટે અન્ય કોઈ અસરકારક પરંપરાગત ઉપચારથી વાકેફ છો ?



કોષ્ટક 2.3 કેટલાંક કુદરતી ઍસિડ

કુદરતી સ્રોત	ઍસિડ	કુદરતી સ્રોત	ઍસિડ
વિનેગર	ઍસિટિક ઍસિડ	ખાટું દૂધ (દહીં)	લેક્ટિક ઍસિડ
સંતરું	સાઇટ્રિક ઍસિડ	લીંબુ	સાઇટ્રિક ઍસિડ
આંબલી	ટાર્ટરિક ઍસિડ	કીડીનો ડંખ	મિથેનોઇક ઍસિડ
ટામેટું	ઑક્ઝેલિક ઍસિડ	કૌવચનો ડંખ	મિથેનોઇક ઍસિડ

પ્રશ્નો

1. તમારી પાસે બે દ્રાવણો A અને B છે. દ્રાવણ Aની pH 6 અને દ્રાવણ B ની pH 8 છે. કયા દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા વધારે છે ? આ પૈકી કયું ઍસિડિક અને કયું બેઝિક છે ?
2. $H^+(aq)$ આયનની સાંદ્રતાની દ્રાવણના સ્વભાવ પર શી અસર થાય છે ?
3. શું બેઝિક દ્રાવણો પણ $H^+(aq)$ આયનો ધરાવે છે ? જો હા તો તેઓ શા માટે બેઝિક હોય છે ?
4. તમારા મત મુજબ ખેડૂત માટીની કઈ પરિસ્થિતિમાં તેના ખેતરની માટીમાં કળીચૂનો (કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ) અથવા ફોડેલો ચૂનો (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) અથવા ચૉક (કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ)નો ઉપયોગ કરશે ?

T4K8W9

2.4 ક્ષાર વિશે વધુ જાણકારી (More About Salts)

અગાઉના વિભાગોમાં આપણે વિવિધ પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ક્ષારનું નિર્માણ જોયું છે. ચાલો, આપણે તેમની બનાવટ, ગુણધર્મો અને ઉપયોગિતા વિશે વધુ સમજીએ.

2.4.1 ક્ષાર-પરિવાર (Family of Salts)

પ્રવૃત્તિ 2.13

- નીચે દર્શાવેલા ક્ષારોનાં સૂત્રો લખો :

  પોટૅશિયમ સલ્ફેટ, સોડિયમ સલ્ફેટ, કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ, મૅગ્નેશિયમ સલ્ફેટ, કૉપર સલ્ફેટ, સોડિયમ ક્લોરાઇડ, સોડિયમ નાઇટ્રેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને એમોનિયમ ક્લોરાઇડ

- એવા ઍસિડ તથા બેઇઝની ઓળખ કરો કે જેમાંથી ઉપર્યુક્ત ક્ષાર પ્રાપ્ત થાય છે.
- એક સમાન ધન અથવા ઋણ મૂલકો ધરાવતા ક્ષારો એક જ પરિવારના કહેવાય છે, જેમકે NaCl અને Na_2SO_4 એ સોડિયમ ક્ષારના પરિવારના છે. તેવી જ રીતે NaCl અને KCl એ ક્લોરાઇડ ક્ષાર પરિવારના છે. આ પ્રવૃત્તિમાં આપેલ ક્ષારોમાં તમે કેટલા પરિવારની ઓળખ કરી શકો છો ?

2.4.2 ક્ષારની pH (pH of Salts)

પ્રવૃત્તિ 2.14

- નીચે દર્શાવેલા ક્ષારોના નમૂના એકત્ર કરો :
  સોડિયમ ક્લોરાઇડ, પોટૅશિયમ નાઇટ્રેટ, ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ, ઝિંક સલ્ફેટ, કૉપર સલ્ફેટ, સોડિયમ એસિટેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ (કેટલાક અન્ય ઉપલબ્ધ ક્ષારો પણ લઈ શકાય.)
- પાણીમાં તેમની દ્રાવ્યતા ચકાસો. (માત્ર નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ કરો.)
- લિટમસ પર આ દ્રાવણોની અસર તપાસો અને pH પેપરના ઉપયોગથી pH શોધો.
- કયા ક્ષાર ઍસિડિક, બેઝિક કે તટસ્થ છે ?
- ક્ષાર બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલ ઍસિડ કે બેઇઝની ઓળખ કરો.
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.4માં નોંધો.

પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઇઝના ક્ષાર pHનું 7 મૂલ્ય ધરાવતા તટસ્થ ક્ષાર હોય છે જ્યારે બીજી તરફ પ્રબળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઇઝના ક્ષાર pHનું 7 થી ઓછું મૂલ્ય ધરાવતા ઍસિડિક ક્ષાર હોય છે અને પ્રબળ બેઇઝ તેમજ નિર્બળ ઍસિડના ક્ષાર pHના 7થી વધુ મૂલ્ય ધરાવતા સ્વભાવે બેઝિક હોય છે.

કોષ્ટક 2.4

ક્ષાર	pH	ઉપયોગમાં લેવાયેલ ઍસિડ	ઉપયોગમાં લેવાયેલ બેઇઝ

2.4.3 સામાન્ય ક્ષારમાંથી મળતાં રસાયણ (Chemicals from Common Salt)

અત્યાર સુધી તમે શીખ્યાં કે હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણના સંયોગીકરણથી ઉદ્‌ભવતા ક્ષારને સોડિયમ ક્લોરાઇડ કહે છે. આ ક્ષારનો ઉપયોગ તમે ખોરાકમાં કરો છો. ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં તમે ચોક્કસપણે જોયું હશે કે તે તટસ્થ ક્ષાર છે.



દરિયાના પાણીમાં અનેક ક્ષારો ઓગળેલા હોય છે. આ ક્ષારોમાંથી સોડિયમ ક્લોરાઇડને અલગ કરવામાં આવે છે. વિશ્વના અનેક ભાગોમાં ઘન ક્ષારનું નિક્ષેપન (deposit) થયેલું જોવા મળે છે. આ મોટા સ્ફટિકો અશુદ્ધિઓ (Impurities)ને કારણે ઘણી વાર કથ્થાઈ રંગના હોય છે તેને ખનીજ ક્ષાર (રૉક સૉલ્ટ) કહે છે. ભૂતકાળમાં જ્યારે દરિયાનું પાણી સુકાઈ ગયું ત્યારે ખનીજ ક્ષારના સ્તરો બન્યા. ખનીજ ક્ષારનું કોલસાની જેમ ખોદકામ કરવામાં આવે છે.

તમે મહાત્મા ગાંધીની દાંડીકૂચ વિશે ચોક્કસપણે સાંભળ્યું હશે. શું તમે જાણતા હતાં કે આપણા સ્વાતંત્ર્યસંગ્રામમાં સોડિયમ ક્લોરાઇડ અગત્યનું પ્રતીક હતું ?

મીઠું–રસાયણો માટેની કાચી સામગ્રી

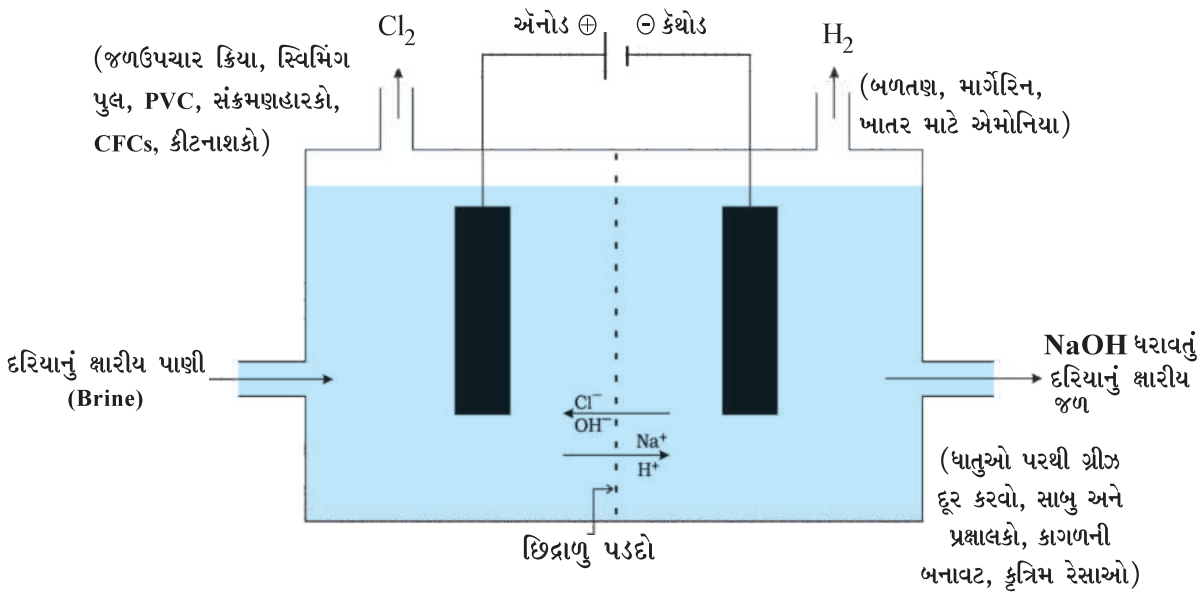
આમ, આ રીતે પ્રાપ્ત થયેલ મીઠું દૈનિક ઉપયોગના અનેક પદાર્થો જેવાં કે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, બેકિંગ સોડા, વૉશિંગ સોડા, બ્લીચિંગ પાઉડર અને અન્ય પદાર્થો માટે મહત્ત્વની કાચી સામગ્રી છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે કોઈ એક જ પદાર્થ આ જુદા-જુદા પદાર્થોની બનાવટમાં કેવી રીતે ઉપયોગી છે.

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ

જ્યારે સોડિયમ ક્લોરાઇડના જલીય દ્રાવણ (ક્ષારીય જળ)માંથી વિદ્યુત પસાર કરવામાં આવે ત્યારે તે વિઘટિત થઈ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. આ પદ્ધતિને ક્લોર-આલ્કલી પ્રકમ (Chlor-alkali process) કહે છે, કારણ કે તેમાં ઉત્પન્ન થતી નીપજો ક્લોર એટલે ક્લોરિન અને આલ્કલી એટલે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ છે.

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

ઍનોડ પર ક્લોરિન વાયુ મુક્ત થાય છે અને કૅથોડ પર હાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે. કૅથોડ પાસે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ બને છે. આ પદ્ધતિમાં ઉદ્‌ભવતી ત્રણેય નીપજો ઉપયોગી છે. આકૃતિ 2.8 આ નીપજોની વિવિધ ઉપયોગિતા દર્શાવે છે.



આકૃતિ 2.8 ક્લોર-આલ્કલી પ્રકમમાંની અગત્યની નીપજો

વિરંજન પાઉડર

તમે જાણો જ છો કે ક્લોરિન સોડિયમ ક્લોરાઇડના જલીય દ્રાવણના વિદ્યુત- વિભાજન દરમિયાન ઉદ્‌ભવે છે. આ ક્લોરિન વાયુ વિરંજન પાઉડર (Bleaching Powder)નાં ઉત્પાદન માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. ક્લોરિનની શુષ્ક ફોડેલા ચૂના (Slaked lime) [$Ca(OH)_2$] સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા વિરંજન પાઉડર બને છે. વિરંજન પાઉડરને $CaOCl_2$ દ્વારા દર્શાવાય છે. તેમ છતાં વાસ્તવિક સંઘટન ઘણું જટિલ છે.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

વિરંજન પાઉડરના ઉપયોગો

(i) ટેક્સ્ટાઇલ ઉદ્યોગમાં સુતરાઉ તેમજ લિનનના વિરંજન માટે, કાગળ ઉદ્યોગમાં લાકડાંના માવાના વિરંજન માટે તેમજ લોન્ડ્રીમાં ધોયેલા કપડાના વિરંજન માટે,

(ii) અનેક રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે અને

(iii) પીવાના પાણીને જંતુઓ (Germs)થી મુક્ત કરવા માટે

બેકિંગ સોડા

રસોડામાં સ્વાદિષ્ટ કરકરા (ક્રિસ્પી) ભજીયા (Crispy Pakoras) બનાવવા માટે સામાન્ય રીતે બેકિંગ સોડા વપરાય છે. કેટલીક વાર ઝડપી ખોરાક રાંધવા માટે તે ઉમેરવામાં આવે છે. આ સંયોજનનું રાસાયણિક નામ સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ($NaHCO_3$) છે. સોડિયમ ક્લોરાઇડને એક કાચી સામગ્રી તરીકે વાપરીને તેનું ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે.

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow \underset{\text{(ઍમોનિયમ ક્લોરાઇડ)}}{NH_4Cl} + \underset{\text{(સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ)}}{NaHCO_3}$$

શું તમે પ્રવૃત્તિ 2.14 માં સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટની pH ચકાસી ? શું તમે સંબંધ સ્થાપિત કરી શકો છો કે શા માટે તેને ઍસિડના તટસ્થીકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે ? તે મંદ બિનક્ષારણીય બેઝિક ક્ષાર છે. ખોરાક રાંધતી વખતે તેને જ્યારે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે નીચેની પ્રક્રિયા થાય છે–

$$\underset{\text{(સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ)}}{2NaHCO_3} \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} \underset{\text{(સોડિયમ કાર્બોનેટ)}}{Na_2CO_3} + H_2O + CO_2$$

સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઘરગથ્થુ ઉપયોગ ધરાવે છે.

બેકિંગ સોડાના ઉપયોગો

(i) બેકિંગ સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ) અને ટાર્ટરિક ઍસિડ જેવા મંદ ખાદ્ય ઍસિડનું મિશ્રણ બેકિંગ પાઉડરની બનાવટમાં વપરાય છે. જ્યારે બેકિંગ પાઉડરને ગરમ કરવામાં આવે અથવા પાણી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા થાય છે –

$$NaHCO_3 + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + \underset{\text{(કોઈ પણ ઍસિડમાંથી)}}{\text{ઍસિડનો સોડિયમ ક્ષાર}}$$

પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને કારણે પાઉં (Bread) અથવા કેક ફૂલે છે અને નરમ તેમજ પોચી બને છે.

(ii) સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ એન્ટાસિડનો પણ એક ઘટક છે. આલ્કલાઇન હોવાના કારણે, તે પેટમાં રહેલા વધારાના ઍસિડને તટસ્થ કરી રાહત આપે છે.

(iii) તેનો ઉપયોગ સોડા-ઍસિડ અગ્નિશામક (Fire-extinguishers)માં પણ કરવામાં આવે છે.

વૉશિંગ સોડા

સોડિયમ ક્લોરાઇડમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકતું અન્ય રસાયણ $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (ધોવાનો સોડા) છે. તમે ઉપર જોયું છે કે બેકિંગ સોડાને ગરમ કરવાથી સોડિયમ કાર્બોનેટ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે, સોડિયમ કાર્બોનેટનું પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરવાથી ધોવાનો સોડા મળે છે તે પણ બેઝિક ક્ષાર છે.

$$\underset{\text{(સોડિયમ કાર્બોનેટ)}}{Na_2CO_3} + 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$$

$10H_2O$ શું દર્શાવે છે ? શું તે Na_2CO_3ને ભેજયુક્ત બનાવે છે ? આપણે આ પ્રશ્નનો ઉત્તર પછીના વિભાગમાં મેળવીશું.

સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઔદ્યોગિક પ્રક્રમો માટે ઉપયોગી રસાયણો છે.

વોશિંગ સોડાના ઉપયોગો

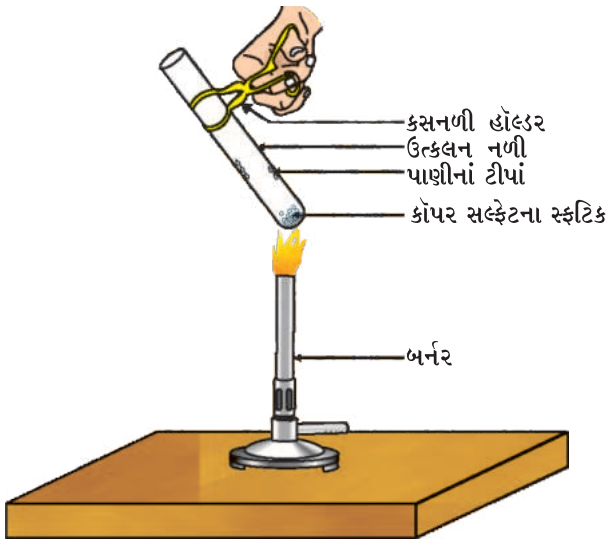
(i) સોડિયમ કાર્બોનેટ (ધોવાનો સોડા)નો ઉપયોગ કાચ, સાબુ અને કાગળ ઉદ્યોગમાં થાય છે.

(ii) તેનો ઉપયોગ બોરેક્ષ જેવા સોડિયમ સંયોજનોની બનાવટમાં થાય છે.

(iii) સોડિયમ કાર્બોનેટનો ઉપયોગ ઘરોમાં સફાઈના હેતુ માટે થાય છે.

(iv) તેનો ઉપયોગ પાણીની સ્થાયી કઠિનતા દૂર કરવા માટે થાય છે.

2.4.4 શું ખરેખર ક્ષારના સ્ફટિક શુષ્ક હોય છે ?
(Are the Crystals of Salts Really Dry ?)



આકૃતિ 2.9
સ્ફટિકીકરણનું પાણી (સ્ફટિક જળ) દૂર કરવું

પ્રવૃત્તિ 2.15

- શુષ્ક કસનળીમાં કૉપર સલ્ફેટના થોડાક સ્ફટિકોને ગરમ કરો.
- કૉપર સલ્ફેટને ગરમ કર્યા બાદ તેનો રંગ કેવો થાય છે ?
- શું તમને કસનળીમાં પાણીનાં ટીપાં દેખાય છે ? તે ક્યાંથી આવ્યાં છે ?
- ગરમ કર્યા પછીના કૉપર સલ્ફેટના નમૂના પર પાણીના 2-3 ટીપાં ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? શું કૉપર સલ્ફેટનો ભૂરો રંગ પાછો આવે છે ?

કૉપર સલ્ફેટના સ્ફટિક જે શુષ્ક દેખાય છે તે સ્ફટિક જળ ધરાવે છે. જ્યારે આપણે સ્ફટિકને ગરમ કરીએ છીએ ત્યારે આ પાણી દૂર થાય છે અને ક્ષાર સફેદ બને છે.

જો તમે સ્ફટિકને ફરીથી પાણીથી ભીના કરશો તો તમે જોશો કે સ્ફટિકનો ભૂરો રંગ પાછો દેખાય છે.

સ્ફટિક જળ ક્ષારના એક એકમ સૂત્રમાં રહેલા પાણીના અણુઓની ચોક્કસ સંખ્યા છે. કૉપર સલ્ફેટના એક એકમ સૂત્રમાં પાણીના પાંચ અણુઓ હાજર હોય છે. જળયુક્ત કૉપર સલ્ફેટનું રાસાયણિક સૂત્ર $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ છે. હવે તમે તે પ્રશ્નનો ઉત્તર આપી શકશો કે $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ભીનો છે કે નહિ.

અન્ય એક સ્ફટિક જળ ધરાવતો ક્ષાર જિપ્સમ છે. તે સ્ફટિક જળ સ્વરૂપે પાણીના બે અણુઓ ધરાવે છે. તેનું સૂત્ર $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ છે. ચાલો, આપણે આ ક્ષારના ઉપયોગ જોઈએ.

પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ

જિપ્સમને 373 K તાપમાને ગરમ કરતાં તે પાણીના અણુઓ ગુમાવે છે અને કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ હેમી હાઇડ્રેટ $\left(CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O\right)$ બને છે. તેને પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ કહે છે.

તેનો ઉપયોગ દાક્તરો ભાંગી ગયેલા હાડકાને યોગ્ય સ્થિતિમાં ગોઠવવા માટે પ્લાસ્ટર તરીકે કરે છે. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ સફેદ પાઉડર છે અને પાણી સાથે મિશ્ર કરતાં તે ફરી એકવાર સખત ઘન પદાર્થ જિપ્સમમાં ફેરવાય છે.

$$\underset{\text{(પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ)}}{CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O} + 1\frac{1}{2}H_2O \rightarrow \underset{\text{(જિપ્સમ)}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$$

પાણીનો માત્ર અડધો અણુ સ્ફટિક જળ સ્વરૂપે જોડાયેલો દર્શાવેલ છે તેની નોંધ કરો. તમે પાણીનો અડધો અણુ કેવી રીતે મેળવશો ? તેને આ સ્વરૂપમાં લખાય છે કારણ કે $CaSO_4$નાં બે એકમસૂત્રો પાણીના એક અણુ સાથે જોડાય છે. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ રમકડાં, સજાવટની સામગ્રી અને સપાટીને લીસી બનાવવા માટે ઉપયોગી છે. કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ હેમી હાઇડ્રેટને 'પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ' શા માટે કહે છે ? તે શોધો.

પ્રશ્નો

1. $CaOCl_2$ સંયોજનનું સામાન્ય નામ શું છે ?
2. એવા પદાર્થનું નામ આપો કે જેની ક્લોરિન સાથેની પ્રક્રિયાથી વિરંજન પાઉડર મળે છે.
3. સખત પાણીને નરમ બનાવવા માટે ઉપયોગી સોડિયમ સંયોજનનું નામ આપો.
4. સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટના દ્રાવણને ગરમ કરતાં શું થશે ? તેમાં થતી પ્રક્રિયા માટે સમીકરણ દર્શાવો.
5. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ અને પાણી વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા દર્શાવતું સમીકરણ લખો.

તમે શીખ્યાં કે

- ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો રંગકો અથવા રંગકોનું મિશ્રણ છે, જે ઍસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવવા માટે વપરાય છે.
- પદાર્થનો ઍસિડિક સ્વભાવ દ્રાવણમાં ઉત્પન્ન થતા $H^+(aq)$ આયનોને કારણે હોય છે. $OH^-(aq)$ આયનોનું ઉત્પન્ન થવું પદાર્થના બેઝિક સ્વભાવ માટે જવાબદાર છે.
- જ્યારે ઍસિડ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે હાઇડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે અને અનુરૂપ ક્ષાર ઉદ્ભવે છે.
- જ્યારે બેઇઝ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે હાઇડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે તેની સાથે ઉદ્ભવતા ક્ષારનો ઋણ આયન ધાતુ અને ઑક્સિજન સાથે જોડાય છે.
- જ્યારે ઍસિડ ધાતુ કાર્બોનેટ અથવા ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે તેને અનુરૂપ ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ અને પાણી આપે છે.
- પાણીમાં બનાવેલાં ઍસિડિક અને બેઝિક દ્રાવણો વિદ્યુતનું વહન કરે છે, કારણ કે તેઓ અનુક્રમે હાઇડ્રોજન અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો ઉત્પન્ન કરે છે.

- ઍસિડ કે બેઇઝની પ્રબળતા એક માપક્રમ દ્વારા ચકાસી શકાય છે, જેને pH માપક્રમ (0-14) કહે છે, જે દ્રાવણમાંના હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા માપી આપે છે.
- તટસ્થ દ્રાવણની pH બરાબર 7 હોય છે, જ્યારે ઍસિડિક દ્રાવણની pH 7થી ઓછી અને બેઝિક દ્રાવણની pH 7થી વધુ હોય છે.
- સજીવોમાં ચયાપચયની પ્રવૃત્તિઓ (Metabolic Activities) ઈષ્ટતમ (optimum) pH સ્તરે થાય છે.
- સાંદ્ર ઍસિડ અથવા બેઇઝનું પાણી સાથેનું મિશ્રણ અત્યંત ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે.
- ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજાને તટસ્થ કરીને અનુવર્તી ક્ષાર અને પાણી બનાવે છે.
- સ્ફટિકજળ ક્ષારના સ્ફટિકમય સ્વરૂપમાં પ્રત્યેક એકમસૂત્ર દીઠ રાસાયણિક રીતે જોડાયેલા પાણીના અણુઓની નિશ્ચિત સંખ્યા છે.
- દૈનિક જીવનમાં તેમજ ઉદ્યોગોમાં ક્ષાર વિવિધ ઉપયોગિતા ધરાવે છે.

સ્વાધ્યાય

U9X2J2

1. એક દ્રાવણ લાલ લિટમસને ભૂરું બનાવે છે તેની pH લગભગ ..... હશે.

(a) 1 (b) 4 (c) 5 (d) 10

2. એક દ્રાવણ ઈંડાના પીસેલા કવચ સાથે પ્રક્રિયા કરી વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે, જે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે તો દ્રાવણ ..... ધરાવે છે.

(a) NaCl (b) HCl (c) LiCl (d) KCl

3. 10 mL NaOHના દ્રાવણનું 8 mL આપેલ HClના દ્રાવણ વડે સંપૂર્ણ તટસ્થીકરણ થાય છે. જો આપણે તે જ NaOHનું 20 mL દ્રાવણ લઈએ, તો તેને તટસ્થ કરવા માટે HClના દ્રાવણ (પહેલા હતું તે જ દ્રાવણ)ની જરૂરી માત્રા ..... .

(a) 4 mL (b) 8 mL (c) 12 mL (d) 16 mL

4. અપચાના ઉપચાર માટે નીચેના પૈકી કયા પ્રકારની દવાઓનો ઉપયોગ થાય છે ?

(a) એન્ટિબાયોટિક (પ્રતિજીવી)

(b) એનાલ્જેસિક (વેદનાહર)

(c) એન્ટાસિડ (પ્રતિઍસિડ)

(d) એન્ટિસેપ્ટિક (જીવાણુનાશી)

5. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે પહેલા શબ્દ સમીકરણો અને ત્યારબાદ સમતોલિત સમીકરણો લખો -

(a) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની દાણાદાર ઝિંક સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

(b) મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડની મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

(c) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની ઍલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

(d) મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડની લોખંડના ભૂકા સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.

6. આલ્કોહોલ અને ગ્લુકોઝ જેવા સંયોજનો હાઇડ્રોજન ધરાવે છે, પરંતુ તેઓ ઍસિડની માફક વર્ગીકૃત થતા નથી તે સાબિત કરવા માટે એક પ્રવૃત્તિ વર્ણવો.

7. શા માટે નિસ્યંદિત પાણી વિદ્યુતનું વહન ન કરે જ્યારે વરસાદી પાણી વિદ્યુતનું વહન કરે ?

8. શા માટે ઍસિડ પાણીની ગેરહાજરીમાં ઍસિડિક વર્તણૂક દર્શાવતા નથી ?

9. પાંચ દ્રાવણો A, B, C, D અને Eને સાર્વત્રિક સૂચક દ્વારા તપાસતાં અનુક્રમે 4, 1, 11, 7 અને 9 pH દર્શાવે છે તો કયું દ્રાવણ .....

(a) તટસ્થ હશે ?

(b) પ્રબળ બેઝિક હશે ?

(c) પ્રબળ ઍસિડિક હશે ?

(d) નિર્બળ ઍસિડિક હશે ?

(e) નિર્બળ બેઝિક હશે ?

pH નાં મૂલ્યોને હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતાના ચડતા ક્રમમાં દર્શાવો.

10. કસનળી A અને Bમાં સમાન લંબાઈની મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીઓ લીધેલી છે. કસનળી Aમાં હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl) ઉમેરવામાં આવે છે અને કસનળી Bમાં એસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH) ઉમેરવામાં આવે છે. કઈ કસનળીમાં અતિ તીવ્ર ઉભરા મળે છે ? અને શા માટે ?

11. તાજા દૂધની pH 6 છે. જો તેનું દહીંમાં રૂપાંતર થાય તો તેની pHના ફેરફાર વિશે તમે શું વિચારો છો ? તમારો ઉત્તર સમજાવો.

12. એક દૂધવાળો તાજા દૂધમાં ખૂબ જ અલ્પમાત્રામાં બેકિંગ સોડા ઉમેરે છે.

(a) તે તાજા દૂધની pH ને 6થી થોડી બેઝિક તરફ શા માટે ફેરવે છે ?

(b) શા માટે આવું દૂધ દહીં બનવા માટે વધુ સમય લે છે ?

13. પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસને ભેજમુક્ત પાત્રમાં સંગૃહીત કરવું જોઈએ. સમજાવો શા માટે ?

14. તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા શું છે ? બે ઉદાહરણ આપો.

15. વોશિંગ સોડા અને બેકિંગ સોડાના બે મહત્ત્વના ઉપયોગો આપો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

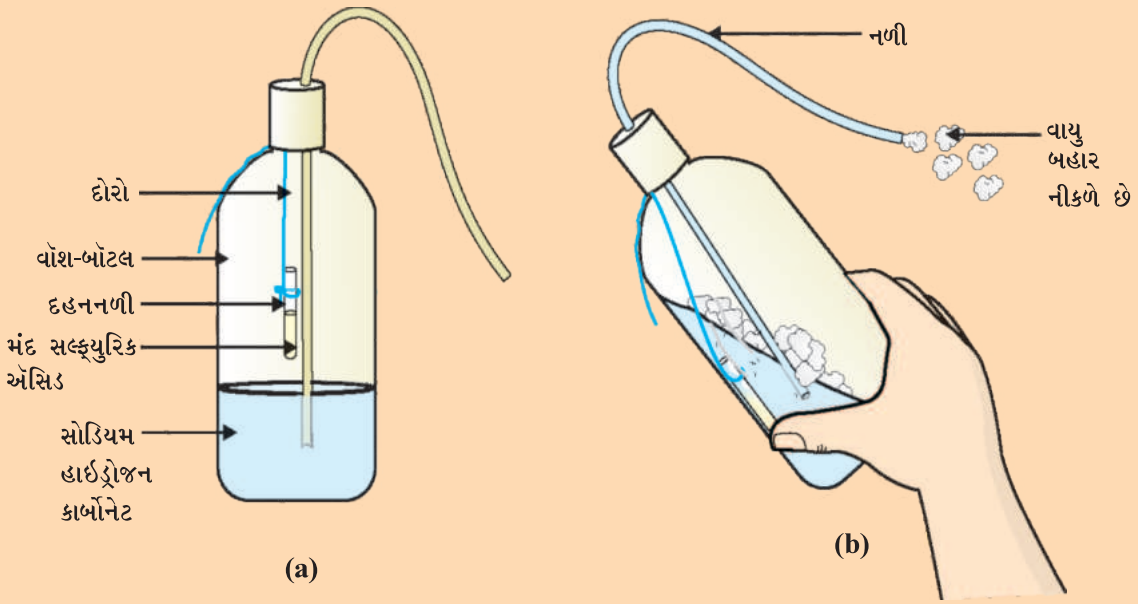
(I) તમારો પોતાનો સૂચક તૈયાર કરો :

- એક ખલ (mortar)માં કંદમૂળ (beet root)ને લસોટો.
- અર્ક મેળવવા માટે પૂરતી માત્રામાં પાણી ઉમેરો.
- તમે અગાઉનાં ધોરણોમાં શીખી ગયાં તે પદ્ધતિ મુજબ અર્કને ગાળી લો.
- આગળના વર્ગોમાં તમે શીખી ગયાં તે પદ્ધતિ મુજબ અર્કને ગાળીને એકત્ર કરો.
- કસનળી સ્ટૅન્ડમાં ચાર કસનળી ગોઠવો અને તેમને A, B, C, D નામ આપો. તેમાં અનુક્રમે લીંબુના રસનું દ્રાવણ, સોડાવૉટર, વિનેગર અને બેકિંગ સોડાનું દ્રાવણ એમ દરેકના 2 mL રેડો.
- દરેક કસનળીમાં કંદમૂળ અર્કના 2-3 ટીપાં ઉમેરો અને જો રંગમાં કોઈ ફેરફાર થાય તો તે નોંધો. કોષ્ટકમાં તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- તમે અન્ય કુદરતી સામગ્રી જેવી કે લાલ કોબીજનાં પાંદડાંનો અર્ક, પેટુનિયા (Petunia), હાઇડ્રાન્જીયા (Hydrangea) અને ઝેરાનિયમ (Geranium) જેવા ફૂલોના રંગીન પાંદડાંનો ઉપયોગ કરીને સૂચકો તૈયાર કરી શકો છો.

(II) સોડા ઍસિડ અગ્નિશામક બનાવવું :

ઍસિડની ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથેની પ્રક્રિયા અગ્નિશામકોમાં વપરાય છે, જે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે.

- વૉશ-બૉટલ (wash-bottle)માં 20 mL સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ($NaHCO_3$)નું દ્રાવણ લો.
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ધરાવતી દહનનળી (Ignition tube)ને વૉશ-બૉટલમાં લટકાવો (આકૃતિ 2.10).
- વૉશ-બૉટલનું મુખ બંધ કરો.
- વૉશ-બૉટલને એક તરફ નમાવો કે જેથી દહનનળીમાંનો ઍસિડ નીચે સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ દ્રાવણ સાથે મિશ્ર થઈ જાય.
- તમે નોંધશો કે નળી(nozzle)માંથી વાયુ બહાર આવી રહ્યો છે.
- બહાર આવતા વાયુને સળગતી મીણબત્તી પર આવવા દો. શું થાય છે ?



આકૃતિ 2.10 (a) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ધરાવતી દહનનળીને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ધરાવતી વૉશ-બૉટલમાં લટકાવવી, (b) વાયુનું નળીમાંથી બહાર આવવું

પ્રકરણ 3



ધાતુઓ અને અધાતુઓ (Metals and Non-metals)

S9W2J6

ધોરણ IXમાં તમે વિવિધ તત્ત્વો વિશે શીખી ગયાં છો. તમે જોયું છે કે તત્ત્વો તેમના ગુણધર્મોના આધારે ધાતુઓ અથવા અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

- તમારા દૈનિક જીવનમાં ધાતુઓ અને અધાતુઓના કેટલાક ઉપયોગો વિશે વિચારો.
- તત્ત્વોને ધાતુઓ અથવા અધાતુઓમાં વર્ગીકૃત કરતી વખતે તમે કયા ગુણધર્મોનો વિચાર કર્યો ?
- આ ગુણધર્મો આ તત્ત્વોની ઉપયોગિતા સાથે કેવી રીતે સંકળાયેલા છે ? ચાલો, આપણે આમાંના કેટલાક ગુણધર્મોને વિગતવાર જોઈએ.

3.1 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)

E6U9B3

3.1.1 ધાતુઓ (Metals)

પદાર્થોના વર્ગીકરણ માટેનો સૌથી સરળ માર્ગ તેમના ભૌતિક ગુણધર્મોની સરખામણી છે. ચાલો, આપણે તેનો નીચે પ્રમાણેની પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા અભ્યાસ કરીએ. પ્રવૃત્તિઓ 3.1 થી 3.6 માટે, નીચે પ્રમાણેની ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો - લોખંડ (આયર્ન), તાંબુ (કૉપર), ઍલ્યુમિનિયમ, મૅગ્નેશિયમ, સોડિયમ, સીસું (લેડ), જસત (ઝિંક) અને એવી કોઈ પણ અન્ય ધાતુ કે જે સરળતાથી પ્રાપ્ય હોય.

પ્રવૃત્તિ 3.1

- લોખંડ, તાંબુ, ઍલ્યુમિનિયમ અને મૅગ્નેશિયમના નમૂના લો. દરેક નમૂનાના દેખાવની નોંધ કરો.
- કાચપેપર વડે ઘસીને દરેક નમૂનાની સપાટી સાફ કરો અને ફરીથી તેમના દેખાવની નોંધ કરો.

ધાતુઓ તેમની શુદ્ધ અવસ્થામાં ચળકાટવાળી સપાટી ધરાવે છે. આ ગુણધર્મને ધાત્વીય ચમક (metallic lustre) કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 3.2

- લોખંડ, તાંબુ, ઍલ્યુમિનિયમ અને મૅગ્નેશિયમના નાના ટુકડા લો. ધારદાર છરી વડે આ ધાતુઓને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- ચીપિયા વડે સોડિયમના ટુકડાને પકડી રાખો.

  ચેતવણી : સોડિયમ ધાતુ સાથે હંમેશાં સાવચેતીપૂર્વક કામ કરવું. ગાળણપત્રની ગડી વચ્ચે દબાવીને તેને સૂકવો.
- તેને વૉચ-ગ્લાસ પર મૂકો અને છરી વડે તેને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

તમે જોશો કે સામાન્ય રીતે ધાતુઓ સખત હોય છે. દરેક ધાતુની સખતાઈ અલગ-અલગ હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.3

- લોખંડ, ઝિંક, સીસું અને તાંબાના ટુકડા લો.
- લોખંડના એક ટુકડા પર કોઈ પણ એક ધાતુ મૂકો અને હથોડી વડે ચાર કે પાંચ વખત તેની પર પ્રહાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- અન્ય ધાતુઓ સાથે તેનું પુનરાવર્તન કરો.
- આ ધાતુઓના આકારમાં થતો ફેરફાર નોંધો.

તમે જોશો કે કેટલીક ધાતુઓને ટીપીને (beaten) પાતળાં પતરાં બનાવી શકાય છે. આ ગુણધર્મને ટિપાઉપણું (Malleability) કહે છે. શું તમે જાણો છો કે સોનું અને ચાંદી સૌથી વધુ ટીપનીય ધાતુઓ છે ?

પ્રવૃત્તિ 3.4

- રોજિંદા જીવનમાં જે ધાતુઓના તાર જોયા હોય તેવી ધાતુઓની યાદી બનાવો.

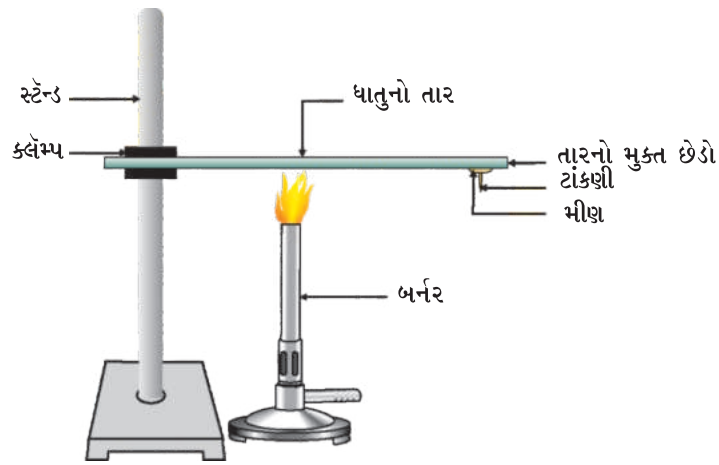
ધાતુઓની પાતળા તારમાં ફેરવાઈ જવાની ક્ષમતાને તણાવપણું (Ductility) કહે છે. સોનું સૌથી વધુ તનનીય ધાતુ છે. તમને જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે એક ગ્રામ સોનામાંથી 2 km લંબાઈનો તાર બનાવી શકાય છે.

આપણી જરૂરિયાત પ્રમાણે ધાતુઓને તેમનાં ટિપાઉપણા અને તણાવપણાના કારણે જુદા-જુદા આકારો આપી શકાય છે.

તમે એવી કેટલીક ધાતુઓનાં નામ આપી શકો કે જે રસોઈનાં વાસણો બનાવવામાં ઉપયોગી છે ? શું તમે જાણો છો કે આ ધાતુઓ શા માટે વાસણો બનાવવા વપરાય છે ? ચાલો, જવાબ જાણવા માટે આપણે નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 3.5

- ઍલ્યુમિનિયમ અથવા તાંબાનો તાર લો. આ તારને આકૃતિ 3.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સ્ટૅન્ડના ક્લૅમ્પ પર ગોઠવો.
- મીણની મદદથી તારના મુક્ત છેડા પર ટાંકણી લગાવો.
- તારને ક્લૅમ્પ તરફના છેડે સ્પિરિટ લૅમ્પ, મીણબત્તી અથવા બર્નર વડે ગરમ કરો.
- થોડા સમય પછી તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમારાં અવલોકનો નોંધો. શું ધાતુનો તાર પીગળે છે ?



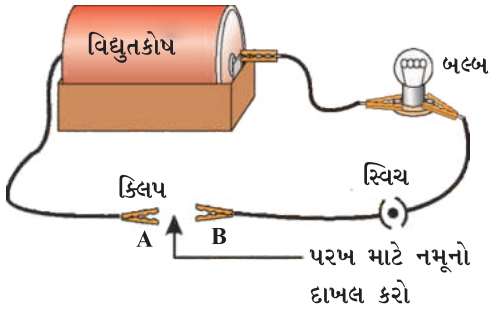
આકૃતિ 3.1
ધાતુઓ ઉષ્માના સારા વાહકો છે

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ દર્શાવે છે કે ધાતુઓ ઉષ્માના સારા વાહકો છે અને ઊંચા ગલનબિંદુ (Melting Points) ધરાવે છે. સિલ્વર અને કૉપર ઉષ્માના ઉત્તમ વાહકો છે. લેડ અને મરક્યુરી સરખામણીમાં ઉષ્માના મંદ વાહકો છે.

શું ધાતુઓ વિદ્યુતનું પણ વહન કરે છે ? ચાલો, આપણે જાણીએ.

પ્રવૃત્તિ 3.6

- આકૃતિ 3.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુત-પરિપથ (Electric Circuit)ની ગોઠવણ કરો.
- જેની ચકાસણી કરવાની છે તે ધાતુને અહીં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં A અને B છેડા વચ્ચે જોડો.
- શું બલ્બ પ્રકાશિત થાય છે ? તે શું સૂચવે છે ?



આકૃતિ 3.2
ધાતુઓ વિદ્યુતના સારા વાહકો છે

તમે ચોક્કસપણે જોયું હશે કે જે તાર તમારા ઘરે વિદ્યુત પહોંચાડે છે, તેની પર પોલિવિનાઇલ ક્લોરાઇડ (PVC) અથવા રબર જેવી સામગ્રીનું પડ ચડાવેલું હોય છે. વિદ્યુત તારને શા માટે આ પ્રકારના પદાર્થોનું પડ ચડાવવામાં આવે છે ?

જ્યારે ધાતુઓને સખત સપાટી પર અફાળવામાં આવે ત્યારે શું થાય છે ? શું તેઓ ધ્વનિ ઉત્પન્ન કરે છે ? જે ધાતુઓ સખત સપાટી પર અફાળવાથી ધ્વનિ ઉત્પન્ન કરે છે તેમને રણકારયુક્ત (Sonorous) કહે છે. હવે તમે કહી શકો કે શાળાના ઘંટ શા માટે ધાતુઓના બનેલા હોય છે ?

3.1.2 અધાતુઓ (Non-metals)

અગાઉના ધોરણમાં તમે શીખી ગયાં કે ધાતુઓની તુલનામાં અધાતુઓ ઘણી ઓછી છે. કાર્બન, સલ્ફર, આયોડિન, ઑક્સિજન, હાઇડ્રોજન વગેરે અધાતુઓનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. અધાતુઓ ઘન અથવા વાયુઓ છે, સિવાય કે બ્રોમિન જે પ્રવાહી છે.

શું અધાતુઓ પણ ધાતુઓ જેવા જ ભૌતિક ગુણધર્મો ધરાવે છે ? ચાલો, આપણે શોધી કાઢીએ.

પ્રવૃત્તિ 3.7

- કાર્બન (કોલસો અથવા ગ્રેફાઇટ), સલ્ફર અને આયોડિનના નમૂના એકત્ર કરો.
- આ અધાતુઓ સાથે પ્રવૃત્તિઓ 3.1 થી 3.4 અને 3.6 કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ધાતુઓ અને અધાતુઓ સંબંધિત તમારાં અવલોકનોનું કોષ્ટક 3.1માં સંકલન કરો.

કોષ્ટક 3.1

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	સપાટીનો પ્રકાર	સખતાઈ	ટિપાઉપણું	તણાવપણું	વિદ્યુતનું વહન	રણકારયુક્ત અવાજ

કોષ્ટક 3.1માં નોંધેલાં અવલોકનોના આધારે વર્ગમાં ધાતુઓ અને અધાતુઓના સામાન્ય ભૌતિક ગુણધર્મોની ચર્ચા કરો. તમે ચોક્કસપણે તે તારણ પર પહોંચશો કે આપણે માત્ર તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણધર્મોના આધારે જ તેમનું વર્ગીકરણ કરી શકીએ નહિ, કારણ કે તેમનામાં ઘણા અપવાદો છે. ઉદાહરણ તરીકે,

(i) પારા (મરક્યુરી) સિવાયની તમામ ધાતુઓ ઓરડાના તાપમાને ઘન સ્વરૂપમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. પ્રવૃત્તિ 3.5માં તમે અવલોકન કર્યું છે કે ધાતુઓ ઊંચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે,

પરંતુ, ગેલિયમ અને સીઝિયમ ઘણાં નીચાં ગલનબિંદુ ધરાવે છે. આ બે ધાતુઓને તમારી હથેળી પર રાખતાં તે પીગળી જશે.

(ii) આયોડિન અધાતુ છે, પરંતુ તે ચમકદાર છે.

(iii) કાર્બન અધાતુ છે જે વિવિધ સ્વરૂપોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. દરેક સ્વરૂપને અપરરૂપ (Allotrope) કહે છે. કાર્બનનું અપરરૂપ હીરો સૌથી સખત કુદરતી પદાર્થ તરીકે જાણીતો છે અને તે ખૂબ જ ઊંચું ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે. કાર્બનનું અન્ય અપરરૂપ ગ્રેફાઇટ વિદ્યુતનો સુવાહક છે.

(iv) આલ્કલી ધાતુઓ (લિથિયમ, સોડિયમ, પોટેશિયમ) એટલી બધી નરમ હોય છે કે તેને છરી વડે પણ કાપી શકાય છે. તેઓ ઓછી ઘનતા અને નીચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે.

તત્ત્વોને તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મોના આધારે ધાતુઓ અને અધાતુઓમાં વધુ ચોક્કસપણે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.8

- મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી અને થોડો સલ્ફર પાઉડર લો.
- મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને સળગાવો. તેની રાખ એકત્ર કરી તેને પાણીમાં ઓગાળો.
- પરિણામી દ્રાવણને લાલ અને ભૂરા એમ બંને લિટમસ પેપર વડે તપાસો.
- મૅગ્નેશિયમને સળગાવતા ઉદ્‌ભવતી નીપજ ઍસિડિક છે કે બેઝિક ?
- હવે સલ્ફર પાઉડરને સળગાવો. ઉત્પન્ન ધુમાડા (Fumes)ને એકત્ર કરવા માટે સળગતા સલ્ફરની ઉપર કસનળી મૂકો.
- ઉપર્યુક્ત કસનળીમાં થોડું પાણી ઉમેરો અને હલાવો.
- આ દ્રાવણને ભૂરા અને લાલ લિટમસ પેપર વડે તપાસો.
- સલ્ફરને સળગાવતાં ઉત્પન્ન થતી નીપજ ઍસિડિક છે કે બેઝિક ?
- શું તમે આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખી શકશો ?

મોટાભાગની અધાતુઓ પાણીમાં ઓગળે ત્યારે ઍસિડિક ઑક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે બીજી તરફ મોટાભાગની ધાતુઓ બેઝિક ઑક્સાઇડ આપે છે. તમે હવે પછીના વિભાગમાં આ ધાતુ ઑક્સાઇડો વિશે વધુ શીખશો.

પ્રશ્નો

1. એવી ધાતુનું ઉદાહરણ આપો :
   (i) જે ઓરડાના તાપમાને પ્રવાહી છે.
   (ii) જે છરી વડે આસાનીથી કાપી શકાય છે.
   (iii) જે ઉષ્માની ઉત્તમ વાહક છે.
   (iv) જે ઉષ્માની મંદવાહક છે.
2. ટિપાઉપણું અને તણાવપણું– નો અર્થ સમજાવો.

Y9N5I3

3.2 ધાતુઓના રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties of Metals)

આપણે વિભાગ 3.2.1 થી 3.2.4માં ધાતુઓના રાસાયણિક ગુણધર્મો વિશે શીખીશું. આ માટે નીચે દર્શાવેલી ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો. ઍલ્યુમિનિયમ, કૉપર, આયર્ન, લેડ, મૅગ્નેશિયમ, ઝિંક, સોડિયમ.

3.2.1 ધાતુઓ હવામાં સળગે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals are Burnt in Air ?)

તમે પ્રવૃત્તિ 3.8માં જોઈ ગયાં છો કે મૅગ્નેશિયમ હવામાં સફેદ (પ્રજ્વલિત) જ્યોત સાથે સળગે છે. શું તમામ ધાતુઓ આ જ પ્રકારે વર્તે છે ? ચાલો, આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા તપાસીએ :

પ્રવૃત્તિ 3.9

ચેતવણી : નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ માટે શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે. આંખોની સુરક્ષા માટે વિદ્યાર્થી ચશ્માં પહેરે તો વધુ સારું.

- ઉપર લીધેલા નમૂના પૈકી એકને ચીપિયા વડે પકડી બર્નરની જ્યોત પર સળગાવવાનો પ્રયાસ કરો. અન્ય ધાતુના નમૂના વડે તેનું પુનરાવર્તન કરો.
- જો નીપજ મળે તો તેને એકત્ર કરો.
- નીપજો તેમજ ધાતુની સપાટીને ઠંડી પાડો.
- કઈ ધાતુઓ આસાનીથી સળગે છે ?
- ધાતુ સળગી ત્યારે તમે જ્યોતના કયા રંગનું અવલોકન કર્યું ?
- સળગ્યા પછી ધાતુની સપાટી કેવી દેખાય છે ?
- ધાતુઓને તેમની ઑક્સિજન પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- શું નીપજો પાણીમાં દ્રાવ્ય છે ?

લગભગ તમામ ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ધાતુ ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

ધાતુ + ઑક્સિજન → ધાતુ ઑક્સાઇડ

ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે કૉપરને હવામાં ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને કાળા રંગનો કૉપર(II) ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$

(કૉપર) (કૉપર(II) ઑક્સાઇડ)

તેવી જ રીતે ઍલ્યુમિનિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$

(ઍલ્યુમિનિયમ) (ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ)

પ્રકરણ 2માંથી યાદ કરો કે કૉપર ઑક્સાઇડ કેવી રીતે હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આપણે શીખી ગયાં કે ધાતુ ઑક્સાઇડ સ્વભાવે બેઝિક હોય છે. પરંતુ અમુક ધાતુ ઑક્સાઇડ જેવાં કે, ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ, ઝિંક ઑક્સાઇડ વગેરે, ઍસિડિક તેમજ બેઝિક એમ બંને વર્તણૂક દર્શાવે છે. એવા ધાતુ ઑક્સાઇડ જે ઍસિડ અને બેઇઝ એમ બંને સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી બનાવે છે, તે ઊભયગુણી ઑક્સાઇડ તરીકે ઓળખાય છે. ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ નીચે પ્રમાણે ઍસિડ અને બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે :

$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$

(સોડિયમ ઍલ્યુમિનેટ)

મોટાભાગના ધાતુ ઑક્સાઇડ પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે, પરંતુ આમાંના કેટલાક પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ આલ્કલી બનાવે છે. સોડિયમ ઑક્સાઇડ અને પોટૅશિયમ ઑક્સાઇડ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ નીચે મુજબ આલ્કલી ઉત્પન્ન કરે છે :

$Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$

$K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq)$

આપણે પ્રવૃત્તિ 3.9માં જોયેલું છે કે, તમામ ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સમાન દરે પ્રક્રિયા કરતી નથી. ભિન્ન-ભિન્ન ધાતુઓ ઑક્સિજન પ્રત્યે ભિન્ન-ભિન્ન પ્રતિક્રિયાત્મકતા દર્શાવે છે. પોટૅશિયમ અને સોડિયમ જેવી ધાતુઓ એટલી તીવ્ર પ્રક્રિયા કરે છે કે જો તેને ખુલ્લામાં (હવામાં) રાખવામાં આવે તો તે આગ પકડી લે છે. તેથી તેમને સુરક્ષિત રાખવા અને આકસ્મિક આગ રોકવા માટે, કેરોસીનમાં ડૂબાડીને રાખવામાં આવે છે. સામાન્ય તાપમાને, ધાતુઓ જેવી કે મૅગ્નેશિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ, ઝિંક, લેડ વગેરેની સપાટીઓ ઑક્સાઇડના પાતળા સ્તર વડે ઢંકાઈ જાય છે. રક્ષણાત્મક ઑક્સાઇડનું સ્તર ધાતુનું વધુ ઑક્સિડેશન થતું અટકાવે છે. લોખંડને ગરમ કરતાં તે સળગતું નથી પરંતુ લોખંડના ભૂકાને બર્નરની જ્યોતમાં નાખતાં તે તીવ્રતાથી સળગે છે. કૉપર સળગતું નથી, પરંતુ ગરમ ધાતુ પર કાળા રંગનું કૉપર(II) ઑક્સાઇડનું સ્તર લાગી જાય છે. ચાંદી અને સોનું ઊંચા તાપમાને પણ ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી.

એનોડીકરણ (anodisation) ઍલ્યુમિનિયમના ઑક્સાઇડનું જાડું પડ બનાવવાનો પ્રક્રમ છે. ઍલ્યુમિનિયમ જ્યારે હવાના સંપર્કના આવે છે ત્યારે ઑક્સાઇડનું પાતળું સ્તર તૈયાર થાય છે. ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડનું સ્તર (Coat) તેના વધુ ઑક્સિડેશનનો પ્રતિકાર કરે છે. ઑક્સાઇડનું સ્તર વધુ જાડું બનતા આ પ્રતિકારક્ષમતામાં સુધારો થાય છે. એનોડીકરણ દરમિયાન શુદ્ધ ઍલ્યુમિનિયમની વસ્તુને ઍનોડ બનાવવામાં આવે છે અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે વિદ્યુતવિભાજન કરવામાં આવે છે. ઍનોડ પર ઉત્પન્ન થતો ઑક્સિજન વાયુ ઍલ્યુમિનિયમ સાથે પ્રક્રિયા કરી જાડું રક્ષણાત્મક ઑક્સાઇડ સ્તર બનાવે છે. આ ઑક્સાઇડ સ્તરને રંગક લગાવીને ઍલ્યુમિનિયમની વસ્તુઓને આકર્ષક બનાવી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.9 કર્યા બાદ, તમે ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું હશે કે અહીં લીધેલા ધાતુના નમૂનાઓ પૈકી સોડિયમ સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે. મૅગ્નેશિયમની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર છે જે દર્શાવે છે કે તે સોડિયમ કરતા ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે. પરંતુ ઑક્સિજન સાથેની દહન-પ્રક્રિયા આપણને ઝિંક, આયર્ન, કૉપર અથવા લેડની પ્રતિક્રિયાત્મકતા નક્કી કરવા માટે મદદરૂપ થતી નથી. ચાલો, આપણે આ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ક્રમ અંગેના તારણ પર પહોંચવા માટે કેટલીક વધુ પ્રક્રિયાઓ જોઈએ.

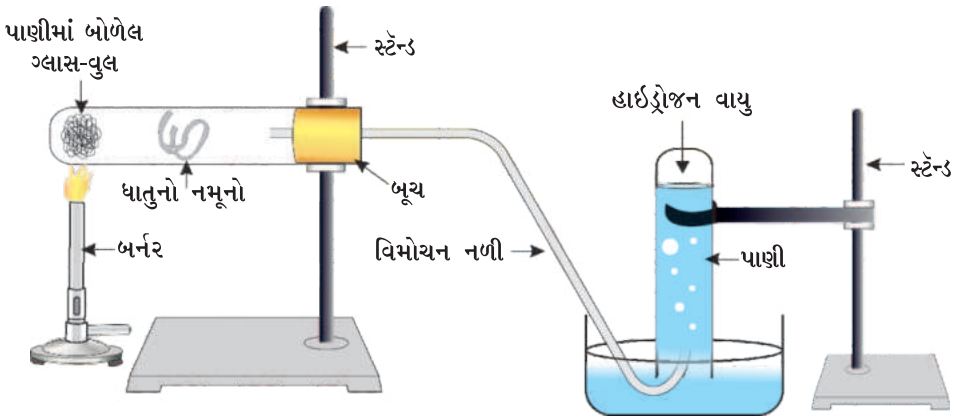
3.2.2 ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals React with Water ?)

પ્રવૃત્તિ 3.10

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- પ્રવૃત્તિ 3.9 જેવા જ ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો.
- ઠંડા પાણીથી અડધા ભરેલા બીકરમાં આ નમૂનાઓના નાના ટુકડા સ્વતંત્ર રીતે મૂકો.
- કઈ ધાતુઓ ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ? તેમને ઠંડા પાણી સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો.
- શું કોઈ ધાતુ પાણી પર આગ ઉત્પન્ન કરી છે ?
- શું કોઈ ધાતુ થોડા સમય બાદ તરવાનું શરૂ કરે છે ?
- એવી ધાતુઓ કે જેણે ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી નથી તેને ગરમ પાણીથી અડધા ભરેલા બીકરમાં મૂકો.
- જે ધાતુઓએ ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી નથી તેના માટે આકૃતિ 3.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણ કરો અને તેની વરાળ સાથેની પ્રક્રિયાનું અવલોકન કરો.
- કઈ ધાતુઓએ વરાળ સાથે પણ પ્રક્રિયા કરી નથી ?
- ધાતુઓને તેમની પાણી સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.



આકૃતિ 3.3 ધાતુ પર વરાળની અસર

ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ધાતુ ઑક્સાઇડ અને હાઈડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે. ધાતુ ઑક્સાઇડ જે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે, તે તેમાં ઓગળીને ધાતુ હાઈડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. પરંતુ તમામ ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી.

ધાતુ + પાણી → ધાતુ ઑક્સાઇડ + હાઈડ્રોજન

ધાતુ ઑક્સાઇડ + પાણી → ધાતુ હાઈડ્રૉક્સાઇડ

પોટૅશિયમ અને સોડિયમ જેવી ધાતુઓ ઠંડા પાણી સાથે ઉગ્ર રીતે પ્રક્રિયા કરે છે. સોડિયમ અને પોટૅશિયમના કિસ્સામાં, પ્રક્રિયા એટલી હદે તીવ્ર અને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) હોય છે કે ઉત્પન્ન થતો હાઈડ્રોજન તરત જ આગ પકડે છે.

$2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g) +$ ઉષ્માઊર્જા

$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g) +$ ઉષ્માઊર્જા

કૅલ્શિયમની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર હોય છે. ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા હાઈડ્રોજન માટે આગ પકડવા માટે પૂરતી હોતી નથી.

$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$

કૅલ્શિયમ સપાટી પર તરી આવે છે કારણ કે ઉત્પન્ન થતાં હાઈડ્રોજન વાયુના પરપોટા ધાતુની સપાટી પર ચીપકે છે.

મૅગ્નેશિયમ ધાતુ ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી. તે ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરીને મૅગ્નેશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઇડ અને હાઈડ્રોજન વાયુ બનાવે છે. તેની સપાટી પર હાઈડ્રોજન વાયુના પરપોટા ચોંટી જવાથી તે પણ તરવાનું શરૂ કરે છે.

ઍલ્યુમિનિયમ, આયર્ન અને ઝિંક જેવી ધાતુઓ ઠંડા કે ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, પરંતુ તેઓ વરાળ સાથે પ્રક્રિયા કરી ધાતુ ઑક્સાઇડ અને હાઈડ્રોજન બનાવે છે.

$2Al(s) + 3H_2O(g) \rightarrow Al_2O_3(s) + 3H_2(g)$

$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

સીસું, કૉપર, ચાંદી અને સોના જેવી ધાતુઓ પાણી સાથે સહેજ પણ પ્રક્રિયા કરતી નથી.

3.2.3 ધાતુઓ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals react with Acids ?)

તમે અગાઉ શીખી ગયાં છો કે ધાતુઓ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને હાઈડ્રોજન વાયુ આપે છે.

ધાતુ + મંદ ઍસિડ → ક્ષાર + હાઇડ્રોજન

પરંતુ શું તમામ ધાતુઓ સમાન રીતે વર્તે છે ? ચાલો, આપણે શોધી કાઢીએ.

પ્રવૃત્તિ 3.11

- સોડિયમ અને પોટૅશિયમ સિવાયની ધાતુઓના નમૂના ફરીથી એકત્ર કરો. જો નમૂના નિસ્તેજ હોય તો તેને કાચપેપર વડે ઘસીને સ્વચ્છ કરો.

  ચેતવણી : સોડિયમ અને પોટૅશિયમ ન લેશો કારણ કે તે ઠંડા પાણી સાથે પણ તીવ્ર રીતે પ્રક્રિયા કરે છે.
- નમૂનાઓને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ધરાવતી કસનળીઓમાં અલગ-અલગ રીતે મૂકો.
- થરમૉમિટરને કસનળીઓમાં એવી રીતે લટકાવો કે જેથી તેના ગોળા (બલ્બ) ઍસિડમાં ડૂબેલા રહે.
- પરપોટા ઉત્પન્ન થવાના દરનું ધ્યાનપૂર્વક અવલોકન કરો.
- કઈ ધાતુ મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે તીવ્રતાથી પ્રક્રિયા કરે છે ?
- કઈ ધાતુ માટે તમે મહત્તમ તાપમાન નોંધ્યું ?
- ધાતુઓને તેમની મંદ ઍસિડ પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.

મૅગ્નેશિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ, ઝિંક અને આયર્નની મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાઓનાં સમીકરણો લખો.

જ્યારે ધાતુની નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા થાય ત્યારે હાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન થતો નથી કારણ કે HNO_3 પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા છે. તે H_2નું ઑક્સિડેશન કરી પાણી ઉત્પન્ન કરે છે અને પોતે કોઈ પણ નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ (N_2O, NO, NO_2)માં રિડક્શન પામે છે. પરંતુ મૅગ્નેશિયમ (Mg) અને મૅંગેનીઝ (Mn) ખૂબ જ મંદ HNO_3 સાથે પ્રક્રિયા કરી H_2 વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે.

તમે પ્રવૃત્તિ 3.11માં ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું છે કે મૅગ્નેશિયમના કિસ્સામાં પરપોટા ઉત્પન્ન થવાનો દર સૌથી વધુ હતો. આ કિસ્સામાં પ્રક્રિયા પણ સૌથી વધુ ઉષ્માક્ષેપક હતી. પ્રતિક્રિયાત્મકતા Mg > Al > Zn> Fe ક્રમમાં ઘટે છે. કૉપરના કિસ્સામાં પરપોટા જોવા મળતા નથી અને તાપમાનમાં પણ કોઈ ફેરફાર થતો નથી તે દર્શાવે છે કે કૉપર મંદ HCl સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી.

ઍક્વારિજીયા, ('રોયલ પાણી' માટે લૅટિન શબ્દ) (અમ્લરાજ) સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડનું 3:1ના પ્રમાણમાં તૈયાર કરેલું તાજું મિશ્રણ છે. તે સોનાને ઓગાળી શકે છે, જ્યારે આ ઍસિડ પૈકી એક પણ ઍસિડ એકલો આમ કરી શકતો નથી. ઍક્વારિજીયા પ્રબળ ક્ષારણીય, ધુમાયમાન પ્રવાહી છે. તે સોના અને પ્લેટિનમને ઓગાળી શકતા અમુક પ્રક્રિયકો પૈકીનો એક છે.

3.2.4 ધાતુઓ અન્ય ધાતુના ક્ષારના દ્રાવણ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

(How do Metals react with Solutions of other Metal Salts ?)

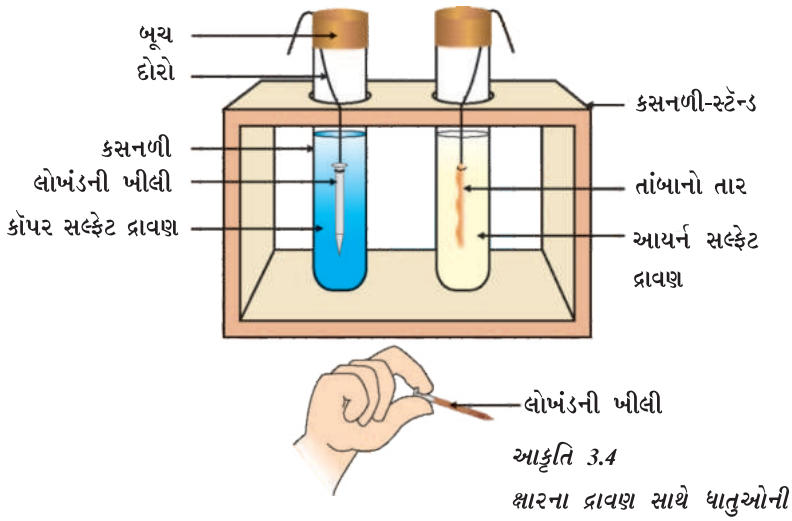
પ્રવૃત્તિ 3.12

- તાંબાનો એક શુદ્ધ તાર અને લોખંડની એક ખીલી લો.
- કસનળીઓમાં તાંબાના તારને આયર્ન સલ્ફેટના દ્રાવણમાં મૂકો અને લોખંડની ખીલીને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં મૂકો (આકૃતિ 3.4).
- 20 મિનિટ બાદ તમારાં અવલોકનો નોંધો.

- કઈ કસનળીમાં પ્રક્રિયા થયેલી છે તેવું તમને જાણવા મળે છે ?
- કયા આધારે તમે કહી શકો કે ખરેખર પ્રક્રિયા થયેલ છે ?
- શું તમે પ્રવૃત્તિઓ 3.9, 3.10 અને 3.11 માટે તમારાં અવલોકનો વચ્ચે કોઈ સહસંબંધ પ્રસ્થાપિત કરી શકો છો ?
- થયેલી આ પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
- પ્રક્રિયાના પ્રકારનું નામ આપો.

પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુ તેનાથી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુને તેમનાં સંયોજનોનાં દ્રાવણ અથવા પીગાળેલ સ્વરૂપમાંથી વિસ્થાપિત કરી શકે છે.

અગાઉના વિભાગોમાં આપણે જોયું છે કે તમામ ધાતુઓ સમાન રીતે પ્રતિક્રિયાત્મક હોતી નથી. આપણે અલગ-અલગ ધાતુઓની ઑક્સિજન, પાણી અને ઍસિડ સાથે પ્રતિક્રિયાત્મકતા ચકાસી. પરંતુ તમામ ધાતુઓ આ પ્રક્રિયકો સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, તેથી આપણે એકત્ર કરેલા તમામ ધાતુના નમૂનાઓને તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં મૂકી શકતા નથી. પ્રકરણ 1માં શીખી ગયેલ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે વધુ સારા પુરાવા આપે છે. તે સમજવું સહેલું અને સરળ છે કે જો ધાતુ A ધાતુ Bને તેના દ્રાવણમાંથી વિસ્થાપિત કરે તો તે B કરતાં વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે.



આકૃતિ 3.4
ક્ષારના દ્રાવણ સાથે ધાતુઓની પ્રક્રિયા

ધાતુ A + Bના ક્ષારનું દ્રાવણ → Aના ક્ષારનું દ્રાવણ + ધાતુ B

પ્રવૃત્તિ 3.12માં તમારાં અવલોકનોના આધારે કૉપર કે આયર્ન કઈ ધાતુ વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે ?

3.2.5 પ્રતિક્રિયાત્મકતા(સક્રિયતા) શ્રેણી (The Reactivity Series)

પ્રતિક્રિયાત્મકતા શ્રેણી પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઘટતા ક્રમમાં ગોઠવેલી ધાતુઓની યાદી છે. વિસ્થાપન પ્રયોગો કર્યા બાદ (પ્રવૃત્તિઓ 1.9 અને 3.12) નીચે દર્શાવેલી શ્રેણી (કોષ્ટક 3.2)ને વિકસાવવામાં આવેલી છે, જેને પ્રતિક્રિયાત્મકતા અથવા સક્રિયતા શ્રેણી (Reactivity or Activity Series) કહે છે.

કોષ્ટક 3.2 સક્રિયતા શ્રેણી : ધાતુઓની સાપેક્ષ પ્રતિક્રિયાત્મકતા

K	પોટૅશિયમ	સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક
Na	સોડિયમ	
Ca	કૅલ્શિયમ	
Mg	મૅગ્નેશિયમ	
Al	ઍલ્યુમિનિયમ	
Zn	ઝિંક	પ્રતિક્રિયાત્મકતા ઘટે છે.
Fe	આયર્ન	
Pb	લેડ	
[H]	[હાઇડ્રોજન]	
Cu	કૉપર	
Hg	મરક્યુરિ	
Ag	સિલ્વર	
Au	ગોલ્ડ	સૌથી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક

પ્રશ્નો

1. શા માટે સોડિયમને કેરોસીનમાં રાખવામાં આવે છે ?
2. આ પ્રક્રિયાઓ માટે સમીકરણો લખો.
   (i) વરાળ સાથે આયર્ન
   (ii) પાણી સાથે કૅલ્શિયમ અને પોટૅશિયમ
3. ચાર ધાતુઓ A, B, C અને Dના નમૂના લીધેલા છે અને નીચે દર્શાવેલ દ્રાવણમાં એક પછી એક ઉમેરેલ છે. પ્રાપ્ત થયેલ પરિણામોને નીચે મુજબ કોષ્ટકમાં સારણીબદ્ધ કરેલ છે :

ધાતુ	આયર્ન(II) સલ્ફેટ	કૉપર(II) સલ્ફેટ	ઝિંક સલ્ફેટ	સિલ્વર નાઈટ્રેટ
A	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	વિસ્થાપન		
B	વિસ્થાપન		કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	
C	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	વિસ્થાપન
D	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ	કોઈ પ્રક્રિયા નહિ

ધાતુઓ A, B, C અને D વિશે નીચે દર્શાવેલા પ્રશ્નોના ઉત્તર માટે ઉપર્યુક્ત કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરો.

(i) સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુ કઈ છે ?

(ii) જો Bને કૉપર(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે તો તમે શું અવલોકન કરશો ?

(iii) ધાતુઓ A, B, C અને Dને પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.

4. પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુમાં મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે કયો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે ? આયર્નની મંદ H_2SO_4 સાથેની પ્રક્રિયાનું રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
5. જ્યારે આયર્ન(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઝિંક ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે તમે શું અવલોકન કરો છો ? અહીં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.

3.3 ધાતુઓ અને અધાતુઓ કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? (How do Metals and Non-metals React ?)

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિઓમાં તમે અનેક પ્રક્રિયકો સાથે ધાતુઓની પ્રક્રિયાઓ નિહાળી. ધાતુઓ આ પ્રકારે પ્રક્રિયા શા માટે કરે છે ? ચાલો આપણે ધોરણ IXમાં તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના શીખી ગયાં હતા તે યાદ કરીએ. આપણે શીખી ગયાં કે ઉમદા વાયુઓ (noble gases) કે જે સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાહ્યતમ કક્ષા ધરાવે છે તે ખૂબ જ અલ્પ પ્રમાણમાં રાસાયણિક ક્રિયાશીલતા દર્શાવે છે તેથી, આપણે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતાને સંપૂર્ણ ભરાયેલ સંયોજકતા કક્ષા પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિ તરીકે સમજી શકીએ.

ચાલો આપણે નિષ્ક્રિય વાયુઓ અને કેટલીક ધાતુઓ તેમજ અધાતુઓની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના પર એક નજર કરીએ.

આપણે કોષ્ટક 3.3 પરથી જોઈ શકીએ છીએ કે સોડિયમ પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં એક ઇલેક્ટ્રૉન છે. જો તે તેની M કક્ષામાંથી ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવે તો હવે L કક્ષા સ્થાયી અષ્ટક રચના ધરાવે છે. આ પરમાણુના કેન્દ્ર પાસે હજી પણ 11 પ્રોટોન છે, પરંતુ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા 10 થઈ જશે, તેથી ત્યાં અસરકારક ધનભાર થશે જે આપણને સોડિયમ ધનાયન Na^+ આપે છે જ્યારે બીજી તરફ ક્લોરિનની બાહ્યતમ કક્ષામાં સાત ઇલેક્ટ્રૉન છે અને તેને તેનું અષ્ટક પૂર્ણ કરવા માટે વધુ

કોષ્ટક 3.3 કેટલાંક તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના

તત્ત્વનો પ્રકાર	તત્ત્વ	પરમાણ્વીય ક્રમાંક	કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા			
			K	L	M	N
નિષ્ક્રિય (ઉમદા) વાયુઓ	હિલિયમ (He)	2	2			
	નિયોન (Ne)	10	2	8		
	આર્ગોન (Ar)	18	2	8	8	
ધાતુઓ	સોડિયમ (Na)	11	2	8	1	
	મૅગ્નેશિયમ (Mg)	12	2	8	2	
	ઍલ્યુમિનિયમ (Al)	13	2	8	3	
	પોટૅશિયમ (K)	19	2	8	8	1
	કૅલ્શિયમ (Ca)	20	2	8	8	2
અધાતુઓ	નાઇટ્રોજન (N)	7	2	5		
	ઑક્સિજન (O)	8	2	6		
	ફ્લોરિન (F)	9	2	7		
	ફૉસ્ફરસ (P)	15	2	8	5	
	સલ્ફર (S)	16	2	8	6	
	ક્લોરિન (Cl)	17	2	8	7	

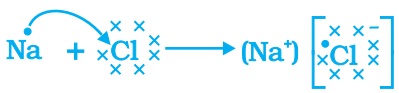
એક ઇલેક્ટ્રૉનની જરૂર છે. જો સોડિયમ અને ક્લોરિન પ્રક્રિયા કરે ત્યારે સોડિયમ દ્વારા ગુમાવાતો ઇલેક્ટ્રૉન ક્લોરિન દ્વારા મેળવી લેવાય છે. ઇલેક્ટ્રૉન મેળવ્યા બાદ ક્લોરિન પરમાણુ એકમ ઋણ ભાર પ્રાપ્ત કરે છે, કારણ કે તેના કેન્દ્રમાં 17 પ્રોટોન હોય છે અને તેના K, L અને M કક્ષાઓમાં 18 ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. તે આપણને ક્લોરિન એનાયન Cl^- આપે છે. તેથી આ બંને તત્ત્વો તેમની વચ્ચે નીચે પ્રમાણેનો આપ-લેનો સંબંધ ધરાવે છે (આકૃતિ 3.5).

$$Na \rightarrow Na^+ + e^-$$
$$2,8,1 \quad 2,8$$

(સોડિયમ ધનાયન)

$$Cl + e^- \rightarrow Cl^-$$
$$2,8,7 \quad 2,8,8$$

(ક્લોરાઇડ ઋણાયન)



આકૃતિ 3.5 સોડિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

સોડિયમ અને ક્લોરાઇડ આયનો વિરુદ્ધ ભારવાળા હોવાથી એકબીજાને આકર્ષે છે અને પ્રબળ સ્થિર વિદ્યુત આકર્ષણબળથી જકડાઈને સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl) સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. અત્રે તે નોંધવા યોગ્ય છે કે સોડિયમ ક્લોરાઇડ અણુ સ્વરૂપે નહિ પરંતુ વિરુદ્ધ ભારવાળા આયનોના સમુચ્ચય સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

ચાલો, આપણે વધુ એક આયનીય સંયોજન મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ જોઈએ (આકૃતિ 3.6).

$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

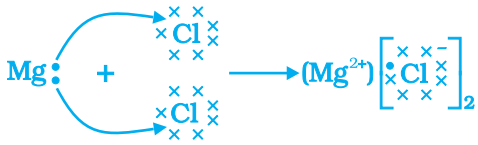
2,8,2 2,8

(મૅગ્નેશિયમ ધનાયન)

$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$

2,8,7 2,8,8

(ક્લોરાઇડ ઋણાયન)

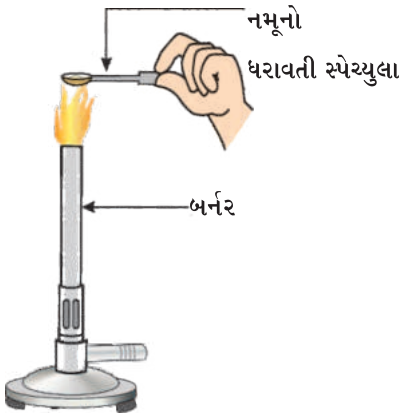


આકૃતિ 3.6 મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

આ પ્રકારે ધાતુમાંથી અધાતુમાં ઇલેક્ટ્રૉનની આપ-લે દ્વારા નિર્માણ પામતાં સંયોજનો આયનીય સંયોજનો (Ionic Compounds) અથવા વિદ્યુતસંયોજક સંયોજનો (Electrovalent componds) તરીકે ઓળખાય છે. શું તમે $MgCl_2$માં હાજર રહેલા ધનાયન અને ઋણાયનનાં નામ આપી શકશો ?

3.3.1 આયનીય સંયોજનના ગુણધર્મો (Properties of Ionic Compounds)

આયનીય સંયોજનોના ગુણધર્મો શીખવા માટે, ચાલો, આપણે નીચે પ્રમાણેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

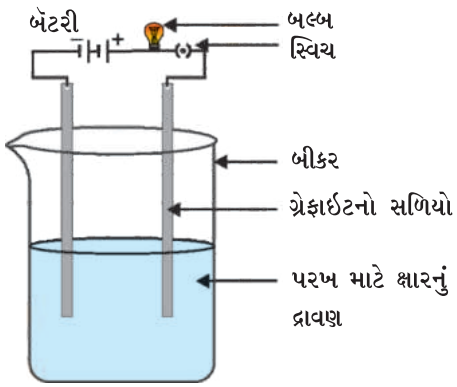


આકૃતિ 3.7

ક્ષારના નમૂનાને ચમચી પર ગરમ કરવો

પ્રવૃત્તિ 3.13

- વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંથી સોડિયમ ક્લોરાઇડ, પોટૅશિયમ આયોડાઇડ, બેરિયમ ક્લોરાઇડ અથવા અન્ય કોઈ ક્ષારના નમૂના લો.
- આ ક્ષારોની ભૌતિક અવસ્થા શું છે ?
- ધાતુની ચમચી પર અલ્પ માત્રામાં નમૂના લો અને જ્યોત પર સીધેસીધા જ ગરમ કરો (આકૃતિ 3.7) અન્ય નમૂનાઓ સાથે આ જ પ્રક્રિયાનું પુનરાવર્તન કરો.
- તમે શું અવલોકન કર્યું ? શું નમૂનાઓ જ્યોતને કોઈ રંગ આપે છે ? શું આ સંયોજનો પીગળે છે ?
- નમૂનાઓને પાણીમાં, પેટ્રોલમાં અને કેરોસીનમાં ઓગાળવાનો પ્રયત્ન કરો. શું તેઓ દ્રાવ્ય થાય છે ?
- આકૃતિ 3.8માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુતપરિપથ બનાવો અને કોઈ ક્ષારના દ્રાવણમાં વિદ્યુતધ્રુવો (electrodes) દાખલ કરો. તમે શું અવલોકન કર્યું ? અન્ય ક્ષારના નમૂનાઓને પણ આ જ રીતે ચકાસો.
- આ સંયોજનોની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) વિશે તમારું શું અનુમાન છે ?



આકૃતિ 3.8

ક્ષારના દ્રાવણની વાહકતા ચકાસવી

કોષ્ટક 3.4 : કેટલાંક આયનીય સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

આયનીય સંયોજન	ગલનબિંદુ (K)	ઉત્કલનબિંદુ (K)
NaCl	1074	1686
LiCl	887	1600
$CaCl_2$	1045	1900
CaO	2850	3120
$MgCl_2$	981	1685

તમે આયનીય સંયોજનોના નીચે પ્રમાણેના સામાન્ય ગુણધર્મોનું અવલોકન કરેલું છે –

(i) *ભૌતિક સ્વભાવ :* ઘન અને ઋણ આયનો વચ્ચે પ્રબળ આકર્ષણ બળ હોવાના કારણે આયનીય સંયોજનો ઘન અને થોડાં સખત હોય છે. આ સંયોજનો સામાન્ય રીતે બરડ (brittle) હોય છે અને દબાણ આપતાં તૂટીને ટુકડા થઈ જાય છે.

(ii) *ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ :* આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે (જુઓ કોષ્ટક 3.4). પ્રબળ આંતર આયનીય આકર્ષણને તોડવા માટે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઊર્જાની જરૂર પડે છે તેના કારણે આમ બને છે.

(iii) *દ્રાવ્યતા :* વિદ્યુતસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે પાણીમાં દ્રાવ્ય તેમજ કેરોસીન, પેટ્રોલ વગેરે જેવા દ્રાવકોમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.

(iv) *વિદ્યુતનું વહન :* દ્રાવણમાંથી થતું વિદ્યુતનું વહન વીજભારિત કણોની ગતિશીલતાના કારણે થાય છે. પાણીમાં બનાવેલું આયનીય સંયોજનનું દ્રાવણ આયનો ધરાવે છે. દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં આ આયનો વિરુદ્ધ વિદ્યુતધ્રુવો તરફ સ્થળાંતર પામે છે. ઘન અવસ્થામાં આયનીય સંયોજનો વિદ્યુતનું વહન કરતાં નથી કારણ કે, ઘનમાં તેમના બંધારણ દૃઢ હોવાથી આયનોનું સ્થળાંતર શક્ય બનતું નથી. પરંતુ આયનીય સંયોજનો પીગળેલી અવસ્થામાં વિદ્યુતનું વહન કરે છે. ઉષ્માના કારણે વિરુદ્ધ વીજભાર ધરાવતાં આયનો વચ્ચે સ્થિરવિદ્યુતીય આકર્ષણ બળો નિર્બળ બનતા પીગળેલી અવસ્થામાં આવું શક્ય બને છે. આમ, આયનો આસાનીથી સ્થળાંતર કરી શકે છે અને વિદ્યુતનું વહન કરે છે.

પ્રશ્નો

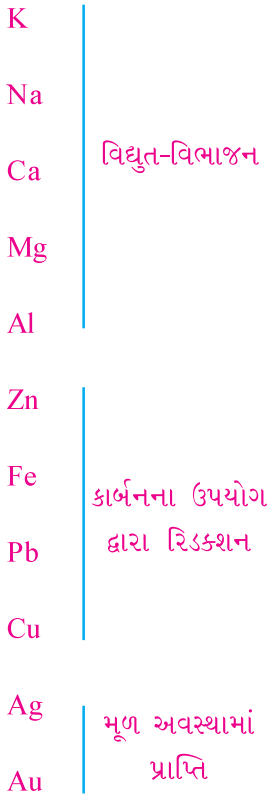
1. (i) સોડિયમ, ઑક્સિજન અને મૅગ્નેશિયમ માટે ઇલેક્ટ્રૉન-બિંદુની રચના લખો.
   (ii) ઇલેક્ટ્રૉનના સ્થાનાંતરણ દ્વારા Na_2O અને MgOનું નિર્માણ દર્શાવો.
   (iii) આ સંયોજનોમાં કયાં આયનો હાજર છે ?
2. આયનીય સંયોજનો શા માટે ઊંચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે ?

3.4 ધાતુઓની પ્રાપ્તિ (Occurrence of Metals)

પૃથ્વીનું ભૂપૃષ્ઠ (પોપડો) ધાતુઓનો મોટો સ્રોત છે. દરિયાનું પાણી પણ સોડિયમ ક્લોરાઇડ, મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ વગેરે જેવા દ્રાવ્ય ક્ષારો ધરાવે છે. જે તત્ત્વો કે સંયોજનો પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી કુદરતી રીતે મળે છે તેને ખનીજો કહે છે. કેટલીક જગ્યાએ ખનીજો કોઈ ચોક્કસ ધાતુનું ઘણું ઊંચું ટકાવાર પ્રમાણ ધરાવે છે અને તેમાંથી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ લાભદાયી હોઈ શકે છે. આવી ખનીજોને કાચી ધાતુ (અયસ્ક)(ores) કહે છે.

3.4.1 ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extraction of Metals)

તમે ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતા (સક્રિયતા) શ્રેણી વિશે શીખી ગયાં છો. તે જાણતા હોવાથી તમે આસાનીથી સમજી શકશો કે કાચી ધાતુમાંથી કેવી રીતે ધાતુ નિષ્કર્ષિત થાય છે. કેટલીક ધાતુઓ પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. કેટલીક તેમનાં સંયોજનોના રૂપમાં મળે છે. સક્રિયતા શ્રેણીમાં તળિયે રહેલી ધાતુઓ સૌથી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે. તે ઘણીવાર મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. ઉદાહરણ

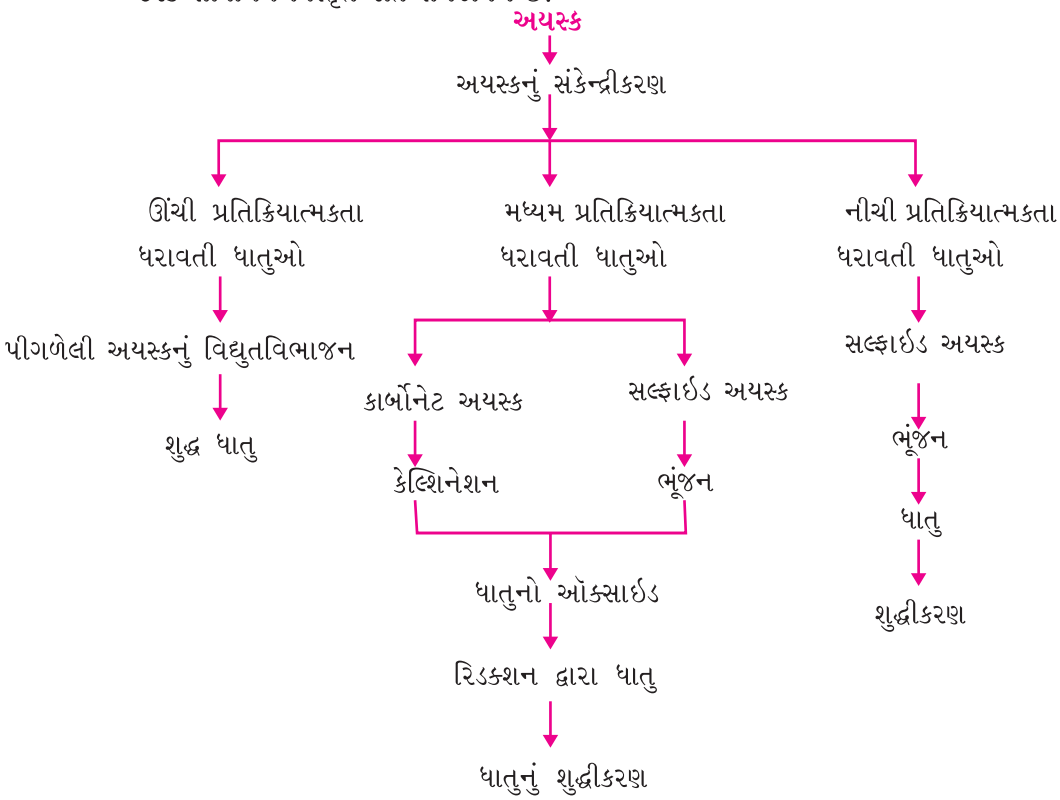


આકૃતિ 3.9
સક્રિયતા શ્રેણી અને સંબંધિત ધાતુકર્મ વિધિ

તરીકે સોનું, ચાંદી, પ્લેટિનમ અને કૉપર મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. કૉપર અને સિલ્વર તેમની સલ્ફાઇડ અથવા ઑક્સાઇડ અયસ્ક (કાચી ધાતુ) સ્વરૂપે સંયોજિત અવસ્થામાં પણ મળે છે. સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓ (K, Na, Ca, Mg અને Al) એટલી હદે પ્રતિક્રિયાત્મક છે કે તે ક્યારેય કુદરતમાં મુક્ત તત્ત્વો રૂપે મળતી નથી. સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓ (Zn, Fe, Pb વગેરે) મધ્યમ પ્રતિક્રિયાત્મક છે. તે પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાં ઑક્સાઇડ, સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટ સ્વરૂપે મળે છે. તમે જોશો કે ઘણી ધાતુઓની અયસ્ક ઑક્સાઇડ હોય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે ઑક્સિજન ખૂબ જ સક્રિય તત્ત્વ છે અને પૃથ્વી પર વિપુલ પ્રમાણમાં મળે છે.

આમ, પ્રતિક્રિયાત્મકતાના આધારે આપણે ધાતુઓને નીચે દર્શાવેલ ત્રણ પ્રકારમાં વર્ગીકૃત કરી શકીએ (આકૃતિ 3.9). (i) નીચી પ્રતિક્રિયાત્મકતા ધરાવતી ધાતુઓ (ii) મધ્યમ પ્રતિક્રિયાત્મકતા ધરાવતી ધાતુઓ (iii) ઊંચી પ્રતિક્રિયાત્મકતા ધરાવતી ધાતુઓ. દરેક પ્રકારમાં રહેલી ધાતુઓ મેળવવા માટે અલગ-અલગ **તકનિકોનો** ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

અયસ્કમાથી શુદ્ધ ધાતુઓના નિષ્કર્ષણમાં કેટલાંક સોપાનોનો સમાવેશ કરવામાં આવેલ છે. આ સોપાનોનો સારાંશ આકૃતિ 3.10માં આપેલ છે. હવે પછીના વિભાગોમાં દરેક સોપાનને વિસ્તૃત રીતે સમજાવેલ છે.



આકૃતિ 3.10 અયસ્કમાંથી ધાતુઓના નિષ્કર્ષણમાં સમાવિષ્ટ સોપાનો

3.4.2 અયસ્કોની સમૃદ્ધિ (Enrichment of Ores)

પૃથ્વીમાંથી ખોદીને બહાર કાઢેલી અયસ્કો સામાન્ય રીતે મોટા પ્રમાણમાં અશુદ્ધિઓ જેવી કે માટી, રેતી વગેરેથી દૂષિત હોય છે જેને ગેંગ કહે છે. ધાતુના નિષ્કર્ષણ પૂર્વે તેમાંથી અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી જરૂરી છે. અયસ્ક ગેંગને દૂર કરવા માટે વપરાતી પદ્ધતિઓનો આધાર ગેંગ અને અયસ્કના

ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચે રહેલા તફાવત પર રહેલો છે. તે પ્રમાણે અલગ-અલગ અલગીકરણ તકનીકો અપનાવવામાં આવે છે.

3.4.3 સક્રિયતા શ્રેણીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

(Extracting Metals Low in the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ બિનપ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે. આ ધાતુઓના ઑક્સાઇડને માત્ર ગરમ કરીને તેનું રિડક્શન થઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે સિન્નાબાર (HgS) જે મરક્યુરીની કાચી ધાતુ છે. જ્યારે તેને હવામાં ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે પ્રથમ તે મરક્યુરિક ઑક્સાઇડ (HgO)માં ફેરવાય છે ત્યાર બાદ મરક્યુરિક ઑક્સાઇડ વધુ ગરમ કરતા તેનું મરક્યુરીમાં રિડક્શન થાય છે.

$$2HgS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2HgO(s) + 2SO_2(g)$$

$$2HgO(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2Hg(l) + O_2(g)$$

તેવી જ રીતે કૉપર જે કુદરતમાં Cu_2S સ્વરૂપે તેના અયસ્ક તરીકે મળે છે તેને હવામાં ગરમ કરવાથી કૉપર મેળવી શકાય છે.

$$2Cu_2S + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2Cu_2O(s) + 2SO_2(g)$$

$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 6Cu(s) + SO_2(g)$$

3.4.4 સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

(Extracting Metals in the Middle of the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓ જેવી કે આયર્ન, ઝિંક, લેડ, કૉપર વગેરે મધ્યમ પ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે. તે સામાન્ય રીતે કુદરતમાં સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટ રૂપે મળે છે. ધાતુને તેના સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટમાંથી મેળવવા કરતાં તેના ઑક્સાઇડમાંથી મેળવવી વધુ સરળ હોય છે. તેથી રિડક્શન કરતાં પહેલાં ધાતુ સલ્ફાઇડ અને કાર્બોનેટને ધાતુ ઑક્સાઇડમાં ફેરવવા ખૂબ જરૂરી છે. સલ્ફાઇડ અયસ્કને વધુ પ્રમાણમાં હવાની હાજરીમાં સખત ગરમ કરતાં તે ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પદ્ધતિને ભૂંજન (roasting) કહે છે. કાર્બોનેટ અયસ્કને મર્યાદિત પ્રમાણમાં હવાની હાજરીમાં સખત ગરમ કરતાં તે ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પદ્ધતિને કેલ્શિનેશન (Calcination) કહે છે. ઝિંક અયસ્કના ભૂંજન અને કેલ્શિનેશન દરમિયાન થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

ભૂંજન : $2ZnS(s) + 3O_2(g) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$

કેલ્શિનેશન : $ZnCO_3(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} ZnO(s) + CO_2(g)$

ત્યારબાદ ધાતુ ઑક્સાઇડનું યોગ્ય રિડક્શનકર્તા જેવા કે કાર્બન વડે અનુરૂપ ધાતુમાં રિડક્શન કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઝિંક ઑક્સાઇડને કાર્બન સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે ધાત્વીય ઝિંકમાં રિડક્શન પામે છે.

$$ZnO(s) + C(s) \rightarrow Zn(s) + CO(g)$$

તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં સમજાવેલી ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયાથી પહેલેથી જ વાકેફ છો. ધાતુઓને તેમનાં સંયોજનોમાંથી મેળવવી એ પણ રિડક્શન પ્રક્રિયા છે.

કાર્બન(કોક)નો ઉપયોગ કરી ધાતુ ઑક્સાઇડનું ધાતુમાં રિડક્શન કરવા ઉપરાંત કેટલીક વખત વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ખૂબ જ સક્રિય ધાતુઓ જેવી કે સોડિયમ, કૅલ્શિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ વગેરે રિડક્શનકર્તા તરીકે વપરાય છે, કારણ કે તે નીચી

પ્રતિક્રિયાત્મકતા ધરાવતી ધાતુઓને તેમનાં સંયોજનોમાંથી વિસ્થાપિત કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે મૅગ્નેનીઝ ડાયૉક્સાઇડને ઍલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા થાય છે :

$$3MnO_2(s) + 4Al(s) \rightarrow 3Mn(l) + 2Al_2O_3(s) + \text{ઉષ્મા}$$

શું તમે એવા પદાર્થોની ઓળખ કરી શકો કે જે ઑક્સિડેશન અથવા રિડક્શન પામે છે ?



આકૃતિ 3.11
રેલવેના પાટા જોડવા માટેની થર્મિટ પ્રક્રિયા

આ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ ખૂબ વધુ ઉષ્માક્ષેપક હોય છે. ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનું પ્રમાણ એટલી હદે વધુ હોય છે કે ઉત્પન્ન થતી ધાતુ પીગળેલી અવસ્થામાં મળી છે. વાસ્તવમાં આયર્ન (III) ઑક્સાઇડ (Fe_2O_3)ની ઍલ્યુમિનિયમ સાથેની પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ રેલવેના પાટા અથવા તિરાડ પડેલા મશીનના ભાગો જોડવામાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા થર્મિટ પ્રક્રિયા (Thermit Reaction) તરીકે ઓળખાય છે.

$$Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow 2Fe(l) + Al_2O_3(s) + \text{ઉષ્મા}$$

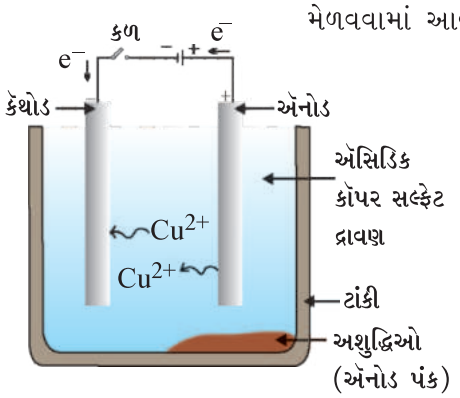
3.4.5 સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extracting Metals towards the Top of the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ પ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે.તેમનાં સંયોજનોને કાર્બન સાથે ગરમ કરવાથી તેને મેળવી શકાતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, કાર્બન વડે સોડિયમ, મૅગ્નેશિયમ, કૅલ્શિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ વગેરેના ઑક્સાઇડનું તેમની અનુરૂપ ધાતુઓમાં રિડક્શન કરી શકાતું નથી. આવું થવાનું કારણ એ છે કે ધાતુઓનું ઑક્સિજન પ્રત્યેનું આકર્ષણ કાર્બન કરતાં વધુ હોય છે. આ ધાતુઓ વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન (Electrolytic Reduction) દ્વારા મેળવાય છે. ઉદાહરણ તરીકે સોડિયમ, મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમને તેમના પીગાળેલા ક્લોરાઇડના વિદ્યુતવિભાજન દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. ધાતુઓ કૅથોડ (ઋણ વીજભારિત વિદ્યુતધ્રુવ) પર જમા થાય છે, જ્યારે ક્લોરિન ઍનોડ (ધન વીજભારિત વિદ્યુતધ્રુવ) પર જમા થાય છે. પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે છે :

કૅથોડ પર : $Na^+ + e^- \rightarrow Na$

ઍનોડ પર : $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

તેવી જ રીતે ઍલ્યુમિનિયમને ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડના વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 3.12
કૉપરનું વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન. ઍસિડિક કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ વિદ્યુતવિભાજ્ય છે. ઍનોડ અશુદ્ધ કૉપર છે જ્યારે કૅથોડ શુદ્ધ કૉપરની પટ્ટી છે. વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં, કૅથોડ પર શુદ્ધ કૉપર જમા થાય છે

3.4.6 ધાતુઓનું શુદ્ધીકરણ (Refining of Metals)

ઉપર વર્ણવેલ વિવિધ રિડક્શન જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતી ધાતુઓ સંપૂર્ણપણે શુદ્ધ હોતી નથી. તેઓ અશુદ્ધિ ધરાવે છે કે જેને શુદ્ધ ધાતુઓ મેળવવા માટે દૂર કરવી જરૂરી છે. અશુદ્ધ ધાતુઓના શુદ્ધીકરણ માટે સૌથી વ્યાપક પ્રમાણમાં વપરાતી પદ્ધતિ વિદ્યુત- વિભાજનીય શુદ્ધીકરણ છે.

વિદ્યુતવિભાજનીય શુદ્ધીકરણ (Electrolytic Refining) : અનેક ધાતુઓ જેવી કે કૉપર, ઝિંક, ટિન, નિકલ, ચાંદી, સોનું વગેરે વિદ્યુતવિભાજનીય રીતે મેળવાય છે. આ પ્રક્રમમાં અશુદ્ધ ધાતુનો ઍનોડ અને શુદ્ધ ધાતુની પાતળી પટ્ટીનો કૅથોડ બનાવવામાં આવે છે. ધાતુ ક્ષારના દ્રાવણનો વિદ્યુતવિભાજ્ય (Electrolyte) તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સાધનોની ગોઠવણી આકૃતિ 3.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કરવામાં આવે છે. વિદ્યુતવિભાજ્યમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં, ઍનોડમાંથી શુદ્ધ ધાતુ વિદ્યુતવિભાજ્યમાં ઓગળે છે. વિદ્યુતવિભાજ્યમાંથી સમતુલ્ય પ્રમાણમાં

શુદ્ધ ધાતુ કૅથોડ પર જમા થાય છે. દ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ દ્રાવણમાં જાય છે, જ્યારે અદ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ ઍનોડના તળિયે નિક્ષેપિત (જમા) થાય છે, તેને ઍનોડ પંક (Anode mud) કહેવાય છે.

પ્રશ્નો

1. નીચેનાં પદોને વ્યાખ્યાયિત કરો :
   (i) ખનીજ (ii) કાચી ધાતુ (અયસ્ક) (iii) ગેંગ
2. કુદરતમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળતી બે ધાતુઓનાં નામ આપો.
3. ધાતુને તેના ઑક્સાઇડમાંથી મેળવવા માટે કઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા વપરાય છે ?

3.5 ક્ષારણ (Corrosion)

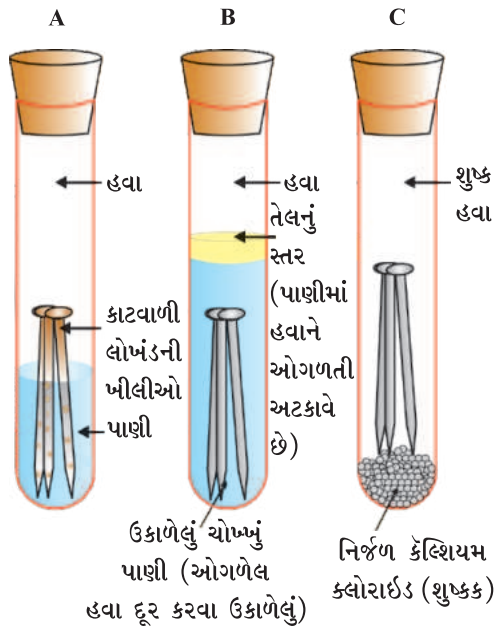
તમે પ્રકરણ 1માં ક્ષારણ વિશે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં છો –

- ચાંદીની વસ્તુઓને હવામાં ખુલ્લી રાખતાં થોડા સમય બાદ તે કાળી પડી જાય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, તે હવામાંના સલ્ફર સાથે પ્રક્રિયા કરી સિલ્વર સલ્ફાઇડનું સ્તર બનાવે છે.
- કૉપર હવામાંના ભેજયુક્ત કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ધીરે-ધીરે તેનો ચમકદાર કથ્થાઈ રંગ ગુમાવીને લીલું સ્તર પ્રાપ્ત કરે છે. આ લીલો પદાર્થ બેઝિક કૉપર કાર્બોનેટ છે.
- લોખંડને ભેજવાળી હવામાં લાંબો સમય ખુલ્લું રાખતા તેની પર કથ્થાઈ પદાર્થનો થર જામે છે, તેને કાટ (rust) કહે છે.

ચાલો, આપણે એવી પરિસ્થિતિઓ શોધી કાઢીએ કે જેમાં લોખંડને કાટ લાગે છે.

પ્રવૃત્તિ 3.14

- ત્રણ કસનળી લો અને દરેકમાં લોખંડની ખીલી મૂકો.
- આ કસનળીઓને A, B અને C ચિહ્નિત કરો. કસનળી Aમાં થોડું પાણી ઉમેરીને તેને બૂચ લગાવો.
- કસનળી Bમાં ઉકાળેલું શુદ્ધ પાણી ઉમેરો. આશરે 1 mL તેલ ઉમેરીને તેને બૂચ લગાવો. તેલ પાણી પર તરશે અને હવાને પાણીમાં ઓગળતી અટકાવશે.
- કસનળી Cમાં થોડો નિર્જળ કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ લો અને તેને બૂચ લગાવો. જો હવામાં ભેજ હશે તો નિર્જળ કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ ભેજ શોષી લેશે. થોડા દિવસો સુધી આ કસનળીઓને મૂકી રાખો અને પછી અવલોકન કરો (આકૃતિ 3.13).



આકૃતિ 3.13

તમે અવલોકન કરશો કે કસનળી Aમાં લોખંડની ખીલીઓ કટાય છે, પરંતુ કસનળી B અને Cમાં તે કટાતી નથી. કસનળી Aમાં ખીલીઓ હવા અને પાણી બંનેના સંપર્કમાં આવે છે. કસનળી B માં ખીલીઓ માત્ર પાણીના સંપર્કમાં આવે છે અને કસનળી Cમાં ખીલીઓ સૂકી હવાના સંપર્કમાં આવે છે. આ બાબત લોખંડની વસ્તુઓ કઈ પરિસ્થિતિમાં કટાય છે તે વિશે આપણને શું કહે છે ?

