

ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-કમાંક  
મશબ/1219/119-125/૭, 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 વર્તિશ.  
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિઝા અર્પું છું.  
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્ય યોજના હેઠળનું પુસ્તક



રાષ્ટ્રીય શૈક્ષિક અનુસંધાન ઔર પ્રશિક્ષણ પરિષદ  
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. આઇ. એમ. ભંડ  
ડૉ. એમ. એસ. રામી  
ડૉ. મયૂર સી. શાહ  
શ્રીમતી ચંદ્રિકાબહેન એસ. પટેલ  
ડૉ. ખુશરુ એચ. ઘડિયાલી  
શ્રી ધવલ બી. સોલંકી

શ્રી મેહુલકુમાર એ. પટેલ  
શ્રી બ્રિજેશકુમાર જે. પટેલ  
શ્રી ભાવિનકુમાર જે. પટેલ  
ડૉ. રજની એચ. જોખી  
ડૉ. વંદનાબહેન જી. પટેલ

**ભાષાશુદ્ધિ**  
શ્રી વિજય ટી. પારેખ  
સંયોજન  
ડૉ. ચિરાગ એચ. પટેલ  
(વિષય-સંયોજક : ભૌતિકવિજ્ઞાન)  
નિર્માણ-સંયોજન  
શ્રી હરેન શાહ  
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)  
મુદ્રણ-આયોજન  
શ્રી હરેશ એસ. લીભાચીયા  
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

### પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય સરે 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/ધ-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 વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકૃતાં  
ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પાઠ્યપુસ્તકનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો  
અને શિક્ષકો પાસે કરવામાં આવ્યા છે 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. આ કમિટીની સાથે NCERTના  
પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા. નિષ્ણાતોની એક  
દ્વિદિવસીય કાર્યશિબિરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું અને પાઠ્યપુસ્તકને  
અંતિમ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું. જેમાં ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE,  
ભોપાલ), ડૉ. કલ્યાન 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 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.

### અવંતિકા સિંધ (IAS)

નિયામક	કાર્યવાહક પ્રમુખ
તા. 3-4-2019	ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2019

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી અવંતિકા સિંધ, 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.

New Delhi  
20 November 2006

*Director*  
National Council of Educational  
Research and Training

## P R E F A C E

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.

# અનુક્રમણિકા

<i>Foreword</i>	<i>iii</i>
<i>Preface</i>	<i>v</i>
<b>પ્રકરણ 1</b> રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો	1
<b>પ્રકરણ 2</b> ઓસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર	17
<b>પ્રકરણ 3</b> ધાતુઓ અને અધાતુઓ	37
<b>પ્રકરણ 4</b> કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો	58
<b>પ્રકરણ 5</b> તત્ત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ	79
<b>પ્રકરણ 6</b> જૈવિક કિયાઓ	93
<b>પ્રકરણ 7</b> નિયંત્રણ અને સંકલન	114
<b>પ્રકરણ 8</b> સજ્વાઓ કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?	127
<b>પ્રકરણ 9</b> આનુવંશિકતા અને ઉદ્વિકાસ	142
<b>પ્રકરણ 10</b> પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વકીભવન	160
<b>પ્રકરણ 11</b> માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા	187
<b>પ્રકરણ 12</b> વિદ્યુત	199
<b>પ્રકરણ 13</b> વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો	223
<b>પ્રકરણ 14</b> ઊર્જાના સોતો	242
<b>પ્રકરણ 15</b> આપણું પર્યાવરણ	256
<b>પ્રકરણ 16</b> નૈસર્જિક સોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન)	266
જવાબો	281 - 282

# **THE CONSTITUTION OF INDIA**

## **PREAMBLE**

**WE, THE PEOPLE OF INDIA**, having solemnly resolved to constitute India into a<sup>1</sup>**[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<sup>2</sup>[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 –

- ઉનાળમાં 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 શાસ લઈએ છીએ.

ઉપર્યુક્ત તમામ પરિસ્થિતિઓમાં પ્રારંભિક પદાર્થની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) અને તેની ઓળખમાં કંઈક ને કંઈક પરિવર્તન આવે છે. દ્રવ્યના ભौતિક 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 આશ્ર્ય 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 ચશમાં પહેરી લે તો વધુ સારું.

- લગભગ 3-4 cm લાંબી મેનેશિયમની પણીને કાયપેપર (Sandpaper) વડે ઘસીને શુદ્ધ કરો.
- તેને ચીપિયા (સાણસી) વડે પકીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લોમ્પની મદદથી સળગાવો અને તેની રાખને આકૃતિ 1.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વોચ્યાલાસમાં એકા કરો. મેનેશિયમની પણીને તમારી આંખોથી શક્ય તેટલી દૂર રાખીને સળગાવો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



#### આકૃતિ 1.1

મેનેશિયમ-પણીનું હવામાં સળગવું અને મેનેશિયમ ઓક્સાઇડને વોચ્યાલાસમાં એકા કરવો

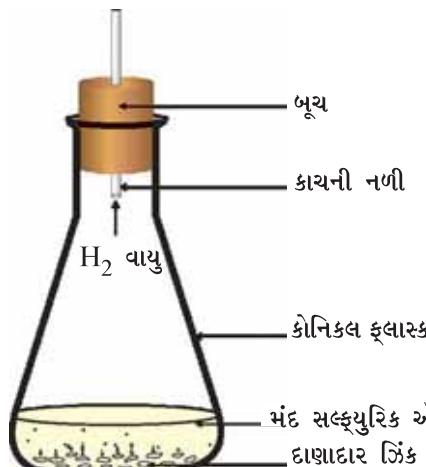
તમે જોયું જ હશે કે મેળેશિયમની પછી અગારા મારતી (પ્રજવલિત) સફેદ જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ પાઉડર (રાખ)માં પરિવર્તિત થાય છે. આ પાઉડર એ મેળેશિયમ ઓક્સાઈડ છે. મેળેશિયમ તેમજ હવામાંના ઓક્સિઝન વચ્ચે પ્રક્રિયા થવાથી મેળેશિયમ ઓક્સાઈડ ઢૂઢભવે છે.

### પ્રવૃત્તિ 1.2

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

### પ્રવૃત્તિ 1.3

- એક કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીમાં થોડા જિંકના દાણા લો.
- તેમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ અથવા મંદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ ઉમેરો (આકૃતિ 1.2) ચેતવણી : એસિડનો ઉપયોગ સાવયેતીથી કરવો.
- તમને જિંકના દાણાની ફરતે શું કંઈ થઈ રહ્યું હોય તેવું દેખાય છે ?
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીને સ્પર્શ કરો. શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?



આકૃતિ 1.2

પર મંદ સલ્ફ્યુરિક એસિડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન વાયુનું નિર્માણ હિંક

ઉપર્યુક્ત ત્રાણેય પ્રવૃત્તિઓના આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે નીચે દર્શાવેલાં અવલોકનો પૈકી કોઈ પણ અવલોકનની મદદથી કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે, તે નક્કી કરી શકાય છે.

- અવસ્થામાં પરિવર્તન
- રંગમાં પરિવર્તન
- વાયુનો ઉદ્ભલવ
- 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 પ્રકારણમાં આપણે જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને તેઓના સાંકેતિક નિરૂપણ વિશે અભ્યાસ કરીશું.

## 1.1 રાસાયણિક સમીકરણો (Chemical Equations)

પ્રવૃત્તિ 1.1નું વર્ણન આ મુજબ થઈ શકે - જ્યારે મેળેશિયમની પછી હવામાં સળગે છે ત્યારે તે મેળેશિયમ ઓક્સાઈડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું વાક્ય સ્વરૂપ 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 -



(પ્રક્રિયકો) (નીપણ)

પ્રક્રિયા (1.1)માં દર્શાવેલા અને રાસાયણિક ફેરફાર અનુભવતા પદાર્થો મેળેશિયમ અને ઓક્સિઝન પ્રક્રિયકો છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન નવો ઉત્પન્ન થતો પદાર્થ મેળેશિયમ ઓક્સાઈડ નીપણ છે.

શાબ્દિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો અને નીપણોની વચ્ચે તીરની નિશાની દ્વારા પ્રક્રિયકોનું નીપણોમાં થતું રૂપાંતર દર્શાવે છે. પ્રક્રિયકોને શાબ્દિક સમીકરણમાં ડાબી તરફ (LHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તેવી જ રીતે, નીપણોને જમણી તરફ (RHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તીરનો અગ્રભાગ (arrow head) નીપણો 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 હજ વધુ સંક્ષિપ્ત અને ઉપયોગી બનાવી શકીએ છીએ. કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાને રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય છે. મેંનેશિયમ, ઓક્સિજન તેમજ મેંનેશિયમ ઓક્સાઇડનાં સૂત્રોની મદદથી ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :



તીરની નિશાનીની ડાબી તરફ (LHS) અને જમણી તરફ (RHS) રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા ગણો અને તેની સરખામણી કરો. શું બંને તરફ દરેકેદરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે ? જો ન હોય 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) મેંનેશિયમની 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 નીપણોમાં 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 –



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



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

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપણોમાંના 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 –



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



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

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપણોમાંના 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 નીપણ ગમે તે હોઈ શકે છે. તે સંયોજનમાં સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતું તત્ત્વ પસંદ કરો. આ માપદંડ (સિદ્ધાંત) પ્રમાણે  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  અને તેમાં રહેલા ઓક્સિજન તત્ત્વની પસંદગી કરીએ છીએ. જમણી તરફ ઓક્સિજનના ચાર પરમાણુઓ છે, જ્યારે ડાબી તરફ ઓક્સિજનનો માત્ર એક જ પરમાણુ છે.

ઓક્સિજનના પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે -

ઓક્સિજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપણોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1 ( $\text{H}_2\text{O}$ માં)	4( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 4	4

એ ચોક્કસ પણ યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે આપણે પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં સંયોજનો કે તત્ત્વોનાં સૂત્રો બદલી શકતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે ઓક્સિજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે આપણે '4' સહગુણક (Coefficient) મૂકી 4 $\text{H}_2\text{O}$  લખી શકીએ પરંતુ  $\text{H}_2\text{O}_4$  અથવા  $(\text{H}_2\text{O})_4$  ન લખી શકાય. હવે, આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ નીચે મુજબ થશે -



(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

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

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

હાઈડ્રોજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપણોમાં
(i) શરૂઆતમાં	8 (4 $\text{H}_2$ માં)	2 ( $\text{H}_2$ માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	8	2 × 4

સમીકરણ આ પ્રમાણે થશે -



(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, આર્થર્ન (લોઝંડ) છે.

આર્થર્ન (લોઝંડ)ના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1(Fe માં)	3(Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 3	3

Feને સમતુલિત કરવા માટે, આપણે ડાબી તરફ Feના ગ્રાન્યુ પરમાણુ લઈએ.



**તબક્કો VI :** અંતમાં સમતુલિત સમીકરણની ખરાઈ કરવા માટે આપણે સમીકરણની બંને તરફ રહેલા દરેકે તત્ત્વના પરમાણુઓની ગણતરી કરીએ.



સમીકરણ (1.9)માં બંને તરફ રહેલાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે. હવે, આ સમીકરણ સમતોલિત છે. રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવાની આ પદ્ધતિ હિટ એન્ડ ટ્રાયલ (Hit and Trial) પદ્ધતિ કહેવાય છે, કારણ કે આપણે પ્રયત્નો દ્વારા નાનામાં નાના પૂર્ણાક સહગુણાંક વડે સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.

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

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

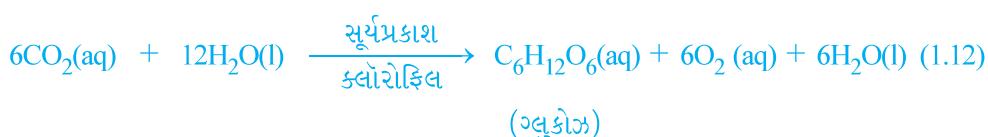
સમતુલિત સમીકરણ (1.9) નીચે પ્રમાણે થશે :



અત્રે નોંધનીય છે કે H<sub>2</sub>Oની સાથે (g) સંજ્ઞાનો ઉપયોગ દર્શાવે છે કે, આ પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ વરાળ (બાખ્ય) સ્વરૂપે કરવામાં આવ્યો છે.

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

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



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

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો

## પ્રશ્નો

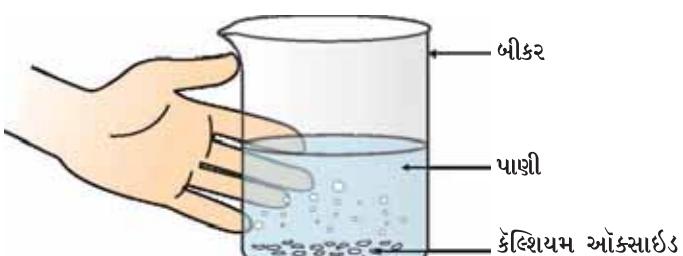
- મેળેશિયમની પવીને હવામાં સળગાવતાં પહેલાં શા માટે સાફ કરવામાં આવે છે ?
- નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત સમીકરણ લખો :
  - હાઈડ્રોજન + ક્લોરિન  $\rightarrow$  હાઈડ્રોજન ક્લોરાઇડ
  - બેરિયમ ક્લોરાઇડ + ઓલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ  $\rightarrow$  બેરિયમ સલ્ફેટ + ઓલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ
  - સોડિયમ + પાણી  $\rightarrow$  સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઇડ + હાઈડ્રોજન
- નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે ભौતિક-અવસ્થાઓની સંજ્ઞા સહિતના સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો :
  - બેરિયમ ક્લોરાઇડ અને સોડિયમ સલ્ફેટના પાણીમાં બનાવેલાં દ્રાવક્ષો વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ અદ્રાવ્ય બેરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવક મળે છે.
  - સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઇડ દ્રાવક (પાણીમાં) હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડના દ્રાવક (પાણીમાં) સાથે પ્રક્રિયા કરી સોડિયમ ક્લોરાઇડ દ્રાવક અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.



## 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 અદશ્ય થઈ જાય અથવા બહારથી ગમે ત્યાંથી મિશ્રણમાં દાખલ થઈ જાય તેવું બનતું નથી. ખેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં પરમાણુઓ વચ્ચે બંધો તૂટીને તેમજ બંધો બનીને નવા પદાર્થો ઉદ્ભાવે છે. પરમાણુઓ વચ્ચે બનતા બંધોના પ્રકાર વિશે તમે પ્રકરણ 3 અને 4માં અભ્યાસ કરશો.

### 1.2.1 સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા (Combination Reaction)



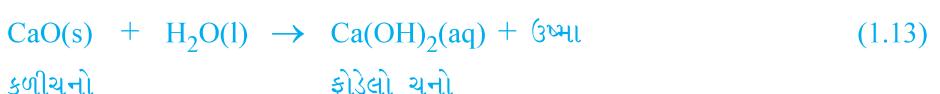
આકૃતિ 1.3

કેલ્લિયમ ઓક્સાઇડની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી ફોડેલા ચૂના (Slacked lime) નિર્માણ

### પ્રવૃત્તિ 1.4

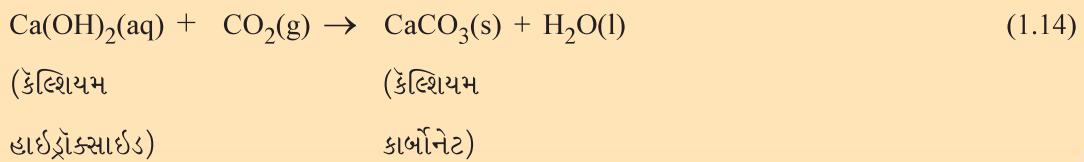
- બીકરમાં કેલ્લિયમ ઓક્સાઇડ અથવા કળીચૂનાનો થોડો જથ્થો લો.
- તેમાં ધીરે-ધીરે પાણી ઉમેરો.
- આકૃતિ 1.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બીકરને સર્શી કરો.
- શું તમે તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર અનુભવો છો ?

કેલ્લિયમ ઓક્સાઇડ ખૂબ જ જોશથી (Vigorously) પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી ફોડેલો ચૂનો (કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઇડ) બનાવે છે અને પુજળ પ્રમાણમાં ઉભા ઉત્પન્ન કરે છે.



આ પ્રક્રિયામાં કેલ્લિયમ ઓક્સાઇડ અને પાણી સંયોજાઈને એક જ નીપજ કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઇડ 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 ફોટેલા ચૂનાના ગ્રાવણનો ઉપયોગ દીવાલોને ધોળવા માટે થાય છે. કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ હવામાંના કાર્બન ડાયોક્સાઈડ સાથે ધીમી પ્રક્રિયા દ્વારા દીવાલો પર કેલ્લિયમ કાર્બોનેટનું પાતળું સ્તર બનાવે છે. દીવાલ ધોળ્યા બાદ બે-ત્રાણ દિવસ પછી કેલ્લિયમ કાર્બોનેટનું નિર્માણ થાય છે, જેથી દીવાલો પર ચમક આવી જાય છે. અહીં નોંધવા જેવી રસપ્રદ (interesting) વાત એ છે કે, આરસપહાણનું રાસાયણિક સૂત્ર પણ  $\text{CaCO}_3$  છે.



આલો, આપણે સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાંક વધુ ઉદાહરણોની ચર્ચા કરીએ.

(i) કોલસાનું સળગવું



(ii)  $\text{H}_2(\text{g})$  અને  $\text{O}_2(\text{g})$ માંથી પાણીનું નિર્માણ



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 ઉખા ઉત્પન્ન થઈ છે તે પ્રક્રિયા મિશ્રણને ગરમ કરે છે. એવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં નીપજોના નિર્માણની સાથે ઉખા મુક્ત થાય છે, તેને ઉખાક્ષેપક (Exothermic) રાસાયણિક પ્રક્રિયા કહે છે.

ઉખાક્ષેપક પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો –

(i) કુદરતી વાયુનું સળગવું (દહન)



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

આપણે સૌ જાણીએ છીએ કે જીવવા માટે આપણાને 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 કાર્બોન્ડિત પદાર્થો હોય છે. આ કાર્બોન્ડિત પદાર્થોનું વિભાજન થઈ ગલુકોઝ બને છે. આ ગલુકોઝ આપણા શરીરના કોષોમાં રહેલા ઓક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ઊર્જા પૂરી પડે છે. આ પ્રક્રિયાનું વિશિષ્ટ નામ શ્વસન છે, જેનો અભ્યાસ તમે પ્રકરણ 6માં કરશો.



(ગલુકોઝ)

(iii) વનસ્પતિજ દ્વયનું વિઘટન થઈ ખાતર બનવું, પણ ઉખાક્ષેપક પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે.

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

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો

## 1.2.2 विघटन प्रक्रिया (Decomposition Reaction)



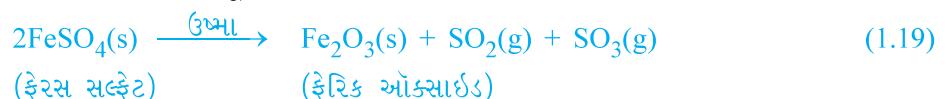
### प्रवृत्ति 1.5

- एक शुष्क उत्कलन नणी (Boiling Tube)मां आशरे 2 g फेरस सल्फेट लो.
- फेरस सल्फेटना स्फिटिकनो रंग नोंधो.
- आकृति 1.4मां दर्शाव्या प्रमाणे उत्कलन नणीने बर्नर अथवा स्पिरिट लैम्पनी ज्योत पर गरम करो.
- गरम कर्या बाढ़ फेरस सल्फेटना स्फिटिकना रंगानु अवलोकन करो.

### आकृति 1.4

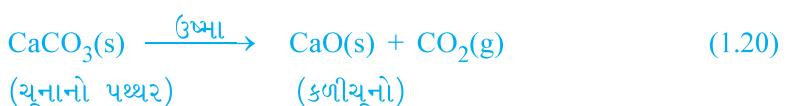
फेरस सल्फेटना स्फिटिक  
धरावती उत्कलन नणीने  
गरम करवानी अने तेनी  
वास सूंघवानी साची रीत

शुं तमे नोंध्यु के फेरस सल्फेटना स्फिटिकनो लीलो रंग बदलायो छे ? सल्फरना भजवाथी उद्भवती लाक्षणिक वास पढा तमे सूंघी शको छो.



आ प्रक्रियामां तमे जोई शको छो के एक ज प्रक्रियक तूटीने वधु सरण नीपजो आपे छे. आ प्रक्रिया विघटन प्रक्रिया छे. फेरस सल्फेट ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )ना स्फिटिकने गरम करतां तेमांथी पाणी दूर थाय छे अने स्फिटिकनो रंग बदलाय छे. उपरांत ते फेरिक ऑक्साईड ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), सल्फर डायोक्साईड ( $\text{SO}_2$ ) अने सल्फर ट्रायोक्साईड ( $\text{SO}_3$ )मां विघटित थाय छे. फेरिक ऑक्साईड धन छे, ज्यारे  $\text{SO}_2$  अने  $\text{SO}_3$  वायुओ छे.

केलियम कार्बोनेटनुं उभा आपवाथी केलियम ऑक्साईड अने कार्बन डायोक्साईडमां थतुं विघटन विविध उद्योगमां उपयोगमां लेवामां आवती एक अगत्यनी विघटन-प्रक्रिया छे. केलियम ऑक्साईडने चूनो अथवा कणीचूनो कडे छे. तेना अनेक उपयोगो छे, ते पैकीनो एक सिमेन्टनी बनावटमां थाय छे. उभानी भद्रथी करवामां आवती विघटन-प्रक्रियाने उभीय विघटन कहे छे.



### आकृति 1.5

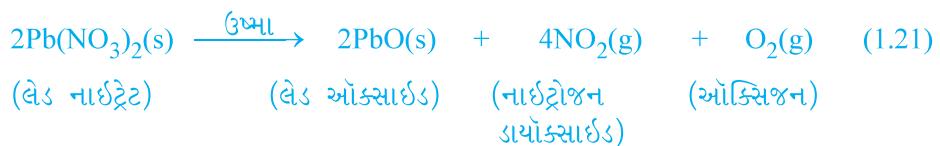
लेड नाईट्रोजने गरम करवुं तेमજ नाईट्रोजन  
डायोक्साईडनुं उत्पन्न थवुं

उभीय विघटननुं अन्य उदाहरण प्रवृत्ति 1.6मां आपेल छे.

### प्रवृत्ति 1.6

- उत्कलन नणीमां आशरे 2 g लेड नाईट्रोजन पाउडर लो.
- आकृति 1.5मां दर्शाव्या प्रमाणे उत्कलन नणीने होडर वडे पकडीने ज्योत उपर गरम करो.
- तमे शुं अवलोकन करो छो ? जो कोई परिवर्तन देखाय तो तेने नोंधी लो.

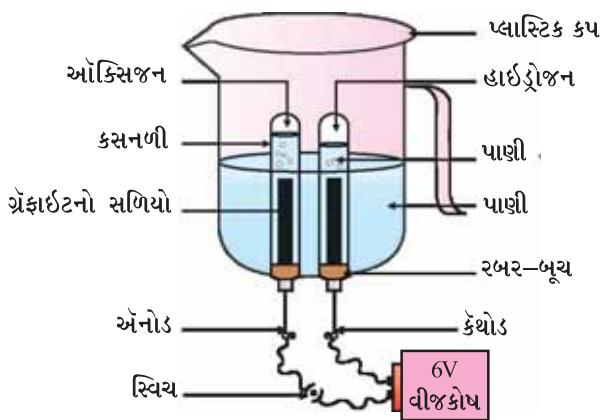
तमने कथ्याई रंगनो धुमाडे उत्पन्न थतो देखाशे. आ धुमाडे नाईट्रोजन डायोक्साईड ( $\text{NO}_2$ )नो छे. आ प्रक्रिया नीये प्रमाणे थाय छे -



चालो, 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 (બેટરી) સાથે જોડો.
- વિદ્યુતધ્રુવો પાણીમાં દૂબે તે રીતે કપમાં પાણી ભરી દો. પાણીમાં મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડના થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- પાણીથી ભરેલી બે કસનળીઓ લો અને તેને કાર્બનના બે વિદ્યુતધ્રુવો પર ઊંઘી ગોઠવો.
- વિદ્યુતપ્રવાહ ચાલુ કરી સમગ્ર ઉપકરણને થોડી વાર માટે ખેલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય રાખી મૂકો.
- તમને બંને વિદ્યુતધ્રુવો પર પરપોટા ઉદ્ભબતા 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 સણગતી મીણબતી લાવી વાયુઓની પરખ કરો.  
**ચેતવણી :** આ સોપાન શિક્ષક દ્વારા સાવધાનીપૂર્વક થવું જોઈએ.
- દરેક ડિસ્સામાં શું થાય છે ?
- પ્રત્યેક કસનળીમાં કયો વાયુ હાજર છે ?



આકૃતિ 1.6  
પાણીનું વિદ્યુતવિભાજન

### પ્રવૃત્તિ 1.8

- એક ચાઈના ડિશમાં 2 ટુ સિલ્વર કલોરાઈડ લો.
- તેનો રંગ કેવો છે ?
- થોડી વાર માટે ચાઈના ડિશને સૂર્યના પ્રકાશમાં મૂકો (આકૃતિ 1.7).
- થોડા સમય પછી સિલ્વર કલોરાઈડના રંગનું અવલોકન કરો.

તમે જોશો કે સૂર્યપ્રકાશમાં સફેદ સિલ્વર કલોરાઈડનું રૂપાંતર રાખોડી રંગના પદાર્થમાં થાય છે. પ્રકાશને કારણે સિલ્વર કલોરાઈડનું વિઘટન સિલ્વર અને કલોરિનમાં થવાને કારણે આમ બને છે.



આકૃતિ 1.7  
સૂર્યના પ્રકાશમાં સિલ્વર કલોરાઈડ ભૂરા રંગમાં રૂપાંતરિત થઈને સિલ્વર ધાતુ બને છે

સિલ્વર બ્રોમાઈડ પણ આ જ પ્રકારે વર્તે છે.



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

આપણે જોયેલું છે કે વિઘટન-પ્રક્રિયાઓમાં પ્રક્રિયકોને તોહવા માટે ઉખા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે ઉર્જા જરૂરી છે. જે પ્રક્રિયાઓમાં ઉખા શોષાતી હોય તેવી પ્રક્રિયાઓને ઉખાશોષક પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

### નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરો

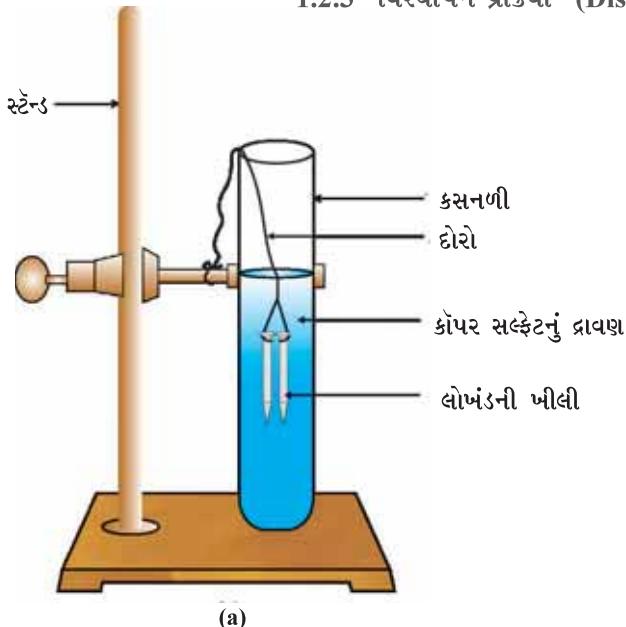
એક કસનળીમાં આશરે 2 g બેરિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ લો. તેમાં 1 g એમોનિયમ કલોરાઈડ ઉમેરીને તેને કાચના સળિયા વડે મિશ્ર કરો. તમારી હૃથેળીને કસનળીના તળિયાના સંપર્કમાં લાવો. તમે શું અનુભવો છો ? શું તે ઉખાશોષક પ્રક્રિયા છે કે ઉખાશોષક પ્રક્રિયા છે ?

### પ્રશ્નો

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



### 1.2.3 વિસ્થાપન-પ્રક્રિયા (Displacement Reaction)

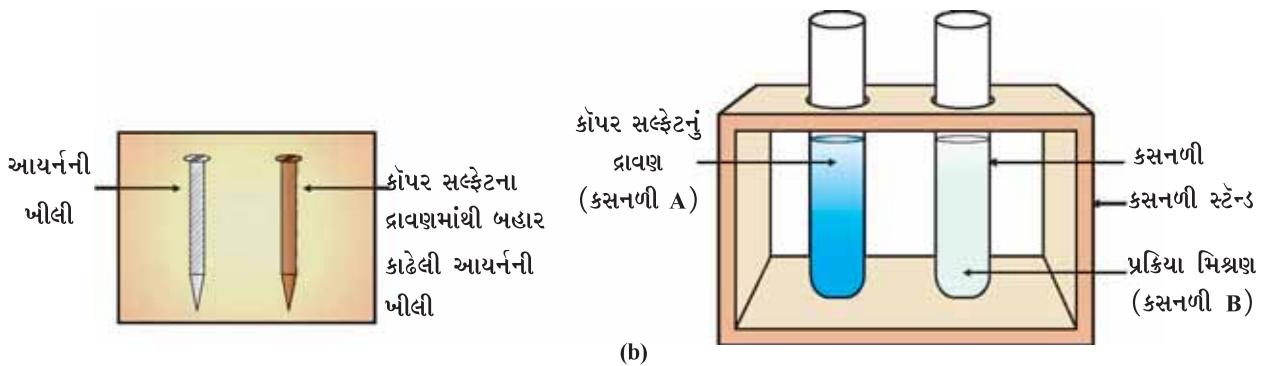


આકૃતિ 1.8

(a) કોપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં દુબાડેલી આયર્ન (લોંડની) ખીલીઓ

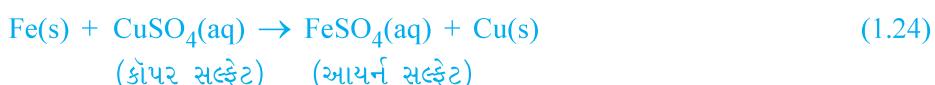
### પ્રવૃત્તિ 1.9

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



આકૃતિ 1.8 (b) પ્રયોગ પહેલાં તેમજ પ્રયોગ બાદ આયર્ની ભીલીઓ અને કોપર સલ્ફેટના દ્રાવણાની સરખામણી થાય છે ?

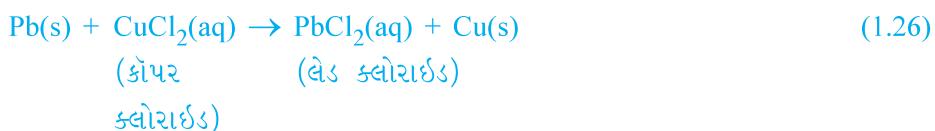
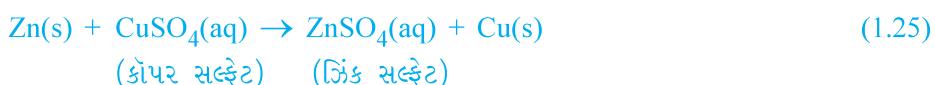
આ પ્રવૃત્તિમાં નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયા થાય છે :



આ પ્રક્રિયામાં આયર્ન કોપર સલ્ફેટના દ્રાવણાંથી કોપરને વિસ્થાપિત અથવા દૂર કરે છે.

આ પ્રક્રિયાને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે.

વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો આ પ્રમાણે છે :



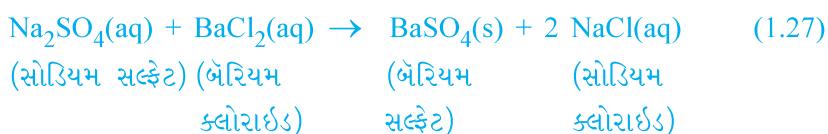
ઝિંક અને લેડ, કોપર કરતાં વધુ સક્રિય તત્ત્વો છે. તે કોપરનાં સંયોજનોમાંથી કોપરને વિસ્થાપિત કરે છે.

#### 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 બોરિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ લો.
- બંને દ્રાવણોને મિશ્ર કરો (આકૃતિ 1.9).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

તમે જોશો 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.



રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો



આકૃતિ 1.9

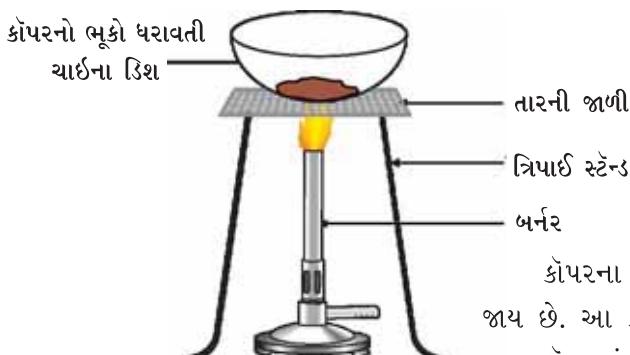
બોરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

આમ થવાનું કારણ શું ?  $\text{Ba}^{2+}$  અને  $\text{SO}_4^{2-}$  આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયાના કારણો  $\text{BaSO}_4$  ના સહેદ અવક્ષેપ મળે છે. મળતી બીજી નીપજ સોલિડ ક્લોરાઇડ છે કે જે દ્રાવણમાં જ દ્રાવ્ય રહે છે. આવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં પ્રક્રિયકો વચ્ચે આયનોની આપ-દે થતી હોય તેને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

**પ્રવૃત્તિ 1.2** યાદ કરો, કે જેમાં તમે લેડ(II) નાઈટ્રેટ અને પોટોશિયમ આયોડાઇડના દ્રાવણને મિશ્ર કરેલાં છે.

- ઉત્પન્ન થયેલા અવક્ષેપનો રંગ કયો હતો ? શું તમે અવક્ષેપિત થયેલા સંયોજનનું નામ આપી શકશો ?
- આ પ્રક્રિયા માટેનું સમતોલિત રસાયણિક સમીકરણ લખો.
- શું આ પણ દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા છે ?

### 1.2.5 ઓક્સિડેશન અને રિડક્શન (Oxidation and Reduction)



#### પ્રવૃત્તિ 1.11

- આશરે 1 g કોપરનો ભૂકો (પાઉડર) ધરાવતી ચાઈના ડિશને ગરમ કરો (આદૃતી 1.10).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

#### આદૃતી 1.10

કોપરનું કોપર ઓક્સાઈડમાં થતું ઓક્સિડેશન

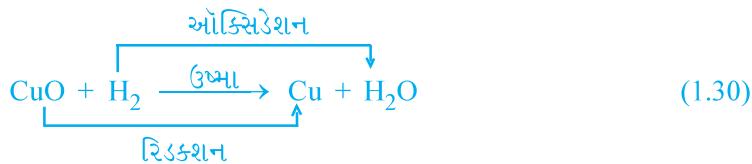


જો આ ગરમ કરેલા પદાર્થ ( $\text{CuO}$ ) પરથી હાઈડ્રોજન વાયુ પસાર કરવામાં આવે તો પ્રતિગામી (ઉધી) પ્રક્રિયા થવાના કારણે સપાટી પરનું કાળા રંગનું આવરણ કથાઈ રંગમાં ફેરવાય છે અને કોપર મળે છે.



જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઓક્સિડન મેળવે તો તેનું ઓક્સિડેશન થયું તેમ કહેવાય. જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઓક્સિડન ગુમાવે તો તેનું રિડક્શન થયું તેમ કહેવાય.

પ્રક્રિયા (1.29) દરમિયાન કોપર(II) ઓક્સાઈડ ઓક્સિજન ગુમાવી રહ્યો છે અને તેનું રિડક્શન થયું છે. હાઈડ્રોજન ઓક્સિજન મેળવી રહ્યો છે અને તેનું ઓક્સિડેશન થયું છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પ્રક્રિયા દરમિયાન એક પ્રક્રિયક ઓક્સિડેશન પામે છે, જ્યારે બીજો પ્રક્રિયક રિડક્શન પામે છે. આવી પ્રક્રિયાઓને ઓક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અથવા રેટોક્ષ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.



રેટોક્ષ પ્રક્રિયાનાં કેટલાંક અન્ય ઉદાહરણો :



પ્રક્રિયા (1.31)માં કાર્બનનું કાર્બન મોનોક્સાઈડમાં (CO) ઓક્સિઝેશન થયું છે અને જિંક ઓક્સાઈડ (ZnO)નું જિંક (Zn)માં રિડક્શન થયું છે, પ્રક્રિયા (1.32)માં HClનું Cl<sub>2</sub>માં ઓક્સિઝેશન થયું છે, જ્યારે MnO<sub>2</sub> નું MnCl<sub>2</sub>માં રિડક્શન થયું છે.

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

**પ્રવૃત્તિ 1.1 યાદ કરો,** કે જેમાં મેળેશિયમની પર્ષી હવામાં (ઓક્સિજન) પ્રજીવલિત જ્યોતથી સળગે છે અને સહેદ રંગના પદાર્થ મેળેશિયમ ઓક્સાઈડમાં ફેરવાય છે. આ પ્રક્રિયામાં મેળેશિયમનું ઓક્સિઝેશન થયું છે કે રિડક્શન ?

### 1.3 શું તમે રોજિંદા જીવનમાં ઓક્સિઝેશન પ્રક્રિયાઓની અસરો જોઈ છે ? (Have you observed the effects of Oxidation Reactions in Everyday Life ?)

#### 1.3.1 ક્ષારણ (Corrosion)

તમે ચોક્કસ જોયું હશે કે લોખંડની નવી વસ્તુઓ ચળકાટવાળી હોય છે, પરંતુ કેટલાક સમય બાદ તેની પર લાલાશપડતા કથાઈ રંગના પાઉડરનું આવરણ જામી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે લોખંડનું કટાવું તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. કેટલીક અન્ય ધાતુઓ આ જ પદ્ધતિથી જાંખી પડે છે. શું તમે ક્યારેય તાંબા અને ચાંદીની સપાટી પરના સ્તરનો રંગ નોંધો છે ? જ્યારે ધાતુ પર તેની આસપાસના પદાર્થો જેવાં કે ભેજ, એસિડ વગેરેનો હુમલો થાય (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), જધાજ તેમજ એવી તમામ વસ્તુઓ કે જે ધાતુની ખાસ કરીને લોખંડની બનેલી હોય તેને નુકસાન થાય છે. લોખંડનું ક્ષારણ એક ગંભીર સમસ્યા છે. દર વર્ષ 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 ઓક્સિઝેશન થાય ત્યારે તે ખોરું થઈ જાય છે અને તેની વાસ તથા સ્વાદ બદલાઈ જાય છે. સામાન્ય રીતે ચરબીયુક્ત તેમજ તૈલી ખોરાકમાં ઓક્સિઝેશનનો પ્રતિકાર કરે તેવા પદાર્થો (એન્ટીઓક્સિડન્ટ) ઉમેરવામાં આવે છે. હવાચુસ્ત બંધ પાત્રમાં ખોરાક રાખવાથી તેનું ઓક્સિઝેશન ધીમું થાય છે. શું તમે જાણો છો કે ચિંસ (કાતરી) બનાવવાવાળા ચિંસનું ઓક્સિઝેશન થતું અટકાવવા માટે બેંગમાં નાઈટ્રોજન જેવા નિષ્ઠિય વાયુ ભરે છે ?

#### પ્રશ્નો

- જ્યારે કોપર સલ્ફિટના દ્રાવકામાં આયરની ખીલી તુલાડવામાં આવે ત્યારે કોપર સલ્ફિટના દ્રાવકાનો રંગ શા માટે બદલાય છે ?
- પ્રવૃત્તિ 1.10માં દર્શાવ્યા સિવાયની ક્રોઈ એક દ્વિવિશ્વાપન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ આપો.
- નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓમાં ઓક્સિઝેશન પામતા અને રિડક્શન પામતા પદાર્થોને ઓળખો.
  - $4\text{Na(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O(s)}$
  - $\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$



## તમે શીખ્યાં કે

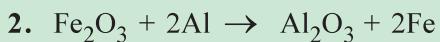
- સંપૂર્ણ રાસાયણિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો, નીપજો અને તેઓની બૌતિક-અવસ્થાઓને પ્રતિકાત્મક રીતે રજૂ કરે છે.
- રાસાયણિક સમીકરણ સમતોલિત હોય છે, જેથી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભાગ લેતાં દરેક પ્રકારના પરમાણુઓની સંખ્યા સમીકરણની પ્રક્રિયક તેમજ નીપજ તરફ સમાન હોય છે. સમીકરણો હંમેશાં સમતોલિત હોવા જ જોઈએ.
- સંયોગીકરણ પ્રક્રિયામાં 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 ઉખા ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઉખાક્ષેપક (Exothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં ઉખા શોષાય છે તેને ઉખાશોષક (Endothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જ્યારે સંયોજનમાંના એક તત્ત્વનું વિસ્થાપન બીજા તત્ત્વ દ્વારા થાય ત્યારે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થાય છે.
- દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓમાં બે લિન્ન પરમાણુઓ અથવા પરમાણુઓના સમૂહો (આયનો)નો વિનિમય થાય છે.
- અવક્ષેપન પ્રક્રિયાઓ (Precipitation Reactions) દ્વારા અન્દાય કારો બને છે.
- પ્રક્રિયાઓમાં પદાર્થો દ્વારા ઓક્સિજન અથવા હાઇડ્રોજન ઉમેરાતા અથવા દૂર થતા હોય છે. ઓક્સિડેશન એટલે ઓક્સિજનનું ઉમેરાતું અથવા હાઇડ્રોજનનું દૂર થવું. રિડક્શન એટલે ઓક્સિજન ગુમાવવો અથવા હાઇડ્રોજન મેળવવો.

## સ્વાધ્યાય

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



- લેડ રિડક્શન પામે છે.
- કાર્બન ડાયોક્સાઈડ ઓક્સિડેશન પામે છે.
- કાર્બન ઓક્સિડેશન પામે છે.
- લેડ ઓક્સાઈડ રિડક્શન પામે છે.
  - (a) અને (b)
  - (ii) (a) અને (c)
  - (iii) (a), (b) અને (c)
  - (iv) આપેલ તમામ



ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયા શેનું ઉદાહરણ છે ?

- સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા
- દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા

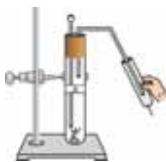
- (c) વિઘટન પ્રક્રિયા  
(d) વિસ્થાપન પ્રક્રિયા
- 3.** આર્થરના ભૂકામાં મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડ ઉમેરતાં શું થાય છે ? સાચા જવાબ પર નિશાન કરો.  
(a) હાઈડ્રોજન વાયુ અને આર્થર ક્લોરાઇડ બને છે.  
(b) ક્લોરિન વાયુ અને આર્થર હાઈડ્રોક્લોરાઇડ બને છે.  
(c) કોઈ પ્રક્રિયા થતી નથી.  
(d) આર્થર ક્ષાર અને પાણી બને છે.
- 4.** સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ શું છે ? રાસાયણિક સમીકરણોને શા માટે સમતોલિત કરવા જોઈએ ?
- 5.** નીચેનાં વિધાનોને રાસાયણિક સમીકરણોમાં રૂપાંતરિત કરો અને ત્યાર બાદ તેઓને સમતોલિત કરો :  
(a) હાઈડ્રોજન વાયુ નાઈટ્રોજન સાથે સંયોજાઈ અંમોનિયા બનાવે છે.  
(b) હાઈડ્રોજન સલ્ફાઇડ વાયુ હવામાં બળીને (દહ્ન પામીને) પાણી અને સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ આપે છે.  
(c) બોરિયમ ક્લોરાઇડ ઓફ્ટ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ સાથે સંયોજાઈને ઓફ્ટ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ આપે છે તેમજ બોરિયમ સલ્ફેટના અવક્ષેપ આપે છે.  
(d) પોટોશિયમ ધાતુ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી પોટોશિયમ હાઈડ્રોક્લોરાઇડ અને હાઈડ્રોજન વાયુ આપે છે.
- 6.** નીચેનાં રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરો :  
(a)  $\text{HNO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$   
(b)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
(c)  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$   
(d)  $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HCl}$
- 7.** નીચે આપેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણો લખો :  
(a) કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્લોરાઇડ + કાર્ਬન ડાયોક્સાઇડ  $\rightarrow$  કેલ્લિયમ કાર્બનિટ + પાણી  
(b) જિંક + સિલ્વર નાઈટ્રોજન  $\rightarrow$  જિંક નાઈટ્રોજન + સિલ્વર  
(c) ઓફ્ટ્યુમિનિયમ + કોપર ક્લોરાઇડ  $\rightarrow$  ઓફ્ટ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ + કોપર  
(d) બોરિયમ ક્લોરાઇડ + પોટોશિયમ સલ્ફેટ  $\rightarrow$  બોરિયમ સલ્ફેટ + પોટોશિયમ ક્લોરાઇડ
- 8.** નીચેના માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો અને તે દરેક કિસ્સામાં પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો :  
(a) પોટોશિયમ બ્રોમાઇડ(aq) + બોરિયમ આયોડાઇડ(aq)  $\rightarrow$  પોટોશિયમ આયોડાઇડ(aq) + બોરિયમ બ્રોમાઇડ(aq)  
(b) જિંક કાર્બનિટ(s)  $\rightarrow$  જિંક ઓક્સાઇડ(s) + કાર્બન ડાયોક્સાઇડ(g)  
(c) હાઈડ્રોજન(g) + ક્લોરિન(g)  $\rightarrow$  હાઈડ્રોજન ક્લોરાઇડ(g)  
(d) મોનેશિયમ(s) + હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડ(aq)  $\rightarrow$  મોનેશિયમ ક્લોરાઇડ(aq) + હાઈડ્રોજન(g)
- 9.** ઉભાક્ષેપક અને ઉભાશોષક પ્રક્રિયાઓ એટલે શું ? ઉદાહરણો આપો.  
**10.** શ્વસનને ઉભાક્ષેપક પ્રક્રિયા શાથી ગાંધાવામાં આવે છે ? સમજવો.  
**11.** વિઘટન પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓની વિરુદ્ધ પ્રક્રિયા શા માટે કહેવાય છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

12. એવી વિઘટન પ્રક્રિયાઓના એક-એક સમીકરણ દર્શાવો કે જેમાં ઊર્જા-ઉભા, 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 કોપર ધાતુ દ્વારા સિલ્વર નાઈટ્રોટના દ્રાવણમાંથી સિલ્વરની પ્રાપ્તિ વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મારફતે થાય છે. તેમાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રિયા લખો.
15. તમે અવક્ષેપન પ્રક્રિયાનો શું અર્થ કરો છો ? ઉદાહરણો આપી સમજાવો.
16. ઓક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા દૂર થવું તેના આધારે નીચેનાં પદોને દરેકનાં બે ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.
- ઓક્સિડેશન
  - રિડક્શન
17. એક ચલકતા 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 નાઈટ્રોજન વાયુને ભરવામાં આવે છે ? શા માટે ?
20. નીચેનાં પદોને તે દરેકના એક ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :
- ક્ષારણ
  - 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 કોપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ ભરો.
  - ઉપરના દરેક બીકરમાં રહેલા પ્રવાહીનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.
  - બીકર A, B, C અને Dમાં અનુક્રમે પોટોશિયમ સલ્ફેટ, એમોનિયમ નાઈટ્રેટ, નિર્જળ કોપર સલ્ફેટ તેમજ લોખંડનો ભૂકો, બે સ્પેચ્યુલાનાં માપ જેટલા ઉમેરો અને હલાવો.
  - અંતમાં ઉપર્યુક્ત દરેક મિશ્રણનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.
- કઈ પ્રક્રિયાઓ સ્વભાવમાં ઉભાક્ષેપક છે તેમજ કઈ ઉભાશોષક છે, તે શોધી કાઢો.



## પ્રકરણ 2

### ઓસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર (Acids, Bases and Salts)

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

જો ધરમાં કોઈ સભ્ય વધુ ખાવાને કારણે ઓસિડિટીની સમસ્યાથી પીડાય છે, તો તમે તેને નીચેના પૈકી કયો ઈલાજ સૂચવશો - લીબુનો રસ, વિનેગર (સરકો) કે બેંકિંગ સોડાનું દ્રાવણ ?

- ઉપયાર પસંદ કરતી વખતે તમે ક્યા ગુણધર્મ વિશે વિચાર્યું ? તમે ચોક્કસપણે ઓસિડ અને બેઇઝની એકબીજાની અસરને નાખૂં કરવાની ક્ષમતા વિશેના તમારા શાનનો ઉપયોગ કર્યો હશે.
- યાદ કરો કે આપણો કેવી રીતે ખાટો અને તૂરા પદાર્થોનો સ્વાદ ચાખ્યા વગર તેમની ચકાસણી કરી હતી ?

તમે પહેલેથી જ જાણો છો કે ઓસિડ સ્વાદે ખાટો હોય છે અને ભૂરા લિટમસ પેપરને 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 છો કે સફેદ કપડા પરના કઢી (curry)ના ડાઘા પર સાબુ જે સ્વભાવમાં બેઝિક છે તેને ઘસવાથી (રગડવાથી) ડાઘો લાલાશપડતા કથાઈ રંગનો બને છે ? જ્યારે કપડાને વધુપડતા પાણીથી ધોવામાં આવે ત્યારે તે ફરીથી પીળા રંગમાં ફેરવાઈ જાય છે. તમે ઓસિડ અને બેઇઝની કસોટી માટે કુન્તિમ સૂચકો જેવાં કે મિથાઈલ ઓરેન્જ અને ફિનોલિથેલીનનો પણ ઉપયોગ કરી શકો છો.

આ પ્રકરણમાં આપણે ઓસિડ અને બેઇઝની પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરીશું કે, કેવી રીતે ઓસિડ અને બેઇઝ એકબીજાની અસરને નાખૂં કરે છે. તેમજ ઘણી વધુ રસપ્રદ વસ્તુઓ કે જેનો આપણા દૈનિક જીવનમાં આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ અને જોઈએ છીએ.

શું તમે જાણો છો?

લિટમસ દ્રાવણ જાંબુદિયો રંગક છે કે જેને લાઈકેન (Lichen) કે જે થેલોફાયટા (Thallophyta) વર્ગ સાથે સંબંધ ધરાવતા છોડમાંથી નિર્ખર્ષિત (extracted) કરવામાં આવે છે અને સામાન્ય રીતે સૂચક તરીકે ઉપયોગી છે. જ્યારે લિટમસ દ્રાવણ ઓસિડિક કે બેઝિક ન હોય ત્યારે તેનો રંગ જાંબુદિયો હોય છે. ઘણા અન્ય કુદરતી પદાર્થો જેવા કે લાલ કોબીજનાં પાન, હળદર, અમુક ફૂલો જેવાં કે હાઈડ્રાન્જ્યા (Hydrangea), પેટૂનિયા (Petunia) અને જેરાનિયમ (Geranium)ની રંગીન પાંખડીઓ દ્રાવણમાં ઓસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવે છે. તેમને ઓસિડ-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 ઓસિડિક અને બેજિક દ્રાવણ ધરાવે છે. જો તમને માત્ર લાલ લિટમસ પેપર આપેલ હોય, તો તમે દરેક કસનળીમાં રહેલાં ઘટકોની ઓળખ કેવી રીતે કરશો ?



## 2.1 ઓસિડ અને બેઈજના રાસાયણિક ગુણધર્મોની સમજ

### (Understanding the Chemical Properties of Acids and Bases)

#### 2.1.1 પ્રયોગશાળામાં ઓસિડ અને બેઈજ (Acids and Bases in the Laboratory)

##### પ્રવૃત્તિ 2.1

- વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંથી નીચે દર્શાવેલ નમૂના એકઠા કરો. હાઇડ્રોક્લોરિક ઓસિડ (HCl), સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ ( $H_2SO_4$ ), નાઈટ્રિક ઓસિડ ( $HNO_3$ ), ઓસિટિક ઓસિડ ( $CH_3COOH$ ), સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ ( $NaOH$ ), કેલ્ચિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ [ $Ca(OH)_2$ ], પોટોશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ (KOH), મેનેશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ [ $Mg(OH)_2$ ] અને એમોનિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ ( $NH_4OH$ )
- ઉપર્યુક્ત દ્રાવણો પૈકી દરેકનું એક ટીપું વોચગલાસ પર મૂકો અને કોષ્ટક 2.1માં દર્શાવેલા સૂચકોની મદદથી તેની કસોટી કરો.
- લીધેલા દરેક દ્રાવણના રંગમાં લાલ લિટમસ, ભૂરું લિટમસ, ફિનોલ્ફ્થેલીન અને મિથાઈલ ઓરેન્જના દ્રાવણ સાથે શો ફેરફાર થયો ?
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.1 માં નોંધો.

##### કોષ્ટક 2.1

નમૂનાનું દ્રાવણ	લાલ લિટમસ દ્રાવણ	ભૂરું લિટમસ દ્રાવણ	ફિનોલ્ફ્થેલીન દ્રાવણ	મિથાઈલ ઓરેન્જ દ્રાવણ

આ સૂચકો રંગમાં થતા ફેરફાર દ્વારા આપણાને દર્શાવે છે કે પદાર્થ ઓસિડિક છે કે બેજિક. કેટલાક પદાર્થોની વાસ (Odour) ઓસિડિક માધ્યમમાં અને બેજિક માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. તમને ગ્રાઝોન્દ્રિય (Olfactory) સૂચકો કહે છે. ચાલો, આપણો આમાનાં કેટલાંક સૂચકોને ચકાસીએ.

##### પ્રવૃત્તિ 2.2

- સારી રીતે સમારેલી કેટલીક કુંગળીને પ્લાસ્ટિકની થેલીમાં સ્વચ્છ કાપડની કેટલીક પણીઓ સાથે લો. થેલીને ચુસ્ત રીતે બાંધી દો અને આખી રાત માટે તેને ફિઝમાં રહેવા દો. હવે, કાપડની પણીઓ ઓસિડ અને બેઈજની કસોટી કરવા માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાશો.
- તેમાંથી કાપડની બે પણીઓ બે ટુકડા લઈ તેમની વાસ તપાસો.
- તેમને સ્વચ્છ સપાટી પર રાખો અને એક પણી પર મંદ HCl દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં મૂકો અને બીજી પણી પર મંદ NaOH દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં મૂકો.

- કાપડની બંને પણીઓને ચોખા પાણીથી ધોઈને ફરીથી તેમની વાસ તપાસો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- હવે થોડો મંદ વેનિલા અર્ક અને લવિંગનું તેલ લો તથા તેમની વાસ તપાસો.
- હવે એક કસનળીમાં થોડું મંદ HCl દ્રાવણ અને બીજી કસનળીમાં થોડું મંદ NaOH દ્રાવણ લો. બંને કસનળીમાં મંદ વેનિલા અર્ક (Vanilla essence)નાં 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 તેલ (Clove Oil)ની વાસમાં થતો ફેરફાર તપાસો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

તમારાં અવલોકનોને આધારે વેનિલા, કુંગળી અને લવિંગ પૈકી ક્યો ગ્રાઝેન્દ્રિય સૂચક તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકાય ?

ચાલો, આપણે ઓસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણ્ઠાર્મો સમજવા માટે કેટલીક વધુ પ્રવૃત્તિઓ કરીએ.

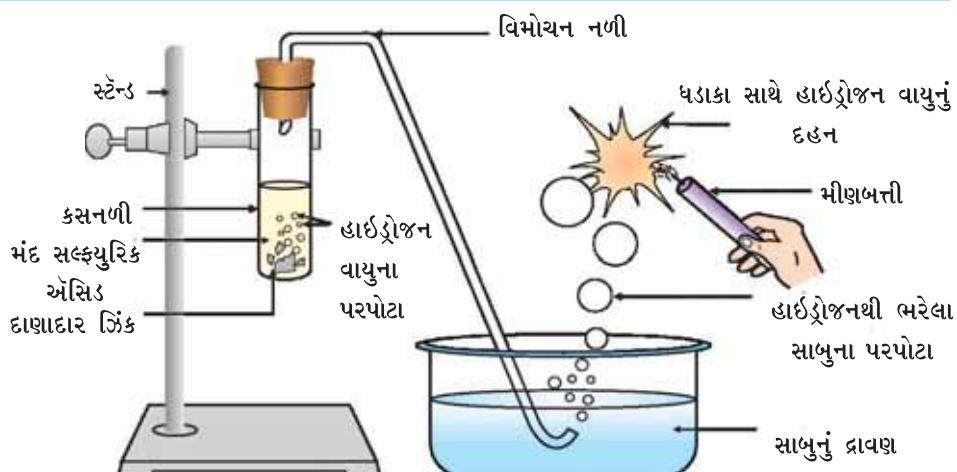
### 2.1.2 ઓસિડ અને બેઇઝ ધાતુઓ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

(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 ઓસિડ લો અને તેમાં દાણાદાર જિંકના થોડા દાણા ઉમેરો.
- તમે દાણાદાર જિંકની સપાટી પર શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉત્પન્ન થતા વાયુને સાબુના દ્રાવણમાંથી પસાર કરો.
- સાબુના દ્રાવણમાં પરપોટા શા માટે ઉદ્ભબે છે ?
- વાયુથી ભરેલા પરપોટા નજીક સળગતી મીણબત્તી લઈ જાઓ.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- કેટલાંક વધુ ઓસિડ જેવાં કે HCl, HNO<sub>3</sub> અને CH<sub>3</sub>COOH સાથે આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો.
- શું તમામ કિસ્સામાં અવલોકનો એકસમાન છે કે જુદાં—જુદાં ?



**આકૃતિ 2.1 દાણાદાર જિંકની મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ સાથેની પ્રક્રિયા અને દહન હારા હાઈડ્રોજન વાયુની ચકાસણી ઓસિડ, બેઇઝ અને શાર**

નોંધો કે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાઓમાં ધાતુ ઑસિડમાંથી હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન હાઈડ્રોજન વાયુસ્વરૂપે કરે છે. ધાતુ ઑસિડ સાથે જોડાઈને સંયોજન બનાવે છે જેને ક્ષાર કહે છે. આમ, ધાતુની ઑસિડ સાથેની પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રકારે હોઈ શકે છે :

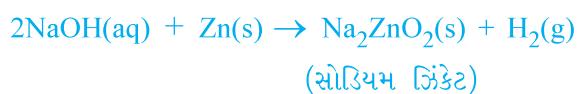


તમે જે પ્રક્રિયાઓનું અવલોકન કર્યું છો, તેના સમીકરણ તમે લખી શકશો ?

### પ્રવૃત્તિ 2.4

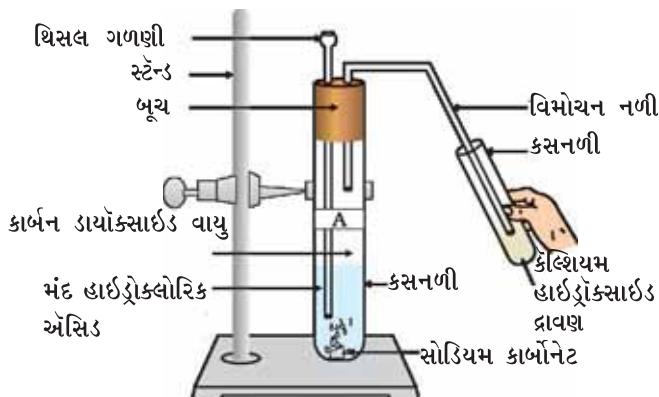
- એક કસનળીમાં દાઢાદાર ટિંક ધાતુના થોડા ટુકડા લો.
- તેમાં 2 mL સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ દ્રાવકા ઉમેરીને કસનળીની સામગ્રીને થોડી ગરમ કરો.
- બાકીના સોપાનોનું પ્રવૃત્તિ 2.3 પ્રમાણે પુનરાવર્તન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :



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

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



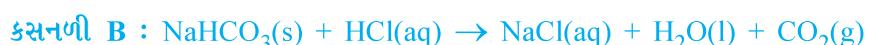
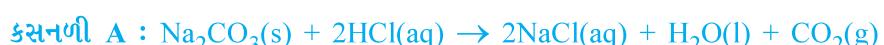
### આકૃતિ 2.2

કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડના દ્રાવકામાંથી કાર્બન ડાયોક્સાઈડ વાયુનું પસાર થવું

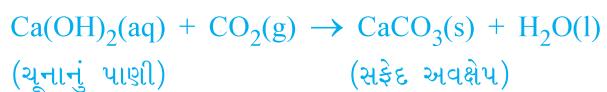
### પ્રવૃત્તિ 2.5

- બે કસનળી લો. તેમને A અને B નામ આપો.
- કસનળી Aમાં 0.5 g સોડિયમ કાર્બોનેટ ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) અને કસનળીમાં Bમાં 0.5 g સોડિયમ હાઈડ્રોજન કાર્બોનેટ ( $\text{NaHCO}_3$ ) 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 (કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ દ્રાવકા)માંથી પસાર કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

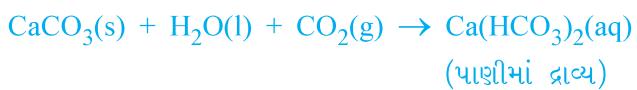
ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં થતી પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે લખી શકાય :



ઉદ્ભવતા કાર્બન ડાયોક્સાઈડ વાયુને ચૂનાના પાણીમાંથી પસાર કરતાં,



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



ચૂનાનો પથ્થર, ચાક અને આરસપહાણ (marble) કેલ્લિયમ કાર્బોનેટનાં વિવિધ રૂપો છે. તમામ ધાતુ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ઓસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને તેમને અનુરૂપ ક્ષાર, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પાણી આપે છે.

આમ, પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રમાણે હોઈ શકે -



**2.1.4 ઓસિડ 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 ફિનોફ્લેલીન 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 ઓસિડ ઉમેરવાથી ફિનોફ્લેલીનનો રંગ બદલાય છે ?
- હવે ઉપર્યુક્ત મિશ્રણમાં NaOHનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- શું ફિનોફ્લેલીનનો ગુલાબી રંગ ફરીથી દેખાય છે ?
- તમે વિચારો આવું શા માટે થાય છે ?

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં આપણે અવલોકન કર્યું છે કે ઓસિડ દ્વારા બેઇઝની અસર તેમજ બેઇઝ દ્વારા ઓસિડની અસર નાભૂદ થાય છે. આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :



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



**2.1.5 ધાત્વીય ઓક્સાઈડની ઓસિડ સાથેની પ્રક્રિયા**

(Reaction of Metallic Oxides with Acids)

### પ્રવૃત્તિ 2.7

- એક બીકરમાં થોડા પ્રમાણમાં કોપર ઓક્સાઈડ લો. તેમજ તેને હલાવતા રહી ધીરે-ધીરે મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઓસિડ ઉમેરો.
- દ્રાવણનો રંગ નોંધો. કોપર ઓક્સાઈડનું શું થાય છે ?

તમને ઘ્યાલ આવશે કે દ્રાવણનો રંગ વાદળી-લીલો બને છે અને કોપર ઓક્સાઈડ ઓગળી જાય છે. પ્રક્રિયામાં કોપર (II) કલોરાઈડના બનવાના કારણે દ્રાવણનો રંગ વાદળી-લીલો બને છે. ધાતુ ઓક્સાઈડ અને ઓસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા આ પ્રમાણે લખી શકાય –



ઓસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર

હવે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયા માટેનું સમીકરણ લખો અને સમતોલિત કરો. બેઇજની ઓસિડ સાથેની પ્રક્રિયાની માફક ધાત્વીય ઓક્સાઈડ ઓસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી આપે છે, તેથી ધાત્વીય ઓક્સાઈડને બેઝિક ઓક્સાઈડ કહે છે.

### 2.1.6 અધાત્વીય ઓક્સાઈડની બેઇજ સાથેની પ્રક્રિયા

(Reaction of a Non-Metallic Oxide with Base)

તમે પ્રવૃત્તિ 2.5માં કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ (ચૂનાનું પાણી) વચ્ચેની પ્રક્રિયા નિષ્ઠાળી કેલ્લિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ કે જે બેઇજ છે, તે કાર્બન ડાયોક્સાઈડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રક્રિયા બેઇજ અને ઓસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયાને સમાન છે, તેથી આપણો એ તારણ કાઢી શકીએ કે અધાત્વીય ઓક્સાઈડ સ્વભાવે ઓસિડિક છે.

## પ્રશ્નો

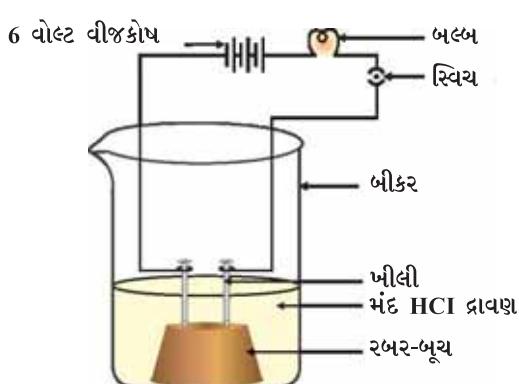
- શા માટે દર્છી અને ખાટા પદાર્થોને પિતળ તેમજ તાંબાનાં વાસણોમાં ન રાખવા જોઈએ ?
- સામાન્ય રીતે ધાતુની ઓસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી કયો વાયુ મુક્ત થાય છે ? ઉદાહરણ દ્વારા સમજાવો. આ વાયુની હાજરીની કસોટી તમે કેવી રીતે કરશો ?
- ધાતુનું એક સંયોજન A મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ઉભરા (effervescence) ઉત્પન્ન કરે છે. ઉત્પન્ન થતો વાયુ સળગતી મીણબતીને ઓલવી નાખે છે. જો ઉત્પન્ન થતાં સંયોજનો પૈકી એક કેલ્લિયમ ક્લોરાઈડ હોય તો પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.



## 2.2 તમામ ઓસિડ અને બેઇજમાં શું સમાનતા છે ?

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

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



### આકૃતિ 2.3

ઓસિડનું પાણીમાં દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરે છે

### પ્રવૃત્તિ 2.8

- ગ્લુકોઝ, આલ્કોહોલ, હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડ, સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ વગેરેના દ્રાવણ લો.
- બૂધ્ય પર બે ખીલી લગાવો અને બૂધ્યને 100 mLના બીકરમાં મૂકો.
- આકૃતિ 2.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, ખીલીઓને બલ્બ અને સ્વિચ મારફત 6 વોલ્ટના વીજકોપના બે છેડા સાથે જોડો.
- હવે બીકરમાં થોડો મંદ HCl ઉમેરો અને વીજપ્રવાહ પસાર કરો.
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ 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, એસિડના ડિસ્સામાં બલ્બ પ્રકાશિત થશે. પરંતુ તમે અવલોકન કરશો કે જલુકોઝ અને આલીહોળનાં દ્રાવણો વિદ્યુતનું વહન કરતા નથી. બલ્બનું પ્રકાશિત થવું સૂચવે છે કે દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. એસિડિક દ્રાવણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું વહન આયનો દ્વારા થાય છે.

એસિડમાં ધનાયન તરીકે  $H^+$  અને ઋણાયન જેવા કે  $HCl$  માં  $Cl^-$ ,  $HNO_3$  માં  $NO_3^-$ ,  $H_2SO_4$  માં  $SO_4^{2-}$ ,  $CH_3COOH$  માં  $CH_3COO^-$  તરીકે હોય છે. વળી એસિડમાં હાજર ધનાયન  $H^+$  છે, જે સૂચવે છે કે એસિડ તેનાં દ્રાવણોમાં  $H^+(aq)$  ઉત્પન્ન કરે છે જે તેમના એસિડિક ગુણધર્મો માટે જવાબદાર છે.

આ જ પ્રવૃત્તિને સોઓયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ, કેલ્ખિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ વગેરે જેવા આલ્કલી ઉપયોગ કરીને પુનરાવર્તિત કરો. આ પ્રવૃત્તિનાં પરિણામો પરથી તમે શું તારણ આપી શકશો ?

## 2.2.1 એસિડ અથવા બેઇઝનું પાણીના દ્રાવણમાં શું થાય છે ?

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

### પ્રવૃત્તિ 2.9

- શુષ્ક અને શુષ્ક કસનળીમાં આશરે 1 g ધન  $NaCl$  લો અને આકૃતિ 2.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણી કરો.
- કસનળીમાં થોડો સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? શું વિમોચન નળીમાંથી વાયુ બહાર નીકળી રહ્યો છે ?
- ઉદ્ભવેલા વાયુની કમશા: સૂક્ષ્મ અને ભીના ભૂરા લિટમસ પેપર વડે પરખ કરો.
- ક્યા ડિસ્સામાં લિટમસ પેપરના રંગમાં પરિવર્તન થાય છે ?
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિના આધાર પર તમે
  - (i) શુષ્ક  $HCl$  વાયુ અને (ii)  $HCl$  દ્રાવણ આ બંનેના એસિડિક સ્વભાવ વિશે શું અનુમાન કરો છો ?

શિક્ષકો માટે નોંધ : જો વાતાવરણ ખૂબ જ બેજ્યુક્ત હોય તો, વાયુને શુષ્ક કરવા માટે તમારે કેલ્ખિયમ ક્લોરાઈડ ધરાવતી રક્ષક નળી (શુષ્ક નળી)માંથી વાયુને પસાર કરવો પડશે.

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

આ પ્રયોગ સૂચવે છે કે પાણીની હાજરીમાં  $HCl$ માં હાઈડ્રોજન આયનો ઉદ્ભવે છે. પાણીની ગેરહાજરીમાં  $HCl$ ના અણુઓમાંથી  $H^+$  આયનનું અલગીકરણ થઈ શકતું નથી.



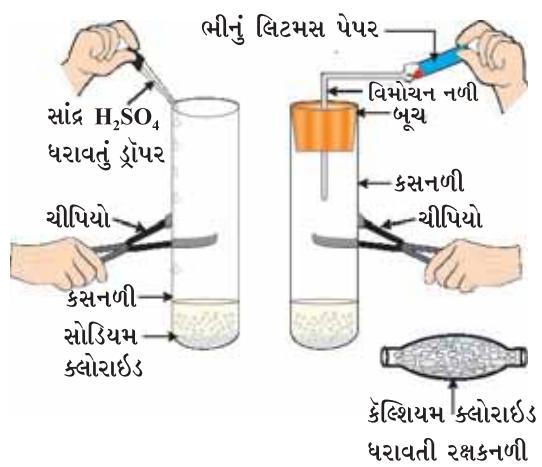
હાઈડ્રોજન આયનો સ્વતંત્ર રીતે અસ્થિત્વ ધરાવતાં નથી, પરંતુ તે પાણી સાથે સંયોજણા બાદ અસ્થિત્વ ધરાવે છે. આમ, હાઈડ્રોજન આયનોને હંમેશાં  $H^+(aq)$  અથવા હાઈડ્રોનિયમ આયન ( $H_3O^+$ ) સ્વરૂપે દર્શાવવા જોઈએ.



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



એસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર



આકૃતિ 2.4  $HCl$  વાયુની બનાવર



બેઈજ પાણીમાં હાઇડ્રોક્સાઈડ આયનો ( $\text{OH}^-$ ) ઉત્પન્ન કરે છે. બેઈજ જે પાણીમાં દ્વાય હોય છે, તેને આલ્કલી કહે છે.

## બેઈજ અંગુઠી

તમામ બેઈજ પાણીમાં દ્વાય થતા નથી. આલ્કલી એવો બેઈજ છે કે જે પાણીમાં ઓગળે છે. તે સ્પર્શ સાબુ જેવા ચીકણા, તૂરા અને ખવાઈ જાય (ક્ષારીય) તેવા હોય છે. તે નુકસાનકારક હોવાના કારણે તેમને ક્યારેય ચાખવા કે સ્પર્શ કરવા ન જોઈએ. કોષ્ટક 2.1માં કયા બેઈજ આલ્કલી છે ?

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



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



### આકૃતિ 2.5

સાંક્ર ઓસિડ અને બેઈજ ધરાવતા પાત્રો પર લગાવેલા ચેતવણીના સંકેત (ચિહ્ન)

### પ્રવૃત્તિ 2.10

- એક બીકરમાં 10 mL પાણી લો.
- તેમાં થોડાં ટીપાં સાંક્ર  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ઉમેરો અને બીકરને ધીમે-ધીમે ગોળ-ગોળ ફેરવો.
- બીકરના તળિયાને સ્પર્શ કરો.
- શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?
- શું તે ઉભાક્ષેપક કે ઉભાશોપક પ્રક્રિયા છે ?
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિનું સોટિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડની નાની ગોળીઓ (Pellets) સાથે પુનરાવર્તન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.

ઓસિડ અને બેઈજની પાણીમાં ઓગળવાની પ્રક્રિયા ઉભાક્ષેપક હોય છે. સાંક્ર નાઈટ્રિક ઓસિડ અથવા સલ્ફિયુરિક ઓસિડને પાણી સાથે મિશ્ર કરતી વખતે ખૂબ જ સાવચેતી રાખવી જોઈએ. ઓસિડને હંમેશાં પાણીમાં ખૂબ જ ધીમે-ધીમે સતત હલાવતા જઈને ઉમેરવો જોઈએ. જો સાંક્ર ઓસિડમાં પાણી ઉમેરવામાં આવે તો, ઉત્પન્ન થતી ઉભા મિશ્રણને બહાર તરફ ઉછાળી શકે છે અને દાઢી જઈ શકાય છે. અતિશય સ્થાનિક ઉભાને કારણે કાચનું પાત્ર તૂટી જઈ શકે છે. સાંક્ર સલ્ફિયુરિક ઓસિડના પાત્ર અને સોટિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડની નાની ગોળીઓની શીશી પરના ચેતવણીના સંકેત (આકૃતિ 2.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે) પર નજર કરો.

ઓસિડ અથવા બેઈજને પાણી સાથે મિશ્ર કરતાં એકમ કદ દીઠ આયનો ( $\text{H}_3\text{O}^+/\text{OH}^-$ ) ની સાંક્રતામાં ઘટાડો થાય છે. આ પ્રક્રિયાને મંદન (dilution) કહે છે અને ઓસિડ અથવા બેઈજને મંદ ઓસિડ અથવા મંદ બેઈજ કહે છે.

## પ્રશ્નો

1. શા માટે  $HCl$ ,  $HNO_3$  વગેરે જલીય દ્રાવકોમાં ઑસિડિક લક્ષણો ધરાવે છે, જ્યારે આલ્કોહોલ તેમજ ગ્લુકોઝ જેવાં સંયોજનોનાં દ્રાવકો ઑસિડિક લક્ષણો ધરાવતાં નથી ?
2. શા માટે ઓસિડનું જલીય દ્રાવક વિદ્યુતનું વહન કરે છે ?
3. શા માટે શુષ્ક  $HCl$  વાયુ શુષ્ક લિટરસપેરરનો રંગ બદલતો નથી ?
4. ઓસિડને મંદ કરતી વખતે શા માટે ઓસિડને પાણીમાં ઉમેરવાની, નહિ કે પાણીને ઓસિડમાં ઉમેરવાની ભલામણ કરવામાં આવે છે ?
5. જ્યારે ઓસિડના દ્રાવકને મંદ કરવામાં આવે ત્યારે હાઈડ્રોનિયમ આયનો ( $H_3O^+$ )ની સાંક્રતાને કેવી રીતે અસર થાય છે ?
6. જ્યારે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડના દ્રાવકોમાં વધુ પ્રમાણમાં બેઇઝ ઓગાળવામાં આવે ત્યારે હાઈડ્રોક્સાઈડ આયનો ( $OH^-$ )ની સાંક્રતાને કેવી રીતે અસર થાય છે ?



### 2.3 ઑસિડ અથવા બેઇઝ દ્રાવકો કેટલાં પ્રબળ છે ?

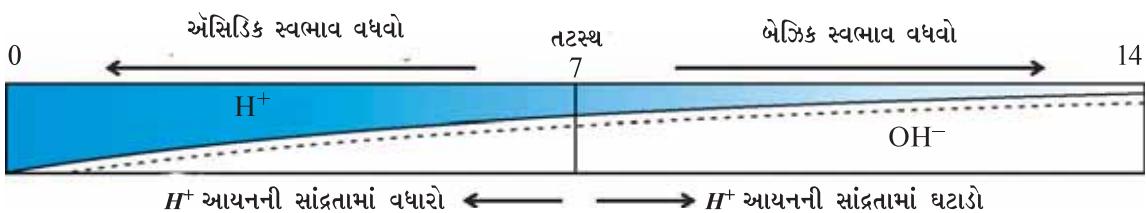
**(How strong are Acid or Base solutions ?)**

આપણે જાણીએ છીએ કે ઑસિડ-બેઇઝ સૂચકો ઑસિડ અને બેઇઝ વચ્ચે બેદ પારખવા માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે. આપણે અગાઉના વિભાગમાં મંદન અને દ્રાવકોમાં  $H^+$  અથવા  $OH^-$  આયનોની સાંક્રતામાં થતા ઘટાડા વિશે પડ્યું શીખી ગયાં છીએ. શું આપણે દ્રાવકોમાં રહેલાં આયનોની માત્રા જથ્થાત્મક રીતે જાણી શકીએ ? શું આપણે નક્કી કરી શકીએ કે ઑસિડ અથવા બેઇઝ કેટલાં પ્રબળ છે ?

આપણે સાર્વત્રિક સૂચક (Universal Indicator) કે જે કેટલાંક સૂચકનું મિશ્રાણ છે તેનો ઉપયોગ કરીને આમ કરી શકીએ છીએ. સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવકોમાંનાં હાઈડ્રોજન આયનોની જુદી-જુદી સાંક્રતાએ જુદા-જુદા રંગ દર્શાવે છે.

દ્રાવકોમાં રહેલાં હાઈડ્રોજન આયનોની સાંક્રતા માપવા માટે વિકસાવવામાં આવેલ માપકમને pH માપકમ કહે છે. pHમાં  $p$  જર્મન શબ્દ ‘પોટેન્ઝ’ (Potenz) કે જેનો અર્થ શક્તિ સૂચવે છે. pH માપકમ દ્વારા આપણે 0 (ખૂબ જ ઑસિડિક)થી 14 (ખૂબ જ આલ્કલાઈન) સુધીની pHનું માપન કરી શકીએ છીએ. pHને એક સાધારણ સંજ્ઞા તરીકે ગણવી જોઈએ કે જે દ્રાવકોનો ઑસિડિક કે બેઝિક સ્વભાવ સૂચવે છે. જેમ હાઈડ્રોનિયમ આયનની સાંક્રતા વધુ તેમ pHનું મૂલ્ય ઓછું.

તટસ્થ દ્રાવકાની pH 7 હોય છે. pH માપકમ પર 7થી ઓછાં મૂલ્યો ઑસિડિક દ્રાવકાનું સૂચન કરે છે. જેમ pH મૂલ્ય 7થી 14 સુધી વધે, તેમ તે દ્રાવકોમાં  $OH^-$  આયનની સાંક્રતામાં 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.



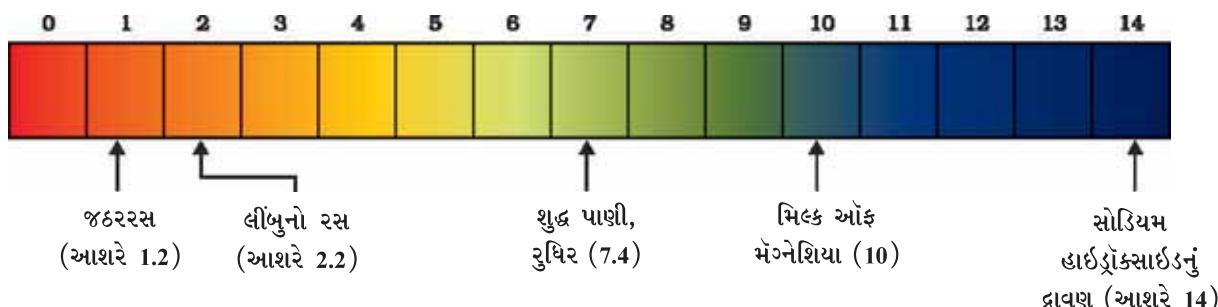
આકૃતિ 2.6  $H^+(aq)$  અને  $OH^-(aq)$  આયનોની સાંક્રતામાં થતાં ફેરફાર સાથે pHમાં ફેરફાર

## કોષ્ટક 2.2

### પ્રવૃત્તિ 2.11

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

ક્રમ	દ્રાવકણ	pH પેપરનો રંગ	આશરે pH મૂલ્ય	પદાર્થનો સ્વભાવ
1	લાળ (ભોજન પહેલાં)			
2	લાળ (ભોજન પછી)			
3	લીલુનો રસ			
4	રંગાળીન વાયુમય પીણું (સોડાવોટર)			
5	ગાજરનો રસ			
6	કોકી			
7	ટામેટાનો રસ			
8	નળનું પાણી			
9	1M NaOH			
10	1M HCl			



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

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

### 2.3.1 દૈનિક જીવનમાં pHનું મહત્વ (Importance of pH in Everyday Life)

શું વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ pH પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે ?

(Are Plants and Animals pH Sensitive ?)

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

સુધી  
શુદ્ધિ

### બીજા ગ્રહોમાં એસિડ

શુક (Venus)નું વાતાવરણ સલ્ફ્યુરિક એસિડના સફેદ અને પીળાશપડતા જડા વાદળોનું બનેલું છે.

શું તમને લાગે છે કે આ ગ્રહ પર જીવન શક્ય છે ?

તમારા બગીચાની માટીની pH શું છે ?

વનસ્પતિને તેમના તંદુરસ્ત વિકાસ માટે વિશિષ્ટ pH મર્યાદાની જરૂરિયાત હોય છે. વનસ્પતિના તંદુરસ્ત વિકાસ માટે જરૂરી pH જાણવા, તમે જુદી-જુદી જગ્યાએથી માટી એકત્ર કરી શકો છો અને નીચે પ્રવૃત્તિ 2.12માં વર્ણાવ્યા 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) હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. તે જઠરને નુકસાન પહોંચાડ્યા વગર ખોરાકનું પાચન કરવામાં મદદ કરે છે. અપચા (Indigestion) દરમિયાન જઠર ખૂબ વધુ માત્રામાં એસિડ ઉત્પન્ન કરે છે, જે દર્દ અને બળતરા (Irritation)નું કારણ બને છે. આ દર્દથી છુટકારો મેળવવા લોકો બેઇઝનો ઉપયોગ કરે છે જેને એન્ટાસિડ (Antacid) કહે છે. આ પ્રકારણની શરૂઆતમાં આવો જ એક ઉપાય તમે પણ જરૂર સૂચવ્યો હશે. આ એન્ટાસિડ વધારાના એસિડને તટસ્થ કરે છે. મેળેશિયમ હાઈડ્રોક્સાઇડ (મિલ્ક ઓફ મેળેશિયા) કે જે મંદ બેઇઝ છે, તે આ હેતુ માટે અવારનવાર ઉપયોગમાં લેવાય છે.

pHમાં ફેરફારને કારણો દાંતનું સડવું

મોઢાની pH 5.5 કરતાં ઘટી જાય ત્યારે દાંતનો સડો શરૂ થાય છે. દાંતનું ઉપરનું આવરણ (enamel) કે જે કેલ્લિયમ ફોસ્ફેટનું બનેલું 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 બેક્ટેરિયા જમ્યા પછી મોઢામાં બાકી રહી ગયેલા ખોરાકના કણો અને શર્કરા (Sugar)ના વિઘટન (Degradation) દ્વારા એસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. ખોરાક ખાદ્ય પછી દાંત સાફ કરવા તેને અટકાવવાનો ઉત્તમ માર્ગ છે. દાંત ચોખ્યા કરવા માટે વપરાતી ટૂથપેસ્ટ કે જે સામાન્ય રીતે બેઝિક હોય છે, તે વધારાના એસિડને તટસ્થ કરી શકે છે અને દાંતનો સડો અટકાવી શકે છે.

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ દ્વારા થતા રાસાયણિક યુદ્ધથી આત્મસંરક્ષણ

શું તમને ક્યારેય મધમાખી (Honey-bee)એ ઉંખ માર્યો છે ? માખીનો ઉંખ એસિડ મુક્ત કરે છે જેને કારણો દર્દ અને બળતરા ઉદ્ભબવે છે. ઉંખ મારેલા ભાગમાં હળવો બેઇઝ જેમ કે બેંકિગ સોડાનો ઉપયોગ રાહત આપે છે. ક્લૈવચ (nettle)ના પાંદળના ઉંખવાળા રોમ મિથેનોઇક એસિડ મુક્ત કરે છે. જેના કારણો દાહક દર્દ ઉદ્ભબવે છે.

એસિડ, બેઇઝ અને ક્લૈવચ

કુદરત  
નું જીવન  
નું કાણ

### કુદરત તટસ્થીકરણાના વિકલ્પો પૂરા પાડે છે

કૌવચ જંગલમાં ઊગતી એક તૃણીય વનસ્પતિ છે. જ્યારે તેનો આકસ્મિક રીતે સ્પર્શ થઈ જાય ત્યારે તેના ઉંખ મારતા રોમ ધરાવતાં પાંદાં પીડાદાયક ઉંખનું કારણ બને છે. તેમના દ્વારા મિથેનોઇક ઓસિડનો ખાવ થવાના કારણે આમ બને છે. ડોક (dock) છોડ (Dock plant (*Rumex Obtusifolius L.*.) (કુળ પોલીગોનેસી એક પ્રકારનું છોડ/કૃપ જેવી વનસ્પતિ છે.) કે જે અવારનવાર જંગલોમાં કૌવચના છોડની આસપાસ ઊગે છે, તેનાં પાંદાં ઉંખવાળા ભાગ પર ઘસવા એ તેનો પરંપરાગત ઉપયાર 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 ઘ્યાલ આવે. શું તમે આવા ઉંખ માટે અન્ય કોઈ અસરકારક પરંપરાગત ઉપયારથી વાકેફ છો ?



#### કોષ્ટક 2.3 કેટલાંક કુદરતી ઓસિડ

કુદરતી સ્વોત	ઓસિડ	કુદરતી સ્વોત	ઓસિડ
વિનેગર	ઓસિટિક ઓસિડ	ખાટું દૂધ (દહી)	લેન્ઝિટિક ઓસિડ
સંતરું	સાઈટ્રિક ઓસિડ	લીબુ	સાઈટ્રિક ઓસિડ
આંબલી	ટાર્ટિક ઓસિડ	ક્રીનો ઉંખ	મિથેનોઇક ઓસિડ
ટામેટું	ઓક્સેલિક ઓસિડ	કૌવચનો ઉંખ	મિથેનોઇક ઓસિડ

#### પ્રશ્નો

- તમારી પાસે બે દ્રાવણો A અને B છે. દ્રાવણ Aની pH 6 અને દ્રાવણ B ની pH 8 છે. ક્યા દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંક્રતા વધારે છે ? આ પૈકી કયું ઓસિડિક અને કયું બેઝિક છે ?
- $H^+(aq)$  આયનની સાંક્રતાની દ્રાવણના સ્વભાવ પર શી અસર થાય છે ?
- શું બેઝિક દ્રાવણો પણ  $H^+(aq)$  આયનો ધરાવે છે ? જો હા તો તેઓ શા માટે બેઝિક હોય છે ?
- તમારા મત મુજબ ઐંતૂત મારીની કઈ પરિસ્થિતિમાં તેના ઐતરની મારીમાં કિવક લાઈમ (કેલ્શિયમ ઓક્સાઈડ) અથવા ફોફેલો ચૂનો (કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ) અથવા ચાક (કેલ્શિયમ કાર્బોનેટ)નો ઉપયોગ કરશે ?



#### 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 : પોટોશિયમ સલ્ફેટ, સોડિયમ સલ્ફેટ, કેલ્શિયમ સલ્ફેટ, મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ, કોપર સલ્ફેટ, સોડિયમ ક્લોરાઈડ, સોડિયમ નાઈટ્રેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને એમોનિયમ કલોરાઈડ

- એવા ઓસિડ 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  $\text{NaCl}$  અને  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  એ સોડિયમ ક્ષારના પરિવારના છે. તેવી જ શીતે  $\text{NaCl}$  અને  $\text{KCl}$  એ ક્લોરાઈડ ક્ષારના 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 ક્લોરાઈડ, પોટોશિયમ નાઈટ્રેટ, એલ્યુભિનિયમ ક્લોરાઈડ, જિંક સલ્ફેટ, કોપર સલ્ફેટ, સોડિયમ એસિટેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ (કટલાક 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.
- ક્ષાર એસિડિક, બેઝિક કે તટસ્થ છે ?
- ક્ષાર બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ઓસિડ કે બેઇઝની ઓળખ કરો.
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.4માં નોંધો.

પ્રબળ ઓસિડ અને પ્રબળ બેઇઝના ક્ષાર pHનું 7 મૂલ્ય

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

#### 2.4.3 સામાન્ય ક્ષારમાંથી મળતાં રસાયણ

##### (Chemicals from Common Salt)

હવે તમે શીખી ગયાં છો કે હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડ અને સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડના દ્રાવણના સંયોગીકરણથી ઉદ્ભવતા ક્ષારને સોડિયમ ક્લોરાઈડ કહે છે. આ એ ક્ષાર છે જેનો 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 ક્લોરાઈડને અલગ કરેલ છે. વિશ્વના અનેક ભાગોમાં ધન ક્ષારનું નિશ્ચેપન (deposit) થયેલું જોવા મળે છે. આ મોટા સ્ફટિકો અશુદ્ધિઓ (Impurities)ને કારણે ઘણી વાર કથ્થાઈ રંગના હોય છે તેને ખનીજ ક્ષાર (રોક સોલ્ટ) કહે છે. ભૂતકાળમાં જ્યારે દરિયાનું પાણી સુકાઈ ગયું ત્યારે ખનીજ ક્ષારની ચાદર ઉદ્ભવી. ખનીજ ક્ષાર કોલસાની જેમ રચાયેલા છે.

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

ઓસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર

##### કોષ્ટક 2.4

ક્ષાર	pH	ઉપયોગમાં લીધેલ ઓસિડ	ઉપયોગમાં લીધેલ બેઇઝ



## સામાન્ય ક્ષાર-રસાયણો માટેની કાચી સામગ્રી

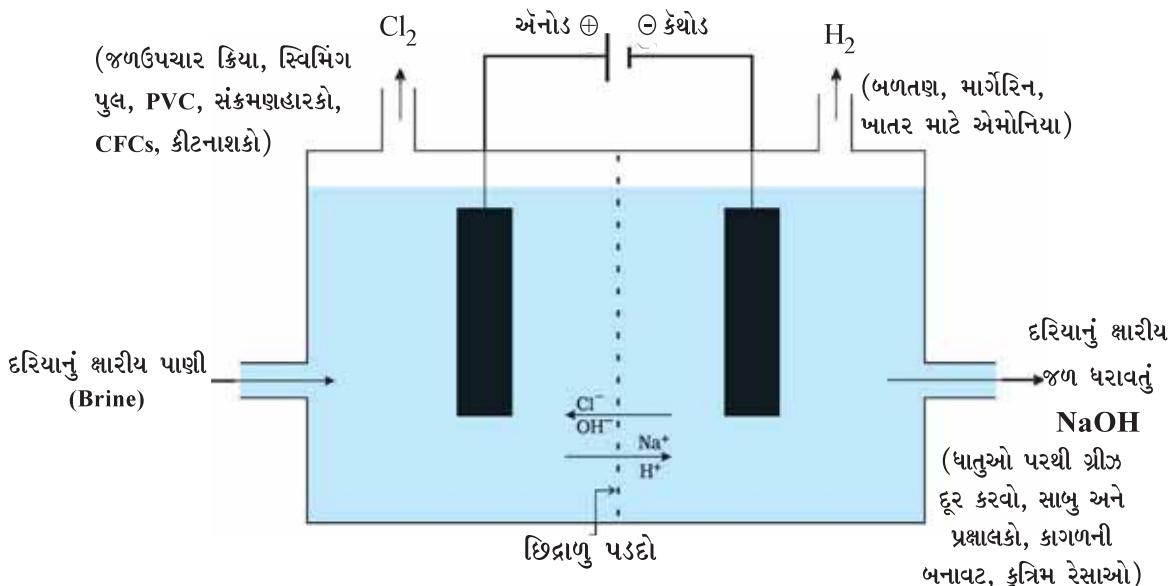
આમ, આ રીતે પ્રાપ્ત થયેલ સામાન્ય ક્ષાર દૈનિક ઉપયોગના અનેક પદાર્થો જેવાં કે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ, બેક્ઝિંગ સોડા, વોશિંગ સોડા, બ્લીચિંગ પાઉડર અને અન્ય પદાર્થો માટે મહત્વની કાચી સામગ્રી છે. ચાલો, આપણો જોઈએ કે કોઈ એક જ પદાર્થ આ જુદા-જુદા પદાર્થની બનાવટમાં કેવી રીતે ઉપયોગી છે.

### સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ

જ્યારે સોડિયમ કલોરાઈડના જલીય દ્રાવણ (ક્ષારીય જળ)માંથી વિદ્યુત પસાર કરવામાં આવે ત્યારે તે વિધાનિત થઈ સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ બનાવે છે. આ પદ્ધતિને કલોર-આલ્કલી કિયા (Chlor-alkali process) કહે છે, કારણ કે તેમાં ઉત્પન્ન થતી નીપણો કલોર એટલે કલોરિન અને આલ્કલી એટલે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ છે.



ઓનોડ પર કલોરિન વાયુ મુક્ત થાય છે અને કેથોડ પર હાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે. કેથોડ પાસે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ દ્રાવણ બને છે. આ પદ્ધતિમાં ઉદ્ભવતી ત્રણોય નીપણો ઉપયોગી છે. આકૃતિ 2.8 આ નીપણોની વિવિધ ઉપયોગિતા દર્શાવે છે.



આકૃતિ 2.8 કલોર-આલ્કલી પ્રકમમાંની અગત્યની નીપણો

### વિરંજન પાઉડર

તમે જાણો જ છો કે કલોરિન સોડિયમ કલોરાઈડના જલીય દ્રાવણના વિદ્યુત- વિભાજન દરમિયાન ઉદ્ભવે છે. આ કલોરિનવાયુ વિરંજન પાઉડર (Bleaching Powder)નાં ઉત્પાદન માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. કલોરિનની શુષ્ણ ફોટેલા ચૂના (Slaked lime)  $\text{[Ca(OH)}_2]$  સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા વિરંજન પાઉડર બને છે. વિરંજન પાઉડરને  $\text{CaOCl}_2$  દ્વારા દર્શાવાય છે. તેમ છતાં વાસ્તવિક સંઘટન ઘણું જટિલ છે.

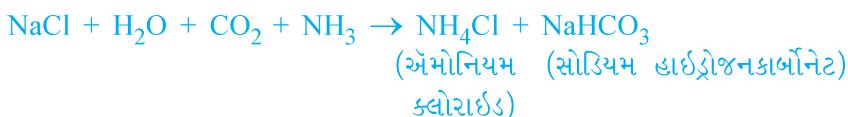


## વિરંજન પાઉડરના ઉપયોગો

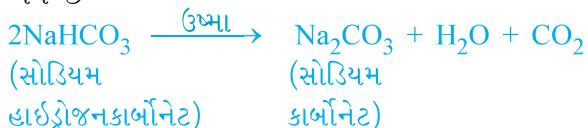
- (i) ટેક્સ્ટાઇલ ઉદ્યોગમાં સુતરાઉ તેમજ લિનનના વિરંજન માટે, કાગળઉદ્યોગમાં લાકડાંના માવાના વિરંજન માટે તેમજ લોન્ટ્રીમાં ધોયેલા કપડાના વિરંજન માટે,
- (ii) અનેક રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં ઓક્સિસેશનકર્તા તરીકે અને
- (iii) પીવાના પાણીને જંતુઓ (Germs)થી મુક્ત કરવા માટે જંતુનાશક તરીકે

### બેંકિંગ સોડા

રસોઈ-વરમાં સામાન્ય રીતે સ્વાદિષ્ટ કરકરા (કિસ્પી) પકોડા (Crispy Pakoras) બનાવવા માટે ઉપયોગી સોડા(ખાવાનો સોડા) એટલે બેંકિંગ સોડા. કેટલીક વાર ઝડપી ખોરાક રાંધવા માટે તે ઉમેરવામાં આવે છે. સંયોજનનું રાસાયણિક નામ સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ (NaHCO<sub>3</sub>) છે. તે કાચી સામગ્રીઓ પૈકીના એક સોડિયમ ક્લોરાઇડના ઉપયોગથી બને છે.



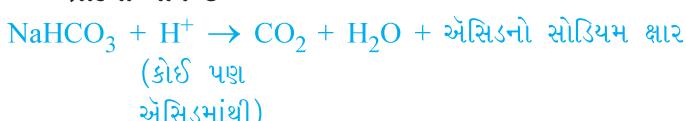
શું તમે પ્રવૃત્તિ 2.14 માં સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટની pH ચકાસી ? શું તમે સંબંધ સ્થાપિત કરી શકો છો કે શા માટે તેને ઓસિડના તટસ્થીકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે ? તે મંદ બિનક્ષારીય બેઠજ છે. ખોરાક રાંધતી વખતે તેને જ્યારે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે નીચેની પ્રક્રિયા શક્ય બને છે –



સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઘરગથ્થું ઉપયોગ ધરાવે છે.

### બેંકિંગ સોડાના ઉપયોગો

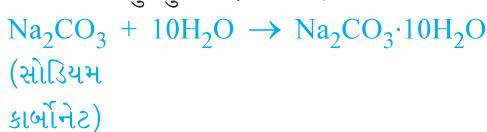
- (i) બેંકિંગ સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ) અને ટાઈરિક ઓસિડ જેવા મંદ ખાદ્ય ઓસિડનું મિશ્રણ બેંકિંગ પાઉડરની બનાવટમાં વપરાય છે. જ્યારે બેંકિંગ પાઉડરને ગરમ કરવામાં આવે અથવા પાણી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે ત્યારે નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા થાય છે –



- પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતા કાર્બન ડાયોક્સાઇડને કારણે પાઉડર (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 ઓસિડને તટસ્થ કરી રાહત આપે છે.
  - (iii) તેનો ઉપયોગ સોડા-ઓસિડ અભિનશામક (Fire-extinguishers)માં પણ કરવામાં આવે છે.

### ધોવાનો સોડા

સોડિયમ ક્લોરાઇડમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકતું અન્ય રસાયણ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O (ધોવાનો સોડા) છે. તમે ઉપર જોયું છો કે બેંકિંગ સોડાને ગરમ કરવાથી સોડિયમ કાર્બોનેટ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે, સોડિયમ કાર્બોનેટનું પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરવાથી ધોવાનો સોડા મળે છે તે પણ બેંકિંગ ક્લાર છે.



ઓસિડ, બેઠજ અને ક્લાર

$10H_2O$  શું દર્શાવે છે? શું તે  $Na_2CO_3$ ને ભેજ્યુક્ત બનાવે છે? આપણો આ પ્રશ્નનો ઉત્તર પછીના વિભાગમાં ભાડીશું.

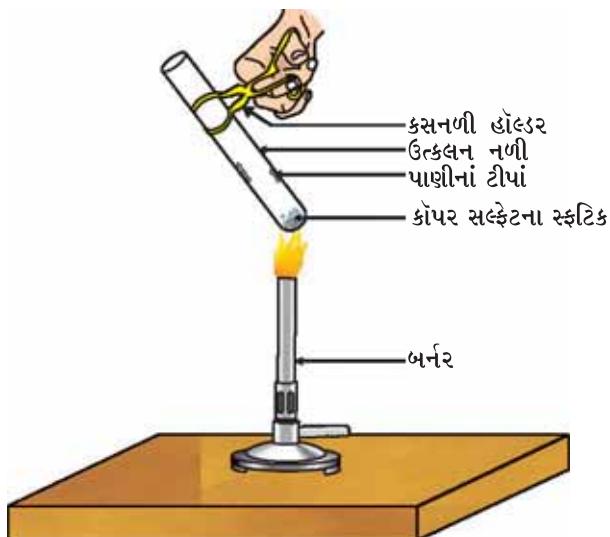
સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઔદ્યોગિક પ્રકમો માટે ઉપયોગી રસાયણો છે.

### ધોવાના સોડાના ઉપયોગો

- સોડિયમ કાર્બોનેટ (ધોવાનો સોડા)નો ઉપયોગ કાચ, સાબુ અને કાગળઉદ્યોગમાં થાય છે.
- તેનો ઉપયોગ બોરેક જેવા સોડિયમ સંયોજનોની બનાવટમાં થાય છે.
- સોડિયમ કાર્બોનેટનો ઉપયોગ ઘરોમાં સફાઈના હેતુ માટે થાય છે.
- 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 ?)



### પ્રવૃત્તિ 2.15

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

### આહૃતિ 2.9

સ્ફટિકિકરણનું પાણી (સ્ફટિક ગરમ કરીએ છીએ ત્યારે આ પાણી દૂર થાય છે અને ક્ષાર સફેદ બને છે.) દૂર કરવું

જો તમે સ્ફટિકને ફરીથી પાણી સાથે ભીના કરશો તો તમે જોશો કે સ્ફટિકનો ભૂરો રંગ પાછો દેખાય છો.

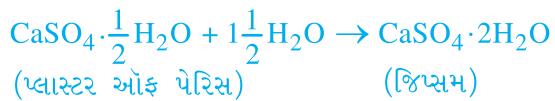
સ્ફટિક જળ ક્ષારના એક એકમ સૂત્રમાં રહેલા પાણીના અણુઓની ઓક્કસ સંખ્યા છે. કોપર સલ્ફેટના એક એકમ સૂત્રમાં પાણીના પાંચ અણુઓ હાજર હોય છે. જળયુક્ત કોપર સલ્ફેટનું રાસાયણિક સૂત્ર  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  છે. હવે તમે તે પ્રશ્નનો ઉત્તર આપી શકશો કે  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  ભીનો છે કે નહિ.

અન્ય એક સ્ફટિક જળ ધરાવતો ક્ષાર જીપ્સમ 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 ઓફ પેરિસ

જિલ્લામને 373 K તાપમાને ગરમ કરતાં તે પાણીના અણુઓ ગુમાવે છે અને કેલ્લિયમ સલ્ફેટ હેમિ હાઇડ્રેટ ( $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ ) બને છે. તેને પ્લાસ્ટર ઓફ પેરિસ કહે છે.

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



પાણીનો માત્ર અડધો આણુ સ્ફટિક જળ સ્વરૂપે જોડાયેલો દર્શાવેલ છે તેની નોંધ કરો. તમે પાણીનો અડધો આણુ કેવી રીતે મેળવશો? તેને આ સ્વરૂપમાં લખાય છે કારણ કે  $\text{CaSO}_4$ નાં બે એકમસૂત્રો પાણીના એક આણુ સાથે જોડાય છે. ખાસ્ટર ઓફ પેરિસ રમકડાં, સજાવટની સામગ્રી અને સપાટીને લીસી બનાવવા માટે ઉપયોગી છે. કેલિશયમ સલેટ હેમી હાઈડ્રોને ‘ખાસ્ટર ઓફ પેરિસ’ શા માટે કહે છે? તે શોધો.

### પ્રશ્નો

1.  $\text{CaOCl}_2$  સંયોજનનું સામાન્ય નામ શું છે?
2. એવા પદાર્થનું નામ આપો કે જેની કલોરિન સાથેની પ્રક્રિયાથી વિરંજન પાઉડર મળે છે.
3. સખત પાણીને નરમ બનાવવા માટે ઉપયોગી સોડિયમ સંયોજનનું નામ આપો.
4. સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટના દ્રાવણને ગરમ કરતાં શું થશે? તેમાં થતી પ્રક્રિયા માટે સમીકરણ દર્શાવો.
5. ખાસ્ટર ઓફ પેરિસ અને પાણી વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા દર્શાવતું સમીકરણ લખો.



### તમે શીખ્યાં કે

- ઑસિડ-બેઇઝ સૂચકો રંગકો અથવા રંગકોનું મિશ્રણ છે, જે ઑસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવવા માટે વપરાય છે.
- પદાર્થનો ઑસિડિક સ્વભાવ દ્રાવણમાં ઉત્પન્ન થતા  $\text{H}^+(\text{aq})$  આયનોને કારણે હોય છે.  $\text{OH}^-(\text{aq})$  આયનોનું ઉત્પન્ન થવું પદાર્થના બેઝિક સ્વભાવ માટે જવાબદાર છે.
- જ્યારે ઑસિડ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે હાઈડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે અને અનુરૂપ ક્ષાર ઉદ્ભવે છે.
- જ્યારે બેઇઝ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે હાઈડ્રોજન વાયુ ઉદ્ભવે છે તેની સાથે ઉદ્ભવતા ક્ષારનો ઋણ આયન ધાતુ અને ઓક્સિજન સાથે જોડાય છે.
- જ્યારે ઑસિડ ધાતુ કાર્બોનેટ અથવા ધાતુ હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, ત્યારે તેને અનુરૂપ ક્ષાર, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુ અને પાણી આપે છે.
- પાણીમાં બનાવેલાં ઑસિડિક અને બેઝિક દ્રાવણો વિદ્યુતનું વહન કરે છે, કારણ કે તેઓ અનુક્રમે હાઈડ્રોજન અને હાઈડ્રોક્સાઇડ આયનો ઉત્પન્ન કરે છે.

- ઓસિડ કે બેઇઝની પ્રબળતા એક માપકમ દ્વારા ચકાય છે, જેને pH માપકમ (0-14) કહે છે, જે દ્રાવણમાંના હાઈડ્રોજન આયનની સાંક્રતા માપી આપે છે.
- તટસ્થ દ્રાવણની pH બરાબર 7 હોય છે, જ્યારે ઓસિડિક દ્રાવણની pH 7થી ઓછી અને બેજિક દ્રાવણની pH 7થી વધુ હોય છે.
- સંજીવોમાં ચયાપચયની પ્રક્રિયાઓ (ચયાપચયિક પ્રવૃત્તિઓ - Metabolic Activities) મહત્તમ pH સરે થાય છે.
- સાંક્રતા ઓસિડ અથવા બેઇઝનું પાણી સાથેનું ભિશ્રાણ અત્યંત ઉભાક્ષેપક પ્રક્રિયા છે.
- ઓસિડ અને બેઇઝ એકબીજાને તટસ્થ કરીને અનુવર્તી ક્ષાર અને પાણી બનાવે છે.
- સ્ફટિકજણ ક્ષારના સ્ફટિકમય સ્વરૂપમાં પ્રત્યેક એકમસૂત્ર દીઠ રાસાયણિક રીતે જોડાયેલા પાણીના અણુઓની નિશ્ચિત સંખ્યા છે.
- દૈનિક જીવનમાં તેમજ ઉદ્યોગોમાં ક્ષાર વિવિધ ઉપયોગિતા ધરાવે છે.

## સ્વાધ્યાય

1. એક દ્રાવણ લાલ લિટમસને ભૂરું બનાવે છે તેની pH લગભગ ..... હશે.
  - (a) 1
  - (b) 4
  - (c) 5
  - (d) 10
2. એક દ્રાવણ ઠૂંડાના પીસેલા કવચ (કોષો) 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 ઉપયાર માટે નીચેના પૈકી ક્યા પ્રકારની દવાઓનો ઉપયોગ થાય છે ?
  - (a) એન્ટિબાયોટિક (પ્રતિજીવી)
  - (b) એનાલ્જેસિક (વેદનાહર)
  - (c) એન્ટાસિડ (પ્રતિઓસિડ)
  - (d) એન્ટિસેપ્ટિક (જવાણુનાશી)
5. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે પહેલા શર્જ સમીકરણો અને ત્યાર બાદ સમતોલિત સમીકરણો લખો -
  - (a) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડની દાણાદાર જિંક સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.
  - (b) મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડની મેનેશિયમની પદ્ધી સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.
  - (c) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડની એલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.
  - (d) મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક ઓસિડની લોખંડના વહેર સાથે પ્રક્રિયા કરતાં.
6. આલ્કોહોલ અને ગલુકોજ જેવા સંયોજનો હાઈડ્રોજન ધરાવે છે, પરંતુ તેઓ ઓસિડની માફક વળ્ણીત થતા નથી તે સાબિત કરવા માટે એક પ્રવૃત્તિ વર્ણવો.
7. શા માટે નિયંત્રિત પાણી વિદ્યુતનું વહન ન કરે જ્યારે વરસાદી પાણી વિદ્યુતનું વહન કરે ?

8. શા માટે એસિડ પાણીની ગેરહાજરીમાં એસિડિક વર્તણૂક દર્શાવતા નથી ?
  9. પાંચ દ્રાવણો A, B, C, D અને E ને સાર્વત્રિક સૂચક દ્વારા તપાસતાં અનુક્રમે 4, 1, 11, 7 અને 9 pH દર્શાવે છે તો ક્યું દ્રાવણ .....?
    - (a) તટસ્થ હશે ?
    - (b) પ્રબળ બેઝિક હશે ?
    - (c) પ્રબળ એસિડિક હશે ?
    - (d) નિર્બળ એસિડિક હશે ?
    - (e) નિર્બળ બેઝિક હશે ?
- pH નાં મૂલ્યોને હાઈડ્રોજન આયનની સાંક્રતાના ચર્ચા કમમાં દર્શાવો.
10. કસનળી A અને Bમાં સમાન લંબાઈની મેળનેશિયમની પણીઓ લીધેલી છે. કસનળી Aમાં હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ (HCl) ઉમેરવામાં આવે છે અને કસનળી Bમાં એસિટિક એસિડ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ઉમેરવામાં આવે છે. કઈ કસનળીમાં અતિ તીવ્ર ઉલ્ફા ભણે છે ? અને શા માટે ?
  11. તાજા દૂધની pH 6 છે. જો તેનું દહીમાં રૂપાંતર થાય તો તેની pHના ફેરફાર વિશે તમે શું વિચારો છો ? તમારો ઉત્તર સમજાવો.
  12. એક દૂધવાળો તાજા દૂધમાં ખૂબ જ અલ્યમાત્રામાં બેંકિગ સોડા ઉમેરે છે.
    - (a) તે તાજા દૂધની pH ને 6થી થોડા બેઝિક તરફ શા માટે ફેરવે છે ?
    - (b) શા માટે આવું દૂધ દહી બનવા માટે વધુ સમય લે છે ?
  13. પ્લાસ્ટર ઓફ પેરિસને બેજમુક્ત પાત્રમાં સંગૃહીત કરવું જોઈએ. સમજાવો શા માટે ?
  14. તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા શું છે ? બે ઉદાહરણ આપો.
  15. ધોવાનો સોડા અને બેંકિગ સોડાના બે મહત્વના ઉપયોગો આપો.

## જૂથ-પ્રવૃત્તિ

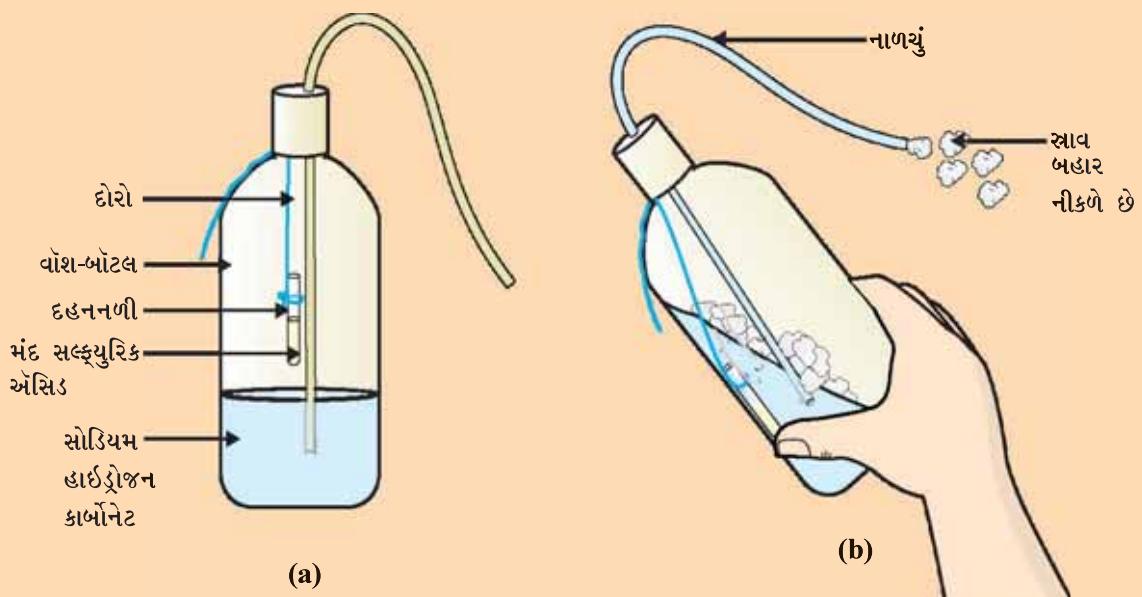
### (I) તમારો પોતાનો સૂચક તૈયાર કરો :

- એક ખલ (mortar)માં કંદમૂળ (beet root)ને લસોટો.
- એક મેળવવા માટે પૂર્તી માત્રામાં પાણી ઉમેરો.
- તમે અગાઉનાં ધોરણોમાં શીખી ગયાં તે પદ્ધતિ મુજબ અર્કને ગાળી લો.
- આગણના વર્ગોમાં તમે શીખી ગયાં તે પદ્ધતિ મુજબ અર્કને ગાળીને એકત્ર કરો.
- કસનળી સ્ટેન્ડમાં ચાર કસનળી ગોઠવો અને તેમને A, B, C, D નામ આપો. તેમાં અનુક્રમે લીલુના રસનું દ્રાવણ, સોડાવોટર, વિનેગર અને બેંકિગ 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 પાંદડાનો અર્ક, પેટુનિયા (Petunia) જેવા ફૂલોના રંગીન પાંદડાં, હાઇડ્રોન્જ્યા (Hydrangea) અને જેરાનિયમ (Geranium)નો ઉપયોગ કરીને સૂચકો તૈયાર કરી શકો છો.

## (II) સોડા ઓસિડ અભિનશામક બનાવવું :

ઓસિડની ધાતુ હાઈડ્રોજનકાર્బનેટ સાથેની પ્રક્રિયા અભિનશામકોમાં વપરાય છે, જે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે.

- વોશ-બોટલ (wash-bottle)માં 20 mL સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્బનેટ ( $\text{NaHCO}_3$ )નું દ્રાવણ લો.
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ ધરાવતી દહનનળી (Ignition tube)ને વોશ-બોટલમાં લટકાવો (આકૃતિ 2.10).
- વોશ-બોટલનું મુખ બંધ કરો.
- વોશ-બોટલને એક તરફ નમાવો કે જેથી દહનનળીમાંનો ઓસિડ નીચે સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્బનેટ દ્રાવણ સાથે મિશ્ર થઈ જાય.
- તમે નોંધશો કે નાળચા(nozzle)માંથી ઊભરા બહાર આવી રહ્યા છે.
- બહાર આવતા ખાવને સળગતી મીણબત્તી પર આવવા દો. શું થાય છે ?



આકૃતિ 2.10 (a) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ ધરાવતી દહનનળીને સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્బનેટ ધરાવતી વોશ-બોટલમાં લટકાવવી,  
(b) જાવનું નાળચામાંથી બહાર આવવું



## પ્રકરણ ૩

### ધાતુઓ અને અધાતુઓ (Metals and Non-metals)

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)

##### 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 (આર્યન્), તાંબુ (કોપર), એલ્યુમિનિયમ, મેનેશિયમ, સોલિયમ, સીસું (લેડ), જિંક (જસ્ટ) અને એવી કોઈ પણ અન્ય ધાતુ કે જે સરળતાથી પ્રાપ્ય હોય.

##### પ્રવૃત્તિ 3.1

- લોખંડ, તાંબુ, એલ્યુમિનિયમ અને મેનેશિયમના 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, એલ્યુમિનિયમ અને મેનેશિયમના નાના ટુકડા લો. ધારદાર છરી વડે આ ધાતુઓને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો અને તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- ચીપિયા વડે સોલિયમના ટુકડાને પકડી રાખો.  
**ચેતવણી :** સોલિયમ ધાતુ સાથે હંમેશાં સાવચેતીપૂર્વક કામ કરવું. ગાળણપત્રની ગડી વચ્ચે દબાવીને તેને સૂક્પવો.
- તેને વોચ-જલાસ પર મૂકો અને છરી વડે તેને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

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

### પ્રવૃત્તિ 3.3

- લોખંડ, જિંક, 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 ટીપી શકાય તેવી ધાતુઓ છે ?

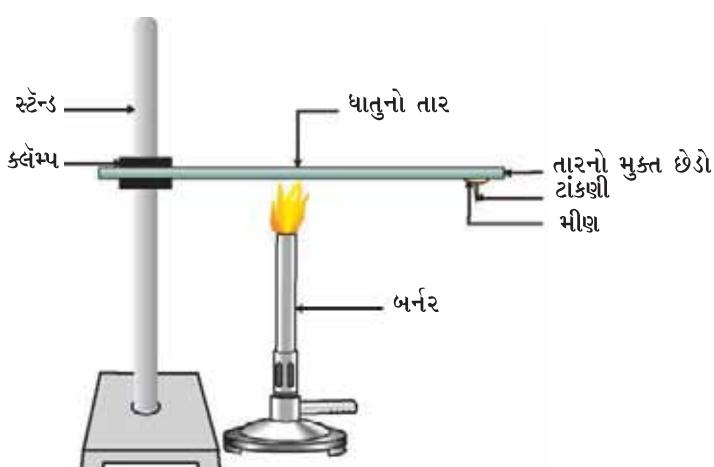
### પ્રવૃત્તિ 3.4

- 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 આશર્ય થશે કે એક ગ્રામ સોનામાંથી 2 km લંબાઈનો તાર બનાવી શકાય છે.

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

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



#### આકૃતિ 3.1

ધાતુઓ ઉભાના સારા વાહકો છે અને ઊંચા ગલનબિંદુ (Melting Points) ધરાવે છે. સિલ્વર અને કોપર ઉભાના ઉત્તમ વાહકો છે. સીસું અને પારો સરખામણીમાં ઉભાના મંદ વાહકો છે.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ દર્શાવે છે કે ધાતુઓ ઉભાના સારા વાહકો છે અને ઊંચા ગલનબિંદુ (Melting Points)

ધરાવે છે. સિલ્વર અને કોપર ઉભાના ઉત્તમ વાહકો છે. સીસું અને પારો સરખામણીમાં ઉભાના મંદ વાહકો છે.

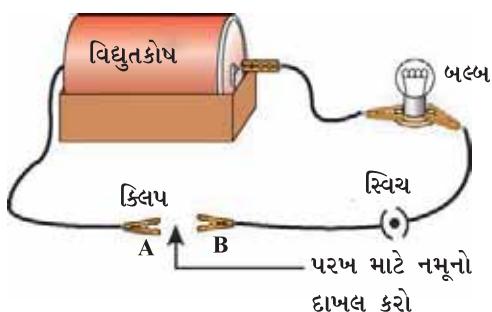
શું ધાતુઓ વિદ્યુતનું પણ વહન કરે છે ? ચાલો, આપણે જાણીએ.

### પ્રવૃત્તિ 3.5

- એલ્યુમિનિયમ અથવા તાંબાનો તાર લો. આ તારને આકૃતિ 3.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સ્ટેન્ડના કલેમ્પ પર ગોઠવો.
- મીણની મદદથી તારના મુક્ત છેડા પર ટાંકણી લગાવો.
- જ્યાં તાર લગાવ્યો છે તે કલેમ્પની નજીકના સ્થાને તેને સ્પિરિટ લોમ્પ, મીણબત્તી અથવા બર્નર વડે ગરબ કરો.
- થોડા સમય પછી તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમારાં અવલોકનો નોંધો. શું ધાતુનો તાર પીગળે છે ?

### પ્રવૃત્તિ 3.6

- આકૃતિ 3.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુત-પરિપથ (Electric Circuit)ની ગોઠવણી 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 ?



તમે ચોક્કસપણે જોયું હશે કે જે તાર તમારા ઘરે વિદ્યુત પહોંચાડે છે, તેની પર પોલિવિનાઈલ કલોરાઈડ (PVC) અથવા રબર જેવી સામગ્રીનું પડ લગાવેલું હોય છે. વિદ્યુત તારને શા માટે આ પ્રકારના પદાર્થો વડે પડ લગાવવામાં 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 ધોરણામાં તમે શીખી ગયાં કે ધાતુઓની તુલનામાં અધાતુઓ ઘણી ઓછી છે. કાર્બન, સલ્ફર, આયોડિન, ઓક્સિજન, હાઇડ્રોજન વગેરે અધાતુઓનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. અધાતુઓ ઘન અથવા વાયુઓ છે, સિવાય કે બ્રોમિન જે પ્રવાહી છે.

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

### પ્રવૃત્તિ 3.7

- કાર્બન (કોલસો અથવા ગ્રેફાઈટ), 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	સંશા	સપાટીનો પ્રકાર	સખતાઈ	ટિપાઉંપણું	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 વર્ગકરણ કરી શકીએ નહિ, કારણ કે તેમનામાં ઘણા અપવાદો છે. ઉદાહરણ તરીકે,							

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

ધાતુઓ અને અધાતુઓ

પરંતુ, ગેલિયમ અને સીજિયમ ઘણાં નીચાં ગલનબિંદુ ધરાવે છે. આ બે ધાતુઓને તમારી હથળી 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 અપરંપ (Allotrope) કહે છે. કાર્બનનું અપરંપ હીરો સૌથી સખત ફુદરતી પદાર્થ તરીકે જાડીતો છે અને તે ખૂબ જ ઊંચું ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે. કાર્બનનું અન્ય અપરંપ ગ્રેફાઈટ વિદ્યુતનો સુવાહક છે.
- (iv) આલ્કલી ધાતુઓ (લિથિયમ, સોડિયમ, પોટોશિયમ) 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 ઓક્સાઇડ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

### પ્રવૃત્તિ 3.8

- મૈનેશિયમની પછી અને થોડો સલ્ફર પાઉડર લો.
- મૈનેશિયમની પછીને સળગાવો. તેની રાખ એકત્ર કરી તેને પાણીમાં ઓગાળો.
- પરિણામી દ્રાવણને લાલ અને ભૂરા એમ બંને લિટમસ પેપર વડે તપાસો.
- મૈનેશિયમને સળગાવતા ઉદ્ભબતી નીપજ ઑસિડિક છે કે બેજિક ?
- હવે સલ્ફર પાઉડરને સળગાવો. ઉત્પન્ન ધૂમાડા (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 ઑસિડિક છે કે બેજિક ?
- શું તમે આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખી શકશો ?

મોટા ભાગની અધાતુઓ પાણીમાં ઓગળે ત્યારે ઑસિડિક ઓક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે બીજી તરફ મોટા ભાગની ધાતુઓ બેજિક ઓક્સાઇડ આપે છે. તમે હવે પછીના વિભાગમાં આ ધાતુ ઓક્સાઇડો 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 ઉખાની ઉત્તમ વાહક છે.
  - (iv) જે ઉખાની મંદવાહક છે.
2. ટિપાઉંપણું અને તણાવપણું – નો અર્થ સમજાવો.



## 3.2 ધાતુઓના રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties of Metals)

આપણે વિભાગ 3.2.1 થી 3.2.4માં ધાતુઓના રાસાયણિક ગુણધર્મો વિશે શીખીશું. નીચે દર્શાવેલી ધાતુઓના નમૂના એકત્ર કરો. ઓટ્યુમિનિયમ, કોપર, લોઝંડ, લેડ, મૈનેશિયમ, લિંક, સોડિયમ.

### 3.2.1 ધ્યાનિતી હવામાં સળગે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals are Burnt in Air ?)

તમે પ્રવૃત્તિ 3.8માં જોઈ ગયાં છો કે મેનેશિયમ હવામાં સફેદ (પ્રજવલિત) જ્યોત સાથે સળગે છે. શું તમામ ધ્યાનિતી 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 ચશમાં પહેરે તો વધુ સારું.

- ઉપર લીધેલા નમૂના પૈકી એકને ચીપિયા વડે બન્નરની જ્યોત પર સળગાવવાનો પ્રયાસ કરો. અન્ય ધ્યાનિતી નમૂના વડે તેનું પુનરાવર્તન કરો.
- જો નીપજ મળે તો તેને એકત્ર કરો.
- નીપજો તેમજ ધ્યાનિતી સપાટીને ઢંડી પાડો.
- કઈ ધ્યાનિતી આસાનીથી સળગે છે ?
- ધ્યાનિતી ત્યારે તમે જ્યોતના કયા રંગનું અવલોકન કર્યું ?
- સળગા પછી ધ્યાનિતી સપાટી ડેખાય છે ?
- ધ્યાનિતી તેમની ઔક્સિજન પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઉત્તરતા કમમાં ગોઠવો.
- શું નીપજો પાણીમાં દ્રાવ્ય છે ?

લગભગ તમામ ધ્યાનિતી ઔક્સિજન સાથે સંયોજિતને ધ્યાન ઓક્સાઈડ બનાવે છે.

ધ્યાન + ઔક્સિજન  $\rightarrow$  ધ્યાન ઓક્સાઈડ

ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે કોપરને હવામાં ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે ઔક્સિજન સાથે સંયોજિતને કાળા રંગનો કોપર(II) ઓક્સાઈડ બનાવે છે.



(કોપર) (કોપર(II) ઓક્સાઈડ)

તેવી જ રીતે ઔલ્યુમિનિયમ ઔલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ બનાવે છે.



(ઔલ્યુમિનિયમ) (ઔલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ)

પ્રકારણ 2માંથી યાદ કરો કે કોપર ઓક્સાઈડ કેવી રીતે હાઇડ્રોક્લોરિક ઔસિડ સાથે પ્રકિયા કરે છે. આપણે શીખી ગયાં કે ધ્યાન ઓક્સાઈડ સ્વભાવે બેઝિક હોય છે. પરંતુ અમુક ધ્યાન ઓક્સાઈડ જેવાં કે, ઔલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ, ડિંક ઓક્સાઈડ વગેરે, ઔસિડિક તેમજ બેઝિક એમ બંને વર્તણૂક દર્શાવે છે. એવા ધ્યાન ઓક્સાઈડ જે ઔસિડ અને બેઝિઝ એમ બંને સાથે પ્રકિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી બનાવે છે, તે ઊભયગુણી ઓક્સાઈડ તરીકે ઓળખાય છે. ઔલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ નીચે પ્રમાણે ઔસિડ અને બેઝિઝ સાથે પ્રકિયા કરે છે :



(સોડિયમ

ઔલ્યુમિનેટ)

મોટા ભાગના ધ્યાન ઓક્સાઈડ પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે, પરંતુ આમાંના કેટલાક પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ આદકલી બનાવે છે. સોડિયમ ઓક્સાઈડ અને પોટોશિયમ ઓક્સાઈડ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ નીચે મુજબ આદકલી ઉત્પન્ન કરે છે :



ધ્યાનિતી અને અધ્યાનિતી

આપણો પ્રવૃત્તિ 3.9માં જોયેલું છે કે, તમામ ધાતુઓ ઓક્સિજન સાથે સમાન દરે પ્રક્રિયા કરતી નથી. બિન્ન-બિન્ન ધાતુઓ ઓક્સિજન પ્રત્યે બિન્ન-બિન્ન પ્રતિક્રિયાત્મકતા દર્શાવે છે. પોટેશિયમ 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 આક્રિસ્ક્રિપ્ટ આગ રોકવા માટે, ડેરોસીનમાં દુબાડીને રાખવામાં આવે છે. સામાન્ય તાપમાને, ધાતુઓ જેવી કે મેનેશિયમ, એલ્યુમિનિયમ, જિંક, સીસું વગેરેની સપાટીઓ ઓક્સાઈડના પાતળા સર વડે ઢંકાઈ જાય છે. રક્ષણાત્મક ઓક્સાઈડનું સર ધાતુનું વધુ ઓક્સિડેશન થતું અટકાવે છે. લોખંડને ગરમ કરતાં તે સળગતું નથી પરંતુ લોખંડના ભૂકાને બર્નરની જ્યોતમાં નાખતાં તે તીવ્રતાથી સળગે છે. કોપર સળગતું નથી, પરંતુ ગરમ ધાતુ પર કાળા રંગનું કોપર(II) ઓક્સાઈડનું સર લાગી જાય છે. ચાંદી અને સૌનું ઊંચા તાપમાને પણ ઓક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી.

એનોડીકરણ (anodisation) એલ્યુમિનિયમના ઓક્સાઈડનું જાડું પડ બનાવવાનો પ્રક્રમ છે. એલ્યુમિનિયમ જ્યારે હવાના સંપર્કના આવે છે ત્યારે ઓક્સાઈડનું પાતળું સર તૈયાર થાય છે. એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડનું સર (Coat) તેના વધુ ઓક્સિડેશનનો પ્રતિકાર કરે છે. ઓક્સાઈડનું સર વધુ જાડું બનતા આ પ્રતિક્રિયાત્મકતામાં સુધારો થાય છે. એનોડીકરણ દરમિયાન એલ્યુમિનિયની સ્વચ્છ વસ્તુને એનોડ બનાવવામાં આવે છે અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ વડે વિદ્યુતવિભાજન કરવામાં આવે છે. એનોડ પર ઉત્પન્ન થતો ઓક્સિજન વાયુ એલ્યુમિનિયમ સાથે પ્રક્રિયા કરી જાડું રક્ષણાત્મક ઓક્સાઈડ સર બનાવે છે. આ ઓક્સાઈડ સરને રંગક લગાવીને એલ્યુમિનિયમની વસ્તુઓને આર્ક્વર્ક બનાવી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 3.9 કર્યા બાદ, તમે ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું હશે કે અહીં લીધેલા ધાતુના નમૂનાઓ પૈકી સોડિયમ સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે. મેનેશિયમની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર છે જે દર્શાવે છે કે તે સોડિયમ કરતા ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે. પરંતુ ઓક્સિજન સાથેની દહન-પ્રક્રિયા આપણને જિંક, લોખંડ, કોપર અથવા સીસાની પ્રતિક્રિયાત્મકતા નક્કી કરવા માટે મદદરૂપ થતી નથી. ચાલો, આપણો આ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના કમ અંગેના તારણ પર પહોંચવા માટે કેટલીક વધુ પ્રક્રિયાઓ જોઈએ.

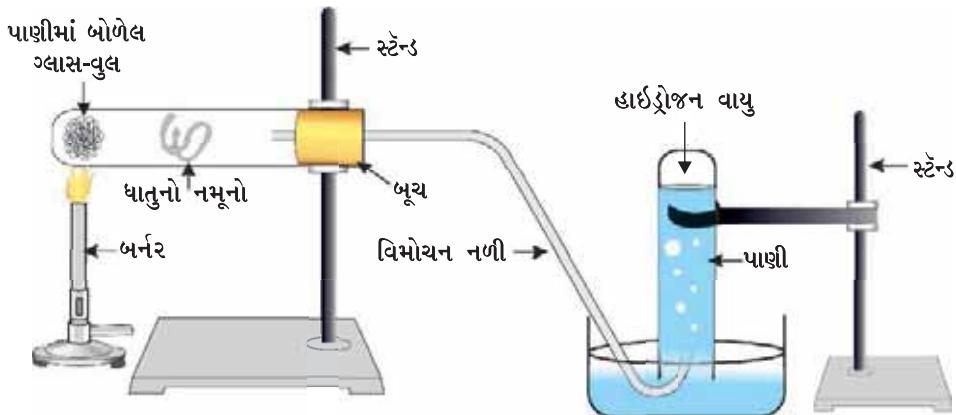
### 3.2.2 ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(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 ચર્ચા કમમાં 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 ઉત્તરતા કમમાં ગોઠવો.



આકૃતિ 3.3 ધાતુ પર વરાળની અસર

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



પોટોશિયમ અને સોડિયમ જેવી ધાતુઓ ઠંડા પાણી સાથે ઉત્પન્ન રીતે પ્રક્રિયા કરે છે. સોડિયમ અને પોટોશિયમના કિસ્સામાં, પ્રક્રિયા એટલી હદે તીવ્ર અને ઉખાક્ષેપક (Exothermic) હોય છે કે ઉત્પન્ન થતો હાઇડ્રોજન તરત જ આગ પકડે છે.



કેલ્લિયમની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર હોય છે. ઉત્પન્ન થતી ઉખા હાઇડ્રોજન માટે આગ પકડવા માટે પૂરતી હોતી નથી.



કેલ્લિયમ સપાટી પર તરી આવે છે કારણ કે ઉત્પન્ન થતાં હાઇડ્રોજન વાયુના પરપોટા ધાતુની સપાટી પર ચીપકે છે.

મેનેશિયમ ધાતુ ઠંડા પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી. તે ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરીને મેનેશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ બનાવે છે. તેની સપાટી પર હાઇડ્રોજન વાયુના પરપોટા ચીપકવાથી તે પણ તરવાનું શરૂ કરે છે.

એલ્યુમિનિયમ, લોઝંડ અને જિંક જેવી ધાતુઓ ઠંડા કે ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, પરંતુ તેઓ વરાળ સાથે પ્રક્રિયા કરી ધાતુ ઓક્સાઈડ અને હાઇડ્રોજન બનાવે છે.



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

### 3.2.3 ધાતુઓ ઓસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals react with Acids ?)

તમે અગાઉ શીખી ગયાં છો કે ધાતુઓ ઓસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને કાર અને હાઇડ્રોજન વાયુ આપે છે.

ધાતુઓ અને અધાતુઓ

ધાતુ + મંદ એસિડ  $\rightarrow$  ક્ષાર + હાઈડ્રોજન

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

### પ્રવૃત્તિ 3.11

- સોડિયમ અને પોટોશિયમ સિવાયની ધાતુઓના નમૂના ફરીથી એકગ્ર કરો. જો નમૂના નિસ્તેજ હોય તો તેને કાચપેપર વડે ઘસીને શુદ્ધ કરો.
- ચેતવણી : સોડિયમ અને પોટોશિયમ ન લેશો કારણ કે તે ઠંડા પાણી સાથે પણ તીવ્ર રીતે પ્રક્રિયા કરે છે.
- નમૂનાઓને મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ ધરાવતી કસનળીઓમાં અલગ-અલગ રીતે મૂકો.
- થરમોમિટરને કસનળીઓમાં એવી રીતે લટકાવો કે જેથી તેના ગોળા (બલ્બ) એસિડમાં ઝૂબેલા રહે.
- ધ્યાનપૂર્વક પરપોટા ઉત્પન્ન થવાના દરનું અવલોકન કરો.
- કઈ ધાતુ મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ સાથે તીવ્રતાથી પ્રક્રિયા કરે છે ?
- કઈ ધાતુ માટે તમે મહત્તમ તાપમાન નોંધ્યું ?
- ધાતુઓને તેમની મંદ એસિડ પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊત્તરતા કમમાં ગોઠવો.

મેનેશિયમ, એલ્યુમિનિયમ, જિંક અને લોખંડની મંદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ સાથેની પ્રક્રિયાઓનાં સમીકરણો લખો.

જ્યારે ધાતુની નાઈટ્રિક એસિડ સાથે પ્રક્રિયા થાય ત્યારે હાઈડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન થતો નથી કારણ કે  $HNO_3$  પ્રબળ ઓક્સિડેશનકર્તા છે. તે  $H_2$ નું ઓક્સિડેશન કરી પાણી ઉત્પન્ન કરે છે અને પોતે કોઈ પણ નાઈટ્રોજન ઓક્સાઈડમાં રિક્ષનન પામે છે ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ). પરંતુ મેનેશિયમ (Mg) અને મેનેનીઝ (Mn) ખૂબ જ મંદ  $HNO_3$  સાથે પ્રક્રિયા કરી  $H_2$  વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે.

તમે પ્રવૃત્તિ 3.11માં ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું છો કે મેનેશિયમના ડિસામાં પરપોટા ઉત્પન્ન થવાનો દર સૌથી વધુ હતો. આ ડિસામાં પ્રક્રિયા પણ સૌથી વધુ ઉભાક્ષેપક હતી. પ્રતિક્રિયાત્મકતા  $Mg > Al > Zn > Fe$  કમમાં ઘટે છે. કોપરના ડિસામાં પરપોટા જોવા મળતા નથી અને તાપમાનમાં પણ કોઈ ફેરફાર થતો નથી તે દર્શાવે છે કે કોપર મંદ  $HCl$  સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી.

એકવારિજ્યા, ('રોયલ પાણી' માટે લેટિન શબ્દ) (અમ્લરાજ) સાંદ્ર હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ અને સાંદ્ર નાઈટ્રિક એસિડનું 3:1ના પ્રમાણમાં તૈયાર કરેલું તાજું મિશ્રણ છે. તે સોનાને ઓગાળી શકે છે, જ્યારે આ એસિડો પૈકી એક પણ એસિડ એકલો આમ કરી શકતો નથી. એકવારિજ્યા પ્રબળ ક્ષારીય, ધૂમાયમાન પ્રવાહી છે. તે સોના અને લેટિનમને 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 આર્યન્ સલ્ફેટના દ્રાવણમાં મૂકો અને લોખંડની ખીલીને કોપર 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 પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
- પ્રક્રિયાના પ્રકારનું નામ આપો.

સક્રિય ધાતુ તેનાથી ઓછી સક્રિય ધાતુને તેમનાં સંયોજનોના દ્રાવક અથવા પીગાળેલ સ્વરૂપમાંથી વિસ્થાપિત કરી શકે છે.

આગાઉના વિભાગોમાં આપણે જોયું છે કે તમામ ધાતુઓ સમાન રીતે પ્રતિક્રિયાત્મક હોતી નથી. આપણે અલગ-અલગ ધાતુઓની ઓક્સિજન, પાણી અને એસિડ સાથે પ્રતિક્રિયાત્મકતા ચકાસી. પરંતુ તમામ ધાતુઓ આ પ્રક્રિયકો સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, તેથી આપણે એકત્ર કરેલા તમામ ધાતુના નમૂનાઓને તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઉત્તરતા કર્મમાં મૂકી શકતા નથી. પ્રકરણ 3.1માં ભાણી ગયેલ વિસ્થાપન

પ્રક્રિયાઓ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે વધુ સારા પુરાવા આપે છે. તે સમજવું સહેલું અને સરળ છે કે જો ધાતુ A ધાતુ Bને તેના દ્રાવકમાંથી વિસ્થાપિત કરે તો તે B કરતાં વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે.



પ્રવૃત્તિ 3.12માં તમારાં અવલોકનોના આધારે કોપર કે લોઝંડ કઈ ધાતુ વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે ?

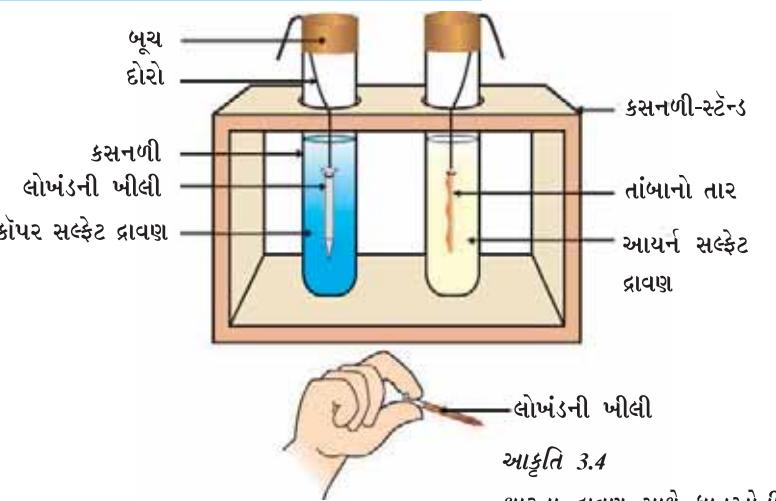
### 3.2.5 પ્રતિક્રિયાત્મકતા(સક્રિયતા) શ્રેણી (The Reactivity Series)

પ્રતિક્રિયાત્મકતા શ્રેણી ધાતુઓની ઘટતી જતી પ્રતિક્રિયાત્મકતાના કર્મમાં ગોઠવેલી 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	પોટોશિયમ	સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક
Na	સોડિયમ	
Ca	કેલ્લિયમ	
Mg	મેનેશિયમ	
Al	એલ્યુમિનિયમ	
Zn	ઝિંક	પ્રતિક્રિયાત્મકતા ઘટે છે.
Fe	આર્યન્	
Pb	લેડ	
[H]	[હાઇડ્રોજન]	
Cu	કોપર	
Hg	મરક્કુરિ	
Ag	સિલ્વર	
Au	ગોલ્ડ	સૌથી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક

ધાતુઓ અને અધાતુઓ



આકૃતિ 3.4  
આરના દ્રાવક સાથે ધાતુઓની પ્રક્રિયા

## પ્રશ્નો

1. શા માટે સોઓયમને કેરોસીનમાં રાખવામાં આવે છે ?
2. આ પ્રક્રિયાઓ માટે સમીકરણો લખો.
  - (i) વરાળ સાથે લોખંડ
  - (ii) પાણી સાથે કેલ્ચિયમ અને પોટોશિયમ
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	આર્થન(II) સલ્ફેટ	કોપર(II) સલ્ફેટ	લિંક સલ્ફેટ	સિલ્વર નાઈટ્રોટ
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 સક્રિય ધાતુ કઈ છે ?
- (ii) જો Bને કોપર(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે તો તમે શું અવલોકન કરશો ?
- (iii) ધાતુઓ A, B, C અને Dને પ્રતિક્રિયાત્મકતા ઊત્તરતા કર્મમાં ગોઠવો.
- સક્રિય ધાતુમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઓસિડ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે ક્યો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે ? લોખંડની મંદ  $H_2SO_4$  સાથેની પ્રક્રિયાનું રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
- જ્યારે આર્થન(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં લિંક 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 ઈલેક્ટ્રોનીય રચના શીખી ગયાં હતા તે યાદ કરીએ. આપણે શીખી ગયાં કે ઉમદા વાયુઓ (noble gases) કે જે સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાધ્યતમ કક્ષા ધરાવે છે તે ખૂબ જ અલ્ય પ્રમાણમાં રાસાયણિક કિયાશીલતા દર્શાવે છે તેથી, આપણે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતાને સંપૂર્ણ ભરાયેલ સંયોજકતા કક્ષા પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિ તરીકે સમજી શકીએ.

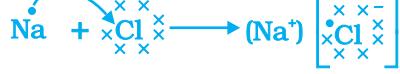
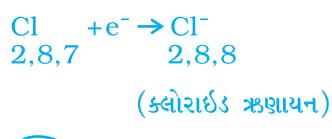
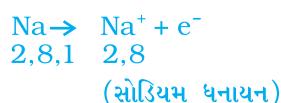
ચાલો આપણે નિઝિય વાયુઓ અને કેટલીક ધાતુઓ તેમજ અધાતુઓની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના પર એક નજર કરીએ.

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

### કોષ્ટક 3.3 કેટલાંક તત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રૂચના

તત્વનો પ્રકાર	તત્વ	પરમાણુિય ક્રમાંક	ક્ષાઓમાં ઈલેક્ટ્રોનીય સંખ્યા			
			K	L	M	N
નિઝિય (ઉમદા)	હિલિયમ (He)	2	2			
વાયુઓ	નિયોન (Ne)	10	2	8		
	આર્ગોન (Ar)	18	2	8	8	
ધાતુઓ	સોડિયમ (Na)	11	2	8	1	
	મેંગેશિયમ (Mg)	12	2	8	2	
	અંદ્યુમિનિયમ (Al)	13	2	8	3	
	પોટોશિયમ (K)	19	2	8	8	1
	કેલ્શિયમ (Ca)	20	2	8	8	2
અધાતુઓ	નાઈટ્રોજન (N)	7	2	5		
	ઓક્સિજન (O)	8	2	6		
	ફ્લોરિન (F)	9	2	7		
	ફોસ્ફરસ (P)	15	2	8	5	
	સલ્ફર (S)	16	2	8	6	
	ક્લોરિન (Cl)	17	2	8	7	

એક ઈલેક્ટ્રોનની જરૂર છે. જો સોડિયમ અને ક્લોરિન પ્રક્રિયા કરે ત્યારે સોડિયમ દ્વારા ગુમાવાતો ઈલેક્ટ્રોન ક્લોરિન દ્વારા મેળવી લેવાય છે. ઈલેક્ટ્રોન મેળવ્યા બાદ ક્લોરિન પરમાણુ એકમ ઋણ ભાર પ્રાપ્ત કરે છે, કારણ કે તેના કેન્દ્રમાં 17 પ્રોટોન હોય છે અને તેના K, L અને M ક્ષાઓમાં 18 ઈલેક્ટ્રોન હોય છે. તે આપણાને ક્લોરિન એનાયન  $\text{Cl}^-$  આપે છે. તેથી આ બંને તત્વો તેમની વચ્ચે નીચે પ્રમાણેનો આપ-દેનો સંબંધ ધરાવે છે :

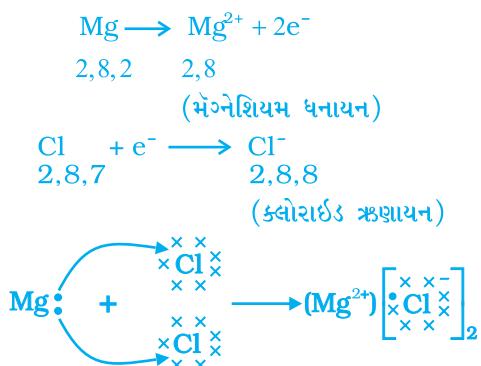


### આકૃતિ 3.5 સોડિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ

સોડિયમ અને ક્લોરાઈડ આયનો વિરુદ્ધ ભારવાળા હોવાથી એકબીજાને આકર્ષ છે અને સ્થિર વિદ્યુત આકર્ષણ બળથી જકડાઈને સોડિયમ ક્લોરાઈડ ( $\text{NaCl}$ ) સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. અતે તે નોંધવા યોગ્ય છે કે સોડિયમ ક્લોરાઈડ અણુ સ્વરૂપે નહિ પરંતુ વિરુદ્ધ ભારવાળા આયનોના સમુચ્ચય સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

ચાલો, આપણે વધુ એક આયનીય સંયોજન મેંગેશિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ જોઈએ (આકૃતિ 3.6).

ધાતુઓ અને અધાતુઓ

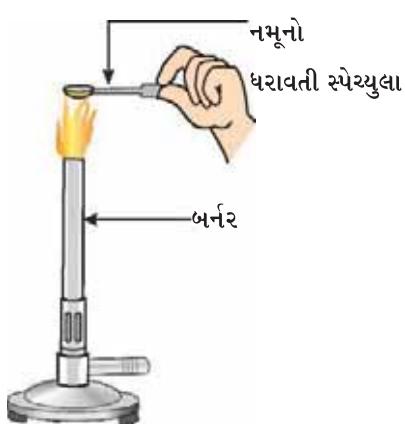


આકૃતિ 3.6 મેંગેશિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ

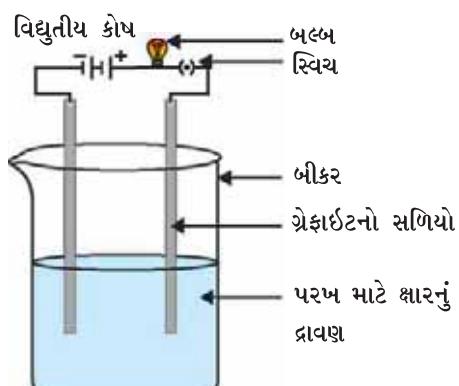
આ પ્રકારે ધાતુમાંથી અધાતુમાં ઈલેક્ટ્રોનની આપ-દો દ્વારા નિર્માણ પામતાં સંયોજનો આયનીય સંયોજનો (Ionic Compounds) અથવા વિદ્યુતસંયોજક સંયોજનો (Electrovalent compounds) તરીકે ઓળખાય છે. શું તમે  $\text{MgCl}_2$ માં હાજર રહેલા ધનાયન અને ઋણાયનનાં નામ આપી શકશો ?

### 3.3.1 આયનીય સંયોજનના ગુણધર્મો (Properties of Ionic Compounds)

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



આકૃતિ 3.7  
કારના નમૂનાને ચમચી પર ગરમ કરવો



આકૃતિ 3.8  
કારના દ્રાવણની વાહકતા ચકાસવી

પ્રવૃત્તિ 3.13

- વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંથી સોડિયમ ક્લોરાઈડ, પોટોશિયમ આયોડાઈડ, બેરિયમ ક્લોરાઈડ અથવા અન્ય કોઈ કારના નમૂના લો.
- આ કારનોની ભૌતિક અવસ્થા શું છે ?
- ધાતુની ચમચી પર અલ્ય 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, પેટ્રોલિમાં અને કેરોસીનમાં ઓગાળવાનો પ્રયત્ન કરો. શું તેઓ દ્રાવ્ય થાય છે ?
- આકૃતિ 3.8માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુતપરિપથ બનાવો અને કોઈ કારના દ્રાવણમાં વિદ્યુતધ્રુવો (electrodes) દાખલ કરો. તમે શું અવલોકન કર્યું ? અન્ય કારના નમૂનાઓને પણ આ જ રીતે ચકાસો.
- આ સંયોજનોની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) વિશે તમારું શું અનુમાન છે ?

કોષ્ટક 3.4 : કેટલાંક આયનીય સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

આયનીય સંયોજન	ગલનબિંદુ (K)	ઉત્કલનબિંદુ (K)
NaCl	1074	1686
LiCl	887	1600
$\text{CaCl}_2$	1045	1900
CaO	2850	3120
$\text{MgCl}_2$	981	1685

તમે આયનીય સંયોજનોના નીચે પ્રમાણેના સામાન્ય ગુણધર્મોનું અવલોકન કરેલું છે –

- ભौતિક સ્વભાવ :** ધન અને ઋણ આયનો વચ્ચે પ્રબળ આકર્ષણ બળ હોવાના કારણે આયનીય સંયોજનો ધન અને થોડાં સખત હોય છે. આ સંયોજનો સામાન્ય રીતે બરડ (brittle) હોય છે અને દબાણ આપતાં તૂટીને ટુકડા થઈ જાય છે.
- ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ :** આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે (જુઓ કોષ્ટક 3.4). પ્રબળ આંતર આયનીય આકર્ષણને તોડવા માટે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઉર્જાની જરૂર પડે છે તેના કારણે આમ બને છે.
- દ્રાવ્યતા :** વિદ્યુતસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે પાણીમાં દ્રાવ્ય તેમજ કેરોસીન, પેટ્રોલ વગેરે જેવા દ્રાવકોમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.
- વિદ્યુતનું વહન :** દ્રાવણમાંથી થતું વિદ્યુતનું વહન વીજભારિત કણોની ગતિશીલતાના કારણે થાય છે. પાણીમાં બનાવેલું આયનીય સંયોજનનું દ્રાવણ આયનો ધરાવે છે કે જે દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં વિરુદ્ધ વિદ્યુતધ્રુવો તરફ સ્થળાંતર પામે છે. ધન અવસ્થામાં આયનીય સંયોજનો વિદ્યુતનું વહન કરતાં નથી કારણ કે, ધનમાં તેમના બંધારણ દઢ હોવાથી આયનોનું સ્થળાંતર શક્ય બનતું નથી. પરંતુ આયનીય સંયોજનો પીગળેલી અવસ્થામાં વિદ્યુતનું વહન કરે છે. ઉખાના 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

- (i) સોઓયમ, ઓક્સિજન અને મોંનેશિયમ માટે ઈલેક્ટ્રોન-બિંદુની રૂચના લખો.  
(ii) ઈલેક્ટ્રોનના સ્થાનાંતરણ દ્વારા  $\text{Na}_2\text{O}$  અને  $\text{MgO}$ નું નિર્માણ દર્શાવો.  
(iii) આ સંયોજનોમાં ક્યાં આયનો હાજર છે ?
- આયનીય સંયોજનો શા માટે ઊંચા ગલનબિંદુ ધરાવે છે ?



## 3.4 ધાતુઓની પ્રાપ્તિ (Occurrence of Metals)

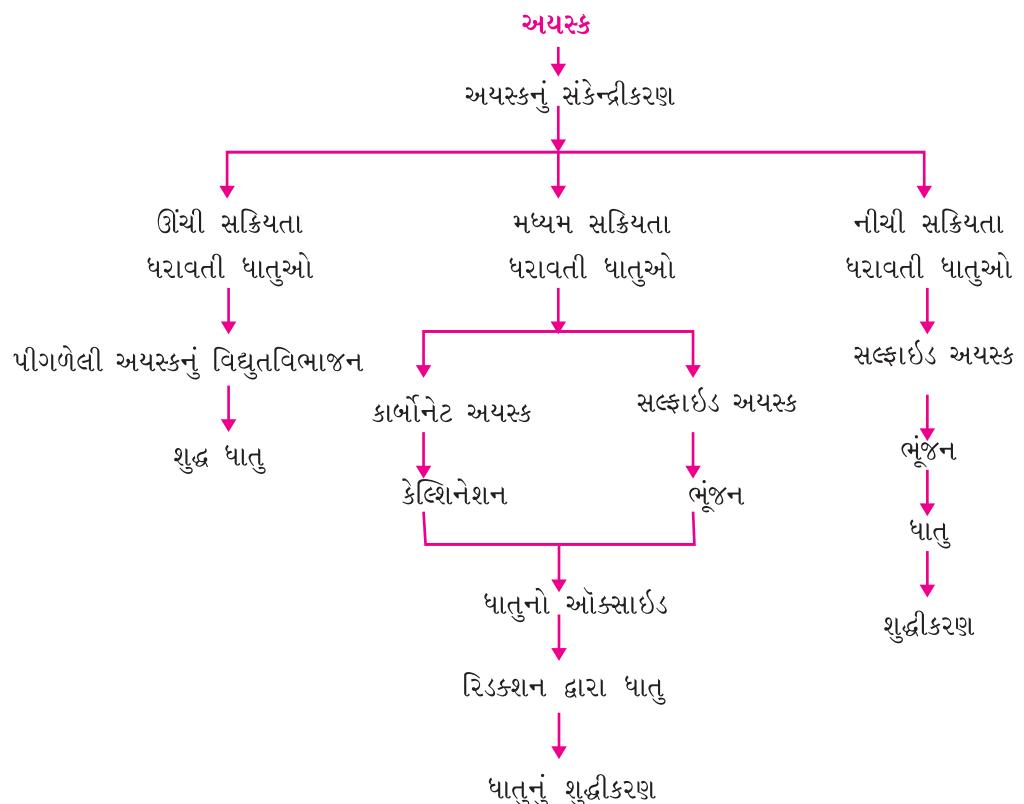
પૃથ્વીનું ભૂપૃષ્ઠ (પોપડો) ધાતુઓનો મોટો ખોત છે. દરિયાનું પાણી પણ સોઓયમ કલોરાઇડ, મોંનેશિયમ કલોરાઇડ વગેરે જેવા દ્રાવ્ય ક્ષારો ધરાવે છે જે તત્ત્વો કે સંયોજનો પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી કુદરતી રીતે મળે છે તેને ખનીજો કહે છે. કેટલીક જગ્યાએ ખનીજો કોઈ ચોક્કસ ધાતુનું ઘણું ઊંચું ટકાવાર પ્રમાણ ધરાવે છે અને તેમાંથી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ લાભદાયી હોઈ શકે છે. (તેમાંથી ધાતુ લાભદાયી રીતે નિષ્કર્ષિત કરી શકાય છે.) આવી ખનીજોને કાચીધાતુ (અયસ્ક) (ores) કહે છે.

### 3.4.1 ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extraction of Metals)

તમે ધાતુઓની સક્રિયતા શ્રેષ્ઠી વિશે શીખી ગયાં છો. તે જાણતા હોવાથી તમે આસાનીથી સમજ 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 શ્રેષ્ઠીમાં તળિયે રહેલી ધાતુઓ સૌથી ઓછી સક્રિયતા રહેલી ધાતુઓ અને અધાતુઓ

K	તે ઘણી વાર મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. ઉદાહરણ તરીકે સોનું, ચાંદી, પ્લેટિનમ અને કોપર મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. કોપર અને સિલ્વર તેમની સલ્ફાઈડ અથવા ઓક્સાઈડ અયસ્ક (કાચી ધાતુ) સ્વરૂપે સંયોજિત અવસ્થામાં પણ મળે છે. સક્રિયતા શ્રેષ્ઠીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓ (K, Na, Ca, Mg અને Al) એટલી હેઠ સક્રિય છે કે તે ક્યારેય કુદરતમાં મુક્ત તત્ત્વો રૂપે મળતી નથી. સક્રિયતા શ્રેષ્ઠીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓ (Zn, Fe, Pb વગેરે) મધ્યમ સક્રિય છે. તે પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાં ઓક્સાઈડ, સલ્ફાઈડ અથવા કાર્બોનેટ સ્વરૂપે મળે છે. તમે જોશો કે ઘણી ધાતુઓની અયસ્ક ઓક્સાઈડ હોય છે. આમ થવાનું કરણ એ છે કે ઓક્સિજન ખૂબ જ સક્રિય તત્ત્વ છે અને પૃથ્વી પર વિપુલ પ્રમાણમાં મળે છે.
Na	
Ca	વિદ્યુત-વિભાજન
Mg	
Al	
Zn	
Fe	કાર્બનના ઉપયોગ
Pb	દ્વારા રિદ્કશન
Cu	
Ag	મૂળ અવસ્થામાં
Au	પ્રાણી

આકૃતિ 3.9  
સક્રિયતા શ્રેષ્ઠી અને  
સંબંધિત ધાતુકર્મ વિધિ



આકૃતિ 3.10 અયસ્કમાંથી ધાતુઓના નિર્જર્ખણમાં સમાવિષ્ટ સોપાન

#### 3.4.2 અયસ્કોની સમૃદ્ધિ (ધનિકતા) (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 નિર્જર્ખણ પૂર્વ 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 શ્રેષ્ઠીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓનું નિર્જર્ખણ

#### (Extracting Metals Low in the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેષ્ઠીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ નિર્જ્ય હોય છે. આ ધાતુઓના ઓક્સાઈડને માત્ર ગરમ કરીને તેનું રિડક્શન થઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે સિન્નાબાર (HgS) જે મરક્યુરિની કાચી ધાતુ છે. જ્યારે તેને હવામાં ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે પ્રથમ તે મરક્યુરિક ઓક્સાઈડ (HgO)માં ફેરવાય છે ત્યાર બાદ મરક્યુરિક ઓક્સાઈડ વધુ ગરમ કરતા તેનું મરક્યુરિમાં રિડક્શન થાય છે.



તેવી જ રીતે કોપર જે કુદરતમાં  $\text{Cu}_2\text{S}$  સ્વરૂપે તેના અયસ્ક તરીકે મળે છે તેને હવામાં ગરમ કરવાથી કોપર મેળવી શકાય છે.



### 3.4.4 સક્રિયતા શ્રેષ્ઠીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓનું નિર્જર્ખણ

#### (Extracting Metals in the Middle of the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેષ્ઠીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓ જેવી કે લોઝંડ, લિંક, સીસું, કોપર વગેરે મધ્યમ પ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે. તે સામાન્ય રીતે કુદરતમાં સલ્ફાઈડ અથવા કાર્બોનેટ રૂપે મળે છે. ધાતુને તેના સલ્ફાઈડ અથવા કાર્બોનેટમાંથી મેળવવા કરતાં તેના ઓક્સાઈડમાંથી મેળવવી વધુ સરળ હોય છે. તેથી રિડક્શન કરતાં પહેલાં ધાતુ સલ્ફાઈડ અને કાર્બોનેટને ધાતુ ઓક્સાઈડમાં ફેરવાય ખૂબ જરૂરી છે. સલ્ફાઈડ કાચી ધાતુને વધુ પ્રમાણમાં હવાની હાજરીમાં સખત ગરમ કરતાં તે ઓક્સાઈડમાં ફેરવાય છે. આ પદ્ધતિને ભૂંજન (roasting) કહે છે. કાર્બોનેટ કાચી ધાતુને મર્યાદિત પ્રમાણમાં હવાની હાજરીમાં સખત ગરમ કરતાં તે ઓક્સાઈડમાં ફેરવાય છે. આ પદ્ધતિને કેલ્વિનેશન (Calcination) કહે છે. લિંક અયસ્કના ભૂંજન અને કેલ્વિનેશન દરમિયાન થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :



ત્યાર બાદ ધાતુ ઓક્સાઈડનું યોગ્ય રિડક્શનકર્તા જેવા કે કાર્બન વડે અનુરૂપ ધાતુમાં રિડક્શન કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, લિંક ઓક્સાઈડને કાર્બન સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે ધાત્ત્વીય લિંકમાં રિડક્શન પામે છે.



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

કાર્બન(કોક)નો ઉપયોગ કરી ધાતુ ઓક્સાઈડનું ધાતુમાં રિડક્શન કરવા સિવાય કેટલીક વખત વિસ્તારન પ્રક્રિયાઓ પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ખૂબ જ સક્રિય ધાતુઓ જેવી કે સોડિયમ, કેલ્વિન્યમ, ઔલ્યુમિનિયમ વગેરે રિડક્શનકર્તા તરીકે વપરાય છે, કારણ કે તે નીચી

ધાતુઓ અને અધાતુઓ

સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓને તેમનાં સંયોજનોમાંથી વિસ્થાપિત કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે મેગેનીઝ ડાયોક્સાઈડને એલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા થાય છે :



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



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 આર્થન (III) ઓક્સાઈડ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )ની એલ્યુમિનિયમ સાથેની પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ રેલવેના પાટા અથવા તિરાડ પડેલા મશીનના ભાગો જોડવામાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા થર્મિટ પ્રક્રિયા (Thermit Reaction) તરીકે ઓળખાય છે.



### 3.4.5 સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

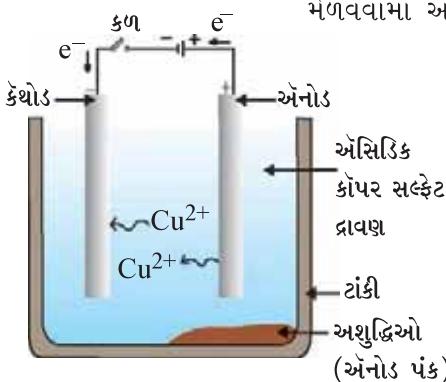
(Extracting Metals towards the Top of the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ સક્રિય હોય છે. તેમનાં સંયોજનોને કાર્બન સાથે ગરમ કરવાથી તેને મેળવી શકતી નથી. ઉદાહરણ

તરીકે, કાર્બન વડે સોડિયમ, મેગનેશિયમ, કેલ્લિયમ, એલ્યુમિનિયમ વગેરેના ઓક્સાઈડનું તેમની અનુરૂપ ધાતુઓમાં રિડક્શન કરી શકતું નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે ધાતુઓનું ઓક્સિજન પ્રયેનું આકર્ષણ કાર્બન કરતાં વધુ હોય છે. આ ધાતુઓ વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન (Electrolytic Reduction) દ્વારા મેળવાય છે. ઉદાહરણ તરીકે સોડિયમ, મેગનેશિયમ અને કેલ્લિયમને તેમના પિગાળેલા કલોરાઈડના વિદ્યુતવિભાજન દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. ધાતુઓ કેથોડ (ऋણ વીજભારિત વિદ્યુતધ્રૂવ) પર જમા થાય છે, જ્યારે કલોરિન એનોડ (ધન વીજભારિત વિદ્યુતધ્રૂવ) પર જમા થાય છે. પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે છે :



તેવી જ રીતે એલ્યુમિનિયમને એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડના વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 3.12

કોપરનું વિદ્યુતવિભાજનીય રિડક્શન. અંસિટિક કોપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ વિદ્યુતવિભાજય છે. એનોડ અશુદ્ધ કોપર છે જ્યારે કેથોડ શુદ્ધ કોપરની પદી છે. વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં, કેથોડ પર શુદ્ધ કોપર 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 અશુદ્ધ 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 કોપર, જિંક, ટિન, નિકલ, ચાંદી, સોનું વગેરે વિદ્યુતવિભાજનીય રીતે મેળવાય છે. આ પ્રક્રમમાં અશુદ્ધ ધાતુનો એનોડ અને શુદ્ધ ધાતુની પાતળી પદ્ધતિનો કેથોડ બનાવવામાં આવે છે. ધાતુ ક્ષારના દ્રાવણનો વિદ્યુતવિભાજય (Electrolyte) તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સાધનોની ગોઠવણી આકૃતિ 3.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કરવામાં આવે છે. વિદ્યુતવિભાજયમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં, એનોડમાંથી શુદ્ધ ધાતુ વિદ્યુતવિભાજયમાં ઓગળે છે. વિદ્યુતવિભાજયમાંથી સમતુલ્ય પ્રમાણમાં શુદ્ધ ધાતુ કેથોડ પર જમા થાય છે. દ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ દ્રાવણમાં જાય છે, જ્યારે

અદ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ એનોડના તળિયે નિકોપિત (જમા) થાય છે, તેને એનોડ પંક (Anode mud) કહેવાય છે.

### પ્રશ્નો

1. નીચેનાં પદોને વ્યાખ્યાપિત કરો :

(i) ખનીજ                          (ii) કાચી ધાતુ (અયસ્ક)                          (iii) ગોગ

2. કુદરતમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળતી બે ધાતુઓનાં નામ આપો.

3. ધાતુને તેના ઓક્સાઇડમાંથી મેળવવા માટે કઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા વપરાય છે ?



### 3.5 ક્ષારણ (Corrosion)

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

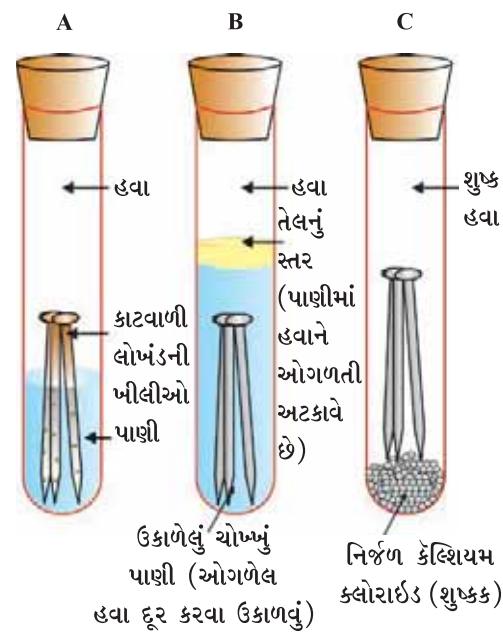
- ચાંદીની વસ્તુઓને હવામાં ખૂલ્લી રાખતાં થોડા સમય બાદ તે કાળી પડી જાય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, તે હવામાંના સલ્ફર સાથે પ્રક્રિયા કરી સિલ્વર સલ્ફાઇનું સ્તર બનાવે છે.
- કોપર હવામાંના ભેજયુક્ત કાર્బન ડાયોક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ધીરે-ધીરે તેનો ચમકદાર કથાઈ રંગ ગુમાવીને લીલું સ્તર પ્રાપ્ત કરે છે. આ લીલો પદાર્થ કોપર કાર્બોનેટ છે.
- લોખંડને ભેજવાળી હવામાં લાંબો સમય ખૂલ્લું રાખતા તેની પર કથાઈ પદાર્થનો થર જામે છે, તેને કાટ (rust) કહે છે.  
ચાલો, આપણે એવી પરિસ્થિતિઓ શોધી કાઢીએ કે જેમાં લોખંડને કાટ લાગે છે.

#### પ્રશ્ની 3.14

- ગાડા કસનળી લો અને દરેકમાં લોખંડની ખીલી મૂકો.
- આ કસનળીઓને A, B અને C ચિહ્નિત કરો. કસનળી Aમાં થોડું પાણી ઉમેરીને તેને બૂધ્ય લગાવો.
- કસનળી Bમાં ઉકાળેલું શુદ્ધ પાણી ઉમેરો. આશરે 1 mL તેલ ઉમેરીને તેને બૂધ્ય લગાવો. તેલ પાણી પર તરશે અને હવાને પાણીમાં ઓગળતી અટકાવશે.
- કસનળી Cમાં થોડો નિર્જળ કેલ્લિયમ કલોરાઇડ લો અને તેને બૂધ્ય લગાવો. જો હવામાં બેજ હશે તો નિર્જળ કેલ્લિયમ કલોરાઇડ બેજ શોષી લેશે. થોડા દિવસો સુધી આ કસનળીઓને મૂકી રાખો અને પછી અવલોકન કરો (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. એવી પરિસ્થિતિઓ કે જેમાં લોખંડની વસ્તુઓને કાટ લાગે છે તેના વિશે તે આપણાને શું કહે છે ?

ધાતુઓ અને અધાતુઓ



#### આકૃતિ 3.13

કઈ પરિસ્થિતિઓમાં લોખંડને કાટ લાગે છે તેની તપાસ કરવી. કસનળી Aમાં હવા અને પાણી બંને હાજર છે. કસનળી Bમાં પાણીમાં હવા ઓગળેલી નથી. કસનળી Cમાં હવા શુદ્ધ છે.

### 3.5.1 શારણો અટકાવ (Prevention of Corrosion)

રંગ કરીને, તેલ લગાવીને, ગ્રીજ લગાવીને, ગોલ્વેનાઈઝિંગ કરીને, કોમ પ્લેટિંગ કરીને, એનોડિકરણ દ્વારા અથવા મિશ્રધાતુઓ બનાવીને લોખંડનું શારણ અટકાવી શકાય છે.

સ્ટીલ અને લોખંડને કાટ સામે રક્ષણ આપવા માટે તેમની પર જિંકનું પાતળું સર લગાવવાની પદ્ધતિ ગોલ્વેનાઈઝેશન છે. જો જિંકનું સર તૂટી જાય તો પણ ગોલ્વેનાઈઝડ 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 ઈચ્છિત 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 બેંચી 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 કોમિયમ 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. સૌ પ્રથમ પ્રાથમિક ધાતુને પીગાળીને ત્યાર બાદ નિશ્ચિત પ્રમાણમાં અન્ય તત્ત્વો તેમાં ઓગાળીને તૈયાર કરવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ તેને ઓરડાના તાપમાને ઠંડી પાડવામાં આવે છે.

તમે જાણો છો ?  
અને

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

જો ધાતુઓ પૈકીની એક મરક્યુરિ હોય તો તે મિશ્રધાતુને સંરસ (amalgam) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. મિશ્રધાતુની વિદ્યુતવાહકતા અને ગલનબિંદુ શુદ્ધ ધાતુઓ કરતાં ઓછા હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે પિતળ, કોપર અને જિંકની મિશ્રધાતુ (Cu અને Zn) અને બ્રોન્જ, કોપર અને ટીનની મિશ્રધાતુ (Cu અને Sn) વિદ્યુતના સારા વાહકો નથી જ્યારે કોપર 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 વેદિંગ (રેણ) કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.



દિલ્હીમાં લોખંડનો સંભ

અને  
જેણું ?

**પ્રાચીન ભારતીય ધાતુકર્મ વિધિની અજાયબી**

1600 કરતાં વધુ વર્ષો પહેલાં ભારતના લોખંડ કામદારો દ્વારા દિલ્હીમાં કુતુબમિનાર પાસે લોહસ્તંભ બંધાયો હતો. તેઓએ એક પદ્ધતિ વિકસાવી કે જે લોખંડનું શારણ અટકાવતી હતી. તેના શારણ 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. જિંક, મેંનેશિયમ અને કોપરના ધાતુ ઓક્સાઈડો નીચે દર્શાવેલ ધાતુઓ સાથે ગરમ કરવામાં આવ્યા :

ધાતુ	જિંક	મેંનેશિયમ	કોપર
જિંક ઓક્સાઈડ			
મેંનેશિયમ ઓક્સાઈડ			
કોપર ઓક્સાઈડ			



ક્યા 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 વળીકૃત કરી શકાય છે.
- ધાતુઓ ચમકદાર (lustrous), ટિપનીય (malleable), તનનીય (ductile) અને ઉઘા તેમજ વિદ્યુતના સારા વાહકો છે. તેઓ ઓરડાના તાપમાને ધન હોય છે સિવાય કે મરક્યુરિ જે પ્રવાહી છે.
- ધાતુઓ અધાતુઓને ઈલેક્ટ્રોન આપીને ધનાયન બનાવી શકે છે.
- ધાતુઓ ઓક્સિજન સાથે સંયોજાઈને બેઝિક ઓક્સાઈડ બનાવે છે. એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ અને જિંક ઓક્સાઈડ બેઝિક તેમજ એસિડિક ઓક્સાઈડ એમ બંનેના ગુણધર્મો દર્શાવે છે. આ ઓક્સાઈડ ઊભયગુણી (amphoteric) ઓક્સાઈડ તરીકે ઓળખાય છે.
- જુદી-જુદી ધાતુઓની પાણી અને મંદ એસિડ સાથે સક્રિયતા જુદી-જુદી હોય છે.
- સામાન્ય ધાતુઓની તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઉત્તરતા કમમાં ગોઠવેલી યાદીને સક્રિયતા શ્રેષ્ઠી તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.
- સક્રિયતા શ્રેષ્ઠીમાં હાઇડ્રોજનની ઉપર રહેલી ધાતુઓ મંદ એસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે.
- વધુ સક્રિય ધાતુ તેનાથી ઓછી સક્રિય ધાતુને તેના ક્ષારના દ્રાવકામાંથી વિસ્થાપિત કરે છે.
- કુદરતમાં ધાતુઓ મુક્ત તત્ત્વો અથવા તેના સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મળી આવે છે.
- કાચી ધાતુમાંથી ધાતુનું નિર્જર્ખણ 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 લોબંડની સપાટી લાંબો સમય બેજ્યુક્ત 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 ઉઘા અને વિદ્યુતની અવાહક હોય છે સિવાય કે ગ્રેફાઈટ જે વિદ્યુતનું વહન કરે છે.

- અધાતુઓ જ્યારે ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ત્યારે ઈલેક્ટ્રોન મેળવીને ઋણવીજભારિત આયનો બનાવે છે.
- અધાતુઓ ઓક્સાઈડ બનાવે છે, જે ઑસિડિક અથવા તટસ્થ હોય છે.
- અધાતુઓ મંદ ઓસિડમાંથી હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતી નથી. તેઓ હાઈડ્રોજન સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઈડ્રોઈડ બનાવે છે.

## સ્વાધ્યાય

1. નીચેની પૈકી કઈ જોડ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ આપે છે ?
  - (a)  $\text{NaCl}$  દ્રાવણ અને કોપર ધાતુ
  - (b)  $\text{MgCl}_2$  દ્રાવણ અને એલ્યુમિનિયમ ધાતુ
  - (c)  $\text{FeSO}_4$  દ્રાવણ અને ચાંદી ધાતુ
  - (d)  $\text{AgNO}_3$  દ્રાવણ અને કોપર ધાતુ
2. નીચેના પૈકી કઈ પદ્ધતિ લોખંડની સાંતળવાની તવી (Frying Pan)ને કાટ લાગવાથી અટકાવી શકે છે ?
  - (a) ગ્રીઝ લગાવવાની
  - (b) રંગ લગાવવાની
  - (c) જિંકનું સ્તર લગાવવાની
  - (d) ઉપર્યુક્ત તમામ
3. એક તત્ત્વ ઓક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરી ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતું સંયોજન આપે છે. આ સંયોજન પાણીમાં પણ દ્રાવ્ય છે. આ તત્ત્વ ..... હોઈ શકે.
  - (a) કેલ્ખિયમ
  - (b) કાર્బન
  - (c) સિલિકેન
  - (d) આર્યન્
4. ખાદ્યપદાર્થના ડાંડા પર ટીનનું સ્તર લાગે છે નહિં કે જિંકનું, કારણ કે
  - (a) જિંક ટીન કરતા મોંઘી છે.
  - (b) જિંક ટીન કરતાં ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવે છે.
  - (c) જિંક ટીન કરતાં વધુ સક્રિય છે.
  - (d) જિંક ટીન કરતાં ઓછી સક્રિય છે.
5. તમને એક હથોડી, બોટરી, ગોળો, તાર અને સ્રિવચ્ચ આપેલા છે.
  - (a) તમે તેમનો ધાતુઓ અને અધાતુ વચ્ચે બેદ પારખવા કેવી રીતે ઉપયોગ કરી શકશો ?
  - (b) ધાતુઓ અને અધાતુઓ વચ્ચેની આ પરખ કસોટીઓની ઉપયોગિતાનું મૂલ્યાંકન કરો.
6. ઊભયગુણી ઓક્સાઈડ એટલે શું ? ઊભયગુણી ઓક્સાઈડનાં બે ઉદાહરણો આપો.
7. એવી બે ધાતુઓ જે મંદ ઓસિડમાંથી હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરશે અને બે ધાતુઓ જે આમ ન કરી શકતી હોય તેમનાં નામ આપો.

8. ધાતુ M ના વિદ્યુતવિભાજનીય શુદ્ધીકરણમાં એનોડ, કેથોડ 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) શુદ્ધ લિટમસ પેપર પર શી થશે ?
- (ii) બેજ્યુક્ટ લિટમસ પેપર પર શી થશે ?
- (b) પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
10. લોખંડનું કારણ અટકાવવાના બે ઉપાય જણાવો.
11. જ્યારે અધાતુઓ ઓક્સિજન સાથે સંયોજાય ત્યારે બનતા ઓક્સાઈડના પ્રકાર ક્યા છે ?

12. કારણ આપો :

- (a) પ્લેટિનમ, સોનું અને ચાંદી આભૂષણો બનાવવા વપરાય છે.
- (b) સોઉયમ, પોટોશિયમ અને લિથિયમનો તેલમાં સંગ્રહ કરવામાં આવે છે.
- (c) એલ્યુમિનિયમ ખૂબ જ પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુ છે તેમ ઇતાં રસોઈનાં વાસણો બનાવવા માટે વપરાય છે.
- (d) કાર્બોનેટ અને સલ્ફાઈડ અયસ્ક સામાન્ય રીતે નિર્જર્ષણ દરમિયાન ઓક્સાઈડમાં ફેરવાય છે.



13. તમે ચોક્કસપણે નિસ્સેજ (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 બેદ પારખો.
15. એક વ્યક્તિ ઘરે-ઘરે સુવર્ણકાર તરીકે જઈને ઊભો રહે છે. તે જૂના અને નિસ્સેજ (ઝાંખા) સોનાનાં ઘરેણાની ચમક પાણી લાવી આપવાનું વચ્ચે આપે છે. એક બિનસાવધ ગૃહિણી તેને સોનાની બંગડીઓનો સેટ આપે છે, જેને તેણે એક ખાસ દ્રાવણમાં દુબાડ્યો. બંગડીઓ નવા જેવી જ ચમકવા લાગી પરંતુ તેના વજનમાં ભારે ઘટાડો થયો. ગૃહિણી ઉદાસ થઈ ગઈ પરંતુ નિરર્થક દલીલ પછી વ્યક્તિ ઉતાવળે ફેરો કરી જતો રહ્યો. શું તમે ગુપ્તચર તરીકે વર્તી તેણે ઉપયોગમાં લીધેલા દ્રાવણનો પ્રકાર શોધી શકશો ?
16. કારણ આપો કે કોપર ગરમ પાણીની ટાંકી બનાવવા માટે વપરાય છે પરંતુ સ્ટીલ (આર્થરની મિશ્રધાતુ) વપરાતું નથી.



## પ્રકરણ 4

# કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો (Carbon and its Compounds)

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

પ્રવૃત્તિ 4.1
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ સવારથી તમે જે વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરો છો અથવા વાપરો છો તે પૈકીની દસ વસ્તુઓની યાદી બનાવો.</li> <li>■ આ યાદીને તમારા સહાય્યાયીએ બનાવેલ યાદી સાથે સરખાવો તેમજ વસ્તુઓને બાજુમાં દર્શાવેલ કોષ્ટકમાં વર્ગીકૃત કરો.</li> <li>■ જો વસ્તુઓ એક કરતાં વધુ સામગ્રીની બનેલી હોય તો તેઓને કોષ્ટકના સંબંધિત બંને ખાનાંઓ (Columns)માં મૂકો.</li> </ul>

ધાતુની બનેલી વસ્તુઓ	કાચ/માટીની બનેલી વસ્તુઓ	અન્ય

અંતિમ ખાનામાં આવતી વસ્તુઓ તરફ ધ્યાન આપો. તમારા શિક્ષક તમને જણાવશે કે તેમાંથી મોટા ભાગની વસ્તુઓ કાર્બનનાં સંયોજનોમાંથી બનેલી છે. તેની પરખ કરવા માટે તમે કોઈ પદ્ધતિ વિચારી શકો છો ? જો કાર્બનયુક્ત સંયોજનનું દફન 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 અલય છે. પૃથ્વીનો પોપડો ખનીઓ સ્વરૂપે માત્ર 0.02 % કાર્બન ધરાવે છે (જેમકે કાર્બોનેટ, હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ, કોલસો અને પેટ્રોલિયમ) અને વાતાવરણમાં 0.03 % કાર્બન ડાયોક્સાઈડ હોય છે. કુદરતમાં આટલી અલય માત્રામાં કાર્બન પ્રાય હોવા છીતાં કાર્બનનું મહત્વ ઘણું છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કાર્બનના એવા ગુણવર્મા જોઈશું કે જે આવી અસામાન્યતા તરફ દોરી જાય છે.

### 4.1 કાર્બનમાં બંધન—સહસંયોજક બંધ

#### (Bonding in Carbon—The Covalent Bond)

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

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

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

ધોરણ IXમાં આપણે વિવિધ તત્ત્વોની સંયોગીકરણ ક્ષમતા અને તે કેવી રીતે સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે તે વિશે શીખી ગયાં. ચાલો, હવે આપણે કાર્બનની ઈલેક્ટ્રોનીય રૂચના જોઈએ. કાર્બનનો પરમાણવીય-ક્રમાંક (atomic number) 6 છે. કાર્બનના વિવિધ કોષોમાં ઈલેક્ટ્રોનની વહેંચણી કેવી રીતે થશે ? કાર્બન કેટલા સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે ?

આપણે જાણીએ છીએ કે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતા સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાધ્યતમકક્ષા એટલે કે નિર્જિય વાયુ જેવી રૂચના પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિને આધારે સમજાવી શકાય છે. આયનીય સંયોજનોની રૂચના કરતાં તત્ત્વો તેઓની બાધ્યતમ કક્ષામાં ઈલેક્ટ્રોન મેળવીને કે ગુમાવીને તે પ્રાપ્ત કરે છે. કાર્બનના ડિસ્સામાં તેની બાધ્યતમ કક્ષામાં તે ચાર ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને નિર્જિય વાયુ જેવી રૂચના પ્રાપ્ત કરવા માટે તેણે ચાર ઈલેક્ટ્રોન મેળવવા અથવા ગુમાવવા જરૂરી છે. જો તેણે ઈલેક્ટ્રોન મેળવવા કે ગુમાવવા હોય તો, -

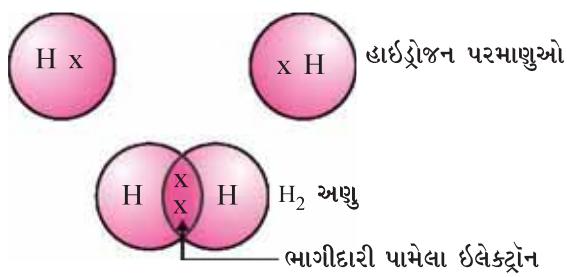
- તે ચાર ઈલેક્ટ્રોન મેળવીને  $C^{4-}$  એનાયન (ऋણાયન) બનાવી શકે છે, પરંતુ છ પ્રોટોન ધરાવતા પરમાણુકેન્દ્ર માટે દસ ઈલેક્ટ્રોન એટલે કે ચાર વધારાના ઈલેક્ટ્રોન સમાવવા મુશ્કેલ થઈ શકે છે.
- તે ચાર ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવીને  $C^{4+}$  કેટાયન (ધનાયન) બનાવી શકે છે. પરંતુ ચાર ઈલેક્ટ્રોન દૂર કરીને તેના પરમાણુ કેન્દ્રમાં છ પ્રોટોન વડે આકર્ષયેલા માત્ર બે ઈલેક્ટ્રોનને સમાવતો કાર્બન કેટાયન બનાવવા માટે મોટા પ્રમાણમાં ઊર્જાની જરૂર પડે છે.

કાર્બન બીજા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે અથવા અન્ય તત્ત્વોના પરમાણુઓ સાથે સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવે છે. માત્ર કાર્બન જ નહિ અન્ય અનેક તત્ત્વો આ પ્રકારે ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને આણુઓ બનાવે છે. ભાગીદારી પામતા ઈલેક્ટ્રોન બંને પરમાણુઓની બાધ્યતમ કક્ષાના ઈલેક્ટ્રોન હોય છે અને બંને પરમાણુઓને નિર્જિય વાયુ જેવી રૂચના પ્રાપ્ત કરવા તરફ દોરી જાય છે. કાર્બનનાં સંયોજનો તરફ જતાં પહેલાં ચાલો, આપણે સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી રૂચાતા કેટલાક સામાન્ય આણુઓ તરફ નજર કરીએ.

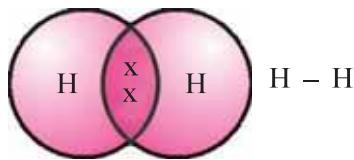
આ પ્રકારે રચાતો સૌથી સાઢો આણુ હાઇડ્રોજન છે. તમે પહેલા શીખી ગયાં છો, તે પ્રમાણે હાઇડ્રોજનનો પરમાણવીય-ક્રમાંક 1 છે. તેથી હાઇડ્રોજન તેની K કક્ષા(કોશ)માં એક ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને K કક્ષાને ભરવા માટે તેને વધુ એક ઈલેક્ટ્રોનની આવશ્યકતા છે. તેથી બે હાઇડ્રોજન કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

#### કોષ્ટક 4.1 કેટલાંક કાર્બનનાં સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

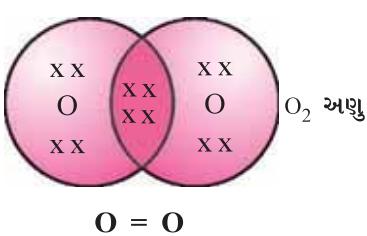
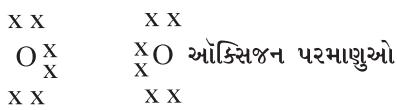
સંયોજન	ગલન- બિંદુ (K)	ઉત્કલન- બિંદુ (K)
ઓસિટિક ઓસિડ ( $CH_3COOH$ )	290	391
ક્લોરોફોર્મ ( $CHCl_3$ )	209	334
ઇથેનોલ ( $CH_3CH_2OH$ )	156	351
મિથેન ( $CH_4$ )	90	111



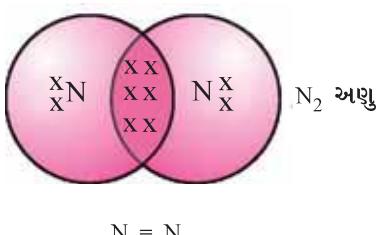
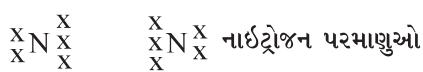
આફ્ટિ 4.1  
હાઈડ્રોજનનો અણુ



આફ્ટિ 4.2  
બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ



આફ્ટિ 4.3  
બે ઓક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ



આફ્ટિ 4.4  
બે નાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધ

પરમાણુઓ તેમના ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને હાઈડ્રોજન અણુ H<sub>2</sub> બનાવે છે. પરિણામે હાઈડ્રોજનનો પ્રત્યેક પરમાણુ તેની નજીકના નિષ્ઠિય વાયુ ડિલિયમ જેવી ઈલેક્ટ્રોનીય રચના પ્રાપ્ત કરે છે, જે તેની K કક્ષામાં બે ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે. આપણે તેનું નિરૂપણ ટપકાં અથવા ચોકીઓ કરીને સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન દર્શાવી શકીએ છીએ (આફ્ટિ 4.1).