કઈ પરિસ્થિતિઓમાં લોખંડને કાટ લાગે છે તેની તપાસ કરવી. કસનળી A માં હવા અને પાણી બંને હાજર છે. કસનળી B માં પાણીમાં હવા ઓગળેલી નથી. કસનળી C માં હવા શુષ્ક છે.

3.5.1 ક્ષારણનો અટકાવ (Prevention of Corrosion)

રંગ કરીને, તેલ લગાવીને, ગ્રીઝ લગાવીને, ગૅલ્વેનાઇઝિંગ કરીને, ક્રોમ પ્લેટિંગ કરીને, એનોડીકરણ દ્વારા અથવા મિશ્રધાતુઓ બનાવીને લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવી શકાય છે.

સ્ટીલ અને લોખંડને કાટ સામે રક્ષણ આપવા માટે તેમની પર ઝિંકનું પાતળું સ્તર લગાવવાની પદ્ધતિ ગૅલ્વેનાઇઝેશન છે. જો ઝિંકનું સ્તર તૂટી જાય તેમ છતાં ગૅલ્વેનાઇઝ્ડ વસ્તુનું કાટ સામે રક્ષણ થાય છે. શું તમે તેનું કારણ આપી શકો છો ?

મિશ્રધાતુ બનાવવી (Alloying) એ ધાતુના ગુણધર્મોમાં સુધારા કરવા માટેની વધુ સારી પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિથી આપણે ઇચ્છિત ગુણધર્મો મેળવી શકીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, લોખંડ વ્યાપક પ્રમાણમાં ઉપયોગમાં લેવાતી ધાતુ છે, પરંતુ તે ક્યારેય શુદ્ધ અવસ્થામાં વપરાતી નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે શુદ્ધ લોખંડ ખૂબ જ નરમ હોય છે અને ગરમ હોય ત્યારે સહેલાઈથી ખેંચી શકાય તેવું હોય છે. પરંતુ જો તેને કાર્બનના થોડા પ્રમાણ (આશરે 0.05 %) સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો તે સખત અને મજબૂત બને છે. જ્યારે લોખંડને નિકલ અને ક્રોમિયમ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે આપણે સ્ટેનલેસ સ્ટીલ મેળવી શકીએ છીએ કે જે સખત હોય છે અને તેને કાટ લાગતો નથી. આમ, લોખંડને બીજા કેટલાક પદાર્થો સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો, તેના ગુણધર્મો બદલાય છે. વાસ્તવમાં કોઈ પણ ધાતુને જો બીજા કોઈ પદાર્થ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો તેના ગુણધર્મો બદલી શકાય છે. ઉમેરવામાં આવતો પદાર્થ ધાતુ અથવા અધાતુ હોઈ શકે છે. મિશ્રધાતુ (Alloy) એ બે કે તેથી વધુ ધાતુઓ અથવા ધાતુ અને અધાતુનું સમાંગ (homogeneous) મિશ્રણ છે. સૌપ્રથમ પ્રાથમિક ધાતુને પીગાળીને ત્યારબાદ નિશ્ચિત પ્રમાણમાં અન્ય તત્ત્વો તેમાં ઓગાળીને તૈયાર કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ તેને ઓરડાના તાપમાને ઠંડી પાડવામાં આવે છે.

શુદ્ધ સોનું, 24 કૅરેટ સોના તરીકે ઓળખાય છે અને ખૂબ જ નરમ હોય છે તેથી તે ઘરેણાં બનાવવા માટે યોગ્ય નથી. તેને સખત બનાવવા માટે તેને ચાંદી કે કૉપર સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે ભારતમાં સોનાના દાગીના બનાવવા માટે 22 કૅરેટ સોનું ઉપયોગમાં લેવાય છે તેનો અર્થ એ થાય કે 22 ભાગ શુદ્ધ સોનું, 2 ભાગ કૉપર કે ચાંદી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે.

જો ધાતુઓ પૈકીની એક મરક્યુરી હોય તો તે મિશ્રધાતુને સંરસ (amalgam) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. મિશ્રધાતુની વિદ્યુતવાહકતા અને ગલનબિંદુ શુદ્ધ ધાતુઓ કરતાં ઓછા હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કૉપર અને ઝિંક (Cu અને Zn)ની મિશ્રધાતુ પિત્તળ તથા કૉપર અને ટીન (Cu અને Sn)ની મિશ્રધાતુ બ્રોન્ઝ વિદ્યુતના સારા વાહકો નથી જ્યારે કૉપર વિદ્યુતીય પરિપથ બનાવવા વપરાય છે. સોલ્ડર (Solder) સીસું અને ટીનની મિશ્રધાતુ (Pb અને Sn) છે, જે નીચું ગલનબિંદુ ધરાવે છે અને વિદ્યુતીય તારનું એકબીજા સાથે વેલ્ડિંગ (રેણ) કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.



દિલ્લીમાં આવેલો લોહસ્તંભ

પ્રાચીન ભારતીય ધાતુકર્મ વિધિની અજાયબી

1600 કરતાં વધુ વર્ષો પહેલાં ભારતના લોખંડ કારીગરો દ્વારા દિલ્લીમાં કુતુબમિનાર પાસે લોહસ્તંભ બંધાયો હતો. તેઓએ એક પદ્ધતિ વિકસાવી કે જે લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવતી હતી. તેના ક્ષારણ પ્રતિકારકતાના ગુણ માટે થઈને દુનિયાના તમામ ખૂણાના વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા તેને ચકાસવામાં આવેલ છે. લોહસ્તંભ 8 m ઊંચો અને 6 ટન (6000 kg) વજનનો છે.

પ્રશ્નો

1. ઝિંક, મૅગ્નેશિયમ અને કૉપરના ધાતુ ઑક્સાઇડો નીચે દર્શાવેલ ધાતુઓ સાથે ગરમ કરવામાં આવ્યા :

ધાતુ	ઝિંક	મૅગ્નેશિયમ	કૉપર
ઝિંક ઑક્સાઇડ			
મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ			
કૉપર ઑક્સાઇડ			

કયા કિસ્સામાં તમે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થતી જોઈ શકો છો ?

2. કઈ ધાતુઓ આસાનીથી કટાતી નથી ?
3. મિશ્રધાતુઓ એટલે શું ?

તમે શીખ્યાં કે

- તત્ત્વોને ધાતુઓ અને અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- ધાતુઓ ચમકદાર (lustrous), ટીપનીય (malleable), તનનીય (ductile) અને ઉષ્મા તેમજ વિદ્યુતના સારા વાહકો છે. તેઓ ઓરડાના તાપમાને ઘન હોય છે સિવાય કે મરક્યુરી જે પ્રવાહી છે.
- ધાતુઓ અધાતુઓને ઇલેક્ટ્રૉન આપીને ધનાયન બનાવી શકે છે.
- ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને બેઝિક ઑક્સાઇડ બનાવે છે. ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ અને ઝિંક ઑક્સાઇડ બેઝિક તેમજ ઍસિડિક ઑક્સાઇડ એમ બંનેના ગુણધર્મો દર્શાવે છે. આ ઑક્સાઇડ ઊભયગુણી (amphoteric) ઑક્સાઇડ તરીકે ઓળખાય છે.
- જુદી-જુદી ધાતુઓની પાણી અને મંદ ઍસિડ સાથે પ્રતિક્રિયાત્મકતા જુદી-જુદી હોય છે.
- સામાન્ય ધાતુઓની તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવેલી યાદીને સક્રિયતા શ્રેણી તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.
- સક્રિયતા શ્રેણીમાં હાઇડ્રોજનની ઉપર રહેલી ધાતુઓ મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે.
- વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુ તેનાથી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુને તેના ક્ષારના દ્રાવણમાંથી વિસ્થાપિત કરે છે.
- કુદરતમાં ધાતુઓ મુક્ત તત્ત્વો અથવા તેના સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મળી આવે છે.
- કાચી ધાતુમાંથી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ અને ત્યાર બાદ તેમના ઉપયોગ માટે તેમનું શુદ્ધીકરણ, ધાતુકર્મ વિધિ (metallurgy) તરીકે ઓળખાય છે.
- મિશ્રધાતુ બે કે તેથી વધુ ધાતુઓ કે ધાતુ અને અધાતુનું સમાંગ મિશ્રણ છે.
- કેટલીક ધાતુઓ જેવી કે લોખંડની સપાટી લાંબો સમય ભેજયુક્ત હવાના સંપર્કમાં આવે ત્યારે તેને કાટ લાગે છે. આ ઘટનાને ક્ષારણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.
- અધાતુઓ ધાતુઓ કરતાં વિરુદ્ધ ગુણધર્મો ધરાવે છે. તેઓ નથી ટીપનીય હોતી કે નથી તનનીય. તેઓ ઉષ્મા અને વિદ્યુતની અવાહક હોય છે સિવાય કે ગ્રેફાઇટ જે વિદ્યુતનું વહન કરે છે.

- અધાતુઓ જ્યારે ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને ઋણવીજભારિત આયનો બનાવે છે.
- અધાતુઓ ઑક્સાઇડ બનાવે છે, જે ઍસિડિક અથવા તટસ્થ હોય છે.
- અધાતુઓ મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતી નથી. તેઓ હાઇડ્રોજન સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રાઇડ બનાવે છે.

સ્વાધ્યાય

C5G8D5

1. નીચેની પૈકી કઈ જોડ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ આપે છે ?

(a) NaCl દ્રાવણ અને કૉપર ધાતુ

(b) $MgCl_2$ દ્રાવણ અને ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુ

(c) $FeSO_4$ દ્રાવણ અને ચાંદી ધાતુ

(d) $AgNO_3$ દ્રાવણ અને કૉપર ધાતુ

2. નીચેના પૈકી કઈ પદ્ધતિ લોખંડની તળવાની કડાઈને કાટ લાગવાથી અટકાવી શકે છે ?

(a) ગ્રીઝ લગાવવાની

(b) રંગ લગાવવાની

(c) ઝિંકનું સ્તર લગાવવાની

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ

3. એક તત્ત્વ ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરી ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતું સંયોજન આપે છે. આ સંયોજન પાણીમાં પણ દ્રાવ્ય છે. આ તત્ત્વ ..... હોઈ શકે.

(a) કૅલ્શિયમ (b) કાર્બન (c) સિલિકોન (d) આયર્ન

4. ખાદ્યપદાર્થના ડબા પર ટીનનું સ્તર લાગે છે નહિં કે ઝિંકનું, કારણ કે

(a) ઝિંક ટીન કરતા મોંઘી છે.

(b) ઝિંક ટીન કરતાં ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવે છે.

(c) ઝિંક ટીન કરતાં વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે.

(d) ઝિંક ટીન કરતાં ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે.

5. તમને એક હથોડી, બૅટરી, ગોળો, તાર અને સ્વિચ આપેલા છે.

(a) તમે તેમનો ધાતુઓ અને અધાતુ વચ્ચે ભેદ પારખવા કેવી રીતે ઉપયોગ કરી શકશો ?

(b) ધાતુઓ અને અધાતુઓ વચ્ચેની આ પરખ કસોટીઓની ઉપયોગિતાનું મૂલ્યાંકન કરો.

6. ઊભયગુણી ઑક્સાઇડ એટલે શું ? ઊભયગુણી ઑક્સાઇડનાં બે ઉદાહરણો આપો.

7. મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતી બે ધાતુઓ અને વિસ્થાપન ન કરતી બે ધાતુઓનાં નામ લખો.

8. ધાતુ M ના વિદ્યુતવિભાજનીય શુદ્ધીકરણમાં ઍનોડ, કૅથોડ અને વિદ્યુતવિભાજ્ય તરીકે તમે શું લેશો ?

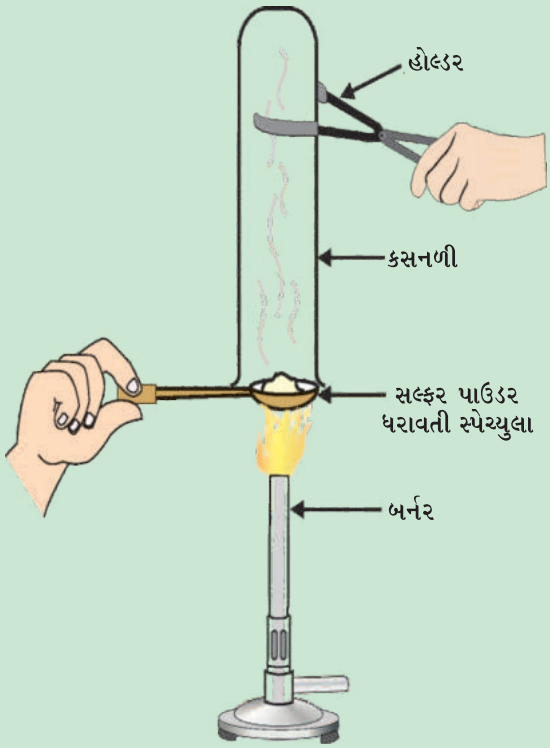
9. પ્રત્યુષે સ્પેચ્યુલા પર સલ્ફર પાઉડર લીધો અને તેને ગરમ કર્યો. નીચેની આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેણે તેની ઉપર કસનળી ઊંધી રાખીને ઉત્પન્ન થતો વાયુ એકત્ર કર્યો.

(a) વાયુની અસર

(i) શુષ્ક લિટમસ પેપર પર શી થશે ?

(ii) ભેજયુક્ત લિટમસ પેપર પર શી થશે ?

(b) પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.



વાયુનું એકત્રીકરણ

10. લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવવાના બે ઉપાય જણાવો.

11. જ્યારે અધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાય ત્યારે બનતા ઑક્સાઇડના પ્રકાર કયા છે ?

12. કારણ આપો :

(a) પ્લેટિનમ, સોનું અને ચાંદી આભૂષણો બનાવવા વપરાય છે.

(b) સોડિયમ, પોટૅશિયમ અને લિથિયમનો તેલમાં સંગ્રહ કરવામાં આવે છે.

(c) ઍલ્યુમિનિયમ ખૂબ જ પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુ છે તેમ છતાં રસોઈનાં વાસણો બનાવવા માટે વપરાય છે.

(d) કાર્બોનેટ અને સલ્ફાઇડ અયસ્ક સામાન્ય રીતે નિષ્કર્ષણ દરમિયાન ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે.

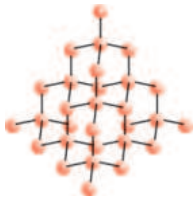
13. તમે ચોક્કસપણે નિસ્તેજ (ઝાંખા) તાંબાનાં વાસણો લીંબુ અથવા આમલીના રસ વડે શુદ્ધ થતાં જોયાં છે. સમજાવો કે શા માટે આવા ખાટા પદાર્થો વાસણો શુદ્ધ કરવા માટે અસરકારક છે ?

14. રાસાયણિક ગુણધર્મોના આધારે ધાતુઓ અને અધાતુઓ વચ્ચે ભેદ પારખો.

15. એક વ્યક્તિ ઘરે-ઘરે સોની તરીકે જઈને ઊભો રહે છે. તે જૂના અને નિસ્તેજ (ઝાંખા) સોનાનાં ઘરેણાની ચમક પાછી લાવી આપવાનું વચન આપે છે. એક બિનસાવધ ગૃહિણી તેને સોનાની બંગડીઓનો સેટ આપે છે, જેને તેણે એક ખાસ દ્રાવણમાં ડૂબાડ્યો. બંગડીઓ નવા જેવી જ ચમકવા લાગી પરંતુ તેના વજનમાં ભારે ઘટાડો થયો. ગૃહિણી ઉદાસ થઈ ગઈ પરંતુ નિરર્થક દલીલ પછી વ્યક્તિ ઉતાવળે જતો રહ્યો. શું તમે ગુપ્તચર તરીકે વર્તી તેણે ઉપયોગમાં લીધેલા દ્રાવણનો પ્રકાર શોધી શકશો ?

16. કારણ આપો કે કૉપર ગરમ પાણીની ટાંકી બનાવવા માટે વપરાય છે પરંતુ સ્ટીલ (આયર્નની મિશ્રધાતુ) વપરાતું નથી.

D1L3C7



પ્રકરણ 4
કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો (Carbon and its Compounds)

અગાઉના પ્રકરણમાં, આપણા માટે અગત્યનાં અનેક સંયોજનો આપણે જાણ્યાં. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલાંક વધુ રસપ્રદ સંયોજનો અને તેના ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કરીશું. આપણે કાર્બન વિશે પણ શીખીશું કે જેનું આપણા માટે તત્ત્વ સ્વરૂપે તેમજ સંયોજિત સ્વરૂપે એમ બંને રીતે ખૂબ જ મહત્ત્વ છે.

પ્રવૃત્તિ 4.1

- સવારથી તમે જે વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરો છો અથવા વાપરો છો તે પૈકીની દસ વસ્તુઓની યાદી બનાવો.
- આ યાદીને તમારા સહાધ્યાયીએ બનાવેલ યાદી સાથે સરખાવો તેમજ વસ્તુઓને બાજુમાં દર્શાવેલ કોષ્ટકમાં વર્ગીકૃત કરો.
- જો વસ્તુઓ એક કરતાં વધુ સામગ્રીની બનેલી હોય તો તેઓને કોષ્ટકના સંબંધિત બંને ખાનાંઓ (Columns)માં મૂકો.

ધાતુની બનેલી વસ્તુઓ	કાચ/માટીની બનેલી વસ્તુઓ	અન્ય

અંતિમ ખાનામાં આવતી વસ્તુઓ તરફ ધ્યાન આપો. તમારા શિક્ષક તમને જણાવશે કે તેમાંથી મોટાભાગની વસ્તુઓ કાર્બનનાં સંયોજનોમાંથી બનેલી છે. તેની પરખ કરવા માટે તમે કોઈ પદ્ધતિ વિચારી શકો છો ? જો કાર્બનયુક્ત સંયોજનનું દહન કરવામાં આવે તો શું નીપજ મળશે ? શું તમે તેની ખાતરી કરવા માટેની કોઈ કસોટી જાણો છો ?

અન્ન, કપડાં, દવાઓ, પુસ્તકો અથવા અનેક વસ્તુઓ કે જેની તમે યાદી બનાવેલ છે તે તમામ સર્વતોમુખી (Versatile) તત્ત્વ કાર્બન પર આધારિત છે. વધુમાં તમામ સજીવ સંરચનાઓ કાર્બન પર આધારિત છે. પૃથ્વીના પોપડામાં અને વાતાવરણમાં હાજર કાર્બનની માત્રા ખૂબ જ અલ્પ છે. પૃથ્વીનો પોપડો ખનીજો સ્વરૂપે માત્ર 0.02 % કાર્બન ધરાવે છે (જેમકે કાર્બોનેટ, હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ, કોલસો અને પેટ્રોલિયમ) અને વાતાવરણમાં 0.03 % કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ હોય છે. કુદરતમાં આટલી અલ્પ માત્રામાં કાર્બન પ્રાપ્ય હોવા છતાં કાર્બનનું મહત્ત્વ અપાર છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કાર્બનના એવા ગુણધર્મો જોઈશું કે જે આવી અસામાન્યતા તરફ દોરી જાય છે.

A3C5Z3

4.1 કાર્બનમાં બંધન–સહસંયોજક બંધ (Bonding in Carbon–The Covalent Bond)

અગાઉના પ્રકરણમાં, આપણે આયનીય સંયોજનોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરેલ છે. આપણે જોયું કે આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે અને દ્રાવણમાં કે પીગળેલી

અવસ્થામાં વિદ્યુતનું વહન કરે છે. આપણે તે પણ જોયું કે આયનીય સંયોજનોમાં બંધનનો સ્વભાવ કેવી રીતે આ ગુણધર્મોની સમજ આપે છે. ચાલો આપણે કેટલાંક કાર્બન સંયોજનોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીએ.

આપણે પ્રકરણ 2માં જોઈ ગયાં તે પ્રમાણે મોટાભાગનાં કાર્બન સંયોજનો વિદ્યુતના મંદવાહકો છે. કોષ્ટક 4.1માં આપેલી કાર્બન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુ અને ગલનબિંદુની માહિતી પરથી આપણને જાણવા મળે છે કે, આ સંયોજનો આયનીય સંયોજનોની સરખામણીમાં નીચાં ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે (પ્રકરણ 3). આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ અણુઓ વચ્ચેનાં આકર્ષણ બળો વધુ પ્રબળ નથી. મોટાભાગે આ સંયોજનો વિદ્યુતના અવાહકો હોય છે, તેથી આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ સંયોજનોમાંના બંધન કોઈ આયનો આપતાં નથી.

કોષ્ટક 4.1 કેટલાંક કાર્બનનાં સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

સંયોજન	ગલન-બિંદુ (K)	ઉત્કલન-બિંદુ (K)
ઍસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH)	290	391
ક્લૉરોફૉર્મ ($CHCl_3$)	209	334
ઇથેનોલ (CH_3CH_2OH)	156	351
મિથેન (CH_4)	90	111

ધોરણ IXમાં આપણે વિવિધ તત્ત્વોની સંયોગીકરણ ક્ષમતા અને તે કેવી રીતે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે તે વિશે શીખી ગયાં. ચાલો, હવે આપણે કાર્બનની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના જોઈએ. કાર્બનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (atomic number) 6 છે. કાર્બનની વિવિધ કક્ષાઓ (કોશો)માં ઇલેક્ટ્રૉનની વહેંચણી કેવી રીતે થશે ? કાર્બન કેટલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે ?

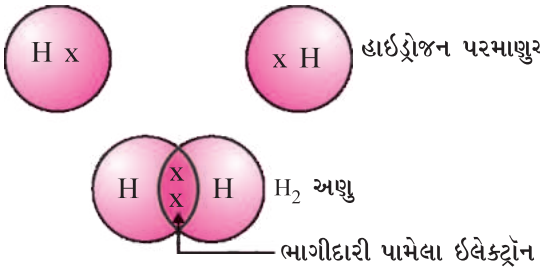
આપણે જાણીએ છીએ કે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતા સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમકક્ષા એટલે કે નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિને આધારે સમજાવી શકાય છે. આયનીય સંયોજનોની રચના કરતાં તત્ત્વો તેઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને કે ગુમાવીને તે પ્રાપ્ત કરે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં તેની બાહ્યતમ કક્ષામાં તે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે તેણે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન મેળવવા અથવા ગુમાવવા જરૂરી છે. જો તેણે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવવા કે ગુમાવવા હોય તો, –

(i) તે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને C^{4-} એનાયન (ઋણાયન) બનાવી શકે છે, પરંતુ છ પ્રોટોન ધરાવતા પરમાણુકેન્દ્ર માટે દસ ઇલેક્ટ્રૉન એટલે કે ચાર વધારાના ઇલેક્ટ્રૉન સમાવવા મુશ્કેલ થઈ શકે છે.

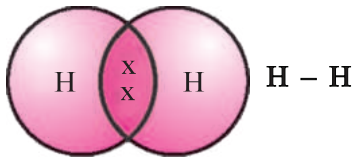
(ii) તે ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવીને C^{4+} કેટાયન (ધનાયન) બનાવી શકે છે. પરંતુ ચાર ઇલેક્ટ્રૉન દૂર કરીને તેના પરમાણુ કેન્દ્રમાં છ પ્રોટોન વડે આકર્ષાયેલા માત્ર બે ઇલેક્ટ્રૉનને સમાવતો કાર્બન કેટાયન બનાવવા માટે મોટા પ્રમાણમાં ઊર્જાની જરૂર પડે છે.

કાર્બન બીજા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે અથવા અન્ય તત્ત્વોના પરમાણુઓ સાથે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરીને આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવે છે. માત્ર કાર્બન જ નહિ અન્ય અનેક તત્ત્વો આ પ્રકારે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરીને અણુઓ બનાવે છે. ભાગીદારી પામતા ઇલેક્ટ્રૉન બંને પરમાણુઓની બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે અને બંને પરમાણુઓને નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા તરફ દોરી જાય છે. કાર્બનનાં સંયોજનો તરફ જતાં પહેલાં ચાલો, આપણે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારીથી રચાતા કેટલાક સામાન્ય અણુઓ તરફ નજર કરીએ.

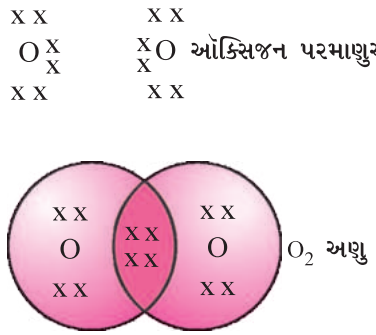
આ પ્રકારે રચાતો સૌથી સાદો અણુ હાઇડ્રોજન છે. તમે પહેલા શીખી ગયાં છો, તે પ્રમાણે હાઇડ્રોજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 1 છે. તેથી હાઇડ્રોજન તેની K કક્ષા(કોશ)માં એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને K કક્ષાને ભરવા માટે તેને વધુ એક ઇલેક્ટ્રૉનની આવશ્યકતા છે. તેથી બે હાઇડ્રોજન



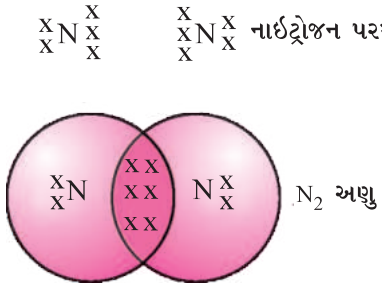
આકૃતિ 4.1
હાઈડ્રોજનનો અણુ



આકૃતિ 4.2
બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ



આકૃતિ 4.3
બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ



આકૃતિ 4.4
બે નાઈટ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધ

પરમાણુઓ તેમના ઈલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરીને હાઈડ્રોજન અણુ H_2 બનાવે છે. પરિણામે હાઈડ્રોજનનો પ્રત્યેક પરમાણુ તેની નજીકના નિષ્ક્રિય વાયુ હિલિયમ જેવી ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના પ્રાપ્ત કરે છે, જે તેની K કક્ષામાં બે ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે. આપણે ટપકાં અથવા ચોકડીઓ કરીને સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રૉન દર્શાવી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.1).

ભાગીદારી પામેલ ઈલેક્ટ્રૉનની જોડ બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ રચે છે. એકલ બંધને આકૃતિ 4.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે પરમાણુઓ વચ્ચે રેખા (line) દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે.

ક્લોરિનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 17 છે. તેની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના અને તેની સંયોજકતા શું થશે ? ક્લોરિન દ્વિપરમાણ્વીય અણુ Cl_2ની રચના કરે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઈલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? ધ્યાન રાખો કે માત્ર સંયોજકતા કક્ષાના ઈલેક્ટ્રૉનનું જ નિરૂપણ કરવાની આવશ્યકતા હોય છે.

ઑક્સિજનના કિસ્સામાં આપણે બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધનું નિર્માણ થયેલું જોઈએ છીએ. આવું થવાનું કારણ ઑક્સિજનનો પરમાણુ તેની L કક્ષા (ઑક્સિજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક આઠ છે)માં છ ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને તેને અષ્ટક પૂર્ણ કરવા વધુ બે ઈલેક્ટ્રૉનની આવશ્યકતા છે. તેથી દરેક ઑક્સિજન પરમાણુ અન્ય ઑક્સિજન પરમાણુ સાથે બે ઈલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરી આકૃતિ 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની રચના આપે છે. દરેક ઑક્સિજન પરમાણુ દ્વારા દાન થયેલા બે ઈલેક્ટ્રૉન, ઈલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી પામેલી બે જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે.

શું તમે એક ઑક્સિજન પરમાણુ અને બે હાઈડ્રોજન પરમાણુ વચ્ચેના બંધથી બનતા પાણીના અણુનું નિરૂપણ કરી શકશો ? શું અણુ એકલબંધ કે દ્વિબંધ ધરાવતો હશે ?

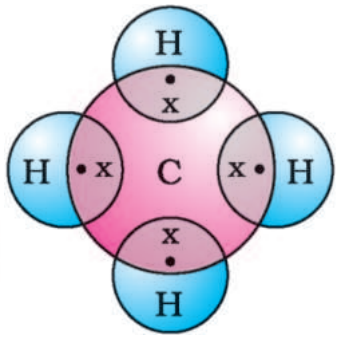
નાઈટ્રોજનના દ્વિપરમાણ્વીય અણુના કિસ્સામાં શું થશે ? નાઈટ્રોજન 7 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવે છે. તેની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના અને સંયોગીકરણ ક્ષમતા કેવી હશે ? અષ્ટક પ્રાપ્ત કરવા માટે નાઈટ્રોજનના અણુમાં રહેલ પ્રત્યેક નાઈટ્રોજન પરમાણુ ત્રણ ઈલેક્ટ્રૉનના ફાળા દ્વારા ઈલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી પામેલી ત્રણ જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે. N_2ની ઈલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના અને તેના ત્રિબંધનું નિરૂપણ આકૃતિ 4.4 પ્રમાણે કરી શકાય છે.

ઍમોનિયાનો અણુ NH_3 સૂત્ર ધરાવે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઈલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો કે જે તમામ ચારેય પરમાણુઓ કેવી રીતે નિષ્ક્રિય વાયુની રચના પ્રાપ્ત કરે છે તે દર્શાવી શકે ? અણુ એકલ બંધ ધરાવશે, દ્વિબંધ ધરાવશે કે ત્રિબંધ ?

ચાલો હવે આપણે મિથેન તરફ એક નજર કરીએ કે જે કાર્બનનું સંયોજન છે. મિથેનનો બળતણ તરીકે બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે, તેમજ તે બાયોગૅસ અને કૉમ્પ્રેસ્ડ નેચરલ ગૅસ (CNG)નો મુખ્ય ઘટક છે. તે કાર્બન દ્વારા બનતા સૌથી સામાન્ય સંયોજનોમાંનું એક છે. મિથેનનું સૂત્ર CH_4 છે. તમે જાણો છો તેમ હાઈડ્રોજનની સંયોજકતા 1 છે. કાર્બન ચતુઃસંયોજક છે કારણ કે તે ચાર સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે. નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે કાર્બન હાઈડ્રોજનના ચાર પરમાણુ સાથે આકૃતિ 4.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ ઈલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી કરે છે.

એવા બંધ કે જે બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઈલેક્ટ્રૉન યુગ્મની ભાગીદારીથી બનેલા હોય તે સહસંયોજક બંધ તરીકે ઓળખાય છે. સહસંયોજક બંધ ધરાવતા અણુઓમાં પ્રબળ બંધ બનેલા જણાય છે, પરંતુ આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ ઓછાં હોય છે. તેના કારણે

આ સંયોજનોના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ નીચાં હોય છે. પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી થઈને વીજભારવિહીન કણો ઉદ્‌ભવે છે, તેથી આવાં સહસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે વિદ્યુતના મંદવાહક હોય છે.

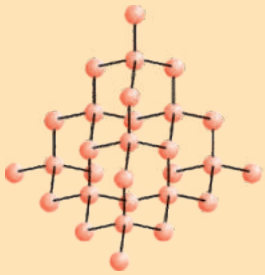


આકૃતિ 4.5
મિથેનની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ

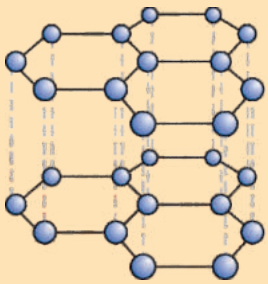
કાર્બનનાં અપરરૂપો

કાર્બન તત્ત્વ કુદરતમાં અનેક વિવિધ ભૌતિક ગુણધર્મો સાથે જુદાં-જુદાં સ્વરૂપમાં પ્રાપ્ત થાય છે. હીરો અને ગ્રેફાઇટ બંને કાર્બન પરમાણુઓના જ બનેલા હોય છે, કાર્બન પરમાણુઓ જે રીતે એકબીજા સાથે બંધથી જોડાય છે તેના આધારે તેમાં તફાવત હોય છે. હીરામાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવીને સખત ત્રિપરિમાણીય રચના બનાવે છે. ગ્રેફાઇટમાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ત્રણ પરમાણુ સાથે સમાન સ્તરમાં બંધ બનાવીને ષટકોણીય માળખું આપે છે. આ બંધો પૈકી એક દ્વિબંધ હોય છે અને આમ કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાય છે. એક સ્તર પર બીજું સ્તર એમ અનેક સ્તરોથી બનતા ષટકોણીય માળખા દ્વારા ગ્રેફાઇટનું બંધારણ રચાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

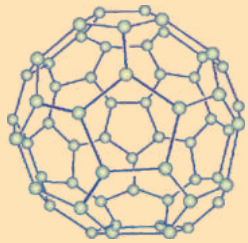


હીરાનું બંધારણ



ગ્રેફાઇટનું બંધારણ





C-60 બકમિન્સ્ટર ફુલેરિનનું બંધારણ

આ બંને જુદાં-જુદાં બંધારણોને કારણે હીરા અને ગ્રેફાઇટના ભૌતિક ગુણધર્મો અત્યંત જુદા હોય છે, તેમ છતાં તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે. હીરો સૌથી સખત જાણીતો પદાર્થ છે. જ્યારે ગ્રેફાઇટ લીસો (Smooth) અને ચીકણો (Slippery) છે. તમે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરેલ અન્ય અધાતુઓ કરતાં ગ્રેફાઇટ ખૂબ જ સારો વિદ્યુતનો સુવાહક પણ છે.

શુદ્ધ કાર્બનને અત્યંત ઊંચાં દબાણે અને તાપમાને લઈ જઈને હીરાનું સંશ્લેષણ કરી શકાય છે. આ સંશ્લેષિત કરેલા હીરા નાના હોય છે, પરંતુ કુદરતી હીરાથી સરળતાથી જુદા પાડી શકાતા નથી.

ફુલેરિન્સ કાર્બનનાં અપરરૂપોનો અન્ય વર્ગ રચે છે. સૌપ્રથમ ઓળખાયેલ C-60 કે જે ફૂટબૉલના આકારની કાર્બન પરમાણુઓની ગોઠવણી ધરાવે છે. તે અમેરિકન આર્કિટેક્ચર બકમિન્સ્ટર ફુલર (Buckminster Fuller) દ્વારા ડિઝાઇન કરેલ જિયોડેસિક ગુંબજ (Geodesic dome) જેવો દેખાય છે, તેથી આ અણુનું નામ ફુલેરિન રાખવામાં આવ્યું.

પ્રશ્નો

1. CO_2 સૂત્ર ધરાવતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?
2. સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓથી બનેલ સલ્ફર અણુનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?
   (**સૂચન :** સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને વલય બનાવે છે.)

4.2 કાર્બનનો સર્વતોમુખી સ્વભાવ (Versatile Nature of Carbon)

વિવિધ તત્ત્વો અને સંયોજનોમાં આપણે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી દ્વારા સહસંયોજક બંધનું નિર્માણ જોયું છે. આપણે સરળ કાર્બન સંયોજન, મિથેનનું બંધારણ પણ જોયું છે. પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે એવી કેટલી બધી વસ્તુઓનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ કે જે કાર્બન ધરાવે છે. વાસ્તવમાં આપણે પોતે પણ કાર્બન સંયોજનોના બનેલા છીએ. હાલમાં જ અસંખ્ય કાર્બન સંયોજનો કે જેનાં સૂત્રો રસાયણશાસ્ત્રીઓ માટે જાણીતા છે તેમની સંખ્યા લાખોમાં અંદાજવામાં આવી છે ! તે અન્ય તમામ તત્ત્વો દ્વારા બનતાં સંયોજનોને એકસાથે મૂકવાથી મળતી સંખ્યા કરતા ઘણી વધારે છે. શા માટે આ ગુણધર્મ કાર્બનમાં જ જોવા મળે છે અને અન્ય તત્ત્વમાં નહિ ? સહસંયોજક બંધનો સ્વભાવ કાર્બનને મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો બનાવવાની ક્ષમતા પૂરી પાડે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં બે પરિબળો નોંધાયેલાં છે –

(i) કાર્બન અન્ય કાર્બનના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની અદ્વિતીય ક્ષમતા ધરાવે છે, જેથી મોટી સંખ્યામાં અણુઓ બને છે. આ ગુણધર્મને કેટેનેશન (Catenation) કહે છે. આ સંયોજનો કાર્બનની લાંબી શૃંખલા, કાર્બનની શાખીય શૃંખલા અથવા વલયો (Rings)માં ગોઠવાયેલા કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. વધુમાં કાર્બનનો પરમાણુ એકલબંધ અથવા દ્વિબંધ અથવા ત્રિબંધથી જોડાયેલો હોઈ શકે છે. કાર્બનના પરમાણુઓ માત્ર એકલબંધથી જોડાયેલ હોય તેવા કાર્બનનાં સંયોજનોને સંતૃપ્ત સંયોજનો (Saturated Compounds) કહે છે. કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં સંયોજનોને અસંતૃપ્ત સંયોજનો (Unsaturated Compounds) કહે છે.

કાર્બન સંયોજનોમાં જે હદે કેટેનેશનનો ગુણધર્મ જોવા મળે છે, તે કોઈ બીજા તત્ત્વમાં જોવા મળતો નથી. સિલિકોન હાઇડ્રોજન સાથે જે સંયોજનો બનાવે છે, તેમાં સાત અથવા આઠ પરમાણુઓ સુધીની જ શૃંખલા હોય છે, પરંતુ આ સંયોજનો અતિક્રિયાશીલ હોય છે. કાર્બન-કાર્બન બંધ ખૂબ જ પ્રબળ હોય છે, તેથી તે સ્થાયી હોય છે. જે આપણને કાર્બન પરમાણુઓના એકબીજા સાથેના જોડાણથી મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો આપે છે.

(ii) કાર્બનની સંયોજકતા ચાર હોય છે, તેથી તે કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ અથવા કેટલાક અન્ય એક-સંયોજક તત્ત્વોના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. ઑક્સિજન, હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન, સલ્ફર, ક્લોરિન તથા અનેક અન્ય તત્ત્વોની સાથે કાર્બનનાં સંયોજનો બને છે, જેના કારણે એવા વિશિષ્ટ ગુણધર્મો ધરાવતાં સંયોજનો બને છે જે અણુમાં હાજર રહેલા કાર્બન સિવાયના તત્ત્વ પર આધાર રાખે છે.

વળી, કાર્બન મોટાભાગનાં અન્ય તત્ત્વો સાથે જે બંધ બનાવે છે, તે ખૂબ જ પ્રબળ હોય છે, જે સંયોજનોને અપવાદરૂપે સ્થાયી બનાવે છે. કાર્બન દ્વારા પ્રબળ બંધોના નિર્માણનું એક કારણ તેનું નાનું કદ છે. જેના કારણે પરમાણુકેન્દ્ર ભાગીદારી પામેલા ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મોને મજબૂતાઈથી જકડી રાખે છે. મોટા પરમાણુઓ ધરાવતાં તત્ત્વો દ્વારા બનતા બંધો અત્યંત નિર્બળ હોય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

કાર્બનિક સંયોજનો

કાર્બનમાં જોવા મળેલ બે વિશિષ્ટ લક્ષણો, ચતુ:સંયોજકતા અને કેટેનેશન એકસાથે મળીને મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોનું નિર્માણ કરે છે. અનેક સંયોજનો વિભિન્ન કાર્બનની શૃંખલાઓ સાથે જોડાયેલ અકાર્બનિક પરમાણુ અથવા પરમાણુઓના સમૂહ ધરાવે છે. આ સંયોજનોનું નિષ્કર્ષણ શરૂઆતમાં કુદરતી પદાર્થોમાંથી કરવામાં આવ્યું હતું અને એમ વિચારવામાં આવ્યું હતું કે આ કાર્બન સંયોજનો અથવા કાર્બનિક સંયોજનો માત્ર જીવંત પ્રણાલીમાંથી મેળવી શકાય છે. તેમના સંશ્લેષણ માટે એક 'મહત્ત્વપૂર્ણ બળ' (Vital Force) જરૂરી છે તેમ માનવામાં આવતું હતું. ફ્રેડરિક વોહલરે (Friedrich Wohler) 1828માં એમોનિયમ સાયનેટમાંથી યૂરિયાની બનાવટ દ્વારા તેનું ખંડન કર્યું, પરંતુ કાર્બાઇડ, કાર્બનના ઑક્સાઇડ, કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ક્ષારો સિવાયનાં કાર્બન સંયોજનોનો અભ્યાસ કાર્બનિક રસાયણ અંતર્ગત કરવામાં આવે છે.

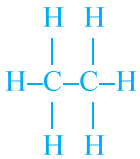
4.2.1 સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો
(Saturated and Unsaturated Carbon Compounds)

આપણે પહેલા જ મિથેનનું બંધારણ જોઈ ગયેલ છીએ. કાર્બન અને હાઇડ્રોજન વચ્ચે બનતું અન્ય સંયોજન C_2H_6 સૂત્ર ધરાવતું ઇથેન છે. સરળ કાર્બન સંયોજનોના બંધારણ મેળવવા માટેના પ્રથમ સોપાનમાં કાર્બન પરમાણુઓને એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડવામાં આવે છે (આકૃતિ 4.6 *a*) અને ત્યારબાદ કાર્બનની બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને સંતોષવા માટે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે (આકૃતિ 4.6 b). ઉદાહરણ તરીકે, ઇથેનનું બંધારણ નીચે દર્શાવેલાં સોપાનોમાં મેળવવામાં આવે છે –

C—C સોપાન 1

આકૃતિ 4.6 (a) કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાયેલા છે

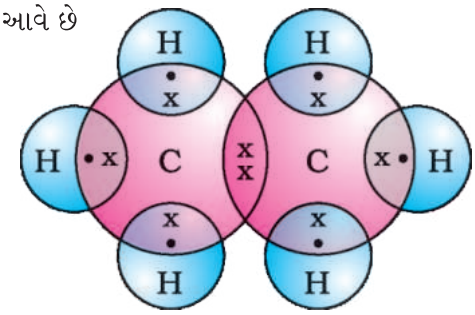
દરેક કાર્બન પરમાણુની ત્રણ સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે, તેથી તે દરેક ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુ સાથે બંધ બનાવીને નીચે પ્રમાણે સંરચના આપે છે :



સોપાન 2

આકૃતિ 4.6 (b) દરેક કાર્બન પરમાણુ ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલો છે

ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ આકૃતિ 4.6(c)માં દર્શાવેલી છે.

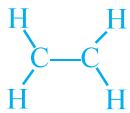


આકૃતિ 4.6
(c) ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ

શું તમે આ જ પ્રકારે પ્રોપેનનું બંધારણ દોરી શકો, કે જેનું આણ્વીય સૂત્ર (Molecular Formula) C_3H_8 છે ? તમે જોશો કે તમામ પરમાણુઓની સંયોજકતાઓ તેમની વચ્ચેના એકલ બંધોથી સંતોષાય છે. આવાં કાર્બન સંયોજનોને સંતૃપ્ત સંયોજનો કહે છે. આવાં સંયોજનો સામાન્ય રીતે વધુ સક્રિય કે ક્રિયાશીલ હોતાં નથી.

C—C સોપાન –1

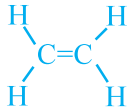
જોકે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના એક અન્ય સંયોજનનું સૂત્ર C_2H_4 છે અને તેને ઇથીન કહે છે. આ અણુનું નિરૂપણ કેવી રીતે કરી શકાય ? આપણે ઉપર પ્રમાણે જ તબક્કાવાર અભિગમ અનુસરીશું.



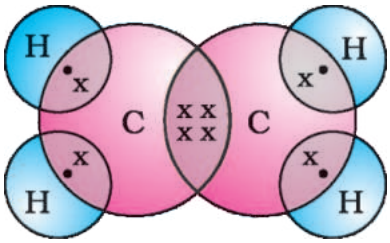
સોપાન –2

કાર્બન-કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાય છે (સોપાન 1).

આપણે જોઈએ છીએ કે દરેક કાર્બનની એક સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે (સોપાન 2). તે ત્યારે જ સંતોષાઈ શકે કે જ્યારે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ હોય (સોપાન 3).



સોપાન –3



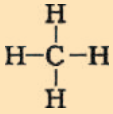
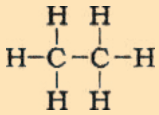
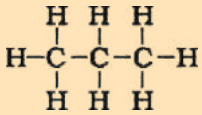
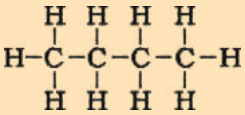
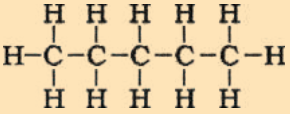
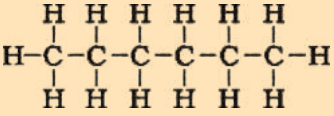
આકૃતિ 4.7
ઈથીનનું બંધારણ

ઈથીનની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના આકૃતિ 4.7માં આપેલ છે. હાઇડ્રોજન અને કાર્બનનું અન્ય સંયોજન C_2H_2 સૂત્ર ધરાવે છે તેને ઈથાઇન કહેવાય છે. શું તમે ઈથાઇનની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો? સંયોજકતાઓ સંતોષવા માટે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે કેટલા બંધ હોવા જરૂરી છે ? કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં આવાં સંયોજનો અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો (Unsaturated Carbon Compounds) તરીકે ઓળખાય છે અને તેઓ સંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે.

4.2.2 શૃંખલાઓ, શાખાઓ અને વલયો (Chains, Branches and Rings)

આગળના વિભાગમાં આપણે ક્રમશઃ 1, 2 અને 3 કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનો મિથેન, ઈથેન તથા પ્રોપેનનો ઉલ્લેખ કરેલ છે. કાર્બન પરમાણુઓની આ પ્રકારની શૃંખલાઓ ઘણા કાર્બન પરમાણુ ધરાવી શકે છે. તે પૈકીના છના નામ અને બંધારણ કોષ્ટક 4.2માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 4.2 કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના સંતૃપ્ત સંયોજનોનાં સૂત્રો અને બંધારણ

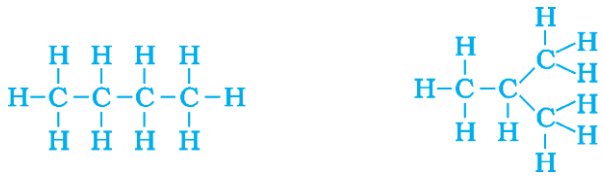
C પરમાણુની સંખ્યા	નામ	સૂત્ર	બંધારણ
1	મિથેન	CH_4	
2	ઈથેન	C_2H_6	
3	પ્રોપેન	C_3H_8	
4	બ્યુટેન	C_4H_{10}	
5	પેન્ટેન	C_5H_{12}	
6	હેક્ઝેન	C_6H_{14}	

પરંતુ, ચાલો આપણે બ્યુટેનનો અન્ય રીતે વિચાર કરીએ. જો આપણે ચાર કાર્બન પરમાણુઓથી કાર્બન 'માળખું' (skeleton) બનાવીએ, તો આપણે જોઈએ છીએ કે બે જુદાં-જુદાં 'માળખાં' બની શકે છે.



આકૃતિ 4.8 (a) બે શક્ય કાર્બન-માળખાં

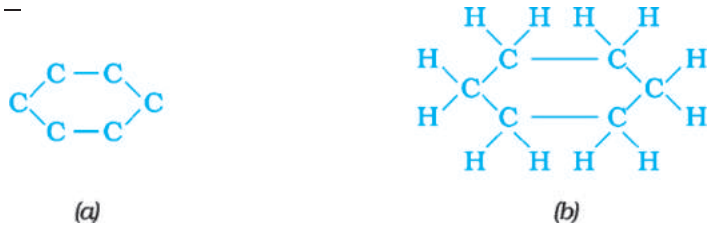
બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને હાઇડ્રોજન વડે ભરપાઈ કરતાં નીચે પ્રમાણે સૂત્ર મળે છે –



આકૃતિ 4.8 (b) C_4H_{10} સૂત્ર ધરાવતાં બે બંધારણો માટેના સંપૂર્ણ અણુઓ

આપણે જોઈએ છીએ કે બંને બંધારણો સમાન સૂત્ર C_4H_{10} ધરાવે છે. સમાન આણ્વીય સૂત્ર પરંતુ ભિન્ન બંધારણો ધરાવતાં આવાં સંયોજનોને બંધારણીય સમઘટકો (Structural Isomers) કહે છે.

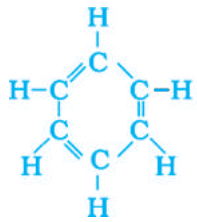
સરળ તથા શાખીય કાર્બન શૃંખલાઓ ઉપરાંત કેટલાંક સંયોજનો વલયના સ્વરૂપમાં ગોઠવાયેલ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે સાયક્લોહેક્ઝેન, C_6H_{12} સૂત્ર અને નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



(a) (b)

આકૃતિ 4.9 સાયક્લોહેક્ઝેનનું બંધારણ (a) કાર્બન માળખું (b) સંપૂર્ણ અણુ

શું તમે સાયક્લોહેક્ઝેન માટે ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અને ચક્રીય કાર્બન સંયોજનો, તમામ સંતૃપ્ત અથવા અસંતૃપ્ત હોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે બેન્ઝિન, C_6H_6 નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



બેન્ઝિન-C_6H_6

આકૃતિ 4.10 બેન્ઝિનનું બંધારણ

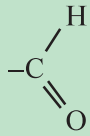
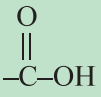
આ તમામ કાર્બન સંયોજનો કે જે માત્ર કાર્બન અને હાઇડ્રોજન ધરાવે છે તેમને હાઇડ્રોકાર્બન (Hydrocarbons) કહેવાય છે. આ પૈકીના સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને આલ્કેન સંયોજનો કહેવાય છે. અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો જે એક અથવા વધુ દ્વિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કીન કહે છે. જે એક અથવા વધુ ત્રિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કાઇન કહે છે.

4.2.3 તમે મારા મિત્ર બનશો ? (Will you be my Friend ?)

કાર્બન ખૂબ જ મૈત્રીપૂર્ણ તત્ત્વ જણાય છે. અત્યાર સુધી આપણે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનનાં સંયોજનો જોયા છે, પરંતુ કાર્બન અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હેલોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન અને સલ્ફર સાથે

પણ બંધ બનાવે છે. હાઈડ્રોકાર્બન શૃંખલામાં આ તત્ત્વો એવી રીતે એક અથવા વધુ હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે કે જેથી કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાયેલી રહે. આવાં સંયોજનોમાં, હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતા તત્ત્વને વિષમપરમાણુ (Heteroatom) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ વિષમ પરમાણુઓ કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેના કેટલાક સમૂહોમાં પણ હાજર હોય છે. આ વિષમ પરમાણુઓ અને તેમને સમાવતા સમૂહો સંયોજનને વિશિષ્ટ ગુણધર્મો આપે છે, જે કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ અને સ્વભાવ પર આધારિત નથી હોતા તેથી તેમને ક્રિયાશીલ સમૂહો (Functional Groups) કહે છે. કેટલાક મહત્ત્વના ક્રિયાશીલ સમૂહો કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવેલ છે. સમૂહની મુક્ત સંયોજકતા અથવા સંયોજકતાઓ એકલ રેખા દ્વારા દર્શાવાય છે. ક્રિયાશીલ સમૂહ આ સંયોજકતા દ્વારા એક હાઈડ્રોજન પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરીને કાર્બન શૃંખલા સાથે જોડાયેલા રહે છે.

કોષ્ટક 4.3 કાર્બન સંયોજનોમાં કેટલાક ક્રિયાશીલ સમૂહો

વિષમ પરમાણુ	ક્રિયાશીલ સમૂહ	ક્રિયાશીલ સમૂહનું સૂત્ર
C1/Br	હેલો-(ક્લોરો/બ્રોમો)	–Cl, –Br (હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે વિસ્થાપિતો)
ઑક્સિજન	1. આલ્કોહોલ	–OH
	2. આલ્ડિહાઈડ	
	3. કિટોન	
	4. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ	

4.2.4 સમાનધર્મી શ્રેણી (Homologous Series)

તમે જોયું છે કે કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને અલગ-અલગ લંબાઈની શૃંખલાઓ બનાવે છે. આવી શૃંખલાઓ શાખીય પણ હોઈ શકે છે. વધુમાં આ કાર્બન શૃંખલાઓ પર રહેલ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓને ઉપર દર્શાવેલા ક્રિયાશીલ સમૂહો પૈકી કોઈ પણ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરી શકાય છે. આલ્કોહોલ જેવા ક્રિયાશીલ સમૂહની હાજરી કાર્બન સંયોજનના ગુણધર્મો સૂચવે છે, ભલે પછી કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ ગમે તેટલી હોય. ઉદાહરણ તરીકે, CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH, તથા C_4H_9OHના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ઘણી સમાનતા છે. આમ, કાર્બન શૃંખલામાં રહેલ હાઈડ્રોજનને સમાન પ્રકારના ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવેલ હોય તેવા સંયોજનોની શ્રેણીને સમાનધર્મી શ્રેણી કહે છે.

ચાલો, આપણે પહેલા કોષ્ટક 4.2માં જોયેલી સમાનધર્મી શ્રેણી તરફ એક નજર કરીએ. જો આપણે ક્રમિક સંયોજનોનાં સૂત્રો તરફ નજર કરીએ તો,

CH_4 અને C_2H_6 – તેઓ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે.

C_2H_6 અને C_3H_8 – તેઓ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે.

હવે પછીની જોડી - પ્રોપેન અને બ્યુટેન (C_4H_{10}) વચ્ચે શું તફાવત છે ?

શું તમે આ જોડીઓ વચ્ચે આણ્વીય દળોના તફાવત શોધી શકો છો (કાર્બનનું પરમાણ્વીય દળ 12 u અને હાઈડ્રોજનનું પરમાણ્વીય દળ 1 u) ?

તેવી જ રીતે, આલ્કીનની સમાનધર્મી શ્રેણી લો. શ્રેણીનો પ્રથમ સભ્ય ઇથિન છે કે જે વિભાગ 4.2.1માં જ આવી ગયેલ છે. ઇથિનનું સૂત્ર શું છે ? આલ્કીન શ્રેણીના ક્રમિક સભ્યો C_3H_6, C_4H_8 અને C_5H_{10} સૂત્રો ધરાવે છે. શું તેઓ પણ $-CH_2-$ એકમથી જુદા પડે છે ? શું તમને આ સંયોજનોમાં

કાર્બન અને હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યા વચ્ચે કોઈ સંબંધ જણાય છે ? આલ્કીનનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n} સ્વરૂપે લખી શકાય, જ્યાં n = 2, 3, 4. તેવી જ રીતે શું તમે આલ્કેન અને આલ્કાઇનનું સામાન્ય સૂત્ર બનાવી શકો ?

કોઈ પણ સમાનધર્મી શ્રેણીમાં આણ્વીય દળ વધે ત્યારે ભૌતિક ગુણધર્મોમાં ક્રમબદ્ધતા (gradation) જોવા મળેલ છે. આવું થવાનું કારણ એ છે કે, આણ્વીય દળ વધવાથી ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ વધે છે. અન્ય ભૌતિક ગુણધર્મો જેમકે ચોક્કસ દ્રાવકમાં દ્રાવ્યતા પણ સમાન ક્રમબદ્ધતા દર્શાવે છે, પરંતુ રાસાયણિક ગુણધર્મો કે જે ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા જ નિર્ધારિત થાય છે તે સમાનધર્મી શ્રેણીમાં એક સમાન જળવાઈ રહે છે.

પ્રવૃત્તિ 4.2

- (a) CH_3OH અને C_2H_5OH (b) C_2H_5OH અને C_3H_7OH અને (c) C_3H_7OH અને C_4H_9OH માટે સૂત્રોમાં તફાવત તથા આણ્વીયદળના તફાવતની ગણતરી કરો.
- આ ત્રણેય વચ્ચે કોઈ સમાનતા છે ?
- આ આલ્કોહોલને કાર્બન પરમાણુઓના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો અને એક જૂથ બનાવો. શું આપણે આ જૂથને સમાનધર્મી શ્રેણી કહી શકીએ ?
- કોષ્ટક 4.3માં આપેલ અન્ય ક્રિયાશીલ સમૂહો માટે ચાર કાર્બન સુધીનાં સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી તૈયાર કરો.

4.2.5 કાર્બન સંયોજનોનું નામકરણ (Nomenclature of Carbon Compunds)

સમાનધર્મી શ્રેણીમાં સંયોજનોનાં નામોનો આધાર મૂળભૂત કાર્બનની એવી શૃંખલાઓ પર રહેલો છે, કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહની પ્રકૃતિ સૂચવતા 'પૂર્વગ' (Prefix) 'શબ્દસમૂહ આગળ' કે 'પ્રત્યય' (Suffix) 'શબ્દસમૂહ પાછળ' દ્વારા ફેરફાર થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પ્રવૃત્તિ 4.2માં લીધેલા આલ્કોહોલના નામ મિથેનોલ, ઇથેનોલ, પ્રોપેનોલ અને બ્યુટેનોલ છે.

કાર્બન સંયોજનનું નામકરણ નીચે દર્શાવેલ પદ્ધતિ દ્વારા કરી શકાય છે :

(i) સંયોજનમાં કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા નક્કી કરો. ત્રણ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા સંયોજનનું નામ પ્રોપેન થશે.

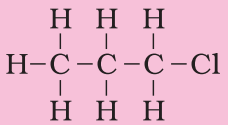
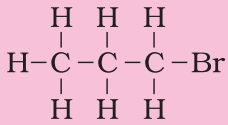
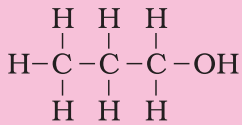
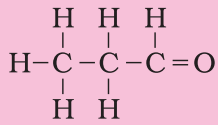
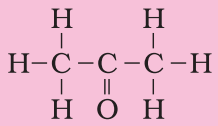
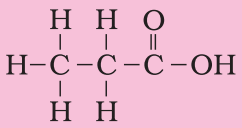
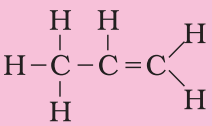
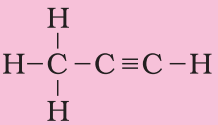
(ii) ક્રિયાશીલ સમૂહ હાજર હોય તો તેને પૂર્વગ અથવા પ્રત્યય સહિત સંયોજનના નામમાં દર્શાવાય છે (કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે).

(iii) જો ક્રિયાશીલ સમૂહનું નામ પ્રત્યયના આધારે આપવામાં આવે અને ક્રિયાશીલ સમૂહનો પ્રત્યય *a*, *e*, *i*, *o*, *u* જેવા સ્વરથી શરૂ થતો હોય તો કાર્બન શૃંખલાના છેડે (*e*) દૂર કરીને તેમાં યોગ્ય પ્રત્યય લગાવીને નામ અપાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કીટોન સમૂહ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલાને નીચેની રીતે નામ અપાય છે –

propane –'e' = propan + 'one' = propanone પ્રોપેનોન

(iv) જો કાર્બન શૃંખલા અસંતૃપ્ત હોય તો, કાર્બન શૃંખલાના નામમાં રહેલ અંતિમ 'એન' ('ane') ને કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે 'ઈન' ('ene') અથવા 'આઇન' 'yne' દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે,દ્વિબંધ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલા પ્રોપીન (Propene) કહેવાય છે અને જો તે ત્રિબંધ ધરાવે તો તેને પ્રોપાઇન (Propyne) કહેવાય છે.

કોષ્ટક 4.4 કાર્બનિક સંયોજનોનું નામકરણ

સંયોજનનો વર્ગ	પૂર્વગ/પ્રત્યય	ઉદાહરણ
1. હેલોઆલ્કેન	પૂર્વગ-ક્લોરો, બ્રોમો વગેરે	 ક્લોરોપ્રોપેન
		 બ્રોમોપ્રોપેન
2. આલ્કોહોલ	પ્રત્યય-ઑલ	 પ્રોપેનોલ
3. આલ્ડિહાઇડ	પ્રત્યય-આલ	 પ્રોપેનાલ
4. કિટોન	પ્રત્યય-ઓન	 પ્રોપેનોન
5. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ	પ્રત્યય-ઓઇક ઍસિડ	 પ્રોપેનોઇક ઍસિડ
6. આલ્કીન	પ્રત્યય-ઈન	 પ્રોપીન
7. આલ્કાઇન	પ્રત્યય-આઇન	 પ્રોપાઇન

પ્રશ્નો

1. પેન્ટેન માટે તમે કેટલાં બંધારણીય સમઘટકો દોરી શકો ?
2. કાર્બનના બે ગુણધર્મો કયા છે, જેના કારણે આપણી ચારેય તરફ કાર્બન સંયોજનોની વિશાળ સંખ્યા આપણે જોઈએ છીએ ?
3. સાયક્લો પેન્ટેનનું સૂત્ર અને ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના શું થશે ?

4. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના બંધારણ દોરો :

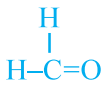
(i) ઇથેનોઇક ઍસિડ (ii) બ્રોમોપેન્ટેન*

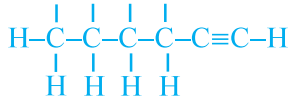
(iii) બ્યુટેનોન (iv) હેક્ઝેનાલ

*શું બ્રોમોપેન્ટેનના બંધારણીય સમઘટક શક્ય છે ?

5. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના નામ જણાવો.

(i) $CH_3 - CH_2 - Br$

(ii)


(iii)


4.3 કાર્બન સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties of Carbon Compounds)

આ વિભાગમાં આપણે કાર્બન સંયોજનોના કેટલાક રાસાયણિક ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે ઉપયોગ કરતાં મોટાભાગના બળતણ કાર્બન અથવા તેનાં સંયોજનોના બનેલા હોવાથી, સૌ પહેલાં આપણે દહન વિશે અભ્યાસ કરવો જોઈએ.

4.3.1 દહન (Combustion)

કાર્બન, તેનાં બધાં જ અપરરૂપોમાં, હવામાં દહન પામીને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ આપે છે અને સાથે-સાથે ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. મોટાભાગનાં કાર્બન સંયોજનો પણ દહન દ્વારા વધુ પ્રમાણમાં ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. આ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ છે કે જેના વિશે તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં શીખી ગયાં છો –

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

(ii) $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

(iii) $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + ઉષ્મા અને પ્રકાશ

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે શીખ્યા તે પ્રમાણે છેલ્લી બે પ્રક્રિયાઓને સમતોલિત કરો.

પ્રવૃત્તિ 4.3

ચેતવણી : પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- અમુક કાર્બન સંયોજનો (નેપ્થેલીન, કપૂર, આલ્કોહોલ)ને વારાફરતી એક ચમચી પર લઈ તેમને સળગાવો.
- જ્યોતના પ્રકારનું અવલોકન કરો અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થયો કે નહિ તે નોંધો.
- જ્યોતની ઉપર ધાતુની તકતી રાખો. શું આપેલાં સંયોજનો પૈકી કોઈ માટે તકતી પર કોઈ પદાર્થ જમા થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 4.4

- એક બુન્સેન બર્નર ચાલુ કરો અને જુદા-જુદા પ્રકારની જ્યોત/ધુમાડાની હાજરી પ્રાપ્ત કરવા માટે તેના નીચેના ભાગમાંનું હવા-છિદ્ર યોગ્ય રીતે ગોઠવો.
- તમને પીળી, મેશ જેવી કાળી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?
- તમને ભૂરી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?

સામાન્ય રીતે સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો કાળા ધુમાડારહિત જ્યોત આપે છે જ્યારે અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો ખૂબ જ કાળા ધુમાડા સાથેની પીળી જ્યોત આપે છે. તેના પરિણામે પ્રવૃત્તિ 4.3માં ધાતુની તકતી પર મેશ જમા થાય છે. જોકે હવાનો પુરવઠો સીમિત કરતાં સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનનું પણ અપૂર્ણ દહન થઈ કાળી મેશ જેવી જ્યોત ઉદ્‌ભવે છે. ઘરમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ગૅસ/કેરોસીન સ્ટવમાં હવા માટે પ્રવેશમાર્ગ હોય છે, જેનાથી પૂરતા પ્રમાણમાં ઑક્સિજનયુક્ત મિશ્રણ

દહન પામી ધુમાડારહિત ભૂરી જ્યોત આપે છે. જો તમે ક્યારેય વાસણોના તળિયા કાળા થતા જોયા હોય તો તેનો અર્થ એ થાય કે હવા માટેનો પ્રવેશમાર્ગ અવરોધાય છે તથા બળતણનો વ્યય થઈ રહ્યો છે. કોલસો તથા પેટ્રોલ જેવાં બળતણોમાં થોડી માત્રામાં નાઇટ્રોજન તેમજ સલ્ફર હોય છે, જેના દહનને કારણે સલ્ફર તથા નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડનું નિર્માણ થાય છે જે પર્યાવરણના મુખ્ય પ્રદૂષક છે.

ચાલો તમે જાણો છો ?

શા માટે સળગતા પદાર્થો જ્યોત સાથે અથવા જ્યોત વગર સળગે છે ?

શું તમે ક્યારેય કોલસા અથવા લાકડાને સળગતા જોયા છે? જો નહિ, તો હવે પછી જ્યારે પણ અવસર મળે ત્યારે ધ્યાનથી જુઓ કે લાકડાં અથવા કોલસાના સળગવાની શરૂઆતમાં શું થાય છે. તમે જોયું હશે કે એક મીણબત્તી અથવા ગૅસસ્ટવનો એલ.પી.જી. સળગતી વખતે જ્યોત ઉત્પન્ન કરે છે. તમે જોશો કે ચૂલામાં સળગતો કોલસો અથવા ચારકોલ કેટલીક વખત લાલ રંગથી પ્રજ્વલિત થાય છે તથા વગર જ્યોતે ઉષ્મા આપે છે. એવું એટલા માટે થાય છે, કે માત્ર વાયુ પદાર્થોના સળગવાથી જ્યોત ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડું અથવા કોલસો સળગાવતાં તેમાં હાજર રહેલા બાષ્પશીલ પદાર્થો વાયુ-સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે તથા શરૂઆતમાં જ્યોત સાથે સળગે છે.

વાયુ પદાર્થોના પરમાણુઓને ઉષ્મા આપતા એક તીવ્ર જ્યોત જોવા મળે છે તથા તે પ્રકાશિત થવાનું શરૂ કરે છે. પ્રત્યેક તત્ત્વ દ્વારા ઉત્પન્ન થતો રંગ તે તત્ત્વનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ હોય છે. ગૅસસ્ટવની જ્યોતમાં તાંબાના તારને સળગાવવાનો પ્રયત્ન કરો તથા તેના રંગનું અવલોકન કરો. તમે જોયું હશે કે અપૂર્ણ દહનથી કાળી જ્યોત ઉદ્ભવે છે જે કાર્બન હોય છે. તેના આધારે તમે મીણબત્તીની પીળા રંગની જ્યોતનું શું કારણ બતાવશો ?

ચાલો જાણવા જેવું !

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ જૈવભારથી થયું છે કે જે જુદી-જુદી જૈવિક અને ભૂગર્ભીય પ્રક્રિયાઓને આધિન છે. કોલસો વૃક્ષો, ત્રિઅંગી અને અન્ય વનસ્પતિઓ કે જે લાખો વર્ષો પહેલાં જીવિત હતી તેના અવશેષ છે. તેઓ કદાચ ભૂકંપ અથવા જ્વાળામુખી વિસ્ફોટને કારણે જમીનમાં દટાઈ ગયા. જમીનના સ્તરો તથા ખડકોને કારણે તેઓ દબાઈ ગયા તથા ધીમે-ધીમે ક્ષય પામી તે કોલસો બની ગયા. પેટ્રોલિયમ તથા વાયુ લાખો વર્ષો જૂના સમુદ્રી છોડ તથા સજીવોના અવશેષ છે. તે મૃત થવાથી તેમના શરીર સમુદ્રના તળિયામાં ડૂબી ગયા તથા દરિયાઈ કાદવથી ઢંકાઈ ગયા. તેમના મૃત અવશેષો પર બૅક્ટેરિયાના આક્રમણથી, ઊંચા દબાણની અસર હેઠળ પેટ્રોલિયમ અને વાયુનું નિર્માણ થયું અને કાદવ ધીરે-ધીરે દબાઈને ખડક બની ગયા. જેમ સ્પોન્જમાં પાણી ભરાઈ જાય તેમ પેટ્રોલિયમ અને વાયુ ખડકોના છિદ્રિષ્ઠ ભાગોમાં ભરાવા લાગ્યા. શું તમે વિચારી શકો છો કે કોલસા અને પેટ્રોલિયમને અશ્મિ બળતણ (Fossil Fuels) શા માટે કહેવાય છે ?

4.3.2 ઑક્સિડેશન (Oxidation)

પ્રવૃત્તિ 4.5

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL ઇથેનોલ લો તથા જળ ઉષ્મક (Water Bath)માં ધીમે-ધીમે હૂંફાળું ગરમ કરો.
- આ દ્રાવણમાં આલ્કલાઇન પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનું 5% દ્રાવણ ટીપે-ટીપે ઉમેરો.
- જ્યારે તે શરૂઆતમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનો રંગ તેનો તે જ રહે છે ?
- વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટનો રંગ શા માટે દૂર થતો નથી ?

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ વિશે શીખી ગયાં છો. કાર્બન સંયોજનોનું દહન કરતાં તેમનું સરળતાથી ઑક્સિડેશન કરી શકાય છે. આ પૂર્ણ ઑક્સિડેશન ઉપરાંત એવી પ્રક્રિયાઓ છે કે જેમાં આલ્કોહોલ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે –

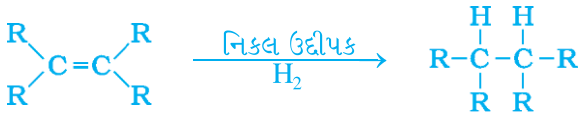
$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[\text{અથવા ઍસિડિક } K_2Cr_2O_7 + \text{ઉષ્મા}]{\text{આલ્કલાઇન } KMnO_4 + \text{ઉષ્મા}} CH_3COOH$$

આપણે જોઈએ છીએ કે કેટલાક પદાર્થો અન્ય પદાર્થોમાં ઑક્સિજન ઉમેરવા માટે સક્ષમ હોય છે, જેને ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

આલ્કલાઇન પોટેશિયમ પરમૅન્ગેનેટ અથવા ઍસિડિક પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ આલ્કોહોલનું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ઑક્સિડેશન કરે છે. એટલે કે તે પ્રક્રિયકમાં ઑક્સિજન ઉમેરે છે. તેથી તે ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

4.3.3 યોગશીલ પ્રક્રિયા (Addition Reaction)

પેલેડિયમ અથવા નિકલ જેવા ઉદ્દીપકોની હાજરીમાં અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનમાં હાઇડ્રોજન ઉમેરાઈને સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન બને છે. ઉદ્દીપકો એવા પદાર્થો છે કે જે પ્રક્રિયાને અસર પહોંચાડ્યા વગર જ પ્રક્રિયાને જુદા-જુદા દરથી આગળ વધારે છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે નિકલ ઉદ્દીપકના ઉપયોગ દ્વારા વનસ્પતિ તેલના હાઇડ્રોજનીકરણમાં થાય છે. વનસ્પતિ તેલ સામાન્ય રીતે લાંબી અસંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે જ્યારે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા હોય છે.



તમે જોયું જ હશે છે કે જાહેરાતોમાં કહેવામાં આવે છે કે, કેટલાક વનસ્પતિ તેલ 'સ્વાસ્થ્યવર્ધક' હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત ફેટીઍસિડ હોય છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે નુકસાનકારક કહેવાય છે. ખોરાક રાંધવા માટે અસંતૃપ્ત ફેટીઍસિડ ધરાવતા તેલ પસંદ કરવા જોઈએ.

4.3.4 વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Substitution Reaction)

સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન અત્યંત બિનપ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે અને મોટા ભાગના પ્રક્રિયકોની હાજરીમાં નિષ્ક્રિય હોય છે. તેમ છતાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં હાઇડ્રોકાર્બનમાં ક્લોરિન ઉમેરવાની પ્રક્રિયા ખૂબ ઝડપી થાય છે. ક્લોરિન એક પછી એક હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરે છે. તેને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે કારણ કે એક પ્રકારના પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનો સમૂહ અન્યનું સ્થાન લે છે. સામાન્ય રીતે ઊંચા સમાનધર્મી આલ્કેનમાંથી અનેક નીપજોનું નિર્માણ થાય છે.

$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl \text{ (સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં)}$$

પ્રશ્નો

1. ઇથેનોલનું ઇથેનોઇક ઍસિડમાં રૂપાંતર શા માટે ઑક્સિડેશન-પ્રક્રિયા છે ?
2. ઑક્સિજન અને ઇથાઇનનું મિશ્રણ વેલ્ડિંગ માટે સળગાવવામાં આવે છે. શું તમે કહી શકો કે શા માટે ઇથાઇન અને હવાના મિશ્રણનો ઉપયોગ થતો નથી ?

4.4 કેટલાંક મહત્ત્વપૂર્ણ કાર્બન સંયોજનો : ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ (Some Important Carbon Compounds – Ethanol and Ethanoic Acid)

અનેક કાર્બન સંયોજનો આપણા માટે અમૂલ્ય છે, પરંતુ અહીં આપણે ઔદ્યોગિક રીતે અગત્યનાં બે સંયોજનોનો અભ્યાસ કરીશું – ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ.

4.4.1 ઇથેનોલના ગુણધર્મો (Properties of Ethanol)

ઓરડાના તાપમાને ઇથેનોલ પ્રવાહી છે. (ઇથેનોલના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ માટે કોષ્ટક 4.1નો સંદર્ભ લો.) ઇથેનોલને સામાન્ય રીતે આલ્કોહોલ કહેવાય છે અને તે તમામ આલ્કોહોલિક પીણાંનો સક્રિય ઘટક છે. વધુમાં તે સારો દ્રાવક હોવાથી, તે દવાઓ જેવી કે ટિંકચર આયોડિન, કફ સિરપ તેમજ અનેક શક્તિવર્ધક દવાઓ (tonics) માં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ઇથેનોલ તમામ પ્રમાણમાં પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. મંદ ઇથેનોલનું થોડી માત્રાનું સેવન નશો ઉત્પન્ન કરે છે. આમ કરવું અપરાધ ભરેલું છે, તેમ છતાં તે સમાજમાં વ્યાપકપણે થાય છે. જોકે શુદ્ધ આલ્કોહોલ (જેને પરિશુદ્ધ (absolute) આલ્કોહોલ કહે છે)ની અલ્પમાત્રા લેવી પણ ઘાતક છે. લાંબા ગાળાના આલ્કોહોલનું સેવન પણ અનેક સ્વાસ્થ્ય-સમસ્યાઓ તરફ દોરી જાય છે.

ઇથેનોલની પ્રક્રિયાઓ (Reactions of Ethanol)

(i) સોડિયમ સાથે પ્રક્રિયા –

પ્રવૃત્તિ 4.6

શિક્ષક દ્વારા નિદર્શન –

- ઇથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ)માં ભાતના બે દાણાના કદ જેટલો સોડિયમનો નાનો ટુકડો નાંખો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમે ઉદ્ભવતા વાયુને કેવી રીતે ચકાસશો ?

$$2Na + 2CH_3CH_2OH \rightarrow \underset{\text{(સોડિયમ ઇથોક્સાઇડ)}}{2CH_3\ CH_2O^-Na^+} + H_2$$

આલ્કોહોલની સોડિયમ સાથેની પ્રક્રિયા હાઇડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે. ઇથેનોલ સાથે અન્ય નીપજ સોડિયમ ઇથોક્સાઇડ હોય છે. શું તમે યાદ કરી શકો કે અન્ય કયા પદાર્થો ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા હાઇડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે ?

(ii) અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન આપતી પ્રક્રિયા : ઇથેનોલને વધુ સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે 443 K તાપમાને ગરમ કરતાં ઇથેનોલના નિર્જળીકરણના પરિણામે ઇથિન મળે છે.

$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{ગરમ સાંદ્ર}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને નિર્જળીકરણકર્તા (dehydrating agent) ગણી શકાય કે જે ઇથેનોલમાંથી પાણી દૂર કરે છે.

શું તમે જાણો છો ?

આલ્કોહોલ જીવિત મનુષ્યો પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

જ્યારે વધુ માત્રામાં ઇથેનોલનું સેવન કરવામાં આવે ત્યારે તે ચપાપચયની ક્રિયાને ધીમી કરી નાખે છે તેમજ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (Central Nervous system) નિર્બળ કરી નાંખે છે. તેના પરિણામે તાલમેલની ઊણપ, માનસિક દુવિધા, આળસ, સામાન્ય નિરોધન ઘટાડે છે અને અંતે બેહોશી આવી શકે છે. વ્યક્તિ રાહત અનુભવે છે, પરંતુ તેને ખ્યાલ નથી આવતો કે તેની વિચારવાની સૂઝ, સમય-નિયંત્રણ સૂઝ તથા સ્નાયુઓના તાલમેલમાં ગંભીર રીતે ઘટાડો થાય છે.

ઇથેનોલથી વિપરીત મિથેનોલ થોડી માત્રામાં લેવાથી પણ મૃત્યુ થઈ શકે છે. યકૃતમાં મિથેનોલ ઑક્સિડેશન પામી મિથેનોલ બની જાય છે. મિથેનાલ યકૃતના કોષોનાં ઘટકો સાથે ત્વરિત પ્રક્રિયા કરવા લાગે છે જેથી જીવરસનું એવી જ રીતે સ્કંદન (ગંઠાઈ જવું) થાય છે, જે રીતે ઈંડાંને ગરમ કરવાથી થાય છે. મિથેનોલ દૃષ્ટિચેતાને પણ અસર પહોંચાડે છે. જેનાથી વ્યક્તિ અંધ થઈ શકે છે.

ઇથેનોલ એક મહત્ત્વનું ઔદ્યોગિક દ્રાવક છે. ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે તૈયાર ઇથેનોલનો દુરુપયોગ થતો રોકવા માટે તેમાં મિથેનોલ જેવો ઝેરી પદાર્થ મિશ્ર કરવામાં આવે છે. જેથી તે પીવા યોગ્ય રહેતું નથી. આલ્કોહોલની આસાનીથી ઓળખ થઈ શકે તે માટે રંગક ઉમેરીને આલ્કોહોલને ભૂરા રંગનો બનાવવામાં આવે છે તેને વિકૃત આલ્કોહોલ (Denatured Alcohol) કહેવામાં આવે છે.

બળતણ સ્વરૂપે આલ્કોહોલ

શેરડીના છોડ સૂર્યપ્રકાશને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવવા માટેના સૌથી સક્ષમ રૂપાંતરકો પૈકીના એક છે. શેરડીનો રસ મોલાસિસ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે, જે આથવણથી આલ્કોહોલ (ઇથેનોલ) આપે છે. કેટલાક દેશોમાં આલ્કોહોલનો ઉપયોગ પેટ્રોલમાં ઉમેરણ તરીકે કરવામાં આવે છે કારણ કે તે એવું સ્વચ્છ બળતણ છે કે જે પૂરતી હવામાં (ઑક્સિજન) માત્ર કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

4.4.2 ઇથેનોઇક ઍસિડના ગુણધર્મો
(Properties of Ethanoic Acid)

ઇથેનોઇક ઍસિડને સામાન્ય રીતે ઍસિટિક ઍસિડ કહેવામાં આવે છે તેમજ તે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ તરીકે ઓળખાતા ઍસિડના સમૂહનો સભ્ય છે. ઍસિટિક ઍસિડના પાણીમાં બનાવેલ 5-8 % દ્રાવણને સરકો (વિનેગર) કહે છે અને તેનો અથાણામાં સંરક્ષક (Preservative) તરીકે ઉપયોગ થાય છે. શુદ્ધ ઇથેનોઇક ઍસિડનું ગલનબિંદુ 290 K છે અને તેથી જ શિયાળામાં ઠંડી આબોહવામાં તે થીજી જાય છે. તેને કારણે તેનું નામ ગ્લેસિયલ ઍસિટિક ઍસિડ છે.

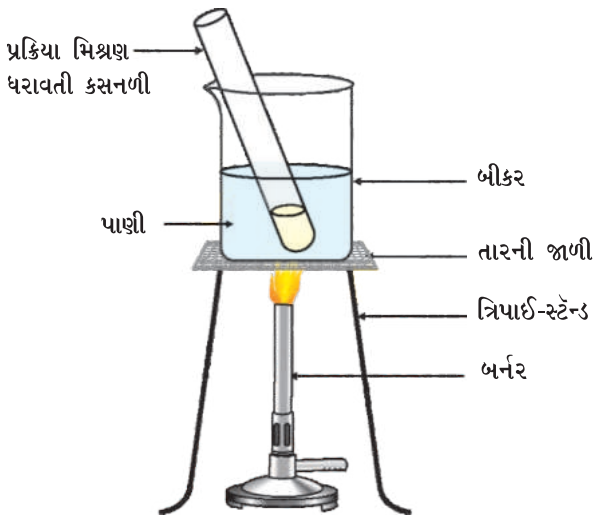
કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના નામે ઓળખાતો કાર્બનિક સંયોજનોનો સમૂહ દેખીતી રીતે તેની વિશિષ્ટ ઍસિડિકતા દ્વારા વર્ગીકૃત થાય છે. જોકે ખનીજ ઍસિડ જેવા કે HCl કે જે સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામે છે. તેનાથી ઊલટું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ નિર્બળ ઍસિડ છે.

પ્રવૃત્તિ 4.7

- લિટમસપેપર અને સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરી મંદ ઍસિટિક ઍસિડ અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ બંનેની pHની સરખામણી કરો.
- શું લિટમસ પેપર કસોટી દ્વારા બંને ઍસિડની ઓળખ થાય છે ?
- શું સાર્વત્રિક સૂચક તેમને એકસરખી પ્રબળતા ધરાવતા ઍસિડ દર્શાવે છે ?

પ્રવૃત્તિ : 4.8

- એક કસનળીમાં 1 mL ઇથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહૉલ) અને 1 mL ગ્લેસિયલ એસિટિક ઍસિડ અને સાથે સાથે સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડા ટીંપા ઉમેરો.
- આકૃતિ 4.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેને ઓછામાં ઓછી પાંચ મિનિટ સુધી જળ ઉષ્મકમાં હૂંફાળું ગરમ કરો.
- હવે તેને 20-50 mL પાણી ધરાવતા બીકરમાં રેડો અને તે મિશ્રણને સૂંઘો.



આકૃતિ 4.11
એસ્ટરનું નિર્માણ

ઇથેનોઇક ઍસિડની પ્રક્રિયાઓ :

(i) એસ્ટરીકરણ પ્રક્રિયા : એસ્ટર મુખ્યત્વે ઍસિડ અને આલ્કોહોલની પ્રક્રિયાથી બને છે. ઇથેનોઇક ઍસિડ ખનીજ ઍસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી એસ્ટર બનાવે છે.

$$\underset{\text{(ઇથેનોઇક ઍસિડ)}}{CH_3-COOH} + \underset{\text{(ઇથેનોલ)}}{CH_3-CH_2OH} \overset{\text{ઍસિડ}}{\rightleftharpoons} \underset{\text{(એસ્ટર)}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3} + H_2O$$

એસ્ટર મીઠી વાસ ધરાવતા પદાર્થો છે. તેનો ઉપયોગ અત્તર બનાવવા અને સ્વાદ ઉત્પન્ન-કર્તા પદાર્થ તરીકે થાય છે. સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ જે આલ્કલી છે તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતાં એસ્ટરનું રૂપાંતર પાછું આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષારમાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા સાબુનીકરણ (Saponification) કહેવાય છે કારણ કે તે સાબુની બનાવટમાં વપરાય છે. સાબુ એ લાંબી શૃંખલાયુક્ત કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટેશિયમ ક્ષારો છે.

$$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow{NaOH} C_2H_5OH + CH_3COONa$$

(ii) બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા : ખનીજ ઍસિડની માફક, ઇથેનોઇક ઍસિડ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ જેવા બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર (સોડિયમ ઇથેનોએટ અથવા સામાન્ય રીતે કહેવાતો સોડિયમ એસિટેટ) તથા પાણી બનાવે છે.

$$NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

ઇથેનોઇક ઍસિડ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

આ જાણવા માટે ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 4.9

- પ્રકરણ 2, પ્રવૃત્તિ 2.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણ કરો.
- એક કસનળીમાં એક સ્પેચ્યુલા (spatula) ભરીને સોડિયમ કાર્બોનેટ લો અને તેમાં 2 mL મંદ ઇથેનોઇક ઍસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉદ્ભવતા વાયુને તાજા બનાવેલા ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું ઇથેનોઇક ઍસિડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટ વચ્ચેની પ્રક્રિયાથી ઉદ્ભવતા વાયુની ઓળખ આ કસોટીથી થઈ શકે છે ?
- સોડિયમ કાર્બોનેટને બદલે સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ લઈ આ પ્રવૃત્તિ ફરીથી કરો.

(iii) કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા : ઇથેનોઇક ઍસિડ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણી બનાવે છે. ઉત્પન્ન થતા ક્ષારને સામાન્ય રીતે સોડિયમ એસિટેટ કહેવાય છે.

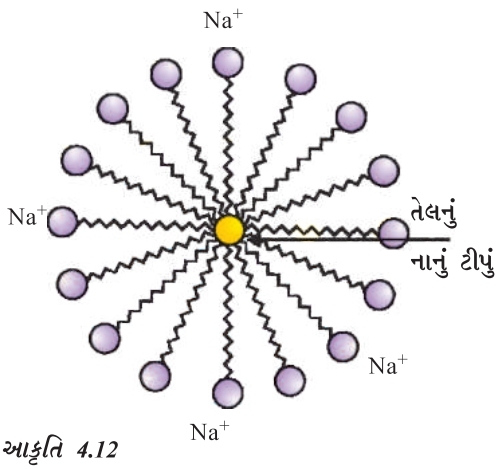
$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

પ્રશ્નો

1. પ્રાયોગિક રીતે તમે આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ વચ્ચેનો ભેદ કેવી રીતે પારખશો ?
2. ઑક્સિડેશનકર્તા એટલે શું ?

4.5 સાબુ અને પ્રક્ષાલકો (Soaps and Detergents)



આકૃતિ 4.12
મિસેલનું નિર્માણ

પ્રવૃત્તિ 4.10

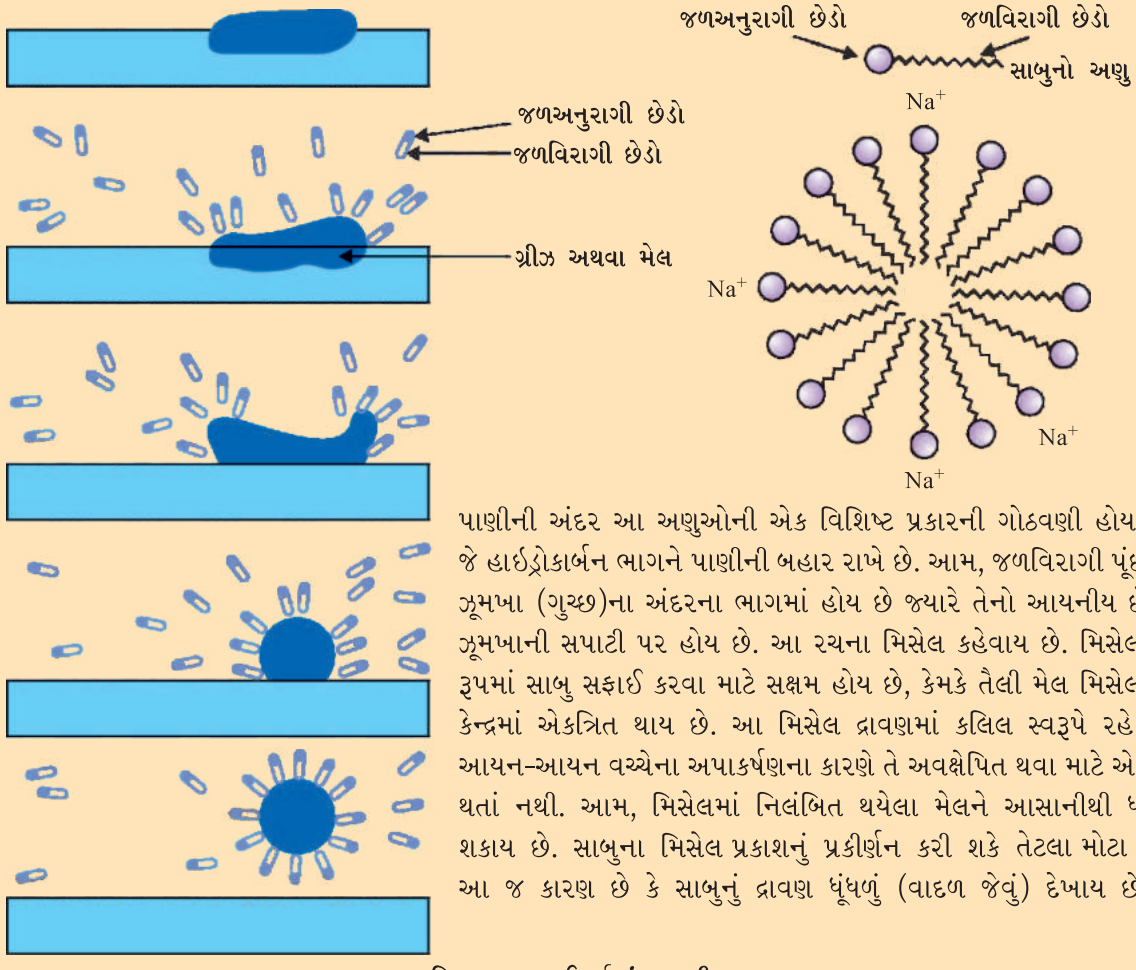
- બે કસનળીમાંની દરેકમાં 10 mL પાણી લો.
- બંનેમાં એક ટીપું તેલ (ખાદ્યતેલ) ઉમેરો અને તેને 'A' અને 'B' નામ આપો.
- કસનળી 'B'માં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- હવે બંને કસનળીને એકસમાન સમય માટે જોશપૂર્વક હલાવો.
- શું તમે તેમને હલાવવાનું બંધ કર્યા પછી તરત જ બંને કસનળીમાં તેલ અને પાણીના સ્તરને અલગ જોઈ શકો છો ?
- થોડા સમય માટે બંને કસનળીને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર રાખી મૂકો અને અવલોકન કરો. શું તેલનું સ્તર અલગ થાય છે ? આવું સૌપ્રથમ કઈ કસનળીમાં થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિ સફાઈમાં સાબુની અસર દર્શાવે છે. મોટાભાગે મેલ (dirt) સ્વભાવે તૈલી હોય છે અને તમે જાણો છો તેમ, તેલ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ શકતું નથી. સાબુના અણુ લાંબી શૃંખલા ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટૅશિયમ ક્ષાર છે. સાબુનો આયનીય છેડો પાણી સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે, જ્યારે કાર્બન શૃંખલા તેલ સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે. આમ, સાબુના અણુ મિસેલ તરીકે ઓળખાતી રચના બનાવે છે (આકૃતિ 4.12), જ્યાં અણુઓનો એક છેડો તેલનાં ટીપાં તરફ જ્યારે આયનીય છેડો બહાર તરફ હોય છે. તે પાણીમાં પાયસ (ઇમલ્શન)ની રચના કરે છે. આમ, સાબુનું મિસેલ મેલને પાણીમાં ખેંચી લાવવામાં મદદ કરે છે અને આપણે આપણાં કપડાં ધોઈને ચોખ્ખાં કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.13).

શું તમે સાબુને હાઇડ્રોકાર્બનમાં ઓગાળવાથી બનતી મિસેલની સંરચના દોરી શકશો ?

મિસેલ

સાબુ એવા અણુ છે કે જેના બંને છેડા અલગ ગુણધર્મો ધરાવે છે. એક જળઅનુરાગી (hydrophilic) જે પાણી સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે, જ્યારે બીજો છેડો જળવિરાગી (hydrophobic) જે હાઇડ્રોકાર્બન સાથે પારસ્પરિક પ્રક્રિયા કરે છે. જ્યારે સાબુ પાણીની સપાટી પર રહેલો હોય છે ત્યારે સાબુની જળવિરાગી 'પૂંછડી' પાણીમાં દ્રાવ્ય થશે નહિ અને સાબુનો આયનીય છેડો પાણીની અંદર અને હાઇડ્રોકાર્બન 'પૂંછડી' પાણીની બહારની તરફ રહે તે રીતે સાબુ પાણીની સપાટી પર ગોઠવાશે.



પાણીની અંદર આ અણુઓની એક વિશિષ્ટ પ્રકારની ગોઠવણી હોય છે જે હાઇડ્રોકાર્બન ભાગને પાણીની બહાર રાખે છે. આમ, જળવિરાગી પૂંછડી ઝૂમખા (ગુચ્છ)ના અંદરના ભાગમાં હોય છે જ્યારે તેનો આયનીય છેડો ઝૂમખાની સપાટી પર હોય છે. આ રચના મિસેલ કહેવાય છે. મિસેલના રૂપમાં સાબુ સફાઈ કરવા માટે સક્ષમ હોય છે, કેમકે તૈલી મેલ મિસેલના કેન્દ્રમાં એકત્રિત થાય છે. આ મિસેલ દ્રાવણમાં કલિલ સ્વરૂપે રહે છે. આયન-આયન વચ્ચેના અપાકર્ષણના કારણે તે અવક્ષેપિત થવા માટે એકત્ર થતાં નથી. આમ, મિસેલમાં નિલંબિત થયેલા મેલને આસાનીથી ધોઈ શકાય છે. સાબુના મિસેલ પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરી શકે તેટલા મોટા છે. આ જ કારણ છે કે સાબુનું દ્રાવણ ધૂંધળું (વાદળ જેવું) દેખાય છે.

આકૃતિ 4.13 સફાઈકાર્યમાં સાબુની અસર

વધુ જાણવા જેવું

પ્રવૃત્તિ 4.11

- જુદી-જુદી કસનળીમાં 10 mL નિસ્યંદિત પાણી (અથવા વરસાદનું પાણી) અને 10 mL કઠિન પાણી (કૂવાનું અથવા હૅન્ડપંપનું પાણી) લો.
- બંનેમાં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એક સમાન સમય માટે જોશપૂર્વક હલાવો અને ઉત્પન્ન થતા ફીણની માત્રાનું અવલોકન કરો.
- કઈ કસનળીમાં તમને વધારે ફીણ મળે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે ?

શિક્ષક માટે નોંધ : જો તમારી આસપાસ કઠિન પાણી ઉપલબ્ધ ન હોય તો પાણીમાં મૅગ્નેશિયમ કે કૅલ્શિયમના હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ/સલ્ફેટ/ ક્લોરાઇડ ઓગાળીને કઠિન પાણી તૈયાર કરો.

પ્રવૃત્તિ 4.12

- બે કસનળી લઈ તે દરેકમાં 10 mL કઠિન પાણી લો.
- એકમાં સાબુના દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં અને બીજામાં પ્રક્ષાલકનાં દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એકસમાન સમય સુધી હલાવો.
- શું બંને કસનળીઓ ફીણનું સમાન પ્રમાણ ધરાવે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવો ઘન પદાર્થ ઉદ્ભવે છે ?

શું તમે સ્નાન કરતી વખતે ક્યારેય એવો અનુભવ કર્યો છે કે ફીણ મુશ્કેલીથી બને છે અને પાણીથી શરીર ધોઈ લીધા પછી કોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ (મેલ) જમા રહે છે ? આવું એટલા માટે થાય છે કે સાબુ કઠિન પાણીમાં રહેલ કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ ક્ષારો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. જેનાથી તમારે વધુ માત્રામાં સાબુનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. અન્ય વર્ગનાં સંયોજનો કે જેને પ્રક્ષાલકો કહે છે તેનો સફાઈકર્તા (cleansing agents) તરીકે ઉપયોગ કરી આ સમસ્યાનું નિવારણ લાવી શકાય છે. પ્રક્ષાલકો સામાન્ય રીતે સલ્ફોનિક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષાર કે ક્લોરાઇડ અથવા બ્રોમાઇડ આયનો ધરાવતા એમોનિયમ ક્ષાર છે. બંને લાંબી હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે. આ સંયોજનોના વીજભારિત છેડા કઠિન પાણીમાં હાજર કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ આયનો સાથે અદ્રાવ્ય અવક્ષેપ બનાવતા નથી. આમ, તે કઠિન પાણીમાં પણ અસરકારક રહે છે. સામાન્ય રીતે પ્રક્ષાલકોનો ઉપયોગ શેમ્પૂ અને કપડાં ધોવાના પદાર્થો બનાવવા માટે થાય છે.

પ્રશ્નો

1. શું તમે પ્રક્ષાલકનો ઉપયોગ કરી ચકાસી શકો છો કે પાણી કઠિન છે કે નહિ ?
2. લોકો કપડાં ધોવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે. સામાન્ય રીતે સાબુ ઉમેર્યા પછી લોકો કપડાં પથ્થર પર પછાડે છે કે પાવડી (Paddle) સાથે પછાડે છે. બ્રશથી ઘસે છે અથવા મિશ્રણને વૉશિંગ મશીનમાં ખૂબ જોરથી ફેરવે (agitate) છે. કપડાં સાફ કરવા માટે તેને ઘસવાની જરૂર શા માટે પડે છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- કાર્બન એક સર્વતોમુખી તત્ત્વ છે જે તમામ સજીવો તેમજ આપણા ઉપયોગમાં આવતી અનેક વસ્તુઓનો પાયાનો પદાર્થ છે.
- તે ચતુઃસંયોજકતા તેમજ કેટેનેશનનો ગુણધર્મ દર્શાવે છે, તેના કારણે કાર્બન દ્વારા મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોની રચના થાય છે.
- સહસંયોજક બંધની રચના બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારીથી થાય છે કે જેથી બંને સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરે છે.
- કાર્બન પોતાની જ સાથે તેમજ અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, સલ્ફર, નાઇટ્રોજન અને ક્લોરિન સાથે સહસંયોજક બંધ રચે છે.
- કાર્બન અન્ય કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ અથવા ત્રિબંધ હોય એવાં સંયોજનો પણ રચે છે જેમાં આ કાર્બનની શૃંખલાઓ સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અથવા વલયના રૂપમાં હોઈ શકે છે.
- કાર્બનની શૃંખલા બનાવી શકવાની ક્ષમતાને કારણે સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી ઉદ્‌ભવે છે કે જેમાં જુદી-જુદી લંબાઈ ધરાવતી કાર્બન શૃંખલાઓ સાથે સમાન ક્રિયાશીલ સમૂહ જોડાયેલ હોય છે.
- ક્રિયાશીલ સમૂહો જેવાં કે આલ્કોહોલ, આલ્ડિહાઇડ, કિટોન અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનોના લાક્ષણિક ગુણધર્મો જે-તે ક્રિયાશીલ સમૂહને આભારી છે.
- કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો આપણા બળતણના મુખ્ય સ્રોતો પૈકીના અમુક છે.
- ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગી કાર્બન સંયોજનો છે.
- સાબુ અને પ્રક્ષાલકની પ્રક્રિયા અણુમાં રહેલા જળઅનુરાગી અને જળવિરાગી સમૂહોની હાજરી પર આધારિત છે. તેની મદદથી તૈલી મેલના પાયસ (ઇમલ્સન) રચાય છે અને મેલ દૂર થાય છે.

સ્વાધ્યાય

W8A4K5

1. ઇથેન અણુનું આણ્વીય સૂત્ર C_2H_6 છે, તેમાં

(a) 6 સહસંયોજક બંધ છે.

(b) 7 સહસંયોજક બંધ છે.

(c) 8 સહસંયોજક બંધ છે.

(d) 9 સહસંયોજક બંધ છે.

2. બ્યુટેનોન ચાર-કાર્બન ધરાવતું સંયોજન છે કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહ

(a) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (b) આલ્ડિહાઇડ

(c) કિટોન (d) આલ્કોહોલ

3. ખોરાક રાંધતી વખતે, જો વાસણના તળિયા બહારથી કાળા થઈ રહ્યા હોય, તો તેનો અર્થ એ છે કે

(a) ખોરાક સંપૂર્ણ રંધાયો નથી.

(b) બળતણનું સંપૂર્ણ દહન થયું નથી.

(c) બળતણ ભીનું છે.

(d) બળતણ સંપૂર્ણ દહન પામી રહ્યું છે.

4. CH_3Cl માં બંધ નિર્માણનો ઉપયોગ કરી સહસંયોજક બંધની પ્રકૃતિ સમજાવો.

5. ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના દોરો.

   (a) ઇથેનોઇક ઍસિડ

   (b) H_2S

   (c) પ્રોપેનોન

   (d) F_2

6. સમાનધર્મી શ્રેણી એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

7. ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડને તમે કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?

8. જ્યારે સાબુને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે મિસેલનું નિર્માણ શા માટે થાય છે ? શું ઇથેનોલ જેવા બીજા દ્રાવકો દ્વારા પણ મિસેલનું નિર્માણ થશે ?

9. કાર્બન અને તેનાં સંયોજનોનો ઉપયોગ મોટાભાગે બળતણ તરીકે શા માટે થાય છે ?

10. કઠિન પાણીમાં સાબુનો ઉપયોગ કરવાથી થતાં ફીણનું નિર્માણ સમજાવો.

11. જો તમે લિટમસ પેપર (લાલ અથવા ભૂરું)થી સાબુને ચકાસો તો શું ફેરફાર અવલોકિત કરશો ?

12. હાઇડ્રોજનીકરણ એટલે શું ? તેની ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા શું છે ?

13. આપેલ હાઇડ્રોકાર્બન પૈકી કોની યોગશીલ પ્રક્રિયા થાય છે :

    C_2H_6, C_3H_8, C_3H_6, C_2H_2 અને CH_4

14. સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને વિભેદિત કરવા ઉપયોગમાં લેવાતી એક કસોટી જણાવો.

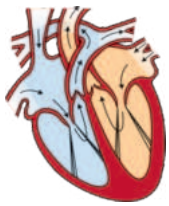
15. સાબુની સફાઈક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજાવો.

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

(I) આણ્વીય મૉડેલ કિટનો ઉપયોગ કરીને આ પ્રકરણમાં તમે શીખી ગયેલ સંયોજનોના મૉડેલ બનાવો.

(II) ■ એક બીકરમાં 20 mL એરંડાનું તેલ/કપાસના બીજનું તેલ/ તલનું તેલ/સોયાબીનનું તેલ લો. તેમાં 20 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું 30 mL દ્રાવણ ઉમેરો. મિશ્રણને ઘટ્ટ બને ત્યાં સુધી હલાવતા-હલાવતાં થોડા સમય માટે ગરમ કરો. તેમાં 5-10 g મીઠું ઉમેરો. મિશ્રણને યોગ્ય રીતે હલાવીને તેને ઠંડું કરો.

■ સાબુને તમે આકર્ષક આકારમાં કાપી શકો છો. તેના જામી જતાં પહેલાં તમે તેમાં અત્તર પણ ઉમેરી શકો છો.