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

કલોરિનનો પરમાણવીય-કમાંક 17 છે. તેની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના અને તેની સંયોજકતા શું થશે? કલોરિન દ્વિપરમાણવીય અણુ Cl<sub>2</sub>ની રચના કરે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો? ધ્યાન રાખો કે માત્ર સંયોજકતા કક્ષાના ઈલેક્ટ્રોનનું જ નિરૂપણ કરવાની આવશ્યકતા હોય છે.

ઓક્સિજનના ડિસ્સામાં આપણે બે ઓક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધનું નિર્માણ થયેલું જોઈએ છીએ. આમ થવાનું કારણ ઓક્સિજનનો પરમાણુ તેની L કક્ષા (ઓક્સિજનનો પરમાણવીય-કમાંક આઠ છે)માં છ ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને તેને અણક પૂર્ણ કરવા વધુ બે ઈલેક્ટ્રોનની આવશ્યકતા છે. તેથી દરેક ઓક્સિજન પરમાણુ અન્ય ઓક્સિજન પરમાણુ સાથે બે ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરી આફ્ટિ 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની રચના આપે છે. દરેક ઓક્સિજન પરમાણુ દ્વારા દાન થયેલા બે ઈલેક્ટ્રોન, ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી પામેલા બે જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે.

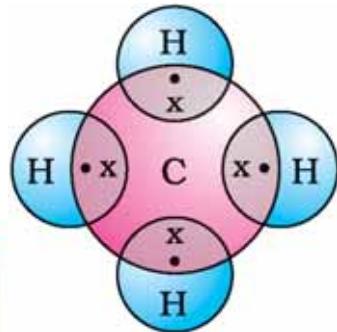
શું તમે એક ઓક્સિજન પરમાણુ અને બે હાઈડ્રોજન પરમાણુ વચ્ચેના બંધથી બનતા પાણીના અણુનું નિરૂપણ કરી શક્શો? શું અણુ એકલબંધ કે દ્વિબંધ ધરાવતો હશે?

નાઈડ્રોજનના દ્વિપરમાણવીય અણુના ડિસ્સામાં શું થશે? નાઈડ્રોજન 7 પરમાણવીય-કમાંક ધરાવે છે. તેની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના અને સંયોગીકરણ ક્ષમતા કેવી હશે? અણક પ્રાપ્ત કરવા માટે નાઈડ્રોજનના અણુમાં રહેલ પ્રત્યેક નાઈડ્રોજન પરમાણુ ત્રણ ઈલેક્ટ્રોનના ફાળા દ્વારા ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી પામેલી ત્રણ જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે. N<sub>2</sub>ની ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના અને તેના ત્રિબંધનું નિરૂપણ આફ્ટિ 4.4 પ્રમાણે કરી શકાય છે.

એમોનિયાનો અણુ NH<sub>3</sub> સૂત્ર ધરાવે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો કે જે તમામ ચારેય પરમાણુઓ કેવી રીતે નિષ્ઠિય 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 બળતાળ તરીકે બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે, તેમજ તે બાયોગેસ અને કોમ્પ્રેસ નેચરલ ગેસ (CNG)નો મુખ્ય ઘટક છે. તે કાર્બન દ્વારા બનતા સૌથી સામાન્ય સંયોજનોમાંનું એક છે. મિથેનનું સૂત્ર CH<sub>4</sub> છે. તમે જાણો છો તેમ હાઈડ્રોજનની સંયોજકતા 1 છે. કાર્બન ચતુર્થસંયોજક છે કારણ કે તે ચાર સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે. નિષ્ઠિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે કાર્બન હાઈડ્રોજનના ચાર પરમાણુ સાથે આફ્ટિ 4.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરે છે.

એવા બંધ કે જે બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઈલેક્ટ્રોન યુગમની ભાગીદારીથી બનેલા હોય તે સહસંયોજક બંધ તરીકે ઓળખાય છે. સહસંયોજક બંધ ધરાવતા અણુઓમાં પ્રબળ બંધ બનેલા જણાય છે, પરંતુ આંતરઆણવીય આકર્ષણબળ ઓછાં હોય છે. તેના કારણે આ સંયોજનોના ગલનનિંદુ અને ઉત્કલનનિંદુ નીચાં હોય છે. પરમાણુઓ વચ્ચે ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી થઈને વીજારવિહીન કણો ઉદ્ભવે છે, તેથી આવાં સહસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે વિદ્યુતના મંદવાહક હોય છે.



આકૃતિ 4.5

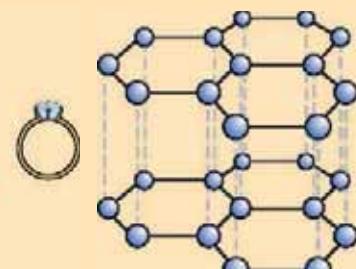
મિથેનની ઈલેક્ટ્રોન નિંદુ-રચના

### કાર્બનનાં અપરસ્પો

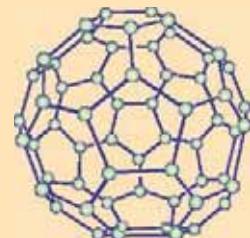
કાર્બન તત્ત્વ કુદરતમાં અનેક વિવિધ ભौતિક ગુણધર્મો સાથે જુદાં-જુદાં સ્વરૂપમાં પ્રાપ્ત થાય છે. હીરો અને ગ્રેફાઈટ બંને કાર્બન પરમાણુઓના જ બનેલા હોય છે, કાર્બન પરમાણુઓ જે રીતે એકબીજા સાથે બંધથી જોડાય છે તેના આધારે તેમાં તફાવત હોય છે. હીરામાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવીને સખત ત્રિપરિમાળીય રચના બનાવે છે. ગ્રેફાઈટમાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ત્રણ પરમાણુ સાથે સમાન સ્તરમાં બંધ બનાવીને પટકોળીય 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 પટકોળીય માળખા દ્વારા ગ્રેફાઈટનું બંધારણ રચાય છે.



હીરાનું બંધારણ



ગ્રેફાઈટનું બંધારણ



C-60 બકમિન્સ્ટર કુલેરિનનું  
બંધારણ

આ બંને જુદાં-જુદાં બંધારણોને કારણે હીરા અને ગ્રેફાઈટના ભौતિક ગુણધર્મો અત્યંત જુદા હોય છે, તેમ છીતાં તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે. હીરો અત્યાર સુધીનો સૌથી સખત જ્ઞાત પદાર્થ છે. જ્યારે ગ્રેફાઈટ લીસો (Smooth) અને ચીકણો (Slippery) છે. તમે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરેલ અન્ય અધાતુઓ કરતાં ગ્રેફાઈટ ખૂબ જ સારો વિદ્યુતનો સુવાહક પણ છે.

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

કુલેરિન્સ કાર્બનનાં અપરસ્પોનો અન્ય વર્ગ રૂપે છે. સૌપ્રथમ ઓળખાયેલ C-60 કે જે કૂટબોલના આકારની કાર્બન પરમાણુઓની ગોઠવણી ધરાવે છે. તે અમેરિકન આર્કિટેક્ચર બકમિન્સ્ટર કુલર (Buckminster Fuller) દ્વારા ડિઝાઇન કરેલ જિયોટેસિક ગુંબજ (Geodesic dome) જેવો દેખાય છે, તેથી આ અણુનું નામ કુલેરિન રાખવામાં આવ્યું.

### પ્રશ્નો

- CO<sub>2</sub> સૂત્ર ધરાવતા કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું ઈલેક્ટ્રોન નિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?
- સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓથી બનેલ સલ્ફર અણુનું ઈલેક્ટ્રોન નિંદુ-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 ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી દ્વારા સહસંયોજક બંધનું નિર્માણ જોયું છે. આપણે સરળ કાર્બન સંયોજન, મિથેનનું બંધારણ પણ જોયું છે. પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે એવા 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 જાહીતા 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 ડિસ્સામાં બે પરિબળો નોંધાયેલાં છે –

(i) કાર્બન અન્ય કાર્બનના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની અદ્વિતીય ક્ષમતા ધરાવે છે, જેથી મોટી સંખ્યામાં આણુઓ બને છે. આ ગુણધર્મને કેટેનેશન (Catenation) કહે છે.

આ સંયોજનો કાર્બનની લાંબી શૂંખલા, કાર્બનની શાખીત શૂંખલા 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 હુદે કેટેનેશનનો ગુણધર્મ જોવા મળે છે, તે કોઈ ભીજા તત્ત્વમાં જોવા મળતો નથી. સિલિકોન હાઇટ્રોજન સાથે જે સંયોજનો બનાવે છે, તેમાં સાત અથવા આઠ પરમાણુઓ સુધીની જ શૂંખલા 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. ઓક્સિજન, હાઇટ્રોજન, નાઈટ્રોજન, સલ્ફર, ક્લોરિન તથા અનેક અન્ય તત્ત્વોની સાથે કાર્બનનાં સંયોજનો બને છે, જેના કારણે એવા વિશિષ્ટ ગુણધર્મો ધરાવતાં સંયોજનો બને છે જે આણુમાં હાજર રહેલા કાર્બન સિવાયના તત્ત્વ પર આધાર રાખે છે.

વળી, કાર્બન મોટા ભાગનાં 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 ઈલેક્ટ્રોન યુંમોને મજબૂતાઈથી જકડી રાખે છે. મોટા પરમાણુઓ ધરાવતાં તત્ત્વો દ્વારા બનતા બંધો અત્યંત નિર્બળ હોય છે.

## કાર્બનિક સંયોજનો

કાર્બનમાં જોવા મળેલ બે વિશિષ્ટ લક્ષણો, ચતુઃસંયોજકતા 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 નિર્જર્ખણ શરૂઆતમાં ફુદરતી પદાર્થોમાંથી કરવામાં આવ્યું હતું અને એમ વિચારવામાં આવ્યું હતું કે આ કાર્બન સંયોજનો અથવા કાર્બનિક સંયોજનો માત્ર જીવંત પ્રજાલીમાંથી મેળવી શકાય છે. તેમના સંશોધણા માટે એક 'મહત્વપૂર્ણ બળ' (Vital Force) જરૂરી છે તેમ માનવામાં આવતું હતું. ફ્રેડરિક વોહલર (Friedrich Wohler) 1828માં એમોનિયમ સાયનેટમાંથી યૂરિયાની બનાવટ દ્વારા તેનું ખંડન કર્યું, પરંતુ કાર્બાઈડ, કાર્બનના ઓક્સાઈડ, 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)

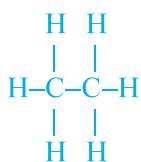
આપણે પહેલા જ મિથેનનું બંધારણ જોઈ ગયેલ છીએ. કાર્બન અને હાઇડ્રોજન વચ્ચે બનતું અન્ય સંયોજન  $C_2H_6$  સૂત્ર ધરાવતું ઈથેન છે. સરળ કાર્બન સંયોજનોના બંધારણ મેળવવા માટેનું પ્રથમ સોપાન કાર્બન પરમાણુઓને એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડવા (આકૃતિ 4.6 a) અને ત્યાર બાદ કાર્બનની બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને સંતોષવા માટે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનો ઉપયોગ કરવો તે છે (આકૃતિ 4.6 b). ઉદાહરણ તરીકે, ઈથેનનું બંધારણ નીચે દર્શાવેલાં સોપાનોમાં મેળવવામાં આવે છે -



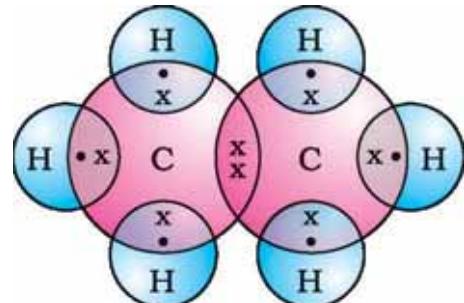
સોપાન 1

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

(c) ઈથેનનું ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-નિરૂપણ

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

ઈથેનનું ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-નિરૂપણ આકૃતિ 4.6(c)માં દર્શાવેલી છે.

શું તમે આ જ પ્રકારે પ્રોપેનનું બંધારણ દોરી શકો, કે જેનું આઇવીય 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 કિયાશીલ હોતાં નથી.

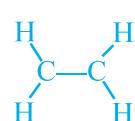
જોકે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના એક અન્ય સંયોજનનું સૂત્ર  $C_2H_4$  છે અને તેને ઈથીન કહે છે. આ અણુનું નિરૂપણ કેવી રીતે કરી શકાય ? આપણે ઉપર પ્રમાણે જ તબક્કાવાર અભિગમ અનુસરીશું.

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

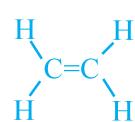
આપણે જોઈએ છીએ કે દરેક કાર્બનની એક સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે (સોપાન 2). તે ત્યારે જ સંતોષાઈ શકે કે જ્યારે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ હોય (સોપાન 3), જે ઈથીનની ઈલેક્ટ્રોન કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો



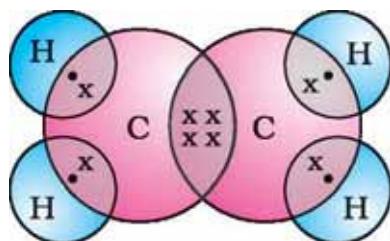
સોપાન -1



સોપાન -2



સોપાન -3



બિંદુ-રચના આકૃતિ 4.7માં આપેલ છે. હાઇડ્રોજન અને કાર્ਬનનું અન્ય સંયોજન  $C_2H_2$  સૂત્ર ધરાવે છે તેને ઈથાઈન કહેવાય છે. શું તમે ઈથાઈનની ઈલેક્ટ્રોન 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 ડિયાશીલ હોય છે.

#### આકૃતિ 4.7

ઈથીનનું બંધારણ

#### 4.2.2 શૂંખલાઓ, શાખાઓ અને વલયો (Chains, Branches and Rings)

આગળના વિભાગમાં આપણે કમશ: 1, 2 અને 3 કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનો મિથેન, ઈથેન તથા પ્રોપેનનો ઉલ્લેખ કરેલ છે. કાર્બન પરમાણુઓની આ પ્રકારની શૂંખલાઓ ઘણા કાર્બન પરમાણુ ધરાવી શકે છે. તે પૈકીના ઇના 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	$CH_4$	$  \begin{array}{c}  H \\    \\  H-C-H \\    \\  H  \end{array}  $
2	ઈથેન	$C_2H_6$	$  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  H-C-C-H \\    \quad   \\  H \quad H  \end{array}  $
3	પ્રોપેન	$C_3H_8$	$  \begin{array}{c}  H \quad H \quad H \\    \quad   \quad   \\  H-C-C-C-H \\    \quad   \quad   \\  H \quad H \quad H  \end{array}  $
4	બ્યુટેન	$C_4H_{10}$	$  \begin{array}{c}  H \quad H \quad H \quad H \\    \quad   \quad   \quad   \\  H-C-C-C-C-H \\    \quad   \quad   \quad   \\  H \quad H \quad H \quad H  \end{array}  $
5	પેન્ટેન	$C_5H_{12}$	$  \begin{array}{c}  H \quad H \quad H \quad H \quad H \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  H-C-C-C-C-C-H \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \\  H \quad H \quad H \quad H \quad H  \end{array}  $
6	હેક્સેન	$C_6H_{14}$	$  \begin{array}{c}  H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\  H-C-C-C-C-C-C-H \\    \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\  H \quad H \quad H \quad H \quad H \quad H  \end{array}  $

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 આણવીય સૂત્ર પરંતુ બિન્ન બંધારણો ધરાવતાં આવાં સંયોજનોને બંધારણીય સમઘટકો (Structural Isomers) કહે છે.

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

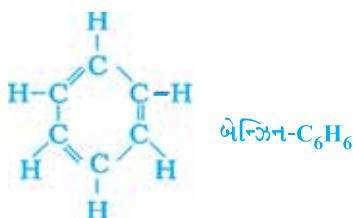


(a)

(b)

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

શું તમે સાયક્લોહેક્ઝેન માટે ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો? સરળ શૂંખલા, શાખીય શૂંખલા અને ચક્કિય કાર્બન સંયોજનો, તમામ સંતૃપ્ત અથવા અસંતૃપ્ત હોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે બેન્જિન,  $C_6H_6$  નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



આકૃતિ 4.10 બેન્જિનનું બંધારણ

આ તમામ કાર્બન સંયોજનો કે જે માત્ર કાર્બન અને 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 આલ્કાઈન 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, ઓક્સિજન, નાઇટ્રોજન અને સલ્ફર સાથે કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

પણ બંધ બનાવે છે. હાઈડ્રોકાર્બન શુંખલામાં આ તત્ત્વો એવી રીતે એક અથવા વધુ હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે કે જેથી કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષમેલી રહે. આવાં સંયોજનોમાં, હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતા તત્ત્વને વિષમપરમાણુ (Heteroatom) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ વિષમ

#### કોષ્ટક 4.3 કાર્બન સંયોજનોમાં કેટલાક કિયાશીલ સમૂહો

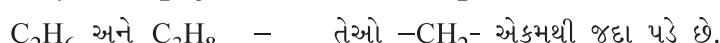
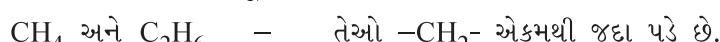
વિષમ પરમાણુ	કિયાશીલ સમૂહ	કિયાશીલ સમૂહનું સૂત્ર
C1/Br	હેલો-(ક્લોરો/બ્રોમો)	-Cl, -Br (હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે વિસ્થાપિતો)
ઓક્સિજન	1. આલ્કોહોલ 2. આલ્ફાઇડ 3. કિટોન 4. કાર્બોક્સિલિક ઓસિડ	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{C} \\    \\ \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$

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 શુંખલાની લંબાઈ અને સ્વભાવ પર આધારિત નથી હોતા તેથી તેમને કિયાશીલ સમૂહો (Functional Groups) કહે છે. કેટલાક મહત્વના કિયાશીલ સમૂહો કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવેલ છે. સમૂહની મુક્ત સંયોજકતા અથવા સંયોજકતાઓ એકલ રેખા દ્વારા દર્શાવાય છે. કિયાશીલ સમૂહ આ સંયોજકતા દ્વારા એક હાઈડ્રોજન પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરીને કાર્બન શુંખલા સાથે જોડાયેલા રહે છે.

#### 4.2.4 સમાનધર્મી શ્રેણી (Homologous Series)

તમે જોયું છે કે કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને અલગ-અલગ લંબાઈની શુંખલાઓ બનાવે છે. આવી શુંખલાઓ શાખીય પણ હોઈ શકે છે. વધુમાં આ કાર્બન શુંખલાઓ પર રહેલ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓને ઉપર દર્શાવેલા કિયાશીલ સમૂહો પૈકી કોઈ પણ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરી શકાય છે. આલ્કોહોલ જેવા કિયાશીલ સમૂહની હાજરી કાર્બન સંયોજનના ગુણધર્મો સૂચ્યવે છે, ભલે પણી કાર્બન શુંખલાની લંબાઈ ગમે તેટલી હોય. ઉદાહરણ તરીકે,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ , તથા  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ઘણી સમાનતા છે. આમ, સંયોજનોની એવી શ્રેણી કે જેમાં કાર્બન શુંખલામાં રહેલ હાઈડ્રોજનને સમાન પ્રકારના કિયાશીલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવેલ હોય, તેને સમાનધર્મી શ્રેણી કહે છે.

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



હવે પણીની જોડી - પ્રોપેન અને બ્યુટેન ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) વચ્ચે શું તફાવત છે ?

શું તમે આ જોડીઓ વચ્ચે આણવીય દળોના તફાવત શોધી શકો છો (કાર્બનનું પરમાણવીય દળ 12 માં અને હાઈડ્રોજનનું પરમાણવીય દળ 1 માં) ?

તેવી જ રીતે, આલ્કીનની સમાનધર્મી શ્રેણી લો. શ્રેણીનો પ્રથમ સત્ય ઈથિન છે કે જે વિભાગ 4.2.1માં જ આવી ગયેલ છે. ઈથિનનું સૂત્ર શું છે ? આલ્કીન શ્રેણીના કંબિક સત્યો  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  અને  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  સૂત્રો ધરાવે છે. શું તેઓ પણ  $-\text{CH}_2-$  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 આલ્કાઈનનું સામાન્ય સૂત્ર બનાવી શકો?

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

#### પ્રવૃત્તિ 4.2

- (a)  $CH_3OH$  અને  $C_2H_5OH$  (b)  $C_2H_5OH$  અને  $C_3H_7OH$  અને  $C_4H_9OH$  માટે સૂત્રો તથા આણવીયદળના તફાવતની ગણતરી કરો.
- આ ત્રણેય વચ્ચે કોઈ સમાનતા છે?
- આ આલ્કોહોલને કાર્બન પરમાણુઓના ચડતા કમમાં ગોઠવો અને એક જૂથ બનાવો. શું આપણે આ જૂથને સમાનધર્મી શ્રેષ્ઠી કહી શકીએ?
- કોષ્ટક 4.3માં આપેલ અન્ય કિયાશીલ સમૂહો માટે ચાર કાર્બન સુધીનાં સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેષ્ઠી તૈયાર કરો.

#### 4.2.5 કાર્બન સંયોજનોનું નામકરણ (Nomenclature of Carbon Compounds)

સમાનધર્મી શ્રેષ્ઠીમાં સંયોજનોનાં નામોનો આધાર મૂળભૂત કાર્બનની એવી શુંખલાઓ પર રહેલો છે, કે જેમાં કિયાશીલ 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) કિયાશીલ સમૂહ હાજર હોય તો તેને પૂર્વગ અથવા પ્રત્યય સહિત સંયોજનના નામમાં દર્શાવાય છે. (કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે)
- (iii) જો કિયાશીલ સમૂહનું નામ પ્રત્યયના આધારે આપવામાં આવે અને કિયાશીલ સમૂહનો પ્રત્યય *a, e, i, o, u* જોવા સ્વરથી શરૂ થતો હોય તો કાર્બન શુંખલાના છે (e) દૂર કરીને તેમાં યોગ્ય પ્રત્યય લગાવીને નામ અપાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ક્રીટોન સમૂહ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શુંખલાને નીચેની રીતે નામ અપાય છે –  
 $propane - 'e' = propan + 'one' = propanone$  પ્રોપેનોન
- (iv) જો કાર્બન શુંખલા અસંતૃપ્ત હોય તો, કાર્બન શુંખલાના નામમાં રહેલ અંતિમ ‘એન’ (ane) ને કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ‘ઈન’ (ene) અથવા ‘આઈન’ (yne) દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે દ્વિબંધ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શુંખલા પ્રોપીન (Propene) કહેવાય છે અને જો તે ત્રિબંધ ધરાવે તો તેને પ્રોપાઈન (Propyne) કહેવાય છે.

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

#### કોષ્ટક 4.4 કાર્ਬનિક સંયોજનોનું નામકરણ

સંયોજનનો વર્ગ	પૂર્વગ/પ્રત્યા	ઉદાહરણ
1. હેલોઆલ્ફન	પૂર્વગ-ક્લોરો, બ્રોમો વગેરે	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{Cl} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ ક્લોરોપ્રોપેન
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{Br} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ બ્રોમોપ્રોપેન
2. આલ્કોહોલ	પ્રત્યા-ઓલ	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{OH} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનોલ
3. આલ્ડિહાઈડ	પ્રત્યા-આલ	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}=\text{O} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનાલ
4. કિટોન	પ્રત્યા-ઓન	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનોન
5. કાર્બોક્સિલિક એસિડ	પ્રત્યા-ઓઈક એસિડ	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O} \\   &   &    \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{OH} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનોઈક એસિડ
6. આલ્કીન	પ્રત્યા-ઈન	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}=\text{C} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપીન
7. આલ્કાઈન	પ્રત્યા-આઈન	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ પ્રોપાઈન

#### પ્રશ્નો

- પેન્ટેન માટે તમે કેટલાં બંધારણીય સમયટકો દોરી શકો ?
- કાર્બનના બે ગુણધર્મો ક્યા છે, જેના કારણે આપણી ચારેય તરફ કાર્બન સંયોજનોની વિશાળ સંખ્યા આપણે જોઈએ છીએ ?
- સાયકલો પેન્ટેનનું સૂત્ર અને ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના શું થશે ?

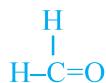
4. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના બંધારણ દોરો :

- (i) ઈથેનોઇક ઓસિડ                                  (ii) બ્રોમોપેન્ટેન\*
- (iii) બ્યુટેનોન    (iv) ડેક્ઝેનાલ

\*શું બ્રોમોપેન્ટેનના બંધારણીય સમઘટક શક્ય છે ?

5. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોનું નામ તમે કેવી રીતે આપશો ?

- (i)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$     (ii)



### 4.3 કાર્બન સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મો

#### (Chemical Properties of Carbon Compounds)

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

##### 4.3.1 દહન (Combustion)

કાર્બન, તેનાં બધાં જ અપરાપોમાં, હવામાં દહન પામીને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ આપે છે અને સાથે-સાથે ઉઘા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. મોટા ભાગનાં કાર્બન સંયોજનો પણ દહન દ્વારા વધુ પ્રમાણમાં ઉઘા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. આ ઓક્સિસેશન પ્રક્રિયાઓ છે કે જેના વિશે તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં શીખી ગયાં છો -



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

#### પ્રવૃત્તિ 4.3

**ચેતવણી :** પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

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

#### પ્રવૃત્તિ 4.4

- એક બન્સેન બર્નર ચાલુ કરો અને જુદા-જુદા પ્રકારની જ્યોત/ધૂમાડાની 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 ધૂમાડારહિત જ્યોત આપે છે જ્યારે અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો ખૂબ જ કાળા ધૂમાડા 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 ઉદ્ભબે છે. ઘરમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ગેસ/કોરોસીન સ્ટવમાં હવા માટે પ્રવેશમાર્ગ હોય છે, જેનાથી પૂરતા પ્રમાણમાં ઓક્સિજનયુક્ત મિશ્રણ કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

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 બળતણાનો વ્યય થઈ રહ્યો છે. કોલસો તથા પેટ્રોલ જેવાં બળતણોમાં થોડી માત્રામાં નાઈટ્રોજન તેમજ સલ્ફર હોય છે, જેના દહનને કારણે સલ્ફર તથા નાઈટ્રોજનના ઓક્સાઇડનું નિર્માણ થાય છે જે પર્યાવરણના મુખ્ય પ્રદૂષક છે.

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

શું તમે ક્યારેય કોલસા અથવા લાકડાની આગ જોઈ 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 ગોસસ્ટવનો એલ.પી.જી. સળગતી વખતે જ્યોત ઉત્પન્ન કરે છે. તમે જોશો કે ચૂલ્હામાં સળગતો કોલસો અથવા ચારકોલ કેટલીક વખત લાલ રંગથી પ્રજવલિત થાય છે તથા વગર જ્યોતે ઉઘા આપે છે. એવું એટલા માટે થાય છે, કે માત્ર વાયુ પદાર્થોના સળગવાથી જ્યોત ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડું અથવા કોલસો સળગાવતાં તેમાં હાજર રહેલા બાધ્યશીલ પદાર્થો વાય-સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે તથા શરૂઆતમાં જ્યોત સાથે સળગે છે.

વાયુ પદાર્થોના પરમાણુઓને ઉઘા 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. ગોસસ્ટવની જ્યોતમાં તાંબાના તારને સળગાવવાનો પ્રયત્ન કરો તથા તેના રંગનું અવલોકન કરો. તમે જોયું હશે કે અપૂર્ણ દહનથી કાળી જ્યોત ઉદ્ભબવે છે જે કાર્બન હોય છે. તેના આધારે તમે મીણબત્તીની પીળા રંગની જ્યોતનું શું કારણ બતાવશો ?

### કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ જૈવભારથી થયું છે કે જે જુદી-જુદી જૈવિક અને ભૂગર્ભિય પ્રક્રિયાઓને આધિન છે. કોલસો વૃક્ષો, ત્રિઅંગી જેવી અન્ય વનસ્પતિઓ કે જે લાખો વર્ષો પહેલાં જીવિત હતી તેના અવશેષ છે. તેઓ ભૂકૂપ અથવા જવાળામુખી વિસ્કોટને કારણે જમીનમાં દટાઈ ગયા. જમીનના સ્તરો તથા ખડકોને કારણે તેઓ દબાઈ ગયા તથા ધીમે-ધીમે ક્ષય પામી તે કોલસો બની ગયા. તેથી તથા વાયુ લાખો વર્ષો જૂના સમુદ્રી ધોડ તથા સજીવોના અવશેષ છે તે મૂત થવાથી તેમના શરીર સમુદ્રના તણિયામાં ડૂબી ગયા તથા દરિયાઈ કાદવથી ઢંકાઈ ગયા. તેમના મૂત અવશેષો પર બેંકેરિયાના આકમણથી, ઊંચા દબાડાની અસર હેઠળ તેથી અથવા વાયુનું નિર્માણ થયું અને કાદવ ધીરે-ધીરે દબાઈને ખડક બની ગયા. જેમ સ્પોન્જમાં પાણી ભરાઈ જાય તેમ તેથી અને વાયુ ખડકના છિદ્રિષ્ટ ભાગોમાં ભરાવા લાગ્યા. શું તમે વિચારી શકો છો કે કોલસા અને પેટ્રોલિયમને અશિખ બળતણ (Fossil Fuels) શા માટે કહેવાય છે ?

### 4.3.2 ઓક્સિડેશન (Oxidation)

#### પ્રવૃત્તિ 4.5

- એક કસણળીમાં આશરે 3 mL ઈથેનોલ લો તથા જળ ઉભાક (Water Bath)માં ધીમે-ધીમે હુંફાળું ગરમ કરો.
- આ દ્રાવણમાં આલ્કલાઈન પોટેશિયમ પરમેન્ગોનેટનું 5% દ્રાવણ ટીપે-ટીપે ઉમરો.
- જ્યારે તે શરૂઆતમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટેશિયમ પરમેન્ગોનેટનો રંગ તેનો તે જ રહે છે ?
- વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટેશિયમ પરમેન્ગોનેટનો રંગ શા માટે દૂર થતો નથી ?

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ વિશે શીખી ગયાં છો. કાર્બન સંયોજનોનું દહન કરતાં તેમનું સરળતાથી ઓક્સિડેશન કરી શકાય છે. આ પૂર્ણ ઓક્સિડેશન ઉપરાંત એવી પ્રક્રિયાઓ છે કે જેમાં આલ્કોહોલ કાર્బોક્સિલિક ઓસિડમાં ફેરવાય છે —



આપણે જોઈએ છીએ કે કેટલાક પદાર્�ો અન્ય પદાર્થોમાં ઓક્સિઝન ઉમેરવા માટે સક્ષમ હોય છે, જેને ઓક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

આલ્કાઇન પોટોશિયમ પરમેન્જોનેટ અથવા ઑસિડિક પોટોશિયમ ડાયક્રોમેટ આલ્કોહોલનું કાર્બોક્સિલિક ઑસિડમાં ઓક્સિડેશન કરે છે. એટલે કે તે શરૂઆતની સામગ્રીમાં ઓક્સિઝન ઉમેરે છે. તેથી તે ઓક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

#### 4.3.3 ધોગશીલ પ્રક્રિયા (Addition Reaction)

પેલેઓડિયમ અથવા નિકલ જેવા ઉદ્દીપકોની હાજરીમાં અસંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બનમાં હાઈડ્રોજન ઉમેરાઈને સંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન 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 વનસ્પતિ તેલના હાઈડ્રોજનીકરણ નિકલ ઉદ્દીપકના ઉપયોગ દ્વારા થાય છે. વનસ્પતિ તેલ સામાન્ય રીતે લાંબી અસંતૃપ્ત કાર્બન શૂંખલા ધરાવે છે જ્યારે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત કાર્બન શૂંખલા હોય છે.



તમે જોયું જ હશે છે કે જાહેરાતોમાં કહેવામાં આવે છે કે, વનસ્પતિ તેલ ‘સ્વાસ્થ્યવર્ધક’ હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રાણીજ ચરબીમાં સંતૃપ્ત ફેટીઓસિડ હોય છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે નુક્સાનકારક કહેવાય છે. ખોરાક રાંધવા માટે અસંતૃપ્ત ફેટીઓસિડ ધરાવતા તેલ પસંદ કરવા જોઈએ.

#### 4.3.4 વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Substitution Reaction)

સંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન અત્યંત બિનપ્રતિક્યાત્મક હોય છે અને મોટા ભાગના પ્રક્રિયકોની હાજરીમાં નિષ્ઠિય હોય છે. તેમ છીતાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં હાઈડ્રોકાર્બનમાં કલોરિન ઉમેરવાની પ્રક્રિયા ખૂબ જરૂરી થાય છે. કલોરિન એક પછી એક હાઈડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરે છે. તેને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે કારણ કે એક પ્રકારના પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનો સમૂહ અન્યનું સ્થાન લે છે. સામાન્ય રીતે ઊંચા સમાનવર્મી આલેન સાથે અનેક નીપજોનું નિર્માણ થાય છે.



#### પ્રશ્નો

- ઇથેનોલનું ઇથેનોઇક ઑસિડમાં રૂપાંતર શા માટે ઓક્સિડેશન-પ્રક્રિયા છે ?
- ઓક્સિઝન અને ઇથાઇનનું મિશ્રણ વેલ્ડિંગ માટે સણગાવવામાં આવે છે. શું તમે કહી શકો કે શા માટે ઇથાઇન અને હવાના મિશ્રણનો ઉપયોગ થતો નથી ?



#### 4.4 કેટલાંક મહત્વપૂર્ણ કાર્બન સંયોજનો : ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઑસિડ

#### (Some Important Carbon Compounds – Ethanol and Ethanoic Acid)

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

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

#### 4.4.1 ઈથેનોલના ગુણવર્મો (Properties of Ethanol)

ઓરડાના તાપમાને ઈથેનોલ પ્રવાહી છે. (ઇથેનોલના ગલન તેમજ ઉત્કલનબિંદુ માટે કોષ્ટક 4.1નો સંદર્ભ લો.) ઈથેનોલને સામાન્ય રીતે આલ્કોહોલ કહેવાય છે અને તે તમામ આલ્કોહોલિક પીણાંનો સક્રિય ઘટક છે. વધુમાં તે સારો દ્રાવક હોવાથી, તે દવાઓ જેવી કે ટિંકચર આયોડિન, કષ સિરપ તેમજ અનેક ટોનિક્સમાં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ઈથેનોલ તમામ પ્રમાણમાં પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. મંદ ઈથેનોલનું 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 અલ્ફમાત્રા લેવી પણ ધાતક છે. લાંબા ગાળાના આલ્કોહોલનું સેવન પણ અનેક સ્વાસ્થ્ય-સમસ્યાઓ તરફ દોરી જાય છે.

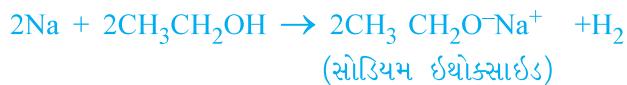
#### ઇથેનોલની પ્રક્રિયાઓ (Reactions of Ethanol)

(i) સોડિયમ સાથે પ્રક્રિયા –

##### પ્રવૃત્તિ 4.6

શેક્ષક દ્વારા નિર્દર્શન –

- ઈથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ)માં ભાતના બે દાખાના કદ જેટલો સોડિયમનો નાનો દુકડો નાંખો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમે ઉદ્ભબતા વાયુને કેવી રીતે ચકાસશો ?



આલ્કોહોલની સોડિયમ સાથેની પ્રક્રિયા હાઈડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે. ઈથેનોલ સાથે અન્ય નીપજ સોડિયમ ઈથોક્સાઈડ હોય છે. શું તમે યાદ કરી શકો કે અન્ય કયા પદાર્થો ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા હાઈડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે ?

(ii) અસંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન આપતી પ્રક્રિયા : ઈથેનોલને વધુ સાંક્રસિક એસિડ સાથે 443 K તાપમાને ગરમ કરતાં ઈથેનોલના નિર્જળીકરણના પરિણામે ઈથિન મળે છે.



સાંક્રસિક એસિડને નિર્જળીકરણકર્તા (dehydrating agent) ગણી શકાય કે જે ઈથેનોલમાંથી પાણી દૂર કરે છે.

#### આલ્કોહોલ જીવિત મનુષ્યો પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

જ્યારે વધુ માત્રામાં ઈથેનોલનું સેવન કરવામાં આવે ત્યારે તે ચ્યાપચયની કિયાને ધીમી કરી નાખે છે તેમજ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (Central Nervous System) નિર્બણ કરી નાખે તેના પરિણામે તાલમેલની ઊંઘાપ, માનસિક દુવિધા, આણસ, સામાન્ય નિરોધન ઘટાડે છે અને અંતે બેછેશી આવી શકે છે. વ્યક્તિ રાહત અનુભવે છે, પરંતુ તેને જ્યાલ નથી આવતો કે તેની વિચારવાની સૂજ, સમય-નિયંત્રણ સૂજ તથા સ્નાયુઓના તાલમેલમાં ગંભીર રીતે ઘટાડે થાય છે. ઈથેનોલથી વિપરીત મિથેનોલ થોડી માત્રામાં લેવાથી પણ મૃત્યુ થઈ શકે છે. યકૃતમાં મિથેનોલ ઓક્સિડેશન પામી મિથેનાલ બની જાય છે. મિથેનાલ યકૃતના કોષોનાં ઘટકો સાથે ત્વરિત પ્રક્રિયા કરવા લાગે છે જેથી જીવરસનું એવી જ રીતે સ્કેંદન(ગંઠાઈ જવું) થાય છે, જે રીતે ઈંડાને ગરમ કરવાથી થાય છે. મિથેનોલ દિચ્યેતાને પણ અસર પહોંચાડે છે. જેનાથી વ્યક્તિ અંધ થઈ શકે છે. ઈથેનોલ એક મહત્વનું ઔદ્યોગિક દ્રાવક છે. ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે તૈયાર ઈથેનોલનો દુરુપયોગ થતો રોકવા માટે તેમાં મિથેનોલ જેવો જેરી 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.

#### 4.4.2 ઇથેનોઈક ઓસિડના ગુણધર્મો

##### (Properties of Ethanoic Acid)

ઇથેનોઈક ઓસિડને સામાન્ય રીતે ઓસિટિક ઓસિડ કહેવામાં આવે છે તેમજ તે કાર્બોક્સિલિક ઓસિડ તરીકે ઓળખાતા ઓસિડના સમૂહનો સત્ય છે. ઓસિટિક ઓસિડના પાણીમાં બનાવેલ 5-8 % દ્વાવણને સરકો (વિનેગર) કહે છે અને તેનો અથાણામાં સંરક્ષક (Preservative) તરીકે ઉપયોગ થાય છે. શુદ્ધ ઇથેનોઈક ઓસિડનું ગલનબિંદુ 290 K છે અને તેથી જ શિયાળામાં ઠંડી આબોહવામાં તે થીજ જાય છે. તેને કારણે તેનું નામ જ્વેસિયલ ઓસિટિક ઓસિડ છે.

કાર્બોક્સિલિક ઓસિડના નામે ઓળખાતો કાર્બનિક સંયોજનોનો સમૂહ દેખીતી રીતે તેની વિશિષ્ટ ઓસિડિતા દ્વારા વર્ગીકૃત થાય છે. જોકે ખનીજ ઓસિડ જેવા કે HCl કે જે સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામે છે. તેનાથી ઊલદું કાર્બોક્સિલિક ઓસિડ નિર્ભળ ઓસિડ છે.

##### પ્રવૃત્તિ : 4.8

- એક કસનળીમાં 1 mL ઇથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ) અને 1 mL જ્વેસિયલ ઓસિટિક ઓસિડ અને સાથે સાથે સાંદ્ર સદ્ધયુર્કિક ઓસિડના થોડા ટીપા ઉમેરો.
- આદૃતિ 4.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેને ઓછામાં ઓછી પાંચ મિનિટ સુધી જળ ઉભકમાં હૂંફાળું ગરમ કરો.
- હવે તેને 20-50 mL પાણી ધરાવતા બીકરમાં રોડો અને તે મિશ્રણને સૂંઘો.

ઇથેનોઈક ઓસિડની પ્રક્રિયાઓ :

- (i) એસ્ટરીકરણ પ્રક્રિયા : એસ્ટર મુખ્યત્વે ઓસિડ અને આલ્કોહોલની પ્રક્રિયાથી બને છે. ઇથેનોઈક ઓસિડ ખનીજ ઓસિડ ઉદ્વિપકની હાજરીમાં પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી એસ્ટર બનાવે છે.

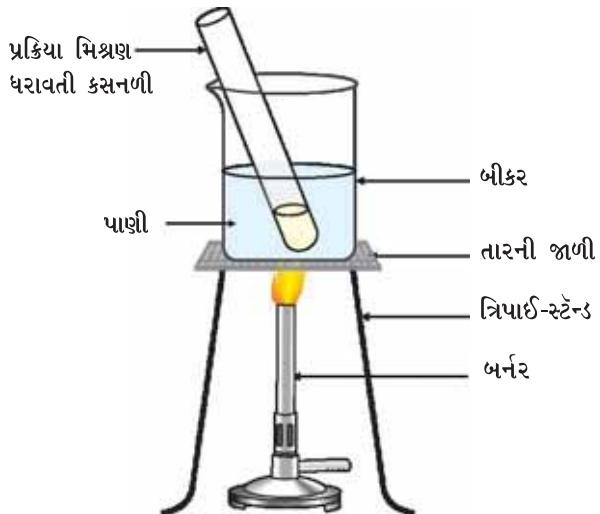


એસ્ટર મીઠી વાસ ધરાવતા પદાર્થો છે. તેનો ઉપયોગ અત્યર બનાવવા અને સ્વાદ ઉત્પન્ન-કર્તા પદાર્થ તરીકે થાય છે. સોલિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ જે આલ્કલી છે તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતાં એસ્ટરનું રૂપાંતર પાછું આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઓસિડના સોલિયમ ક્ષારમાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા સાબુનીકરણ (Saponification) કહેવાય છે કારણ કે તે સાબુની બનાવતમાં વપરાય છે. સાબુની લાંબી શૂંખલાયુક્ત કાર્બોક્સિલિક ઓસિડના સોલિયમ અથવા પોટોશિયમ ક્ષારો છે.

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

##### પ્રવૃત્તિ 4.7

- લિટમસપેપર અને સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરી મંદ ઓસિટિક ઓસિડ અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઓસિડ બંનેની pHની સરખામણી કરો.
- શુદ્ધ લિટમસ પેપર કસોટી દ્વારા બંને ઓસિડની ઓળખ થાય છે ?
- શુદ્ધ સાર્વત્રિક સૂચક તેમને એકસરખી પ્રબળતા ધરાવતા ઓસિડ દર્શાવે છે ?





- (ii) બેઠજ સાથે પ્રક્રિયા : ખનીજ ઓસિડની માફક, ઈથેનોઇક ઓસિડ સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ જેવા બેઠજ સાથે પ્રક્રિયા કરી શાર (સોડિયમ ઈથેનોએટ અથવા સામાન્ય રીતે કહેવાતો સોડિયમ ઓસિટેટ) તથા પાણી બનાવે છે.

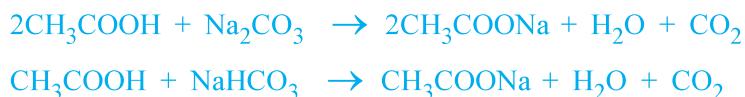


ઈથેનોઇક ઓસિડ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? આ જાણવા માટે ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 4.9

- પ્રકરણ 2, પ્રવૃત્તિ 2.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણા કરો.
- એક કસનળીમાં એક સ્પેચ્યુલા (spatula) ભરીને સોડિયમ કાર્બોનેટ લો અને તેમાં 2 mL મંદ ઈથેનોઇક ઓસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉદ્ભવતા વાયુને તાજા બનાવેલા ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું ઈથેનાઇક ઓસિડ 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 : ઈથેનોઇક ઓસિડ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી શાર, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણી બનાવે છે. ઉત્પન્ન થતા શારને સામાન્ય રીતે સોડિયમ એસિટેટ કહેવાય છે.

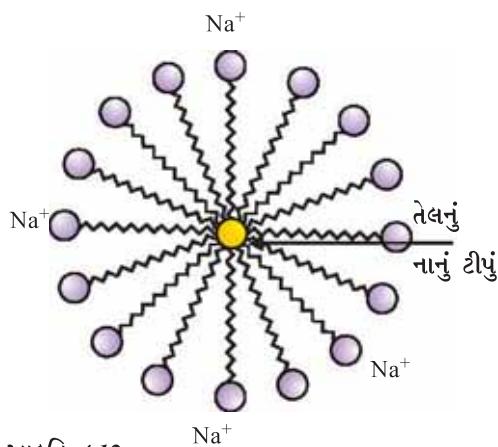


#### પ્રશ્નો

1. પ્રાયોગિક ધોરણે તમે આલોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક ઓસિડને કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?
2. ઓક્સિડેશનકર્તા એટલે શું ?



## 4.5 સાબુ અને પ્રક્ષાલકો (Soaps and Detergents)



#### 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 દ્રાવકણાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- હવે બંને કસનળીને એક્સમાન સમય માટે વધુ હલાવો.
- શું તમે તેમને હલાવવાનું બંધ કર્યા પછી તરત ૪ 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. મોટે ભાગે મેલ (dirt) સ્વભાવે તૈલી હોય છે અને તમે જાણો છો તેમ, તેલ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ શકતું નથી. સાબુના અણુ લાંબી શૂંખલા ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક ઓસિડના સોડિયમ અથવા પોટોશિયમ કાર છે. સાબુનો આયનીય છેડો પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે, જ્યારે કાર્બન શૂંખલા તેલમાં દ્રાવ્ય થાય 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 પાયસો (ઇમલ્શન)ની રચના કરે છે. આમ, સાબુનું મિસેલ મેલને પાણીમાં ખેંચી લાવવામાં મદદ કરે છે અને આપણો આપણાં કપડાં ધોઈને ચોખ્ખાં કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.13).

શું તમે સાબુને હાઈડ્રોકાર્બનમાં ઓગાળવાથી બનતી મિસેલની સંરચના દોરી શકશો ?

**મિસેલ**

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

પાણીની અંદર આ અણુઓની એક વિશિષ્ટ પ્રકારની ગોઠવણી હોય છે જે હાઈડ્રોકાર્બન ભાગને પાણીની બહાર રાખે છે. આમ, જળવિરાગી પુંછડી ઝૂમખા (ગુંચા)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 એકનિત થાય છે. આ મિસેલ દ્રાવણમાં કલિલ સ્વરૂપે રહે છે આયન-આયન વચ્ચેના અપાર્કષણના કારણો તે અવક્ષેપિત થવા માટે એકત્ર થતાં નથી. આમ, મિસેલમાં નિલંબિત થયેલા મેલને આસાનીથી ધોઈ શકાય છે. સાબુના મિસેલ મોટા પાયે પ્રકાશનું પ્રક્રીષ્ણન કરી શકે છે. આ જ કારણ છે કે સાબુનું દ્રાવણ ધૂધળું (વાઢળ જેવું) દેખાય છે.

આકૃતિ 4.13 સફાઈકાર્યમાં સાબુની અસર

### પ્રવૃત્તિ 4.11

- જુદી-જુદી કસનળીમાં 10 mL નિયંદિત પાણી (અથવા વરસાદનું પાણી) અને 10 mL કઠિન પાણી (કુવાનું અથવા હેન્ડપંપનું પાણી) લો.
  - બંનેમાં સાખુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
  - બંને કસનળીને એક સમાન સમય માટે જોશપૂર્વક હલાવો અને ઉત્પન્ન થતા ફીઝાની માત્રાનું અવલોકન કરો.
  - કઈ કસનળીમાં તમને વધારે ફીઝ મળે છે ?
  - કઈ કસનળીમાં દહી જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે ?
- શિક્ષક માટે નોંધ :** જો તમારી આસપાસ કઠિન પાણી ઉપલબ્ધ ન હોય તો પાણીમાં મેંગનેશિયમ કે ડેલિશિયમના હાઈડ્રોજન કાર્బોનેટ/સલ્ફેટ/ કલોરાઇડ ઓગાળીને કઠિન પાણી તૈયાર કરો.

### પ્રવૃત્તિ 4.12

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

શું તમે સ્નાન કરતી વખતે ક્યારેય એવો અનુભવ કર્યો છે કે ફીઝ મુશ્કેલીથી બની રહ્યું છે અને પાણીથી શરીર ધોઈ લીધા પછી ટોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ (મેલનું સ્ટર) જમા રહે છે ? આવું એટલા માટે થાય છે કે સાખુ કઠિન પાણીમાં રહેલ ડેલિશિયમ અને મેંગનેશિયમ કારો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. જેનાથી તમારે વધુ માત્રામાં સાખુનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. અન્ય વર્ગનાં સંયોજનો કે જેને પ્રક્ષાલકો કહે છે તેનો સફાઈકર્ટ્ટ (cleansing agents) તરીકે ઉપયોગ કરી આ સમસ્યાનું નિવારણ લાવી શકાય છે. પ્રક્ષાલકો સામાન્ય રીતે સલ્ફેનિક એસિડના સોટિયમ ક્ષાર કે કલોરાઇડ અથવા બ્રોમાઇડ આયનો ધરાવતા એમોનિયમ ક્ષાર છે. બંને લાંબી હાઈડ્રોકાર્બન શૂંખલા ધરાવે છે. આ સંયોજનોના વીજભારિત છેડા કઠિન પાણીમાં હાજર ડેલિશિયમ અને મેંગનેશિયમ આયનો સાથે અદ્રાવ્ય અવક્ષેપ બનાવતા નથી. આમ, તે કઠિન પાણીમાં પણ અસરકારક રહે છે. સામાન્ય રીતે પ્રક્ષાલકોનો ઉપયોગ શેખ્ખૂ 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 સાખુ ઉમેર્યા પછી લોકો કપડાં પથ્થર પર પછાડે છે કે પાવડી (Paddle) સાથે પછાડે છે. બ્રશથી ઘસે છે અથવા મિશ્રણને વોશિંગ મશીનમાં ક્ષોલિત (ખુબ જોરથી હલાવે) (agitate) કરે છે. સાફ કપડાં મેળવવા માટે તેને ઘસવાની જરૂર શા માટે પડે છે ?



## તમે શીખ્યાં કે

- કાર્બન એક સર્વતોમુખી તત્ત્વ છે જે તમામ સજ્વવો 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 ઈલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી થાય છે કે જેથી બંને સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરે છે.
- કાર્બન પોતાની જ સાથે તેમજ અન્ય તત્ત્વો જેવાં કે હાઇડ્રોજન, ઓક્સિજન, સલ્ફર, નાઈટ્રોજન અને કલોરિન સાથે સહસંયોજક બંધ રહ્યે છે.
- કાર્બન અન્ય કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિ અથવા ત્રિબંધ હોય એવાં સંયોજનો પણ રહ્યે છે જેમાં આ કાર્બનની શૂંખલાઓ સરળ શૂંખલા, શાખિય શૂંખલા અથવા વલયના રૂપમાં હોઈ શકે છે.
- કાર્બનની શૂંખલા બનાવી શકવાની ક્ષમતાને કારણે સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી ઉદ્ભવે છે કે જેમાં જુદી-જુદી લંબાઈ ધરાવતી કાર્બન શૂંખલાઓ સાથે સમાન કિયાશીલ સમૂહ જોડાયેલ હોય છે.
- કિયાશીલ સમૂહો જેવાં કે આલ્કોહોલ, આલ્ફાઇડ, કિટોન અને કાર્બોક્સિલિક ઓસિડ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનોના લાક્ષણિક ગુણધર્મો જે-તે કિયાશીલ સમૂહને આભારી છે.
- કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો આપણા બળતણના મુખ્ય સોતો પૈકીના અમુક છે.
- ઈથેનોલ અને ઈથેનોઇટ ઓસિડ એવાં કાર્બન સંયોજનો છે કે જેમનું આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઘણું મહત્ત્વ છે.
- સાબુ અને પ્રક્ષાલકની પ્રક્રિયા અણુમાં રહેલા જળઅનુરૂપી અને જળવિરાગી સમૂહોની હાજરી પર આધારિત છે. તેની મદદથી તૈલી મેલના પાયસો (ઈમલ્સન) રચાય છે અને મેલ દૂર થાય છે.

## સ્વાધ્યાય

1. ઈથેન આણુનું આણવીય 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 કિયાશીલ સમૂહ
 

(a) કાર્બોક્સિલિક ઓસિડ	(b) આલ્ફાઇડ
(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.  $\text{CH}_3\text{Cl}$  માં બંધ નિર્માણનો ઉપયોગ કરી સહસંયોજક બંધની પ્રકૃતિ સમજાવો.
5. ઈલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરો.
  - (a) ઈથેનોઇક ઓસિડ
  - (b)  $\text{H}_2\text{S}$
  - (c) પ્રોપેનોન
  - (d)  $\text{F}_2$
6. સમાનધર્મી શ્રેષ્ઠી એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.
7. ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્માને આધારે ઈથેનોલ અને ઈથેનોઇક ઓસિડને તમે કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?
8. જ્યારે સાબુને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે મિસેલનું નિર્માણ શા માટે થાય છે ? શું ઈથેનોલ જેવા બીજા દ્રાવકો દ્વારા પણ મિસેલનું નિર્માણ થશે ?
9. કાર્બન અને તેનાં સંયોજનોનો ઉપયોગ મોટે ભાગે બળતણ તરીકે શા માટે થાય છે ?
10. કઠિન પાણીમાં સાબુનો ઉપયોગ કરવાથી થતાં ફીઝાનું નિર્માણ સમજાવો.
11. જો તમે લિટમસ પેપર (લાલ અથવા ભૂરું)થી સાબુને ચકાસો તો શું ફેરફાર અવલોકિત કરશો ?
12. હાઈફ્રોજનીકરણ એટલે શું ? તેની ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા શું છે ?
13. આપેલ હાઈફ્રોકાર્બન પૈકી કોણી યોગશીલ પ્રક્રિયા થાય છે :
 

$\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  અને  $\text{CH}_4$
14. સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત હાઈફ્રોકાર્બનને વિભેદિત કરવા ઉપયોગમાં લેવાતી એક કસોટી જણાવો.
15. સાબુની સફાઈક્લિયાની કિયાવિધિ સમજાવો.

## જૂથ-પ્રવૃત્તિ

- (I) આણવીય મોટેલ કિટનો ઉપયોગ કરીને આ પ્રકરણમાં તમે શીખી ગયેલ સંયોજનોના મોટેલ બનાવો.
- (II) ■ એક બીકરમાં 20 mL એરંડાનું તેલ/કપાસના બીજનું તેલ/ તલનું તેલ/સોયાબિનનું તેલ લો. તેમાં 20 % સોડિયમ હાઈફ્રોકસાઈડનું 30 mL દ્રાવક ઉમેરો. મિશ્રણને ઘણું બને ત્યાં સુધી થોડા સમય માટે હલાવતા-હલાવતાં ગરમ કરો. તેમાં 5-10 g સામાન્ય ક્ષાર (મીઠું) ઉમેરો. મિશ્રણને યોગ્ય રીતે હલાવીને તેને ઢંડું કરો.
- સાબુને તમે આકર્ષક આકારમાં કાપી શકો છો. તેના જામી જતાં પહેલાં તમે તેમાં અત્તર પણ ઉમેરી શકો છો.



## પ્રકરણ 5

### તત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ

### (Periodic Classification of Elements)

ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે આપણી આસપાસની વસ્તુઓ તત્ત્વો, સંયોજનો અને મિશ્રણ રૂપે હાજર છે અને આ તત્ત્વો એક જ પ્રકારના પરમાણુઓ ધરાવે છે. શું તમે જાણો છો કે આજ દિન સુધી કેટલાં તત્ત્વો જાણીતાં થયાં છે? હાલમાં 118 તત્ત્વો આપણા માટે જાણીતાં છે. આ તમામ તત્ત્વો જુદાં-જુદાં ગુણધર્મો ધરાવે છે. આ 118 પૈકી માત્ર 94 કુદરતી રીતે પ્રાપ્ય છે.

જેમ-જેમ જુદાં-જુદાં તત્ત્વોની શોધ થતી ગઈ તેમ-તેમ વૈજ્ઞાનિકોએ આ તત્ત્વોના ગુણધર્મો વિશે વધુ ને વધુ માહિતી એકત્ર કરી. તેઓને તત્ત્વોની આ માહિતીઓને વ્યવસ્થિત ગોઠવવી ઘણી મુશ્કેલ લાગી. તેમણે તેમના ગુણધર્મોમાં કોઈ ભાત (pattern) શોધવાનું શરૂ કર્યું કે જેના આધારે આટલી મોટી સંખ્યાનાં તત્ત્વોનો તેઓ સરળતાથી અભ્યાસ કરી શકે.

#### 5.1 અવ્યવસ્થિતને વ્યવસ્થિત કરવું - તત્ત્વોના વર્ગીકરણના પ્રારંભિક પ્રયત્નો (Making Order Out of Chaos - Early Attempts at the Classification of Elements)

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે જુદી-જુદી વસ્તુઓ અથવા સજ્વોને તેમના ગુણધર્મોના આધારે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. અન્ય પરિસ્થિતિઓમાં પણ આપણને કેટલાક ગુણધર્મો પર આધારિત વ્યવસ્થાનાં ઉદાહરણો જોવા મળે છે. જેમકે દુકાનમાં સાબુને એક સાથે એક જ જગ્યાએ રાખવામાં આવે છે જ્યારે બિસ્કિટને એકસાથે અન્ય જગ્યા પર રાખવામાં આવે છે. સાબુમાં પણ નાહવાના સાબુઓને કપડાં ધોવાના સાબુઓથી અલગ રાખવામાં આવે છે. આ જ રીતે વૈજ્ઞાનિકોએ પણ તત્ત્વોને તેમના ગુણધર્મોના આધારે વર્ગીકૃત કરવા માટે ઘણા પ્રયત્નો કર્યા અને અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કમિક ગોઠવણી મેળવી.

તત્ત્વોના વર્ગીકરણ માટેના સૌપ્રથમ પ્રયત્નના પરિણામ સ્વરૂપે જાણીતાં તત્ત્વોને ધાતુઓ અને અધાતુઓના જૂથમાં વહેંચવામાં આવ્યા. ત્યાર બાદ જેમ તત્ત્વો અને તેના ગુણધર્મો વિશે આપણું જ્ઞાન વધતું ગયું તેમ વધુ વર્ગીકરણ માટેના પ્રયત્નો થતા ગયા.

##### 5.1.1 ડોબરેનરની ત્રિપુટી (Döbereiner's Triads)

1817 ના વર્ષમાં જર્મન રસાયણવિજ્ઞાની જહોન વુલ્ફાંગ ડોબરેનર (Johann Wolfgang Döbereiner) સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને જૂથમાં ગોઠવવાનો પ્રયાસ કર્યો. તેમણે તત્ત્વો ધરાવતાં કેટલાક જૂથો ઓળખી બતાવ્યાં, તેથી તેમણે તે જૂથોને 'ત્રિપુટી' કહ્યા. ડોબરેનરે દર્શાવ્યું કે, ત્રિપુટીનાં તત્ત્વોને તેમના પરમાણુવીય દળના ચડતા કમમાં ગોઠવવામાં આવે ત્યારે



આકૃતિ 5.1

કલ્પના કરો કે તમને અને તમારા મિત્રોને દુકામાં વિભાગિત થયેલ એક નકશો મળે છે જે કોઈ ખજાનાની જગ્યા બતાવે છે. શું તે ખજાના સુધીનો રસો જાણવો સહેલો હશે કે અવ્યવસ્થા ધરાવતો હશે? રસાયણવિજ્ઞાનમાં પણ આવી જ અવ્યવસ્થા હતી કે તત્ત્વો તો જાણીતાં હતાં પરંતુ તેમના વર્ગીકરણ અને અભ્યાસ કેવી રીતે કરવા તે અંગેનું કોઈ સૂચન ન હતું.

મધ્યમાં રહેલા તત્વનું પરમાણવીય દળ અન્ય બે તત્વોના પરમાણવીય દળના લગભગ સરેરાશ જેટલું થાય છે.

ઉદાહરણ તરીકે લિથિયમ (Li), સોડિયમ (Na) અને પોટોશિયમ (K) ધરાવતી ત્રિપુટી લો. જેના પરમાણવીય દળ કમશ : 6.9, 23.0 અને 39.0 છે. Li અને Kના પરમાણવીય દળની સરેરાશ શું છે ? Naના પરમાણવીય દળ સાથે તેની તુલના કેવી રીતે કરી શકીએ ?

નીચે (કોષ્ટક 5.1) ત્રણ તત્વોનાં કેટલાંક જૂથો આપેલ છે. આ તત્વોને પરમાણવીય દળના ચડતા કમમાં ઉપરથી નીચે તરફ ગોઠવવામાં આવ્યા છે. શું તમે શોધી શકો કે આ જૂથો પૈકી કૃંઘું ડોબરેનરની ત્રિપુટી બનાવે છે ?

### કોષ્ટક 5.1

જૂથ A તત્વ	પરમાણવીય દળ	જૂથ B તત્વ	પરમાણવીય દળ	જૂથ C તત્વ	પરમાણવીય દળ
N	14.0	Ca	40.1	Cl	35.5
P	31.0	Sr	87.6	Br	79.9
As	74.9	Ba	137.3	I	126.9

તમે શોધી શકશો કે સમૂહ B તથા C ડોબરેનરની ત્રિપુટી બનાવે છે. ડોબરેનર તે સમયે જાણીતાં તત્વોમાં માત્ર ત્રણ જ ત્રિપુટીઓ જાણી શક્યા હતા (કોષ્ટક 5.2). તેથી ત્રિપુટીમાં વર્ગીકૃત કરવાની આ પદ્ધતિ સફળ ન રહી.

### કોષ્ટક 5.2

#### ડોબરેનરની ત્રિપુટીઓ

Li	Ca	Cl
Na	Sr	Br
K	Ba	I

#### જહોન વુલ્ફંગ ડોબરેનર (1780-1849)

જહોન વુલ્ફંગ ડોબરેનરે જર્મનીના ખ્યુન્શબર્ગમાં ઔષધીય વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કર્યો અને તે પછી સ્ટ્રેસબર્ગમાં રસાયણશાસ્ત્રનો અભ્યાસ કર્યો. આખરે તે જેના (Jena) વિશ્વવિદ્યાલયમાં રસાયણશાસ્ત્ર અને ઔષધીય વિજ્ઞાનના પ્રોફેસર બની ગયા. ડોબરેનરે જ સૌપ્રથમ પ્લેટિનમનું ઉદ્દીપક તરીકે અવલોકન કર્યું તથા તત્વોની સાખ્યતા ધરાવતી ત્રિપુટીની શોધ કરી. જેનાથી તત્વોના આવર્ત કોષ્ટકનો વિકાસ થયો.



#### 5.1.2 ન્યૂલેન્ડનો અષ્ટકનો નિયમ (Newlands' Law of Octaves)

ડોબરેનરના પ્રયાસોએ બીજા રસાયણશાસ્ત્રીઓને તત્વોના ગુણધર્મોના તેમના પરમાણવીય દળ સાથે સંબંધ સ્થાપવા માટે પ્રોત્સાહિત કર્યા. 1866 માં અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક જહોન ન્યૂલેન્ડ (John Newlands) જાણીતાં તત્વોને પરમાણવીય દળના ચડતા કમમાં ગોઠવ્યા. તેમણે સૌથી ઓછા પરમાણવીય દળ ધરાવતા તત્વ (હાઇડ્રોજન)થી શરૂઆત કરી તથા 56મા તત્વ થોરિયમ પર તેને પૂર્ણ કર્યું. તેમણે જોયું કે પ્રત્યેક આઠમા તત્વના ગુણધર્મ પ્રથમ તત્વના ગુણધર્મને મળતા આવે છે. તે જાણી તેની તુલના સંગીતના સૂરો સાથે કરી અને તેથી જ તેમણે તેને 'અષ્ટકનો સિદ્ધાંત' કહ્યો. તે 'ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકનો નિયમ' તરીકે જાણીતો છે. ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકમાં લિથિયમ અને સોડિયમના ગુણધર્મો સમાન હતા. સોડિયમ, લિથિયમ પછીનું આઠમું તત્વ છે. આ જ રીતે બેરિલિયમ અને મેનેશિયમ એકબીજાને મળતા આવે છે. ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકના મૂળ સ્વરૂપનો એક ભાગ કોષ્ટક 5.3 માં આપેલ છે.

### કોષ્ટક 5.3 ન્યૂલેન્ડનું અષ્ટક

સંગીતના સૂર : (ઠો)	સા (રે) H F Cl Co તથા Ni Br	રે (રી) Li Na K Cu Rb	ગ (મિ) Be Mg Ca Zn Sr	મ (ફા) B Al Cr Y Ce તથા La	પ (સો) C Si Ti In Zr	ધ (લા) N P Mn As —	નિ (ટિ) O S Fe Se —

જીવેછે ?  
મેરે  
દાના

શું તમે સંગીતના સૂરોથી પરિચિત છો ?

ભારતીય સંગીત પ્રણાલીમાં સંગીતના સાત સૂર હોય છે – સા, રે, ગ, મ, પ, ધ, નિ. પદ્ધિમમાં લોકો આ સૂરોના આ પ્રકારે ઉપયોગ કરે છે. – ઠો, રે, મિ, ફા, સો, લા, ટિ. સૂરના માપકમ, પૂર્ણ અને અર્ધ પદ્ધ આવૃત્તિ વિરામથી અલગ કરેલ છે. આ સૂરોનો ઉપયોગ કરી કોઈ સંગીતકાર સંગીતની રચના કરે છે. તે સ્પષ્ટ છે કે સૂર વારંવાર પુનરાવર્તિત કરાય છે. પ્રત્યેક આઠમો સૂર પ્રથમ સૂર જેવો હોય છે તથા તે પછીની પંક્તિનો પ્રથમ સૂર હોય છે.

- એવું શોધાયું છે કે અષ્ટકનો સિદ્ધાંત માત્ર કેલ્વિયમ સુધી જ લાગુ પડતો હતો કારણ કે કેલ્વિયમ પછી પ્રત્યેક આઠમા તત્ત્વના ગુણધર્મ પહેલા તત્ત્વને મળતા આવતા નથી.
  - ન્યૂલેન્ડ કલ્પના કરી કે કુદરતમાં માત્ર 56 તત્ત્વો હાજર છે અને ભવિષ્યમાં કોઈ અન્ય તત્ત્વ શોધાશે નહિ. પરંતુ ત્યાર બાદ અનેક નવાં તત્ત્વો શોધાયાં જેના ગુણધર્મો અષ્ટકના સિદ્ધાંતમાં બંધબેસતા નથી.
  - પોતાના કોષ્ટકમાં તત્ત્વોને બંધ બેસાડવા માટે ન્યૂલેન્ડ બે તત્ત્વોને એક જૂથમાં (slot) રાખી દીધા પરંતુ કેટલાંક અસમાન તત્ત્વોને પણ એક જૂથમાં રાખ્યા. શું તમે કોષ્ટક 5.3માં આવાં ઉદાહરણ શોધી શકો છો ? ધ્યાન આપો કે કોબાલ્ટ અને નિકલ એક જ જૂથમાં છે અને એક સાથે જ ફ્લોરિન, કલોરિન અને બ્રોમિન સાથે હરોળમાં રાખવામાં આવ્યા છે જેમના ગુણધર્મો આ તત્ત્વો કરતાં જુદાં છે. આર્યન કે જે કોબાલ્ટ અને નિકલ સાથે ગુણધર્મોમાં સમાનતા ધરાવે છે તેને આ તત્ત્વોથી દૂર રાખવામાં આવ્યું છે.
- આમ, ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકનો સિદ્ધાંત માત્ર હલકાં તત્ત્વો માટે જ યોગ્ય ઠર્યો.

#### પ્રશ્નો

1. શું ડેબરેનરની ન્યિપુટી ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકના સમૂહમાં પણ જોવા મળે છે ? સરખામણી કરી શોધી કાઢો.
2. ડેબરેનરના વર્ગીક્રણની મર્યાદાઓ શું છે ?
3. ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકના સિદ્ધાંતની મર્યાદાઓ શું છે ?



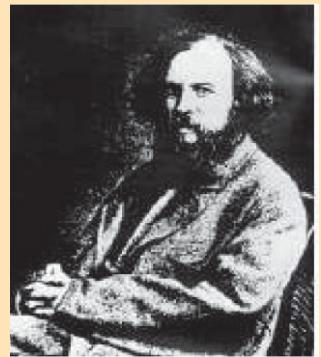
### 5.2 અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કરવું–મેન્ડેલીફનું આવર્ત્ત કોષ્ટક (Making Order Out of Chaos - Mendeleev's Periodic Table)

ન્યૂલેન્ડના અષ્ટકનો સિદ્ધાંત અસ્વીકાર્ય થયા બાદ પણ અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ તત્ત્વોના ગુણધર્મોનો તેમના પરમાણીય દળ સાથેના સંબંધની ભાત (pattern) શોધવાનું ચાલુ રાખ્યું. તત્ત્વોનું આવર્ત્ત વર્ગીક્રણ

તत્ત્વોના વર્ગીકરણનો મુખ્ય શ્રેય રણિયન રસાયણશાસ્ત્રી દમિત્રી ઈવાનોવિચ મેન્ડેલીફને (Dmitri Ivanovich Mendele'ev) ફાળે જાય છે. તત્ત્વોના આવર્તકોષ્ટકના પ્રારંભિક વિકાસમાં તેમનું યોગદાન મુખ્ય રહ્યું, કે જેમાં તત્ત્વોને તેમના મૂળભૂત ગુણધર્મો, પરમાણવીય દળ અને રસાયણિક ગુણધર્મોમાં સામ્યતાના આધારે ગોઠવવામાં આવ્યા હતા.

### દમિત્રી ઈવાનોવિચ મેન્ડેલીફ (1834-1907)

મેન્ડેલીફનો જન્મ 8 ફેબ્રુઆરી, 1834માં રણિયાના પદ્ધિયાની સાઈબિરિયાના ટોબોલ્સ્કમાં થયો હતો. તેમની પ્રાથમિક શિક્ષા પદ્ધિ મેન્ડેલીફ પોતાની માતાના પ્રયાસોને કારણે વિશ્વવિદ્યાલયમાં પ્રવેશ મેળવી શક્યા. પોતાની શોધને તેમણે પોતાની માતાને સમર્પિત કરતાં લખ્યું, “તેણીએ મને ઉદાહરણ આપી સમજાવ્યું, પ્રેમથી સમજાવ્યું, પોતાનાં બાકી કાર્ય અને શક્તિનો ઉપયોગ



કરીને મારી સાથે જુદી-જુદી જગ્યાઓએ પ્રવાસ કર્યો. તેણી જાણતી હતી કે વિજ્ઞાનની મદદથી, હિંસા વગર પરંતુ પ્રેમ અને દફ્તાથી અંધવિશ્વાસ, અસત્ય ધારણાઓ અને ભૂલોને દૂર કરી શકાય છે.” તેમના દ્વારા આપેલ તત્ત્વોની ગોઠવણીને મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક કહે છે. આવર્તકોષ્ટક રસાયણશાસ્ત્રમાં એક જ એવો નિયમ સાબિત થયો કે, જેનાથી નવાં તત્ત્વોની શોધને પ્રેરણા મળી.

જ્યારે મેન્ડેલીફ પોતાનાં કાર્યની શરૂઆત કરી ત્યારે 63 તત્ત્વો જાણીતાં હતાં. તેમણે તત્ત્વોના પરમાણવીય દળ અને તેમના ભૌતિક તેમજ રસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચેના સંબંધો તપાસ્યા. રસાયણિક ગુણધર્મોની વચ્ચે મેન્ડેલીફ તત્ત્વોના ઓક્સિજન અને હાઇડ્રોજન સાથે બનતાં સંયોજનો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. તેમણે ઓક્સિજન અને હાઇડ્રોજનને પસંદ કર્યા કેમ કે તે અતિસંક્રિય છે તથા મોટા ભાગનાં તત્ત્વો સાથે સંયોજનો બનાવે છે. તત્ત્વો દ્વારા બનતા હાઇડ્રોઇડ અને ઓક્સાઈડનાં સૂત્રોને તત્ત્વના વર્ગીકરણ માટેના મૂળભૂત ગુણધર્મો પૈકીના એક ગુણધર્મ તરીકે ગણવામાં આવ્યો. ત્યાર બાદ તેમણે 63 કાર્ડ લિધા અને પ્રત્યેક કાર્ડ પર એક તત્ત્વના ગુણધર્મો લખ્યા. તેમણે સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વોને અલગ કર્યા અને તે કાર્ડ પર ટાંકણી લગાવીને દીવાલ પર એકસાથે લગાવ્યા. તેમણે અવલોકન કર્યું કે મોટા ભાગનાં તત્ત્વોને આવર્તકોષ્ટકમાં સ્થાન મળી ગયું હતું તથા પોતાના પરમાણવીય દળના ચડતા કમમાં તે તત્ત્વો ગોઠવાઈ ગયાં હતાં. તે પણ અવલોકન કરવામાં આવ્યું કે સમાન ભૌતિક અને રસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવતાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વો એક નિશ્ચિત વિરામ પદ્ધી ફરીથી આવે છે તેને આધારે મેન્ડેલીફ આવર્ત નિયમ બનાવ્યો. જે દર્શાવે છે કે ‘તત્ત્વોના ગુણધર્મો તેના પરમાણવીય દળના આવર્તનીય વિધેય છે.’

મેન્ડેલીફનાં આવર્તકોષ્ટકમાં ઊભા સ્તરોની જેને ‘સમૂહ’ તથા આડી હરોળ કે જેને ‘આવર્ત’ કહે છે તેનો સમાવેશ થયેલ છે (કોષ્ટક 5.4).

### કોષ્ટક 5.4 મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક

સમૂહ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
આંકસાઈડ હાઇડ્રાઈડ	$R_2O$ RH	RO $RH_2$	$R_2O_3$ $RH_3$	$RO_2$ $RH_4$	$R_2O_5$ $RH_3$	$RO_3$ $RH_2$	$R_2O_7$ RH	$RO_4$
આવર્ત ↓	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	સંકાંતિ શ્રેણી
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	Si 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 પ્રથમ શ્રેણી : દ્વિતીય શ્રેણી :	K 39.102	Ca 40.08	Sc 44.96	Tl 47.90	V 50.94	Cr 50.20	Mn 54.94	Fe 55.85
	Cu 63.54	Zn 65.37	Ga 69.72	Ge 72.59	As 74.92	Se 78.96	Br 79.909	Co 58.93
5 પ્રથમ શ્રેણી : દ્વિતીય શ્રેણી :	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 99	Ru 101.07
	Ag 107.87	Cd 112.40	In 114.82	Sn 118.69	Sb 121.75	Te 127.60	I 126.90	Rh 102.91
6 પ્રથમ શ્રેણી : દ્વિતીય શ્રેણી :	Cs 132.90	Ba 137.34	La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85		Pd 106.4
	Au 196.97	Hg 200.59	Tl 204.37	Pb 207.19	Bi 208.98		Os 190.2	Ir 192.2
							Pt 195.09	

મેન્ડેલીફનું આવર્તકોષ્ટક 1872 માં જર્મન સામયિક (Journal)માં પ્રકાશિત થયું હતું. સમૂહની ઉપર ઓક્સાઈડ તથા હાઇડ્રાઈડના સૂત્રમાં અંગ્રેજ અક્ષર 'R' સમૂહના કોઈ પણ તત્ત્વને દર્શાવે છે. સૂત્ર લખવાની ટ્યુલ પર ધ્યાન આપો. ઉદાહરણ તરીકે કાર્બનના હાઇડ્રાઈડ,  $CH_4$  ને  $RH_4$  તરીકે તથા તેના ઓક્સાઈડ  $CO_2$  ને  $RO_2$  તરીકે લખવામાં આવેલું છે.

#### 5.2.1 મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની ઉપલબ્ધિઓ (Achievements of Mendeleev's Periodic Table)

આવર્તકોષ્ટક ગોઠવતી વખતે કેટલાક એવા દાખલા બન્યા કે જ્યાં થોડા વધુ પરમાણુવીય દળ ધરાવતા તત્ત્વને થોડા ઓછા પરમાણુવીય દળ ધરાવતા તત્ત્વ કરતાં પહેલા મૂકવું પડ્યું. કમ ઊંઘટો કરવામાં આવેલો કે જેથી સમાન ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્ત્વો એકસાથે ગોઠવી શકાયાં. ઉદાહરણ તરીકે કોષ્ટકમાં કોબાલ્ટ (પરમાણુવીય દળ 58.9) નિકલ (પરમાણુવીય દળ 58.7) કરતાં પહેલાં દેખાયું. કોષ્ટક 5.4 જોઈને શું તમે આવી અન્ય એક વિસંગતતા શોધી શકો ?

વધુમાં, મેન્ડેલીફને પોતાના આવર્તકોષ્ટકમાં કેટલાંક સ્થાન ખાલી છોડવા પડ્યાં. આ ખાલી સ્થાનને મર્યાદાના રૂપમાં જોવાના બદલે મેન્ડેલીફે નીડરતાપૂર્વક કોઈ એવાં તત્ત્વોના અસ્તિત્વની આગાહી કરી જે-તે સમયે શોધાયા ન હતાં. મેન્ડેલીફે તેમનું નામકરણ તે જ સમૂહના તેનાથી પહેલાં આવતા તત્ત્વના નામમાં સંસ્કૃત શબ્દ એકા (એક) પૂર્વગ લગાવીને કર્યું. ઉદાહરણ તરીકે, પછી શોધાયેલ સ્કેન્ડિયમ, ગેલિયમ અને જર્મનિયમના ગુણધર્મો ક્રમશાસન: એકા-બોરોન, એકા-એલ્યુમિનિયમ

તત્ત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ

અને એકા-સિલિડોન જેવા જ હતા. મેન્ડેલીફ દ્વારા આગાહી કરાયેલ એકા-એલ્યુમિનિયમ તથા પછીથી શોધાયેલ અને એકા-એલ્યુમિનિયમનું સ્થાન મેળવેલ ગેલિયમના ગુણધર્મો નીચે (કોષ્ટક 5.5)માં દર્શાવેલ છે.

### કોષ્ટક 5.5 એકા-એલ્યુમિનિયમ તથા ગેલિયમના ગુણધર્મો

ગુણધર્મ	એકા-એલ્યુમિનિયમ	ગેલિયમ
પરમાણવીય દળ	68	69.7
ઓક્સાઈડનું સૂત્ર	$E_2O_3$	$Ga_2O_3$
ક્લોરાઈડનું સૂત્ર	$ECI_3$	$GaCl_3$

તે મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની સત્યતા તથા ઉપયોગિતાનો સબળ પુરાવો પૂરો પાડે છે. તેનાથી વિશેષ મેન્ડેલીફની અભિધારણાની અસાધારણ સફળતા એ હતી કે, રસાયણશાસ્ત્રીઓએ તેમના આવર્તકોષ્ટકનો માત્ર સ્વીકાર જ ન કર્યો પરંતુ તે ખ્યાલ કે જેના પર તે ધારણા આધારિત હતી તેના તેમને સર્જનહાર માન્યા. નિષ્ઠિય વાયુઓ જેવા કે હિલિયમ (He), નિયોન (Ne) અને આર્ગેનનો (Ar) અગાઉ પણ અનેક સંદર્ભમાં ઉપયોગ થતો હતો. આ વાયુઓની શોધ ઘણી મોડી થઈ કારણ કે તે નિષ્ઠિય હતા અને વાતાવરણમાં તેમનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું છે. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની એક વિશેષતા એ પડ્યા છે કે જ્યારે આ વાયુઓની શોધ થઈ ત્યારે અગાઉની શ્રેણી (વ્યવસ્થા) ગોઠવણી ને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર તેને નવા સમૂહમાં રાખવામાં આવ્યા.

### 5.2.2 મેન્ડેલીફના વર્ગીકરણની મર્યાદાઓ

#### (Limitations of Mendeleev's Classification)

હાઇડ્રોજનની ઈલેક્ટ્રોનીય રૂચના આલ્કલી ધાતુઓને મળતી આવે છે. આલ્કલી ધાતુઓની માફક હાઇડ્રોજન પણ હેલોજન, ઓક્સિજન અને સલ્ફર સાથે એક સમાન સૂત્ર ધરાવતાં સંયોજનો બનાવે છે કે જે અહીં ઉદાહરણમાં દર્શાવેલા છે.

હાઇડ્રોજનના સંયોજનો	સોડિયમના સંયોજનો
HCl	NaCl
H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
H <sub>2</sub> S	Na <sub>2</sub> S

બીજી તરફ હેલોજનની માફક હાઇડ્રોજન પણ દ્વિપરમાણવીય અણુ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે તેમજ તે ધાતુઓ અને અધાતુઓ સાથે સંયોજનીને સહસંયોજક સંયોજનો બનાવે છે.

#### પ્રવૃત્તિ 5.1

- હાઇડ્રોજનની આલ્કલી ધાતુઓ અને હેલોજન પરિવાર સાથેની સમાનતાને જોતાં તેને મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં યોગ્ય સ્થાન પર મૂકો.
- હાઇડ્રોજનને કયા સમૂહ અને આવર્તમાં રાખવું જોઈએ ?

ચોક્કસપણે આવર્તકોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને નિશ્ચિત સ્થાન આપી શકાય નહિ. આ મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકની પ્રથમ મર્યાદા હતી. તે પોતાના આવર્ત કોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને યોગ્ય સ્થાન આપી ન શક્યા.

મેન્ડેલીફ તત્ત્વોના આવર્તી વર્ગીકરણ આપ્યા બાદ લાંબા સમય પછી સમસ્થાનિકો શોધાયા. ચાલો આપણે યાદ કરીએ, કોઈ પણ તત્ત્વના સમસ્થાનિકોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે પરંતુ તેના પરમાણવીય દળ જુદા હોય છે.

### પ્રવૃત્તિ 5.2

- કલોરિના સમસ્થાનિકો CI-35 અને CI-37 ધ્યાનમાં લો.
- તેમના પરમાણુવીય દળ જુદા-જુદા હોવાથી શું તમે તેઓને અલગ-અલગ જૂથમાં મૂકશો ?
- અથવા તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોવાથી તમે તેમને એક જ સ્થાન પર રાખશો ?

આમ બધાં તત્ત્વોના સમસ્થાનિકો મેન્ડેલીફના આવર્ત નિયમ માટે એક પડકાર હતો. બીજું સમસ્યા એ પણ હતી કે, એક તત્ત્વથી બીજા તત્ત્વ તરફ આગળ વધતાં પરમાણુવીય દળ નિયમિત રૂપથી વધતા ન હતા. આથી જ તે અનુમાન લગાવવું મુશ્કેલ થઈ ગયું હતું કે બે તત્ત્વો વચ્ચે કેટલાં તત્ત્વો શોધી શકાય છે. વિશેષ રૂપે જ્યારે આપણે ભારે તત્ત્વોનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે.

### પ્રશ્નો

1. મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકનો ઉપયોગ કરી નીચેનાં તત્ત્વોના ઓક્સાઇડનાં સૂત્રોનું અનુમાન લગાવો :  
K, C, Al, Si, Ba
2. ગેલિયમ સિવાય અત્યાર સુધી કયાં-કયાં તત્ત્વો વિશે જાણ થઈ છે જેના માટે મેન્ડેલીફ પોતાના આવર્તકોષ્ટકમાં ખાલી સ્થાન છોડ્યું હતું ? (ગમે તે બે)
3. મેન્ડેલીફ પોતાનું આવર્તકોષ્ટક તૈયાર કરવા માટે કયાં માપદંડ (criteria) ધ્યાનમાં લીધાં ?
4. તમારા મત મુજબ નિષ્ઠિય વાયુને શા માટે અલગ સમૂહમાં રાખવામાં આવ્યા ?



## 5.3 અવ્યવસ્થિતમાંથી વ્યવસ્થિત કરવું—આધુનિક આવર્તકોષ્ટક (Making Order Out of Chaos – The Modern Periodic Table)

1913માં હેન્રી મોસેલે (Henry Moseley) દર્શાવ્યું કે, નીચે વર્ણિતી પ્રમાણે તત્ત્વના પરમાણુવીય દળની તુલનામાં તેનો પરમાણુવીય-ક્રમાંક ( $Z$  સંકેત દ્વારા દર્શાવાય છે.) વધુ આધારભૂત ગુણધર્મ છે. તે અનુસાર મેન્ડેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં બદલાવ કરવામાં આવ્યો અને પરમાણુવીય-ક્રમાંકને આધુનિક આવર્તકોષ્ટકના આધાર સ્વરૂપે સ્વીકારવામાં આવ્યો તેમજ આધુનિક આવર્ત નિયમને આ પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

‘તત્ત્વોના ગુણધર્મો તેમના પરમાણુવીય-ક્રમાંકના આવર્તનીય વિધેય છે.’

ચાલો આપણે યાદ કરીએ કે પરમાણુવીય-ક્રમાંક આપણને પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા આપે છે અને એક તત્ત્વથી બીજા તત્ત્વ તરફ જતા આ સંખ્યામાં એક એકમનો વધારો થાય છે. તત્ત્વોની તેમના પરમાણુવીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવણી આપણને આધુનિક આવર્તકોષ્ટક તરીકે ઓળખાતા વર્ગીકરણ તરફ દોરી જાય છે (કોષ્ટક 5.6). જ્યારે તત્ત્વોને પરમાણુવીય-ક્રમાંકના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવી શકાય ત્યારે તત્ત્વોના ગુણધર્મોની આગાહી વધુ ચોક્સાઈપૂર્વક થઈ શકી.

### પ્રવૃત્તિ 5.3

- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં નિકલ અને કોબાલ્ટનાં સ્થાન કેવી રીતે નિશ્ચિત કરવામાં આવ્યાં છે ?
- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં જુદા-જુદા તત્ત્વોના સમસ્થાનિકોનાં સ્થાન કેવી રીતે નિશ્ચિત કરવામાં આવ્યાં છે ?
- શું 1.5 પરમાણુવીય-ક્રમાંક ધરાવતા તત્ત્વને હાઇડ્રોજન અને હિલિયમની વચ્ચે રાખવું શક્ય છે ?
- તમારા મત મુજબ આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં હાઇડ્રોજનને કયાં રાખવું જોઈએ ?

### કોઝિક 5.6 અપ્ટાનિક આવર્તકોષ્ટક

ધાર્તુંઓ

અર્થધાર્તુંઓ

અધ્યાત્મા

વાંકીનું રેખા  
કાર્યાનો અધ્યાત્માથી  
અથવા કરે છે

### સમૂહ ક્રમ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																		
1	H હાર્દિક 1.0		2	Be બેલિયમ 9.0		3	Li લિથિયમ 6.9	4	Be બેલિયમ 9.0	5	Li લિથિયમ 10.8	6	C કોન્ફિન 12.0	7	N નાર્કિન 14.0	8	O ઓક્સિજન 16.0	9	F ફોર્ઝ 19.0	10	He હેલિયમ 4.0															
11	Mg મેગ્નિયમ 12.3	12	Na નાર્કિન 23.0	13	Mg મેગ્નિયમ 24.3	14	Al અલ્યુમિનિયમ 26.9	15	Si સિલિકેન 31.0	16	Cl ક્લોરિન 35.5	17	Ar અર્ગન 39.9	18																						
19	K ક્રોમિયમ 39.1	20	Ca ક્રોમિયમ 40.1	21	Ti ટિયાસ 41.8	22	V વૈનિયમ 50.9	23	Cr ક્રોમિયમ 52.0	24	Mn મેનિયમ 54.9	25	Fe ફેનિયમ 55.9	26	Co કોન્ફિન 58.9	27	Ni નિકિન 58.7	28	Cu ક્રોમિયમ 63.5	29	Zn ક્રોમિયમ 65.4	30	Ga ગેનિયમ 69.7	31	Ge ગેનિયમ 72.6	32	As એસિન 74.9	33	Se સેલિન 79.0	34	Br બ્રોમ 79.9	35	Kr ક્રોમિયમ 83.8	36		
37	Rb રૂટોનિયમ 85.5	38	Sr રૂટોનિયમ 87.6	39	Y યાર્થિયમ 88.9	40	Nb નાર્કિન 92.9	41	Tc ટેક્નિકિન 93.9	42	Ru રૂટોનિયમ 95.9	43	Tc ટેક્નિકિન 96.1	44	Rh રૂટોનિયમ 96.3	45	Pd પેડિનિયમ 96.4	46	Pd પેડિનિયમ 97.9	47	Ag એગનિયમ 102.4	48	In ઇનિકિન 112.4	49	In ઇનિકિન 114.8	50	Sn સ્નાર્કિન 118.7	51	Sb સ્નાર્કિન 121.8	52	Te ટેક્નિકિન 127.6	53	Xe એક્સિન 131.3	54		
55	Cs ચેલીયમ 132.9	56	Ba બેલિયમ 137.3	57	La* લાર્ડિયમ 138.9	58	Hf હાર્ફિનિયમ 138.5	59	Ta ટાનિયમ 139.9	60	W વેનિયમ 141.9	61	Re રેનિયમ 143.9	62	Os ઓસિન 146.2	63	Os ઓસિન 147.2	64	Pt પેટેકિન 150.1	65	Au એન્ટિકિન 197.0	66	Hg હેન્ટિકિન 200.6	67	Pb પેન્ટિકિન 204.4	68	Bi બેન્ટેકિન 207.2	69	Po પોન્ટિકિન 209.9	70	At એન્ટેકિન (210)	71	Rn રેન્ટેકિન (222)	72		
87	Fr ફેર્નિયમ (223)	88	Ra રૂટોનિયમ (226)	89	Ac** એક્ટિનોઈડિયમ (227)	90	Db ડેન્ટિકિન (268)	91	Db ડેન્ટિકિન (227)	92	Am એક્ટિનોઈડિયમ (243)	93	Pu પુનિયમ (247)	94	Am એક્ટિનોઈડિયમ (243)	95	Bk બેક્ટિન (248)	96	Cm ક્રોમિન (247)	97	Bk બેક્ટિન (248)	98	Cf ક્રોમિન (251)	99	Es એસિન (254)	100	Fm ફેનિયમ (253)	101	Md મેડિન (254)	102	No નોન (254)	103	Lr લેન્ડિન (257)	104		
58	Pr પ્રોટિકિન 140.9	59	Nd નિડિકિન 142.2	60	Pm પ્રોટિકિન (145)	61	Sm સ્નાર્કિન 150.4	62	Eu એવિન 152.9	63	Dy ડેન્ટિકિન 157.3	64	Gd ગેડિન 158.9	65	Tb ટેન્ટિકિન 159.3	66	Ho હોનિકિન 164.9	67	Er એરિકિન 167.3	68	Tm ટેમિકિન 168.9	69	Yb યેન્ટિકિન 173.9	70			71	Lu લેન્ડિકિન 175.5	72							
90	Th થેન્ડિકિન 232.0	91	Pa પેન્ટિકિન (231)	92	U એન્ટેકિન 234.1	93	U એન્ટેકિન (237)	94	U એન્ટેકિન (237)	95	Am એક્ટિનોઈડિયમ (243)	96	Bk બેક્ટિન (248)	97	Bk બેક્ટિન (248)	98	Cf ક્રોમિન (251)	99	Es એસિન (254)	100	Fm ફેનિયમ (253)	101	Md મેડિન (254)	102	No નોન (254)	103	Lr લેન્ડિન (257)	104								

\*દેણેનોઈડિયમ

\*\*એક્ટિનોઈડિયમ

આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેમ આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં મેન્ટેલીફની ગણેય મર્યાદાઓમાં સુધારો કરવામાં આવ્યો છે. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોનું સ્થાન કરી બાબત પર આધારિત છે તે જાણ્યા બાદ આપણે હાઈડ્રોજનના વિસંગત સ્થાનની ચર્ચા કરીશું.

### 5.3.1 આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોનું સ્થાન

(Position of Elements in the Modern Periodic Table)

આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં 18 ઊભા સ્તરોનું જેને ‘સમૂહ’ કહેવાય છે અને 7 આડી હરોળ કે જેને ‘આવર્ત’ કહેવાય છે તેનો સમાવેશ થાય છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે કોઈ સમૂહ અથવા આવર્તમાં કોઈ તત્ત્વનું સ્થાન કેવી રીતે નક્કી કરવામાં આવે છે ?

#### પ્રવૃત્તિ 5.4

- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં સમૂહ 1 જુઓ અને તેમાં રહેલાં તત્ત્વોનાં નામ આપો.
- સમૂહ 1 નાં પ્રથમ ત્રણ તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના લખો.
- તેમની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં તમને શું સમાનતા જોવા મળે છે ?
- આ ત્રણ તત્ત્વોમાં કેટલા સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન હાજર છે ?