પ્રકરણ 5
જૈવિક ક્રિયાઓ (Life Processes)

Y3V3R1

આપણે સજીવ અને નિર્જીવ વચ્ચેનો ભેદ કેવી રીતે કહી શકીએ છીએ ? જો આપણે કૂતરાને દોડતો જોઈએ છીએ, ગાયને વાગોળતાં જોઈએ અથવા કોઈ માણસને જોરથી બૂમ પાડતાં જોઈએ તો આપણે સમજી જઈએ છીએ કે તે સજીવ છે. પરંતુ જો કૂતરો, ગાય કે માણસ સૂતેલાં હોય તો ? આપણે હજુ પણ તેમને સજીવ જ છે તેમ વિચારીશું, પરંતુ આપણને તે કેવી રીતે ખબર પડી ? આપણે તેમને શ્વાસ લેતાં જોઈએ છીએ અને આપણને ખબર પડે છે કે તે જીવંત છે. વનસ્પતિ વિશે શું કહેશો ? તેઓ જીવંત છે તેની ખબર આપણને કેવી રીતે પડશે ? આપણામાંથી કેટલાક કહેશે કે તેઓ લીલા રંગની દેખાય છે. પરંતુ તે વનસ્પતિઓના વિશે શું કહી શકીએ કે જેઓનાં પર્ણો લીલા સિવાય અન્ય રંગના હોય છે ? કેટલાંક કહેશે કે તેઓ (વનસ્પતિઓ) સમયની સાથે વૃદ્ધિ કરે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે તેઓ સજીવ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આપણે સજીવનાં સામાન્ય પુરાવાઓ તરીકે અમુક પ્રકારનાં હલનચલન પર વિચાર કરીએ છીએ, તે વૃદ્ધિ સંબંધિત કે અન્ય કાર્યો હોઈ શકે છે. પરંતુ જે વનસ્પતિ દેખીતી રીતે વૃદ્ધિ પામતી નથી એ પણ જીવંત છે અને કેટલાંક પ્રાણીઓ દેખીતી રીતે હલનચલન વગર શ્વાસ લેતા હોય છે. આમ, માત્ર દેખીતી રીતે થતાં હલનચલનને જ જીવંત હોવાની લાક્ષણિકતાની વ્યાખ્યા તરીકે લેવું પર્યાપ્ત નથી.

ખૂબ જ નાના પાયે થતાં હલનચલન નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી. ઉદાહરણ તરીકે, અણુઓની ગતિઓ કે કાર્યો. શું આ અદૃશ્ય આણ્વીય ગતિ (હલનચલન) કે કાર્ય જીવન માટે જરૂરી છે ? જો આપણે આ પ્રશ્ન કોઈ વ્યાવસાયિક જીવવિજ્ઞાનીને કરીએ તો તેમનો જવાબ હકારાત્મક હશે. વાસ્તવમાં વિષાણુ (વાઇરસ)ની અંદર કોઈ આણ્વીય ગતિ નથી (જ્યાં સુધી તે કોઈ કોષમાં દાખલ ન થાય) અને તેથી જ આ વિવાદાસ્પદ બાબત રહી છે કે ખરેખર વાઇરસ સજીવ છે કે નિર્જીવ.

જીવન માટે આણ્વીય ગતિઓ કે ક્રિયાઓ કેમ જરૂરી છે ? અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે સજીવની સંરચના સુસંગઠિત (સુઆયોજિત) હોય છે. તેમાં પેશીઓ હોય છે. પેશીઓમાં કોષો હોય છે, કોષોમાં નાનાં ઘટકો હોય છે અને તેથી વધુ પણ. સજીવની આ સુસંગઠિત સંરચના સમયની સાથે-સાથે પર્યાવરણની અસરોને કારણે વિઘટિત થાય છે. જો આ વ્યવસ્થા તૂટે તો સજીવ વધારે સમય સુધી જીવિત રહી શકે નહિ. તેથી સજીવોએ તેમની સંરચનાઓનું સમારકામ તથા જાળવણી કરવી જોઈએ. આ બધી સંરચનાઓ અણુઓથી બનેલી હોવાથી તેમણે અણુઓને સતત ગતિશીલ કે કાર્યરત રાખવા જોઈએ.

સજીવોમાં જાળવણીની પ્રક્રિયાઓ શું છે ? આવો, શોધીએ.

5.1 જૈવિક ક્રિયા એટલે શું ? (What are Life Processes ?)

સજીવોની જાળવણીના કાર્યો નિરંતર થવાં જોઈએ. જ્યારે કોઈ ચોક્કસ કાર્ય થતું ન હોય ત્યારે પણ આ થવું જોઈએ. જ્યારે આપણે વર્ગખંડમાં બેઠાં હોઈએ અથવા સૂતા હોઈએ છીએ ત્યારે પણ આ રક્ષણનું

કાર્ય થતું રહેવું જોઈએ. તેવી બધી જ ક્રિયાઓ કે જે સામૂહિક રૂપમાં જાળવણીનું કાર્ય કરે છે તેને જૈવિક ક્રિયાઓ કહેવાય છે.

ઈજા કે તૂટવાની ક્રિયાને રોકવા માટે જાળવણીની ક્રિયાની આવશ્યક્તા હોય છે, જેને માટે તેમને ઊર્જાની આવશ્યક્તા હોય છે. સજીવના શરીરમાં આ ઊર્જા બહારથી આવે છે. જેથી ઊર્જાના સ્રોતને બહારથી સજીવના શરીરમાં સ્થળાંતરણ કરાવવા માટે કોઈ ક્રિયા થવી જોઈએ. આ ઊર્જાના સ્રોતને આપણે ખોરાક કે આહાર કહીએ છીએ, શરીરની અંદરની પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે પોષણ કહીએ છીએ. જો સજીવમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે તો તેઓના માટે તેઓએ વધારાની કાચી સામગ્રીઓની પણ જરૂરિયાત હોય છે. પૃથ્વી પર જીવન, કાર્બન આધારિત અણુઓ પર નિર્ભર હોવાથી મોટાભાગના ખાદ્ય પદાર્થ સ્રોતો પણ કાર્બન આધારિત છે. આ કાર્બન સ્રોતોની જટિલાતને આધારે વિવિધ સજીવ વિભિન્ન પ્રકારના પોષણની ક્રિયા ધરાવે છે.

ઊર્જાના આ બાહ્યસ્રોત વિવિધ પ્રકારના હોઈ શકે છે. કારણ કે પર્યાવરણ કોઈ એક સજીવનાં નિયંત્રણમાં નથી. આથી શરીરની અંદરની આ ઊર્જાસ્રોતોનું વિઘટન કે નિર્માણ જરૂરી છે. જેથી આ અંતિમ ઊર્જાનો સ્રોત એક સમાન ઊર્જાસ્રોતમાં પરિવર્તિત થઈ જવો જોઈએ અને આ વિવિધ અણુઓની આણ્વીય ગતિઓ માટે તેમજ વિવિધ સજીવ શરીરની જાળવણી અને શરીરની વૃદ્ધિ માટે ઉપયોગી આવશ્યક અણુઓનું નિર્માણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરની અંદર રાસાયણિક ક્રિયાઓની એક શૃંખલા જરૂરી છે. ઑક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અણુઓના વિઘટનની કેટલીક સામાન્ય રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે. આ માટે ઘણા સજીવો શરીરની બહારના સ્રોતમાંથી મેળવેલા ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. શરીરની બહારથી ઑક્સિજનને ગ્રહણ કરી અને કોષોની જરૂરિયાતને અનુલક્ષીને ખાદ્યસ્રોતોનું વિઘટનમાં ઉપયોગ કરવાની ક્રિયાને આપણે શ્વસન કહીએ છીએ.

એક કોષીય સજીવના કિસ્સામાં, તેઓને ખોરાક ગ્રહણ કરવા માટે, વાયુઓની આપ-લે કરવા માટે કે, ઉત્સર્ગ પદાર્થ કે નકામા પદાર્થોના નિકાલ માટે કોઈ વિશિષ્ટ અંગની જરૂરિયાત હોતી નથી. કારણ કે સજીવની સંપૂર્ણ સપાટી પર્યાવરણની સાથે સંપર્કમાં રહે છે પરંતુ, જ્યારે સજીવના શરીરના કદમાં વધારો થાય અને શરીરની રચના વધારે જટિલ શરીર બને છે ત્યારે શું થાય છે ? બહુકોષીય સજીવોમાં બધા કોષો પોતાની આસપાસના પર્યાવરણની સાથે સીધા સંપર્કમાં હોતા નથી. આથી, બધા કોષોની જરૂરિયાતની પૂર્તિ સામાન્ય પ્રસરણ દ્વારા થતી નથી.

આપણે અગાઉ જોઈ ગયાં છીએ કે બહુકોષીય સજીવોમાં વિવિધ કાર્યોને કરવા માટે વિભિન્ન અંગ વિશિષ્ટીકરણ પામે છે. આપણે આ ચોક્કસ પેશીઓથી અને સજીવના શરીરમાં તેઓના સંગઠનથી પરિચિત છીએ. તેથી તેમાં કંઈ આશ્ચર્ય નથી કે ખોરાક અને ઑક્સિજનનું અંતઃગ્રહણ પણ વિશિષ્ટ પ્રકારની પેશીઓનું કાર્ય છે. આનાથી એક મુશ્કેલી એ ઉદ્‌ભવે છે કે ખોરાક તેમજ ઑક્સિજનનું અંતઃગ્રહણ કેટલાંક ચોક્કસ અંગો દ્વારા જ થાય છે, પરંતુ તેની જરૂરિયાત શરીરના બધા ભાગોને હોય છે. આ પરિસ્થિતિ ખોરાક તેમજ ઑક્સિજનને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધી લઈ જવા માટે પરિવહનતંત્રની આવશ્યકતા ઊભી કરે છે.

જ્યારે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં કાર્બનસ્રોત અને ઑક્સિજનનો ઉપયોગ ઊર્જાપ્રાપ્તિ માટે થાય છે, ત્યારે એવી આડપેદાશો પણ બને છે જે શરીરના કોષો માટે માત્ર બિનઉપયોગી જ નહિ પણ તે હાનિકારક પણ હોઈ શકે છે. આ નકામી, આડપેદાશોને દૂર કરવા અને શરીરમાંથી બહાર કાઢવી અતિ આવશ્યક હોય છે. આ ક્રિયાને આપણે ઉત્સર્જન કહીએ છીએ. જો બહુકોષીય

સજીવોમાં શરીર-અંગ સંરચનાના મૂળભૂત નિયમોનું પાલન કરે છે, તો ઉત્સર્જન માટે વિશિષ્ટ પેશીનું સર્જન થશે. આનો અર્થ એ છે કે પરિવહનતંત્રએ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને કોષોમાંથી ઉત્સર્જન પેશી સુધી પહોંચાડવા પડશે.

ચાલો, આપણે જીવન ટકાવી રાખવા માટે જરૂરી વિવિધ પ્રક્રિયાઓ વિશે એક પછી એક વિચાર કરીએ.

પ્રશ્નો

1. આપણા જેવા બહુકોષીય સજીવોમાં ઑક્સિજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા માટે પ્રસરણ એ શા માટે અપૂરતી ક્રિયા છે ?
2. કોઈ વસ્તુ જીવંત છે, તેમ નક્કી કરવા માટે આપણે કયા માપદંડનો ઉપયોગ કરીશું ?
3. કોઈ સજીવ દ્વારા કઈ બાહ્ય કાચી સામગ્રીઓનો ઉપયોગ કરાય છે ?
4. જીવન ટકાવી રાખવા માટે તમે કઈ પ્રક્રિયાઓને જરૂરી ગણશો ?

5.2 પોષણ (Nutrition)

K5S3F8

જ્યારે આપણે ચાલતાં હોઈએ છીએ કે સાઇકલની સવારી કરીએ છીએ ત્યારે આપણે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વળી, જ્યારે આપણે દેખીતી રીતે કોઈ પ્રવૃત્તિ ન કરતાં હોઈએ ત્યારે પણ આપણાં શરીરની પ્રવર્તમાન સ્થિતિ જાળવી રાખવા પણ ઊર્જા તો જરૂરી જ છે. વૃદ્ધિ, વિકાસ, પ્રોટીન અને અન્ય પદાર્થોના સંશ્લેષણ વગેરેમાં આપણા શરીરને બહારથી પણ પદાર્થોની જરૂરિયાત હોય છે. આ ઊર્જાનો સ્રોત અને પદાર્થ જે આપણે જમીએ છીએ તે ખોરાક કે આહાર છે.

સજીવો પોતાનો ખોરાક કે આહાર કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ?

(How do living things get their food ?)

બધા સજીવોમાં ઊર્જા અને પદાર્થોની સામાન્ય જરૂરિયાત સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓની પૂર્તિ/પૂર્તતા ભિન્ન-ભિન્ન રીતોથી થાય છે. કેટલાક સજીવો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં અકાર્બનિક સ્રોતોમાંથી મેળવેલ સરળ ખાદ્યપદાર્થોનો ઉપયોગ કરે છે. આ સજીવો સ્વયંપોષી છે, જેમાં બધી જ લીલી વનસ્પતિઓ અને કેટલાક જીવાણુઓનો સમાવેશ થાય છે. બીજા સજીવો જટિલ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરે છે. આ જટિલ પદાર્થોને સરળ પદાર્થોમાં વિઘટન કે વિખંડન કરવા આવશ્યક હોય છે કે જેથી તે સજીવની જાળવણી અને વૃદ્ધિમાં ઉપયોગી બની શકે. આ પદાર્થો પ્રાપ્ત કરવા માટે સજીવ જૈવ ઉદ્દીપકનો ઉપયોગ કરે છે જેને ઉત્સેચકો કહે છે. આમ, વિષમપોષીઓ અસ્તિત્વ ટકાવી રાખવા માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે સ્વયંપોષી પર આધારિત હોય છે. પ્રાણી અને ફૂગ આ પ્રકારના વિષમપોષી સજીવોમાં સમાયેલ છે.

5.2.1 સ્વયંપોષી પોષણ (Autotrophic Nutrition)

સ્વયંપોષી સજીવની કાર્બન અને ઊર્જાની જરૂરિયાતો પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા પૂરી થાય છે. તે એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં સ્વયંપોષી બહારથી લીધેલા પદાર્થોને ઊર્જા સંચિત સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરે છે. આ પદાર્થો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં લેવાય છે; જે સૂર્યપ્રકાશ અને ક્લોરોફિલની હાજરીમાં કાર્બોદિતોમાં પરિવર્તિત થાય છે. વનસ્પતિઓને ઊર્જા આપવા માટે કાર્બોદિત વપરાય છે. આ પછીના વિભાગમાં આપણે અભ્યાસ કરીશું કે આ કેવી રીતે થાય છે. જે કાર્બોદિત તરત જ વપરાતાં નથી, તેઓ સ્ટાર્ચકણ કે મંડકણના સ્વરૂપમાં સંચિત થાય છે, જે આંતરિક ઊર્જા સંગ્રહની જેમ કાર્ય કરે છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા જરૂરિયાત અનુસાર ઉપયોગમાં પણ લઈ લેવાય છે. કંઈક આવા પ્રકારની સ્થિતિ આપણા શરીરની અંદર પણ જોઈ શકાય છે. જે ખોરાક આપણે ખાઈએ છીએ તેમાંથી મેળવેલી ઊર્જાનો કેટલોક ભાગ શરીરમાં ગ્લાયકોજનના સ્વરૂપમાં સંચય પામતો હોય છે.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{સૂર્યપ્રકાશ}]{\text{ક્લોરોફિલ}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$
(ગ્લુકોઝ)

હવે આપણે જોઈએ કે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયામાં વાસ્તવમાં શું થાય છે ? આ પ્રક્રિયા દરમિયાન નીચે આપેલ ઘટનાઓ બને છે :

(i) ક્લોરોફિલ દ્વારા પ્રકાશઊર્જાનું શોષણ કરવું.

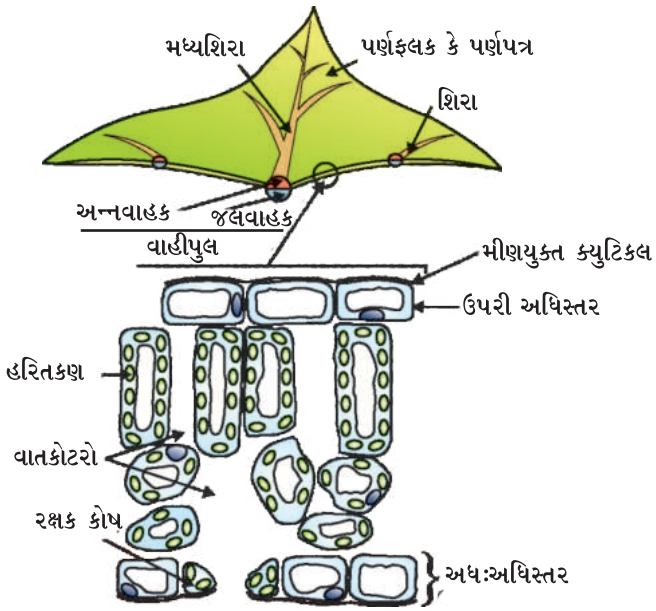
(ii) પ્રકાશઊર્જાને રાસાયણિક ઊર્જામાં રૂપાંતરિત કરવી અને પાણીના અણુઓનું હાઈડ્રોજન તથા ઑક્સિજનમાં વિઘટન કરવું.

(iii) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું કાર્બોદિતોમાં રિડક્શન થવું.

આ બધા તબક્કાઓ એક પછી એક તરત જ થાય તે જરૂરી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, રણનિવાસી (મરુનિવાસી/મરુદભિદ) વનસ્પતિઓ રાત્રિ દરમિયાન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ લે છે અને એક મધ્યવર્તી નીપજ બનાવે છે. જે ક્લોરોફિલ વડે દિવસ દરમિયાન શોષણ પામેલી ઊર્જા વડે કાર્યરત થાય છે.

ચાલો, આપણે જોઈએ કે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાના પ્રત્યેક ઘટક પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કઈ રીતે ઉપયોગી કે આવશ્યક છે.

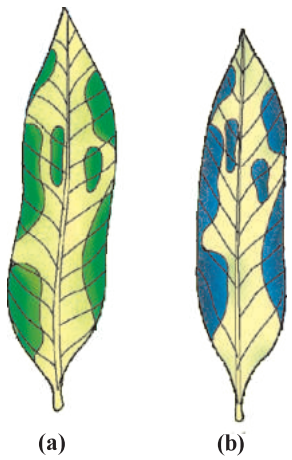
જો તમે ધ્યાનપૂર્વક એક પર્ણના અનુપ્રસ્થ છેદ(આડછેદ)નું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર દ્વારા અવલોકન કરો તો (આકૃતિ 5.1)માં દર્શાવ્યા મુજબ તમે નોંધી શકશો કે કેટલાક કોષોમાં લીલા રંગનાં ટપકાં જોવા મળે છે. આ લીલા ટપકાંઓ કોષોમાંની કોષીય અંગિકા છે જેને હરિતકણ (Chloroplast) કહે છે, તેમાં હરિતદ્રવ્ય (Chlorophyll) હોય છે. આવો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ જે દર્શાવશે કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે ક્લોરોફિલ આવશ્યક છે.



આકૃતિ 5.1
પર્ણનો આડછેદ

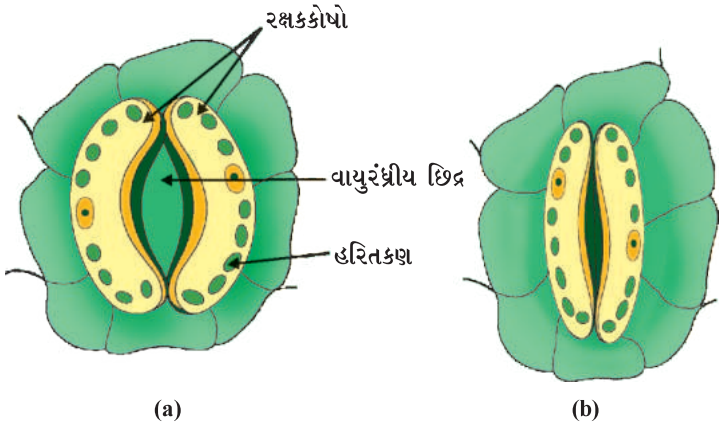
પ્રવૃત્તિ 5.1

- વિવિધરંગી પર્ણો ધરાવતા કૂંડાંમાં ઉગાડેલા એક છોડને લો. (ઉદાહરણ તરીકે મનીપ્લાન્ટ કે ક્રોટોનનો છોડ)
- કૂંડાંમાં ઉગાડેલ છોડને ત્રણ દિવસ અંધારામાં રાખો જેથી તેમનો સ્ટાર્ચ સંપૂર્ણપણે વપરાઈ જાય.
- હવે, કૂંડાંમાં ઉગાડેલ છોડને લગભગ છ કલાક માટે સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- છોડ પરથી એક પર્ણ તોડી લો. તેના લીલા ભાગને અંકિત કરો અને તેને એક કાગળ પર ટ્રેસ કરો (દોરી લો.).
- કેટલીક મિનિટો માટે આ પર્ણને ઉકળતા પાણીમાં બોળી રાખો.
- ત્યારબાદ તેને (પર્ણને) આલ્કોહોલથી ભરેલા બીકરમાં ડૂબાડી દો.
- આ બીકરને સાવચેતીથી વૉટરબાથમાં રાખીને ત્યાં સુધી ગરમ કરો જ્યાં સુધી આલ્કોહોલ ઊકળવા ન લાગે.
- પર્ણના રંગનું શું થાય છે ? દ્રાવણનો રંગ કેવો થાય છે ?
- હવે કેટલીક મિનિટ માટે આ પર્ણને આયોડિનના મંદ દ્રાવણમાં નાખો.
- પર્ણને બહાર કાઢીને તેના પરના આયોડિનને ધોઈ નાંખો.
- પર્ણના રંગનું અવલોકન કરો અને શરૂઆતમાં પર્ણને ટ્રેસ કર્યો હતો તેની સાથે તેની તુલના રંગને અનુલક્ષીને કરો (આકૃતિ 5.2).
- પર્ણના વિવિધ ભાગોમાં સ્ટાર્ચની હાજરીના માટે તમે શું નિર્ણય લેશો ?



આકૃતિ 5.2
ડાઘાયુક્ત પર્ણ (a) પહેલા અને (b) સ્ટાર્ચ કસોટી પછી

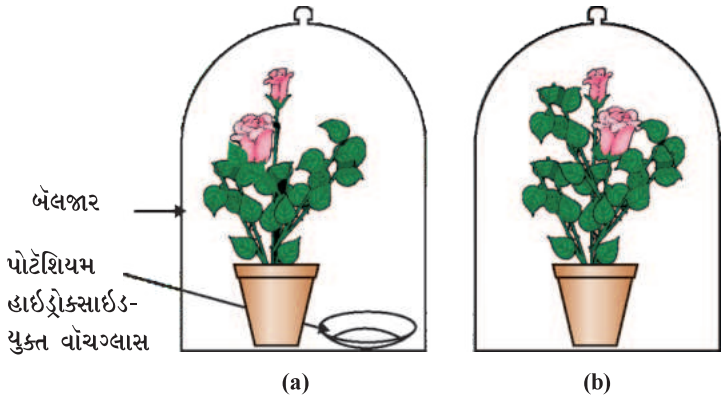
હવે, આપણે અભ્યાસ કરીએ કે વનસ્પતિ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે. ધોરણ IXમાં આપણે પર્ણરંધ્ર અથવા રંધ્રની (આકૃતિ 5.3) ચર્ચા કરી હતી, જે પર્ણની સપાટી પર સૂક્ષ્મ છિદ્ર સ્વરૂપે હોય છે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે વાયુઓનો મોટા ભાગનો વિનિમય આ છિદ્રો દ્વારા થાય છે. પરંતુ અહીં તે જાણવું પણ જરૂરી છે કે વાયુઓનો વિનિમય પ્રકાંડ, મૂળ અને પર્ણોની સપાટી દ્વારા પણ થાય છે. આ રંધ્રો દ્વારા મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો વ્યય પણ થાય છે. આ કારણે જ્યારે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની જરૂરિયાત હોતી નથી ત્યારે વનસ્પતિ આ છિદ્રો કે રંધ્રોને બંધ રાખે છે. રંધ્રો કે છિદ્રોનું ખુલવું અને બંધ થવું એ રક્ષકકોષોનું કાર્ય છે. રક્ષકકોષોમાં જ્યારે પાણી અંદર આવે છે ત્યારે તે ફૂલે છે અને રંધ્રના છિદ્રને ખોલે છે. તેવી જ રીતે રક્ષકકોષો સંકોચન પામે છે ત્યારે છિદ્ર બંધ થઈ જાય છે.



આકૃતિ 5.3 (a) ખુલ્લો વાયુરંધ્ર અને (b) બંધ વાયુરંધ્ર છિદ્ર

પ્રવૃત્તિ 5.2

- લગભગ સમાન કદ ધરાવતા બે તંદુરસ્ત છોડ ઉગાડેલા કૂંડાં લો.
- ત્રણ દિવસ સુધી તેઓને અંધારા ઓરડામાં રાખો.
- હવે પ્રત્યેક છોડને અલગ-અલગ કાચની પટ્ટી પર રાખો. એક છોડની પાસે વૉચગ્લાસમાં પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (KOH) મૂકો. પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનો ઉપયોગ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના શોષણ માટે થાય છે.



આકૃતિ 5.4 પ્રાયોગિક ગોઠવણી (a) પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડયુક્ત (b) પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડવિહીન

- આકૃતિ 5.4 અનુસાર બંને છોડને અલગ-અલગ બૅલજારથી ઢાંકી દો.
- જારના તળિયાના ભાગને સીલ કરવા માટે કાચની પટ્ટી પર વેસેલીનનો ઉપયોગ કરો, જેથી વાયુ બૅલજારમાં પ્રવેશતો અટકે છે.
- લગભગ બે કલાક માટે બંને છોડને સૂર્યપ્રકાશમાં રાખો.
- પ્રત્યેક છોડમાંથી એક પર્ણ તોડો અને પ્રવૃત્તિ (5.1)ની જેમ તેમાં મંડ કે સ્ટાર્chની હાજરીની ચકાસણી કરો.
- શું બંને પર્ણો સમાન પ્રમાણમાં સ્ટાર્chની હાજરી દર્શાવે છે ?
- આ પ્રવૃત્તિ દ્વારા તમે શું નિર્ણય કરશો ?

ઉપર્યુક્ત બંને પ્રવૃત્તિઓને આધારે શું આપણે એવો પ્રયોગ કરી શકીએ કે જેનાથી એ જાણી શકાય કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સૂર્યપ્રકાશની જરૂરિયાત હોય છે ?

અત્યાર સુધી આપણે આ ચર્ચા કરી ચૂક્યા છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો પોતાની ઊર્જાની જરૂરિયાતની પ્રાપ્તિ કેવી રીતે કરે છે. પરંતુ તેઓને પણ પોતાના શરીરના નિર્માણ માટે અન્ય કાચી સામગ્રીની જરૂરિયાત હોય છે. સ્થળીય વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે જરૂરી પાણીની પ્રાપ્યતા ભૂમિમાંથી મૂળ દ્વારા, પાણીનું શોષણ કરીને મેળવે છે. નાઇટ્રોજન, ફૉસ્ફરસ, આયર્ન (લોહ) અને મૅગ્નેશિયમ જેવાં અન્ય દ્રવ્યો કે પદાર્થો પણ જમીનમાંથી મેળવે છે. નાઇટ્રોજન એક આવશ્યક ખનિજતત્ત્વ છે જેનો ઉપયોગ પ્રોટીન અને અન્ય સંયોજનોના સંશ્લેષણમાં થાય છે.

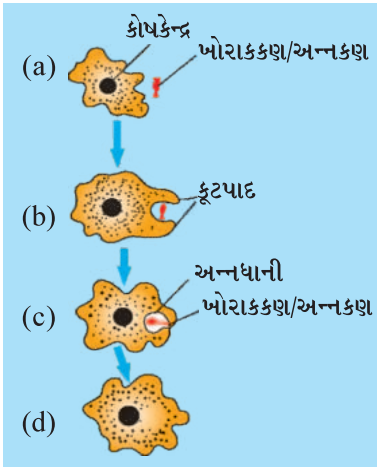
જે અકાર્બનિક નાઇટ્રેટ કે નાઇટ્રાઇટના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે અથવા તે કાર્બનિક પદાર્થોના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે કે જેઓનું નિર્માણ બૅક્ટેરિયા દ્વારા વાતાવરણીય નાઇટ્રોજનમાંથી થાય છે.

5.2.2 વિષમપોષી પોષણ (Heterotrophic Nutrition)

પ્રત્યેક સજીવ પોતાના પર્યાવરણ સાથે અનુકૂલિત હોય છે. પોષણનું સ્વરૂપ ખાદ્યસામગ્રીના પ્રકાર અને તેની પ્રાપ્યતા તેમજ સજીવ દ્વારા તે કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય તેના આધારે અલગ પડે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો ખોરાકનો સ્રોત સ્થિર છે (જેમ કે ઘાસ) કે ગતિશીલ છે (જેમ કે હરણ) બંને પ્રકારના ખોરાકના અભિગમની રીત ભિન્ન-ભિન્ન છે અને ગાય અને વાઘ કઈ પોષણની રીતનો ઉપયોગ કરે છે. સજીવો દ્વારા ખોરાક ગ્રહણ કરવાની અને તેના ઉપયોગની અનેક પ્રયુક્તિઓ છે. કેટલાક સજીવો પોષક પદાર્થોનું વિઘટન શરીરની બહાર કરે છે અને પછી તેનું શોષણ કરે છે. બ્રેડમોલ્ડ, યીસ્ટ અને મશરૂમ ફૂગનાં ઉદાહરણો છે. અન્ય સજીવો પોષક પદાર્થનું સંપૂર્ણ અંતઃગ્રહણ કરે છે અને તેનું પાચન શરીરની અંદર કરે છે. સજીવ દ્વારા ખોરાકના અંતઃગ્રહણ કરવાની અને તેનું પાચન કરવાની રીત તેમના શરીરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિ પર નિર્ભર કરે છે. કેટલાક અન્ય સજીવો વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને મારી નાખ્યા વગર તેમનામાંથી પોષણ પ્રાપ્ત કરે છે. આ પોષણની રીત અમરવેલ, ઑર્કિડ, ઉધઈ, જૂ, જળો અને પટ્ટીકૃમિ જેવા ઘણાબધા સજીવો દ્વારા દર્શાવાય છે.

5.2.3 સજીવો તેમનું પોષણ કેવી રીતે મેળવે છે ?
(How do Organisms obtain their Nutrition ?)

ખોરાક અને તેમની અંતઃગ્રહણની રીત ભિન્ન હોવાથી વિવિધ સજીવોમાં પાચનતંત્ર પણ અલગ પ્રકારનું હોય છે. એકકોષીય સજીવોમાં ખોરાક સંપૂર્ણ સપાટી દ્વારા મેળવાય છે. પરંતુ સજીવની જટિલતા વધવાની સાથે-સાથે વિવિધ કાર્યો કરવાવાળાં અંગો પણ વિશિષ્ટ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, અમીબા કોષીય સપાટી પરથી આંગળી જેવા અસ્થાયી પ્રવર્ધની મદદથી ખોરાક ગ્રહણ કરે છે. આ પ્રવર્ધ ખોરાકના કણોને ઘેરી લે છે અને તેની સાથે જોડાણ કેળવીને અન્નધાની બનાવે છે (આકૃતિ 5.5). અન્નધાનીની અંદર જટિલ પદાર્થોનું વિઘટન સરળ પદાર્થોમાં થાય છે અને તે કોષરસમાં પ્રસરણ પામે છે. વધેલી અપાચિત સામગ્રી કોષની સપાટીની તરફ ગતિ કરે છે અને શરીરમાંથી બહાર નિકાલ કરી દેવામાં આવે છે. પેરામિશિયમ પણ એકકોષીય સજીવ છે, તેના કોષનો એક નિશ્ચિત આકાર હોય છે અને ખોરાક એક વિશિષ્ટ સ્થાન દ્વારા જ ગ્રહણ કરી શકે છે. આ સ્થાન સુધી ખોરાક પક્ષ્મોની ગતિ દ્વારા પહોંચે છે; જે કોષની સંપૂર્ણ સપાટીને ઢાંકી દેતા હોય છે.



આકૃતિ 5.5
અમીબામાં પોષણ

5.2.4 મનુષ્યોમાં પોષણ (Nutrition in Human Beings)

પાચનમાર્ગ મૂળભૂત સ્વરૂપે મુખથી ગુદા સુધી વિસ્તરેલી એક લાંબી નળી છે. આકૃતિ 5.6માં આપણે આ નળી વિવિધ ભાગોને જોઈ શકીએ છીએ. વિવિધ કાર્યો કરવા માટે જુદા-જુદા વિસ્તારો વિશિષ્ટતા ધરાવે છે. જે ખોરાક આપણા શરીરમાં એકવાર પ્રવેશ પામે છે તેનું શું થાય છે ? આપણે અહીં આ પ્રક્રિયાની ચર્ચા કરીશું.

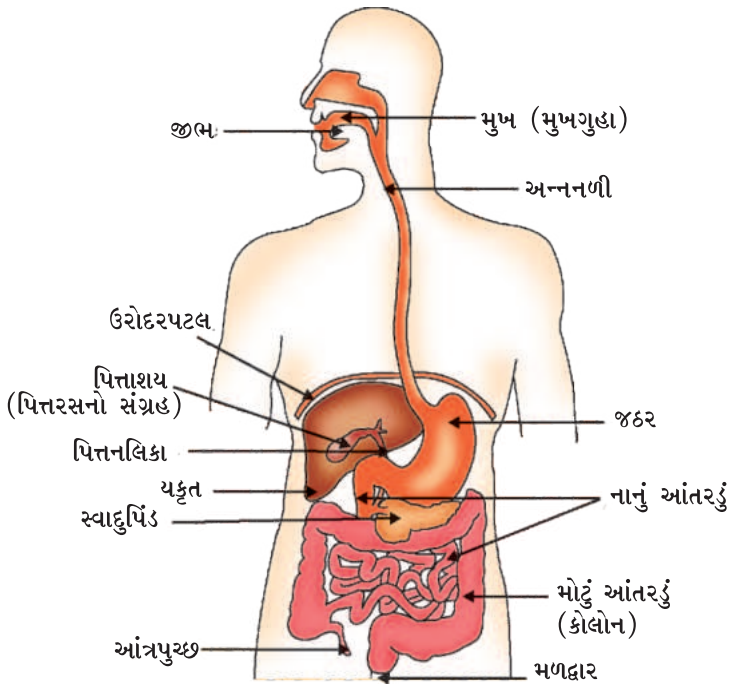
પ્રવૃત્તિ 5.3

- 1 mL સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ (1%) બે કસનળીઓ 'A' અને 'B'માં લો.
- કસનળી 'A'માં 1 mL લાળરસ (લાળ) નાંખો અને બંને કસનળીઓને 20-30 મિનિટ સુધી હલાવ્યા વગર મૂકી રાખો.
- હવે પ્રત્યેક કસનળીમાં કેટલાંક ટીપાં મંદ આયોડિનના દ્રાવણના નાંખો.
- કઈ કસનળીમાં તમને રંગ-પરિવર્તન દેખાય છે ?
- બંને કસનળીઓમાં સ્ટાર્ચની હાજરી કે ગેરહાજરીના વિશે શું સૂચવે છે ?
- આ લાળરસ સ્ટાર્ચ પર થતી પ્રક્રિયાના વિશે શું દર્શાવે છે ?

આપણે વિવિધ પ્રકારના ખોરાક ખાઈએ છીએ, જેને આ એક જ પાચનમાર્ગમાંથી પસાર થવાનું હોય છે. સ્વાભાવિક રીતે ખોરાકે એક પ્રક્રિયામાંથી પસાર થવાનું છે જેથી તેઓનું નાના અને સમાન કણોમાં રૂપાંતર થાય છે. આપણા દાંત વડે ખોરાકને ચાવીને આ ક્રિયા કરવામાં આવે છે. પાચનમાર્ગનું અસ્તર ખૂબ જ નાજુક હોય છે, જેથી ખોરાકને ભીનો કરવામાં આવે છે જેથી તેમનો માર્ગ સરળ બને. જ્યારે આપણે આપણી પોતાની પસંદગીનો કોઈ પદાર્થ ખાઈએ છીએ ત્યારે આપણા મુખમાં પાણી આવે છે. આ ખરેખર પાણી નથી. આ લાળગ્રંથિમાંથી નીકળતો (સ્રવતો) એક રસ છે જેને લાળરસ કે લાળ કહે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેના વિશે અન્ય એક બાબત એ છે કે તે જટિલ રચના ધરાવે છે. જો તેનું શોષણ પાચનમાર્ગ દ્વારા કરવું હોય તો તેને નાના અણુઓમાં વિઘટિત કરવા જોઈએ. આ કાર્ય જૈવિક ઉદ્દીપકો દ્વારા થાય છે, જેને ઉત્સેચક કહે છે. લાળરસમાં પણ એમાયલેઝ નામનો એક ઉત્સેચક હોય છે, જે સ્ટાર્ચના જટિલ અણુનું શર્કરામાં વિઘટન કરી રૂપાંતરણ કરે છે. ચાવતી વખતે માંસલ જીભ દ્વારા ખોરાકને લાળરસની સાથે સંપૂર્ણ રીતે ભેળવવામાં આવે છે અને ખોરાકને મુખમાં ફેરવવામાં આવે છે.

પાચનમાર્ગના દરેક ભાગમા ખોરાકની નિયંત્રિત રીતે ગતિ થાય તે જરૂરી છે. જેથી દરેક ભાગમાં તેના પર યોગ્ય ક્રિયા થઈ શકે. પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં લયબદ્ધ સંકોચન પામીને ખોરાકને આગળ ધકેલી શકે તેવા સ્નાયુઓ આવેલા હોય છે. આ ક્રમાનુસાર લયબદ્ધ સંકોચન ગતિ સંપૂર્ણ પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં સર્જાય છે.

મુખથી જઠર સુધી ખોરાક અન્નનળી દ્વારા લઈ જવામાં આવે છે. જઠર એક મોટું અંગ છે જે ખોરાકના આવતાની સાથે વિસ્તરણ પામે છે. જઠરની સ્નાયુમય દીવાલ ખોરાકને અન્ય પાચકરસોની સાથે મિશ્ર કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.



આકૃતિ 5.6 માનવ પાચનનળી

જઠરની દીવાલમાં આવેલી જઠરગ્રંથિઓ દ્વારા પાચનનું કાર્ય કરવામાં આવે છે. આ ગ્રંથિઓ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl), એક પ્રોટીનપાચક ઉત્સેચક પેપ્સીન અને શ્લેષ્મનો સ્રાવ કરે છે. હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઍસિડિક માધ્યમ તૈયાર કરે છે, જે પેપ્સીન ઉત્સેચકની પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. તમારા મત પ્રમાણે ઍસિડ (HCl) બીજું કયું કાર્ય કરતું હશે ? સામાન્ય પરિસ્થિતિઓમાં શ્લેષ્મને લીધે, જઠરના આંતરિક અસ્તરને ઍસિડ (HCl)ની સામે રક્ષણ મળે છે. આપણે

ઘણાબધા વયસ્કોને ઍસિડિટી કે અમ્લતાની ફરિયાદ કરતાં સાંભળ્યા છે. શું તેનો સંબંધ ઉપર્યુક્ત વર્ણવેલી બાબત સાથે હોઈ શકે ?

જઠરમાંથી ખોરાક હવે થોડા-થોડા જથ્થામાં નાના આંતરડામાં મુક્ત કરે છે, જે મુદ્રિકા સ્નાયુપેશી (નીજઠર વાલ્વ) દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. હવે, ખોરાક જઠરમાંથી નાના આંતરડામાં પ્રવેશ કરે છે. નાનું આંતરડું પાચનમાર્ગનો સૌથી લાંબામાં લાંબો ભાગ છે, જે ખૂબ જ ગૂંચળાદાર હોવાને કારણે ઓછી જગ્યામાં વ્યવસ્થિત રીતે ગોઠવાયેલ હોય છે. વિવિધ પ્રાણીઓમાં નાના આંતરડાની લંબાઈ તેમના ખોરાકના પ્રકારને આધારે ભિન્ન-ભિન્ન હોય છે. ઘાસ ખાનારાં શાકાહારી પ્રાણીઓને સેલ્યુલોઝનું પાચન કરવા માટે લાંબા નાના આંતરડાની જરૂરિયાત હોય છે. માંસનું પાચન સરળ છે, આથી વાઘ જેવા માંસાહારીઓનું નાનું આંતરડું ટૂંકું હોય છે.

નાનું આંતરડું કાર્બોદિત, પ્રોટીન અને ચરબીના સંપૂર્ણ પાચન માટેનું સ્થાન છે. આ કાર્ય માટે તે યકૃત અને સ્વાદુપિંડના સ્રાવી દ્રવ્યો કે પદાર્થોને મેળવે છે. જઠરમાંથી આવનારો ખોરાક ઍસિડિક હોય છે અને સ્વાદુપિંડના ઉત્સેચકોની ક્રિયા માટે તેને આલ્કલાઈન બનવું જરૂરી છે. વધુમાં યકૃતમાંથી સ્રવિત થતો પિત્તરસ ચરબી પર કાર્ય કરે છે, નાના આંતરડામાં ચરબી મોટા ગોલકોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેથી તેના પર ઉત્સેચકોનું કાર્ય કરવું મુશ્કેલ હોય છે. પિત્તક્ષારો તેઓને વિખંડિત કરીને નાના ગોલકોમાં રૂપાંતરિત કરે છે. જેથી ઉત્સેચકોની ક્રિયાશીલતામાં વધારો થાય છે. તે સાબુના મેલ પર થતી તૈલોદીકરણની પ્રક્રિયા માફક કાર્ય કરે છે જેના વિશે આપણે પ્રકરણ 4માં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. સ્વાદુપિંડ સ્વાદુપિંડરસ કે સ્વાદુરસનો સ્રાવ કરે છે જેમાં, પ્રોટીનના પાચન માટે ટ્રિપ્સીન ઉત્સેચક હોય છે. તૈલોદીકૃત ચરબીનું પાચન કરવા માટે લાયપેઝ ઉત્સેચક હોય છે. નાના આંતરડાની દીવાલમાં ગ્રંથિઓ (આંત્રીય ગ્રંથિઓ) આવેલી હોય છે. તે આંત્રરસનો સ્રાવ કરે છે. તેમાં આવેલા ઉત્સેચકો અંતે પ્રોટીનનું એમિનો ઍસિડમાં, જટિલ કાર્બોદિતોનું ગ્લુકોઝમાં અને ચરબીનું ફેટીઍસિડ અને ગ્લિસરોલમાં રૂપાંતરણ કરી નાંખે છે.

પાચિત ખોરાકનું આંત્રમાર્ગની દીવાલ અભિશોષણ કરી લે છે. નાના આંતરડાના અસ્તરમાં અસંખ્ય (નાના આંતરડાનો અંતિમ ભાગ શેષાંત્રમાં) આંગળી જેવા પ્રવર્ધો હોય છે. જેને રસાંકુરો કહે છે. તે અભિશોષણ માટે સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધારે છે. રસાંકુરોમાં રુધિરવાહિનીઓ વધુ માત્રામાં હોય છે. જે ખોરાકનું અભિશોષણ કરીને શરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી શોષાયેલ ખોરાકને પહોંચાડે છે. જેનો ઉપયોગ (પાચિત ખોરાકનો ઉપયોગ) ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવા માટે, નવી પેશીઓના નિર્માણ માટે અને જૂની પેશીઓના સમારકામમાં થાય છે.

અશોષિત કે અપાચિત ખોરાક મોટા આંતરડામાં મોકલવામાં આવે છે. જ્યાં વધુ માત્રામાં આવેલા રસાંકુરો અપાચિત ખોરાકમાંથી પાણીનું શોષણ કરે છે. શેષ પદાર્થો ગુદા (મળદ્વાર) દ્વારા શરીરની બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે. આ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને બહાર ફેંકવાની કે ત્યાગ કરવાનું નિયંત્રણ મળદ્વારના મુદ્રિકા સ્નાયુઓ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

ચર્ચા કરીએ !

દાંતનું ક્ષરણ

દાંતનું ક્ષરણ કે દાંતનો સડો, ઇનેમલ અને ડેન્ટિનનું ધીમે-ધીમે નાજુક બનવાને કારણે થાય છે. આની શરૂઆત ત્યારે થાય છે જ્યારે જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) શર્કરા પર પ્રક્રિયા કરીને ઍસિડનું નિર્માણ કરે છે, તે ઇનેમલને નાજુક બનાવે છે કે વિખનીજીકરણ (ખનીજ કે ક્ષાર દૂર થવાની ક્રિયા) કરે છે. અનેક બૅક્ટેરિયા ખાદ્ય કણો કે અણુઓ સાથે ભળી જઈને દાંતો પર ચોંટીને દાંતના પ્લેક (દાંત પર બાઝતી છારી) બનાવી દે છે. આ દંતીય પ્લેક દાંતને ઢાંકી દે છે, જેથી લાળરસ ઍસિડને તટસ્થ કરવા માટે દાંતની સપાટી સુધી પહોંચી શકાતો નથી. ખોરાક ખાધા બાદ દાંતોમાં બ્રશ કરવાથી પ્લેકને દૂર કરી બૅકટેરિયા ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે તે પહેલા દૂર કરી શકાય છે. જો તેઓ પર કોઈ સારવાર કરવામાં ન આવે તો સૂક્ષ્મજીવ દાંતની મજ્જામાં પ્રવેશ પામે છે અને બળતરા (ઝણઝણાટી) કે સંક્રમણ કરી શકે છે.

પ્રશ્નો

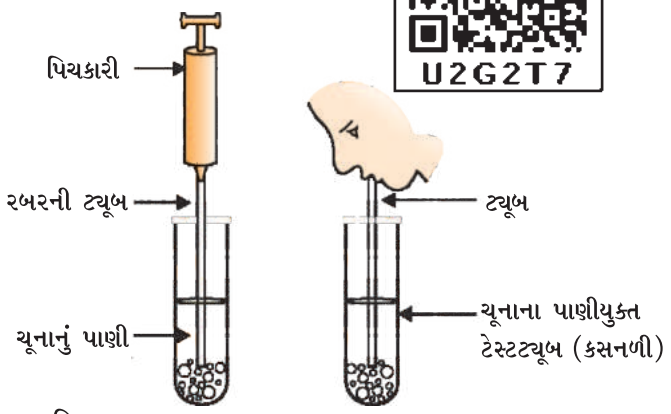
1. સ્વયંપોષી પોષણ અને વિષમપોષી પોષણ વચ્ચે શું તફાવત છે ?
2. પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે આવશ્યક કાચી સામગ્રી વનસ્પતિ ક્યાંથી પ્રાપ્ત કરે છે ?
3. આપણા જઠરમાં ઍસિડની ભૂમિકા શું છે ?
4. પાચક ઉત્સેચકોનું કાર્ય શું છે ?
5. પાચિત ખોરાક કે પદાર્થોના અભિશોષણ માટે નાના આંતરડાં (એટલે કે શેષાંત્ર)ની રચનાઓ કેવી છે ?

5.3 શ્વસન (Respiration)

પ્રવૃત્તિ 5.4

- એક કસનળીમાં તાજું તૈયાર કરેલું ચૂનાનું પાણી લો.
- આ ચૂનાના પાણીમાં ટ્યૂબ દ્વારા ફૂંક મારો.
- નોંધ કરો કે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થવા માટે કેટલો સમય લાગે છે ?
- એક સીરિંજ કે પિચકારી દ્વારા બીજી કસનળીમાં ચૂનાનું પાણી તાજું લઈને વાયુ પ્રવાહિત કરો. (આકૃતિ 5.7).
- નોંધ કરો કે આ વખતે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થતાં કેટલો સમય લાગે છે ?
- ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના પ્રમાણ વિશે આ આપણને શું દર્શાવે છે ?

U2G2T7



આકૃતિ 5.7

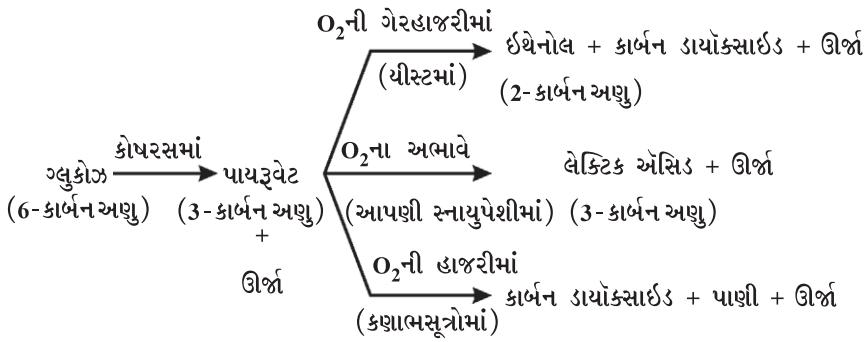
(a) પિચકારીની સીરિંજથી હવા ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરવામાં આવી રહી છે.
(b) ચૂનાના પાણીમાં ફૂંકથી હવા પસાર કરવામાં આવી રહી છે.

પ્રવૃત્તિ 5.5

- કોઈ પણ ફળનો રસ કે ખાંડનું દ્રાવણ લઈને તેમાં કેટલીક યીસ્ટ નાંખો. એક છિદ્રવાળો બૂચ લગાડી કસનળીમાં આ મિશ્રણને લો.
- કૉર્કમાં વળેલી કાચની નળી લગાવો. કાચની નળીના મુક્ત છેડાને તાજું તૈયાર કરેલ ચૂનાના પાણીવાળી કસનળીમાં ડૂબાડો.
- ચૂનાના પાણીમાં થનાર પરિવર્તનને અને આ પરિવર્તનમાં લાગતાં સમયનું અવલોકન નોંધો.
- આથવણના ઉત્પાદન કે નીપજના વિષયમાં આ આપણને શું દર્શાવે છે ?

આ પહેલાના વિભાગમાં આપણે સજીવોમાં પોષણના વિષય પર ચર્ચા કરી હતી. જે ખાદ્ય-પદાર્થોનું અંત:ગ્રહણ પોષણની ક્રિયા માટે થાય છે, કોષો તેઓનો ઉપયોગ વિવિધ જૈવિક ક્રિયાઓ માટે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાને માટે કરે છે. વિવિધ સજીવ તેને વિભિન્ન પદ્ધતિઓ દ્વારા કરે છે–કેટલાક સજીવ ઑક્સિજનનો ઉપયોગ ગ્લુકોઝને સંપૂર્ણ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીમાં વિઘટન કે વિખંડિત કરવા માટે કરે છે, જ્યારે કેટલાક અન્ય સજીવો બીજા પરિપથ (પદ્ધતિ)માં ઉપયોગ કરે છે. જેમાં ઑક્સિજન પ્રાપ્ત થતો નથી કે તે કાર્યરત હોતો નથી (આકૃતિ 5.8). આ બધી અવસ્થાઓમાં પહેલો તબક્કો ગ્લુકોઝના છ કાર્બનવાળા અણુનું ત્રણ કાર્બનવાળા અણુ પાયરૂવેટમાં વિઘટન કરવાનો છે. આ ક્રિયા કોષરસમાં થાય છે. ત્યારબાદ પાયરૂવેટ, ઇથેનોલ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ ક્રિયા યીસ્ટમાં આથવણ દરમિયાન થાય છે. આ પ્રક્રિયા હવા (ઑક્સિજન)ની ગેરહાજરીમાં થતી હોવાથી તેને અજારક શ્વસન કહે છે. પાયરૂવેટનું વિઘટન ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરીને કણાભસૂત્રોમાં થાય છે. આ ક્રિયા ત્રણ કાર્બનવાળા પાયરૂવેટના અણુનું વિઘટન કરીને ત્રણ કાર્બન

ડાયૉક્સાઇડના અણુ આપે છે. અન્ય નીપજ પાણી છે. આ પ્રક્રિયા હવા (ઑક્સિજન)ની હાજરીમાં થવાથી તેને જારક શ્વસન કહે છે. અજારક શ્વસનની તુલનામાં જારક શ્વસનમાં ઊર્જાનો ત્યાગ ખૂબ જ વધારે હોય છે. કેટલીકવાર જ્યારે આપણી સ્નાયુપેશી (માંસપેશી)ના કોષોમાં ઑક્સિજનનો અભાવ કે ઓછું પ્રમાણ હોય ત્યારે પાયરૂવેટનું વિઘટન બીજા પરિપથ પર થાય છે. અહીં પાયરૂવેટ ત્રણ કાર્બનવાળા અણુ લેક્ટિક ઍસિડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. અચાનક કોઈ પ્રક્રિયા થવાથી આપણી સ્નાયુપેશીમાં લેક્ટિક ઍસિડનું નિર્માણ થવાને લીધે સ્નાયુઓ જકડાઈ જાય છે.



આકૃતિ 5.8 વિવિધ પરિપથો દ્વારા ગ્લુકોઝનું વિઘટન

કોષીય શ્વસન દ્વારા મુક્ત થતી ઊર્જા તરત જ ATP નામના અણુના સ્વરૂપમાં સંશ્લેષણ પામે છે. જે કોષને અન્ય પ્રક્રિયાઓ માટે બળતણના રૂપે પ્રાપ્ત થાય છે. ATPનું વિઘટન એક નિશ્ચિત પ્રમાણમાં ઊર્જાને મુક્ત કરે છે. જે કોષની અંદર થનારી આંતરોષ્મી (Endothermic) પ્રક્રિયાઓનું સંચાલન કરે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

ATP (એડિનોસાઇન ટ્રાયફૉસ્ફેટ)

મોટાભાગની કોષીય પ્રક્રિયાઓ માટે ATP એક ઊર્જા ચલણ છે. શ્વસનની પ્રક્રિયામાં મુક્ત થયેલી ઊર્જાનો ઉપયોગ ADP અને અકાર્બનિક ફૉસ્ફેટ Ⓟમાંથી ATP અણુ બનાવવા માટે થાય છે.

$$ADP + Ⓟ \xrightarrow{\text{ઊર્જા}} ADP \sim Ⓟ = ATP,$$

Ⓟ : ફૉસ્ફેટ

આંતરોષ્મી પ્રક્રિયા કોષની અંદર થાય છે ત્યારે આ ATPનો ઉપયોગ પ્રક્રિયાઓનું સંચાલન કરવા કે પ્રક્રિયા દર્શાવવામાં થાય છે. પાણીનો ઉપયોગ કર્યા પછી ATPમાં જ્યારે આંતરિક ફૉસ્ફેટ (અકાર્બનિક)ની સહલગ્નતા તૂટે છે, તો 30.5 kJ/molને સમકક્ષ ઊર્જા મુક્ત થાય છે.

વિચારો, કેવી રીતે એક બૅટરી વિવિધ પ્રકારના ઉપયોગ માટે ઊર્જા આપે છે. આ યાંત્રિકઊર્જા, પ્રકાશઊર્જા, વિદ્યુતઊર્જા અને આ રીતે અન્ય માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ રીતે કોષમાં ATPનો ઉપયોગ પેશીઓના સંકોચન, પ્રોટીન સંશ્લેષણ, ઊર્મિવેગના વહન, પ્રચલન વગેરે અનેક ક્રિયાઓ માટે થાય છે.

જારક શ્વસન પરિપથ ઑક્સિજન પર આધારિત હોવાથી જારક સજીવો માટે પર્યાપ્ત માત્રામાં ઑક્સિજન પ્રાપ્ત કરતાં રહેવું આવશ્યક હોય છે. આપણે જોઈ ગયાં કે વનસ્પતિઓ વાયુઓનો વિનિમય રંધ્ર દ્વારા કરે છે અને આંતરકોષીય અવકાશ તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે બધા કોષો વાયુના સંપર્કમાં હોય છે. અહીં, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને ઑક્સિજનની આપ-લે પ્રસરણ દ્વારા થાય છે.

તે કોષોમાં કે તેનાથી દૂર અને બહાર હવામાં જઈ શકે છે. પ્રસરણની દિશા પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિ અને વનસ્પતિની આવશ્યકતા પર આધારિત છે. રાત્રિ દરમિયાન જ્યારે કોઈ પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા થતી નથી ત્યારે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું મુક્ત થવું મુખ્ય ઘટના બને છે. દિવસે શ્વસન દરમિયાન નિર્માણ પામેલ CO_2 પ્રકાશસંશ્લેષણમાં વપરાઈ જાય છે. જેથી કોઈ CO_2 મુક્ત થતો નથી. આ સમયે ઑક્સિજનનું મુક્ત થવું તે મુખ્ય ઘટના બને છે.

પ્રાણીઓમાં પર્યાવરણમાંથી ઑક્સિજન મેળવવા અને ઉત્પન્ન થયેલા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને મુક્ત કરવા માટે વિવિધ પ્રકારનાં અંગોનો વિકાસ થયેલો હોય છે. સ્થળચર પ્રાણી વાતાવરણમાંથી ઑક્સિજન મેળવી શકે છે, પરંતુ જો પ્રાણીઓ જળચર હોય, તો તેઓને પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો જ ઉપયોગ કરવો પડે છે.

પ્રવૃત્તિ 5.6

- એક માછલીઘરમાં માછલીનું અવલોકન કરો. તેઓ પોતાનું મોં ખોલે અને બંધ કરે છે. તેની સાથે આંખોની પાછળની ઝાલરફાટો (કે ઝાલરફાટોને ઢાંકતી ઝાલર ઢાંકણ) પણ ખૂલે છે અને બંધ થાય છે. શું મોં તથા ઝાલરફાટોના ખૂલવા અને બંધ થવાના સમય વચ્ચે કોઈ પ્રકારનો સંબંધ છે ?
- ગણતરી કરો કે માછલી એક મિનિટમાં કેટલી વખત મોં ખોલે છે અને બંધ કરે છે.
- તમે એક મિનિટમાં કેટલી વખત શ્વાસ અંદર-બહાર કરો છો તેની સાથે તેને સરખાવો.

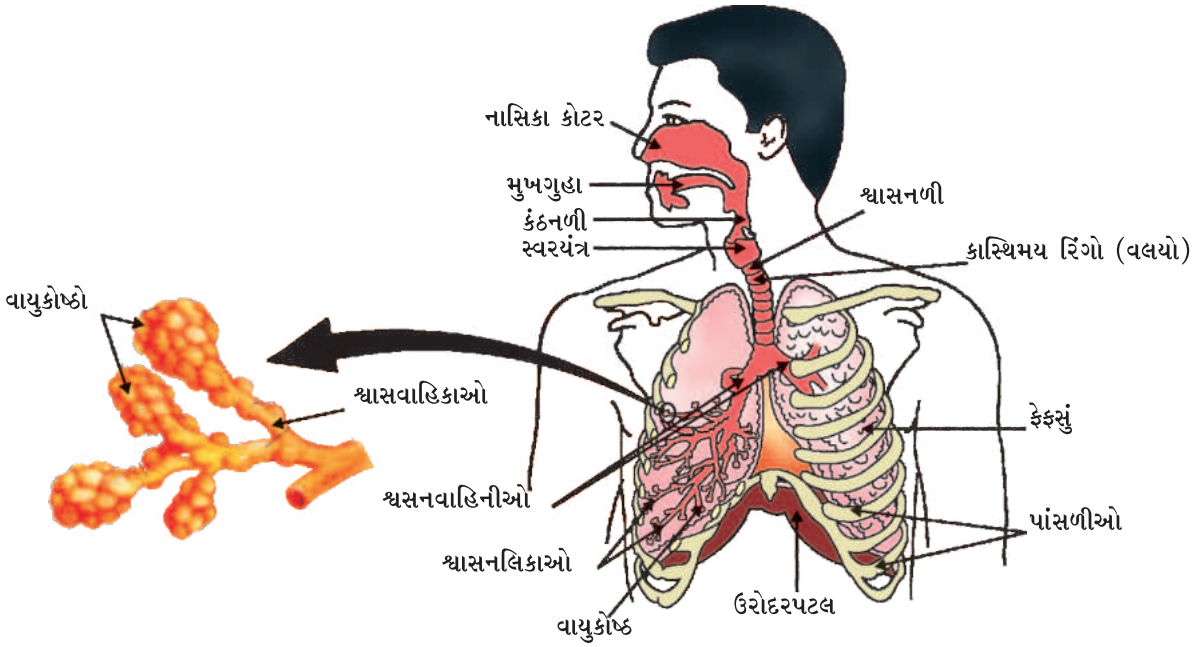
પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ હવામાં રહેલા ઑક્સિજનના પ્રમાણ કરતાં ખૂબ જ ઓછું હોવાથી જળચર પ્રાણીઓનો શ્વસન દર સ્થળચર પ્રાણીઓની તુલનામાં ઘણો ઝડપી હોય છે. માછલી પોતાના મોં દ્વારા પાણી મેળવે છે અને પ્રયત્નપૂર્વક ઝાલર સુધી પહોંચાડે છે જ્યાં રુધિર દ્વારા દ્રાવ્ય ઑક્સિજન મેળવાય છે.

સ્થળચર પ્રાણી શ્વસન માટે વાતાવરણમાંના ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ સજીવોમાં આ ઑક્સિજન ભિન્ન-ભિન્ન અંગો દ્વારા શોષણ પામે છે. આ બધાં અંગોમાં એક એવી રચના હોય છે, કે જે તેના સપાટીનાં ક્ષેત્રફળમાં વધારો કરે છે જે વધુ ઑક્સિજનયુક્ત વાતાવરણના સંપર્કમાં રહે છે. ઑક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના વિનિમય આ સપાટીની આરપાર થતું હોવાને લીધે, આ સપાટી ખૂબ જ પાતળી અને નાજુક હોય છે. આ સપાટીનું રક્ષણ કરવાના હેતુથી તે શરીરની અંદર ગોઠવાયેલી હોય છે, માટે આ ક્ષેત્રમાં હવાને આવવા માટે કોઈ રસ્તા હોવા જોઈએ. આ ઉપરાંત જ્યાં ઑક્સિજનનું શોષણ થાય છે, તે વિસ્તારમાં હવા અંદર અને બહાર જવા માટે ખાસ ક્રિયાવિધિ હોય છે.

મનુષ્યમાં (આકૃતિ 5.9) નસકોરાં (નાસિકા છિદ્ર) દ્વારા હવા શરીરમાં લેવામાં આવે છે. નસકોરાંમાંથી પસાર થતી હવા તેના માર્ગ આવેલા નાના રોમ જેવા વાળ દ્વારા ગળાય (Filter) છે. જેથી શરીરમાં આવનારી હવા ધૂળ અને અન્ય અશુદ્ધિ રહિત બને છે. આ માર્ગમાં શ્લેષ્મનું સ્તર પણ હોય છે જે આ પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. અહીંથી હવા ગ્રીવા દ્વારા ફેફસાંમાં વહન પામે છે. ગ્રીવા કે કંઠનળીના પ્રદેશમાં કાસ્થિની વલયમય રચના હોય છે જે હવાનો માર્ગ બંધ થતો અટકાવે છે.

વધુ જાણવા જેવું !

તમાકુનો સીધો ઉપયોગ કે સિગાર, સિગારેટ, બીડી, હૂકા, ગુટખા વગેરેના સ્વરૂપમાં તમાકુના કોઈપણ ઉત્પાદન (બનાવટ)નો ઉપયોગ હાનિકારક છે. તમાકુનો ઉપયોગ મોટા ભાગે જીભ (tongue), ફેફસાં (lungs), હૃદય (heart) તથા યકૃત (liver)ને અસર કરે છે. ધુમ્રપાન સિવાયની તમાકુ (smokeless tobacco) પણ હૃદયના હુમલા (heart attacks), હૃદયઘાત (strokes), ફેફસાંને લાગતા રોગો (pulmonary diseases) તથા ઘણા સ્વરૂપોના કેન્સર માટેનું મુખ્ય જોખમી પરિબળ છે. ગુટખાના સ્વરૂપમાં તમાકુ ચાવવાના લીધે ભારતમાં મુખના કેન્સરની ઘટનાઓ વધવા પામી છે. તંદુરસ્ત રહો ; તમાકુ અને તેના ઉત્પાદનોને ના કહો !



આકૃતિ 5.9 માનવનું શ્વસનતંત્ર

શું તમે જાણો છો ?

ધૂમ્રપાન સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે.

દુનિયાભરમાં મૃત્યુ માટેનાં સામાન્ય કારણોમાંનું એક કારણ ફેફસાંનું કૅન્સર છે. શ્વસનમાર્ગના ઉપરના ભાગમાં સૂક્ષ્મ રોમ જેવા પક્ષ્મો હોય છે. આ પક્ષ્મો શ્વાસમાં લીધેલી હવામાંથી સૂક્ષ્મજીવો, ધૂળ અને અન્ય હાનિકારક રજકણો દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. ધૂમ્રપાન આ રોમનો નાશ કરે છે જેથી ધૂળ, ધુમાડો અને અન્ય નુકસાનકારક રસાયણો ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને સંક્રમણ, કફ તથા ફેફસાંના કૅન્સરને પણ પ્રેરે છે.

ફેફસાંની અંદર આ માર્ગ નાની-નાની નલિકાઓમાં વિભાજન થાય છે અને જે અંતમાં કે છેવટે ફુગ્ગા જેવી રચનામાં પરિણામે છે, જેને વાયુકોષ્ઠો કહે છે. વાયુકોષ્ઠો એક સપાટી પૂરી પાડે છે કે જેના દ્વારા વાતવિનિમય થઈ શકે છે. વાયુકોષ્ઠની દીવાલ પર રુધિરકેશિકાઓની વિસ્તૃત જાળીરૂપ રચના હોય છે. આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં જોઈ ગયાં છીએ કે જ્યારે શ્વાસ અંદર લઈએ છીએ ત્યારે આપણી પાંસળીઓ ઊપસી આવે છે અને આપણો ઉરોદરપટલ ચપટો (Flat) બને છે. તેના પરિણામે ઉરસીયગુહા મોટી બને છે અને હવા ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને વિસ્તરણ પામેલા વાયુકોષ્ઠોને હવાથી ભરી દે છે. રુધિર શરીરમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને વાયુકોષ્ઠોમાં મુક્ત કરવા માટે લાવે છે. વાયુકોષ્ઠની રુધિરકેશિકાઓનું રુધિર, વાયુકોષ્ઠની હવામાંથી ઑક્સિજન લઈને શરીરના બધા જ કોષો સુધી પહોંચાડે છે. શ્વાસોચ્છવાસચક્ર દરમિયાન જ્યારે હવા અંદર અને બહાર આવાગમન પામે છે ત્યારે ફેફસાં હંમેશાં હવાના વિનિમય માટે વિશિષ્ટતા દર્શાવે છે જેથી ઑક્સિજનના શોષણ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને વાતાવરણમાં મુક્ત કરવા માટેનો પર્યાપ્ત સમય મળી રહે છે.

જ્યારે પ્રાણી કદમાં મોટું હોય છે ત્યારે ખાલી પ્રસરણદાબ વડે બધાં અંગોમાં ઑક્સિજન પહોંચાડવો અશક્ય હોય છે. જોકે, ફેફસાંની હવામાંથી શ્વસનરંજક દ્રવ્યકણ ઑક્સિજન લઈને તે પેશીઓ સુધી પહોંચાડે છે, જેમાં ઑક્સિજનની ઊણપ હોય છે. માનવમાં શ્વસનરંજક દ્રવ્યકણ હિમોગ્લોબીન છે જે ઑક્સિજન માટે ઘણું વધુ આકર્ષણ ધરાવે છે. આ રંજકદ્રવ્યકણ લાલ રંગના રક્તકણમાં આવેલા હોય છે. ઑક્સિજન કરતાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ પાણીમાં વધારે દ્રાવ્ય છે અને તેથી તેનું પરિવહન આપણા રુધિરમાં દ્રાવ્ય અવસ્થામાં થાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

- જો વાયુકોષ્ઠની સપાટીને ફેલાવવામાં આવે તો તે લગભગ 80 m^2 વિસ્તારને ઢાંકે છે. શું તમે અનુમાન કરી શકો છો કે તમારા પોતાના શરીરની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ કેટલું હશે ? વિચાર કરો કે વિનિમય માટે સપાટીનું વિસ્તરણ પામવાથી વાતવિનિમય કેટલી કાર્યક્ષમ રીતે થાય છે.
- જો આપણા શરીરમાં પ્રસરણ દ્વારા ઑક્સિજન વહન પામતો હોય તો આપણાં ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનના એક અણુને પગના અંગૂઠા સુધી પહોંચવામાં આશરે 3 વર્ષ જેટલો સમય લાગી શકે છે. શું તમને એ બાબતની ખુશી નથી કે આપણી પાસે હિમોગ્લોબીન છે ?

પ્રશ્નો

1. શ્વસન માટે ઑક્સિજન પ્રાપ્ત કરવાની ક્રિયામાં એક જળચર પ્રાણીની તુલનામાં સ્થળચર પ્રાણીને શું લાભ છે ?
2. વિભિન્ન પ્રાણીઓમાં ગ્લુકોઝના ઑક્સિડેશન વડે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાની વિવિધ રીતે કઈ છે ?
3. મનુષ્યોમાં ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પરિવહન કેવી રીતે થાય છે ?
4. વાતવિનિમય માટે માનવ-ફેફસાંમાં મહત્તમ ક્ષેત્રફળ પ્રાપ્ત થાય એ માટે કઈ રચનાઓ છે ?

5.4 વહન (Transportation)

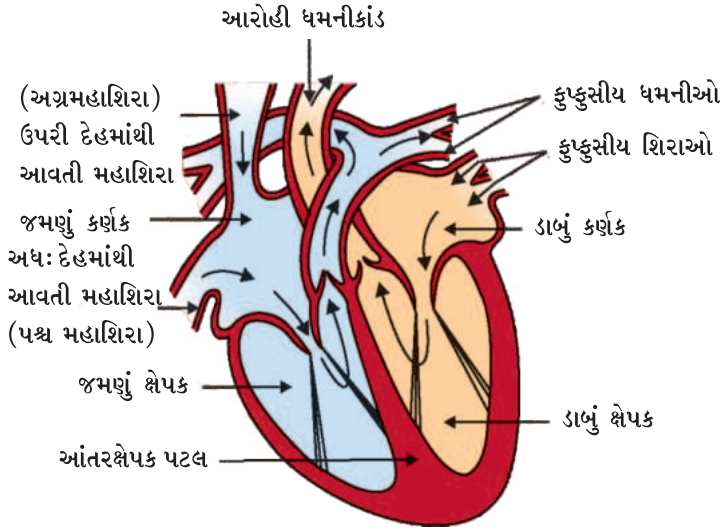
X1L9Z6

5.4.1 માનવોમાં વહન (Transportation In Human Beings)

પ્રવૃત્તિ 5.7

- તમારી આસપાસના એક સ્વાસ્થ્ય કેન્દ્રની મુલાકાત લો અને જાણકારી મેળવો કે માનવમાં હિમોગ્લોબીનના પ્રમાણનું સામાન્ય પ્રમાણ શું છે ?
- શું તે બાળકો અને વૃદ્ધો માટે સમાન છે ?
- શું પુરુષ અને સ્ત્રીઓના હિમોગ્લોબીનના સ્તરમાં કોઈ તફાવત છે ?
- તમારી આસપાસના એક પશુચિકિત્સાલય (Vetrerinary Clinic)ની મુલાકાત લો. જાણકારી મેળવો કે પશુઓ જેવાં કે ભેંસ કે ગાયમાં હિમોગ્લોબીનનું પ્રમાણ સામાન્ય રીતે શું હોય છે ?
- શું આ પ્રમાણ વાછરડાંઓ, નર અને માદા પ્રાણીઓમાં સમાન છે ?
- નર અને માદા માનવ તેમજ પ્રાણીઓમાં જોવા મળતાં તફાવતની તુલના કરો.
- જો કોઈ તફાવત છે તો તેને કેવી રીતે સમજાવશો ?

અગાઉના વિભાગમાં આપણે જોઈ ગયાં કે રુધિર એ ખોરાક, ઑક્સિજન અને નકામા પદાર્થોનું આપણા શરીરમાં વહન કરે છે. ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે રુધિર એક પ્રવાહી સંયોજક પેશી છે. રુધિરમાં એક પ્રવાહી માધ્યમ હોય છે જેને પ્લાઝમા (રુધિરરસ) કહે છે, તેમાં કોષો નિલંબિત હોય છે. પ્લાઝમા (રુધિરરસ) એ ખોરાક (પોષકદ્રવ્યો), કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ પદાર્થોનું દ્રાવ્ય સ્વરૂપે વહન કરે છે. ઑક્સિજનને રક્તકણો (RBC_S) લઈ જાય છે. ઘણાબધા અન્ય પદાર્થો જેવા કે ક્ષારોનું વહન પણ રુધિર દ્વારા થાય છે. આમ, આપણને એક પંપ જેવા અંગની જરૂરિયાત છે જે રુધિરને અંગોની આસપાસ ધકેલી શકે, નલિકાઓ કે વાહિનીઓના એક પરિપથની જરૂરિયાત હોય છે જે રુધિરને બધી પેશીઓ સુધી મોકલી શકે અને એક એવા તંત્રની પણ આવશ્યકતા હોય છે જે નિશ્ચિત કરે કે જો પરિપથમાં ક્યારેક નુકસાન થાય તો તેમનું સમારકામ થઈ શકે.

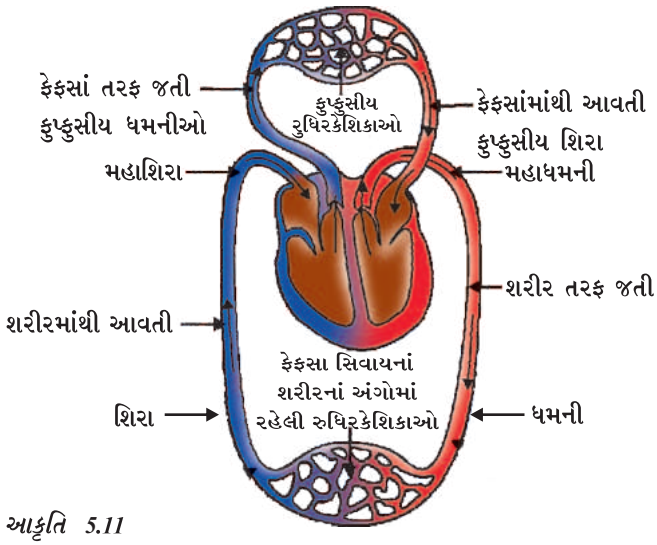


આકૃતિ 5.10
માનવ-હૃદયનો
રેખાંકિત છેદ

આપણો પંપ–હૃદય (Our Pump–The Heart)

હૃદય એક સ્નાયુલ અંગ છે જે આપણી મુઠ્ઠીના કદનું હોય છે (આકૃતિ 5.10). રુધિરને ઑક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ બંનેનું વહન કરવાનું હોવાના કારણે ઑક્સિજનયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત રુધિરની સાથે ભળતા અટકાવવા માટે હૃદય કેટલાંક ખંડોમાં વિભાજિત હોય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડથી મુક્ત કરવા માટે ફેફસાંમાં લઈ જવામાં આવે છે અને ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિરને પાછું હૃદયમાં લાવવામાં આવે છે. ત્યારબાદ આ ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર શરીરના બાકીના ભાગોમાં પંપ કરીને મોકલવામાં આવે છે.

આપણે આ પ્રક્રિયાને તબક્કાવાર સમજીએ (આકૃતિ 5.11). ફેફસાંમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર હૃદયની પાતળી દીવાલ ધરાવતા ખંડ ડાબા કર્ણકમાં આવે છે. ડાબું કર્ણક રુધિર મેળવતી વખતે શિથિલ થાય છે. હવે જ્યારે ડાબું કર્ણક સંકોચન પામે છે ત્યારે તેની નીચે આવેલું ડાબું ક્ષેપક શિથિલન પામે છે જેથી રુધિર તેમાં દાખલ થાય છે. ત્યાર બાદ માંસલ ડાબા ક્ષેપકનાં સંકોચનથી રુધિર હૃદયમાંથી શરીરના વિવિધ ભાગો તરફ જાય છે. હકીકતમાં આ જ સમયે શરીરના વિવિધ ભાગોમાંથી એકઠું થયેલું ઑક્સિજનવિહીન રુધિર હૃદયના જમણી તરફના ઉપરના ખંડ જમણા કર્ણકના શિથિલન થવાથી તેમાં દાખલ થાય છે. જમણા કર્ણકનું સંકોચન થતાં જ તેની નીચેના જમણા ક્ષેપકનું શિથિલન થાય છે. જે પછી તેને ઑક્સિજનયુક્ત થવા માટે ફેફસાં તરફ ધકેલે છે. ક્ષેપકોએ રુધિરને શરીરના વિવિધ ભાગો તરફ ધકેલવાનું હોવાથી તેમની દીવાલ કર્ણકોની સાપેક્ષમાં માંસલ અને જાડી હોય છે. વાલ્વ સુનિશ્ચિત કરે છે કે કર્ણક કે ક્ષેપક સંકોચાય ત્યારે રુધિરનું તે જ માર્ગે પાછું વહન ન થાય.



આકૃતિ 5.11
ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું વહન અને આપ-લે
દર્શાવતી રેખાકૃતિ

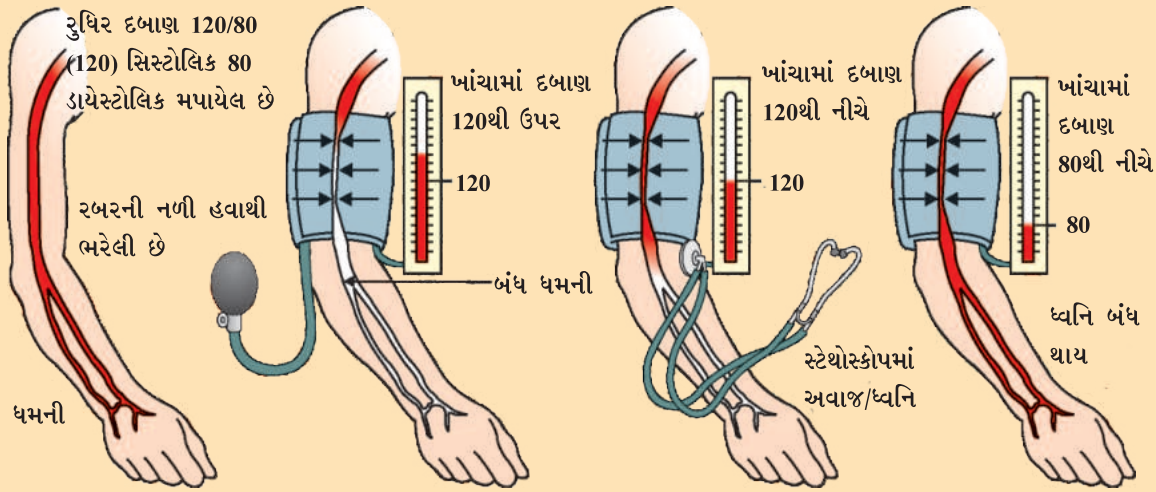
ફેફસામાં ઑક્સિજનનો રુધિરમાં પ્રવેશ
(Oxygen Enters the Blood In The Lungs)

હૃદયના જમણા તેમજ ડાબા ખંડોમાં વહેંચાવાની રીત, ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિરને મિશ્રિત થતું અટકાવવા માટે લાભદાયક છે. આ વહેંચણી શરીરને ઑક્સિજનનો વધુ કાર્યદક્ષ પૂરવઠો પૂરો પાડે છે. પક્ષી અને સસ્તનની જેમ પ્રાણીઓ કે જેઓને વધુ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે, તેઓ માટે આ પદ્ધતિ ખૂબ જ લાભદાયક છે. કારણ કે તેમને શરીરના તાપમાન જાળવી રાખવા માટે નિરંતર ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. તેવાં પ્રાણીઓ કે જેઓને આ કાર્ય માટે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરવાનો હોતો નથી, તેઓના શરીરના તાપમાન પર્યાવરણના તાપમાન પર આધારિત હોય છે. ઊભયજીવી પ્રાણીઓ કે ઘણા સરિસૃપ જેવાં પ્રાણીઓમાં ત્રિખંડીય હૃદય હોય છે અને તેઓ ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિર પ્રવાહને કેટલીક હદ સુધી મિશ્રિત થવાની ઘટનાને પણ સહન કરી શકે છે. બીજી તરફ માછલીનું હૃદય માત્ર બે ખંડોનું બનેલું છે. ત્યાંથી રુધિર ઝાલરોમાં મોકલવામાં આવે છે જ્યાં તે ઑક્સિજનયુક્ત બને છે અને સીધું શરીરમાં મોકલવામાં આવે છે. આ રીતે માછલીઓના શરીરમાં એક ચક્રમાં માત્ર એક જ વાર રુધિરને હૃદયમાં લાવવામાં આવે છે. બીજી તરફ અન્ય પૃષ્ઠવંશીઓમાં પ્રત્યેક ચક્રમાં તે બે વખત હૃદયમાં આવે છે. જેને બેવડું પરિવહન કહે છે.

ચર્ચા કરીએ !

રુધિરદાબ (Blood Pressure)

રુધિરવાહિનીઓની દીવાલ પર રુધિર જે દબાણ (બળ) લગાડે છે તેને રુધિરનું દબાણ કહે છે. આ દબાણ શિરાઓની તુલનામાં ધમનીઓમાં ખૂબ વધારે હોય છે. ધમનીની અંદર રુધિરનું દબાણ ક્ષેપકના સંકોચન દરમિયાન સંકોચન દાબ કે સંકોચન દબાણ અને ક્ષેપકનું શિથિલન કે વિસ્તરણ થાય તે દરમિયાન ધમનીની અંદરનું દબાણ શિથિલન દબાણ કહેવાય છે. સામાન્ય રીતે સંકોચન દબાણ (સિસ્ટોલિક દબાણ) લગભગ 120 mm Hg (પારો = Hg) અને શિથિલન દબાણ (ડાયસ્ટોલિક દબાણ) લગભગ 80 mm (Hg = પારો) હોય છે.



સ્ફિગ્નોમેનોમીટર નામના યંત્ર દ્વારા રુધિરનું દબાણ કે રુધિરદાબ (Blood Pressure) માપવામાં આવે છે. વધુ રુધિરદાબને અતિતણાવ (Hyper Tention) પણ કહે છે અને તેનું કારણ ધમનીકાઓનું સંકોચન પામવાની ક્રિયા છે. આનાથી રુધિર પ્રવાહમાં પ્રતિરોધકતા વધી જાય છે. જેથી ધમની ફાટી જવાની સંભાવના વધે છે અને આંતરિક રુધિરસ્રાવ થઈ શકે છે.

નલિકાઓ : રુધિરવાહિનીઓ (The Tubes - Blood Vessels)

ધમનીઓ એવી રુધિરવાહિનીઓ છે જે રુધિરને હૃદયમાંથી શરીરનાં વિવિધ અંગો સુધી લઈ જાય છે. ધમનીની દીવાલ જાડી અને સ્થિતિસ્થાપક હોય છે કારણ કે રુધિર હૃદયમાંથી ઊંચા દબાણે વહે છે. શિરાઓ વિવિધ અંગોમાંથી રુધિર એકત્ર કરીને પાછું હૃદયમાં લાવે છે. તેમાં જાડી દીવાલની જરૂરિયાત હોતી નથી કારણ કે રુધિરમાં પર્યાપ્ત દબાણ હોય છે, તેના બદલે તેમાં રુધિરને એક જ દિશામાં વહન કરાવવા માટે વાલ્વ હોય છે.

કોઈ અંગ કે પેશી સુધી પહોંચીને ધમની વધુ ને વધુ નાની-નાની વાહિનીઓમાં વિભાજિત થાય છે. જેનાથી બધા કોષોની સાથે રુધિરનો સંપર્ક થઈ શકે. સૌથી નાની વાહિનીઓ કે કેશિકાઓની દીવાલ એકકોષીય જાડાઈ ધરાવે છે અને રુધિર તેમજ આસપાસના કોષોની વચ્ચેથી પદાર્થોનો વિનિમય આ પાતળી દીવાલ દ્વારા જ થાય છે. ત્યારબાદ કેશિકાઓ ભેગી મળીને શિરાઓ બનાવે છે અને રુધિરને અંગ કે પેશીથી દૂર લઈ જાય છે.

ત્રાકકણો દ્વારા જાળવણી (Maintenance by Platelets)

આ નલિકાઓના તંત્રમાં જો ક્યાંક લીકેજ થાય તો ? એવી સ્થિતિ પર વિચાર કરો કે જ્યારે આપણે ઘાયલ થઈએ છીએ અને રુધિરસ્રાવ થવા લાગે છે. તંત્રમાંથી રુધિરનો આ વ્યય પ્રાકૃતિક રૂપે ઘટાડવો જોઈએ. રુધિરના વધુ સ્રાવથી રુધિરદાબ ઘટે છે જેનાથી પંપિંગ પ્રણાલી (ધકેલવાની ક્રિયા)ની

કાર્યક્ષમતામાં ઊણપ આવે છે. આ રુધિરસ્રાવને રોકવા માટે રુધિરમાં ત્રાકકણો (Platelets અથવા Thrombocytes) આવેલા હોય છે, જે સંપૂર્ણ શરીરમાં પરિવહન કરે છે અને રુધિરસ્રાવના સ્થાન પર રુધિરની જમાવટ કરીને રુધિરસ્રાવ અટકાવે છે.

લસિકા (Lymph)

વહનની ક્રિયામાં મદદરૂપ થતું અન્ય પણ એક પ્રવાહી છે, જેને લસિકા કહે છે. કેશિકાઓની દીવાલમાં આવેલાં છિદ્રો દ્વારા કેટલાક રુધિરરસ (પ્લાઝમા), પ્રોટીન અને રુધિરકોષો બહાર નીકળીને પેશીના આંતરકોષીય અવકાશમાં આવે છે અને લસિકાનું નિર્માણ કરે છે. તે રુધિરના રુધિરરસની જેવું જ હોય છે પરંતુ તે રંગહીન અને અલ્પ માત્રામાં પ્રોટીન ધરાવે છે. લસિકા આંતરકોષીય વાહિકા બનાવે છે અને અંતમાં મોટી શિરામાં ખૂલે છે. પચેલો આહાર અને નાના આંતરડા દ્વારા અભિશોષણ પામેલ ચરબીનું વહન લસિકા દ્વારા થાય છે અને વધારાના પ્રવાહીને બાહ્ય કોષીય અવકાશમાંથી પાછું રુધિરમાં લઈ આવે છે.

5.4.2 વનસ્પતિઓમાં વહન (Transportation in Plants)

આપણે પહેલાં ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે, વનસ્પતિ કેવી રીતે CO_2 જેવા સરળ સંયોજન મેળવે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ઊર્જાનો સંગ્રહ ક્લોરોફિલયુક્ત અંગો, પર્ણોમાં કરે છે. વનસ્પતિ શરીરના નિર્માણ માટે જરૂરી અન્ય કાચી સામગ્રી અલગથી પ્રાપ્ત કરે છે. વનસ્પતિઓ માટે નાઇટ્રોજન, સલ્ફર અને બીજા ખનીજ ક્ષારો માટે ભૂમિ નજીકનો તેમજ ભરપૂર સ્રોત છે. જેથી આ પદાર્થોનું શોષણ મૂળ દ્વારા જે ભૂમિના સંપર્કમાં રહે છે તેના દ્વારા થાય છે. જો ભૂમિના સંપર્કવાળાં અંગોમાં અને ક્લોરોફિલયુક્ત અંગોમાં અંતર બહુ જ ઓછું હોય, તો ઊર્જા તેમજ કાચી સામગ્રી વનસ્પતિના દેહના બધા ભાગોમાં આસાનીથી પ્રસરણ થઈ શકે છે. જો વનસ્પતિ શરીર કે દેહની રચનામાં પરિવર્તનને કારણે આ અંતર વધતું થાય છે તો પર્ણોમાંથી કાચી સામગ્રી અને મૂળમાં ઊર્જા મેળવવા માટે પ્રસરણક્રિયા પર્યાપ્ત નથી. એવી પરિસ્થિતિમાં વહનની એક સુદૃઢ પ્રણાલી જરૂરી હોય છે.

વિવિધ શરીરરચના માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત ભિન્ન હોય છે. વનસ્પતિ પ્રચલન કરતી નથી અને વનસ્પતિ શરીરની અનેક પેશીઓમાં વધુ માત્રામાં મૃતકોષો હોય છે. પરિણામ સ્વરૂપ વનસ્પતિઓને ઓછી શક્તિની જરૂરિયાત હોય છે અને તેની સાપેક્ષમાં ધીમું પરિવહનતંત્ર ધરાવે છે. ખૂબ ઊંચી વનસ્પતિઓમાં પરિવહનતંત્રને ખૂબ વધારે અંતર કાપવું પડે છે.

વનસ્પતિ વહનતંત્ર, પર્ણોમાંથી સંચિત ઊર્જાયુક્ત પદાર્થ તથા મૂળમાંથી કાચી સામગ્રીનું વહન કરે છે. આ બે પરિપથ સ્વતંત્ર રીતે સંગઠિત વાહકનલિકાઓથી નિર્માણ પામે છે. એક જલવાહક છે, જે ભૂમિમાંથી પ્રાપ્ત પાણી અને ખનિજક્ષારોનું વહન કરે છે. બીજી અન્નવાહક છે કે જે પર્ણોથી પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજનું સંશ્લેષણ કરે છે અને ત્યાંથી વનસ્પતિના અન્ય ભાગો સુધી વહન કરે છે. આપણે આ પેશીઓની રચનાનો વિસ્તૃત અભ્યાસ ધોરણ IXમાં કરી ગયાં છીએ.

પાણીનું વહન (Transport of Water)

જલવાહક પેશી , મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણોમાંની જલવાહિનીઓ અને જલવાહિનીકીઓ પરસ્પર જોડાઈને પાણીના સંવહનનું સળંગ તંત્ર રચે છે જલવાહિનીઓના એક સતત નલિકા જેવી રચના બનાવે છે. જે વનસ્પતિના બધા ભાગોની સાથે જોડાયેલી હોય છે. મૂળના કોષો ભૂમિના સંપર્કમાં હોય છે અને તે સક્રિય સ્વરૂપે આયન પ્રાપ્ત કરે છે. આ મૂળ અને ભૂમિની વચ્ચે આયન સંકેન્દ્રણમાં તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે. આ તફાવતને દૂર કરવા માટે ભૂમિમાંથી પાણી મૂળમાં પ્રવેશ કરે છે.

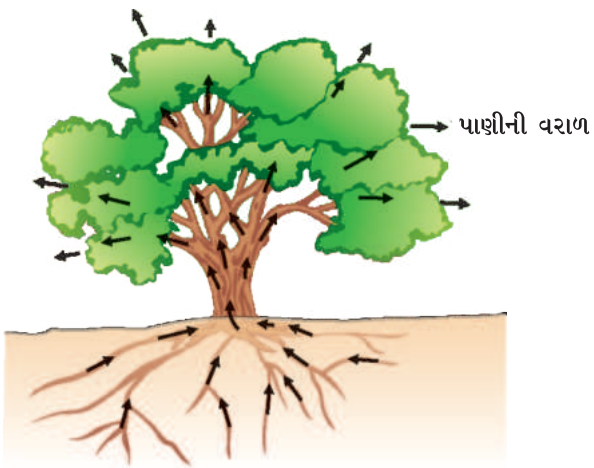
તેનો અર્થ એ છે કે પાણીનું અવિરત વહન મૂળની જલવાહકની મદદથી થાય છે અને પાણીના સ્તંભનું નિર્માણ કરે છે જે સતત ઉપરની તરફ ધકેલાય છે.

આપણે સામાન્ય રીતે વનસ્પતિઓની જે ઊંચાઈ જોઈએ છીએ તે ઊંચાઈ સુધી પાણીને પહોંચાડવા આ દબાણ સ્વયં પર્યાપ્ત નથી. વનસ્પતિ જલવાહકમાં ઉપરની તરફ પોતાની સૌથી વધુ ઊંચા બિંદુ સુધી પાણીને પહોંચાડવાની અન્ય યુક્તિ વાપરે છે.

પ્રવૃત્તિ 5.8

- લગભગ એકજ કેસમાન કદના અને સમાન માત્રામાં માટી ધરાવતા બે કૂંડાં લો. એકમાં વનસ્પતિ/છોડ લગાવો અને બીજા કૂંડામાં વનસ્પતિ/છોડની ઊંચાઈની એક લાકડી લગાડો.
- બંને કૂંડાંની માટીને પ્લાસ્ટિકના કાગળથી ઢાંકી દો, જેથી ભેજનું બાષ્પીભવન ન થાય.
- બંને કૂંડાંને, એકને છોડની સાથે અને બીજાને લાકડીની સાથે પ્લાસ્ટિક કાગળથી ઢાંકી દો અને અડધા કલાક માટે સૂર્યપ્રકાશમાં રાખો.
- શું તમે બંનેમાં કોઈ તફાવત જોઈ શકો છો ?

એમ માની લઈએ કે વનસ્પતિને પૂરતાં પ્રમાણમાં પાણીની પ્રાપ્તિ થાય છે, જે પાણીની રંધ્ર દ્વારા ઊણપ સર્જાય છે તેનું પ્રતિસ્થાપન જલવાહકની જલવાહિનીઓ દ્વારા પર્ણોમાં થાય છે. વાસ્તવમાં કોષથી પાણીના અણુઓનું બાષ્પીભવન એક ચૂષક કે ખેંચાણ ઉત્પન્ન કરે છે. જે મૂળના જલવાહક કોષમાં આવેલા પાણીને (ઉપર) ખેંચે છે. વનસ્પતિના હવાઈ ભાગો દ્વારા બાષ્પના સ્વરૂપમાં પાણીનો વ્યય થાય તેને બાષ્પોત્સર્જન કહેવાય છે.



આકૃતિ 5.12
વૃક્ષમાં બાષ્પોત્સર્જન દરમિયાન પાણીની ગતિ

આમ, બાષ્પોત્સર્જનથી પાણીનું શોષણ તેમજ મૂળથી પર્ણો સુધી પાણી અને તેમાં દ્રાવ્ય ખનિજક્ષારોનું ઊર્ધ્વગમન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તે તાપમાનનું નિયમન કરવામાં પણ મદદરૂપ થાય છે. પાણીના વહનમાં મૂળદાબ રાત્રિના સમયમાં વિશેષ રૂપથી પ્રભાવી હોય છે. દિવસમાં જ્યારે રંધ્ર કે વાયુરંધ્ર કે પર્ણરંધ્ર ખૂલે છે, બાષ્પોત્સર્જનથી ઉદ્ભવતું ખેંચાણબળ જલવાહકમાં પાણીના વહન માટે મુખ્ય પ્રેરકબળ હોય છે.

ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ
(Transport of Food and other substances)

અત્યાર સુધી, આપણે વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજક્ષારોના વિષયમાં ચર્ચા કરી. હવે, આપણે ચર્ચા કરીએ કે ચપાપચયની ક્રિયાઓની નીપજો ખાસ કરીને પ્રકાશસંશ્લેષણ, જે પર્ણોમાં થાય છે, તેને વનસ્પતિના અન્ય ભાગોમાં કેવી રીતે મોકલવામાં આવે છે ? પ્રકાશસંશ્લેષણની દ્રાવ્ય નીપજોનું વહન સ્થળાંતરણ કહેવાય છે અને તે સંવહન પેશી જેને અન્નવાહક કહે છે તેના દ્વારા થાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજો સિવાય અન્નવાહક એમિનો એસિડ અને અન્ય પદાર્થોનું વહન પણ કરે છે. તે પદાર્થ ખાસ કરીને મૂળમાં સંચય પામી, અંગો, ફળ, બીજ અને વૃદ્ધિ કરનારાં અંગોમાં લઈ જવામાં આવે છે. ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ તેને સંલગ્ન સાથીકોષની મદદથી ચાલની નલિકામાં ઊર્ધ્વદિશા તેમજ અધોદિશા એમ બંને દિશાઓમાં થાય છે.

જલવાહક દ્વારા વહનને સામાન્ય ભૌતિક બળોના સિદ્ધાંતો દ્વારા સમજી શકાય છે. તેનાથી વિરુદ્ધ અન્નવાહક દ્વારા સ્થળાંતરણ જે ઊર્જાના ઉપયોગથી દર્શાવાય છે. સુક્રોઝ જેવો પદાર્થ અન્નવાહક

પેશીમાં ATPમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાના ઉપયોગથી સ્થળાંતરણ પામે છે. તેનાથી પેશીમાં આસૃતિદાબ વધે છે, જેનાથી પાણી તેમાં પ્રવેશે છે. આ દબાણ પદાર્થને અન્નવાહકમાંથી ઓછું દબાણ ધરાવતી પેશી તરફ લઈ જાય છે. તે અન્નવાહકને વનસ્પતિની જરૂરિયાતને અનુસાર પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ પ્રેરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વસંતઋતુમાં મૂળ તેમજ પ્રકાંડની પેશીઓમાં સંચિત શર્કરાનું સ્થળાંતરણ કલિકાઓમાં થાય છે જેને વૃદ્ધિ માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે.

પ્રશ્નો

1. માનવમાં વહનતંત્ર કે પરિવહનતંત્રનાં ઘટકો ક્યાં છે ? આ ઘટકોનું કાર્ય શું છે ?
2. સસ્તન અને પક્ષીઓમાં ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિર અલગ કરવાની જરૂરિયાત કેમ છે ?
3. ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વહનતંત્રનાં ઘટકો ક્યાં છે ?
4. વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ ક્ષારોનું વહન કેવી રીતે થાય છે ?
5. વનસ્પતિમાં ખોરાકનું સ્થળાંતરણ કેવી રીતે થાય છે ?

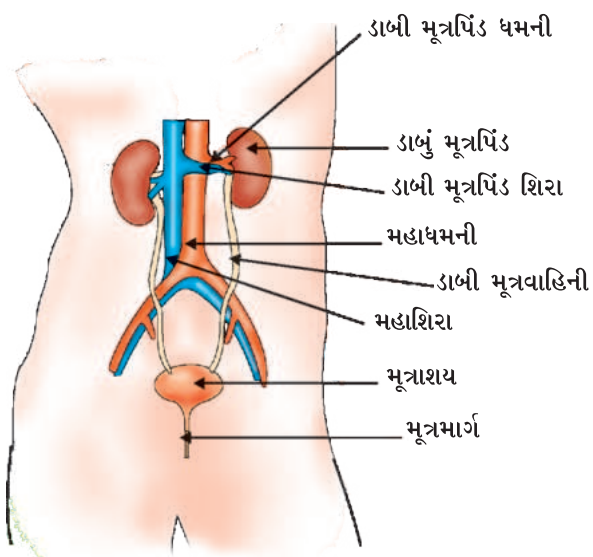
P7V4U3

5.5 ઉત્સર્જન (Excretion)

આપણે ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે સજીવો પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસન દરમિયાન ઉદ્ભવેલાં ઉત્સર્ગ વાયુઓનો કેવી રીતે નિકાલ કરે છે. અન્ય ચયાપચયની પ્રવૃત્તિઓ નાઇટ્રોજનયુક્ત પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે જેનો નિકાલ કરવો જરૂરી છે. તે જૈવિક પ્રક્રિયા, જેમાં આ હાનિકારક ચયાપચયિક ઉત્સર્ગ કે નકામા પદાર્થોનો નિકાલ કરવામાં આવે છે તેને ઉત્સર્જન કહેવાય છે. વિવિધ પ્રાણીઓ તેના માટે વિવિધ પ્રયુક્તિઓનો ઉપયોગ કરે છે. મોટાભાગના એકકોષીય સજીવો આ ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને શરીરની સપાટીથી પાણીમાં પ્રસરણ કરીને તે પદાર્થોનો ત્યાગ કરે છે. આપણે અન્ય ક્રિયામાં જોયું તેમ જટિલ બહુકોષીય સજીવો આ કાર્યને પૂર્ણ કરવા માટે વિશિષ્ટ અંગોનો ઉપયોગ કરે છે.

5.5.1 માનવોમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Human Beings)

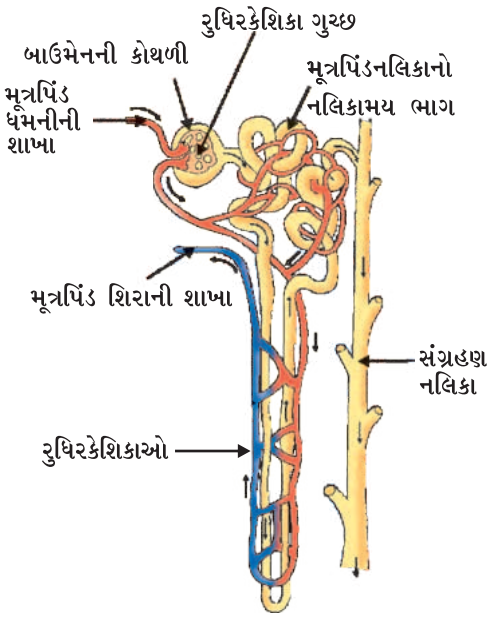
માનવના ઉત્સર્જનતંત્રમાં (આકૃતિ 5.13) એક જોડ મૂત્રપિંડ, એક જોડ મૂત્રવાહિની, એક મૂત્રાશય અને એક મૂત્રમાર્ગ હોય છે. મૂત્રપિંડો ઉદરમાં કરોડસ્તંભની બંને પાર્શ્વ બાજુએ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં નિર્માણ થયેલું મૂત્ર મૂત્રવાહિનીમાં થઈને મૂત્રાશયમાં જાય છે અને ત્યાં સુધી (ત્યાં) એકત્રિત રહે છે, જ્યાં સુધી મૂત્રમાર્ગમાંથી તેનો નિકાલ ન થાય.



આકૃતિ 5.13
માનવમાં ઉત્સર્જનતંત્ર

મૂત્ર કેવી રીતે નિર્માણ પામે છે ? મૂત્ર નિર્માણનો હેતુ રુધિરમાંથી નકામા ઉત્સર્ગ પદાર્થોને અલગ કરીને બહાર નિકાલ કરવાનો છે. ફેફસાંમાં CO_2 વાયુ રુધિરમાંથી અલગ થઈ જાય છે. જ્યારે નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામાં ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો જેવાં કે યુરિયા કે યુરિક ઍસિડ, મૂત્રપિંડમાં રુધિરમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે. આ કોઈ આશ્ચર્ય પમાડે તેવી બાબત નથી કે ફેફસાંની જેમ મૂત્રપિંડમાં

પાયારૂપ ગાળણ એકમ તરીકે ખૂબ જ પાતળી દીવાલવાળી રુધિરકેશિકાઓના ગુચ્છ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં પ્રત્યેક રુધિરકેશિકાગુચ્છ, ગૂંચળાકાર નલિકાના છેડે કપ આકારના ભાગ કે જેને બાઉમેનની કોથળી કહે છે તેની સાથે જોડાયેલ હોય છે જે ગાળણને એકત્ર કરે છે (આકૃતિ 5.14). પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં આવા અનેક ગાળણ એકમો હોય છે જેને મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) કહે છે. જે એકસાથે નિકટતમ રીતે ગોઠવાય છે. પ્રારંભિક ગાળણમાં કેટલાક પદાર્થ જેવા કે ગ્લુકોઝ, એમિનો ઍસિડ, ક્ષાર અને વધુ માત્રામાં પાણી હોય છે. જેમ જેમ આ મૂત્ર નલિકામાંથી વહન પામે છે તેમ તેમ આ પદાર્થોનું પસંદગીશીલ પુનઃશોષણ જોવા મળે છે. પાણીના પુનઃશોષણનું પ્રમાણ શરીરમાં કેટલા પ્રમાણમાં વધારાનું પાણી છે તથા કેટલા નકામા પદાર્થોનું ઉત્સર્જન કરવાનું છે તેના પર આધાર રાખે છે. પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં નિર્માણ પામનારું મૂત્ર એક લાંબી નલિકા, જેને મૂત્રવાહિની કહે છે તેમાં પ્રવેશ કરે છે, જે મૂત્રપિંડને મૂત્રાશયની સાથે જોડે છે. જ્યાં સુધી વિસ્તૃત થયેલું મૂત્રાશયનું દબાણ મૂત્રમાર્ગ દ્વારા તેને બહાર ન કરી દે ત્યાં સુધી મૂત્રાશય દબાણ અનુભવે છે અને મૂત્રાશયમાં મૂત્ર સંચય પામેલ રહે છે. મૂત્રાશય સ્નાયુલ હોય છે. આમ, આ ક્રિયા ચેતાના નિયંત્રણ હેઠળ થાય છે, જેની ચર્ચા આપણે કરી ગયા છીએ. પરિણામ સ્વરૂપે આપણે સામાન્ય રીતે મૂત્રત્યાગનું નિયંત્રણ કરી શકીએ છીએ.

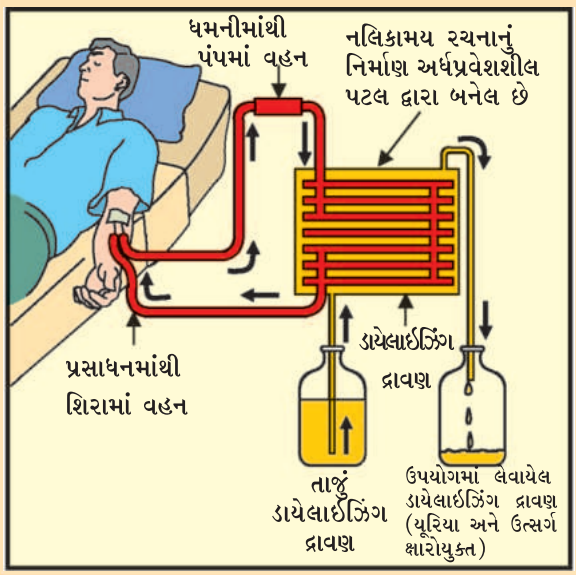


આકૃતિ 5.14
મૂત્રપિંડનલિકાની સંરચના

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (હીમોડાયાલિસિસ) Artificial Kidney (Hemodialysis)

જીવન ટકાવી રાખવા માટે મૂત્રપિંડ અનિવાર્ય અંગ છે. કેટલાંક પરિબળો જેવાં કે સંક્રમણ, ઈજા કે મૂત્રપિંડમાં સીમિત (ઓછો) રુધિરપ્રવાહ, મૂત્રપિંડની ક્રિયાશીલતાને ઘટાડે છે. આ શરીરમાંના ઝેરી ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો સંચય કરે. જેથી મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે. મૂત્રપિંડ નિષ્ક્રિય થવાની અવસ્થામાં કૃત્રિમ મૂત્રપિંડનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. એક કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ નાઈટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોને રુધિરમાંથી ડાયાલિસિસ (Dialysis) દ્વારા બહાર કાઢવાનું એક સાધન છે.

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (વૃક્ક = Kidney)માં ઘણીબધી અર્ધપ્રવેશશીલ કે અર્ધ પારગમ્ય અસ્તરવાળી નલિકાઓથી હોય છે. આ નલિકાઓ ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીથી ભરેલી ટાંકીમાં લગાડેલી હોય છે. આ ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીનો આસૃતિદાબ રુધિર જેવો જ હોય છે, પરંતુ તેમાં નાઈટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો કે પદાર્થો હોતાં નથી. દર્દીના રુધિરને આ નલિકાઓમાંથી વહેવડાવવામાં આવે છે. આ માર્ગમાં રુધિરમાંથી ઉત્સર્ગ પદાર્થો પ્રસરણ દ્વારા ડાયાલાઇઝર પ્રવાહીમાં આવે છે. શુદ્ધીકરણ પામેલ રુધિર પાછું દર્દીના શરીરમાં પંપ દ્વારા મોકલવામાં આવે છે. આ મૂત્રપિંડના કાર્ય જેવું છે, પરંતુ એક તફાવત એ છે કે, આમાં કોઈ પુનઃશોષણની ક્રિયા થતી નથી. સામાન્ય રીતે એક તંદુરસ્ત પુખ્ત વ્યક્તિમાં દરરોજ 180 લિટર પ્રારંભિક નિસ્યંદન મૂત્રપિંડમાં થાય છે. જો કે એક દિવસમાં ઉત્સર્જિત મૂત્રનો ત્યાગ કે નિકાલ વાસ્તવમાં એક કે બે લિટર થાય છે કારણ કે બાકી રહેલ નિસ્યંદન મૂત્રપિંડ નલિકાઓમાં પુનઃશોષણ પામે છે.



વધુ જાણવા જેવું !

આના પર વિચારો

અંગદાન (Organ donation)

અંગદાન એ એવા વ્યક્તિને દાન આપવાનું ઉદાર કાર્ય છે જે બિન-કાર્યક્ષમ અંગોથી પીડાતી હોય. અંગનું દાન દાતા (donor) અને તે/તેણીના પરિવારની સંમતિ દ્વારા થઈ શકે છે. ઉંમર (age) કે જાતિ (gender) ને ધ્યાનમાં લીધા વિના કોઈપણ અંગ તથા પેશીદાતા બની શકે છે. અંગ પ્રત્યારોપણ (organ transplants) એ વ્યક્તિનું જીવન બચાવી શકે છે કે તેમાં પરિવર્તન લાવી શકે છે. પ્રત્યારોપણ આવશ્યક છે કારણ કે પ્રાપ્ત કરતા(ગ્રાહી - recipient)નું અંગ નુકસાન પામ્યું હોય અથવા રોગ કે ઈજાથી નિષ્ફળ બન્યું હોય છે. અંગ પ્રત્યારોપણમાં અંગને એક વ્યક્તિ (અંગદાતા)માંથી બીજા વ્યક્તિ (પ્રાપ્તકર્તા)માં પ્રત્યારોપિત કરવામાં આવે છે. સામાન્ય પ્રત્યારોપણમાં આંખનાં પારદર્શક પટલો (corneas), મૂત્રપિંડ (kidneys), હૃદય (heart), યકૃત (liver), સ્વાદુપિંડ (pancreas), ફેફસાં (lungs), આંતરડાં (intestines) અને અસ્થિમજ્જા (bone marrow) નો સમાવેશ થાય છે. મોટાભાગનાં અંગ તેમજ પેશીઓનું દાન દાતાના મૃત્યુ પામ્યા પછી કે ડૉક્ટર જ્યારે મગજને મૃત જાહેર કરે ત્યારે જ થાય છે. પરંતુ કેટલાક અંગો જેવાં કે મૂત્રપિંડ, યકૃતનો ભાગ, ફેફસાં વગેરે તેમજ પેશીઓ દાતા જીવિત હોય ત્યારે દાનમાં આપી શકાય છે.

5.5.2 વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Plants)

વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન માટે પ્રાણીઓથી બિલકુલ ભિન્ન પદ્ધતિઓ આવેલી છે. ઑક્સિજન પોતે જ પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન પેદા થતાં નકામા પદાર્થ તરીકે વિચારી શકાય છે ! આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે વનસ્પિતઓ ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયાક્સાઇડની સાથે કેવો વ્યવહાર કરે છે. બાષ્પોત્સર્જન દ્વારા પાણીથી છુટકારો મેળવે છે. અન્ય નકામા પદાર્થો માટે, વનસ્પતિઓમાં ઘણીબધી પેશી મૃત કોષોની બનેલી હોય છે અને તેઓ તેમના કેટલાક ભાગો જેવાં કે પર્ણો પણ ગુમાવે છે. ઘણીબધી વનસ્પતિઓ ઉત્સર્ગદ્રવ્યોનો કોષીય રસધાનીમાં સંગ્રહ કરે છે. વનસ્પતિઓ પરથી ખરી પડવાવાળાં પર્ણોમાં પણ ઉત્સર્ગદ્રવ્યો સંચય પામેલાં હોય છે. અન્ય ઉત્સર્ગદ્રવ્યો રેઝિન (રાળ) અને ગુંદરના સ્વરૂપમાં ખાસ કરીને જૂની જલવાહક પેશીમાં સંચય પામે છે. વનસ્પતિ કેટલાંક ઉત્સર્ગદ્રવ્યોને પોતાની આસપાસની ભૂમિમાં પણ ઉત્સર્જિત કરે છે.

પ્રશ્નો

1. મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron)ની રચના અને તેની ક્રિયાવિધિનું વર્ણન કરો.
2. ઉત્સર્ગ પદાર્થોથી છુટકારો મેળવવા માટે વનસ્પતિમાં કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે ?
3. મૂત્રનિર્માણના પ્રમાણનું નિયમન કેવી રીતે થાય છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- વિવિધ પ્રકારના હલનચલન કે વહનની રીતોને જીવનસૂચક માનવામાં આવે છે.
- જીવનની જાળવણી માટે પોષણ, શ્વસન, શરીરની અંદરના પદાર્થોનું પરિવહન અને ઉત્સર્ગ પદાર્થોનું ઉત્સર્જન વગેરે જરૂરી ક્રિયાઓ છે.
- સ્વયંપોષી પોષણમાં પર્યાવરણમાંથી સરળ અકાર્બનિક પદાર્થો મેળવીને અને બાહ્ય ઊર્જાસ્રોત જેવા કે સૂર્યનો ઉપયોગ કરીને ઊંચી ઊર્જા ધરાવતા જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સંશ્લેષણ કરે છે.
- વિષમપોષી પોષણમાં અન્ય સજીવો દ્વારા તૈયાર કરાયેલા જટિલ પદાર્થોનું અંતઃગ્રહણ થાય છે.
- મનુષ્યમાં ખાવામાં આવતા આહાર કે ખોરાકનું વિખંડન કે વિઘટન પાચનમાર્ગમાં કેટલાક તબક્કાઓમાં થાય છે અને પાચિત ખોરાકનું નાના આંતરડામાં (શેષાંત્રમાં) અભિશોષણ કરીને શરીરના બધા કોષોમાં મોકલી આપે છે.

- શ્વસનની પ્રક્રિયા દરમિયાન ગ્લુકોઝ જેવાં જટિલ કાર્બનિક સંયોજનોનું વિઘટન ઊર્જાપ્રદાન કરવા માટે ATP સ્વરૂપે થાય છે. જેથી ATPનો ઉપયોગ કોષોમાં થનારી અન્ય ક્રિયાઓને ઊર્જા આપવા માટે થાય છે.
- શ્વસન જારક કે અજારક પ્રકારનું હોઈ શકે છે. જારક શ્વસન દ્વારા સજીવને વધારે ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે.
- મનુષ્યમાં ઑક્સિજન, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, ખોરાક તથા ઉત્સર્ગ દ્રવ્યો જેવા પદાર્થોના વહન માટે પરિવહનતંત્રનું કાર્ય થાય છે. પરિવહનતંત્ર હૃદય, રુધિર તથા રુધિરવાહિનીઓનું બનેલું હોય છે.
- ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં પાણી, ખનીજક્ષારો, ખોરાક તથા અન્ય પદાર્થોનું વહન વાહકપેશીનાં કાર્ય છે, જેમાં જલવાહક અને અન્નવાહકનો સમાવેશ થાય છે.
- મનુષ્યમાં ઉત્સર્ગ પદાર્થો દ્રાવ્ય નાઇટ્રોજનયુક્ત સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મૂત્રપિંડમાંની મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) દ્વારા બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે.
- વનસ્પતિઓ ઉત્સર્ગ પદાર્થોને દૂર કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઉત્સર્ગ પદાર્થો કોષીય રસધાનીમાં કે ગુંદર અથવા રેઝિન જેવા પદાર્થો તરીકે સંચય કરે છે. ખરી પડતાં પર્ણો દૂર થવાની સાથે દૂર થાય છે અથવા તેઓ તેમની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

સ્વાધ્યાય

D9T4I6

1. મનુષ્યમાં મૂત્રપિંડએ ..... સાથે સંકળાયેલા એક તંત્રનો ભાગ છે.

(a) પોષણ (b) શ્વસન

(c) ઉત્સર્જન (d) પરિવહન

2. વનસ્પતિઓમાં જલવાહક ..... માટે જવાબદાર છે.

(a) પાણીના વહન (b) ખોરાકના વહન

(c) એમિનો ઍસિડના વહન (d) ઑક્સિજનના વહન

3. સ્વયંપોષી માટે ..... આવશ્યક છે.

(a) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ તથા પાણી (b) ક્લોરોફિલ

(c) સૂર્યપ્રકાશ (d) ઉપર્યુક્ત બધા જ.

4. .....માં પાયરૂવેટના વિઘટન થવાથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી અને ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે.

(a) કોષરસ (b) કણાભસૂત્રો (c) હરિતકણ (d) કોષકેન્દ્ર

5. આપણા શરીરમાં ચરબીનું પાચન કેવી રીતે થાય છે ? આ પ્રક્રિયા ક્યાં થાય છે ?

6. ખોરાકના પાચનમાં લાળરસની ભૂમિકા શું છે ?

7. સ્વયંપોષી પોષણ માટે જરૂરી પરિસ્થિતિઓ કઈ છે અને તેની નીપજો કઈ છે ?

8. જારક અને અજારક શ્વસન વચ્ચે શું તફાવત છે ? કેટલાક સજીવોનાં નામ આપો કે જેમાં અજારક શ્વસન થાય છે.

9. વાયુઓના વધારેમાં વધારે વિનિમય માટે વાયુકોષ્ઠોની રચના કેવા પ્રકારની હોય છે ?

10. આપણા શરીરમાં હિમોગ્લોબીનની ઊણપને પરિણામે શું થઈ શકે છે ?

11. મનુષ્યમાં રુધિરના બેવડાં પરિવહનની વ્યાખ્યા આપો. તે શા માટે જરૂરી છે ?

12. જલવાહક અને અન્નવાહકમાં પદાર્થોના વહન વચ્ચે શું તફાવત છે ?

13. ફેફસાંમાં વાયુકોષ્ઠોની અને મૂત્રપિંડમાં મૂત્રપિંડનલિકાની રચના અને તેઓની ક્રિયાવિધિની તુલના કરો.

H3R5Q5



પ્રકરણ 6
નિયંત્રણ અને સંકલન (Control and Coordination)

અગાઉના પ્રકરણમાં આપણે સજીવોમાં નિભાવકાર્યને સંલગ્ન જૈવિક પ્રક્રિયાઓના વિષયમાં અભ્યાસ કર્યો. આપણે આ બાબત પર વિચાર કરવાની શરૂઆત કરી હતી કે જો કોઈ વસ્તુ ગતિશીલ છે તો તે સજીવ છે. આ મુજબના કેટલાક હલનચલન વાસ્તવમાં વનસ્પતિઓની વૃદ્ધિનું પરિણામ છે. એક બીજ અંકુરિત થાય છે અને વૃદ્ધિ કરે છે અને આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, થોડા દિવસોમાં માટીને બાજુમાં ધકેલી નાનો છોડ બહાર આવે છે, પરંતુ જો તેમની વૃદ્ધિ રોકાઈ જાય તો આ હલનચલન થતું નથી. મોટાભાગનાં પ્રાણીઓમાં અને કેટલીક વનસ્પતિઓમાં કેટલુંક હલનચલન વૃદ્ધિની સાથે સંબંધિત હોતું નથી. એક દોડતી બિલાડી, હીંચકા પર હીંચતાં બાળકો, વાગોળતી ભેંસ - આ હલનચલનો વૃદ્ધિને કારણે નથી.

જોઈ શકાય તેવી આ ક્રિયાઓને આપણે જીવનની સાથે શા માટે જોડીએ છીએ ? તેનો એક સંભવિત જવાબ એ છે કે આપણે ક્રિયાઓને સજીવના પર્યાવરણમાં આવતા પરિવર્તનના પ્રતિચારરૂપે વિચારીએ છીએ. બિલાડી એટલા માટે દોડતી હશે કારણ કે તેણે એક ઉંદરને જોયો છે. માત્ર આટલું જ નહિ પરંતુ આપણે સજીવોનાં હલનચલનને તેમનાં પર્યાવરણમાં થયેલા ફેરફારનો લાભ ઉઠાવવાનો એક પ્રયાસ પણ ગણી શકીએ. સૂર્યના પ્રકાશમાં છોડ કે વનસ્પતિ વૃદ્ધિ કરે છે. બાળકો હીંચકાથી આનંદ પ્રાપ્ત કરવાનો પ્રયત્ન કરે છે. ભેંસ વાગોળે છે કે જેથી ખોરાકના નાના ટુકડાઓમાં રૂપાંતરિત થાય અને તેનું પાચન સરળતાથી થઈ શકે. જ્યારે તીવ્ર પ્રકાશ આપણી આંખો પર પડે છે કે જ્યારે આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ છીએ તો ફેરફાર અનુભવીએ છીએ અને પોતાના બચાવ માટે હલનચલન સાથે તેનો પ્રતિચાર આપીએ છીએ.

જો આપણે તેના વિશે વધારે વિચાર કરીએ તો એવું પ્રતીત થાય છે કે, પર્યાવરણને પ્રતિચાર આપવા માટે થતાં આ હલનચલનોનું ચોક્સાઈથી નિયંત્રણ કરવામાં આવે છે. પર્યાવરણમાં પ્રત્યેક પરિવર્તન (ફેરફાર)ના પ્રતિચારરૂપે એક યોગ્ય હલનચલન ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે આપણે વર્ગમાં આપણા મિત્રોની સાથે વાત કરવા માંગતા હોઈએ છીએ ત્યારે આપણે જોરથી બૂમો પાડવાને બદલે ધીમે-ધીમે વાતો કરીએ છીએ. સ્પષ્ટપણે હલનચલન, તેને પ્રેરવા માટે જવાબદાર ઘટના પર આધાર રાખે છે. તેથી, આવા નિયંત્રિત હલનચલન પર્યાવરણમાં વિવિધ ઘટનાઓની ઓળખ સાથે સંકળાયેલા હોવા જોઈએ. જેના પછી પ્રતિચાર સ્વરૂપે માત્ર યોગ્ય હલનચલન જ થાય. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, સજીવોએ નિયંત્રણ અને સંકલન માટે ચોક્કસ પ્રણાલી (તંત્ર)નો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. બહુકોષીય સજીવોમાં શરીરના સંગઠનના સામાન્ય સિદ્ધાંતોને ધ્યાનમાં રાખીને આ નિયંત્રણ અને સંકલન પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટે વિશિષ્ટ પેશીઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

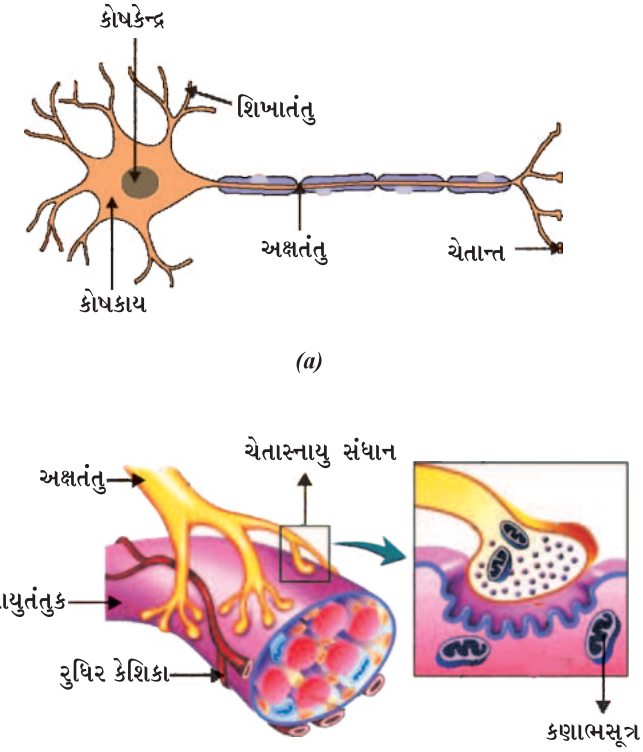
J9K7H3

6.1 પ્રાણીઓ – ચેતાતંત્ર (Animals – Nervous System)

પ્રાણીઓમાં આ નિયંત્રણ અને સંકલન ચેતા અને સ્નાયુપેશી દ્વારા થાય છે. જેનો આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયા છીએ. ગરમ પદાર્થને અડકવું આપણા માટે આકસ્મિક અને હાનિકારક હોઈ શકે છે.

આપણે તે ઓળખવાની અને તેને અનુરૂપ ક્રિયા કરવાની જરૂરિયાત હોય છે. આપણે કેવી રીતે જાણી શકીશું કે આપણે ગરમ વસ્તુને અડકી રહ્યા છીએ ? આપણા પર્યાવરણમાંથી બધી સૂચનાઓની ઓળખ કેટલાક ચેતાકોષોના વિશિષ્ટીકરણ પામેલા ટોચના તંતુઓ દ્વારા થાય છે. તે ગ્રાહી એકમ, સામાન્ય રીતે આપણાં સંવેદાંગોમાં (આપણી જ્ઞાનેન્દ્રીયોમાં) આવેલ હોય છે. જેમકે - અંતઃકર્ણ, નાક, જીભ વગેરે. રસ સંવેદનાગ્રાહી સ્વાદ ઓળખ કરે છે જ્યારે ઘ્રાણગ્રાહી એકમ ગંધને લગતી સંવેદનાની ઓળખ કરે છે.

આ માહિતી એક ચેતાકોષના અગ્રભાગે આવેલા શિખાતંતુઓ (Dendrite) દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. [આકૃતિ 6.1 (a)] અને એક રાસાયણિક ક્રિયા દ્વારા વિદ્યુતઆવેગ ઉત્પન્ન કરે છે. આ આવેગ શિખાતંતુથી ચેતાકોષકાય સુધી જાય છે અને ચેતાક્ષ (Axon)માં થઈને તેના અંતિમ છેડા સુધી પહોંચે છે. ચેતાક્ષના છેડેથી વિદ્યુતઆવેગ કેટલાંક રસાયણોને મુક્ત કરે છે. આ રસાયણ અવકાશીય સ્થાન કે ચેતોપાગમ (Synapse)ને પસાર કરીને તેના પછીના ચેતાકોષના શિખાતંતુમાં વિદ્યુતઆવેગનો પ્રારંભ કરે છે. શરીરમાં ઊર્મિવેગના વહનની આ સામાન્ય પ્રણાલિ છે. અંતે આ ચેતોપાગમ ઊર્મિવેગને ચેતાકોષથી અન્ય કોષોમાં, જેવા કે સ્નાયુકોષો કે ગ્રંથિ [આકૃતિ 6.1 (b)] સુધી લઈજવાની મંજૂરી આપે છે.



આકૃતિ 6.1 (a) ચેતાકોષની સંરચના (b) ચેતાસ્નાયુ સંધાન

આમ, તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે ચેતાપેશી ચેતાકોષોની એક આયોજનબદ્ધ જાળીરૂપ રચનાની બનેલી છે અને વિદ્યુતઆવેગ દ્વારા શરીરના એક ભાગથી બીજા ભાગ સુધી આ સૂચનાઓના સંવહન માટે વિશિષ્ટીકરણ પામેલી છે.

આકૃતિ 6.1 (a)ને જુઓ અને તેમાં ચેતાકોષના ભાગોને ઓળખો : (i) જેમાં સંવેદનાઓ (સૂચનાઓ કે માહિતી) આવે છે. (ii) જેમાંથી સંવેદનાઓ વિદ્યુતઆવેગની જેમ વહન કરે છે અને (iii) જ્યાં આ આવેગને રાસાયણિક સંકેતમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે, જેથી તે આગળ પ્રસરણ પામી શકે છે.

પ્રવૃત્તિ 6.1

- થોડીક ખાંડ તમારા મોંમાં રાખો. તેનો સ્વાદ કેવો છે ?
- તમારા નાકને અંગૂઠા અને પહેલી આંગળી (તર્જની)થી દબાવીને બંધ કરી લો. હવે ફરીથી ખાંડ ખાઓ. તેના સ્વાદમાં શું કોઈ ફેર પડે છે ?
- જમતી વખતે આવી જ રીતે તમારા નાકને બંધ કરી લો અને નોંધો કે જે ભોજનને તમે ખાઈ રહ્યાં છો (જમી રહ્યા છો) શું તમે તેનો ખાવાનો સંપૂર્ણ સ્વાદ માણી રહ્યાં છો ?

જ્યારે તમારું નાક બંધ હોય છે તો ખાંડ અને ભોજનના સ્વાદમાં કોઈ તફાવત જણાય છે ? જો હા હોય તો આમ કેમ થાય છે ? આ પ્રકારના તફાવત માટે તેના સંભવિત ઉકેલ શોધવા માટે વાંચો અને ચર્ચા કરો. જ્યારે તમને શરદી થાય છે ત્યારે પણ શું તમે આ જ પરિસ્થિતિનો સામનો કરો છો ?

6.1.1 પરાવર્તી ક્રિયાઓમાં શું થાય છે ?
(What happens in Reflex Actions ?)

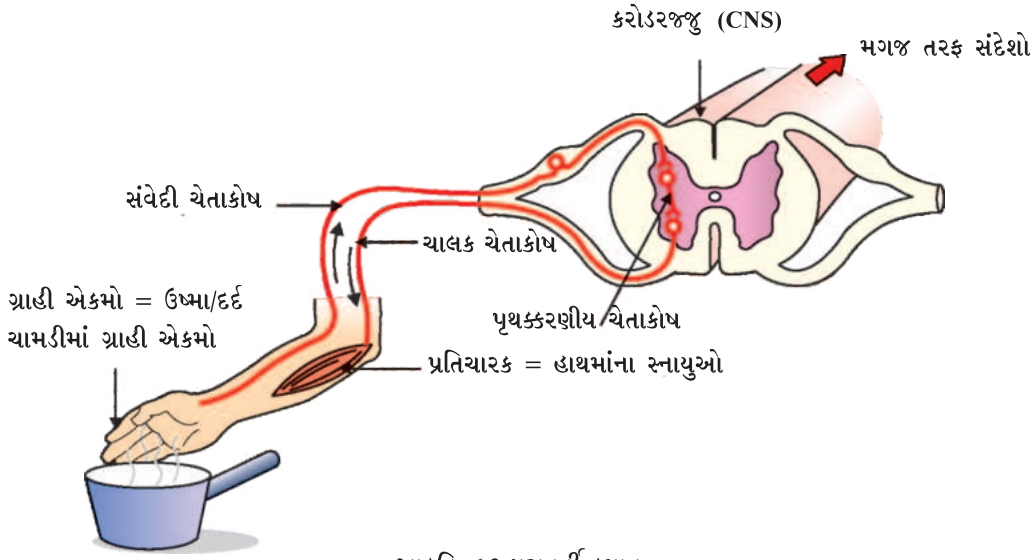
જ્યારે પર્યાવરણમાં કોઈ ઘટનાની ક્રિયાના પ્રતિભાવમાં અચાનક થયેલી ક્રિયા વિશે વાત કરીએ ત્યારે મોટેભાગે 'પ્રતિચાર' શબ્દનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણે કહીએ છીએ કે, 'હું પ્રતિચાર સ્વરૂપે બસમાંથી કૂદી ગયો.' અથવા 'મેં પ્રતિચાર સ્વરૂપે (તરત જ) આગની જ્વાળામાંથી મારો હાથ પાછો ખેંચી લીધો', અથવા 'હું એટલો બધો ભૂખ્યો હતો કે પ્રતિચાર સ્વરૂપે મારા મોમાં પાણી આવવા લાગ્યું.' આમાં આપણો ચોક્કસ અર્થ શું છે ? આ બધાં ઉદાહરણોમાં એક સામાન્ય વિચાર એ આવે છે કે જે કંઈક આપણે કરી રહ્યા છીએ તે વિચાર કર્યા વિના અથવા આપણી ક્રિયાઓને નિયંત્રણમાં રાખ્યા વિના કરીએ છીએ. છતાં પણ આ એવી પરિસ્થિતિઓ છે જ્યાં આપણે આપણા પર્યાવરણમાં થનારાં પરિવર્તનો પ્રત્યે પ્રતિચાર આપીએ છીએ. આ પરિસ્થિતિઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરી શકાય છે ?

ચાલો, આ વિષય પર વધુ વિચાર કરીએ. આપણુ એક ઉદાહરણ લો. આગની જ્વાળાને અડકવાનું આપણા માટે અથવા કોઈ પણ પ્રાણી માટે એક આકસ્મિક અને ભયજનક પરિસ્થિતિ છે. આપણે તેનો કેવી રીતે પ્રતિભાવ આપીએ છીએ ? એક સરળ રીત છે કે આપણે પીડા કે દાઝી જવાની સંભાવના વિશે સભાનતાથી વિચારીએ છીએ અને એટલા માટે આપણે આપણો હાથ હટાવી લઈએ છીએ ત્યારે એક જરૂરી પ્રશ્ન ઉદ્‌ભવે છે કે આ બધું વિચારવા માટે આપણને કેટલો સમય લાગશે ? જવાબ આપણે કેવી રીતે વિચારીએ છીએ તેના પર આધારિત છે. આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી તે પ્રમાણે જો ઊર્મિવેગનું વહન કરવામાં આવે તો આવા પ્રતિચાર ઉત્પન્ન થવા માટે વિચારવાની ક્રિયાનો પણ સમાવેશ થતો હોવો જોઈએ. વિચાર કરવો તે એવી જટિલ ક્રિયા છે, જેમાં ઘણાબધા ચેતાકોષોના ઊર્મિવેગની જટિલ ક્રિયાઓ પારસ્પરિક સંકળાયેલી છે.

જો આ કિસ્સો હોય તો આશ્ચર્ય નથી કે આપણા શરીરમાં વિચારવા માટેની પેશીઓ ચેતાકોષોની જટિલ જાળીરૂપ રચનાની બનેલી છે. જે ખોપરીમાં અગ્રભાગે આવેલી રચના છે અને શરીરના બધા ભાગોમાંથી સંકેતો પ્રાપ્ત કરે છે તેમજ તેના પર ક્રિયા કરતાં પહેલાં વિચાર કરે છે. ચોક્કસપણે આ સંકેતો પ્રાપ્ત કરવા માટે ખોપરીમાંનું મગજ શરીરના વિવિધ ભાગોથી આવતી ચેતાઓ સાથે જોડાયેલું હોવું જોઈએ. આ જ રીતે, જો મગજનો આ ભાગ સ્નાયુઓને હલનચલન કરવાનો આદેશ આપે તો ચેતાઓ દ્વારા આ સંકેતને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી લઈ જવા જોઈએ. આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ અને મગજને આ બધી ક્રિયાઓ કરવી પડે તો ઘણો સમય લાગે અને આપણે દાઝી જઈએ.

શરીરની સંરચના (Design) આ સમસ્યાનું સમાધાન કે ઉકેલ કેવી રીતે શોધે છે ? ઉષ્માની સંવેદનાના વિષયમાં વિચારીએ તો જે ચેતા ઉષ્માની અનુભૂતિ કરે છે તે સ્નાયુઓના હલનચલન કરાવે તેવી ચેતા સાથે સરળ રીતે જોડાયેલી હોવી જોઈએ જેથી સંવેદના ગ્રહણ અને તેના પ્રતિચારની ક્રિયા ઝડપથી થઈ શકે. આવા જોડાણને પરાવર્તી કમાન કહે છે (આકૃતિ 6.2). અંતર્વાહી (સંવેદી) ચેતા અને બહિર્વાહી (ચાલક) ચેતા વચ્ચે આવું પરાવર્તી કમાનનું જોડાણ કયા સ્થાને જોવા મળે ? ચોક્કસપણે તે બંને ચેતા સૌપ્રથમ જ્યાં મળે તે જગ્યાએ જ હોવું જોઈએ. આખા શરીરની ચેતાઓ મગજ તરફ જતી વખતે કરોડરજ્જુમાં મળે છે. આ કરોડરજ્જુમાં જ પરાવર્તી કમાન રચાય છે. જોકે સંવેદના આગળ વધીને મગજ સુધી પણ પહોંચે તો છે જ.

મોટાભાગના પ્રાણીઓમાં પરાવર્તી કમાન એટલા માટે વિકસિત હોય છે કારણ કે તેમના મગજની વિચારવાની ક્રિયા પૂરતી ઝડપી હોતી નથી. વાસ્તવમાં મોટાભાગનાં પ્રાણીઓમાં વિચારવા માટે જરૂરી જટિલ ચેતાકોષીયજાળ કાં તો અલ્પવિકસિત હોય છે અથવા ગેરહાજર હોય છે. આમ, આ સ્પષ્ટ છે કે વાસ્તવિક વિચારની ક્રિયાની ગેરહાજરીમાં પરાવર્તી કમાન કાર્યક્ષમ રીતે વિકાસ પામે છે. જો જટિલ ચેતાકોષીયજાળનું અસ્તિત્વ હોય, તો પણ પરાવર્તી કમાન ઝડપી પ્રતિચારો માટે એક ખૂબ જ કાર્યક્ષમ બનવાનું ચાલુ રાખે છે.



આકૃતિ 6.2 પરાવર્તી કમાન

શું તમે તે ઘટનાઓના ક્રમને શોધી શકો છો કે જે તમારી આંખોમાં તીવ્ર પ્રકાશ કેન્દ્રિત કરવાથી થાય છે ?

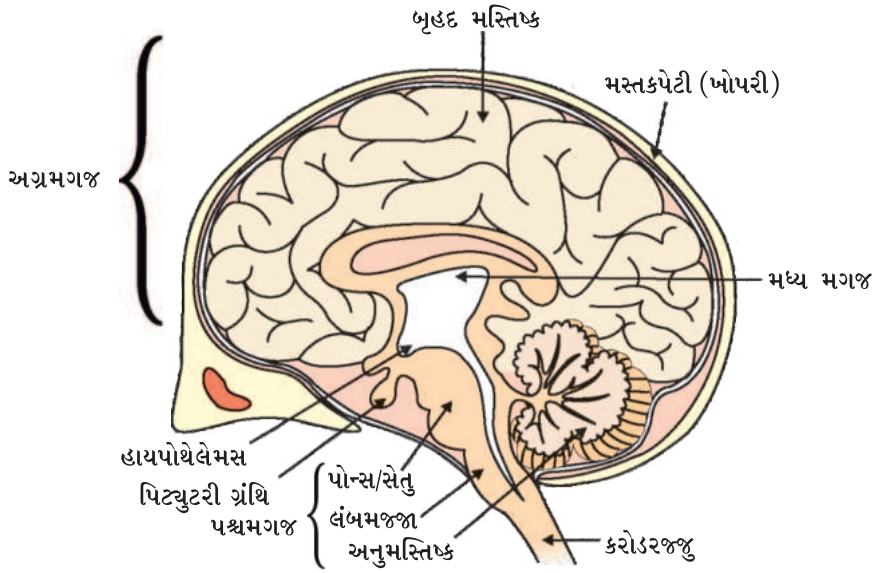
6.1.2 માનવ–મગજ (Human Brain)

શું કરોડરજ્જુનું કાર્ય માત્ર પરાવર્તી ક્રિયા કરવાનું છે ? નિશ્ચિત રૂપથી નહિ, કારણ કે આપણે જાણીએ છીએ કે આપણે વિચારશીલ પ્રાણીઓ છીએ. કરોડરજ્જુ ચેતાઓની બનેલી હોય છે જે વિચારવા માટે માહિતી આપે છે. વિચારવાની પ્રક્રિયામાં ખૂબ જટિલ ક્રિયાવિધિ અને ચેતાકીય જોડાણો સંકળાયેલા છે. શરીરના મુખ્ય સંકલનકેન્દ્ર એવા મગજમાં આ કેન્દ્રિત હોય છે. મગજ અને કરોડરજ્જુ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (CNS = Central Nervous System) બનાવે છે (આકૃતિ 6.3). તે શરીરના બધા ભાગોમાંથી સૂચનાઓ પ્રાપ્ત કરે છે અને તેઓનું સંકલન કરે છે.

આપણે, આપણી ક્રિયાઓ વિશે પણ વિચારીએ છીએ. લખવું, વાત કરવી, એક ખુરશીને ખસેડવી, કોઈ કાર્યક્રમ સમાપ્ત થતાં તાળી વગાડવી વગેરે પૂર્વનિર્ણિત (આગળ શું કરવું તે નક્કી હોવું) સ્વૈચ્છિક ક્રિયાઓનાં ઉદાહરણ છે. તેથી મગજે પણ સ્નાયુઓને સંદેશા મોકલવા પડે છે. આ બીજી રીત છે જેમાં ચેતાતંત્ર સ્નાયુઓ સાથે સંદેશાવ્યવહાર કરે છે. પરિઘવર્તી ચેતાતંત્રની મદદથી મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર અને શરીરના અંગો વચ્ચે સંદેશાવ્યવહાર સ્થાપવો શક્ય બને છે, જેમાં મગજમાંથી નીકળતી મસ્તિક ચેતાઓ અને કરોડરજ્જુમાંથી નીકળતી કરોડરજ્જુચેતાઓ સહાયક બને છે. આમ મગજ આપણને વિચારવા અને તે વિચારો મુજબ કાર્ય કરવા મંજૂરી આપે છે. તમે અપેક્ષા રાખશો કે જુદી જુદી સંવેદના અને તેનાં પ્રતિચારોના સંકલનની જટિલ પ્રક્રિયામાં મગજના વિવિધ ભાગો જવાબદાર છે. મગજમાં આ મુજબના ત્રણ મુખ્ય ભાગો કે પ્રદેશો છે, અગ્રમગજ, મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજ.

અગ્રમગજ મગજનો મુખ્ય વિચારવાવાળો ભાગ છે. તેમાં વિવિધ ગ્રાહી એકમોથી સંવેદનાઓ મેળવવા માટેના વિસ્તારો આવેલા હોય છે. અગ્રમગજના અલગ-અલગ વિસ્તારો શ્રવણ, ઘ્રાણ, દૃષ્ટિ વગેરેના માટે વિશિષ્ટીકરણ પામેલ હોય છે. તેમાં સહનિયમનનાં સ્વતંત્ર ક્ષેત્ર હોય છે જેમાં સંવેદનાઓનું અર્થઘટન અન્ય ગ્રાહી એકમથી પ્રાપ્ત સૂચનાઓ વડે તેમજ પહેલેથી જ મગજમાં એકત્રિત થયેલી માહિતી વડે કરવામાં આવે છે. આ બધા પર આધારિત, એક નિર્ણય લઈ શકાય છે કે

પ્રતિચાર અને માહિતીઓ ચાલકક્ષેત્ર સુધી કેવી રીતે પહોંચાડી શકાય જે ઐચ્છિક સ્નાયુઓના હલનચલનને નિયંત્રિત કરે છે જેમકે આપણા પગમાં આવેલી સ્નાયુપેશી. જો કે કેટલીક સંવેદનાઓ જોવા કે સાંભળવાથી જુદી પડે છે. જેમ કે, આપણને કેવી રીતે ખબર પડી કે આપણે યોગ્ય માત્રામાં ભોજન આરોગી ચૂક્યા છીએ ? આપણું પેટ પૂરું ભરેલું છે. આ જાણવા માટે એક ભૂખ સંબંધિત કેન્દ્ર છે જે અગ્રમગજમાં એક અલગ ભાગમાં છે.



આકૃતિ 6.3 માનવ-મગજ

માનવ–મગજની નામનિર્દેશનયુક્ત આકૃતિનો અભ્યાસ કરો. આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વિવિધ ભાગોના વિશિષ્ટ કાર્યો છે. શું આપણે દરેક ભાગનું કાર્ય શોધી શકીએ ?

આવો, 'પ્રતિચાર' શબ્દનો બીજો ઉપયોગ પણ જોઈએ, જેની આપણે શરૂઆતમાં વાત કરી હતી. જ્યારે આપણે કોઈ એવા ખાદ્યપદાર્થને જોઈએ છીએ જે આપણને પસંદ હોય તો અનાયાસે આપણા મોઢામાં પાણી આવી જાય છે. હૃદયના સ્પંદનના વિશે આપણે વિચારતાં નથી તોપણ તે ધબકતું જ રહે છે. વાસ્તવમાં, તેના વિશે વિચારી કે ઇચ્છા કરીને પણ સરળતાથી આપણે આ ક્રિયાઓ પર નિયંત્રણ કરી શકતા નથી. શું આપણે શ્વાસ લેવા માટે કે ખોરાક પચાવવા માટે વિચારવું કે યાદ કરવું પડે છે ? આમ, સામાન્ય રીતે કીકીના કદમાં પરિવર્તન જેવી પરાવર્તી ક્રિયા અને ખુરશીને ખસેડવા જેવી વિચારેલી ક્રિયાની વચ્ચે એક અન્ય સ્નાયુલ હલનચલનનો સમન્વય છે જેના પર આપણા વિચારનું કોઈ નિયંત્રણ હોતું નથી. આ અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજ દ્વારા નિયંત્રિત હોય છે. આ બધી અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ જેવી કે રુધિરનું દબાણ, લાળરસનું ઝરવું અને ઊલટી થવી, પશ્ચમગજમાં આવેલ લંબમજ્જા દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

એક સીધી રેખામાં ચાલવું, સાઇકલ ચલાવવી, પેન્સિલ ઉપાડવી વગેરે જેવી પ્રવૃત્તિઓ વિશે વિચારો. આ પશ્ચમગજમાં આવેલ ભાગ અનુમસ્તિક દ્વારા જ સંભવ છે તે ઐચ્છિક ક્રિયાઓની ચોકસાઈ અને શરીરની સમસ્થિતિ અને સંતુલન જાળવવા માટે જવાબદાર છે. કલ્પના કરો કે જો આપણે આના વિશે વિચારતાં નથી અને આ બધી ઘટનાઓ નિષ્ફળ જાય તો શું થાય.

6.1.3 આ પેશીઓ કેવી રીતે રક્ષણ પામે છે ? (How are these Tissues protected ?)

મગજ જેવું નાજુક અંગ જે વિવિધ ક્રિયાઓ માટે ખૂબ જ જરૂરી છે, તેનું સાવચેતીપૂર્વક રક્ષણ કરવું જરૂરી છે. તેના માટે શરીરનું આયોજન એ પ્રકારનું છે કે મગજ એ અસ્થિઓની બનેલી પેટીમાં આવેલું છે. આ મસ્તક પેટીની અંદર પ્રવાહીયુક્ત ફુગ્ગાની અંદર મગજ હોય છે, જે આંચકા સામે રક્ષણ આપે છે. જો તમે તમારો હાથ કમરની મધ્યમાંથી નીચે લઈ જાઓ તો તમે એક સખત ઉપસેલી સંરચનાઓનો અનુભવ કરો છો આને કરોડસ્તંભ કે પૃષ્ઠવંશ કહે છે. જે કરોડરજ્જુનું રક્ષણ કરે છે.

6.1.4 ચેતાપેશી કેવી રીતે ક્રિયા કરે છે ?

(How does the Nervous Tissue cause Action ?)

અત્યાર સુધી આપણે ચેતાપેશી તેમજ તે કેવી રીતે સૂચના કે સંવેદના એકત્રિત કરે છે, શરીરમાં મોકલે છે, સૂચનાઓ કે સંવેદનાઓને સંગઠિત કરે છે, સંવેદનાઓને આધારે નિર્ણય લે છે અને સ્નાયુઓ સુધી ક્રિયા માટે નિર્ણયનું વહન કરે છે કે નિર્ણયને મોકલે છે તેની ચર્ચા કરી. બીજા શબ્દોમાં, જ્યારે ક્રિયા કે હલનચલન કરવાનું હોય ત્યારે સ્નાયુપેશી અંતિમ કાર્ય કરશે. પ્રાણીઓના સ્નાયુઓ કેવી રીતે હલનચલન કરે છે ? જ્યારે ઊર્મિવેગનું વહન સ્નાયુ સુધી પહોંચે છે ત્યારે સ્નાયુઓએ હલનચલન કરવું જ જોઈએ. એક સ્નાયુકોષ કેવી રીતે હલનચલન (ક્રિયા) કરે છે ? કોષીય સ્તરે હલનચલન કે પ્રચલન માટે સૌથી સરળ ધારણા એ છે કે, સ્નાયુકોષો તેમના આકાર બદલી કાર્ય કરી શકે છે. આમ, હવે પછીનો પ્રશ્ન એ છે કે સ્નાયુકોષો પોતાના આકારમાં ફેરફાર કેવી રીતે લાવે છે ? આનો જવાબ કોષીય અંગિકાઓના રસાયણિક બંધારણમાં રહેલો હોવો જોઈએ. સ્નાયુકોષોમાં વિશેષ પ્રકારનું પ્રોટીન હોય છે જે તેમનો આકાર અને ગોઠવણી બંનેમાં ફેરફાર લાવે છે. કોષોમાં આ ચેતાકીય વીજ-આવેગની પ્રતિક્રિયા સ્વરૂપે થાય છે. જ્યારે આ ઘટના થાય છે ત્યારે આ પ્રોટીનની નવી વ્યવસ્થા સ્નાયુને ટૂંકુ સ્વરૂપ આપે છે. યાદ કરો જ્યારે આપણે ધોરણ IXમાં સ્નાયુપેશીની ચર્ચા કરી હતી ત્યારે વિવિધ પ્રકારની સ્નાયુપેશી જેવી કે ઐચ્છિક સ્નાયુઓ અને અનૈચ્છિક સ્નાયુઓની વાત કરી હતી. અત્યાર સુધી આપણે જે ચર્ચા કરી છે તેના આધારે તમારા મતે આમાં શું તફાવત હશે ?

પ્રશ્નો

1. પરાવર્તી ક્રિયા અને ચાલવાની ક્રિયા વચ્ચે શું ભેદ છે ?
2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ ચેતોપાગમમાં કઈ ઘટના બને છે ?
3. મગજનો કયો ભાગ શરીરની સમસ્થિતિ અને સમતુલન જાળવી રાખવાનું કાર્ય કરે છે ?
4. આપણને અગરબત્તીની સુવાસની ખબર કેવી રીતે થાય છે ?
5. પરાવર્તી ક્રિયામાં મગજની ભૂમિકા શું છે ?

6.2 વનસ્પતિઓમાં સંકલન (Coordination in Plants)



શરીરની ક્રિયાઓના નિયંત્રણ અને સમન્વય માટે પ્રાણીઓમાં ચેતાતંત્ર હોય છે, પરંતુ વનસ્પતિઓમાં ન તો ચેતાતંત્ર હોય છે અને ન તો સ્નાયુપેશીઓ હોય છે. તે ઉત્તેજના પ્રત્યે પ્રતિચાર કેવી રીતે દર્શાવે છે ? જ્યારે આપણે લજામણીના છોડનાં પર્ણોને અડકીએ છીએ ત્યારે તે બિડાવાની શરૂઆત કરે છે અને નીચેની તરફ ઝુકી જાય છે. જ્યારે એક બીજ અંકુરણ પામે છે તો મૂળ નીચેની તરફ

જાય છે અને પ્રકાંડ ઉપરની તરફ જાય છે. જાણો છો શું થાય છે ? લજામણીનાં પર્ણોના સ્પર્શનો પ્રતિચાર ખૂબ જ ઝડપથી ગતિ કરે છે. આ હલનચલન સાથે વૃદ્ધિનો કોઈ સંબંધ નથી. બીજી તરફ, અંકુરિત છોડની દિશાસૂચક ગતિ વૃદ્ધિને કારણે હોય છે. જો તેની વૃદ્ધિને કોઈ રીતે અવરોધવામાં આવે તો તે કોઈ ગતિ પ્રદર્શિત કરશે નહિ. આમ, વનસ્પતિ બે પ્રકારની ગતિઓ દર્શાવે છે – એક વૃદ્ધિને આધારિત અને બીજી વૃદ્ધિથી મુક્ત.

6.2.1 ઉત્તેજના માટે તાત્કાલિક પ્રતિચાર (Immediate Response to Stimulus)

ચાલો, પહેલા પ્રકારના હલનચલન પર વિચાર કરીએ; જેમ કે લજામણીના છોડનું હલનચલન. આ વૃદ્ધિ સાથે સંકળાયેલ નથી, છોડના પર્ણો સ્પર્શ પ્રત્યેના પ્રતિચારના પરિણામ સ્વરૂપે હલનચલન કરતાં હોય છે, પરંતુ ત્યાં કોઈ ચેતાપેશી કે કોઈ સ્નાયુપેશી નથી તો પછી છોડ કેવી રીતે સ્પર્શની સંવેદનાને અનુભવે છે અને કેવી રીતે પર્ણો હલનચલન દ્વારા પ્રતિચાર દર્શાવે છે ?



આકૃતિ 6.4 સંવેદનશીલ વનસ્પતિ (લજામણીનો છોડ)

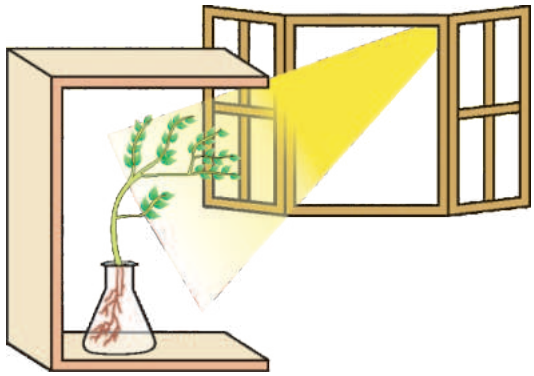
જો આપણે વિચાર કરીએ કે છોડના કોઈ એક ભાગને અડકવાથી છોડના કયા ભાગનું હલનચલન થાય છે તે ત્યારે બની શકે કે તમે અડકેલો ભાગ અને હલનચલન કરતો ભાગ બંને જુદો હોય. આમ, સ્પર્શ થવાની સંવેદનાનું પ્રસરણ થયું હશે. છોડ આ સંવેદના કે સૂચનાને એક કોષથી બીજા કોષ સુધી પ્રસારિત કરવા માટે વીજ રાસાયણિક સંવેદનાનો પણ ઉપયોગ કરે છે. પરંતુ પ્રાણીઓની જેમ વનસ્પતિમાં સંવેદનાઓ માટે કોઈ વિશિષ્ટીકરણ પામેલ પેશી હોતી નથી. હકીકતમાં, પ્રાણીઓની જેમ પ્રચલન કરવા માટે કેટલાક કોષો પોતાના આકારમાં પરિવર્તન લાવતા હોવા જોઈએ. વનસ્પતિ કોષોમાં પ્રાણી સ્નાયુકોષોની જેમ વિશિષ્ટીકરણ પામેલ પ્રોટીન પણ હોતા નથી. છતાં પણ તે પાણીના પ્રમાણમાં પરિવર્તન કરીને પોતાનો આકાર બદલી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે ફૂલીને કે સંકોચન પામીને તેઓ પોતાનો આકાર બદલી શકે છે (આકૃતિ 6.4).

6.2.2 વૃદ્ધિને કારણે હલનચલન (Movement Due to Growth)

વટાણાના છોડ જેવી કેટલીક વનસ્પતિ અન્ય વનસ્પતિ કે વાડ પર આધાર સૂત્રની મદદથી ઉપર ચઢે છે. આ આધારસૂત્ર (Tendril) સ્પર્શ માટે સંવેદનશીલ છે. જ્યારે તે કોઈ આધારના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે આધારસૂત્રના સંપર્કમાં રહેલા ભાગની વૃદ્ધિ આધારસૂત્રથી દૂર રહેલા ભાગ જેટલી ઝડપી હોતી નથી. આના કારણે આધારસૂત્ર આધારની આસપાસ ચારે તરફ ફેલાય છે અને તેને વળગી રહે છે. સામાન્ય રીતે, વનસ્પતિ ધીરેથી એક નિશ્ચિત દિશામાં ગતિ કરીને ઉત્તેજના પ્રત્યે પ્રતિચાર આપે છે. કારણ કે આ વૃદ્ધિ દિશાત્મક હોય છે. તેથી એવું લાગે છે કે વનસ્પતિ પ્રચલન કરી શકે છે. ચાલો, એક પ્રકારના હલનચલનને એક ઉદાહરણની મદદથી સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 6.2

- એક કોનિકલ ફ્લાસ્કને પાણીથી ભરો.
- ફ્લાસ્કના મુખને તારની જાળીથી ઢાંકો.
- વાલના તાજા અંકુરિત થયેલા બે કે ત્રણ બીજ તારની જાળી પર મૂકો.
- એક બાજુથી ખુલ્લા એવા પૂંઠાનું એક બૉક્સ લો.
- ફ્લાસ્કને બૉક્સમાં એવી રીતે મૂકો કે જેથી બૉક્સની ખુલ્લી બાજુ તરફથી આવતા પ્રકાશ સામે ગોઠવાય (આકૃતિ 6.5).
- બે કે ત્રણ દિવસ પછી જોશો કે પ્રરોહ પ્રકાશ તરફ અને મૂળ પ્રકાશથી દૂર તરફ વળે છે.
- હવે, ફ્લાસ્કને એ પ્રકારે ફેરવો કે પ્રરોહ પ્રકાશથી દૂર અને મૂળ પ્રકાશની તરફ થઈ જાય. તેને આ અવસ્થામાં કેટલાક દિવસ માટે ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર મૂકી રાખો.
- શું પ્રરોહ અને મૂળ એ પોતાના જૂના ભાગોની દિશા બદલી નાંખી છે ?
- શું આ તફાવત નવી વૃદ્ધિની દિશામાં છે ?
- આ પ્રવૃત્તિથી આપણે શું તારણ કાઢીશું ?



આકૃતિ 6.5
પ્રકાશની દિશામાં વનસ્પતિનો પ્રતિચાર

પર્યાવરણીય પ્રેરણ જેવા કે પ્રકાશ કે ગુરુત્વાકર્ષણ વનસ્પતિની વૃદ્ધિવાળા ભાગમાં દિશા-પરિવર્તન કરી નાખે છે. આ દિશાત્મક કે અનુવર્તી હલનચલન ઉત્તેજનાની તરફ કે તેની વિરુદ્ધ દિશામાં થઈ શકે છે. આમ, આ બે ભિન્ન પ્રકારના પ્રકાશાવર્તી હલનચલનની ક્રિયાઓમાં પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળીને પ્રતિચાર દર્શાવે છે જ્યારે મૂળ તેનાથી દૂર વળીને પ્રતિચાર દર્શાવે છે. આ કેવી રીતે વનસ્પતિની મદદ કરશે ?



આકૃતિ 6.6 ભૂઆવર્તન દર્શાવતી વનસ્પતિ

વનસ્પતિ અન્ય ઉત્તેજનાઓ માટે પ્રતિચાર કરીને અનુવર્તન (Tropism) દર્શાવે છે. એક વનસ્પતિના મૂળ હંમેશાં નીચેની તરફ વૃદ્ધિ કરે છે જ્યારે પ્રરોહ સામાન્ય રીતે ઉપરની તરફ અને જમીનથી દૂર વૃદ્ધિ કરે છે. પ્રરોહ અને મૂળની ક્રમશઃ ઊર્ધ્વગામી અને અધોગામી વૃદ્ધિ પૃથ્વી કે ગુરુત્વાકર્ષણના ખેંચાણનો પ્રતિચાર છે જે ભૂ-આવર્તન (geotropism) છે (આકૃતિ 6.6). જો 'હાઈડ્રો' (Hydro)નો અર્થ પાણી અને 'કિમો' (Chemo)નો અર્થ રસાયણ લઈએ તો જલાનુવર્તન (hydrotropism) અને રસાયાણાનુવર્તન (Chemotropism) નો શું અર્થ થાય ? શું આપણે આ પ્રકારની એકદિશીય વૃદ્ધિની ગતિવિધિના ઉદાહરણો વિશે વિચાર કરી શકીએ ? રસાયણાનુવર્તનનું એક ઉદાહરણ પરાગનલિકાની બીજાંડ કે અંડકની તરફ વૃદ્ધિ કરવી તે છે જેના વિશે આપણે વધારે જાણકારી સજીવોમાં પ્રજનનની ક્રિયાનો અભ્યાસ કરતી વખતે મેળવીશું.

ચાલો, આપણે એક વખત ફરીથી વિચાર કરીએ કે, બહુકોષીય સજીવોના શરીરમાં સંવેદનાઓ કેવી રીતે પ્રસારિત થાય છે. લજામણીમાં સ્પર્શના પ્રતિચારની ગતિ કે હલનચલન ખૂબ જ ઝડપી હોય છે. બીજી તરફ, રાત અને દિવસના પ્રતિચારમાં સૂર્યમૂખીનું હલનચલન ખૂબ જ મંદ હોય છે. વનસ્પતિનું વૃદ્ધિ સંબંધિત હલનચલન તો વધારે મંદ હશે.

પ્રાણીશરીરમાં પણ વૃદ્ધિ સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત દિશામાં હોય છે. આપણી ભૂજા અને આંગળીઓ અસ્તવ્યસ્ત ન રહેતાં એક નિશ્ચિત દિશામાં વૃદ્ધિ કરે છે. નિયંત્રિત ગતિ મંદ કે ઝડપી હોઈ શકે છે. જો ઉત્તેજના માટે ઝડપી પ્રતિચાર દર્શાવાય તો સંવેદનાઓનું સ્થળાંતરણ પણ ખૂબ જ ઝડપી હોવું જોઈએ. તેના માટે પ્રચલનનું માધ્યમ ઝડપી હોવું જોઈએ.

તેના માટે વીજ-આવેગ એક ઉત્તમ માધ્યમ છે, પરંતુ વીજ-આવેગના ઉપયોગ માટેની અમુક મર્યાદાઓ છે. સૌપ્રથમ તે માત્ર તેવા કોષો સુધી પહોંચે, જે ચેતાપેશી સાથે સંકળાયેલ છે. પ્રાણીશરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી વહન થતું નથી. બીજું, એકવાર એક કોષમાં વીજ-આવેગનું નિર્માણ થઈ પ્રસારિત થાય છે, તો પુનઃ નવો આવેગ નિર્માણ કરી તેનું વહન કરવા માટે અને ફરીથી પોતાની કાર્યવિધિ સારી રીતે કરવા માટે કોષ કેટલોક સમય લે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, કોષો સતત વીજ-આવેગનું નિર્માણ કરી શકતા નથી અને તેનું વહન કરી શકતાં નથી. તેમાં કોઈ આશ્ચર્ય નથી કે મોટાભાગના બહુકોષીય સજીવો કોષો વચ્ચે સંદેશાવ્યવહાર માટે રાસાયણિક સંદેશાવ્યવહાર જેવો એક અન્ય માર્ગ અપનાવે છે.

જો વીજ-આવેગ નિર્માણ કરવાને બદલે ઉત્તેજિત કોષો કોઈ રાસાયણિક સંયોજન મુક્ત કરવાની શરૂઆત કરે તો આ સંયોજન મૂળકોષની આસપાસના બધા કોષોમાં પ્રસરણ પામી જાય. જો આસપાસના અન્ય કોષોની પાસે આ સંયોજનની ઓળખ કરવાની પ્રયુક્તિ હોય તો તેની સપાટી પર વિશેષ અણુઓનો ઉપયોગ કરીને તે સંવેદનાઓ વિશેનો ખ્યાલ મેળવી લે છે અને તેને વહન પણ કરે છે. જો કે આ પ્રક્રિયા ખૂબ જ ધીમી હશે, પરંતુ આ ચેતાકીય જોડાણ સિવાય પણ એકધારી અને સ્થાયી રીતે શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચે છે. બહુકોષીય પ્રાણીઓ દ્વારા નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે ઉપયોગમાં લેવાતાં આ સંયોજનો કે અંતઃસ્રાવો આપણી ધારણાને અનુરૂપ વિવિધતા દર્શાવે છે. વિવિધ વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો વૃદ્ધિ, વિકાસ અને પર્યાવરણના પ્રત્યે પ્રતિચારનું સંકલન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તેના સંશ્લેષણનું સ્થાન તેની ક્રિયાના વિસ્તારથી દૂર હોય છે અને સરળ પ્રસરણ દ્વારા તે ક્રિયા વિસ્તાર સુધી પહોંચી જાય છે.

ચાલો, આપણે અગાઉ (પ્રવૃત્તિ 6.2)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉદાહરણ લઈને સમજીએ. જ્યારે વૃદ્ધિ પામતાં છોડવાઓ પ્રકાશ શોધે છે, ત્યારે પ્રરોહાગ્રના ભાગે ઑક્ઝિન નામનો અંતઃસ્રાવ સંશ્લેષણ પામે છે, જે કોષને લાંબા સમય સુધી વિકસિત થવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે વનસ્પતિ પર એક તરફથી પ્રકાશ આવી રહ્યો હોય છે ત્યારે ઑક્ઝિન પ્રસરણ પામીને પ્રરોહના છાયાવાળા ભાગમાં આવી જાય છે. ઑક્ઝિનનું સંકેન્દ્રણ કોષોને પ્રરોહની પ્રકાશથી દૂર આવેલી બાજુમાં વૃદ્ધિ માટે ઉત્તેજિત કરે છે. આમ, વનસ્પતિ પ્રકાશની તરફ વળતી જોવા મળે છે.

વનસ્પતિ અંતઃસ્ત્રાવોનું બીજું ઉદાહરણ જીબરેલિન છે જે ઑક્ઝિનની જેમ પ્રકાંડની વૃદ્ધિમાં મદદરૂપ થાય છે. સાયટોકાઇનીન કોષ-વિભાજનને પ્રેરિત કરે છે અને તેથી આ એવા વિસ્તારોમાં વધુ સાંદ્રતામાં હાજર હોય છે, જ્યાં કોષ-વિભાજન ઝડપથી થતું હોય છે, જેમ કે ફળ અને બીજ. આ તે વનસ્પતિ અંતઃસ્ત્રાવોના ઉદાહરણ છે જે વૃદ્ધિમાં સહાયક બને છે. પરંતુ વનસ્પતિની વૃદ્ધિને અવરોધવા માટે પણ સંકેતોની જરૂરિયાત હોય છે. એબ્સિસિક ઍસિડ વૃદ્ધિને અવરોધનાર અંતઃસ્ત્રાવનું એક ઉદાહરણ છે. પર્ણોના કરમાઈ જવાની ઘટના તેની અસરની સાથે સંકલિત છે.

પ્રશ્નો

1. વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો એટલે શું ?
2. લજામણીનાં પર્ણોનું હલનચલન, એ પ્રકાશ તરફ પ્રરોહની ગતિથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
3. વૃદ્ધિ પ્રેરક વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવનું એક ઉદાહરણ આપો.
4. કોઈ આધારની ચોતરફ વૃદ્ધિ કરવામાં ઑક્ઝિન કઈ રીતે આધારસૂત્રને મદદરૂપ થાય છે ?
5. જલાનુવર્તન દર્શાવવા માટેના એક પ્રયોગનું નિદર્શન કરો.

6.3 પ્રાણીઓમાં અંતઃસ્રાવો (Hormones in Animals)

રસાયણો કે અંતઃસ્રાવો પ્રાણીઓમાં કેવી રીતે સૂચના પ્રસારણના સાધનની જેમ ઉપયોગમાં આવે છે? ખિસકોલી જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ જુઓ. જ્યારે તે ભયજનક પરિસ્થિતિમાં હોય તો શું અનુભવ કરે છે ? તે પોતાના શરીરને લડવા માટે કે ભાગી જવા માટે તૈયાર કરે છે. બંને ખૂબ જટિલ ક્રિયાઓ છે જેને નિયંત્રિત કરવા માટે ખૂબ જ ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. જેમાં અનેક પ્રકારની વિવિધ પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે અને તેમની એકીકરણ પામેલી ક્રિયાઓ ભેગી થઈને તે કાર્ય કરે છે. જેમકે લડવાની કે દોડવાની, બે એકાંતર ક્રિયાઓ એકબીજાથી બિલકુલ અલગ છે. આમ, અહીંયાં એક સ્થિતિ છે કે જેમાં કેટલીક સામાન્ય તૈયારીઓ શરીરમાં લાભદાયક હોય છે. આ તૈયારીઓ આદર્શરૂપે નજીકના ભવિષ્યમાં કોઈ પણ ક્રિયાને સરળ કરી નાંખે છે. આ બધું કેવી રીતે થઈ શકે છે ?

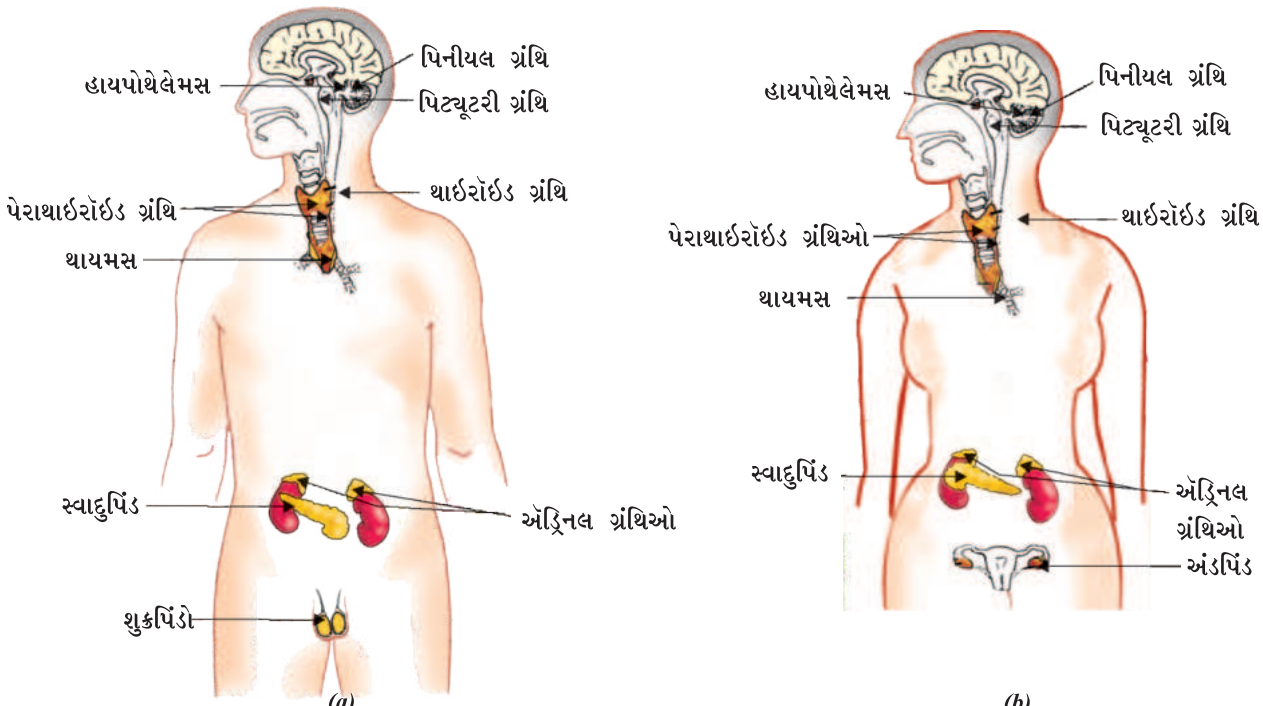
જો ખિસકોલીની શરીરરચના ચેતાકોષ દ્વારા માત્ર વીજ–આવેગ પર આધારિત હોય તો તે પછીની ક્રિયાને કરવા માટે તૈયાર પેશીઓનું કાર્યક્ષેત્ર મર્યાદિત હશે. બીજી તરફ, જો રાસાયણિક સંકેત પણ મોકલી શકાય તો તે શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચી શકે અને જરૂરી વ્યાપક ફેરફારો પ્રદાન કરી શકે. અધિવૃક્કીય ગ્રંથિ (એડ્રિનલ ગ્રંથિ)માંથી સ્રવિત એડ્રિનાલિન અંતઃસ્રાવ દ્વારા મનુષ્ય સહિત અનેક પ્રાણીઓમાં આ કાર્ય થઈ શકે છે. આ ગ્રંથિઓનું સ્થાન જાણવા માટે આકૃતિ 6.7 જુઓ.

એડ્રિનાલિન સીધો રુધિરમાં સ્રવિત થાય છે અને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી પહોંચે છે. હૃદય સહિત આ લક્ષ્ય અંગો કે વિશિષ્ટ પેશીઓ પર કાર્ય કરે છે. પરિણામ સ્વરૂપે હૃદયના ધબકારા વધે છે જેથી આપણા સ્નાયુઓને વધારે ઑક્સિજનનો પુરવઠો મળી રહે છે. પાચનતંત્ર અને ત્વચામાં રુધિરની પ્રાપ્યતા ઓછી થાય છે. કારણ કે, આ અંગોની નાની ધમનીઓની આસપાસના સ્નાયુઓ સંકોચાઈ જાય છે. જે રુધિરની દિશા આપણા કંકાલ સ્નાયુઓની તરફ કરી દે છે. ઉરોદરપટલ અને પાંસળીઓના સ્નાયુઓનું સંકોચન થવાથી શ્વસન–દર પણ વધે છે. આ બધો પ્રતિચાર મળીને પ્રાણી શરીરને પરિસ્થિતિથી લડવા માટે તૈયાર કરે છે. આ પ્રાણી અંતઃસ્રાવો અંતઃસ્રાવીતંત્રનો ભાગ છે જે આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનો બીજો માર્ગ બનાવે છે.

પ્રવૃત્તિ 6.3

- આકૃતિ 6.7 જુઓ.
- આકૃતિમાં દેખાડેલી અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓની ઓળખ કરો.
- આમાંથી કેટલીક ગ્રંથિઓને કોષ્ટક 6.1માં દર્શાવેલ છે. પુસ્તકાલયમાંનાં પુસ્તકોની મદદથી તેમજ શિક્ષકોની સાથે ચર્ચા કરીને કેટલીક અન્ય ગ્રંથિઓનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

યાદ કરો કે વનસ્પતિઓમાં અંતઃસ્રાવો હોય છે. જે ચોક્કસ દિશામાં વૃદ્ધિને નિયંત્રિત કરે છે. પ્રાણી અંતઃસ્રાવો કયાં કયાં કાર્યો કરે છે ? આ વિષયમાં આપણે તેમની ભૂમિકાની કલ્પના ચોક્કસ દિશાની વૃદ્ધિ માટે કરી શકતા નથી. આપણે ક્યારેય કોઈ પ્રાણીને પ્રકાશ કે ગુરુત્વ પર આધારિત કોઈ એક દિશા કે અન્ય દિશામાં વધારે વૃદ્ધિ કરતું જોયું નથી ! પરંતુ જો આપણે તેના વિશે વધારે વિચારીએ તો એ સ્પષ્ટ થશે કે પ્રાણી શરીર પણ સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત સ્થાનો પર વૃદ્ધિ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વનસ્પતિના શરીર પર અનેક સ્થાનો પર પર્ણો ઊગે છે, પરંતુ આપણે આપણા ચહેરા પર આંગળીઓને ઉગાડી શકતા નથી. બાળકોની વૃદ્ધિના સમયે પણ શરીરની રચના સાવચેતીપૂર્વક જાળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 6.7 માનવમાં અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ (a) નર (b) માદા

ચાલો, સંકલિત વૃદ્ધિમાં અંતઃસ્ત્રાવ કેવી રીતે મદદ કરે છે તે સમજવા કેટલાંક ઉદાહરણો ચકાસીએ. મીઠાના પૅકેટ પર આપણે બધાએ 'આયોડિનયુક્ત મીઠું' અને 'આયોડિનથી સમૃદ્ધ' એવું દર્શાવેલ જોયું છે. આપણે આહારમાં આયોડિનયુક્ત મીઠું લેવું કેમ જરૂરી છે ? થાઈરોઇડ ગ્રંથિનો થાયરોક્સિન અંતઃસ્રાવ બનાવવા માટે આયોડિન જરૂરી છે. થાયરોક્સિન કાર્બોદિત, પ્રોટીન અને ચરબીના ચયાપચયનું આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ કરે છે જેથી વૃદ્ધિ માટે ઉત્કૃષ્ટ સંતુલન કરાવી શકે. થાઈરોક્સિનના સંશ્લેષણ માટે આયોડિન અનિવાર્ય છે. જો આપણા આહારમાં આયોડિનની ઊણપ છે તો એ સંભાવના છે કે આપણે ગોઇટરથી ગ્રસ્ત હોઈ શકીએ. આ બીમારીના એક લક્ષણ તરીકે ગળું ફૂલી જાય છે. શું તમે આનું આકૃતિ 6.7માં થાઈરોઇડ ગ્રંથિના સ્થાન સાથે અનુસંધાન કરી શકો છો ?

શું તમે જાણો છો ?

ઘણા બધા અંતસ્રાવોનો સ્રાવ કરવામાં હાયપોથેલેમસ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવનું પ્રમાણ નીચું હોય ત્યારે હાયપોથેલેમસ વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવનો સ્રાવ પ્રેરતાં ઘટકને મુક્ત કરે છે જે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરીને વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ ઉત્પન્ન કરે છે.

ક્યારેક આપણે એવા વ્યક્તિઓના સંપર્કમાં આવીએ છીએ કે, જેઓ ખૂબ જ વામન (નાના કદના) હોય છે અથવા વધારે પડતા ઊંચા હોય છે. શું તમને ક્યારેય આશ્ચર્ય થયું છે કે આ કેવી રીતે થાય છે ? પિટ્યૂટરી ગ્રંથિમાંથી સ્રવિત થનારા અંતઃસ્રાવોમાં એક વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (Growth Hormone = GH) છે. જેવું તેનું નામ આપવામાં આવ્યું છે તે મુજબ વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (GH) શરીરની વૃદ્ધિ અને વિકાસને નિયંત્રિત કરે છે. જો બાલ્યાવસ્થામાં આ અંતઃસ્રાવની ઊણપ સર્જાય તો આ વામનતાનું કારણ બને છે.

જ્યારે તમારી અને તમારા મિત્રોની વય 10-12 વર્ષની થયેલી હશે ત્યારે તમારા અને તેઓના દેખાવમાં કેટલાય આશ્ચર્યજનક ફેરફારો જોયાં હશે. તરુણાવસ્થા સાથે સંકળાયેલા આ ફેરફારો નરમાં ટેસ્ટોસ્ટેરોન અને માદામાં ઇસ્ટ્રોજનનો સ્રાવ થવાના કારણે થાય છે.

શું તમે તમારા પરિવાર કે મિત્રોમાં કોઈ એવી વ્યક્તિને ઓળખો છો કે જેને ડૉક્ટરે તેમના આહારમાં શર્કરા ઓછી લેવાની સલાહ આપી હોય. કારણ કે તેઓ મધુપ્રમેહ (ડાયાબિટીસ)ના રોગી કે દર્દી છે. સારવાર તરીકે તે ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન પણ લેતા હોય. આ એક અંતઃસ્રાવ છે જેનું ઉત્પાદન સ્વાદુપિંડમાં થાય છે અને જે રુધિરમાં શર્કરાના સ્તરનું નિયંત્રણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. જો આ યોગ્ય માત્રામાં સ્રવિત ન થાય તો રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય છે જેના કારણે ઘણીબધી હાનિકારક અસરો થાય છે.

જો અંતઃસ્રાવોનો યોગ્ય માત્રામાં સ્રાવ થવો જરૂરી હોય તો આ થવા માટેની યોગ્ય કાર્યપદ્ધતિ (mechanism)ને સમજવી જરૂરી છે. અંતઃસ્રાવ મુક્ત થવાનો સમય અને તેની માત્રા પ્રતિક્રિયા આધારિત કાર્યપદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય તો તેને લીધે સ્વાદુપિંડના કોષો તેની જાણકારી મેળવી લે છે અને તેના પ્રતિચારરૂપે વધુ ઇન્સ્યુલિનનો સ્રાવ કરે છે. જ્યારે રુધિરમાં શર્કરાનું સ્તર ઘટી જાય પછી ઇન્સ્યુલિનનો સ્રાવ પણ ઓછો થઈ જાય છે.

પ્રવૃત્તિ 6.4

- અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ દ્વારા અંતઃસ્રાવોનો સ્રાવ થાય છે અને તે ચોક્કસ કાર્યો કરે છે. અંતઃસ્રાવો, અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિઓ અને તેનાં કાર્યોને આધારે કોષ્ટક 6.1ને પૂર્ણ કરો.

કોષ્ટક 6.1 કેટલાક મહત્ત્વના અંતઃસ્રાવો અને તેનાં કાર્યો

ક્રમ	અંતઃસ્રાવ	અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિ	કાર્ય
1.	વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ	પિટ્યૂટરી ગ્રંથિ	બધાં જ અંગોમાં વૃદ્ધિ પ્રેરે છે.
2.		થાઇરૉઇડ ગ્રંથિ	શરીરના વિકાસ માટે ચયાપચયનું નિયમન કરે છે.
3.	ઇન્સ્યુલિન		રુંધિરમાં શર્કરાની માત્રાનું નિયમન કરે છે.
4.	ટેસ્ટોસ્ટેરોન	શુક્રપિંડ	
5.		અંડપિંડ	સ્ત્રી-પ્રજનનાંગોનો વિકાસ, રજોસ્રાવનું નિયમન, વગેરે.
6.	ઍડ્રિનાલિન	ઍડ્રિનલ ગ્રંથિ	
7.	રિલીઝિંગ અંતઃસ્રાવો		અંતઃસ્રાવોનો સ્રાવ કરવા માટે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરે છે.

પ્રશ્નો

1. પ્રાણીઓમાં રાસાયણિક સંકલન કેવી રીતે થાય છે ?
2. આયોડિનયુક્ત મીઠાના ઉપયોગની સલાહ કેમ આપવામાં આવે છે ?
3. જ્યારે એડ્રિનાલિન રુધિરમાં સ્રવિત થાય છે ત્યારે આપણું શરીર કેવો પ્રતિચાર દર્શાવે છે ?
4. મધુપ્રમેહના કેટલાક દર્દીઓની સારવાર ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન આપીને કેમ કરવામાં આવે છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનાં કાર્ય માટે ચેતાતંત્ર અને અંતઃસ્રાવો છે.
- ચેતાતંત્રના પ્રતિચારની પરાવર્તી ક્રિયા ઐચ્છિક ક્રિયા કે અનૈચ્છિક ક્રિયામાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- સંદેશાને પ્રસારિત કરવા માટે ચેતાતંત્ર વીજ–આવેગનો ઉપયોગ કરે છે.
- ચેતાતંત્ર આપણી જ્ઞાનેન્દ્રિયો દ્વારા સૂચના કે સંદેશાઓ સંવેદના સ્વરૂપે મેળવે છે અને આપણા સ્નાયુઓ દ્વારા ક્રિયા કરે છે.
- રાસાયણિક સંકલન વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ બંનેમાં જોવા મળે છે.
- અંતઃસ્રાવ પ્રાણીના એક ભાગમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે અને બીજા ભાગમાં ઇચ્છિત અસર દર્શાવવા માટે વહન કરે છે.
- અંતઃસ્રાવની ક્રિયાને પ્રતિચાર પદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકે છે.

સ્વાધ્યાય

T6X7C3

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવ છે ?
   (a) ઈન્સ્યુલિન
   (b) થાઇરૉક્સિન
   (c) ઇસ્ટ્રોજન
   (d) સાયટોકાઇનીન
2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ 'ખાલી ભાગ'ને ..... કહે છે.
   (a) શિખાતંતુ
   (b) ચેતોપાગમ
   (c) અક્ષતંતુ
   (d) આવેગ
3. મગજ ..... માટે જવાબદાર છે.
   (a) વિચારવા
   (b) હૃદયના સ્પંદન
   (c) શરીરનું સમતુલન જાળવવા
   (d) ઉપર્યુક્ત તમામ
4. આપણા શરીરમાં ગ્રાહીએકમોનું કાર્ય શું છે ? એવી સ્થિતિ પર વિચાર કરો, જ્યાં ગ્રાહીએકમો યોગ્ય પ્રકારથી કાર્ય કરી રહ્યા નથી. કોઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?
5. ચેતાકોષની સંરચના દર્શાવતી આકૃતિ દોરો અને તેનાં કાર્યોનું વર્ણન કરો.
6. વનસ્પતિમાં પ્રકાશાનુવર્તન કેવી રીતે થાય છે ?
7. કરોડરજ્જુને ઈજા થવાથી કયા સંકેતો મેળવવામાં ખલેલ પહોંચે છે ?
8. વનસ્પતિમાં રાસાયણિક સંકલન કઈ રીતે થાય છે ?
9. એક સજીવમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનના તંત્રની જરૂરિયાત શું છે ?
10. અનૈચ્છિક ક્રિયાઓ અને પરાવર્તી ક્રિયાઓ એકબીજાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
11. પ્રાણીઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે ચેતા અને અંતઃસ્રાવ ક્રિયાવિધિની તુલના અને તેમના ભેદ આપો.
12. લજામણીમાં થતા હલનચલન અને આપણા પગમાં થતા હલનચલનમાં શું ભેદ છે ?



પ્રકરણ 7
સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?
(How do Organisms Reproduce ?)

E2E8H3

સજીવોના પ્રજનનની ક્રિયાવિધિ પર ચર્ચા કરતાં પહેલાં આવો, આપણે એક મૂળભૂત પ્રશ્ન કરીએ કે સજીવ પ્રજનન શા માટે કરે છે ? વાસ્તવમાં પોષણ, શ્વસન અથવા ઉત્સર્જન જેવી જરૂરી જૈવિક ક્રિયાઓની માફક કોઈ સજીવને જીવિત રહેવા માટે પ્રજનનની ક્રિયા જરૂરી નથી. બીજું કે, સજીવને સંતતિનું નિર્માણ કરવા માટે વધુ ઊર્જા વ્યય કરવી પડે છે. તો પછી તે ક્રિયામાં પોતાની ઊર્જાને નકામી શા માટે ગુમાવે, જે ક્રિયા તેને જીવિત રાખવા માટે જરૂરી નથી ? આ પ્રશ્નનો જવાબ શોધવો આ પ્રકરણમાં અત્યંત રસપ્રદ રહેશે.

આ પ્રશ્નનો જવાબ જે પણ હોય, પરંતુ તે સ્પષ્ટ છે કે આપણને વિવિધ સજીવ એટલા માટે જોવા મળે છે, કારણ કે તેઓ પ્રજનન કરે છે. જો કોઈ ચોક્કસ પ્રકારનો માત્ર એક જ સજીવ હોત કે જે પ્રજનન ન કરી શકે તો આપણને તેના અસ્તિત્વની પણ ખબર ન પડે. કોઈ જાતિમાં મળી આવતા સજીવોની વિશાળ સંખ્યા જ આપણને તેમના અસ્તિત્વની જાણકારી આપે છે. આપણને કેવી રીતે ખબર પડે છે કે બે અલગ-અલગ સજીવો એક જ જાતિના છે ? સામાન્યતઃ આપણે એવું એટલા માટે કહીએ છીએ તેઓ એકસમાન દેખાય છે. આમ, પ્રજનન કરનારા સજીવો નવી સંતતિનું સર્જન કરે છે જે ખાસ્સી હદ સુધી તેમના જેવા દેખાય છે.

7.1 શું સજીવો પૂર્ણરૂપે પોતાની પ્રતિકૃતિનું સર્જન કરે છે ? (Do Organisms create exact copies of Themselves ?)

સજીવોની સંરચના સમાન હોવાને કારણે જ તે સમાન જોવા મળે છે. શરીરની સંરચના સમાન હોવા માટે તેમની બ્લૂપ્રિન્ટ પણ સમાન હોવી જોઈએ. આમ, પ્રજનન મૂળભૂત રીતે સજીવની સંરચનાની બ્લૂપ્રિન્ટ તૈયાર કરવાની ક્રિયા છે. ધોરણ IXમાં તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે કોષનાં કોષકેન્દ્રમાં રહેલાં રંગસૂત્રોના DNA (Deoxyribo Nucleic Acid)ના અણુઓમાં આનુવંશિક લક્ષણોની માહિતી હોય છે. જે પિતૃ તરફથી સંતતિમાં આવે છે. કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલ DNA એ પ્રોટીન બનાવવા માટે માહિતીનો સ્રોત હોય છે. આ માહિતી અલગ હોવાની સ્થિતિમાં નિર્માણ પામતું પ્રોટીન પણ ભિન્ન હોય છે. ભિન્ન (અલગ) પ્રોટીન પરિવર્તિત (બદલાયેલ) શારીરિક સંરચના તરફ દોરી જાય છે.

આમ, પ્રજનનની મૂળભૂત ઘટના DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવાની છે. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવા માટે કોષો વિવિધ રાસાયણિક ક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે. જે પ્રજનન કોષમાં DNAની બે પ્રતિકૃતિઓ બનાવે છે અને તેઓને એકબીજાથી અલગ કરવા જરૂરી છે. પરંતુ DNAની એક પ્રતિકૃતિને મૂળ કોષમાં રાખીને બીજી પ્રતિકૃતિને તેની (કોષની) બહાર કાઢી નાખવાથી કામ ચાલતું નથી કારણ કે બીજી પ્રતિકૃતિની પાસે જૈવિક ક્રિયાઓના રક્ષણ માટે સંગઠિત કોષીય સંરચના હોતી

નથી. જેથી DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવાની સાથે-સાથે બીજી કોષીય સંરચનાઓનું સર્જન પણ થાય છે તેના પછી DNAની પ્રતિકૃતિઓ અલગ થઈ જાય છે. પરિણામ રૂપે, એક કોષ વિભાજિત થઈને બે કોષો બનાવે છે.

આ બે કોષો એકસમાન છે, પરંતુ શું તેઓ સંપૂર્ણ રીતે સમરૂપ હોવાની શક્યતા છે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ એ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પ્રતિકૃતિની પ્રક્રિયાઓ કેટલી ચોકસાઈથી સંપાદિત થાય છે. કોઈ પણ જૈવ રાસાયણિક પ્રક્રિયા સંપૂર્ણપણે વિશ્વસનીય હોતી નથી. આમ, આ અપેક્ષિત છે કે DNA પ્રતિકૃતિની પ્રક્રિયામાં કેટલીક ભિન્નતા હોઈ શકે છે. પરિણામ રૂપે નિર્માણ પામનારા DNAની પ્રતિકૃતિઓ એકસમાન તો હશે, પરંતુ મૂળ DNAને સમરૂપ ન હોય. હોઈ શકે છે કે કેટલીક ભિન્નતાઓ એટલી ઝડપી અને તીવ્ર હોય કે DNAની નવી પ્રતિકૃતિ પોતાના કોષીય સંગઠનની સાથે સમયોજિત થઈ શકે નહિ. આ પ્રકારની સંતતિ કે બાળકોષ મૃત્યુ પામે છે (નાશ પામે છે). બીજી તરફ DNA પ્રતિકૃતિની અનેક વિભિન્નતાઓ હોઈ શકે છે જે આવા નક્કર પરિણામો તરફ દોરી જશે નહી. આમ, બાળકોષો સમાન હોવા છતાં એકબીજાથી સૂક્ષ્મ રીતે ભિન્ન હોય છે. પ્રજનન દરમિયાન થતી ભિન્નતાઓ માટેની આ આંતરિકવૃત્તિ ઉત્ક્રાંતિ માટેનો આધાર છે. જેની ચર્ચા આપણે આ પછીના પ્રકરણમાં કરીશું.

7.1.1 ભિન્નતાનું મહત્ત્વ (The Importance of Variation)

પોતાની પ્રજનન–ક્ષમતાનો ઉપયોગ કરી સજીવોની વસ્તી યોગ્ય નિવસનતંત્રમાં સ્થાન અથવા વસવાટ પ્રાપ્ત કરે છે. પ્રજનન દરમિયાન DNA પ્રતિકૃતિનું સાતત્ય સજીવની શારીરિક સંરચના તેમજ બંધારણ (Design) જાળવી રાખવા માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે જે તેઓને વિશિષ્ટ વસવાટને યોગ્ય બનાવે છે. આમ, કોઈ જાતિ (Species)ની વસ્તીની સ્થાયીત્વનો સંબંધ પ્રજનન સાથે છે.

પરંતુ, વસવાટમાં અનેક પરિવર્તન આવી શકે છે, જે સજીવોના નિયંત્રણમાં હોતું નથી. પૃથ્વીનું તાપમાન ઓછું કે વધારે થઈ શકે છે. પાણીના સ્તરમાં પરિવર્તન અથવા કોઈ ઉલ્કાની અથડામણ થઈ શકે છે. કેટલાંક ઉદાહરણોનો વિચાર કરો. જો એક વસ્તી કોઈ વસવાટને અનુકૂળ છે અને આ વસવાટમાં કેટલાક અતિઝડપી પરિવર્તન આવે તો આવી અવસ્થામાં વસ્તીનો સંપૂર્ણ વિનાશ થવાની પણ સંભાવના છે. તેમ છતાં જો આ વસ્તીના થોડા સજીવોમાં કેટલીક ભિન્નતા આવેલી હશે તો તેઓ જીવતા રહેવાની કેટલીક સંભાવના ધરાવે છે. આમ, જો શિતોષ્ણ પાણીમાં મળી આવનારા જીવાણુઓની વસ્તી હોય અને વૈશ્વિક ઉષ્મીકરણ (Global Warning)ના કારણે પાણીનું તાપમાન વધી જાય તો મોટા ભાગના આ જીવાણુઓ મરી જશે. પરંતુ કેટલાંક તાપમાન પ્રતિરોધી ક્ષમતા ધરાવનારા જીવિત રહી શકશે અને વૃદ્ધિ કરી શકશે. આમ સમયાંતરે જાતિઓના અસ્તિત્વ માટે ભિન્નતા ઉપયોગી છે.

પ્રશ્નો

1. DNA પ્રતિકૃતિનું પ્રજનનમાં શું મહત્ત્વ છે ?
2. સજીવોમાં ભિન્નતા જાતિઓ માટે તો લાભદાયક છે પરંતુ વ્યક્તિગત રીતે આવશ્યક નથી. કેમ ?

7.2 એકલ સજીવો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રજનનની પદ્ધતિઓ
(Modes of Reproduction Used By Single Organisms)

U3T3R9

પ્રવૃત્તિ 7.1

- 100 mL પાણીમાં 10 g ખાંડને ઓગાળો.
- એક કસનળીમાં આ દ્રાવણને 20 mL લો. તેમાં એક ચપટી ભરીને યીસ્ટનો પાઉડર નાંખો.
- કસનળીના મુખને રૂથી ઢાંકીને કોઈ ગરમ સ્થાને (જ્યાં તાપમાન વધારે હોય ત્યાં) રાખો.
- 1 કે 2 કલાક પછી, કસનળીમાંથી યીસ્ટના સંવર્ધિત દ્રાવણમાંથી એક ટીપું સ્લાઇડ પર લઈને તેના પર કવરસ્લિપ ઢાંકો.
- સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રની મદદથી સ્લાઇડનું પરીક્ષણ કરો. (અવલોકન કરો.)

પ્રવૃત્તિ 7.2

- બ્રેડના એક ટુકડાને પાણીમાં પલાળીને ઠંડા, ભેજવાળા અને અંધકારવાળા સ્થાન પર રાખો.
- વિપુલદર્શક કાચ (Magnifying glass)ની મદદથી બ્રેડના ટુકડાનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનો અઠવાડિયા સુધી કરી તેની નોંધ કરો.

યીસ્ટની વૃદ્ધિ તેમજ બીજી પ્રવૃત્તિમાં ફૂગની વૃદ્ધિની રીતની તુલના કરો અને જાણી લો કે તેમાં શું તફાવત છે ?

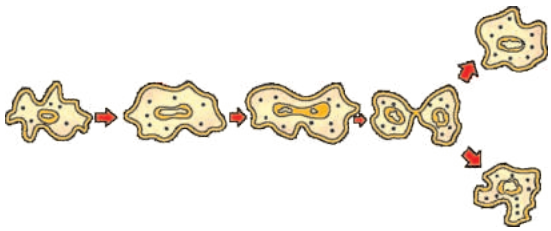
પ્રજનન કયા સંદર્ભોમાં કાર્ય કરે છે તેની ચર્ચા પછી, આવો આપણે જાણીએ કે વિભિન્ન સજીવો વાસ્તવમાં કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ? વિવિધ સજીવોની પ્રજનનની રીત તેઓની શારીરિક સંરચના પર આધારિત હોય છે.

7.2.1 ભાજન (Fission)

એકકોષીય સજીવોમાં કોષવિભાજન અથવા ભાજન નવા સજીવોની ઉત્પત્તિ તરફ દોરી જાય છે. ભાજનની અનેક રીતો જોવા મળે છે. ઘણા જીવાણુઓ અને પ્રજીવોનું કોષવિભાજન દ્વારા બે સરખા ભાગોમાં વિભાજન થાય છે. અમીબા જેવા સજીવોમાં કોષવિભાજન કોઈ પણ સમતલમાં થઈ શકે છે.

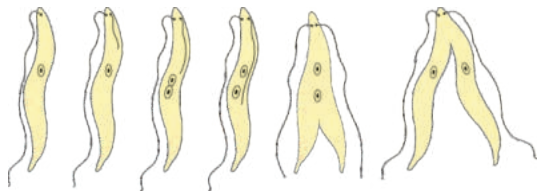
પ્રવૃત્તિ 7.3

- અમીબાની કાયમી સ્લાઇડનું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી અવલોકન કરો.
- આ જ રીતે અમીબાની દ્વિભાજનની કાયમી સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- હવે બંને સ્લાઇડ્સના અવલોકનોની તુલના કરો.



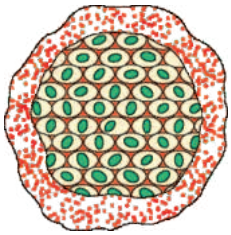
આકૃતિ 7.1 (a) અમીબામાં દ્વિભાજન

પરંતુ, કેટલાક એકકોષીય સજીવોમાં શારીરિક સંરચના વધારે સંગઠિત થયેલી હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે કાલા-અઝરના રોગકારક લેસ્માનિયામાં કોષના એક છેડા પર ચાબુક જેવી સૂક્ષ્મ સંરચના હોય છે. આવા સજીવોમાં દ્વિભાજન એક નિયત આયામમાં જ થાય છે.



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

આકૃતિ 7.1 (b) લેસ્માનિયામાં દ્વિભાજન



આકૃતિ 7.2
પ્લાઝમોડિયમમાં
બહુભાજન

મેલેરિયાના પરોપજીવી પ્લાઝમોડિયમ જેવા અન્ય એકકોષીય સજીવ એકસાથે અનેક સંતતિ કે બાળકોષોમાં વિભાજિત થાય છે જેને બહુભાજન કહે છે.

યીસ્ટના કોષમાંથી નાની કલિકા ઊપસી આવે છે અને પછી કોષથી અલગ થઈ જાય છે અને સ્વતંત્ર રીતે તે વૃદ્ધિ પામે છે જે આપણે પ્રવૃત્તિ 7.1માં જોઈ ગયાં છીએ.

7.2.2 અવખંડન (Fragmentation)

પ્રવૃત્તિ 7.4

- ઘેરા લીલા દેખાતા કોઈ સરોવર અથવા તળાવ, કે જેમાં તંતુના જેવી સંરચનાઓ હોય, તેમાંથી થોડુંક પાણી એકત્ર કરો.
- એક સ્લાઈડ પર એક કે બે તંતુઓ મૂકો.
- આ તંતુઓ પર ગ્લિસરીનનું એક ટીપું મૂકી અને કવર સ્લિપ ઢાંકી દો.
- સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની નીચે સ્લાઈડનું અવલોકન કરો.
- શું તમે સ્પાયરોગાયરા (Spirogyra)ના તંતુઓમાં વિવિધ પેશીને ઓળખી શકો છો ?

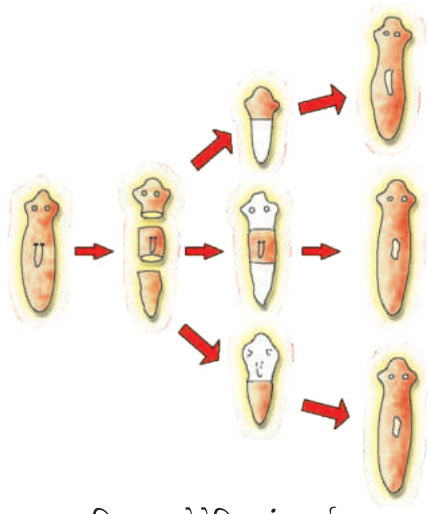
પ્રમાણમાં સરળ સંરચનાવાળા બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રજનનની સરળ રીત કાર્ય કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્પાયરોગાયરા સામાન્યતઃ વિકાસ પામીને નાના-નાના ટુકડાઓમાં અવખંડિત થઈ જાય છે. આ ટુકડા અથવા ખંડ વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. પ્રવૃત્તિ 7.4ના અવલોકનના આધારે શું આપણે તેનું કારણ શોધી શકીએ છીએ ?

પરંતુ આ બધા બહુકોષીય સજીવો માટે સાચું નથી. તેઓ સરળતાથી કોષ દ્વારા કોષવિભાજન કરી શકતાં નથી. તેનું કારણ છે કે ઘણા બહુકોષીય સજીવો જેમ આપણે જોયું તેમ કોષોનો સમૂહ માત્ર નથી. વિશેષ કાર્ય માટે વિશિષ્ટ કોષો સંગઠિત થઈને પેશીનું નિર્માણ કરે છે અને પેશી સંગઠિત થઈ અંગ બનાવે છે. જે પછીથી શરીરમાં ચોક્કસ સ્થાન પર ગોઠવાય છે. આવી ચોક્કસ વ્યવસ્થિત પરિસ્થિતિમાં કોષ દ્વારા કોષવિભાજન અવ્યાવહારિક છે. આમ, બહુકોષીય સજીવોના પ્રજનન માટે વધારે જટિલ રીતની જરૂરિયાત હોય છે.

બહુકોષીય સજીવો દ્વારા દર્શાવાતી એક સામાન્ય પદ્ધતિ છે કે વિવિધ પ્રકારના કોષો વિવિધ વિશિષ્ટ કાર્ય કરે છે. આ સામાન્ય તરાહને અનુસરીને આ પ્રકારના સજીવોમાં પ્રજનન વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષોનું કાર્ય જ છે. જો સજીવ અનેક પ્રકારના કોષોનો બનેલો હોય તો એક જ પ્રકારના કોષો દ્વારા પ્રજનન કેવી રીતે થાય ? તેનો જવાબ છે કે સજીવમાં કેટલાક એવા કોષો હોવા જોઈએ જેમાં વૃદ્ધિ, ગુણન અને યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં વિશેષ પ્રકારના કોષનિર્માણની ક્ષમતા હોય.

7.2.3 પુનર્જનન (Regeneration)

સંપૂર્ણપણે અલગ ઘણા સજીવોમાં પોતાના શરીરના ભાગમાંથી નવા સજીવના નિર્માણની ક્ષમતા હોય છે. એટલે કે જો સજીવ કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત થાય તો તેમાંના ઘણા ટુકડા વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. ઉદાહરણ તરીકે, હાઇડ્રા અને પ્લેનેરિયા જેવા સરળ પ્રાણીઓને જો કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે તો પ્રત્યેક ટુકડા વિકાસ પામીને સંપૂર્ણ સજીવમાં પરિણમે છે. આને પુનર્જનન કે પુનઃજનન (પુનઃસર્જન) (આકૃતિ 7.3) કહેવાય છે. પુનર્જનન વિશિષ્ટ કોષો દ્વારા દર્શાવાય છે. આ કોષોના ક્રમ-પ્રસરણથી અનેક કોષો બને છે. કોષોના આ સમૂહથી પરિવર્તન દરમિયાન વિવિધ પ્રકારના

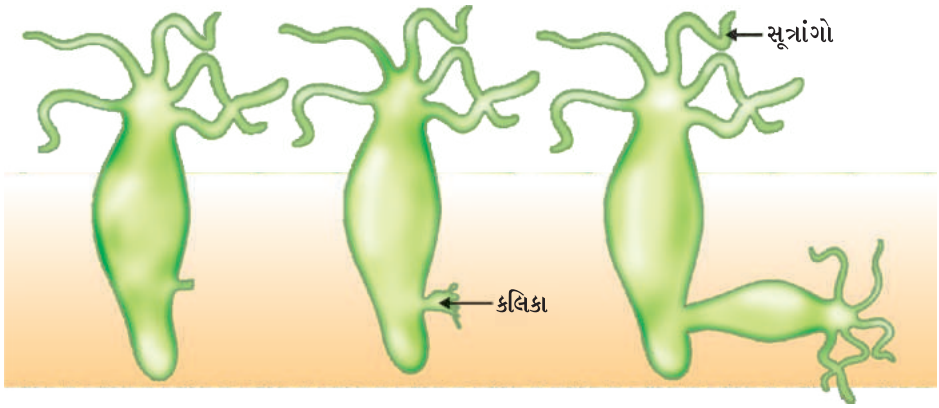


આકૃતિ 7.3 પ્લેનેરિયામાં પુનર્જનન

કોષો તેમજ પેશી બને છે. આ પરિવર્તન ખૂબ જ સુયોજિત ક્રમમાં થાય છે જેને વિકાસ કહે છે. તેમ છતાં, પુનર્જનન અને પ્રજનન સમાન નથી તેનું કારણ એ છે કે પ્રત્યેક સજીવના કોઈ પણ ભાગને કાપીને કે તોડીને સામાન્યતઃ નવો સજીવ ઉત્પન્ન કરી શકાય નહિ.

7.2.4 કલિકાસર્જન (Budding)

હાઇડ્રા જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પુનર્જનનની ક્ષમતાવાળા કોષોનો ઉપયોગ કલિકાસર્જન માટે કરે છે. હાઇડ્રામાં કોષોનું વારંવાર વિભાજન થવાને કારણે એક સ્થાન ઊપસી આવે છે અને તે ભાગ (ઉપસેલો) વિકાસ પામે છે (આકૃતિ 7.4). આ ઉપસેલો ભાગ એટલે કલિકા જે વૃદ્ધિ પામીને બાળ સજીવમાં ફેરવાય છે અને પૂર્ણ વિકાસ પામતા પિતૃથી અલગ થઈ સ્વતંત્ર જીવ (પ્રાણી) બને છે.