તમે જોશો કે આ તમામ તત્ત્વો સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની સમાન સંખ્યા ધરાવે છે. તેવી જ રીતે તમે જોશો કે કોઈ એક જ સમૂહમાં રહેલાં તત્ત્વોના સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા સમાન હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ફ્લોરિન (F) તથા ક્લોરિન (Cl) કે જે સમૂહ 17 નાં તત્ત્વો છે. ફ્લોરિન અને ક્લોરિનની બાધ્યતમ કક્ષામાં કેટલા ઈલેક્ટ્રોન છે ? તેથી આપણે કહી શકીએ કે આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં રહેલા સમૂહ બાધ્યતમ કક્ષાની સમાન ઈલેક્ટ્રોનીય રચના દર્શાવે છે જ્યારે બીજી તરફ જો આપણે સમૂહમાં ઉપરથી નીચેની તરફ જઈએ તો કક્ષાની સંખ્યા વધતી જાય છે.

જ્યારે હાઈડ્રોજનના સ્થાનની વાત આવે ત્યારે અનિશ્ચિતતા ઉદ્ભબવે છે કારણ કે તેને પ્રથમ આવર્તમાં સમૂહ 1 અથવા સમૂહ 17 માં રાખી શકાય છે. શું તમે કહી શકો શા માટે ?

#### પ્રવૃત્તિ 5.5

- જો તમે આધુનિક આવર્તકોષ્ટકને (કોષ્ટક 5.6) જોશો તો ખ્યાલ આવશે કે Li, Be, B, C, N, O, F અને Ne બીજા આવર્તનાં તત્ત્વો છે. તેમની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના લખો.
- શું આ બધાં તત્ત્વો પણ સમાન સંખ્યાના સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે ?
- શું તેઓ સમાન સંખ્યાની કક્ષાઓ ધરાવે છે ?

તમે જોશો કે બીજા આવર્તના આ તત્ત્વો સમાન સંખ્યામાં સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન ધરાવતા નથી. પરંતુ તેઓ સમાન સંખ્યામાં કક્ષાઓ ધરાવે છે. તમે તે પણ અવલોકન કરો છો કે, આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં જો પરમાણવીય-ક્રમાંકમાં એક એકમનો વધારો થાય તો સંયોજકતા કક્ષાના ઈલેક્ટ્રોનમાં પણ એક એકમનો વધારો થાય છે.

અથવા આપણે કહી શકીએ કે સમાન સંખ્યામાં ભરાયેલી કક્ષાઓ ધરાવતાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ એક જ આવર્તમાં મૂકવામાં આવેલા છે. Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl અને Ar આધુનિક આવર્તકોષ્ટકના ગીજા આવર્તમાં રહેલા છે તેથી આ તત્ત્વોના પરમાણુઓના ઈલેક્ટ્રોન K, L અને M કક્ષાઓમાં (કોશ) ભરાયેલા છે. આ તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના લખો અને ઉપર્યુક્ત વિધાનની ચકાસણી કરો. દરેક આવર્ત નવી ભરાયેલી ઈલેક્ટ્રોન કક્ષા દર્શાવે છે.

રહેલા, બીજા, ત્રીજા અને ચોથા આવર્તમાં કેટલાં તત્વો છે ?

જુદી-જુદી કક્ષાઓમાં ઈલેક્ટ્રોન કેવી રીતે ભરાય છે તેના આધારે આપણે આ આવર્તમાં તત્વોની સંખ્યા સમજાવી શકીએ છીએ. ઉપલાં ધોરણોમાં તમે આ વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરશો. યાદ કરો કે કોઈ કક્ષામાં ઈલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા  $2n^2$  સૂત્ર પર આધાર રાખે છે જ્યાં,  $n$  એ કેન્દ્રથી દૂર આપેલ કક્ષાનો કમ છે.

ઉદાહરણ તરીકે

K કક્ષા –  $2 \times (1)^2 = 2$ , તેથી પ્રથમ આવર્તમાં 2 તત્વો છે.

L કક્ષા –  $2 \times (2)^2 = 8$ , તેથી બીજા આવર્તમાં 8 તત્વો છે.

ત્રીજા, ચોથા, પાંચમા છ્ટા અને સાતમા આવર્તમાં અનુક્રમે 8, 18, 18, 32 અને 32 તત્વો છે. આ માટેનું કારણ તમે ઉપલાં ધોરણોમાં શીખશો.

આવર્તકોષ્ટકમાં તત્વનું સ્થાન તેની રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે માહિતી આપે છે. તમે શીખી ગયાં છો તે મુજબ સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન તત્વ દ્વારા બનતા બંધના પ્રકાર અને સંખ્યા નક્કી કરે છે. શું હવે તમે કહી શકો કે મેનેલીફે પોતાના કોષ્ટકમાં તત્વોના સ્થાન નક્કી કરવા માટે સંયોજનોનાં સૂત્રોનો આધાર લીધો હતો તે શા માટે યોગ્ય હતો ? તેના આધારે સમાન રાસાયણિક ગુણધર્મો ધરાવતાં તત્વોને એક જ સમૂહમાં કેવી રીતે લખી શકાય ?

### 5.3.2 આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં વલાણ

(Trends in the Modern Periodic Table)

**સંયોજકતા :** તમે જાણો છો કે તત્વની સંયોજકતા તેના પરમાણુની બાધ્યતમ કક્ષામાં રહેલા સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા દ્વારા નક્કી થાય છે.

#### પ્રવૃત્તિ 5.6

- કોઈ પણ તત્વની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનાના આધારે તમે તેની સંયોજકતાની ગણતરી કેવી રીતે કરશો ?
- પરમાણ્વીય-કમાંક 12 ધરાવતા મેળેશિયમ અને પરમાણ્વીય-કમાંક 16 ધરાવતા સલ્ફરની સંયોજકતા કેટલી છે ?
- તે જ રીતે પ્રથમ વીસ તત્વોની સંયોજકતાઓ શોધો.
- આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં સંયોજકતા કેવી રીતે બદલાય છે ?
- સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં સંયોજકતા કેવી રીતે બદલાય છે ?

**પરમાણ્વીય કદ :** પરમાણ્વીય કદ શબ્દ પરમાણુની ત્રિજ્યાનો ઉલ્લેખ કરે છે. પરમાણ્વીય કદને એક સ્વતંત્ર પરમાણુના કેન્દ્રથી તેની સૌથી બહારની કક્ષા વચ્ચેના અંતર સ્વરૂપે જોવામાં આવે છે. હાઇડ્રોજન પરમાણુની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા 37 pm છે (પિકોમીટર, 1 pm =  $10^{-12}$  m).

ચાલો આપણે સમૂહ અને આવર્તમાં પરમાણ્વીય કદના જુદાપણા વિશે અભ્યાસ કરીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 5.7

- બીજા આવર્તનાં તત્વોની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા નીચે આપેલી છે :

આવર્ત 2નાં તત્વો	: B	Be	O	N	Li	C
પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા (pm)	: 88	111	66	74	152	77

- તેઓને તેમની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યાના ઉત્તરતા કમમાં ગોઠવો.
- શું હવે આ તત્વો આવર્તકોષ્ટકમાં આપેલ આવર્તની ભાતમાં ગોઠવાયેલ છે ?
- ક્યાં તત્વો સૌથી મોટા પરમાણુઓ અને સૌથી નાના પરમાણુઓ ધરાવે છે ?
- આવર્તમાં તમે ડાબીથી જમણી તરફ જાઓ ત્યારે પરમાણ્વીય ત્રિજ્યામાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે ?

તમે જોશો કે આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં પરમાણવીય ત્રિજ્યા ઘટે છે. કેન્દ્રીય વીજભાર વધવાની સાથે ઈલેક્ટ્રોન કેન્દ્ર તરફ જેંચાવાનું વલણ ઘરાવે છે જેને કારણે પરમાણવીય કદ ઘટે છે.

### પ્રવૃત્તિ 5.8

- નીચે આપેલ પ્રથમ સમૂહનાં તત્ત્વોની પરમાણવીય ત્રિજ્યામાં ફેરફારનો અભ્યાસ કરો અને તેમને ચહતા ક્રમમાં ગોડવો :

સમૂહ 1નાં તત્ત્વો	: Na	Li	Rb	Cs	K
-------------------	------	----	----	----	---

પરમાણવીય ત્રિજ્યા (pm) :	186	152	244	262	231
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

- એવાં તત્ત્વોનાં નામ આપો જે સૌથી મોટા અને સૌથી નાના પરમાણુઓ ધરાવતા હોય ?
- સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણવીય કદમાં કેવી રીતે ફેરફાર થાય છે ?

તમે જોશો કે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણવીય કદ વધે છે. આવું એટલા માટે થાય છે કે સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં નવી કક્ષાઓ ઉમેરાય છે. તેનાથી કેન્દ્ર તથા સૌથી બહારની કક્ષા વચ્ચેનું અંતર વધે છે. તેથી જ કેન્દ્રીય વીજભાર વધવા છતાં પરમાણવીય કદ વધી જાય છે.

### ધાત્વીય અને અધાત્વીય ગુણધર્મો (Metallic and Non-metallic Properties)

### પ્રવૃત્તિ 5.9

- ત્રીજા આવર્તનાં તત્ત્વો તપાસો અને તેમને ધાતુઓ તેમજ અધાતુઓ સ્વરૂપે વર્ગીકૃત કરો.
- આવર્તકોષ્ટકની કઈ બાજુ તમને ધાતુઓ જોવા મળે છે ?
- આવર્તકોષ્ટકની કઈ બાજુ તમને અધાતુઓ જોવા મળે છે ?

આપણે જોઈ શકીએ છીએ તેમ Na અને Mg જેવી ધાતુઓ આવર્તકોષ્ટકમાં ડાબી બાજુ અને સલ્ફર અને કલોરિન જેવી અધાતુઓ જમણી બાજુ રહેલી છે. મધ્યમાં આપણી પાસે સિલિકેન છે કે જે અર્ધધાતુ અથવા ઉપધાતુ તરફે વર્ગીકૃત થયેલ છે કારણ કે તે ધાતુઓ અને અધાતુઓ બંનેના કટલાક ગુણધર્મો ધરાવે છે.

આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં એક વાંકીયુંકી રેખા ધાતુને અધાતુથી અલગ કરે છે. આ રેખાની કિનારી પર આવેલાં તત્ત્વો-ઓરોન, સિલિકેન, જર્મનિયમ, આર્સનિક, ઓન્ટિભની, ટેલુરિયમ અને પોલોનિયમ મધ્યવર્તી ગુણધર્મો ધરાવે છે અને તેઓ ઉપધાતુ (Metalloid) અથવા અર્ધધાતુ (Semi-metal) કહેવાય છે.

પ્રકરણ 3 માં તમે જોયું છે તે પ્રમાણે બંધ નિર્માણ દરમિયાન ધાતુ ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે એટલે કે તેઓ સ્વભાવે વિદ્યુતધનમય (Electropositive) છે.

### પ્રવૃત્તિ 5.10

- તમારા મત મુજબ સમૂહમાં ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાય છે ?
- આવર્તમાં આ વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાય છે ?

આવર્તમાં જેમ સંયોજકતા કક્ષાના ઈલેક્ટ્રોન પર કાર્ય કરતો અસરકારક કેન્દ્રીય વીજભાર વધે છે તેમ ઈલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની વૃત્તિ ઘટશે. સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોન દ્વારા અનુભવાતો અસરકારક કેન્દ્રીય વીજભાર ઘટે છે કારણ કે સૌથી બહારના ઈલેક્ટ્રોન કેન્દ્રથી વધારે તત્ત્વોનું આવર્તી વર્ગીકરણ

દૂર હોય છે. તેથી તે સહેલાઈથી દૂર થઈ શકે છે. તેથી ધાત્વીય લક્ષણ આવર્તમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ તરફ જતાં ઘટે છે અને સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં વધે છે.

બીજી બાજુ, અધાતુઓ વિદ્યુતત્રણમય (Electronegative) હોય છે. તે ઈલેક્ટ્રોન મેળવીને બંધ બનાવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે. ચાલો આપણે આ ગુણધર્મના ફેરફાર વિશે શીખીએ.

### પ્રવૃત્તિ 5.11

- આવર્તમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં ઈલેક્ટ્રોન સ્વીકારવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાશે ?
- સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં ઈલેક્ટ્રોન સ્વીકારવાની વૃત્તિ કેવી રીતે બદલાશે ?

વિદ્યુતત્રણતાના વલણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે અધાતુઓ આવર્તકોષ્ટકમાં જમણી તરફ ઉપરની બાજુ રહેલી હોય છે.

આ વલણ આપણને તત્ત્વો દ્વારા બનતા ઓક્સાઈડના સ્વભાવ વિશે અનુમાન કરવા માટે પણ મદદરૂપ થાય છે, કારણ કે તમે જાણો છો કે સામાન્ય રીતે ધાતુઓના ઓક્સાઈડ બેઝિક અને અધાતુઓના ઓક્સાઈડ એસિડિક હોય છે.

### પ્રશ્નો

1. આધુનિક આવર્તકોષ્ટક મેનેલીફના આવર્તકોષ્ટકની વિવિધ વિસંગતતાઓ કેવી રીતે દૂર કરી શક્યું ?
2. તમારી ધારણા મુજબ મેળેશિયમ જેવી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દર્શાવતાં બે તત્ત્વોનાં નામ આપો. તમારી પસંદગીનો આધાર શું છે ?
3. નામ આપો :
  - (a) ત્રણ તત્ત્વો કે જે તેમની બાધ્યતમ કક્ષામાં એક ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે.
  - (b) બે તત્ત્વો કે જે તેમની બાધ્યતમ કક્ષામાં બે ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે.
  - (c) સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાધ્યતમ કક્ષા ધરાવતાં ત્રણ તત્ત્વો.
4. (a) લિલિયમ, સોડિયમ, પોટોશિયમ આ બધી એવી ધાતુઓ છે કે જે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઈડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે. શું આ તત્ત્વોના પરમાણુઓમાં કોઈ સમાનતા છે ?
- (b) હીલિયમ એક નિષ્ઠિય વાયુ છે જ્યારે નિયોનની પ્રતિક્રિયાત્મકતા ખૂબ જ ઓછી છે. તેમના પરમાણુઓમાં કોઈ સમાનતા છે ?
5. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં પ્રથમ દસ તત્ત્વોમાં કઈ ધાતુઓ છે ?
6. આવર્તકોષ્ટકમાં તેમના સ્થાનને ધ્યાનમાં લેતા નીચે દર્શાવેલાં તત્ત્વો પૈકી કયું તત્ત્વ તમારી ધારણા અનુસાર સૌથી વધુ ધાત્વીય લક્ષણ ધરાવે છે ?

Ga      Ge      As      Se      Be



## તમે શીખ્યાં કે

- તત્ત્વોને તેમના ગુણધર્મોમાં સમાનતાના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવ્યા છે.
- ડેબરેનરે તત્ત્વોને ત્રિપુટીમાં વર્ગીકૃત કર્યા જ્યારે ન્યૂલોને અભ્યક્તનો નિયમ આય્યો.
- મેન્ડેલીફે તત્ત્વોને તેમના પરમાણવીય દળના ચડતા કમ તથા રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ગોઠવ્યા.
- મેન્ડેલીફે તેમના આવર્તકોષ્ટકમાં ખાલી સ્થાનના આધારે હજી શોધવાવાનાં બાકી તત્ત્વોના અસ્તિત્વ વિશે પણ આગાહી કરી.
- પરમાણવીય દળના ચડતા કમને આધારે તત્ત્વોને ગોઠવતા થતી વિસંગતતા, પરમાણવીય-કમાંકના ચડતા કમમાં ગોઠવતા દૂર થઈ ગઈ. તત્ત્વના આ મૂળભૂત ગુણધર્મની શોધ મોસેલે (Moseley) દ્વારા થઈ હતી.
- આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોને 18 ઊભા સંભો કે જેને સમૂહ કહે છે અને 7 આડી હરોળ કે જેને આવર્ત કહે છે તેમાં ગોઠવવામાં આવેલા છે.
- આ પ્રકારે ગોઠવાયેલાં તત્ત્વો પરમાણવીય કદ, સંયોજકતા અથવા સંયોજવાની ક્ષમતા તથા ધાત્વીય અને અધાત્વીય લક્ષણ જેવા ગુણધર્મોની આવર્તનીયતા દર્શાવે છે.

## સ્વાધ્યાય

1. આવર્તકોષ્ટકમાં ડાબીથી જમણી તરફ જતાં બદલાતા વલણ વિશે નીચેનાં વિધાનો પૈકી ક્યું વિધાન સાચું નથી ?
  - (a) તત્ત્વનો ધાત્વીય ગુણ ઘટતો જાય છે.
  - (b) સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા વધતી જાય છે.
  - (c) પરમાણુઓ સહેલાઈથી તેમના ઈલેક્ટોન ગુમાવે છે.
  - (d) ઓક્સાઈડ વધુ ઑસ્ટિઝ બને છે.
2. તત્ત્વ X,  $XCl_2$  સૂત્ર ધરાવતો ક્લોરાઈડ બનાવે છે, જે ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતો ધન પદાર્થ છે. X મહંદશે એવા સમાન સમૂહમાં હશે કે જેમાં ..... હશે.
  - (a) Na
  - (b) Mg
  - (c) Al
  - (d) Si
3. ક્યા તત્ત્વમાં
  - (a) બે કક્ષાઓ છે તથા બંને ઈલેક્ટ્રોનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલ છે ?
  - (b) ઈલેક્ટ્રોનીય રચના 2, 8, 2 છે ?
  - (c) કુલ ત્રણ કક્ષા છે કે જે સંયોજકતા કક્ષામાં ચાર ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે ?
  - (d) કુલ બે કક્ષા છે કે જે સંયોજકતા કક્ષામાં ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે ?
  - (e) બીજી કક્ષામાં પ્રથમ કક્ષા કરતાં બમણા ઈલેક્ટ્રોન છે ?
4. (a) આવર્તકોષ્ટકમાં બોરોન જે સમૂહમાં છે તે જ સમૂહનાં તમામ તત્ત્વોનો ક્યો ગુણધર્મ સમાન છે ?  
(b) આવર્તકોષ્ટકમાં ફ્લોરિન જે સમૂહમાં છે તે જ સમૂહનાં તમામ તત્ત્વોનો ક્યો ગુણધર્મ સમાન છે ?
5. એક પરમાણુની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના 2, 8, 7 છે.
  - (a) આ તત્ત્વનો પરમાણવીય-કમાંક કેટલો છે ?
  - (b) નીચેના પૈકી ક્યા તત્ત્વ સાથે તે રાસાયણિક રીતે સમાનતા ધરાવતું હશે ? (પરમાણવીય-કમાંક કૌંસમાં આપેલ છે.)

N(7)

F(9)

P(15)

Ar(18)

6. આવર્તકોષ્ટકમાં ત્રણ તત્ત્વો A, B તથા Cનું સ્થાન નીચે દર્શાવેલ છે –

સમૂહ 16

–  
–  
–  
B

સમૂહ 17

–  
A  
–  
C

- (a) જણાવો કે, A ધાતુ છે કે અધાતુ.  
 (b) જણાવો કે, A ની સરખામણીમાં C વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે કે ઓછું પ્રતિક્રિયાત્મક.  
 (c) C નું કણ B કરતાં મોટું હશે કે નાનું ?  
 (d) તત્ત્વ A કયા પ્રકારના આયન-ધનાયન કે ઝણાયન બનાવશે ?
7. નાઈટ્રોજન (પરમાણવીય-ક્રમાંક 7) તથા ફોસ્ફરસ (પરમાણવીય-ક્રમાંક 15) આવર્તકોષ્ટકના સમૂહ 15 ના સભ્યો છે. આ બંને તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના લખો. આમાંથી કયું તત્ત્વ વધુ વિદ્યુતજ્ઞાનમય હશે ? શા માટે ?
8. પરમાણુની ઇલેક્ટ્રોનીય રચનાને તેના આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં સ્થાન સાથે શો સંબંધ છે ?
9. આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં કેલ્લિયમ (પરમાણવીય-ક્રમાંક 20)ની ચારે તરફ 12, 19, 21 તથા 38 પરમાણવીય-ક્રમાંક ધરાવતાં તત્ત્વો રહેલાં છે. આમાંથી કયાં તત્ત્વોના ભौતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો કેલ્લિયમ જેવા જ છે ?
10. મેનેલીફના આવર્તકોષ્ટકમાં અને આધુનિક આવર્તકોષ્ટકમાં તત્ત્વોની ગોઠવણીમાં સમાનતા અને ભિન્નતા દર્શાવો.

## જૂથ-પ્રવૃત્તિ

- (I) આપણે તત્ત્વોનું વગીકરણ કરવા માટે કરેલા મુખ્ય પ્રયત્નોની ચર્ચા કરી (ઇન્ટરનેટ અથવા લાઇબ્રેરીમાંથી) આ વગીકરણ માટે કરેલા અન્ય પ્રયત્નો વિશે જાણકારી મેળવો.
- (II) આપણે આવર્તકોષ્ટકના વિસ્તૃત સ્વરૂપનો અભ્યાસ કર્યો છે. આધુનિક આવર્ત નિયમનો ઉપયોગ તત્ત્વોને અન્ય રીતો દ્વારા ગોઠવવા માટે પણ થયેલો છે. શોધી કાઢો તે કઈ રીતો છે ?



## પ્રકરણ 6

### જૈવિક કિયાઓ (Life Processes)

આપણે સજીવ અને નિર્જીવનો બેદ કેવી રીતે કરીએ છીએ ? જો આપણે કૂતરાને દોડતો જોઈએ છીએ, ગાયને વાગોળતાં જોઈએ અથવા કોઈ માણસને જોરથી બૂમ પાડતાં જોઈએ તો આપણે સમજ જઈએ છીએ કે તે સજીવ છે. પણ જો કૂતરો, ગાય કે માણસ સૂતેલાં હોય તો ? હા, તોપણ આપણે તેમને સજીવ જ માનીશું. પણ આપણને તે કઈ રીતે ખબર પડી ? આપણે તેમને શાસ લેતાં જોઈએ છીએ અને આપણને ખબર પડે છે કે તે જીવંત છે. તો પછી વનસ્પતિ માટે શું કહેશો ? તેઓ જીવંત છે તેની ખબર આપણને કઈ રીતે પડશે ? આપણામાંથી કેટલાક કહેશો કે તેઓ લીલા રંગની દેખાય છે. પરંતુ તે વનસ્પતિઓના વિષયમાં શું કહી શકીએ કે જેઓનાં પણ્ઠો લીલા ન રહેતાં અન્ય રંગના હોય છે ? તેઓ (વનસ્પતિઓ) સમયની સાથે વૃદ્ધિ કરે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે તેઓ (વનસ્પતિઓ) સજીવ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આપણે સજીવનાં સામાન્ય પુરાવાઓ કે લક્ષણો વિશે કે તેઓનાં કાર્યો પર વિચાર કરીએ છીએ, તે વૃદ્ધિ સંબંધિત કે અન્ય કાર્યો હોઈ શકે છે. જે વનસ્પતિ દેખીતી રીતે વૃદ્ધિ પામતી નથી એ પણ જીવંત છે અને કેટલાંક પ્રાણીઓ દેખીતી રીતે હલનયલન વગર શાસ લેતા હોય છે. આમ, માત્ર દેખીતી રીતે થતાં હલનયલનને જ જીવંત હોવાની લાક્ષણિકતાની વ્યાખ્યા તરીકે ગણી શકાય નહિ.

ખૂબ જ નાના પાયે થનારી કિયાઓ નરી આંખે જોઈ શકતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, અણુઓની ગતિઓ કે કાર્યો શું આ અદશ્ય આણવીય ગતિ કે કાર્ય જીવન માટે જરૂરી છે ? જો આપણે આ પ્રશ્ન કોઈ વ્યવસાયિક જીવવિજ્ઞાનીને કરીએ તો તેમનો જવાબ હકારાત્મક હશે. વાસ્તવમાં વિષાણુ (વાઈરસ)ની અંદર કોઈ આણવીય ગતિ થતી નથી. (જ્યાં સુધી તે કોઈ કોષમાં દાખલ ન થાય ત્યાં સુધી) આમ, આ કારણે આ વિવાદાસ્પદ બાબત રહી છે કે ખરેખર વાઈરસ સજીવ છે કે નિર્જીવ.

જીવન માટે આણવીય ગતિઓ કે કિયાઓ કેમ જરૂરી છે ? અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે સજીવની સંરચના સુસંગઠિત (સુઆયોજિત) હોય છે. તેમાં પેશી હોય છે. પેશીઓમાં કોષો હોય છે, કોષોમાં નાનાં ઘટકો પણ હોય છે. સજીવની આ સંગઠિત કે સુવ્યવસ્થિત સંરચના સમયની સાથે-સાથે પર્યાવરણની અસરને કારણે વિધાનિત થાય છે. જો આ વ્યવસ્થા તૂટે તો સજીવ વધારે સમય સુધી જીવિત રહી શકે નહિ. તેથી સજીવોના શરીરમાં સમારકામ તથા રક્ષણાની જરૂરિયાત હોય છે. આ બધી સંરચનાઓ અણુઓથી બનેલી હોવાથી તેમણે અણુઓને સતત ગતિશીલ કે કાર્યરત રાખવા જોઈએ.

સજીવોમાં જાળવણીની કિયાઓ શું છે ? આવો, શોધીએ.

#### 6.1 જૈવિક કિયા એટલે શું ? (What are Life Processes ?)

સજીવોના રક્ષણનું કાર્ય નિરંતર થવું જોઈએ. આ કાર્ય ત્યારે પણ થાય છે જ્યાં કોઈ ચોક્કસ કાર્ય થતું ન હોય. જ્યારે આપણે સૂતા હોઈએ છીએ અથવા વર્ગખંડમાં બેઠાં હોઈએ ત્યારે પણ આ રક્ષણનું

કાર્ય થતું રહે છે. તેવી બધી જ કિયાઓ કે જે સામૂહિક રૂપમાં જાળવણીનું કાર્ય કરે છે તેને જૈવિક કિયાઓ કહેવાય છે.

ઈજા કે તૂટવાની કિયાને રોકવા માટે જાળવણીની કિયાની આવશ્યકતા હોય છે, જેના માટે ઊર્જાની આવશ્યકતા હોય છે. સજીવના શરીરમાં આ ઊર્જા બહારથી આવે છે. જેથી ઊર્જાના સોતને બહારથી સજીવના શરીરમાં સ્થળાંતરણ કરાવવા માટે કોઈ કિયા થવી જોઈએ. આ ઊર્જાના સોતને આપણે ખોરાક કે આહાર કહીએ છીએ તે શરીરની અંદર દાખલ કરવાની કિયાને પોષણ કહીએ છીએ. જો સજીવમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે તો તેઓના માટે તેઓએ વધારાની કાચી સામગ્રીઓની પણ આવશ્યકતા કે જરૂરિયાત હોય છે. પૃથ્વી પર જીવન, કાર્બન આધારિત અણુઓ પર નિર્ભર છે. આમ, મોટા ભાગના ખાદ્યપદાર્થો પણ કાર્બન આધારિત છે. આ કાર્બન સોતોની જટિલતાને અનુસરીને વિવિધ સજીવ વિભિન્ન પ્રકારના પોષણની કિયાઓ ધરાવે છે.

ઊર્જાના આ બાધ્યકોત વિવિધ પ્રકારના હોઈ શકે છે. જોકે પર્યાવરણ કોઈ એક સજીવના નિયંત્રણમાં નથી. શરીરની અંદરની ઊર્જાના આ સોતોનું વિઘટન કે નિર્માણની જરૂરિયાત હોય છે. જેથી આ અંતિમ ઊર્જાનો સોત એક સમાન ઊર્જાસોતમાં પરિવર્તિત થઈ જવો જોઈએ અને આ વિવિધ અણુઓની આણવીય ગતિઓ કે કાર્યો માટે તેમજ વિવિધ સજીવ શરીરના રક્ષણ અને શરીરની વૃદ્ધિ માટે ઉપયોગી આવશ્યક અણુઓનું નિર્માણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરની અંદર રાસાયણિક કિયાઓની એક શુંખલાની જરૂરિયાત હોય છે. ઓક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રકિયાઓ અણુઓના વિઘટનની કેટલીક સામાન્ય રાસાયણિક પ્રકિયાઓ છે. તેના માટે વધુ માત્રામાં શરીરની બહારના સોતમાંથી ઓક્સિજન મેળવવો પડે છે. શરીરની બહારથી ઓક્સિજનને ગ્રહણ કરી અને કોષોની આવશ્યકતા કે જરૂરિયાતને અનુલક્ષીને ખાદ્ય સોતનું વિઘટનમાં ઉપયોગ કરવાની કિયાને આપણે શ્વસન કહીએ છીએ.

એક કોષીય સજીવના ડિસ્સામાં સંપૂર્ણ સપાટી પર્યાવરણની સાથે સંપર્કમાં રહે છે તેથી તેઓને ખોરાક ગ્રહણ કરવા માટે, વાયુઓની આપ-લે કરવા માટે કે ઉત્સર્ગ પદાર્થ કે નકામા પદાર્થોના નિકાલ માટે કોઈ વિશિષ્ટ અંગની જરૂરિયાત હોતી નથી. પરંતુ, જ્યારે સજીવના શરીરના કદમાં વધારો થાય અને શારીરિક વધારો થવાથી 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 બિન્ન ભિન્ન અંગ વિશિષ્ટીકરણ પામે છે. આપણે આ ચોક્કસ પેશીઓથી અને સજીવના શરીરમાં તેઓના સંગઠનથી પરિચિત છીએ. તેમાં કોઈ આશ્ર્ય નથી કે ખોરાક અને ઓક્સિજનનું અંત:ગ્રહણ પણ વિશિષ્ટ પ્રકારની પેશીઓનું કાર્ય છે. આનાથી એક મુશ્કેલી એ ઉદ્ભબે છે કે ખોરાક તેમજ ઓક્સિજનનું અંત:ગ્રહણ કેટલાંક ચોક્કસ અંગો દ્વારા જ થાય છે, પરંતુ તેની જરૂરિયાત શરીરના બધા ભાગોને હોય છે. આ ખોરાક તેમજ ઓક્સિજનને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધી લઈ જવા માટે વહનતંત્રની આવશ્યકતા હોય છે.

જ્યારે રાસાયણિક પ્રકિયાઓમાં કાર્બન સોત અને ઓક્સિજનનો ઉપયોગ ઊર્જાપ્રાપ્તિ માટે થાય છે, ત્યારે એવી નીપજો કે ઉત્પાદકો પણ બને છે જે શરીરના કોષો માટે માત્ર બિનુપયોગી

જ નહિ પણ તે હાનિકારક પણ હોઈ શકે છે. આ નકામા, ઉત્સર્જ ઉત્પાદનો કે નીપળોને શરીરમાંથી બહાર કાઢવા અતિ આવશ્યક હોય છે. આ કિયાને 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 પરિવહન તત્ત્વએ ઉત્સર્જ દવ્યોને કોણોમાંથી ઉત્સર્જન પેશી સુધી પહોંચાડવા પડશે.

ચાલો, આપણે જીવન ટકાવી રાખવા માટે જરૂરી કિયાઓના વિશે એક-એકનો તબક્કાવાર વિચાર કરીએ.

### પ્રશ્નો

- શા માટે, આપણા જેવા બહુકોષીય સજીવોમાં ઓક્સિજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા માટે પ્રસરણ એ અપૂર્તી કિયા છે ?
- કોઈ વસ્તુ જીવન્ત છે, તેમ નક્કી કરવા માટે આપણે કયા માપંડનો ઉપયોગ કરીશું ?
- કોઈ સજીવ દ્વારા કરી બાબ્ય કાચી સામગ્રીઓનો ઉપયોગ કરાય છે ?
- જીવન ટકાવી રાખવા માટે તમે કઈ કિયાઓને જરૂરી ગણશો ?



## 6.2 પોષણ (Nutrition)

જ્યારે આપણે ફરતા કે ટહેલતા હોઈએ છીએ કે સાઈકલની 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. રક્ષણ કરવા માટે ઊર્જાની આવશ્યકતા હોય છે. વૃદ્ધિ, વિકાસ, પ્રોટીન સંશોધણ વગેરેમાં આપણા શરીરને બહારથી પણ પદાર્થોની જરૂરિયાત હોય છે. આ ઊર્જાનો સોત અને પદાર્થ જે આપણે જમીએ છીએ તે ખોરાક કે આહાર છે.

સજીવ પોતાનો ખોરાક કે આહાર કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ?

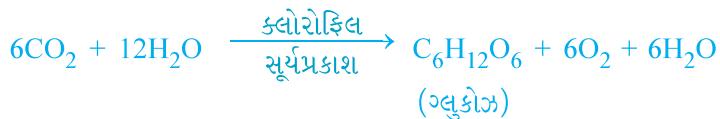
(How do living things get their food ?)

બધા સજીવોમાં ઊર્જા અને પદાર્થોની સામાન્ય જરૂરિયાત સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓની પૂર્તિ/પૂર્તતા બિન્ન-બિન્ન રીતોથી થાય છે. કેટલાક સજીવો અકાર્બનિક સ્લોટોમાંથી કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં સરળતમ પદાર્થ પ્રાપ્ત 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 છે. તેઓને પ્રાપ્ત કરવા માટે સજીવ જૈવ ઉદ્દીપકનો ઉપયોગ કરે છે જે જેઓને ઉત્સેચકો કહે છે. આમ, વિષમપોષીઓ અસ્તિત્વ ટકાવી રાખવા માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે સ્વયંપોષી પર આધારિત હોય છે. પ્રાણી અને ફૂંગ આ પ્રકારના વિષમપોષી સજીવોમાં સમાયેલ છે.

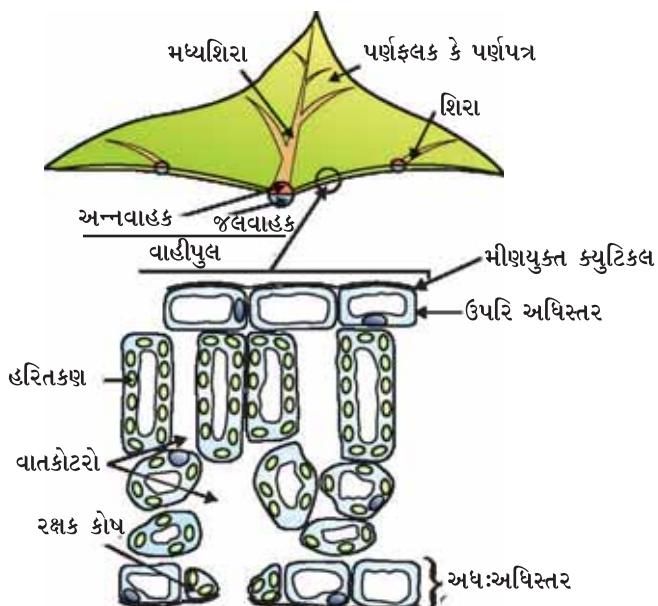
### 6.2.1 સ્વયંપોષી પોષણ (Autotrophic Nutrition)

સ્વયંપોષી સજીવની કાર્બન અને ઊર્જાની જરૂરિયાતો પ્રકાશસંશોધણ દ્વારા પૂરી થાય છે. આ તે કિયા છે જેમાં સ્વયંપોષી બહારથી લીધેલા પદાર્થોને ઊર્જા સંચિત સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરી નાખે છે. આ પદાર્થો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીના સ્વરૂપમાં લેવાય છે; જે સૂર્યના પ્રકાશ અને કલોરોફિલની હાજરીમાં કાર્બોદિટોમાં પરિવર્તિત કરી નાખે છે. વનસ્પતિઓને ઊર્જા આપવા માટે કાર્બોદિટ વપરાય છે. આ પછીના વિભાગમાં આપણે અભ્યાસ કરીશું કે આ કેવી રીતે થાય છે. જે કાર્બોદિટ તરત જ વપરાતાં નથી, તેઓ સ્ટાર્ટેક્ષન કે મંડકણના સ્વરૂપમાં સંચય 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. આપણા દ્વારા ખાવા માટે લેવાયેલા ખોરાકમાંથી ઉત્પન્ન ઊર્જાનો કેટલોક ભાગ શરીરમાં જલાયકોજનના સ્વરૂપમાં સંચય પામતો હોય છે.

જૈવિક કિયાઓ

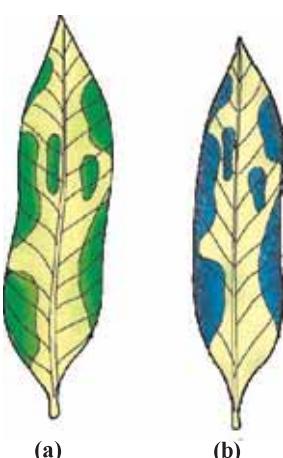


આપણે હવે જોઈએ કે પ્રકાશસંશેષણની કિયામાં વાસ્તવમાં શું થાય છે? આ કિયા દરમિયાન નીચે આપેલ ઘટનાઓ દર્શાવાય છે:



આકૃતિ 6.1

પણનો ત્રાંસો છેડ (T.S.)



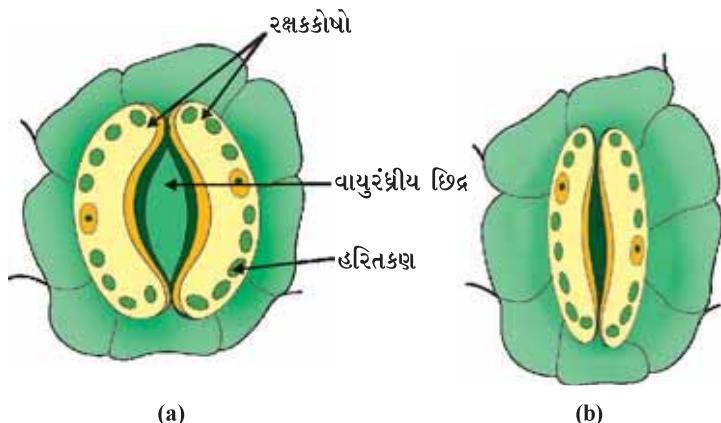
આકૃતિ 6.2

અધાયુક્ત પણ (a) પહેલા અને (b) સ્ટાર્ચ ક્સોટી પછી

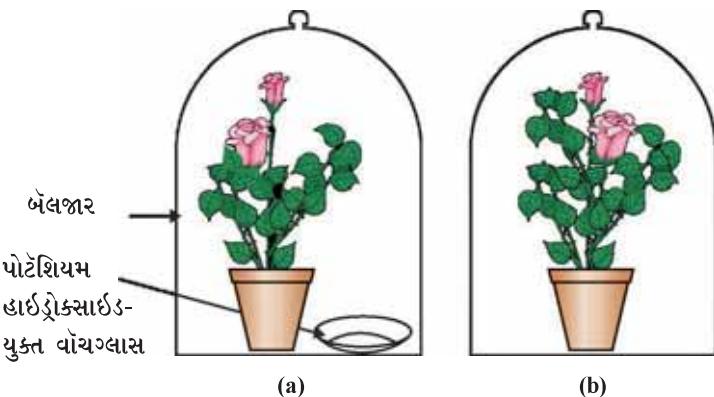
### પ્રવૃત્તિ 6.1

- વિવિધ રંગી પણની ધરાવતા કુંડામાં ઉગાડેલા એક છોડને લો. (ઉદાહરણ તરીકે મનીપ્લાન્ટ (Pothos) કે કોટોનનો છોડ)
- કુંડામાં ઉગાડેલ છોડને ત્રાણ દિવસ અંધારામાં રાખો જેથી તેમનો મંડ (સ્ટાર્ચ) સંપૂર્ણપણે વપરાઈ જાય.
- હવે, કુંડામાં ઉગાડેલ છોડને લગભગ છ કલાક માટે સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- છોડ પરથી એક પણ તોડી લો. તેના લીલા ભાગને અંકિત કરો અને તેને એક કાગળ પર ટ્રેસ કરો. (દોરી લો.)
- કેટલીક મિનિટો માટે આ પણને ઉકળતા પાણીમાં નાખો.
- ત્યાર બાદ તેને (પણને) આલ્કોહોલથી ભરેલા બીકરમાં ડુબાડી દો.
- આ બીકરને સાવચેતીથી વોટરબાથમાં રાખીને ત્યાં સુધી ગરમ કરો જ્યાં સુધી આલ્કોહોલ ઉકળવા ન લાગે.
- પણના રંગનું શું થાય છે? દ્રાવજાનો રંગ કેવો થાય છે?
- હવે કેટલીક મિનિટ માટે આ પણને આયોડિનના મંદ દ્રાવજામાં નાખો.
- પણને બહાર કાઢીને તેના પરના આયોડિનને ધોઈ નાંખો.
- પણના રંગનું અવલોકન કરો અને શરૂઆતમાં પણને ટ્રેસ કર્યો હતો તેની સાથે તેની તુલના રંગને અનુલક્ષિને કરો. (આકૃતિ 6.2)
- પણના વિવિધ ભાગોમાં મંડ (સ્ટાર્ચ)ની હાજરીના માટે તમે શું નિર્ણય લેશો?

હવે, આપણે અભ્યાસ કરીએ કે વનસ્પતિ કાર્બન ડાયોક્સાઈડ કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે ? ધોરણ IXમાં આપણે વાયુરંધ્ર કે પર્શરંધ્ર અથવા રંધ્રની ચર્ચા કરી હતી. જે પર્શની સપાટી પર સૂક્ષ્મ છિદ્ર સ્વરૂપે હોય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે વાયુઓનો મોટા ભાગનો વિનિમય આ છિદ્રો દ્વારા થાય છે. પરંતુ અહીંથાં તે જાણવું પણ જરૂરી છે કે વાયુઓનો વિનિમય પ્રકાંડ, મૂળ અને પણ્ઠોની સપાટી દ્વારા પણ થાય છે. આ રંધ્રો દ્વારા મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો વ્યય પણ થાય છે. આમ, જ્યારે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કાર્બન ડાયોક્સાઈડની જરૂરિયાત હોતી નથી ત્યારે વનસ્પતિ આ છિદ્રો કે રંધ્રોને બંધ રાખે છે. રંધ્રો કે છિદ્રોની ખૂલવાની અને બંધ થવાની કિયાનું કાર્ય રક્ષકકોષો દ્વારા થાય 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 6.3 (a) ખૂલ્લો વાયુરંધ્ર અને (b) બંધ વાયુરંધ્ર છિદ્ર



આકૃતિ 6.4 પ્રાયોગિક ગોઠવણી (a) પોટોશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડયુક્ત વોચળાસ  
(b) પોટોશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડવિલીન

- લગભગ સમાન કંઈ ધરાવતા બે તંદુરસ્ત છોડ ઉગાડેલા કુંડા લો.
- ગ્રાસ દિવસ સુધી તેઓને અંધારા ઓરડામાં રાખો.
- હવે પ્રત્યેક છોડને અલગ-અલગ કાચની પણી પર રાખો. એક છોડની પાસે વોચળાસમાં પોટોશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડ (KOH) મૂકો. પોટોશિયમ હાઇડ્રોક્સાઈડનો ઉપયોગ કાર્બન ડાયોક્સાઈડના શોષણ માટે થાય છે.
- આકૃતિ 6.4 અનુસાર બંને છોડને અલગ-અલગ બેલજારથી ટાંકી દો.
- જારના તળિયાના ભાગને સીલ કરવા માટે કાચની પણી પર વેસેલીન લગાવાય છે. તેના ઉપયોગથી વાયુ બેલજારમાં પ્રવેશતો અટકે છે (અવરોધાય છે).
- લગભગ બે કલાક માટે બંને છોડને સૂર્યના પ્રકાશમાં રાખો.
- પ્રત્યેક છોડમાંથી એક પર્શ તોડો અને ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિની જેમ (6.1) તેમાં મંડ કે સ્થાર્યની હાજરીની ચકાસણી કરો.
- શું બંને પણ્ઠોમાં સમાન પ્રમાણમાં સ્થાર્યની હાજરી દર્શાય/દેખાય છે ?
- આ પ્રવૃત્તિ દ્વારા તમે શું નિર્ણય કરશો ?

ઉપર્યુક્ત બંને પ્રવૃત્તિઓને આધારે શું આપણે એવો પ્રયોગ કરી શકીએ છીએ કે જેનાથી એ પ્રદર્શિત થઈ શકે કે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સૂર્યના પ્રકાશની જરૂરિયાત હોય છે ?

અત્યાર સુધી આપણે આ ચર્ચા કરી ચૂક્યા છીએ કે સ્વયંપોષી સજવો પોતાની ઊર્જાની જરૂરિયાતની પ્રાપ્તિ કેવી રીતે કરે છે ? પરંતુ તેઓને પણ પોતાના શરીરના નિર્માણ માટે અન્ય કાચી સામગ્રીની જરૂરિયાત હોય છે. સ્થળજ વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે જરૂરી પાણીની પ્રાપ્તતા ભૂમિમાં રહેલા મૂળ દ્વારા, ભૂમિમાંથી પાણીનું શોષણ કરીને મેળવે છે. નાઈટ્રોજન, ફોસ્ફરસ, આર્યન જૈવિક ડિયાએ

(લોહ) અને મેળેશિયમ જેવાં અન્ય દવ્યો કે પદાર્થો પણ ભૂમિ કે જમીનમાંથી મેળવે છે. નાઈટ્રોજન એક આવશ્યક ખનિજતત્ત્વ છે જેનો ઉપયોગ પ્રોટીન અને અન્ય સંયોજનોના સંશ્લેષણમાં થાય છે. જે અકાર્બનિક નાઈટ્રોજન કે નાઈટ્રોજનના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે અથવા તે કાર્બનિક પદાર્થના સ્વરૂપમાં મેળવાય છે કે જેઓનું નિર્માણ બેક્ટેરિયા દ્વારા વાતાવરણીય નાઈટ્રોજનમાંથી થાય છે.

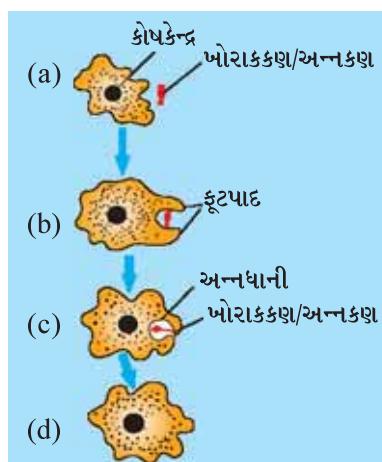
### 6.2.2 વિષમપોષી પોષણ (Heterotrophic Nutrition)

પ્રત્યેક સજીવ પોતાના પર્યાવરણ સાથે અનુકૂલિત હોય છે. ખોરાક કે આહારના સ્વરૂપને આધારે તેમજ પ્રાય્તિતાના આધારે પોષણની રીત વિવિધ પ્રકારની હોઈ શકે છે. તેના સિવાય તે સજીવની ખોરાક ગ્રહણ કરવાની રીત પર પણ આધારિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો ખોરાકનો સ્નોત અચળ છે (જેમકે ઘાસ) કે ગતિશીલ છે, જેમકે હરણા, બંને પ્રકારના ખોરાકના અભિગમનની રીત બિન્ન-બિન્ન. છે અને ગાય અને વાધ ક્યા પોષણ ઉપકરણનો ઉપયોગ કરે છે. સજીવો દ્વારા ખોરાક ગ્રહણ કરવાની અને તેના ઉપયોગની અનેક પ્રયુક્તિઓ છે. કેટલાક સજીવો પોષક પદાર્થનું વિધટન શરીરની બહાર કરે છે અને પછી તેનું શોષણ કરે છે. બ્રેડમોલ (તંતુમય ફૂગ), ચીસ્ટ અને મશરૂમ વગેરે ફૂગનાં ઉદાહરણો છે. અન્ય સજીવો પોષક પદાર્થનું સંપૂર્ણ અંત:ગ્રહણ કરે છે અને તેનું પાચન શરીરની અંદર કરે છે. સજીવ દ્વારા ખોરાકના અંત:ગ્રહણ કરવાની અને તેનું પાચન કરવાની રીત તેમના શરીરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિ પર નિર્ભર કરે છે. ઘાસ, ફળ, કીટક, માછલી કે મરેલા સસલાને ખાનારાં પ્રાણીઓમાં રહેલી બિન્નતા શું તમે વિચારો છો? કેટલાક અન્ય સજીવો વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને મારી નાખ્યા વગર તેમનામાંથી પોષણ પ્રાપ્ત કરે છે. આ પોષણની રીત અમરવેલ, ઓક્ટ્રિં, ઉધઈ, જૂ, જળો અને પણ્ણીકુમિ જેવા ઘણાબધા સજીવો દ્વારા દર્શાવાય છે.

### 6.2.3 સજીવો તેમનું પોષણ કેવી રીતે મેળવે છે?

(How do Organisms obtain their Nutrition?)

ખોરાક અને તેમની અંત:ગ્રહણની રીત બિન્ન છે. તેથી વિવિધ સજીવોમાં પાચનતંત્ર પણ અલગ પ્રકારનું હોય છે. એકોષીય 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 અસ્થાપી પ્રવર્ધની મદદથી ખોરાક ગ્રહણ કરે છે. આ પ્રવર્ધ ખોરાકના કણોને ઘેરી લે છે અને તેની સાથે જોડાણ કેળવીને અન્નધાની બનાવે છે (આદૃતિ 6.5). અન્નધાનીની અંદર જટિલ પદાર્થનું વિધટન સરળ પદાર્થોમાં થાય છે અને તે કોષરસમાં પ્રસરણ પામે છે. વધેલો ખોરાક, અપાચિત પદાર્થ કોષની સપાટીની તરફ ગતિ કરે છે અને શરીરમાંથી બહાર નિકાલ કરી દેવામાં આવે છે. પેરામિશિયમ પણ એકોષીય સજીવ છે. તેના કોષનો એક નિશ્ચિત આકાર હોય છે અને ખોરાક એક વિશિષ્ટ સ્થાન દ્વારા જ ગ્રહણ કરી શકે છે. આ સ્થાન સુધી ખોરાક પક્ષોની ગતિ દ્વારા પહોંચે છે; જે કોષની સંપૂર્ણ સપાટીને ટાંકી દેતો હોય છે.



આદૃતિ 6.5

અમીબામાં પોષણ

પાચનમાર્ગ કે પાચનની મૂળભૂત સ્વરૂપે મુખથી ગુદા સુધી વિસ્તરેલી એક લાંબી નળી છે. આદૃતિ 6.6માં આપણે આ નળીના 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 અહીંયાં આ ડિયાની ચર્ચા કરીશું.

### 6.2.4 મનુષ્યોમાં પોષણ (Nutrition in Human Beings)

### પ્રવૃત્તિ 6.3

- 1 mL 1 % સ્ટાર્ચનું દ્રાવક 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 દ્રાવકણા નાંખો.
- કઈ કસનળીમાં તમને રંગ-પરિવર્તન દેખાય છે ?
- બંને કસનળીઓમાં સ્ટાર્ચની હાજરી કે ગેરહાજરીના વિશે તમે શું નિર્દેશિત કરી શકશો ?
- આ લાળરસ (લાળ)ની સ્ટાર્ચ પર થતી પ્રક્રિયાના વિશે શું દર્શાવે છે ?

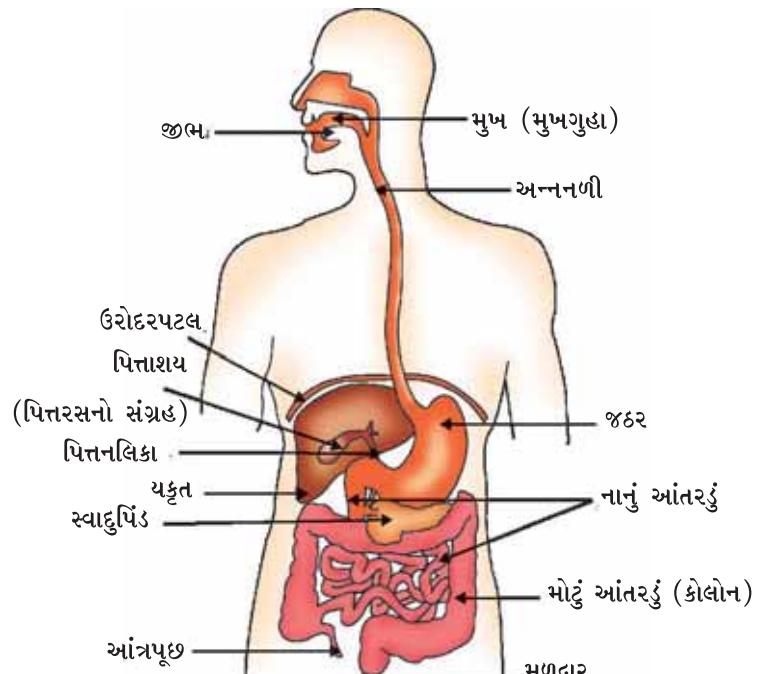
આપણે વિવિધ પ્રકારના ખોરાક ખાઈએ છીએ. જેને આ એક જ પાચનમાર્ગમાંથી પસાર થવાનું હોય છે. સ્વાભાવિક રીતે ખોરાકે એક કિયામાંથી પસાર થવાનું છે જેથી તેઓનું નાના-નાના સમાન ભાતવાળા કષોમાં રૂપાંતર થાય છે. આપણા દાંતો વડે ખોરાકને ચાવીને આ કિયા કરવામાં આવે છે. પાચનમાર્ગનું અસ્તર ખૂબ જ નાજુક હોય છે, જેથી ખોરાકને ભીનો 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 (ખવતો) એક રસ છે જેને લાળરસ કે લાળ કહે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેના વિશે બીજી એક બાબત એ છે કે તે જટિલ રચના ધરાવે છે. જો તેનું શોખણ પાચનમાર્ગ દ્વારા કરવું હોય તો તેનો નાના અણુઓમાં વિધાટિત કે ખંડિત કરવા જોઈએ. આ કાર્ય

જૈવિક ઉદ્દીપકો દ્વારા થાય છે. જેને આપણે ઉત્સેચક કહીએ છીએ. લાળરસમાં પણ એક ઉત્સેચક હોય છે, જેને લાળરસીય એમાયલેઝ કહે છે. તે સ્ટાર્ચના જટિલ અણુનું શર્કરામાં ખંડિત કરી રૂપાંતરણ કરે છે. ખોરાકને ચાવવા દરમિયાન માંસલ જ્બ ખોરાકને લાળરસની સાથે સંપૂર્ણ રીતે ભેળવી દે છે.

પાચનમાર્ગના દરેક ભાગમાં ખોરાકની નિયમિત રીતે ગતિ તેમની નિયત રીતેથી થાય તે જરૂરી છે. જેથી દરેક વિસ્તારમાં તેના પર યોગ્ય કિયા થઈ શકે. પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં લયબદ્ધ સંકોચન પામીને ખોરાકને આગળ ધકેલી શકે તેવા સનાયુઓ આવેલા હોય છે. આ કમાનુસાર લયબદ્ધ સંકોચન ગતિ સંપૂર્ણ પાચનમાર્ગના અસ્તરમાં સર્જય છે.

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

પાચનનું કાર્ય જઠરની દીવાલમાં આવેલી જઠરગ્રંથિઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આ ગ્રંથિઓ હાઇડ્રોક્લોરિક ઓસિડ (HCl), એક પ્રોટીન પાચક ઉત્સેચક પેપ્સીન અને શ્વેષનો સાવ કરે છે. હાઇડ્રોક્લોરિક ઓસિડ ઓસિડિક માધ્યમ તૈયાર કરે છે. જે પેપ્સીન ઉત્સેચકની પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. તમારા મત પ્રમાણે ગણીએ તો ઓસિડ (HCl) બીજું કયું કાર્ય કરતું હશે ? સામાન્ય જૈવિક કિયાએ



આકાતી 6.6 માનવ પાચનનળી

પરિસ્થિતિઓમાં શ્વેષને લીધે, જઈના આંતરિક અસ્તરને એસિડ (HCl)ની સામે રક્ષણ મળે છે. આપણે ઘણાબધા વયસ્કોને એસિડિટી કે અભિતાની ફરિયાદ કરતાં સાંભળ્યા છે. શું તેનો સંબંધ ઉપર્યુક્ત વર્ણવેલી બાબત સાથે હોઈ શકે ?

જઈમાંથી ખોરાક હવે થોડા-થોડા જથ્થામાં નાના આંતરડામાં પ્રવેશે છે, જે મુદ્રિકા સ્નાયુપેશી (નિજકર વાલ્વ) દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. નાનું આંતરડું પાચનમાર્ગનો સૌથી લાંબામાં લાંબો ભાગ કે અંગ છે. તે ખૂબ જ ગુંચાબાદાર હોવાને કારણે તે ઓછી જગ્યામાં વ્યવસ્થિત રીતે ગોઠવાયેલ હોય છે. વિવિધ પ્રાણીઓમાં નાના આંતરડાની લંબાઈ તેમના ખોરાકના પ્રકારને આધારે બિન્ન-બિન્ન હોય છે. ઘણા ખાનારાં શાકાહારી પ્રાણીઓને સેલ્યુલોજનું પાચન કરવા માટે લાંબા નાના આંતરડાની જરૂરિયાત હોય છે. માંસનું પાચન સરળ છે. આથી વાધ જેવા માંસાહારીઓનું નાનું આંતરડું નાનું કે ટૂંકું હોય છે.

નાનું આંતરડું કાર્બોનિટ પ્રોટીન અને ચરબીનું પૂર્ણ પાચન માટેનું સ્થળ છે. આ કાર્ય માટે તે યકૃત અને સ્વાદુપિંડના સ્ત્રાવી દ્વયો કે પદાર્થોને મેળવે છે. જઈમાંથી આવનારો ખોરાક એસિડિક હોય છે અને સ્વાદુપિંડના ઉત્સેચકોની ડિયા માટે તેઓને આલ્કલીય બનાવવામાં આવે છે. યકૃતમાંથી જીવિત થતો પિતરસ આ કાર્ય કરે છે, તે વધારામાં ચરબી પર પડા પ્રક્રિયા દર્શાવે છે. નાના આંતરડામાં ચરબી મોટા ગોલકોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેથી તેના પર ઉત્સેચકનું કાર્ય કરવું મુશ્કેલ હોય છે. પિતકારો તેઓને વિખંતિત કરીને નાના ગોલકોમાં રૂપાંતરિત કરે છે. જેથી ઉત્સેચકોની ડિયાશીલતામાં વધારો થાય છે. તે સાબુના મેલ પર થતી તૈલોદીકરણની પ્રક્રિયા માફિક કાર્ય કરે છે જેના વિશે આપણે પ્રકરણ 4માં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. સ્વાદુપિંડ સ્વાદુપિંડરસ કે સ્વાદુરસનો જ્ઞાવ કરે છે જેમાં, પ્રોટીનના પાચન માટે ટ્રિપ્સીન ઉત્સેચક હોય છે. તૈલોદીકૃત ચરબીનું પાચન કરવા માટે લાયપેઝ ઉત્સેચક હોય છે. નાના આંતરડાની દીવાલમાં ગ્રંથિઓ આવેલી હોય છે. (આંત્રીય ગ્રંથિઓ) તે આંતરસનો જ્ઞાવ કરે છે. તેમાં આવેલા ઉત્સેચકો અંતે પ્રોટીનનું એમિનો એસિડમાં જટિલ કાર્બોનિટોનું ગ્લુકોજમાં અને ચરબીનું ફેટીએસિડ અને જિલ્સરોલમાં રૂપાંતરણ કરી નાંબે છે.

પાચિત ખોરાકનું આંત્રમાર્ગની દીવાલ અભિશોષણ કરી લે છે. નાના આંતરડાના અસ્તરમાં અસંખ્ય (નાના આંતરડાનો અંતિમ ભાગ શેખાંત્રમાં) આંગળી જેવા પ્રવર્ધો હોય છે. જેને રસાંકુરો કહે છે. તે અભિશોષણ માટે સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધારી શકે છે. રસાંકુરોમાં રૂધિરવાહિનીઓ વધુ માત્રામાં હોય છે. જે ખોરાકનું અભિશોષણ કરીને શરીરના પ્રત્યેક કોષો સુધી ખોરાકને (પાચિત પદાર્થોને) પહોંચાડે છે. અહીં તેમનો ઉપયોગ (પાચિત ખોરાકનો ઉપયોગ) ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવા માટે, નવી પેશીઓના નિર્માણ માટે અને જૂની પેશીઓના સમારકામાં થાય છે.

પચ્ચા વગરનો કે અપાચિત ખોરાક મોટા આંતરડામાં મોકલવામાં આવે છે. જ્યાં વધુ માત્રામાં આવેલા રસાંકુરો અપાચિત ખોરાક (અભિશોષણ ન પામેલ ખોરાક)માંથી પાણીનું શોષણ કરે છે. શેષ પદાર્થો ગુદા દ્વારા શરીરની બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે. આ ઉત્સર્જ દ્વયોને બહાર ફેંકવાની કે ત્યાગ કરવાનું નિયંત્રણ મળવારના મુદ્રિકા સ્નાયુઓ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

### દાંતનું ક્ષરણ

**દાંતનું ક્ષરણ** કે દાંતનો ક્ષય, ઈનેમલ અને ડેનિનનું ધીમે-ધીમે નાજુક બનવાને કારણે થાય છે. આની શરૂઆત ત્યારે થાય છે જ્યારે જીવાણું કે બેક્ટેરિયા શર્કરા પર પ્રક્રિયા કરીને એસિડનું નિર્માણ કરે છે. ત્યારે ઈનેમલ નાજુક કે વિખનીજીકરણ પામે છે (ખનીજ કે ક્ષાર દૂર થવાની ડિયા). અનેક જીવાણુઓ કે બેક્ટેરિયા ખાદ્ય કણો કે આણુઓ સાથે ભળી જઈને દાંતો પર ચોંટીને દાંતના પ્લેક (દાંત પર બાજતી છારી) બનાવી દે છે. આ દંતીય પ્લેક દાંતને ઢાંકી દે છે. જેથી લાળરસ એસિડને સક્રિય કરવા માટે કે પ્રક્રિયા કરવા માટે દાંતની સપાટી સુધી પહોંચી શકતું નથી. ખોરાક ખાદ્ય બાદ દાંતોમાં બ્રશ કરવાથી પ્લેકને દૂર કરી જીવાણું કે બેક્ટેરિયા એસિડ ઉત્પન્ન કરે તે પહેલા દૂર કરી શકાય છે. જો તેઓ પર કોઈ અસર થતી નથી તો સૂક્ષ્મ જીવ દાંતની મજજામાં પ્રવેશ પામે છે અને દહન કે ઝણઝણાટી કે સંકમણ કરી શકે છે.

## પ્રશ્નો

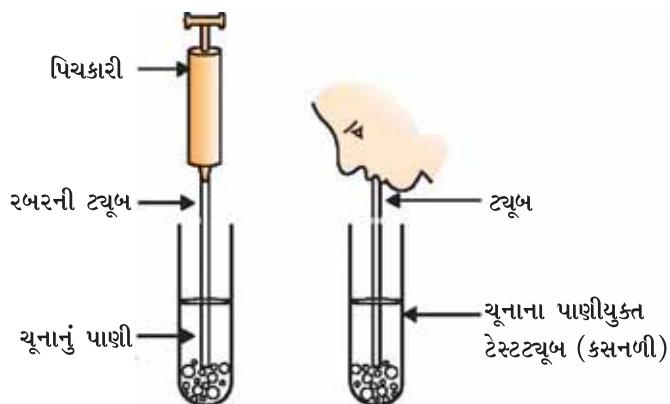
- સ્વયંપોષી પોષણ અને વિષમપોષી પોષણ વચ્ચે શું તફાવત છે ?
- પ્રકાશસંશોધણ માટે આવશ્યક કાચી સામગ્રી વનસ્પતિ ક્યાંથી પ્રાપ્ત કરે છે ?
- આપણા જઈમાં ઓસિડની ભૂમિકા શું છે ?
- પાચક ઉત્સેચકોનું કાર્ય શું છે ?
- પાચિત ખોરાક કે પદાર્થોના અભિશોષણ માટે નાના આંતરડા (એટલે કે શેષાંત્ર)માં કેવી રૂચનાઓ આવેલી છે ?



## 6.3 રૂચન (Respiration)

### પ્રવૃત્તિ 6.4

- એક કસનળીમાં તાજું તૈયાર કરેલું ચૂનાનું પાણી લો.
- આ ચૂનાના પાણીમાં ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુને કસનળીમાં પ્રવાહિત કરો. (આફ્ટિ 6.7(b)).
- 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. (આફ્ટિ 6.7(a)).
- નોંધ કરો કે આ વખતે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું થતાં કેટલો સમય લાગે છે ?
- ઉચ્છ્વાસ દ્વારા નીકળતા વાયુમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડના પ્રમાણ વિશે આ આપણને શું દર્શાવે છે ?



### આફ્ટિ 6.7

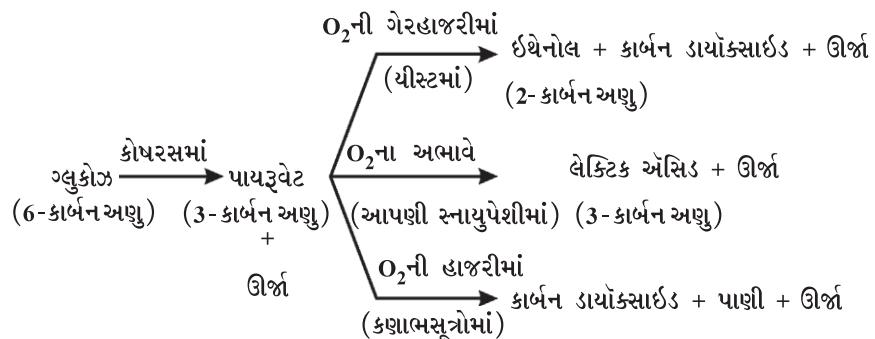
(a) પિચકારીની સીરિંજ સાથે હવા ચૂનાના પાણીમાં પસાર થાય છે. (b) ચૂનાના પાણીમાંથી હવા બહાર નીકળે છે/ખેંચાય છે

### પ્રવૃત્તિ 6.5

- કોઈ પણ ફળનો રસ કે ખાડનું દ્રાવણ લઈને તેમાં કેટલીક થીસ્ટ નાંખો. એક છિદ્રવાળો બૂચ લગાડી કસનળીમાં આ મિશ્રણને લો.
- કોઈમાં વળેલી કાચની નળી લગાવો. કાચની નળીના મુક્ત છેડાને તાજું તૈયાર કરેલ ચૂનાના પાણીવાળી કસનળીમાં ઢુબાડો.
- 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-પદાર્થનું અંતર્ગતણ પોષણની કિયા માટે થાય છે, કોણો તેઓનો ઉપયોગ વિવિધ જૈવિક કિયાઓ માટે ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાને માટે કરે છે. વિવિધ સજીવ તેને વિલિન પદ્ધતિઓ દ્વારા કરે છે. કેટલાક સજીવ ઓક્સિજનનો ઉપયોગ રલુકોઝને સંપૂર્ણ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીમાં વિઘટન કે વિખંડિત કરવા માટે કરે છે. જ્યારે કેટલાક અન્ય સજીવો બીજા પરિપથ (પદ્ધતિ)માં ઉપયોગ કરે છે. જેમાં ઓક્સિજન પ્રાપ્ત થતો નથી કે તે કાર્યરત હોતો નથી (આફ્ટિ 6.8). આ બધી અવસ્થાઓમાં પહેલો

તબક્કો ગ્લુકોજના છ કાર્બનવાળા આણું ત્રાણ કાર્બનવાળા આણુ પાયરવેટમાં વિઘટન કરવાનો છે. આ કિયા કોષરસમાં થાય છે. આના પછી પાયરવેટ, ઇથેનોલ અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ કિયા થીસ્ટમાં આથવણ દરમિયાન થાય છે. આ કિયા ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં થવાથી તેને અજારક શસન કહે છે. પાયરવેટનું વિખંડન કે વિઘટન ઓક્સિજનનો ઉપયોગ કરીને કણાભસૂત્રોમાં થાય છે. આ કિયા ત્રાણ કાર્બનવાળા પાયરવેટના આણુનું વિઘટન કરીને ત્રાણ કાર્બન ડાયોક્સાઈડના આણુ આપે છે. બીજી નીપજ પાણી છે. આ પ્રક્રિયા ઓક્સિજનની હાજરીમાં થવાથી તેને જારક શસન કહે છે. અજારક શસનની તુલનામાં જારક શસનમાં ઊર્જાનો ત્યાગ ખૂબ જ વધારે થાય છે. કેટલીક વાર જ્યારે આપણી સ્નાયુપેશી (માંસપેશી)ના કોષોમાં ઓક્સિજનનો અભાવ કે ઓછું પ્રમાણ હોય ત્યારે પાયરવેટનું વિઘટન બીજા પરિપથ પર થાય છે. અહીંથી પાયરવેટ ત્રાણ કાર્બનવાળા આણુ લેક્ટિક ઓસિડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. અચાનક કોઈ પ્રક્રિયા થવાથી આપણી સ્નાયુપેશીમાં લેક્ટિક ઓસિડનું નિર્માણ થવાને લીધે સ્નાયુઓ જકડાઈ જાય છે.

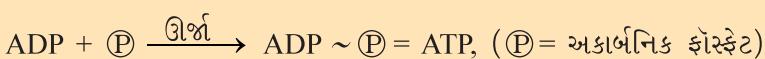


આકૃતિ 6.8 વિવિધ પરિપથો દ્વારા ગ્લુકોજનું વિઘટન

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

### ATP (એડિનોસાઈન ટ્રાયફોસ્ફેટ)

મોટા ભાગની કોષીય પ્રક્રિયાઓ માટે ATP એક ઊર્જા ચલાણ છે. શસનની પ્રક્રિયામાં મુક્ત થયેલી ઊર્જાનો ઉપયોગ ADP અને અકાર્બનિક ફોસ્ફેટ (P)માંથી ATP આણુ બને છે.



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

વિચારો, કેવી રીતે એક બેટરી વિવિધ પ્રકારના ઉપયોગ માટે ઊર્જા આપે છે. આ યાંત્રિકઊર્જા, પ્રકાશ�ર્જા, વિદ્યુતઊર્જા અને આ રીતે અન્ય માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ રીતે કોષમાં ATPનો ઉપયોગ પેશીઓના સંકોચન, પ્રોટીન સંશ્લેષણ, ઊર્ભિવેગના વહન, પ્રચલન વગેરે અનેક કિયાઓ માટે થાય છે.

જારક શસન પરિપથ ઓક્સિજન પર આધારિત હોવાથી જારક સજ્જવોને એ સુનિશ્ચિત કરવાની આવશ્યકતા છે કે પર્યાપ્ત માત્રામાં ઓક્સિજનને પ્રાપ્ત કરતાં રહે. 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. અહીંથી, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને ઓક્સિજનની આપ-લે પ્રસરણ

દ્વારા થાય છે. તે કોણોમાં કે તેનાથી દૂર અને બહાર હવામાં જઈ શકે છે. પ્રસરણની દિશા પર્યાવરણીય અવસ્થાઓ અને વનસ્પતિઓની આવશ્યકતા પર આધારિત છે. રાત્રિ દરમિયાન જ્યારે કોઈ પ્રકાશસંશોષણની પ્રક્રિયા થતી નથી ત્યારે કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું બહાર નીકળવું મુખ્ય આપ-લે કિયા બને છે. દિવસમાં શ્વસન દરમિયાન નિર્માણ પામેલ  $\text{CO}_2$  પ્રકાશસંશોષણમાં વપરાઈ જાય છે. આમ, કોઈ  $\text{CO}_2$  મુક્ત થતો નથી. આ સમયે ઓક્સિજનનું મુક્ત થવું તે મુખ્ય ઘટના બને છે.

પ્રાણીઓમાં પર્યાવરણમાંથી ઓક્સિજન મેળવવા અને ઉત્પન્ન થયેલા કાર્બન ડાયોક્સાઇડથી છૂટકારો મેળવવા માટે વિવિધ પ્રકારનાં અંગોનો વિકાસ થયેલો હોય છે. સ્થળચર પ્રાણી વાતાવરણમાંથી ઓક્સિજન મેળવી શકે છે, પરંતુ જો પ્રાણીઓ પાણીમાં રહેલાં હોય, તો તેઓને પાણીમાં દ્રાવ્ય ઓક્સિજનનો જ ઉપયોગ કરવો પડે છે.

### પ્રવૃત્તિ 6.6

- એક માછલીઓ માછલીનું અવલોકન કરો. તેઓ પોતાનું મોં ખોલી અને બંધ કરે છે. તેની સાથે આંખોની પાછળની જાલરફાટો (કે જાલરફાટોને ઢાંકતી જાલર ઢાંકણ) પણ ખૂલે છે અને બંધ થાય છે. શું મોં તથા જાલરફાટોના ખૂલવા અને બંધ થવાના સમય વચ્ચે કોઈ પ્રકારનો સંબંધ છે ?
- ગણતરી કરો કે માછલી એક ભિનિટમાં કેટલી વાર મોં ખોલે છે અને બંધ કરે છે.
- તમે એક ભિનિટમાં કેટલી વાર શાસ અંદર-બહાર કરો છો તેની સાથે તેને સરખાવો.

પાણીમાં દ્રાવ્ય ઓક્સિજનનું પ્રમાણ હવામાં રહેલા ઓક્સિજનના પ્રમાણ કરતાં ખૂબ જ ઓછું હોવાથી જગ્યાર પ્રાણીઓનો શાસ દર સ્થળચર પ્રાણીઓની તુલનામાં ઘણ્ણો ઝડપી હોય છે. માછલી પોતાના મોં દ્વારા પાણી મેળવે છે અને પ્રયત્નપૂર્વક જાલર સુધી પહોંચાડે છે જ્યાં રૂધિર દ્વારા દ્રાવ્ય ઓક્સિજન મેળવાય છે.

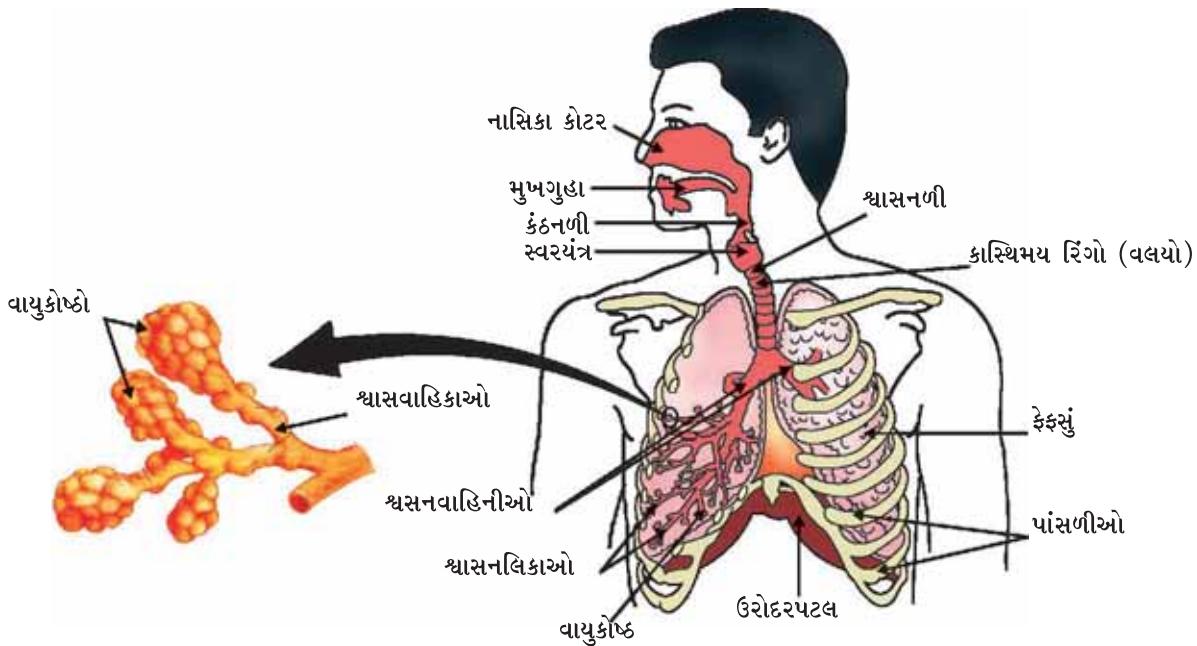
સ્થળચર પ્રાણી શ્વસન માટે વાતાવરણમાંના ઓક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ સજીવોમાં આ ઓક્સિજન બિન્ન-બિન્ન અંગો દ્વારા શોષણ પામે છે. આ બધાં અંગોમાં એક એવી રચના હોય છે, કે જે તેના સપાટીનાં ક્ષેત્રફળમાં વધારો કરે છે જે વધુ ઓક્સિજનયુક્ત વાતાવરણના સંપર્કમાં રહે છે. ઓક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયોક્સાઇડના વિનિમય આ સપાટીની 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 રસ્તો હોવો જોઈએ. આ ઉપરાંત જ્યાં ઓક્સિજનનું શોષણ થાય છે, તે વિસ્તારમાં હવા અંદર અને બહાર થવા માટે ખાસ કાર્યવિધિ હોય છે.

મનુષ્યમાં (આફુતિ 6.9) નસકોરાં દ્વારા હવા શરીરમાં લેવામાં આવે છે. નસકોરાં દ્વારા આવનારી હવા તેના માર્ગમાં આવેલા નાના રોમ જેવા વાળ દ્વારા ગળાય (Filter) છે. જેથી શરીરમાં આવનારી હવામાં આવેલી ધૂળ અને બીજી અશુદ્ધિઓ રહિત હવા બને છે. આ માર્ગમાં શ્લેષ્મનું સ્તર પણ હોય છે જે આ પ્રક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે. અહીંયાંથી હવા ગ્રીવા દ્વારા ફેફસાંમાં વહન પામે છે. ગ્રીવા કે કંઠનળીના પ્રદેશમાં કાસ્થિની વલયમય રચના હાજર હોય છે તે સુનિશ્ચિત કરે છે કે હવાનો માર્ગ બંધ ન થઈ જાય.

ફેફિક કિયાઓ

### વધુ જાણવા જેવું !

તમાકુનો સીધો કે સિગાર, સિગારેટ, બીડી, હૂકા, ગુટખા વગેરેના સ્વરૂપમાં તમાકુના કોઈપણ ઉત્પાદન (બનાવટ)નો ઉપયોગ હાનિકારક છે. તમાકુનો ઉપયોગ મોટા ભાગે જીબ (tongue), ફેફસાં (lungs), હૃદય (heart) તથા યકૃત (liver)ને અસર કરે છે. ધૂમ્રપાન સિવાયની તમાકુ (smokeless tobacco) પણ હૃદયના ઝૂમલા (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 : ફક્ત તમાકુ અને તેના ઉત્પાદનો માટે જ નહીં.



આકૃતિ 6.9 માનવનું શ્વસનતંત્ર

### શું તમે જાણો છો ?

ધૂમ્રપાન સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે.

હુનિયાભરમાં મૃત્યુ માટેના સામાન્ય કારણોમાંનું એક કારણ ફેફસાંનું કેન્સર છે. શ્વસનમાર્ગના ઉપરના ભાગમાં સૂક્ષ્મ રોમ જેવા પક્ષમો હોય છે. આ પક્ષમો શ્વાસમાં લીધેલી હવામાંથી સૂક્ષ્મ જીવો, ધૂળ અને અન્ય હાનિકારક રજકણો દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. ધૂમ્રપાન આ રોમનો નાશ કરે છે જેથી ધૂળ, ધૂમાડો અને અન્ય નુકસાન - કારક રસાયણો ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને સંક્રમણ, કફ તથા ફેફસાંના કેન્સરને પણ પ્રેરે છે.

ફેફસાંની અંદર આ માર્ગ નાની-નાની નિલિકાઓમાં વિભાજન થાય છે અને જે અંતમાં કે છેવટે કુંગા જેવી રચનામાં પરિણામે છે, જેને વાયુકોષો કહે છે. વાયુકોષો એક સપાઠી પૂરી પાડે છે કે જેના દ્વારા વાતવિનિમય થઈ શકે છે. વાયુકોષોની દીવાલ પર રૂધિરકેશિકાઓની વિસ્તૃત જળીરૂપ રચના હોય છે. આપણે અગાઉનાં વર્ષોમાં જોઈ ગયાં છીએ કે જ્યારે શ્વાસ અંદર લઈએ છીએ ત્યારે આપણી પાંસણીઓ ઊપરસી આવે છે અને આપણો ઉરોદરપટલ ચપટો (Flat) બની જાય છે. તેના પરિણામ સ્વરૂપે ઉરસીયગુહા મોટી બને છે. આ કારણથી હવા ફેફસાંમાં દાખલ થાય છે અને વિસ્તરણ પામેલા વાયુકોષોને હવાથી ભરી દે છે. રૂધિર શરીરમાંથી કાર્બન ડાયોક્સાઇડને વાયુકોષોમાં મુક્ત કરવા માટે લાવે છે. વાયુકોષ રૂધિરકેશિકાઓના રૂધિર, વાયુકોષની હવામાંથી ઓક્સિજન લઈને શરીરના બધા જ કોષો સુધી પહોંચાડે છે. શાસોચ્છવાસચક દરમિયાન જ્યારે વાયુ અંદર અને બહાર આવાગમન પામે છે, ફેફસાં હંમેશાં હવાના વિનિમય માટે વિશિષ્ટતા દર્શાવે છે જેથી ઓક્સિજનના શોપણ અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડને વાતાવરણમાં મુક્ત કરવા માટેનો પર્યાપ્ત સમય મળી રહે છે.

જ્યારે પ્રાણી કદમાં મોટું હોય છે ત્યારે ખાલી પ્રસરણદાબ વડે બધાં અંગોમાં ઓક્સિજન પહોંચાડવો અશક્ય હોય છે. જોકે, ફેફસાંની હવામાંથી શ્વસનરંજક દ્રવ્યક્ષણ ઓક્સિજન લઈને તે પેશીઓ સુધી પહોંચાડે છે, જેમાં ઓક્સિજનની ઊંઘપ હોય છે. માનવમાં શ્વસનરંજક દ્રવ્યક્ષણ હિમોગ્લોબીન છે જે ઓક્સિજન માટે ઊંચી બંધન ઊર્જા ધરાવે છે (બંધુતા ધરાવે છે). આ રંજકદ્રવ્યક્ષણ લાલ રંગના રક્તકણમાં આવેલા હોય છે. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પાણીમાં વધારે દ્રાવ્ય છે અને તેથી તેનું પરિવહન આપણા રૂધિરમાં દ્રાવ્ય અવસ્થામાં થાય છે.

- જો વાયુકોષ્ણની સપાટીને ફેલાવવામાં આવે તો તે લગભગ  $80 \text{ m}^2$  વિસ્તારને ઢાકે છે. શું તમે અનુમાન કરી શકો છો કે તમારા પોતાના શરીરની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ કેટલું હશે? વિચાર કરો કે વિનિમય માટે સપાટીનું વિસ્તરણ પામવાથી વાત વિનિમય કેટલી કાર્યક્ષમ રીતે થાય છે.
- જો આપણા શરીરમાં પ્રસરણ દ્વારા ઓક્સિજન વહન પામતો હોય તો આપણાં ફેફસાંમાંથી ઓક્સિજનના એક અણુને પગના અંગૂઠા સુધી પછોંચવામાં આશરે 3 વર્ષ જેટલો સમય લાગી શકે છે. શું તમને એ બાબતની ખુશી નથી કે આપણી પાસે હિમોગ્લોબીન છે?

### પ્રશ્નો

1. શ્વસન માટે ઓક્સિજન પ્રાપ્ત કરવાની કિયામાં એક જળચર પ્રાણીની તુલનામાં સ્થળચર પ્રાણીને શું લાભ છે?
2. બિન્ન પ્રાણીઓમાં જ્વલોજના ઓક્સિડેશન વડે ઉર્જા પ્રાપ્ત કરવાનાં વિવિધ પરિપથો કયાં છે?
3. મનુષ્યોમાં ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું પરિવહન કેવી રીતે થાય છે?
4. વાતવિનિમય માટે માનવ-ફેફસાંમાં મહત્તમ ક્ષેત્રફળ પ્રાપ્ત થાય એ માટે કઈ રચનાઓ છે?



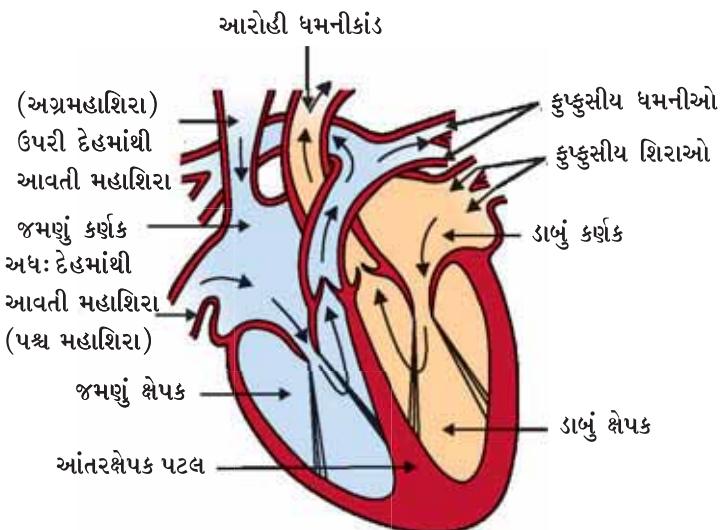
## 6.4 વહન (Transportation)

### 6.4.1 માનવોમાં વહન (Transportation In Human Beings)

#### પ્રવૃત્તિ 6.7

- તમારી આસપાસના એક સ્વાસ્થ્ય કેન્દ્રની મુલાકાત લો અને જાણકારી મેળવો કે માનવમાં હિમોગ્લોબીનના પ્રમાણનું સામાન્ય પ્રમાણ શું છે?
- શું તે બાળકો અને વૃદ્ધો માટે પણ સમાન છે?
- શું પુરુષ અને સ્ત્રીઓના હિમોગ્લોબીનના સ્તરમાં કોઈ તફાવત છે?
- તમારી આસપાસની એક પશુચિકિત્સાલય (Veterinary Clinic)ની મુલાકાત લો. જાણકારી મેળવો કે પશુઓ જેવાં કે બેંસ કે ગાયમાં હિમોગ્લોબીનનું પ્રમાણ સામાન્ય રીતે શું હોય છે?
- શું આ પ્રમાણ વાધ્યરાંઓ, નર અને માદા પ્રાણીઓમાં સમાન છે?
- નર અને માદા માનવ તેમજ પ્રાણીઓમાં જેવા મળતાં તફાવતની તુલના કરો.
- જો કોઈ તફાવત છે તો તેને કેવી રીતે સમજાવશો?

અગાઉના વિભાગમાં આપણે જોઈ ગયાં કે ખોરાક, ઓક્સિજન અને નકામા પદાર્થોનું આપણા શરીરમાં વહન રૂધિર કરે છે. ખોરાક IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે રૂધિર એક પ્રવાહી સંયોજક પેશી છે. રૂધિરમાં એક પ્રવાહી માધ્યમ હોય છે જેને ખાજમા (રૂધિરરસ) કહે છે, તેમાં કોષો નિલંબિત હોય છે. ખાજમા (રૂધિરરસ) ખોરાક (પોષકદ્વયો), કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને નાઈટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્જન પદાર્થોનું દ્રાવ્ય સ્વરૂપે વહન કરે છે. ઓક્સિજનને રક્તકણો ( $RBC_s$ ) લઈ જાય છે. ઘણાબધા અન્ય પદાર્થો જેવા કે ક્ષારોનું વહન પણ રૂધિર દ્વારા થાય છે. આમ, આપણાને એક પંપ જેવા અંગની જરૂરિયાત છે જે રૂધિરને અંગોની આસપાસ ધકેલી શકે, નલિકાઓ કે વાહિનીઓના એક પરિપથની જરૂરિયાત હોય છે જે રૂધિરને બધી પેશીઓ સુધી મોકલી શકે અને જરૂર છે એવા તંત્રની જે નિશ્ચિત કરે કે આ પરિપથમાં જો ક્યારેક નુકસાન થાય તો તેમનું સમારકામ થઈ શકે.



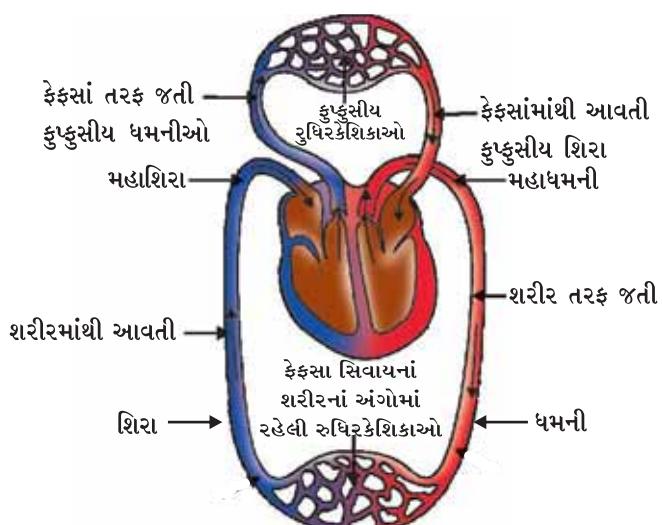
આકૃતિ 6.10  
માનવ-હદયનો  
રેખાકિત છે

છે. ડાબું કર્ષક રુધિર મેળવતી વખતે શિથિલ થાય છે. હવે જ્યારે ડાબું કર્ષક 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 હદયમાંથી શરીર તરફ બહાર જાય છે. હકીકિતમાં આ જ સમયે શરીરના વિવિધ ભાગોમાંથી એકટું થયેલું ઓક્સિજનવિહીન રુધિર હદયના જમણા તરફના ઉપરના ખંડ જમણા કર્ષકમાં શિથિલન થવાથી તેમાં દાખલ થાય છે. જમણા કર્ષકનું સંકોચન થતાં જ તેની નીચેના જમણા ક્ષેપકનું શિથિલન થાય છે. જે પછી તેને ઓક્સિજનયુક્ત થવા માટે ફેફસાં તરફ ધકેલે છે. ક્ષેપકોને રુધિરને શરીરના વિવિધ ભાગો તરફ ધકેલવાનું હોવાથી તેમની દીવાલ કર્ષકોની સાપેક્ષમાં માંસલ અને જાડી હોય છે. રુધિરનું તે જ માર્ગ પાછું વહન ન થાય તે માટે વાલ્વ કાર્ય કરે છે.

### આપણો પંપ-હદય (Our Pump-The Heart)

હદય એક સ્નાયુલ અંગ છે જે આપણી મુદ્દીના કદનું હોય છે. (આકૃતિ 6.10). રુધિરને ઓક્સિજન તેમજ કાર્બન ડાયોક્સાઈડ બંનેનું વહન કરવાનું હોય છે. તેથી, ઓક્સિજનયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયોક્સાઈડયુક્ત રુધિરની સાથે ભણતા અટકાવવા માટે હદય કેટલાંક ખંડોમાં વિભાજિત હોય છે. કાર્બન ડાયોક્સાઈડયુક્ત રુધિરને કાર્બન ડાયોક્સાઈડથી મુક્ત કરવા માટે ફેફસાંમાં લઈ જવામાં આવે છે અને ફેફસાંમાંથી ઓક્સિજનયુક્ત રુધિરને પાછું હદયમાં લાવવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ આ ઓક્સિજનયુક્ત રુધિર શરીરના બાકીના ભાગોમાં પંપ કરીને મોકલવામાં આવે છે.

આપણે આ પ્રક્રિયાને તબક્કાવાર સમજજાને (આકૃતિ 6.11). ફેફસાંમાંથી ઓક્સિજનયુક્ત રુધિર હદયની પાતળી દીવાલ ધરાવતા ખંડ ડાબા કર્ષકમાં આવે



આકૃતિ 6.11  
ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું વહન અને  
ફેરબદલી પ્રદર્શિત કરતો રેખાકિત

મોકલવામાં આવે છે જ્યાં તે (રુધિર) ઓક્સિજનયુક્ત બને છે અને સીધું શરીરમાં મોકલવામાં આવે છે. આ રીતે માછલીઓના શરીરમાં એક ચક્કમાં માત્ર એક જ વાર રુધિરને હદયમાં લાવવામાં આવે છે. બીજી તરફ અન્ય પૃષ્ઠવંશીઓમાં પ્રત્યેક ચક્કમાં આ (રુધિર) બેવાર હદયમાં આવે છે. આને બેવું પરિવહન કરે છે.