આકૃતિ 7.4 હાઇડ્રા (જળવ્યાળ)માં કલિકાસર્જન

7.2.5 વાનસ્પતિક પ્રજનન (Vegetative Propagation/Vegetative Reproduction)

ઘણી એવી વનસ્પતિઓ છે કે જેઓના કેટલાક ભાગ જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણો યોગ્ય પરિસ્થિતિઓમાં વિકાસ પામીને નવા છોડને ઉત્પન્ન કરે છે. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓથી વિપરીત વનસ્પતિ પ્રજનન માટે આ રીતનો ઉપયોગ કરે છે. કલમ, દાબકલમ અને આરોપણ જેવી વાનસ્પતિક પ્રજનનની તકનિકનો ઉપયોગ ખેતીવાડીમાં પણ થાય છે. શેરડી, ગુલાબ કે દ્રાક્ષ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા ઉછેરવામાં આવેલ વનસ્પતિઓને બીજ દ્વારા ઉગાડેલા છોડની તુલનામાં પુષ્પ તેમજ ફળ ઓછા સમયમાં આવવા લાગે છે. આ પદ્ધતિ કેળા, નારંગી, ગુલાબ તેમજ મોગરા જેવી વનસ્પતિઓને ઉગાડવા માટે ઉપયોગી છે, જેઓ બીજ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. વાનસ્પતિક પ્રજનનો બીજો લાભ એ પણ છે કે, આ પ્રકારે ઉત્પન્ન થયેલી બધી વનસ્પતિઓની લાક્ષણિકતાઓ આનુવંશિક રીતે પિતૃ વનસ્પતિને સમાન હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 7.5

- એક બટાટાને લઈને તેની સપાટીનું અવલોકન કરો. શું તેના પર કે તેમાં કોઈ ખાડો (કલિકા) દેખાય છે ?
- બટાટાને નાના-નાના ટુકડાઓમાં કાપો કે જેથી કેટલાક ટુકડાઓમાં આ ખાડાનો ભાગ રહે અને કેટલાકમાં ન રહે.
- એક ટ્રેમાં રૂની પાતળી સપાટી પાથરી અને તેને ભીની કરો. ખાડાવાળા ટુકડાઓ (કલિકા ધરાવતા ટુકડાઓને)ને એક તરફ અને ખાડા વગરના ટુકડાઓને બીજી તરફ રાખો.
- હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી આ ટુકડાઓમાં થનારાં પરિવર્તનોનું અવલોકન કરો. ધ્યાન રાખો કે રૂ ભેજયુક્ત રહે.
- તે બટાટાના કયા ટુકડાઓ છે કે જેમાંથી તાજા લીલા પ્રરોહ અને મૂળનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે ?



આકૃતિ 7.5
પાનફૂટીનાં પર્ણ સાથે કલિકાઓ

આ જ રીતે પાનફૂટી (પર્ણફૂટી = Bryophyllum)નાં પર્ણોની પર્ણકિનારી પર પણ કેટલીક કલિકાઓ વિકાસ પામે છે અને ભૂમિ પર પડી જાય છે અને નવા છોડનો વિકાસ દર્શાવે છે (આકૃતિ 7.5).

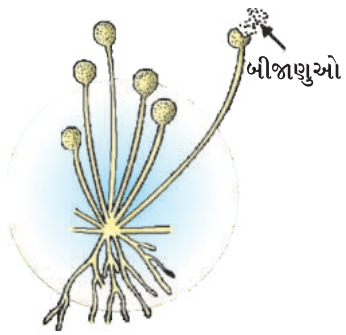
પ્રવૃત્તિ 7.6

- એક અડુનીવેલ (મનીપ્લાન્ટ કે Pothos plant)નો છોડ લો.
- તે છોડને કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરો કે જેથી પ્રત્યેક ટુકડામાં ઓછામાં ઓછું એક પર્ણ નિશ્ચિત રૂપે હોય.
- બે પર્ણોની વચ્ચેવાળા ભાગના કેટલાક ટુકડા કરી એકઠા કરો.
- બધા ટુકડાઓને એક છેડેથી પાણીમાં ડુબાડીને રાખો અને હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી તે ટુકડાઓનું અવલોકન કરો.
- કયા ટુકડાઓમાંથી વૃદ્ધિ થાય છે અને નવાં પર્ણો (કૂંપળો) ઊગે છે.
- તમે તમારાં અવલોકનો પરથી શું તારણ કાઢી શકો છો.

ચર્ચા કરીએ !

પેશી-સંવર્ધન (Tissue culture)

પેશી-સંવર્ધન તકનિકમાં વનસ્પતિની પેશી અથવા તેમના કોષોને વનસ્પતિના અગ્રભાગના વર્ધમાન ભાગથી અલગ કરીને નવા છોડને ઉગાડવામાં આવે છે. આ કોષોને કૃત્રિમ પોષક માધ્યમમાં રાખવામાં આવે છે. જેનાથી કોષો વિભાજિત થઈને અનેક કોષોના નાના સમૂહ બનાવે છે. જેને કેલસ (Callus) કહે છે કેલસની વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદન માટે અંતઃસ્રાવ યુક્ત એક અન્ય માધ્યમમાં સ્થળાંતરિત કરવામાં આવે છે. આ છોડને પછી માટી કે જમીનમાં રોપવામાં આવે છે. જેથી તેઓ વૃદ્ધિ પામી વિકાસ પામેલ છોડ બની જાય છે. પેશી-સંવર્ધન તકનિક દ્વારા કોઈ એકલા છોડમાંથી અનેક છોડનું નિર્માણ કરાય છે. જે મુક્ત પરિસ્થિતિઓમાં ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. આ તકનિકનો ઉપયોગ સામાન્યતઃ સજાવટના કે સુશોભનની વનસ્પતિઓના સંવર્ધન માટે કરાય છે.



આકૃતિ 7.6
રાઈઝોપસમાં બીજાણુ નિર્માણ

7.2.6 બીજાણુ-નિર્માણ (Spore Formation)

અનેક સરળ બહુકોષીય સજીવોમાં પણ વિશિષ્ટ પ્રજનન સંરચનાઓ જોવા મળે છે. પ્રવૃત્તિ 7.2માં બ્રેડ પર તંતુ જેવી કેટલીક સંરચનાઓ વિકાસ પામેલી હતી. આ રાઈઝોપસ ફૂગની જાળીરૂપ રચના હતી. તે પ્રજનન અંગો નથી. પરંતુ ઉર્ધ્વસ્થતંતુઓ પર સૂક્ષ્મ ગોળાકાર સંરચનાઓ પ્રજનનમાં ભાગ લે છે. આ ગોળાકાર ગુચ્છ જેવી રચના, બીજાણુ-ધાની છે, જેમાં વિશિષ્ટ કોષો અથવા બીજાણુ મળી આવે છે. આ બીજાણુ વૃદ્ધિ પામીને રાઈઝોપસના એક નવા સજીવની રચના ઉત્પન્ન કરે છે (આકૃતિ 7.6). બીજાણુની ચારેય તરફ એક જાડી દીવાલ હોય છે, જે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં તેઓનું રક્ષણ કરે છે. ભેજયુક્ત સપાટીના સંપર્કમાં આવતાની સાથે જ તે વૃદ્ધિ પામવાની શરૂઆત કરી લે છે અથવા વૃદ્ધિ પામે છે.

અત્યાર સુધી પ્રજનનની જે પદ્ધતિઓ કે રીતોની આપણે ચર્ચા કરી તે બધી પદ્ધતિઓમાં સંતતિનું સર્જન માત્ર એક જ સજીવ દ્વારા થાય છે. આને અલિંગી પ્રજનન કહે છે.

પ્રશ્નો

1. દ્વિભાજનએ બહુભાજનથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. બીજાણુ દ્વારા પ્રજનનથી સજીવને કેવી રીતે લાભ થાય છે ?
3. તે માટેનું કારણ તમે વિચારી શકો ? જટિલ સંરચનાવાળા સજીવો પુનર્જનન દ્વારા નવી સંતતિ શા માટે ઉત્પન્ન કરી શકતા નથી ?
4. કેટલીક વનસ્પતિઓનો ઉછેર કરવા માટે વાનસ્પતિક પ્રજનનનો ઉપયોગ શા માટે કરવામાં આવે છે ?
5. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવી પ્રજનન માટેની આવશ્યકતા કેમ છે ?

7.3 લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction)

આપણે પ્રજનનની એ પદ્ધતિથી પણ પરિચિત છીએ કે જેમાં સંતતિ ઉત્પન્ન કરવાના હેતુએ બે વ્યક્તિઓની ભાગીદારી હોય છે. ન તો આખલો વાછરડાને જન્મ આપી શકે છે અને ન તો એકલી મરઘીથી નવા મરઘાના બચ્ચાની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે. આવા સજીવોને નવી સંતતિ ઉત્પન્ન કરવા માટે નર તેમજ માદા, બંને લિંગોની જરૂરિયાત હોય છે. આ લિંગી પ્રજનનની ઉપયોગિતા શું છે ? શું અલિંગી પ્રજનનની કેટલીક મર્યાદાઓ છે ? જેની ચર્ચા આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ.

7.3.1 શા માટે લિંગી પ્રજનનની રીત/પદ્ધતિ ? (Why the Sexual Mode of Reproduction ?)

એક પિતૃ કોષમાંથી બે બાળકોષોના નિર્માણમાં DNA ની પ્રતિકૃતિ થવી કે સર્જાવી તેમજ કોષીય સંગઠન બંને જરૂરી છે. જેમકે આપણે જાણ્યું છે કે DNA પ્રતિકૃતિની તકનિક સંપૂર્ણ રીતે યથાર્થ નથી. પરિણામી (ઉદ્ભવતી) ત્રુટિઓ કે ખામીઓ સજીવની વસ્તીમાં ભિન્નતાનો સ્રોત છે. પ્રત્યેક સજીવ વ્યક્તિગત રીતે ભિન્નતાઓ સામે સંરક્ષિત હોઈ શકે નહિ. પરંતુ વસ્તીમાં જોવા મળતી ભિન્નતાઓ તે જાતિના અસ્તિત્વને (જીવસાતત્યને) જાળવી રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. આમ, સજીવોમાં પ્રજનનની કોઈ એવી પદ્ધતિ કે રીત વધારે સાર્થક હોવી જોઈએ જેમાં વધારે ભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ શકે છે.

જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયા સંપૂર્ણપણે યથાર્થ નથી તો તે ચોક્કસ છે કે તેમાં ભિન્નતા અત્યંત ધીમી રીતે ઉત્પન્ન થાય. જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયાવિધિ ઓછી ચોકસાઈવાળી છે, તો નિર્માણ પામનાર DNA પ્રતિકૃતિઓ કોષીય સંરચનાની સાથે તાલમેલ કે કાર્ય કરવાની ક્ષમતા જાળવી શકતા નથી અને કોષનું મૃત્યુ થાય છે. તો આ પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરવાની પ્રક્રિયાને કઈ રીતે ઝડપી બનાવી શકાય ? પ્રત્યેક DNA પ્રતિકૃતિમાં નવી ભિન્નતાની સાથે-સાથે પૂર્વવત્ પેઢીઓની ભિન્નતાઓ પણ સંગૃહીત થાય છે. આમ, વસ્તીના બે સજીવોમાં સંગૃહીત ભિન્નતાઓની ભાત કે રીત (Pattern) પણ ઘણી ભિન્ન હોય છે. કારણ કે આ બધી ભિન્નતાઓ જીવિત વ્યક્તિ (સજીવ)માં જોવા મળે છે. આમ તે સુનિશ્ચિત છે કે આ ભિન્નતાઓ હાનિકારક નથી. બે અથવા વધારે એકલ (Single) સજીવોની ભિન્નતાઓના સંયોજનની ભિન્નતાથી નવું સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે. કારણ કે આ ક્રિયામાં બે

ભિન્ન સજીવ ભાગ લે છે. આમ, પ્રત્યેક સંયોજન પોતાની જાતે અલગ હોય છે. લિંગી પ્રજનન બે ભિન્ન સજીવોમાંથી મેળવેલ DNAને સંયોજિત કરવાની પ્રક્રિયાને સમાવિષ્ટ કરે છે.

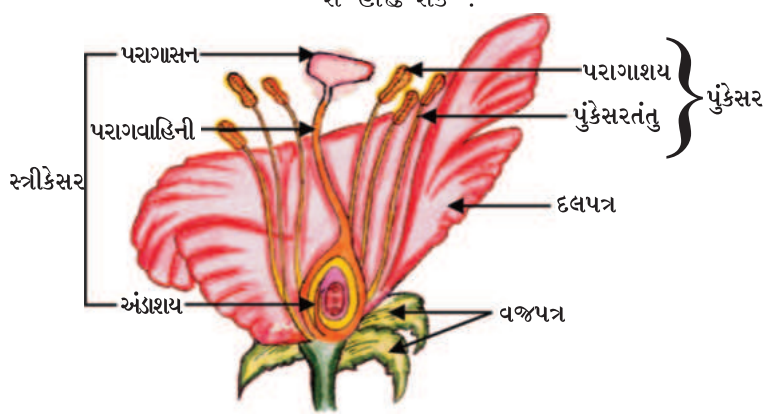
પરંતુ તેને લીધે વધુ મુશ્કેલી ઉત્પન્ન થાય છે. જો દરેક નવી પેઢીએ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા બે વ્યક્તિગત સજીવોના DNAના સંકલનની પ્રતિકૃતિ બનવાની હોય તો દરેક સંતતિ પાસે પિતૃપેઢી કરતા બમણાં DNA થઈ જાય. આમાં DNA દ્વારા કોષીય અંગિકાના નિયંત્રણમાં અવ્યવસ્થા સર્જાય તેવી શક્યતા છે. આ સમસ્યાને દૂર કરવા માટે આપણે કેટલા ઉકેલ શોધી શકીએ ?

આપણે પહેલાં જાણી લીધું છે કે, જેમ-જેમ સજીવોની જટિલતા વધતી ગઈ છે તેમ-તેમ પેશીઓની વિશિષ્ટતાઓ પણ વધી છે. ઉપર્યુક્ત સમસ્યાનો ઉકેલ સજીવોએ એવી રીતે શોધી કાઢ્યો છે કે જેમાં વિશિષ્ટ અવયવોમાં કોષોની વિશિષ્ટ વંશાવલિ હોવી જોઈએ. જેમાં બિનપ્રજનન કોષોની તુલનામાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા અડધી થઈ જાય છે અને DNAની માત્રા પણ અડધી હોય છે. કોષવિભાજનની અર્ધીકરણ નામની ક્રિયા વડે આ શક્ય બને છે. આમ, બે ભિન્ન સજીવોના આ પ્રજનન કોષ લિંગી પ્રજનનમાં સંયુગ્મન દ્વારા યુગ્મનજ ફલિતાંડ (Zygote) બનાવે છે. જે બાળપેઢીમાં કે સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા તેમજ DNAની માત્રાને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

જો યુગ્મનજની વૃદ્ધિ અને વિકાસ અત્યંત વિશિષ્ટ પેશી તથા અંગોયુક્ત નવા સજીવમાં થવાનો હોય તો તેમાં ઊર્જાનો સંગ્રહ પણ પૂરતા પ્રમાણમાં થવો જોઈએ. અત્યંત સરળ સંરચનાવાળા સજીવોમાં સામાન્ય રીતે બે પ્રજનનકોષો (યુગ્મકો)ના આકાર તેમજ કદમાં વિશેષ ભેદ હોતો નથી અથવા તેઓ સમાન આકારના પણ હોઈ શકે છે. પરંતુ જેવી શારીરિક રચના વધારે જટિલ બને છે, પ્રજનનકોષો પણ વિશિષ્ટતા પ્રાપ્ત કરે છે. એક પ્રજનનકોષ તુલનાત્મક રીતે મોટો હોય છે તેમજ તેમાં ખોરાક પૂરતા પ્રમાણમાં સંચય પણ પામે છે. જ્યારે બીજો પ્રજનનકોષ પહેલાં પ્રજનનકોષની તુલનામાં નાનો તેમજ વધારે પ્રચલનશીલ હોય છે. પ્રચલનશીલ પ્રજનનકોષને નરજન્યુ કોષ અને પ્રજનનકોષમાં ખોરાકનો સંગ્રહ થયેલો હોય છે, તેને માદા જન્યુકોષ કહે છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે કઈ રીતે આ બે અલગ પ્રકારના જન્યુઓના નિર્માણથી નર અને માદા જનનાંગોમાં અલગતા ઉત્પન્ન કરે છે અને કેટલાક કિસ્સાઓમાં નર અને માદાના શરીરમાં પણ ફેરફાર ઉત્પન્ન કરે છે.

7.3.2 સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગી પ્રજનન
(Sexual Reproduction in Flowering Plants)

આવૃત્ત બીજધારીઓ (Angosiperms)ના પ્રજનનાંગો પુષ્પમાં દર્શાવેલાં છે. તમે પુષ્પના વિવિધ ભાગો વિશે અભ્યાસ કરી ગયાં છો. વજ્રપત્રો, દલપત્રો, પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર. પુંકેસર, તેમજ સ્ત્રીકેસર પુષ્પનાં પ્રજનન ભાગ કે અંગો છે. જેમાં પ્રજનનકોષો હોય છે. દલપત્ર તેમજ વજ્રપત્રનું કાર્ય શું હોઈ શકે ?



આકૃતિ 7.7
પુષ્પનો આયામ છેદ

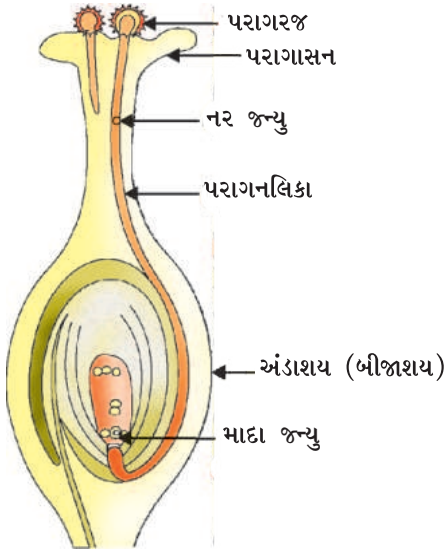
જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર અથવા સ્ત્રીકેસરમાંથી કોઈ એક જનનાંગ હાજર હોય કે આવેલા હોય તો પુષ્પ એકલિંગી કહેવાય છે (પપૈયું, તડબૂચ) તથા જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર બંને આવેલા હોય તો તેવા પુષ્પને ઊભયલિંગી કે દ્વિલિંગી પુષ્પ કહે છે (જાસૂદ, રાઈ). પુંકેસર નર જનનાંગ છે જેના દ્વારા પરાગરજનું નિર્માણ કરે છે. જે સામાન્ય રીતે પીળા રંગની હોય છે. તમે જોયું હશે કે જ્યારે તમે કોઈ પુષ્પના પુંકેસરને અડકો છો ત્યારે તમારા હાથમાં એક પીળો પાઉડર ચોંટી જાય છે. સ્ત્રીકેસર પુષ્પના કેન્દ્રસ્થ ભાગમાં આવેલું હોય છે અને તે પુષ્પનું માદા જનનાંગ છે જે ત્રણ ભાગોથી બનેલું

છે. આધાર કે તલીય પ્રદેશે ફૂલેલો ભાગ અંડાશય (બીજાશય), મધ્યમાં લાંબી નલિકા જેવી રચના પરાગવાહિની અને અગ્ર ભાગે આવેલી રચના પરાગાસન હોય છે. જે સામાન્ય રીતે ચીકણું કે સ્નિગ્ધ હોય છે. અંડાશયમાં અંડક કે બીજાંડ હોય છે અને પ્રત્યેક અંડક કે બીજાંડમાં એક અંડકોષ હોય છે. પરાગરજ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા નરજન્યુ કે પુંજન્યુ અંડાશયના અંડકોષ (માદાજન્યુ)ની સાથે સંયુગ્મન પામે છે. જનનકોષોના આ સંયુગ્મન કે ફલનથી યુગ્મનજ કે ફલિતાંડનું નિર્માણ થાય છે જેમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામવાની ક્ષમતા હોય છે.

આમ, પરાગરજને પુંકેસરમાંથી પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરણ થવાની જરૂરિયાત હોય છે. જો પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ તે જ પુષ્પના પરાગાસન પર થાય તો તેને સ્વપરાગનયન કહે છે. પરંતુ એક પુષ્પની પરાગરજ બીજા પુષ્પ પર સ્થળાંતરિત થાય તો તેને પરપરાગનયન કહે છે. એક પુષ્પથી બીજા પુષ્પ સુધી પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ હવા, પાણી કે પ્રાણી જેવા વાહકો દ્વારા થાય છે.

પરાગરજ યોગ્ય પરાગાસન પર સ્થાપિત થયા બાદ નર જન્યુ કે પુંજન્યુને અંડાશયમાં આવેલા માદાજન્યુ કોષ (અંડકોષ) સુધી પહોંચવું જરૂરી હોય છે. તેના માટે પરાગરજમાંથી એક નલિકાનો વિકાસ થાય છે અને તે નલિકા પરાગવાહિનીમાં થઈને અંડક કે બીજાંડ સુધી પહોંચે છે. (જેને પરાગનલિકા કહે છે.)

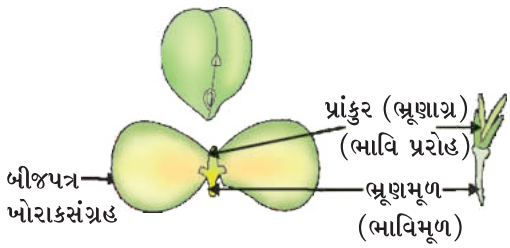
ફલન પછી, યુગ્મનજમાં અનેક વિભાજન થાય છે અને અંડકમાં ભ્રૂણ વિકાસ પામે છે. અંડક કે બીજાંડમાંથી એક સખત આવરણ વિકાસ પામે છે અને આ બીજમાં પરિવર્તિત થાય છે. અંડાશય ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે અને પરિપક્વ થઈને ફળમાં પરિણમે છે. આ સમયગાળા દરમિયાન વજપત્રો, દલપત્રો અને પુંકેસર, પરાગવાહિની તેમજ પરાગાસન સામાન્ય રીતે કરમાઈ જઈને ખરી પડે છે. શું તમે ક્યારેય પુષ્પના કોઈ ભાગને ફળની સાથે સ્થાયીરૂપે જોડાયેલ જોયો છે ? વિચારો, બીજનું નિર્માણ થવાથી વનસ્પતિને શું લાભ થાય છે ? બીજમાં ભાવિ વનસ્પતિ અથવા ભ્રૂણ હોય છે. જે સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામે છે. આ ક્રિયાને કે ઘટનાક્રમને અંકુરણ કહે છે.



આકૃતિ 7.8
પરાગરજનું પરાગાસન પર અંકુરણ

પ્રવૃત્તિ 7.7

- ચણાનાં કેટલાંક બીજને એક રાત સુધી પાણીમાં પલાળો.
- વધારાનું પાણી ઢોળી દો અને પલાળેલાં બીજને એક ભીના કપડાંથી ઢાંકી એક દિવસ માટે રાખી મૂકો. ધ્યાન રાખો કે બીજ કે કપડું સુકાવા ન જોઈએ.
- બીજને સાવચેતીથી ખોલીને તેઓના વિવિધ ભાગોનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનની તુલના આકૃતિ 7.9ની સાથે કરો અને જુઓ કે તમે બધા ભાગોને ઓળખી શકો છો.



આકૃતિ 7.9
અંકુરણ

7.3.3 માનવમાં પ્રજનન (Reproduction in Human Beings)

અત્યાર સુધી આપણે વિવિધ જાતિમાં પ્રજનનની વિવિધ પ્રણાલીઓની ચર્ચા કરી હતી. આવો, હવે આપણે તે જાતિના વિષયમાં જાણીએ જેમાં આપણી સૌથી વધારે રુચિ છે. તે જાતિ માનવ છે. માનવમાં લિંગી પ્રજનન થાય છે. આ ક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આવો, આપણે શરૂઆત કંઈક અસંબંધિત મુદ્દાથી કરીએ. આપણે બધાં જાણીએ છીએ કે ઉંમરની સાથે-સાથે આપણા શરીરમાં કેટલાંક પરિવર્તન આવે છે. તમારા શરીરમાં થતાં ફેરફારો વિશે આગળ ધોરણ VIIIમાં શીખી ગયાં છીએ. આપણી ઊંચાઈમાં નાનપણથી અત્યાર સુધીમાં સતત વધારો થાય છે એવું આપણે નોંધ્યું છે. આપણા દાંત પડી જાય છે, જેને દુધિયા દાંત કહે છે અને નવા

દાંત ઊગે છે. આ બધાં પરિવર્તનોને એક સામાન્ય ક્રિયાનો વૃદ્ધિ-ક્રમમાં સામૂહિક સમાવેશ કરાય છે. જેમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે. પરંતુ મુગ્ધાવસ્થા કે કિશોરાવસ્થાનાં પ્રારંભિક વર્ષોમાં, કેટલાંક એવાં પરિવર્તન થાય છે જેને માત્ર શારીરિક વૃદ્ધિ કહી શકાય નહિ. જ્યારે શારીરિક સૌષ્ઠવ બદલાઈ જાય છે. શારીરિક ગુણોત્તર બદલાઈ જાય છે. નવા લક્ષણ દેખાય છે અને તેથી નવી સંવેદનાઓ થાય છે.

આમાંથી કેટલાંક પરિવર્તન છોકરા તેમજ છોકરીઓ બન્ને માટે એકસમાન હોય છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, શરીરના કેટલાક ભાગો જેવાં કે બગલ તેમજ જાંઘોના મધ્ય જનનાંગીય વિસ્તારમાં વાળ ઊગે છે અને તેનો રંગ પણ ઘેરો હોય છે. પણ હાથ તેમજ ચહેરા પર પણ નાના રોમ ઊગે છે. ત્વચા સામાન્ય રીતે તૈલી/તેલયુક્ત બને છે અને ક્યારેક ખીલ પણ ઉદ્‌ભવે છે. આપણે પોતાના શરીર તેમજ બીજાઓ પ્રત્યે નવી રીતે સભાન અને જાગૃત થવાનું શરૂ કરીએ છીએ.

બીજી તરફ, કેટલાંક એવાં પણ પરિવર્તન થાય છે જે છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં ભિન્ન હોય છે. છોકરીઓમાં સ્તનના કદમાં વધારો થાય છે અને સ્તનાગ્રની ત્વચાનો રંગ પણ ઘેરો બને છે.

આ સમયે છોકરીઓમાં રજોસ્રાવ (માસિક ધર્મ) શરૂ થવા લાગે છે. છોકરાઓના ચહેરા પર દાઢી-મૂછ ઊગી આવે છે અને તેમનો અવાજ કર્કશ ને જાડો બને છે. દીવાસ્વપ્ન અથવા રાત્રિમાં શિશ્ન પણ સામાન્ય રીતે કદમાં વધે અને ટટ્ટાર બને છે.

આ બધાં પરિવર્તન મહિનાઓ તેમજ વર્ષોની અવધિમાં મંદગતિ એ થાય છે. આ પરિવર્તન બધા વ્યક્તિઓમાં એક જ સમય અથવા એક નિશ્ચિત ઉંમરમાં થતું નથી. કેટલીક વ્યક્તિઓમાં આ પરિવર્તન નાની ઉંમરમાં તેમજ ઝડપથી થાય છે. જ્યારે અન્યમાં અત્યંત મંદ ગતિથી પણ થઈ શકે છે. પ્રત્યેક પરિવર્તન તીવ્રતાથી પૂર્ણ પણ થતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે, છોકરાઓના ચહેરા પર આછા-જાડા વાળ ઊગતા જોવા મળે છે અને ધીરે-ધીરે આ વૃદ્ધિ એક જેવી થાય છે. પછી આ બધાં પરિવર્તનોમાં પણ વિવિધ વ્યક્તિઓની વચ્ચે વિવિધતા પ્રદર્શિત થાય છે. જેમકે આપણા નાક-નકશા અલગ-અલગ હોય છે. આ પ્રકારે વાળની વૃદ્ધિની રીત (Pattern), સ્તન અથવા શિશ્નના કદ તેમજ આકાર પણ ભિન્ન હોય છે. આ બધાં પરિવર્તન શરીરની લૈંગિક પરિપક્વતાને લીધે થાય છે.

આ ઉંમરમાં શરીરમાં લૈંગિક પરિપક્વતા શા માટે પ્રદર્શિત થાય છે ? આપણે બહુકોષીય સજીવોમાં વિશિષ્ટ કાર્યોનું સંપાદન કરવા માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષોની આવશ્યકતાની વાત કરી ગયા છીએ. લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેવા માટે પ્રજનનકોષોનું ઉત્પાદન એ પણ એક વિશિષ્ટ કાર્ય છે અને આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓમાં પણ આ હેતુ માટે વિશેષ પ્રકારના કોષો તેમજ પેશી વિકાસ પામે છે. મનુષ્ય પણ આ હેતુ માટે વિશેષ પેશીઓ વિકસાવે છે. જ્યારે વ્યક્તિગત રીતે કોઈ સજીવનાં શરીરનો પુખ્તાવસ્થામાં વિકાસ થાય, ત્યારે આ વિકાસને પ્રાપ્ત કરવા માટે શરીરના સ્રોતોને એ તરફ દોરવામાં આવે છે. આ દરમિયાન, પ્રજનનપેશીની પુખ્ત થવાની ક્રિયાને મુખ્ય પ્રાથમિકતા હોવાની શક્યતા નથી. આમ, જ્યારે શરીરનો સામાન્ય વિકાસ ધીમો થાય છે ત્યારે પ્રજનનપેશી પુખ્ત થવાની શરૂઆત થાય છે. કિશોરાવસ્થા કે મુગ્ધાવસ્થાના આ સમયગાળાને યૌવનારંભ (Puberty) કહે છે.

આમ, ઉપર્યુક્ત ચર્ચા કરેલ બધા જ ફેરફારો પ્રજનનની ક્રિયા સાથે કઈ રીતે સંબંધિત છે ? આપણે યાદ રાખીએ કે લિંગી પ્રજનન પ્રણાલીનો અર્થ છે કે બે ભિન્ન વ્યક્તિઓના પ્રજનનકોષોનું પરસ્પર સંયુગ્મન. આ જનનકોષો કે પ્રજનનકોષો શરીરની બહારની તરફ ત્યાગ પણ પામતાં હોય છે જેમકે સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં થાય છે અથવા બે સજીવોના પરસ્પર સંબંધ દ્વારા જનન-કોષોનું આંતરિક સ્થળાંતરણ પણ થઈ શકે છે, જેમકે અનેક પ્રાણીઓમાં થાય છે. જો પ્રાણીઓ સમાગમની

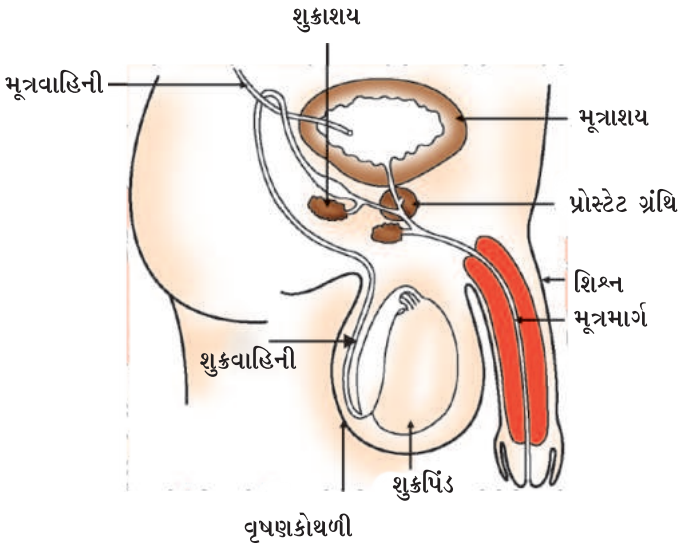
ક્રિયામાં ભાગ લેવાનો હોય તો તે જરૂરી છે કે અન્ય સજીવને તેની લૈંગિક પરિપક્વતાની જાણ હોય. યૌવનારંભની અવધિમાં અનેક પરિવર્તન જેવાં કે વાળ ઊગવાની નવી ભાત સંકેત છે કે લૈંગિક પરિપક્વતા આવી રહી છે.

બીજી તરફ, બે વ્યક્તિઓની વચ્ચે પ્રજનનકોષોના વાસ્તવિક સ્થળાંતરણ માટેથી વિશિષ્ટ અંગ/સંરચનાની જરૂરિયાત હોય છે. જેમ કે, જ્યારે શિશ્ન ટટ્ટાર થવા સક્ષમ બનવા લાગે. માનવ જેવા સસ્તનમાં શિશુ/બાળક માતાના શરીરમાં લાંબી અવધિ સુધી ગર્ભસ્થ રહે અને જન્મ પછી સ્તનપાન કરી શકે. આ બધી પરિસ્થિતિઓ માટે માદામાં જનનાંગો તેમજ સ્તનનું પરિપક્વ થવું જરૂરી છે. આવો, લિંગી પ્રજનનમાં સમાવિષ્ટ પ્રજનનતંત્રના વિષયમાં જાણકારી મેળવીએ.

7.3.3 (a) નર પ્રજનનતંત્ર (Male Reproductive System)

પ્રજનનકોષ ઉત્પાદિત કરનારા અંગ તેમજ જનનકોષોનું ફલનના સ્થાન સુધી પહોંચાડવાવાળા અંગ, સંયુક્ત સ્વરૂપે નર પ્રજનનતંત્ર બનાવે છે. (આકૃતિ 7.10)

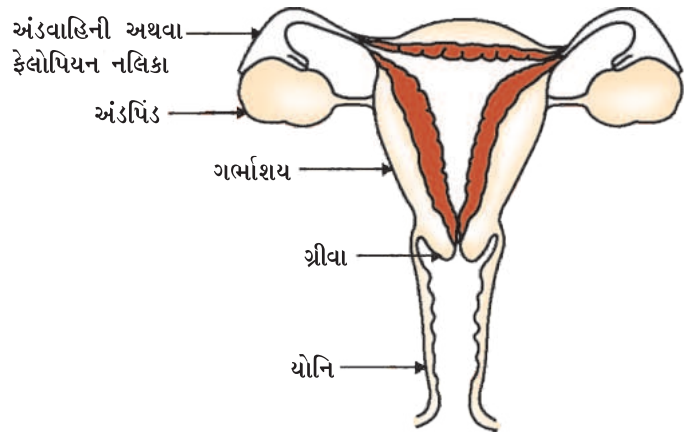
નર પ્રજનનકોષ અથવા શુક્રકોષનું નિર્માણ શુક્રપિંડ (વૃષણ)માં થાય છે. આ ઉદરગુહાની બહાર વૃષણકોથળીમાં આવેલા હોય છે. તેનું કારણ એ છે કે, શુક્રકોષનાં ઉત્પાદન માટે જરૂરી તાપમાન શરીરના તાપમાનથી ઓછું હોય છે. ટેસ્ટોસ્ટેરોન અંતઃસ્રાવનું ઉત્પાદન તેમજ સ્રાવમાં શુક્રપિંડની ભૂમિકાની ચર્ચા આપણે આગળના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. શુક્રકોષ ઉત્પાદનનું નિયંત્રણ સિવાય ટેસ્ટોસ્ટેરોન છોકરાઓમાં યુવાવસ્થાનાં લક્ષણોનું પણ નિયંત્રણ કરે છે.



આકૃતિ 7.10 નર માનવ (પુરુષ)નું પ્રજનનતંત્ર

ઉત્પાદિત શુક્રકોષોનો ત્યાગ શુક્રવાહિકાઓ દ્વારા થાય છે. જે મૂત્રાશયથી આવનારી નળીની સાથે જોડાઈને એક સંયુક્ત નળી બનાવે છે. આમ, મૂત્રમાર્ગ (urethra), શુક્રકોષો તેમજ મૂત્ર બંનેના વહનનો સામાન્ય માર્ગ દર્શાવે છે. પ્રોસ્ટેટ અને શુક્રાશય પોતાનો સ્રાવ શુક્રવાહિકામાં ઠાલવે છે. જેથી શુક્રકોષ એક પ્રવાહી માધ્યમમાં આવે છે. તેના કારણે તેનું (શુક્રકોષનું) સ્થળાંતરણ સરળતાથી થાય છે. તેની સાથે આ સ્રાવ શુક્રકોષોને પોષણ પણ આપે છે. શુક્રકોષોએ સૂક્ષ્મ સંરચનાઓ છે જેમાં મુખ્યત્વે આનુવંશિક પદાર્થ હોય છે અને એક લાંબી પૂંછડી હોય છે. જે તેને માદા પ્રજનનકોષની તરફ તરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

7.3.3 (b) માદા પ્રજનનતંત્ર (Female Reproductive System)



આકૃતિ 7.11 માદા માનવ (સ્ત્રી)નું પ્રજનનતંત્ર

માદા પ્રજનનકોષો અથવા અંડકોષનું નિર્માણ અંડાશયમાં થાય છે. તે કેટલાક અંતઃસ્રાવ પણ ઉત્પન્ન કરે છે. આકૃતિ 7.11 ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ અને માદા પ્રજનનતંત્રનાં વિવિધ અંગોને ઓળખો.

છોકરીના જન્મના સમયથી જ અંડાશયમાં હજારો અપરિપક્વ અંડપુટિકાઓ હોય છે. યૌવનારંભમાં તેમાંથી કેટલાક અંડકોષો પરિપક્વ થવા માંડે છે. બેમાંથી એક અંડપિંડ દર મહિને એક અંડકોષ ઉત્પન્ન કરે છે. પાતળી અંડવાહિની અથવા ફેલોપિયન નલિકા દ્વારા અંડકોષ ગર્ભાશય સુધી જાય છે. બંને અંડવાહિનીઓ સંયુક્ત બનીને એક નાજુક, સ્થિતિસ્થાપક, નાસપતિના આકાર જેવી સંરચનાનું નિર્માણ કરે છે જેને ગર્ભાશય કહે છે. ગર્ભાશય ગ્રીવા દ્વારા યોનિમાં ખૂલે છે.

મૈથુન (સંવનન/જાતીય સમાગમ)ના સમયે શુક્રકોષ યોનિમાર્ગમાં દાખલ થાય છે જ્યાંથી ઉપરની તરફ વહન પામીને અંડવાહિની સુધી પહોંચે છે. જ્યાં અંડકોષની સાથે શુક્રકોષનું સંમિલન થાય. ફલિત અંડકોષનું વિભાજન થવાની શરૂઆત થાય છે અને તે એક કોષોના જથ્થામાં એટલે કે ગર્ભમાં ફેરવાય છે. આ ગર્ભનું સ્થાપન ગર્ભાશયની દીવાલ પર થાય છે જ્યાં તેનો વિકાસ ચાલુ રહે છે અને તે અંગોનું નિર્માણ કરીને ભ્રૂણ બને છે. આપણે આગળ અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. માતાના શરીરની સંરચના બાળકના વિકાસને આધાર આપી શકે તેમ થયેલી હોય છે. આમ, દરેક મહિને ગર્ભાશય ગર્ભને ધારણ કરવા તેમજ તેના પોષણ માટે પોતાને તૈયાર કરે છે. આથી ગર્ભાશયનું અંત:આવરણ (એન્ડોમેટ્રિયમ) વધુ જાડું બને છે તથા વિકસતાં ગર્ભનાં પોષણ માટે તેને પુષ્કળ રુધિરપ્રવાહ પૂરો પાડવામાં આવે છે.

ભ્રૂણને માતાના રુધિરમાંથી જ પોષણ મળે છે, તેના માટે એક વિશેષ સંરચના હોય છે જેને જરાયુ (Placenta) કહે છે. આ એક ડિસ્ક કે રકાબી જેવી સંરચના છે. જે ગર્ભાશયની દીવાલમાં જ રહેલી હોય છે. તેમાં ભ્રૂણ તરફની પેશીમાં પ્રવર્ધ હોય છે. માતાની પેશીઓમાં રુધિર કોટરો હોય છે જે પ્રવર્ધને આચ્છાદિત કરે છે, જે માતાના શરીરમાંથી ભ્રૂણને ગ્લુકોઝ, ઑક્સિજન તેમજ અન્ય પદાર્થોના સ્થળાંતરણ માટે એક વિશાળ પ્રદેશ આપે છે. વિકાસશીલ ભ્રૂણ દ્વારા ઉત્સર્ગ પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે જેનો નિકાલ જરાયુના માધ્યમથી માતાના રુધિરમાં સ્થળાંતરણ દ્વારા થાય છે. માતાના શરીરમાં ગર્ભને વિકસિત થવા માટે લગભગ 9 મહિના લાગે છે. ગર્ભાશયની પેશીઓનાં લયબદ્ધ સંકોચનથી બાળક/નવજાત શિશુનો જન્મ થાય છે.

7.3.3 (c) જ્યારે અંડકોષનું ફલન થતું નથી તો શું થાય છે ?

(What happens when the Egg is not Fertilised ?)

જો અંડકોષનું ફલન થતું જ નથી તો તે લગભગ એક દિવસ સુધી જીવિત રહી શકે છે. અંડાશય કે અંડપિંડ પ્રત્યેક મહિને એક અંડકોષને મુક્ત કરે છે. તેથી ફલિત અંડકોષની પ્રાપ્તિ માટે ગર્ભાશય પણ દર મહિને તૈયારી કરે છે અને તેની અંત:દીવાલ માંસલ તેમજ જાડી બને છે. જો અંડકોષનું ફલન થાય તો તે સ્થિતિમાં ગર્ભને પોષણ મળવું આવશ્યક છે. પરંતુ ફલન નહિ થવાની પરિસ્થિતિમાં આ આવરણની કોઈ જરૂરિયાત હોતી નથી. તેથી આ આવરણ ધીરે-ધીરે તૂટી જઈને યોનિમાર્ગમાંથી રુધિર તેમજ શ્લેષ્મના રૂપે શરીરમાંથી બહાર ત્યજાય છે. આ ચક્રમાં લગભગ એક મહિના જેટલો સમયગાળો લાગે છે અને તેને ઋતુસ્રાવ અથવા રજોધર્મ કે માસિક સ્રાવ (Menstruation) કહે છે. લગભગ 2થી 8 દિવસ સુધી ચાલે છે.

7.3.3 (d) પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય (Reproductive Health)

આપણે જોઈ ગયાં તેમ લૈંગિક પરિપક્વતા એક ક્રમિક ક્રિયા છે અને તે એવા સમયે થાય છે જ્યારે શારીરિક વૃદ્ધિ પણ થતી હોય છે. આમ, અમુક હદ સુધી થયેલી લૈંગિક પરિપક્વતાનો અર્થ એવો નથી કે શરીર અથવા મન પ્રજનનક્રિયા અથવા ગર્ભધારણ યોગ્ય થઈ ગયા છે. તે પછી આપણે આ નિર્ણય કેવી રીતે લઈ શકીએ છીએ કે શરીર તેમજ મગજ હવે આ મુખ્ય જવાબદારી માટે યોગ્ય થયું છે ? આ મુદ્રાને લઈને આપણા બધા પર કોઈ ને કોઈ પ્રકારનું દબાણ છે. બની શકે કે આપણા મિત્રો તરફથી આપણે ઇચ્છીએ કે ન ઇચ્છતાં હોઈએ પણ અમુક પ્રવૃત્તિમાં ભાગ લેવા માટે દબાણ હોય. કુટુંબ તરફથી લગ્ન કરીને સંતાનોત્પત્તિ માટેનું દબાણ હોઈ શકે. તો વળી, સરકારી સંસ્થાઓ તરફથી બાળકો ન થવા દેવા માટેનું દબાણ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પણ નિર્ણય લેવો ખૂબ જ અઘરો હોય છે.

જાતીય સમાગમ કે સંવનનની સ્વાસ્થ્ય પર પડનારી અસરોના વિષયમાં પણ આપણે વિચારવું જોઈએ. આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે એક વ્યક્તિમાંથી બીજા વ્યક્તિમાં રોગોનું સંચરણ કે વહન અનેક રીતોથી થઈ શકે છે. જાતીય સમાગમમાં પ્રગાઢ શારીરિક સંબંધ સ્થાપિત થતો હોવાથી આશ્ચર્યની કોઈ વાત નથી કે અનેક રોગોનું સંચરણ કે સંક્રમણ પણ થઈ શકે છે. તેમાં જીવાણુજન્ય/બૅક્ટેરિયાજન્ય રોગ જેવા કે ગોનોરિયા અને સિફિલીસ તેમજ વાઇરસ દ્વારા સંક્રમણ પામતા રોગો જેવા કે મસા (Wart ઊપસી આવેલા મોટા તલ જે ચામડી પર ઉદ્‌ભવે) અને HIV-AIDS નો સમાવેશ થાય છે. પ્રજનન દરમિયાન શું આ રોગોના સંચરણ કે સંક્રમણને અટકાવવા સંભવ છે ? સમાગમ દરમિયાન શિશ્ન માટે નિરોધ (Condom) તરીકે ઓળખાતા આવરણનાં ઉપયોગથી અનેક રોગોને પ્રસરતા રોકવા સંભવ છે.

જાતીય સમાગમ કે લૈંગિક ક્રિયા દ્વારા ગર્ભધારણની સંભાવના હંમેશાં રહે છે. ગર્ભધારણની અવસ્થામાં સ્ત્રીના શરીર તેમજ ભાવનાઓની માંગ તેમજ જરૂરિયાત વધી જાય છે. પરંતુ જો તે (સ્ત્રી) તેના માટે તૈયાર નથી તો આ ઘટનાથી તેના સ્વાસ્થ્ય પર વિપરીત અસર પડે છે. તેથી ગર્ભધારણ રોકવા માટેની અનેક રીતોની શોધ થયેલી છે. આ ગર્ભવિરોધી ઉપચારો અનેક પ્રકારના હોય છે. એક રીત કે પદ્ધતિ યાંત્રિક અવરોધની છે. જેમાં શુક્રકોષને અંડકોષ સુધી પહોંચવા દેવામાં આવતો નથી. શિશ્નને ઢાંકનારા નિરોધ અથવા યોનિમાં રાખી શકાય તેવાં અનેક સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. બીજી રીત કે પદ્ધતિ અંતઃસ્રાવોના સંતુલનમાં પરિવર્તનની છે. જેમાં અંડકોષપાતની ક્રિયા થતી નથી. તેથી ફલન થઈ શકતું નથી. આ દવાઓ સામાન્ય રીતે ગોળીના રૂપમાં લેવાય છે. પરંતુ આ (દવાઓ) અંતઃસ્રાવોના સમતોલનને પરિવર્તિત કરે છે જેથી તેની કેટલીક વિપરીત અસર પણ થઈ શકે છે. ગર્ભધારણને રોકવા માટે કેટલીક અન્ય રીતો કે પદ્ધતિઓ છે જેવી કે આંકડી (Loop), કૉપર-T (Copper-T)ને ગર્ભાશયમાં સ્થાપિત કરીને પણ કરી શકાય છે. પરંતુ આ રીતમાં ગર્ભાશયની બળતરાથી પણ કેટલીક વિપરીત અસર થઈ શકે છે. પુરુષની શુક્રવાહિનીઓને અવરોધીને શુક્રકોષોનું સ્થળાંતરણ અટકાવવા આવે. સ્ત્રીની અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકામાં અવરોધ ઉત્પન્ન કરીને અંડકોષને ગર્ભાશય સુધી જતો અટકાવવામાં આવે. બંને અવસ્થાઓમાં ફલન થતું નથી. શસ્ત્રક્રિયા (Surgery) તકનિક દ્વારા આ પ્રકારના અવરોધ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. જોકે શસ્ત્રક્રિયાની તકનિક ભવિષ્ય માટે સંપૂર્ણતઃ સુરક્ષિત છે. પરંતુ સાવચેતી વગર થયેલી શસ્ત્રક્રિયાથી સંક્રમણ અથવા બીજી અનેક સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. શસ્ત્રક્રિયાથી અવાંચ્છિત ગર્ભને દૂર પણ કરી શકાય છે. આ તકનિકનો દુરુપયોગ તે લોકો દ્વારા થાય છે કે જેઓ કોઈ વિશિષ્ટ પ્રકારની જાતિ (લિંગ)ના નવજાત શિશુને ઇચ્છતા નથી. એવા ગેરકાયદેસર કાર્ય ખાસ કરીને માદાગર્ભને પસંદગીપૂર્વક ગર્ભપાત હેતુ કરવામાં આવે છે. એક સ્વસ્થ સમાજ માટે, માદા-નર લિંગનો ગુણોત્તર જળવાઈ રહે તે આવશ્યક છે. જો આપણા દેશમાં ભ્રૂણનું લિંગપરિક્ષણ એક કાયદાકીય ગુનો છે. છતાં આપણા સમાજના કેટલાંક વર્ગોમાં માદા ભ્રૂણની હત્યા નિર્દયી રીતે થઈ રહી છે. તેથી આપણા દેશમાં શિશુ લિંગ ગુણોત્તર તીવ્રતાથી ઘટી રહ્યો છે જે ચિંતાનો વિષય છે.

આપણે પહેલાં જોયું કે પ્રજનન એક એવી ક્રિયા છે જેના દ્વારા સજીવ પોતાની વસ્તીની વૃદ્ધિ કરે છે. એક વસ્તીમાં જન્મદર તેમજ મૃત્યુદર તેના કદને નક્કી કરે છે. જનસંખ્યાનું વિશાળ કદ ઘણા લોકો માટે ચિંતાનો વિષય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે વધતી જતી વસ્તી કે જનસંખ્યાને કારણે પ્રત્યેક વ્યક્તિના જીવનસ્તરમાં સુધારણા લાવવી લગભગ અસંભવ કાર્ય છે. જો સામાજિક અસમાનતા આપણા સમાજનું નિમ્ન જીવનસ્તર માટે જવાબદાર છે તો વસ્તીનું કદ આ મહત્ત્વ એટલા માટે તુલનાત્મક રીતે ઓછું કે મર્યાદિત રાખવું જોઈએ. જો આપણે આપણી આસપાસ જોઈએ તો શું તમે જીવનના નિમ્ન સ્તર માટે જવાબદાર, સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ કારણોની ઓળખ કરી શકો છો ?

પ્રશ્નો

1. પરાગનયનની ક્રિયા એ ફલનની ક્રિયાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. શુક્રાશય તેમજ પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિની ભૂમિકા શું છે ?
3. તરુણાવસ્થાના સમયે છોકરીઓમાં કયાં પરિવર્તનો જોવા મળે છે ?
4. માતાના શરીરમાં ગર્ભસ્થ ભ્રૂણને પોષણ કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે ?
5. જો કોઈ સ્ત્રી કૉપર-Tનો ઉપયોગ કરી રહી છે, તો શું આ તેને જાતીય સંક્રમિત રોગોથી રક્ષણ કરશે ?

તમે શીખ્યાં કે

- સજીવનાં જીવનને ટકાવી રાખવા માટે પ્રજનનની જરૂરિયાત અન્ય જૈવિક પ્રક્રિયાઓ જેટલી મહત્ત્વની નથી.
- પ્રજનન દ્વારા DNA પ્રતિકૃતિનું નિર્માણ તથા વધારાના કોષીય સંરચનાનું સર્જન થાય છે.
- વિવિધ સજીવો દ્વારા અપનાવાતી પ્રજનનની રીત તેમની શારીરિક સંરચના પર નિર્ભર કરે છે.
- ભાજનની રીત કે પદ્ધતિમાં જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) તેમજ પ્રજીવોના કોષો વિભાજિત થઈને બે અથવા વધારે સાવકોષોનું નિર્માણ કરે છે.
- જો હાઇડ્રા જેવા સજીવોના શરીર ઘણા ટુકડાઓમાં ફેરવાય, તો પ્રત્યેક ભાગમાંથી પુનર્જનન દ્વારા નવો સજીવ વિકાસ પામે છે. આમાં કેટલીક કલિકાઓ ઊપસી આવીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે.
- કેટલીક વનસ્પતિઓમાં વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા મૂળ, પ્રકાંડ કે પર્ણોથી નવો છોડ વિકાસ પામે છે.
- ઉપર્યુક્ત અલિંગી પ્રજનનના ઉદાહરણ છે. જેમાં સંતતિની ઉત્પત્તિ એક એકલ સજીવ દ્વારા થાય છે.
- લિંગી પ્રજનનમાં સંતતિનું નિર્માણહેતુ બે સજીવ ભાગ લે છે.
- DNA, પ્રતિકૃતિની તકનિકથી ભિન્નતા ઉત્પન્ન થાય છે જે જાતિના અસ્તિત્વ માટે લાભદાયક છે. લિંગી પ્રજનન દ્વારા વધારે ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે.
- સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં પ્રજનનક્રિયામાં પરાગરજ પરાગાશયમાંથી મુક્ત થઈને પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરિત થાય છે જેને પરાગનયન કહે છે. તેને અનુસરીને ફલન દર્શાવાય છે.
- યૌવનારંભમાં શરીરમાં અનેક પરિવર્તન આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે છોકરીઓમાં સ્તનનો વિકાસ અને છોકરાઓના ચહેરા પર નવા વાળ આવે છે, જે લૈંગિક પરિપક્વતાનાં ચિહ્નો છે.
- માનવમાં નર પ્રજનનતંત્રમાં શુક્રપિંડ, શુક્રવાહિની, શુક્રાશય, પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિ, મૂત્રમાર્ગ તથા શિશ્ન હોય છે. શુક્રપિંડ શુક્રકોષ ઉત્પન્ન કરે છે.
- માનવમાં માદા પ્રજનનતંત્રમાં અંડપિંડો, અંડવાહિનીઓ (ફેલોપિયન નલિકાઓ) ગર્ભાશય અને યોનિ આવેલી હોય છે.
- માનવમાં લિંગી પ્રજનન-પ્રક્રિયામાં શુક્રકોષોનું સ્ત્રીની યોનિમાં સ્થળાંતરણ થાય છે અને ફલન અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકામાં થાય છે.
- ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો ગર્ભધારણને અટકાવે છે. નિરોધ, ગર્ભનિરોધક ગોળીઓ, કૉપર-T અને અન્ય સાધનો તેનાં ઉદાહરણો છે.

સ્વાધ્યાય

M6H3W5

1. .....માં અલિંગી પ્રજનન કલિકાસર્જન દ્વારા થાય છે.

(a) અમીબા

(b) યીસ્ટ

(c) પ્લાઝમોડિયમ

(d) લેસ્માનિયા

2. નીચે આપેલ પૈકી કયું માનવના માદા પ્રજનનતંત્રનો ભાગ નથી ?

(a) અંડાશય

(b) ગર્ભાશય

(c) શુક્રવાહિકા

(d) અંડવાહિની

3. પરાગાશયમાં ..... હોય છે.

(a) વજ્રપત્ર

(b) અંડાશય

(c) સ્ત્રીકેસર

(d) પરાગરજ

4. અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનનથી શું લાભ થાય છે ?

5. માનવના શુક્રપિંડનું કાર્ય શું છે ?

6. ઋતુસ્રાવ શા માટે થાય છે ?

7. પુષ્પના આયામ છેદની નામનિર્દેશિત આકૃતિ દોરો.

8. ગર્ભનિરોધનની વિવિધ રીતો કઈ છે ?

9. એકકોષીય તેમજ બહુકોષીય સજીવોની પ્રજનનપદ્ધતિમાં શું તફાવત છે ?

10. પ્રજનન કોઈ જાતિની વસ્તીની સ્થાયીતામાં કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે ?

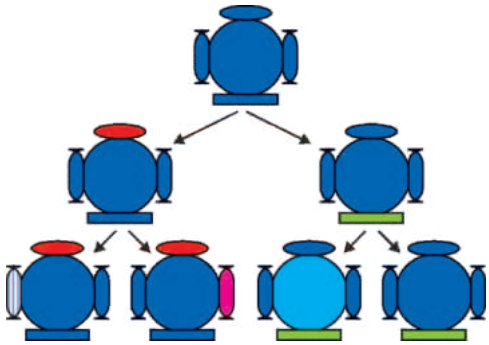
11. ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો અપનાવવાના કયા કારણ હોઈ શકે છે ?



પ્રકરણ 8
આનુવંશિકતા (Heredity)

આપણે જોયું કે પ્રજનન ક્રિયાઓ દ્વારા પિતૃને સમાન પરંતુ કેટલીક ભિન્નતા ધરાવતા નવા સજીવ ઉત્પન્ન થાય છે. આપણે એ પણ ચર્ચા કરી છે કે, અલિંગી પ્રજનનમાં પણ કેટલીક ભિન્નતાઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે. ભિન્નતાઓની સંખ્યા લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્તરોત્તર અધિકતમ થાય છે. જો આપણે શેરડીના ખેતરનું અવલોકન કરીએ તો આપણને દરેક છોડ વચ્ચે ખૂબ જ ઓછી ભિન્નતાઓ જોવા મળે છે પરંતુ માનવ તેમજ મોટાભાગનાં પ્રાણીઓ જે લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે, તેઓમાં વ્યક્તિગત સ્તરે અનેક ભિન્નતાઓ દૃશ્યમાન બને છે. આ પ્રકરણમાં આપણે તે ક્રિયાવિધિનો અભ્યાસ કરીશું જેના કારણે ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે અને આનુવંશિક બને છે.

8.1 પ્રજનન દરમિયાન ભિન્નતાઓનું સંચયન (Accumulation of Variation During Reproduction)



આકૃતિ 8.1

અનુગામી પેઢીઓમાં વિવિધતાનું સર્જન. ટોચ પરનું મૂળ સજીવ શરીરરચનામાં સમાન, પરંતુ સૂક્ષ્મ તફાવતો સાથેના બે સજીવો ઉત્પન્ન કરશે. તેમાંથી દરેક ત્યારબાદ આગામી પેઢીમાં બે સજીવોને જન્મ આપશે. નીચેની હરોળના ચાર સજીવો દરેક એકબીજાથી ભિન્ન હશે. આમાંના કેટલાક તફાવતો અનન્ય હશે, જ્યારે અન્ય તેમના સંબંધિત પિતૃઓ પાસેથી વારસામાં મળશે, જેઓ એકબીજાથી અલગ હતા.

પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતી પેઢીમાંથી આનુવંશિક સંતતિને એક આધારક શારીરિક બંધારણ (Design) તેમજ કેટલીક ભિન્નતાઓ પ્રાપ્ત થાય છે. હવે થોડુંક વિચારીએ કે આ નવી પેઢીના પ્રજનનનું પરિણામ શું મળશે ? બીજી પેઢીમાં પહેલી પેઢીથી મળતી ભિન્નતાઓ તેમજ કેટલીક નવી ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થશે.

આકૃતિ 8.1માં તે સ્થિતિને દર્શાવેલ છે કે જેમાં એકલ સજીવ પ્રજનન કરે છે. જેમ, અલિંગી પ્રજનનમાં થાય છે. જો એક જીવાણું (બૅક્ટેરિયા)નું વિભાજન થાય અને પરિણામે મળતા બે જીવાણુઓ ફરી વિભાજન પામીને બનતા ચાર સ્વતંત્ર જીવાણુઓમાં ઘણી સમાનતાઓ હશે. તેમાં પરસ્પર ખૂબ જ ઓછી ભિન્નતા હશે, જે DNAના સ્વયંજનનના સમયે ન્યૂનતમ ખામીઓને કારણે ઉત્પન્ન થઈ હશે. પસંતુ જો લિંગી પ્રજનન થાય તો વધારે ભિન્નતાઓ સર્જાશે. તેના વિષયમાં આપણે આનુંવંશિકતાના નિયમોની ચર્ચાના સમયે જોઈશું.

શું કોઈ જાતિની આ બધી ભિન્નતાઓની તેમના પર્યાવરણમાં અસ્તિત્વ જાળવી રાખવાની સંભાવના એકસમાન છે ? ચોક્કસપણે નહીં. ભિન્નતાની પ્રકૃતિના આધારે વિવિધ સજીવોને વિવિધ પ્રકારનો લાભ થઈ શકે

છે. ઉષ્ણતા કે તાપમાનને સહન કરવાની ક્ષમતાવાળા જીવાણુઓની વધારે ગરમીથી બચવાની સંભાવના વધારે હોય છે, તેની ચર્ચા આપણે પહેલાં કરી ગયા છીએ. પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ભિન્નતાઓની પસંદગી ઉદ્‌વિકાસ પ્રક્રિયાનો આધાર બને છે, જેની ચર્ચા આપણે આગળ કરીશું.

પ્રશ્નો

1. જો એક 'લક્ષણ-A' અલિંગી પ્રજનનવાળી વસ્તીમાં 10 % સભ્યોમાં જોવા મળે છે અને 'લક્ષણ-B' તેની વસ્તીમાં 60 % સજીવોમાં મળી આવે છે, તો કયું લક્ષણ પહેલા ઉત્પન્ન થયું હશે ?
2. કોઈ જાતિમાં ભિન્નતાઓની ઉત્પત્તિ તેમના અસ્તિત્વને કેવી રીતે પ્રોત્સાહિત કરે છે ?

8.2 આનુવંશિકતા (Heredity)

પ્રજનનક્રિયાનું સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પરિણામ નવી સંતતિના સજીવોનું સમાન બંધારણ છે. આનુવંશિકતાના નિયમ એવી પ્રક્રિયા નિર્ધારણ કરે છે કે જેના દ્વારા લક્ષણો (traits) અને લાક્ષણકિતાઓ (characteristics) પૂર્ણ વિશ્વનીયતાની સાથે વંશપરંપરાગત (આનુવંશિક) થાય છે. આવો, આ નિયમોનો ધ્યાનપૂર્વક અભ્યાસ કરીએ.

8.2.1 આનુવંશિક લક્ષણો (Inherited Traits)

વાસ્તવમાં સમાનતા તેમજ ભિન્નતાઓનો આપણે શો અર્થ કરીએ છીએ ? આપણે જાણીએ છીએ કે, બાળકમાં માનવના બધા આધારભૂત લક્ષણ હોય છે. છતાં પણ પૂર્ણસ્વરૂપે તેઓ પોતાના પિતૃઓ જેવા દેખાતા નથી અને માનવવસ્તીમાં આ ભિન્નતાઓ મોટાપાયે સ્પષ્ટ દેખાઈ આવે છે.

પ્રવૃત્તિ 8.1

- તમારા વર્ગના બધા વિદ્યાર્થીઓના કાનનું અવલોકન કરો. એવા વિદ્યાર્થીઓની નોંધ બનાવો જેમના કર્ણપલ્લવ (Earlobes) સ્વતંત્ર છે અથવા જોડાયેલા છે (આકૃતિ 8.2) અને તેની ટકાવારીની ગણતરી કરો. વર્ગના દરેક વિદ્યાર્થીના માતા-પિતાના કર્ણપલ્લવ વિશે જાણકારી મેળવો. પ્રત્યેક વિદ્યાર્થીના કર્ણપલ્લવના પ્રકારનો તેમના માતા-પિતાની સાથેનો સહસંબંધ મેળવો. આ પુરાવાના આધારે કર્ણપલ્લવના પ્રકારની આનુવંશિકતા માટે સંભવિત નિયમ સૂચવો.



(a)



(b)

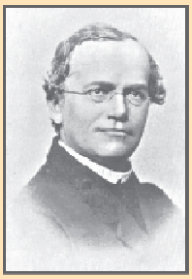
આકૃતિ 8.2

(a) મુક્ત કર્ણપલ્લવ (b) જોડાયેલ કર્ણપલ્લવ. કાનના તલસ્થ ભાગને કર્ણપલ્લવ કહે છે. જે આપણા કેટલાકના શીર્ષની સાથે જોડાયેલ હોય છે અને અન્યમાં જોડાયેલ હોતો નથી. મુક્ત અને જોડાયેલ કર્ણપલ્લવ બે વિવિધતા માનવ-વસ્તીમાં જોવા મળે છે.

8.2.2 આનુવંશિક લક્ષણો માટેના નિયમો – મૅન્ડલનું યોગદાન (Rules for the Inheritance of Traits – Mendel's Contributions)

માનવમાં લક્ષણોની આનુવંશિકતાના નિયમો એ બાબત પર આધારિત છે કે માતા તેમજ પિતા બંને સમાન પ્રમાણમાં આનુવંશિક પદાર્થનું સંતતિ (બાળક)માં વહન કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે, પ્રત્યેક લક્ષણ પિતા અને માતા બંનેના DNAથી પ્રભાવિત હોઈ શકે છે. આમ, પ્રત્યેક લક્ષણ માટે પ્રત્યેક સંતતિમાં બે વિકલ્પ હોય છે. તો પછી સંતતિમાં કયું લક્ષણ જોવા મળે છે ? મૅન્ડલ (બૉક્સમાં જૂઓ) નામના વૈજ્ઞાનિકે આ પ્રકારના આનુવંશિકતાના કેટલાક મુખ્ય નિયમો પ્રસ્તુત કર્યા હતા અને તેમણે એક સદી કરતાં પણ પહેલાં કરેલા તેમના પ્રયોગો વિશે જાણવું અત્યંત રોચક છે.

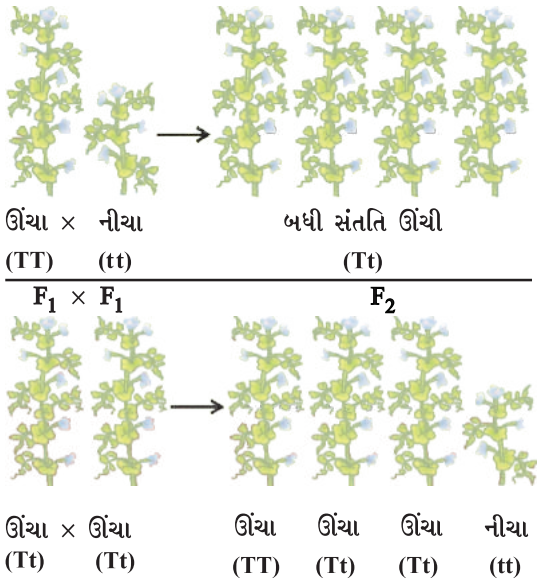
ગ્રેગર જોહન મેન્ડલ (1822-1884)



મેન્ડલે પ્રાથમિક શિક્ષણ એક મઠ (Monastery)માં લીધું હતું અને તેઓ વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતના અભ્યાસ માટે વિએના વિશ્વવિદ્યાલય ગયા હતા. અધ્યાપનના સર્ટિફિકેટની પરીક્ષામાંની નિષ્ફળતા તેમની વૈજ્ઞાનિક શોધની પ્રવૃત્તિને દબાવી શકી નહિ. તેઓ તેમના મઠમાં પાછા ફર્યા અને વટાણા પર પ્રયોગો કરવાનો પ્રારંભ કર્યો. તેમના પહેલાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ વટાણા તેમજ અન્ય સજીવો પર આનુવંશિક લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો હતો. પરંતુ મેન્ડલે પોતાના વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતીય જ્ઞાનને સંમિશ્રિત કર્યું. તેઓ પહેલાં વૈજ્ઞાનિક હતા જેમણે પ્રત્યેક પેઢીના એક–એક છોડ દ્વારા અભિવ્યક્ત લક્ષણોની નોંધ રાખી હતી અને તેમની ગણતરી કરી હતી. જેનાથી તેમને આનુવંશિકતાના નિયમોને મેળવવામાં મદદ મળી.

મેન્ડલે વટાણાના છોડના અનેક વિરોધાભાસી દેખાતા લક્ષણોનો ઉપયોગ કર્યો. ઉદાહરણ તરીકે ગોળાકાર બીજ-ખરબચડા બીજ, ઊંચો છોડ-નીચો છોડ, સફેદ પુષ્પ-જાંબલી પુષ્પ વગેરે. તેમણે ભિન્ન લક્ષણોવાળા વટાણાના છોડને લીધા. જેમકે એક ઊંચો છોડ અને એક નીચો છોડ. તેના સંકરણથી પ્રાપ્ત બાળપેઢીમાં ઊંચા તેમજ નીચા છોડની ટકાવારીની ગણતરી કરી.

શરૂઆતમાં પ્રથમ બાળપેઢી અથવા F_1 પેઢીમાં કોઈ પણ છોડ મધ્યમ ઊંચાઈના ન હતા. બધા જ છોડ ઊંચા હતા. આનો અર્થ એ થાય કે બે લક્ષણોમાંથી માત્ર એક જ પિતૃ લક્ષણ જોવા મળે છે. આ બંને લક્ષણોની મિશ્ર અસર પણ જોવા મળતી નથી. તો હવે પછીનો પ્રશ્ન એ હતો કે શું F_1 પેઢીના બધા જ ઊંચા છોડ પોતાના પિતૃની જેમ ઊંચા હતા ? મેન્ડલના પ્રયોગો બંને પિતૃક છોડ વચ્ચે સ્વફલન અને આ F_1 ના ઊંચા છોડ વચ્ચેના સ્વફલનથી મેળવેલ છોડની મદદથી આ હકીકત ચકાસે છે. પૈતૃક પેઢીના છોડથી પ્રાપ્ત બધી સંતતિ પણ ઊંચા છોડની હતી. પરંતુ F_1 પેઢીના ઊંચા છોડની બીજી પેઢી એટલે કે F_2 પેઢીના બધા છોડ ઊંચા હોતા નથી. તેના બદલે તેમાંના ચોથા ભાગની સંતતિ નીચા છોડની હતી. આ દર્શાવે છે કે F_1 પેઢીના છોડ દ્વારા ઊંચા તેમજ નીચાપણા બંને લક્ષણોનું વહન થયું હતું. પરંતુ માત્ર ઊંચાપણાનું લક્ષણ જ અભિવ્યક્ત થઈ શક્યું હતું. આનાથી મેન્ડલ એવો પ્રસ્તાવ કરવા દોરવાયા કે લિંગી પ્રજનન કરતા સજીવોમાં લક્ષણોના નિયંત્રણ માટે કારકો [(factor) વર્તમાનમાં જનીન (gene)થી ઓળખતા]ની બે પ્રતિકૃતિઓ હાજર હોય છે. તેમના પિતૃઓના આધારે આ બંને એકસમાન અથવા ભિન્ન હોઈ શકે છે. આ ધારણાઓને આધારે આનુવંશિકતાની તરાહ આકૃતિ 8.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મેળવી શકાય છે.



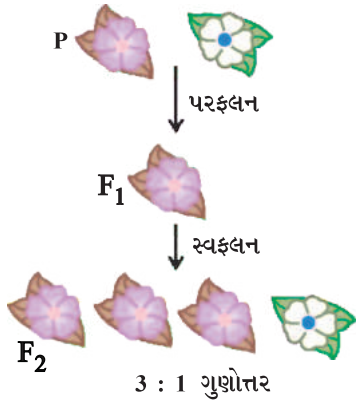
આકૃતિ 8.3
બે પેઢી સુધી
લક્ષણોની આનુવંશિકતા

પ્રવૃત્તિ 8.2

- આકૃતિ 8.3માં આપણે કયો પ્રયોગ કરીએ છીએ, જેનાથી તે સુનિશ્ચિત થાય છે કે F_2 પેઢીમાં વાસ્તવમાં TT, Tt અને ttનું સંયોજન 1:2:1નું ગુણોત્તર પ્રમાણ પ્રાપ્ત થાય છે ?

આ સમજૂતિમાં 'TT' તેમજ 'Tt' બંને ઊંચા છોડ છે જ્યારે માત્ર 'tt' નીચા છોડ છે. બીજા શબ્દોમાં, છોડના ઊંચાપણા માટે 'T'ની એક જ પ્રતિકૃતિ પર્યાપ્ત છે, જ્યારે છોડના નીચાપણા માટે બંને પ્રતિકૃતિ 't' હોવી જોઈએ. 'T' લક્ષણને 'પ્રભાવી' લક્ષણ કહેવાય છે જ્યારે 't' તરીકે વર્તતા લક્ષણને 'પ્રચ્છન્ન' લક્ષણ કહેવાય છે. આકૃતિ 8.4માં કયું લક્ષણ પ્રભાવી અને કયું પ્રચ્છન્ન છે તે મેળવો.

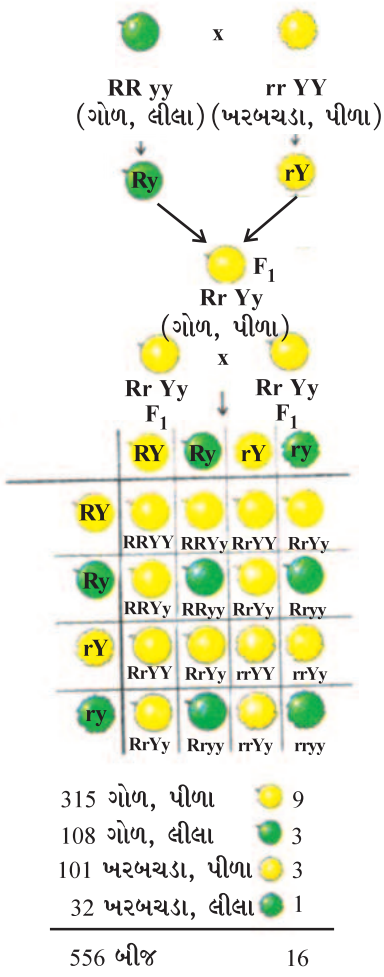
જ્યારે એક જ લક્ષણના સ્થાને બે લક્ષણ ધરાવતાં વટાણાના બે છોડનું સંકરણ કરાવવામાં આવે તો શું થશે ? ગોળાકાર બીજ ધરાવતા ઊંચા છોડનું જો ખરબચડા બીજ ધરાવતા નીચા છોડની સાથે સંકરણ કરાવવામાં આવે તો પ્રાપ્ત સંતતિ કેવી હોય ? તે બધા છોડ ઊંચા અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હશે. આમ, ઊંચાપણું અને ગોળાકાર બીજ પ્રભાવી લક્ષણ છે. પરંતુ જ્યારે F_1 સંતતિના છોડ વચ્ચે સ્વફલનથી F_2 પેઢીની સંતતિ પ્રાપ્ત થાય તો શું થાય છે ? મેન્ડલના પ્રયોગને આધારે આપણે કહી શકીએ કે F_2 સંતતિના કેટલાક છોડ ઊંચા અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય અને કેટલાક છોડ નીચા અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા હોય છે. તેમ છતાં F_2 પેઢીની સંતતિના કેટલાક છોડ નવું સંયોજન અભિવ્યક્ત કરે છે. તેમાંથી કેટલાક છોડ ઊંચા પરંતુ ખરબચડા બીજ ધરાવતા અને કેટલાક છોડ નીચા પરંતુ ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય છે. જ્યારે બીજનો આકાર અને બીજનો રંગ નિયંત્રિત કરતા કારકો પુનઃસંયોજનથી ફલિતાંડ બનાવે છે અને તેમાંથી F_2 સંતતિઓ મળે છે ત્યારે F_2 સંતતિમાં લક્ષણોના નવા સંયોજનો કેવી રીતે રચાય છે તે તમે જોઈ શકો છો (આકૃતિ 8.5). આમ ઊંચાપણું/નીચાપણુંનું લક્ષણ અને ગોળાકાર બીજ/ખરબચડાં બીજનું લક્ષણ સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા પામે છે



આકૃતિ 8.4

8.2.3 આ લક્ષણો પોતાની જાતે કેવી રીતે અભિવ્યક્ત થાય છે ? (How do these Traits get Expressed ?)

આનુવંશિકતાની ક્રિયાવિધિ કેવી રીતે થાય છે ? કોષીય DNA એ કોષમાં આવેલ પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટેની માહિતીનો સ્રોત આપે છે. DNAનો કોઈ ભાગ કે જેમાં કોઈ પ્રોટીન માટે માહિતી હોય છે, તે પ્રોટીનનો જનીન કહેવાય છે. આપણે અહીં ચર્ચા કરીએ છીએ તેવા વિવિધ લક્ષણોની અભિવ્યક્તિને પ્રોટીન કેવી રીતે નિયંત્રિત કરે છે ? આવો, ઊંચાઈના લક્ષણનું ઉદાહરણ લઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિ પ્રેરતા કેટલાક અંતઃસ્રાવો હોય છે, જે ઊંચાપણાનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, કોઈ છોડની ઊંચાઈ ચોક્કસ વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવના પ્રમાણ પર નિર્ભર કરે છે. વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવની માત્રા તેની નિર્માણ પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતા પર નિર્ભર કરે છે. આ પ્રક્રિયા માટે અગત્યના એક ઉત્સેચક વિશે વિચારો. જો આ ઉત્સેચક કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરે તો અંતઃસ્રાવ વધુ માત્રામાં નિર્માણ થશે અને છોડ ઊંચો થશે. જો આ પ્રોટીનના જનીનમાં કોઈ પરિવર્તન આવે છે, જેનાથી પ્રોટીનની કાર્યક્ષમતા ઘટે છે, તો નિર્માણ પામનારા અંતઃસ્રાવની માત્રા પણ ઓછી થાય છે અને છોડ નીચો બને છે. આમ જનીનો, લક્ષણો (Traits)ને નિયંત્રિત કરે છે.



આકૃતિ 8.5
બીજના આકાર અને રંગ બે લક્ષણોની સ્વતંત્ર આનુવંશિકતા

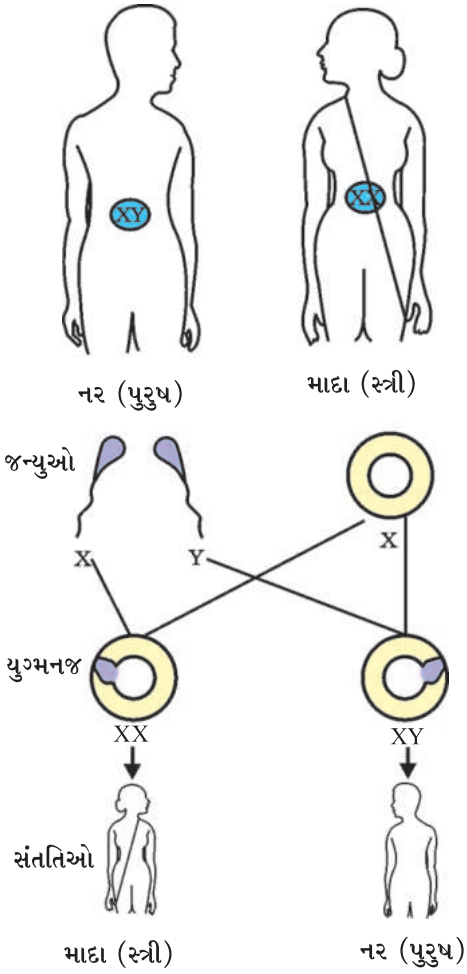
આપણે જેની ચર્ચા કરી રહ્યા છીએ તે મેન્ડલના પ્રયોગોનું અર્થઘટન જો સાચું હોય તો લિંગી પ્રજનન દરમિયાન સંતતિ DNAમાં બંને પિતૃનું સમાન રીતે યોગદાન હોય છે. આપણે આ મુદ્દો અગાઉના પ્રકરણમાં ચર્ચા કરી ગયા છીએ. જો બંને પિતૃઓ, સંતતિના લક્ષણોનું નિર્ધારણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે તો બંને પિતૃઓ એક જ જનીનની એક પ્રતિકૃતિ સંતતિને આપે છે. આનો અર્થ એ થાય કે વટાણાના પ્રત્યેક છોડમાં પ્રત્યેક પિતૃ તરફથી એક સેટ એમ બધા જનીનોના બે સેટ્સ હોવા જોઈએ. આ ક્રિયાવિધિને સફળ કરવા માટે પ્રત્યેક પ્રજનનકોષમાં જનીનનો માત્ર એક જ સેટ હોવો જોઈએ.

શરીરના બધા કોષોમાં જનીનના સેટની બે પ્રતિકૃતિઓ (Copies) હોય છે. તો પછી જનન કોષમાં તેનો એક સેટ કેવી રીતે બને છે ? જો સંતતિ છોડને પિતૃ છોડથી જનીનોનો એક પૂર્ણ સેટ પ્રાપ્ત થાય છે તો આકૃતિ 8.5માં દર્શાવેલ પ્રયોગ સફળ થઈ શકતો નથી. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બે લક્ષણ 'R' અને 'y'

સેટમાં એકબીજાથી સંલગ્ન રહે છે તેથી સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા દર્શાવી શકતા નથી. આ તે સત્યને આધારે સમજી શકાય છે કે દરેક જનીનનો સેટ DNAની સ્વતંત્ર લાંબી શૃંખલા તરીકે નહીં પણ રંગસૂત્ર તરીકે ઓળખાતા અલગ સ્વતંત્ર ભાગ તરીકે હાજર હોય છે. આમ, પ્રત્યેક કોષમાં પ્રત્યેક રંગસૂત્રની બે પ્રતિકૃતિઓ હોય છે. જેમાંથી એક નર તથા બીજી માદા પિતૃ તરફથી પ્રાપ્ત થયેલી હોય છે. પ્રત્યેક પિતૃકોષ (પૈતૃક અથવા માતૃક)ના રંગસૂત્રની પ્રત્યેક જોડમાંથી માત્ર એક રંગસૂત્ર જ એક જનનકોષમાં આવે છે. જ્યારે બે જનનકોષો ફલન પામે છે ત્યારે સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા પુનઃ સામાન્ય થઈ જાય છે. જે જાતિના DNAની સ્થાયીતાને સુનિશ્ચિત કરે છે. આનુવંશિકતાની આ ક્રિયાવિધિથી મેન્ડલના પ્રયોગોના પરિણામને સમજી શકાય છે. તેનો ઉપયોગ લિંગી પ્રજનન કરનારા બધા સજીવો કરે છે. પરંતુ અલિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં પણ આનુવંશિકતાના આ નિયમોનું પાલન થાય છે. શું આપણે જાણી શકીએ કે તેમાં આનુવંશિકતા કેવી રીતે થાય છે ?

8.2.4 લિંગનિશ્ચયન (Sex Determination)

આપણે એ વાતની ચર્ચા કરી ગયા છીએ કે લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેનારા બંને એકલ સજીવ કોઈને કોઈ બાબતમાં ઘણા કારણોસર એકબીજાથી ભિન્ન હોવા જ જોઈએ. નવજાત શિશુનું લિંગ કેવી રીતે નક્કી થાય છે ? ભિન્ન-ભિન્ન જાતિ તેના માટે ભિન્ન-ભિન્ન રીત અપનાવે છે. કેટલાક પૂર્ણતઃ પર્યાવરણ પર આધારિત હોય છે. આમ, કેટલાક સરિસૃપ જેવા પ્રાણીઓમાં ફલિત અંડકોષને જે તાપમાને રાખવામાં આવે છે તેના આધારે નક્કી થાય છે કે ઈંડાંમાં વિકસતો સજીવ નર થશે કે માદા. સ્નેઈલ (ગોકળગાય) જેવાં કેટલાક પ્રાણીઓ પોતાનું લિંગ બદલી શકે છે. જે એ વાતનો સંકેત છે કે તેમાં લિંગનિશ્ચયનની ક્રિયા જનીનિક નથી. પરંતુ માનવમાં લિંગનિશ્ચયન જનીનિક છે. બીજા શબ્દોમાં પિતૃ સજીવોમાંથી આનુવંશિકતા પામેલ જનીન જ આ વાતનો નિર્ણય કરે છે કે સંતતિ છોકરો હશે કે છોકરી. પરંતુ અત્યાર સુધી એમ માનતા રહ્યા છીએ કે બંને પિતૃઓમાંથી એક જ જેવા જનીન સેટ સંતતિમાં આવે છે. જો તેમ હોય તો પછી જનીનિક આનુવંશિકતા કેવી રીતે લિંગનિશ્ચયન કરે છે ?



આકૃતિ 8.6
માનવમાં લિંગનિશ્ચયન

તેની સમજૂતી એ હકીકતમાં રહેલી છે કે માનવનાં બધાં જ રંગસૂત્રો સંપૂર્ણ રીતે યુગ્મ હોતાં નથી. માનવમાં મોટા ભાગનાં રંગસૂત્રો માતા અને પિતાનાં રંગસૂત્રોની પ્રતિકૃતિ સ્વરૂપે હોય છે. તેની સંખ્યા 22 જોડ છે, પરંતુ એક યુગ્મ જેને લિંગી રંગસૂત્ર કહે છે. જે હંમેશાં સંપૂર્ણ યુગ્મમાં (સમાન) હોતું નથી. સ્ત્રીમાં રંગસૂત્રનું પૂર્ણ યુગ્મ (સમાન) હોય છે અને બંને રંગસૂત્રોને 'X' કહેવાય છે. પરંતુ પુરુષ (નર)માં આ જોડી અસમાન હોય છે. જેમાં એક રંગસૂત્ર સામાન્ય આકારનું 'X' હોય છે અને બીજું રંગસૂત્ર નાનું હોય છે જેને 'Y' રંગસૂત્ર કહે છે. આમ, સ્ત્રીઓમાં 'XX' જ્યારે પુરુષમાં 'XY' રંગસૂત્ર હોય છે. શું હવે આપણે X અને Y રંગસૂત્રની આનુવંશિકતાની પદ્ધતિનો ખ્યાલ મેળવી શકીએ છીએ ?

આકૃતિ 8.6માં દર્શાવ્યા મુજબ સામાન્ય રીતે અડધાં બાળકો છોકરા તેમજ અડધાં બાળકો છોકરી હોઈ શકે છે. બધાં બાળકો, ભલે તે છોકરો કે છોકરી હોય તે પોતાની માતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર મેળવે છે. આમ, બાળકોના લિંગ-નિશ્ચયનનો આધાર તેઓ તેમના પિતા તરફથી વારસામાં કયા પ્રકારનું રંગસૂત્ર પ્રાપ્ત કરે છે તેના પર રહેલો છે. જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર વારસામાં પ્રાપ્ત થશે તે છોકરી તેમજ જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'Y' રંગસૂત્ર વારસામાં પ્રાપ્ત થશે તે છોકરો બને છે.

પ્રશ્નો

1. મેન્ડલના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજી શકાય કે લક્ષણ પ્રભાવી અથવા પ્રચ્છન્ન હોય છે ?
2. મેન્ડલના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજી શકાય કે વિવિધ લક્ષણો સ્વતંત્ર રીતથી આનુવંશિક હોય છે ?
3. A રૂધિરજૂથ ધરાવતો પુરુષ O રૂધિરજૂથ ધરાવતી સ્ત્રી સાથે લગ્ન કરે છે. તેમની પુત્રીનું રૂધિરજૂથ O છે. રૂધિરજૂથ A અથવા O પૈકી કયું લક્ષણ પ્રભાવી છે તે જાણવા માટે આ માહિતી પ્રર્યાપ્ત છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહીં ?
4. માનવના બાળકનું લિંગનિશ્ચયન કેવી રીતે થાય છે ?

તમે શીખ્યાં કે

- પ્રજનનના સમયે ઉત્પન્ન થતી ભિન્નતાઓ વારસાગત હોઈ શકે છે.
- આ ભિન્નતાઓને કારણે જીવની જીવિતતામાં વૃદ્ધિ થઈ શકે છે.
- લિંગીપ્રજનન કરનારા સજીવોમાં એક લક્ષણ (Trait)ના જનીનની બે પ્રતિકૃતિઓ હોય છે. આ પ્રતિકૃતિઓના એકસમાન ન હોવાની પરિસ્થિતિમાં જે લક્ષણ વ્યક્ત થાય છે તેને પ્રભાવી લક્ષણ અને અન્યને પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કહે છે.
- લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં વિભિન્ન લક્ષણો કોઈ સજીવમાં સ્વતંત્ર રીતે વારસાગત થાય છે. પરિણામે સંતતિમાં લક્ષણોના નવા સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે.
- વિવિધ સજીવોમાં લિંગ વિવિધ પરિબળો દ્વારા નિશ્ચિત થાય છે. માનવમાં બાળકનું લિંગ પિતા પાસેથી મળનારું રંગસૂત્ર 'X' (છોકરી માટે) અથવા 'Y' (છોકરા માટે) છે તેના પર આધાર રાખે છે.

સ્વાધ્યાય

1. મેન્ડલના એક પ્રયોગમાં ઊંચો વટાણાનો છોડ જેનાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં. તેનું સંકરણ નીચા વટાણાના છોડ કે જેનાં પુષ્પ સફેદ રંગનાં હતાં તેની સાથે કરાવવામાં આવ્યું. તેમની સંતતિના બધા જ છોડમાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં, પરંતુ તેમાંથી અડધોઅડધ છોડ નીચા હતા. આ પરથી કહી શકાય કે ઊંચા પિતૃ છોડની આનુવંશિક રચના નીચેના પૈકી એક હતી :

(a) TTWW (b) Ttww (c) TtWW (d) TtWw

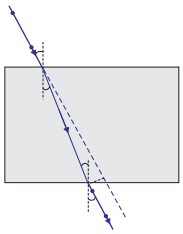
A8G7A4

2. એક અભ્યાસ પરથી જાણી શકાયું કે આછા રંગની આંખોવાળાં બાળકોના પિતૃની (માતા-પિતા) આંખો પણ આછા રંગની હોય છે. તેના આધારે શું આપણે કહી શકીએ કે આંખોના આછા રંગનું લક્ષણ પ્રભાવી છે કે પ્રચ્છન્ન છે ? તમારા જવાબની સમજૂતી આપો.

3. કૂતરાની ચામડીના પ્રભાવી રંગને જાણવા માટેના હેતુથી એક પ્રૉજેક્ટ બનાવો.

4. સંતતિમાં નર તેમજ માદા પિતૃઓ દ્વારા સમાન જનીનિક યોગદાન કેવી રીતે સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે ?

F6R4M4



પ્રકરણ 9

પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વક્રીભવન (Light-Reflection and Refraction)

વિશ્વમાં આપણી આસપાસ રહેલી અનેક પ્રકારની વસ્તુઓ આપણે જોઈએ છીએ. જોકે અંધારા ઓરડામાં આપણે કંઈ પણ જોવા માટે અસમર્થ છીએ. ઓરડાને પ્રકાશિત કરતાં તેમાં રહેલી વસ્તુઓ દૃશ્યમાન થાય છે. શાનાથી વસ્તુઓ દૃશ્યમાન બને છે ? દિવસ દરમિયાન સૂર્યનો પ્રકાશ આપણને વસ્તુઓને જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. વસ્તુ તેની પર પડતાં પ્રકાશને પરાવર્તિત કરે છે. આ પરાવર્તિત પ્રકાશ જ્યારે આપણી આંખો દ્વારા પ્રાપ્ત થાય ત્યારે તે આપણને વસ્તુઓ દેખવા શક્તિમાન બનાવે છે. આપણે પારદર્શક માધ્યમની આરપાર જોઈ શકીએ છીએ કારણ કે પ્રકાશ તેમાંથી પસાર થઈ શકે છે. પ્રકાશ સાથે અનેક સામાન્ય તથા અદ્‌ભુત ઘટનાઓ સંકળાયેલ છે જેમકે, અરીસાઓ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના, તારાઓનું ટમટમવું, મેઘધનુષ્યના સુંદર રંગો, માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશનું વાંકું વળવું વગેરે. પ્રકાશના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ આપણને તે સમજવામાં મદદરૂપ થશે.

આપણી આસપાસ બનતી સામાન્ય પ્રકાશીય ઘટનાઓનાં અવલોકનો પરથી આપણે તારણ કાઢી શકીએ કે પ્રકાશ સુરેખામાં ગતિ કરતો લાગે છે. કોઈ નાનું પ્રકાશ ઉદ્‌ગમસ્થાન અપારદર્શક વસ્તુનું તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ બનાવે છે – આ તથ્ય પ્રકાશના સુરેખ પથને પ્રદર્શિત કરે છે, જેને સામાન્ય રીતે પ્રકાશના કિરણ તરીકે દર્શાવાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

જો પ્રકાશના પથમાં રાખેલ અપારદર્શક વસ્તુ ખૂબ નાની હોય તો પ્રકાશ સુરેખપથ પર ગતિ કરવાને બદલે તેની ધાર પાસેથી વાંકો વળે છે – આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિવર્તન કહે છે. આ સ્થિતિમાં કિરણ પ્રકાશશાસ્ત્ર કે જેમાં રેખીયપથ વિચારધારા મુજબ કિરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે તે નિષ્ફળ જાય છે. વિવર્તન જેવી ઘટનાઓ સમજાવવા માટે પ્રકાશને તરંગ સ્વરૂપે માનવામાં આવે છે, જેનો વિસ્તૃત અભ્યાસ તમે આગળનાં ધોરણોમાં કરશો. 20મી સદીના પ્રારંભમાં તે સ્પષ્ટ થઈ ચૂક્યું હતું કે પ્રકાશની દ્રવ્ય સાથેની આંતરક્રિયાના અભ્યાસમાં પ્રકાશનો તરંગ સિદ્ધાંત પર્યાપ્ત નથી તથા પ્રકાશ ઘણી વાર કણોના પ્રવાહ સ્વરૂપે વર્તે છે. પ્રકાશની સાચી પ્રકૃતિ વિશે મતમતાંતરો કેટલાંક વર્ષો સુધી ચાલતા રહ્યા જ્યાં સુધી પ્રકાશનો આધુનિક ક્વોન્ટમ સિદ્ધાંત અસ્તિત્વમાં ન આવ્યો કે જેમાં પ્રકાશને ન તો 'તરંગ' માનવામાં આવે છે ન તો 'કણ' – આવા સિદ્ધાંતમાં પ્રકાશના કણ સંબંધિત ગુણધર્મો તથા તરંગ પ્રકૃતિ વચ્ચે સમન્વય સાધવામાં આવ્યો.

આ પ્રકરણમાં આપણે પ્રકાશની સુરેખપથ પર થતી ગતિની મદદથી પ્રકાશના પરાવર્તન અને વક્રીભવનની ઘટનાઓનો અભ્યાસ કરીશું. આ મૂળભૂત ખ્યાલો આપણને કુદરતમાં બનતી કેટલીક પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં મદદરૂપ થશે. આ પ્રકરણમાં આપણે ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા પ્રકાશના પરાવર્તન, પ્રકાશના વક્રીભવન તેમજ વાસ્તવિક જીવનમાં તેમની ઉપયોગિતાને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું.

9.1 પ્રકાશનું પરાવર્તન (Reflection of Light)

અરીસા જેવી સંપૂર્ણ ચકચકિત (પૉલિશ) કરેલી સપાટી તેના પર પડતા મોટા ભાગના પ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે.

તમે પ્રકાશના પરાવર્તનના નિયમો વિશે પહેલેથી જ પરિચિત છો. ચાલો ! આ નિયમો યાદ કરી લઈએ –

(i) આપાતકોણ અને પરાવર્તનકોણ સમાન હોય છે તથા

(ii) આપાતકિરણ, અરીસાના આપાતબિંદુએ સપાટીને દોરેલ લંબ અને પરાવર્તિત કિરણ એ બધા એક જ સમતલમાં હોય છે.

પરાવર્તનના આ નિયમો ગોળીય સપાટી સહિત બધા જ પ્રકારની પરાવર્તક સપાટીઓ માટે લાગુ પાડી શકાય છે. તમે સમતલ અરીસા વડે રચાતા પ્રતિબિંબથી પરિચિત છો. પ્રતિબિંબના ગુણધર્મો કેવા હોય છે ? સમતલ અરીસા દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી અને ચત્તું હોય છે. પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના પરિમાણ જેટલું હોય છે. પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ તેટલા જ અંતરે રચાય છે જેટલા અંતરે અરીસાની આગળ વસ્તુ રાખેલ હોય. આ ઉપરાંત પ્રતિબિંબની બાજુઓ ઉલટાયેલી હોય છે. જો પરાવર્તક સપાટી ગોળીય હોય તો પ્રતિબિંબ કેવું રચાશે ? ચાલો શોધીએ.

પ્રવૃત્તિ 9.1

- એક મોટી ચળકતી ચમચી લો. તમારો ચહેરો તેની વક્રસપાટીમાં જોવાનો પ્રયત્ન કરો.
- શું તમને પ્રતિબિંબ મળે છે ? તે નાનું છે કે મોટું ?
- ચમચીને ધીરે–ધીરે તમારા ચહેરાથી દૂર ખસેડતા જાઓ. પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો. તે કેવી રીતે બદલાય છે ?
- ચમચીને ઉલટાવીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. હવે પ્રતિબિંબ કેવું દેખાય છે ?
- બંને સપાટીઓ વડે મળતાં પ્રતિબિંબોની લાક્ષણિકતાઓની સરખામણી કરો.

ચળકતી ચમચીની વક્રસપાટીને વક્ર અરીસા તરીકે ગણી શકાય. સૌથી વધુ ઉપયોગમાં આવતાં વક્ર અરીસા તરીકે ગોળીય અરીસા છે. આ પ્રકારના અરીસાઓની પરાવર્તક સપાટી કોઈ ગોળાના પૃષ્ઠ (સપાટી)નો એક ભાગ ગણી શકાય. જેના પરાવર્તક પૃષ્ઠ ગોળીય હોય એવા અરીસાઓને ગોળીય અરીસા કહે છે. હવે આપણે ગોળીય અરીસાઓ વિશે વિસ્તારપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

9.2 ગોળીય અરીસાઓ (Spherical Mirrors)

S5G1Q6

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ કે બહારની તરફ વક્રાકાર હોઈ શકે. જે ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ વળેલી એટલે કે ગોળાના કેન્દ્ર તરફ હોય તેવા ગોળીય અરીસાને અંતર્ગોળ અરીસો (concave mirror) કહે છે. જે ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી બહારની તરફ વળેલી હોય તેને બહિર્ગોળ અરીસો (convex mirror) કહે છે. આ અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ (Schematic representation) આકૃતિ 9.1 માં દર્શાવેલ છે. આ આકૃતિમાં નોંધો કે અરીસાઓના પાછળના ભાગને છાયાંકિત (Shaded) કરેલ છે.

હવે તમે સમજી શકશો કે ચમચીની અંદર તરફની વક્રસપાટી લગભગ અંતર્ગોળ અરીસા જેવી અને ચમચીની બહાર તરફ ઉપસેલી સપાટી લગભગ બહિર્ગોળ અરીસા જેવી ગણી શકાય.

ગોળીય અરીસાઓ વિશે વધારે સમજૂતી મેળવતા પહેલાં આપણે કેટલાંક પદો (terms)ના અર્થ, પરિચય અને સમજૂતી મેળવવાની જરૂર છે. આ પદો ગોળીય અરીસાઓની ચર્ચા કરતી વખતે સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટીના કેન્દ્રને અરીસાનું ધ્રુવ કહે છે. તે અરીસાના પૃષ્ઠ પર આવેલ હોય છે. ધ્રુવને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર P વડે દર્શાવવામાં આવે છે.



(a) અંતર્ગોળ અરીસો *(b)* બહિર્ગોળ અરીસો

આકૃતિ 9.1
ગોળીય અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ, છાયાંકિત ભાગ અપરાવર્તક છે

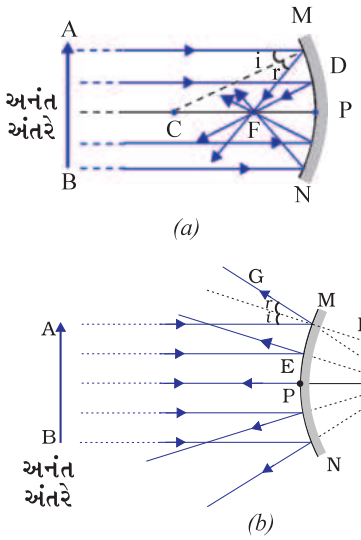
ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી ગોળાનો એક ભાગ છે. આ ગોળાને કેન્દ્ર હોય છે. આ કેન્દ્રને ગોળીય અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર કહે છે. તેને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવાય છે. અહીં ખાસ નોંધો કે વક્રતાકેન્દ્ર એ અરીસાનો ભાગ નથી. તે પરાવર્તક સપાટીની બહાર આવેલું હોય છે. અંતર્ગોળ અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર તેની સામેની તરફ આવેલું છે. જોકે બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તે અરીસાની પાછળ આવેલું હોય છે. આ હકીકત તમે આકૃતિ 9.2 (a) તથા (b)માં જોઈ શકો છો. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી જે ગોળાનો ભાગ છે તેની ત્રિજ્યાને અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા કહે છે. તેને મૂળાક્ષર R વડે દર્શાવાય છે. તમે નોંધો કે અંતર PC વક્રતાત્રિજ્યા જેટલું છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા વક્રતાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતી એક સુરેખા કલ્પો. આ રેખાને અરીસાની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. યાદ રાખો કે મુખ્ય અક્ષ, અરીસાના ધ્રુવ પાસે અરીસાને લંબ હોય છે. ચાલો! આપણે અરીસા સાથે સંકળાયેલ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પદને પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 9.2

ચેતવણી : સૂર્ય તરફ પ્રત્યક્ષ કે સૂર્યપ્રકાશને પરાવર્તિત કરતા અરીસામાં ન જુઓ. તેનાથી કદાચ તમારી આંખોને નુકસાન થઈ શકે છે.

- એક અંતર્ગોળ અરીસાને તમારા હાથમાં પકડી તેની પરાવર્તક સપાટીને સૂર્ય તરફ રાખો.
- અરીસા દ્વારા પરાવર્તિત થતાં પ્રકાશને અરીસાની પાસે રાખેલ એક કાગળના પાના (શીટ) પર આપાત કરો.
- જ્યાં સુધી તમને કાગળના પાના પર એક પ્રકાશિત, તીક્ષ્ણ બિંદુ પ્રાપ્ત ન થાય ત્યાં સુધી કાગળના પાનાને ધીરે–ધીરે આગળ–પાછળ ખસેડો.
- અરીસા તથા કાગળને થોડી મિનિટો સુધી આ સ્થિતિમાં પકડી રાખો. તમે શું જુઓ છો ? આમ કેમ થાય છે ?

કાગળ સૌપ્રથમ સળગવાનું શરૂ કરે છે અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે. સમય જતાં તે આગ પણ પકડી શકે છે. તે કેમ સળગી ઊઠે છે ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ અરીસા દ્વારા એક તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ સ્વરૂપે કેન્દ્રિત થાય છે. વાસ્તવમાં કાગળના પાના પર પ્રકાશનું આ બિંદુ સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. સૂર્યપ્રકાશના કેન્દ્રિત થવાથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માને કારણે કાગળ સળગી ઊઠે છે. અરીસાના સ્થાનથી પ્રતિબિંબનું આ અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈનું આશરે મૂલ્ય આપે છે.



આકૃતિ 9.2

(a) અંતર્ગોળ અરીસો

(b) બહિર્ગોળ અરીસો

ચાલો, આ અવલોકનને એક કિરણાકૃતિ (Ray diagram) વડે સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

આકૃતિ 9.2 (a) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. અંતર્ગોળ અરીસા પર મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કેટલાંક કિરણો આપાત થઈ રહ્યાં છે. પરાવર્તિત કિરણોનું અવલોકન કરો. તે બધા જ અરીસાની મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુ પાસે મળી રહ્યાં (છેદી રહ્યાં) છે. આ બિંદુને અંતર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. તે જ રીતે આકૃતિ 9.2 (b) જુઓ. બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો કેવી રીતે પરાવર્તિત થાય છે ? પરાવર્તિત કિરણો મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુમાંથી આવતાં હોય તેવો ભાસ થાય છે. આ બિંદુને બહિર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. મુખ્ય કેન્દ્રને F વડે દર્શાવાય છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા મુખ્ય કેન્દ્ર વચ્ચેના અંતરને કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે. તેને મૂળાક્ષર f વડે દર્શાવાય છે.

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી મોટે ભાગે ગોળીય હોય છે. આ સપાટીને એક વર્તુળાકાર સીમારેખા હોય છે. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટીની આ વર્તુળાકાર સીમારેખાના વ્યાસને અરીસાનું દર્પણમુખ (Aperture) કહે છે. આકૃતિ 9.2 માં અંતર MN દર્પણમુખ દર્શાવે છે. આપણી ચર્ચામાં આપણે ફક્ત તેવા અરીસાઓનો વિચાર કરીશું કે જેનું દર્પણમુખ તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય.

શું ગોળીય અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા R તથા કેન્દ્રલંબાઈ f વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? નાના દર્પણમુખ ધરાવતાં ગોળીય અરીસાઓ માટે વક્રતાત્રિજ્યા તેની કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં બમણી હોય છે. આપણે આ સંબંધને $R = 2f$ દ્વારા દર્શાવી શકીએ. જે દર્શાવે છે કે ગોળીય અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર તેના ધ્રુવ તથા વક્રતાકેન્દ્રને જોડતી રેખાનું મધ્યબિંદુ હોય છે.

9.2.1 ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ
(Image Formation by Spherical Mirrors)

તમે સમતલ અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. તમે તેના દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ વિશે પણ જાણો છે. ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબ કેવા હોય છે ? અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબોનું સ્થાન આપણે કેવી રીતે નક્કી કરી શકીએ ? શું આ પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે કે આભાસી ? શું તે મોટા છે, નાના છે કે સમાન પરિમાણ ધરાવે છે ? આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેની સમજૂતી મેળવીશું.

પ્રવૃત્તિ 9.3

તમે અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધવાની રીત અગાઉ શીખી ગયાં છો. પ્રવૃત્તિ 9.2માં તમે જોયું કે કાગળ પર મળેલ તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ ખરેખર સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. તે નાનું, વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ છે. અરીસાથી પ્રતિબિંબનું અંતર માપી તમે અંતર્ગોળ અરીસાની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ મેળવી હતી.

- એક અંતર્ગોળ અરીસો લો. ઉપર વર્ણવ્યા મુજબ તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય નોંધી લો. (તમે કોઈ દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ એક કાગળના પાના પર મેળવીને પણ કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય મેળવી શકો છો.)
- ટેબલ પર ચૉક વડે એક રેખા દોરો. અંતર્ગોળ અરીસાને એક સ્ટૅન્ડ પર ગોઠવો. સ્ટૅન્ડને રેખા પર એવી રીતે મૂકો કે જેથી અરીસાનો ધ્રુવ આ રેખા પર આવે.
- ચૉક વડે બીજી બે રેખાઓ અગાઉ દોરેલ રેખાને સમાંતર એવી રીતે દોરો કે જેથી બે ક્રમિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય. આ રેખાઓ અનુક્રમે બિંદુ P, F અને C નું સ્થાન દર્શાવે છે. યાદ રાખો કે, નાના દર્પણમુખવાળા ગોળીય અરીસાઓનું મુખ્ય કેન્દ્ર F, ધ્રુવ P અને વક્રતાકેન્દ્ર Cના મધ્યમાં હોય છે.
- એક તેજસ્વી વસ્તુ, જેમકે સળગતી મીણબત્તી, વક્રતાકેન્દ્ર C થી ઘણે દૂર મૂકો. એક કાગળના પડદાને અરીસાની સામે રાખીને જ્યાં સુધી મીણબત્તીની જ્યોતનું પ્રતિબિંબ તેના પર ન મળે ત્યાં સુધી અરીસા તરફ ખસેડો.
- પ્રતિબિંબનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો. તેનાં પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણની વસ્તુના પરિમાણ સાપેક્ષે નોંધ કરો.
- આ પ્રવૃત્તિનું મીણબત્તીના નીચે દર્શાવેલ સ્થાનો માટે પુનરાવર્તન કરો. - (a) C થી થોડે દૂર (b) C પર (c) F તથા Cની વચ્ચે (d) F પર તથા (e) P અને F ની વચ્ચે
- આ બધા પૈકી એક સ્થિતિમાં તમે પડદા પર પ્રતિબિંબ નહિ મેળવી શકો. આ સ્થિતિમાં વસ્તુનું સ્થાન નક્કી કરો. ત્યાર બાદ અરીસામાં તેનું આભાસી પ્રતિબિંબ મેળવો.
- તમારાં અવલોકનોને અવલોકન–કોઠામાં નોંધો.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં તમે જોશો કે અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ બિંદુ P, F તથા Cની સાપેક્ષમાં વસ્તુના સ્થાન પર આધાર રાખે છે. વસ્તુનાં કેટલાંક સ્થાનો માટે મળતું પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક હોય છે. વસ્તુનાં બીજાં કેટલાંક ચોક્કસ સ્થાનો માટે તે આભાસી હોય છે. વસ્તુના સ્થાન અનુસાર પ્રતિબિંબ મોટું, નાનું કે સમાન પરિમાણનું હોય છે. તમારા સંદર્ભ માટે આ અવલોકનોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન નીચેના કોષ્ટક 9.1 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 9.1 અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનોને અનુરૂપ રચાતાં પ્રતિબિંબ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ (Size)	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C થી દૂર	F અને Cની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C પર	C પર	સમાન પરિમાણનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C અને F ની વચ્ચે	Cથી દૂર	વિવર્ધિત (મોટું)	વાસ્તવિક અને ઊલટું
F પર	અનંત અંતરે	ખૂબ જ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઊલટું
P અને Fની વચ્ચે	અરીસાની પાછળ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચત્તું

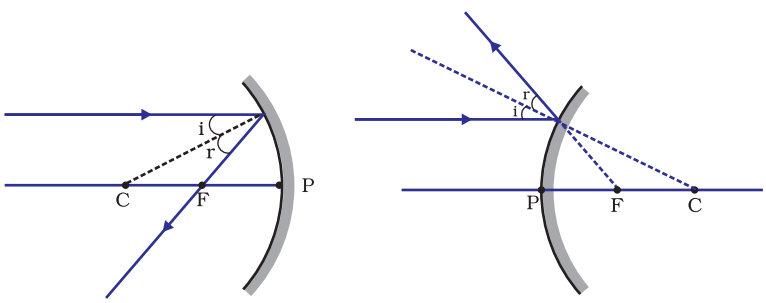
9.2.2 કિરણાકૃતિ (Ray diagram)ના ઉપયોગ દ્વારા ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનું નિરૂપણ

(Representation of Images Formed by Spherical Mirrors Using Ray Diagrams)

ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ આપણે કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ કરી શકીએ છીએ. ગોળીય અરીસાની સામે મૂકેલ એક નિયત પરિમાણની મોટી વસ્તુનો વિચાર કરો. આ મોટી વસ્તુનો દરેક નાનો ભાગ એક બિંદુવત્ વસ્તુ તરીકે કાર્ય કરે છે. આ દરેક બિંદુઓમાંથી અનંત સંખ્યામાં કિરણો ઉત્પન્ન થાય છે. વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે કિરણાકૃતિ બનાવતી વખતે કોઈ બિંદુમાંથી નીકળતાં કિરણોની વિશાળ સંખ્યામાંથી અનુકૂળતા મુજબ કેટલાંક કિરણો લઈ શકાય છે. જોકે સ્પષ્ટ કિરણાકૃતિ દોરવા માટે ફક્ત બે કિરણોનો વિચાર કરવો વધારે સગવડભર્યો છે. આ કિરણો એવા પસંદ કરવા જોઈએ કે જેની દિશા અરીસા પરથી પરાવર્તન પામ્યા બાદ સરળતાથી જાણી શકાય.

કોઈ બિંદુવત્ વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન ઓછાંમાં ઓછાં બે પરાવર્તિત કિરણોના છેદન દ્વારા મેળવી શકાય છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે નીચેનાં પૈકી કોઈ પણ બે કિરણો પર વિચાર કરી શકાય :

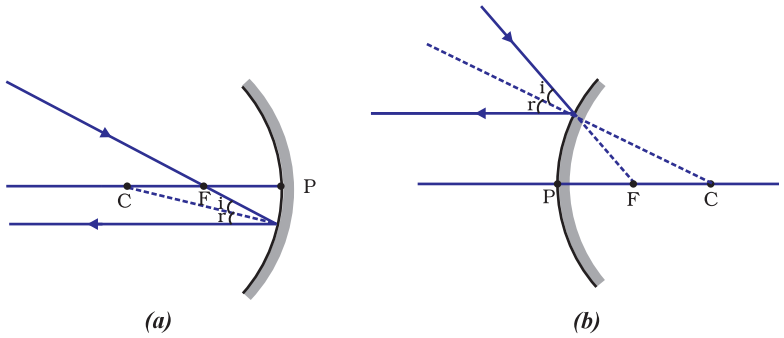
(i) મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં આપાત થતું પ્રકાશનું કિરણ પરાવર્તન પામ્યા બાદ અંતર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થશે અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્ર પરથી વિકેન્દ્રિત થતું હોય તેવો ભાસ થશે. તે આકૃતિ 9.3 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



(a) *(b)*

આકૃતિ 9.3

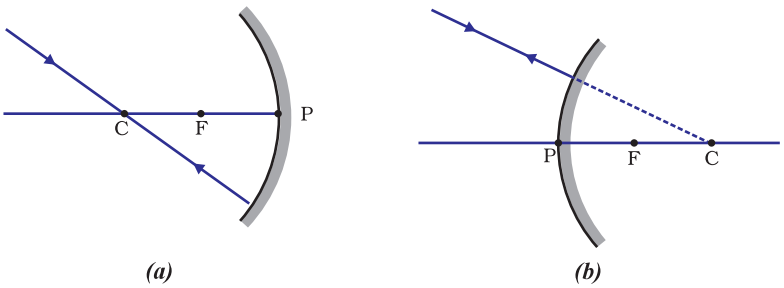
(ii) અંતર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું પ્રકાશનું કિરણ અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ ગતિ કરતું હોય તેવું કિરણ પરાવર્તન પામ્યા બાદ મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં પરાવર્તિત થાય છે. જે આકૃતિ 9.4 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



(a) (b)

આકૃતિ 9.4

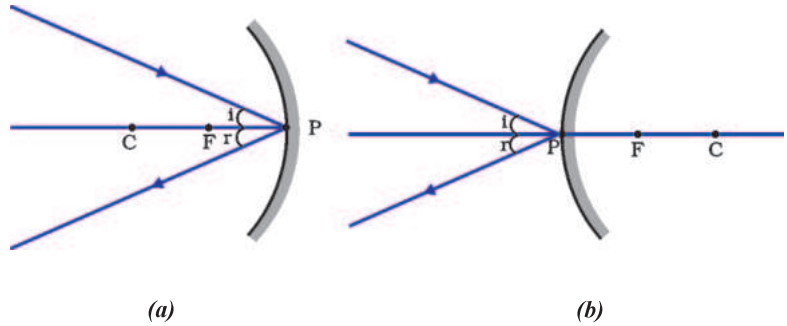
(iii) અંતર્ગોળ અરીસાના વક્રતાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતું અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના વક્રતાકેન્દ્રની દિશામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ અરીસા પરથી પરાવર્તન પામી તે જ પથ પર પાછું ફરે છે. જે આકૃતિ 9.5 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે. પ્રકાશનું કિરણ તે જ પથ પર એટલા માટે પાછું ફરે છે કારણ કે આપાતકિરણ અરીસાની પરાવર્તક સપાટીને લંબરૂપે આપાત થાય છે.



(a) (b)

આકૃતિ 9.5

(iv) અરીસાની મુખ્ય અક્ષ સાથે નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં બિંદુ P (અરીસાના ધ્રુવ) પર આપાત થતું કિરણ અંતર્ગોળ અરીસા [આકૃતિ 9.6 (a)] અથવા બહિર્ગોળ અરીસા [આકૃતિ 9.6 (b)] પરથી પરાવર્તન પામી તે જ નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં પરાવર્તન પામે છે. આપાતબિંદુ (બિંદુ P) પાસે મુખ્ય અક્ષ સાથે સમાન કોણ બનાવતાં આપાત તથા પરાવર્તિત કિરણો, પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન કરે છે.



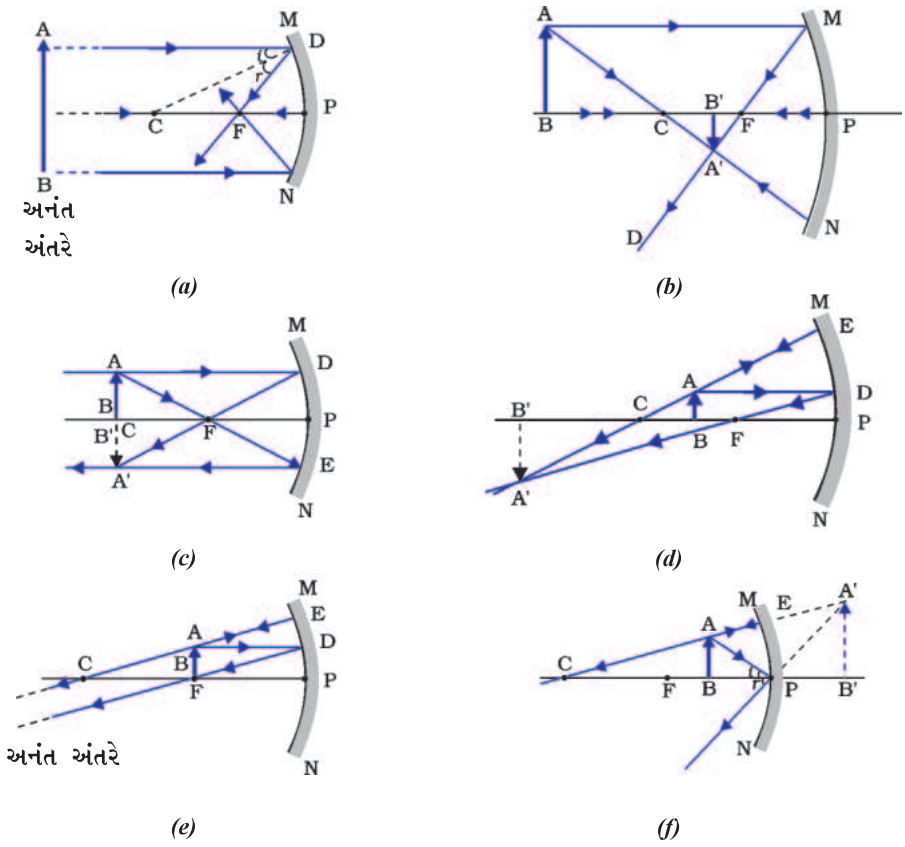
(a) (b)

આકૃતિ 9.6

યાદ રાખો કે ઉપરના બધા જ કિસ્સાઓમાં પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન થાય છે. આપાત–બિંદુ પાસેથી આપાતકિરણ એવી રીતે પરાવર્તન પામે છે કે જેથી પરાવર્તનકોણનું મૂલ્ય આપાત–કોણના મૂલ્ય જેટલું થાય.

(a) અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Concave Mirror)

આકૃતિ 9.7માં વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના કિરણાકૃતિ દ્વારા દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 9.7 અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ

પ્રવૃત્તિ 9.4

- કોષ્ટક 9.1માં દર્શાવેલ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સ્વચ્છ કિરણાકૃતિ દોરો.
- પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે તમે અગાઉના વિભાગમાં વર્ણવેલ કોઈ પણ બે કિરણો લઈ શકો છો.
- તમારી કિરણાકૃતિઓને આકૃતિ 9.7માં દર્શાવેલ કિરણાકૃતિઓ સાથે સરખાવો.
- દરેક સ્થિતિમાં બનતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ જણાવો.
- તમારાં પરિણામોને અનુકૂળ સ્વરૂપ (format)માં કોષ્ટકમાં દર્શાવો.

અંતર્ગોળ અરીસાઓના ઉપયોગો (Uses of concave mirrors)

અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ટૉર્ચ, સર્ચલાઇટ તથા વાહનોની હેડ લાઇટ (head lights)માં પ્રકાશના શક્તિશાળી સમાંતર કિરણજૂથ મેળવવા માટે કરવામાં આવે છે. ઘણી વાર તેમનો ઉપયોગ દાઢી કરવાના અરીસા (Shaving mirrors) તરીકે ચહેરાનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરવામાં આવે છે. દાંતના ડૉક્ટરો અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ દર્દીઓના દાંતનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરે છે. સૌર ભઠ્ઠીઓમાં સૂર્યપ્રકાશને કેન્દ્રિત કરવા માટે મોટા અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

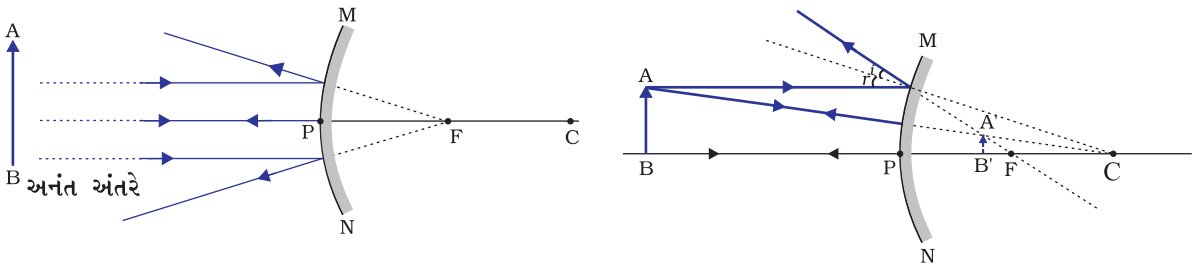
(b) બહિર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image formation by a Convex Mirror)

આપણે અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 9.5

- એક બહિર્ગોળ અરીસો લો. તેને એક હાથમાં પકડો.
- બીજા હાથમાં એક પેન્સિલને તેની અણી ઉપરની તરફ રહે તેમ સીધી પકડો.
- અરીસામાં પેન્સિલનું પ્રતિબિંબ જુઓ. પ્રતિબિંબ ચત્તું છે કે ઊલટું ? તે નાનું છે કે મોટું ?
- પેન્સિલને ધીરે–ધીરે અરીસાથી દૂર લઈ જાઓ. શું પ્રતિબિંબ નાનું થાય છે કે મોટું ?
- આ પ્રવૃત્તિને સાવધાનીપૂર્વક પુનરાવર્તિત કરો. જણાવો કે જ્યારે વસ્તુને અરીસાથી દૂર લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે તેનું પ્રતિબિંબ મુખ્ય કેન્દ્રની નજીક આવે છે કે દૂર જાય છે ?

બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો અભ્યાસ કરવા માટે આપણે વસ્તુનાં બે સ્થાનો ધ્યાનમાં લઈશું. પ્રથમ સ્થિતિમાં વસ્તુ અનંત અંતરે હોય ત્યારે તથા બીજી સ્થિતિમાં વસ્તુ અરીસાથી ચોક્કસ અંતરે હોય. વસ્તુની આ બંને સ્થિતિઓમાં બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ અનુક્રમે આકૃતિ 9.8 (a) તથા 9.8(b)માં દર્શાવેલ છે. પરિણામોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન કોષ્ટક 9.2માં આપેલ છે.



આકૃતિ 9.8 બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબો

કોષ્ટક 9.2 : બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર અરીસાની પાછળ	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્	આભાસી અને ચત્તું
અનંત અંતરે તથા અરીસાના ધ્રુવ (P) વચ્ચે ગમે ત્યાં	અરીસાની પાછળ P અને Fની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચત્તું

અત્યાર સુધી તમે સમતલ અરીસા, અંતર્ગોળ અરીસા તથા બહિર્ગોળ અરીસા વડે બનતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. આ પૈકી કયો અરીસો કોઈ મોટી વસ્તુનું આખું પ્રતિબિંબ આપશે ? ચાલો ! એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તે સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 9.6

- સમતલ અરીસામાં કોઈ દૂર રહેલી વસ્તુ જેમકે કોઈ દૂર રહેલ વૃક્ષના પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો.
- શું તમને સંપૂર્ણ (Full length) પ્રતિબિંબ જોવા મળે છે ?

- જુદા જુદા માપના સમતલ અરીસાનો ઉપયોગ કરી આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. શું તમે અરીસામાં વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો ?
- અંતર્ગોળ અરીસો લઈને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. શું આ અરીસો વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ દર્શાવે છે ?
- હવે એક બહિર્ગોળ અરીસો લઈને પ્રયત્ન કરી જુઓ. શું તમને સફળતા મળે છે ? તમારાં અવલોકનો કારણો સહિત સમજાવો.

તમે એક નાના બહિર્ગોળ અરીસામાં કોઈ ઊંચી ઈમારત/વૃક્ષનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો. આગ્રાના કિલ્લાની એક દીવાલ પર આવો જ એક અરીસો તાજ મહેલની દિશામાં રાખેલ છે. જો તમે આગ્રાના કિલ્લાની મુલાકાતે જાઓ તો તાજ મહેલના સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબને જોવાનો પ્રયત્ન કરજો. તેને સ્પષ્ટરૂપે જોવા માટે તમારે દીવાલ સાથેની અગાશી (terrace) પર યોગ્ય સ્થાને ઊભા રહેવું પડશે.

બહિર્ગોળ અરીસાઓના ઉપયોગો (Uses of convex mirrors)

બહિર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વાહનોમાં પાછળનાં દૃશ્યો જોવા માટેના અરીસા (wing) તરીકે કરવામાં આવે છે. આવા અરીસાઓ વાહનની સાઈડ પર લગાડવામાં આવે છે. જેમાં ડ્રાઇવર તેની / તેણીની પાછળ આવતાં ટ્રાફિકને જોઈ શકે છે, જેથી તે સુરક્ષિત રીતે પોતાનું વાહન ચલાવી શકે. બહિર્ગોળ અરીસાઓ એટલા માટે પસંદ કરવામાં આવે છે કારણ કે તેમના દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબો હંમેશાં નાના પરંતુ ચત્તાં હોય છે. સાથે–સાથે તેમનાં દૃષ્ટિક્ષેત્રો પણ વિશાળ મળે છે કારણ કે તેઓ બહારની તરફ વક્રાકાર હોય છે, તેથી સમતલ અરીસાની સરખામણીમાં બહિર્ગોળ અરીસા ડ્રાઇવરને તેની પાછળનો બહુ મોટો વિસ્તાર દર્શાવી શકે છે.

પ્રશ્નો

1. અંતર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર વ્યાખ્યાયિત કરો.
2. એક ગોળીય અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા 20 cm છે. તેની કેન્દ્રલંબાઈ કેટલી હશે ?
3. એવા અરીસાનું નામ આપો જે વસ્તુનું ચત્તું તથા વિવર્ધિત પ્રતિબિંબ આપે.
4. આપણે વાહનોમાં પાછળનું દૃશ્ય જોવા માટેના અરીસા તરીકે બહિર્ગોળ અરીસાને કેમ પસંદ કરીએ છીએ ?

9.2.3 ગોળીય અરીસા વડે થતા પરાવર્તન માટે સંજ્ઞા–પદ્ધતિ (Sign Convention for Reflection by Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસા વડે થતાં પ્રકાશના પરાવર્તનની ચર્ચા વખતે આપણે એક નિશ્ચિત સંજ્ઞા–પદ્ધતિનું પાલન કરીશું, જેને નવી કાર્તેઝિય યામપદ્ધતિ કહે છે. આ પદ્ધતિમાં અરીસાના ધ્રુવ (P) ને ઊગમબિંદુ તરીકે લેવામાં આવે છે (આકૃતિ 9.9). અરીસાની મુખ્ય અક્ષને યામપદ્ધતિની X–અક્ષ (X'X) તરીકે લેવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ નીચે પ્રમાણે છે –

(i) વસ્તુ હંમેશાં અરીસાની ડાબી બાજુ રાખવામાં આવે છે. એનો અર્થ એ થયો કે વસ્તુ પરથી આવતો પ્રકાશ અરીસા પર ડાબી બાજુથી આપાત થાય છે.

(ii) બધાં જ અંતરો અરીસાના ધ્રુવથી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર માપવામાં આવે છે.

(iii) ઊગમબિંદુ (ધ્રુવ)થી જમણી બાજુ (+X દિશામાં) માપેલ બધાં જ અંતરો ધન અને ઊગમબિંદુથી ડાબી બાજુ (–X દિશામાં) માપેલ બધાં જ અંતરો ઋણ ગણવામાં આવે છે.

(iv) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે ઉપરની તરફ (+Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઊંચાઈ) ધન લેવામાં આવે છે.

(v) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે નીચેની તરફ (–Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઊંચાઈ) ઋણ લેવામાં આવે છે.

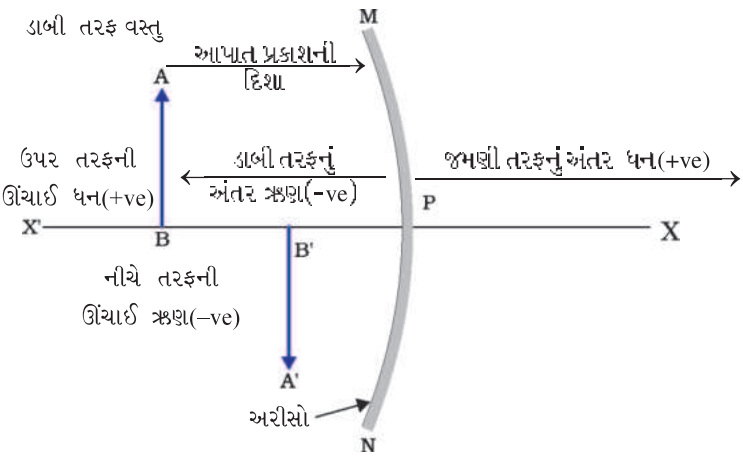
ઉપર વર્ણવેલ નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ તમારા સંદર્ભ માટે આકૃતિ 9.9માં દર્શાવેલ છે. અરીસાનું સૂત્ર મેળવવા તેમજ તેને સંબંધિત દાખલાઓના ઉકેલ માટે આ સંજ્ઞાપદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલ છે.

9.2.4 અરીસાનું સૂત્ર અને મોટવણી (Mirror Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસામાં તેના ધ્રુવથી વસ્તુનું અંતર, વસ્તુઅંતર (u) કહેવાય છે. અરીસાના ધ્રુવથી પ્રતિબિંબનું અંતર, પ્રતિબિંબ અંતર (v) કહેવાય છે. તમને પહેલાથી જ ખ્યાલ છે કે ધ્રુવથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીનું અંતર કેન્દ્રલંબાઈ (f) કહેવાય છે. આ ત્રણેય રાશિઓ વચ્ચે એક સંબંધ છે જેને અરીસાના સૂત્ર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ સૂત્રને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f} \qquad (9.1)$$

આ સૂત્ર બધા જ પ્રકારના ગોળીય અરીસાઓ માટે તેમજ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સાચા છે. દાખલાઓનો ઉકેલ મેળવતી વખતે જ્યારે તમે અરીસાના સૂત્રમાં u, v, f તથા R નાં મૂલ્યો મૂકો ત્યારે તમારે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞા પદ્ધતિનો ઉપયોગ ફરજિયાત કરવો જોઈએ.



આકૃતિ 9.9
ગોળીય અરીસા માટે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ

મોટવણી (Magnification)

ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ વસ્તુના માપની સાપેક્ષે કેટલું વિવર્ધિત છે તેનું સાપેક્ષ પ્રમાણ આપે છે. તેને પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ અને વસ્તુની ઊંચાઈના ગુણોત્તર રૂપે રજૂ કરી શકાય છે. તેને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર m દ્વારા રજૂ કરાય છે.

જો વસ્તુની ઊંચાઈ h હોય તથા પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' હોય તો ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી (m) નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય છે :

$$m=\frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ } (h')}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ } (h)}$$

$$m=\frac{h'}{h} \qquad (9.2)$$

મોટવણી m ને વસ્તુઅંતર (u) તથા પ્રતિબિંબ અંતર (v) સાથે પણ સાંકળી શકાય. તેને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય છે :

$$\text{મોટવણી } (m)=\frac{h'}{h}=-\frac{v}{u} \qquad (9.3)$$

અહીં નોંધો કે વસ્તુની ઊંચાઈ ધન લેવામાં આવે છે કારણ કે મોટે ભાગે વસ્તુ મુખ્ય અક્ષની ઉપર રાખવામાં આવે છે. આભાસી પ્રતિબિંબો માટે પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ ધન લેવી પડે. જ્યારે વાસ્તવિક પ્રતિબિંબો માટે તેને ઋણ લેવામાં આવે છે. મોટવણીના મૂલ્યમાં રહેલા ઋણ ચિહ્નથી પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે તેમ જાણી શકાય છે. મોટવણીના મૂલ્યમાં ધન ચિહ્ન દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી છે.

ઉદાહરણ 9.1

કોઈ વાહનમાં પાછળનાં દ્રશ્યો જોવા માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલ બહિર્ગોળ અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા 3.00 m છે. જો એક બસ અરીસાથી 5.00 m અંતરે આવેલ હોય, તો આ અરીસા વડે મળતાં પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર તથા પરિમાણ નક્કી કરો.

ઉકેલ

વક્રતાત્રિજ્યા $R = +\ 3.00$ m

વસ્તુઅંતર $u = -\ 5.00$ m

પ્રતિબિંબઅંતર $v = ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = R/2 = +\ \frac{3.00\,m}{2} = +\ 1.50$ m (કારણ કે બહિર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર અરીસાની પાછળ છે.)

હવે, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = +\frac{1}{1.50} - \frac{1}{(-5.00)} = \frac{1}{1.50} + \frac{1}{5.00}$

$= \frac{5.00 + 1.50}{7.50}$

$v = \frac{+7.50}{6.50} = +\ 1.15$ m

આમ, પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ 1.15 m અંતરે મળે છે.

મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} = -\frac{1.15\ m}{-5.00\,m}$

$= +\ 0.23$

પ્રતિબિંબ આભાસી, ચત્તુ અને પરિમાણમાં વસ્તુથી 0.23 ગણું નાનું છે.

ઉદાહરણ 9.2

4.0 cm ઊંચાઈની વસ્તુ 15.0 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા કોઈ અંતર્ગોળ અરીસાથી 25.0 cm અંતરે રાખેલ છે. અરીસાથી કેટલા અંતરે પડદાને રાખવો જોઈએ કે જેથી તેના પર સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ પ્રાપ્ત થાય ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર તથા તેની ઊંચાઈ શોધો.

ઉકેલ

વસ્તુઊંચાઈ $h = +\ 4.0$ cm

વસ્તુઅંતર $u = -\ 25.0$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ $f = -15.0$ cm

પ્રતિબિંબઅંતર $v = ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = ?$

સમીકરણ (9.1) પરથી, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-15.0} - \frac{1}{-25.0} = -\frac{1}{15.0} + \frac{1}{25.0}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{-5.0 + 3.0}{75.0} = \frac{-2.0}{75.0}$ અથવા $v = -37.5$ cm

આમ, પડદો 37.5 cm અંતરે રાખવો જોઈએ. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે, તથા મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$.

અથવા $h' = -\frac{vh}{u} = -\frac{(-37.5\text{ cm})\ (+4.0\text{cm})}{(-25.0\text{ cm})}$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = -6.0$ cm

પ્રતિબિંબ ઊલટું અને વિવર્ધિત છે.

પ્રશ્નો

1. 32 cm વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
2. એક અંતર્ગોળ અરીસો તેની સામે 10 cm અંતરે રાખેલ વસ્તુનું ત્રણગણું મોટું (વિવર્ધિત) વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ આપે છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન ક્યાં હશે ?

9.3 પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of Light)

V4L8W5

પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશ સુરેખ પથ પર ગતિ કરતો જોવા મળે છે. જ્યારે પ્રકાશ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે શું થાય છે ? શું તે હજુ પણ સુરેખ પથ પર ગતિ કરે છે કે પોતાની દિશા બદલે છે ? આપણે આપણા રોજબરોજના કેટલાક અનુભવો યાદ કરીશું.

તમે જોયું હશે કે પાણી ભરેલ ટૅન્ક અથવા તળાવની સપાટી ઉપર તરફ ખસેલી (ઊંચકાયેલી) દેખાય છે. તે જ રીતે એક કાચના લંબઘનને મુદ્રિત સાહિત્ય પર રાખી લંબઘનની ઉપરથી જોતાં અક્ષર ઉપર તરફ ખસેલા જોવા મળે છે. આવું કેમ થાય છે ? તમે પાણી ભરેલ ગ્લાસમાં અંશતઃ ડુબાડેલ પેન્સિલ જોઈ છે ? તે હવા તથા પાણીના આંતરપૃષ્ઠ (એટલે કે પાણીની ઉપરની સપાટી) પાસે વાંકી વળેલી જણાય છે. તમે એ પણ જોયું હશે કે, કાચના ગ્લાસમાં રાખેલ લીંબુ તેના વાસ્તવિક માપ કરતાં મોટું દેખાય છે. આ અનુભવો (અવલોકનો)ની સમજૂતી તમે કેવી રીતે આપશો ?

ચાલો આપણે પાણીમાં અંશતઃ ડૂબેલી પેન્સિલ વાંકી દેખાવાના કિસ્સા પર વિચાર કરીએ. પેન્સિલના પાણીમાં ડૂબેલા ભાગ પરથી તમારા સુધી પહોંચતા પ્રકાશનાં કિરણો, પેન્સિલના પાણીથી બહાર રહેલા ભાગની સરખામણીમાં અલગ દિશામાંથી આવતાં જણાય છે. તેના કારણે પેન્સિલ વાંકી વળેલી જણાય છે. આ જ કારણસર અક્ષરોની ઉપર કાચનું ચોસલું રાખીને જોતાં તે ઉપર તરફ ખસેલા જણાય છે.

જો પાણીને બદલે કેરોસીન કે ટર્પેન્ટાઈન જેવા અન્ય કોઈ પ્રવાહીનો ઉપયોગ કરીએ તોપણ પેન્સિલ આટલી જ વાંકી જણાશે ? જો આપણે કાચના ચોસલાને બદલે પારદર્શક પ્લાસ્ટિકના ચોસલાનો ઉપયોગ કરીએ તો ત્યારે પણ અક્ષરો આટલા જ ઉપર ખસેલા જણાશે ? તમે અનુભવશો કે માધ્યમોની અલગ-અલગ જોડ માટે આ અસરની માત્રા અલગ-અલગ છે. આ અવલોકનો દર્શાવે છે કે પ્રકાશ બધાં માધ્યમોમાં એક જ દિશામાં ગતિ કરતો નથી. એવું જોવા મળે છે કે એક માધ્યમમાંથી બીજા

માધ્યમમાં ત્રાંસી રીતે પ્રવેશતાં પ્રકાશનાં ત્રાંસા કિરણના પ્રસરણની દિશા બીજા માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. આ ઘટનાને પ્રકાશનું વક્રીભવન કહે છે. આ ઘટનાને વિસ્તારપૂર્વક સમજવા માટે આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 9.7

- પાણીથી ભરેલ ડોલના તળિયે એક સિક્કો મૂકો.
- તમારી આંખોને પાણીની સપાટી ઉપર એક બાજુ રાખીને સિક્કાને એક જ પ્રયત્નમાં ઉઠાવવાનો પ્રયત્ન કરો ? શું તમે સિક્કો ઉઠાવવામાં સફળ થાઓ છો ?
- આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમે એક જ પ્રયત્નમાં આ કરવામાં સફળ કેમ ન થયા?
- તમારા મિત્રોને આ પ્રવૃત્તિ કરવાનું કહો. તેમની સાથે તમારા અનુભવની સરખામણી કરો.

પ્રવૃત્તિ 9.8

- એક મોટા છીછરા કટોરાને ટેબલ પર રાખી તેમાં એક સિક્કો મૂકો.
- કટોરાથી ધીરે–ધીરે દૂર જાઓ. જ્યારે સિક્કો દેખાવાનો બંધ થાય કે તરત જ ત્યાં અટકી જાઓ.
- તમારા મિત્રને સિક્કાને ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય ધીરે–ધીરે કટોરામાં પાણી ઉમેરવાનું કહો.
- તમારા સ્થાનેથી સિક્કાને જોતા રહો. શું સિક્કો આજ સ્થાનેથી ફરીથી દેખાવા લાગશે ? આ કેવી રીતે શક્ય બને છે ?

કટોરામાં પાણી ભરતાં સિક્કો ફરીથી દેખાવા લાગે છે. પ્રકાશના વક્રીભવનને કારણે સિક્કો પોતાની વાસ્તવિક સ્થિતિથી થોડો ઉપર ખસેલો જોવા મળે છે.

પ્રવૃત્તિ 9.9

- ટેબલ પર રાખેલ એક સફેદ કાગળના પાના પર શાહી (ink)ની જાડી સીધી રેખા દોરો.
- આ રેખા પર એક કાચના ચોસલાને એવી રીતે મૂકો કે તેની કોઈ એક ધાર આ રેખા સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ચોસલાની નીચે આવેલ રેખાના ભાગને બાજુઓ પરથી જુઓ. તમને શું દેખાય છે ? શું કાચના ચોસલાની નીચેની રેખા ધારો [(કિનારીઓ edges)] પાસે વાંકી વળેલી દેખાય છે ?
- હવે કાચના ચોસલાને એવી રીતે રાખો કે જેથી તે રેખાને લંબ હોય. હવે તમે શું જુઓ છો ? શું કાચના ચોસલાની નીચે રેખાનો ભાગ વાંકો વળેલો દેખાય છે ?
- રેખાને કાચના ચોસલાની ઉપરથી જુઓ. શું ચોસલાની નીચે રહેલ રેખાનો ભાગ ઉપર ખસેલો જણાય છે ? આવું કેમ થાય છે ?

9.3.1 કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી પ્રકાશનું વક્રીભવન

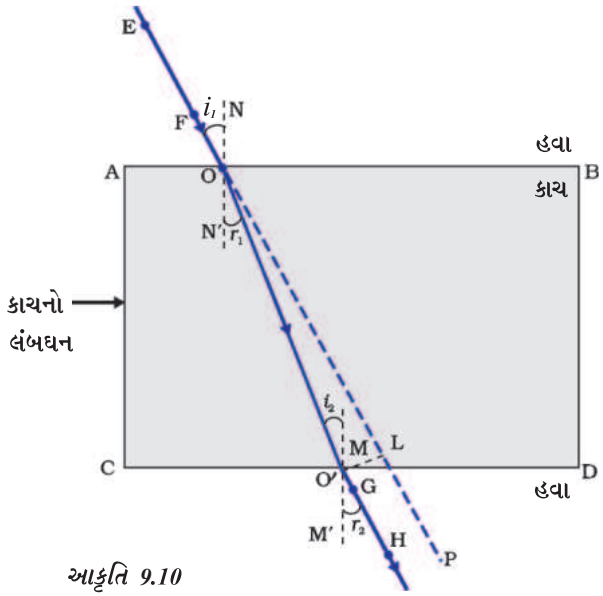
(Refraction through a Rectangular Glass Slab)

કાચના ચોસલામાંથી થતા પ્રકાશના વક્રીભવનને સમજવા માટે ચાલો આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 9.10

- ડ્રૉઇંગ બોર્ડ પર ડ્રૉઇંગ પિનોની મદદથી એક સફેદ કાગળનું પાનું લગાડો.
- પાના પર મધ્યમાં એક લંબઘનને મૂકો.
- પેન્સિલથી લંબઘનની સીમાઓ દોરો. તેને ABCD નામ આપીએ.
- ચાર એકસમાન ટાંકણીઓ લો.
- બે ટાંકણીઓ ધારો કે E તથા F ઊર્ધ્વ સમતલમાં એવી રીતે લગાડો કે જેથી તેમને જોડતી રેખા AB ધાર સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ટાંકણીઓ E તથા F નાં પ્રતિબિંબોને વિરુદ્ધ સપાટી પરથી જુઓ. બીજી બે ટાંકણીઓ ધારો કે G તથા H ને એવી રીતે લગાડો કે જેથી આ ટાંકણીઓ તથા E અને F નાં પ્રતિબિંબ એક સીધી રેખા પર આવેલાં હોય.
- ટાંકણીઓ તથા લંબઘનને દૂર કરો.
- ટાંકણીઓ E તથા F ની અણીઓ (tip)ના સ્થાનને જોડો તથા આ રેખાને AB સુધી લંબાવો. ધારો કે EF, ABને બિંદુ O પાસે મળે છે. આ જ રીતે ટાંકણીઓ G તથા H ની અણીઓના સ્થાનને જોડો તથા મળતી રેખાને CD ધાર સુધી લંબાવો. ધારો કે HG, CD ને O′ પાસે મળે છે.
- O તથા O′ ને જોડો. EF ને પણ P સુધી લંબાવો, જે આકૃતિ 9.10માં તૂટક રેખા વડે દર્શાવેલ છે.

આ પ્રવૃત્તિમાં તમે નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણ બિંદુ O તથા O′ પાસે પોતાની દિશા બદલે છે. નોંધો કે બંને બિંદુ O તથા O′ બે પારદર્શી માધ્યમોને છૂટા પાડતી સપાટીઓ પર આવેલા છે. O પાસે ABને લંબ NN′ દોરો તથા O′ બિંદુએ CDને લંબ MM′ દોરો. બિંદુ O પાસે પ્રકાશનું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં એટલે કે હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. અહીં નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળે છે. બિંદુ O′ પાસે પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં એટલે કે ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે. અહીં પ્રકાશનું કિરણ લંબથી દૂર જાય છે. બંને વક્રીકારક સપાટીઓ AB અને CD પાસે આપાતકોણ તથા વક્રીભવનકોણનાં મૂલ્યોની સરખામણી કરો.



આકૃતિ 9.10
કાચના લંબઘન ચોસલા વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન

આકૃતિ 9.10માં EO કિરણ સપાટી AB પર ત્રાંસું આપાત થાય છે. તેને આપાતકિરણ કહે છે. OO′ વક્રીભૂતકિરણ છે તથા O′H નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે નિર્ગમનકિરણ, આપાત-કિરણની દિશાને સમાંતર છે. આવું કેમ થાય છે ? કાચના લંબઘન ચોસલાની સામસામેની સપાટીઓ AB (હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ) તથા CD (કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ) પર પ્રકાશના કિરણના વાંકા વળવાનું પ્રમાણ સમાન અને વિરુદ્ધ હોય છે. આ જ કારણસર નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. જોકે પ્રકાશનું કિરણ થોડું બાજુ પર ખસે છે. જો પ્રકાશનું કિરણ બે માધ્યમોના આંતરપૃષ્ઠને લંબરૂપે આપાત થાય તો શું થશે ? જાતે કરો અને શોધો.

હવે તમે પ્રકાશના વક્રીભવનથી પરિચિત છો. પ્રકાશના એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજામાં પ્રવેશ કરતી વખતે તેના વેગમાં થતાં ફેરફારને કારણે વક્રીભવનની ઘટના બને છે. પ્રયોગો દર્શાવે છે કે પ્રકાશનું વક્રીભવન નિશ્ચિત નિયમોને આધીન થાય છે.

પ્રકાશના વક્રીભવનના નિયમો નીચે પ્રમાણે છે :

(i) આપાતકિરણ, વક્રીભૂતકિરણ અને બે માધ્યમોની આંતર સપાટીને આપાતબિંદુએ દોરેલો લંબ એક જ સમતલમાં હોય છે.

(ii) પ્રકાશના આપેલ રંગ તથા માધ્યમોની આપેલ જોડ માટે આપાતકોણના સાઈન અને વક્રીભૂતકોણના સાઈનનો ગુણોત્તર અચળ રહે છે. આ નિયમ સ્નેલના નિયમ તરીકે ઓળખાય છે. (જે ખૂણા $0 < i < 90°$ માટે સાચું છે.)

જો આપાતકોણ i અને વક્રીભૂતકોણ r હોય તો,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{અચળ} \qquad (9.4)$$

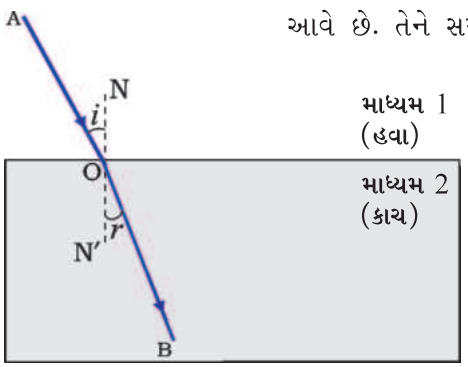
આ અચળ મૂલ્યને પ્રથમ માધ્યમની સાપેક્ષે બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક (refractive index) કહે છે. ચાલો વક્રીભવનાંક વિશે થોડું વિસ્તારપૂર્વક અધ્યયન કરીએ.

9.3.2 વક્રીભવનાંક (The Refractive Index)

તમે અગાઉ અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છો કે જ્યારે પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે બીજા માધ્યમમાં તે પોતાની દિશા બદલે છે. આપેલ કોઈ બે માધ્યમોની જોડ માટે થતા દિશાના પરિવર્તનની માત્રા (પ્રમાણ)ને વક્રીભવનાંકના પદમાં રજૂ કરવામાં આવે છે, જે સમીકરણ 9.4માં જમણી બાજુ આવતો 'અચળ' છે.

જુદાં–જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશના પ્રસરણની સાપેક્ષ ઝડપ તરીકે ઓળખાતી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૌતિકરાશિ સાથે વક્રીભવનાંકને સાંકળી શકાય છે. તેવું જોવા મળે છે કે જુદાં–જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશ જુદી–જુદી ઝડપે પ્રસરણ પામે છે. પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં સૌથી વધુ 3×10^8 m/s ની ઝડપે ગતિ કરે છે. હવામાં પ્રકાશની ઝડપ શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષે સહેજ જ ઓછી હોય છે. જ્યારે કાચ કે પાણીમાં તે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઘટે છે. બે માધ્યમોની જોડ માટે વક્રીભવનાંકનું મૂલ્ય નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બંને માધ્યમોમાં પ્રકાશની ઝડપ પર આધારિત છે.

આકૃતિ 9.11 માં દર્શાવ્યા અનુસાર પ્રકાશના એક કિરણનો વિચાર કરો જે માધ્યમ-1 થી માધ્યમ-2 માં ગતિ કરી રહ્યું છે. ધારો કે માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ v_1 તથા માધ્યમ-2માં ઝડપ v_2 છે. માધ્યમ-1ની સાપેક્ષે માધ્યમ-2 નો વક્રીભવનાંક, માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ તથા માધ્યમ-2માં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે. જેને n_{21} સંજ્ઞા વડે રજૂ કરવામાં આવે છે. તેને સમીકરણના સ્વરૂપે નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :



આકૃતિ 9.11

$$n_{21} = \frac{\text{માધ્યમ1માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ2માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (9.5)$$

આ જ દલીલ મુજબ માધ્યમ-2ની સાપેક્ષે માધ્યમ-1નો વક્રીભવનાંક n_{12} વડે દર્શાવાય છે. તે નીચે પ્રમાણે આપી શકાય :

$$n_{12} = \frac{\text{માધ્યમ2માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ1માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_2}{v_1} \qquad (9.6)$$

જો માધ્યમ-1 શૂન્યાવકાશ કે હવા હોય તો માધ્યમ-2નો વક્રીભવનાંક શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષે ગણાય છે. તેને માધ્યમનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક કહે

છે. તેને ફક્ત n_2 વડે દર્શાવાય છે. જો હવામાં પ્રકાશની ઝડપ c હોય અને માધ્યમમાં ઝડપ v હોય, તો માધ્યમનો વક્રીભવનાંક n_m નીચે પ્રમાણે અપાય છે :

$$n_m = \frac{\text{હવામાં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{c}{v} \qquad (9.7)$$

માધ્યમના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંકને ફક્ત વક્રીભવનાંક કહે છે. કોષ્ટક 9.3 માં કેટલાંક માધ્યમોના વક્રીભવનાંકો દર્શાવેલ છે. કોષ્ટક પરથી તમે જાણી શકો છો કે, પાણીનો વક્રીભવનાંક $n_w = 1.33$ છે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવામાં પ્રકાશની ઝડપ તથા પાણીમાં પ્રકાશની ઝડપનો ગુણોત્તર 1.33 છે. તે જ રીતે ક્રાઉન કાચનો વક્રીભવનાંક $n_g = 1.52$ છે. આ પ્રકારની માહિતી ઘણી જગ્યાએ ઉપયોગી થાય છે. જોકે તમારે આ માહિતી યાદ રાખવાની જરૂર નથી.

કોષ્ટક 9.3 કેટલાંક દ્રવ્ય માધ્યમોના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક

દ્રવ્ય માધ્યમ (Material medium)	વક્રીભવનાંક	દ્રવ્ય માધ્યમ (Material medium)	વક્રીભવનાંક
હવા	1.0003	કેનેડા બાલસમ	1.53
બરફ	1.31		
પાણી	1.33	ખનિજ મીઠું	1.54
આલ્કોહોલ	1.36		
કેરોસીન	1.44	કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ	1.63
ફ્યુઝ્ડ ક્વાર્ટઝ	1.46		
		સઘન (dense) ફ્લિંન્ટ કાચ	1.65
ટર્પેન્ટાઇન તેલ	1.47	રૂબી (માણિક્ય)	1.71
બેન્ઝિન	1.50		
		નીલમ	1.77
ક્રાઉન કાચ	1.52	હીરો	2.42

કોષ્ટક 9.3 પરથી નોંધો કે પ્રકાશીય દૃષ્ટિએ વધુ ઘટ્ટ માધ્યમ, વધુ દળ ઘનતા ધરાવતું હોવું જરૂરી નથી. ઉદાહરણ તરીકે કેરોસીનનો વક્રીભવનાંક પાણી કરતાં વધારે હોવાથી તે પ્રકાશીય દૃષ્ટિએ પાણી કરતાં વધુ ઘટ્ટ છે છતાં તેની દળ ઘનતા પાણી કરતાં ઓછી છે.

ચર્ચા કરીએ !

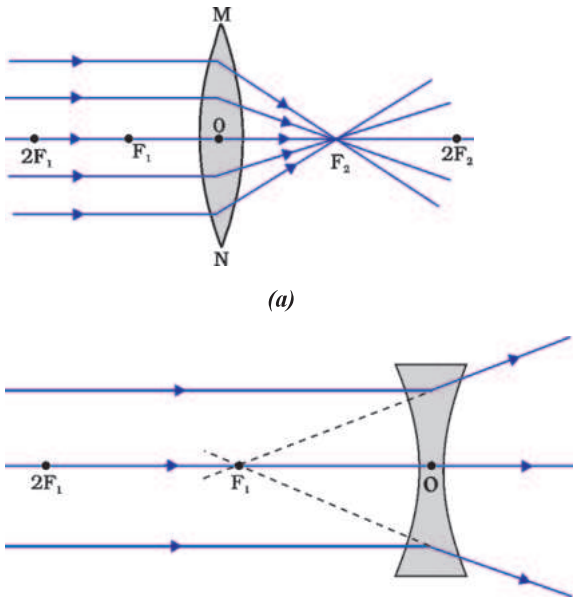
કોઈ માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશને વક્રીભૂત કરવાની ક્ષમતાને તેની પ્રકાશીય ઘનતા દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે. પ્રકાશીય ઘનતાને ચોક્કસ સૂચિતાર્થ છે. તે દળ ઘનતા જેવું જ નથી. આ પ્રકરણમાં આપણે 'પાતળું માધ્યમ' તથા 'ઘટ્ટ માધ્યમ' શબ્દોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વાસ્તવમાં તેનો અર્થ અનુક્રમે 'પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ' તથા 'પ્રકાશીય ઘટ્ટ માધ્યમ' છે. આપણે ક્યારે એમ કહી શકીએ કે, કોઈ માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘટ્ટ છે ? બે માધ્યમોની સરખામણી કરતી વખતે વધારે વક્રીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘટ્ટ છે. જ્યારે બીજું ઓછો વક્રીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ છે. પાતળા માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ ઘટ્ટ માધ્યમની સાપેક્ષે વધારે હોય છે. આમ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં જતી વખતે પ્રકાશનું કિરણ ધીમું પડે છે તથા લંબ તરફ વાંકું વળે છે. જ્યારે તે ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે ત્યારે તેની ઝડપ વધી જાય છે તથા તે લંબથી દૂર જાય છે.

પ્રશ્નો

1. હવામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ પાણીમાં ત્રાંસું પ્રવેશે છે. શું પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળશે કે લંબથી દૂર જશે ? કેમ ?
2. પ્રકાશ હવામાંથી 1.50 વક્રીભવનાંક ધરાવતી કાચની પ્લેટમાં પ્રવેશે છે. કાચમાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી હશે ? શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ 3×10^8 m s^{-1} છે.
3. કોષ્ટક 9.3 માંથી સૌથી વધુ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ શોધો. લઘુત્તમ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ પણ શોધો.
4. તમને કેરોસીન, ટર્પેન્ટાઇન તથા પાણી આપેલ છે. આ પૈકી શેમાં પ્રકાશ સૌથી વધુ ઝડપથી ગતિ કરશે ? કોષ્ટક 9.3 માં આપેલ માહિતીનો ઉપયોગ કરો.
5. હીરાનો વક્રીભવનાંક 2.42 છે. આ વિધાનનો શું અર્થ થાય ?

9.3.3 ગોળીય લેન્સ દ્વારા થતું વક્રીભવન (Refraction by Spherical Lenses)

ઘડિયાળીને અત્યંત સૂક્ષ્મ ભાગોને જોવા માટે બિલોરી કાચનો ઉપયોગ કરતા તમે જોયા હશે. શું તમે આવા બિલોરી કાચની સપાટીને તમારા હાથ વડે સ્પર્શ કર્યો છે ખરો ? તે સમતલ સપાટી છે કે વક્ર ? શું એ મધ્યમાં જાડો છે કે ધાર પાસે ? ચશ્માંમાં વપરાતા કાચ અને ઘડિયાળી જે કાચ ઉપયોગમાં લે છે તે લેન્સનાં ઉદાહરણો છે. લેન્સ શું છે ? તે પ્રકાશનાં કિરણોને કેવી રીતે વાંકાં વાળે છે ? આપણે આ વિભાગમાં આ અંગેની ચર્ચા કરીશું.



આકૃતિ 9.12
(a) બહિર્ગોળ લેન્સનું અભિસરણ કાર્ય (b) અંતર્ગોળ લેન્સનું અપસરણ કાર્ય

જેની એક અથવા બંને સપાટીઓ વક્ર હોય, તેવું પારદર્શક દ્રવ્ય લેન્સની રચના કરે છે. આનો અર્થ એ થયો કે લેન્સ ઓછામાં ઓછી એક વક્રસપાટી વડે ઘેરાયેલો છે. આવા લેન્સની બીજી સપાટી સમતલ હોય છે. લેન્સની બંને સપાટીઓ બહારની તરફ ઉપસેલી હોય તો તેને દ્વિ-બહિર્ગોળ લેન્સ કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે બહિર્ગોળ લેન્સ કહે છે. આ લેન્સ કિનારીની સાપેક્ષે મધ્યમાંથી જાડો હોય છે. બહિર્ગોળ લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 9.12 (a)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અભિસરણ કરે છે. તેથી બહિર્ગોળ લેન્સને અભિસારી લેન્સ પણ કહે છે. આ જ પ્રમાણે દ્વિ-અંતર્ગોળ લેન્સની બંને સપાટીઓ અંદર તરફ વળેલી હોય છે. તે મધ્ય કરતાં છેડાઓ પાસેથી જાડો હોય છે. આવા લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 9.12 (b)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અપસરણ કરે છે. આવા લેન્સને અપસારી લેન્સ પણ કહે છે. દ્વિ-અંતર્ગોળ લેન્સને સામાન્ય રીતે અંતર્ગોળ લેન્સ કહે છે.

બહિર્ગોળ લેન્સ અથવા અંતર્ગોળ લેન્સને બે વક્રસપાટીઓ હોય છે. આ દરેક વક્રસપાટી ગોળાનો જ એક ભાગ હોય છે. આ ગોળાઓનાં કેન્દ્રોને લેન્સનાં વક્રતાકેન્દ્રો કહે છે. સામાન્ય રીતે લેન્સના વક્રતાકેન્દ્રને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સને બે વક્રતાકેન્દ્રો હોવાથી આપણે તેમને

C_1 અને C_2 વડે દર્શાવીએ છીએ. લેન્સના બંને વક્રતાકેન્દ્રોમાંથી પસાર થતી કાલ્પનિક રેખાને તેની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. લેન્સના કેન્દ્રબિંદુને તેનું પ્રકાશીય કેન્દ્ર કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર O વડે દર્શાવાય છે. લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતાં પ્રકાશનું કિરણ કોઈ પણ પ્રકારનું વિચલન અનુભવ્યા સિવાય પસાર થાય છે. ગોળીય લેન્સની વર્તુળાકાર કિનારીના અસરકારક વ્યાસને લેન્સનું મુખ (aperture) કહે છે. આપણે આ પ્રકરણમાં આપણી ચર્ચા એવા જ લેન્સ પૂરતી મર્યાદિત રાખીશું કે જેનું મુખ (aperture) તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય. આવા લેન્સને નાના મુખવાળા પાતળા લેન્સ કહે છે. જ્યારે લેન્સ પર પ્રકાશનાં સમાંતર કિરણો આપાત કરવામાં આવે છે ત્યારે શું થાય છે ? આ સમજવા માટે ચાલો એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 9.11

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિ કરતી વખતે સૂર્યને સીધો નરી આંખે કે લેન્સમાંથી જોવો નહિ. એમ કરવાથી તમારી આંખને નુકસાન થઈ શકે છે.

- લેન્સને સૂર્ય તરફ રાખીને હાથ વડે પકડી રાખો.
- એક કાગળ પર સૂર્યમાંથી આવતાં કિરણોને કેન્દ્રિત કરો. સૂર્યનું તીક્ષ્ણ અને પ્રકાશિત પ્રતિબિંબ મેળવો.
- આ સ્થિતિમાં કાગળ અને લેન્સને થોડો સમય પકડી રાખો. કાગળનું નિરીક્ષણ કરતાં રહો. શું થાય છે ? કેમ ? પ્રવૃત્તિ 9.2 માં તમારા અનુભવને યાદ કરો.

કાગળ ધુમાડો ઉત્પન્ન કરી સળગવાનું શરૂ કરે છે. થોડા સમય પછી તેમાં આગ પણ લાગી શકે છે. આવું શાથી થયું ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ સમાંતર કિરણો રચે છે. આ કિરણો લેન્સ દ્વારા કાગળ પરના એક તીવ્ર પ્રકાશિત ટપકા પર કેન્દ્રિત થયેલાં છે. ખરેખર તમને કાગળ પર મળતું પ્રકાશિત ટપકું, સૂર્યનું વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ છે. આ બિંદુ પાસે થતા સૂર્યપ્રકાશના કેન્દ્રીકરણે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરી. તેના કારણે કાગળ સળગી ઊઠે છે.

હવે આપણે લેન્સના મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો ધ્યાનમાં લઈશું. આવાં કિરણોને તમે લેન્સમાંથી પસાર કરશો તો શું થશે ? આ બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 9.12 (a) તથા અંતર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 9.12 (b)માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 9.12(a)ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો બહિર્ગોળ લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામ્યા બાદ મુખ્ય અક્ષ પરના કોઈ એક બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને બહિર્ગોળ લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટેની ક્રિયા જોઈએ.

આકૃતિ 9.12 (b) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો અંતર્ગોળ લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી મુખ્ય અક્ષ પરના કોઈ એક બિંદુમાંથી અપસરણ પામતા હોય તેમ જણાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને અંતર્ગોળ લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે.

જો તમે લેન્સની બીજી બાજુએથી સમાંતર કિરણો પસાર કરો તો તમને વિરુદ્ધ બાજુ લેન્સનું બીજું મુખ્ય કેન્દ્ર મળશે. લેન્સનાં મુખ્ય કેન્દ્રને દર્શાવવા માટે સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર Fનો ઉપયોગ થાય છે. જોકે લેન્સને બે મુખ્ય કેન્દ્રો હોય છે. તેમને F_1 અને F_2 વડે દર્શાવાય છે. પ્રકાશીય કેન્દ્રથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીના અંતરને લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે. કેન્દ્રલંબાઈને દર્શાવવા માટે મૂળાક્ષર f નો ઉપયોગ થાય છે. તમે બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ કેવી રીતે શોધશો ? પ્રવૃત્તિ 9.11 ને પુનઃ યાદ કરો. આ પ્રવૃત્તિમાં લેન્સના સ્થાન અને સૂર્યના પ્રતિબિંબના સ્થાન વચ્ચેનું અંતર લેન્સની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ આપે છે.

9.3.4 લેન્સ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Lenses)

લેન્સ પ્રકાશનું વક્રીભવન કરીને પ્રતિબિંબ રચે છે. લેન્સ પ્રતિબિંબ કેવી રીતે રચે છે ? તેનો પ્રકાર કેવો છે ? ચાલો, પહેલાં બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 9.12

- એક બહિર્ગોળ લેન્સ લો. પ્રવૃત્તિ 9.11માં વર્ણવ્યા પ્રમાણે તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
- એક લાંબા ટેબલ પર ચૉક વડે પાંચ સમાંતર રેખાઓ એવી રીતે દોરો કે ક્રમિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય.
- લેન્સને લેન્સ–સ્ટૅન્ડમાં મૂકો. સ્ટૅન્ડને મધ્યમાં આવેલી રેખા પર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી લેન્સનું પ્રકાશીય કેન્દ્ર બરોબર રેખા પર આવે.
- લેન્સની બંને બાજુએ આવેલી રેખાઓ અનુક્રમે લેન્સના F અને 2F ને અનુરૂપ છે. આ રેખાઓને અનુક્રમે $2F_1$, F_1, F_2 અને $2F_2$ વડે દર્શાવો.
- એક સળગતી મીણબત્તીને ડાબી બાજુ $2F_1$ થી ઘણા દૂર અંતરે ગોઠવો. લેન્સની બીજી તરફ તેનું સ્પષ્ટ અને તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવો.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ નોંધો.
- વસ્તુને $2F_1$ થી થોડી જ દૂર, F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે, F_1 પર તથા F_1 અને O ની વચ્ચે રાખી આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમારાં અવલોકનોને કોષ્ટકમાં નોંધો.

બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતા પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ કોષ્ટક 9.4 માં દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 9.4 બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_2 પર	અત્યંત નાનું બિંદુવત્	વાસ્તવિક અને ઊલટું
$2F_1$ થી દૂર	F_2 અને $2F_2$ ની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
$2F_1$ પર	$2F_2$ પર	તે જ માપનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે	$2F_2$ થી દૂર	મોટું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 પર	અનંત અંતરે	અત્યંત મોટું અથવા ખૂબ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઊલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	વસ્તુ લેન્સની જે તરફ હોય તે જ બાજુ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચત્તું

ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટે પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણનો અભ્યાસ કરવા માટેની પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 9.13

- એક અંતર્ગોળ લેન્સ લો. તેને લેન્સ–સ્ટૅન્ડ પર મૂકો.
- સળગતી મીણબત્તીને લેન્સની કોઈ એક તરફ મૂકો.
- લેન્સની બીજી તરફથી લેન્સ મારફતે પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો. પ્રતિબિંબને જો શક્ય હોય તો કોઈ પડદા પર મેળવવાનો પ્રયત્ન કરો. જો શક્ય ન હોય, તો પ્રતિબિંબને સીધું લેન્સમાંથી જુઓ.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ નોંધો.
- મીણબત્તીને લેન્સથી દૂર ખસેડો. પ્રતિબિંબના કદમાં થતો ફેરફાર નોંધો. જ્યારે મીણબત્તીને લેન્સથી ઘણી દૂર મૂકવામાં આવે ત્યારે પ્રતિબિંબનું કદ કેવું બને છે ?

આ પ્રવૃત્તિનો સારાંશ નીચેના કોષ્ટક 9.5 માં આપેલ છે :

કોષ્ટક 9.5 અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 પર	અત્યંત સૂક્ષ્મ, બિંદુવત્	આભાસી અને ચત્તું
અનંત અંતર અને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર O ની વચ્ચે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચત્તું

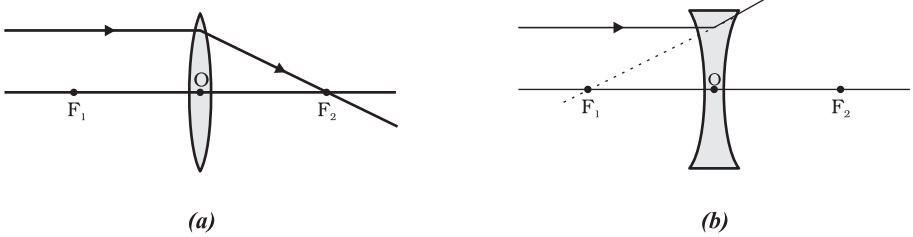
આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ તારવ્યો ? વસ્તુનું સ્થાન ગમે ત્યાં હોય તોપણ અંતર્ગોળ લેન્સ હંમેશાં આભાસી, ચત્તું અને નાનું પ્રતિબિંબ આપે છે.

9.3.5 કિરણાકૃતિના ઉપયોગ દ્વારા લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનું નિરૂપણ

(Image Formation in Lenses Using Ray Diagrams)

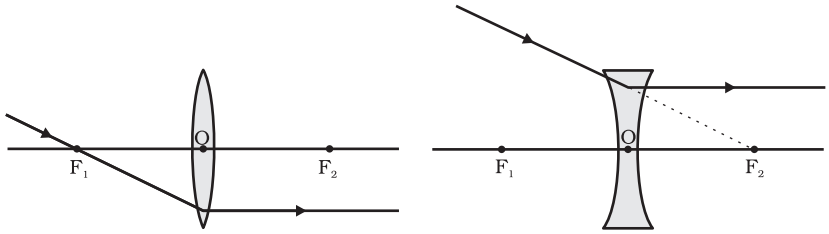
આપણે લેન્સ વડે રચાતા પ્રતિબિંબને કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ દર્શાવી શકીએ. કિરણાકૃતિ આપણને લેન્સ વડે રચાતા પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ જાણવામાં હંમેશાં મદદરૂપ થાય છે. લેન્સ માટે કિરણાકૃતિ દોરવા માટે આપણે વક્ર અરીસાની જેમ જ નીચેના પૈકી કોઈ પણ બે કિરણોને ધ્યાનમાં લઈશું –

(i) વસ્તુ પરથી આવતું મુખ્ય અક્ષને સમાંતર પ્રકાશનું કિરણ બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વક્રીભવન પામી આકૃતિ 9.13 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સની બીજી તરફના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 9.13 (b) માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કિરણ લેન્સની તે જ બાજુ પરના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી અપસરણ પામતું હોય તેવો ભાસ થાય છે.

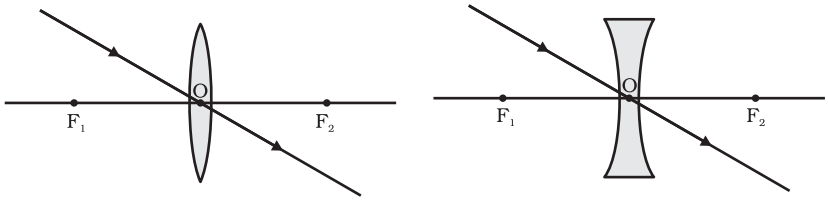


(a) *(b)*

આકૃતિ 9.13



(a) આકૃતિ 9.14 (b)



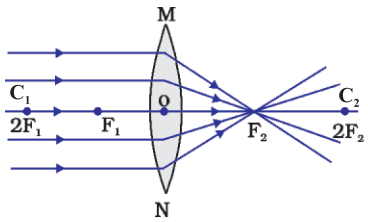
(a) (b)

આકૃતિ 9.15

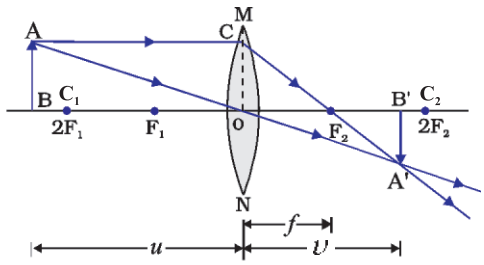
(ii) બહિર્ગોળ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ લેન્સમાંથી વકીભવન પામી આકૃતિ 9.14 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 9.14 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ જતું લાગે તેવું આપાતકિરણ લેન્સમાંથી વકીભવન પામી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે.

(iii) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ વિચલન પામ્યા સિવાય નિર્ગમન પામે છે. જે આકૃતિ 9.15 (a) તથા 9.15 (b)માં દર્શાવ્યું છે.

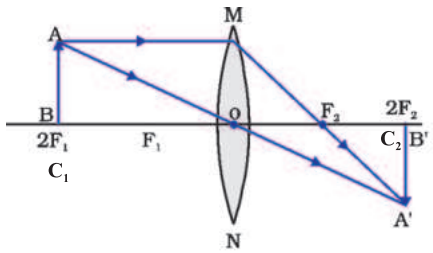
બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં–જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 9.16 માં દર્શાવી છે. અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં–જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 9.17 માં દર્શાવેલ છે.



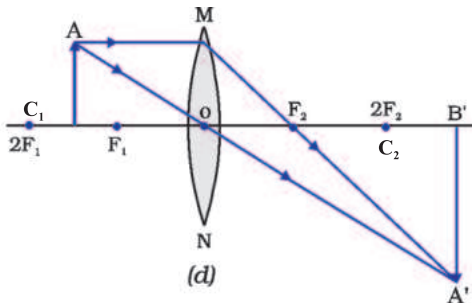
(a)



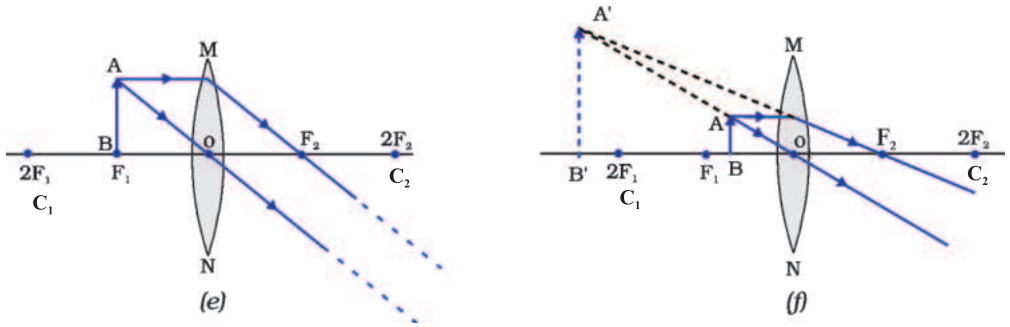
(b)



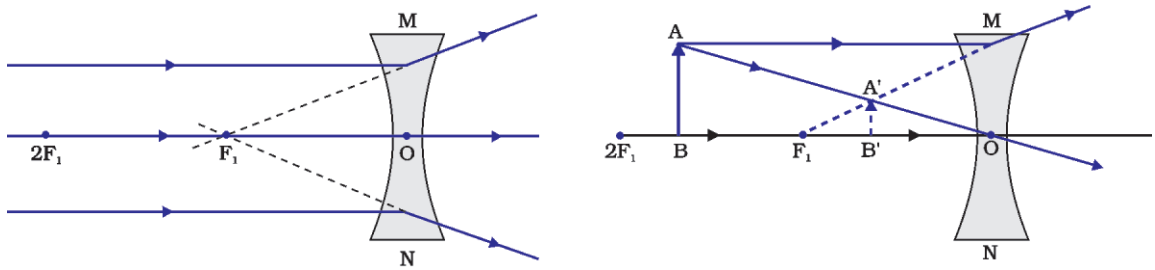
(c)



(d)



આકૃતિ 9.16 બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર



આકૃતિ 9.17 અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર

9.3.6 ગોળીય લેન્સ માટે સંજ્ઞા–પ્રણાલી
(Sign Convention for Spherical Lenses)

લેન્સ માટે આપણે ગોળીય અરીસા માટે ઉપયોગમાં લીધેલ સંજ્ઞા–પ્રણાલીને જ અનુસરીશું. આ સંજ્ઞા–પ્રણાલીના નિયમો લાગુ પાડીશું સિવાય કે તમામ અંતરોને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રથી માપવામાં આવે છે. સંજ્ઞા–પ્રણાલી પ્રમાણે બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ છે. તમારે u, v, f, વસ્તુઊંચાઈ h અને પ્રતિબિંબ–ઊંચાઈ h' માટે યોગ્ય ચિહ્નો વાપરવા માટેની કાળજી રાખવી પડશે.

9.3.7 લેન્સનું સૂત્ર અને મોટવણી
(Lens Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસાની જેમ ગોળીય લેન્સ માટે પણ આપણને સૂત્ર મળે છે. આ સૂત્ર વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબઅંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ(f)વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે. લેન્સનું સૂત્ર નીચે મુજબ દર્શાવવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (9.8)$$

ઉપર દર્શાવેલ લેન્સનું સૂત્ર વ્યાપક અને કોઈ પણ ગોળીય લેન્સની કોઈ પણ સ્થિતિ માટે સાચું છે. લેન્સ સંબંધિત દાખલાઓ ગણતી વખતે જુદી–જુદી રાશિઓનાં મૂલ્ય મૂકતી વખતે સંજ્ઞા બાબતે યોગ્ય કાળજી રાખવી જરૂરી છે.

મોટવણી (Magnification)

લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી ગોળીય અરીસાથી મળતી મોટવણીની જેમ જ પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ અને વસ્તુની ઊંચાઈના ગુણોત્તર વડે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર m વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જો વસ્તુની ઊંચાઈ h અને લેન્સ વડે મળતાં પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' હોય, તો લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી,

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ}}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ}} = \frac{h'}{h} \qquad (9.9)$$

પરથી મળે છે.

લેન્સની મોટવણી વસ્તુઅંતર (u) અને પ્રતિબિંબઅંતર (v) સાથે પણ સંબંધિત છે. આ સંબંધ નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે :

$$\text{મોટવણી } (m) = h' / h = v/u \qquad (9.10)$$

ઉદાહરણ 9.3

એક અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ 15 cm છે. વસ્તુને લેન્સથી કેટલા અંતરે રાખવી જોઈએ કે જેથી તેનું પ્રતિબિંબ લેન્સથી 10 cm દૂર મળે ? લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી પણ શોધો.

ઉકેલ

અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી, ચત્તું અને લેન્સથી વસ્તુ તરફની બાજુએ જ મળે છે.

પ્રતિબિંબઅંતર v $= -10$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ f $= -15$ cm

વસ્તુઅંતર u $= (?)$

હવે, $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા, $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$

$$\therefore \frac{1}{u} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{(-15)} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{-3+2}{30} = \frac{1}{-30}$$

અથવા $u = -30$ cm

આમ, વસ્તુઅંતર 30 cm મળે છે.

મોટવણી $m = \frac{v}{u}$

$$m = \frac{-10\,\text{cm}}{-30\,\text{cm}} = \frac{1}{3} \approx +0.33$$

ધન સંજ્ઞા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું છે તથા પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ કરતાં ત્રીજા ભાગનું છે.

ઉદાહરણ 9.4

2 cm ઊંચાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિર્ગોળ લેન્સની મુખ્ય અક્ષ પર અક્ષને લંબ રહે તે રીતે મૂકેલી છે. લેન્સથી વસ્તુનું અંતર 15 cm છે. પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ શોધો. તેની મોટવણી પણ શોધો.

ઉકેલ

વસ્તુની ઊંચાઈ h $= + 2.0$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ f $= + 10$ cm

વસ્તુઅંતર u $= -15$ cm

પ્રતિબિંબઅંતર v $= ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' $= ?$

હવે, $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા, $\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{(-15)} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2+3}{30} = \frac{1}{30}$$

$$v = + 30 \text{ cm}$$

v ની ધન સંજ્ઞા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ પ્રકાશીય કેન્દ્રની બીજી તરફ 30 cm જેટલા અંતરે રચાશે. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે.

મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$ અથવા $h' = h\left(\frac{v}{u}\right)$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = 2\left(\frac{30\text{cm}}{-15\text{cm}}\right) = -4.0$ cm

મોટવણી $m = \frac{v}{u}$

અથવા $\text{m} = \frac{+30\text{cm}}{-15\text{cm}} = -2$

m અને h' નાં ઋણ ચિહ્નો, દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે. તે મુખ્ય અક્ષની નીચે તરફ રચાય છે. આમ, 4 cm ઊંચાઈનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સની બીજી તરફ 30 cm અંતરે રચાય છે. પ્રતિબિંબ બે ગણું મોટું છે.

9.3.8 લેન્સનો પાવર (Power of a Lens)

તમે શીખી ગયાં છો કે પ્રકાશકિરણોનું અભિસરણ કે અપસરણ કરવાની લેન્સની ક્ષમતાનો આધાર તેની કેન્દ્રલંબાઈ પર છે. દા.ત., ટૂંકી કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ, પ્રકાશનાં કિરણોને મોટા કોણે વાંકાં વાળે છે અને તેમને પ્રકાશીય કેન્દ્રની નજીક કેન્દ્રિત કરે છે. આ જ પ્રમાણે ટૂંકી કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ, મોટી કેન્દ્રલંબાઈના લેન્સ કરતાં વધારે અપસરણ કરે છે. પ્રકાશનાં કિરણોના અભિસરણ કે અપસરણનું પ્રમાણ લેન્સના પાવરના પદમાં દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્તને લેન્સના પાવર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર P વડે દર્શાવવામાં આવે છે. f કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા લેન્સનો પાવર P,

$$\text{P} = \frac{1}{f} \qquad (9.11)$$

લેન્સના પાવરનો SI એકમ 'ડાયોપ્ટર' (diopter) છે. તેને મૂળાક્ષર D વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જો f ને મીટરમાં દર્શાવવામાં આવે તો પાવરને ડાયોપ્ટરમાં દર્શાવાય છે. આમ, 1 ડાયોપ્ટર એ એવા લેન્સનો પાવર છે કે જેની કેન્દ્રલંબાઈ 1 મીટર હોય. 1 D = $1m^{-1}$. તમે એ નોંધ્યું હશે કે, *બહિર્ગોળ લેન્સનો પાવર ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર ઋણ છે.*

ઑપ્ટિશિયન શુદ્ધિકારક લેન્સને પાવર વડે દર્શાવે છે. ધારો કે સૂચવેલ લેન્સનો પાવર + 2.0 D છે. એનો અર્થ એમ થાય કે સૂચવેલ લેન્સ બહિર્ગોળ લેન્સ છે. આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ + 0.5 m છે. આ જ પ્રમાણે – 2.5 D ના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ – 0.40 m છે. આ લેન્સ અંતર્ગોળ છે.

વધુ જાણવા જેવું !

ઘણાં પ્રકાશીય ઉપકરણોમાં એક કરતાં વધારે લેન્સ હોય છે. પ્રતિબિંબની મોટવણી તથા તીક્ષ્ણતા વધારવા માટે લેન્સનું સંયોજન કરવામાં આવે છે. સંયોજનમાં રાખેલા લેન્સનો કુલ પાવર દરેક લેન્સના વ્યક્તિગત પાવર P_1, P_2, P_3, ... ના બૈજીક સરવાળા જેટલો હોય છે.

$P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$

આંખના ડૉક્ટરો માટે કેન્દ્રલંબાઈની જગ્યાએ લેન્સના પાવરનો ઉપયોગ ઘણો અનુકૂળ રહે છે. આંખની તપાસ કરતી વખતે ડૉક્ટર ટેસ્ટિંગ માટેની ચશ્માંની ફ્રેમમાં જાણીતા પાવરના જુદાં–જુદાં શુદ્ધિકારક લેન્સ એકસાથે મૂકે છે. ડૉક્ટર જરૂરી લેન્સના પાવરની ગણતરી સાદો બૈજીક સરવાળો કરીને કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે + 2.0 D અને + 0.25 Dના બે લેન્સોનું સંયોજન + 2.25 D ના એક જ લેન્સને સમતુલ્ય છે. એક લેન્સ દ્વારા ઉદ્ભવતી પ્રતિબિંબની કેટલીક ક્ષતિઓને ઘટાડવા માટે લેન્સના પાવરના સાદા સરવાળાના ગુણધર્મનો ઉપયોગ લેન્સતંત્રની રચનામાં કરી શકાય છે. એક કરતાં વધારે લેન્સ એકસાથે હોય તેવું લેન્સતંત્ર કૅમેરાના લેન્સની ડિઝાઈનમાં તથા માઈક્રોસ્કોપ અને ટેલિસ્કોપના વસ્તુકાચમાં ઉપયોગી છે.

પ્રશ્નો

1. લેન્સના 1 ડાયોપ્ટર પાવરની વ્યાખ્યા આપો.
2. એક બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા એક સોયનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સથી 50 cm દૂર મળે છે. જો પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ મેળવવું હોય, તો સોયને બહિર્ગોળ લેન્સથી કેટલી દૂર રાખવી જોઈએ ? લેન્સનો પાવર પણ ગણો.
3. 2 m કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર શોધો.

તમે શીખ્યાં કે

- પ્રકાશ સુરેખપથ પર ગતિ કરતો જણાય છે.
- અરીસા અને લેન્સ વસ્તુઓનાં પ્રતિબિંબો રચે છે. વસ્તુનાં સ્થાન પર આધારિત, પ્રતિબિંબો કાં તો વાસ્તવિક અથવા આભાસી હોય છે.
- દરેક પ્રકારની પરાવર્તક સપાટીઓ પરાવર્તનના નિયમોને અનુસરે છે. વક્રીભવનકારક સપાટીઓ વક્રીભવનના નિયમોને અનુસરે છે.
- ગોળીય અરીસા અને લેન્સ માટે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિને અનુસરવામાં આવે છે.

- અરીસાનું સૂત્ર $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ગોળીય અરીસા માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબઅંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
- ગોળીય અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં અડધી હોય છે.
- ગોળીય અરીસા વડે મળતા પ્રતિબિંબની મોટવણી પ્રતિબિંબ-ઊંચાઈ અને વસ્તુ-ઊંચાઈના ગુણોત્તર જેટલી હોય છે.
- પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબથી દૂર તરફ વાંકું વળે છે. પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબ તરફ વાંકું વળે છે.
- પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં $3\times10^{8}\ ms^{-1}$ જેટલી અપાર ઝડપથી ગતિ કરે છે. જુદાં-જુદાં માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ જુદો-જુદો હોય છે.
- પારદર્શક માધ્યમનો વક્રીભવનાંક, શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ અને તે પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર જેટલો હોય છે.
- કાચના લંબઘન ચોસલાના કિસ્સામાં, હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ અને કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ એમ બંને સપાટી પાસે વક્રીભવન થાય છે. નિર્ગમનકિરણ આપાતકિરણને સમાંતર દિશામાં હોય છે.
- લેન્સ સૂત્ર $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ગોળીય લેન્સ માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબઅંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
- લેન્સનો પાવર તેની કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્ત જેટલો હોય છે. લેન્સના પાવરનો SI એકમ ડાયોપ્ટર છે.

સ્વાધ્યાય

Y1I5B7

1. નીચેનાં દ્રવ્યો પૈકી લેન્સ બનાવવા માટે કયા દ્રવ્યનો ઉપયોગ થઈ શકે નહિ ?

(a) પાણી (b) કાચ (c) પ્લાસ્ટિક (d) માટી (clay)

2. એક અંતર્ગોળ અરીસા વડે મળતું પ્રતિબિંબ આભાસી, ચત્તું અને વસ્તુ કરતાં મોટું દેખાય છે. વસ્તુનું સ્થાન ક્યાં હશે ?

(a) મુખ્ય કેન્દ્ર અને વક્રતાકેન્દ્રની વચ્ચે (b) વક્રતાકેન્દ્ર પર

(c) વક્રતાકેન્દ્રની પાછળ (d) અરીસાના ધ્રુવ અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

3. બહિર્ગોળ લેન્સની સામે વસ્તુને ક્યાં રાખતાં તેનું સાચું અને વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ પ્રતિબિંબ મળે ?

(a) લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર પર (b) કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં બમણાં અંતરે

(c) અનંત અંતરે (d) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

4. એક ગોળીય અરીસા અને એક પાતળા ગોળીય લેન્સ દરેકની કેન્દ્રલંબાઈ – 15 cm છે. અરીસો અને લેન્સ ..... હશે.

(a) બંને અંતર્ગોળ (b) બંને બહિર્ગોળ

(c) અરીસો અંતર્ગોળ અને લેન્સ બહિર્ગોળ (d) અરીસો બહિર્ગોળ અને લેન્સ અંતર્ગોળ

5. અરીસાની સામે તમે ગમે ત્યાં ઊભા રહો છતાં તમારું પ્રતિબિંબ ચત્તું મળે છે, તો આ અરીસો ..... હશે.

(a) માત્ર સમતલ (b) માત્ર અંતર્ગોળ (c) માત્ર બહિર્ગોળ (d) સમતલ અથવા બહિર્ગોળ

6. શબ્દકોશમાં જોવા મળતાં નાના અક્ષરોને વાંચવા માટે તમે નીચેના પૈકી કયો લેન્સ પસંદ કરશો ?

(a) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ (b) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ

(c) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ (d) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ

7. આપણે 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ કરી એક વસ્તુનું ચત્તું પ્રતિબિંબ મેળવવા માંગીએ છીએ. અરીસાથી વસ્તુઅંતરનો વિસ્તાર (Range) કેટલો હોવો જોઈએ ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર કેવો હશે ? પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં મોટું હશે કે નાનું ? આ કિસ્સામાં પ્રતિબિંબ-નિર્માણ દર્શાવતી કિરણાકૃતિ દોરો.

8. નીચેની પરિસ્થિતિઓમાં કયા અરીસા વપરાય છે તે જણાવો :

(a) કારની હેડલાઇટ

(b) વાહનની પાછળનું દૃશ્ય જોવા માટેનો અરીસો

(c) સોલાર ભઠ્ઠી

તમારો જવાબ કારણ સહિત જણાવો.

9. બહિર્ગોળ લેન્સના અડધા ભાગને કાળા પેપર વડે ઢાંકી દેવામાં આવ્યો છે. શું આ લેન્સ વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ આપશે ? તમારું પરિણામ પ્રાયોગિક રીતે પણ ચકાસો. તમારું અવલોકન સમજાવો.

10. 5 cm લંબાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના અભિસારી લેન્સથી 25 cm દૂર રાખી છે. કિરણાકૃતિ દોરો અને પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર જણાવો.

11. 15 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ 10 cm દૂર પ્રતિબિંબ રચે છે. વસ્તુને લેન્સથી કેટલી દૂર રાખી હશે ? કિરણાકૃતિ દોરો.

12. 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિર્ગોળ અરીસાથી 10 cm દૂર વસ્તુને મૂકી છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન અને પ્રકાર જણાવો.

13. સમતલ અરીસાથી મળતી મોટવણી +1 છે. આનો શું અર્થ થાય ?

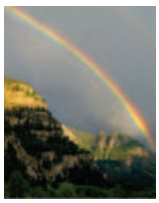
14. 30 cm વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની સામે 20 cm દૂર 5 cm લંબાઈની એક વસ્તુ મૂકેલી છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર અને પરિમાણ શોધો.

15. 18 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ અરીસાની સામે 27 cm દૂર 7 cm લંબાઈની એક વસ્તુને મૂકી છે. પડદાને અરીસાથી કેટલા અંતરે રાખતાં તેના પર તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ કેન્દ્રિત થશે ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર અને પરિમાણ શોધો.

16. – 2.0 D પાવર ધરાવતાં લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. આ લેન્સ કયા પ્રકારનો હશે ?

17. એક ડૉક્ટર + 1.5 D પાવર ધરાવતાં શુદ્ધીકારક લેન્સની સૂચના આપે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. સૂચિત કરેલો લેન્સ અભિસારી છે કે અપસારી ?

પ્રકરણ 10



માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા (The Human Eye and The Colourful World)

F5E3P2

તમે અગાઉના પ્રકરણમાં લેન્સ વડે થતા પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કર્યો. તમે લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનાં સ્થાન, પ્રકાર અને સાપેક્ષ પરિમાણ વિશે પણ શીખ્યા. આ માહિતી માનવ-આંખનો અભ્યાસ કરવામાં આપણને કેવી રીતે મદદરૂપ થશે ? માનવ-આંખ પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે અને આપણી આસપાસની વસ્તુઓને જોવા માટે આપણને સમર્થ બનાવે છે. તેની રચનામાં એક લેન્સ હોય છે. માનવ–આંખમાં લેન્સનું શું કાર્ય છે ? ચશ્માંમાં વપરાતા લેન્સ દૃષ્ટિની ખામીઓને કેવી રીતે સુધારે છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નો પર વિચાર કરીશું.

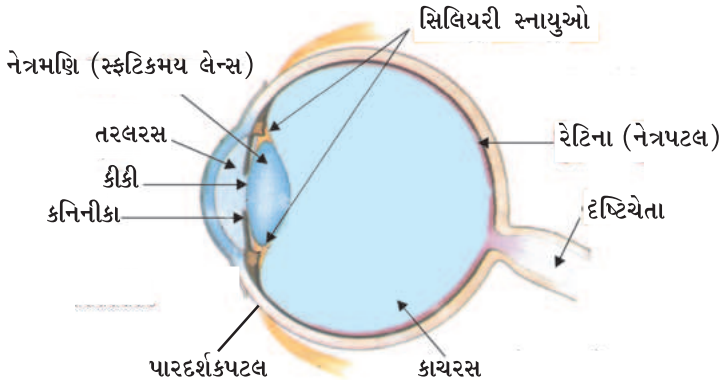
અગાઉના પ્રકરણમાં આપણે પ્રકાશ અને તેના કેટલાક ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કર્યો હતો. આ પ્રકરણમાં આપણે આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કેટલીક કુદરતી પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં કરીશું. આ ઉપરાંત આપણે મેઘધનુષ્યનું રચાવું, શ્વેત પ્રકાશનું વિભાજન અને આકાશના ભૂરા રંગ વિશે પણ ચર્ચા કરીશું.

10.1 માનવ-આંખ (The Human Eye)

P5I6E9

માનવ–આંખ એક અત્યંત મૂલ્યવાન અને સંવેદનશીલ જ્ઞાનેન્દ્રિય છે. તે આપણને આપણી આસપાસની અદ્‌ભુત દુનિયા અને વિવિધ રંગો જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. આંખો બંધ કરીને આપણે વસ્તુઓને તેમના ગંધ, સ્વાદ, તેનાથી ઉત્પન્ન થતા અવાજ કે સ્પર્શ દ્વારા કેટલાક અંશે ઓળખી શકીએ છીએ. તેમ છતાં બંધ આંખે રંગોની ઓળખ કરવી અશક્ય છે. આમ, બધી જ જ્ઞાનેન્દ્રિયો પૈકી માનવ-આંખ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે, કારણ કે તેનાથી જ આપણે આપણી આસપાસની સુંદર રંગબેરંગી દુનિયા જોઈ શકીએ છીએ.

માનવ-આંખ એક કૅમેરા જેવી છે. તેનું લેન્સ-તંત્ર રેટિના (નેત્રપટલ) તરીકે ઓળખાતા પ્રકાશ સંવેદી પડદા પર પ્રતિબિંબ રચે છે. પ્રકાશ, કોર્નિયા (Cornea) તરીકે ઓળખાતા એક પાતળા પડદા જેવા પારદર્શક પટલમાંથી પ્રવેશે છે. તેનાથી આકૃતિ 10.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આંખના ડોળાનો આગળનો પારદર્શક ભાગ ઊપસી આવે છે. આંખનો ડોળો (eyeball) લગભગ ગોળાકાર છે. તેનો વ્યાસ આશરે 2.3 cm છે. આંખમાં દાખલ થતા પ્રકાશનાં કિરણોનું મોટાભાગનું વક્રીભવન પારદર્શકપટલની બહારની સપાટી પર થાય છે. સ્ફટિકમય લેન્સ (નેત્રમણિ) વિવિધ અંતરે રહેલી વસ્તુઓના પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર કેન્દ્રિત કરવા માટે કેન્દ્રલંબાઈમાં માત્ર સૂક્ષ્મ ફેરફાર જ કરે છે. પારદર્શકપટલના પાછળના ભાગે કનીનિકા (આઇરિસ - Iris) નામની રચના જોવા મળે છે. કનિનીકા ઘેરો સ્નાયુમય પડદો છે જે કીકી (Pupil)નું કદ નાનું-મોટું કરે



આકૃતિ 10.1
માનવ-આંખ

છે. કીકી આંખમાં પ્રવેશતા પ્રકાશની માત્રા (જથ્થા)નું નિયંત્રણ કરે છે. આંખનો લેન્સ નેત્રપટલ પર વસ્તુનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબંબ રચે છે. નેત્રપટલ એ અત્યંત નાજુક પડદો છે જે વિપુલ માત્રામાં પ્રકાશસંવેદી કોષો ધરાવે છે. રોશની (પ્રકાશની હાજરી)થી આ પ્રકાશસંવેદી કોષો સક્રિય બને છે અને વિદ્યુત–સંદેશા ઉત્પન્ન કરે છે. આ વિદ્યુત–સંદેશા પ્રકાશીય ચેતા મારફતે મગજને પહોંચાડાય છે. મગજ આ સંદેશાઓનું અર્થઘટન કરે છે અને છેવટે આપણે વસ્તુને જેવી છે તેવી જોઈ શકીએ છીએ.

10.1.1 સમાવેશ–ક્ષમતા (Power of Accommodation)

આંખનો લેન્સ (નેત્રમણિ) રેસામય જેલી જેવા પદાર્થનો બનેલો છે. તેની વક્રતામાં સિલિયરી સ્નાયુઓ વડે થોડી માત્રામાં ફેરફાર કરી શકાય છે. લેન્સની વક્રતામાં ફેરફાર થવાથી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ બદલાય છે. જ્યારે સ્નાયુઓ શિથિલ થાય છે ત્યારે લેન્સ પાતળો બને છે. આમ, તેની કેન્દ્રલંબાઈ વધે છે. આનાથી આપણે દૂરની વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકીએ છીએ. જ્યારે તમે આંખની નજીક રહેલી વસ્તુઓને જુઓ છો ત્યારે સિલિયરી સ્નાયુઓ સંકોચાય છે. આનાથી નેત્રમણિની વક્રતામાં વધારો થાય છે. તેથી નેત્રમણિ જાડો થાય છે. પરિણામે નેત્રમણિની કેન્દ્રલંબાઈ ઘટે છે. આનાથી આપણે નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકીએ છીએ.

આંખના લેન્સની પોતાની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરવાની આ ક્ષમતાને સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે. તેમ છતાં આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ અમુક લઘુતમ સીમાથી ઘટી શકતી નથી. છાપેલા પાનાને તમારી આંખની ખૂબ નજીક લઈ જઈને વાંચવાનો પ્રયત્ન કરો. તમને પ્રતિબિંબ ઝાંખું દેખાશે અથવા આંખ તાણ અનુભવશે. કોઈ વસ્તુને સ્પષ્ટ અને આરામપૂર્વક જોવા માટે તમારે તેને આંખથી આશરે 25 cm દૂર રાખવી પડે. જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સૌથી સ્પષ્ટપણે જોઈ શકાય, તે અંતરને દૃષ્ટિનું લઘુતમ અંતર કહે છે. તેને આંખનું નજીક બિંદુ પણ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે. દૂરના જે અંતર સુધી આંખ વસ્તુને સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે, તે અંતરને આંખનું દૂરબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અનંત અંતરે હોય છે. આમ, સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ 25 cm થી અનંત અંતર સુધીની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે છે.

કેટલીક વાર, મોટી ઉંમરની વ્યક્તિની આંખનો સ્ફટિકમય લેન્સ દૂધિયો અને વાદળછાયો બની જાય છે. આ પ્રકારની પરિસ્થિતિને મોતિયો (Cataract - કૅટરૅક્ટ) કહે છે. તેનાથી તેઓ અંશતઃ અથવા સંપૂર્ણ દૃષ્ટિ ગુમાવે છે. મોતિયાની સર્જરી દ્વારા જોવાની શક્તિ પુનઃસ્થાપિત કરી શકાય છે.

A7S6T3

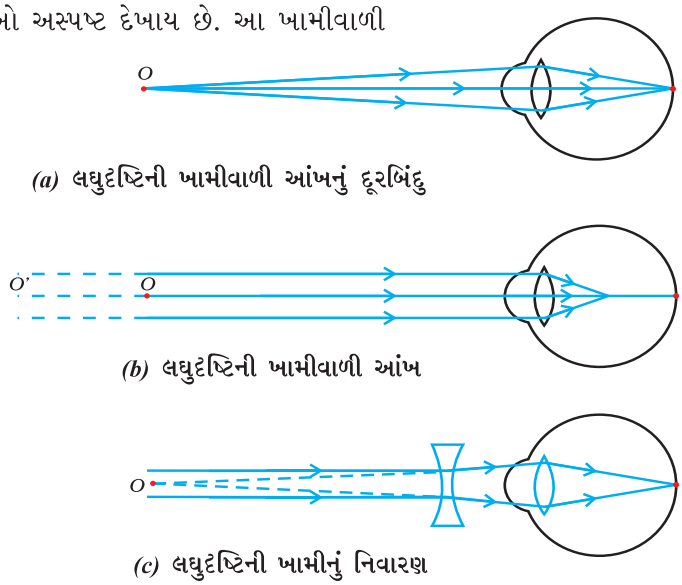
10.2 દૃષ્ટિની ખામીઓ અને તેનું નિવારણ (Defects of Vision and Their Correction)

કેટલીક વાર આંખો ધીમે-ધીમે પોતાની સમાવેશ ક્ષમતા ગુમાવતી જાય છે. આવી પરિસ્થિતિમાં વ્યક્તિ વસ્તુઓને સરળતાથી અને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આંખોમાં વક્રીકારક ખામીઓ (Refractive Defects)ને કારણે દૃષ્ટિમાં ઝાંખપ આવે છે.

દૃષ્ટિની વક્રીકારક ખામીઓના મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકાર છે : (i) લઘુદૃષ્ટિની ખામી અથવા માયોપીઆ (near-sightedness or myopia) (ii) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી અથવા હાઇપરમેટ્રોપીઆ (Far-sightedness or hypermetropia) (iii) પ્રેસ બાયોપીઆ (Presbyopia). આ ખામીઓને યોગ્ય ગોળીય લેન્સ વાપરીને સુધારી શકાય છે. આપણે આ ખામીઓ અને તેના નિવારણ વિશે હવે ચર્ચા કરીશું.

(a) માયોપીયા (Myopia)

માયોપીઆને લઘુદૃષ્ટિની ખામી પણ કહેવાય છે. માયોપીઆ ધરાવતી કોઈ વ્યક્તિ નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોઈ શકે છે, પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આ ખામીવાળી વ્યક્તિની આંખનું દૂરબિંદુ અનંત અંતરેથી ખસીને આંખની નજીક આવે છે. આવી વ્યક્તિ થોડા મીટર દૂર રાખેલી વસ્તુઓને જ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખમાં દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલ પર રચાતું નથી, પરંતુ નેત્રપટલની આગળ રચાય છે [આકૃતિ 10.2 (b)]. આ ખામી ઉદ્‌ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની વક્રતા વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડોળો લાંબો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સ વાપરવાથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 10.2 (c)માં દર્શાવ્યું છે. યોગ્ય પાવરનો અંતર્ગોળ લેન્સ પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર લાવી દે છે અને આમ આ ખામીનું નિવારણ થઈ જાય છે.



(a) લઘુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખનું દૂરબિંદુ

(b) લઘુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખ

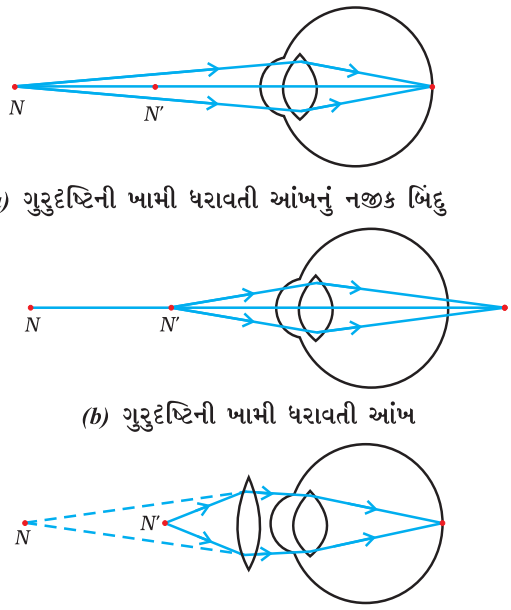
(c) લઘુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

આકૃતિ 10.2

(a), (b) લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને (c) અંતર્ગોળ લેન્સથી લઘુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

(b) હાઇપરમેટ્રોપીઆ (Hypermetropia)

હાઇપરમેટ્રોપીઆને ગુરુદૃષ્ટિની (દૂર દૃષ્ટિની) ખામી તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ દૂરની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે, પરંતુ નજીકની વસ્તુઓ તેને અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આવી વ્યક્તિમાં આંખનું નજીક બિંદુ સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર (25 cm)થી દૂર ખસી જાય છે. આવી વ્યક્તિએ આરામથી વાચન કરવા માટે વાચન–સામગ્રી (પુસ્તક વગેરે)ને આંખથી 25 cmથી વધારે દૂર રાખવી પડે છે. આનું કારણ એ છે કે નજીકની વસ્તુમાંથી આવતા પ્રકાશનાં કિરણો આકૃતિ 10.3 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રેટિનાની પાછળના ભાગે કેન્દ્રિત થાય છે. આ ખામી ઉદ્‌ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઘણી વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડોળો ખૂબ નાનો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવરના બહિર્ગોળ લેન્સથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 10.3 (c)માં દર્શાવ્યું છે. અભિસારી લેન્સ ધરાવતા ચશ્માંના ઉપયોગથી નેત્રપટલ પર પ્રતિબિંબ રચવા માટે જરૂરી વધારાનો ફોકસિંગ (કેન્દ્રિત કરવાનો) પાવર મળી રહે છે.



(a) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખનું નજીક બિંદુ

(b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ

(c) ગુરુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

આકૃતિ 10.3

(a), (b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને (c) હાઇપરમેટ્રોપીઆનું નિવારણ

N = હાઇપરમેટ્રોપીક આંખનું નજીકબિંદુ

N' = સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ

(c) પ્રેસબાયોપીઆ (Presbyopia)

ઉંમર વધવાની સાથે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. મોટા ભાગની વ્યક્તિઓમાં આંખનું નજીકબિંદુ દૂર ધકેલાય છે. ચશ્માં વિના તેમને

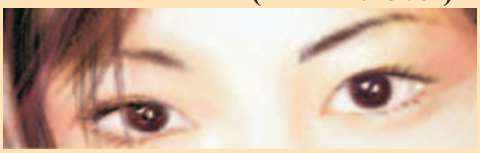
નજીકની વસ્તુઓ આરામથી અને સ્પષ્ટ રીતે જોવામાં તકલીફ પડે છે. આ ખામીને પ્રેસબાયોપીઆ કહે છે. આ ખામી આંખના સિલિયરી સ્નાયુઓ નબળા પડવાથી અને આંખના નેત્રમણિ (લેન્સ)ની સ્થિતિસ્થાપકતા ઓછી થવાથી ઉદ્‌ભવે છે. કેટલીક વાર, વ્યક્તિ લઘુદૃષ્ટિની ખામી અને ગુરુદૃષ્ટિની ખામી એમ બંને ખામીથી પીડાય છે. આવી વ્યક્તિને દ્વિકેન્દ્રી લેન્સ (બાયફોકલ લેન્સ)ની જરૂર પડે છે. સામાન્ય પ્રકારના બાયફોકલ લેન્સમાં અંતર્ગોળ લેન્સ અને બહિર્ગોળ લેન્સ એમ બંને લેન્સ હોય છે. ઉપરનો ભાગ અંતર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે દૂરની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે. નીચેનો ભાગ બહિર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે નજીકની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે.

આજકાલ સંપર્કલેન્સ (કોન્ટેક લેન્સ)થી અથવા શસ્ત્રક્રિયાથી વકીકારક ખામીઓ (દૃષ્ટિની ખામીઓ) નિવારી શકાય છે.