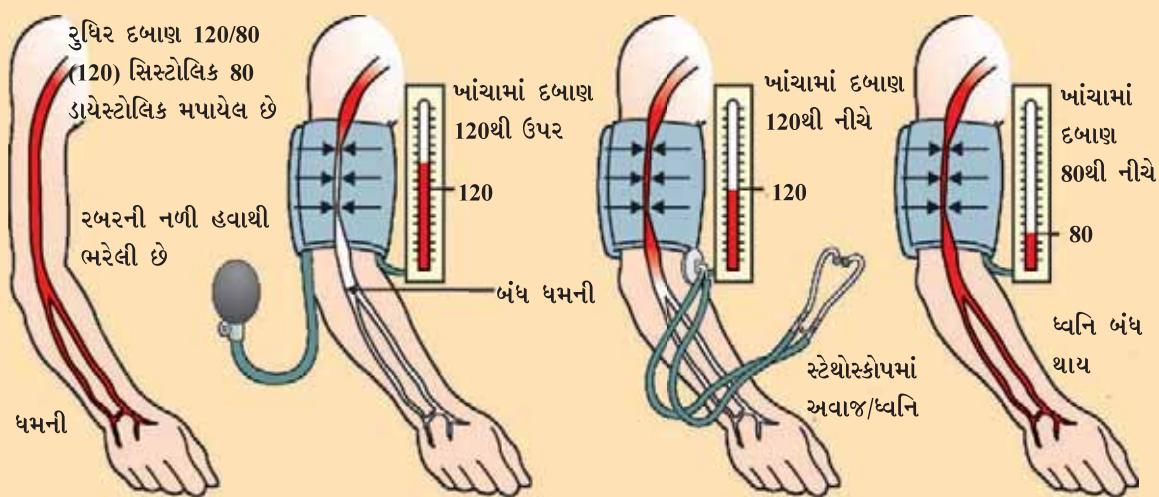
### ફેફસામાં ઓક્સિજનનો રુધિરમાં પ્રવેશ

#### (Oxygen Enters the Blood In The Lungs)

હદયના જમણા તેમજ ડાબા ખંડોમાં વહેંચાવાની રીત, ઓક્સિજનયુક્ત અને ઓક્સિજનવિહીન રુધિરને મિશ્રિત થતું અટકાવવા માટે લાભદાયક છે. આ વહેંચણી શરીરોનો ઓક્સિજનનો (ઉચ્ચ (વધુ) કાર્યદક્ષ પૂર્વવઠો 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 આને લીધે તેમના શરીરના તાપમાન જાળવી રાખવા માટે નિરંતર ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. તેવાં પ્રાણીઓ કે જેઓને આ કાર્ય માટે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરવાનો હતો નથી. તેઓના શરીરના તાપમાન પર્યાવરણના તાપમાન પર આધારિત હોય છે. ઉલ્યજીવી પ્રાણીઓ કે સરિસૂપ જેવાં પ્રાણીઓમાં ત્રિખંડીય હદય હોય છે અને તેઓ ઓક્સિજનયુક્ત અને ઓક્સિજનવિહીન રુધિર પ્રવાહને કેટલીક હદ સુધી મિશ્રિત થવાની ઘટનાને પણ સહન કરી શકે છે. બીજી તરફ માછલીનું હદય માત્ર બે ખંડોનું બનેલું છે. ત્યાથી રુધિર જાલરોમાં

### રૂધિરદાબ (Blood Pressure)

રૂધિરવાહિનીઓની દીવાલ પર રૂધિર જે દબાણ (બળ) લગાડે છે તેને રૂધિરનું દબાણ કહે છે. આ દબાણ શિરાઓની તુલનામાં ધમનીઓમાં ખૂબ વધારે હોય છે. ધમનીની અંદર રૂધિરનું 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.



સ્ફ્રેનોમેનોમીટર નામના યંત્ર દ્વારા રૂધિરનું દબાણ કે રૂધિરદાબ (Blood Pressure) માપવામાં આવે છે. વધુ રૂધિરદાબને અતિતાપ (Hyper Tension) પણ કહે છે અને તેનું કારણ ધમનીકાઓનું સંકોચન પામવાની કિયા છે. આનાથી રૂધિર પ્રવાહમાં પ્રતિરોધકતા વધી જાય છે. જેથી ધમની ફાટી જવાની સંભાવના વધે છે અને આંતરિક રૂધિરસાવ થઈ શકે છે.

### નલિકાઓ : રૂધિરવાહિનીઓ (The Tubes - Blood Vessels)

ધમનીઓ તે રૂધિરવાહિનીઓ છે જે રૂધિરને હૃદયમાંથી શરીરનાં વિવિધ અંગો સુધી લઈ જાય છે. ધમનીની દીવાલ જાડી અને સ્થિતિસ્થાપક હોય છે કારણ કે રૂધિર હૃદયમાંથી ઉંચા દબાણથી નીકળે છે. શિરાઓ વિવિધ અંગોમાંથી રૂધિર એકત્ર કરીને પાછું હૃદયમાં લાવે છે. તેમાં જાડી દીવાલની જરૂરિયાત હોતી નથી કારણ કે રૂધિરમાં પર્યાપ્ત દબાણ હોય છે, તદુપરાંત તેમાં રૂધિરને એક જ દિશામાં વહન કરવા માટે વાલ્વ હોય છે.

કોઈ અંગ કે પેશી સુધી પહોંચીને ધમની વધુ ને વધુ નાની-નાની વાહિનીઓમાં વિભાજિત થાય છે. જેનાથી બધા કોષોની સાથે રૂધિરનો સંપર્ક થઈ શકે છે. સૌથી નાની વાહિનીઓ કે કેશિકાઓની દીવાલ એક કોષીય જાડાઈ ધરાવે છે અને રૂધિર તેમજ આસપાસના કોષોની વચ્ચેથી પદાર્થોનો વિનિમય આ પાતળી દીવાલ દ્વારા જ થાય છે. ત્યાર બાદ કેશિકાઓ બેગી મળીને શિરાઓ બનાવે છે અને રૂધિરને અંગ કે પેશીથી દૂર લઈ જાય છે.

### ત્રાકકણો દ્વારા રક્ષણ કે જગ્ગાવણી (Maintenance by Platelets)

આ નલિકાઓના તંત્રમાં જો ક્યાંક લિકેજ થાય તો ? આ સ્થિતિ પર વિચાર કરો. જ્યારે આપણે ઘાયલ થઈએ છીએ અને રૂધિરસાવ થવા લાગે છે. તંત્રમાંથી રૂધિરનો વ્યય પ્રાકૃતિક રૂપે ઘટાડવો જોઈએ. રૂધિરના વધુ સાવથી દબાણમાં ઊંઘાપ આવે છે જેનાથી પંચિંગ પ્રણાલી (ધકેલવાની કિયા)ની કાર્યક્રમતામાં ઊંઘાપ આવે છે. આને રોકવા માટે રૂધિરમાં ત્રાકકણો (Platelets અથવા

Thrombocytes) રૂધિર કોષો તરીકે હોય છે. જે સંપૂર્ણ શરીરમાં પરિવહન કરે છે અને રૂધિર-સ્થાન પર રૂધિરની જમાવટ કરીને તેના (રૂધિરના) માર્ગને અવરોધે છે.

### લસિકા (Lymph)

વહનની કિયામાં મદદરૂપ થતું બીજું પણ એક પ્રવાહી છે, જેને લસિકા કહે છે. કેશિકાઓની દીવાલમાં આવેલાં છિદ્રો દ્વારા કેટલાક રૂધિરરસ (ખાજમા), પ્રોટીન અને રૂધિરકોષો બહાર નીકળીને પેશીના આંતરકોષીય અવકાશમાં આવે છે અને લસિકાનું નિર્માણ કરે છે. તે રૂધિરના રૂધિરરસની જેવું જ હોય છે પરંતુ તે રંગહીન અને તેમાં અલ્ય માત્રામાં પ્રોટીન હોય 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 બાબ્ય કોષીય અવકાશમાંથી પાછું રૂધિરમાં લઈ આવે છે.

#### 6.4.2 વનસ્પતિઓમાં વહન (Transportation in Plants)

આપણે પહેલાં ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે, વનસ્પતિ કેવી રીતે  $\text{CO}_2$  જેવા સરળ સંયોજન મેળવે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ઊર્જાનો સંગ્રહ કલોરોફિલયુક્ત અંગો, પર્શોમાં કરે છે. વનસ્પતિ શરીરના નિર્માણ માટે જરૂરી અન્ય કાચી સામગ્રી અલગથી પ્રાપ્ત કરે છે. વનસ્પતિઓ માટે નાઈટ્રોજન, સલ્ફર અને બીજા ખનીજ ક્ષારો માટે ભૂમિ નજીકનો તેમજ ભરપૂર સોત છે. જેથી આ પદાર્થોનું શોખણ મૂળ દ્વારા જે ભૂમિના સંપર્કમાં રહે છે તેના દ્વારા થાય છે. જો ભૂમિના સંપર્કવાળાં અંગોમાં અને કલોરોફિલયુક્ત 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 પર્શોમાંથી કાચી સામગ્રી અને મૂળમાં ઊર્જા મેળવવા માટે પ્રસરણકિયા પર્યાપ્ત નથી. એવી પરિસ્થિતિમાં વહનની એક સુદૃઢ પ્રજાલી જરૂરી હોય છે.

વિવિધ શરીરરચના માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત બિન્ન 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 ધીમુ પરિવહનતંત્ર ધરાવે છે. ખૂબ ઊચી વનસ્પતિઓમાં પરિવહનતંત્રને ખૂબ વધારે અંતર કાપવું પડે છે.

વનસ્પતિ વહનતંત્ર, પર્શોમાંથી સંચિત ઊર્જયુક્ત 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 ખનીજ ક્ષારોનું વહન કરે છે. બીજી અન્નવાહક, પર્શોથી જ્યાં તેઓ પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજનું સંશ્લેષણ કરે છે, 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, પ્રકંડ અને પર્શોમાંની જલવાહિનીઓ અને જલવાહિનીકીઓ પરસ્પર જોડાઈને પાણીના સંવહનનું સણંગ 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 સાક્ષી 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 પામે છે અને પાણીના સ્તંભનું નિર્માણ કરે છે જે સતત ઉપરની તરફ ધકેલાય છે.

આપણે સામાન્ય રીતે વનસ્પતિઓની જે ઊંચાઈ જોઈએ હીએ 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 6.8

- લગભગ એક જ કે સમાન કદના અને સમાન માટી ધરાવતા બે કૂંડા લો. એકમાં વનસ્પતિ/ છોડ લગાવો અને બીજા કૂંડામાં વનસ્પતિ/છોડની ઊંચાઈની એક લાકડી લગાડો.
- બંને કૂંડાની માટીને પ્લાસ્ટિકના કાગળથી ઢાંકી દો, જેથી ભેજનું બાધીભવન ન થાય.
- બંને કૂંડાને, એકને છોડની સાથે અને બીજાને લાકડીની સાથે પ્લાસ્ટિક કાગળથી ઢાંકી દો.
- શું તમે બંનેમાં કોઈ તફાવત જોઈ શકો છો ?

એમ માની લઈએ કે વનસ્પતિને પૂરતાં પ્રમાણામાં પાણીની પ્રાપ્તિ થાય છે, જે પાણીની રંધ્ર દ્વારા ઊંઘપ સર્જય છે તેનું પ્રતિસ્થાપન જલવાહકની જલવાહિનીઓ દ્વારા પર્ણોમાં થાય છે. વાસ્તવમાં કોષથી પાણીના આણુઓનું બાધીભવન એક ચૂંઝક કે ખેંચાણ ઉત્પન્ન કરે છે. જે મૂળના જલવાહક કોષમાં આવેલા પાણીને (ઉપર) ખેંચે છે. વનસ્પતિના હવાઈ ભાગો દ્વારા બાધ્યના સ્વરૂપમાં પાણીનો વ્યય થાય તેને બાધ્યોત્સર્જન કહેવાય છે.

આમ, બાધ્યોત્સર્જનથી પાણીનું શોષણ તેમજ મૂળથી પર્ણો સુધી પાણી અને તેમાં દ્રાવ્ય ખનિજ કારોનું 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 પણરંધ્ર ખૂલે છે, બાધ્યોત્સર્જનથી ખેંચાણબળ દ્વારા જલવાહકમાં પાણીના વહન માટે મુખ્ય પ્રેરકબળ હોય છે.

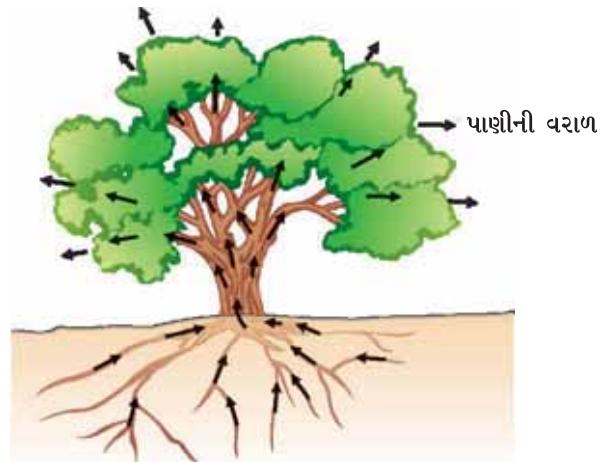
**ખોરાક અને અન્ય પદાર્થોનું સ્થળાંતરણ**

**(Transport of Food and other substances)**

અત્યાર સુધી, આપણે વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ કારોના વિષયમાં ચર્ચા કરી છે. હવે, આપણે ચર્ચા કરીએ કે ચાપાપચયની કિયાઓની નીપજો ખાસ કરીને પ્રકાશસંશેષણ, જે પર્ણોમાં થાય છે, વનસ્પતિના અન્ય ભાગોમાં કેવી રીતે તે નીપજોને મોકલવામાં આવે છે? પ્રકાશસંશેષણની દ્રાવ્ય નીપજોનું વહન સ્થળાંતરણ કહેવાય છે અને તે સંવહન પેશી જેને અન્નવાહક કહે છે તેના દ્વારા થાય છે. પ્રકાશસંશેષણની નીપજો સિવાય અન્નવાહક એમિનો ઓસિડ 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 સાથીકોણી મદદથી ચાલનીનિલિકામાં ઊર્ધ્વગમન તેમજ અધઃગમન બંને દિશાઓમાં થાય છે.

જલવાહક દ્વારા વહનને સામાન્ય ભૌતિક બળોના સિદ્ધાંતો દ્વારા સમજ શકાય છે. તેનાથી વિરુદ્ધ અન્નવાહક દ્વારા સ્થળાંતરણ જે ઊર્જાના ઉપયોગથી દર્શાવાય છે. સુકોઝ જેવો પદાર્થ અન્નવાહક

ફૈલિક કિયાઓ



આકૃતિ 6.12

વૃક્ષમાં બાધ્યોત્સર્જન દરમિયાન પાણીની ગતિ

પેશીમાં ATPમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાના ઉપયોગથી સ્થળાંતરણ પામે છે. તેનાથી પેશીમાં આસુતિદાબ વધે છે, જેનાથી પાણી તેમાં પ્રવેશે છે. આ દબાડા પદાર્થને અન્નવાહકમાંથી ઓછું દબાડા ધરાવતી પેશી તરફ લઈ જાય છે. તે અન્નવાહકને વનસ્પતિની જરૂરિયાતને અનુસાર પદાર્થનું સ્થળાંતરણ પ્રેરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વસંતત્રાતુમાં મૂળ તેમજ પ્રકાંની પેશીઓમાં સંચિત શર્કરાનું સ્થળાંતરણ કલિકાઓમાં થાય છે જેને વૃદ્ધિ માટે ઊર્જાની જરૂરિયાત હોય છે.

## પ્રશ્નો

- માનવમાં વહનતંત્ર કે પરિવહનતંત્રનાં ઘટકો ક્યાં છે? આ ઘટકોનું કાર્ય શું છે?
- સસ્તન અને પક્ષીઓમાં ઓક્સિજનયુક્ત અને ઓક્સિજનવિહીન રૂધિર અલગ કરવાની જરૂરિયાત કેમ છે?
- ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વહનતંત્રનાં ઘટકો ક્યાં છે?
- વનસ્પતિમાં પાણી અને ખનિજ કારોનું વહન કેવી રીતે થાય છે?
- વનસ્પતિમાં ખોરાકનું સ્થળાંતરણ કેવી રીતે થાય છે?



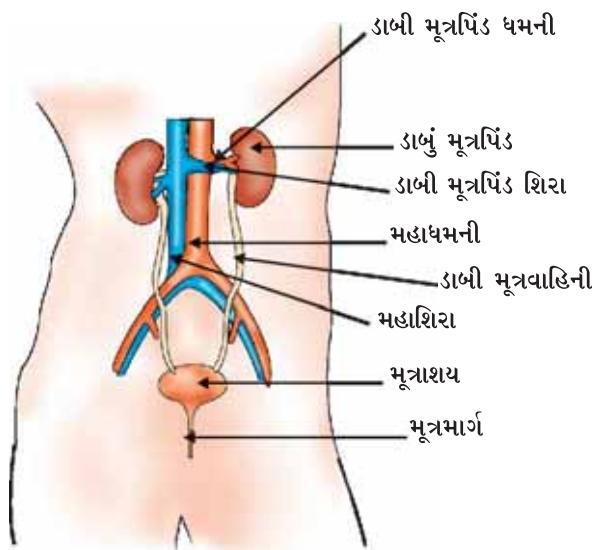
## 6.5 ઉત્સર્જન (Excretion)

આપણે ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે સજ્જવો પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનમાંથી ઉદ્ભવેલા ઉત્સર્જ વાયુઓથી કેવી રીતે છૂટકારો મેળવે છે? અન્ય ચયાપચયિક કિયાઓમાંથી ઉદ્ભવેલ નાઈટ્રોજનયુક્ત પદાર્થોનો નિકાલ કરવો જરૂરી છે. તે જૈવિક પ્રક્રિયા, જેમાં આ હાનિકારક ચયાપચયિક ઉત્સર્જ કે નકામા પદાર્થોનો નિકાલ કરવામાં આવે છે તેને ઉત્સર્જન કહેવાય છે. વિવિધ પ્રાણીઓ તેના માટે વિવિધ પ્રયુક્તિઓ કરે છે. મોટા ભાગના એક્કોઝીય સજ્જવો આ ઉત્સર્જ દ્વારાને શરીરની સપાઠીથી પાણીમાં પ્રસરણ કરીને તે પદાર્થોનો ત્યાગ કરે છે. જેમકે, આપણે અન્ય કિયામાં જોયું તેમ જટિલ બહુકોઝીય સજ્જવો આ કાર્યને પૂર્ણ કરવા માટે વિશિષ્ટ અંગોનો ઉપયોગ કરે છે.

### 6.5.1 માનવોમાં ઉત્સર્જન (Excretion in Human Beings)

માનવના ઉત્સર્જન તંત્રમાં (આકૃતિ 6.13) એક જોડ મૂત્રપિંડ, એક જોડ મૂત્રવાહિની, એક મૂત્રાશય અને એક મૂત્રમાર્ગ હોય છે. મૂત્રપિંડો ઉદરમાં કરોડસંભની કશેરુકાઓની બંને પાશ્વ 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.

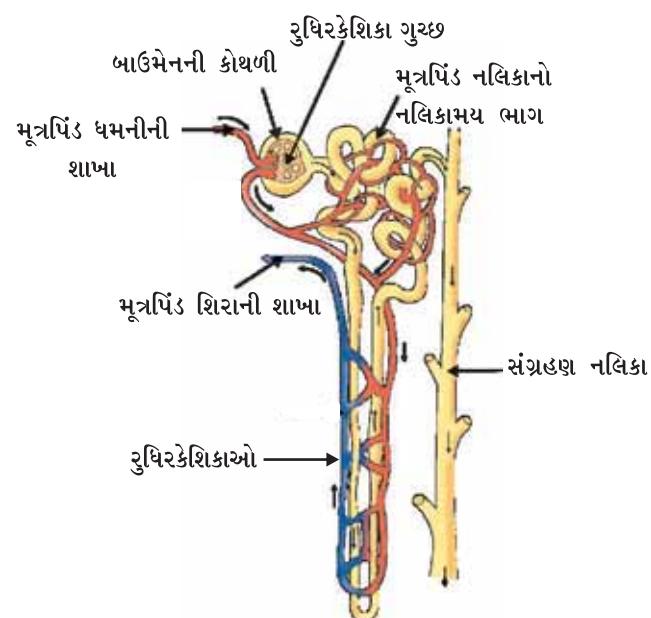
મૂત્ર કેવી રીતે નિર્માણ પામે છે? મૂત્ર નિર્માણનો હેતુ રૂધિરમાંથી નકામા ઉત્સર્જ પદાર્થોને અલગ કરીને બહાર નિકાલ કરવાનો છે. ફેફસાંમાં  $\text{CO}_2$  વાયુ રૂધિરમાંથી અલગ થઈ જાય છે. જ્યારે નાઈટ્રોજનયુક્ત નકામાં ઉત્સર્જ દ્વારા કે પદાર્થો જેવાં કે યુરિયા કે યુરિક ઓસિડ, મૂત્રપિંડમાં રૂધિરથી અલગ કરવામાં આવે છે. આ કોઈ આશ્રય પમાડે તેવી બાબત નથી કે ફેફસાંની જેમ મૂત્રપિંડમાં પાયારૂપ ગાળણ એકમ ખૂબ જ પાતળી દીવાલવાળી રૂધિર-કેશિકાઓના ગુંચણ હોય છે. મૂત્રપિંડમાં પ્રત્યેક રૂધિરકેશિકાગુંચણ, ગુંચણાકાર નલિકાના છે કંપ આકારના ભાગ કે જેને બાઉમેનની કોથળી કહે છે તેની સાથે જોડાયેલ હોય છે જે ગાળણને એકત્ર કરે છે. (આકૃતિ 6.14). પ્રત્યેક મૂત્રપિંડમાં આવા અનેક ગાળણ એકમો હોય છે જેને મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) કહે છે. જે નજીકમાં



આકૃતિ 6.13

માનવમાં ઉત્સર્જન તંત્ર

નિકટતમ રીતે ગોકરણ છે. પ્રારંભિક ગાળણમાં કેટલાક પદાર્થ જેવા કે, ગ્લુકોઝ, એમિનો એસિડ, ક્ષાર અને વધુ માત્રામાં પાણી હોય છે. જેમ-જેમ મૂત્ર આ નલિકામાંથી વહન પામે છે, આ પદાર્થોનું પસંદગીશીલ પુનઃશોષક પણ દર્શાવાય છે. પાણીનું પ્રમાણ પુનઃશોષણ શરીરમાં આવેલા વધારાના પાણીની માત્રા પર અને કેટલા દ્રાવ્ય નકારા પદાર્થોનું ઉત્સર્જિત કરવાનું છે તેના પર નિર્ભર કરે 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 ફેલાયેલ મૂત્રાશયનું દબાણ મૂત્રમાર્ગ દ્વારા તેને બહાર ન કરી ટે ત્યાં સુધી મૂત્રાશય દબાણ અનુભવે છે અને મૂત્રાશયમાં મૂત્ર સંચય પામેલ રહે છે. મૂત્રાશય સાયુલ હોય છે. આમ, આ કિયા ચેતા નિયંત્રણ દ્વારા થાય છે. આની ચર્ચા આપણો કરી ગયાં છીએ. પરિણામ સ્વરૂપે આપણો સામાન્ય રીતે મૂત્રત્યાગનું નિયંત્રણ કરી શકીએ છીએ.



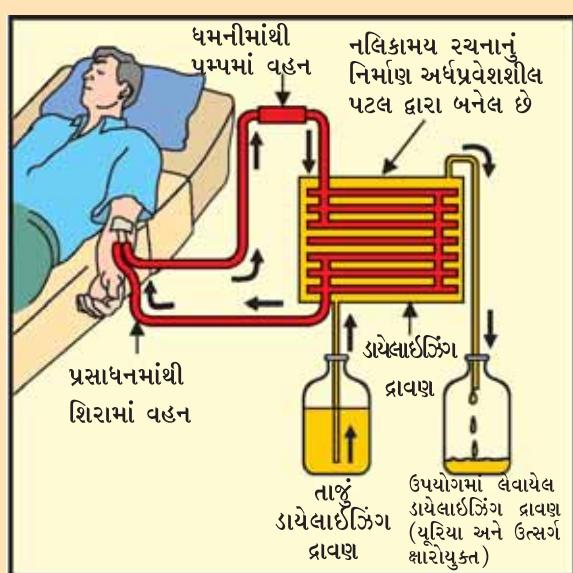
આકૃતિ 6.14

મૂત્રપિંડ નલિકાની સરચના

### કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (હીમોડાયાલિસિસ) Artificial Kidney (Hemodialysis)

જીવીતતા માટે મૂત્રપિંડ જૈવિક અંગ છે. ઘણાં કારણો કે પરિબળો જેવાં કે સંકમણ, આઘાત કે મૂત્રપિંડમાં સીમિત (ઓછો) રૂધિરપ્રવાહ, મૂત્રપિંડની કિયાશીલતાને ઘટાડે છે. આ શરીરમાંના વિષારી (ઝેરી) ઉત્સર્જ દ્રવ્યોનો સંચય કરે છે. જેથી મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે. મૂત્રપિંડ નિષ્ઠિ થવાની અવસ્થામાં કૃત્રિમ મૂત્રપિંડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એક કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ નાઈટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્જ દ્રવ્યોને રૂધિરમાંથી ડાયાલિસિસ (Dialysis) દ્વારા બહાર કાઢવાની એક રીત કે પદ્ધતિ છે.

કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ (વૃક્ષ = Kidney) ઘણીબધી અર્ધપ્રવેશશીલ કે અર્ધ પારગમ્ય અસ્તરવાળી નલિકાઓથી યુક્ત હોય છે. આ નલિકાઓ ડાયાલાઈઝર પ્રવાહિથી ભરેલી ટાંકીમાં લગાડેલી હોય છે. આ ડાયાલાઈઝર પ્રવાહીનો આસુતિદાબ હોય છે. આ નલિકાઓ ડાયાલાઈઝર પ્રવાહિથી ભરેલી ટાંકીમાં વહન પામેલ હોય છે.



રૂધિર જેવો જ હોય છે, પરંતુ તેમાં નાઈટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્જ દ્રવ્યો કે પદાર્થો હોતાં નથી. દર્દિના રૂધિરને આ નલિકાઓમાંથી વહેવડાવવામાં આવે છે. આ માર્ગમાં રૂધિરમાંથી ઉત્સર્જ પદાર્થો પ્રસરણ દ્વારા ડાયાલાઈઝર પ્રવાહીમાં આવે છે. શુદ્ધીકરણ પામેલ રૂધિર પાછું દર્દિના શરીરમાં પંપ દ્વારા મોકલવામાં આવે છે. આ મૂત્રપિંડના કાર્યને સમાન છે, પરંતુ એક તફાવત એ છે કે, આમાં કોઈ પુનઃશોષણની કિયા થતી નથી. સામાન્ય રીતે એક સ્વસ્થ/તંદુરસ્ત વ્યક્તિમાં દરરોજ 180 લિટર પ્રારંભિક નિસ્યંદન મૂત્રપિંડમાં થાય છે. જોકે એક દિવસમાં ઉત્સર્જિત મૂત્રનો ત્યાગ કે નિકાલ વાસ્તવમાં એક કે બે લિટર થાય છે કારણ કે બાકી રહેલ નિસ્યંદન મૂત્રપિંડ નલિકાઓમાં પુનઃશોષણ પામે છે.

## 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/તોણીના પરિવારની સંમતિ દ્વારા થઈ શકે છે. ઉંમર (age) કે જાતિ (gender) ને અનુલક્ષીને કોઈપણ એક 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 નુકશાન પામ્યું હોય અથવા રોગ કે ઈજાથી નિષ્ફળ બન્યું હોય. અંગ પ્રત્યારોપણમાં અંગને એક વ્યક્તિ (અંગદાતા) માંથી બીજા વ્યક્તિ (પ્રાપ્તકર્તા) પર પ્રત્યારોપિત કરવામાં આવે છે. સામાન્ય પ્રત્યારોપણમાં અંખનાં પાર દર્શક પટલો (corneas), મૂત્રપિંડ (kidneys), હૃદય (heart), યકૃત (liver), સ્વાદુપિંડ (pancreas), ફેફસા (lungs), આંતરડા (intestines) અને અસ્થિ મજજા (bone marrow) નો સમાવેશ થાય છે. મોટા ભાગનાં અંગ તેમજ પેશીઓનું દાન દાતાનાં મૃત્યુ યામ્યા પછી કે ડોક્ટર જ્યારે મગજને મૃત જાહેર કરે ત્યારે જ થાય છે. પરંતુ કેટલાક અંગો જેવાં કે મૂત્રપિંડ, યકૃતનો ભાગ, ફેફસા વગેરે તેમજ પેશીઓ દાતાં જીવિત હોય ત્યારે દાનમાં આપી શકાય છે.

### 6.5.2 વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન

#### (Excretion in Plants)

વનસ્પતિઓમાં ઉત્સર્જન માટે પ્રાણીઓથી બિલકુલ ભિન્ન પદ્ધતિઓ આવેલી છે. પ્રકાશસંશ્લેષણમાં ઓક્સિજનનું પણ નકામી નીપજ તરીકે નિર્માણ થાય છે. આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓ ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડની સાથે કેવો વ્યવહાર કરે છે? તેના સિવાય પાણીથી બાધ્યોત્સર્જન દ્વારા છુટકારો મેળવે છે વનસ્પતિઓમાં ઘણીબધી પેશી મૃત કોષોની બનેલી હોય છે અને તેઓ તેમના કેટલાક ભાગો જેવાં કે પણ્ણોનો નાશ પણ કરી શકે છે. ઘણીબધી વનસ્પતિઓ ઉત્સર્જ દ્વયોનો કોષીય રસધાનીમાં સંગ્રહ કરે છે. વનસ્પતિઓ પરથી ખરી પડવાવકે જ્ઞાન પણ્ણોમાં પણ ઉત્સર્જ દ્વયો સંચય પામેલાં હોય છે. અન્ય ઉત્સર્જદ્વયો કે પદાર્થો જેવાં કે રેઝિન (રાજ) અને ગુંદરના સ્વરૂપમાં ખાસ કરીને જૂની જલવાહક પેશીમાં સંચય પામે છે. વનસ્પતિ પણ કેટલાંક ઉત્સર્જદ્વયોને પોતાની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

### પ્રશ્નો

- મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron)ની રચના અને તેની કિયાવિધિનું વર્ણન કરો.
- ઉત્સર્જ પદાર્થોથી છુટકારો મેળવવા માટે વનસ્પતિમાં કઈ રીતો કે પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે?
- મૂત્રનિર્માણના પ્રમાણનું નિયમન કેવી રીતે થાય છે?



### તમે શીખ્યાં કે

- વિવિધ પ્રકારની ગતિઓ કે વહનની રીતોને જીવનસૂચક માનવામાં આવે છે.
- જીવનજા રક્ષા માટે પોષણ, શ્વસન, શરીરની અંદરના પદાર્થોનું સંવહન અને ઉત્સર્જ પદાર્થોનું ઉત્સર્જન વગેરે જરૂરી કિયાઓ છે.
- સ્વયંપોષી પોષણમાં પર્યાવરણમાંથી સરળ અકાર્બનિક પદાર્થો મેળવીને અને બાહ્ય ઊર્જા સોત જેવા કે સૂર્યનો ઉપયોગ કરીને ઊંચી ઊર્જા ધરાવતા જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સંશ્લેષણ કરે છે.
- વિષમપોષી પોષણમાં બીજા સજ્વો દ્વારા તૈયાર કરાયેલા જટિલ પદાર્થોનું અંતઃગ્રહણ થાય છે.
- મનુષ્યમાં લેવામાં આવતા આહાર કે ખોરાકનું વિખંડન કે વિધટન પાચનમાર્ગમાં કેટલાક તબક્કાઓમાં થાય છે અને પાચિત ખોરાક નાના આંતરડામાં (શેષાંત્રમાં) અલિશોષણ કરીને શરીરના બધા કોષોમાં મોકલી આપે છે.

- શ્વસનની પ્રક્રિયામાં ગ્લુકોજ જેવાં જટિલ કાર્બનિક સંયોજનોનું વિઘટન થાય છે. જેથી ATPનો ઉપયોગ કોષોમાં થનારી અન્ય કિયાઓને ઊર્જા આપવા માટે થાય છે.
- શ્વસન જારક કે અજારક પ્રકારનું હોઈ શકે છે. જારક શ્વસન દ્વારા સજીવને વધારે ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે.
- મનુષ્યમાં ઓક્સિજન, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ, ખોરાક તથા ઉત્સર્જ પદાર્થો જેવા પદાર્થોના વહન માટે પરિવહન તંત્રનું કાર્ય થાય છે. પરિવહન તંત્ર હથય, રુધિર તથા રુધિરવાહિનીઓનું બનેલું હોય છે.
- ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં પાણી, ખનીજ ક્ષારો, ખોરાક તથા અન્ય પદાર્થોનું વહન વાહકપેશીનાં કાર્ય છે, જેમાં જલવાહક અને અન્નવાહક હોય છે.
- મનુષ્યમાં ઉત્સર્જ પદાર્થો દ્વાર્ય નાઈટ્રોજનયુક્ત સંયોજનોના સ્વરૂપમાં મૂત્રપિંડમાંની મૂત્રપિંડનલિકા (Nephron) દ્વારા બહાર ત્યાગ કરવામાં આવે છે.
- વનસ્પતિઓ ઉત્સર્જ પદાર્થોને દૂર કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઉત્સર્જ પદાર્થો કોષીય રસધાનીમાં સંચય કરે છે કે ગુંદર અથવા રેઝિન જેવા પદાર્થો અને ખરી પડતાં પણ્ણો દૂર થવાની સાથે દૂર થાય છે અથવા તેઓ તેમની આસપાસની ભૂમિમાં ઉત્સર્જિત કરે છે.

## સ્વાધ્યાય

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 ઓસિડના વહન
  - (d) ઓક્સિજનના વહન
3. સ્વયંપોષી માટે ..... આવશ્યક છે.
  - (a) કાર્બન ડાયોક્સાઈડ તથા પાણી
  - (b) ક્લોરોફિલ
  - (c) સૂર્યનો પ્રકાશ
  - (d) ઉત્પૂક્ત બધા જ.
4. .....માં પાયરૂચેટના વિઘટન થવાથી કાર્બન ડાયોક્સાઈડ, 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 નીપણો કઈ છે ?
8. જારક અને અજારક શ્વસન વચ્ચે તફાવત શું છે ? કેટલાક સજીવોનાં નામ આપો કે જેમાં અજારક શ્વસન થાય છે.
9. વાયુઓના વધારેમાં વધારે વિનિમય માટે વાયુકોષોની રચના કેવા પ્રકારની હોય છે ?
10. આપણા શરીરમાં હિમોગ્લોબિનની ઊણપણે પરિણામે શું થઈ શકે છે ?
11. મનુષ્યમાં રુધિરનું બેવડું પરિવહનની વ્યાખ્યા આપો. તે શા માટે જરૂરી છે ?
12. જલવાહક અને અન્નવાહકમાં પદાર્થોના વહન વચ્ચે શું તફાવત છે ?
13. ફેફસાંમાં વાયુકોષોની અને મૂત્રપિંડમાં મૂત્રપિંડનલિકાની રચના અને તેઓની કિયાવિધિની તુલના કરો.



## પ્રકરણ 7

### નિયંત્રણ અને સંકલન (Control and Coordination)

આગાઉના પ્રકરણમાં આપણે સજીવોમાં રક્ષણકાર્યને સંલગ્ન જૈવિક પ્રક્રિયાઓના વિષયમાં અભ્યાસ કર્યો. આપણે એ બાબત પર વિચાર કરવાની શરૂઆત કરી હતી કે જો કોઈ વસ્તુ ગતિશીલ છે તો તે સજીવ છે. વનસ્પતિઓમાં આ રીતની કેટલીક કિયાઓ વાસ્તવમાં વૃદ્ધિનું પરિણામ છે. એક બીજ અંકુરિત થાય છે અને વૃદ્ધિ કરે છે અને આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, થોડા દિવસોમાં તે માટીને બાજુમાં ધકેલી નાનો છોડ બહાર આવે છે, પરંતુ જો તેમની વૃદ્ધિ રોકાઈ જાય તો આ કિયાઓ થતી નથી. મોટા બાગનાં પ્રાણીઓમાં અને કેટલીક વનસ્પતિઓમાં કેટલુંક હલનયલન વૃદ્ધિની સાથે સંબંધિત હોતું નથી. એક દોડતી બિલાડી, હીંચકા પર હીંચતાં બાળકો, વાગોળતી, બેંસ – આ હલનયલનો વૃદ્ધિનું કારણ નથી.

જોઈ શકાય તેવી આ કિયાઓને આપણે જીવનની સાથે કેમ જોડીએ છીએ ? તેનો એક સંભવિત જવાબ એ છે કે, આપણે કિયાઓને સજીવના પર્યાવરણમાં આવતા પરિવર્તનના પ્રતિચાર રૂપે વિચારીએ છીએ. બિલાડી એટલા માટે દોડતી હશે કારણ કે તેણે એક ઉંદરને જોયો છે. માત્ર આટલું જ નહિ પરંતુ આપણે સજીવોનાં હલનયલનને 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. બેંસ વાગોળે છે કે જેથી ખોરાકના નાના ટુકડાઓમાં રૂપાંતરિત થાય અને તેનું પાચન સરળતાથી થઈ શકે. જ્યારે તીવ્ર પ્રકાશ આપણી આંખો પર આપાત થાય છે કે જ્યારે આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ છીએ તો બદલાવ અનુભવીએ છીએ અને પોતાના બચાવ કરવા માટે પ્રતિચાર આપીએ છીએ.

જો આપણે તેના વિશે વધારે વિચાર કરીએ તો એવું પ્રતીત થાય છે કે, પર્યાવરણને પ્રતિચાર આપવા માટે થતાં આ હલનયલનોનું ચોકસાઈથી નિયંત્રણ કરવામાં આવે છે. પર્યાવરણમાં પ્રત્યેક પરિવર્તનની પ્રતિચારરૂપે એક યોગ્ય કિયા ઉત્પન્ન થાય છે. જ્યારે આપણે વર્ગમાં આપકા મિત્રોની સાથે વાત કરવા માંગતા હોઈએ છીએ ત્યારે આપણે જોરથી બૂભો પાડવાની તુલનામાં ધીમે-ધીમે વાતો કરીએ છીએ. સ્પષ્ટ રીતે કોઈ પણ કિયા જે ઘટના પર નિર્ભર કરે છે, તેને પ્રેરિત કરે છે. આમ, આ રીતની નિયંત્રિત કિયાને પર્યાવરણમાં લિન ઘટનાઓના જ્ઞાનની સાથે સાંકળવી જોઈએ જે કિયાને અનુરૂપ કિયા પ્રતિચારરૂપે (પ્રતિસાદ) કરી શકાય. બીજા શબ્દોમાં સજીવોએ તે તંત્રોનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ જે નિયંત્રણ અને સંકલનનું કાર્ય કરે. બહુકોષીય સજીવોમાં શરીરના આયોજનના સામાન્ય સિદ્ધાંતને ધ્યાનમાં રાખીને એ કહી શકીએ કે વિશિષ્ટીકરણ પામેલી પેશીનો ઉપયોગ આ નિયંત્રણ અને સંકલનની પ્રવૃત્તિમાં થાય છે.

### 7.1 પ્રાણીઓ – ચેતાતંત્ર (Animals – Nervous System)

પ્રાણીઓમાં આ નિયંત્રણ અને સંકલન ચેતા અને સ્નાયુપેશી દ્વારા થાય છે. જેના વિષયમાં આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. આક્રિમિક પરિસ્થિતિમાં ગરમ પદાર્થને અડકવું આપણા માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે. આપણે તે ઓળખવાની અને તેને અનુરૂપ કિયા કરવાની જરૂરિયાત હોય છે. આપણે કેવી રીતે જાડી શકીશું કે આપણે ગરમ વસ્તુને અડકી રહ્યા છીએ ? આપણા પર્યાવરણમાંથી બધી સૂર્યનાઓની ઓળખ કેટલાક ચેતોકોષોના વિશિષ્ટીકરણ પામેલા ટોચના તંતુઓ દ્વારા થાય છે. તે ગ્રાહી એકમ, સામાન્ય

રીતે આપણાં સંવેદનગોમાં (આપણી જ્ઞાનેન્દ્રિયોમાં) આવેલ હોય છે. જેમકે – અંત: કર્ષા, નાક, જીબ વગેરે. રસ સંવેદનાગ્રાહી સ્વાદ ઓળખ કરે છે જ્યારે ગ્રાણગ્રાહી એકમ ગંધને લગતી સંવેદનાની ઓળખ કરે છે.

આ સૂચના એક ચેતાકોષના અગ્રભાગે આવેલા તત્તુઓ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. (શિખાતંતુ – Dendrite) (આકૃતિ 7.1 (a)) અને એક રસાયણિક કિયા દ્વારા વિદ્યુતઆવેગ ઉત્પન્ન કરે છે. આ આવેગ શિખાતંતુથી ચેતાકોષકાય સુધી જાય છે અને ચેતાકથ (Axon) થઈને તેના અંતિમ છેડા સુધી પહોંચે છે. ચેતાકના છેદેથી વિદ્યુતઆવેગ કેટલાંક રસાયણોને મુક્ત કરે છે. આ રસાયણ અવકાશીય સ્થાન કે ચેતોપાગમ (Synapse)ને પસાર કરીને તેના પદ્ધીના ચેતાકોષના શિખાતંતુમાં વિદ્યુતઆવેગનો પ્રારંભ કરે છે. આ શરીરમાં ઊર્ભિવેગના વહનની સામાન્ય પ્રાણીલિ છે. આ રીતે એક ચેતોપાગમ અંતમાં એવા ઊર્ભિવેગને ચેતાકોષોથી અન્ય કોષોમાં, જેવા કે સ્નાયુકોષો કે ગ્રંથિ (આકૃતિ 7.1 (b)) સુધી લઈ જાય છે.

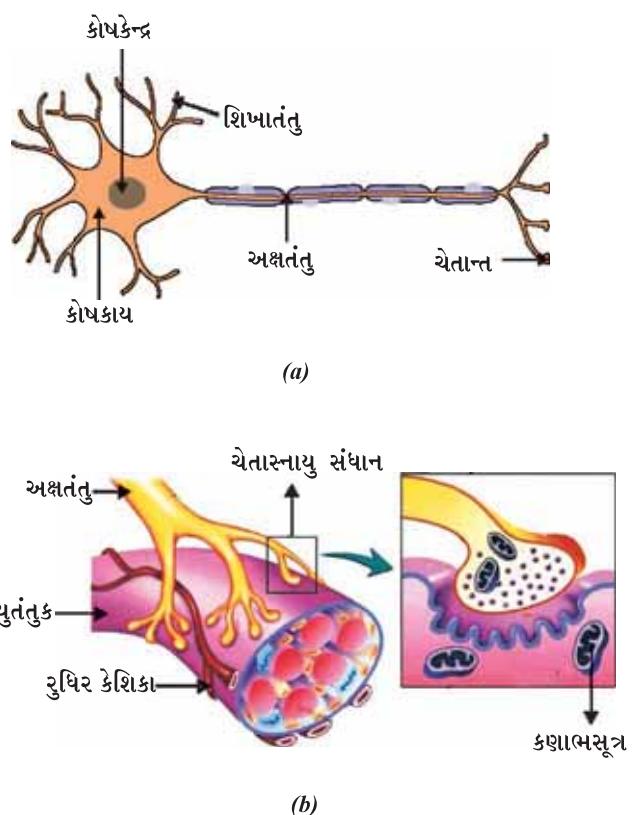
આમ, તેમાં કોઈ આશ્ર્ય નથી કે ચેતાપેશી ચેતાકોષોની એક આયોજનબદ્ધ જગ્યારૂપ રચનાની બનેલી છે અને આ સૂચનાઓ વિદ્યુતઆવેગ દ્વારા શરીરના એક ભાગથી બીજા ભાગ સુધી સંવહનમાં વિશિષ્ટીકરણ પામેલી છે.

આકૃતિ 7.1 (a)ને જુઓ અને તેમાં ચેતાકોષના ભાગોને ઓળખો : (i) જેમાં સંવેદનાઓ આવે છે. (ii) જેમાંથી સંવેદનાઓ કે સૂચનાઓ વિદ્યુતઆવેગની જેમ વહન કરે છે અને (iii) જ્યાં આ આવેગને રસાયણિક સંકેતમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે, જેથી તે આગળ પ્રસરણ પામી શકે છે.

### પ્રવૃત્તિ 7.1

- થોડીક ખાંડ તમારા મોંબાં રાખો. તેનો સ્વાદ કેવો છે ?
- તમારા નાકને અંગૂઠા અને પહેલી અંગળી (તર્જની)થી દબાવીને બંધ કરી લો. હવે ફરીથી ખાંડ ખાંડો. તેના સ્વાદમાં શું કોઈ ફેર પડે છે ?
- જમતી વખતે આવી જ રીતે તમારા નાકને બંધ કરી લો અને ધ્યાન રાખો કે જે ખોરાક કે ભોજનને તમે ખાઈ રહ્યા છો (જમી રહ્યા છો) શું તમે તેનો ખાવાનો સંપૂર્ણ સ્વાદ માણી રહ્યા છો ?

જ્યારે નાક બંધ થાય છે તો શું તમે ખાંડ અને ભોજનના સ્વાદમાં કોઈ તફાવત અનુભવી શકો છો ? જો હા હોય તો તમે વિચારતા હશો કે આમ કેમ થાય છે ? આ રીતનો તફાવત જાણવા માટે અને તેનો સંબંધિત ઉકેલ શોધવા માટે વાંચો અને ચર્ચા કરો. જ્યારે તમને શરદી થાય છે ત્યારે પણ શું તમે આ જ પરિસ્થિતિનો સામનો કરો છો ?



આકૃતિ 7.1 (a) ચેતાકોષની સંરચના (b) ચેતાસનાયુ સંધાન

### 7.1.1 પરાવર્તી કિયાઓમાં શું થાય છે ?

(What happens in Reflex Actions ?)

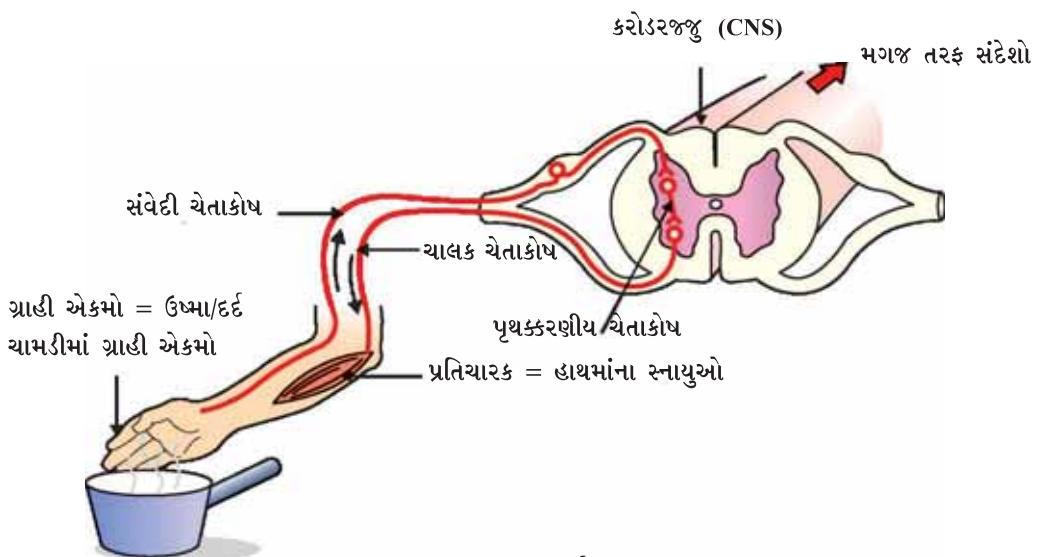
પર્યાવરણમાં કોઈ ઘટનાની કિયાના ફળસ્વરૂપે અચાનક થયેલી કિયાની ચર્ચા કરીએ તો મોટે ભાગે ‘પ્રતિચાર’ શબ્દનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણે કહીએ છીએ કે, ‘હું પ્રતિચાર સ્વરૂપે બસમાંથી કૂદી ગયો.’ અથવા ‘મેં પ્રતિચાર સ્વરૂપે (તરત ૪) આગની જવાળામાંથી મારો હાથ પાછો ખેંચી લીધો.’ અથવા ‘હું એટલો બધો ભૂષ્યો હતો કે પ્રતિચાર સ્વરૂપે મારા મોંમાં પાણી આવવા લાગ્યું.’ આનો અર્થ શું છે ? આ બધાં ઉદાહરણોમાં એક સામાન્ય વિચાર એ આવે છે કે જે કંઈક આપણે કરી રહ્યાં છીએ તેના વિશે વિચાર કરતાં નથી અથવા આપણી કિયાઓના નિયંત્રણને અનુભવતાં નથી. છતાં પણ આ એવી પરિસ્થિતિઓ છે જ્યાં આપણે આપણા પર્યાવરણમાં થનારાં પરિવર્તનોના પ્રત્યે પ્રતિચાર કરીએ છીએ. આ પરિસ્થિતિઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરી શકાય છે ?

આ વિષય પર ફરીથી વિચાર કરીએ. એક ઉદાહરણ લઈએ, આગની જવાળાને અડકવાનું આપણા માટે અથવા કોઈ પણ પ્રાણી માટે એક અક્સમાત અને ભયજનક સ્થિતિ છે. આપણે તેના પ્રત્યે કેવી રીતે કિયા કરીએ છીએ ? એક સરળ રીત છે કે આપણે વિચાર કરીએ કે આપણને ઈજા પહોંચી શકે છે અને એટલા માટે આપણે આપણો હાથ હટાવી લઈએ છીએ ત્યારે એક જરૂરી પ્રશ્ન ઉદ્ભબે છે કે આ બધું વિચારવા માટે આપણને કેટલો સમય લાગે છે ? જવાબ તેના પર આધ્યારિત છે કે આપણે કેવી રીતે વિચારીએ છીએ ? જો ઊર્મિવેગને તે તરફ મોકલવામાં આવે છે તો તેની ચર્ચા આપણે પહેલા કરી ગયાં છીએ, ત્યારે આ પ્રકારની સંવેદના કે આવેગ ઉત્પન્ન કરવા માટે મગજ દ્વારા ચિંતન થવું તે પણ જરૂર છે. વિચાર કરવો તે એવી જટિલ કિયા છે, જેમાં ઘણાબધા ચેતાકોષોના ઊર્મિવેગની જટિલ પારસ્પરિક કિયાઓ સંકળાયેલી છે.

જો આમ હોય તો આશ્વર્ય નથી કે આપણા શરીરમાં વિચારવા માટેનું અંગ ચેતાકોષોની જટિલ જાળીરૂપ રચનાનું બનેલું છે. જે ખોપરીમાં અગ્રભાગે આવેલી રચના છે અને શરીરના બધા ભાગોમાંથી સંકેતો પ્રાપ્ત કરે છે તેમજ તેના પર કિયા કરતાં પહેલાં વિચાર કરે છે. નિઃસંદેહ આ સંકેતો પ્રાપ્ત કરવા માટે ખોપરીમાંનું મગજ શરીરના વિવિધ ભાગોથી આવતી ચેતાઓ સાથે જોડાયેલું હોવું જોઈએ. આ રીતે, જો મગજનો આ ભાગ સ્નાયુઓની કિયા કરવાનો આદેશ આપે છે તો ચેતાઓ દ્વારા આ સંકેતોને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી લઈ જવા જોઈએ. આપણે કોઈ ગરમ વસ્તુને અડકીએ અને મગજને આ બધી કિયાઓ કરવી પડે તો ઘણો સમય લાગે અને આપણે દાઝી જઈએ.

શરીરની સંરચના (Design) કેવી રીતે આ સમસ્યાનો ઉકેલ શોધે છે ? ઉખાની સંવેદનાના વિષયમાં વિચારીએ તો જે ચેતા ઊર્માની અનુભૂતિ કરે છે તે સ્નાયુઓના હલનચલન કરાવે તેવી ચેતા સાથે સરળ રીતે જોડાયેલી હોવી જોઈએ જેથી સંવેદના ગ્રહણ અને તેના પ્રતિચારની કિયા જડપથી થઈ શકે. આવા જોડાણને પરાવર્તી કમાન કહે છે. અંતગ્રાહી (સંવેદી) ચેતા અને બહિવ્રાહી (ચાલક) ચેતા વચ્ચે આવું જોડાણ કિયા સ્થાને જોવા મળે ? ચોક્કસપણે તે બંને ચેતા સૌપ્રથમ જ્યાં મળે તે જગ્યાએ જ હોવું જોઈએ. આખા શરીરની ચેતાઓ મગજ તરફ જતી વખતે કરોડરજજુમાં મળે છે. આ કરોડરજજુમાં જ પરાવર્તી કમાન રચાય છે. જોકે સંવેદના આગળ વધીને મગજ સુધી પણ પહોંચે તો છે જ.

મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં પરાવર્તી કમાન એટલા માટે વિકસિત હોય છે કારણ કે તેના મગજને વિચારવાની કિયા ખૂબ જ સતેજ હોતી નથી. વાસ્તવમાં, મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં વિચારવા માટે જરૂરી જટિલ ચેતાકોષીય જાળ કાં તો અલ્ય વિકસિત હોય છે અથવા ગેરહાજર હોય છે. આમ, આ સ્પષ્ટ છે કે વાસ્તવિક વિચારની કિયાની ગેરહાજરીમાં પરાવર્તી કમાન વિકાસ પામે છે. જો જટિલ ચેતાકોષીય જાળનું અસ્તિત્વ હોય, તે પણ પરાવર્તી કમાન તરીકે એક ખૂબ જ કાર્યક્ષમ પ્રણાલીના રૂપમાં કાર્ય કરે છે.



આકૃતિ 7.2 પરાવર્તી ક્રમાન

શું તમે તે ઘટનાઓના કમને શોધી શકો છો કે જે તમારી આંખોમાં તીવ્ર પ્રકાશ કેન્દ્રિત કરવાથી થાય છે ?

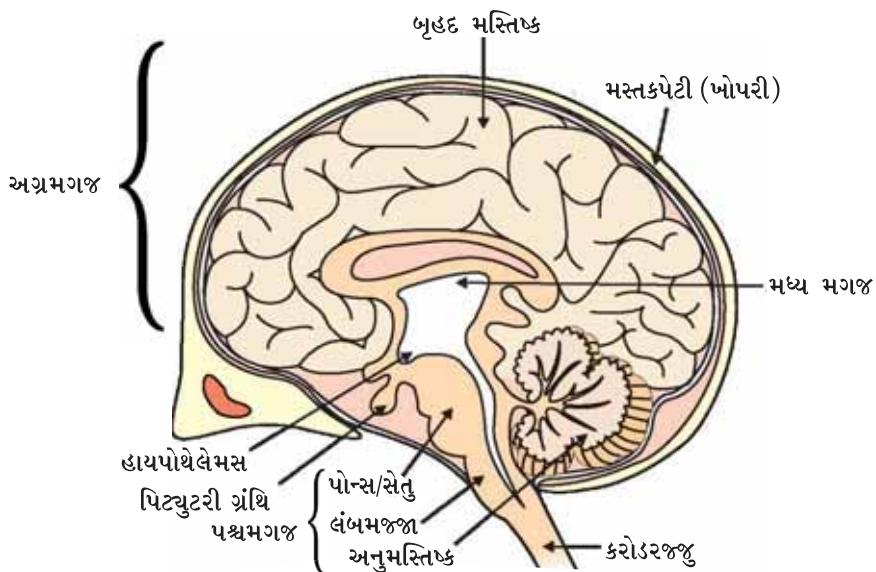
### 7.1.2 માનવ-મગજ (Human Brain)

શું ક્રોડરજ્ઝુનું કાર્ય માત્ર પરાવર્તી કિયા કરવાનું છે ? નિશ્ચિત રૂપથી નહિ, કારણ કે આપણે જાણીએ છીએ કે આપણે વિચારણીલ પ્રાણીઓ છીએ. ક્રોડરજ્ઝુ ચેતાઓની બનેલી હોય છે જે વિચારવા માટે માહિતી આપે છે. આ કિયામાં ચેતાઓની જટિલ રચનાઓ સંકળાયેલી છે જે મગજમાં આવેલી છે જે શરીરનું મુખ્ય સંકલન કેન્દ્ર છે. મગજ અને ક્રોડરજ્ઝુ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (CNS = Central Nervous System) બનાવે છે. તે શરીરના બધા ભાગોમાંથી સૂચનાઓ પ્રાપ્ત કરે છે અને તેઓનું સંકલન કરે છે.

આપણે, આપણી કિયાઓના વિષયમાં પણ વિચારીએ છીએ. લખવું, વાત કરવી, એક ખુરશીને ફેરવવી, કોઈ કાર્યક્રમ સમાપ્ત થતાં તાળી વગાડવી વગેરે પૂર્વનિર્ણિત સ્વૈચ્છિક કિયાઓનાં ઉદાહરણ છે, મગજ સ્નાયુઓ સુધી સંદેશા મોકલે છે. આ એક એવા માર્ગ છે જેમાં ચેતાતંત્ર સ્નાયુને સંવેદના મોકલે છે. પરિધવર્તી ચેતાતંત્રની મદદથી મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર અને શરીરનાં અંગો વચ્ચે સંપર્ક સ્થાપવો શક્ય બને છે. જેમાં મગજમાંથી નીકળતી મસ્તિષ્ણ ચેતાઓ અને ક્રોડરજ્ઝુમાંથી નીકળતી ક્રોડરજ્ઝુચેતાઓ સહાયક બને છે. આમ મગજ વિચારો મુજબ કાર્ય કરવા પ્રેરે છે. જુદી-જુદી સંવેદના અને તેનાં પ્રતિચારોના સંકલનની જટિલ પ્રક્રિયામાં મગજના વિવિધ ભાગો સંકળાયેલા છે. મગજમાં આ મુજબના ત્રણ મુખ્ય ભાગો કે પ્રદેશો છે જેના નામ અગ્રમગજ, મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજ છે.

મગજનો મુખ્ય વિચારવાવાળો ભાગ અગ્રમગજ છે. તેમાં વિવિધ ગ્રાહી એકમોથી સંવેદનાઓ મેળવવા માટેના વિસ્તારો આવેલા હોય છે. અગ્રમગજના અલગ-અલગ વિસ્તારો શ્રવણ, દ્રાષ્ટા, દિલ્લી વગેરેના માટે વિશિષ્ટીકરણ પામેલ હોય છે. તેમાં સહનિયમનનાં સ્વતંત્ર ક્ષેત્ર હોય છે જેમાં સંવેદનાઓનું અર્થધટન 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

કિયા અને સૂચનાઓ ચાલકશેત્ર સુધી કેવી રીતે પહોંચાડી શકાય જે ઐચ્છિક સ્નાયુઓની કિયાને (જેમકે આપણા પગમાં આવેલી સ્નાયુપેશી) નિયંત્રિત કરે છે. જોકે કેટલીક સંવેદનાઓ જોવા કે સંભળવાથી પણ વધારે જટિલ છે. જેમકે, આપણાને કેવી રીતે ખબર પડી કે આપણે યોગ્ય માત્રામાં બોજન આરોગી ચૂક્યા છીએ ? આપણું પેટ પૂરું ભરેલું છે. આ જાણવા માટે એક ભૂખ સંબંધિત કેન્દ્ર છે જે અગ્રમગજમાં એક અલગ ભાગરૂપે છે.



### આકૃતિ 7.3 માનવ-મગજ

માનવ-મગજના નામનિર્દેશનયુક્ત આકૃતિનો અભ્યાસ કરો. આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વિવિધ ભાગોનાં વિશિષ્ટ કાર્યો છે. તમારા શિક્ષક પાસેથી સલાહ મેળવીને પ્રત્યેક ભાગોનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

આવો, ‘પ્રતિચાર’ શબ્દનો બીજો ઉપયોગ પણ જોઈએ, જેની આપણે શરૂઆતમાં ચર્ચા કરી હતી. જ્યારે આપણે કોઈ એવા ખાદ્યપદાર્થને જોઈએ છીએ જે આપણાને પસંદ હોય તો અનાયાસે આપણા મોઢામાં પાણી આવી જાય છે. હૃદયના સ્પંદનના વિશે આપણે વિચારતાં નથી તોપણ તે કાર્ય થતું જ રહે છે. વાસ્તવમાં, તેના વિશે વિચારી કે ઈચ્છા કરીને પણ સરળતાથી આપણે તે કિયાઓ પર નિયંત્રણ કરી શકતા નથી. શું આપણે શાસ લેવા માટે કે ખોરાક પચાવવા માટે વિચારવું પડે કે યાદ કરવું પડે છે ? આમ, સામાન્ય રીતે કીકીના કદમાં પરિવર્તન જેવી પરાવર્તી કિયા અને ખુરશીને ખસેડવા જેવી વિચારેલી કિયાની વચ્ચે એક અન્ય સ્નાયુ ગતિનો સમન્વય છે જેના પર આપણા વિચારનું કોઈ નિયંત્રણ હોતું નથી. આ અનૈચ્છિક કિયાઓ મધ્યમગજ અને પશ્ચમગજથી નિયંત્રિત હોય છે. આ બધી અનૈચ્છિક કિયાઓ જેવી કે રૂષિરનું દબાણ, લાળરસનું ઝરવું અને ઊલટી થવી, પશ્ચમગજમાં આવેલ લંબમજજા દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

એક સીધી રેખામાં ચાલવું, સાઈકલ ચલાવવી, એક પેન્સિલ ઉપાડવી વગેરે જેવી કેટલીક કિયાઓ વિચારી શકાય. આ પશ્ચમગજમાં આવેલ ભાગ અનુમસ્તિક દ્વારા જ સંભવ છે જે ઐચ્છિક કિયાઓની ચોક્સાઈ અને શરીરની સમસ્થિતિ અને સંતુલન માટે જવાબદાર છે. કલ્પના કરો કે જો આપણે આના વિશે વિચારતાં નથી અને આ બધી ઘટનાઓ કામ કરવાનું બંધ કરી દે તો શું થાય ?

### 7.1.3 આ પેશીઓ કેવી રીતે રક્ષણ પામે છે ? (How are these Tissues protected ?)

મગજ જેવું નાજુક અંગ જે વિવિધ કિયાઓ માટે ખૂબ જ જરૂરી છે, તેનું સાવચેતીપૂર્વક રક્ષણ પણ થવું જોઈએ. તેના માટે શરીરનું આયોજન એ પ્રકારનું છે કે મગજ એ અસ્થિઓની બનેલી પેટીમાં આવેલું છે. આ મસ્તક પેટીની અંદર પ્રવાહીયુક્ત ફુંગાની 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 કરોડસંભ કે પૃષ્ઠવંશ કહે છે. જે કરોડરજજુનું રક્ષણ કરે છે.

### 7.1.4 ચેતાપેશી કેવી રીતે કિયા કરે છે ?

#### (How does the Nervous Tissue cause Action ?)

અત્યાર સુધી આપણે ચેતાપેશીની ચર્ચા કરી રહ્યાં હતાં. 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 કિયા માટે નિર્ણયનું વહન કરે છે કે નિર્ણયને મોકલે છે ? બીજા શબ્દોમાં, જ્યારે કિયા કે હલનચલન થાય છે, સ્નાયુપેશી અંતિમ કાર્ય કરે છે. પ્રાણીપેશી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ? જ્યારે ઊર્ભિવેગનું વહન સ્નાયુ સુધી પહોંચે છે ત્યારે સ્નાયુઓએ હલનચલન કરવું જ જોઈએ. એક સ્નાયુકોષ કેવી રીતે કાર્ય કે હલનચલન કરે કે કિયા 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 રાસાયણિક બંધારણમાં રહેલો છે. સ્નાયુકોષોમાં વિશેષ પ્રકારનું પ્રોટીન હોય છે જે તેમનો આકાર અને વ્યવસ્થા બંનેમાં ફેરફાર લાવે છે કોષોમાં આ ચેતાકીય વીજ-આવેગની પ્રતિકિયા સ્વરૂપે થાય છે. જ્યારે આ ઘટના થાય છે ત્યારે આ પ્રોટીનની નવી વ્યવસ્થા સ્નાયુનો નવો આકાર 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 છે ?

#### પ્રશ્નો

1. પરાવર્તી કિયા અને ચાલવાની કિયા વચ્ચે શું બેદ છે ?
2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ ચેતોપાગમમાં કઈ ઘટના બને છે ?
3. મગજનો કયો ભાગ શરીરની સ્થિતિ અને સમતુલન જાળવી રાખવાનું કાર્ય કરે છે ?
4. આપણને એક અગરભતીની સુવાસની ખબર કેવી રીતે થાય છે ?
5. પરાવર્તી કિયામાં મગજની ભૂમિકા શું છે ?



## 7.2 વનસ્પતિઓમાં સંકલન (Coordination in Plants)

શરીરની કિયાઓના નિયંત્રણ અને સમન્વય માટે પ્રાણીઓમાં ચેતાતંત્ર હોય છે, પરંતુ વનસ્પતિઓમાં ન તો ચેતાતંત્ર હોય છે અને ન તો સ્નાયુપેશીઓ હોય છે. તે ઉતેજનાની પ્રત્યે પ્રતિચાર કેવી રીતે દર્શાવે છે ? જ્યારે આપણે લજામણીના છોડનાં પણોને અડકાએ છીએ ત્યારે તે વળી જવાની શરૂઆત કરે છે અને નીચેની તરફ વળી 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 ? લજામજીનાં પણોના સ્પર્શનો પ્રતિચાર ખૂબ જ ઝડપથી ગતિ કરે છે. આ ગતિ સાથે વૃદ્ધિનો કોઈ સંબંધ નથી. બીજી તરફ, અંકુરિત છોડની દિશાસૂચક ગતિ વૃદ્ધિને કારણે હોય છે. જો તેની વૃદ્ધિને કોઈ રીતે અવરોધવામાં આવે તો આ કોઈ ગતિ પ્રદર્શિત કરશે નહિ. આમ, વનસ્પતિ બે પ્રકારની ગતિઓ દર્શાવે છે – એક વૃદ્ધિને આધારિત અને બીજી વૃદ્ધિથી મુક્ત.

### 7.2.1 ઉત્તેજના માટે તાત્કાલિક પ્રતિચાર (Immediate Response to Stimulus)

આવો, પહેલા પ્રકારની ગતિ પર વિચાર કરીએ; જેમકે લજામજીના છોડની ગતિ. આ વૃદ્ધિ સાથે સંકળાયેલ નથી, છોડનાં પણો સ્પર્શ પ્રત્યેના પરિણામ સ્વરૂપે ગતિ કરતાં હોય છે, પરંતુ અહીંયાં કોઈ ચેતાપેશી નથી અને ન તો કોઈ સ્નાયુપેશી. તો પછી છોડ કેવી રીતે સ્પર્શની સંવેદનાને અનુભવે છે અને કેવી રીતે પણોની ગતિ દ્વારા પ્રતિચાર દર્શાવાય છે ?



આકૃતિ 7.4 સંવેદનશીલ વનસ્પતિ

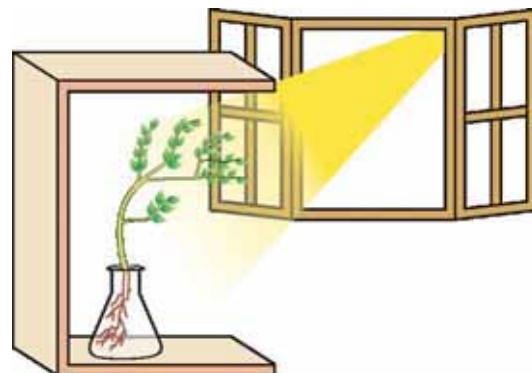
જો આપણે વિચાર કરીએ કે છોડના કોઈ એક ભાગને અડકવાથી છોડના કયા ભાગનું હલનયલન થાય છે તે ત્યારે બની શકે કે તમે અડકેલો ભાગ અને હલનયલન કરતો ભાગ બંને જુદો હોય. આમ, સ્પર્શ થવાની સંવેદનાનું પ્રસરણ થયું હશે. છોડ આ સંવેદના કે સૂચનાને એક કોષથી બીજા કોષ સુધી પ્રસારિત કરવા માટે વીજ રસાયણ સાધનનો પણ ઉપયોગ કરે છે. પરંતુ પ્રાણીઓની જેમ વનસ્પતિમાં સંવેદનાઓ માટે કોઈ વિશિષ્ટકરણ પામેલ પેશી હોતી નથી. હકીકતમાં, પ્રાણીઓની જેમ પ્રચલન કરવા માટે કેટલાક કોષો પોતાનો આકારમાં પરિવર્તન લાવતા હોવા જોઈએ. વનસ્પતિ કોષોમાં પ્રાણી સ્નાયુકોષોની જેમ વિશિષ્ટકરણ પામેલ પ્રોટીન પણ હોતા નથી. છતાં પણ તે પાણીના પ્રમાણામાં પરિવર્તન કરીને પોતાનો આકાર બદલી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે ફૂલીને કે સંકોચન પામીને તેઓ પોતાનો આકાર બદલી શકે છે.

### 7.2.2 વૃદ્ધિને કારણે હલનયલન (Movement Due to Growth)

વટાણાના છોડની જેમ કેટલીક વનસ્પતિ અન્ય વનસ્પતિ કે વાડ પર આધાર સૂત્રની મદદથી ઉપર ચઢે છે. આ આધાર સૂત્ર (Tendril) સ્પર્શ માટે સંવેદનશીલ છે. જ્યારે તે કોઈ આધારના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે લંબાઈ ધરાવતો તે ભાગ જો કોઈ વસ્તુના સંપર્કમાં હોય, તો આધારના સંપર્કમાં રહેલા ભાગની વૃદ્ધિ આધારથી દૂર રહેલા ભાગ કરતા ઓછી તીવ્રતાથી થાય છે. આ રીતે લંબાઈમાં વધારો વસ્તુને ચારે તરફથી જકડી લે છે. સામાન્ય રીતે, વનસ્પતિ ધીરેથી એક નિશ્ચિત દિશામાં ગતિ કરીને ઉત્તેજના પ્રત્યે પ્રતિચાર આપે છે. કારણ કે આ વૃદ્ધિ એકદિશીય હોય છે. તેથી એવું લાગે છે કે વનસ્પતિ પ્રચલન કરી શકે છે. આવો, એક પ્રકારની હલનયલનને એક ઉદાહરણની મદદથી સમજુએ.

## પ્રવૃત્તિ 7.2

- એક શંકુ આકારના ફ્લાસ્કને પાણીથી ભરી લો.
- ફ્લાસ્કની ગ્રીવાને તારની જાળીથી ઢાંકી દો.
- એક તાજો નાનો વાલનો છોડ તારની જાળી પર એવી રીતે રાખી દો કે તેના મૂળ પાણીમાં પલળેલા રહે.
- એક બાજુથી ખુલ્લા એવા પૂંઠાનું એક બોક્સ લો.
- ફ્લાસ્કને બોક્સમાં એવી રીતે મૂકો કે જેથી બોક્સની ખુલ્લી બાજુઅથી, બારી તરફથી, જ્યાંથી પ્રકાશ આવે છે તે રીતે ગોઠવો (આકૃતિ 7.5).
- બે કે ત્રણ દિવસ પછી જોશો કે પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળી જાય છે અને મૂળ પ્રકાશથી દૂર થતું જાય 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 નિર્ણય લઈશું ?



## આકૃતિ 7.5

પ્રકાશની દિશામાં વનસ્પતિનો પ્રતિચાર



## આકૃતિ 7.6 ભૂઆવતન દર્શાવતી વનસ્પતિ

પર્યાવરણીય પ્રેરણ જેવા કે પ્રકાશ કે ગુરુત્વ, વનસ્પતિની વૃદ્ધિવાળા બાગમાં દિશા-પરિવર્તન કરી નાંખે છે. આ એકદિશીય કે આવર્તન હલનયલન ઉતેજનાની તરફ કે તેની વિરુદ્ધ દિશામાં થઈ શકે છે. આમ, આ બે બિન્ન પ્રકારે પ્રકાશાવર્તન હલનયલનની કિયાઓમાં પ્રરોહ પ્રકાશની તરફ વળીને પ્રતિચાર અને મૂળ તેનાથી દૂર વળીને પ્રતિચાર દર્શાવે છે. આ વનસ્પતિની મદદ કેવી રીતે કરે છે ?

વનસ્પતિ અન્ય ઉતેજનાઓ માટે પણ પ્રતિચાર કરીને આવર્તન (Tropism) દર્શાવે છે. એક વનસ્પતિના મૂળ હંમેશાં નીચેની તરફ વૃદ્ધિ કરે છે જ્યારે પ્રરોહ સામાન્ય રીતે ઉપરની તરફ અને પૃથ્વીથી દૂર વૃદ્ધિ કરે છે. આ પ્રરોહ અને મૂળમાં કમશા : ઊર્ધ્વગામી અને અધોગામી વૃદ્ધિ પૃથ્વી કે ગુરુત્વના ખેંચાળનો પ્રતિચાર ભૂ-આવર્તન છે (આકૃતિ 7.6). જો હાઇડ્રો (Hydro)-નો અર્થ પાણી અને રસાયણનો અર્થ કિમો (Chemo) પદાર્થ હોય તો જલાવર્તન અને રસાયણાવર્તનનો શું અર્થ થાય ? શું આપણે આ પ્રકારની એકદિશીય વૃદ્ધિની ગતિવિધિનાં ઉદાહરણોના વિશે વિચાર કરી શકીએ ? રસાયણાવર્તનનું એક ઉદાહરણ પરાગનલિકાની બીજાંડ કે અંડકાની તરફ વૃદ્ધિ કરવી તે છે જેના વિશે આપણે વધારે જાણકારી સજ્ઞવોમાં પ્રજનનની કિયાનો અભ્યાસ કરતી વખતે મેળવીશું.

આવો, એક વખત આપણે ફરીથી વિચાર કરીએ કે, બહુકોષીય સજ્ઞવોના શરીરમાં સંવેદનાઓ કેવી રીતે પ્રસારિત થાય છે ? લજામણીમાં સ્પર્શનો પ્રતિચારની ગતિ કે હલનયલન ખૂબ જ તીવ્ર હોય છે. બીજી તરફ, રાત અને દિવસના પ્રતિચારમાં પુષ્પોનું હલનયલન ખૂબ જ મંદ હોય છે.

પ્રાણીશરીરમાં પણ વૃદ્ધિ માટે સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત દિશાઓ હોય છે. આપણી ભૂજા અને આંગળીઓ અસ્તવ્યસ્ત ન રહેતાં એક નિશ્ચિત દિશામાં વૃદ્ધિ કરે છે. નિયંત્રિત ગતિ મંદ કે તીવ્ર હોઈ શકે છે. જો ઉતેજના માટે તીવ્ર પ્રતિચાર દર્શાવાય તો સંવેદનાઓ સ્થળાંતરણ પણ ખૂબ જ તીવ્ર હોવું જોઈએ. તેના માટે પ્રચલનનું માધ્યમ તીવ્ર હોવું જોઈએ. તેના માટે વીજ-આવેગ એક

ઉત્તમ સાધન 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 થાય છે અને પ્રસારિત થાય છે, તો પુનઃ નવો આવેગ નિર્માણ કરવા અને તેનું વહન કરવા માટે કોષ ફરીથી પોતાની કાર્યવિધિ સારી રીતે કરવા માટે કેટલોક સમય લે છે. બીજા શબ્દોમાં, કોષો સતત વીજ-આવેગનું નિર્માણ કરી શકતા નથી અને તેનું વહન કરી શકતાં નથી. તેમાં કોઈ આશ્ર્ય નથી કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજ્વો કોષો વચ્ચે સંદેશા વહન માટે રાસાયણિક વહન જેવો અન્ય એક માર્ગ અપનાવે છે.

જો વીજ-આવેગ નિર્માણ કરવાને બદલે ઉત્તેજિત કોષો કોઈ રાસાયણિક સંયોજન મુક્ત કરે તો આ સંયોજન આસપાસના બધા કોષોમાં પ્રસરણ થઈ જાય. જો આસપાસના અન્ય કોષોની પાસે આ સંયોજનની ઓળખ કરવાની પ્રયુક્તિ હોય તો તેની સપાઠી પર વિશેષ આશુઓનો ઉપયોગ કરીને તે સંવેદનાઓ વિશેનો જ્યાલ મેળવી લે છે અને તેને વહન કરે છે. જોકે આ પ્રક્રિયા ખૂબ જ ધીમી થાય છે, પરંતુ આ ચેતા સંબંધ સિવાય પણ શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચે છે અને તેને એકધારી તેમજ સ્થાયી બનાવાય છે. બહુકોષીય પ્રાણીઓ દ્વારા નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે આવેલો આ અંતઃસાવ આપણી ધારણાને અનુરૂપ વિવિધતા દર્શાવે છે. વિવિધ વનસ્પતિ અંતઃસાવો વૃદ્ધિ, વિકાસ અને પર્યાવરણના પ્રત્યે પ્રતિચારનું સંકલન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તેના સંશ્લેષણનું સ્થાન તેની કિયાના વિસ્તારથી દૂર હોય છે અને સામાન્ય કે સરળ પ્રસરણ દ્વારા તે કિયા વિસ્તાર સુધી પહોંચી જાય છે.

ચાલો, આપણે અગાઉ (પ્રવૃત્તિ 7.2)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉદાહરણ લઈને સમજું. જ્યારે ઉગતાં છોડવાઓ પ્રકાશ શોધે છે ત્યારે પ્રરોહાગ્રના ભાગે ઓક્કિજન તરીકે ઓળખાતો અંતઃસાવ સંશ્લેષણ પામે છે જે કોષને લાંબા સમય સુધી વિકસિત કરવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે વનસ્પતિ પર એક તરફથી પ્રકાશ આવી રહ્યો હોય છે ત્યારે ઓક્કિજન પ્રસરણ પામીને પ્રરોહના ધાયાવાળા ભાગમાં (પ્રકાશ ઓછો હોય તે ભાગમાં) આવી જાય છે. પ્રરોહની પ્રકાશથી દૂર આવેલી બાજુમાં ઓક્કિજનનું સંકેન્દ્રણ કોષોની લાંબાઈમાં વૃદ્ધિ માટે ઉત્તેજિત કરે છે. આમ, વનસ્પતિ પ્રકાશની તરફ વળતી જોવા મળે છે.

વનસ્પતિ અંતઃસાવોનું બીજું ઉદાહરણ જીબરેલિન છે જે ઓક્કિજનની જેમ પ્રકાંડની વૃદ્ધિમાં મદદરૂપ થાય છે. સાયટોકાઈનીન કોષ-વિભાજનને પ્રેરિત કરે છે અને તેથી આ એવા વિસ્તારોમાં હોય છે, જ્યાં કોષ-વિભાજન ઝડપથી થતું હોય છે. વિશેષ રૂપથી ફળ અને બીજમાં વધારે સાંક્રતામાં મળી આવે છે. આ તે વનસ્પતિ અંતઃસાવોના ઉદાહરણ છે જે વૃદ્ધિમાં સહાયક બને છે. પરંતુ વનસ્પતિની વૃદ્ધિને અવરોધવા માટે પણ સંકેતોની જરૂરિયાત હોય છે. એભિસસિક એસિડ વૃદ્ધિને અવરોધનારા અંતઃસાવોનું એક ઉદાહરણ છે. પર્ણોના કરમાઈ જવાની ઘટના તેની અસરની સાથે સંકલિત છે.

## પ્રશ્નો

1. વનસ્પતિ અંતઃસાવો એટલે શું ?
2. લજામળીનાં પર્ણોનું હલનચલન, એ પ્રકાશ તરફ પ્રરોહની ગતિથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
3. એક વૃદ્ધિ પ્રેરક વનસ્પતિ અંતઃસાવનું ઉદાહરણ આપો.
4. કોઈ આધારની ચોતરફ વૃદ્ધિ કરવામાં ઓક્કિજન કઈ રીતે કુપળને મદદરૂપ થાય છે ?
5. જલાવર્તન દર્શાવવા માટેના એક પ્રયોગનું નિર્દર્શન કરો.



### 7.3 પ્રાણીઓમાં અંતઃસ્વાવો (Hormones in Animals)

રસાયણો કે અંતઃસ્વાવો પ્રાણીઓમાં કેવી રીતે સૂચના પ્રસારણના સાધનની જેમ ઉપયોગમાં આવે છે? બિસકોલી જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ લો. જ્યારે તે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિમાં હોય તો શું અનુભવ કરે છે? તે પોતાના શરીરને લડવા માટે કે ભાગી જવા માટે તૈયાર કરે છે. બંને ખૂબ જટિલ કિયાઓ છે જેને નિયંત્રિત કરવા માટે ખૂબ જ ઉર્જાની જરૂરિયાત હોય છે. અનેક પ્રકારની વિવિધ પેશીઓનો ઉપયોગ થાય છે અને તેમની એકીકરણ (એક્ટીક્રિકરણ) પામેલી કિયાઓ ભેગી થઈને તે કાર્ય કરે છે. જેમકે લડવાની કે દોડવાની, બે એકાંતર કિયાઓ એકબીજાથી બિલકુલ અલગ છે. આમ, અહીંથી એક સ્થિતિ છે કે જેમાં કેટલીક સામાન્ય તૈયારીઓ શરીરમાં લાભદાયક હોય છે. આ તૈયારીઓ આદર્શરૂપે નજીકના ભવિષ્યમાં કોઈ પણ કિયાને સરળ કરી નાંખે છે. આ બધું કેવી રીતે થઈ શકે છે?

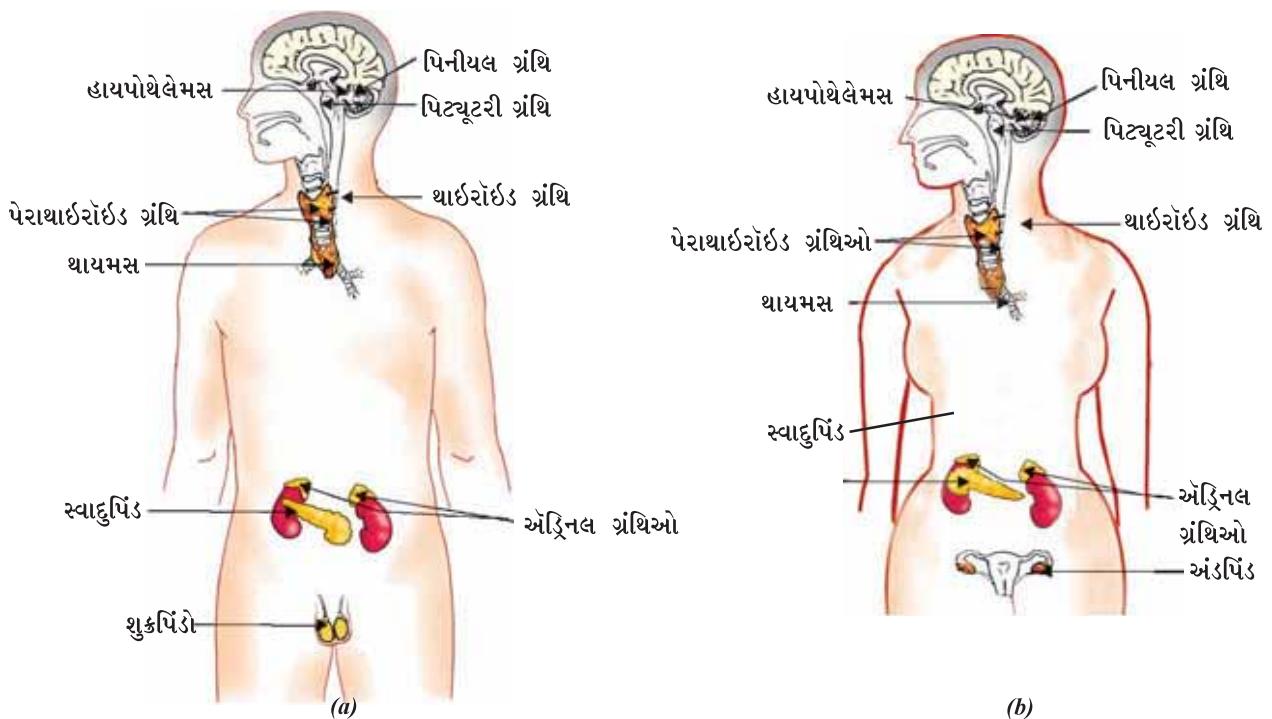
જો બિસકોલીની શરીરરચના ચેતાકોષ દ્વારા માત્ર વીજ-આવેગ પર આધારિત હોય તો તે પછીની કિયાને કરવા માટે તૈયાર પેશીઓનું કાર્યક્ષેત્ર મર્યાદિત હશે. બીજી તરફ, જો રસાયણિક સંકેત પણ મોકલી શકાય તો તે શરીરના બધા કોષો સુધી પહોંચી શકે અને જરૂરી પરિવર્તિત પર્યાવરણ મોટું થઈ જાત. અધિવૃક્તિય ગ્રંથિ (એન્સ્રિનલ ગ્રંથિ)માંથી જીવિત એન્સ્રિનાલીન અંતઃસ્વાવ દ્વારા મનુષ્ય સહિત અનેક પ્રાણીઓમાં આ કાર્ય થઈ શકે છે. આ ગ્રંથિઓ શરીરમાં આવેલી હોય છે જે જાણવા માટે આકૃતિ 7.7 જુઓ.

એન્સ્રિનાલીન સીધો રૂધિરમાં જીવિત થઈ જાય છે અને શરીરના વિવિધ ભાગો સુધી પહોંચી જાય છે. હૃદય સહિત આ લક્ષ્ય અંગો કે વિશિષ્ટ પેશીઓ પર કાર્ય કરે છે. પરિણામ સ્વરૂપે હૃદયના ધબકારા વધે છે જેથી આપણા સ્નાયુઓને વધારે ઓક્સિજનનો પુરવઠો મળી રહે છે. પાચનતંત્ર અને ત્વચામાં રૂધિરની પ્રાયત્તા ઓછી થાય છે. કારણ કે, આ અંગેની નાની ધમનીઓની આસપાસના સ્નાયુઓ સંકોચાઈ જાય છે. આ રૂધિરની દિશા આપણા કંકાલ સ્નાયુઓની તરફ કરી દે છે. ઉરોદરપટલ અને પાંસળીઓના સ્નાયુઓનું સંકોચન થવાથી શસન-દર પણ વધે છે. આ બધો પ્રતિચાર મળીને પ્રાણી શરીરને પરિસ્થિતિથી લડવા માટે તૈયાર કરે છે. આ પ્રાણી અંતઃસ્વાવ અંતઃસ્વાવી ગ્રંથિઓનો ભાગ છે જે આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનો બીજો માર્ગ છે.

#### પ્રવૃત્તિ 7.3

- આકૃતિ 7.7 જુઓ.
- આકૃતિમાં દેખાયેલી અંતઃસ્વાવી ગ્રંથિઓની ઓળખ કરો.
- આમાંથી કેટલીક ગ્રંથિઓને કોઈ 7.1માં દર્શાવેલ છે. પુસ્તકાલયમાંનાં પુસ્તકોની મદદથી તેમજ શિક્ષકોની સાથે ચર્ચા કરીને કેટલીક અન્ય ગ્રંથિઓનાં કાર્યોના વિશે જાણકારી મેળવો.

યાદ કરો કે, વનસ્પતિઓમાં અંતઃસ્વાવો હોય છે. જે ચોક્કસ દિશામાં વૃદ્ધિને નિયંત્રિત કરે પ્રાણી અંતઃસ્વાવો શું કાર્ય કરે છે? તેના વિષયમાં આપણે તેમની ભૂમિકાની કલ્પના ચોક્કસ દિશાની વૃદ્ધિ માટે કરી શકતાં નથી. આપણને કોઈ પ્રાણીને પ્રકાશ કે ગુરૂત્વ પર આધારિત કોઈ એક દિશામાં વધારે વૃદ્ધિ કરે તેવું ક્યારેક દેખાતું નથી, પરંતુ, જો આપણે તેના વિશે વધારે ચિંતન કરીએ તો આ સાચું હશે કે પ્રાણી શરીર પણ સાવચેતીપૂર્વક નિયંત્રિત સ્થાનો પર વૃદ્ધિ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, વનસ્પતિના શરીર પર અનેક સ્થાનો પર પણ્ણો ઊગે છે, પરંતુ આપણે આપણા ચહેરા પર આંગળીઓને ઊગાડી શકતા નથી. આપણા શરીરની રચના, બાળકોની વૃદ્ધિના સમયે પણ સાવચેતીપૂર્વક જાળવણી કરે છે.



આકૃતિ 7.7 માનવમાં અંતઃસ્થાવી ગ્રંથિઓ (a) નર (b) માદા

સંકલિત વૃદ્ધિમાં અંતઃસ્થાવ કેવી રીતે મદદ કરે છે તે સમજવા આવો કેટલાંક ઉદાહરણો ચકાસીએ. મીઠાના પેકેટ પર આપણો બધાએ જોયું છે કે, ‘આયોડિનયુક્ત મીઠુ’ અને ‘આયોડિનથી સંવર્ધિત’ આપણે આહારમાં આયોડિનયુક્ત મીઠુ લેવું કેમ જરૂરી છે? થાઈરોઇડ ગ્રંથિનો થાઈરોક્સિન અંતઃસ્થાવ બનાવવા માટે આયોડિન જરૂરી છે. થાઈરોક્સિન કાર્બોનિટ, 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 ઊંઘાપ છે તો એ સંભાવના છે કે આપણો ગોઈટરથી ગ્રસ્ત હોઈ શકીએ. આ બીમારીનું એક લક્ષણ તરીકે ગરદન ફૂલી જાય છે. શું તમે આ આકૃતિમાં 7.7માં થાઈરોઇડ ગ્રંથિના સ્થાન સંબંધિત જાણ કરી શકો છો?

ક્યારેક આપણો એવા વ્યક્તિઓના સંપર્કમાં આવીએ છીએ કે, જેઓ ખૂબ જ વામન (નાના કદના) હોય છે અથવા વધારેપડતાં ઊંચા હોય છે. શું તમને ક્યારેય આશ્ર્ય થયું છે કે આ કેવી રીતે થાય છે? પિટ્યૂટરી ગ્રંથિમાંથી ખ્રિયત થનારો અંતઃસ્થાવોમાં એક વૃદ્ધિ અંતઃસ્થાવ (Growth Hormone = GH) છે. જેવું તેનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. વૃદ્ધિ અંતઃસ્થાવ (GH) શરીરની વૃદ્ધિ અને વિકાસને નિયંત્રિત કરે છે. જો બાલ્યાવસ્થામાં આ અંતઃસ્થાવની ઊંઘાપ સર્જ્ય તો આ વામનતાનું કારણ બને છે.

જ્યારે તમારી અને તમારા ભિત્રોની વય 10-12 વર્ષની થયેલી હશે ત્યારે તમારા અને તેઓના દેખાવમાં કેટલાય આશ્ર્યજનક ફેરફારો જોયાં હશે. આ પરિવર્તન યુવાવસ્થાના પ્રારંભ થવાની સાથે સંબંધિત છે. કારણ કે નરમાં ટેસ્ટોસ્ટેરોન અને માદામાં ઈસ્ટ્રોજનનો સ્થાવ થાય છે.

શું તમે તમારા પરિવાર કે ભિત્રોમાં કોઈ એવી વ્યક્તિને ઓળખો છો કે જેને ડોક્ટરે તેમના આહારમાં શર્કરા ઓછી લેવાની સલાહ આપી હોય. કારણ કે તે મધુપ્રમેહ (ડાયાબિટીસ)નો રોગી કે દર્દી છે. ઉપચારના રૂપમાં તે ઇન્સ્યુલિનના ઇન્જેક્શન પણ લેતા હોય. આ એક અંતઃસ્થાવ છે

જેનું ઉત્પાદન સ્વાદુપિંડમાં થાય છે અને જે રૂધિરમાં શર્કરાના સ્તરનું નિયંત્રણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. જો આ યોગ્ય માત્રામાં ખ્રિયત ન થાય તો રૂધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય છે અને ઘણીબધી હાનિકારક અસરનું કારણ બને છે.

જો અંતઃસાવોનો યોગ્ય માત્રામાં સ્ત્રાવ થવો જરૂરી હોય તો આ સ્ત્રાવ માટેની યોગ્ય કાર્યપદ્ધતિ (mechanism)ને સમજવી જરૂરી છે. અંતઃસાવ મુક્ત થવાનો સમય અને તેની માત્રા પ્રતિક્રિયા આધારિત કાર્યપદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો રૂધિરમાં શર્કરાનું સ્તર વધી જાય તો તેને લીધે સ્વાદુપિંડના કોષો તેની જાણકારી મેળવી લે છે અને તેના પ્રતિચારફે વધુ ઈન્સ્યુલિનનો સ્ત્રાવ કરે છે. જ્યારે રૂધિરમાં શર્કરાનું સ્તર ઘટી જાય પછી ઈન્સ્યુલિનનો સ્ત્રાવ પણ ઓછો થઈ જાય છે.

#### પ્રવૃત્તિ 7.4

■ અંતઃસાવી ગ્રંથિઓ દ્વારા અંતઃસાવોનો સ્ત્રાવ થાય છે અને તે ચોક્કસ કાર્યો કરે છે.

અંતઃસાવો, અંતઃસાવી ગ્રંથિઓ અને તેનાં કાર્યને આધારે કોષ્ટક 7.1ને પૂર્ણ કરો.

#### કોષ્ટક 7.1 કેટલાક મહત્વાના અંતઃસાવો અને તેનાં કાર્યો

ક્રમ	અંતઃસાવ	અંતઃસાવી ગ્રંથિ	કાર્ય
1.	વૃદ્ધિ અંતઃસાવ	પિટ્યૂટરી ગ્રંથિ	બધાં જ અંગોમાં વૃદ્ધિ પ્રેરે છે.
2.	—	થાઇરોઇડ ગ્રંથિ	શરીરના વિકાસ માટે ચયાપચયનું નિયમન કરે છે.
3.	ઈન્સ્યુલિન	—	રૂધિરમાં શર્કરાની માત્રાનું નિયમન કરે છે.
4.	ટેસ્ટોસ્ટેરોન	શુક્કપિંડો	—
5.	—	અંડપિંડો	સ્ત્રી-પ્રજનનાંગોનો વિકાસ, રજોસાવનું નિયમન, વગેરે.
6.	એન્ઝિનાલિન	એન્ઝિનલ ગ્રંથિ	—
7.	મુક્ત થતા અંતઃસાવો (રિલીઝિંગ અંતઃસાવો)	—	અંતઃસાવોનો સ્ત્રાવ માટે પિટ્યૂટરી ગ્રંથિને ઉત્સેધિત કરે છે.

#### પ્રશ્નો

- પ્રાણીઓમાં રાસાયણિક સંકલન કેવી રીતે થાય છે ?
- આયોડિનયુક્ત મીઠાના ઉપયોગની સલાહ કેમ આપવામાં આવે છે ?
- જ્યારે એન્ઝિનાલિન રૂધિરમાં ખ્રિયત થાય છે ત્યારે આપણા શરીરમાં ક્યો પ્રતિચાર દર્શાવાય છે ?
- મધુપ્રમેહના કેટલાક દર્દીઓની સારવાર ઈન્સ્યુલિનના ઈન્જેક્શન આપીને કેમ કરવામાં આવે છે ?



#### તમે શીખ્યાં કે

- આપણા શરીરમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનનાં કાર્ય માટે ચેતાતંત્ર અને અંતઃસાવો છે.
- ચેતાતંત્રના પ્રતિચારની પરાવર્ત્તી કિયા ઐચ્છિક કિયા કે અનૈચ્છિક કિયામાં વગ્નિકૃત 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 કિયા કરે છે.
- રાસાયણિક સંકલન વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ બંનેમાં જોવા મળે છે.
- અંતઃસાવ પ્રાણીના એક ભાગમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે અને બીજા ભાગમાં ઈચ્છિત અસર દર્શાવવા માટે વહન કરે છે.
- અંતઃસાવની કિયાને પ્રતિચાર પદ્ધતિ દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકે છે.

## સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો વનસ્પતિ અંતઃસાવ છે ?
  - (a) ઈન્સ્યુલિન
  - (b) થાઈરોડિસન
  - (c) ઈસ્ટ્રોજેન
  - (d) સાયટોકાઈનીન
2. બે ચેતાકોષોની વચ્ચે આવેલ ‘ખાલી ભાગ’ને ..... કહે છે.
  - (a) શિખાતંતુ
  - (b) ચેતોપાગમ
  - (c) અક્ષતંતુ
  - (d) આવેગ
3. મગજ ..... જવાબદાર છે.
  - (a) વિચારવા માટે
  - (b) હૃદયના સ્પંદન માટે
  - (c) શરીરનું સમતુલન જાળવવા માટે
  - (d) ઉપર્યુક્ત તમામ માટે
4. આપણા શરીરમાં ગ્રાહીનું કાર્ય શું છે ? એવી સ્થિતિ પર વિચાર કરો, જ્યાં ગ્રાહી યોગ્ય પ્રકારથી કાર્ય કરી રહ્યા નથી. કઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?
5. ચેતાકોષની સંરચના દર્શાવતી આકૃતિ દોરો અને તેનાં કાર્યોનું વર્ણન કરો.
6. વનસ્પતિમાં પ્રકાશાવર્તન કેવી રીતે થાય છે ?
7. કરોડરજજુને ઈજા થવાથી ક્યા સંકેતો આવવામાં ખલેલ પહોંચે છે ?
8. વનસ્પતિમાં ચાસાયણિક સંકલન કઈ રીતે થાય છે ?
9. એક સજીવમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલનના તત્ત્વની જરૂરિયાત શું છે ?
10. અનૈશ્ચિક ડિયાઓ અને પરાવર્તી ડિયાઓ એકબીજાથી કેવી રીતે બિના છે ?
11. પ્રાણીઓમાં નિયંત્રણ તેમજ સંકલન માટે ચેતા અને અંતઃસાવ ડિયાવિધિની તુલના અને તેમના બેદ આપો.
12. લજીમણી વનસ્પતિમાં હલનચલન અને તમારા પગમાં થનારી ગતિની રીતમાં શું ભેદ છે ?



## પ્રકરણ 8

# સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ? (How do Organisms Reproduce ?)

સજીવોના પ્રજનનની કિયાવિધિ પર ચર્ચા કરતાં પહેલાં આવો, આપણો એક મૂળભૂત પ્રશ્ન કરીએ કે સજીવ પ્રજનન શા માટે કરે છે ? વાસ્તવમાં પોષણ, શ્વસન અથવા ઉત્સર્જન જેવી જરૂરી જૈવિક કિયાઓની માફક કોઈ વયસ્ક પ્રાણી (સજીવ) ને જીવિત રહેવા માટે પ્રજનનની કિયા જરૂરી નથી. બીજું કે, સજીવને સંતતિનું નિર્માણ કરવા માટે વધુ ઊર્જા વ્યય કરવી પડે છે. તો પછી તે કિયામાં પોતાની ઊર્જાને નકામી શા માટે ગુમાવે, જે કિયા 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 આપણાને વિવિધ સજીવ એટલા માટે દાખિંગોથર થાય છે, કારણ કે તેઓ પ્રજનન કરે છે. જો તે સજીવ એકલો હોય અને કોઈ પણ પ્રજનન દ્વારા પોતાના જેવા જ સજીવની ઉત્પત્તિ ન કરી શકે તો આપણાને તેના અસ્તિત્વની પણ ખબર ન પડે. કોઈ જાતિમાં મળી આવતા સજીવોની વિશાળ સંખ્યા જ આપણાને તેમના અસ્તિત્વની જાણકારી આપે છે. આપણાને કેવી રીતે ખબર પડે છે કે બે સજીવ એક જ જાતિના સંખ્ય છે ? સામાન્યતઃ આપણો એવું એટલા માટે કહીએ છીએ તેઓ એકસમાન દેખાય છે. આમ, પ્રજનન કરનારા સજીવો નવી સંતતિનું સર્જન કરે છે જે ખાસ્સી હદ સુધી સમાન જોવા મળે છે.

## ૪.૧ શું સજીવો પૂર્ણ રૂપે પોતાની પ્રતિકૃતિનું સર્જન કરે છે ? (Do Organisms create exact copies of Themselves ?)

વિવિધ સજીવોની સંરચના, આકાર (કદ) તેમજ આકૃતિ સમાન હોવાને કારણો જ તે સમાન જોવા મળે છે. શરીરની સંરચના સમાન હોવા માટે તેમની બ્લૂપ્રિન્ટ પણ સમાન હોવી જોઈએ. આમ, પોતાના મૂળભૂત રીતે પ્રજનન કરવું એટલે સજીવની સંરચનાની બ્લૂપ્રિન્ટ તૈયાર કરવાની કિયા છે. ધોરણ IXમાં તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલાં રંગસૂત્રોના DNA (ડીઓક્સી રિબોન્યુકલિએક ઓસિડ)ના અણુઓમાં આનુવંશિક લક્ષણોનો સંદેશ હોય છે. જે પિતૃ તરફથી સંતતિમાં આવે છે. કોષના કોષકેન્દ્રમાં રહેલ DNA માં પ્રોટીન સંશેષણ હેતુ માહિતી હોય છે. આ સંદેશ અલગ હોવાની સ્થિતિમાં નિર્માણ કે સંશેષણ પામતો પ્રોટીન પણ બિના હોય છે. બિના (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 કિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે. જે પ્રજનન કોષમાં DNAની બે પ્રતિકૃતિઓ બનાવે છે અને તેઓનું એકબીજાથી અલગ હોવું 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 કિયાઓના 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 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 બિનન્તા હોઈ શકે છે. પરિણામ રૂપે નિર્માણ પામનારા DNAની પ્રતિકૃતિઓ એકસમાન તો હશે, પરંતુ મૂળ DNAને સમરૂપ ન હોય. હોઈ શકે છે કે કેટલીક બિનન્તાઓ એટલી ઝડપી અને તીવ્ર હોય કે DNAની નવી પ્રતિકૃતિ પોતાના કોષીય સંગઠનની સાથે સમયોજિત થઈ શકે નહિએ. આ પ્રકારની સંતતિ કે બાળકોષ મૃત્યુ પામે છે (નાશ પામે છે.) બીજી તરફ DNA, પ્રતિકૃતિની અનેક વિભિન્નતાઓ એટલી બધી ઝડપી હોતી નથી. આમ, બાળકોષો સમાન હોવા છતાં કોઈ ને કોઈ સ્વરૂપમાં એકબીજાથી બિનન્ત હોય છે. પ્રજનનમાં થનારી આ બિનન્તાઓ જૈવવિકાસ ઉદ્ઘવિકાસનો આધાર છે. જેની ચર્ચા આપણે આ પણીના પ્રકરણમાં કરીશું.

### 8.1.1 બિનન્તાનું મહત્વ (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 મહત્વપૂર્ણ 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 સતરમાં પરિવર્તન અથવા કોઈ ઉલ્કાની અથડામણ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણ છે. જો એક વસ્તી કોઈ વસવાટને અનુકૂળ છે અને આ વસવાટમાં કેટલાક અતિજડપી પરિવર્તન આવે તો આવી અવસ્થામાં વસ્તીનો સંપૂર્ણ વિનાશ થવાની પણ સંભાવના છે. તેમ છતાં જો આ વસ્તીના થોડા સજીવોમાં કેટલીક બિનન્તા આવેલી હશે. તેઓ જીવતા રહેવાની કેટલીક સંભાવના ધરાવે છે. આમ, જો શિતોષ્ણ પાણીમાં મળી આવનારા જીવાણુઓની વસ્તી હોય અને વૈશ્વિક ઉષ્ણીકરણ (Global Warming)ના કારણે પાણીનું તાપમાન વધી જાય તો મોટા ભાગના આ જીવાણુઓ ભરી (જાય) જશે. પરંતુ તાપમાન પ્રતિરોધી ક્ષમતા ધરાવનારા કેટલાક પરાવર્તક જીવાણુઓ જીવિત રહી શકે અને વૃદ્ધિ કરી શકે. આમ, બિનન્તાઓ જાતિની જીવિતતા ઉપયોગી છે.

### પ્રશ્નો

- DNA પ્રતિકૃતિનું પ્રજનનમાં શું મહત્વ છે?
- સજીવોમાં બિનન્તા જાતિઓ માટે તો લાભદાયક છે પરંતુ બિક્સિંગટ રીતે આવશ્યક નથી. કેમ?



## 8.2 એકલ સજીવો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રજનનની પદ્ધતિઓ

### (Modes of Reproduction Used By Single Organisms)

#### પ્રવૃત્તિ 8.1

- 100 mL પાણીમાં 10 g ખાંડને ઓગાળો.
- એક કસનળીમાં આ દ્રાવજાને 20 mL લો. તેમાં એક ચપટી ભરીને થીસ્ટનો પાઉડર નાંખો.
- કસનળીના મુખને રૂથી ઢાંકીને કોઈ ગરમ સ્થાન (જ્યાં તાપમાન વધારે હોય ત્યાં) મૂકી રાખો.
- 1 કે 2 કલાક પછી, કસનળીમાંથી થીસ્ટના સંવર્ધિત દ્રાવજામાંથી એક ટીપું સ્લાઇડ પર લઈને તેના પર કવરસ્લિપ ઢાંકો.
- સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રની મદદથી સ્લાઇડનું પરીક્ષણ કરો. (અવલોકન કરો.)

#### પ્રવૃત્તિ 8.2

- બ્રેડના એક ટુકડાને પાણીમાં પલાળીને ઠંડા, બેજવાળા અને અંધકારવાળા સ્થાન પર તેને મૂકો.
- વિપુલદર્શક દક્કાચ (Magnifying glass)ની મદદથી બ્રેડના ટુકડાનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનો અઠવાડિયા સુધી કરી તેની નોંધ અવલોકનપોથીમાં કરો.

થીસ્ટની વૃદ્ધિ તેમજ બીજ પ્રવૃત્તિમાં ફૂગની વૃદ્ધિની રીતની તુલના કરો અને જાણી લો કે તેમાં શું તફાવત છે ?

પ્રજનન કયા સંદર્ભોમાં કાર્ય કરે છે તેની રીત્યા પછી, આવો આપણે જાણીએ કે વિભિન્ન સજીવો વાસ્તવમાં કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ? વિવિધ સજીવોની પ્રજનનની રીત તેઓની શારીરિક સંરચના પર આધારિત હોય છે.

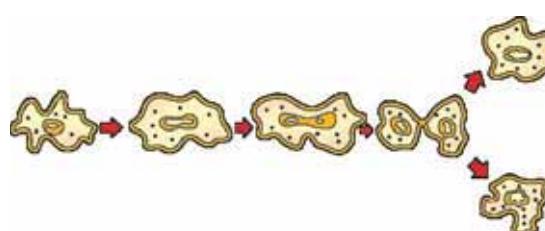
#### 8.2.1 ભાજન (Fission)

એક કોષીય સજીવોમાં કોષવિભાજન અથવા ભાજન દ્વારા નવા સજીવોની ઉત્પત્તિ થાય છે. ભાજનની અનેક રીતો જોવા મળી છે. ઘણા જીવાણુઓ અને પ્રજીવોનું કોષવિભાજન દ્વારા બે સરખા ભાગોમાં વિભાજન થાય છે. અમીબા જેવા સજીવોમાં કોષવિભાજન કોઈ પણ સમતલમાં થઈ શકે છે.

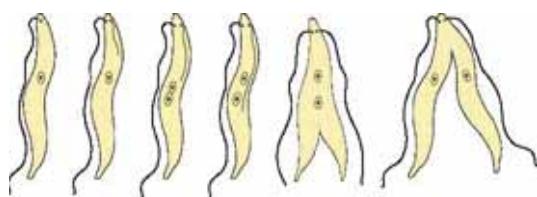
#### પ્રવૃત્તિ 8.3

- અમીબાની કાયમી સ્લાઇડનું સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી અવલોકન કરો.
- આ જ રીતે અમીબાની દ્વિભાજનની કાયમી સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- હવા બંને સ્લાઇડ્સની તુલના કરો.

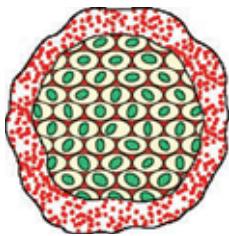
પરંતુ, કેટલાક એકકોષીય સજીવોમાં શારીરિક સંરચના વધારે સંગઠિત થયેલી હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે કાલા-અઝરના રોગકારક લેસ્માનિયામાં કોષના એક છેડા પર ચાબુક જેવી સૂક્ષ્મ સંરચના હોય છે. એવા સજીવોમાં દ્વિભાજન એક નિયત સમતલમાં જ થાય છે. મેલેરિયાના પરોપજીવી ખાજમોડિયમ જેવા અન્ય સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?



આકૃતિ 8.1 (a) અમીબામાં દ્વિભાજન



(a) (b) (c) (d) (e) (f)  
આકૃતિ 8.1 (b) લેસ્માનિયામાં દ્વિભાજન



## આકૃતિ 8.2

ખાંડમોડિયમાં  
બહુભાજન

એકકોષીય સજીવ એક્સાથે અનેક સંતતિ કે બાળકોષોમાં વિભાજિત થાય છે જેને બહુભાજન કહે છે.

ચીસ્ટના કોષમાંથી નાની કલિકા ઊપરી આવે છે અને પદ્ધી કોષથી અલગ થઈ જાય છે અને સ્વતંત્ર રીતે તે વૃદ્ધિ પામે છે જે આપણે પ્રવૃત્તિ 8.1માં જોઈ ગયાં છીએ.

### 8.2.2 અવખંડન (Fragmentation)

#### પ્રવૃત્તિ 8.4

- કોઈ સરોવર અથવા તળાવ, જેનું પાણી ઉંઠું અને પીળું દેખાય છે અને જેમાં તંતુના જેવી સંરચનાઓ હોય, તેમાંથી થોડુંક પાણી એકત્ર કરો.
- એક સ્લાઇડ પર એક કે બે તંતુઓ મૂકો.
- આ તંતુઓ પર જિલ્સરીનનું એક ટીપું મૂકી અને કવર સ્લિપ ઢાંકી દો.
- સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની નીચે સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- શું તમે સ્પાયરોગાયરા (Spirogyra)ના તંતુઓમાં વિવિધ પેશીને ઓળખી શકો છો ?

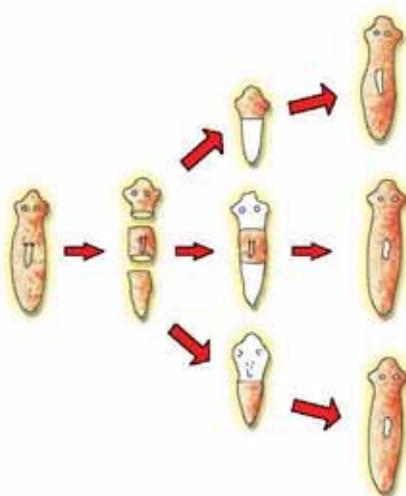
સરળ સંરચનાવાળા બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રજનનની સરળ રીત કાર્ય કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્પાયરોગાયરા સામાન્યતઃ વિકાસ પામીને નાના-નાના ટુકડાઓમાં અવખંડિત થઈ જાય છે. આ ટુકડા અથવા ખંડ વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. પ્રવૃત્તિ 8.4ના અવલોકનના આધારે શું આપણે તેનું કારણ શોધી શકીએ છે ?

પરંતુ આ બધી બહુકોષીય સજીવો માટે સાચું નથી. તે સરળ સ્વરૂપે દરેક કોષનું કોષવિભાજન કરી શકતાં નથી. એવું કેમ છે ? તેનું કારણ છે કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજીવ વિવિધ કોષોનો સમૂહ માત્ર નથી. વિશેષ કાર્ય માટે વિશિષ્ટ કોષો સંગઠિત થઈને પેશીનું નિર્માણ કરે છે અને પેશી સંગઠિત થઈ અંગ બનાવે છે. શરીરમાં તેઓની સ્થિતિ પડ્યા નિશ્ચિત હોય છે. એવી ચોક્કસ વ્યવસ્થિત પરિસ્થિતિમાં કોષ-દર કોષવિભાજન અવ્યાવહારિક છે. આમ, બહુકોષીય સજીવોના પ્રજનન માટે અપેક્ષિત વધારે જટિલ રીતની જરૂરિયાત હોય છે.

બહુકોષીય સજીવો દ્વારા દર્શાવાતી એક સામાન્ય પદ્ધતિ છે કે વિવિધ પ્રકારના કોષો વિશિષ્ટ કાર્ય માટે કાર્યક્ષમ હોય જે સામાન્ય વ્યવસ્થાનું અનુકરણ કરે છે. આ પ્રકારના સજીવોમાં પ્રજનન માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષો હોય છે. શું સજીવ અનેક પ્રકારના કોષોના બનેલા હોય છે ? તેનો જવાબ છે કે સજીવમાં કેટલાક એવા કોષો હોવા જોઈએ જેમાં વૃદ્ધિ, કમ, પ્રસરણ અને યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં વિશેષ પ્રકારના કોષનિર્માણની ક્ષમતા હોવી જોઈએ.

### 8.2.3 પુનર્જનન (Regeneration)

પૂર્ણ સ્વરૂપે વિભેદિત સજીવોમાં પોતાના વાનસ્પતિક ભાગમાંથી નવા સજીવનું નિર્માણની ક્ષમતા હોય છે. એટલે કે જે કોઈ કારણે સજીવના ખંડો ને ટુકડાઓ થઈ જાય છે અથવા કેટલાક ટુકડાઓમાં તૂટી જાય છે તો તેના અનેક ટુકડા વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. ઉદાહરણ તરીકે, હાઈડ્રા અને પ્લેનેરિયા જેવા સરળ પ્રાણીઓને જે કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે તો પ્રત્યેક ટુકડા વિકાસ પામીને સંપૂર્ણ સજીવમાં પરિણામે છે. આને પુનર્જનન કે પુનર્જનન (પુનર્જનન) કહેવાય છે. આકૃતિ 8.3. પુનર્જનન વિશિષ્ટ કોષો દ્વારા દર્શાવાય છે. આ કોષોના કમ-પ્રસરણથી અનેક કોષો બને છે. કોષોના આ સમૂહથી પરિવર્તન દરમિયાન વિવિધ પ્રકારના વિશાળ



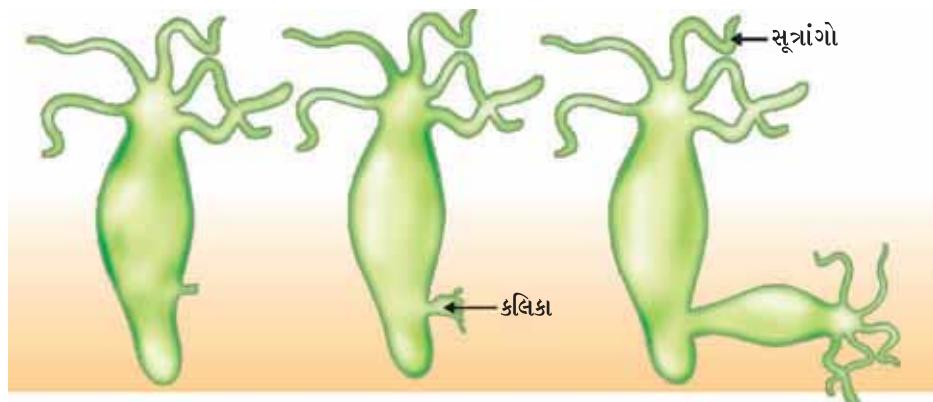
આકૃતિ 8.3 પ્લેનેરિયામાં પુનર્જનન

કોષો તેમજ પેશી બને છે. આ પરિવર્તન ખૂબ જ વ્યવસ્થિત સ્વરૂપે તેમજ કમથી દર્શાવાય છે જેને વિકાસ કહે છે. 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.

#### 8.2.4 કલિકાસર્જન (Budding)

હાઇડ્રા જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પુનર્જનનની ક્ષમતાવાળા કોષોનો ઉપયોગ કલિકાસર્જન માટે કરે છે. હાઇડ્રામાં કોષોનું વારંવાર વિભાજન થવાને કારણે એક સ્થાન ઉપરસી આવે છે અને

તે ભાગ (ઉપસેલો) વિકાસ પામે છે. 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 8.4 હાઇડ્રા (જળવ્યાળ)માં કલિકાસર્જન

#### 8.2.5 વાનસ્પતિક પ્રજનન (Vegetative Propagation/Vegetative Reproduction)

ઘણી એવી વનસ્પતિઓ છે કે જેઓના કેટલાક ભાગ જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પાણી યોગ્ય સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં વિકાસ પામીને નવા છોડે ઉત્પન્ન કરે છે. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓથી વિપરીત વિરુદ્ધ એક છોડ કે વનસ્પતિ તેની ક્ષમતાનો ઉપયોગ પ્રજનનની રીતના સ્વરૂપમાં કરે છે. કલમ, દાબકલમ અને આરોપણ જેવી વાનસ્પતિક પ્રજનનની તકનિકનો ઉપયોગ જેતીવાડી (કૃષિ)માં પણ થાય છે. શેરી, ગુલાબ કે દ્રાક્ષ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા વનસ્પતિઓને ઉગાડવા કે ઉછેરવા માટેનો સમય, 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 પ્રજનનનો બીજો લાભ એ પણ છે કે, આ પ્રકારે ઉત્પન્ન થયેલી બધી વનસ્પતિઓ આનુવંશિક રીતે પિતૃ વનસ્પતિને સમાન હોય છે.

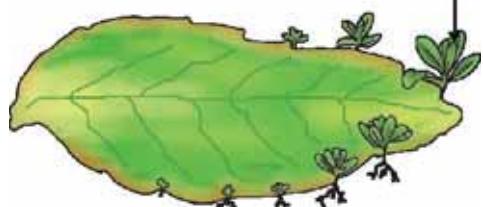
સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?

### પ્રવૃત્તિ 8.5

- એક બટાયાને લઈને તેની સપાટીનું અવલોકન કરો. શું તેના પર કે તેમાં કોઈ ખાડો (કલિકા) દેખાય છે ?
- બટાયાને નાના-નાના ટુકડાઓમાં કાપો કે જેથી કેટલાક ટુકડાઓમાં આ ખાડાનો ભાગ રહે અને કેટલાકમાં ન રહે.
- એક ટ્રેમાં રુની 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 ટ્રેમાં રુની ભીનાશ રહેવી જરૂરી છે.
- તે ક્યા ટુકડાઓ છે કે જેમાંથી પ્રરોધ અને મૂળનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે ?

કલિકાઓ

આ જ રીતે પાનફૂટી (પર્શ્ફૂટી = *Bryophyllum*)નાં પર્શોની પર્શકિનારી પર પણ કેટલીક કલિકાઓ વિકાસ પામે છે અને ભૂમિ પર પડી જાય છે અને નવા છોડનો વિકાસ દર્શાવે છે (આકૃતિ 8.5).



આકૃતિ 8.5

પાનફૂટીનાં પર્શ સાથે કલિકાઓ

### પ્રવૃત્તિ 8.6

- એક અધુનીવેલ (મનીખાન્ટ કે *Pothos plant*)નો છોડ લો.
- તે છોડને કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરો કે જેથી પ્રત્યેક ટુકડામાં ઓછામાં ઓછું એક પર્શ નિશ્ચિત રૂપે હોય.
- બે પર્શોની વચ્ચેવાળા ભાગના કેટલાક ટુકડા કરી એકઢા કરો.
- બધા ટુકડાઓને એક છેદેથી પાણીમાં દુબાડીને રાખો અને હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી તે ટુકડાઓનું અવલોકન કરો.
- ક્યા ટુકડાઓમાંથી વૃદ્ધિ થાય છે અને નવાં પર્શો (કૂંપળો) ઉગે છે.
- તમે તમારાં અવલોકનો પરથી શું તારણ કાઢી શકો છો.

ઝેણું  
બાળાદાર  
બાળ

### પેશી-સંવર્ધન (Tissue culture)

પેશી-સંવર્ધન તક્કનિકમાં 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 અંતઃસાવ 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 તક્કનિક દ્વારા કોઈ એકલા છોડમાંથી અનેક છોડનું નિર્માણ કરાય છે. જે મુક્ત પરિસ્થિતિઓમાં ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. આ તક્કનિકનો ઉપયોગ સામાન્યતઃ સજાવણના કે સુશોભનની વનસ્પતિઓના સંવર્ધન માટે કરાય છે.



આકૃતિ 8.6

રાઈઝેપ્સમાં બીજાણુ નિર્માણ

### 8.2.6 બીજાણુ-નિર્માણ (Spore Formation)

અનેક સરળ બહુકોષીય સજીવોમાં પણ વિશિષ્ટ પ્રજનન સંરચનાઓ જોવા મળે છે. પ્રવૃત્તિ 8.2માં બેદ પર તંતુ જેવી કેટલીક સંરચનાઓ વિકાસ પામેલી હતી. આ રાઈઝેપ્સ કૂગની જાળીરૂપ રચના હતી. તે પ્રજનનનો ભાગ નથી. પરંતુ ઉધ્વસ્થતંતુઓ પર સૂક્ષ્મ ગોળાકાર સંરચનાઓ પ્રજનનમાં ભાગ લે છે. આ ગોળાકાર ગુચ્છ જેવી રચના, બીજાણુ-ધાની છે, જેમાં વિશિષ્ટ કોષો અથવા બીજાણુ મળી આવે છે (આકૃતિ 8.6). આ બીજાણુ વૃદ્ધિ પામીને રાઈઝેપ્સના એક નવા સજીવની રચના ઉત્પન્ન કરે છે. બીજાણુની ચારેય તરફ એક જાડી દીવાલ હોય છે, જે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં તેઓનું રક્ષણ કરે છે. બેજયુક્ત 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 બધાં પદ્ધતિઓમાં સંતતિનું સર્જન માત્ર એક જ સંજીવ દ્વારા થાય છે. આને અલિંગી પ્રજનન કહે છે.

## પ્ર્શ્નો

1. દ્વિભાજનથે બહુભાજનથી કેવી રીતે બિન્ન છે ?
2. બીજાણુ દ્વારા પ્રજનનથી સંજીવને કેવી રીતે લાભ થાય છે ?
3. તે માટેનું કારણ તમે વિચારી શકો ? જટિલ સંરચનાવાળા સંજીવો પુનર્જનન દ્વારા નવી સંતતિ શા માટે ઉત્પન્ન કરી શકતા નથી ?
4. કેટલીક વનસ્પતિઓનો ઉથેર કરવા માટે વાનસ્પતિક પ્રજનનનો ઉપયોગ શા માટે કરવામાં આવે છે ?
5. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવી પ્રજનન માટેની આવશ્યકતા કેમ છે ?



## 8.3 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 વાણરડાને જન્મ આપી શકે છે અને ન તો એકલી મરધીથી નવા મરવાના બચ્ચાની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે. આવા સંજીવોને 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.

### 8.3.1 શા માટે લિંગી પ્રજનનની રીત/પદ્ધતિ ?

(Why the Sexual Mode of Reproduction ?)

એક પિતૃ કોષમાંથી બે બાળકોષોના નિર્માણમાં DNA ની પ્રતિકૃતિ થવી કે સર્જવી તેમજ કોષીય સંગઠન બંને જરૂરી છે. જેમકે આપણે જાણ્યું છે કે DNA પ્રતિકૃતિની તકનિક સંપૂર્ણ રીતે યથાર્થ નથી. પરિણામી (ઉદ્ભવતી) ત્રુટિઓ કે ખામીઓ સંજીવની વસ્તીમાં બિન્નતાનો સોત છે. પ્રત્યેક સંજીવ વ્યક્તિગત રીતે બિન્નતાઓ સામે સંરક્ષિત હોઈ શકે નહીં. પરંતુ વસ્તીમાં જોવા મળતી બિન્નતાઓ તે જાતિના અસ્તિત્વને (જીવસાતત્યને) જાળવી રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. આમ, સંજીવોમાં પ્રજનનની કોઈ એવી પદ્ધતિ કે રીત વધારે સાર્થક હોવી જોઈએ જેમાં વધારે બિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ શકે છે.

જો DNA પ્રતિકૃતિની કિયા સંપૂર્ણપણે યથાર્થ નથી તો તે ચોક્કસ છે કે તેમાં બિન્નતા અત્યંત ધીમી રીતે ઉત્પન્ન થાય. જો DNA પ્રતિકૃતિની કિયાવિધિ ઓછી ચોક્કસાઈવાળી છે, તો નિર્માણ પામનાર DNA પ્રતિકૃતિઓ કોષીય સંરચનાની સાથે તાલમેલ કે કાર્ય કરવાની ક્ષમતા જાળવી શકતા નથી અને કોષનું મુશ્કુ થાય છે. તો આ પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરવામાં કઈ રીતે ઝડપ થઈ શકે ? પ્રત્યેક DNA પ્રતિકૃતિમાં નવી બિન્નતાની સાથે-સાથે પૂર્વવત્ત પેઢીઓની બિન્નતાઓ પણ સંગૃહીત થાય છે. આમ, વસ્તીના બે સંજીવોમાં સંગૃહીત બિન્નતાઓની ભાત કે રીત (Pattern) પણ ઘડી બિન્ન હોય છે. કારણ કે આ બધી બિન્નતાઓ જીવિત વ્યક્તિ (સંજીવ)માં જોવા મળે છે. આમ તે સુનિશ્ચિત છે કે આ બિન્નતાઓ હાનિકારક નથી. બે અથવા વધારે એકલ (Single) સંજીવોની બિન્નતાઓના સંયોજનની બિન્નતાથી નવું સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે. કારણ કે આ કિયામાં બે બિન્ન સંજીવ ભાગ લે છે. આમ, પ્રત્યેક સંયોજન પોતાની જાતે અલગ હોય છે. લિંગી પ્રજનનમાં બે બિન્ન સંજીવોમાંથી મેળવેલ DNAનું સંયોજન થાય છે.

પરંતુ તેને લીધે વધુ મુશ્કેલી ઉત્પન્ન થાય છે. જો દરેક નવી પેઢીએ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા બે વ્યક્તિગત સંજીવોના DNAના સંકલનની પ્રતિકૃતિ બનવાની હોય તો દરેક સંતતિ પાસે પિતૃપેઢી કરતા બધાં DNA થઈ જાય. આખાં DNA દ્વારા કોષ-સંગઠન પરથી નિયંત્રણ દૂર થવાની સંભાવના વધુ છે. આ સિવાય જો પ્રત્યેક પેઢીમાં DNAની માત્રા કોઈ અન્ય વસ્તુ માટે કોઈ સ્થાન વધતું નથી. આ સમસ્યાને દૂર કરવા માટે આપણે કેટલા ઉકેલ શોધી શકીએ ?

સંજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?

આપણે પહેલાં જાણી લીધું છે કે, જેમ-જેમ સજ્જવોની જટિલતા વધતી ગઈ છે તેમ-તેમ પેશીઓની વિશિષ્ટતાઓ પણ વધી છે. ઉપર્યુક્ત સમસ્યાનો ઉકેલ સજ્જવોએ એવી રીતે શોધી કાઢ્યો છે કે જેમાં સજ્જવની વાનસ્પતિક કે દૈહિક કોષોની તુલનામાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા અડધી થઈ જાય છે અને DNAની માત્રા પણ અડધી હોય છે. કોષવિભાજનની અધિકરણ નામની કિયા વડે આ શક્ય બને છે. આમ, બે લિન્ન સજ્જવોનું આ યુગમનજ કોષ કે ફલિતાંડ લિંગી પ્રજનનમાં સંયુગ્મન દ્વારા યુગમનજ ફલિતાંડ (Zygote) બનાવે છે. જે બાળપેઢીમાં કે સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા તેમજ DNAની માત્રાને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

જો યુગમનજની વૃદ્ધિ અને વિકાસ અત્યંત વિશિષ્ટ પેશી તથા અંગોયુક્ત નવા સજ્જવમાં થવાનો હોય તો તેમાં ઊર્જાનો સંગ્રહ પણ પૂરતા પ્રમાણમાં થવો જોઈએ. અત્યંત સરળ સંરચનાવાળા સજ્જવોમાં સામાન્ય રીતે બે પ્રજનનકોષો (યુગમકો)ના આકાર તેમજ કદમાં વિશેષ બેદ 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 કરી રીતે આ બે અલગ પ્રકારના જન્યુઓના નિર્માણથી નર અને માદા જનનાંગોમાં અલગતા ઉત્પન્ન કરે છે અને કેટલાક ડિસ્સાઓમાં નર અને માદાના શરીરમાં પણ ફેરફાર ઉત્પન્ન કરે છે.

### 8.3.2 સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગી પ્રજનન

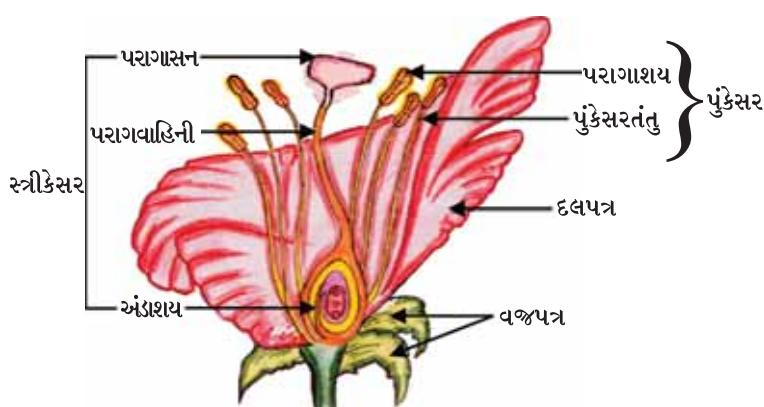
#### (Sexual Reproduction in Flowering Plants)

આવૃત્ત બીજધારીઓ (Angiosperms)ના પ્રજનનાંગો પુષ્પમાં દર્શાવેલાં છે. તમે પુષ્પના વિવિધ ભાગો વિશે અભ્યાસ કરી ગયાં છો. વજપત્રો, દલપત્રો, પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર, તેમજ

સ્ત્રીકેસર પુષ્પનાં પ્રજનન ભાગ કે અંગો છે. જેમાં પ્રજનનકોષો હોય છે. દલપત્ર તેમજ વજપત્રનું કાર્ય શું હોઈ શકે ?

જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર અથવા સ્ત્રીકેસરમાંથી કોઈ એક જનનાંગ હાજર હોય કે આવેલા હોય તો પુષ્પ એકલિંગી કહેવાય છે તથા (પપૈયું, તડબૂચું) 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 ચીકડું કે

વિશાન



આકૃતિ 8.7

પુષ્પનો આયામ છેદ

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.

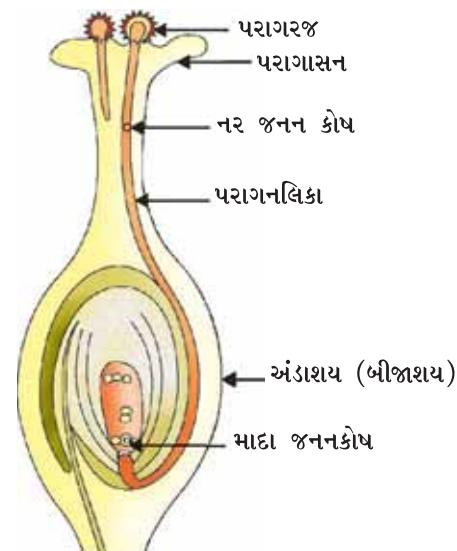
આમ, પરાગરજને પુંકેસરમાંથી પરાગાસન સુધી સ્વળાંતરણ થવાની જરૂરિયાત હોય છે. જો પરાગરજનું આ સ્વળાંતરણ તે પુષ્પના પરાગાસન પર જ થાય તો તેને સ્વપરાગનયન કહે છે. પરંતુ એક પુષ્પની પરાગરજ બીજા પુષ્પ પર સ્વળાંતરિત થાય તો તેને પરપરાગનયન કહે છે. એક પુષ્પથી બીજા પુષ્પ સુધી પરાગરજનું આ સ્વળાંતરણ હવા, પાણી કે પ્રાણી જેવા વાહકો દ્વારા થાય છે.

પરાગરજનું યોગ્ય પરાગાસન પર પહોંચવા ઉપરાંત 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 પણી, યુગ્મનજમાં અનેક વિભાજન થાય છે અને અંડકમાં ભૂણ 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 પરિણામે છે. આ સમયગાળા દરમિયાન વજપત્રો, દલપત્રો અને પુંકેસર, પરાગવાહિની તેમજ પરાગાસન સામાન્ય રીતે કરમાઈ જઈને ખરી પડે છે. શું તમે કયારેય પુષ્પના કોઈ ભાગને ફળની સાથે સ્થાયીરૂપે જોડાયેલ જોયો છે? વિચારો, બીજનું નિર્માણ થવાથી વનસ્પતિને શું લાભ થાય છે? બીજમાં ભાવિ વનસ્પતિ અથવા ભૂણ હોય છે. જે સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામે છે. આ કિયાને કે ઘટનાક્રમને અંકુરણ કહે છે.

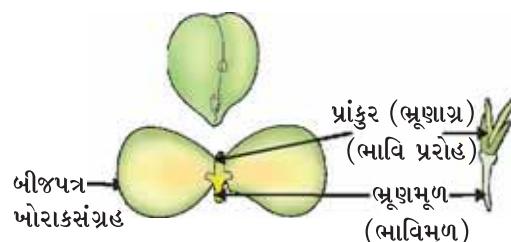
### પ્રવૃત્તિ 8.7

- ચાળાનાં કેટલાંક બીજને એક રાત સુધી પાણીમાં પલાળો.
- વધારાનું પાણી ઢોળી દો અને પલાળેલાં બીજને એક બીના કપડાંથી ઢાંકી એક ટિવસ માટે રાખી મૂકો. ધ્યાન રાખો કે બીજ કે કપ્પું સુકાવા ન જોઈએ.
- બીજને સાવયેતીથી ખોલીને તેઓના વિવિધ ભાગોનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનની તુલના આંકૃતિક 8.9ની સાથે કરો. શું તમે બધા ભાગોને ઓળખી શકો છો?



આંકૃતિક 8.8

પરાગરજનું પરાગાસન પર અંકુરણ



આંકૃતિક 8.9

અંકુરણ

### 8.3.3 માનવમાં લિંગી પ્રજનન (Sexual 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 રૂચિ છે. તે જાતિ માનવ છે.

માનવમાં લિંગી પ્રજનન થાય છે. આ કિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

આવો, આપણે શરૂઆત કંઈક અસંબંધિત મુદ્દાથી કરીએ. આપણે બધાં જાણીએ છીએ કે ઉમરની 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 વધારે થાય છે એવું આપણે નોંધ્યું છે. આપણા દાંત પડી જાય છે, જેને દુધિયા દાંત કહે છે અને નવા

સજ્જો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે?

દાંત ઊગે છે. આ બધાં પરિવર્તનોને એક સામાન્ય કિયાનો વૃદ્ધિ-ક્રમમાં સામૂહિક સમાવેશ કરાય છે. જેમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે. પરંતુ મુખ્યાવસ્થા કે ડિશોરાવસ્થાનાં પ્રારંભિક વર્ષોમાં, કેટલાંક એવાં પરિવર્તન થાય છે જેને માત્ર શારીરિક વૃદ્ધિ કહી શકાય નહિ. જ્યારે શારીરિક સૌજવ બદલાઈ જાય છે. શારીરિક ગુણોત્તર બદલાઈ જાય છે. નવા લક્ષણ આવે છે અને સંવેદનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે.

આમાંથી કેટલાંક પરિવર્તન છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં એક્સમાન હોય છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, શરીરના કેટલાક ભાગો જેવાં કે બગલ તેમજ જાંધોના 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 ઉદ્ભબે છે. આપણે પોતાની તેમજ બીજાના પ્રત્યે વધારે સજાગ બનીએ છીએ.

બીજી તરફ, કેટલાંક એવાં પણ પરિવર્તન થાય છે જે છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં બિન્ન હોય છે. છોકરીઓમાં સ્તનના આકાર (કદ)માં વધારો થાય છે અને સ્તનાગ્રની ત્વચાનો રંગ પણ ઘેરો બને છે. આ સમયે છોકરીઓમાં રજોસ્થાવ થવા લાગે છે. છોકરાના ચહેરા પર દાઢી-મૂછ ઊગી આવે છે અને તેમનો અવાજ કર્કશ ને જડો બને છે. દીવાસ્વાન અથવા રાત્રિમાં શિશ્ન પણ સામાન્ય રીતે કદમાં વધે અને ટંકાર 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 આધા-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 બિન્ન હોય છે. આ બધાં પરિવર્તન શરીરની લોંગિક પરિપક્વતાને લીધે થાય છે.

આ ઉંમરમાં શરીરમાં લોંગિક 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. જ્યારે વ્યક્તિગત રીતે જોઈ સજીવનાં શરીરનો પુષ્ટાવસ્થામાં વિકાસ થાય, ત્યારે આ વિકાસને પ્રાપ્ત કરવા માટે શરીરના સ્તોતોને એ તરફ દોરવામાં આવે છે. આ દરમિયાન, પ્રજનનપેશીનું પુષ્ટ થવાની કિયાને પ્રાથમિકતા આપવામાં આવે છે. માટે શરીરનો સામાન્ય વિકાસ ધીમો થાય છે તથા પ્રજનનપેશી પુષ્ટ થવાની શરૂઆત થાય છે. ડિશોરાવસ્થા કે મુખ્યાવસ્થાના સમયગાળાને યૌવનારંભ (Puberty) કહે છે.

આમ, ઉપર્યુક્ત ચર્ચા કરેલ બધા જ ફેરફારો પ્રજનનની કિયા સાથે કઈ રીતે સંબંધિત છે ? આપણે યાદ રાખીએ કે લિંગી પ્રજનન પ્રણાલીનો અર્થ છે કે બે બિન્ન વ્યક્તિઓના પ્રજનનકોષોનું

પરસ્પર સંયુગમન. 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 કિયામાં ભાગ લેવાનો હોય તો તે જરૂરી છે કે અન્ય સજીવને તેની લૈંગિક પરિપક્વતાની જાણ હોય. યૌવનારંભની અવધિમાં અનેક પરિવર્તન જેવાં કે વાળ ઊગવાની નવી વાત સંકેત છે કે લૈંગિક પરિપક્વતા આવી રહી છે.

બીજી તરફ, બે વ્યક્તિઓની વચ્ચે પ્રજનનકોષોના વાસ્તવિક સ્થળાંતરણ માટેથી વિશિષ્ટ અંગ/સંરચનાની જરૂરિયાત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, શિશ્ન કે જેનું ઉત્થાન ઉર્ધ્વસ્થ થવાની ક્ષમતા માનવ જેવા સસ્તનમાં શિશુ/બાળક માતાના શરીરમાં લાંબી અવધિ સુધી ગર્ભસ્થ રહે છે અને જન્મ પછી સ્તનપાન કરે છે. આ બધી પરિસ્થિતિઓ માટે માદામાં જનનાંગો તેમજ સ્તનનું પરિપક્વ થવા જરૂરી છે. આવો, પ્રજનનતંત્રના વિષયમાં જાણકારી મેળવીએ.

### 8.3.3 (a) નર પ્રજનનતંત્ર

#### (Male Reproductive System)

પ્રજનનકોષ ઉત્પાદિત કરનારા અંગ તેમજ જનનકોષોનું મૂત્રવાહિની ફ્લનના સ્થાન સુધી પહોંચાડવાવાળા અંગ, સંયુક્ત સ્વરૂપે નર પ્રજનનતંત્ર બનાવે છે. (આકૃતિ 8.10)

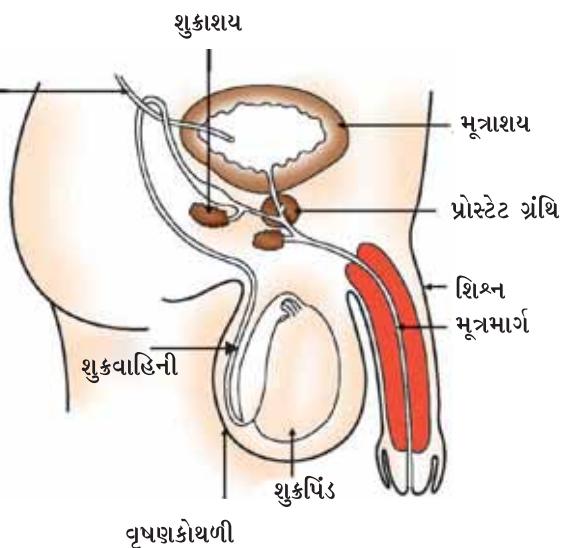
નર પ્રજનનકોષ અથવા શુકકોષનું નિર્માણ શુકપિંડ (વૃષણ)માં થાય છે. આ ઉદરગુહાની બહાર વૃષણકોથળિમાં આવેલા હોય છે. તેનું કારણ એ છે કે, શુકકોષનાં ઉત્પાદન માટે જરૂરી તાપમાન શરીરના તાપમાનથી ઓછું હોય છે. ટેસ્ટોસ્ટેરોન અંતઃસ્થાવનું ઉત્પાદન તેમજ સ્ત્રાવમાં શુકપિંડની ભૂમિકાની ચર્ચા આપણે આગળના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. શુકકોષ ઉત્પાદનનું નિયંત્રણ સિવાય ટેસ્ટોસ્ટેરોન છોકરાઓમાં યુવાવસ્થાનાં લક્ષણોનું પણ નિયંત્રણ કરે છે.

ઉત્પાદિત શુકકોષોનો ત્યાગ શુકવાહિકાઓ દ્વારા થાય છે. જે મૂત્રાશયથી આવનારી નળીની સાથે જોડાઈને એક સંયુક્ત નળી બનાવે છે. આમ, મૂત્રમાર્ગ (urethra), શુકકોષો તેમજ મૂત્ર બંનેના વહનનો સામાન્ય માર્ગ દર્શાવે છે. પ્રોસ્ટેટ અને શુકાશય પોતાનો સ્ત્રાવ શુકવાહિકામાં ઠાલવે છે. જેથી શુકકોષ એક પ્રવાહી માધ્યમમાં આવે છે. તેના કારણે તેનું (શુકકોષનું) સ્થળાંતરણ સરળતાથી થાય છે. તેની સાથે આ સ્ત્રાવ શુકકોષોને પોષણ પણ આપે છે. શુકકોષોએ સૂક્ષ્મ સંરચનાઓ છે જેમાં મુખ્યત્વે આનુવંશિક પદાર્થ હોય છે અને એક લાંબી પૂછડી હોય છે. જે તેને માદા પ્રજનનકોષની તરફ તરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

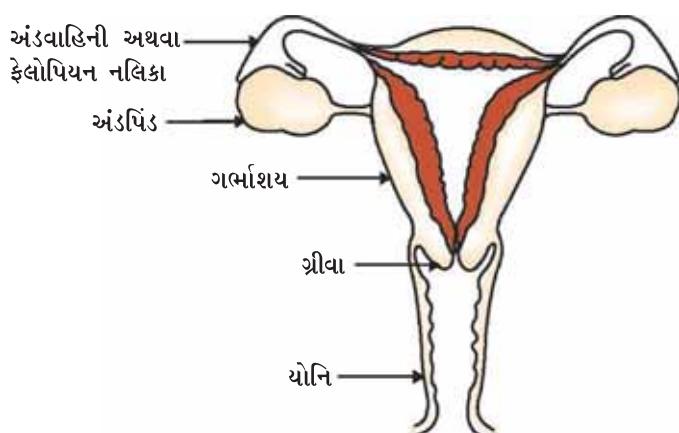
### 8.3.3 (b) માદા પ્રજનનતંત્ર (Female Reproductive System)

માદા પ્રજનનકોષો અથવા અંડકોષનું નિર્માણ

સજીવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે ?



આકૃતિ 8.10 નર માનવ (પુરુષ)નું પ્રજનનતંત્ર



આકૃતિ 8.11 માદા માનવ (સ્ત્રી)નું પ્રજનનતંત્ર

અંડાશયમાં થાય છે. તે કેટલાક અંતસ્ખાવ પણ ઉત્પન્ન કરે છે. આકૃતિ 8.11 ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ અને માદા પ્રજનનતંત્રનાં વિવિધ અંગોને ઓળખીએ.

છોકરીના જન્મના સમયથી જ અંડાશયમાં હજારો અપરિપક્વ અંડપુટિકાઓ હોય છે. યૌવનારંભમાં તેમાંથી કેટલાક અંડકોષો પરિપક્વ થવા માટે 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/જીતીય સમાગમ)ના સમયે શુક્કોષ યોનિમાર્ગમાં દાખલ થાય છે જ્યાંથી ઉપરની તરફ વહન પામીને અંડવાહિની સુધી પહોંચે છે. જ્યાં અંડકોષની સાથે શુક્કોષનું સંમિલન થાય. ફ્લિટ 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 બ્રૂણ 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 અંતઃઆવરણ (અન્નોમેટ્રિયમ) વધુ જાંદું બને છે તથા વિકસતાં ગર્ભનાં પોષણ માટે તેને પુષ્કળ રૂધિરપ્રવાહ પૂરો પાડવામાં આવે છે.

બ્રૂણને માતાના રૂધિરમાંથી 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 બ્રૂણની તરફની પેશીમાં પ્રવર્ધ હોય છે. માતાની પેશીઓમાં રૂધિર કોટરો હોય છે જે પ્રવર્ધને આચ્છાદિત કરે છે, જે માતાના શરીરમાંથી બ્રૂણને જલુકોઝ, ઓક્સિજન તેમજ અન્ય પદાર્થોના સ્થળાંતરણ માટે એક વિશાળ પ્રદેશ આપે છે. વિકાસશીલ બ્રૂણ દ્વારા ઉત્સર્ગ પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે જેનો નિકાલ જરાયુના માધ્યમથી માતાના રૂધિરમાં સ્થળાંતરણ દ્વારા થાય છે. માતાના શરીરમાં ગર્ભને વિકસિત થવા માટે લગભગ 9 મહિના લાગે છે. ગર્ભાશયની પેશીઓનાં લયબદ્ધ સંકોચનથી બાળક/નવજાત શિશૂનો જન્મ થાય છે.

### 8.3.3 (c) જ્યારે અંડકોષનું ફ્લન થતું નથી તો શું થાય છે ?

(What happens when the Egg is not Fertilised ?)

જો અંડકોષનું ફ્લન થતું જ નથી તો તે લગભગ એક દિવસ સુધી જીવિત રહી શકે છે. અંડાશય કે અંડપિંડ પ્રત્યેક મહિને એક અંડકોષને મુક્ત કરે છે. તેથી ફ્લિટ અંડકોષની પ્રાપ્તિ માટે ગર્ભાશય પણ દર મહિને તૈયારી કરે છે અને તેની અંતઃદીવાલ માંસલ તેમજ જાડી બને છે. જો અંડકોષનું ફ્લન થાય તો તે સ્થિતિમાં ગર્ભને પોષણ મળવું આવશ્યક છે. પરંતુ ફ્લન નહિ થવાની પરિસ્થિતિમાં આ આવરણની કોઈ જરૂરિયાત હોતી નથી. તેથી આ આવરણ ધીરે-ધીરે તૂટી જઈને યોનિમાર્ગમાંથી રૂધિર તેમજ શ્વેષના રૂપે શરીરમાંથી બહાર ત્યાજ્ય છે. આ ચકમાં લગભગ એક મહિના જેટલો સમયગાળો લાગે છે અને તેને ઋતુસ્ખાવ અથવા રજોધર્મ કે માસિક સ્ખાવ (Menstruation) કહે છે. લગભગ 2થી 8 દિવસ સુધી ચાલે છે.

### 8.3.3 (d) પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય (Reproductive Health)

આપણે જોઈ ગયાં તેમ લૈંગિક પરિપક્વતા એક કમિક કિયા 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 મુજ્ય જવાબદારી માટે યોગ્ય થયું છે ? આ મુદ્રાને લઈને આપણા બધા પર કોઈ ને કોઈ પ્રકારનું દબાણ છે. બની શકે કે આપણા મિત્રો તરફથી આપણે ઈચ્છાએ કે ન ઈચ્છાતાં 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 અધરો 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 આશ્ર્યની કોઈ વાત નથી કે અનેક રોગોનું સંચરણ કે સંકમણ પણ થઈ શકે છે. તેમાં જીવાશુજ્જન્ય/બેક્ટેરિયાજ્ઞન્ય રોગ જેવા કે ગોનોરિયા અને સિફિલીસ તેમજ વાઈરસ દ્વારા સંકમણ પામતા રોગો જેવા કે મસા (Wart ઉપસી આવેલા મોટા તલ જે ચામડી પર ઉદ્ભૂતો) અને HIV-AIDS નો સમાવેશ થાય છે. પ્રજનન દરમિયાન શું આ રોગોના સંચરણ કે સંકમણને અટકાવવા સંભવ છે? શિશ્ન માટેનું આવરણ અથવા નિરોધ (Condom)ના ઉપયોગથી આમાંથી અનેક રોગોને પ્રસરતા કેટલીક હદ સુધી અવરોધવા સંભવ છે.

જાતીય સમાગમ કે લૈંગિક કિયા 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 ઉપયારો અનેક પ્રકારના હોય છે. એક રીત કે પદ્ધતિ યાંત્રિક અવરોધની છે. જેમાં શુક્કોણને અંડકોષ સુધી પહોંચવા દેવામાં આવતો નથી. શિશ્નને ઢાંકનારા નિરોધ અથવા યોનિમાં રાખી શકાય તેવાં અનેક સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. બીજી રીત કે પદ્ધતિમાં અંતઃખાવોના સંતુલનમાં પરિવર્તનનું છે. જેમાં અંડપતનની કિયા થતી નથી. તેથી ફલન થઈ શકતું નથી. આ દવાઓ સામાન્ય રીતે ગોળીના રૂપમાં લેવાય છે. પરંતુ આ (દવાઓ) અંતઃખાવોના સંતુલિતને 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), કોપર-T (Copper-T)ને ગર્ભાશયમાં સ્થાપિત કરીને પણ કરી શકાય છે. પરંતુ આ રીતમાં ગર્ભાશયના ઉતેજનથી પણ કેટલીક વિપરીત અસર થઈ શકે છે. પુરુષની શુક્કવાહિનીઓને અવરોધીને શુક્કોષોનું સ્થળાંતરણ અટકાવવામાં આવે. સ્ત્રીની અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકાને અવરોધ ઉત્પન્ન કરીને અંડકોષને ગર્ભાશય સુધી જતો અટકાવવામાં આવે. બંને અવસ્થાઓમાં ફલન થતું નથી. શસ્ત્રકિયા (Surgery) તકનિક દ્વારા આ પ્રકારના અવરોધ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. જોકે શસ્ત્રકિયાની તકનિક ભવિષ્ય માટે સંપૂર્ણતઃ સુરક્ષિત છે. પરંતુ સાવચેતી વગર થયેલી શસ્ત્રકિયાથી સંકમણ અથવા બીજી અનેક સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. શસ્ત્રકિયાથી અવાંચિત ગર્ભને દૂર પણ કરી શકાય છે. આ તકનિકનો દુરુપયોગ તે લોકો દ્વારા થાય છે કે જેઓ કોઈ વિશિષ્ટ પ્રકારની જાતિના નવજાત શિશ્નને દૂર કરી શકતી 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 ભૂષણનું લિંગપરિક્ષણ એક કાયદાકીય ગુનો છે. છતાં આપણા સમાજની કેટલીક જાતિઓમાં માદા ભૂષણની હત્યા નિર્દ્ય 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 કિયા છે જેના દ્વારા સજ્જવ પોતાની વસ્તીની વૃદ્ધિ કરે છે. એક વસ્તીમાં જન્મદર તેમજ મૃત્યુદર તેના કદને નક્કી કરે છે. જન્મસંખ્યાનું વિશાળ કદ ઘણા લોકો માટે ચિંતાનો વિષય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે વધતી જતી વસ્તી કે જન્મસંખ્યાને કારણે પ્રત્યેક વ્યક્તિના જીવનસ્તરમાં સુધ્ધારણા લાવવી લગભગ અસંભવ કાર્ય છે. જો સામાજિક અસમાનતા આપણા સમાજનું નિભ જીવનસ્તર માટે જવાબદાર છે તો વસ્તીનું કદ આ મહત્વ એટલા માટે તુલનાત્મક રીતે ઓછું કે મર્યાદિત રાખવું જોઈએ. જો આપણે આપણી આસપાસ જોઈએ તો શું તમે જીવનના નિભ સ્તર માટે જવાબદાર, સૌથી મહત્વપૂર્ણ કારણોની ઓળખ કરી શકો છો?

સજ્જવો કેવી રીતે પ્રજનન કરે છે?

## પ્રશ્નો

1. પરાગનયનની ડિયા એ ફ્લનની ડિયાથી કેવી રીતે બિન્ન છે ?
2. શુકાશય તેમજ પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિની ભૂમિકા શું છે ?
3. યૌવનારંભના સમયે છોકરીઓમાં ક્યાં પરિવર્તનો જોવા મળે છે ?
4. માતાના શરીરમાં ગર્ભસ્થ ભૂષણે પોષણ કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે ?
5. જો કોઈ સ્ત્રી કોપર-Tનો ઉપયોગ કરી રહી છે, તો શું આ તેને જાતીય સંકષિત રોગોથી રક્ષણ કરશે ?



## તમે શીખ્યાં કે

- સજીવનાં જીવનને ટકાવી રાખવા માટે પ્રજનનની જરૂરિયાત અન્ય જૈવિક પ્રક્રિયાઓ જેટલી મહત્વની 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 (બેક્ટેરિયા) તેમજ પ્રજીવોના કોષો વિભાજિત થઈને બે અથવા વધારે સાવકોષોનું નિર્માણ કરે છે.
- જો હાઈડ્રો 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 પણોથી 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 બિન્નતા ઉત્પન્ન થાય છે જે જે જાતિના અસ્તિત્વ માટે લાભદાયક છે. લિંગી પ્રજનન દ્વારા વધારે બિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે.
- સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં પ્રજનનકિયામાં પરાગરજ પરાગાશયમાંથી મુક્ત થઈને પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરિત થાય છે જેને પરાગનયન કહે છે. તેને અનુસરીને ફ્લન દર્શાવાય છે.
- યૌવનારંભમાં શરીરમાં અનેક પરિવર્તન આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે છોકરીઓમાં સ્તનનો વિકાસ અને છોકરાઓના ચહેરા પર નવા વાળ આવે છે, જે લૈંગિક પરિપક્વતાનાં ચિંતનો છે.
- માનવમાં નર પ્રજનનતંત્રમાં શુક્પિંડ, શુક્વાહિની, શુકાશય, પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિ, મૂત્રમાર્ગ તથા શિશ્ન હોય છે. શુક્પિંડ શુક્કોષ ઉત્પન્ન કરે છે.
- માનવમાં માદા પ્રજનનતંત્રમાં અંડપિંડો, અંડવાહિનીઓ (ફેલોપિયન નલિકાઓ) ગર્ભાશય અને યોનિ આવેલી હોય છે.
- માનવમાં લિંગી પ્રજનન-પ્રક્રિયામાં શુક્કોષોનું સ્ત્રીની યોનિમાં સ્થળાંતરણ થાય છે અને ફ્લન અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકામાં થાય છે.
- ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો ગર્ભધારણને અટકાવે છે. નિરોધ, ગર્ભનિરોધક ગોળીઓ, કોપર-T અને અન્ય સાધનો તેનાં ઉદાહરણો છે.

## સ્વાધ્યાય

1. .....માં અલિંગી પ્રજનન કલિકા સર્જન દ્વારા થાય છે.
  - (a) અમીબા
  - (b) થીસ્ટ
  - (c) ખાજમોડિયમ
  - (d) લેસ્માનિયા
2. નીચે આપેલ પૈકી કયું માનવના માદા પ્રજનનતંત્રનો ભાગ નથી ?
  - (a) અંડાશય
  - (b) ગર્ભાશય
  - (c) શુક્વાહિકા
  - (d) અંડવાહિની
3. પરાગાશયમાં ..... હોય છે.
  - (a) વજપત્ર
  - (b) અંડાશય
  - (c) સ્ત્રીકેસર
  - (d) પરાગરજ
4. અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનનથી શું લાભ થાય છે ?
5. માનવના શુક્પિંડનું કાર્ય શું છે ?
6. ઝતુસાવ શા માટે થાય છે ?
7. પુષ્પના આયામ છેદની નામનિર્દ્દશનવાળી આકૃતિ દોરો.
8. ગર્ભનિરોધનની વિવિધ રીતો કઈ છે ?
9. એકકોષીય તેમજ બહુકોષીય સજ્વોની પ્રજનનપદ્ધતિમાં શું તરફાવત છે ?
10. પ્રજનન કોઈ જાતિની વસ્તીની સ્થાયીતામાં કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે ?
11. ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો અપનાવવાના કયા કારણ હોઈ શકે છે ?



## પ્રકરણ 9

# આનુવંશિકતા અને ઉદ્વિકાસ (Heredity and Evolution)

આપણે જોયું કે પ્રજનન કિયાઓ દ્વારા નવા સજીવ ઉત્પન્ન થાય છે, જે પિતૃને સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓ કેટલીક બિન્નતા ધરાવતા હોય છે. આપણે એ પણ ચર્ચા કરી છે કે, અલિંગી પ્રજનનમાં પણ કેટલીક બિન્નતાઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે. ઘણી સંખ્યામાં સફળ બિન્નતાઓ લિંગી પ્રજનન દ્વારા જ પ્રાપ્ત થાય છે. જો આપણે શેરડીના ખેતરનું અવલોકન કરીએ તો આપણને વ્યક્તિગત વનસ્પતિઓમાં ખૂબ જ ઓછી બિન્નતાઓ જોવા મળે છે. માનવ તેમજ મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ જે લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. આમાં વ્યક્તિગત સ્તરે અનેક બિન્નતાઓ દશ્યમાન બને છે. આ પ્રકરણમાં આપણે તે કિયાવિધિઓનો અભ્યાસ કરીશું જેના કારણે બિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે અને આનુવંશિક બને છે. બિન્નતાઓનો સંચય લાંબા સમય સુધી થનારી અનુવર્તી અસરનો અભ્યાસ અત્યંત રોચક છે અને ઉદ્વિકાસમાં આપણે તેનો અભ્યાસ કરીશું.

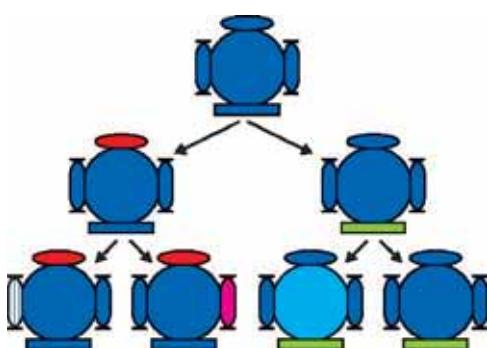
### 9.1 પ્રજનન દરમિયાન બિન્નતાઓનું સંચયન

#### (Accumulation of Variation During Reproduction)

પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતી પેઢીમાંથી આનુવંશિક સંતતિને એક આધારક શારીરિક બંધારણ (Design) તેમજ કેટલીક બિન્નતાઓ પ્રાપ્ત થાય છે. હવે થોડુંક વિચારીએ કે આ નવી પેઢીના પ્રજનનનું પરિણામ શું બને છે? જે બીજી પેઢીમાં પહેલી પેઢીથી આવતી બિન્નતાઓ તેમજ કેટલીક નવી બિન્નતાઓ ઉત્પન્ન કરશે.

આકૃતિ 9.1માં તે સ્થિતિને દર્શાવેલ છે કે જેમાં માત્ર સજીવ પ્રજનન કરે છે. જેમકે, અલિંગી પ્રજનનમાં થાય છે. જો એક જીવાશુ વિભાજિત થાય છે, તો પરિણામરૂપે બે જીવાશુ (બોક્ટેરિયા) ઉત્પન્ન થાય છે. જે પુનઃવિભાજિત થઈને ચાર સ્વતંત્ર જીવાશુ (બોક્ટેરિયા) ઉત્પન્ન કરે છે, જેમાં પરસ્પરમાં ઘણી વધારે સમાનતાઓ હોય છે. તેમાં પરસ્પર ખૂબ જ ઓછી બિન્નતા હોય, જે DNA પ્રવૃત્તિ DNAનું સ્વયંજનનના સમયે ન્યૂનતમ ખામીઓને કારણે ઉત્પન્ન થઈ હશે. પરંતુ જો લિંગી પ્રજનન થાય તો વિવિધતા અપેક્ષિત અને વધારે હોય છે. તેના વિષયમાં આપણે આનુવંશિકતાના નિયમોની ચર્ચાના સમયે જોઈશું.

શું કોઈ જાતિમાં આ બધી બિન્નતાઓની સાથે પોતાના પર્યાવરણમાં અસ્તિત્વ જાળવી રાખવાની સંભાવના એકસમાન છે? નિશ્ચિતરૂપી નથી. બિન્નતાની પ્રકૃતિના આધારે વિવિધ સજીવોને વિવિધ પ્રકારનો લાભ થઈ શકે છે. ઉષ્ણતા કે તાપમાનને સહન કરવાની ક્ષમતાવાળા જીવાશુઓ (બોક્ટેરિયા)ની વધારે ગરમીથી બચવાના સંભાવના વધારે હોય છે. તેની ચર્ચા



આકૃતિ 9.1

સફળતમ પેઢીઓમાં વિવિધતાનું સર્જન થાય છે. મૂળભૂત સજીવ ઉચ્ચતમ છે જેમાંથી વિકાસ થતો કહી શકાય જે બે સજીવ સમાન શરીરરચના ધરાવતા, પરંતુ થોડીક બિન્નતા ધરાવે છે. તેમાંના પ્રત્યેકમાંથી બે સજીવનો વિકાસ તેના પદીની પેઢીમાં થાય છે. પ્રત્યેક ચાર સજીવ તલસ્થ ભૂમિમાં દર્શાવેલ છે. પ્રત્યેકમાં બિન્નતા છે. જ્યારે આમાંની કેટલીક બિન્નતા નિયત છે. અન્ય તેમના પિતૃઓમાંથી આનુવંશિક હોઈ શકે છે જેમાંથી પ્રત્યેક એકબીજાથી ભિન્ન છે

આપણે પહેલાં કરી ગયાં છીએ. પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ઉત્તમ બિન્નતાની પરિવર્તનની પસંદગી જૈવિક વિકાસ કિયાનો આધાર બને છે. જેની ચર્ચા આપણે આગળ કરીશું.

### પ્રશ્નો

- જો એક 'લક્ષણ-A' અલિંગી પ્રજનનવાળી વસ્તીમાં 10 % સભ્યોમાં જેવા મળે છે અને 'લક્ષણ-B' તેની વસ્તીમાં 60 % સજ્વોમાં મળી આવે છે, તો ક્યું લક્ષણ પહેલા ઉત્પન્ન થાય છે ?
- બિન્નતાઓની ઉત્પત્તિ થવાથી કોઈ જીતનું અસ્તિત્વ કેવી રીતે વધી જાય છે ?



## 9.2 આનુવંશિકતા (Heredity)

પ્રજનનક્રિયાનું સૌથી મહત્વપૂર્ણ પરિણામ નવી સંતતિના સજ્વોની સમાન ડિજાઇન કે બંધારણ હોવું તે છે. આનુવંશિકતાના નિયમમાં આ પ્રક્રિયાનું નિર્ધારણ કરે છે કે જેના દ્વારા વિવિધ લક્ષણો પૂર્ણ વિશ્વસનીયતાની સાથે વંશપરંપરાગત (આનુવંશિક) બને છે. આવો, આ નિયમોનો ધ્યાનપૂર્વક અભ્યાસ કરીએ.

### 9.2.1 આનુવંશિક લક્ષણો (Inherited Traits)

વાસ્તવમાં સમાનતા તેમજ બિન્નતાઓનો આપણે શો અર્થ કરીએ છીએ ? આપણે જાણીએ છીએ કે, બાળકમાં માનવના બધા આધારભૂત લક્ષણ હોય છે છતાં પણ પૂર્ણસ્વરૂપે તેઓ પોતાના પિતુઓ જેવા દેખાતા નથી અને માનવવસ્તીમાં આ બિન્નતા સ્પષ્ટ દેખાઈ આવે છે.

#### પ્રશ્ન 9.1

- તમારા વર્ગના બધા વિદ્યાર્થીઓના કાનનું અવલોકન કરો. એવા વિદ્યાર્થીઓની નોંધ બનાવો જેમના કર્ણપલ્લવ (Earlobe) સ્વતંત્ર છે અને જોડાયેલા છે (આકૃતિ 9.2). જોડાયેલા કર્ણપલ્લવવાળા વિદ્યાર્થીઓ તેમજ સ્વતંત્ર કર્ણપલ્લવ ધરાવતા વિદ્યાર્થીઓની ટકાવારીની ગણતરી કરો. પ્રત્યેક વિદ્યાર્થીના કર્ણપલ્લવના પ્રકારને તેમના પિતુની સાથે મળીને જુઓ. આ અવલોકનના આધારે કર્ણપલ્લવ વંશાવતી કે આનુવંશિકતાના સંભવિત નિયમની સમજૂતી આપો.



(a)



(b)

### 9.2.2 આનુવંશિક લક્ષણો માટેના નિયમો – મેન્ડલનું યોગદાન

#### (Rules for the Inheritance of Traits – Mendel's Contributions)

માનવમાં લક્ષણોની આનુવંશિકતાના નિયમો એ બાબત પર આધારિત છે કે માતા તેમજ પિતા બને સમાન પ્રમાણમાં આનુવંશિક પદાર્થનું સંતતિ (બાળક)માં સ્થળાંતરણ કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે, પ્રત્યેક લક્ષણ પિતા અને માતાના DNAથી પ્રભાવિત હોઈ શકે છે. આમ, પ્રત્યેક લક્ષણ માટે પ્રત્યેક સંતતિમાં બે વિકલ્પ હોય છે. તો પછી સંતાન કે સંતતિમાં ક્યું લક્ષણ જોવા મળે છે ? મેન્ડલ નામના વૈજ્ઞાનિકે આ પ્રકારના આનુવંશિકતાના કેટલાક મુખ્ય નિયમો પ્રસ્તુત કર્યા હતા. તેમના પ્રયોગો વિશે જાણવું અત્યંત રોચક છે કે જે તેમણે લગભગ શતાબ્દીથી પણ પહેલાં કર્યા હતા.

આનુવંશિકતા અને ઉદ્વિકાસ

આકૃતિ 9.2  
(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 માનવવસ્તીમાં જોવા મળે છે.

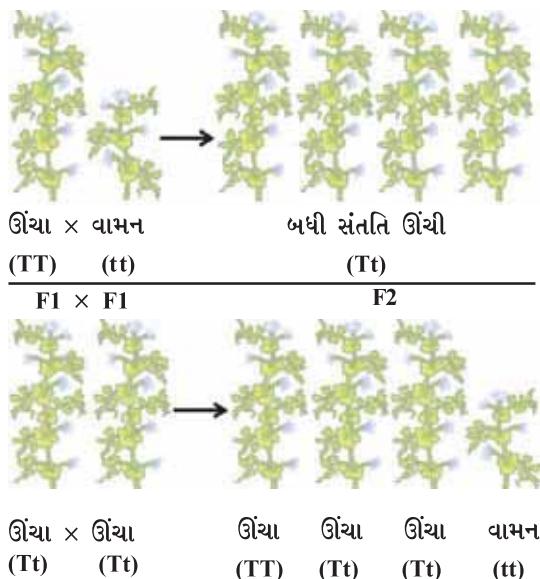
## ગ્રેગર જોહન મેન્ડલ (1822-1884)



મેન્ડલાએ પ્રાથમિક શિક્ષણ એક ગિરજાધર (Monastery) કે દેવળમાં લીધું હતું અને તેઓ વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતના અભ્યાસ માટે વિશેના વિશ્વવિદ્યાલય ગયા હતા. અધ્યાપનના સર્ટિફિકેટની પરીક્ષામાંની નિર્ણયતા તેમની વૈજ્ઞાનિક શોધની પ્રવૃત્તિને દ્બાવી શક્યા નહિ. તેઓ તેમના દેવળમાં 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 સંભિંશ્રિત કર્યું, તેઓ પહેલાં વૈજ્ઞાનિક હતા જેમણે પ્રત્યેક પેટીના એક-એક છોડ દ્વારા અભિવ્યક્ત લક્ષણોની નોંધ રાખી હતી અને તેમની ગણતરી કરી હતી. જેનાથી તેમને આનુવંશિકતાના નિયમોને મેળવવામાં મદદ મળી જેની આ પ્રકારણમાં મુખ્યત્વે આપણે ચર્ચા કરેલી છે.

મેન્ડલે વટાણાના છોડના અનેક વિરોધાભાસી લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો કે જે સ્થૂળ સ્વરૂપે દેખાઈ આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ગોળાકાર બીજ-ખરબયડા બીજ, ઊંચો છોડ-નીચો છોડ, સફેદ પુષ્પ-જાંબલી પુષ્પ વગેરે. તેમણે ત્બિન્ન લક્ષણોવાળા વટાણાના છોડને લીધા. જેમકે ઊંચો છોડ અને નીચો છોડ. તેનાથી પ્રાપ્ત બાળપેટીમાં ઊંચા તેમજ નીચા છોડની ટકાવારીની ગણતરી કરી.

પ્રથમ બાળપેટી અથવા  $F_1$  પેટીમાં કોઈ પણ છોડ મધ્યમ ઊંચાઈના ન હતા. બધા જ છોડ ઊંચા હતા. આનો અર્થ એ થાય કે બે લક્ષણોમાંથી માત્ર એક જ પિતુ લક્ષણ જોવા મળે છે. આ



આકૃતિ 9.3  
બે પેટી સુધી  
લક્ષણોની આનુવંશિકતા

### પ્રવૃત્તિ 9.2

■ આકૃતિ 9.3માં આપણે ક્યો પ્રયોગ કરીએ છીએ. જેનાથી તે સુનિશ્ચિત થાય છે કે  $F_2$  પેટીમાં વાસ્તવમાં TT, Tt અને tt નાનું સંયોજન 1:2:1નું ગુણોત્તર પ્રમાણ પ્રાપ્ત થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં ‘TT’ તેમજ ‘Tt’ બંને છોડ ઊંચા છે જ્યારે માત્ર ‘tt’ ધરાવતો નીચો છોડ છે. બીજા શર્ધામાં કહીએ તો ‘T’ એકલા છોડને ઊંચા બનાવવા માટે પર્યાપ્ત છે જ્યારે નીચાપણા માટે ‘t’ના બંને વિકલ્પ કારકો જોઈએ છે. ‘T’ ધરાવતા લક્ષણને ‘પ્રભાવી’ લક્ષણ કહેવાય છે જ્યારે જે લક્ષણ ‘t’ સાથે સંકળાયેલ છે તેને અપ્રભાવી કે પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કહેવાય છે. આકૃતિ 9.4માં કયું લક્ષણ પ્રભાવી છે અને કયું લક્ષણ પ્રચ્છન્ન છે ?

જ્યારે વટાણાના બે છોડમાં એક વિકલ્પી જનીનયુગમને સ્થાને બે વિકલ્પી જનીન—યુગમોનો અભ્યાસ કરવા માટે સંકરણ કરવામાં આવે તો શું થશે ? પીળો રંગ અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા છોડનું જો લીલો રંગ અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા છોડની સાથે સંકરણ કરવામાં આવે તો પ્રાપ્ત સંતતિ કેવી હોય ?  $F_1$  પેઢીના બધા છોડ પીળા રંગ અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હશે. આમ, પીળો રંગ અને ગોળાકાર બીજ પ્રભાવી લક્ષણ છે. પરંતુ જ્યારે  $F_1$  સંતતિના છોડ વચ્ચે સ્વફ્ફલનથી  $F_2$  પેઢીની સંતતિ પ્રાપ્ત થાય તો શું થાય છે ? મેન્ડલ દ્વારા કરવામાં આવેલા પહેલા પ્રયોગને આધારે આપણે કહી શકીએ કે,  $F_2$  સંતતિના કેટલાક છોડ પીળા રંગના ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય અને કેટલાક છોડ લીલા રંગના અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા હોય. પરંતુ  $F_2$  પેઢીની સંતતિના કેટલાક છોડ નવું સંયોજન અભિવ્યક્ત કરે છે. તેમાંથી કેટલાક છોડ પીળા રંગના અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા અને કેટલાક છોડ લીલા રંગના ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય છે. આમ, પીળા રંગનું અને લીલા રંગનું લક્ષણ અને ગોળાકાર બીજ અને ખરબચડા બીજનું લક્ષણ સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા પામે છે. એક વધુ ઉદાહરણ આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ છે.

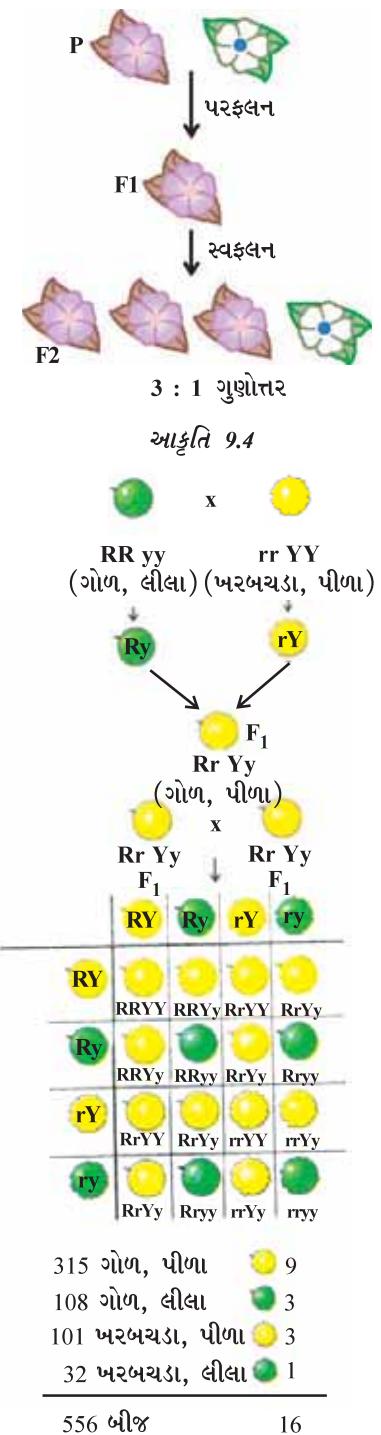
### 9.2.3 આ લક્ષણો પોતાની જાતે કેવી રીતે અભિવ્યક્ત થાય છે ?

(How do these Traits get Expressed ? )

આનુવંશિકતાની કાર્યવિધિ કેવી રીતે થાય છે ? કોણીય DNA એ કોષમાં આવેલ પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટેની માહિતી ખોત આપે છે. DNAનો તે ભાગ જેમાં કોઈ પ્રોટીન માટે સૂચના હોય છે, તે પ્રોટીનનો જનીન કહેવાય છે. (તે સૂચના સાંકેતિક ભાષામાં હોય તે જનીન). પ્રોટીન વિવિધ લક્ષણોની અભિવ્યક્તિને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરે છે ? તેની આપણે અહીંયાં ચર્ચા કરીએ. આવો, વનસ્પતિ કે છોડની ઊંચાઈના એક લક્ષણનું ઉદાહરણ લઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વનસ્પતિઓમાં કેટલાક અંતઃસ્થાવો હોય છે, જે ઊંચાપણાનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, કોઈ છોડના ઊંચાપણામાં આવેલા તે અંતઃસ્થાવના પ્રમાણ પર નિર્ભર કરે છે. વનસ્પતિના અંતઃસ્થાવનું પ્રમાણ તેની કિયાની કાર્યક્ષમતા પર નિર્ભર કરે છે. જેના દ્વારા તેની ઊંચાઈ નક્કી થાય છે. ઉત્સેચક આ કિયા માટે મહત્વપૂર્ણ છે. જો આ ઉત્સેચક કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરે તો અંતઃસ્થાવ પર્યાપ્ત માત્રામાં નિર્માણ થાય અને છોડ ઊંચો થાય છે. જો આ પ્રોટીનના જનીનમાં કોઈ પરિવર્તન આવે છે, તો નિર્માણ પામનારા પ્રોટીનની કાર્યક્ષમતા પર અસર પડે છે. તેની કાર્યક્ષમતા ઘટે છે. આમ, જો નિર્માણ પામનારા અંતઃસ્થાવની માત્રા પણ ઓછી થાય તો છોડ નીચો બને છે. આમ જનીનો, લક્ષણો (Traits)ને નિયંત્રિત કરે છે.

મેન્ડલના પ્રયોગોનું અર્થઘટનને સમજવા જેની આપણે ચર્ચા કરી રહ્યા હતા તે સાચું છે કે જો જેની ચર્ચા આપણે અગાઉના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. કિંગી પ્રજનન દરમિયાન સંતતિના DNAમાં બંને પિતૃઓનું સમાન રીતે યોગદાન હોય છે. જો બંને પિતૃઓ, સંતતિના લક્ષણોનું નિર્ધારણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે તો બંને પિતૃઓ એક જ જનીની એક પ્રતિકૃતિ સંતતિને આપે છે. આનો અર્થ એ થાય કે વટાણાના પ્રત્યેક છોડમાં બધા જનીનોના બે સેટ્સ (યુગ) હોય. પ્રત્યેક પિતૃ તરફથી એક સેટની આનુવંશિકતા થાય છે. આ રીતને સફળ કરવા માટે પ્રત્યેક પ્રજનનકોષમાં જનીનો માત્ર એક જ સેટ હોય છે.

જ્યારે સામાન્ય વાનસ્પતિક કોષ/દૈહિક કોષમાં જનીનના સેટની બે પ્રતિકૃતિઓ (Copies) હોય છે. તો પછી જનનકોષમાં તેનો એક સેટ કેવી રીતે બને છે ? જો સંતતિ છોડ (બાળ છોડને) પિતૃ છોડથી સંપૂર્ણ જનીનોનો એક પૂર્ણ સેટ પ્રાપ્ત થાય છે તો આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ પ્રયોગ સફળ થઈ શકતો નથી. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બે લક્ષણ 'R' અને 'Y' સેટમાં એકબીજાથી આનુવંશિકતા અને ઉદ્ભવિકાસ

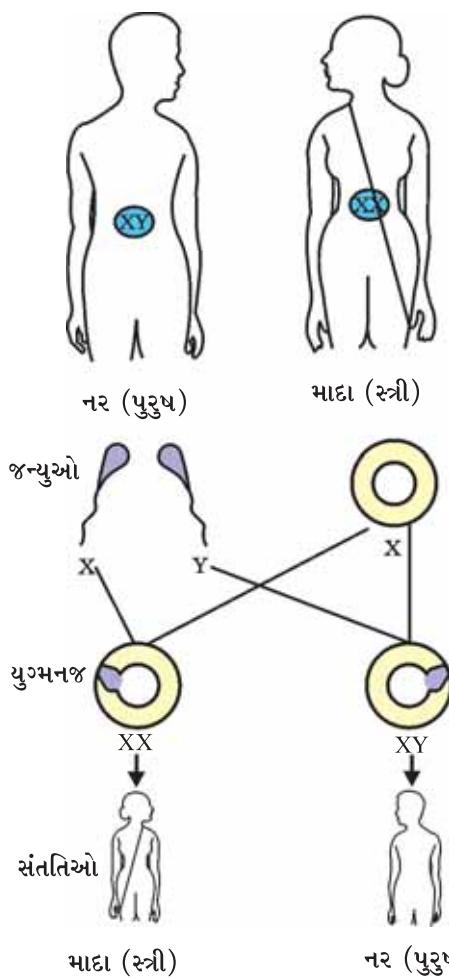


આકૃતિ 9.5  
બીજના આકાર અને રંગ બે લક્ષણોની સ્વતંત્ર આનુવંશિકતા

સંલગ્ન રહે છે તથા સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા દર્શાવી શકતા નથી. તેથી આ સત્યને આધારે સમજ શકાય છે કે વાસ્તવમાં એક જનીન સેટ માત્ર એક DNA શૂંખલાના રૂપમાં ન હોતા DNAની અલગ-અલગ સ્વતંત્રરૂપે શૂંખલારૂપે હોય છે. જેમાંથી પ્રત્યેકને એક રંગસૂત્ર કહેવાય છે. આમ, પ્રત્યેક કોષમાં પ્રત્યેક રંગસૂત્રની બે પ્રતિકૃતિઓ હોય છે. જેમાંથી એક નર તથા બીજી માદા પિતૃ તરફથી પ્રાપ્ત થયેલી હોય છે. પ્રત્યેક પિતૃકોષ (પैતૃક અથવા માતૃક)થી રંગસૂત્રની પ્રત્યેક જોડમાં માત્ર એક રંગસૂત્ર જ એક જનનકોષમાં આવે છે જ્યારે બે જનનકોષોના સંલયન કે ફિલન થવાથી નિર્માણ પામેલા યુગ્મનજમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા પુનઃ સામાન્ય થઈ જાય છે અને સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા નિશ્ચિત જળવાઈ રહે છે. જે જાતિના DNAની સ્થાયીતાને સુનિશ્ચિત કરે છે. આનુવંશિકતાની આ ડિયાવિધિ મેન્ડલના પ્રયોગોના પરિણામને સમજી શકાય છે. તેનો ઉપયોગ લિંગી પ્રજનન કરનારા બધા સજ્વાળ કરે છે. પરંતુ અલિંગી પ્રજનન કરનારા સજ્વાળમાં પણ આનુવંશિકતાના આ નિયમોનું પાલન થાય છે. શું આપણો જાડી શકીએ કે તેમાં આનુવંશિકતા કેવી રીતે થાય છે ?

#### 9.2.4 લિંગનિશ્ચયન (Sex Determination)

આપણો એ વાતની ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેનારા બંને એકલ સજ્વાળ કોઈ ને કોઈ બાબતમાં એકબીજાથી ભિન્ન હોય છે. જેનાં ઘણાં કારણો છે. નવજાત શિશુના લિંગ કેવી રીતે નક્કી થાય છે ? ભિન્ન-ભિન્ન જાતિ તેના માટે ભિન્ન-ભિન્ન રીત અપનાવે છે. કેટલાક પૂર્ણાત્મક પરિવરણ પર આધારિત હોય છે. કેટલાક પ્રાણીઓમાં લિંગનિશ્ચયન ફિલિત અંડકોષના તાપમાન પર આધારિત હોય છે કે સંતતિ કે બાળપેઢી નર હશે કે માદા. સ્નેઇલ (ગોકળ ગાય) જેવાં કેટલાક પ્રાણીઓ પોતાનું લિંગ બદલી શકે છે. જે એ વાતનો સંકેત છે કે તેમાં લિંગનિશ્ચયનની ડિયા આનુવંશિક નથી. પરંતુ માનવમાં લિંગનિશ્ચયન આનુવંશિકતા પર આધાર રાખે છે. બીજા શબ્દોમાં પિતૃ સજ્વાળમાંથી આનુવંશિકતા પામેલ જનીન જ આ વાતનો નિર્ણય કરે છે કે બાળપેઢી 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 આ સાથે નિયમ છે તો પછી લિંગનિશ્ચયન આનુવંશિક કેવી રીતે હોઈ શકે છે ?



તેને સમજવા માટે એ સત્ય છે કે માનવનાં બધાં જ રંગસૂત્રો સંપૂર્ણ રીતે યુગ્મ હોતાં નથી. માનવમાં મોટા ભાગનાં રંગસૂત્રો માતા અને પિતાનાં રંગસૂત્રોના પ્રતિકૃતિ સ્વરૂપે હોય છે. તેની સંખ્યા 22 જોડ છે, પરંતુ યુગ્મ જેને લિંગી રંગસૂત્ર કહે છે. જે હુંમેશાં સંપૂર્ણ યુગ્મમાં હોતું નથી. સ્ત્રીમાં રંગસૂત્રનું પૂર્ણ યુગ્મ હોય છે અને બંને રંગસૂત્રોને 'X' કહેવાય છે. પરંતુ પુરુષ (નર)માં આ જોડી પરિપૂર્ણ કે સંપૂર્ણ જોડમાં નથી. જેમાં એક રંગસૂત્ર સામાન્ય આકારનું 'X' હોય છે અને બીજું રંગસૂત્ર નાનું હોય છે જેને 'Y' રંગસૂત્ર કહે છે. આમ, સ્ત્રીઓમાં 'XX' પુરુષમાં 'XY' રંગસૂત્ર હોય છે. શું હવે આપણો X અને Y રંગસૂત્રની આનુવંશિકતાની રીત કે પદ્ધતિનો ઝ્યાલ મેળવી શકીએ છીએ ?

જેમકે આકૃતિ 9.6માં દર્શાવેલ છે. સામાન્ય રીતે અડધાં બાળકો છોકરા તેમજ અડધાં બાળકો છોકરી હોઈ શકે છે. બધાં બાળકો, જે છોકરા કે છોકરીઓ હોઈ શકે છે તે પોતાની માતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર મેળવે છે. આમ, બાળકોના લિંગનિશ્ચયનો આધાર તેના પર રહેલો છે કે તેઓ તેમના પિતા તરફથી કયા પ્રકારનું રંગસૂત્ર પ્રાપ્ત કરે છે. જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર આનુવંશિકતાની દસ્તિએ પ્રાપ્ત થશે તે છોકરી તેમજ જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'Y' રંગસૂત્ર આનુવંશિકતાની દસ્તિએ પ્રાપ્ત થશે તે છોકરો બને છે.

## પ્રશ્નો

- મેન્દળના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજ શકાય કે લક્ષણ પ્રભાવી અથવા પ્રચ્છન્ન હોય છે ?
- મેન્દળના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજ શકાય કે વિવિધ લક્ષણો સ્વતંત્ર રીતથી આનુવંશિક હોય છે ?
- એક પુરુષ જેનું રૂધિરજૂથ A છે તે એક સ્ત્રી કે જેનું રૂધિરજૂથ O છે તેની સાથે લગ્ન કરે છે. તેમની પુત્રીનું રૂધિરજૂથ O છે. શું આ વિધાન પર્યાપ્ત છે કે જો તમને કહેવામાં આવે કે ક્યાં વિકલ્પ, રૂધિરજૂથ A અથવા Oના પ્રભાવી લક્ષણ માટે છે ? તમારા જવાબનું સ્પષ્ટીકરણ આપો.
- માનવના બાળકનું લિંગનિશ્ચયન કેવી રીતે થાય છે ?

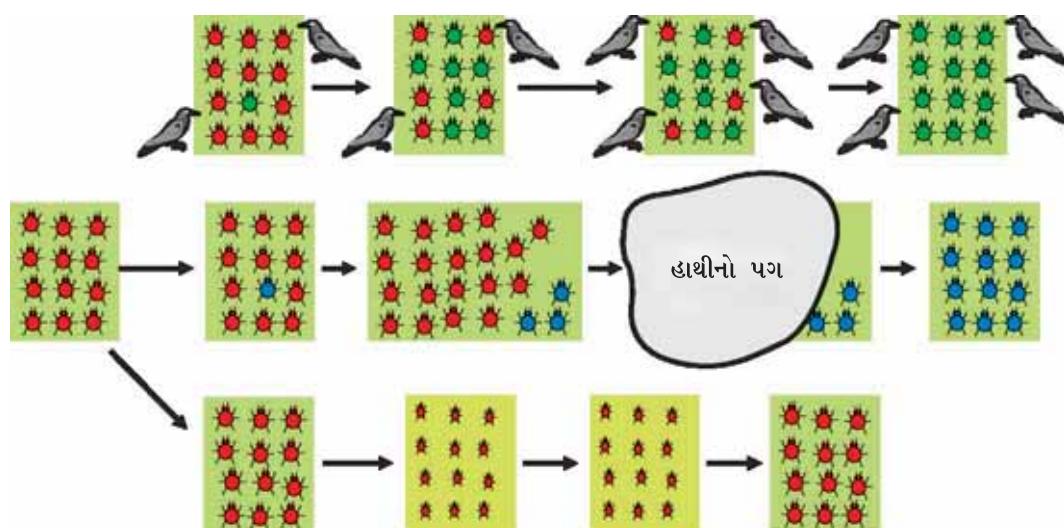


## 9.3 ઉદ્વિકાસ (Evolution)

આપણે જોયું કે પ્રજનનકિયા દરમિયાન બિભિન્નતાની પ્રવૃત્તિ, આંતર સંરચનાકીય બને છે જે DNAની પ્રતિકૃતિમાં ત્રુટિઓ અને લિંગી પ્રજનન દરમિયાન બંનેમાં ઉદ્ભવે છે. આવો, આપણે આ પ્રવૃત્તિનાં કેટલાંક પરિણામોનો અભ્યાસ કરીએ.

### 9.3.1 એક દષ્ટાંત/એક ઉદાહરણ (An Illustration)

વિચારો કે 12 લાલ ભમરાઓ (Beetles)નો એક સમૂહ છે, તે લીલાં પણ્ડોવાળી જાઈઓ (પણ્ડોની ગીયતાવાળો પ્રદેશ)માં રહે છે. તેમની વસ્તી લિંગી પ્રજનન દ્વારા વૃદ્ધિ કરે છે જે જનીનિક વિભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. આપણે તેની પણ કલ્પના કરીએ કે, કાગડાઓ ભમરાઓને ખાઈ જાય છે. કાગડા જેટલા પણ ભમરાઓને ખાઈ જશે તેટલા ભમરા પ્રજનન માટે ઓછા પ્રાપ્ત થશે. હવે, આપણે અન્ય પરિસ્થિતિઓની કલ્પના કરીએ (આદૃતિ 9.7). જે આ ભમરાઓની વસ્તીમાં વિકાસ પામી શકે છે.