પ્રશ્નો

1. આંખની સમાવેશ ક્ષમતા એટલે શું ?
2. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી એક વ્યક્તિ 1.2 m થી વધારે દૂર વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આ ખામીનું નિવારણ કરવા કયા પ્રકારનો શુદ્ધિકારક લેન્સ (Corrective Lens) વાપરવો જોઈએ ?
3. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અને નજીકબિંદુ એટલે શું ?
4. છેલ્લી પાટલી પર બેઠેલા વિદ્યાર્થીને બ્લેકબોર્ડ પરનું લખાણ વાંચવામાં તકલીફ પડે છે. આ બાળક કઈ ખામીથી પીડાતું હશે ? તેનું નિવારણ કેવી રીતે થઈ શકે ?

આના વિશે વિચારો (Think it Over)



અદ્‌ભુત વસ્તુઓની વાત કરો છો જે જુઓ છો આપ
ચમકે છે તેજસ્વી સૂર્ય એમ કહો છો આપ
અનુભવું છું તેની ઉષ્મા હું પણ,
તે કેવી રીતે બનાવે દિવસ અને રાત

-સી. સિબ્બર

શું આપ જાણો છો કે આપણી આંખો આપણા મૃત્યુ પછી જીવંત રહે છે ? આપણા મૃત્યુ પછી આપણે નેત્રદાન કરીને કોઈ નેત્રહીન વ્યક્તિના જીવનને ઉજાળી શકીએ છીએ.

વિકાસશીલ દેશોમાં લગભગ 35 મિલિયન વ્યક્તિઓ દૃષ્ટિહીન છે અને એમાંથી મોટાભાગના વ્યક્તિઓની દૃષ્ટિનો ઉપચાર થઈ શકે છે. કોર્નિઅલ અંધત્વ (Corneal Blindness)થી પીડાતી 4.5 મિલિયન વ્યક્તિઓને નેત્રદાનથી મળેલા કોર્નિયા પ્રત્યારોપણથી સાજા કરી શકાય છે. આ 4.5 મિલિયન વ્યક્તિઓ પૈકી 60 %, 12 વર્ષથી નાની ઉંમરનાં બાળકો છે. તેથી, જો આપણને દૃષ્ટિનું વરદાન મળ્યું છે તો શા માટે આપણે કોઈ દૃષ્ટિહીનને દૃષ્ટિ ન આપીએ ? નેત્રદાન કરતી વખતે આપણે કઈ–કઈ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું જોઈએ ?

- નેત્રદાન કરનાર વ્યક્તિ કોઈ પણ ઉંમરનો અથવા જાતિનો હોઈ શકે છે. ચશ્માં પહેરતા અને મોતિયાનું ઑપરેશન કરેલ વ્યક્તિઓ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે. ડાયાબિટીસ ધરાવતી વ્યક્તિઓ, ઊંચું રક્તદબાણ (હાઈ બ્લડપ્રેશર) ધરાવતી વ્યક્તિ, દમનો રોગી અને જેને સંક્રમણ (ચેપી) રોગ થયો નથી તેવી વ્યક્તિ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે.

- મૃત્યુ પછી 4થી 6 કલાકની અંદર આંખો કાઢી લેવી જોઈએ. નજીકની નેત્રબૅન્ક (eye bank)ને તાત્કાલિક જાણ કરવી જોઈએ.
- નેત્રબૅન્કની ટીમ મૃતક વ્યક્તિના ઘરે અથવા હૉસ્પિટલમાં આંખો કાઢી લેશે.
- આંખો કાઢવાની પ્રક્રિયામાં માત્ર 10થી 15 મિનિટ જ થાય છે. આ એક સરળ પ્રક્રિયા છે અને તેનાથી કોઈ દેખાવ-વિરૂપ થતો નથી.
- એવી વ્યક્તિ કે જે એઇડ્સ (AIDS), હિપેટાઇટિસ-બી અથવા સી (Hepatitis B or C), હડકવા (Rabies), તીવ્ર પાંડુરોગ (Acute Leukaemia), ધનુર (Tetanus), કૉલેરા, મેનિન્જાઇટિસ (મગજ અને કરોડરજ્જુની ફરતે સ્નાયુઓનો સોજો - Meningitis) અથવા મગજનો સોજો (Encephalitis-એન્સેફ્લાઇટિસ)થી પીડિત છે અથવા તેના લીધે મૃત્યુ પામી છે તે નેત્રદાન કરી શકે નહિ.

નેત્રબૅન્ક દાન કરાયેલી આંખો એકઠી કરે છે, તેનું મૂલ્યાંકન કરે છે અને વિતરણ કરે છે. દાન કરાયેલ બધી જ આંખોનું સખત તબીબી ધારાધોરણ વડે મૂલ્યાંકન થાય છે. પ્રત્યારોપણનાં ધોરણોમાં પાસ ન થયેલી આંખોને મહત્ત્વનાં સંશોધનો અને તબીબી શિક્ષણમાં વપરાય છે. નેત્રદાતા અને નેત્રદાન સ્વીકારનાર બંનેની ઓળખ ગુપ્ત રાખવામાં આવે છે.

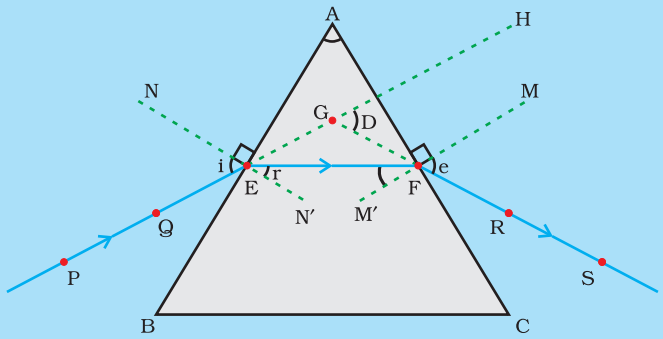
આંખોની એક જોડ, કોર્નિઅલ અંધત્વ ધરાવતી ચાર વ્યક્તિઓને દૃષ્ટિ પ્રદાન કરી શકે છે.

10.3 પ્રિઝમ વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of Light through a Prism)

કાચના લંબઘનમાંથી પસાર થવાથી પ્રકાશ કેવી રીતે વક્રીભવન પામે છે તે તમે શીખી ગયાં છો. કાચના લંબઘનમાં હોય છે તેવી સમાંતર વક્રીભવનકારક સપાટીઓ માટે નિર્ગમનકિરણ એ આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. તેમ છતાં તેનું સહેજ પાર્શ્વીય સ્થાનાંતર થાય છે. કોઈ પારદર્શક પ્રિઝમમાંથી પ્રકાશ પસાર થાય ત્યારે તે કેવી રીતે વક્રીભવન પામશે ? કાચના એક ત્રિકોણીય પ્રિઝમ વિશે વિચારો. તેને બે ત્રિકોણાકાર પાયા અને ત્રણ લંબચોરસ પાર્શ્વીય બાજુઓ હોય છે. આ સપાટીઓ એકબીજા સાથે ઢળેલી હોય છે. તેની બે પાર્શ્વીય બાજુઓ વચ્ચેના ખૂણાને પ્રિઝમકોણ કહે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.1

- એક ડ્રૉઇંગબૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ડ્રૉઇંગપિનની મદદથી લગાવો.
- તેના પર એક કાચનો પ્રિઝમ એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેની ત્રિકોણાકાર બાજુઓ પાયો બને. પેન્સિલ વડે તેની કિનારીઓ અંકિત કરો.
- પ્રિઝમની કોઈ એક વક્રીભવનકારક સપાટી AB સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે તેવી રેખા PE દોરો.
- આકૃતિ 10.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રેખા PE પર બે ટાંકણીઓ P અને Q સ્થાને લગાવો.
- પ્રિઝમની બીજી બાજુ AC તરફથી P અને Q ટાંકણીઓનું પ્રતિબિંબ જુઓ.
- R અને S બિંદુઓ પર બે ટાંકણીઓ એવી રીતે લગાવો કે જેથી ટાંકણીઓ R અને S તથા P અને Qના પ્રતિબિંબ એક સીધી રેખામાં દેખાય.
- ટાંકણીઓ અને કાચના પ્રિઝમને હટાવી લો.
- રેખા PE પ્રિઝમની ધારને E બિંદુએ મળે છે (જુઓ આકૃતિ 10.4). આ જ પ્રકારે R અને S બિંદુઓને એક રેખાથી જોડો અને લંબાવો. જુઓ કે રેખા PE અને RS એ પ્રિઝમની ધારોને અનુક્રમે E અને F બિંદુમાં મળે છે. E અને F બિંદુઓને જોડો.
- પ્રિઝમની વક્રીભવનકારક સપાટીઓ AB તથા AC પર અનુક્રમે E તથા F બિંદુએ લંબ દોરો.
- આકૃતિ 10.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આપાતકોણ ($\angle i$), વક્રીભવનકોણ ($\angle r$) તથા નિર્ગમનકોણ ($\angle e$) નામનિર્દેશિત કરો.



PE - આપાતકિરણ (Incident ray) **∠i** - આપાતકોણ (Angle of incidence)

EF - વક્રીભૂતકિરણ (Refracted ray) **∠r** - વક્રીભવનકોણ (Angle of refraction)

FS - નિર્ગમનકિરણ (Emergent ray) **∠e** - નિર્ગમનકોણ (Angle of emergence)

∠A - પ્રિઝમકોણ (Angle of the prism) **∠D** - વિચલનકોણ (Angle of deviation)

આકૃતિ 10.4 કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝમ વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન

અહીં PE આપાતકિરણ છે. EF વક્રીભૂતકિરણ છે તથા FS નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે પ્રકાશનું કિરણ પ્રથમ સપાટી AB પર હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. પ્રકાશનું કિરણ વક્રીભવન પામીને લંબ તરફ વળે છે. બીજી બાજુ AC પર પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં પ્રવેશે છે. આથી, તે લંબથી દૂર વળે છે. પ્રિઝમની દરેક વક્રીભવનકારક સપાટી પર આપાતકોણ તથા વક્રીભવનકોણની સરખામણી કરો. શું આ કાચના લંબઘનમાં જોવા મળતા વક્રીભવન જેવું જ છે ? પ્રિઝમના વિલક્ષણ આકારને કારણે નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણની દિશા સાથે એક ખૂણો બનાવે છે. આ ખૂણાને વિચલનકોણ કહે છે. આપણા કિસ્સામાં ∠ D વિચલનકોણ છે. આપેલ પ્રવૃત્તિમાં વિચલનકોણ દર્શાવો અને તેને માપો.

10.4 કાચના પ્રિઝમ વડે શ્વેત પ્રકાશનું વિભાજન

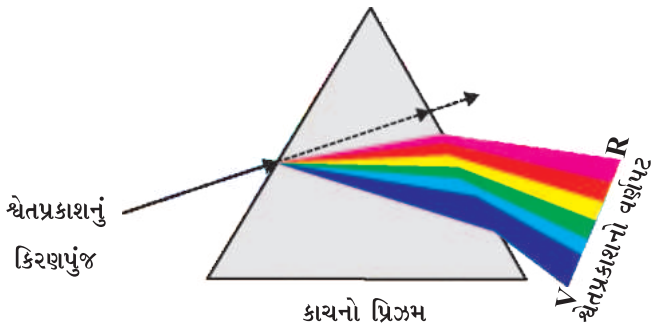
(Dispersion of White Light by a Glass Prism)

તમે મેઘધનુષના ભવ્ય રંગો જોયા હશે અને માણ્યા હશે. સૂર્યના શ્વેત પ્રકાશથી આપણને મેઘધનુષના વિવિધ રંગો કેવી રીતે જોવા મળે છે ? આપણે આ પ્રશ્નને સમજીએ તે પહેલાં આપણે ફરીથી પ્રિઝમ વડે થતા પ્રકાશના વક્રીભવન વિશે વિચારીએ. કાચના પ્રિઝમની ઢળેલી વક્રીભવનકારક સપાટીઓ એક રોચક ઘટના દર્શાવે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેને સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.2

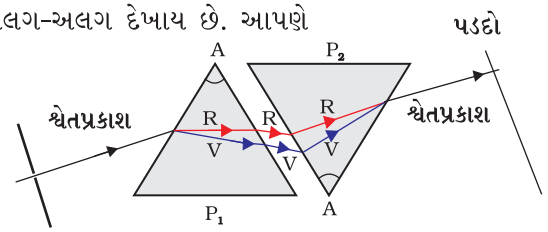
- એક કાગળનું પૂંઠું લો અને તેના મધ્યમાં એક નાનું છિદ્ર કે સાંકડી ફાટ બનાવો.
- સાંકડી ફાટ પર સૂર્યપ્રકાશ પડવા દો. તેમાંથી શ્વેતપ્રકાશનું એક પાતળું કિરણપુંજ મળે છે.
- હવે કાચનો એક પ્રિઝમ લો અને આકૃતિ 10.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફાટમાંથી પ્રકાશને પ્રિઝમની એક બાજુ પર પડવા દો.
- પ્રિઝમને ધીરે–ધીરે એવી રીતે ફેરવો કે જેથી તેમાંથી નીકળતો પ્રકાશ પાસે રાખેલા પડદા પર દેખાય.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? તમે એક સુંદર વર્ણપટ જોશો. આવું શાથી બને છે ?

સંભવતઃ પ્રિઝમે આપાત શ્વેતપ્રકાશનું વર્ણપટમાં વિભાજન કર્યું છે. વર્ણપટના બંને છેડે જોવા મળતા રંગોને ધ્યાનથી જુઓ. પડદા પર જોવા મળતા રંગોનો ક્રમ શું છે ? જોવા મળતા રંગો આ ક્રમમાં ગોઠવાયેલા છે : જાંબલી (Violet), નીલો (Indigo), વાદળી (Blue), લીલો (Green), પીળો (Yellow), નારંગી (Orange) અને રાતો (Red) (આકૃતિ 10.5). રંગોનો આ ક્રમ યાદ રાખવા માટે ટૂંકાક્ષરો જાનીવાલીપીનારા (VIBGYOR) ઉપયોગી થશે. પ્રકાશના આ ઘટક રંગોના પટ્ટાને વર્ણપટ (Spectrum) કહે છે. તમે બધા જ રંગોને સહેલાઈથી અલગ જોઈ નહિ શકો તેમ છતાં તમે એકબીજાનો ભેદ પારખી શકશો. પ્રકાશનું તેના ઘટક રંગોમાં વિભાજન થવાની આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિભાજન (Dispersion) કહે છે.



આકૃતિ 10.5 કાચના પ્રિઝમ વડે શ્વેતપ્રકાશનું વિભાજન

તમે જોયું કે શ્વેતપ્રકાશનું પ્રિઝમ વડે તેના સાત ઘટક રંગોમાં વિભાજન થાય છે. આપણને આ રંગો શા માટે મળે છે ? પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના જુદા–જુદા રંગો, આપાતકિરણની સાપેક્ષે જુદા–જુદા ખૂણે વળે છે. લાલ પ્રકાશ સૌથી ઓછો વળે છે, જ્યારે જાંબલી પ્રકાશ સૌથી વધુ વળે છે. આમ, દરેક રંગનાં કિરણો જુદા–જુદા માર્ગે નીકળે છે અને અલગ-અલગ દેખાય છે. આપણે વર્ણપટમાં જે જોઈએ છીએ તે ભિન્ન રંગોનો પટ્ટો છે.



આકૃતિ 10.6 શ્વેતપ્રકાશના વર્ણપટનું પુનઃસંયોજન

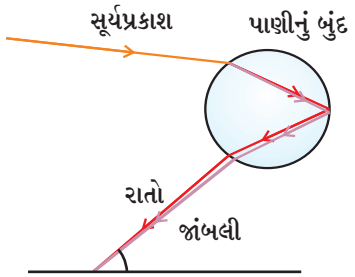
આઇઝેક ન્યૂટને સૂર્યપ્રકાશનો વર્ણપટ મેળવવા માટે સૌપ્રથમ પ્રિઝમનો ઉપયોગ કર્યો હતો. તેમણે બીજો આવો જ એક પ્રિઝમ લઈ શ્વેતપ્રકાશથી મળતા વર્ણપટનું વધારે વિભાજન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો, પરંતુ તેને વધારાના કોઈ રંગો મળ્યા નહિ. ત્યારબાદ તેમણે એક આવો જ પ્રિઝમ લઈને પહેલાં કરતાં ઊંધો ગોઠવ્યો (આકૃતિ 10.6). આમ, વર્ણપટના બધા જ રંગો બીજા પ્રિઝમમાંથી પસાર થવા દીધા. તેમણે જોયું કે બીજા પ્રિઝમમાં બીજી બાજુથી શ્વેતપ્રકાશનું કિરણપુંજ નિર્ગમન પામે છે. આ અવલોકન પરથી ન્યૂટનને વિચાર આવ્યો કે સૂર્યપ્રકાશ સાત રંગોનો બનેલો છે.

કોઈ પણ પ્રકાશ કે જે સૂર્યપ્રકાશ જેવો વર્ણપટ બનાવે છે તેને ઘણી વાર શ્વેતપ્રકાશ પણ કહેવાય છે.



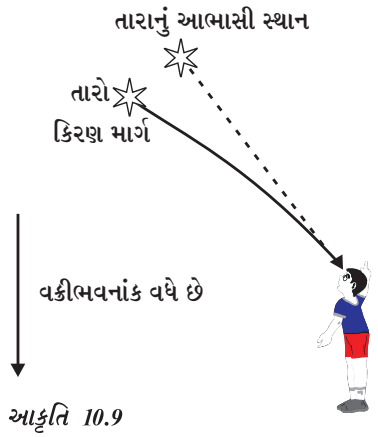
આકૃતિ 10.7 આકાશમાં મેઘધનુષ

મેઘધનુષ એ વરસાદ પડ્યા પછી આકાશમાં જોવા મળતો પ્રાકૃતિક વર્ણપટ છે (આકૃતિ 10.7). તે વાતાવરણમાં રહેલા પાણીના સૂક્ષ્મ બુંદો વડે સૂર્યપ્રકાશના વિભાજનથી રચાય છે. મેઘધનુષ હંમેશાં આકાશમાં સૂર્યની વિરુદ્ધ દિશામાં રચાય છે. પાણીનાં બુંદો અતિ નાના પ્રિઝમ તરીકે વર્તે છે. આ બુંદો દાખલ થતા પ્રકાશનું પ્રથમ વક્રીભવન અને વિભાજન, ત્યારબાદ આંતરિક પરાવર્તન અને અંતે બુંદમાંથી બહાર નીકળતા પ્રકાશનું વક્રીભવન કરે છે (આકૃતિ 10.8). પ્રકાશના વિભાજન તથા આંતરિક પરાવર્તનના કારણે વિવિધ રંગો અવલોકનકારની આંખો સુધી પહોંચે છે.



આકૃતિ 10.8 મેઘધનુષનું નિર્માણ

સૂર્ય દેખાતો હોય તેવા દિવસે જો તમે સૂર્ય તરફ પીઠ ફેરવીને ઊભા હો અને પાણીના ધોધ કે પાણીના ફુવારામાંથી આકાશ તરફ જોતા હો તોપણ મેઘધનુષ દેખાઈ શકે છે.



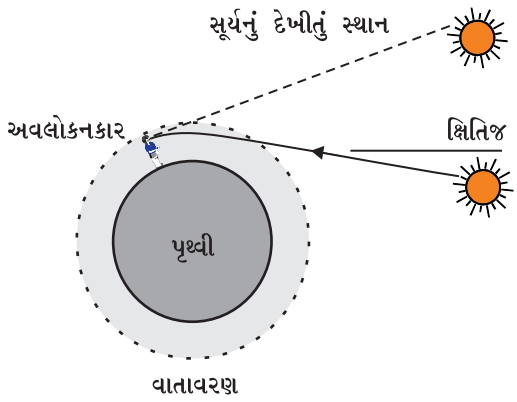
આકૃતિ 10.9
વાતાવરણીય વક્રીભવનને કારણે તારાનું આભાસી સ્થાન

10.5 વાતાવરણીય વક્રીભવન (Atmospheric Refraction)

તમે કદાચ કોઈ અગ્નિ (જ્વાળાં) કે ઉષ્ણતા પ્રસારક યંત્ર (રેડિયેટર - Radiator)માંથી નીકળતી પ્રક્ષુબ્ધ (Turbulent) ગરમ હવામાંથી કોઈ પદાર્થની અનિયમિત અસ્થિર ગતિ અથવા ટમટમાટ જોઈ હશે. અગ્નિની તરત જ ઉપર રહેલી હવા, તેની ઉપરની હવા કરતાં વધારે ગરમ હોય છે. ગરમ હવા પોતાની ઉપરની ઠંડી હવા કરતાં પાતળી (ઓછી ઘનતાવાળી) હોય છે તથા તેનો વક્રીભવનાંક ઠંડી હવા કરતાં થોડો ઓછો હોય છે. અહીં વક્રીભવનકારક માધ્યમ (હવા)ની ભૌતિક પરિસ્થિતિ પણ સ્થિર ન હોવાથી વસ્તુનું દેખીતું સ્થાન, ગરમ હવામાંથી જોવાને કારણે સતત બદલાયા કરે છે. આમ, આ અસ્થિરતા આપણા સ્થાનીય પર્યાવરણમાં નાના પાયે થતા વાતાવરણીય વક્રીભવન (પૃથ્વીના વાતાવરણને કારણે પ્રકાશનું વક્રીભવન)નો જ પ્રભાવ છે. તારાઓનું ટમટમવું એ ખૂબ મોટા પાયે જોવા મળતી આવી જ ઘટના છે. ચાલો, આપણે તેને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

તારાઓનું ટમટમવું (Twinkling of Stars)

તારાઓના પ્રકાશનું વાતાવરણીય વક્રીભવન થવાથી તારાઓ ટમટમતાં લાગે છે. તારાઓનો પ્રકાશ પૃથ્વી પર પહોંચે તે પહેલાં પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશતાં સતત વક્રીભવન પામતો આવે છે. વાતાવરણીય વક્રીભવન એવા માધ્યમમાં થાય છે જેમાં વક્રીભવનાંકમાં ક્રમિક ફેરફાર થતો જતો હોય. અહીં,વાતાવરણ તારાઓના પ્રકાશને લંબ તરફ વાળે છે, તેથી તારાનું આભાસી સ્થાન તેના મૂળ સ્થાન કરતાં થોડુંક અલગ દેખાય છે. ક્ષિતિજ પાસે જ્યારે જોવામાં આવે છે (આકૃતિ 10.9) ત્યારે કોઈ તારો તેના વાસ્તવિક સ્થાનથી થોડોક ઊંચે દેખાય છે. વળી, આગળના ફકરામાં સમજાવ્યું તેમ પૃથ્વીના વાતાવરણની ભૌતિક પરિસ્થિતિ સ્થાયી ન હોવાથી તારાનું દેખીતું સ્થાન સ્થિર હોતું નથી, પરંતુ થોડુંક બદલાયા કરે છે. તારાઓ પૃથ્વીથી ઘણા દૂર રહેલા હોવાથી તેમને પ્રકાશના બિંદુવત્ ઉદ્ગમો ગણી શકાય. તારામાંથી આવતા પ્રકાશના કિરણોનો માર્ગ થોડો-થોડો બદલાયા કરે છે. આથી, તારાનું દેખીતું સ્થાન બદલાયા કરે છે અને આપણી આંખમાં પ્રવેશતા તારાના પ્રકાશની માત્રા પણ અનિયમિતપણે બદલાય છે - જેથી તારો કોઈ વાર પ્રકાશિત દેખાય છે, તો કોઈ વાર ઝાંખો દેખાય છે જે ટમટમવાની અસર છે.



આકૃતિ 10.10 વાતાવરણીય વક્રીભવનની સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત પર અસર

ગ્રહો કેમ ટમટમતાં નથી ? ગ્રહો પૃથ્વીની ઘણા નજીક છે અને તેથી તેમને વિસ્તૃત સ્રોત ગણવામાં આવે છે. જો આપણે ગ્રહને બિંદુવત્ પ્રકાશ ઉદ્ગમોના સમૂહ તરીકે ગણીએ તો, બધા જ બિંદુવત્ પ્રકાશ ઉદ્ગમોથી આપણી આંખોમાં પ્રવેશ કરતા પ્રકાશની માત્રામાં કુલ પરિવર્તનનું સરેરાશ મૂલ્ય શૂન્ય થાય, તેથી જ ટમટમવાની અસર નાબૂદ થાય છે.

વહેલો સૂર્યોદય અને મોડો સૂર્યાસ્ત (Advance Sunrise and Delayed Sunset)

વાતાવરણીય વક્રીભવનને કારણે સૂર્ય આપણને વાસ્તવિક સૂર્યોદયથી લગભગ 2 મિનિટ વહેલો દેખાય છે તથા વાસ્તવિક સૂર્યાસ્તથી લગભગ 2 મિનિટ પછી પણ દેખાય છે. વાસ્તવિક સૂર્યોદય એટલે સૂર્ય ખરેખર ક્ષિતિજને પાર કરે. આકૃતિ 10.10માં સૂર્યનું ક્ષિતિજની સાપેક્ષે વાસ્તવિક અને દેખીતું સ્થાન દર્શાવ્યું છે. વાસ્તવિક સૂર્યાસ્ત તથા દેખીતા સૂર્યાસ્ત વચ્ચેનો સમયગાળો આશરે 2 મિનિટ છે. આ ઘટનાને કારણે જ સૂર્યોદય કે સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યની તકતી ચપટી દેખાય છે.

10.6 પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન (Scattering of Light)

Z6J1X9

પ્રકાશ તથા આપણી આજુબાજુની વસ્તુઓ વચ્ચેની આંતરક્રિયાને કારણે આપણને કુદરતમાં અનેક વાર અદ્‌ભુત ઘટનાઓ જોવા મળે છે. આકાશનો ભૂરો રંગ, સમુદ્રમાં ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનો રંગ, સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય રતાશ પડતો દેખાવો – આ એવી અદ્‌ભુત ઘટનાઓ છે જેનાથી આપણે પરિચિત છીએ. આગળનાં ધોરણોમાં તમે કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણન વિશે શીખ્યાં છો. સાચા દ્રાવણમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના કિરણપુંજનો માર્ગ આપણે જોઈ શકતા નથી, પરંતુ પ્રમાણમાં મોટા કદના કણો ધરાવતાં કલિલ દ્રાવણોમાંથી પસાર થતા કિરણપુંજનો માર્ગ આપણે જોઈ શકીએ છીએ.

10.6.1 ટિન્ડલ અસર (Tyndall Effect)

પૃથ્વીનું વાતાવરણ સૂક્ષ્મ કણોનું વિષમાંગ મિશ્રણ છે. આ કણોમાં ધુમાડો, સૂક્ષ્મ પાણીના બુંદ, ધૂળના નિલંબિત કણો અને હવાના અણુઓનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે કોઈ પ્રકાશનું કિરણપુંજ આવા સૂક્ષ્મ કણોને અથડાય છે ત્યારે તે કિરણનો માર્ગ દૃશ્યમાન બને છે. આ કણો દ્વારા પરાવર્તન પામીને પ્રકાશ આપણા સુધી પહોંચે છે. કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણનની ઘટનાથી ટિન્ડલ અસર ઉદ્‌ભવે છે, જેનો અભ્યાસ તમે ધોરણ IXમાં કર્યો છે. સૂર્યપ્રકાશનું કિરણ એક નાના છિદ્ર દ્વારા ધુમાડો ભરેલા રૂમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે આ ઘટના જોવા મળે છે. આ રીતે, પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કણોને દૃશ્યમાન બનાવે છે. સૂર્યપ્રકાશ ગાઢ જંગલના ઉપરના બાહ્ય આવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે પણ ટિન્ડલ અસર જોવા મળે છે. અહીં, ઝાકળમાં પાણીના સૂક્ષ્મ ટીંપાઓ વડે પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થાય છે.

પ્રકીર્ણન પામતા પ્રકાશનો રંગ પ્રકીર્ણન કરતાં કણોના પરિમાણ (Size-કદ) પર આધાર રાખે છે. અત્યંત બારીક કણો મુખ્યત્વે વાદળી રંગના પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે. જ્યારે મોટા કણો મોટી તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે. જો પ્રકીર્ણન કરતા કણોનું કદ ખૂબ મોટું હોય, તો પ્રકીર્ણન પામતો પ્રકાશ સફેદ દેખાય છે.

10.6.2 સ્વચ્છ આકાશનો વાદળી (ભૂરો) રંગ કેમ હોય છે ?
(Why is the Colour of the Clear Sky Blue)

વાતાવરણમાં હવાના અણુઓ અને બીજા બારીક કણો દૃશ્યપ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં નાના પરિમાણ ધરાવે છે. આ કણો લાલ રંગની મોટી તરંગલંબાઈના દૃશ્યપ્રકાશ કરતાં ભૂરા રંગ તરફની નાની તરંગલંબાઈના દૃશ્યપ્રકાશના પ્રકીર્ણન માટે વધુ અસરકારક છે. લાલ રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ ભૂરા રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં આશરે 1.8 ગણી હોય છે. જ્યારે સૂર્યપ્રકાશ વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે હવાના બારીક કણો ભૂરા રંગના પ્રકાશનું લાલ રંગના પ્રકાશ કરતાં વધુ પ્રબળતાથી પ્રકીર્ણન કરે છે. પ્રકીર્ણન પામેલો ભૂરો પ્રકાશ આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે. જો પૃથ્વીને વાતાવરણ ન હોત તો સૂર્યપ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થાય નહિ. પરિણામે આપણને આકાશ અંધકારમય દેખાતું હોત. અત્યંત ઊંચાઈએ ઊડતા યાત્રિકોને આકાશ કાળું જોવા મળે છે કારણ કે આટલી ઊંચાઈએ પ્રકીર્ણન પ્રભાવી હોતું નથી.

તમે જોયું હશે કે ભયદર્શક સિગ્નલમાં પ્રકાશનો રંગ લાલ રાખવામાં આવે છે. તમને ખબર છે શા માટે ? લાલ રંગનું ધુમ્મસ અથવા ધુમાડાથી સૌથી ઓછું પ્રકીર્ણન થાય છે, તેથી તે દૂરથી પણ લાલ રંગમાં જોઈ શકાય છે.

તમે શીખ્યાં કે

- દૂરની અને નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોવા માટે આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને કેન્દ્રિત કરવાની ક્ષમતાને આંખની સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે.
- જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સ્પષ્ટ જોઈ શકાય, તે અંતરને સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર અથવા આંખનું નજીકબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે.
- આંખોની વકીકારક ખામીઓ સામાન્યપણે માયોપીઆ, હાઇપરમેટ્રોપીઆ અને પ્રેસબાયોપીયા છે. માયોપીઆ (લઘુદૃષ્ટિની ખામી – દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની આગળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. હાઇપરમેટ્રોપીઆ (ગુરુદૃષ્ટિની ખામી – નજીકની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની પાછળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા બહિર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. મોટી ઉંમરે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે.
- શ્વેતપ્રકાશની તેના ઘટક રંગોમાં જુદા પડવાની ક્રિયાને પ્રકાશનું વિભાજન કહે છે.
- પ્રકાશના વિખેરણથી આકાશનો ભૂરો રંગ જોવા મળે છે.

સ્વાધ્યાય

F1M3C3

1. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને માનવ–આંખ વિવિધ અંતરે રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. આવું .....ને લીધે થાય છે.

(a) પ્રેસબાયોપીઆ (b) સમાવેશ ક્ષમતા

(c) લઘુદૃષ્ટિ (d) ગુરુદૃષ્ટિ

2. માનવ-આંખ પોતાના આ ભાગ પર પ્રતિબિંબ રચે છે.

(a) પારદર્શકપટલ (b) આઇરિસ (કનિનીકા)

(c) કીકી (d) નેત્રપટલ (રેટિના)

3. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર આશરે ..... છે.

(a) 25 m (b) 2.5 cm (c) 25 cm (d) 2.5 m

4. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર ..... કરે છે.

(a) કીકી (b) નેત્રપટલ

(c) સિલિયરી સ્નાયુઓ (d) આઇરિસ

5. એક વ્યક્તિને લઘુદૃષ્ટિનું નિવારણ કરવા માટે –5.5 ડાયોપ્ટર પાવરના લેન્સની જરૂર પડે છે. તેને ગુરુદૃષ્ટિનું નિવારણ કરવા માટે + 1.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જોઈએ છે. (i) ગુરુદૃષ્ટિ અને (ii) લઘુદૃષ્ટિના નિવારણ માટે જરૂરી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શું હશે ?

6. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ આંખની સામે 80 cm દૂર છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા માટે વપરાતા લેન્સનો પ્રકાર અને પાવર શું હશે ?

7. હાઇપરમેટ્રોપીઆનું નિવારણ કેવી રીતે થાય તે આકૃતિ દોરી દર્શાવો. એક ગુરુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખનું નજીકબિંદુ 1 m છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા વપરાતા લેન્સનો પાવર શું હશે ? સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ 25 cm છે તેમ સ્વીકારો.

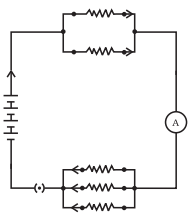
8. માનવની સામાન્ય આંખ 25 cmથી નજીક રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ કેમ નથી જોઈ શકતી ?

9. જ્યારે આપણે આંખથી કોઈ વસ્તુનું અંતર વધારીએ છીએ ત્યારે આંખમાં પ્રતિબિંબ–અંતરમાં શું ફરક પડે છે ?

10. તારાઓ કેમ ટમટમે છે ?

11. ગ્રહો કેમ ટમટમતા નથી તે સમજાવો.

12. કોઈ અંતરિક્ષયાત્રીને આકાશ ભૂરાના બદલે કાળું કેમ દેખાય છે ?



પ્રકરણ 11
વિદ્યુત (Electricity)

Y6M6L8

વિદ્યુતનું આધુનિક સમાજમાં મહત્ત્વપૂર્ણ સ્થાન છે. તે ઘરો, શાળાઓ, હૉસ્પિટલો તથા અન્ય સ્થળે વિવિધ ઉપયોગો માટે નિયંત્રિત કરી શકાય તેવી અને સુવિધાજનક ઊર્જાનું રૂપ છે. વિદ્યુત શાનાથી બને છે અને પરિપથમાં તે કેવી રીતે વહે છે ? કયાં પરિબળો પરિપથમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનું નિયંત્રણ અથવા નિયમન કરે છે ? પ્રસ્તુત પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નોના ઉત્તર આપવા પ્રયત્ન કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ઉષ્મીય અસર અને તેની ઉપયોગિતાની પણ ચર્ચા કરીશું.

11.1 વિદ્યુતપ્રવાહ અને પરિપથ (Electric Current and Circuit)

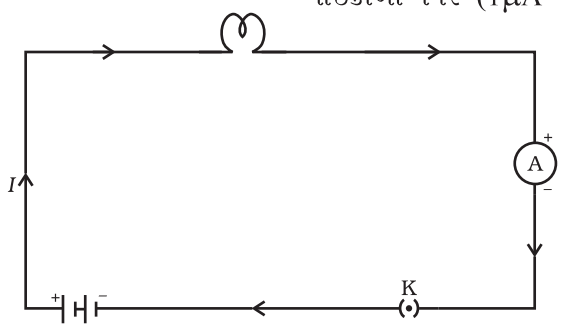
આપણે હવાના પ્રવાહ અને પાણીના પ્રવાહથી પરિચિત છીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વહેતા પાણીથી નદીમાં પાણીનો પ્રવાહ રચાય છે. આ જ રીતે વાહકમાંથી (ઉદાહરણ તરીકે ધાતુના તારમાંથી) વિદ્યુતભાર વહેતો હોય ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે, વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે કોઈ ટૉર્ચમાં સેલ(વિદ્યુતકોષ અથવા યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવેલ બૅટરી) ટૉર્ચના બલ્બને પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતભારનો પ્રવાહ અથવા વિદ્યુતપ્રવાહ પૂરો પાડે છે. આપણે એ પણ જોયું છે કે ટૉર્ચ ત્યારે જ પ્રકાશ આપે છે જ્યારે સ્વિચ (કળ) ચાલુ (ON) હોય. સ્વિચ શું કાર્ય કરે છે ? સ્વિચ વિદ્યુતકોષ (Cell) તથા બલ્બ વચ્ચે વાહક–કડી પૂરી પાડે છે. વિદ્યુતપ્રવાહના સતત અને બંધ માર્ગને વિદ્યુત–પરિપથ કહે છે. હવે જો આ પરિપથ કોઈ સ્થાનેથી તૂટી જાય (અથવા ટૉર્ચની સ્વિચ બંધ (OFF) કરવામાં આવે) તો વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો બંધ થઈ જાય છે અને બલ્બ પ્રકાશિત થતો નથી.

આપણે વિદ્યુતપ્રવાહને કેવી રીતે રજૂ કરીએ છીએ ? આપેલ આડછેદ (ક્ષેત્રફળ)માંથી એકમ સમયમાં વહેતા વિદ્યુતભારના જથ્થાને વિદ્યુતપ્રવાહ તરીકે રજૂ કરાય છે. બીજા શબ્દોમાં તે વિદ્યુતભારના વહનનો દર છે. ધાતુના તારથી બનેલા વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતભારના પ્રવાહની રચના ઇલેક્ટ્રૉન કરે છે. પરંતુ જ્યારે સૌપ્રથમ વિદ્યુતની ઘટના જોવા મળી ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉન વિશે કોઈ જાણકારી ન હતી. તેથી વિદ્યુપ્રવાહ ધન વિદ્યુતભારોની ગતિના કારણે રચાય છે તેમ માનવામાં આવ્યું અને ધન વિદ્યુતભારોની ગતિની દિશાને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તરીકે લેવામાં આવી. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉન કે જે ઋણભારિત છે, તેની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.

જો t સમયમાં વાહકના કોઈ આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતભારનો જથ્થો Q હોય, તો આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I,

$$I = \frac{Q}{t} \qquad (11.1)$$

વિદ્યુતભારનો SI એકમ કુલંબ (C) છે, જે લગભગ 6×10^{18} ઇલેક્ટ્રૉનના વિદ્યુતભારને સમતુલ્ય છે. (આપણે જાણીએ છીએ કે ઇલેક્ટ્રૉન 1.6×10^{-19} C ઋણ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે). ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્દ્રે-મેરી ઍમ્પિયર (1775-1836)ના નામ પરથી વિદ્યુતપ્રવાહનો એકમ ઍમ્પિયર (A) રાખવામાં આવ્યો છે. એક ઍમ્પિયર વિદ્યુતપ્રવાહની રચના એક સેકન્ડમાં એક કુલંબ વિદ્યુતભારના વહનથી થાય છે, એટલે કે 1 A = 1C/1s. નાના વિદ્યુતપ્રવાહને મિલિઍમ્પિયર (1 mA = 10^{-3}A) અથવા માઇક્રોઍમ્પિયર (1μA = 10^{-6}A)માં રજૂ કરવામાં આવે છે. પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપવા માટે વપરાતા સાધનને એમીટર કહે છે. જે પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપવો હોય તેમાં તેને (એમીટરને) હંમેશાં શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. આકૃતિ 11.1 એક લાક્ષણિક વિદ્યુત–પરિપથની રેખાકૃતિ દર્શાવે છે, જેમાં એક સેલ, એક વિદ્યુતબલ્બ, એમીટર તથા કળ જોડેલ છે. અહીં નોંધો કે, પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સેલના ધન છેડેથી ઋણ છેડા સુધી બલ્બ અને એમીટરમાં થઈને વહે છે.



આકૃતિ 11.1
વિદ્યુતકોષ, વિદ્યુતબલ્બ, એમીટર અને પ્લગ કળની મદદથી બનેલા વિદ્યુત-પરિપથની રેખાકૃતિ

ઉદાહરણ 11.1 : કોઈ વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ (તાર)માંથી 0.5 A વિદ્યુતપ્રવાહ 10 મિનિટ સુધી વહે છે, તો પરિપથમાં વહન પામતો વિદ્યુતભાર ગણો.

ઉકેલ :

આપણને આપવામાં આવ્યું છે, I = 0.5 A; t = 10 min = 600 s

સમીકરણ 11.1 પરથી,

$Q = It$

$= 0.5 \text{ A} \times 600 \text{ s}$

$= 300 \text{ C}$

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત–પરિપથનો અર્થ શું થાય ?
2. વિદ્યુતપ્રવાહના એકમને વ્યાખ્યાયિત કરો.
3. એક કુલંબ વિદ્યુતભારની રચના કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ગણો.

11.2 વિદ્યુતસ્થિતિમાન અને વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (Electric Potential and Potential Difference)

એવું શું છે જે વિદ્યુતભારને વહન કરાવે છે ? આ સમજવા માટે પાણીના પ્રવાહ સાથે સામ્યતા વિચારીએ. આદર્શ સમક્ષિતિજ નળીમાં પાણી વહન પામતું નથી, તેમ તાંબાના તારમાં વિદ્યુતભારો જાતે ગતિ કરતાં નથી. જો નળીના એક છેડાને ઊંચી સપાટી પર રાખેલ પાણીની ટાંકી સાથે જોડવામાં આવે તો નળીના બે છેડા વચ્ચે દબાણ–તફાવત રચાય છે, જેથી નળીના મુક્ત છેડામાંથી પાણી બહાર આવે છે અને વહે છે. ધાતુના વાહકતારમાં વિદ્યુતભારોના પ્રવાહ માટે ગુરુત્વાકર્ષણબળની કોઈ ભૂમિકા હોતી નથી. ઇલેક્ટ્રૉન ત્યારે જ ગતિ કરે છે જ્યારે વાહકમાં વિદ્યુતદબાણનો તફાવત કે જેને વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત કહે છે તે હોય. વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો આવો તફાવત એક કે એક કરતા વધુ વિદ્યુતકોષોની બનેલી બૅટરીથી મેળવી શકાય છે. કોષની અંદર થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા કોષના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, આવું ત્યારે પણ થાય છે જ્યારે કોષમાંથી કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહ લેવામાં ન આવતો હોય. જ્યારે વિદ્યુતકોષને વાહક પરિપથના ઘટક સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વાહકના વિદ્યુતભારોને ગતિમાં લાવે છે અને વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. કોઈ વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે કોષને તેની અંદર સંગ્રહ પામેલી રાસાયણિક ઊર્જા વાપરવી પડે છે.

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વિદ્યુત–પરિપથનાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત એકમ ધન વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવા પડતા કાર્ય તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

$$\text{બે બિંદુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (V)} = \frac{\text{કરેલું કાર્ય(W)}}{\text{વિદ્યુતભાર (Q)}}$$

$$V = \frac{W}{Q} \qquad (11.2)$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનો SI એકમ વોલ્ટ (V) છે, જે ઇટાલીના વિજ્ઞાની અલેસાન્ડ્રો વોલ્ટા (1745-1827)ના નામ પરથી રાખવામાં આવ્યો છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકમાં જો એક કુલંબ વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય 1 જૂલ હોય તો તે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 વોલ્ટ કહેવાય. તેથી,

$$1 \text{ વોલ્ટ} = \frac{1 \text{ જૂલ}}{1 \text{ કુલંબ}} \qquad (11.3)$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વોલ્ટમીટર નામના ઉપકરણની મદદથી માપવામાં આવે છે. વોલ્ટમીટરને હંમેશાં જે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવાનો હોય તેમને સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ 11.2 : 12 V વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચે 2 C વિદ્યુતભારને લઈ જવા માટે કેટલું કાર્ય કરવું પડે ?

ઉકેલ :

V (= 12 V) વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચે વહેતા વિદ્યુતભાર Qનું મૂલ્ય 2 C છે. તેથી વિદ્યુતભારને લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય [સમીકરણ 11.2 અનુસાર]

$$W = VQ$$

$$= 12\ V \times 2\ C$$

$$= 24\ J$$

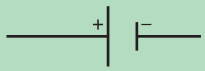
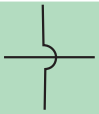
પ્રશ્નો

1. વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત જાળવી રાખવામાં મદદ કરતા ઉપકરણનું નામ આપો.
2. બે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V છે તેનો અર્થ શું થાય ?
3. 6 Vની બૅટરી તેમાંથી પસાર થતા દર 1 કુલંબ વિદ્યુતભારને કેટલી ઊર્જા આપે છે ?

11.3 પરિપથ આકૃતિ (Circuit Diagram)

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથ, આકૃતિ 11.1માં દર્શાવ્યા મુજબ, એક વિદ્યુતકોષ (અથવા બૅટરી), એક કળ, વિદ્યુત ઘટક (અથવા ઘટકો) તથા જોડાણમાં લીધેલ તારથી બનેલ હોય છે. પરિપથનાં ઘટકોને પ્રણાલીગત સંકેતો દ્વારા દર્શાવી વિદ્યુત–પરિપથ દોરવો સરળ છે. કોષ્ટક 11.1માં સામાન્ય વ્યવહારમાં વપરાતા વિદ્યુત ઘટકોના પ્રણાલીગત સંકેતો દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 11.1 પરિપથ આકૃતિમાં સામાન્ય રીતે વપરાતાં કેટલાંક ઘટકોની સંજ્ઞાઓ

ક્રમ	ઘટકો	સંજ્ઞાઓ
1	વિદ્યુતકોષ	
2	બૅટરી અથવા વિદ્યુતકોષોનું સંયોજન	
3	પ્લગકળ અથવા સ્વિચ (ખુલ્લી)	
4	પ્લગકળ અથવા સ્વિચ (બંધ)	
5	તારનું જોડાણ	
6	જોડાણ વગર એકબીજાને પસાર કરતા તાર	

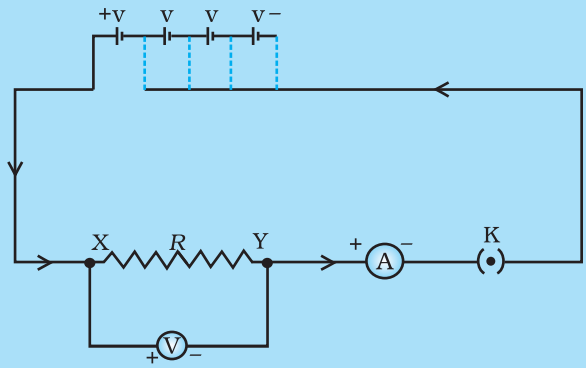
7	વિદ્યુત–બલ્બ	 અથવા
8	R અવરોધ ધરાવતો અવરોધક	
9	ચલિત અવરોધ અથવા રિઓસ્ટેટ	 અથવા
10	એમીટર	
11	વોલ્ટમીટર	

11.4 ઓહ્મનો નિયમ (Ohm's Law)

શું કોઈ વાહકના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત અને તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? ચાલો, તેને એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.1

- આકૃતિ 11.2માં દર્શાવ્યા અનુસાર એક પરિપથ તૈયાર કરો. આ પરિપથમાં 0.5 m લાંબો નિક્રોમનો તાર XY, એક એમીટર, એક વોલ્ટમીટર તથા 1.5 Vનાં ચાર વિદ્યુતકોષ જોડો (નિક્રોમ એ નિકલ, ક્રોમિયમ, મૅંગેનીઝ અને લોખંડની મિશ્ર ધાતુ છે).
- સૌપ્રથમ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે એક જ કોષ જોડો. પરિપથમાં નિક્રોમના તાર XYમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ માટે એમીટરનું અવલોકન I અને તેના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V માટે વોલ્ટમીટરનું અવલોકન આપેલ કોષ્ટકમાં નોંધો.

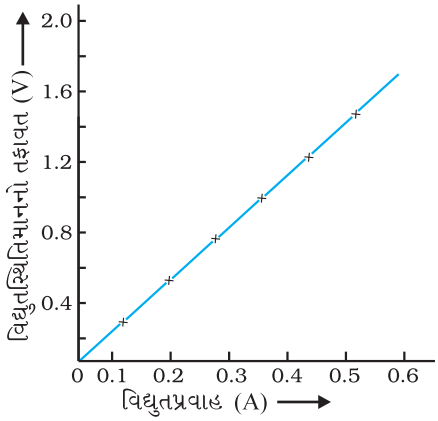


આકૃતિ 11.2 ઓહ્મના નિયમના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત-પરિપથ

- હવે પછી પરિપથમાં બે વિદ્યુતકોષ જોડો અને નિક્રોમના તારમાં પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે અનુક્રમે એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકન નોંધો.
- હવે, ત્રણ અને ચાર વિદ્યુતકોષ માટે ઉપરનાં પદોનું અલગથી પુનરાવર્તન કરો.
- વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને વિદ્યુતપ્રવાહ I ની પ્રત્યેક જોડ માટે V અને I નો ગુણોત્તર ગણો.

ક્રમ	પરિપથમાં ઉપયોગમાં લીધેલા વિદ્યુતકોષોની સંખ્યા	નિક્રોમના તારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I (એમ્પિયર)	નિક્રોમ તારના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V (વોલ્ટ)	$\frac{V}{I}$ (વોલ્ટ/એમ્પિયર)
1				
2				
3				
4				

- V વિરુદ્ધ I નો આલેખ દોરો અને તેનું સ્વરૂપ જુઓ.



આકૃતિ 11.3

નિક્રોમ તાર માટે V-I આલેખ. સુરેખ આલેખ દર્શાવે છે કે જેમ વિદ્યુતપ્રવાહ વધે છે તેમ તારના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત રેખીય રીતે વધે છે. આ ઓહ્મનો નિયમ છે

આ પ્રવૃત્તિમાં તમને દરેક કિસ્સામાં V/Iનું મૂલ્ય લગભગ સમાન મળશે. આમ V-Iનો આલેખ ઊગમબિંદુમાંથી પસાર થતી સુરેખા હશે જે આકૃતિ 11.3માં દર્શાવેલ છે. આમ, V/I એ અચળ ગુણોત્તર છે.

1827માં જર્મન ભૌતિકશાસ્ત્રી જ્યોર્જ સીમોન ઓહ્મે (1787-1854) ધાતુના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ I અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત વચ્ચેનો સંબંધ શોધ્યો. અચળ તાપમાને વાહકતારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ તે વાહકના બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતમાનના તફાવત Vના સમપ્રમાણમાં હોય છે આને ઓહ્મનો નિયમ કહે છે. બીજા શબ્દોમાં,

$$V \propto I \qquad (11.4)$$

અથવા $$\frac{V}{I} = \text{અચળ}$$

$$= R$$

અથવા $$V = IR \qquad (11.5)$$

સમીકરણ (11.5)માં R એ આપેલ તાપમાને આપેલ ધાતુના તાર માટે અચળાંક છે અને તેને તેનો અવરોધ કહે છે. તે વાહકનો તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતભારનો વિરોધ કરવાનો ગુણધર્મ છે. તેનો SI એકમ ઓહ્મ છે અને તેને ગ્રીક અક્ષર Ω વડે દર્શાવાય છે. ઓહ્મના નિયમ અનુસાર,

$$R = \frac{V}{I} \qquad (11.6)$$

જો વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V હોય અને તેમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ 1 A હોય, તો વાહકનો અવરોધ (R) 1 Ω છે. એટલે કે,

$$1 \text{ ઓહ્મ} = \frac{1 \text{ વોલ્ટ}}{1 \text{ એમ્પિયર}}$$

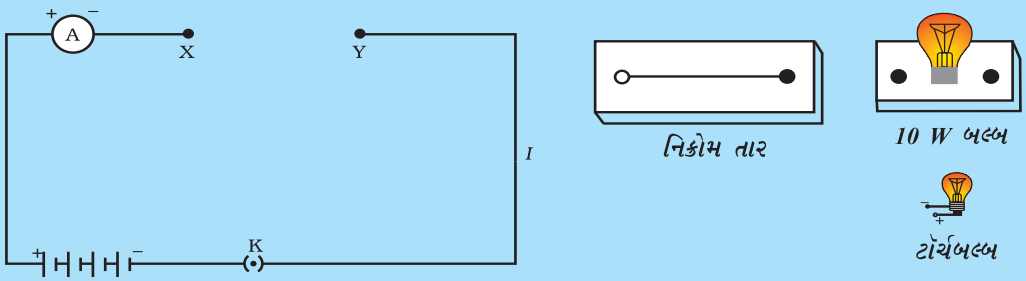
સમીકરણ (11.5) પરથી આપણને નીચે મુજબનો સંબંધ પણ મળે છે :

$$I = \frac{V}{R} \qquad (11.7)$$

સમીકરણ (11.7) પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ તે અવરોધના મૂલ્યના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે. જો અવરોધનું મૂલ્ય બમણું કરવામાં આવે, તો વિદ્યુતપ્રવાહ અડધો થાય છે. કેટલાક પ્રાયોગિક કિસ્સામાં વિદ્યુતપરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહમાં વધારો કે ઘટાડો કરવો જરૂરી હોય છે. જે ઘટકની મદદથી વૉલ્ટેજનું પ્રાપ્તિસ્થાન બદલ્યા વગર વિદ્યુતપ્રવાહનું નિયમન કરી શકાય તેને ચલ અવરોધ કહે છે. વિદ્યુતપરિપથમાં પરિપથનો અવરોધ બદલવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા સાધનને રિઓસ્ટેટ (rheostat) કહે છે. હવે આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા વાહકના અવરોધનો અભ્યાસ કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 11.2

- એક નિક્રોમનો તાર, એક ટૉર્ચ બલ્બ, એક 10 Wનો બલ્બ તથા એક એમીટર (0 - 5A રેન્જનું) એક કળ તથા જોડાણ માટેના તાર લો.
- 1.5 Vના દરેક એવા ચાર સૂકા કોષ શ્રેણીમાં અને તેની સાથે એમીટર આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડો અને XY અંતરાલ (gap) છોડી પરિપથ બનાવો.



આકૃતિ 11.4

- અંતરાલ XYમાં નિક્રોમનો તાર જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો. કળ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો. પ્લગમાંથી કળ બહાર કાઢી લો. (**નોંધ :** પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપ્યા પછી હંમેશાં પ્લગમાંથી કળ બહાર કાઢી લો.)
- અંતરાલ XYમાં નિક્રોમનાં તારની જગ્યાએ ટૉર્ચનો બલ્બ જોડો અને તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ એમીટરની મદદથી નોંધો.
- XY અંતરાલમાં 10 Wનો બલ્બ જોડી ઉપરનાં પદોનું પુનરાવર્તન કરો.
- શું XY અંતરાલમાં જોડેલ જુદાં–જુદાં ઘટકો માટે એમીટરનાં અવલોકન ભિન્ન મળે છે ? ઉપરનાં અવલોકનો શું દર્શાવે છે. ?
- તમે અંતરાલમાં કોઈ પણ દ્રવ્ય ઘટક જોડી પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરી શકો છો. દરેક કિસ્સા માટે એમીટરનું અવલોકન નોંધો. અવલોકનોનું વિશ્લેષણ કરો.

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણને જણાય છે કે જુદાં–જુદાં ઘટકોમાં વિદ્યુતપ્રવાહ જુદો–જુદો છે. શા માટે જુદો છે ? કેટલાંક ઘટકો વિદ્યુતપ્રવાહને સરળ માર્ગ પૂરો પાડે છે, જ્યારે કેટલાક વહનને અવરોધે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. જો કે ઇલેક્ટ્રૉન વાહકમાં ગતિ કરવા માટે પૂર્ણપણે સ્વતંત્ર હોતા નથી. જે પરમાણુઓ વચ્ચેથી તે ગતિ કરે છે તેમના આકર્ષણ દ્વારા તેમની ગતિ નિયંત્રિત થઈ જાય છે. આમ, વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ તેના અવરોધ દ્વારા મંદ પડી જાય છે. આપેલ પરિમાણના વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ ઓછો હોય તે સારો વાહક કહેવાય. જે વાહક ગણનાપાત્ર અવરોધ લગાડતો હોય તેને અવરોધક કહે છે. સમાન પરિમાણ ધરાવતા વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ વધારે હોય તેને મંદ વાહક કહે છે. આ જ પરિમાણ ધરાવતો અવાહક આનાથી પણ વધુ અવરોધ લગાડે છે.

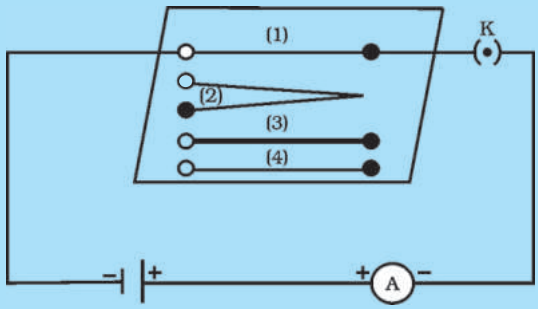
11.5 સુવાહકનો અવરોધ જેની પર આધાર રાખે છે તે પરિબળો

(Factors on which The Resistance of a Conductor Depends)

K8T2C3

પ્રવૃત્તિ 11.3

- એક કોષ, એક એમીટર, (l) લંબાઈનો એક નિક્રોમનો તાર [જેને (1) દ્વારા દર્શાવેલ] અને એક કળને આકૃતિ 11.5 પ્રમાણે જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો.



આકૃતિ 11.5 વાહક તારનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે તેના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત–પરિપથ

- હવે કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- હવે નિક્રોમના આ તારને સ્થાને નિક્રોમનો બીજા તાર જોડો જેની જાડાઈ સમાન પણ લંબાઈ બે ગણી એટલે કે $2l$ હોય. [જેને આકૃતિ 11.5માં (2) વડે દર્શાવેલ છે].
- એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- હવે તેને સ્થાને l લંબાઈનો પણ જાડો નિક્રોમનો તાર ((3) દ્વારા દર્શાવેલ)ને જોડો. જાડા તારના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ વધુ હોય છે. ફરીથી એમીટરમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- નિક્રોમના તારની જગ્યાએ તાંબાના તાર [આકૃતિ 11.5માં (4) દ્વારા દર્શાવેલ]ને પરિપથમાં જોડો. ધારો કે આ તારની લંબાઈ અને આડછેદનું ક્ષેત્રફળ પ્રથમ નિક્રોમના તાર ((1) દ્વારા દર્શાવેલ) જેટલું છે. વિદ્યુતપ્રવાહનું અવલોકન નોંધો.
- દરેક કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહનો તફાવત ધ્યાનથી જુઓ.
- શું વિદ્યુતપ્રવાહ વાહકની લંબાઈ પર આધાર રાખે છે ?
- શું વિદ્યુતપ્રવાહ વાહકના આડછેદ પર આધાર રાખે છે ?

એવું જોવા મળે છે કે તારની લંબાઈ બમણી કરતાં એમીટરનું અવલોકન અડધું થાય છે. પરિપથમાં સમાન લંબાઈનો જાડો તે જ દ્રવ્યનો બનેલો તાર વાપરતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય વધે છે. સમાન લંબાઈ તથા આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો બીજા દ્રવ્યનો જાડો તાર વાપરતાં એમીટરનું અવલોકન બદલાય છે. ઓહ્મનો નિયમ [સમીકરણ (11.5)-(11.7)] લાગુ પાડતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે વાહક તારનો અવરોધ (i) તેની લંબાઈ (ii) તેના આડછેદના ક્ષેત્રફળ (iii) તેના દ્રવ્યની જાત પર આધાર રાખે છે. ચોકસાઈપૂર્વકનાં માપન દર્શાવે છે કે એકસમાન વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈ (l)ના સમપ્રમાણમાં અને આડછેદના ક્ષેત્રફળ (A)ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. એટલે કે,

$$R \propto l \qquad (11.8)$$

અને

$$R \propto \frac{1}{A} \qquad (11.9)$$

સમીકરણ(11.8) અને (11.9)ને સંયોજિત કરતા,

$$R \propto \frac{l}{A}$$

અથવા

$$R = \rho \frac{l}{A} \qquad (11.10)$$

જ્યાં, ρ (રૂહો) સમપ્રમાણતા અચળાંક છે અને તેને વાહકના દ્રવ્યની વિદ્યુતઅવરોધકતા કહે છે. અવરોધકતાનો SI એકમ Ω m છે. તે દ્રવ્યનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ છે. ધાતુઓ અને મિશ્રધાતુઓની

અવરોધકતા ખૂબ ઓછી હોય છે અને તેનો વિસ્તાર $10^{-8}\,\Omega\,m$ થી $10^{-6}\,\Omega\,m$ છે. તે વિદ્યુતના સારા વાહકો છે. અવાહકો જેવા કે રબર અને કાચ જેવા અવાહકોની અવરોધકતાનો વિસ્તાર 10^{12} થી $10^{17}\,\Omega\,m$ છે. દ્રવ્યનો અવરોધ અને અવરોધકતા બંને તાપમાન સાથે બદલાય છે.

કોષ્ટક 11.2માં આપણને જોવા મળે છે કે, મિશ્રધાતુની અવરોધકતા તેમની મૂળ ધાતુઓ કરતાં વધુ છે. મિશ્રધાતુઓ ઊંચા તાપમાને ત્વરિત ઑક્સિડાઇઝ (દહન) થતી નથી. આ કારણોસર તે વ્યવહારમાં વિદ્યુતઉષ્મીય સાધનોમાં વપરાય છે, જેવા કે ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રી, ટોસ્ટર વગેરે. વિદ્યુત–બલ્બના ફિલામેન્ટ માટે એક માત્ર ટંગસ્ટનનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે તાંબા અને ઍલ્યુમિનિયમનો ઉપયોગ વિદ્યુતપ્રવાહન વહન (transmission) કરતા તારોની બનાવટમાં થાય છે.

કોષ્ટક 11.2 20°C તાપમાને કેટલાંક દ્રવ્યોની અવરોધકતા*

વાહકો	ચાંદી	1.60×10^{-8}
	તાંબુ	1.62×10^{-8}
	ઍલ્યુમિનિયમ	2.63×10^{-8}
	ટંગસ્ટન	5.20×10^{-8}
	નિકલ	6.84×10^{-8}
	લોખંડ	10.0×10^{-8}
	ક્રોમિયમ	12.9×10^{-8}
	પારો	94.0×10^{-8}
	મૅંગેનીઝ	1.84×10^{-6}
મિશ્રધાતુઓ	કોન્સ્ટન્ટન (Cu અને Niની મિશ્રધાતુ)	49×10^{-6}
	મૅંગેનિન (Cu, Mn અને Niની મિશ્રધાતુ)	44×10^{-6}
	નિક્રોમ (Ni, Cr, Mn અને Feની મિશ્રધાતુ)	100×10^{-6}
અવાહકો	કાચ	$10^{10} - 10^{14}$
	સખત રબર	$10^{13} - 10^{16}$
	એબોનાઇટ	$10^{15} - 10^{17}$
	હીરો	$10^{12} - 10^{13}$
	કાગળ (સૂકો)	10^{12}

* તમારે આ મૂલ્યો યાદ રાખવાના નથી. તમે દાખલાઓ ગણતી વખતે આ મૂલ્યો ઉપયોગમાં લઈ શકો છો.

ઉદાહરણ 11.3

(a) જો વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટનો અવરોધ 1200 Ω હોય અને તેને 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે તો વિદ્યુતબલ્બ કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચશે ? (b) વિદ્યુતહીટરની કૉઇલનો અવરોધ 100 Ω છે. તેને 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતાં કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે ?

ઉકેલ (a) આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, V = 220 V; R = 1200 Ω

સમીકરણ (11.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{220\ V}{1200\ \Omega} = 0.18\ A$

(b) આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, V = 220 V; R = 100 Ω

સમીકરણ (11.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{220\ V}{100\ \Omega} = 2.2\ A$

220 Vનાં સમાન વિદ્યુત પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટર દ્વારા ખેંચાતા વિદ્યુતપ્રવાહના તફાવતો નોંધો !

ઉદાહરણ 11.4

એક વિદ્યુતહીટર પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી 4 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે ત્યારે તેના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 60 V છે. જો વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત 120 V સુધી વધારવામાં આવે તો હીટર કેટલો પ્રવાહ ખેંચશે ?

ઉકેલ

આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V = 60 V, વિદ્યુતપ્રવાહ I = 4 A

ઓહ્મના નિયમ અનુસાર, $R = \frac{V}{I} = \frac{60\ V}{4\ A} = 15\ \Omega$

હવે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 120 V કરતા, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{V}{R} = \frac{120\ V}{15\ \Omega} = 8\ A$

આમ, હીટરમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ 8 A થઈ જાય છે.

ઉદાહરણ 11.5 :

ધાતુના 1 m લંબાઈ ધરાવતા તારનો 20°C તાપમાને અવરોધ 26 Ω છે. જો તારનો વ્યાસ 0.3 mm હોય, તો તે તાપમાને ધાતુની અવરોધકતા કેટલી ? કોષ્ટક 11.2 નો ઉપયોગ કરી તારના દ્રવ્યનું પૂર્વાનુમાન કરો.

ઉકેલ

આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, અવરોધ R = 26 Ω, વ્યાસ d = 0.3 mm = 3×10^{-4} m તથા તારની લંબાઈ l = 1 m. આથી, સમીકરણ (11.10) પરથી આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{R\pi d^2}{4l}$$

આપેલ કિંમતો મૂકતાં અવરોધકતા

$\rho = 1.84 \times 10^{-6}\ \Omega$ m મળે છે.

આમ, 20 °C તાપમાને આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા $1.84 \times 10^{-6}\ \Omega$ m છે. કોષ્ટક 11.2 જોતાં આ મૅંગેનીઝની અવરોધકતા છે.

ઉદાહરણ 11.6

આપેલ દ્રવ્યના l લંબાઈ અને A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ 4 Ω છે, તો આ જ દ્રવ્યના $\frac{l}{2}$ લંબાઈ અને 2 A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ કેટલો ?

ઉકેલ

પ્રથમ તાર માટે

$$R_1 = \rho \frac{l}{A} = 4\ \Omega$$

બીજા તાર માટે

$$R_2 = \rho \frac{l/2}{2A} = \frac{1}{4}\ \rho\ \frac{l}{A}$$

$$R_2 = \frac{1}{4}\ R_1$$

$$R_2 = 1\ \Omega$$

આમ, નવા તારનો અવરોધ 1 Ω છે.

પ્રશ્નો

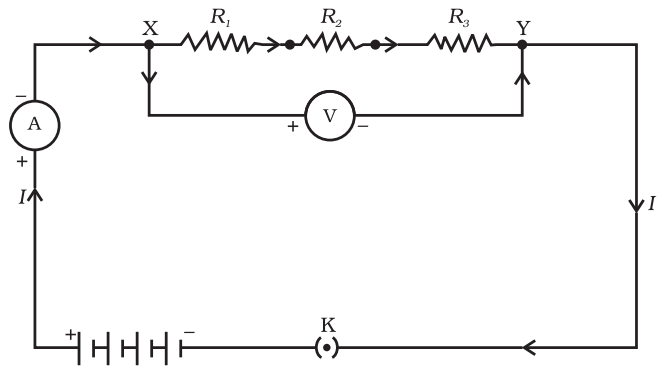
1. વાહકનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે ?
2. એક જ દ્રવ્યમાંથી બનેલા એક જાડા અને એક પાતળા તારને સમાન વિદ્યુતપ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતા કોનામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ સરળતાથી વહેશે ? શા માટે ?
3. ધારો કે કોઈ વિદ્યુતઘટકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઘટાડીને અગાઉના મૂલ્યનો અડધો કરતા તેનો અવરોધ તેનો તે જ રહે છે. તો વિદ્યુતઘટકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં શો ફેરફાર થશે ?
4. શા માટે ટોસ્ટર તથા વિદ્યુતઈસ્ત્રીની કૉઇલ શુદ્ધ ધાતુની ન બનાવતા મિશ્રધાતુની બનાવવામાં આવે છે ?
5. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર કોષ્ટક 11.2માં આપેલ માહિતીની મદદથી આપો :
   (a) લોખંડ (Fe) તથા પારો (Hg)માંથી ક્યું વધારે સારું વાહક છે ?
   (b) ક્યું દ્રવ્ય શ્રેષ્ઠ વાહક છે ?

11.6 અવરોધકોના તંત્રનો અવરોધ (Resistance of a System of Resistors)

N7Y9I2

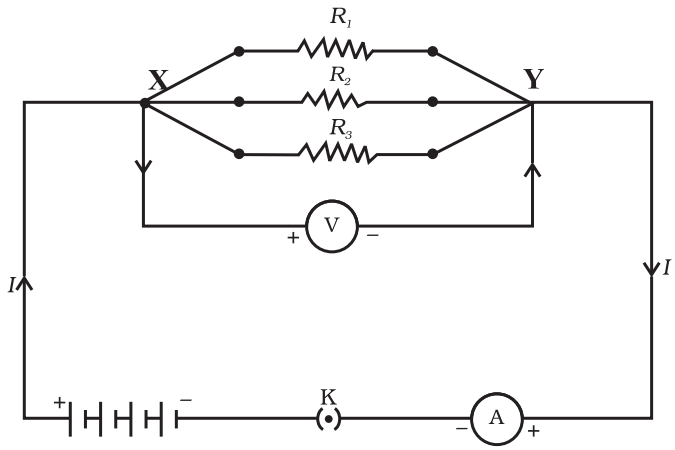
આગળના વિભાગમાં આપણે કેટલાક સરળ વિદ્યુત–પરિપથો વિશે શીખ્યાં. આપણે વાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ તેના અવરોધ અને બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે તે જોયું. વિવિધ વિદ્યુત ઉપકરણોમાં આપણે ઘણી વાર અવરોધોનાં વિવિધ જોડાણોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. તેથી આપણે આ અવરોધોનાં સંયોજનો પર ઓહ્મનો નિયમ કેવી રીતે લાગુ પાડી શકાય તે જોવા માગીએ છીએ.

અવરોધોને એકબીજા સાથે બે રીતે જોડી શકાય છે. આકૃતિ 11.6માં એક વિદ્યુત-પરિપથ દર્શાવેલ છે, જેમાં R_1, R_2, R_3 અવરોધ ધરાવતા ત્રણ અવરોધો એકબીજા સાથે ક્રમશઃ (એક પૂરો થાય ત્યાંથી બીજો શરૂ થાય તેમ) જોડેલા છે. અવરોધોના આવા જોડાણને શ્રેણી–જોડાણ કહે છે.



આકૃતિ 11.6 શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધો

આકૃતિ 11.7માં અવરોધોનું એક એવું જોડાણ દર્શાવેલ છે કે જેમાં ત્રણ અવરોધકો એકસાથે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ છે. અહીં, અવરોધો એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલા છે તેમ કહેવાય.



આકૃતિ 11.7 સમાંતર જોડેલા અવરોધો

11.6.1 અવરોધોનું શ્રેણી–જોડાણ (Resistores in Series)

જ્યારે કેટલાક અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડીએ તો પરિપથમાં વહેતા પ્રવાહનું શું થાય ? તેમનો સમતુલ્ય અવરોધ કેટલો થાય ? ચાલો, આને નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજવા પ્રયત્ન કરીએ :

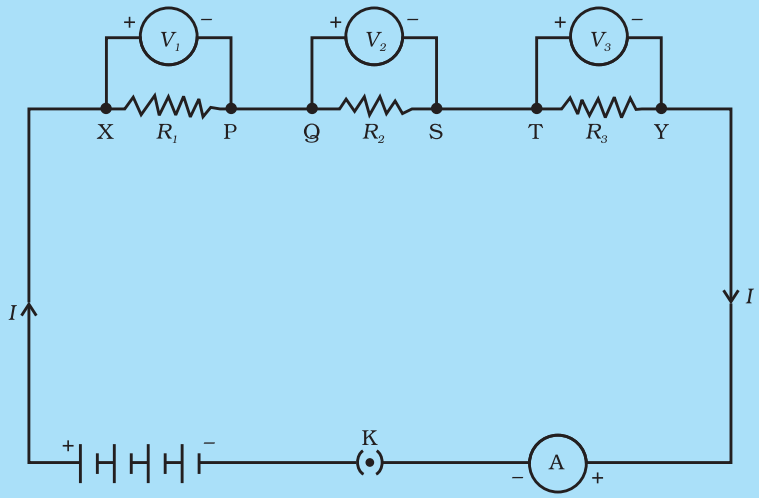
પ્રવૃત્તિ 11.4

- જુદાં–જુદાં મૂલ્ય ધરાવતા ત્રણ અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડો. આકૃતિ 11.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેમને એક બૅટરી, એક એમીટર તથા એક પ્લગકળ સાથે જોડો. તમે આ પ્રવૃત્તિ માટે 1 Ω, 2 Ω, 3 Ω વગેરે મૂલ્યના અવરોધો તથા 6 Vની બૅટરીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- બે અવરોધો વચ્ચે એમીટરનું સ્થાન ગમે ત્યાં બદલી શકો છો. દરેક વખતે એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- શું તમને એમીટરમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં કોઈ ફેરફાર જોવા મળે છે ?

તમે જોશો કે, એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય તેનું તે જ રહે છે. તે પરિપથમાં એમીટરના સ્થાન પર આધાર રાખતું નથી. આનો અર્થ એવો થયો કે અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડતાં પરિપથના દરેક ભાગમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ હોય છે એટલે કે દરેક અવરોધમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે.

પ્રવૃત્તિ 11.5

- પ્રવૃત્તિ 11.4માં આકૃતિ 11.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર ત્રણ અવરોધોનાં શ્રેણી–જોડાણના છેડા X તથા Yની વચ્ચે વોલ્ટમીટર જોડો.
- પરિપથમાં કળમાં પ્લગ ભરાવી વોલ્ટમીટરનું અવલોકન નોંધો. તે અવરોધોના શ્રેણી–જોડાણ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત આપે છે. ધારો કે તે V છે. હવે બૅટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. બંનેનાં મૂલ્યો સરખાવો.
- કળમાંથી પ્લગ દૂર કરો અને વોલ્ટમીટરનું જોડાણ દૂર કરો. હવે વોલ્ટમીટરને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા X અને P વચ્ચે જોડો જે આકૃતિ 11.8માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 11.8

- કળમાં પ્લગ ભરાવો અને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે V_1 છે.
- આ જ રીતે બાકીના બે અવરોધ માટે અલગ–અલગ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે V_2 અને V_3 છે.
- V, V_1, V_2 અને V_3. વચ્ચેનો સંબંધ તારવો.

તમે જોશો કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત Vનું મૂલ્ય વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V_1, V_2 અને V_3ના સરવાળા જેટલું છે. એટલે કે અવરોધોનાં શ્રેણી–જોડાણના છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત સ્વતંત્ર અવરોધોના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનાં સરવાળા બરાબર છે એટલે કે,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \qquad (11.11)$$

ધારો કે આકૃતિ 11.8માં દર્શાવેલ વિદ્યુત–પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. દરેક અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પણ I છે. તેથી ત્રણ શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધોના સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ R જોડી શકાય કે જેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V અને પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I તેના તે જ રહે. સમગ્ર પરિપથને ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V = IR \qquad (11.12)$$

મળે છે.

ત્રણેય અવરોધોને અલગ–અલગ ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V_1 = IR_1 \qquad [11.13\ (a)]$$

$$V_2 = IR_2 \qquad [11.13\ (b)]$$

અને $$V_3 = IR_3 \qquad [11.13\ (c)]$$

મળે છે. સમીકરણ (11.11) પરથી,

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

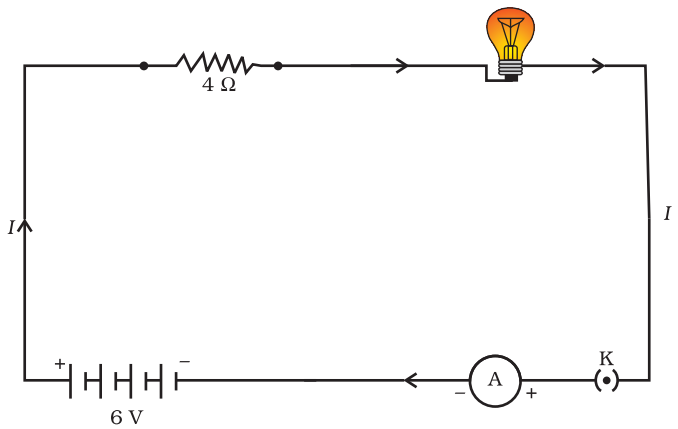
અથવા

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \qquad (11.14)$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે જ્યારે અનેક અવરોધો શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે ત્યારે જોડાણનો કુલ અવરોધ R_s, સ્વતંત્ર અવરોધો R_1, R_2 અને R_3ના સરવાળા બરાબર હોય છે તથા આ કુલ અવરોધ કોઈ પણ સ્વતંત્ર અવરોધ કરતાં મોટો હોય છે.

ઉદાહરણ 11.7

20 Ω અવરોધ ધરાવતો એક વિદ્યુતબલ્બ, 4 Ω અવરોધ ધરાવતો વાહક, 6 Vની બૅટરી સાથે જોડેલ છે (આકૃતિ 11.9). (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ (b) પરિપથમાંથી વહેતો પ્રવાહ અને (c) વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે તથા વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ગણો.



આકૃતિ 11.9 4 Ωના અવરોધ અને 6 Vની બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ વિદ્યુતબલ્બ

ઉકેલ

વિદ્યુતબલ્બનો અવરોધ $R_1 = 20\ \Omega$

શ્રેણીમાં જોડેલ વાહકનો અવરોધ $R_2 = 4\ \Omega$

તેથી પરિપથનો કુલ અવરોધ,

$R = R_1 + R_2$

$R_s = 20\ \Omega + 4\ \Omega = 24\ \Omega$

બૅટરીના બે છેડા વચ્ચેનો કુલ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત $V = 6$ V

હવે, ઓહ્મના નિયમ અનુસાર પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$$I = \frac{V}{R_s}$$

$$= \frac{6\,V}{24\ \Omega}$$

$$= 0.25\ A$$

વિદ્યુતબલ્બ અને વાહકને અલગ–અલગ ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતા,
વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_1 = 20\ \Omega \times 0.25\ A$

$= 5\ V$

અને વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_2 = 4\ \Omega \times 0.25\ A$

$= 1\ V$

ધારો કે આપણે વિદ્યુતબલ્બ અને વાહકના શ્રેણી–જોડાણને સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ મૂકવા માગીએ છીએ. તો તેનો અવરોધ એટલો હોવો જોઈએ કે જેથી બૅટરીના બે છેડા વચ્ચેના 6 Vના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે પરિપથમાં 0.25 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે. ધારો કે આ સમતુલ્ય અવરોધ R છે તેથી,

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{6\,V}{0.25\,A}$$

$$= 24\ \Omega$$

આ શ્રેણી–જોડાણનો કુલ અવરોધ છે અને તે બે અવરોધોના સરવાળા જેટલો છે.

પ્રશ્નો

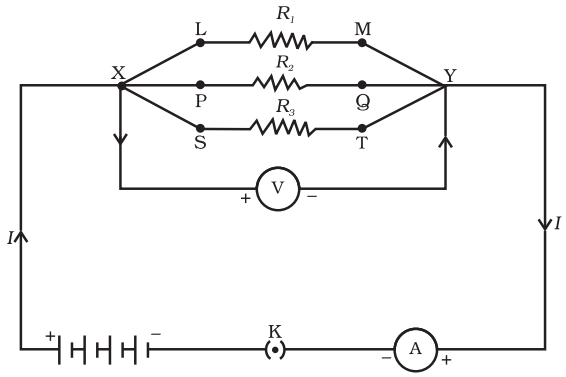
1. એવો વિદ્યુત–પરિપથ દોરો કે જેમાં દરેક 2 Vના ત્રણ કોષ એક 5 Ωનો અવરોધ, એક 8 Ωનો અવરોધ તથા 12 Ωનો અવરોધ તથા એક પ્લગકળ બધા શ્રેણીમાં જોડેલ હોય.
2. પ્રશ્ન 1નો પરિપથ ફરી દોરો કે જેના અવરોધોમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને માપવા માટે એમીટર તથા 12 Ωના અવરોધના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે એક વોલ્ટમીટર લગાડેલ હોય. એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો શું હશે ?

11.6.2 સમાંતર જોડેલા અવરોધો (Resistors in Parallel)

હવે આકૃતિ 11.7માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુતકોષોનાં સંયોજન (અથવા બૅટરી) સાથે સમાંતર જોડેલ ત્રણ અવરોધોનો વિચાર કરીએ.

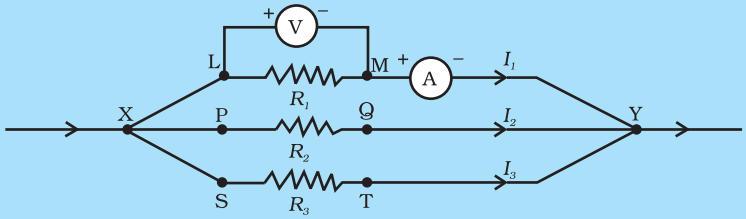
પ્રવૃત્તિ 11.6

- ત્રણ અવરોધો R_1, R_2 અને R_3નું સમાંતર જોડાણ XY તૈયાર કરો. આકૃતિ 11.10માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેને બૅટરી, પ્લગકળ અને એમીટર સાથે જોડો. વળી, અવરોધોનાં સંયોજન સાથે વોલ્ટમીટર સમાંતર જોડો.
- કળમાં પ્લગ ભરાવો અને એમીટરનું અવલોકન નોંધો. ધારો કે વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. વોલ્ટમીટરનું અવલોકન પણ નોંધો. તે સંયોજનના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (V) આપે છે. દરેક અવરોધ માટે પણ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V છે. જેને દરેક અવરોધ સાથે વોલ્ટમીટર જોડી ચકાસી શકાય છે (જુઓ આકૃતિ 11.11).



આકૃતિ 11.10

- કળમાંથી પ્લગ દૂર કરો. પરિપથમાંથી એમીટર અને વોલ્ટમીટર દૂર કરો. આકૃતિ 11.11માં દર્શાવ્યા અનુસાર એમીટર અવરોધ R_1 સાથે શ્રેણીમાં જોડો. એમીટરનું અવલોકન I_1 નોંધો.



આકૃતિ 11.11

- આ જ રીતે R_2 અને R_3માંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે I_2 અને I_3 છે. I, I_1, I_2 અને I_3 વચ્ચે શો સંબંધ છે ?

એવું જોવા મળે છે કે કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ I એ સંયોજનની દરેક શાખામાંથી વહેતા અલગ–અલગ વિદ્યુતપ્રવાહોના સરવાળા જેટલો છે.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad (11.15)$$

ધારો કે R_P એ અવરોધોના સમાંતર જોડાણનો સમતુલ્ય અવરોધ છે. અવરોધોના સમાંતર જોડાણને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતાં,

$$I = \frac{V}{R_p} \qquad (11.16)$$

દરેક અવરોધને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતા,

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \; ; \; I_2 = \frac{V}{R_2} \; ; \; I_3 = \frac{V}{R_3} \qquad (11.17)$$

સમીકરણ (11.15)થી (11.17) પરથી,

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

અથવા

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \qquad (11.18)$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે એકબીજાને સમાંતર જોડેલા અવરોધોના સમતુલ્ય અવરોધનું વ્યસ્ત, દરેક અવરોધના વ્યસ્ત મૂલ્યોનાં સરવાળા બરાબર હોય છે.

ઉદાહરણ 11.8

આકૃતિ 11.10માં દર્શાવેલ પરિપથમાં ધારો કે અવરોધો R_1, R_2, R_3નાં મૂલ્યો અનુક્રમે 5 Ω, 10 Ω અને 30 Ω છે. તેમને 12 Vની બૅટરી સાથે જોડેલ છે. (a) દરેક અવરોધમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ (b) પરિપથનો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ અને (c) પરિપથનો કુલ અવરોધ ગણો.

ઉકેલ

$R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$ અને $R_3 = 30\ \Omega$

બૅટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V = 12 V

દરેક અવરોધ માટે પણ આ જ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત છે, તેથી અવરોધોમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા આપણે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરીશું.

R_1માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_1 = V/R_1$,

$$I_1 = \frac{12\ V}{5\ \Omega} = 2.4\ A$$

R_2માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_2 = V/R_2$

$$I_2 = \frac{12\ V}{10\ \Omega} = 1.2\ A$$

R_3માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_3 = V/R_3$

$$I_3 = \frac{12\ V}{30\ \Omega} = 0.4\ A$$

પરિપથમાં કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = (2.4 + 1.2 + 0.4)\ A$$
$$= 4\ A$$

પરિપથનો કુલ અવરોધ (R_P) સમીકરણ (11.18) પરથી મળે છે.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{1}{3}$$

આમ, $R_P = 3\ \Omega$

ઉદાહરણ 11.9

આકૃતિ 11.12માં $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$, $R_4 = 20\ \Omega$, $R_5 = 60\ \Omega$ અને 12 Vની બૅટરી જોડેલ છે. (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ અને (b) પરિપથમાંથી વહેતો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ ગણો.

ઉકેલ

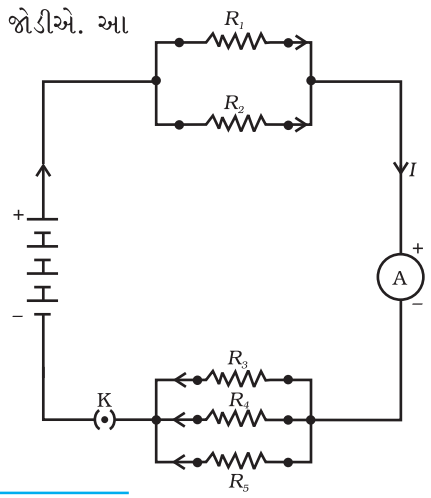
ધારો કે આપણે સમાંતર જોડેલ અવરોધો R_1 અને R_2ને સ્થાને સમતુલ્ય અવરોધ R' જોડીએ. આ જ રીતે સમાંતર જોડેલ R_3, R_4 અને R_5 ને સ્થાન સમતુલ્ય અવરોધ R'' જોડીએ.
સમીકરણ (11.18)નો ઉપયોગ કરતાં,

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40}$$ એટલે કે, $R' = 8\ \Omega$

આ જ રીતે, $\frac{1}{R''} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{6}{60}$

એટલે કે, $R'' = 10\ \Omega$.
તેથી કુલ અવરોધ $R = R' + R'' = 18\ \Omega$
વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા માટે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરતાં,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{18\ \Omega} = 0.67\ A$$



આકૃતિ 11.12
શ્રેણી અને સમાંતર જોડેલા અવરોધો દર્શાવતો વિદ્યુત–પરિપથ

આપણે જોયું કે શ્રેણી–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સમગ્ર પરિપથમાં સમાન હોય છે. આથી, વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટરને શ્રેણીમાં જોડવા વ્યાવહારિક નથી, કારણ કે તેમને યોગ્ય રીતે ચલાવવા માટે તદ્દન ભિન્ન મૂલ્યોમાં વિદ્યુતપ્રવાહની જરૂર પડે છે (ઉદાહરણ 11.3 જુઓ). શ્રેણી–જોડાણની બીજી એક મુખ્ય ત્રુટિ એ છે કે જ્યારે પરિપથનો એક ઘટક નિષ્ફળ જાય ત્યારે પરિપથમાં ભંગાણ પડે છે અને પરિપથનો કોઈ પણ ઘટક કામ કરતો નથી. જો તમે તહેવારો, લગ્નો વગેરે પ્રસંગોમાં મકાનોની સજાવટમાં બલ્બોની શ્રેણીઓનો ઉપયોગ થતો જોયો હશે, તો તમે જોયું હશે કે ઇલેક્ટ્રિશીયનને ખામીવાળું સ્થાન શોધવામાં ઘણો સમય લાગે છે. તેને ઊડી ગયેલો બલ્બ શોધીને બદલવા માટે દરેક બલ્બને તપાસવો પડે છે. આનાથી વિરુદ્ધ સમાંતર જોડાણમાં દરેક ઉપકરણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેંચાઈ જાય છે. સમીકરણ (11.18) પ્રમાણે પરિપથનો કુલ અવરોધ ઘટે છે. આ ખાસ ત્યારે ઉપયોગી છે જ્યારે વિદ્યુત ઉપકરણનો અવરોધ જુદો–જુદો હોય અને દરેકને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવા માટે જુદો–જુદો વિદ્યુતપ્રવાહ જોઈતો હોય.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે (a) 1 Ω તથા 10^6 Ω (b) 1 Ω, 10^3 Ω અને 10^6 Ω અવરોધો સમાંતર જોડવામાં આવે, તો પરિણામી અવરોધ નક્કી કરો.
2. 100 Ωનો વિદ્યુતબલ્બ, 50 Ω અવરોધવાળું ટોસ્ટર અને 500 Ω અવરોધવાળું વૉટર ફિલ્ટર 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડેલ છે. તે જ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે વિદ્યુતઇસ્ત્રી જોડતાં તે ત્રણેય સાધનો દ્વારા ખેંચાતા કુલ પ્રવાહ જેટલો જ પ્રવાહ ખેંચે છે, તો ઇસ્ત્રીનો અવરોધ કેટલો હશે તથા તેમાંથી કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો હશે ?
3. વિદ્યુત સાધનોને બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડવાને બદલે સમાંતર જોડતાં કયા ફાયદા થાય છે ?
4. 2 Ω, 3 Ω અને 6 Ωના અવરોધોને કેવી રીતે જોડશો કે જેથી પરિણામી અવરોધ (a) 4 Ω (b) 1 Ω મળે.
5. 4 Ω, 8 Ω, 12 Ω અને 24 Ω અવરોધ ધરાવતા ગૂંચળાઓને સંયોજિત કરતાં કેટલો (a) મહત્તમ (b) ન્યૂનતમ અવરોધ મળે ?

F2B3T4

11.7 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર (Heating Effect of Electric Current)

આપણે જાણીએ છીએ કે બૅટરી અથવા કોષ વિદ્યુતઊર્જાનું પ્રાપ્તિસ્થાન છે. કોષમાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, જે બૅટરી સાથે જોડેલ કોઈ અવરોધ કે અવરોધોના તંત્રમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેવડાવવા માટે ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિમાં લાવે છે. આપણે વિભાગ 11.2માં જોયું કે વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે બૅટરીએ ઊર્જા ખર્ચતા રહેવું પડે છે. આ ઊર્જા ક્યાં જાય છે ? વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે ખર્ચ થતી ઊર્જામાંથી અમુક ભાગ ઉપયોગી કાર્ય કરવા (જેમકે વિદ્યુતપંખાનાં પાંખિયાં ફેરવવા) માટે વપરાય છે. પ્રાપ્તિસ્થાનની બાકીની ઊર્જા ઉપકરણનું તાપમાન વધારવા માટે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે. આપણે આપણા રોજિંદા જીવનમાં આ ઘણી વાર જોઈએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, વિદ્યુતપંખાનો લાંબો સમય સુધી સતત ઉપયોગ કરીએ તો તે ગરમ થાય છે. આનાથી વિપરીત જો વિદ્યુત–પરિપથ માત્ર અવરોધીય હોય, એટલે કે માત્ર અવરોધોનું જોડાણ જ બૅટરી સાથે કરેલ હોય તો પ્રાપ્તિસ્થાનની ઊર્જા સતત ઉષ્મારૂપે જ વ્યય થાય છે. આને વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર કહે છે. આ અસરનો ઉપયોગ વિદ્યુતહીટર, વિદ્યુતઇસ્ત્રી વગેરેમાં થાય છે.

ધારો કે અવરોધ Rમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ I પસાર થાય છે. ધારો કે તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુત-સ્થિતિમાનનો તફાવત V છે (આકૃતિ 11.13). ધારો કે t સમયમાં Q વિદ્યુતભાર પસાર થાય છે. V વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ Q વિદ્યુતભારને ગતિ કરાવવા માટે થતું કાર્ય VQ છે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાને t સમયમાં VQ જેટલી ઊર્જા પૂરી પાડવી પડે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા પરિપથને મળતો પાવર,

$$P = V \frac{Q}{t} = VI \qquad (11.19)$$

અથવા t સમયમાં પરિપથને પૂરી પડાતી ઊર્જા $P \times t$ એટલે કે VIt થાય. પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા ખર્ચાતી આ ઊર્જાનું શું થતું હશે ? આ ઊર્જા અવરોધકમાં ઉષ્મારૂપે વિખેરણ પામે છે. તેથી સ્થિર પ્રવાહ I માટે t સમયમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા,

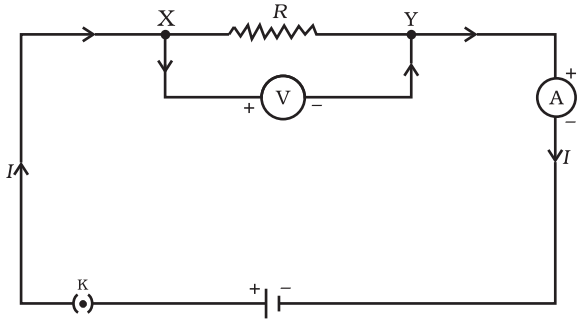
$$H = VIt \qquad (11.20)$$

ઓહ્મનો નિયમ [સમીકરણ 11.5] લાગુ પાડતાં આપણને

$$H = I^2Rt \qquad (11.21)$$

મળે.

આને જૂલનો તાપીય નિયમ કહે છે. આ નિયમ પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા (i) આપેલ અવરોધમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહના વર્ગનાં સમપ્રમાણમાં છે. (ii) આપેલ વિદ્યુતપ્રવાહ માટે અવરોધનાં સમપ્રમાણમાં છે. (iii) અવરોધમાંથી જેટલા સમય માટે પ્રવાહ પસાર થાય તે સમયનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે. વ્યાવહારિક પરિસ્થિતિમાં જ્યારે કોઈ વિદ્યુત ઉપકરણને જાણીતા વોલ્ટેજ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે $I = \frac{V}{R}$ સંબંધ દ્વારા તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ શોધ્યા બાદ સમીકરણ (11.21)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 11.13

શુદ્ધ અવરોધકીય પરિપથમાંથી પસાર થતો સ્થિર પ્રવાહ

ઉદાહરણ 11.10

એક વિદ્યુત ઇસ્ત્રી મહત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 840 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે અને લઘુત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 360 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે. વોલ્ટેજ 220 V છે. દરેક કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ અને અવરોધ કેટલા હશે ?

ઉકેલ

સમીકરણ (11.19) પરથી આપણે જાણીએ છીએ કે ઇનપુટ પાવર P = VI છે.

આથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{P}{V}$

(a) જ્યારે મહત્તમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, $I = \frac{840\ W}{220\ V} = 3.82\ A$

તથા વિદ્યુતઇસ્ત્રીનો અવરોધ, $R = \frac{V}{I} = \frac{220\ V}{3.82\ A} = 57.59\ \Omega$

(b) જ્યારે ન્યૂનતમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, $I = \frac{360\ W}{220\ V} = 1.64\ A$

તથા વિદ્યુતઇસ્ત્રીનો અવરોધ, $R = \frac{V}{I} = \frac{220\ V}{1.64\ A} = 134.15\ \Omega$

ઉદાહરણ 11.11

4 Ωના અવરોધમાં દર સેકન્ડે 100 J ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે, તો અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત શોધો.

ઉકેલ

H = 100 J, R = 4 Ω, t = 1 s, V = ?

સમીકરણ (11.21) પરથી અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = \sqrt{H/Rt} = \sqrt{\frac{100\ J}{4\ \Omega \times 1s}} = 5\ A$$

તેથી સમીકરણ (11.5) પરથી વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

V = IR

= 5 A × 4 Ω = 20 V

પ્રશ્નો

1. શા માટે વિદ્યુતહીટરનું દોરડું (cord) ચમકતું નથી જ્યારે તેનો તાપીય ઘટક ચમકે છે ?
2. 50 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ 1 કલાકમાં 96000 કુલંબ વિદ્યુતભાર એકથી બીજે સ્થાને ખસેડતાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શોધો.
3. 20 Ω અવરોધ ધરાવતી વિદ્યુત ઇસ્ત્રી 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે. 30 સેકન્ડમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ગણો.

11.7.1 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસરનાં વ્યાવહારિક ઉપયોગો

(Practical Applications of Heating Effect of Electric Current)

કોઈ વાહકમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થવી તે વિદ્યુતપ્રવાહનું અનિવાર્ય પરિણામ છે. ઘણા કિસ્સામાં તે અનિચ્છનીય છે કેમ કે તે ઉપયોગી વિદ્યુતઊર્જાનું ઉષ્મામાં રૂપાંતર કરે છે. વિદ્યુત-પરિપથોમાં નિવારી ન શકાય તેવી ઉષ્મા વિદ્યુત ઘટકોનાં તાપમાનમાં વધારો કરે છે અને તેમના ગુણધર્મોમાં ફેરફાર કરી શકે છે. આમ છતાં વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસરની કેટલીય ઉપયોગી પ્રયુક્તિઓ છે. વિદ્યુત ઇસ્ત્રી, વિદ્યુત ટોસ્ટર, વિદ્યુત ઓવન, વિદ્યુત કિટલી અને વિદ્યુતહીટર એ જાણીતા વિદ્યુત ઉપકરણો છે, જે જૂલ ઉષ્મા પર કાર્ય કરે છે.

વિદ્યુત ઉષ્માનો ઉપયોગ પ્રકાશ મેળવવા માટે પણ થાય છે જેમ કે વિદ્યુતબલ્બ. અહીં, બલ્બના ફિલામેન્ટમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શક્ય તેટલી રોકી રાખવી જોઈએ જેથી તે ગરમ થઈને પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે. ફિલામેન્ટ આવા ઉચ્ચ તાપમાને પીગળવો જોઈએ નહિ. બલ્બનો ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે ટંગસ્ટન (ગલનબિંદુ 3380 °C) જેવી ઉચ્ચ ગલનબિંદુ ધરાવતી મજબુત ધાતુ વપરાય છે. ફિલામેન્ટને અવાહક ટેકાની મદદથી શક્ય તેટલી ઉષ્મીય રીતે અલગ કરવામાં આવે છે, બલ્બમાં રાસાયણિક રીતે નિષ્ક્રિય એવા નાઇટ્રોજન અને આર્ગોન વાયુ ભરવામાં આવે છે, જેથી ફિલામેન્ટનું આયુષ્ય વધે. ફિલામેન્ટ દ્વારા વપરાતો મોટા ભાગનો પાવર ઉષ્મારૂપે હોય છે, પણ થોડોક ભાગ પ્રકાશ સ્વરૂપે ઉત્સર્જિત થાય છે.

જૂલ ઉષ્મા (ઉષ્માની તાપીય અસર)નો એક બીજો સામાન્ય ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથોમાં વપરાતા ફ્યુઝ છે. તે પરિપથો અને વિદ્યુત ઉપકરણોમાં અયોગ્ય રીતે વધી જતા વિદ્યુતપ્રવાહને પસાર થતો અટકાવીને તેમનું રક્ષણ કરે છે. ફ્યુઝ ઉપકરણ સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. ફ્યુઝ યોગ્ય ગલનબિંદુ ધરાવતી ધાતુ કે મિશ્ર ધાતુમાંથી બનેલો તારનો ટુકડો છે. ઉદાહરણ રૂપે ઍલ્યુમિનિયમ, કૉપર, લોખંડ, લેડ વગેરે. પરિપથના નિયત મૂલ્ય કરતા વધુ વિદ્યુતપ્રવાહ વહે તો ફ્યુઝના તારના તાપમાનમાં વધારો થાય છે. આથી, ફ્યુઝનો તાર પીગળી જાય છે અને પરિપથમાં ભંગાણ સર્જાય છે. ફ્યુઝનો તાર પોર્સેલિન અથવા તેના જેવા અવાહક પદાર્થના આધાર પર રાખવામાં આવે છે, જેને બે ધાતુનાં છેડા હોય છે. ઘર વપરાશમાં વપરાતા ફ્યુઝ 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A વગેરે રેટીંગ ધરાવે છે. વિદ્યુત ઇસ્ત્રી 220 V પર કાર્ય કરતી હોય અને 1 kW વિદ્યુતપાવર વાપરતી હોય તો પરિપથમાં (1000/220)A એટલે કે 4.54 A વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય. આ કિસ્સામાં 5 Aનો ફ્યુઝ વાપરવો જોઈએ.

11.8 વિદ્યુત પાવર (Electric Power)

તમે અગાઉનાં ધોરણમાં શીખ્યા છો કે કાર્ય કરવાના દરને પાવર કહે છે. તે ઊર્જાના વપરાશનો દર પણ છે.

સમીકરણ (11.21) વિદ્યુત-પરિપથમાં વપરાતી અથવા વ્યય થતી વિદ્યુતઊર્જાનો દર આપે છે. તેને વિદ્યુત પાવર પણ કહે છે.

પાવર $P = VI$

અથવા $$P = I^2 R = \frac{V^2}{R} \quad (11.22)$$

પાવરનો SI એકમ વૉટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ ઉપકરણમાં 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય તો ઉપકરણ વડે વપરાતો પાવર 1 W છે. આમ,

1 વૉટ = 1 વોલ્ટ × 1 ઍમ્પિયર = 1 V A (11.23)

એકમ 'વૉટ' બહુ નાનો છે. આથી, વાસ્તવિક વ્યવહારમાં આપણે ઘણો મોટો એકમ કિલોવૉટ વાપરીએ છીએ. 1 કિલોવૉટ, 1000 વૉટ જેટલો છે. હવે, વિદ્યુતઊર્જાએ પાવર અને સમયનો ગુણાકાર છે, તેથી વિદ્યુતઊર્જાનો એકમ વૉટ-અવર (W h) છે. જ્યારે એક વૉટ પાવર 1 કલાક માટે વપરાય તો વપરાતી ઊર્જાને 1 વૉટ-અવર કહે છે. વિદ્યુતઊર્જાનો વ્યાપારિક (ઔદ્યોગિક) એકમ કિલોવૉટ-અવર (kW h) છે, જેને સામાન્ય રીતે 'યુનિટ' કહે છે.

1 kWh = 1000 વૉટ × 3600 સેકન્ડ
= 3.6×10^6 વૉટ સેકન્ડ
= 3.6×10^6 જૂલ (J)

ચકું જાણવા જેવું !

ઘણાં લોકો એવું માને છે કે વિદ્યુત-પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉન વપરાય છે. આ ખોટું છે ! આપણે વિદ્યુતબોર્ડ કે વિદ્યુત કંપનીને વિદ્યુત બલ્બ, વિદ્યુત પંખા અને ઍન્જિન જેવા વિદ્યુત ઉપકરણોમાં ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિ કરાવવા માટે પૂરી પાડવી પડતી ઊર્જા માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ. આપણે જે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેને માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ.

ઉદાહરણ 11.12

એક વિદ્યુત બલ્બને 220 Vનાં જનરેટર સાથે જોડેલ છે. વિદ્યુતપ્રવાહ 0.50 A છે, તો બલ્બનો પાવર કેટલો ?

ઉકેલ

$P = VI$
$= 220\ V \times 0.50\ A$
$= 110\ J/s$
$= 110\ W$

ઉદાહરણ 11.13

400 Wનું રેટિંગ ધરાવતું વિદ્યુત રેફ્રિજરેટર 8 કલાક/દિવસ ચલાવવામાં આવે છે. ₹ 3 પ્રતિ kW hનાં લેખે 30 દિવસ ચલાવવા માટેની ઊર્જા માટે કેટલો ખર્ચ થાય ?

ઉકેલ :

30 દિવસમાં રેફ્રિજરેટર દ્વારા વપરાતી કુલ ઊર્જા

400 W × 8 કલાક/દિવસ × 30 દિવસ = 96000 W h

= 96 kW h

આમ, 30 દિવસ રેફ્રિજરેટર ચલાવવા માટે વપરાતી ઊર્જાની કિંમત 96 kW h × ₹ 3 પ્રતિ kW h = ₹ 288.00

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા અપાતી ઊર્જાનો દર શાનાથી નક્કી થાય છે ?
2. એક વિદ્યુતમોટર 220 Vની લાઇનમાંથી 5 A પ્રવાહ ખેંચે છે, તો મોટરનો પાવર અને 2 hમાં વપરાતી ઊર્જા ગણો.

તમે શીખ્યાં કે

- કોઈ પણ વાહકમાં ગતિશીલ ઇલેક્ટ્રૉનનો પ્રવાહ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહનો SI એકમ ઍમ્પિયર (A) છે.
- કોઈ વિદ્યુત–પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિમાં લાવવા માટે આપણે કોષ કે બૅટરીનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વિદ્યુતકોષ તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે. તેને વોલ્ટ (V)માં માપવામાં આવે છે.
- અવરોધ એવો ગુણધર્મ છે, જે કોઈ પણ વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનના પ્રવાહને અવરોધે છે. તે વિદ્યુતપ્રવાહનાં મૂલ્યને નિયંત્રિત કરે છે. અવરોધનો SI એકમ ઓહ્મ (Ω) છે.
- ઓહ્મનો નિયમ : અવરોધકનું તાપમાન અચળ રહેતું હોય તો કોઈ અવરોધકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે.
- વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈનાં સમપ્રમાણ અને આડછેડનાં ક્ષેત્રફળનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે અને તે વાહકના દ્રવ્યની જાત પર પણ આધાર રાખે છે.
- શ્રેણીમાં જોડેલા અનેક અવરોધોનો સમતુલ્ય અવરોધ પ્રત્યેક અવરોધના સરવાળા જેટલો હોય છે.
- એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલ અનેક અવરોધનો સમતુલ્ય અવરોધ R_P

  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ...$ દ્વારા અપાય છે.
- અવરોધમાં વ્યય થતી વિદ્યુતઊર્જા નીચે મુજબ અપાય છે :

  $W = V \times I \times t$
- પાવરનો એકમ વોટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનાં તફાવત હેઠળ 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે ત્યારે એક વોટ પાવર વપરાય છે.
- વિદ્યુતઊર્જાનો વ્યાપારિક એકમ કિલોવોટ અવર (kW h) છે.

  1 kW h = 3,600,000 J = 3.6×10^6 J

સ્વાધ્યાય

I4C117

1. R અવરોધ ધરાવતા તારના પાંચ સમાન ટુકડા કરવામાં આવે છે. આ ટુકડાઓને સમાંતર જોડવામાં આવે છે. જો જોડાણનો પરિણામી અવરોધ R' હોય, તો $\frac{R}{R'}$ ગુણોત્તર ..... છે.

(a) $\frac{1}{25}$ (b) $\frac{1}{5}$ (c) 5 (d) 25

2. નીચેનામાંથી કયું પદ પરિપથમાં વિદ્યુતપાવર દર્શાવતું નથી ?

(a) I^2R (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R

3. એક વિદ્યુતબલ્બનું રેટિંગ 220 V અને 100 W છે. જ્યારે તેને 110 V પર વાપરવામાં આવે ત્યારે વપરાતો પાવર ..... હશે.

(a) 100 W (b) 75 W (c) 50 W (d) 25 W

4. એક જ દ્રવ્યમાંથી બનેલા બે વાહક તારની લંબાઈ અને વ્યાસ સમાન છે. સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ તેમને સૌપ્રથમ શ્રેણીમાં અને ત્યાર પછી સમાંતરમાં જોડવામાં આવે છે, તો શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો ગુણોત્તર ..... હશે.

(a) 1:2 (b) 2:1 (c) 1:4 (d) 4:1

5. પરિપથમાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે વોલ્ટમીટર કેવી રીતે જોડશો ?

6. એક તાંબાના તારનો વ્યાસ 0.5 mm અને અવરોધકતા 1.6×10^{-8} Ω m છે, તો 10 Ωનો અવરોધ બનાવવા તારની લંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ ? જો વ્યાસ બમણો કરવામાં આવે, તો અવરોધમાં કેટલો ફેરફાર થાય ?

7. કોઈ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને તેને અનુરૂપ અવરોધમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ Iનાં મૂલ્યો નીચે મુજબ છે :

I (ઍમ્પિયર)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
V (વોલ્ટ)	1.6	3.4	6.7	10.2	13.2

V વિરુદ્ધ Iનો આલેખ દોરી અવરોધકનો અવરોધ ગણો.

8. જ્યારે અજ્ઞાત અવરોધના છેડા વચ્ચે 12 Vની બૅટરી જોડવામાં આવે ત્યારે પરિપથમાં 2.5 mAનો પ્રવાહ વહે છે, તો અવરોધકનો અવરોધ શોધો.

9. 9 V ની બૅટરીને અવરોધો 0.2 Ω, 0.3 Ω, 0.4 Ω, 0.5 Ω, અને 12 Ω સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે, તો 12 Ωના અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો ?

10. 176 Ωના કેટલા અવરોધોને સમાંતર જોડવા જોઈએ કે જેથી 220 Vની લાઇનમાંથી 5 A પ્રવાહ વહે ?

11. 6 Ωના ત્રણ અવરોધોને તમે કેવી રીતે જોડશો કે જેથી જોડાણનો અવરોધ (i) 9 Ω (ii) 4 Ω થાય.

12. 220 Vની વિદ્યુતલાઇન પર ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા અનેક બલ્બોનું રેટિંગ 10 W છે. 220 Vની લાઇનમાંથી ખેંચી શકાતો મહત્તમ પ્રવાહ 5 A હોય તો લાઇનના બે તાર વચ્ચે કેટલા બલ્બ સમાંતરમાં જોડી શકાય ?

13. ઇલેક્ટ્રિક ઓવનની હોટપ્લેટ (hot plate) 220 Vની લાઇન સાથે જોડેલ છે, જેમાં બે અવરોધ કૉઇલ A અને B છે. પ્રત્યેકનો અવરોધ 24 Ω છે, જેને સ્વતંત્ર શ્રેણીમાં કે સમાંતરમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે, તો ત્રણેય કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો–કેટલો હશે ?

14. નીચે આપેલાં પરિપથોમાં 2 Ωના અવરોધમાં વપરાતા પાવરની સરખામણી કરો. (i) 6 Vની બૅટરી સાથે 1 Ω અને 2 Ωના અવરોધો શ્રેણીમાં (ii) 4 Vની બૅટરી સાથે 12 Ω અને 2 Ωના અવરોધો સમાંતરમાં.

15. 100 W; 220 V અને 60 W; 220 Vનું રેટિંગ ધરાવતા બે બલ્બ વિદ્યુત મેઈન્સ સાથે સમાંતર જોડેલા છે. જો સપ્લાય વોલ્ટેજ 220 V હોય, તો લાઈનમાંથી ખેંચાતો પ્રવાહ કેટલો હશે ?

16. કોનામાં વધુ વિદ્યુતઊર્જા વપરાય છે. 250 Wનું TV એક કલાક ચલાવતાં કે 1200 Wના ટોસ્ટરને 10 મિનિટ ચલાવતા ?

17. 8 Ω અવરોધ ધરાવતું વિદ્યુતહીટર મેઈન્સમાંથી 2 કલાક સુધી 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે, તો હીટરમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો દર શોધો.

18. નીચેનાની સમજૂતી આપો :

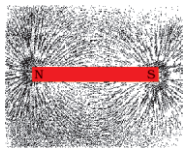
(a) વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે લગભગ એક માત્ર ટંગસ્ટનનો જ ઉપયોગ કેમ થાય છે ?

(b) વિદ્યુત તાપીય ઉપકરણો જેવા કે બ્રેડ ટોસ્ટર, ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રીના વાહકો શુદ્ધ ધાતુનાં સ્થાને મિશ્રધાતુના કેમ બનાવવામાં આવે છે ?

(c) ઘરવપરાશના પરિપથોમાં શ્રેણી–જોડાણોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવતો નથી ?

(d) કોઈ તારનો અવરોધ તેના આડછેદનાં ક્ષેત્રફળ સાથે કેવી રીતે બદલાય છે ?

(e) વિદ્યુતપ્રવાહના વહન (એકથી બીજા સ્થાને લઈ જવા, transmission) માટે મોટાભાગે તાંબા અને ઍલ્યુમિનિયમના તારનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવે છે ?



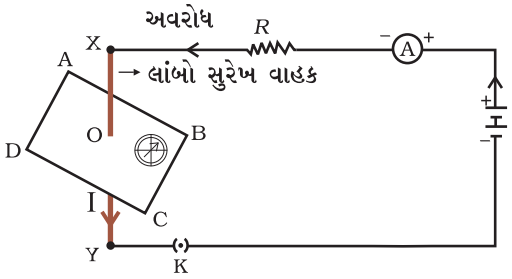
પ્રકરણ 12
વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો (Magnetic Effects of Electric Current)

U1Q1D3

અગાઉ 'વિદ્યુત'ના પ્રકરણમાં આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર વિશે અભ્યાસ કર્યો. વિદ્યુતપ્રવાહની અન્ય અસરો કઈ છે ? આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર એક ચુંબક તરીકે વર્તે છે. આ જાણકારીનું દૃઢીકરણ (reinforce) કરવા માટે ચાલો આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 12.1

- આકૃતિ 12.1 માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુત–પરિપથમાં બિંદુઓ X અને Y ની વચ્ચે એક સુરેખ જાડો તાંબાનો તાર ગોઠવો. તાર XY કાગળના સમતલને લંબરૂપે ગોઠવેલ છે.
- આ તાંબાના તારની નજીક એક નાના હોકાયંત્ર (કંપાસ-Compass)ને સમક્ષિતિજ રહે તેમ ગોઠવો. તેની સોયની સ્થિતિનું અવલોકન કરો.
- હવે કળમાં પ્લગ દાખલ કરી પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરો.
- હોકાયંત્રની સોયના સ્થાનમાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 12.1
ધાતુના તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં હોકાયંત્રની સોયનું કોણાવર્તન થાય છે

આપણને સોય કોણાવર્તન પામતી જોવા મળે છે. આનો અર્થ શું થાય ? આનો અર્થ એ થાય કે તાંબાના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહે ચુંબકીય અસર ઉત્પન્ન કરી છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંકળાયેલા છે. તો પછી આનાથી વિરુદ્ધ, ગતિ કરતાં ચુંબકની વિદ્યુત અસર વિશેની શું શક્યતા છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે ચુંબકીય ક્ષેત્રો તથા આ પ્રકારની વિદ્યુત-ચુંબકીય અસરોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસર સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુતચુંબકો તથા વિદ્યુતમોટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું તથા ગતિમાન ચુંબકની વિદ્યુતીય અસર પર આધારિત વિદ્યુત જનરેટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું.

19મી સદીના એક અગ્રણી વૈજ્ઞાનિક હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડએ વિદ્યુતચુંબકત્વ સમજવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવેલ. 1820માં તેમણે અકસ્માતે શોધી કાઢ્યું કે ધાતુના તારની નજીક રાખેલ હોકાયંત્રની સોય, તારમાં પ્રવાહ પસાર કરતાં કોણાવર્તન પામે છે. આ અવલોકન દ્વારા ઓર્સ્ટેડે દર્શાવ્યું કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંબંધિત ઘટનાઓ છે. તેમના સંશોધને ત્યાર બાદ જુદી–જુદી ટેક્નોલૉજી જેમકે રેડિયો, ટેલિવિઝન અને ફાઈબર ઓપ્ટિક્સનો ઉદ્‌ભવ કર્યો. તેમના માનમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતાના એકમને ઓર્સ્ટેડ નામ આપવામાં આવ્યું છે.



12.1 ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને ક્ષેત્રરેખાઓ (Magnetic Field and Field Lines)

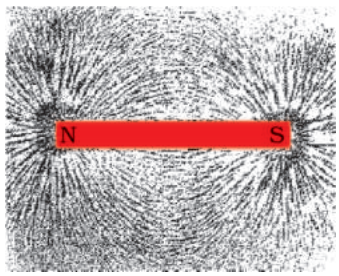
આપણે એ હકીકતથી વાકેફ છીએ કે, હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તે કોણાવર્તન પામે છે. ખરેખર હોકાયંત્રની સોય એક નાનો ગજિયો ચુંબક છે. હોકાયંત્રની સોયના છેડા લગભગ ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશાઓનું સૂચન કરે છે. ઉત્તર દિશાનું સૂચન કરતાં છેડાને ઉત્તરને શોધતો (Seeking) અથવા ઉત્તર ધ્રુવ કહે છે. બીજા દક્ષિણ દિશામાં રહેતાં છેડાને દક્ષિણને શોધતો અથવા દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે. જુદી–જુદી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા આપણે અવલોકન કર્યું છે કે સમાન (સજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને અપાકર્ષે છે જ્યારે ચુંબકના અસમાન (વિજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને આકર્ષે છે.

પ્રશ્ન

1. હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તેનું કોણાવર્તન કેમ થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 12.2

- ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ગુંદર વડે ચીપકાવો.
- એક ગજિયા ચુંબકને તેની મધ્યમાં મૂકો.
- ગજિયા ચુંબકની આસપાસ લોખંડનો ભૂકો એકસરખો ભભરાવો (આકૃતિ 12.2). આ માટે તમે મીઠું છાંટવાની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે બૉર્ડને હળવેથી ટકોરા મારો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 12.2
લોખંડનો ભૂકો ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓ પર ગોઠવાય છે

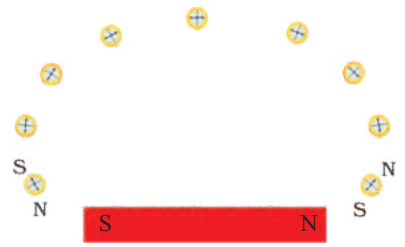
લોખંડનો ભૂકો પોતાની જાતે જ આકૃતિ 12.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાઈ જાય છે. લોખંડનો ભૂકો આવી ચોક્કસ ભાત (તરાહ)માં કેમ ગોઠવાય છે ? આ ભાત શું દર્શાવે છે ? ચુંબક પોતાની આસપાસના વિસ્તારમાં પોતાનો પ્રભાવ (અસર) ઉત્પન્ન કરે છે. પરિણામે લોખંડનો ભૂકો બળ અનુભવે છે. આ બળની અસર હેઠળ લોખંડનો ભૂકો ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાય છે. ચુંબકની આસપાસનો વિસ્તાર કે જેમાં ચુંબકના બળની અસર અનુભવાય છે, તેને ચુંબકીય ક્ષેત્ર કહે છે. લોખંડનો ભૂકો જે રેખાઓ પર ગોઠવાય છે તેને ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કહે છે.

ગજિયા ચુંબકની આજુબાજુ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ મેળવવા માટેના કોઈ બીજા રસ્તાઓ છે ? હા, તમે જાતે ગજિયા ચુંબકની ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરી શકો છો.

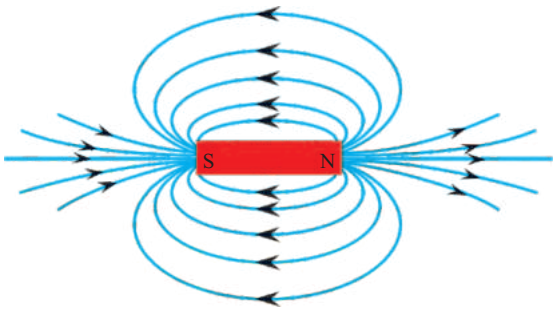
પ્રવૃત્તિ 12.3

- એક નાનું હોકાયંત્ર અને ગજિયો ચુંબક લો.
- ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ પર ગુંદર વડે ચીપકાવેલા સફેદ કાગળ પર ચુંબકને મૂકો.
- ચુંબકની ધારને અંકિત કરો.
- ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવની નજીક હોકાયંત્રને ગોઠવો. તે કેવી રીતે વર્તે છે ? સોયનો દક્ષિણ ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ જાય છે. હોકાયંત્રનો ઉત્તર ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવથી દૂર જાય છે.

- સોયના બંને છેડાઓનાં સ્થાન અંકિત કરો.
- હવે સોયને નવા સ્થાન પર એવી રીતે ખસેડો કે જેથી તેનો દક્ષિણ ધ્રુવ, પહેલાની સ્થિતિમાં રહેલા ઉત્તર ધ્રુવના સ્થાન પાસે આવી જાય.
- આ રીતે આકૃતિ 12.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તમે ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી ઉત્તરોત્તર ગતિ કરતાં પહોંચી જાઓ.
- કાગળ પર રહેલાં આ બિંદુઓને સળંગ વક્રના સ્વરૂપમાં જોડો. આ વક્ર ક્ષેત્રરેખા દર્શાવે છે.
- આ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરી તમારાથી શક્ય હોય તેટલી રેખાઓ દોરો. તમને આકૃતિ 12.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની ભાત મળશે. આ રેખાઓ ચુંબકની આસપાસ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રનું નિરૂપણ કરે છે. તેમને ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કહે છે.
- ક્ષેત્રરેખા પર ગતિ કરતાં–કરતાં હોકાયંત્રની સોયના આવર્તનનું અવલોકન કરો. સોય ધ્રુવોની નજીક જાય તેમ તેનું આવર્તન વધે છે.



આકૃતિ 12.3
હોકાયંત્ર સોયની મદદથી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખા દોરવી



આકૃતિ 12.4
ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ

ચુંબકીય ક્ષેત્ર દિશા અને મૂલ્ય (માન) બંને ધરાવતી ભૌતિકરાશિ છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા એ દિશામાં લેવામાં આવે છે કે જે દિશામાં હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે. તેથી રૈવાજિક રીતે ક્ષેત્રરેખાઓ ઉત્તર ધ્રુવમાંથી નીકળે અને દક્ષિણ ધ્રુવમાં દાખલ થાય તેમ લેવાય છે (આકૃતિ 12.4માં દર્શાવેલ તીરની નિશાની ધ્યાનમાં લો). ચુંબકની અંદર ક્ષેત્રરેખાઓની દિશા તેના દક્ષિણ ધ્રુવથી તેના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ હોય છે. આમ, ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ બંધ વક્રો રચે છે.

ચુંબકીય ક્ષેત્રની સાપેક્ષ તીવ્રતાને ક્ષેત્રરેખાઓની નિકટતાની માત્રા દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ જ્યાં વધારે નજીક–નજીક હોય ત્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધારે પ્રબળ હોય છે એટલે કે ત્યાં રાખેલ કોઈ બીજા ચુંબકના ધ્રુવ પર ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે વધારે બળ લાગે છે (આકૃતિ 12.4 જુઓ).

બે ક્ષેત્રરેખાઓ કદાપિ એકબીજીને છેદતી જણાતી નથી. જો તે છેદે તો એનો અર્થ એ થાય કે છેદનબિંદુએ હોકાયંત્રની સોય બે દિશાઓ દર્શાવશે, જે શક્ય નથી.

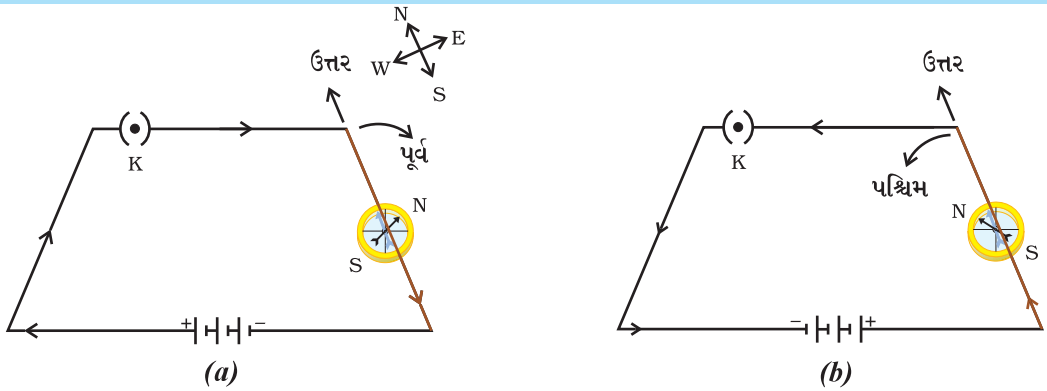
12.2 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current-Carrying Conductor)



આપણે પ્રવૃત્તિ 12.1માં જોયું કે કોઈ ધાતુના સુવાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પોતાની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદ્‌ભવતા ક્ષેત્રની દિશા જાણવા માટે ચાલો આપણે આ પ્રવૃત્તિને નીચે પ્રમાણે પુનરાવર્તિત કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 12.4

- તાંબાનો એક લાંબો સુરેખ તાર, 1.5 V ના બે કે ત્રણ વિદ્યુતકોષ અને એક પ્લગકળ લો. તે બધાને આકૃતિ 12.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે શ્રેણીમાં જોડો.
- એક સુરેખ તારને હોકાયંત્રની સોયની ઉપર અને તેને સમાંતરરૂપે ગોઠવો.
- હવે પરિપથમાં કળ મૂકો.
- સોયના ઉત્તર ધ્રુવના કોણાવર્તનની દિશાનું અવલોકન કરો. જો પ્રવાહ આકૃતિ 12.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્તરથી દક્ષિણ દિશામાં વહેતો હશે, તો હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ પૂર્વ દિશામાં આવર્તન કરશે.
- આકૃતિ 12.5 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં જોડેલ સેલનું જોડાણ બદલી નાંખો. પરિણામે તાંબાના તારમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા બદલાશે એટલે કે દક્ષિણથી ઉત્તર તરફની થશે.
- સોયના કોણાવર્તનની દિશામાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે હવે સોયનું કોણાવર્તન વિરુદ્ધ દિશામાં એટલે કે પશ્ચિમ તરફ થાય છે [આકૃતિ 12.5 (b)]. એનો અર્થ એ થયો કે, વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પણ ઉલટાયેલ છે.



આકૃતિ 12.5 સરળ વિદ્યુત–પરિપથ કે જેમાં સુરેખ તાંબાના તારને હોકાયંત્રની સોય ઉપર તેને સમાંતર ગોઠવેલ છે. જ્યારે પ્રવાહની દિશા ઉલટાવવામાં આવે ત્યારે સોયનું કોણાવર્તન ઉલટાય છે

12.2.1 સુરેખ વાહકમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર
(Magnetic Field due to a Current through a Straight Conductor)

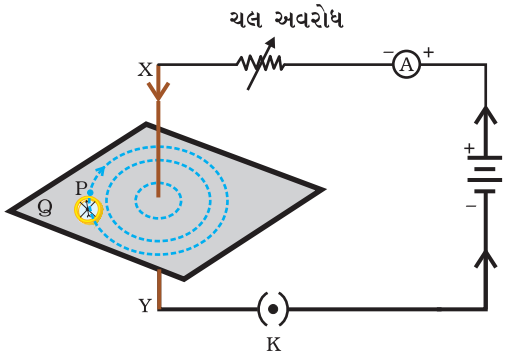
સુવાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત શાનાથી નક્કી થાય છે ? શું આ ભાત સુવાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે ? એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા આપણે તેની તપાસ કરીશું.

આપણે સૌપ્રથમ સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહ ધારિત તારની આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તરાહ ધ્યાનમાં લઈશું.

પ્રવૃત્તિ 12.5

- એક બૅટરી (12 V), ચલ અવરોધ (અથવા રિઓસ્ટેટ), એમીટર (0–5 A), પ્લગકળ, જોડાણ માટેના તાર અને જાડો લાંબો સુરેખ તાંબાનો તાર લો.
- એક લંબચોરસ પૂંઠાની મધ્યમાંથી તેના સમતલને લંબરૂપે રહે તેમ જાડા તારને દાખલ કરો. ધ્યાન રાખો કે પૂઠું જડિત હોય અને ઉપર કે નીચે સરકતું ન હોય.

- આકૃતિ 12.6(a) માં દર્શાવ્યા અનુસાર તાંબાના તારને બિંદુ X અને Yની વચ્ચે ઊર્ધ્વ રહે તે રીતે બૅટરી, પ્લગકળ, એમીટર અને રિઓસ્ટેટ સાથે શ્રેણીમાં જોડો.
- થોડો લોખંડનો ભૂકો પૂંઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો. (આ માટે તમે મીઠું છાંટવા માટેની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો).
- રિઓસ્ટેટના ચલને એક ચોક્કસ સ્થિતિમાં રાખીને એમીટરમાંથી વહેતા પ્રવાહની નોંધ કરો.
- કળ ચાવી જેથી તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહેશે. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ તાંબાનો તાર ઊર્ધ્વ દિશામાં સીધો રહે.
- પૂંઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. લોખંડના ભૂકાની ભાતનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે લોખંડનો ભૂકો તાંબાના તારની આસપાસ સમકેન્દ્રિય થઈ વર્તુળાકાર ભાત રચે છે (આકૃતિ 12.6).
- આ સમકેન્દ્રિય વર્તુળો શું દર્શાવે છે ? તે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દર્શાવે છે.
- આ રીતે ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કેવી રીતે શોધીશું ? વર્તુળના કોઈ બિંદુ (ધારો કે P) પાસે હોકાયંત્ર ગોઠવો. સોયની દિશાનું અવલોકન કરો. હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ સુરેખ તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે P બિંદુ પાસે ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે. આ દિશાને એક તીર દ્વારા દર્શાવો.
- શું સુરેખ તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશા ઉલટાય છે ? ચકાસો.



(a)


(b)

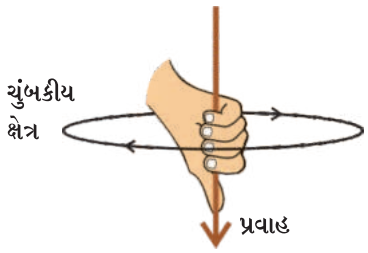
આકૃતિ 12.6
(a) સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારની આસપાસ ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રીય વર્તુળોની ભાત. વર્તુળમાં તીરની નિશાની ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશાનું સૂચન કરે છે. (b) મળતી ભાતનું ખૂબ નજીકથી અવલોકન

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તન પર શું પ્રભાવ પડશે ? આ જોવા માટે તારમાંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરો. આપણને જોવા મળે છે કે સોયના કોણાવર્તનમાં પણ ફેરફાર થાય છે. વાસ્તવમાં જો પ્રવાહ વધારીએ તો કોણાવર્તન પણ વધે છે. જે દર્શાવે છે કે તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં વધારો કરતાં આપેલ બિંદુ પાસે ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રના માનમાં (મૂલ્યમાં) પણ વધારો થાય છે.

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતો પ્રવાહ તેનો તે જ હોય પરંતુ હોકાયંત્રને તાંબાના તારથી દૂર લઈ જવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તનમાં શું ફેર પડે છે ? આ જોવા માટે આપણે હોકાયંત્રને વાહક તારથી દૂર આવેલા કોઈ બિંદુ (ધારો કે Q) પાસે રાખીશું. તમે કેવો ફેરફાર જુઓ છો ? આપણે જોઈએ છીએ કે સોયનું કોણાવર્તન ઘટે છે. આમ, કોઈ વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકથી દૂર જતાં ઘટે છે. આકૃતિ 12.6માં જોઈ શકાય છે કે જેમ–જેમ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ તારથી દૂર જઈએ તેમ તેમ તેની આજુબાજુ ઉદ્‌ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રિત વર્તુળો મોટાં ને મોટાં થતાં જાય છે.

12.2.2 જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (Right-Hand Thumb Rule)

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો એક સરળ રસ્તો આકૃતિ (12.7)માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 12.7
જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ

કલ્પના કરો કે તમે તમારા જમણા હાથમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને એવી રીતે પકડો છો કે જેથી અંગૂઠો વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાનું સૂચન કરે છે. તો તમારી આંગળીઓ વાહકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓની દિશામાં વીંટળાય છે, જે આકૃતિ 12.7માં દર્શાવેલ છે. આને જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ કહે છે*.

ઉદાહરણ 12.1

કોઈ સમક્ષિતિજ પાવર લાઇનમાં પૂર્વથી પશ્ચિમ દિશા તરફ વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. તેની બરોબર નીચે આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે તથા તેની બરોબર ઉપર આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

ઉકેલ

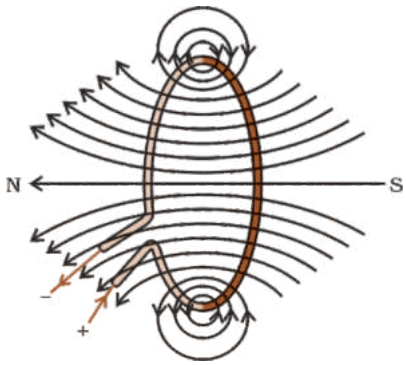
વિદ્યુતપ્રવાહ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ છે. જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ લાગુ પાડતાં પૂર્વ છેડાથી જોતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા (તારના ઉપર કે નીચે કોઈ બિંદુ પાસે) તારને લંબ સમતલમાં સમઘડી દિશામાં (Clockwise) મળશે. આ જ પ્રમાણે તારના પશ્ચિમ છેડાથી જોતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા વિષમઘડી દિશામાં (Anti-Clockwise) હશે.

પ્રશ્નો

1. ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરો.
2. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓના ગુણધર્મોની સૂચિ બનાવો.
3. બે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજીને કેમ છેદતી નથી ?

12.2.3 વર્તુળાકાર લૂપમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

(Magnetic Field due to a Current through a Circular Loop)



આકૃતિ 12.8
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપ વડે ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

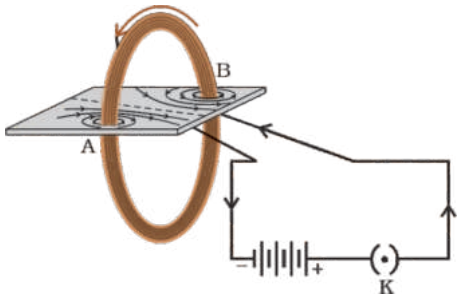
આપણે અત્યાર સુધી સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે તેની આસપાસ ઉદ્‌ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાતનું અવલોકન કર્યું. ધારો કે આ તારને વાળીને એક વર્તુળાકાર લૂપ બનાવી તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. તો હવે તેના દ્વારા ઉદ્‌ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કેવી દેખાશે ? આપણે જાણીએ છીએ કે સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેનાથી અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણ પર આધારિત છે. તે જ રીતે કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપની આસપાસ દરેક બિંદુએ ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં કેન્દ્રિત વર્તુળોની સાઇઝ તારથી દૂર જતાં સતત મોટી ને મોટી થતી જાય છે (આકૃતિ 12.8). જ્યારે આપણે વર્તુળાકાર લૂપના કેન્દ્ર પાસે પહોંચીએ ત્યારે આ મોટાં વર્તુળોના ચાપ લગભગ સુરેખ રેખા જેવા દેખાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારના દરેક બિંદુએથી ઉદ્‌ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ લૂપના કેન્દ્ર પાસે સીધી રેખાઓ જેવી દેખાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી એ હકીકતની સરળતાથી ચકાસણી કરી શકાય કે તારનો દરેક ભાગ લૂપની અંદર ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં એક જ દિશામાં ફાળો આપે છે.

* આ નિયમને મેક્સવેલનો કોર્કસ્ક્રૂનો નિયમ પણ કહે છે. જો આપણે કોર્કસ્ક્રૂને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં આગળ વધારવાનું વિચારીએ તો કોર્કસ્ક્રૂના પરિભ્રમણની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા હોય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે આપેલા બિંદુ પાસે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના સમપ્રમાણમાં હોય છે. તેથી જો વર્તુળાકાર લૂપને n આંટાઓ હોય તો ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર એક આંટા દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં ક્ષેત્ર કરતાં n ગણું હોય છે. કારણ કે દરેક આંટામાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા સમાન હોય છે અને દરેક આંટા વડે ઉદ્‌ભવતાં ક્ષેત્રોનો સરવાળો થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 12.6

- એક એવું લંબચોરસ પૂઠું લો. જેમાં બે છિદ્રો હોય. પૂઠાના સમતલને લંબ રહે તેમ ઘણા આંટાઓ ધરાવતી એક લૂપને પૂઠામાં દાખલ કરો.
- આકૃતિ 12.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લૂપના છેડાઓ સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને એક રિઓસ્ટેટનું જોડાણ કરો.
- લોખંડના ભૂકાને પૂઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો.
- કળ મૂકો.
- પૂઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. પૂઠા પર લોખંડના ભૂકાની જે ભાત રચાય છે તેનું અવલોકન કરો.

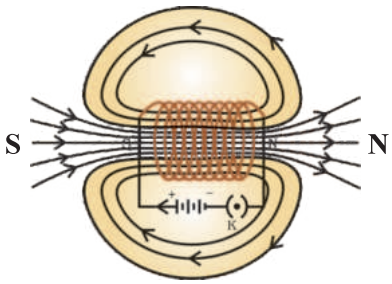


આકૃતિ 12.9
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ વડે ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

12.2.4 સોલેનોઈડમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ચુંબકીય ક્ષેત્ર

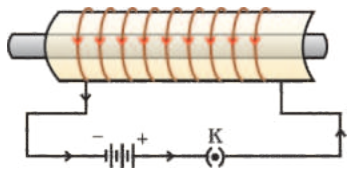
(Magnetic Field due to a Current in a Solenoid)

અલગ કરેલા તાંબાના તારના અત્યંત નજીક વિંટાળેલા ઘણા વર્તુળાકાર આંટા વડે બનતા નળાકારને સોલેનોઈડ કહે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઈડના કારણે રચાતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત આકૃતિ 12.10માં દર્શાવી છે. ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત સાથે આ ભાતની સરખામણી કરો (આકૃતિ 12.4). શું તે એકસમાન દેખાય છે ? હા, તે એકસમાન છે. હકીકતમાં સોલેનોઈડનો એક છેડો ચુંબકીય ઉત્તર ધ્રુવ અને બીજો છેડો ચુંબકીય દક્ષિણ ધ્રુવ તરીકે વર્તે છે. સોલેનોઈડની અંદરના વિસ્તારમાં ક્ષેત્રરેખાઓ પરસ્પર સમાંતર એવી સુરેખાઓ છે. જે દર્શાવે છે કે સોલેનોઈડની અંદરના વિસ્તારમાં બધાં બિંદુએ ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે. એટલે કે, સોલેનોઈડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે.



આકૃતિ 12.10
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઈડની અંદર તથા આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

સોલેનોઈડની અંદરના વિસ્તારમાં ઉદ્‌ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રનો નરમ લોખંડ જેવા ચુંબકીય પદાર્થને ગૂંચળાની અંદર રાખી મૅગ્નેટાઈઝ કરવા માટે ઉપયોગ થઈ શકે છે (આકૃતિ 12.11). આ રીતે બનતા ચુંબકને ઈલેક્ટ્રોમેગ્નેટ કહે છે.



આકૃતિ 12.11
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઈડનો સ્ટીલના સળિયાને તેની અંદર મૂકી મૅગ્નેટાઈઝ કરવા માટેનો ઉપયોગ - ઈલેક્ટ્રોમેગ્નેટ

પ્રશ્નો

1. ટેબલના સમતલમાં રહેલ તારનું વર્તુળાકાર લૂપ ધ્યાનમાં લો. ધારો કે આ લૂપમાંથી સમઘડી દિશામાં પ્રવાહ પસાર થાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી લૂપની અંદર તેમજ બહાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શોધો.
2. આપેલ વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન છે. આ દર્શાવતી આકૃતિ દોરો.

3. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.

અતિ લાંબા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર,

(a) શૂન્ય હોય છે.

(b) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ ઘટતું જાય છે.

(c) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ વધતું જાય છે.

(d) બધાં બિંદુઓએ સમાન હોય છે.

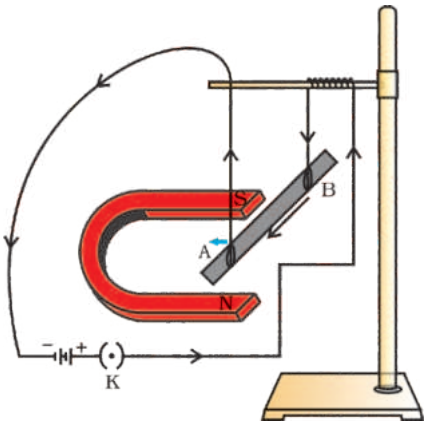
U6W3M7

12.3 ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ (Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field)

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે વાહકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રચે છે. આ રીતે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકની નજીક રાખેલા ચુંબક પર બળ લગાડે છે. ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્દ્રે મેરી ઍમ્પિયર) (Andre Marie Ampere) (1775-1836) એ દર્શાવ્યું કે ચુંબક પણ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર સમાન મૂલ્યનું અને વિરુદ્ધ દિશામાં બળ લગાડે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે :

પ્રવૃત્તિ 12.7

- આકૃતિ 12.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક નાનો ઍલ્યુમિનિયમનો સળિયો AB (લગભગ 5 cm લંબાઈનો) લો. આકૃતિ (12.12)માં દર્શાવ્યા મુજબ બે વાહક તાર વડે તેને સમક્ષિતિજ રહે તે રીતે સ્ટૅન્ડ પરથી લટકાવો.
- એક પ્રબળ નાળચુંબકને એવી રીતે ગોઠવો કે સળિયો તેના બે ધ્રુવોની મધ્યમાં રહે તથા ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઊર્ધ્વ દિશામાં મળે. આ માટે ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની નીચે અને દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર રહે તે રીતે ગોઠવો. (આકૃતિ 12.12)
- ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને રિઓસ્ટેટ જોડો.
- હવે આ સળિયામાં B છેડાથી A છેડાની દિશામાં પ્રવાહ પસાર કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? સળિયો ડાબી તરફ ખસતો જણાશે. સળિયો સ્થાનાંતર પામે છે તે તમે નોંધી શકશો.
- સળિયામાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાવી સળિયાના સ્થાનાંતરની દિશા જુઓ. હવે તે જમણી તરફ છે. સળિયો કેમ સ્થાનાંતર પામે છે ?

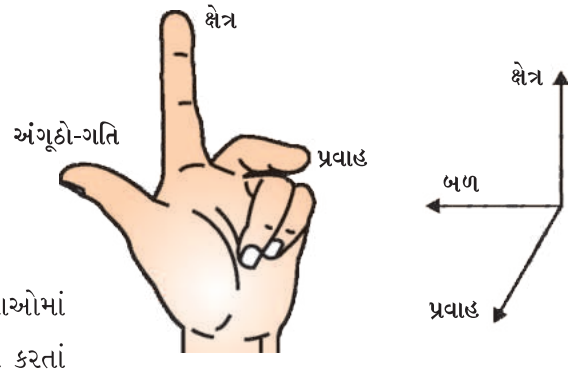


આકૃતિ 12.12 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયો AB: ચુંબકીય ક્ષેત્રને અને તેની લંબાઈને લંબ દિશામાં ચુંબકીય બળ અનુભવે છે. લોહચુંબકનો આધાર અહીં સરળતા ખાતર બતાવેલ નથી

ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં થતું સળિયાનું સ્થાનાંતર સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાને જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેના પર બળ લાગે છે. તે એમ પણ સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં બળની દિશા પણ ઊલટાય છે. હવે ચુંબકના બંને ધ્રુવોની અદલાબદલી કરી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શિરોલંબ નીચેની દિશામાં કરો. ફરીથી જોઈ શકાય છે

કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયા પર લાગતા બળની દિશા ઊલટાય છે. આ દર્શાવે છે કે વાહક પર લાગતા બળની દિશા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તથા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પર આધાર રાખે છે. પ્રયોગો એવું દર્શાવે છે કે સળિયાનું સ્થાનાંતર ત્યારે મહત્તમ હોય છે (અથવા બળનું માન મહત્તમ હોય છે) જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં આપણે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા શોધવા માટે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ.

પ્રવૃતિ 12.7માં આપણે ધારી લીધું હતું કે, વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પરસ્પર લંબ લીધેલ છે અને જણાયું છે કે બળ આ બંનેને લંબ દિશામાં હોય છે. આ ત્રણેય દિશાઓ એક સરળ નિયમ દ્વારા કે જેને ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથનો નિયમ કહે છે તેના વડે દર્શાવી શકાય છે. આ નિયમ પ્રમાણે તમારા ડાબા હાથનો અંગૂઠો, પ્રથમ આંગળી અને વચ્ચેની આંગળી આ ત્રણેયને એવી રીતે પ્રસારો કે જેથી તેઓ પરસ્પર લંબ રહે (આકૃતિ 12.13). જો પ્રથમ આંગળી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં હોય અને બીજી આંગળી વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં હોય તો અંગૂઠાની દિશા ગતિની દિશા અથવા વાહક પર લાગતા બળની દિશા દર્શાવે છે.



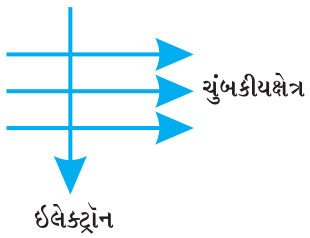
આકૃતિ 12.13
ફ્લૅમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર ધરાવતી રચનાઓમાં વિદ્યુતમોટર, વિદ્યુત જનરેટર, લાઉડ સ્પીકર, માઈક્રોફોન અને માપન કરતાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે.

ઉદાહરણ 12.2

આકૃતિ 12.14માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ઇલેક્ટ્રૉન ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે દાખલ થાય છે. ઇલેક્ટ્રૉન પર લાગતા બળની દિશા

(a) જમણી બાજુ હશે.
(b) ડાબી બાજુ હશે.
(c) પાનાની બહાર તરફની દિશામાં હશે.
(d) પાનાની અંદર તરફ જતી દિશામાં હશે.



આકૃતિ 12.14

ઉકેલ

ઉત્તર છે વિકલ્પ (d) બળની દિશાએ ફ્લૅમિંગના નિયમ મુજબ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને પ્રવાહ એમ બંને દિશાને લંબ દિશામાં હોય છે. યાદ કરો કે, પ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લીધી છે. આથી, બળ પાનાને લંબ અંદર તરફની દિશામાં હશે.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે એક પ્રોટોન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુક્ત રીતે ગતિ કરે છે ત્યારે નીચેના પૈકી કયો ગુણધર્મ બદલાશે ? (એક કરતાં વધુ સાચા જવાબ હોઈ શકે છે.)

   (a) દળ (b) ઝડપ
   (c) વેગ (d) વેગમાન

2. પ્રવૃત્તિ 12.7માં નીચેના કિસ્સામાં સળિયા ABના સ્થાનાંતર પર શું અસર થશે ? (i) સળિયા AB માંથી પસાર થતો પ્રવાહ વધે. (ii) વધુ પ્રબળ નાળચુંબકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે. (iii) સળિયા AB ની લંબાઈ વધારવામાં આવે.

3. પશ્ચિમ દિશામાં પ્રક્ષિપ્ત કરેલ ધન વિદ્યુતભારિત કણ (આલ્ફા-કણ)નું ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા ઉત્તર દિશામાં વિચલન થાય છે, તો ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા

(a) દક્ષિણ તરફ છે. (b) પશ્ચિમ તરફ છે.

(c) અધોદિશામાં છે. (d) ઊર્ધ્વદિશામાં છે.

ચાલો જાણીએ !

તબીબી ક્ષેત્રમાં ચુંબકત્વ

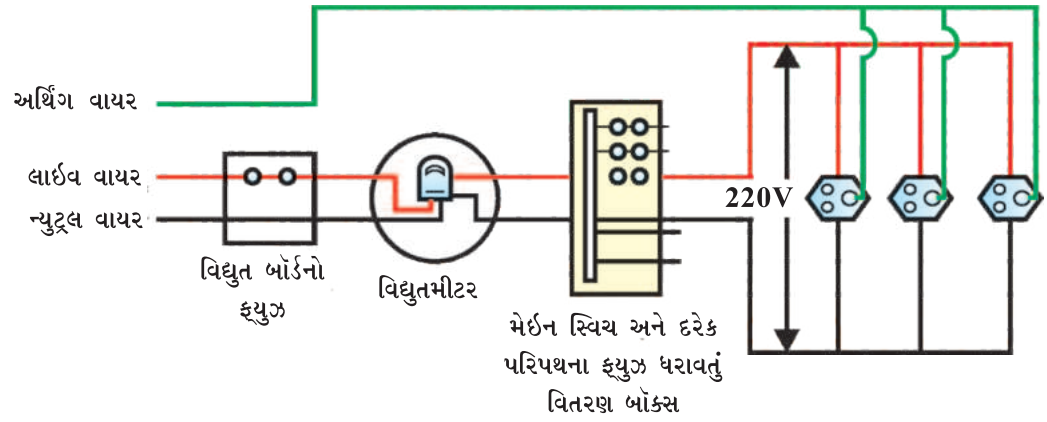
વિદ્યુતપ્રવાહ હંમેશાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણા શરીરના ચેતાકોષોમાં વહેતાં નબળાં આયન-પ્રવાહો પણ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણે કોઈક વસ્તુને સ્પર્શ કરીએ છીએ ત્યારે આપણી ચેતાઓ આપણે જે સ્નાયુઓનો ઉપયોગ કરીએ છીએ ત્યાં સુધી વિદ્યુતઆવેગને લઈ જાય છે. આ આવેગ ક્ષણિક ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આ ક્ષેત્રો ખૂબ જ નબળા અને આપણી પૃથ્વીના ચુંબકીય ક્ષેત્રના 100 કરોડમાં ભાગ જેટલા હોય છે. મનુષ્યના શરીરમાં બે મુખ્ય અંગ કે જેમાં ગણનાપાત્ર ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે તે અંગો હૃદય અને મગજ છે. શરીરમાં રહેલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર, શરીરના જુદા-જુદા ભાગોના પ્રતિબિંબ મેળવવા માટેનો આધાર રચે છે. આ જે તકનિકની મદદથી કરવામાં આવે છે તેને મૅગ્નેટિક રેઝોનન્સ ઈમેજિંગ (MRI) કહે છે. આ પ્રતિબિંબોનું પૃથક્કરણ તબીબી નિદાનમાં મદદરૂપ છે. આમ, ચુંબકત્વના તબીબી ક્ષેત્રે મહત્ત્વના ઉપયોગ છે.

C2D8H7

12.4 ઘરેલુ વિદ્યુત-પરિપથો (Domestic Electric Circuits)

આપણે આપણા ઘરોમાં વિદ્યુતપાવર મુખ્ય સપ્લાય (જેને મેઈન્સ પણ કહે છે) કે જે ઓવરહેડ ટેકવેલ વિદ્યુતના થાંભલા અથવા ભૂમિગત કેબલો દ્વારા પ્રાપ્ત કરીએ છીએ. સપ્લાયમાં રહેલા વાયરો પૈકી એક વાયર પર લાલ અવાહક આવરણ લગાડેલ છે, તેને લાઈવ (જીવંત) વાયર (અથવા Positive) કહે છે. બીજો વાયર કે જેની પર કાળુ અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તેને ન્યુટ્રલ (neutral) વાયર (અથવા negative) કહે છે. આપણા દેશમાં આ બે વાયરો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 220V હોય છે.

ઘરમાં લગાડેલ મીટર-બૉર્ડમાં આ વાયરો મુખ્ય ફ્યુઝમાંથી પસાર થઈ એક વિદ્યુતમીટરમાં દાખલ થાય છે. તેમને મેઈન સ્વિચમાંથી પસાર કરી ઘરના લાઈન વાયરો સાથે જોડવામાં આવે છે. આ વાયરો ઘરમાં જુદાં–જુદાં પરિપથોને વિદ્યુતઊર્જા પૂરી પાડે છે. ઘણી વાર ઘરોમાં બે અલગ પરિપથ હોય છે. એક 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ ગિઝર, એરકૂલર વગેરે જેવા વધુ પાવર રેટિંગ ધરાવતા વિદ્યુત ઉપકરણો માટે વપરાય છે. જ્યારે બીજો 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ બલ્બ, પંખા વગેરે જેવાં સાધનો માટે વપરાય છે. જેના પર લીલા કલરનું અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તે અર્થિંગ વાયર મોટે ભાગે ઘરની નજીક જમીનમાં ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. આ તારનો ઉપયોગ મોટે ભાગે ઈલેક્ટ્રિક ઈસ્ત્રી, ટોસ્ટર, ટેબલ ફેન, રેફ્રિજરેટર વગેરે ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં વિદ્યુત સાધનોમાં સુરક્ષાના ઉપાય સંદર્ભે કરવામાં આવે છે. આ અર્થિંગ વાયરને આવાં સાધનોની ધાતુની સપાટી સાથે જોડવામાં આવે છે જે વિદ્યુતપ્રવાહ માટે ઓછા અવરોધનો વહન-પથ પૂરો પાડે છે. આમ, ઉપકરણના ધાતુના આવરણ પર કોઈ પ્રવાહનો લીકેજ થાય તો તે અર્થિંગ દ્વારા સીધો જમીનમાં જાય અને સાધનનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન જમીનના વિદ્યુતસ્થિતિમાન જેટલું જાળવે છે અને પરિણામ સ્વરૂપ સાધનનો ઉપયોગ કરતા વ્યક્તિને તીવ્ર વિદ્યુત આંચકો (shock) લાગતો નથી.



આકૃતિ 12.15 એક સામાન્ય ઘરેલુ પરિપથનું રેખાચિત્ર

આકૃતિ 12.15માં એક સામાન્ય ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથનું રેખાચિત્ર દર્શાવેલ છે. દરેક અલગ પરિપથમાં અલગ–અલગ ઉપકરણો લાઈવ અને ન્યુટ્રલ વાયરો વચ્ચે જોડવામાં આવે છે. દરેક ઉપકરણોને અલગ ON/OFF સ્વિચ હોય છે, જેથી ઇચ્છાનુસાર તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી શકાય. દરેક ઉપકરણને સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત મળે તે માટે તેમને એકબીજા સાથે સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

બધાં ઘરેલું પરિપથોમાં વિદ્યુત ફ્યુઝ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક છે. અગાઉના પ્રકરણમાં (વિભાગ 11.7 જુઓ.) આપણે વિદ્યુત ફ્યુઝનો સિદ્ધાંત તેમજ કાર્યપદ્ધતિનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. વિદ્યુત–પરિપથમાં લગાડેલ ફ્યુઝ દ્વારા પરિપથ તથા ઉપકરણને ઓવરલોડિંગ (Over loading)થી થતા નુકસાનથી બચાવી શકાય છે. જ્યારે લાઈવ વાયર અને ન્યુટ્રલ વાયર બંને એકબીજા સાથે સીધા સંપર્કમાં આવે ત્યારે ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે (આ ત્યારે બને છે જ્યારે બંને વાયરો પરનું અવાહક આવરણ નુકસાન પામેલ હોય અથવા સાધનમાં કોઈ ક્ષતિ હોય). આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ અચાનક ખૂબ જ વધી જાય છે. તેને શૉર્ટસર્કિટ (Short Circuit) કહે છે. વિદ્યુત ફ્યુઝનો ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથ તથા વિદ્યુત ઉપકરણમાં વહેતા અનિચ્છનીય ઉચ્ચ વિદ્યુતપ્રવાહને અટકાવી સંભવિત નુકસાનથી બચાવે છે. તેના દ્વારા ફ્યુઝમાં ઉત્પન્ન થતી જૂલ ઉષ્મા (Joule heating) ફ્યુઝને ઓગાળી નાખે છે. જેથી વિદ્યુત-પરિપથ તૂટી જાય છે. સપ્લાય વોલ્ટેજમાં અચાનક વધારાને કારણે પણ ક્યારેક ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે. ક્યારેક-ક્યારેક એક જ સૉકેટમાં વધારે વિદ્યુત ઉપકરણો જોડવાથી પણ ઓવરલોડિંગ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત-પરિપથો તથા ઉપકરણોમાં સામાન્ય રીતે વપરાતા બે સુરક્ષા ઉપાયોના નામ લખો.
2. 2 kW પાવર રેટિંગ ધરાવતું એક ઇલેક્ટ્રિક ઓવન 5 Aનું પ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતા ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથ (220 V)માં વાપરવામાં આવે છે. આ પરિપથમાં તમે કયાં પરિણામોની અપેક્ષા રાખો છો ? સમજાવો.
3. ઘરેલું વિદ્યુત-પરિપથોમાં ઓવરલોડિંગને નિવારવા માટે કઈ સાવધાની રાખવી જોઈએ ?

તમે શીખ્યાં કે

- હોકાયંત્રની સોય એક નાનું ચુંબક છે. તેનો એક છેડો જે ઉત્તર દિશામાં રહે છે, તેને ઉત્તર ધ્રુવ તથા બીજો છેડો જે દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે.
- ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જેમાં તે ચુંબકના બળને પરખી શકાય છે.
- કોઈ ચુંબકીય ક્ષેત્રના નિરૂપણ માટે ક્ષેત્રરેખાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ક્ષેત્રરેખા એ એવા પથ છે કે જેના પર કાલ્પનિક મુક્ત ઉત્તર ધ્રુવ ગતિ કરવાની વર્તણૂક ધરાવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રના કોઈ બિંદુ પાસે ક્ષેત્રની દિશા તે બિંદુ પાસે રાખેલ ઉત્તર ધ્રુવની ગતિની દિશા દ્વારા દર્શાવાય છે. જ્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધુ પ્રબળ હોય છે ત્યાં ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજાની વધુ નજીક દર્શાવાય છે.
- કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ધાતુના તાર સાથે એક ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંકળાયેલ હોય છે. તારની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ અનેક સમકેન્દ્રિત વર્તુળોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેની દિશા જમણા હાથના નિયમથી અપાય છે.
- વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે તેની આસપાસ મળતી ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત વાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગજિયા ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્ર જેવું જ હોય છે.
- વિદ્યુત-ચુંબકમાં નરમ લોખંડનો ગર્ભ (core) હોય છે જેની આસપાસ અવાહક આવરણ ધરાવતાં તાંબાના તારનું ગૂંચળું વીંટાળેલ હોય છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકતાં તે બળ અનુભવે છે. જ્યારે ક્ષેત્રની દિશા અને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પરસ્પર લંબ હોય ત્યારે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા બંનેને લંબ હોય છે અને તે ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમથી અપાય છે.
- આપણે આપણા ઘરોમાં 220 Vના વિદ્યુત દબાણે AC વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્ત કરીએ છીએ જેની આવૃત્તિ 50 Hz છે. સપ્લાયમાં રહેલ એક તાર લાલ અવાહક આવરણવાળો હોય છે, જેને live વાયર કહે છે. જ્યારે બીજો કાળા અવાહક આવરણવાળો હોય છે જેને neutral વાયર કહે છે. આ બે વાયરો વચ્ચે 220 Vનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત હોય છે. ત્રીજો અર્થિંગ વાયર હોય છે, જે લીલું અવાહક આવરણ ધરાવે છે અને તેને જમીનની અંદર ઊંડે રાખેલ ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં ઉપકરણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહના લીકેજને કારણે તેનો ઉપયોગ કરનારને ગંભીર આંચકાથી બચાવવા માટે તે ઉપયોગી છે.
- શૉર્ટસર્કિટ અથવા ઓવરલોડિંગને કારણે થતા નુકસાનથી પરિપથને બચાવવા માટે ફ્યુઝ ખૂબ જ ઉપયોગી સલામતી માટેનું ઉપકરણ છે.

સ્વાધ્યાય

L3H8P6

1. લાંબા (વિદ્યુતપ્રવાહધારિત) સુરેખ તાર નજીક ચુંબકીય ક્ષેત્ર માટે નીચેનામાંથી કયું (વિધાન) સાચું છે ?

(a) ક્ષેત્ર તારને લંબ એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.

(b) ક્ષેત્ર તારને સમાંતર એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.

(c) ક્ષેત્ર તારમાંથી ઉદ્ભવતી ત્રિજ્યાવર્તી રેખાઓનું બનેલું છે.

(d) ક્ષેત્ર તાર પર કેન્દ્ર ધરાવતા સમકેન્દ્રિય વર્તુળોનું બનેલું છે.

2. શૉર્ટસર્કિટ વખતે સર્કિટમાં વિદ્યુતપ્રવાહ

(a) ખૂબ જ ઘટી જાય છે. (b) બદલાતો નથી.

(c) ખૂબ વધી જાય છે. (d) સતત બદલાય છે.

3. નીચેનાં વિધાન સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો :

(a) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લાંબી વર્તુળાકાર કૉઇલ (ગૂંચળા)ના કેન્દ્ર પરનું (ચુંબકીય) ક્ષેત્ર સમાંતર સુરેખ રેખાઓ હોય છે.

(b) વિદ્યુત પુરવઠામાં લીલા રંગનું અવાહક પડ ધરાવતો વાયર સામાન્ય રીતે લાઇવ વાયર હોય છે.

4. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા માટેની બે રીતો લખો.

5. ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક ક્યારે સૌથી વધુ બળ અનુભવશે ?

6. ધારો કે તમે એક રૂમમાં એક દીવાલના ટેકે બેઠા છો. પ્રબળ ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે તમારી પાછળની દિશામાંથી આગળની દીવાલ તરફ આવતું સમક્ષિતિજ ઇલેક્ટ્રૉનનું કિરણજૂથ તમારી જમણી બાજુની દિશામાં ફંટાય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

7. (1) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ વાહક તારની આસપાસ ઉત્પન્ન થતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

(2) ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબ મૂકેલા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક તાર વડે અનુભવાતા બળની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

(3) ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંચળાને ભ્રમણ કરાવતા તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

8. વિદ્યુત શૉર્ટસર્કિટ ક્યારે થાય છે ?

9. અર્થિંગ વાયરનું કાર્ય શું છે ? ધાતુના સાધનને અર્થિંગ કરવું કેમ જરૂરી છે ?



પ્રકરણ 13
આપણું પર્યાવરણ (Our Environment)

T5K6E1

આપણે વારંવાર 'પર્યાવરણ' શબ્દનો ટેલિવિઝન પર, સમાચારપત્રોમાં અને આપણી આસપાસના લોકો દ્વારા ઉપયોગ થતો સાંભળ્યો છે. આપણા વડીલો આપણને કહે છે કે, હવે તે 'પર્યાવરણ' કે વાતાવરણ રહ્યું નથી કે જે પહેલાં હતું. બીજા કહે છે કે આપણે તંદુરસ્ત 'પર્યાવરણ'માં કામ કરવું જોઈએ તેમજ 'પર્યાવરણીય' સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરવા માટે વિકસિત તેમજ વિકાસશીલ દેશો વૈશ્વિક સંમેલન પણ નિયમિતપણે કરતા રહ્યા છે. આ પ્રકરણમાં આપણે ચર્ચા કરીશું કે કે વિવિધ પરિબળો પર્યાવરણમાં કઈ રીતે અન્યોન્ય ક્રિયા કરે છે? અને આપણે પર્યાવરણ પર શું અસર પહોંચાડીએ છીએ ?

13.1 નિવસનતંત્ર – તેનાં ઘટકો ક્યા છે ? (Ecosystem – What are Its Components ?)

D5D3P6

બધા સજીવો જેવા કે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ, સૂક્ષ્મજીવો તેમજ માનવ અને ભૌતિક પરિબળો વચ્ચે પરસ્પર આંતરક્રિયાઓ થાય છે અને પ્રકૃતિમાં સંતુલન જાળવી રાખે છે. કોઈ એક વિસ્તારના બધા સજીવો તથા વાતાવરણના અજૈવિક ઘટકો સંયુક્ત રીતે નિવસનતંત્ર રચે છે. એટલે કે, કોઈ એક નિવસનતંત્રમાં જૈવિક ઘટકો અને અજૈવિક ઘટકો હોય છે. ભૌતિક પરિબળો જેવાં કે, તાપમાન, વરસાદ, હવા, ભૂમિ તેમજ ખનિજ પદાર્થો કે તત્ત્વો વગેરે અજૈવિક ઘટકો છે.

ઉદાહરણ તરીકે, જો તમે બગીચામાં જાઓ ત્યારે તમને વિવિધ વનસ્પતિઓ જેવી કે – ઘાસ, વૃક્ષ, ગુલાબ, મોગરો, સૂર્યમુખી જેવાં પુષ્પોવાળા સુશોભનીય છોડ અને દેડકાઓ, કીટકો તેમજ પક્ષીઓ જેવાં પ્રાણીઓ જોવા મળશે. આ બધા સજીવો પરસ્પર આંતરક્રિયાઓ કરે છે અને તેઓની વૃદ્ધિ, પ્રજનન તેમજ અન્ય ક્રિયાઓ નિવસનતંત્રનાં અજૈવિક ઘટકો દ્વારા અસર પામે છે. આમ, બગીચો એક નિવસનતંત્ર છે. જંગલ, તળાવ અને સરોવર નિવસનતંત્રનાં અન્ય પ્રકારો છે. જે કુદરતી કે નૈસર્ગિક નિવસનતંત્રનાં ઉદાહરણ છે. જ્યારે બગીચો અને ખેતર માનવ–સર્જિત (કૃત્રિમ) નિવસનતંત્ર છે.

પ્રવૃત્તિ 13.1

- તમે માછલીઘર જોયું હશે. આવો, તેને બનાવવાનો પ્રયત્ન કરીએ.
- માછલીઘર બનાવતી વખતે આપણે કઈ બાબતોને ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ ? માછલીઓને તરવા માટે પૂરતી જગ્યા (એક મોટો જાર પણ લઈ શકાય છે.), પાણી, ઑક્સિજન તેમજ ખોરાકની જરૂર પડશે.
- આપણે ઑક્સિજન–પંપ (aerator) દ્વારા ઑક્સિજન અને માછલીનો ખોરાક આપી શકીએ છીએ. જે બજારમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.

- જો આપણે તેમાં કેટલીક જલજ વનસ્પતિના છોડ અને પ્રાણીઓ ઉમેરીએ તો આ એક સ્વનિર્ભર તંત્ર બની જાય છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે આ કેવી રીતે થાય છે ? એક માછલીઘર તે માનવસર્જિત નિવસનતંત્રનું ઉદાહરણ છે.
- આવી રીતે માછલીઘર બનાવ્યા પછી તેને કેટલા સમય સુધી જેવું છે તેવું જ મૂકી શકીએ છીએ ? શું કોઈક વાર તેને સ્વચ્છ કરવું જરૂરી છે ? શું આપણે આવી જ રીતે તળાવો તેમજ સરોવરોને પણ સ્વચ્છ કરવા જોઈએ ? શા માટે ? અને શા માટે નહિ ?

આપણે અગાઉના ધોરણમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે જીવનનિર્વાહને આધારે સજીવોને ઉત્પાદકો, ઉપભોગીઓ તેમજ વિઘટકોના જૂથ કે સમૂહોમાં વહેંચી શકાય છે. આવો, યાદ કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ જે સ્વનિર્ભર(કે સ્વયંસંચાલિત) નિવસનતંત્ર સ્વયં બનાવે છે. કયા સજીવો સૂર્યના પ્રકાશ તેમજ ક્લોરોફિલની હાજરીમાં અકાર્બનિક પદાર્થોમાંથી કાર્બનિક પદાર્થો જેવા કે શર્કરા તેમજ સ્ટાર્ચનું નિર્માણ કરી શકે છે ? બધી લીલી વનસ્પતિઓ તેમજ કેટલાક બૅક્ટેરિયા જેમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ કરવાની ક્ષમતા હોય છે. તેઓ આ વર્ગમાં સમાવાય છે, તેથી તેઓને ઉત્પાદકો (Producers) કહેવાય છે.

શું બધા સજીવો તેમના અસ્તિત્વ માટે પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે ઉત્પાદકો પર આધારિત હોય છે ? આ સજીવો જે ઉત્પાદકો દ્વારા ઉત્પાદિત થયેલા ખોરાક પર પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે નિર્ભર હોય છે, તેઓને ઉપભોગીઓ કહે છે. ઉપભોગીઓને મુખ્યત્વે શાકાહારી, માંસાહારી અને સર્વાહારી તેમજ પરોપજીવીમાં વહેંચવામાં આવે છે. શું આમાંથી પ્રત્યેક પ્રકારના વર્ગનાં ઉદાહરણ જણાવી શકો છો ?

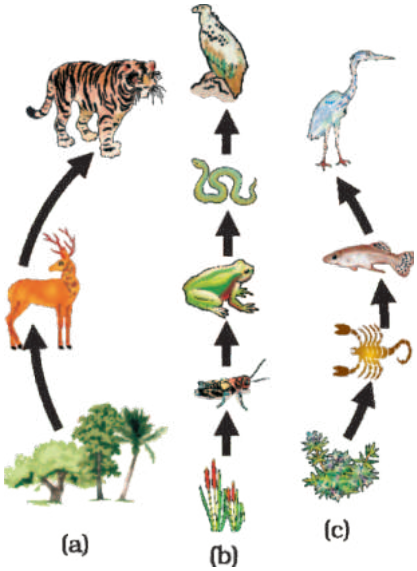
- એવી સ્થિતિ વિચારો કે જેમાં તમે માછલીઘરને સાફ કરતા નથી અને કેટલીક માછલીઓ તેમજ છોડ તેમાં મરી જાય છે. શું તમે કદી વિચાર્યું છે, એક સજીવ મરી જાય છે ત્યારે ખરેખર શું થાય છે ? જ્યારે જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) અને ફૂગ જેવા સૂક્ષ્મજીવો મૃતજૈવ અવશેષો અને સજીવોના ઉત્સર્ગદ્રવ્યોનું વિઘટન (અપમાર્જન) કરે છે. આ સૂક્ષ્મજીવો વિઘટકો છે કારણ કે તેઓ જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટન કરે છે. જે ભૂમિમાં ભળી જાય છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા પુનઃઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. વિચારો કે તેઓની (વિઘટકોની) ગેરહાજરીમાં કચરો અને મરેલાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ પર શું અસર થાય ? શું અહીંયાં વિઘટકોની ગેરહાજરીમાં પણ ભૂમિની પ્રાકૃતિક રચના પુનઃ થઈ શકે ખરી ?

પ્રવૃત્તિ 13.2

- માછલીઘર બનાવતી વખતે શું તમે એ વાતનું ધ્યાન રાખ્યું છે કે, એકબીજાનું ભક્ષણ કરતાં હોય તેવા જળચર પ્રાણીઓને સાથે ન રાખીએ. જો ધ્યાન ન રાખવામાં આવે તો શું થાય?
- જૂથ બનાવો અને ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત સમૂહોના સજીવ એકબીજા પર કેવી રીતે નિર્ભર હોય છે.
- જળચર સજીવોનાં નામ તે ક્રમમાં લખો જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવને ખાય છે અને એક એવી શૃંખલાની સ્થાપના કરો જેમાં ઓછામાં ઓછા ત્રણ તબક્કા હોય.



- શું તમે કોઈ એક સજીવ સમૂહને સૌથી વધારે મહત્ત્વનું ગણો છો શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?



આકૃતિ 13.1
કુદરતમાં આહારશૃંખલા
(a) જંગલમાં (b) તૃણભૂમિમાં અને
(c) ખાબોચિયાંમાં

13.1.1 આહારશૃંખલા તેમજ આહારજાળ (Food Chains And Food Webs)

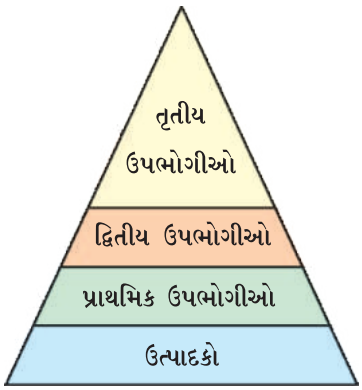
પ્રવૃત્તિ 13.2માં આપણે સજીવોની એક શૃંખલા બનાવી હતી, જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવનો આહાર તરીકે ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ જૈવિકસ્તરો પર ભાગ લેનારા સજીવોની આ શૃંખલા આહારશૃંખલા (Food Chain)નું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 13.1).

આહારશૃંખલાનું પ્રત્યેક ચરણ કે તબક્કો એક પોષકસ્તર બનાવે છે. સ્વયંપોષી અથવા ઉત્પાદકો, પ્રથમ પોષકસ્તર બનાવે છે અને સૌરઊર્જાનું સ્થાપન કરીને તેને વિષમપોષીઓ અથવા ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ય બનાવે છે. તૃણાહારીઓ અથવા પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વિતીય પોષકસ્તર બનાવે છે, નાનાં માંસાહારીઓ અથવા દ્વિતીય ઉપભોગીઓ ત્રીજું અને મોટા માંસાહારીઓ અથવા તૃતીય ઉપભોગીઓ ચોથા પોષકસ્તરનું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 13.2).

આપણે જાણીએ છીએ કે જે ખોરાક આપણે ખાઈએ છીએ, તે આપણા માટે ઊર્જાના સ્રોતનું કાર્ય કરે છે અને વિવિધ કાર્યો માટે ઊર્જા આપે છે. આમ, પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકોની પરસ્પર આંતરક્રિયાઓમાં તંત્રના એક ઘટકમાંથી બીજા ઘટકમાં ઊર્જાના પ્રવાહનું વહન થાય છે. આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો સૂર્યપ્રકાશમાંથી પ્રકાશઊર્જાને પ્રાપ્ત કરીને તેને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવે છે. આ ઊર્જા સમગ્ર જીવસૃષ્ટિની બધી ક્રિયાઓ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. સ્વયંપોષીમાંથી ઊર્જા વિષમપોષી તેમજ વિઘટકો સુધી જાય છે. જ્યારે ઊર્જાના એક સ્વરૂપમાંથી ઊર્જાના બીજા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે, ત્યારે ઊર્જાનો કેટલોક જથ્થો પર્યાવરણમાં બિનઉપયોગી ઊર્જાના સ્વરૂપમાં વ્યય પામે છે અને તેનો પુનઃ ઉપયોગ કરી શકાતો નથી. પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકોની વચ્ચે ઊર્જા પ્રવાહના વહન વિશેના વિસ્તૃત અભ્યાસ પરથી જાણવા મળ્યું છે કે,

- એક સ્થલજ નિવસનતંત્રમાં લીલી વનસ્પતિઓ તેમના પર્ણો દ્વારા પ્રાપ્ત થનારી સૌરઊર્જાનો લગભગ 1 % ભાગ ખાદ્યઊર્જામાં રૂપાંતરિત કરે છે.
- જ્યારે લીલી વનસ્પતિઓ પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વારા ખવાઈ જાય છે ત્યારે મોટાભાગની ઊર્જા પર્યાવરણમાં ઉષ્મા સ્વરૂપે વ્યય પામે છે. જ્યારે કેટલીક માત્રાનો ઉપયોગ પાચન અને વિવિધ કાર્યોમાં તથા બાકીની ઊર્જાનો ઉપયોગ વૃદ્ધિ તેમજ પ્રજનનમાં થાય છે. ખાધેલા ખોરાકની માત્રાના લગભગ 10% જ સજીવ શરીરમાં સંગ્રહ પામે છે, જે તેની આગળના પોષકસ્તરના ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ય બને છે.
- આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે પ્રત્યેક સ્તર પર પ્રાપ્ય કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાની સરેરાશ 10 % જ ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર સુધી પહોંચાડે છે.
- ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર માટે ઊર્જાની ખૂબ જ ઓછી માત્રા હોવાથી આહારશૃંખલા સામાન્યતઃ ત્રણ અથવા ચાર ચરણની હોય છે. પ્રત્યેક ચરણ પર ઊર્જાનો વ્યય એટલો બધો થાય છે કે ચોથા પોષકસ્તરના પછીના સજીવો માટે ઉપયોગી ઊર્જાની માત્રા ખૂબ જ ઓછી રહી જાય છે.
- સામાન્ય રીતે નીચેના પોષકસ્તરમાં સજીવોની સંખ્યા વધારે હોય છે એટલે કે, ઉત્પાદકોના સ્તરમાં આ સંખ્યા સૌથી વધારે હોય છે.
- વિવિધ આહારશૃંખલાઓની લંબાઈ તેમજ જટિલતામાં ખૂબ જ ભિન્નતા હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રત્યેક સજીવ બે અથવા વધારે પ્રકારના સજીવો દ્વારા આહાર તરીકે ઉપયોગી બને છે અને આ સજીવો પણ ઘણા અન્ય સજીવોનો આહાર બને છે.

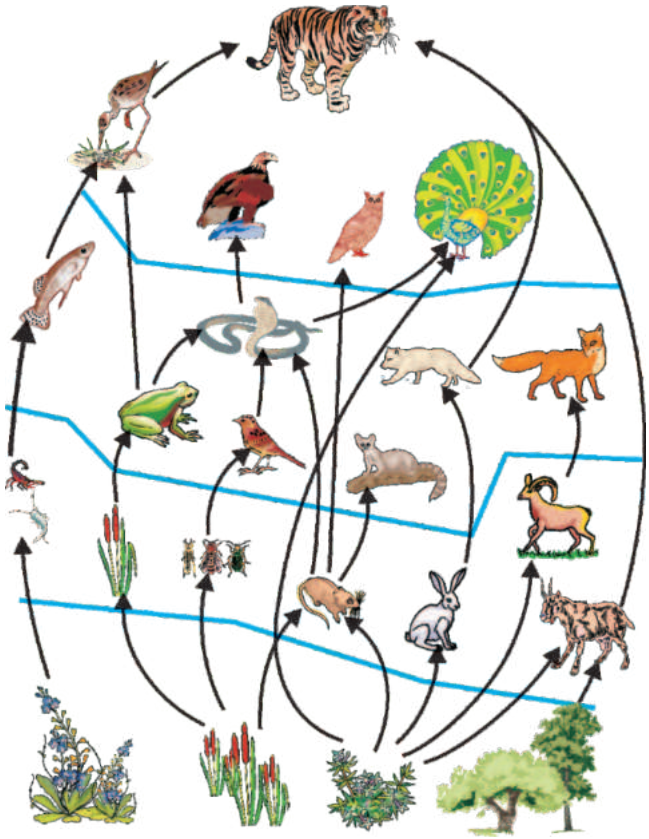
આમ, એક સીધી આહારશૃંખલાને સ્થાને સજીવોની વચ્ચે આહાર સંબંધો શાખાયુક્ત શૃંખલાઓની એક જાળીરૂપ રચના બનાવે છે. જેને 'આહારજાળ' (Food Web) કહે છે (આકૃતિ 13.3).



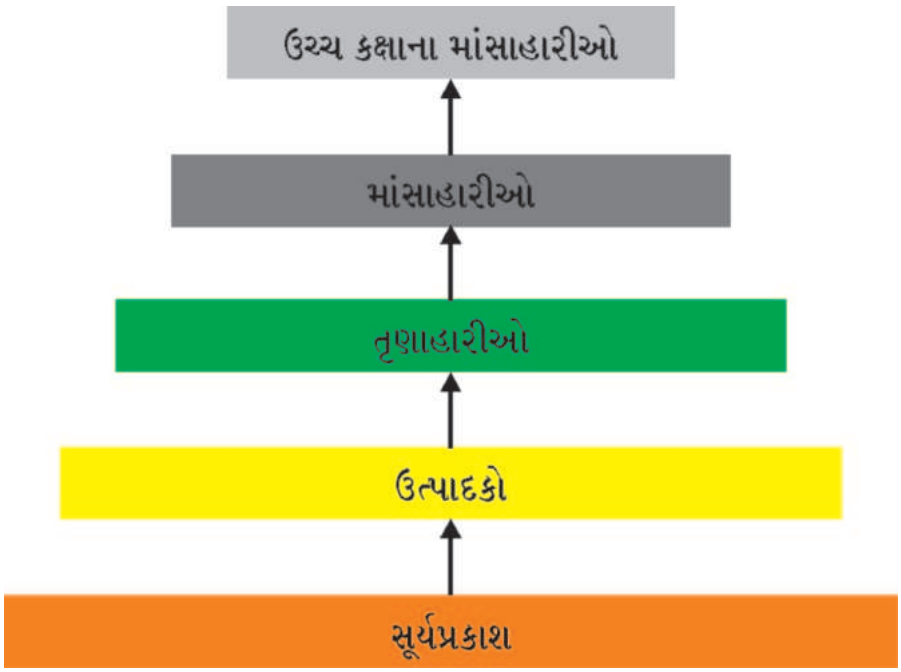
આકૃતિ 13.2
પોષકસ્તરો

ઊર્જાવહન (આકૃતિ 13.4) પરથી બે બાબતો સ્પષ્ટ થાય છે : પહેલી બાબત ઊર્જાનું વહન એક જ દિશામાં થાય છે. સ્વયંપોષી સજીવો દ્વારા ગ્રહણ કરાયેલી ઊર્જા પુનઃ સૌરઊર્જામાં પરિવર્તિત થઈ શકતી નથી અને તૃણાહારીઓમાંથી સ્થળાંતરિત થયેલી ઊર્જા પુનઃ સ્વયંપોષી સજીવોને માટે પ્રાપ્ય બનતી નથી. જેમ-જેમ ઊર્જા વિવિધ પોષકસ્તરો પર ક્રમિક સ્થળાંતરિત થાય છે તેમ-તેમ પોતાના સ્તરથી અગાઉના સ્તર માટે પ્રાપ્ય હોતી નથી. બીજી બાબત કે પ્રત્યેક પોષકસ્તરે ઊર્જા વ્યયના કારણે પ્રાપ્ય ઊર્જાનું પ્રમાણ ક્રમશઃ ઘટતું જાય છે.

આહારશૃંખલાની બીજી બાબત એ પણ છે કે આપણી જાણકારી વિના જ કેટલાક હાનિકારક રાસાયણિક પદાર્થો આહારશૃંખલામાંથી પસાર થઈને આપણા શરીરમાં પ્રવેશ પામે છે. તમે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છો કે જળપ્રદૂષણ કેવી રીતે થાય છે. તેનું એક કારણ એ છે કે, પાકને વિવિધ પ્રકારના રોગ તેમજ કીટકોથી બચાવવા માટે જંતુનાશકો તેમજ રસાયણોનો વધુમાં વધુ ઉપયોગ કરાય છે. આ રસાયણો વહી જઈને માટીમાં અથવા પાણીના સ્રોતમાં ભળે છે. માટીમાંથી આ પદાર્થોનું વનસ્પતિઓ દ્વારા પાણી તેમજ ખનિજોની સાથે-સાથે શોષણ થાય છે અને જળાશયોમાંથી તે જલીય વનસ્પતિઓ તેમજ



આકૃતિ 13.3
વિવિધ આહારશૃંખલાઓ દ્વારા બનતી આહારજાળ



આકૃતિ 13.4 એક નિવસનતંત્રમાં થતું ઊર્જાનું વહન દર્શાવતો રેખાંકન

પ્રાણીઓમાં પ્રવેશ કરે છે. આ રીતે તેઓ આહારશૃંખલામાં પ્રવેશ કરે છે. આ પદાર્થો અવિઘટનીય હોવાથી પ્રત્યેક પોષકસ્તરોમાં ઉત્તરોત્તર સંગ્રહ પામતા જાય છે. કોઈ પણ આહારશૃંખલામાં મનુષ્ય અગ્રસ્થાને હોય છે. તેથી આપણા શરીરમાં આ રસાયણો સૌથી વધુ માત્રામાં સંચય પામતા જાય છે. આ ઘટનાને 'જૈવિક વિશાલન' (Biological Magnification) કહે છે. આ કારણે આપણા ખાદ્યપદાર્થો જેવા કે ઘઉં અને ચોખા, શાકભાજી, ફળ અને માંસમાં પણ જંતુનાશક રસાયણોની વિવિધ માત્રામાં હાજરી જણાય છે. પાણીથી ધોઈને કે અન્ય રીતે તેમને દૂર કરી શકાતા નથી.

પ્રવૃત્તિ 13.3

- સમાચારપત્રોમાં તૈયાર ખાદ્યસામગ્રીમાં જંતુનાશક તેમજ રસાયણોની માત્રાના વિષયમાં અવારનવાર અહેવાલ છપાતાં રહે છે. કેટલાંક રાજ્યોએ આ પદાર્થો પર પ્રતિબંધ લગાડ્યો છે. આ પ્રકારનો પ્રતિબંધ યોગ્ય છે કે નહિ તેના પર જૂથ ચર્ચા કરો.
- તમારા મતે આ ખાદ્યપદાર્થોમાં જંતુનાશકોનો સ્રોત કયો છે ? શું આ જંતુનાશક પદાર્થો અન્ય ખાદ્ય સ્રોતોના માધ્યમથી આપણા શરીરમાં પહોંચી શકે છે ?
- કયા ઉપાયો દ્વારા આપણા શરીરમાં જંતુનાશક પદાર્થો કે રસાયણોની દાખલ થવાની માત્રા ઓછી કરી શકાય છે. ચર્ચા કરો.

પ્રશ્નો

1. પોષકસ્તરો એટલે શું ? એક આહારશૃંખલાનું ઉદાહરણ આપો અને તેમાંના વિવિધ પોષકસ્તરો જણાવો.
2. નિવસનતંત્રમાં વિઘટકોની ભૂમિકા શું છે ?

R5J6E5

13.2 આપણી પ્રવૃત્તિઓ પર્યાવરણને કેવી રીતે અસર પહોંચાડી શકે છે ? (How Do Our Activities Affect The Enviroment ?)

આપણે બધા પર્યાવરણના અભિન્ન ભાગ સ્વરૂપે છીએ. તેથી પર્યાવરણમાં થતું પરિવર્તન આપણને અસર પહોંચાડે છે અને આપણી પ્રવૃત્તિઓ આપણી ચારે તરફના પર્યાવરણને અસર પહોંચાડે છે. આપણે અગાઉ અભ્યાસ કરી ગયાં કે આપણી પ્રવૃત્તિ પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ પ્રકારે પ્રદૂષિત કરે છે. આ ભાગમાં આપણે પર્યાવરણસંબંધી બે સમસ્યાઓના વિષયમાં વિસ્તૃતથી ચર્ચા કરીશું જેવી કે ઓઝોનના સ્તરનું વિઘટન અને કચરાનું વ્યવસ્થાપન.

13.2.1 ઓઝોનસ્તર અને તે કેવી રીતે વિઘટન પામે છે ? (Ozone Layer And How It Is Getting Depleted ?)

ઓઝોન (O_3)નો અણુ ઑક્સિજનના ત્રણ પરમાણુઓથી બને છે. જ્યારે સામાન્ય O_2, જેને આપણે સામાન્યતઃ ઑક્સિજનથી ઓળખીએ છીએ તે બધા પ્રકારના જારક સજીવો માટે આવશ્યક છે. ઓઝોન એક ઘાતક વિષ છે. તેમ છતાં વાતાવરણના ઉપરી સ્તરમાં ઓઝોન એક આવશ્યક કાર્ય સંપાદિત કરે છે. તે સૂર્યમાંથી આવતા પારજાંબલી વિકિરણો (UV-Ultraviolet)થી પૃથ્વીને રક્ષણ આપે છે. આ પારજાંબલી

વિકિરણો સજીવો માટે અત્યંત હાનિકારક છે. ઉદાહરણ તરીકે, તે માનવમાં ત્વચાનું કૅન્સર ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

વાતાવરણના ઉચ્ચસ્તર પર પારજાંબલી (UV) વિકિરણોની અસરથી ઑક્સિજન (O_2) અણુઓથી ઓઝોન બને છે. ઉચ્ચ ઊર્જાવાળા પારજાંબલી વિકિરણો ઑક્સિજન અણુઓ (O_2)ને વિઘટિત કરી સ્વતંત્ર ઑક્સિજન (O) પરમાણુ બનાવે છે. ઑક્સિજનનો આ સ્વતંત્ર પરમાણુ ઑક્સિજનના અણુ સાથે સંયોજાઈને સમીકરણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઓઝોન અણુ બનાવે છે.

$$O_2 \xrightarrow{\text{પારજાંબલી (UV) વિકિરણો}} O + O$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \text{ (ઓઝોન)}$$

1980થી વાતાવરણમાં ઓઝોનની માત્રામાં ઝડપથી ઘટાડો થઈ રહ્યો છે. ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન(CFCs) જેવાં માનવ સંશ્લેષિત રસાયણોને તેનું મુખ્ય પરિબળ ગણવામાં આવે છે. CFCsનો ઉપયોગ શીતક તરીકે તેમજ અગ્નિશમન (Fire Extinguishers) માટે થાય છે. 1987માં સંયુક્ત રાષ્ટ્ર પર્યાવરણ કાર્યક્રમ UNEP (United Nation Environment Programme)માં સર્વાનુમતે કરાર કરવામાં આવ્યા કે CFCના ઉત્પાદનને 1986ના સ્તર પર જ સીમિત રાખવામાં આવે. હવે રેફ્રિજરેટર બનાવતી વિશ્વની પ્રત્યેક કંપનીઓ માટે CFC મુક્ત રેફ્રિજરેટર બનાવવાનું ફરજિયાત કરવામાં આવ્યું છે.

પ્રવૃત્તિ 13.4

- પુસ્તકાલય, ઇન્ટરનેટ અથવા સમાચારપત્રોમાંથી જાણકારી મેળવો કે કયાં રસાયણો ઓઝોનના સ્તરના વિઘટન માટે જવાબદાર છે ?
- જાણકારી મેળવો કે આ પદાર્થોનું ઉત્પાદન તેમજ ઉત્સર્જનના નિયમનસંબંધી કાયદાઓ ઓઝોન વિઘટનને ઓછા કરવામાં કેટલા સફળ રહ્યા છે ? શું છેલ્લાં કેટલાંક વર્ષોમાં ઓઝોન-છિદ્રના આકાર કે કદમાં કોઈ પરિવર્તન આવ્યું છે ?

13.2.2 આપણા દ્વારા નિર્માણ પામતા કચરાનું પ્રબંધન (Managing The Garbage We Produce)

આપણી દૈનિક ગતિવિધિઓમાં આપણે ઘણા એવા પદાર્થોનું નિર્માણ કરીએ છીએ જેને આપણે ફેંકી દઈએ છીએ. આ નકામા પદાર્થો કયા છે ? જ્યારે આપણે તેમને ફેંકી દઈએ છીએ ત્યારપછી તેઓનું શું થાય છે ? આવો, આ પ્રશ્નોના જવાબ જાણવા માટે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.5

- તમારા ઘરેથી કચરો એકત્રિત કરો. તેમાં આખા દિવસમાં ઉત્પન્ન થયેલો કચરો જેમ કે રસોડાનો કચરો (વાસી ખોરાક, શાકભાજીની છાલ, ચાનો ઉપયોગ કરેલાં પાન, દૂધની ખાલી થેલીઓ અને ખાલી ડબા), નકામા કાગળ, દવાની ખાલી શીશીઓ/સ્ટ્રિપ્સ (પતરા), બબલ પૅક, જૂનાં-ફાટેલાં કપડાં અને તૂટેલાં જૂતા વગેરે હોઈ શકે છે.
- તેને શાળાના બગીચામાં એક ખાડો કરીને દબાવી દો. જો એવું સ્થાન પ્રાપ્ત ન હોય તો આ કચરાને કોઈ જૂની ડોલમાં અથવા કૂંડામાં એકત્રિત કરીને તેને 15 cm જાડી માટીના સ્તરથી ઢાંકી દો.
- તેને પાણીનો છંટકાવ કરીને ભીનું રાખો અને 15 દિવસ પછી તેનું અવલોકન કરો.
- કયા પદાર્થો લાંબા સમય પછી પણ અપરિવર્તિત રહ્યા છે ?
- કયા પદાર્થોના સ્વરૂપ કે સંરચનામાં પરિવર્તન આવ્યું છે ?
- જે પદાર્થોના સ્વરૂપમાં સમયની સાથે પરિવર્તન આવે છે, તે પૈકી કયા પદાર્થો વધુ ઝડપથી પરિવર્તિત થાય છે ?

આપણે 'જૈવિક ક્રિયાઓના' પ્રકરણમાં અભ્યાસ કર્યો કે, આપણે ભોજનમાં લીધેલા ખોરાકનું પાચન વિવિધ ઉત્સેચકો દ્વારા થાય છે. પણ શું તમે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે એક જ પ્રકારનો ઉત્સેચક ખોરાકના બધા જ પદાર્થોનું પાચન કેમ કરી શકતો નથી ? ઉત્સેચકો પોતાની ક્રિયામાં ચોક્કસ હોય છે. એટલે કે કોઈ વિશેષ પ્રકારના પદાર્થનું પાચન કે વિઘટન કરવા માટે વિશિષ્ટ ઉત્સેચકની જરૂરિયાત હોય છે. એટલે જ કોલસા ખાવાથી આપણને ઊર્જા પ્રાપ્ત નથી થતી. આ કારણે જ પ્લાસ્ટિક જેવા માનવનિર્મિત ઘણાબધા પદાર્થોનું વિઘટન જીવાણુ કે અન્ય મૃતોપજીવીઓ દ્વારા થઈ શકતું નથી. આ પદાર્થો પર ભૌતિકક્રિયા જેવી કે તાપમાન અને દબાણની અસર થાય છે, પરંતુ સામાન્ય અવસ્થામાં તેઓ લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં અવિઘટિત સ્વરૂપે ટકી રહે છે.

જે પદાર્થો જૈવિકક્રિયા દ્વારા વિઘટિત થાય છે. તેઓને 'જૈવવિઘટનીય' પદાર્થો કહેવાય છે. ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં તમારા દ્વારા ખાડામાં દાટેલા પદાર્થોમાંથી કેટલા પદાર્થો 'જૈવવિઘટનીય' છે ? જે પદાર્થો જૈવિકક્રિયા દ્વારા વિઘટન પામતા નથી તેવા પદાર્થોને 'જૈવઅવિઘટનીય' પદાર્થો કહેવાય છે. આ પદાર્થો નિષ્ક્રિય અને સામાન્યતઃ અવિઘટનીય હોવાથી લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં ટકી રહે છે અથવા નિવસનતંત્રના વિવિધ સભ્યોને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે.

પ્રવૃત્તિ 13.6

- પુસ્તકાલય અથવા ઈન્ટરનેટ દ્વારા જૈવવિઘટનીય તેમજ જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો વિશે વધારે જાણકારી મેળવો.
- જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો કેટલા સમય સુધી પર્યાવરણમાં એ જ સ્વરૂપમાં રહી શકે છે ?
- આજકાલ જૈવવિઘટનીય પ્લાસ્ટિક મળી રહે છે. આ પદાર્થો વિશે હજુ વધારે જાણકારી મેળવો અને શોધી કાઢો કે શું તેની પર્યાવરણ પર નુકસાનકારક અસર થાય છે કે નહિ ?

પ્રશ્નો

1. શા માટે કેટલાક પદાર્થો જૈવવિઘટનીય હોય છે અને કેટલાક પદાર્થો જૈવઅવિઘટનીય હોય છે ?
2. એવી બે રીતો દર્શાવો કે જેમાં જૈવવિઘટનીય પદાર્થો પર્યાવરણને પ્રભાવિત કરે છે.
3. એવી બે રીતો દર્શાવો કે જેમાં જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો પર્યાવરણને પ્રભાવિત કરે છે.

કોઈ પણ શહેર કે નગરમાં જતાં ચારે તરફ કચરાના ઢગલાં જોવા મળે છે. કોઈ પર્યટન સ્થળની મુલાકાત લઈએ તો, આપણને વિશ્વાસ છે કે ત્યાં પણ વિપુલ પ્રમાણમાં ખાદ્યપદાર્થોની ખાલી થેલીઓ અહીં-તહીં ફેલાયેલી કે વિખરાયેલી જોવા મળશે. અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા આ કચરાનો નિકાલ કરવાના ઉપાયો વિશે ચર્ચા કરી હતી. આવો, આ સમસ્યા પર વધારે ગંભીરતાથી ધ્યાન આપીએ.

પ્રવૃત્તિ 13.7

- જાણકારી મેળવો કે ઘરોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કચરાનું શું થાય છે ? શું કોઈ સ્થાન પરથી તેને એકઠો કરવા માટેની કોઈ વ્યવસ્થા છે ?
- જાણકારી મેળવો કે સ્થાનિક વ્યવસ્થાપકો (પંચાયત, નગરપાલિકા, આવાસ કલ્યાણ સમિતિ) દ્વારા આ કચરાના નિકાલ માટેની કોઈ પ્રકારની વ્યવસ્થા થાય છે ? શું ત્યાં જૈવવિઘટનીય અને જૈવઅવિઘટનીય કચરાને અલગ-અલગ કરવાની વ્યવસ્થા છે ?
- ગણતરી કરો કે એક દિવસમાં ઘરમાંથી કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિઘટનીય છે ?
- ગણતરી કરો કે વર્ગમાં પ્રતિદિન કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિઘટનીય છે ?
- આ કચરાના નિકાલ માટેનો કોઈ ઉપાય બતાવો.

પ્રવૃત્તિ 13.8

- જાણકારી મેળવો કે તમારા વિસ્તારમાં સુએઝ ટ્રિટમેન્ટની કોઈ વ્યવસ્થા છે ? શું ત્યાં એ બાબતની વ્યવસ્થા છે કે સ્થાનિક જળાશય તેમજ જળના અન્ય સ્રોત ઉપચાર વગરના સુએઝની અસર અનુભવે છે ?
- જાણકારી મેળવો કે તમારા વિસ્તારના સ્થાનિક ઉદ્યોગો તેમના કચરાનો નિકાલ કેવી રીતે કરે છે ? શું ત્યાં આ બાબતનું પ્રબંધન છે કે જેનાથી સુનિશ્ચિત થઈ શકે કે આ પદાર્થો ભૂમિ અને પાણીનું પ્રદૂષણ કરતાં નથી ?

આપણી જીવનશૈલીમાં સુધારણાની સાથે ઉત્પાદિત કચરાની માત્રા પણ ખૂબ જ વધારે વધી ગઈ છે. આપણા વલણમાં પરિવર્તન પણ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આપણે વાપરીને ફેંકી દેવાય તેવી (નિવર્તનીય) વસ્તુઓનો વધારે ઉપયોગ કરવા લાગ્યા છીએ. પેકેજિંગની પદ્ધતિઓમાં પરિવર્તન આવવાથી જૈવઅવિઘટનીય કચરામાં ઘણો વધારો થયો છે. તમારા વિચારથી આ બધાં જ ઘટકોની પર્યાવરણ પર શું અસર થઈ શકે છે ?

આના વિશે વિચાર કરો

ટ્રેનમાં નિવર્તનીય કપ (Disposable Cups In Trains)

જો તમે તમારાં માતા-પિતાને પૂછશો તો સંભવતઃ તેઓને યાદ હશે કે ટ્રેનમાં ચા પ્લાસ્ટિકના ગ્લાસમાં આપવામાં આવતી હતી. જેને ચા વેચનારા પાછા લઈ જતા હતા. ડિસ્પોઝેબલ કપ સ્વાસ્થ્ય માટે સારા છે તેવું માનીને તેનો ઉપયોગ વધુ થવા લાગ્યો. તે સમયે કોઈએ પણ કલ્પના કરી નહિ હોય કે પ્રતિદિન લાખોની સંખ્યામાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા આ કપના જમા થવાથી શું થશે. કેટલાક સમય પહેલાં માટીમાંથી બનાવેલ કુલડીને તેના વિકલ્પ સ્વરૂપે લાવવામાં આવી. પરંતુ તેના પર વિચાર ન કર્યો કે આટલી મોટી સંખ્યામાં કુલડી બનાવવા માટે કેટલી ફળદ્રુપ માટીનો ઉપયોગ થશે ? હવે, કાગળના ડિસ્પોઝેબલ કપનો વપરાશ થઈ રહ્યો છે. તમારા મતે ડિસ્પોઝેબલ કપની તુલનામાં કાગળના ડિસ્પોઝેબલ કપનો વપરાશ શું લાભદાયક છે ?

પ્રવૃત્તિ 13.9

- ઈન્ટરનેટ અથવા પુસ્તકાલયની મદદથી જાણકારી મેળવો કે ઇલેક્ટ્રૉનિક વસ્તુઓનો નિકાલ કરતા સમયે કઈ ખતરનાક વસ્તુઓથી સાવધાની રાખવી જોઈએ ? આ પદાર્થો પર્યાવરણને કઈ રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
- જાણકારી મેળવો કે પ્લાસ્ટિકનું પુનઃચક્રીકરણ કઈ રીતે થાય છે ? શું પ્લાસ્ટિકના પુનઃચક્રીકરણથી પર્યાવરણને કોઈ નુકસાન થઈ શકે છે ?

પ્રશ્નો

1. ઓઝોન એટલે શું ? અને તે કોઈ નિવસનતંત્રને કેવી રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
2. તમે કચરાના નિકાલની સમસ્યાને ઓછી કરવામાં શું યોગદાન આપી શકો છો ? કોઈ પણ બે પદ્ધતિઓનાં નામ આપો.

તમે શીખ્યાં કે

- નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો પરસ્પર આધારિત છે.
- ઉત્પાદકો સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાને નિવસનતંત્રના અન્ય સભ્યોને પ્રાપ્ય કરાવે છે.
- જ્યારે આપણે એક પોષકસ્તરમાંથી બીજા પોષકસ્તર પર જઈએ ત્યારે ઊર્જાનો ઘટાડો થાય છે જે આહાર-શૃંખલામાં પોષકસ્તરોને સીમિત કરી દે છે.
- માનવની પ્રવૃત્તિઓની પર્યાવરણ પર અસર થાય છે.
- CFCs જેવાં રસાયણો દ્વારા ઓઝોનના સ્તરને નુકસાન પહોંચાડે છે. આ ઓઝોનસ્તર સૂર્ય તરફથી આવનારા પારજાંબલી (UV) વિકિરણોથી સજીવોને રક્ષણ આપતું આવરણ છે. તેથી તેની ક્ષતિથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચી શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરો જૈવવિઘટનીય અથવા જૈવઅવિઘટનીય હોઈ શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરાનો નિકાલ એક ગંભીર પર્યાવરણીય સમસ્યા છે.

સ્વાધ્યાય

M7U4U7

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો સમૂહ માત્ર જૈવવિઘટનીય પદાર્થો ધરાવે છે ?

(a) ઘાસ, પુષ્પો અને ચામડું

(b) ઘાસ, લાકડું અને પ્લાસ્ટિક

(c) ફળોની છાલ, કેક તેમજ લીંબુનો રસ

(d) કેક, લાકડું તેમજ ઘાસ

2. નીચેનામાંથી કોણ આહારશૃંખલાનું નિર્માણ કરે છે ?

(a) ઘાસ, ઘઉં અને કેરી

(b) ઘાસ, બકરી અને માનવ

(c) બકરી, ગાય અને હાથી

(d) ઘાસ, માછલી અને બકરી

3. નીચે આપેલામાંથી કઈ પર્યાવરણને અનુકૂળ પ્રથા છે ?

(a) બજાર જતી વખતે સામાન માટે કપડાંની થેલીઓ લઈ જવી.

(b) બિનજરૂરી લાઇટ (બલ્બ) અને પંખાની સ્વિચ બંધ કરી દેવી.

(c) માતા સ્કૂટર દ્વારા શાળાએ મૂકવા આવે તેના સ્થાને તમારી શાળાએ ચાલતા જવું.

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ

4. જો આપણે એક પોષકસ્તરના બધા જ સભ્યોને દૂર કરી નાખીએ તો શું થશે ?

5. શું કોઈ પોષકસ્તરના બધા જ સભ્યોને દૂર કરવાથી થતી અસર ભિન્ન-ભિન્ન પોષકસ્તરો માટે અલગ-અલગ હોય છે ? શું નિવસનતંત્રને અસર પહોંચાડ્યા વગર કોઈ પોષકસ્તરના સજીવોને દૂર કરવા સંભવ છે ?

6. જૈવિક વિશાલન એટલે શું ? શું નિવસનતંત્રના વિવિધ સ્તરો પર જૈવિક વિશાલનની અસર પણ ભિન્ન–ભિન્ન હોય છે ?

7. આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત જૈવઅવિઘટનીય કચરાથી કઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?

8. જો આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત બધો જ કચરો જૈવવિઘટનીય હોય, તો શું તેની આપણા પર્યાવરણ પર કોઈ અસર નહિ થાય ?

9. ઓઝોનસ્તરનું વિઘટન આપણા માટે ચિંતાનો વિષય શા માટે છે ? આ વિઘટનને સીમિત કરવા માટે કયાં પગલાં લેવાયા છે ?

જવાબો

પ્રકરણ 1

1. (i) 2. (d) 3. (a)

પ્રકરણ 2

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)

પ્રકરણ 3

1. (d) 2. (c) 3. (a) 4. (c)

પ્રકરણ 4

1. (b) 2. (c) 3. (b)

પ્રકરણ 5

1. (c) 2. (a) 3. (d) 4. (b)

પ્રકરણ 6

1. (d) 2. (b) 3. (d)

પ્રકરણ 7

1. (b) 2. (c) 3. (d)

પ્રકરણ 8

1. (c)

પ્રકરણ 9

1. (d) 2. (d) 3. (b)
4. (a) 5. (d) 6. (c)

7. 15 cm કરતાં ઓછા અંતરે, આભાસી, મોટું
9. હા
10. લેન્સથી 16.7 cm અંતરે બીજી તરફ, 3.3 cm, ઘટે છે, સાચું, ઊલટું
11. 30 cm
12. 6.0 cm, અરીસાની પાછળ, આભાસી, ચત્તું
13. m = 1 દર્શાવે છે કે સમતલ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબંબનું પરિમાણ વસ્તુના જેટલું જ હોય છે તથા mનું ધન ચિહ્ન સૂચવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું છે.
14. 8.6 cm, અરીસાની પાછળ આભાસી, ચત્તું; 2.2 cm, વસ્તુ કરતાં નાનું
15. 54 cm વસ્તુની બાજુએ; 14 cm, વિવર્ધિત, સાચું, ઊલટું
16. –0.50 m; અંતર્ગોળ લેન્સ
17. + 0.67 m; અભિસારી લેન્સ

પ્રકરણ 10

1. (b) 2. (d) 3. (c) 4. (c)
5. (i) –0.18 m; (ii) +0.67 m
6. અંતર્ગોળ લેન્સ; –1.25 D
7. બહિર્ગોળ લેન્સ; +3.0 D

પ્રકરણ 11

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)
5. સમાંતર 6. 122.7 m; $\frac{1}{4}$ ગણું
7. 3.33 Ω 8. 4.8 kΩ 9. 0.67 A
10. 4 અવરોધકો 12. 110 બલ્બ
13. 9.2 A, 4.6 A, 18.3 A
14. (i) 8 W (ii) 8 W
15. 0.73 A
16. 250 W TV સેટ 1 કલાકમાં
17. 120 W
18. (b) મિશ્ર ધાતુઓની ઊંચી અવરોધકતા
    (d) વ્યસ્ત રીતે

પ્રકરણ 12

1. (d) 2. (c)
3. (a) સાચું (b) ખોટું
6. અધોદિશામાં
7. (i) જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (ii) ફ્લેમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ

પ્રકરણ 13

1. (a), (c), (d) 2. (b) 3. (d)

નોંધ