આદૃતિ 9.7 વસ્તીમાં વૈવિધ્ય-આનુવંશિતા અને અન્ય તંત્ર

પહેલી સ્થિતિમાં, પ્રજનન દરમિયાન એક રંગની વિભિન્નતાનો ઉદ્ભબ થયો છે. જેથી, વસ્તીમાં લાલ રંગ સિવાયનો એક લીલો ભમરો દેખાય છે. લીલો ભમરો પોતાનો રંગ પોતાના સંતાનમાં આનુવંશિકતાના આધારે દાખલ કરે છે. જેના કારણે તેની બધી સંતતિનો રંગ લીલો હોય છે. કાગડાઓ લીલાં પણ્ડોની ગીયતામાં લીલા ભમરાને જોઈ શકતા નથી. આમ, તેઓને ખાઈ પડ્યા શકતા નથી. (કારણ કે લીલાં પણ્ડો સાથે રહેલા લીલા ભમરા ઓળખી શકતા નથી.). હવે, શું થાય છે ? લીલા આનુવંશિકતા અને ઉદ્વિકાસ

ભમરાની સંતતિનો શિકાર થતો નથી જ્યારે લાલ ભમરાની સંતતિનો સતત શિકાર થતો રહે છે. પરિણામ સ્વરૂપે, ભમરાઓની વસ્તીમાં લાલ ભમરાઓની તુલનામાં લીલા ભમરાઓની સંખ્યા વધી જાય છે.

બીજી પરિસ્થિતિમાં પ્રજનન સમયે એક રંગની બિન્નતાનો ઉદ્ભબ થાય છે, પરંતુ આ સમયે ભમરાનો રંગ લાલ થવાની જગ્યાએ વાદળી બને છે. આ ભમરો પણ પોતાના રંગની અલગ પેઢીની આનુવંશિકતા દર્શાવી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે આ ભમરાની બધી સંતતિ વાદળી રંગની હોય છે. કાગડા વાદળી અને લાલ રંગના ભમરાઓને લીલાં પણ્ણોમાં સરળતાથી ઓળખી શકે છે અને તેઓનો શિકાર કરે છે. શરૂઆતમાં શું થાય છે ? વસ્તીનું કદ જેમ-જેમ વધતું જાય છે તેમાં ખૂબ જ ઓછા વાદળી ભમરા હોય છે, પરંતુ મોટા ભાગના લાલ રંગના ભમરા હોય છે. પરંતુ આ સ્થિતિમાં એક હાથી ત્યાં આવે છે અને તે જાડીઓને વેરવિભેર કરી નાંબે છે. જેમાંથી કેટલાક ભમરા બચી જાય છે અને ઘણાબધા ભમરા ભરી જાય છે. સંજોગોવશાત્તુ કેટલાક વાદળી ભમરા બચી જાય છે. જેથી તેમની વસ્તી ધીમે-ધીમે વધતી જાય છે, જેથી આમ વસ્તીમાં મોટા ભાગના ભમરા વાદળી હોય છે.

તે સ્વાભાવિક છે કે બંને પરિસ્થિતિઓમાં દુર્લભ બિન્નતા હતી. સમયના અંતરાલમાં એક સામાન્ય લક્ષણ બની ગયું. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આનુવંશિકતા લક્ષણની પેઢીઓમાં આવૃત્તિમાં પરિવર્તન આવે છે. કારણ કે જનીન ૪ લક્ષણોનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, આપણો કહી શકીએ કે કોઈ પણ વસ્તીમાં કેટલાંક જનીનોની આવૃત્તિ અમુક પેઢીઓમાં બદલાઈ જાય છે એટલે કે તેમાં પરિવર્તન આવે છે. આ ૪ જૈવ ઉદ્વિકાસની પરિકલ્પનાનો સાર છે.

પરંતુ બંને પરિસ્થિતિઓમાં કેટલીક રસપ્રદ બિન્નતા કે બેદ પણ છે. પ્રથમ પરિસ્થિતિમાં બિન્નતા એક સામાન્ય બિન્નતા બનેલી છે કારણ કે તેમાં ઉત્તર જીવિતતાના લાભની સ્થિતિ હતી. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આ એક પ્રાકૃતિક પસંદગી હતી. આપણો જોઈ શકીએ છીએ કે, પ્રાકૃતિક પસંદગી કાગડાઓ દ્વારા થઈ હતી. જેટલા વધારે કાગડા હશે તેટલા વધારે લાલ ભમરાઓનો શિકાર થશે અને વસ્તીમાં લીલા ભમરાઓનો ગુણોત્તર કે સંખ્યા વધતી જશે. આમ, પ્રાકૃતિક પસંદગી ભમરાની વસ્તીમાં થતા વિકાસની તરફ જઈ રહી છે. આ ભમરાની વસ્તીમાં અનુકૂળતા દર્શાવી રહી છે કે જેનાથી વસ્તી પર્યાવરણમાં સારી રીતે રહી શકે છે.

બીજી પરિસ્થિતિમાં, રંગ-પરિવર્તનથી અસ્તિત્વ માટે કોઈ લાભ મળ્યો નહિ ! વાસ્તવમાં આ માત્ર સંજોગોવશાત્તુ થયેલી એક દુર્ઘટનાનું કારણ છે કે એક રંગના ભમરાની વસ્તી બચી જાય છે, જેથી વસ્તીનું સ્વરૂપ બદલાઈ જાય છે. જો ભમરાની વસ્તીનું કદ વધારે મોટું હોત તો હાથીના પગનો તેના પર કોઈ પ્રભાવ પડતો નથી. આમ, નાની વસ્તીમાં દુર્ઘટનાઓ કોઈ પણ જનીની આવૃત્તિને પ્રભાવિત કરી શકે છે. જ્યારે તેમની ઉત્તર જીવિતતા માટે કોઈ લાભ થતો નથી. આ એક આનુવંશિક અપવાદનો સિદ્ધાંત છે જે કોઈ પણ અનુકૂળન વગર પણ બિન્નતા ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

હવે, ગ્રીજી પરિસ્થિતિને જુઓ, તેમાં ભમરાની વસ્તી વધવાની શરૂઆત કરે છે, જાડીઓમાં વનસ્પતિને રોગ લાગી જાય છે. ભમરાઓ માટે પણ્ણો ઓછાં થઈ જાય છે. પરિણામે ભમરાને અલ્પ પોષણ પ્રાપ્ત થાય છે. ભમરાના સરેરાશ જૈવભારમાં તુલનાત્મક રીતે ઊંઘપ આવે છે. કેટલાંક વર્ષો પછી આવી રોગગ્રસ્ત સ્થિતિમાં પણ ભમરાઓની કેટલીક પેઢીઓ જળવાઈ રહે છે. આ ઉપરાંત જ્યારે વનસ્પતિઓમાં રોગ સમાપ્ત થઈ જાય છે અને ખોરાકની પર્યાપ્ત માત્રા પ્રાપ્ત બને છે ત્યારે ભમરાના જૈવભારમાં શું પરિવર્તન આવશે ? તેના પર વિચાર કરો.

### 9.3.2 ઉપાઈત તેમજ આનુવંશિક લક્ષણો (Acquired and Inherited Traits)

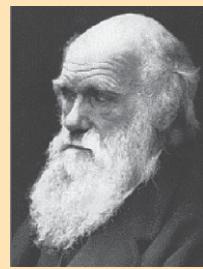
આપણે પહેલાં ચર્ચ કરી ચૂક્યાં છીએ કે લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં જનનકોષો વિશિષ્ટ પ્રકારની જનન અવિશ્વદ પેશીઓમાં નિર્માણ પામે છે. જો ખોરાકના કે પોષણના કારણે ભમરાના શરીરના જૈવભારમાં ઘટાડો આવે તો તેમના પ્રજનન કે જનનકોષોના DNAના સંગઠન કે સંયોજનમાં કોઈ પણ અસર પડતી નથી. આમ, પોષણના કારણે જો વસ્તીમાં કેટલાક ભમરા ઓછા જૈવભારવાળા હોય તો પણ તેમના વિકાસની સંખા આપી શકતા નથી. તેનું મુજબ કારણ આ લક્ષણની આનુવંશિકતા હોતી નથી. દૈહિક પેશીઓમાં લિંગી કોષોના DNAમાં દાખલ થઈ શકતા નથી. કોઈ વ્યક્તિના જીવનકાળમાં પ્રાપ્ત કરેલ અનુભવ જનીનકોષોના DNAમાં કોઈ તફાવત લાવી શકતો નથી. એટલા માટે જ આને પણ જૈવ ઉદ્વિકાસ કહી શકાય નહિ.

આવો, પ્રાપ્ત કરેલ અનુભવ/લક્ષણ જૈવકિયા દ્વારા આગળની પેઢીમાં આનુવંશિક હોતાં નથી તે એક પ્રયોગ દ્વારા સમજાયે. જો આપણે પૂછુંદીવાળા ઉંદરોનું સંવર્ધન કરીએ તો તેની આગળની પેઢીની સંતતિને પણ પૂછુંદી હોય એવું આપણે અનુમાન કરીએ છીએ. હવે જો આ ઉંદરોની પૂછુંદીને કેટલીક પેઢીઓ સુધી કાપતા રહ્યો તો શું આ ઉંદરો દ્વારા પૂછુંદી વગરની સંતતિ પ્રાપ્ત થઈ શકે ? તેનો જવાબ છે ના. જે સ્વાભાવિક પણ છે કારણ કે પૂછુંદી કાપવાથી જનન કોષોના જનીન પર કોઈ પ્રભાવ પડતો નથી.

#### ચાર્લ્સ રોબર્ટ ડાર્વિન (1809-1882)

ચાર્લ્સ ડાર્વિન જ્યારે 22 વર્ષના હતા ત્યારે તેમણે સાહસિક સમુદ્રી યાત્રા કરી હતી. પાંચ વર્ષોમાં તેઓએ દક્ષિણ અમેરિકા અને તેનાં વિવિધ દ્વીપો (ટાપુઓ)ની યાત્રા કરી હતી. આ યાત્રાનો ઉદ્દેશ પૃથ્વી પર જૈવ વિવિધતાના સ્વરૂપ વિશે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાનો હતો. તેમની આ યાત્રાએ જૈવ વિવિધતાના વિષયને તે સમયના પ્રાચ્ય દસ્તિકોણને હંમેશને માટે પરિવર્તિત કરી નાંખ્યો. એ પણ અત્યંત રસપ્રદ છે કે ઈંગ્લેન્ડ પાછા આવ્યા બાદ તેઓ ફરી કોઈ અન્ય તરફ યાત્રા પર ગયા નહિ. તેઓ ઘર પર જ રહ્યા હતા અને તેમણે અનેક પ્રયોગો કર્યા હતા જેના આધારે તેઓએ પોતાની પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ ઉદ્વિકાસના પોતાના સિદ્ધાંતની પરિકલ્પનાની રજૂઆત કરી હતી. તેઓ એ પણ જાણતા ન હતા કે કઈ કિયા દ્વારા જાતિમાં બિન્નતાઓ આવે છે. તેઓને મેન્ડલના પ્રયોગોનો લાભ મળ્યો હતો, પરંતુ આ બંને વ્યક્તત-વૈજ્ઞાનિકો ન તો એકબીજાને ઓળખતા હતા ન તો તેઓના કાર્યના વિષયમાં જાણતા હતા !

આપણે ડાર્વિનને તેમના જૈવ ઉદ્વિકાસવાદને કારણે જ જાણીએ છીએ. પરંતુ તેઓ એક પ્રકૃતિશાસ્ત્રી પણ હતા અને તેમની એક શોધ, ભૂમિની ફળદુપતા જાળવી રાખવામાં, અળસિયાની ભૂમિકાના વિષયમાં હતી.



આનુવંશિકતા તેમજ વારસાનુગમન (જનીનવિદ્યા) જેની ચર્ચ આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ, જેનું જ્ઞાન જૈવ ઉદ્વિકાસવાદને સમજવા માટે જરૂરી છે. આ કારણે જ ઓગણીસમી સદીમાં પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ ઉદ્વિકાસનો સિદ્ધાંત આપનાર ચાર્લ્સ ડાર્વિન પણ આની કિયાવિધિનું સંશોધન કરી શક્યા નહિ. તેઓ નિશ્ચિતપણે એવું કરી શકત જો તેઓ તેમના સમકાળીન ઓસ્ટ્રેલીયા ગ્રેગર મેન્ડલના પ્રયોગોના મહત્વને જાણતા હોત. મેન્ડલ પણ ડાર્વિનના સિદ્ધાંતોથી અજાણ હતા.

#### પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિ

ડાર્વિનના સિદ્ધાંતે આપણાને સમજાવ્યું કે પૃથ્વી પર સરળ સજીવોમાંથી જટિલ સ્વરૂપવાળા સજીવોનો વિકાસ કેવી રીતે થયો. મેન્ડલના પ્રયોગોથી આપણે એક પેઢીમાંથી બીજી પેઢીમાં લક્ષણો કેવી રીતે ઉત્તરી આવે છે તેની કાર્યવિધિ વિશેની જાણકારી આપી. પરંતુ બંને જણા એ સમજાવવામાં અસમર્થ રહ્યા કે પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ એટલે કે સૌપ્રથમ જીવનો પૃથ્વી પર આર્વિભાવ (ઉદ્ભબ) કેવી રીતે થયો ?

એક બ્રિટિશ વૈજ્ઞાનિક જે. બી. એસ. હાલ્ડને (જોઓ પદીથી ભારતના નાગરિક બની ગયા હતા.) 1929માં એ દર્શાવ્યું કે સજવોની સર્વપ્રથમ ઉત્પત્તિ તે સરળ કક્ષાના અકાર્બનિક અણુઓમાંથી થઈ હતી જે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિના સમયમાં થઈ હતી. તેમણે કલ્યાણ કરી હતી કે પૃથ્વી પરનું તે સમયનું વાતાવરણ, પૃથ્વીના વર્તમાન વાતાવરણ કરતાં બધી જ રીતે બિન્ન હતું. પ્રાથમિક વાતાવરણમાં સંભવિત રીતે કેટલા જટિલ કાર્બનિક અણુઓનું સંશ્લેષણ થયું જે જીવ કે સજવ માટે જરૂરી હતું. સૌપ્રથમ પ્રાથમિક જીવ, બીજા રાસાયણિક સંશ્લેષણ દ્વારા ઉત્પન્ન થયા હશે. આ કાર્બનિક અણુઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થયા હશે? તેના જવાબની પરિકલ્યાના, સ્ટેનલી એલ. મિલર અને હેરાલ સી. ઉરે (યુરી) દ્વારા 1953માં કરેલા પ્રયોગોને આધારે કરી શકાય છે. તેઓએ કૃત્રિમ રીતે એવું વાતાવરણનું નિર્માણ કર્યું કે જે સંભવત: પ્રાથમિક કે પ્રાચીન પૃથ્વીના વાતાવરણને સમાન હતું. [તેમાં (પ્રયોગમાં) એમોનિયા, મિથેન અને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડના અણુઓ હતા; પરંતુ ઓક્સિજનનો અભાવ હતો] પાત્રમાં પાણી પણ હતું. તેને (આ મિશ્રણને) 100 °C થી થોડા ઓછા તાપમાને રાખવામાં આવ્યું હતું. વાયુઓના મિશ્રણમાં વિદ્યુત તાજાખાઓ (ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યા હતા. જેમકે, આકાશમાં વીજળી થાય છે તે રીતે દર્શાવેલ. એક અઠવાડિયા પદી, 15 % કાર્બન મિથેનથી સરળ કાર્બનિક સંયોજનોમાં પરિવર્તન પામ્યા હતાં. જેમાં એમિનો એસિડનો પણ સમાવેશ થાય છે જે પ્રોટીનના અણુઓને નિર્માણ કરે છે. (એમિનો એસિડ, પ્રોટીનના અણુઓનો બંધાવણીય એકમ છે.) તો શું પૃથ્વી પર આજે પણ જીવની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે?

## પ્રશ્નો

- તે કઈ વિવિધ રીતો છે કે જેના દ્વારા એક વિશેષ લક્ષણવાળા વ્યક્તિગત સજવોની સંખ્યા, વસ્તીમાં વધારો કરી શકે છે?
- એક એકલા સજવ દ્વારા ઉપાર્જિત લક્ષણ સામાન્યતઃ આગળની પેઢીમાં આનુવંશિકતા પામતો નથી. કેમ?
- વાધની સંખ્યામાં થતો ઘટાડો આનુવંશિકતાના દસ્તિકોણથી ચિંતાનો વિષય કેમ છે?



## 9.4 જાતિનિર્માણ (Speciation)

અત્યાર સુધી આપણે જે કંઈ પણ જોયું, સમજ્યા તે સૂક્ષ્મ વિકાસ હતો. તેનો અર્થ એ છે કે આ પરિવર્તન ખૂબ જ નાના અને મહત્વપૂર્ણ છે. છતાં પણ તે વિશિષ્ટ જાતિની વસ્તીનાં સામાન્ય લક્ષણોમાં પરિવર્તન લાવે છે, પરંતુ આનાથી તે સમજ શકાતું નથી કે નવી જાતિનો ઉદ્ભબ કેવી રીતે થાય છે? આ ત્યારે કહી શકાય કે જ્યારે ભમરાઓનો આ સમૂહ જેના વિશે આપણે ચર્ચા કરી હતી. તેઓ બે બિન્ન વસ્તીઓમાં વહેંચાઈ જાય અને એકબીજા સાથે પ્રજનન કરવા માટે અસર્મથ બને છે ત્યારે આ પરિસ્થિતિ ઉત્પન્ન થઈ ને બે સ્વતંત્ર જાતિ તરીકે વર્ત છે. તો શું આપણે તે કારણોની વિસ્તૃત ચર્ચા કરીએ કે જેનો ઉલ્લેખ આપણે ઉપર કર્યો છે અને જાતિના નિર્માણના સિદ્ધાંતને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ?

વિચારો કે, જાડીઓ કે જેના પર ભમરાઓ ખોરાક મેળવવા માટે આધાર રાખતા હતા. તેની જગ્યાએ જાડી એક પર્વતમાળાના મોટા વિસ્તારમાં ફેલાઈ જાય તો શું થાય? પરિણામરૂપે કે ફળસ્વરૂપે વસ્તીનું કદ પણ વિશાળ થઈ જાય છે. પરંતુ વ્યક્તિગત ભમરા પોતાના ખોરાક માટે જીવનભર પોતાની આસપાસની કેટલીક જાડીઓ પર જ નિર્ભર રહે છે. તેઓ વધારે દૂર જઈ શકતા નથી. આમ, ભમરાઓની આ વિશાળ વસ્તીની આસપાસ ઉપવસ્તી બને છે. કારણ કે નર તેમજ માદા ભમરા પ્રજનન માટે જરૂરી છે. આમ, પ્રજનન સામાન્યતઃ આ ઉપવસ્તીઓના સભ્યોની વચ્ચે જ દર્શાવાય જોકે કેટલાક સાહસી ભમરા એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન પર જઈ શકે અથવા કાગડા એક ભમરાને એક સ્થાનથી ઉપાડીને તેને નુકસાન પહોંચાડ્યા વગર બીજા સ્થાન પર મૂકી શકે છે. બંને પરિસ્થિતિઓમાં બિનપ્રવાસી કે અપ્રવાસી ભમરા સ્થાનીય વસ્તીની સાથે જ પ્રજનન કરશે. પરિણામ

સ્વરૂપે અપ્રવાસી ભમરાનો જે નવી વસ્તીમાં પ્રવેશ થાય છે. આ પ્રકારનો જનીન પ્રવાહ તે વસ્તીઓમાં વહન પામી રહ્યો છે. જે આંશિક રીતથી અલગ-અલગ છે; પરંતુ સંપૂર્ણપણે અલગ હોતી નથી. પરંતુ જો આ પ્રકારની બે ઉપવસ્તીઓના મધ્યમાં એક વિશાળ નદી આવી જાય તો બંને વસ્તીઓ વધારે સ્થાયી બની જાય છે. બંનેની વચ્ચે જનીન-પ્રવાહનું સ્તર હજી પણ ઘટી જાય છે.

ઉત્તરોત્તર પેઢીઓ (પેઢી-દર પેઢીઓ)માં આનુવંશિક વિચલન (ફેરફાર) પ્રત્યેક ઉપવસ્તીમાં વિભિન્ન પરિવર્તનોનું સંગ્રહણ થઈ જાય છે. ભૌગોલિક સ્વરૂપથી બિન્નતા આ વસ્તીઓમાં પ્રાકૃતિક પસંદગીની રીત પણ બિન્ન હોય છે. આમ, ઉદાહરણ તરીકે, એક ઉપ-વસ્તીની સીમામાં સમડી દ્વારા કાગડાઓ સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ બીજી ઉપ-વસ્તીમાં આ ઘટના થતી નથી. જ્યાં કાગડાઓની સંખ્યા ખૂબ વધારે હોય છે. પરિણામરૂપે પહેલા સ્થાન પર ભમરાઓનો લીલો રંગ (લક્ષણ)ની પ્રાકૃતિક પસંદગી થતી નથી. જ્યારે બીજા સ્થાન પર તેની પસંદગી થશે.

ભમરાઓની આ સ્થાયીતા ઉપ-વસ્તીઓમાં આનુવંશિક વિચલન તેમજ પ્રાકૃતિક પસંદગીની સંયુક્ત અસરને કારણે પ્રત્યેક વસ્તી એકબીજથી વધારે બિન્ન બનતી જાય છે. એ પણ સંભવ છે કે અંતમાં આ વસ્તીઓના સભ્યો એકબીજાની સાથે મળ્યા પણી પણ આંતર પ્રજનન માટે અસમર્થ હોય છે.

ઘણી રીતો છે જેના દ્વારા આ પરિવર્તન સંભવ છે. જો DNAમાં આ પરિવર્તન પર્યાપ્ત છે. જેમકે, રંગસૂત્રોની સંખ્યામાં પરિવર્તન, બે વસ્તીઓના સભ્યોના પ્રજનનકેષોનું સંમિલન કરવામાં અસમર્થ હોય છે અથવા સંભવ છે કે આવી વિભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ જાય, જેમાં લીલા રંગના માદા ભમરા, લાલ રંગના નરની સાથે પ્રજનનની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. તે માત્ર લીલા રંગના નર ભમરાની સાથે જ પ્રજનન કરી શકે છે. આ લીલા રંગની પ્રાકૃતિક પસંદગી માટે એક અત્યંત દદ પરિસ્થિતિ છે. હવે જો એવી લીલા રંગની માદા ભમરા, બીજા સમૂહના લાલ રંગના નરની સાથે મળે છે તો તેનો વ્યવહાર એવો થઈ જશે કે તેમની વચ્ચે પ્રજનન ન થઈ શકે. પરિણામે ભમરાઓની નવી જાતિનું નિર્માણ થાય છે.

### પ્રશ્નો

- તે ક્યાં પરિબળો છે કે જે નવી જાતિના નિર્માણમાં મદદરૂપ થાય છે ?
- શું ભૌગોલિક પૃથક્કરણ પરાગિત જાતિઓની વનસ્પતિઓના જાતિ-નિર્માણના ઉદ્ભવનું મુખ્ય કારણ હોઈ શકે છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?
- શું ભૌગોલિક પૃથક્કરણ અલિંગી પ્રજનનવાળા સજીવોની જાતિઓના નિર્માણનું મુખ્ય કારણ હોઈ શકે છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?



## 9.5 ઉદ્વિકાસ અને વર્ગીકરણ (Evolution and Classification)

આ સિદ્ધાંતોને આધારે આપણે આપણી ચારેતરફ ભળી આવનારી વિભિન્ન જાતિઓની વચ્ચે વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરી શકીએ છીએ. આ એક પ્રકારની સમય ઘડિયાળથી પાછળ જવાનું છે. આપણે એવી વિવિધ જાતિઓનાં લક્ષણોના ઉદ્વિકાસના કંમનું નિર્ધારણ કરી શકીએ. આ કિયાને સમજવા માટે આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરેલા સજીવોના વર્ગીકરણને યાદ કરીએ.

વિવિધ સજીવોની વચ્ચે રહેલી સમાનતાઓ આપણાને તે સજીવોને એક સમૂહમાં મૂકવામાં આવે છે અને પણી તેમના અભ્યાસનો અવસર આપે છે. તેના માટે ક્યાં લક્ષણો સજીવોની વચ્ચે આધારભૂત વિભિન્નતાઓનો નિર્ણય કરે છે અને તેના માટે ક્યાં લક્ષણો વચ્ચે મહત્વપૂર્ણ ઓછા બેદનો નિર્ણય દેશે ? લક્ષણો વિશે આપણો અભિપ્રાય શું છે ? બાબુ કંઈ અથવા વ્યવહાર વિવરણાત્મક લક્ષણ કહેવાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો વિશેષ રીતે અથવા વિશેષ કાર્યનું લક્ષણ કહેવાય છે. આપણાને ચાર પગ હોય છે. આ એક લક્ષણ છે. વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશેષણ થાય છે, આ પણ એક લક્ષણ છે.

આનુવંશિકતા અને ઉદ્વિકાસ

કેટલીક આધારભૂત લાક્ષણિકતા મોટા ભાગના સજીવોમાં સમાન હોય છે. કોષ બધા સજીવોનો આધારભૂત એકમ છે. વર્ગિકરણના આગળના સર પર કોઈ લાક્ષણિકતા મોટા ભાગના સજીવોમાં સમાન જ હોય છે, પરંતુ બધા સજીવોમાં હોતું નથી. કોષની સંરચનાની આધારભૂત લાક્ષણિકતાનું એક ઉદાહરણ કોષમાં કોષકેન્દ્રની હાજરી હોવી કે ન હોવી તે છે. જે વિવિધ સજીવોમાં બિન્ન હોય છે. જીવાશુકોષ (બેક્ટેરિયાના કોષ)માં સુવિકસિત કોષકેન્દ્ર હોતું નથી. જ્યારે મોટા ભાગના બીજા સજીવોના કોષોમાં કોષકેન્દ્ર સુવિકસિત મળી આવે છે. કોષકેન્દ્રધૂક્ત કોષવાળા સજીવોને એકકોષીય અથવા બહુકોષીય સજીવોનાં લક્ષણો શારીરિક સંરચનામાં એક આધારભૂત બિન્નતા દર્શાવાય છે. જે કોષો તેમજ પેશીઓના વિશિષ્ટીકરણના કારણે હોય છે. બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થવું કે ન થવું, તે વર્ગિકરણનું આગળનું સ્તર છે. આ બહુકોષીય સજીવો જેમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થતું નથી. તેમાં કેટલાક સજીવ એવા છે કે જેમાં અંતઃકાલ હોય છે અને કેટલાક બાધીકાલનું લક્ષણ એક અન્ય પ્રકારની આધારભૂત રચનાનો બેદ હોય છે. આ થોડાક જ પ્રશ્નો જે આપણે અહીંથાં પૂછેલા છે. જેના દ્વારા આપણે જોઈ પણ શકીએ છીએ કે ઉદ્દ્વિકાસકમનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે. જેને આધારે વર્ગિકરણ માટે સમૂહ બનાવી શકે છે.

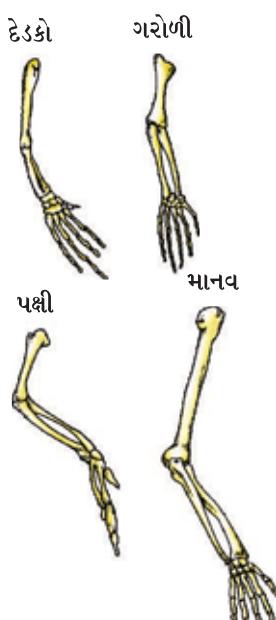
બે જાતિઓ જેટલી વધારે લક્ષણોમાં સમાનતા ધરાવે તેમના સંબંધ પડ્યા એટલો જ નજીકનો હોય છે. જેટલી વધારે સમાનતાઓ તેઓમાં હશે તેનો ઉદ્ભબ પણ નજીકમાં અને ભૂતકાળમાં સમાન પૂર્વજોમાંથી થયેલો હશે. આપણે આને ઉદાહરણની મદદથી સમજી શકીએ છીએ. એક ભાઈ તેમજ એક બહેન વધારે નજીકના સંબંધી છે. તેનાથી પહેલી પેઢીમાં તેમના પૂર્વજ સમાન હતાં એટલે કે તેઓ એક જ માતા-પિતાના સંતાન છે. છોકરીના કાકાના કે મામાનાં ભાઈ-બહેન (1<sup>st</sup> Cousin) પડ્યા તેનાથી સંબંધિત હોય છે, પરંતુ તેના પોતાના ભાઈથી ઓછો નજીકનો સંબંધ છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે તેઓ પૂર્વજ સમાન છે, એટલે કે દાદા-દાદી જે તેમની બે પેઢી પહેલાના છે નહિ કે એક પેઢી પહેલાના. હવે, તમે આ વાતને સારી રીતે સમજી શકો છો કે જાતિઓ કે સજીવોનું વર્ગિકરણ તેના વિકાસના સંબંધોનું પ્રતિબિંબ છે.

આમ, આપણે જાતિઓના એવા સમૂહનું નિર્માણ કરી શકે છે કે જેના પૂર્વજ નજીકના ભૂતકાળમાં સમાન હતા. તેના પછી આ સમૂહનો એક મોટો સમૂહ બનાવે છે. જેના પૂર્વજ અપેક્ષિત રીતે વધારે દૂરના (સમયને અનુસાર) હતા. સૈદ્ધાંતિક રીતથી આ પ્રકારની ભૂતકાળની કિદ્દોનું નિર્માણ કરતાં આપણે વિકાસની પ્રારંભિક સ્થિતિ સુધી પહોંચી શકીએ છીએ. જ્યાં એક માત્ર જાતિ હતી. જો આ સત્ય હોય તો જીવની ઉત્પત્તિ ચોક્કસ અજૈવિક પદાર્થોમાંથી જ થઈ હશે. આ કેવી રીતે સંભવિત થયું હશે? તેના વિશે અનેક સિદ્ધાંતોનું નિર્માણ કરી શકીએ?

#### 9.5.1 ઉદ્દ્વિકાસીય સંબંધોને શોધવા (Training Evolutionary Relationships)

જ્યારે આપણે ઉદ્દ્વિકાસીય સંબંધોને જાણવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ ત્યારે આપણે સમાન લાક્ષણિકતા કે લક્ષણોની ઓળખ કેવી રીતે કરીએ છીએ? વિવિધ સજીવોમાં આ લક્ષણ સમાન હશે. કારણ કે તે સમાન પિતૃથી આનુવંશિકતા પામેલા છે. ઉદાહરણ તરીકે, આ વાસ્તવિકતાને જ લઈએ કે પક્ષીઓ, સરિસૂપ તેમજ ઉભયજીવીઓની જેમજ સસ્તન પ્રાણીઓ પડા ચાર ઉપાંગો ધરાવે છે (આકૃતિ 9.8). બધામાં ઉપાંગોની આધારભૂત સંરચના એકસમાન હોય છે. જોકે વિવિધ પૃષ્ઠવંશીઓમાં કાર્ય કરવા માટે તેઓનું રૂપાંતરણ થાય છે છતાં પડા ઉપાંગની આધારભૂત સંરચના એકસમાન છે. આવાં સમમૂહક લક્ષણોની મદદથી વિભિન્ન જાતિઓ વચ્ચે ઉદ્દ્વિકાસીય સંબંધોને ઓળખી શકાય છે.

પરંતુ કોઈ અંગના આકારમાં સમાનતાઓ હોવી તેનું એક માત્ર કારણ સમાન પૂર્વજ નથી. ચામાચીડિયું તેમજ પક્ષીની પાંખ (આકૃતિ 9.9)ના વિશે તમે શું વિચારો છો? પક્ષી તેમજ વિશાન



આકૃતિ 9.8

સમમૂહક અંગો

ચામાચીડિયાને પાંખ હોય છે, પરંતુ બિસકોલી તેમજ ગરોળીને પાંખ હોતી નથી. તે શું પક્ષી તેમજ ચામાચીડિયાની વચ્ચેનો સંબંધ, બિસકોલી અને ગરોળીની તુલનામાં વધારે નિકટ છે ?

આના પહેલા કે આપણે કોઈ તારણ કાઢીએ, આપણે પક્ષી તેમજ ચામાચીડિયાની પાંખોનું અવલોકન સૂક્ષ્મ રીતે કરવું જોઈએ. જ્યારે આપણે એવું કરીએ છીએ ત્યારે આપણને ખબર પડે છે કે ચામાચીડિયામાં પાંખ મુખ્યત્વે મધ્યસ્થ આંગળીના મધ્યની ત્વચાના વિસ્તરણથી નિર્માણ પામે છે, પરંતુ પક્ષી પાંખ તેના સંપૂર્ણ અગ્રઉપાંગની ત્વચાના વિસ્તરણથી બને છે. જે પીઠાંઓથી ઢંકાયેલી રહે છે. આમ, બંને પાંખોની રચના, તેમનું બંધારણ તેમજ સંઘટકોમાં વધારે બિન્નતા છે. તેઓ એક જેવા દેખાય છે. કારણ કે તે ઊડવા માટે તેનો ઉપયોગ કરે છે, પરંતુ બધાની ઉત્પત્તિ (બંનેની ઉત્પત્તિ) સંપૂર્ણ રીતે સમાન રીતે થયેલી નથી. આ કારણસર તેને સમરૂપ કે કાર્યસંદેશ અંગોનું લક્ષણ ગણવામાં આવે છે નહિ કે સમમૂલક લક્ષણ. હવે, તે વિચાર કરવો વધારે રસપ્રદ રહેશે કે પક્ષીના અગ્રઉપાંગ તેમજ ચામાચીડિયાના અગ્રઉપાંગને સમજાત માની શકાય અથવા સમરૂપ !

### 9.5.2 અશિમ/જીવાશમો (Fossils)

અંગોની સંરચના માત્ર વર્તમાન જીતિઓ પર થઈ શકતી નથી પણ તે જીતિઓ પર પણ આધાર રાખી શકે છે જે અત્યારે (હાલમાં) જીવિત નથી. આપણે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે તે લુપ્ત થયેલી જીતિઓ કદી અસ્તિત્વમાં પડી હતી ? આપણે આ અશિમ (જીવાશમ) દ્વારા જાણી શકીએ છીએ (આકૃતિ 9.10 જુઓ). અશિમ કે જીવાશમ કે જીવાવશેષ એટલે શું ? સામાન્યતઃ સજીવના મૃત્યુ પછી તેના શરીરનું વિઘટન થાય છે અને તે સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ ક્યારેક સજીવ અથવા તેના કેટલાક ભાગ એવા વાતાવરણમાં જતા રહે છે કે જેના કારણે તેનું વિઘટન સંપૂર્ણ રીતે થઈ શકતું નથી. ઉદાહરણ તરીકે, જો કોઈ મૃત કીટક ગરમ માટીમાં સુકાઈ જઈને કડક થઈ જાય અને તેમાં તે કીટકના શરીરની છાપ સુરક્ષિત રહી જાય છે. આ પ્રકાર કે રીતે રક્ષણ પામેલા અવશેષને જીવાશમ કે જીવાવશેષ કે અશિમ (Fossil) કહેવાય છે.



અશિમ-વૃક્ષનું થડ



અશિમ-અપૃષ્ટવંશી  
(અમોનાઈટ)



અશિમ-અપૃષ્ટવંશી  
(ટ્રાઇલોબાઈટ)

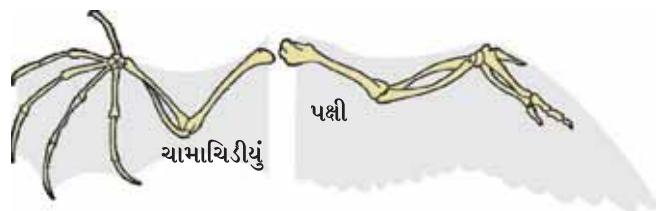


અશિમ-માછલી  
નાર્ડિટીયા



અશિમ-ડાયનોસોરની ખોપરી  
(રાજસુરસ)

આકૃતિ 9.10 વિવિધ પ્રકારનાં અશિમઓ બિન્ન દેખાવ અને ઊડાણની કક્ષાઓ અને સંગ્રહ. નર્મદાની ખીણમાંથી માત્ર થોડાં જ વર્ષો પહેલાં ડાયનોસોરની ખોપરી જોવા મળી છે.



આકૃતિ 9.9

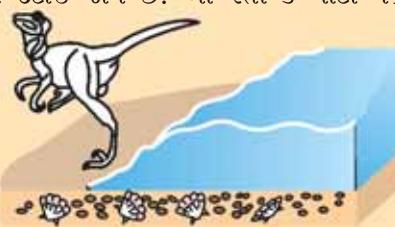
કાર્યસંદેશ અંગો - ચામાચીડિયાની પાંખ અને પક્ષીની પાંખ

આપણો તે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે જીવાશમ કેટલા જૂના કે પ્રાચીન છે? આ વાતનું અનુમાન કરવા માટે બે ઘટકો છે. એક છે સાપેક્ષ. જો આપણો કોઈ સ્થળ પર ખોદકામ કરીએ અને એક ઊંડાઈ સુધી ખોદકામ કર્યા પછી આપણાને જીવાશમ મળવાની શરૂઆત થાય છે ત્યારે એવી સ્થિતિમાં તે વિચારવું તર્કસંગત છે કે પૃથ્વીની સપાઠીની નિકટ કે નજીક આવેલા જીવાશમ, ઊંડા સ્તરમાં મળી આવેલા જીવાશમોની તુલનામાં વધારે નવા છે. બીજી પદ્ધતિ કે રીત 'ફોસિલ ટેટિંગ' છે. જેમાં જીવાશમ મળી આવનારા કોઈ એક તત્ત્વને વિવિધ સમસ્થાનિકોના ગુણોત્તરના આધારે જીવાશમના સમયને નક્કી કરવામાં આવે છે. તે જાણવું પણ રસપ્રદ હોય છે કે આ રીત કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

### જીવાશમના એક પછી એક સ્તર કેવી રીતે બને છે?

આવો, 10 કરોડ (100 મિલિયન) વર્ષ પહેલાંથી પ્રારંભ કરીએ છીએ. સમુદ્ર તલપ્રદેશ પર કેટલાક અપૃષ્ટવંશી સજીવોનું મૃત્યુ થઈ જાય છે અને તેઓ રેતીમાં દટાઈ જાય છે. ધીમે-ધીમે હજુ વધારે રેતી એકત્રિત થતી જાય છે અને વધારે દબાણને કારણે તે ખડક કે મોટો પથ્થર બની જાય છે.

કેટલાંક મિલિયન વર્ષો પછી, તે વિસ્તાર કે ક્ષેત્રમાં રહેનારા ડાયનોસોર મરી જાય છે અને તેમના શરીર પણ રેતીમાં દટાઈ જાય છે. આ રેતી કે માટી પણ દબાણ અનુભવીને મોટો પથ્થર કે ખડક બની જાય છે. જે પહેલાં



અપૃષ્ટવંશીઓના જીવાશમવાળા ખડક કે મોટા પથ્થરની ઉપર બને છે. ફરીથી, તેનાં કેટલાંક વર્ષો પછી આ ક્ષેત્ર કે વિસ્તારમાં ઘોડા જેવા સમાન કેટલાક સજીવોના જીવાશમો પહાડો કે મોટા પથ્થર અથવા ખડકમાં દટાઈ જાય છે.



તેના ઘણા સમય ઉપરાંત ભૂમિ ક્ષરણા (માની લો કે પાણીના પ્રવાહ)ને કારણે કેટલાક પહાડો કે ખડકો ફાટી જાય છે અને ઘોડા જેવા જ જીવાશમ મળી આવે છે. જેમ-જેમ આપણો ઊંડું ખોદકામ કરતા જઈએ તેમ-તેમ પ્રાચીન કે જૂના જીવાશમ પ્રાપ્ત થતા જાય છે.



### 9.5.3 ઉદ્વિકાસના તબક્કાઓ (Evolution by Stages)

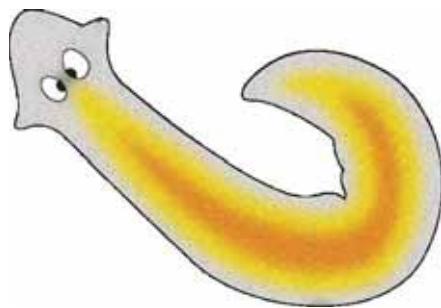
અહીંયાં તે પ્રશ્ન ઉત્પન્ન થાય છે કે જો જટિલ અંગ, ઉદાહરણ તરીકે આંખની પસંદગી તેની ઉપયોગિતાના આધારે થાય છે તો તે DNAમાં માત્ર એક પરિવર્તન દ્વારા કેવી રીતે સંભવ છે? નિશ્ચિત રીતે આવાં જટિલ અંગોનો વિકાસ, કંભિક રીતે અનેક પેઢીઓમાં થયો હશે. પરંતુ, વચ્ચેનું પરિવર્તન કેવી રીતે પસંદગી પામ્યું હશે? તેના માટે અનેક સંભવિત સ્પષ્ટીકરણ છે. એક વચ્ચેનો તબક્કો (આકૃતિ 9.11) જેમકે, અર્ધવિકસિત આંખ, કેટલીક મર્યાદા સુધી ઉપયોગમાં આવી શકે છે. આ યોગ્યતાનો લાભ પર્યાપ્ત હોઈ શકે છે. વાસ્તવમાં પાંખની જેમ આંખ પણ એક વ્યાપક અનુકૂલન પામતું અંગ છે. આ કીટકોમાં જોવા મળે છે. તેવી રીતે ઓક્ટોપસ અને પૃષ્ઠવંશીઓમાં પણ હોય છે અને આંખની સંરચના આ બધા સજીવોમાં ભિન્ન હોય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બિન્ન-બિન્ન ઉદ્વિકાસીય ઉત્પત્તિ તેની સાથે એક પરિવર્તન જે એક લક્ષણ માટે ઉપયોગી છે. કાળકમે તે કોઈ અન્ય કાર્ય માટે પણ ઉપયોગી પુરવાર થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ માટે, પાંખ જે સંભવત: ઠંડી ઝતુમાં ઉભાઅવરોધન કે તાપમાન અવરોધક માટે વિકાસ પામ્યા હતા. કાળકમે તે ઊડવા માટે પણ ઉપયોગી બન્યા. વાસ્તવમાં કેટલાક ઊડવા માટે સમર્થ ન હતા. ત્યાર બાદ સંભવત: પક્ષીઓ પાંખોને ઊડવા માટે વાપરે છે. ડાયનોસોર સરિસૂપ હતા. આમ, આપણે આ અર્થઘટન કરી શકીએ છીએ કે પક્ષી ખૂબ જ નજીકીય સરિસૂપ સાથે સંબંધિત છે.

અહીં તેનો ઉલ્લેખ કરવો ઘણો રસપૂર્ણ છે કે ઘણી વધારે બિન્નતા દેખાડનારી સંરચનાઓ એકસમાન શરીર સંરચનામાંથી વિકાસ પામી શકે છે. તે પણ સત્ય છે કે જીવાશમ કે અશિમાં અંગોની સંરચનાનું વિવેચન, આપણે તે અનુમાન કરવામાં મદદરૂપ થઈ શકે છે કે ઉદ્વિકાસીય સંબંધ કેટલો પાછળા જઈ શકે છે? શું આ કિયાનું કોઈ ઉદાહરણ છે? જંગલી કોબીજ તેનું એક સૌથી સારું ઉદાહરણ છે. બે હજાર વર્ષ પૂર્વથી મનુષ્ય જંગલી કોબીજને એક ખાદ્ય વનસ્પતિના સ્વરૂપમાં ઉગાડ્યો હતો અને તેણે પસંદગી દ્વારા તેમાંથી વિવિધ શાકભાજનો વિકાસ કર્યો (આકૃતિ 9.13).

પરંતુ તે પ્રાકૃતિક પસંદગી ન રહેતા કૂત્રિમ પસંદગી છે. કેટલાક ખેડૂતોએ, તેનાં પણ્ણોની વચ્ચેનું અંતર ઓછું કરવા માંગતા હતા. જેનાથી કોબીજનો વિકાસ થાય છે, જેને આપણે ખાઈ શકીએ છીએ. કેટલાક ખેડૂતો એ પુષ્પોની વૃદ્ધિને અવરોધવા માંગતા હતા. આમ, ગ્રોકોલીનો વિકાસ થયો અથવા વંધ્ય પુષ્પોમાંથી ફ્લાવરનો વિકાસ થયો. કેટલાક ફૂલેલા ભાગની પસંદગી કરી. આમ, ગાંઠમાંથી કોબીજનો વિકાસ થયો. કેટલાકે માત્ર પહોળાં પણ્ણોની જ પસંદગી કરી અને 'કેલે' નામની શાકભાજનો વિકાસ કર્યો. જો મનુષ્યે સ્વયં આ પ્રયોગ ના કર્યો હોત તો શું આપણે ક્યારેય એવો વિચાર કરી શક્યા હોત કે ઉપર્યુક્ત બધી પ્રજાતિઓ સમાન પિતૃમાંથી વિકાસ પામેલી છે?

આનુવંશિકતા અને ઉદ્વિકાસ



આકૃતિ 9.11

ઘેનેરિયા નામના ચપટાકૃમિ પૃથુકમિની અત્યંત સરળ આંખ હોય છે, જે વાસ્તવમાં નેત્રબિંદુ કે ચક્કાબિંદુ છે જે પ્રકાશને ઓળખી શકે છે



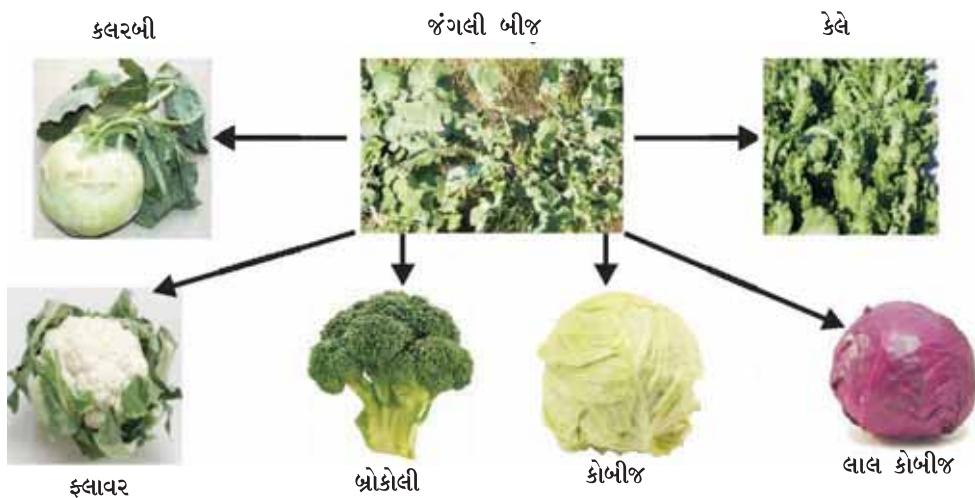
આ ડ્રોમોસોર, પરિવારનો ડાયનોસોરનાં આ અસ્થિઓની સાથે એક નાનો ડાયનોસોર છે. પાંખની ધાપ પણ રક્ષણ થયું હતું. અહીંયાં આપણો અગ્રભાડુ પર સ્થિત પાંખની ધાપને જોઈ શકીએ છીએ



આકૃતિ : જીવાશમના શીર્ષ પાંખોની નીકટમ આ ડાયનોસોર ઊડવા માટે અસમર્થ હતા. તે સંભવ છે કે પાંખોનો વિકાસ ઊડવાની સાથે કોઈ સંબંધ ન રહ્યો હોય

આકૃતિ 9.12

ડાયનોસોર અને પીઠાંઓનો ઉદ્વિકાસ



આકૃતિ 9.13 જંગલી કોબીજનો ઉદ્વિકાસ

ઉદ્વિકાસીય સંબંધ શોધવાની એક અન્ય રીત નૈસર્જિક પરિકલ્પના પર આધારિત છે. જેનાથી આપણે શરૂઆત કરી હતી તે વિચાર હતો કે પ્રજનન દરમિયાન DNAમાં થનારા પરિવર્તન વિકાસની આધારભૂત ઘટના છે. આ સત્ય છે કે વિવિધ જાતિઓના DNAની સંરચનાની તુલનાથી આપણે સીધા જ નક્કી કરી શકીએ છીએ કે આ જાતિઓના ઉદ્ભબ દરમિયાન ક્યા-ક્યા અને કેટલાં પરિવર્તન આવે છે? ઉદ્વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરવામાં આ વિધિનો વ્યાપક પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.

#### આણ્ણીક ઉદ્વિકાસ (Molecular Phylogeny)

આપણે એ વાતની ચર્ચા કરતા હતા કે કોષવિભાજનના સમયે DNAમાં થનારા પરિવર્તનથી તે પ્રોટીનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે જે નવા DNAથી બનશે. બીજી વાત એ થઈ હતી કે આ પરિવર્તન પેઢી દર પેઢી કે ઉત્તરોત્તર પેઢીઓમાં સંચય પામતા જાય છે. શું આપણે સમયની સાથે પાછળ જઈને જાણી શકીએ છીએ કે આ પરિવર્તન ક્યા સમયે થયું હતું? આણ્ણીક ઉદ્વિકાસ વાસ્તવમાં આ જ કરે છે. આ અભ્યાસમાં આ વિચાર ખરેખર યોગ્ય છે કે દૂરસ્થ સંબંધિત સજ્જવોના DNAમાં આ બિન્નતાઓ વધારે માત્રામાં સંચિત થાય છે. આ પ્રકારના અભ્યાસમાં ઉદ્વિકાસીય સંબંધોને શોધવા પડે છે અને આ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે કે વિવિધ સજ્જવોની વચ્ચે આણ્ણીક ઉદ્વિકાસ દ્વારા સ્થાપિત સંબંધિત વર્ગીકરણની સાથે સુમેળ પામે છે. જેના વિષયમાં આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ.

#### પ્રશ્નો

- બે જાતિઓના ઉદ્વિકાસીય સંબંધને નક્કી કરવા માટેની એક લાક્ષણિકતાનું ઉદાહરણ આપો.
- એક પતંગિયા અને ચામાચીડિયાની પાંખને શું સમજાત અંગ કહી શકાય છે? કેમ? અથવા કેમ નહિ?
- અશ્મ શું છે? તે જૈવ-ઉદ્વિકાસની ડિયા વિશે શું દર્શાવે છે?



#### 9.6 ઉદ્વિકાસને પ્રગતિને સમાન ન ગણવું જોઈએ

(Evolution Should not be Equated with Progress)

જાતિઓના વંશ-વૃક્ષની કરીએ શોધવાના પ્રયત્નમાં આપણે કેટલીક બાબતોનું ધ્યાન રાખવું પડે છે. પહેલું આ કિયાના પ્રત્યેક સ્તર પર અનેક શાખાઓ સંભવિત છે. એવું નથી કે નવી જાતિઓના

ઉદ્ભવ માટે પહેલી જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગય છે. આપણે ભમરાનું ઉદાહરણ જોયું હતું તેમાં એક નવી જાતિની ઉત્પત્તિ થઈ છે. નવી જાતિની ઉત્પત્તિ માટે જરૂરી નથી કે પહેલી જાતિ લુપ્ત થઈ ગય. આ બધું પર્યાવરણ પર નિર્ભર હોય છે. તેનો અર્થ એ પણ નથી કે વિકાસ પામેલી નવી જાતિ પોતાની પૂર્વજી જાતિથી ઉત્તમ કે શ્રેષ્ઠ જ છે. માત્ર પ્રાકૃતિક પસંદગી તેમજ આનુવંશિક ફેરફારની સંયુક્ત અસરથી એવી વસ્તી તૈયાર થઈ જેના સભ્ય પહેલી જાતિની સાથે પ્રજનન કરવા માટે અસર્મથ છે. આમ, ઉદાહરણ તરીકે આ સાચું નથી કે માનવનો વિકાસ ચિમ્પાન્ઝીમાંથી થયો છે. પણ પહેલાં માનવ તેમજ ચિમ્પાન્ઝી બંનેના પૂર્વજી સમાન હતા. તેઓ ચિમ્પાન્ઝી જેવા ન હતા કે ન તો માનવ જેવા હતા. એ પણ આવશ્યક નથી કે પૂર્વજોનો નાશ થવાનો પ્રથમ તબક્કામાં જ આધુનિક ચિમ્પાન્ઝી કે માનવની ઉત્પત્તિ થઈ ગઈ હોય, પરંતુ આ વાતની સંભાવના વધારે છે કે બંને જાતિઓનો વિકાસ અલગ-અલગ રીતથી વિવિધ શાખાઓમાં પોતાની રીતે થયો હશે. જેથી આધુનિક જાતિના વર્તમાન સ્વરૂપ બન્યા છે.

વાસ્તવમાં, જૈવ-ઉદ્ભવિકાસના સિદ્ધાંતનો અર્થ કોઈ વાસ્તવિક પ્રગતિ નથી. વિવિધતાઓની ઉત્પત્તિ તેમજ પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા તેને સ્વરૂપ આપવાથી માત્ર વિકાસ થાય છે. જૈવ-ઉદ્ભવિકાસમાં પ્રગતિની જો કોઈ પ્રવૃત્તિ જોવા મળે છે તો તે સમયની સાથે-સાથે શારીરિક બંધારણની જટિલતામાં વૃદ્ધિ છે, પરંતુ તેનો અર્થ ક્યારેય પણ એવો ન થાય કે પૂર્વવત્ત (પ્રાચીન) શરીરરચના કાર્યક્રમ ન હતી. અનેક અતિ પ્રાચીન તેમજ સરળ બંધારણ આજે પણ અસ્તિત્વમાં છે. વાસ્તવમાં સરળતમ શરીર બંધારણવાળો એક સમૂહ જીવાણુ (બેંકટેરિયા) વિષમ કે પ્રતિકૂળ પર્યાવરણ જેમકે ગરમ પાણીના જરાં, ઊંડા સમુદ્રના ગરમ સોત તથા એન્ટાર્કટિકાના બરફમાં પણ મળી આવે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, માનવ જૈવ-ઉદ્ભવિકાસના શિખર પર નથી પણ જૈવ-ઉદ્ભવિકાસ શૃંખલામાં ઉત્પન્ન થયેલ એક અન્ય જાતિ છે.

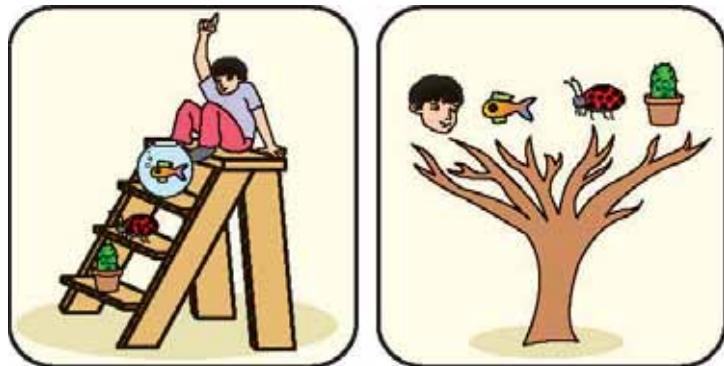
#### 9.6.1 માનવ ઉદ્ભવિકાસ

##### (Human Evolution)

માનવ ઉદ્ભવિકાસના અભ્યાસ માટે પણ તે સાધનોનો ઉપયોગ કરાય છે જેનો જૈવ-ઉદ્ભવિકાસ માટે ઉપયોગ કર્યો હતો. જેવાં કે – ઉત્પત્તિ, સમય-નિર્ધારણ અને જીવાશમ અભ્યાસની સાથે DNA અનુકૂળનું નિર્ધારણ માનવ ઉદ્ભવિકાસના અભ્યાસનાં મુખ્ય સાધનો છે.

પૃથ્વી પર માનવના રંગ-રૂપ તેમજ આકારમાં ખૂબ વધારે વિવિધતાઓ જોવા મળે છે. આ વિવિધતાઓ એટલી વધુ છે કે લાંબા સમય સુધી લોકો મનુષ્યની ‘પ્રજાતિઓ’ની જ વાત કરતા હતા. સામાન્ય રીતે ત્વચાનો રંગ પ્રજાતિને ઓળખવા માટેનો સરળ માર્ગ હતો. કેટલીક પ્રજાતિઓ કાળી, પીળી, ગોરી કે બ્રાઉન (કષ્ટઈ) તરીકે જ ઓળખાતી હતી. તો ચર્ચાનો પ્રશ્ન એ રહે કે શું દેખીતી રીતે સરખી લાગતી પ્રજાતિ અલગ રીતે ઉદ્ભવી છે? સમય જતાં પુરાવા સ્પષ્ટ થયા અને જવાબ મળ્યા કે આવી પ્રજાતિઓ માટે કોઈ જૈવિક આધાર નથી બધા જ મનુષ્યો એક જ પ્રજાતિના છે.

જરૂરી નથી કે આપણે હજારો વર્ષોથી ક્યાં રહીએ છીએ, પરંતુ આપણા બધાનો ઉદ્ભવ આંકિકાથી થયો છે. માનવજાતિ ‘હોમો સેપિયન્સ’ સેપિયન્સના સૌપ્રથમ સભ્યોને ત્યાંથી શોખવામાં આવ્યા હતા. આપણી આનુવંશિક ધારને કાળકમે આંકિકન મૂળમાંથી જ શોધી શકાય છે. કેટલાક આનુવંશિકતા અને ઉદ્ભવિકાસ



આંકિકતિ 9.14  
ઉદ્ભવિકાસ -  
નિસરણી વિરુદ્ધ વૃક્ષ

હજાર વર્ષ પૂર્વ આપણા પૂર્વજોએ આફિકા છોડી દીધું જ્યારે કેટલાક ત્યાં જ રહી ગયા હતા. જોકે ત્યાંના મૂળ નિવાસી સંપૂર્ણ આફિકામાં ફેલાઈ ગયા. આ ઉદ્વિકાસિત પ્રવાસી જાતિ ધીમે-ધીમે સમગ્ર ગ્રહ પર ફેલાઈ ગઈ. આફિકાથી પણ્યમી એશિયા અને ત્યાંથી મધ્ય એશિયા, યુરેશિયા, દક્ષિણ એશિયા અને પૂર્વ એશિયા. ત્યાંથી તેઓએ હન્ડોનેશિયાનાં દ્વિપો (ટાપુઓ) અને ફિલિપાઈન્સથી ઓસ્ટ્રેલિયા સુધીની મુસાફરી (સફર) કરી હતી. તેઓ બેરિંગ લેન્ડ પુલને પસાર કરીને અમેરિકા પહોંચ્યા હતા. કારણ કે તેઓ માત્ર યાત્રા કરવાના ઉદ્દેશથી મુસાફરી કરતા ન હતા. તેઓ એક જ માર્ગ ન ગયા પરંતુ વિભિન્ન સમૂહોમાં ક્યારેક આગળ અને ક્યારેક પાછળ ગયા હતા. ક્યારેક અલગ થઈને વિવિધ દિશાઓમાં આગળ વધતાં ગયા જ્યારે કેટલાક પાછા આવીને એકબીજામાં પરસ્પર ભળી પડ્યા ગયા. આવવા-જવાનો આ ઘટનાક્રમ ચાલતો રહ્યો હતો. આ ગ્રહની અન્ય જાતિઓની જેમ તેમની ઉત્પત્તિ જૈવ-ઉદ્વિકાસની એક ઘટના માત્ર જ હતી અને તેઓ પોતાનું જીવન સર્વોત્તમ રીતેથી જીવવાનો પ્રયત્ન કરતા રહ્યાં હતા.

### પ્રશ્નો

- આકાર, કદ, રંગ-રૂપમાં આટલી ભિન્ન દેખાતી માનવની એક જ જાતિના સભ્ય છે તેનું કારણ શું છે ?
- ઉદ્વિકાસના આધારે શું તમે જીવાવી શકો છો કે જીવાણું, કરોળિયો, માછલી અને ચિમ્પાન્ઝીમાં કોનું શારીરિક બંધારણ ઉત્તમ છે ? તમારા જીવાબની સમજૂતી આપો.



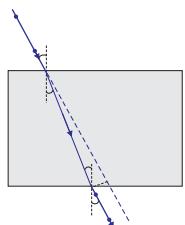
### તમે શીખ્યાં કે

- પ્રજનનના સમયે ઉત્પન્ન થતી ભિન્નતાઓ વારસાગત હોઈ શકે છે.
- આ ભિન્નતાઓને કારણે જીવની જીવિતતામાં વૃદ્ધિ થઈ શકે છે.
- લિંગિપ્રજનન કરનારા સજીવોમાં એક લક્ષણ (Trait)ના જનીનના બે પ્રતિરૂપ (નકલો) હોય છે. આ પ્રતિકૂતિઓના એકસમાન ન હોવાની પરિસ્થિતિમાં જે લક્ષણ વ્યક્ત થાય છે તેને પ્રમાણી લક્ષણ અને અન્યને પ્રશ્નની લક્ષણ કહે છે.
- વિભિન્ન લક્ષણ કોઈ સજીવમાં સ્વતંત્ર રીતેથી વારસાગત હોય છે. સંતતિમાં નવા સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે.
- ભિન્ન જાતિઓમાં લિંગનિશ્ચયનના કારકભિન્ન હોય છે. માનવમાં સંતાનનું લિંગ આ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પિતા પાસેથી મળનારું રંગસૂત્ર 'X' (છોકરીઓ માટે) અથવા 'Y' (છોકરા માટે) કેવા પ્રકારના છે.
- જાતિમાં રહેલી ભિન્નતાઓ તેને જીવિતતાને યોગ્ય બનાવી શકે છે અથવા માત્ર આનુવંશિક ફેરફાર યોગદાન આપે છે.
- વાનસ્પતિક પેશીઓમાં પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ઉત્પન્ન પરિવર્તન આનુવંશિક હોતા નથી.
- ભિન્નતાઓ ભૌગોલિક અલગીકરણને કારણે જાતિનિર્માણ થઈ શકે છે.
- વિકાસીય સંબંધોને સજીવોના વર્ગીકરણમાં શોધી શકાય છે.
- સમયમાં પાછળ જઈને (પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા સમયમાં) સમાન પૂર્વજોની શોધથી આપણને અંદાજ આવે છે કે સમયના કયા બિંદુએ અજૈવિક પદાર્થોથી જીવની ઉત્પત્તિ થઈ છે.
- જૈવ-ઉદ્વિકાસને સમજવા માટે માત્ર વર્તમાન જાતિઓનો અભ્યાસ પર્યાપ્ત નથી પણ અશિમાઓનો અભ્યાસ પણ આવશ્યક છે.
- અસ્તિત્વના લાભ માટે મધ્યવર્તી તબક્કાઓ દ્વારા જટિલ અંગોનો ઉદ્વિકાસ થયેલો છે.
- જૈવ-ઉદ્વિકાસનો સમય, અંગ અથવા આકાર નવા કાર્યક્રમ શરીર માટે અનુકૂલિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પાંખો જે શરૂઆતમાં ઉષ્ણતા આપતા હતા (ગરમી આપતા હતા) જેના માટે તેનો વિકાસ થયો હતો કણકમે તે ઊડવા માટે અનુકૂલિત બન્યા છે.

- ઉદ્વિકાસને નિભન સ્વરૂપથી ઉચ્ચતમ સ્વરૂપની પ્રગતિ કહી શકાય નહિ પણ એ પ્રતિત થાય છે કે ઉદ્વિકાસ વધારે જટિલ શારીરિક બંધારણ ઉત્પન્ન કરવા માટે થયેલ છે જ્યારે સરળતમ બંધારણ સારી રીતે અસ્તિત્વ ધરાવે પડુ છે.
- માનવના ઉદ્વિકાસનો અભ્યાસથી આપણાને જાણકારી મળે છે કે આપણે બધા એક જ જાતિના સભ્ય છીએ જેની ઉત્પત્તિ આફિકમાં થઈ અને તબક્કાવાર વિશ્વના વિભિન્ન ભાગોમાં ફેલાઈ ગઈ છે.

## સ્વાધ્યાય

1. મેન્ડલના એક પ્રયોગમાં ઊંચો વટાળાનો છોડ જેનાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં. તેનું સંકરણ નીચા વટાળાના છોડ કે જેનાં પુષ્પ સફેદ રંગનાં હતાં તેની સાથે કરાવવામાં આવ્યું. તેમની સંતતિના બધા જ છોડમાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં, પરંતુ તેમાંથી અડ્યોઅડ્ય છોડ નીચા હતા. આ પરથી કહી શકાય કે ઊંચા પિતુ છોડની આનુવંશિક રચના નીચેના પૈકી એક હતી :
  - (a) TTWW
  - (b) Ttww
  - (c) TtWW
  - (d) TtWw
2. સમજાત અંગો કે સમમૂલક અંગોનું ઉદાહરણ છે.
  - (a) આપણો હાથ અને ઝૂતરાનું અગ્રઉપાંગ
  - (b) આપણા દાંત અને હાથીના દાંત
  - (c) બટાટા અને ઘાસનું પ્રરોધ
  - (d) ઉપર્યુક્ત તમામ
3. ઉદ્વિકાસીય દસ્તિકોણથી આપણી કોની સાથે વધારે સમાનતા છે ?
  - (a) ચીનનો વિદ્યાર્થી
  - (b) ચિયમાન્જી
  - (c) કરોળિયો
  - (d) જીવાણુ
4. એક અભ્યાસ પરથી જાણ્યું કે આદ્યા રંગની આંખોવાળાં બાળકોના પિતુની (માતા-પિતા) આંખો પણ આદ્યા રંગની હોય છે. તેના આધારે શું આપણે કહી શકીએ કે આંખોના આદ્યા રંગનું લક્ષ્ણ પ્રભાવી છે કે પ્રચ્છન્ન છે ? તમારા જવાબની સમજૂતી આપો.
5. જૈવ-ઉદ્વિકાસ અને વર્ગીકરણના અભ્યાસક્ષેત્ર કોઈ પ્રકારે કે રીતે પરસ્પર સંબંધિત છે ?
6. સમજાત અને સમરૂપ અંગોને ઉદાહરણો આપી સમજાવો.
7. ઝૂતરાની ચામડીના પ્રભાવી રંગને જાણવા માટેના હેતુથી એક પ્રોજેક્ટ બનાવો.
8. ઉદ્વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરવા માટે જીવાશમ કે અશીમનું શું મહત્વ છે ?
9. કયા પુરાવાને આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, જીવની ઉત્પત્તિ અજૈવિક પદાર્થમાંથી થઈ છે ?
10. ‘અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલી ભિન્નતાઓ વધારે સ્થાયી હોય છે.’ સમજાવો. આ લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોના ઉદ્વિકાસને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે.
11. સંતતિ કે બાળપેઢીમાં નર તેમજ માદા પિતૃઓ દ્વારા આનુવંશિક યોગદાનમાં સરખી ભાગીદારી કેવી રીતે સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે ?
12. માત્ર તે ભિન્નતાઓ જે કોઈ એકલ સજીવના માટે ઉપયોગી હોય છે, વસ્તીમાં પોતાના અસ્તિત્વને જળવી રાખે છે. શું તમે આ વિધાન સાથે સહમત છો ? શા માટે ? તેમજ શા માટે નહિ ?



# પ્રકરણ 10

## પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વકીભવન (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 દર્શયમાન થાય છે. શાનાથી વસ્તુઓ દર્શયમાન 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 કારપણ કે પ્રકાશ તેમાંથી પસાર થઈ શકે છે. પ્રકાશ સાથે અનેક સામાન્ય તથા અદ્ભુત ઘટનાઓ સંકળાયેલ છે જેમકે, અરોસાઓ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના, તારાઓનું ટમટમવું, મેઘધનૃષ્ણના સુંદર રંગો, માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશનું વાંકું વળવું વગેરે. પ્રકાશના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ આપણાને 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.

નાનું પ્રકાશના કિરણો

જો પ્રકાશના પથમાં રાખેલ અપારદર્શક વસ્તુ ખૂબ નાની બને 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 ફરીથી તે સ્પષ્ટ થઈ ચૂક્યું હતું કે પ્રકાશની દ્રવ્ય સાથેની આંતરકિયાના અભ્યાસમાં પ્રકાશનો તરંગ સિદ્ધાંત પર્યાપ્ત નથી તથા પ્રકાશ ધણી વાર કણોના પ્રવાહ સ્વરૂપે વર્તે છે. પ્રકાશની સાચી પ્રકૃતિ વિશે મતમતાંતરો કેટલાંક વર્ષો સુધી ચાલતા રહ્યા જ્યાં સુધી પ્રકાશનો આધુનિક કવોન્ટમ 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 પ્રકાશના પરાવર્તન અને વકીભવનની ઘટનાઓનો અભ્યાસ, પ્રકાશની સુરેખપથ પર થતી ગતિની મદદથી કરીશું. આ મૂળભૂત જ્યાલો આપણાને કુદરતમાં બનતી કેટલાંક પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં મદદરૂપ થશે. આ પ્રકરણમાં આપણે ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા પ્રકાશના પરાવર્તન, પ્રકાશના વકીભવન તેમજ વાસ્તવિક જીવનમાં તેમની ઉપયોગિતાને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું.

### 10.1 પ્રકાશનું પરાવર્તન (Reflection of Light)

સંપૂર્ણ પોલિશ કરેલી સપાઠી, જેમકે અરીસો, તેના પર પડતા મોટા ભાગના પ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે.

તમે પ્રકાશના પરાવર્તનના નિયમો વિશે પહેલેથી જ જાણો છો. ચાલો ! આ નિયમો યાદ કરી લઈએ –

- આપાતકોણ અને પરાવર્તનકોણ સમાન હોય છે તથા
- આપાતકિરણ, અરીસાના આપાતબંધુએ 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 ભજતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી અને ચતું હોય છે. પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ 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 10.1

- એક મોટી ચળકતી ચમચી લો. તમારો ચહેરો તેની વક્સપાટીમાં 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 ભજતાં પ્રતિબિંબબોની લાક્ષણિકતાઓની સરખામણી કરો.

ચળકતી ચમચીની વક્સપાટીને ગોળીય અરીસા તરીકે ગણી શકાય. સૌથી વધુ ઉપયોગમાં આવતાં વક અરીસા તરીકે ગોળીય અરીસા છે. આ પ્રકારના અરીસાઓની પરાવર્તક સપાટી કોઈ ગોળાના પૃષ્ઠનો એક ભાગ ગણી શકાય. આવા અરીસાઓ કે જેના પરાવર્તક પૃષ્ઠ ગોળીય હોય તેને ગોળીય અરીસા કહે છે. હવે આપણે ગોળીય અરીસાઓ વિશે કંઈક વિસ્તારપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

## 10.2 ગોળીય અરીસાઓ (Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ કે બહારની તરફ વકાકાર હોઈ શકે. ગોળીય અરીસો કે જેની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ વળેલી એટલે કે ગોળાના કેન્દ્ર તરફ હોય તેને અંતર્ગોળ અરીસો (concave mirror) કહે છે. ગોળીય અરીસો કે જેની પરાવર્તક સપાટી બહારની તરફ વળેલી હોય તેને બહિર્ગોળ અરીસો (convex mirror) કહે છે. આ અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ (Schematic representation) આકૃતિ 10.1 માં દર્શાવેલ છે. આ આકૃતિમાં નોંધો કે અરીસાઓના પાછળના ભાગને છાયાંકિત (Shaded) કરેલ છે.

હવે તમે સમજી શકશો કે ચમચીની અંદર તરફની વક સપાટી 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.

પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વકીલબદ્ધન



(a) અંતર્ગોળ અરીસો



(b) બહિર્ગોળ અરીસો

આકૃતિ 10.1

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 વક્તાકેન્દ્ર કહે છે. તેને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવાય છે. અહીં ખાસ નોંધો કે વક્તાકેન્દ્ર એ અરીસાનો ભાગ નથી. તે પરાવર્તક સપાટીની બહાર આવેલું હોય છે. અંતર્ગોળ અરીસાનું વક્તાકેન્દ્ર તેની આગળ તરફ આવેલું છે. જોકે બહિગોળ અરીસાના ડિસ્સામાં તે અરીસાની પાછળ આવેલું હોય છે. આ હકીકત તમે આણૂતિ 10.2 (a) તથા (b)માં જોઈ શકો છો. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી જે ગોળાનો ભાગ છે તેની ત્રિજ્યાને અરીસાની વક્તાત્રિજ્યા કહે છે. તેને મૂળાક્ષર R વડે દર્શાવાય છે. તમે નોંધો કે અંતર PC વક્તાત્રિજ્યા જેટલું છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા વક્તાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતી એક સુરેખા કલ્યો. 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 મહત્વપૂર્ણ પદને પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજાએ.

### પ્રવૃત્તિ 10.2

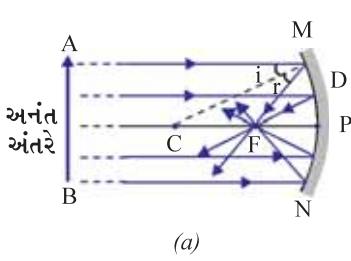
**ચેતવણી :** સૂર્ય તરફ પ્રત્યક્ષ કે સૂર્યપ્રકાશને પરાવર્તિત કરતા અરીસામાં ન જુઓ. તેનાથી કદાચ તમારી આંખોને નુકસાન થઈ શકે છે.

- 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, તીક્ષણ બિંદુ પ્રાપ્ત ન થાય ત્યાં સુધી કાગળના પાનાને ધીરે-ધીરે આગળ-પાછળ ખેસેડો.
- અરીસા તથા કાગળને થોડી મિનિટો સુધી આ સ્થિતિમાં પકડી રાખો. તમે શું જુઓ છો ? આમ કેમ થાય છે ?

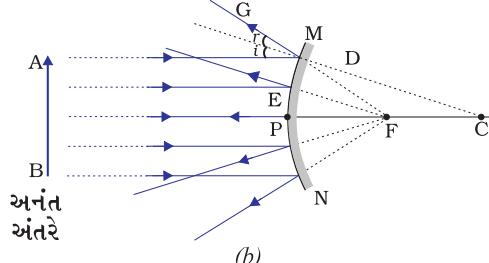
કાગળ સૌપ્રથમ સળગવાનું શરૂ કરે છે અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે. સમય જતાં તે આગ પણ પકડી શકે છે. તે કેમ સળગી ઉઠે છે ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ અરીસા દ્વારા એક તીક્ષણ પ્રકાશિત બિંદુ સ્વરૂપે કેન્દ્રિત થાય છે. વાસ્તવમાં કાગળના પાના પર પ્રકાશનું આ બિંદુ સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. સૂર્યપ્રકાશના કેન્દ્રિત થવાથી ઉત્પન્ન થતી ઉઘાને કારણે કાગળ સળગી ઉઠે છે. અરીસાના સ્થાનથી પ્રતિબિંબનું આ અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈનું આશારે મૂલ્ય આપે છે.

ચાલો, આ અવલોકનને એક ડિરાયાકૃતિ (Ray diagram) વડે સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

આણૂતિ 10.2 (a) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. અંતર્ગોળ અરીસા પર મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કેટલાંક ડિરાયો આપાત થઈ રહ્યાં છે. પરાવર્તિત ડિરાયોનું 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 આણૂતિ 10.2 (b) જુઓ. બહિગોળ અરીસા દ્વારા મુખ્ય અક્ષને સમાંતર ડિરાયો કેવી રીતે પરાવર્તિત થાય છે ? પરાવર્તિત ડિરાયો મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુમાંથી આવતાં હોય તેવો ભાસ થાય છે. આ બિંદુને બહિગોળ 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.



(a)



(b)

#### આણૂતિ 10.2

- અંતર્ગોળ અરીસો
- બહિગોળ અરીસો

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાઈ મોટે ભાગે ગોળીય હોય છે. આ સપાઈને એક વર્તુળાકાર સીમારેખાના વ્યાસને અરીસાનું દર્પણમુખ (Aperture) કહે છે. આકૃતિ 10.2 માં અંતર MN દર્પણમુખ દર્શાવે છે. આપણી ચર્ચામાં આપણે ફક્ત તેવા અરીસાઓનો વિચાર કરીશું કે જેનું દર્પણમુખ તેની વક્તાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય.

શું ગોળીય અરીસાની વક્તાત્રિજ્યા R તથા કેન્દ્રલંબાઈ f વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? નાના દર્પણમુખ ધરાવતાં ગોળીય અરીસાઓ માટે વક્તાત્રિજ્યા 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 વક્તાકેન્દ્રને જોડતી રેખાનું મધ્યબિંદુ હોય છે.

### 10.2.1 ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ

#### (Image Formation by Spherical Mirrors)

તમે સમતલ અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. તમે તેના દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબના 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 10.3

તમે અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધવાની રીત અગાઉ શીખી ગયાં છો.

પ્રવૃત્તિ 10.2માં તમે જોયું કે કાગળ પર મળેલ તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ ખરેખર સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. તે નાનું, વાસ્તવિક અને ઉલટું પ્રતિબિંબ છે. અરીસાથી પ્રતિબિંબનું અંતર માપી તમે અંતર્ગોળ અરીસાની આશારે કેન્દ્રલંબાઈ મેળવી હતી.

- એક અંતર્ગોળ અરીસો લો. ઉપર વર્ણવ્યા મુજબ તેની આશારે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય નોંધી લો. (તમે કોઈ દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ એક કાગળના પાના પર મેળવીને પણ કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય મેળવી શકો છો.)
- ટેબલ પર ચોક વડે એક રેખા દોરો. અંતર્ગોળ અરીસાને એક સ્ટેન્ડ પર ગોઠવો. સ્ટેન્ડને રેખા પર એવી રીતે મૂકો કે જેથી અરીસાનો ધ્રુવ આ રેખા પર આવે.
- ચોક વડે બીજી બે રેખાઓ અગાઉ દોરેલ રેખાને સમાંતર એવી રીતે દોરો કે જેથી બે કંબિક 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 વક્તાકેન્દ્ર Cના મધ્યમાં હોય છે.
- એક તેજસ્વી વસ્તુ, જેમકે સણગતી મીંબાની, વક્તાકેન્દ્ર C થી ઘણો દૂર મૂકો. એક કાગળના પડાને અરીસાની સામે રાખીને જ્યાં સુધી મીંબાની જ્યોતનું પ્રતિબિંબ તેના પર ન મળે ત્યાં સુધી અરીસા તરફ ખસેડો.
- પ્રતિબિંબનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો. તેનાં પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણની વસ્તુના પરિમાણ સાપેક્ષ નોંધો.
- આ પ્રવૃત્તિનું મીંબાની 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 પડા 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 10.1 માં આપેલ છે.

#### કોષ્ટક 10.1 અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુના જુદાં-જુદાં સ્થાનોને અનુકૂપ રચાતાં પ્રતિબિંબ

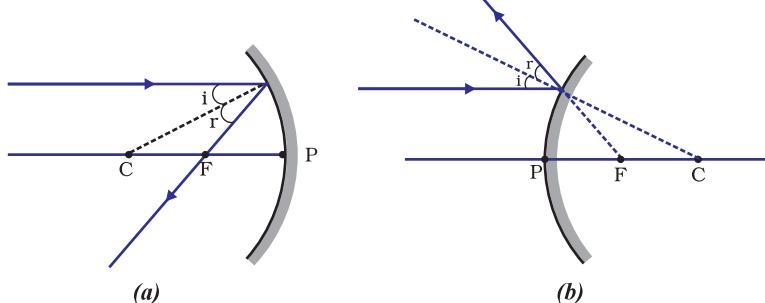
વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું માપ (Size)	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્ત	વાસ્તવિક અને ઉલદું
C થી દૂર	F અને Cની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઉલદું
C પર	C પર	સમાન માપ (સાઈઝ)નું	વાસ્તવિક અને ઉલદું
C અને F ની વચ્ચે	Cથી દૂર	વિવર્ધિત (મોટું)	વાસ્તવિક અને ઉલદું
F પર	અનંત અંતરે	ખૂબ જ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઉલદું
P અને Fની વચ્ચે	અરીસાની પાછળ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચાંચું

#### 10.2.2 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 સાઈઝની મોટી વસ્તુનો વિચાર કરો. આ મોટી વસ્તુનો દરેક નાનો ભાગ એક બિંદુવત્ત 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 પામ્યાં બાદ સરળતાથી જાણી શકાય.

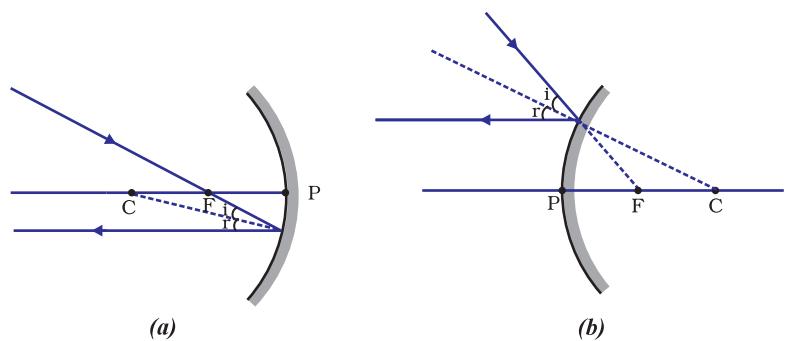
કોઈ બિંદુવત્ત વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન ઓછાંમાં ઓછાં બે પરાવર્તિત કિરણોના છેદન દ્વારા મેળવી શકાય છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે નીચેનાં પૈકી કોઈ પણ બે કિરણો પર વિચાર કરી શકાય :



આકૃતિ 10.3

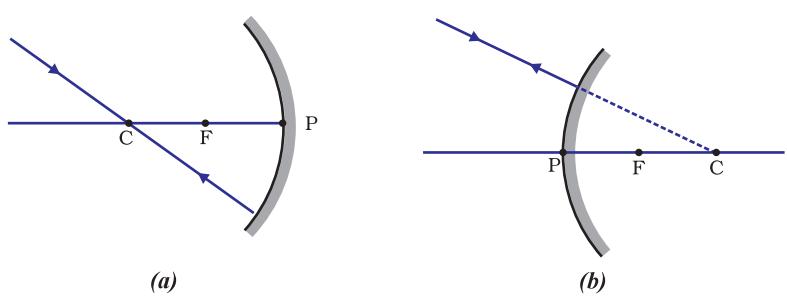
- (i) મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં આપાત થતું પ્રકાશનું કિરણ પરાવર્તન પામ્યાં બાદ અંતર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થશે અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્ર પરથી વિનિન્દ્રિત થતું હોય તેવો ભાસ થશે. તે આકૃતિ 10.3 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.

(ii) અંતર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું પ્રકાશનું કિરણ અથવા બહિગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ ગતિ કરતું હોય તેવું કિરણ પરાવર્તન પામ્યાં બાદ મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં પરાવર્તિત થાય છે. જે આકૃતિ 10.4 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



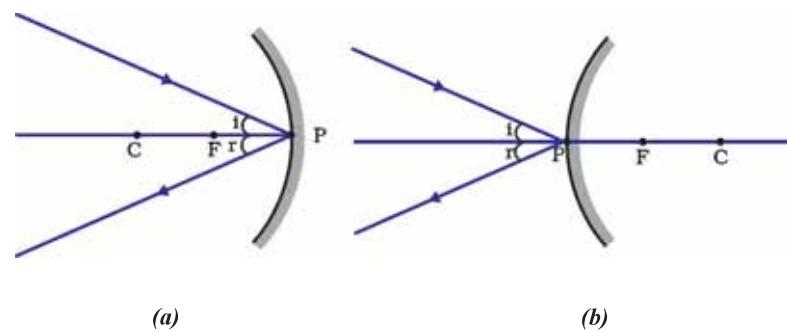
આકૃતિ 10.4

(iii) અંતર્ગોળ અરીસાના વક્તાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતું અથવા બહિગોળ અરીસાના વક્તાકેન્દ્રની દિશામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ અરીસા પરથી પરાવર્તન પામી તે જ પથ પર પાછું ફરે છે. જે આકૃતિ 10.5 (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.



આકૃતિ 10.5

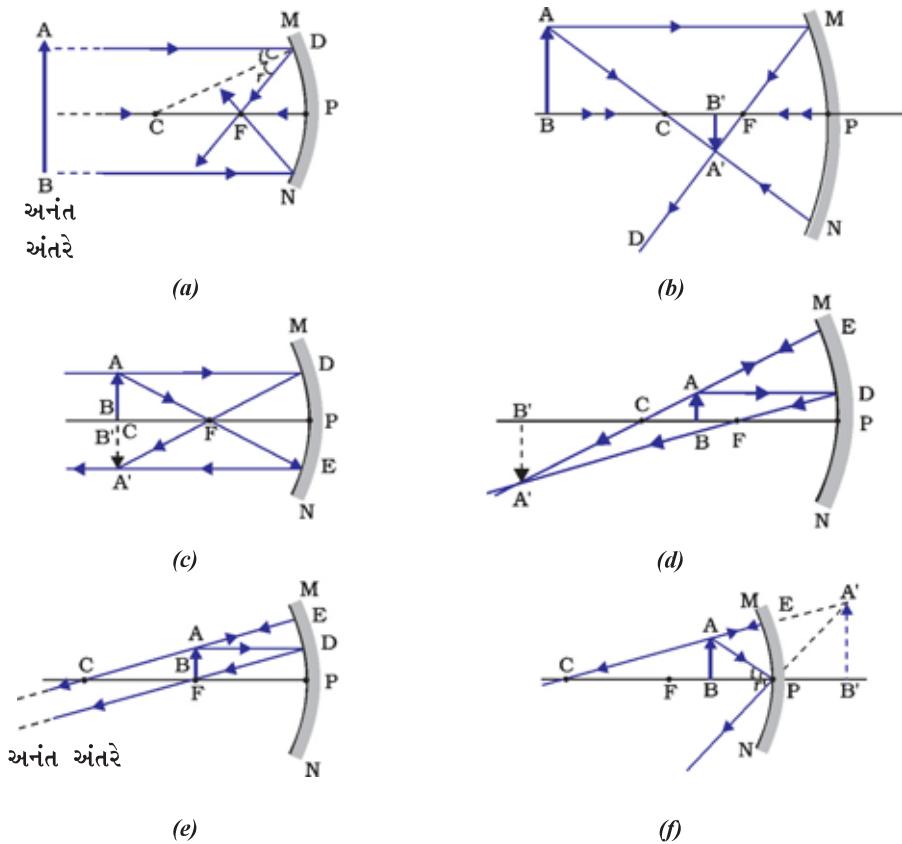
(iv) અરીસાની મુખ્ય અક્ષ સાથે નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં બિંદુ P (અરીસાનું ધૂવ) પર આપાત થતું કિરણ અંતર્ગોળ અરીસા [આકૃતિ 10.6 (a)] અથવા [આકૃતિ 10.6 (b)] પરથી પરાવર્તન પામી તે જ નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં પરાવર્તન પામે છે. આપાતબિંદુ (બિંદુ P) પાસે મુખ્ય અક્ષ સાથે સમાન કોણ બનાવતાં આપાત તથા પરાવર્તિત કિરણો, પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન કરે છે.



આકૃતિ 10.6

યાદ રાખો કે ઉપરના બધા જ કિસ્સાઓમાં પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન થાય છે. આપાત-બિંદુ પાસેથી આપાતકિરણ એવી રીતે પરાવર્તન પામે છે કે જેથી પરાવર્તન કોણનું મૂલ્ય આપાત-કોણના મૂલ્ય જેટલું થાય.

(a) અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Concave Mirror)  
આકૃતિ 10.7માં વસ્તુના જુદાં-જુદાં સ્થાન માટે અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના કિરણાકૃતિ દ્વારા દર્શાવેલ છે.



આકृતि 10.7 અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ

#### પ્રવૃત્તિ 10.4

- કોષ્ટક 10.1માં 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 આકृતિ 10.7માં દર્શાવેલ કિરણાકૃતિઓ સાથે સરખાવો.
- દરેક સ્થિતિમાં બનતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ જણાવો.
- તમારાં પરિણામોને અનુકૂળ સ્વરૂપ (format)માં કોષ્ટકમાં દર્શાવો.

#### અંતર્ગોળ અરીસાઓના ઉપયોગ (Uses of concave mirrors)

અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ટોર્ચ, સર્વ્યલાઇટ 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 ડોક્ટરો અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ દર્દીઓના દાંતનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરે છે. સૌર ભક્તીઓમાં સૂર્યપ્રકાશને કેન્દ્રિત કરવા માટે મોટા અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

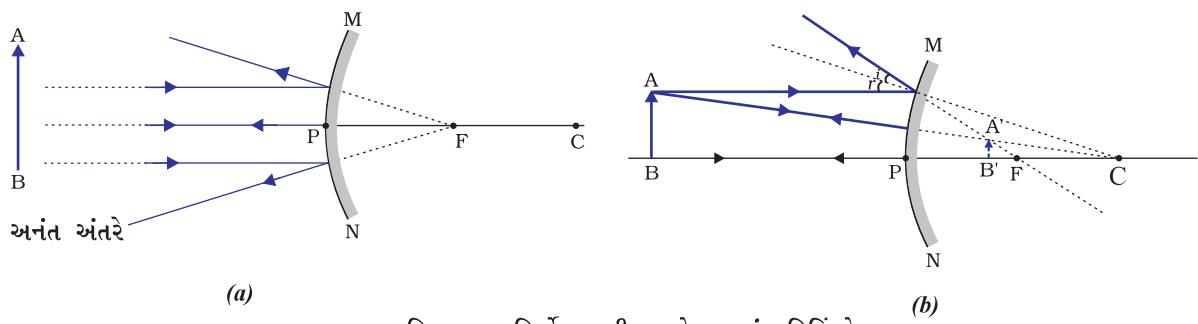
#### (b) બહિગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image formation by a Convex Mirror)

આપણે અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કરો. હવે આપણે બહિગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

### પ્રવૃત્તિ 10.5

- એક બહિરોળ અરીસો લો. તેને એક હાથમાં પકડો.
- બીજા હાથમાં એક પેન્સિલને તેની આણી ઉપરની તરફ રહે તેમ સીધી પકડો.
- અરીસામાં પેન્સિલનું પ્રતિબિંબ જુઓ. પ્રતિબિંબ ચતું છે કે ઊલદું ? 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 ?

બહિરોળ 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 બહિરોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ અનુકૂળે આકૃતિ 10.8 (a) તથા 10.8(b)માં દર્શાવેલ છે. પરિણામોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન કોણક 10.2માં આપેલ છે.



આકૃતિ 10.8 બહિરોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબો

કોણક 10.2 : બહિરોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર અરીસાની પાણી	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્ત	આભાસી અને ચતું
અનંત અંતરે તથા અરીસાના ધ્રુવ (P) વચ્ચે ગમે ત્યાં	અરીસાની પાણી P અને Fની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચતું

અત્યાર સુધી તમે સમતલ અરીસા, અંતરોળ અરીસા તથા બહિરોળ અરીસા વડે બનતાં પ્રતિબિંબનો અભ્યાસ કર્યો. આ પૈકી ક્યો અરીસો કોઈ મોટી વસ્તુનું આખું પ્રતિબિંબ આપશે ? ચાલો ! એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તે સમજુંએ.

### પ્રવૃત્તિ 10.6

- સમતલ અરીસામાં કોઈ દૂર રહેલી વસ્તુ જેમકે કોઈ દૂર રહેલ વૃક્ષના પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો.
- શું તમને સંપૂર્ણ (Full length) પ્રતિબિંબ જોવા મળે છે ?

- જુદી-જુદી સાઈઝના 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 કિલ્વાની એક દીવાલ પર આવો જ એક અરીસો રાખેલ છે. જો તમે આગ્રાના કિલ્વાની મુલાકાતે જાઓ તો દીવાલ પર રાખેલા આ અરીસાની મદદથી કોઈ દૂરની ઊંચી ઈમારત/મકબરાને જોવાનો પ્રયત્ન કરજો. મકબરાને સ્પષ્ટ રૂપે જોવા માટે તમારે દીવાલ સાથેની અગાશી (terrace) પર યોગ્ય સ્થાને ઊભા રહેવું પડશે.

### બહિર્ગોળ અરીસાના ઉપયોગો (Uses of convex mirrors)

બહિર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વાહનોમાં પાછળનાં દશ્યો 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 ચતું હોય છે. સાથે-સાથે તેમનાં દસ્તિક્ષેત્રો પણ વિશાળ મળે છે કારણ કે તેઓ બહારની તરફ વકાકાર 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 વક્તાત્રિજ્યા 20 cm છે. તેની કેન્દ્રલંબાઈ કેટલી હશે ?
3. એવા અરીસાનું નામ આપો જે વસ્તુનું ચતું તથા વિવર્ધિત પ્રતિબિંબ આપે.
4. આપણે વાહનોમાં પાછળનું દશ્ય જોવા માટેના અરીસા તરીકે બહિર્ગોળ અરીસાને કેમ પસંદ કરીએ છીએ ?



### 10.2.3 ગોળીય અરીસા વડે થતા પરાવર્તન માટે સંજા-પદ્ધતિ

#### (Sign Convention for Reflection by Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસા વડે થતાં પ્રકાશના પરાવર્તનની ચર્ચા વખતે આપણે એક નિશ્ચિત સંજા-પદ્ધતિનું પાલન કરીશું, જેને નવી કાર્ટોઝિય યામપદ્ધતિ કહે છે. આ પદ્ધતિમાં અરીસાના ધ્રુવ (P) ને ઊગમબિંદુ તરીકે લેવામાં આવે છે. અરીસાની મુખ્ય અક્ષને યામપદ્ધતિની X-અક્ષ (X'X) તરીકે લેવામાં આવે છે. આ સંજાઓ 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 (ধ્રુવ)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 (ઉંચાઈ) ધન લેવામાં આવે છે.
- (v) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે નીચેની તરફ (-Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઉંચાઈ) ઋણ લેવામાં આવે છે.

ઉપર વર્ણવેલ નવી કાર્તોઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ તમારા સંદર્ભ માટે આકૃતિ 10.9માં દર્શાવેલ છે. અરીસાનું સૂત્ર મેળવવા તેમજ તેને સંબંધિત દાખલા (numerical problems) ના ઉકેલ માટે આ સંજ્ઞાપદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલ છે.

#### 10.2.4 અરીસાનું સૂત્ર અને મોટવણી (Mirror Formula and Magnification)

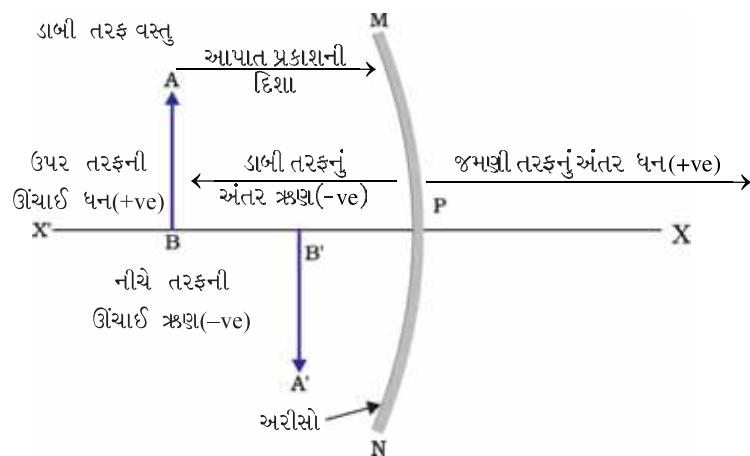
ગોળીય અરીસામાં તેના ધ્રુવથી વસ્તુનું અંતર વસ્તુઅંતર

(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 ગ્રાણેય રાશિઓ વચ્ચે એક સંબંધ છે જેને અરીસાના સૂત્ર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

આ સૂત્રને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad (10.1)$$

આ સૂત્ર બધા જ પ્રકારના ગોળીય અરીસાઓ માટે તેમજ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સાચા છે. પ્રશ્નોનો ઉકેલ મેળવતી વખતે જ્યારે તમે અરીસાના સૂત્રમાં u, v, f તથા R નાં મૂલ્યો મૂકો ત્યારે તમારે નવી કાર્તોઝિય સંજ્ઞા પદ્ધતિનો ઉપયોગ ફરજિયાત કરવો જોઈએ.



આકૃતિ 10.9

ગોળીય અરીસા માટે નવી કાર્તોઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ

#### મોટવણી (Magnification)

ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ વસ્તુના માપની સાપેક્ષે કેટલું વિવર્ણિત 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 :

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ (}h')}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ (}h)}$$

$$m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \quad (10.2)$$

મોટવણી m ને વસ્તુઅંતર (u) તથા પ્રતિબિંબ (v) સાથે પણ સાંકળી શકાય. તેને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય છે :

$$\text{મોટવણી (}m) = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \quad (10.3)$$

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 10.1

કોઈ વાહનમાં પાછળનાં દરખો જોવા માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલ બહિર્ગોળ અરીસાની વક્તાનિજ્યા 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

$$\text{વક્તાનિજ્યા} \quad R = + 3.00 \text{ m}$$

$$\text{વસ્તુ અંતર} \quad u = - 5.00 \text{ m}$$

$$\text{પ્રતિબિંબ અંતર} \quad v = ?$$

$$\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ} \quad h' = ?$$

$$\text{કેન્દ્રલંબાઈ} f = R/2 = + \frac{3.00 \text{ m}}{2} = + 1.50 \text{ m} \quad (\text{કારણ કે બહિર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર અરીસાની પાછળ છે.)$$

$$\text{હવે, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{અથવા} \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = + \frac{1}{1.50} - \frac{1}{(-5.00)} = \frac{1}{1.50} + \frac{1}{5.00}$$

$$= \frac{5.00 + 1.50}{7.50}$$

$$v = \frac{+7.50}{6.50} = + 1.15 \text{ m}$$

આમ, પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ 1.15 m અંતરે મળે છે.

$$\begin{aligned} \text{મોટવણી} \quad m &= \frac{h'}{h} = - \frac{v}{u} = - \frac{1.15 \text{ m}}{-5.00 \text{ m}} \\ &= + 0.23 \end{aligned}$$

પ્રતિબિંબ આભાસી, ચતુર અને પરિમાણમાં વસ્તુથી 0.23 ગણું નાનું છે.

### ઉદાહરણ 10.2

4.0 cm ઊંચાઈની વસ્તુ કોઈ 15.0 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા 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

$$\text{વસ્તુઊંચાઈ} \quad h = + 4.0 \text{ cm}$$

$$\text{વસ્તુઅંતર} \quad u = - 25.0 \text{ cm}$$

$$\text{કેન્દ્રલંબાઈ} f = -15.0 \text{ cm}$$

$$\text{પ્રતિબિંબ અંતર} \quad v = ?$$

$$\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ} \quad h' = ?$$

$$\text{સમીકરણ (10.1) પરથી, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{અથવા} \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-15.0} - \frac{1}{-25.0} = - \frac{1}{15.0} + \frac{1}{25.0}$$

$$\text{અથવા} \quad \frac{1}{v} = \frac{-5.0 + 3.0}{75.0} = \frac{-2.0}{75.0} \quad \text{અથવા} \quad v = -37.5 \text{ cm}$$

આમ, પડકો 37.5 cm અંતરે રાખવો જોઈએ. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે, તથા મોટવણી  $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$ .

$$\text{અથવા} \quad h' = -\frac{vh}{u} = -\frac{(-37.5 \text{ cm})(+4.0 \text{ cm})}{(-25.0 \text{ cm})}$$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ  $h' = -6.0 \text{ cm}$

પ્રતિબિંબ ઊલટું અને વિવર્ધિત છે.

### પ્રશ્નો

- 32 cm વક્તાનિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
- એક અંતર્ગોળ અરીસો તેની સામે 10 cm અંતરે રાખેલ વસ્તુનું ત્રણગણું મોટું (વિવર્ધિત) વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ આપે છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન ક્યાં હશે ?



## 10.3 પ્રકાશનું વકીભવન (Refraction of Light)

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 ટેન્ક અથવા તળાવની સપાટી ઉપર તરફ ખસેલી (ઉંચાયેલી) 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 અંશત: 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 ડિરણો, 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 ટર્પેન્ટાઇન જોવા અન્ય કોઈ પ્રવાહીનો ઉપયોગ કરીએ તો પણ પેન્સિલ આટલી જ વાંકી જણાશે ? જો આપણે કાચના લંબઘનને બદલે પારદર્શક પ્લાસ્ટિકના લંબઘનનો 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 પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વકીભવન

માધ્યમમાં ત્રાંસી રીતે પ્રવેશતાં પ્રકાશનાં ત્રાંસા કિરણના પ્રસરણની દિશા બીજા માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. આ ઘટનાને પ્રકાશનું વકીભવન કહે છે. આ ઘટનાને વિસ્તારપૂર્વક સમજવા માટે આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

### પ્રવૃત્તિ 10.7

- 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 10.8

- એક મોટા છીછા 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 દેખાવ લાગશે ? આ કેવી રીતે શક્ય બને છે ?

કટોરામાં પાણી ભરતાં સિક્કો ફરીથી દેખાવા લાગે છે. પ્રકાશના વકીભવનને કારણો સિક્કો પોતાની વાસ્તવિક સ્થિતિથી થોડો ઉપર ખસેલો જોવા મળે છે.

### પ્રવૃત્તિ 10.9

- ટેબલ પર રાખેલ એક સફેદ કાગળના પાના પર શાહી (ink)ની જારી સીધી રેખા ઢોરો.
- આ રેખા પર એક કાચના ચોસલાને એવી રીતે મૂકો કે તેની કોઈ એક ધાર આ રેખા સાથે કોઈ ખૂલ્ણો 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 ?

#### 10.3.1 કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી પ્રકાશનું વકીભવન

(Refraction through a Rectangular Glass Slab)

કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી થતા પ્રકાશના વકીભવનને સમજવા માટે ચાલો આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ :

### પ્રવૃત્તિ 10.10

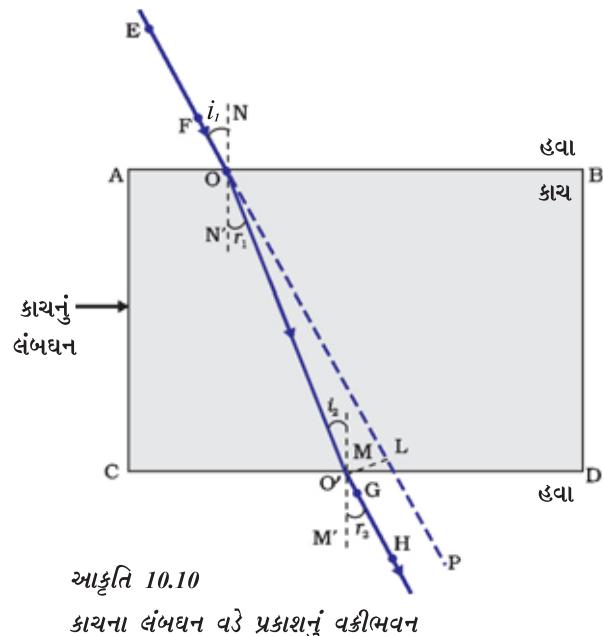
- ડ્રોઈંગ બોર્ડ પર ડ્રોઈંગ પિનોની મદદથી એક સફેદ કાગળનું પાનું લગાડો.
- પાના પર માધ્યમાં એક લંબઘનને મૂકો.
- પેન્સિલથી લંબઘનની સીમાઓ દોરો. તેને ABCD નામ આપીએ.
- ચાર એક્સમાન ટાંકણીઓ લો.
- બે ટાંકણીઓ ધારો કે E તથા F ઉર્ધ્વ સમતલમાં એવી રીતે લગાડો કે જેથી તેમને જોડતી રેખા AB ધાર સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ટાંકણીઓ E તથા F નાં પ્રતિબિંભોને 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 પ્રતિબિંભ એક સીધી રેખા પર આવેલાં હોય.
- ટાંકણીઓ તથા લંબઘનને દૂર કરો.
- ટાંકણીઓ E તથા F ની આણીઓ (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 આણીઓના 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 10.10માં તૂટક રેખા વડે દર્શાવેલ છે.

આ પ્રવૃત્તિમાં તમે નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણબિંદુ 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 ઘઉં માધ્યમમાં એટલે કે હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશ છે. અહીં નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળે છે. બિંદુ O' પાસે પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં એટલે કે ઘઉં માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશ છે. અહીં પ્રકાશનું કિરણ લંબથી દૂર જોય છે. બંને વકીભવક સપાટીઓ AB અને CD પાસે આપાતકોણ તથા વકીભવનકોણાં મૂલ્યોની સરખામણી કરો.

આકૃતિ 10.10માં EO કિરણ સપાટી AB પર ત્રાંસું આપાત થાય છે. તેને આપાતકિરણ કહે છે. OO' વકીભૂતકિરણ છે તથા O'H નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણની 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 માધ્યમોની આંતર સપાટીને લંબરૂપે આપાત થાય તો શું થશે? જાતે કરો અને શોધો.

હવે તમે પ્રકાશના વકીભવનથી પરિચિત છો. પ્રકાશના એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજામાં પ્રવેશ કરતી વખતે તેના વેગમાં થતાં ફેરફારને કારણે વકીભવનની ઘટના બને છે. પ્રયોગો દર્શાવે છે કે પ્રકાશનું વકીભવન નિશ્ચિત નિયમોને આધીન થાય છે.

પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વકીભવન



પ્રકાશના વકીભવનના નિયમો નીચે પ્રમાણે છે :

- (i) આપાતકિરણ, વકીભૂતકિરણ 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 વકીભૂતકોણના સાઈનનો ગુણોત્તર અચળ રહે છે. આ નિયમ સ્નેલના નિયમ તરીકે ઓળખાય છે. જો આપાતકોણ  $i$  અને વકીભૂતકોણ  $r$  હોય તો,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{અચળ} \quad (10.4)$$

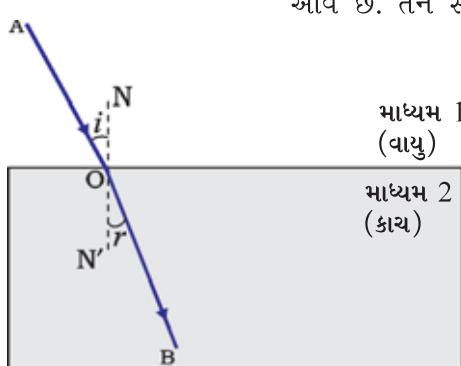
આ અચળ મૂલ્યને પ્રથમ માધ્યમની સાપેક્ષ બીજા માધ્યમનો વકીભવનાંક (refractive index) કહે છે. ચાલો વકીભવનાંક વિશે થોડું વિસ્તારપૂર્વક અધ્યયન કરીએ.

### 10.3.2 વકીભવનાંક (The Refractive Index)

તમે અગાઉ અત્યાસ કરી ચૂક્યાં છો કે જ્યારે પ્રકાશનું ગ્રાંસું 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 વકીભવનાંકના પદમાં રજૂ કરવામાં આવે છે, જે સમીકરણ 10.4માં જમણી બાજુ આવતો ‘અચળ’ છે.

જુદાં-જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશના પ્રસરણની સાપેક્ષ ઝડપ તરીકે ઓળખાતી મહત્વપૂર્ણ ભौતિકરાશિ સાથે વકીભવનાંકને સાંકળી શકાય છે. તેવું જોવા મળે છે કે જુદાં-જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશ જુદી-જુદી ઝડપે પ્રસરણ પામે છે. પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં સૌથી વધુ  $3 \times 10^8$  m/s ની ઝડપે ગતિ કરે છે. હવામાં પ્રકાશની ઝડપ શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષ સહેજ જ ઓછી હોય છે. જ્યારે કાચ કે પાણીમાં તે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઘટે છે. બે માધ્યમોની જોડ માટે વકીભવનાંકનું મૂલ્ય નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બંને માધ્યમોમાં પ્રકાશની ઝડપ પર આધારિત છે.

આકૃતિ 10.11 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-2 નો માધ્યમ-1 ની સાપેક્ષ વકીભવનાંક, માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ તથા માધ્યમ-2માં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે. જેને  $n_{21}$  સંશા વડે રજૂ કરવામાં આવે છે. તેને સમીકરણના સ્વરૂપે નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :



માધ્યમ 1  
(વાયુ)

માધ્યમ 2  
(કાચ)

$$n_{21} = \frac{\text{માધ્યમ}1\text{માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ}2\text{માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_1}{v_2} \quad (10.5)$$

આ જ દલીલ મુજબ માધ્યમ-1નો માધ્યમ-2ની સાપેક્ષ વકીભવનાંક  $n_{12}$  વડે દર્શાવાય છે. તે નીચે પ્રમાણે આપી શકાય :

$$n_{12} = \frac{\text{માધ્યમ}2\text{માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ}1\text{માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_2}{v_1} \quad (10.6)$$

આકૃતિ 10.11

જો માધ્યમ-1 શૂન્યાવકાશ કે હવા હોય તો માધ્યમ-2નો વકીભવનાંક શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષ ગણાય છે. તેને માધ્યમનો નિરપેક્ષ વકીભવનાંક કહે

છ. તેને ફક્ત  $n_2$  વડે દર્શાવાય છે. જો હવામાં પ્રકાશની ઝડપ  $c$  હોય અને માધ્યમમાં ઝડપ  $v$  હોય, તો માધ્યમનો વકીભવનાંક  $n_m$  નીચે પ્રમાણે અપાય છે :

$$n_m = \frac{\text{હવામાં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{c}{v} \quad (10.7)$$

માધ્યમના નિરપેક્ષ વકીભવનાંકને ફક્ત વકીભવનાંક કહે છે. કોષ્ટક 10.3 માં કેટલાંક માધ્યમોના વકીભવનાંકો દર્શાવેલ છે. કોષ્ટક પરથી તમે જાણી શકો છો કે, પાણીનો વકીભવનાંક  $n_w = 1.33$  છે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવામાં પ્રકાશની ઝડપ તથા પાણીમાં પ્રકાશની ઝડપનો ગુણોત્તર 1.33 છે. તે જ રીતે કાઉન કાચનો વકીભવનાંક  $n_g = 1.52$  છે. આ પ્રકારની માહિતી ઘણી જગ્યાએ ઉપયોગી થાય છે. જોકે તમારે આ માહિતી યાદ રાખવાની જરૂર નથી.

**કોષ્ટક 10.3** કેટલાંક દ્વય માધ્યમોના નિરપેક્ષ વકીભવનાંક

દ્વય માધ્યમ (Material medium)	વકીભવનાંક	દ્વય માધ્યમ (Material medium)	વકીભવનાંક
વાયુ	1.0003	કેનેડા બાલસમ	1.53
બરફ	1.31	ખનિજ મીઠું	1.54
પાણી	1.33	કાર્బન ડાઇસલ્ફાઈડ	1.63
આલ્કોહોલ	1.36	સંધન (dense) ફિલાન્ટ કાચ	1.65
કેરોસીન	1.44	રૂબી (મણિક્ય)	1.71
ફ્લૂજૂડ ક્ર્વાર્ટીઝ	1.46	નીલમ	1.77
ટર્પન્ટાઈન તેલ	1.47	હીરો	2.42
બોન્જિન	1.50		
કાઉન કાચ	1.52		

કોષ્ટક 10.3 પરથી નોંધો કે પ્રકાશીય દસ્તિએ વધુ ઘણું માધ્યમ, વધુ દળ ઘનતા ધરાવતું હોવું જરૂરી નથી. ઉદાહરણ તરીકે કેરોસીનનો વકીભવનાંક પાણી કરતાં વધારે હોવાથી તે પ્રકાશીય દસ્તિએ પાણી કરતાં વધુ ઘણું છે છિતાં તેની દળ ઘનતા પાણી કરતાં ઓછી છે.

કોઈ માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશને વકીભૂત 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 ‘ઘણું માધ્યમ’ શબ્દોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વાસ્તવમાં તેનો અર્થ અનુકૂમે ‘પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ’ તથા ‘પ્રકાશીય ઘણું માધ્યમ’ છે. આપણે કયારે એમ કહી શકીએ કે, કોઈ માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘણું છે ? બે માધ્યમોની સરખામણી કરતી વખતે વધારે વકીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘણું છે. જ્યારે બીજું ઓછો વકીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ છે. પાતળા માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ ઘણું માધ્યમની સાપેક્ષે વધારે હોય છે. આમ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘણું માધ્યમમાં જતી વખતે પ્રકાશનું કિરણ ધીમું પડે છે તથા લંબ તરફ વાંકું વળે છે. જ્યારે તે ઘણું માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે ત્યારે તેની ઝડપ વધી જાય છે તથા તે લંબથી દૂર જાય છે.

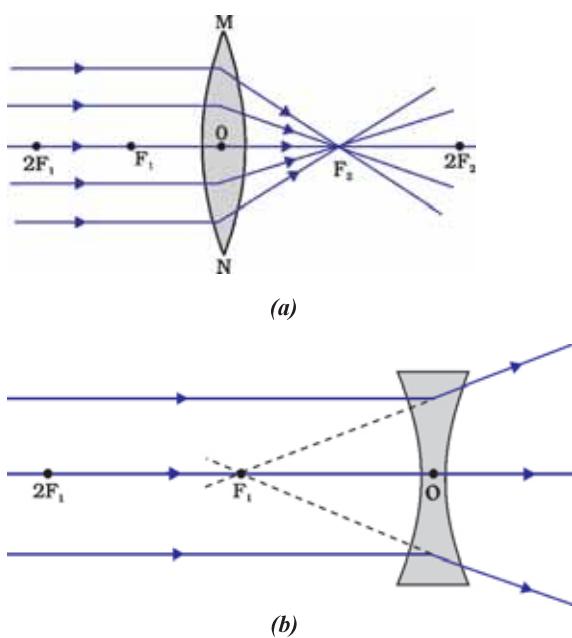
## પ્રશ્નો

1. હવામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ પાણીમાં ગાંસું પ્રવેશે છે. શું પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળશે કે લંબથી દૂર જશે ? કેમ ?
2. પ્રકાશ હવામાંથી  $1.50$  વકીભવનાંક ધરાવતી કાચની ખેટમાં પ્રવેશે છે. કાચમાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી હશે ? શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ  $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  છે.
3. કોષ્ટક  $10.3$  માંથી સૌથી વધુ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ શોધો. લઘુતમ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ પણ શોધો.
4. તમને કેરોસીન, ટર્પોનાઈન તથા પાણી આપેલ છે. આ પૈકી શેમાં પ્રકાશ સૌથી વધુ ઝડપથી ગતિ કરશે ? કોષ્ટક  $10.3$  માં આપેલ માહિતીનો ઉપયોગ કરો.
5. દીરાનો વકીભવનાંક  $2.42$  છે. આ વિધાનનો શું અર્થ થાય ?



### 10.3.3 ગોળીય લેન્સ દ્વારા થતું વકીભવન (Refraction by Spherical Lenses)

ઘડિયાળીને અત્યંત સૂક્ષ્મ ભાગોને જોવા માટે મેનિફાઈંગ ગ્લાસ (બિલોરી કાચ)નો ઉપયોગ કરતો તમે જોયો હશે. શું તમે આવા મેનિફાઈંગ ગ્લાસની સપાટીને તમારા હાથ વડે સ્વર્ણ કર્યો છે ખરો ? તે સમતલ સપાટી છે કે વક ? શું એ મધ્યમાં જાડો છે કે ધાર પાસે ? ચશમાંમાં 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 10.12

(a) બહિગોળ લેન્સનું અભિસરણ કાર્ય (b) અંતગોળ લેન્સનું અપસરણ કાર્ય

જેની એક અથવા બંને સપાટીઓ વક હોય, તેવું પારદર્શક દ્રવ્ય લેન્સની રચના કરે છે. આનો અર્થ એ થયો કે લેન્સ ઓછામાં ઓછી એક વકસપાટી વડે ઘેરાયેલો છે. આવા લેન્સની બીજી સપાટી સમતલ હોય છે. લેન્સની બંને સપાટીઓ બહારની તરફ ઉપસેલી હોય તો તેને દ્વિ-બહિગોળ લેન્સ કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે બહિગોળ લેન્સ કહે છે. આ લેન્સ કિનારીની સાપેક્ષે મધ્યમાંથી જાડો હોય છે. બહિગોળ લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 10.12 (a)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અભિસરણ કરે છે. તેથી બહિગોળ લેન્સને અભિસારી લેન્સ પણ કહે છે. આ જ પ્રમાણે દ્વિ-અંતગોળ લેન્સની બંને સપાટીઓ અંદર તરફ વળેલી હોય છે. તે મધ્ય કરતાં છેડાઓ પાસેથી જાડો હોય છે. આવા લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 10.12 (b)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અપસરણ કરે છે. આવા લેન્સને અપસારી લેન્સ પણ કહે છે. દ્વિ-અંતગોળ લેન્સને સામાન્ય રીતે અંતગોળ લેન્સ કહે છે.

બહિગોળ અથવા અંતગોળ લેન્સને બે વકસપાટીઓ હોય છે. આ દરેક વકસપાટી ગોળાનો જ એક ભાગ હોય છે. આ ગોળાઓનાં કેન્દ્રોને લેન્સનાં વકતાકેન્દ્રો કહે છે. સામાન્ય રીતે લેન્સના વકતાકેન્દ્રને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સને બે વકતાકેન્દ્રો હોવાથી આપણે તેમને

$C_1$  અને  $C_2$  વડે દર્શાવીએ છીએ. લેન્સના બંને વક્તાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતી કાલ્પનિક રેખાને તેની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. લેન્સના કેન્દ્રભિંદુને 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 પ્રકારણમાં આપણી ચર્ચા એવા જ લેન્સ પૂરતી મર્યાદિત રાખીશું કે જેનું મુખ (aperture) તેની વક્તાત્રિજ્યા કરતાં ધંશું 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 10.11

**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 10.2 માં તમારા અનુભવને યાદ કરો.

કાગળ ધુમાડો ઉત્પન્ન કરી સણગવાનું શરૂ કરે છે. થોડા સમય પછી તેમાં આગ પડી લાગી શકે છે. આવું શાથી થયું ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ સમાંતર કિરણો રહ્યે 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. સૂર્યપ્રકાશના આ બિંદુ પાસે થતા કેન્દ્રીકરણે ઉઘા ઉત્પન્ન કરી. તેના કારણે કાગળ સણગી ઊઠે છે.

હવે આપણે લેન્સના મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો ધ્યાનમાં લઈશું. આવાં કિરણોને તમે લેન્સમાંથી પસાર કરશો તો શું થશો ? આ બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 10.12 (a) તથા અંતર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 10.12 (b)માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 10.12 (a)ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્તીભવન પામ્યા બાદ મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટેની કિયા જોઈએ.

આકૃતિ 10.12 (b) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો અંતર્ગોળ લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્તીભવન 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 10.11 ને પુનઃ યાદ કરો. આ પ્રવૃત્તિમાં લેન્સના સ્થાન અને સૂર્યના પ્રતિબિંબના સ્થાન વચ્ચેનું અંતર લેન્સની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ આપે છે.

પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વક્તીભવન

#### 10.3.4 લેન્સ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Lenses)

લેન્સ પ્રકાશનું વક્તીભવન કરીને પ્રતિબિંબ રચે છે. લેન્સ પ્રતિબિંબ કેવી રીતે રચે છે ? તેનો પ્રકાર કેવો છે ? ચાલો, પહેલાં બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આનો અભ્યાસ કરીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 10.12

- એક બહિર્ગોળ લેન્સ લો. પ્રવૃત્તિ 10.11 માં વર્ણિત પ્રમાણે તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
- એક લાંબા ટેબલ પર ચોક વડે પાંચ સમાંતર રેખાઓ એવી રીતે દોરો કે કંબિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય.
- લેન્સને લેન્સ-સ્ટેન્ડમાં મૂકો. સ્ટેન્ડને મધ્યમાં આવેલી રેખા પર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી લેન્સનું પ્રકાશશીય કેન્દ્ર બરોબર રેખા પર આવે.
- લેન્સની બંને બાજુઓ આવેલી રેખાઓ અનુકૂળે લેન્સના F અને 2F ને અનુરૂપ છે. આ રેખાઓને અનુકૂળે 2F<sub>1</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> અને 2F<sub>2</sub> વડે દર્શાવો.
- એક સળગતી મીશાબતીને ડાબી બાજુ 2F<sub>1</sub> થી ધણા દૂર અંતરે ગોઠવો. લેન્સની બીજી તરફ તેનું સ્પષ્ટ અને તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવો.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ (પરિમાણ) નોંધો.
- વસ્તુને 2F<sub>1</sub> થી થોડી જ દૂર, F<sub>1</sub> અને 2F<sub>1</sub> ની વચ્ચે, F<sub>1</sub> પર તથા F<sub>1</sub> 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 માપ (સાપેક્ષ પરિમાણ) કોષ્ટક 10.4 માં દર્શાવ્યા છે.

**કોષ્ટક 10.4** બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં-જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F <sub>2</sub> પર	અત્યંત નાનું બિંદુવતૂ	વાસ્તવિક અને ઉલટું
2F <sub>1</sub> થી દૂર	F <sub>2</sub> અને 2F <sub>2</sub> ની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઉલટું
2F <sub>1</sub> પર	2F <sub>2</sub> પર	તે જ માપનું	વાસ્તવિક અને ઉલટું
F <sub>1</sub> અને 2F <sub>1</sub> ની વચ્ચે	2F <sub>2</sub> થી દૂર	મોટું	વાસ્તવિક અને ઉલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F <sub>1</sub> પર	અનંત અંતરે	અત્યંત મોટું અથવા ખૂબ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઉલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F <sub>1</sub> અને પ્રકાશશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	વસ્તુ લેન્સની જે તરફ હોય તે જ બાજુ તરફ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચતું

ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટે પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપનો અભ્યાસ કરવા માટેની પ્રવૃત્તિ કરીએ.

### પ્રવૃત્તિ 10.13

- એક અંતર્ગોળ લેન્સ લો. તેને લેન્સ-સ્ટેન્ડ પર મૂકો.
- સળગતી મીણબતીને 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 માપ નોંધો.
- મીણબતીને લેન્સથી દૂર ખસેડો. પ્રતિબિંબના કદમાં થતો ફેરફાર નોંધો. જ્યારે મીણબતીને લેન્સથી ઘણી દૂર મૂકવામાં આવે ત્યારે પ્રતિબિંબનું કદ કેવું બને છે ?

આ પ્રવૃત્તિનો સારાંશ નીચેના કોષ્ટક 10.5 માં આપેલ છે :

**કોષ્ટક 10.5** અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં-જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ માપ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર $F_1$ પર	અત્યંત સૂક્ષ્મ, બિંદુવત्	આભાસી અને ચતું
અનંત અંતર અને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર $O$ ની વચ્ચે	મુખ્ય કેન્દ્ર $F_1$ અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર $O$ ની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચતું

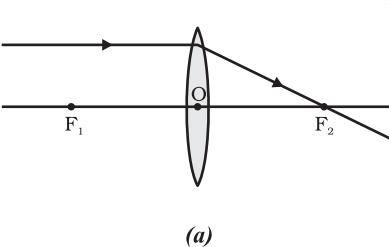
આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિર્જર્ષ તારવ્યો ? વસ્તુનું સ્થાન ગમે ત્યાં હોય તો પણ અંતર્ગોળ લેન્સ હંમેશાં આભાસી, ચતું અને નાનું પ્રતિબિંબ આપે છે.

#### 10.3.5 કિરણાકૃતિના ઉપયોગ દ્વારા લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનું નિરૂપણ

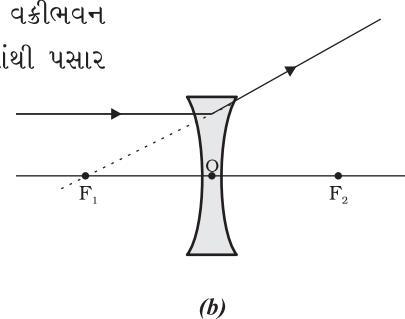
(Image Formation in Lenses Using Ray Diagrams)

આપણે લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબને કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ દર્શાવી શકીએ. કિરણાકૃતિ આપણાને લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ જાણવામાં હંમેશાં મદદરૂપ થાય છે. લેન્સ માટે કિરણાકૃતિ દોરવા માટે આપણે વક્ત અરીસાની જેમ જ નીચેના પૈકી કોઈ પણ બે કિરણોને ધ્યાનમાં લઈશું -

- વસ્તુ પરથી આવતું મુખ્ય અક્ષને સમાંતર પ્રકાશનું કિરણ બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વક્તીભવન પામી આકૃતિ 10.13 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સની બીજી તરફના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 10.13 (b) માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કિરણ લેન્સની તે જ બાજુ પરના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી અપસરણ પામતું હોય તેવો ભાસ થાય છે.

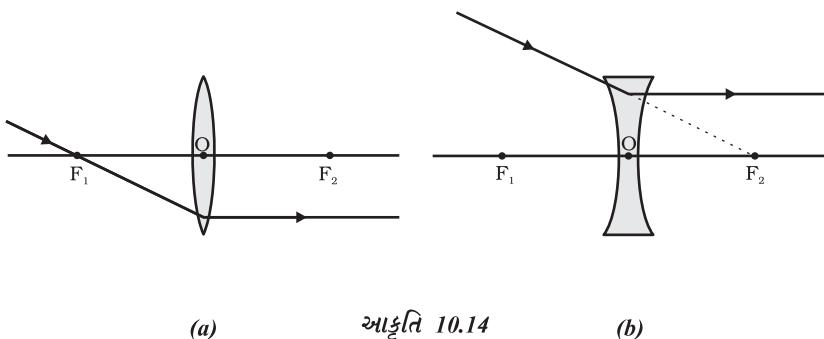


(a)



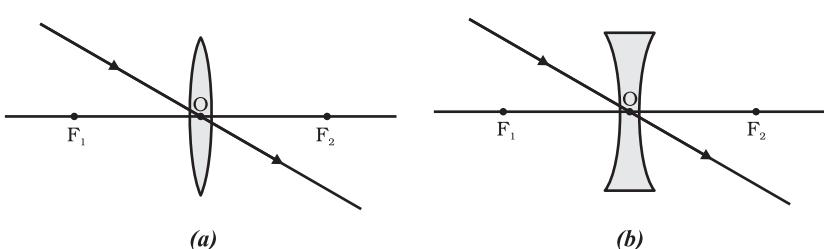
(b)

આકૃતિ 10.13



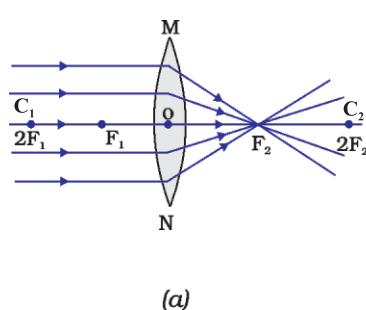
(ii) બહિગોળ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ લેન્સમાંથી વકીભવન પામી આકૃતિ 10.14 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે. અંતગોળ લેન્સના ડિસ્ટાન્સામાં આકૃતિ 10.14 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ જતું લાગે તેવું આપાતકિરણ લેન્સમાંથી વકીભવન પામી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે.

(iii) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ વિચલન પામ્યા સિવાય નિર્ગમન પામે છે. જે આકૃતિ 10.15 (a) તથા 10.15 (b)માં દર્શાવ્યું છે.

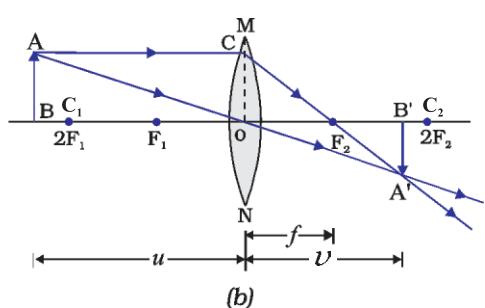


આકૃતિ 10.15

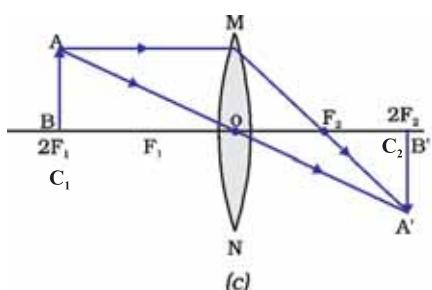
બહિગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં-જુદાં વસ્તુસ્�ાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 10.16 માં દર્શાવી છે. અંતગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં-જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 10.17 માં દર્શાવેલ છે.



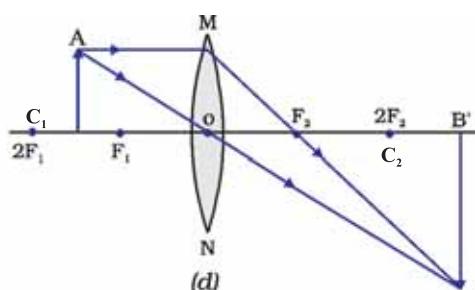
(a)



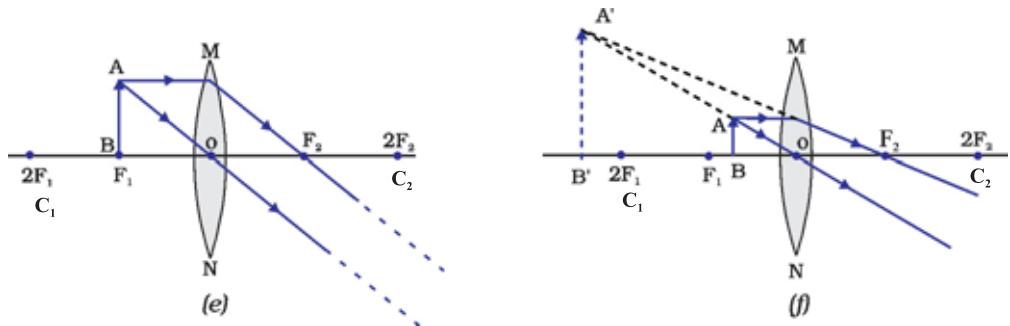
(b)



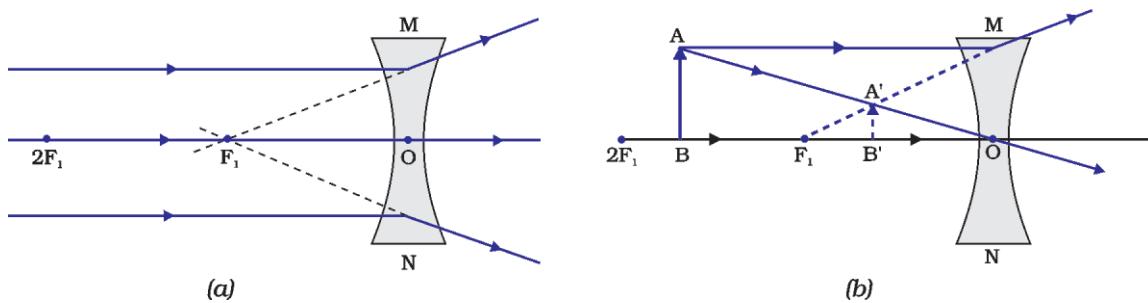
(c)



(d)



આકૃતિ 10.16 બહિગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદી-જુદી સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર



આકૃતિ 10.17 અંતગોળ લેન્સ દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર

### 10.3.6 ગોળીય લેન્સ માટે સંશા-પ્રણાલી

(Sign Convention for Spherical Lenses)

લેન્સ માટે આપણે ગોળીય અરીસા માટે ઉપયોગમાં લીધેલ સંશા-પ્રણાલીને જ અનુસરીશું. આ સંશા-પ્રણાલીના નિયમો લાગુ પાડીશું સિવાય કે તમામ અંતરોને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રથી માપવામાં આવે છે. સંશા-પ્રણાલી પ્રમાણે બહિગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ધન અને અંતગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ છે. તમારે  $u$ ,  $v$ ,  $f$ , વસ્તુઓચાઈ  $h$  અને પ્રતિબિંબ-ઉંચાઈ  $h'$  માટે યોગ્ય ચિહ્નો વાપરવા માટેની કાળજી રાખવી પડશે.

### 10.3.7 લેન્સ-સૂત્ર અને મોટાવડી

(Lens Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસાની જેમ ગોળીય લેન્સ માટે પણ આપણને સૂત્ર મળે છે. આ સૂત્ર વસ્તુઅંતર ( $u$ ), પ્રતિબિંબ અંતર ( $v$ ) અને કેન્દ્રલંબાઈ ( $f$ ) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે. લેન્સ-સૂત્ર નીચે મુજબ દર્શાવવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad (10.8)$$

ઉપર દર્શાવેલ લેન્સ-સૂત્ર વ્યાપક અને કોઈ પણ ગોળીય લેન્સની કોઈ પણ સ્થિતિ માટે સાચું છે. લેન્સ સંબંધિત દાખલાઓ ગણતી વખતે જુદી-જુદી રાશિઓનાં મૂલ્ય મૂકૃતી વખતે સંશા બાબતે યોગ્ય કાળજી રાખવી જરૂરી છે.

પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વકીલબન

### 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,

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ}}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ}} = \frac{h'}{h} \quad (10.9)$$

પુરથી મળે છે.

લેન્સની માટવણી વસ્તુઅંતર ( $u$ ) અને પ્રતિબિંબ-અંતર ( $v$ ) સાથે પણ સંબંધિત છે. આ સંબંધ નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે :

$$\text{મોટવણી } (m) = h' / h = v/u \quad (10.10)$$

### ઉદાહરણ 10.3

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, ચતું અને લેન્સથી વસ્તુ તરફની બાજુએ જ મળે છે.

$$\text{પ્રતિબિંબ અંતર } v = -10 \text{ cm}$$

$$\text{કેન્દ્રલંબાઈ } f = -15 \text{ cm}$$

$$\text{વસ્તુઅંતર } u = (?)$$

$$\text{હવે, } \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{અથવા, } \frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{u} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{(-15)} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{-3 + 2}{30} = \frac{1}{-30}$$

$$\text{અથવા } u = -30 \text{ cm}$$

આમ, વસ્તુઅંતર 30 cm મળે છે.

$$\text{મોટવણી } m = \frac{v}{u}$$

$$m = \frac{-10 \text{ cm}}{-30 \text{ cm}} = \frac{1}{3} \approx + 0.33$$

ધન સંઝા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચતું છે તથા પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ કરતાં નીજા ભાગનું છે.

### ઉદાહરણ 10.4

2 cm ઊંચાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિગોળ 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.

### ઉક્ત

$$\text{વસ્તુની ઉંચાઈ } h = + 2.0 \text{ cm}$$

$$\text{કેન્દ્રલંબાઈ } f = + 10 \text{ cm}$$

$$\text{વસ્તુઅંતર } u = -15 \text{ cm}$$

$$\text{પ્રતિબિંબઅંતર } v = ?$$

$$\text{પ્રતિબિંબની ઉંચાઈ } h' = ?$$

$$\text{હવે, } \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{અથવા, } \frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{(-15)} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2 + 3}{30} = \frac{1}{30}$$

$$v = + 30 \text{ cm}$$

$v$  ની ધન સંશા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ પ્રકાશીય કેન્દ્રની બીજી તરફ 30 cm જેટલા અંતરે રચાશે.

પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે.

$$\text{મોટવણી } m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u} \quad \text{અથવા } h' = h \left( \frac{v}{u} \right)$$

$$\text{પ્રતિબિંબની ઉંચાઈ } h' = 2 \left( \frac{30 \text{ cm}}{-15 \text{ cm}} \right) = -4.0 \text{ cm}$$

$$\text{મોટવણી } m = \frac{v}{u}$$

$$\text{અથવા } m = \frac{+30 \text{ cm}}{-15 \text{ cm}} = -2$$

$m$  અને  $h'$  નાં જ્ઞાન ચિહ્નો, દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે. તે મુજબ અક્ષની નીચે તરફ રચાય છે. આમ, 4 cm ઉંચાઈનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સની બીજી તરફ 30 cm અંતરે રચાય છે. પ્રતિબિંબ બે ગણું મોટું છે.

#### 10.3.8 લેન્સનો પાવર (Power of a Lens)

તમે શીખ્યાં છો કે પ્રકાશકિરણોનું અભિસરણ 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 વ્યાખ્યાપિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર  $P$  વડે દર્શાવવામાં આવે છે.  $f$  કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા લેન્સનો પાવર  $P$ ,

$$P = \frac{1}{f} \tag{10.11}$$

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 કેન્દ્રલબાઈ 1 મીટર હોય.  $1 \text{ D} = 1 \text{ m}^{-1}$ . તમે એ નોંધું હશે કે, બહિર્ગોળ લેન્સનો પાવર ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર ઋણ છે.

ઓપ્ટિશિયન 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 કેન્દ્રલબાઈ + 0.5 m છે. આ જ પ્રમાણે – 2.5 D ના લેન્સની કેન્દ્રલબાઈ – 0.40 m છે. આ લેન્સ અંતર્ગોળ છે.

ઘણાં પ્રકાશીય ઉપકરણોમાં એક કરતાં વધારે લેન્સ હોય છે. પ્રતિબિંબની મોટવણી તથા તીક્ષણતા વધારવા માટે લેન્સનું સંયોજન કરવામાં આવે છે. સંયોજનમાં રાખેલા લેન્સનો કુલ પાવર દરેક લેન્સના અક્તિગત પાવર  $P_1, P_2, P_3, \dots$  ના બૈજ્ઞક સરવાળા જેટલો હોય છે.

! હુદ્દું જીવના જીવના

$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

આંખના ડોક્ટરો માટે કેન્દ્રલબાઈની જગ્યાએ લેન્સના પાવરનો ઉપયોગ ઘણો અનુકૂળ રહે છે. આંખની તપાસ કરતી વખતે ડોક્ટર ટેસ્ટિંગ માટેની ચશમાંની ફેમમાં જાણીતા પાવરના જુદાં–જુદાં શુદ્ધિકારક લેન્સ સંપર્કમાં મૂકે છે. ડોક્ટર જરૂરી લેન્સના પાવરની ગણતરી સાદો બૈજ્ઞક 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 ઉદ્ભબવતી પ્રતિબિંબની કેટલીક ક્ષતિઓને ઘટાડવા માટે લેન્સના પાવરના સાદા સરવાળાના ગુણવર્ધનો ઉપયોગ લેન્સતંત્રની રચનામાં કરી શકાય છે. એક કરતાં વધારે લેન્સ સંપર્કમાં હોય તેવું લેન્સતંત્ર કેમેરાના લેન્સની ઊઝાઈનમાં તથા માઈક્રોસ્કોપ અને ટેલિસ્કોપના વસ્તુકાયમાં ઉપયોગી છે.

## પ્રશ્નો

1. લેન્સના 1 ડાયોપ્ટર પાવરની વ્યાખ્યા આપો.
2. એક બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા એક સોયનું વાસ્તવિક અને ઊલદું 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 કેન્દ્રલબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર શોધો.



## તમે શીખ્યાં કે

- પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરતો જાણાય 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. વકીભવનકારક સપાટીઓ વકીભવનના નિયમોને અનુસરે છે.
- ગોળીય અરીસા અને લેન્સ માટે નવી કાર્ટન્ઝિય સંક્ષાપદ્રતિને અનુસરવામાં આવે છે.

- અરીસાનું સૂત્ર  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  ગોળીય અરીસા માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
  - ગોળીય અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ તેની વક્તાનિજ્યા કરતાં અડધી હોય છે.
  - ગોળીય અરીસા વડે મળતા પ્રતિબિંબની મોટવણી પ્રતિબિંબ ઊંચાઈ અને વસ્તુ-ઊંચાઈના ગુણોત્તર જેટલી હોય છે.
  - પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ ઘણું માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબથી દૂર તરફ વાંકું વળે છે. પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘણું માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબ તરફ વાંકું વળે છે.
  - પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  જેટલી પ્રચંડ ઝડપથી ગતિ કરે છે. જુદાં-જુદાં માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ જુદો-જુદો હોય છે.
  - પારદર્શક માધ્યમનો વકીભવનાંક, શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ અને તે પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર જેટલો હોય છે.
  - કાચના લંબધન ચોસલાના ડિસ્સામાં, હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ અને કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ એમ બંને સપાટી પાસે વકીભવન થાય છે. નિર્ગમન કિરણ આપાતકિરણને સમાંતર દિશામાં હોય છે.
  - લેન્સ સૂત્ર  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  ગોળીય લેન્સ માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
  - લેન્સનો પાવર તેની કેન્દ્રલંબાઈના વયસ્ત જેટલો હોય છે. લેન્સના પાવરનો SI એકમ ડાયોપ્ટર છે.

स्वाध्याय

1. નીચેનાં દ્વયો પૈકી લેન્સ બનાવવા માટે કયા દ્વયનો ઉપયોગ થઈ શકે નહિ ?  
(a) પાણી (b) કાચ (c) પ્લાસ્ટિક (d) માટી (clay)

2. એક અંતર્ગ૊ળ અરીસા વડે મળતું પ્રતિબિંબ આભાસી, ચતું અને વસ્તુ કરતાં મોટું દેખાય છે. વસ્તુનું સ્થાન ક્યાં હશે ?  
(a) મુખ્ય કેન્દ્ર અને વક્તાકેન્દ્રની વચ્ચે (b) વક્તાકેન્દ્ર પર  
(c) વક્તાકેન્દ્રની પાછળ (d) અરીસાના ધૂવ અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

3. બહિગ૊ળ 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 ફરેકની કેન્દ્રલંબાઈ – 15 cm છે. અરીસો અને લેન્સ  
(a) બંને અંતર્ગ૊ળ (b) બંને બહિગ૊ળ  
(c) અરીસો અંતર્ગ૊ળ અને લેન્સ બહિગ૊ળ (d) અરીસો બહિગ૊ળ અને લેન્સ અંતર્ગ૊ળ ..... હશે.

5. અરીસાની સામે તમે ગમે ત્યાં ઉભા રહો છતાં તમારું પ્રતિબિંબ ચંતું મળે છે, તો આ અરીસો
   
(a) માત્ર સમતલ      (b) માત્ર અંતર્ગોળ      (c) માત્ર બહિગોળ      (d) સમતલ અથવા બહિગોળ ..... હશે.
6. શબ્દકોશમાં જોવા મળતાં નાના અક્ષરોને વાંચવા માટે તમે નીચેના પૈકી ક્યો લેન્સ પસંદ કરશો ?
   
(a) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિગોળ લેન્સ      (b) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ
   
(c) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિગોળ લેન્સ      (d) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ
7. આપણે 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ કરી એક વસ્તુનું ચંતું પ્રતિબિંબ મેળવવા માંગીએ છીએ. અરીસાથી વસ્તુઅંતરનો વિસ્તાર (Range) કેટલો હોવો જોઈએ ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર કેવો હશે ?
 પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં મોટું હશે કે નાનું ? આ કિરણામાં પ્રતિબિંબ-નિર્માણ દર્શાવતી કિરણાકૃતિ દોરો.
8. નીચેની પરિસ્થિતિઓમાં ક્યા અરીસા વપરાય છે તે જણાવો :
   
(a) કારની ડેડલાઈટ
   
(b) વાહનની પાછળનું દશ્ય જોવા માટેનો અરીસો
   
(c) સોલાર બટી
   
તમારો જવાબ કારણ સહિત જણાવો.
9. બહિગોળ 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 બહિગોળ 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 વક્તાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિગોળ 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.
 પડાને 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 ક્યા પ્રકારનો હશે ?
17. એક ડોક્ટર + 1.5 D પાવર ધરાવતાં શુદ્ધીકારક લેન્સની સૂચના આપે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
 સૂચિત કરેલો લેન્સ અભિસારી છે કે અપસારી ?

# પ્રકરણ 11

## માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા

### (The Human Eye and The Colourful World)



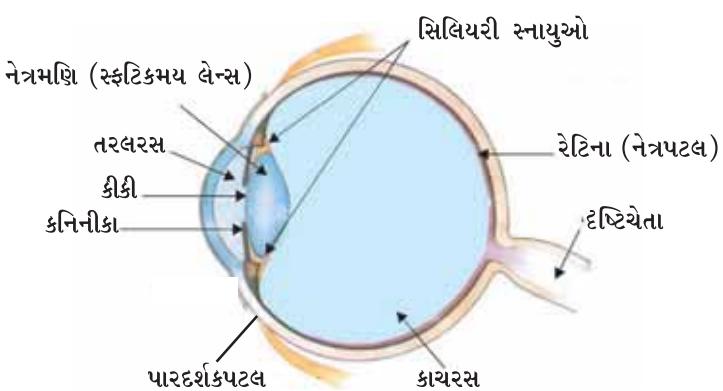
તમે અગાઉના પ્રકરણમાં લેન્સ વડે થતા પ્રકાશના વકીભવનનો અભ્યાસ કર્યો. તમે લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનાં સ્થાન, પ્રકાર અને સાપેક્ષ પરિમાળ વિશે પણ શીખ્યા. આ માહિતી માનવ-આંખનો અભ્યાસ કરવામાં આપણાને કેવી રીતે મદદરૂપ થશે? માનવ-આંખ પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે અને આપણી આસપાસની વસ્તુઓને જોવા માટે આપણાને સમર્થ બનાવે છે. તેની રચનામાં એક લેન્સ હોય છે. માનવ-આંખમાં લેન્સનું શું કાર્ય છે? ચશમાંમાં વપરાતા લેન્સ દર્શિની ખામીઓને કેવી રીતે સુધારે છે? આ પ્રકરણમાં આપણો આ પ્રશ્નો પર વિચાર કરીશું.

અગાઉના પ્રકરણમાં આપણો પ્રકાશ અને તેના કેટલાક ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કર્યો હતો. આ પ્રકરણમાં આપણો આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કેટલીક કુદરતી પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં કરીશું. આ ઉપરાંત આપણો મેધધનુષ્યનું રચાવું, શેત પ્રકાશનું વિભાજન અને આકાશના ભૂરા રંગ વિશે પણ ચર્ચા કરીશું.

#### 11.1 માનવ-આંખ (The Human Eye)

માનવ-આંખ એક અત્યંત મૂલ્યવાન અને સંવેદનશીલ જ્ઞાનેન્દ્રિય છે. તે આપણાને આપણી આસપાસની અદ્ભુત દુનિયા અને વિવિધ રંગો જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. આંખો બંધ કરીને આપણો વસ્તુઓને તેમના ગંધ, સ્વાદ, તેનાથી ઉત્પન્ન થતા અવાજ કે સ્પર્શ દ્વારા કેટલાક અંશો ઓળખી શકીએ છીએ. તેમ છતાં બંધ આંખે રંગોની ઓળખ કરવી અશક્ય છે. આમ, બધી જ જ્ઞાનેન્દ્રિયો પૈકી માનવ-આંખ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે, કારણ કે તેનાથી જ આપણો આપણી આસપાસની સુંદર રંગબેરંગી દુનિયા જોઈ શકીએ છીએ.

માનવ-આંખ એક કેમેરા જેવી છે. તેનું લેન્સ-તંત્ર રેટિના (નેત્રપટલ) તરીકે ઓળખાતા પ્રકાશ સંવેદી પડા પર પ્રતિબિંબ રચે છે. પ્રકાશ, કોરન્યા (Cornea) તરીકે ઓળખાતા એક પાતળા પડા જેવા પારદર્શક પટલમાંથી પ્રવેશે છે. તેનાથી આદૃતિ 11.1માં 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 મોટા ભાગનું વકીભવન 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 ભાગો કનીનિકા (આઇરિસ - Iris) નામની રચના જોવા મળે છે. કનીનિકા ઘેરો સ્નાયુમય પડદો છે જે કીકી (Pupil)નું કદ નાનું-મોટું કરે



આકૃતિ 11.1  
માનવ-આંખ

છ. 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 યેતા મારફતે મગજને પહોંચાય છે. મગજ આ સંદેશાઓનું અર્થઘટન કરે છે અને છેવટે આપણે વસ્તુને જેવી છે તેવી જોઈ શકીએ છીએ.

આંખની રચનાના કોઈ પણ ભાગમાં ઈજા થવાથી કે યોગ્ય કાર્ય ન કરી શકવાથી જોવાની ક્ષમતામાં અસરકારક ઘટાડો થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પ્રકાશના વહન સાથે સંકળાયેલ કોઈ પણ ભાગો જેવા કે પારદર્શકપટલ, કીકી, નેત્રમણિ (લેન્સ), જલીય દ્રવ્ય અને કાચરસ અથવા પ્રકાશનું વિદ્યુત-સંકેતોમાં રૂપાંતર કરતા નેત્રપટલ અથવા આ સંકેતોને મગજ તરફ મોકલતી દસ્તિયેતાને નુકસાન થાય તો દસ્તિમાં ખોડ આવે છે. તમે અનુભવ્યું હશે કે જ્યારે તમે વધુ પ્રકાશમાંથી જાંખા પ્રકાશવાળા ઓરડામાં પ્રવેશો છો ત્યારે શરૂઆતમાં થોડો સમય ઓરડામાંની વસ્તુઓ સ્પષ્ટપણે જોઈ શકતા નથી. તેમ છતાં, થોડા સમય પછી તમે ઓછા પ્રકાશિત ઓરડામાંની વસ્તુઓને જોઈ શકો છો. આંખની કીકી એક પરિવર્તનશીલ ઈક્ર તરીકે વર્તે છે. જેનું કદ કન્નીનિકા [આઇરિસ (Iris)]ની મદદથી બદલી શકાય છે. જ્યારે પ્રકાશ ખૂબ તેજસ્વી હોય છે ત્યારે કન્નીનિકા કીકીને સંકોચે છે અને કીકી આંખમાં ઓછો પ્રકાશ પ્રવેશવા દે છે પરંતુ જાંખા પ્રકાશમાં કન્નીનિકા વડે કીકી વિસ્તરણ પામે છે જેથી આંખમાં વધારે પ્રકાશ પ્રવેશો છે. આમ, કન્નીનિકા વિશ્વાસી થઈને કીકીને સંપૂર્ણપણે ખોલે છે.

### 11.1.1 સમાવેશન-ક્ષમતા (Power of Accommodation)

આંખનો લેન્સ (નેત્રમણિ) રેસામય જેલી જેવા પદાર્થનો બનેલો છે. તેની વક્તામાં સિલિયરી સ્નાયુઓ વડે થોડી માત્રામાં ફેરફાર કરી શકાય છે. લેન્સની વક્તામાં 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 વક્તામાં 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 જાંખું 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 દસ્તિનું લઘુતમ અંતર કહે છે. તેને આંખનું નજીક બિંદુ પણ કહે છે. સામાન્ય દસ્તિ 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 દસ્તિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અનંત અંતરે હોય છે. આમ, સામાન્ય દસ્તિ ધરાવતી વ્યક્તિ 25 cmથી અનંત અંતર સુધીની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે છે.

કેટલીક વાર, મોટી ઉમરની વ્યક્તિની આંખનો સ્ફટિકમય લેન્સ દૂધિયો અને વાદળણયો બની જાય છે. આ પ્રકારની પરિસ્થિતિને મોતિયો (Cataract - કેટરેકટ) કહે છે. તેનાથી તેઓ અંશત: અથવા સંપૂર્ણ દસ્તિ ગુમાવે છે. મોતિયાની સર્જરી દ્વારા જોવાની શક્કિત પુનઃસ્થાપિત કરી શકાય છે.

## આપણને જોવા માટે એક નહિ પણ બે આંખો કેમ છે ?

એક આંખને બદલે બે આંખ હોવાના કેટલાક ફાયદા છે. તેનાથી વિશાળ દસ્તિ-ફલક મળે છે. માણસ એક આંખ વડે  $150^\circ$  ક્રિતિજ વિસ્તાર જોઈ શકે છે જ્યારે બંને આંખો વડે આ વિસ્તાર લગભગ  $180^\circ$  થઈ જાય છે. અલબાતા, કોઈ મંદ પ્રકાશિત વસ્તુની સ્પષ્ટ હાજરી એક કરતાં બે સંવેદકો (આંખો) વડે સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે.

**કેટલાંક પ્રાણીઓ,** મુખ્યત્વે સહેલાઈથી શિકાર કરતાં પ્રાણીઓમાં તેમના મસ્તકની બે વિરોધી બાજુએ બે આંખો ગોઠવાયેલી હોય છે. જેનાથી તેમને વિશાળ દસ્તિ-ફલક મળે છે, પરંતુ આપણી બે આંખો આપણા માથામાં આગળની બાજુએ ગોઠવાયેલી છે, જેનાથી આપણી આંખોનો દસ્તિ-ફલક ઘટે છે, પરંતુ ન્રિપરિમાણવીય દસ્તિ-ક્ષમતાનો લાભ મળે છે. એક આંખને બંધ કરીને બીજી આંખથી જુઓ તમને દુનિયા સપાટ દ્વિ-પરિમાણવીય લાગશે. બંને આંખો ખુલ્લી રાખીને જુઓ તમને દુનિયાની વસ્તુઓનું ઊંડાણ પણ જાણવા મળશે. કારણ કે આપણી આંખોની વચ્ચે થોડા સેન્ટીમીટરનું અંતર હોવાથી દરેક આંખ એકબીજાથી સહેજ અલગ દશ્ય જુએ છે. આપણું મગજ આ વધારાની જાડકારીનો ઉપયોગ કરીને બે દશ્યોને એક દશ્યમાં સંયોજિત કરે છે અને વસ્તુ કેટલી દૂર કે નજીક છે તે જણાવે છે.

## 11.2 દસ્તિની ખામીઓ અને તેનું નિવારણ

### (Defects of Vision and Their Correction)

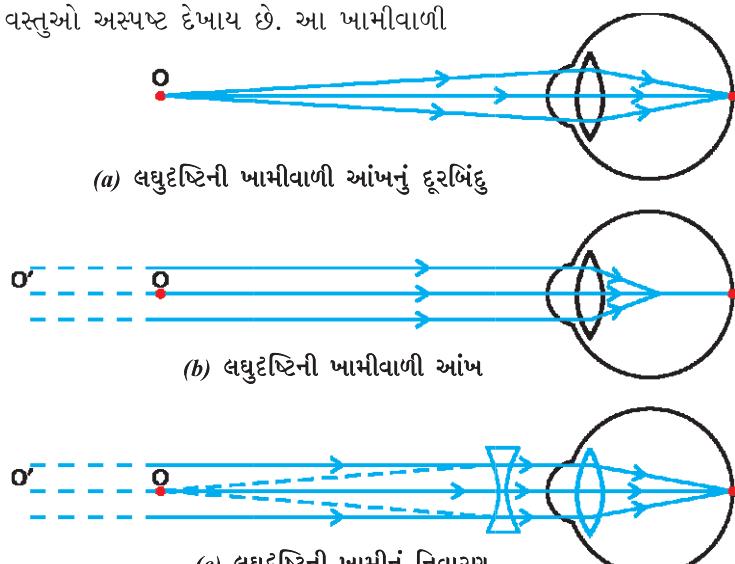
કેટલીક વાર આંખો ધીમે-ધીમે પોતાની સમાવેશ ક્ષમતા ગુમાવતી જાય છે. આવી પરિસ્થિતિમાં વ્યક્તિ વસ્તુઓને આરામથી અને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આંખોમાં વકીકારક ખામીઓ (Refractive Defects)ને કારણો દસ્તિમાં જાંખપ આવે છે.

દસ્તિની વકીકારક ખામીઓના મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકાર છે : (i) લઘુદસ્તિની ખામી અથવા માયોપીઆ (near-sightedness or myopia) (ii) ગુરુદસ્તિની ખામી અથવા હાઈપરમેટ્રોપીઆ (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 ચર્ચ કરીશું.

#### (a) માયોપીયા (Myopia)

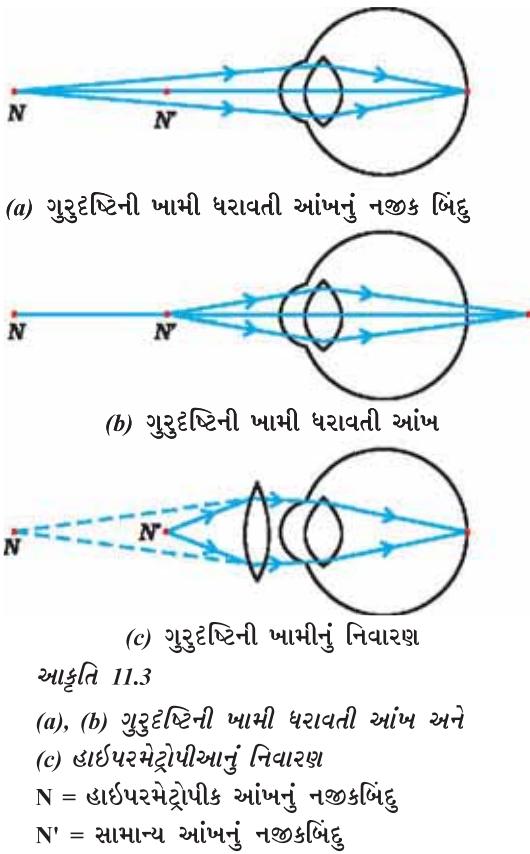
માયોપીઆને લઘુદસ્તિની ખામી પણ કહેવાય છે. માયોપીઆ ધરાવતી કોઈ વ્યક્તિ નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોઈ શકે છે, પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આ ખામીવાળી વ્યક્તિની આંખનું દૂરબિંદુ અનંત અંતરેથી ખસ્તીને આંખની નજીક આવે છે. આવી વ્યક્તિ થોડા મીટર દૂર રાખેલી વસ્તુઓને જ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. લઘુદસ્તિની ખામી ધરાવતી આંખમાં દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલ પર રચાતું નથી, પરંતુ નેત્રપટલની આગળ રચાય છે [આકૃતિ 11.2 (b)]. આ ખામી ઉદ્ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની વક્તા વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ઢોળો લાંબો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સ વાપરવાથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 11.2 (c)માં દર્શાવ્યું છે. યોગ્ય પાવરનો અંતર્ગોળ લેન્સ પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર લાવી દે છે અને આમ આ ખામીનું નિવારણ થઈ જાય છે.

માનવ-આંખ અને રંગબેંગી દુનિયા



આકૃતિ 11.2

(a), (b) લઘુદસ્તિની ખામી ધરાવતી આંખ અને (c) અંતર્ગોળ લેન્સથી લઘુદસ્તિની ખામીનું નિવારણ



(a), (b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને  
(c) હાઈપરમેટ્રોપીએનું નિવારણ  
N = હાઈપરમેટ્રોપીક આંખનું નજીકબિંદુ  
N' = સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ

### (b) હાઈપરમેટ્રોપીએ

#### (Hypermetropia)

હાઈપરમેટ્રોપીએને ગુરુદૃષ્ટિની (દૂર દસ્તિની) 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 દસ્તિંતર (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 પ્રકાશના કિરણો આકૃતિ 11.3 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રેટિનાની પાછળના ભાગે કેન્દ્રિત થાય છે. આ ખામી ઉદ્ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની કેન્દ્રલબાઈ વધી વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડેઝો ખૂબ નાનો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવરના બહિગોળ લેન્સથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 11.3 (c)માં દર્શાવ્યું છે. અભિસારી લેન્સ ધરાવતા ચશ્માના ઉપયોગથી નેત્રપટલ પર પ્રતિબિંબ રચવા માટે જરૂરી વધારાનો ફોકિસંગ (નેત્રિત કરવાનો) પાવર મળી રહે છે.

### (c) પ્રેસબાયોપીએ (Presbyopia)

ઉંમર વધવાની સાથે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. મોટા ભાગની વ્યક્તિઓમાં આંખનું નજીકબિંદુ દૂર ધેઠેલાય છે. ચશ્માં વિના તેમને

નજીકની વસ્તુઓ આરામથી અને સ્પષ્ટ રીતે જોવામાં તકલીફ પડે છે. આ ખામીને પ્રેસબાયોપીએ 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 ડ્રિક્ન્ન્રી લેન્સ (બાયફોકલ લેન્સ)ની જરૂર પડે છે. સામાન્ય પ્રકારના બાયફોકલ લેન્સમાં અંતર્ગોળ લેન્સ અને બહિગોળ લેન્સ એમ બંને લેન્સ હોય છે. ઉપરનો ભાગ અંતર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે દૂરની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે. નીચેનો ભાગ બહિગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે નજીકની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે.

આજકાલ સંપર્કલેન્સ (કોન્ટ૆ક લેન્સ)થી અથવા શસ્ત્રકિયાથી વકીકારક ખામીઓ (દસ્તિની ખામીઓ) નિવારારી શકાય છે.

### પ્રશ્નો

- આંખની સમાવેશ ક્ષમતા એટલે શું ?
- લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી એક વ્યક્તિ 1.2 mથી વધારે દૂર વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી.  
આ ખામીનું નિવારણ કરવા ક્યા પ્રકારનો શુદ્ધિકારક લેન્સ (Corrective Lens) વાપરવો જોઈએ ?
- સામાન્ય દસ્તિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અને નજીકબિંદુ એટલે શું ?
- છેલ્લી પાટલી પર બેઠેલા વિદ્યાર્થની બ્લોકબોર્ડ પરનું લખાશ વાંચવામાં તકલીફ પડે છે. આ બાળક કઈ ખામીથી પીડાતું હો ? તેનું નિવારણ કેવી રીતે થઈ શકે ?



### આના વિશે વિચારો (Think it Over)



અદ્ભુત વસ્તુઓની વાત કરો છો જે જુઓ છો આપ  
થમકે છે તેજસ્વી સૂર્ય એમ કહો છો આપ  
અનુભવું છું તેની ઉખા હું પણ,  
તે કેવી રીતે બનાવે દિવસ અને રાત

-સી. સિબ્બર

(સી. સિબ્બર દ્વારા અંગ્રેજમાં રચિત કવિતા The Blind Boyની કેટલીક પંક્તિઓના ભાવાનુવાદ)

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 દસ્તિહીન છે અને એમાંથી મોટા ભાગના વ્યક્તિઓની દસ્તિનો ઉપચાર થઈ શકે છે. કોર્નિન્ઝલ 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 ઉમરનાં બાળકો છે. તેથી, જો આપણને દસ્તિનું વરદાન મળ્યું છે તો શા માટે આપણે કોઈ દસ્તિહીનને દસ્તિ ન આપીએ ? નેત્રદાન કરતી વખતે આપણે કદ્દ-કદ્દ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું જોઈએ ?

- નેત્રદાન કરનાર વ્યક્તિ કોઈ પણ ઉમરનો અથવા જાતિનો હોઈ શકે છે. ચશમાં પહેરતા અને મૌતિયાનું ઓપરેશન કરેલ વ્યક્તિઓ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે. ડાયાબિટીસ ધરાવતી વ્યક્તિઓ, ઊંચું રક્તદબાણ (હાઈ બ્લડપ્રેશર) ધરાવતી વ્યક્તિ, દમનો રોગી અને જેને સંકમણ (ચેપી) રોગ થયો નથી તેવી વ્યક્તિ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે.
- મૃત્યુ પછી 4થી 6 કલાકની અંદર આંખો કાઢી લેવી જોઈએ. નજીકની નેત્રબેન્ક (eye bank)ને તાત્કાલિક જાણ કરવી જોઈએ.
- નેત્રબેન્કની ટીમ મૃતક વ્યક્તિના ધરે અથવા હોસ્પિટલમાં 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 એઈડ્સ (AIDS), હિપેટાઇટિસ-બી અથવા સી (Hepatitis B or C), હડકવા (Rabies), તીવ્ર પાંદુરોગ (Acute Leukaemia), ધનુર (Tetanus), કોલેરા, મેનિન્જાઇટિસ (મગજ અને કરોડરજજુની ફરતે સ્નાયુઓનો સોજો - Meningitis) અથવા મગજનો સોજો (Encephalitis-એન્સેફલાઇટિસ)થી પીડિત છે અથવા તેના લીધે મૃત્યુ પામી છે તે નેત્રદાન કરી શકે નાલિ.

નેત્રબેન્ક 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 થેલી આંખોને મહત્વનાં સંશોધનો અને તબીબી શિક્ષણમાં વપરાય છે. નેત્રદાતા અને નેત્રદાન સ્વીકારનાર બંનેની ઓળખ ગુપ્ત રાખવામાં આવે છે.

આંખોની એક જોડ, કોર્નિન્ઝલ અંધત્વ ધરાવતી બે વ્યક્તિઓને દસ્તિ પ્રદાન કરી શકે છે.

### 11.3 પ્રિઝમ વડે પ્રકાશનું વકીભવન

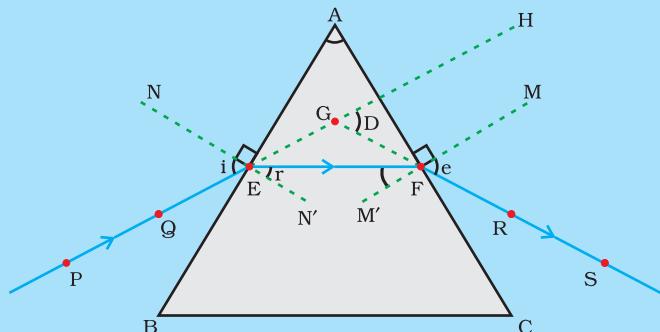
#### (Refraction of Light through a Prism)

કાચના લંબઘનમાંથી પસાર થવાથી પ્રકાશ કેવી રીતે વકીભવન પામે છે તે તમે શીખી ગયાં છો. કાચના લંબઘનમાં હોય છે તેવી સમાંતર વકીભવનકારક સપાટીઓ માટે નિર્ગમનકિરણ એ આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. તેમ છતાં તેનું સહેજ પાશ્ચાત્ય સ્થાનાંતર થાય છે. કોઈ પારદર્શક પ્રિઝમમાંથી પ્રકાશ પસાર થાય ત્યારે તે કેવી રીતે વકીભવન પામશે ? કાચના એક ત્રિકોણીય પ્રિઝમ વિશે વિચારો. તેને બે ત્રિકોણાકાર પાયા અને ત્રણ લંબઘોરસ પાશ્ચાત્ય બાજુઓ હોય છે. આ સપાટીઓ એકબીજા સાથે ટળેલી હોય છે. તેની બે પાશ્ચાત્ય બાજુઓ વચ્ચેના ખૂણાને પ્રિઝમકોણ કરે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વકીભવનનો અભ્યાસ કરીએ.

માનવ-આંખ અને રંગબેંગી દુનિયા

## પ્રશ્નાં 11.1

- એક ડ્રોઈંગબોર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ડ્રોઈંગપિનની મદદથી લગાવો.
- તેના પર એક કાચનો પ્રિજમ એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેની ટ્રિકોણાકાર બાજુઓ પાયો બને. પેન્સિલ વડે તેની ડિનારીઓ અંકિત કરો.
- પ્રિજમની કોઈ એક વકીભવનકારક સપાટી AB સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે તેવી રેખા PE દોરો.
- આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રેખા PE પર બે ટાંકણીઓ P અને Q સ્થાને લગાવો.
- પ્રિજમની 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 પ્રિજમને હટાવી લો.
- રેખા PE પ્રિજમની ધારને E બિંદુએ મળે છે (જુઓ આકૃતિ 11.4.) આ જ પ્રકારે R અને S બિંદુઓને એક રેખાથી જોડો અને લંબાવો. જુઓ કે રેખા PE અને RS એ પ્રિજમની ધારને અનુક્રમે E અને F બિંદુમાં મળે છે. E અને F બિંદુઓને જોડો.
- પ્રિજમની વકીભવનકારક સપાટીઓ AB તથા AC પર અનુક્રમે E તથા F બિંદુએ લંબ દોરો.
- આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આપાતકોણ ( $\angle i$ ), વકીભવનકોણ ( $\angle r$ ) તથા નિર્ગમનકોણ ( $\angle e$ ) નામ નિર્દેશિત કરો.



PE - આપાતકોણ (Incident ray)

$\angle i$  - આપાતકોણ (Angle of incidence)

EF - વકીભૂતકિરણ (Refracted ray)

$\angle r$  - વકીભવનકોણ (Angle of refraction)

FS - નિર્ગમનકિરણ (Emergent ray)

$\angle e$  - નિર્ગમનકોણ (Angle of emergence)

$\angle A$  - પ્રિજમકોણ (Angle of the prism)

$\angle D$  - વિચલનકોણ (Angle of deviation)

## આકૃતિ 11.4 કાચના ટ્રિકોણીય પ્રિજમ વડે પ્રકાશનું વકીભવન

અહીં PE આપાતકોણ છે. EF વકીભૂતકિરણ છે તથા FS નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે પ્રકાશનું કિરણ પ્રથમ સપાટી AB પર હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. પ્રકાશનું કિરણ વકીભવન પામીને લંબ તરફ વળે છે. બીજી બાજુ AC પર પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં પ્રવેશે છે. આથી, તે લંબથી દૂર વળે છે. પ્રિજમની દરેક વકીભવનકારક સપાટી પર આપાતકોણ તથા વકીભવનકોણની સરખામણી કરો. શું આ કાચના લંબઘનમાં જોવા મળતા વકીભવન જેવું જ છે? પ્રિજમના વિલક્ષણ આકારને કારણે નિર્ગમનકિરણ, આપાતકોણની દિશા સાથે એક ખૂણો બનાવે છે. આ ખૂણાને વિચલનકોણ કહે છે. આપણા કિસ્સામાં  $\angle D$  વિચલનકોણ છે. આપેલ પ્રવૃત્તિમાં વિચલનકોણ દર્શાવો અને તેને માપો.

## 11.4 કાચના પ્રિઝમ વડે શેત પ્રકાશનું વિભાજન

### (Dispersion of White Light by a Glass Prism)

તમે મેધધનુષના ભવ્ય રંગો જોયા હશે અને માણ્યા હશે. સૂર્યના શેત પ્રકાશથી આપણાને મેધધનુષના વિવિધ રંગો કેવી રીતે જોવા મળે છે? આપણે આ પ્રશ્નને સમજીએ તે પહેલાં આપણે ફરીથી પ્રિઝમ વડે થતા પ્રકાશના વકીબવન વિશે વિચારીએ. કાચના પ્રિઝમની ટળેલી વકીબવનકારક સપાટીઓ એક રોચક ઘટના દર્શાવે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેને સમજીએ.

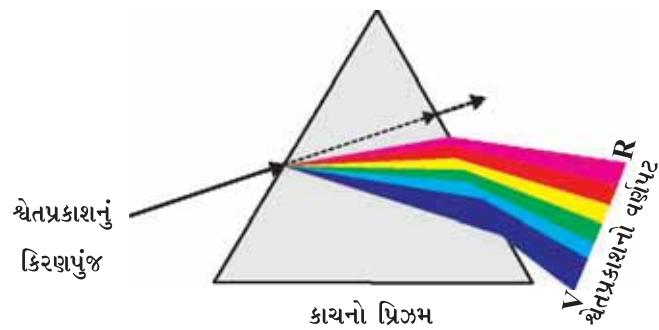
#### પ્રવૃત્તિ 11.2

- એક કાગળનું પૂરું લો અને તેના મધ્યમાં એક નાનું છિક્ક કે સાંકડી ફાટ બનાવો.
- સાંકડી ફાટ પર સૂર્યપ્રકાશ પડવા દો. તેમાંથી શેતપ્રકાશનું એક પાતળું કિરણપુંજ મળે છે.
- હવે કાચનો એક પ્રિઝમ લો અને આકૃતિ 11.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફાટમાંથી પ્રકાશને પ્રિઝમની એક બાજુ પર પડવા દો.
- પ્રિઝમને ધીરે-ધીરે એવી રીતે ફેરવો કે જેથી તેમાંથી નીકળતો પ્રકાશ પાસે રાખેલા પડા પર દેખાય.
- તમે શું અવલોકન કરો છો? તમે એક સુંદર વર્ણપટ જોશો. આવું શાથી બને છે?

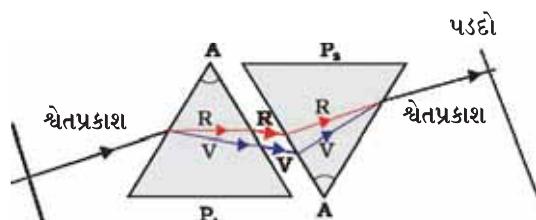
સંભવત: પ્રિઝમે આપાત શેતપ્રકાશનું વર્ણપટમાં વિભાજન કર્યું છે. વર્ણપટના બંને છેદે જોવા મળતા રંગોને ધ્યાનથી જુઓ. પડા પર જોવા મળતા રંગોનો કમ શું છે? જોવા મળતા રંગો આ કમમાં ગોઠવાયેલા છે: જાંબલી (Violet), નીલો (Indigo), વાદળી (Blue), લીલો (Green), પીળો (Yellow), નારંગી (Orange) અને રાતો (Red) (આકૃતિ 11.5). રંગોનો આ કમ યાદ રાખવા માટે ટૂંકાશરો જાનીવાલીપિનારા (VIBGYOR) ઉપયોગી થશે. પ્રકાશના આ ઘટક રંગોના પછીને વર્ણપટ (Spectrum) કહે છે. તમે બધા જ રંગોને સહેલાઈથી અલગ જોઈ નહિ શકો તેમ છીતાં તમે એકબીજાનો ભેદ પારખી શકશો. પ્રકાશનું તેના ઘટક રંગોમાં વિભાજન થવાની આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિભાજન (Dispersion) કહે છે.

તમે જોયું કે શેતપ્રકાશનું પ્રિઝમ વડે તેના સાત ઘટક રંગોમાં વિભાજન થાય છે. આપણાને આ રંગો કેમ 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 માર્ગ નીકળે છે અને અલગ-અલગ દેખાય છે. આપણે વર્ણપટમાં જે જોઈએ છીએ તે બિન્ન રંગોનો પડ્યો છે.

આઈઝેક ન્યૂટને સૂર્યપ્રકાશનો વર્ણપટ મેળવવા માટે સૌપ્રથમ પ્રિઝમનો ઉપયોગ કર્યો હતો. તેમણે બીજો આવો જ એક પ્રિઝમ લઈ શેતપ્રકાશથી મળતા વર્ણપટનું વધારે વિભાજન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો, પરંતુ તેને વધારાના કોઈ રંગો મળ્યા નહિ. ત્યાર બાદ તેમણે એક આવો જ પ્રિઝમ લઈને પહેલાં કરતાં ઊંધો ગોઠવ્યો (આકૃતિ 11.6). આમ, માનવ-ઓંબ અને રંગબેરંગી દુનિયા



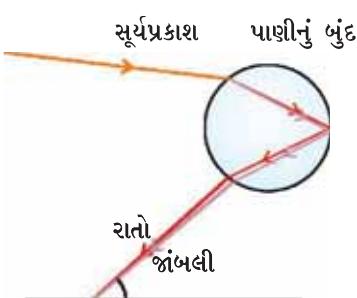
આકૃતિ 11.5 કાચના પ્રિઝમ વડે શેતપ્રકાશનું વિભાજન



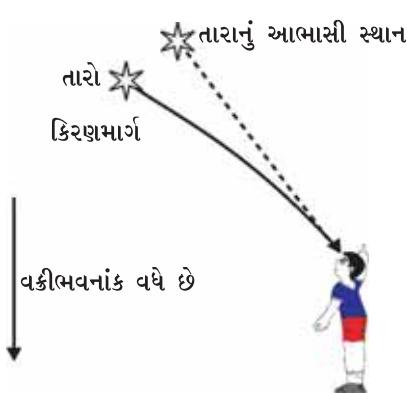
આકૃતિ 11.6 શેતપ્રકાશના વર્ણપટનું પુનઃસંયોજન



આકૃતિ 11.7  
આકાશમાં મેઘધનુષ



આકૃતિ 11.8  
મેઘધનુષનું નિર્માણ



આકૃતિ 11.9  
વાતાવરણીય વકીભવનને કારણે તારાનું આભાસી સ્થાન

વર્ષાપટના બધા જ રંગો બીજા પ્રિઝમમાંથી પસાર થવા દીધા. તેમણે જોયું કે બીજા પ્રિઝમમાં બીજી બાજુથી શેતપ્રકાશનું કિરણપુંજ નિર્ગમન પામે છે. આ અવલોકન પરથી ન્યૂટનને વિચાર આવ્યો કે સૂર્યપ્રકાશ સાત રંગોનો બનેલો છે.

કોઈ પણ પ્રકાશ કે જે સૂર્યપ્રકાશ જેવો વર્ષાપટ બનાવે છે તેને ઘણી વાર શેતપ્રકાશ પણ કહેવાય છે.

મેઘધનુષ એ વરસાદ પડ્યા પછી આકાશમાં જોવા મળતો પ્રાકૃતિક વર્ષાપટ છે (આકૃતિ 11.7) 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 વકીભવન અને વિભાજન, ત્યાર બાદ આંતરિક પરાવર્તન અને અંતે બુંદમાંથી બહાર નીકળતા પ્રકાશનું વકીભવન કરે છે (આકૃતિ 11.8). પ્રકાશના વિભાજન તથા આંતરિક પરાવર્તનના કારણે વિવિધ રંગો અવલોકનકારની આંખો સુધી પહોંચે છે.

સૂર્ય દેખાતો હોય તેવા દિવસે જો તમે સૂર્ય તરફ પીઠ ફેરવીને ઊભા હો અને પાણીના ધોખ કે પાણીના ફુવારામાંથી આકાશ તરફ જોતા હો તોપણ મેઘધનુષ દેખાઈ શકે છે.

## 11.5 વાતાવરણીય વકીભવન (Atmospheric Refraction)

તમે કદાચ કોઈ અનિ (જવાળાં) કે ઉષુંતા પ્રસારક યંત્ર (રેટિયેટર - Radiator)માંથી નીકળતી પ્રક્ષુબ્ધ (Turbulent) ગરમ હવામાંથી કોઈ પદાર્થની અનિયમિત અસ્થિર ગતિ અથવા ટમટમાટ જોઈ હશે. અનિની તરત જ ઉપર રહેલી હવા, તેની ઉપરની હવા કરતાં વધારે ગરમ હોય છે. ગરમ હવા પોતાની ઉપરની ઠંડી હવા કરતાં પાતળી (ઓછી ધનતાવાળી) હોય છે તથા તેનો વકીભવનાંક ઠંડી હવા કરતાં થોડો ઓછો હોય છે. અહીં, વકીભવનકારક 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 વકીભવન (પૃથ્વીના વાતાવરણને કારણો પ્રકાશનું વકીભવન)નો જ પ્રભાવ છે. તારાઓનું ટમટમવું એ ખૂબ મોટા પાયે જોવા મળતી આવી જ ઘટના છે. ચાલો, આપણે તેને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

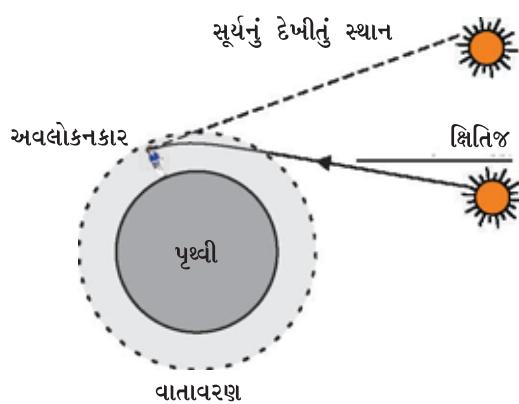
### તારાઓનું ટમટમવું (Twinkling of Stars)

તારાઓના પ્રકાશનું વાતાવરણીય વકીભવન થવાથી તારાઓ ટમટમતા લાગે છે. તારાઓનો પ્રકાશ પૃથ્વી પર પહોંચે તે પહેલાં પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશતાં સતત વકીભવન પામતો આવે છે. વાતાવરણીય વકીભવન એવા માધ્યમમાં થાય છે જેમાં વકીભવનાંકમાં કમિક 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 11.9) ત્યારે કોઈ તારો તેના વાસ્તવિક સ્થાનથી થોડોક ઉપર દેખાય છે. વળી, આગળના ફક્રામાં 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 પ્રકાશનાં બિંદુવત્ત ઉદ્ગમો ગણી શકાય. તારામાંથી આવતા પ્રકાશનાં 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 જાંખો દેખાય છે, જે ટમટમવાની અસર છે.

ગ્રહો કેમ ટમટમતાં નથી ? ગ્રહો પૃથ્વીની ધારા નજીક છે અને તેથી તેમને વિસ્તૃત સોત તરીકે દેખાય છે. જો આપણો ગ્રહને બિંદુવત્તુ પ્રકાશ ઉદ્ગમોના સમૂહ તરીકે ગણીએ તો, બધા જ બિંદુવત્તુ 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 વકીભવનને કારણે સૂર્ય આપણાને 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 11.10માં 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 ચ્યાપટી દેખાય છે.



આકૃતિ 11.10

વાતાવરણીય વકીભવનની સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત પર અસર

## 11.6 પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન (Scattering of Light)

પ્રકાશ તથા આપણી આજુભાજુની વસ્તુઓ વચ્ચેની આંતરક્ષિયાને કારણે આપણાને કુદરતમાં અનેક વાર અદ્ભુત ઘટનાઓ જોવા મળે છે. આકાશનો ભૂરો રંગ, સમુદ્રમાં ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનો રંગ, સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય રતાશપડતો 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.

### 11.6.1 ટિન્ડલ અસર (Tyndall Effect)

પૃથ્વીનું વાતાવરણ સૂક્ષ્મ કણોનું વિષમાંગ મિશ્રણ છે. આ કણોમાં ધૂમાડો, સૂક્ષ્મ પાણીના બુંદ, ધૂળના નિલંબિત કણો અને હવાના આણુઓનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે કોઈ પ્રકાશનું કિરણપુંજ આવા સૂક્ષ્મ કણોને અથડાય છે ત્યારે તે કિરણનો માર્ગ દશ્યમાન બને છે. આ કણો દ્વારા પરાવર્તન પામીને પ્રકાશ આપણા સુધી પહોંચે છે. કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણની ઘટનાથી ટિન્ડલ અસર ઉદ્ભવે છે, જેનો અભ્યાસ તમે ધોરણ IXમાં કર્યો છે. સૂર્યપ્રકાશનું કિરણ એક નાના છિદ્ર દ્વારા ધૂમાડો ભરેલા રૂમાં પ્રવેશે છે ત્યારે આ ઘટના જોવા મળે છે. આ રીતે, પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કણોને દશ્યમાન બનાવે છે. સૂર્યપ્રકાશ ગાડ જંગલના ઉપરના બાદ્ય આવરણમાંથી પસાર થાય છે. ત્યારે પણ ટિન્ડલ અસર જોવા મળે છે. અહીં, જાકળનાં સૂક્ષ્મ જલબુંદો 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.

### 11.6.2 સ્વચ્છ આકાશનો વાડળી (ભૂરો) રંગ કેમ હોય છે ?

(Why is the Colour of the Clear Sky Blue)

વાતાવરણમાં હવાના આણુઓ અને બીજા બારીક કણો દશ્યપ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં નાના પરિમાણ ધરાવે છે. આ કણો લાલ રંગની મોટી તરંગલંબાઈના દશ્યપ્રકાશ કરતાં ભૂરો રંગ તરફની નાની તરંગલંબાઈના દશ્યપ્રકાશના પ્રકીર્ણન માટે વધુ અસરકારક છે. લાલ રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ ભૂરો રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં આશરે 1.8 ગણી હોય છે. જ્યારે સૂર્યપ્રકાશ વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે હવાના બારીક કણો ભૂરો 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 થાત નહિ. પરિણામે આપણાને આકાશ અંધકારમય દેખાતું હોત. અત્યંત ઊંચાઈએ ઊડતા યાત્રિકોને આકાશ કાળું જોવા મળે છે કારણ કે આટલી ઊંચાઈએ પ્રકીર્ણન પ્રભાવી હોતું નથી.

તમે જોયું હોશે કે ભયર્દશક સિજનલમાં પ્રકાશનો રંગ લાલ રાખવામાં આવે છે. તમને ખબર છે શા માટે ? લાલ રંગનું ધૂમ્રમસ અથવા ધૂમાડાથી સૌથી ઓછું પ્રકીર્ણન થાય છે, તેથી તે દૂરથી પણ લાલ રંગમાં જોઈ શકાય છે.

### 11.6.3 સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો રંગ

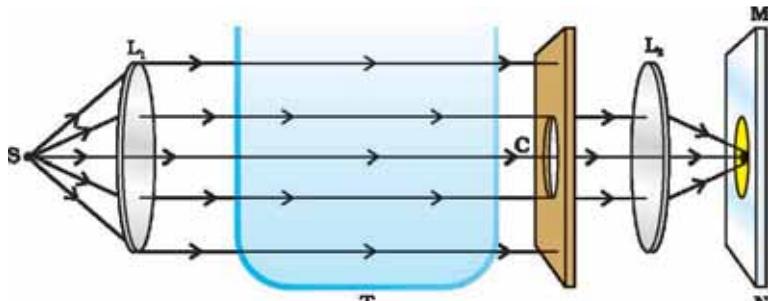
(Colour of the Sun at Sunrise and Sunset)

શું તમે સૂર્યોદય અથવા સૂર્યાસ્ત સમયે આકાશ તથા સૂર્યને જોયા છે ? શું તમે વિચાર્યુ છે કે સૂર્ય અને તેની આજુબાજુનું આકાશ લાલાશપડતું શા માટે દેખાય છે ? ચાલો, આપણે આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય લાલાશપડતો શા માટે દેખાય છે તે સમજવા એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 11.3

- શ્વેત પ્રકાશનો એક તીવ્ર સોત (S) અભિસારી (બહિર્ગોળ) લેન્સ ( $L_1$ ) ના મુખ્ય કેન્દ્ર પર મૂકો. આ લેન્સ પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ આપે છે.
- આ કિરણપુંજને સ્વચ્છ પાણીથી ભરેલા પારદર્શક કાચના પાત્ર (T)માંથી પસાર થવા દો.
- આ પ્રકાશના કિરણપુંજને કર્ડબોર્ડ (પૂંઠા) પર બનાવેલ વર્તુળાકાર છિક્ર (C)માંથી પસાર થવા દો અને બીજા અભિસારી લેન્સ ( $L_2$ ) વડે આકૃતિ 11.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર છિક્રનું પડા (MN) પર સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ મેળવો.
- પાત્રમાંના લગભગ 2 L સ્વચ્છ પાણીમાં 200 g સોલિયમ થાયોસલ્ફેટ (હાઈપો)ને ઓગાળો. આ પાણીમાં લગભગ 1થી 2 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઓસિડ ઉમેરો. તમે શું અવલોકન કર્યું ?

લગભગ 2થી 3 મિનિટમાં તમે સલ્ફરના અતિસૂક્ષ્મ કણો અવક્ષેપિત થતા જોશો. સલ્ફરના કણો બનવાનું શરૂ થતાં તમને કાચના પાત્રની ગ્રણ બાજુઓથી જોતાં ભૂરો રંગનો પ્રકાશ દેખાય છે. અતિસૂક્ષ્મ સલ્ફરના કણો વડે ટૂંકી તરંગલંબાઈના પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થવાને કારણે આ જોવા મળે છે. કાચના પાત્રની જે બાજુ પૂંઠાના વર્તુળાકાર છિક્ર તરફ છે તે બાજુએ ઊભા રહી પાત્રમાંથી નિર્ગમ પામતા પ્રકાશના રંગોનું અવલોકન કરો. તમને જોઈને આશ્વર્ય થશે કે, પડા પર પહેલા નારંગી-લાલ રંગ અને પછી ચમકતો કિરમજી-લાલ રંગ જોવા મળે છે.



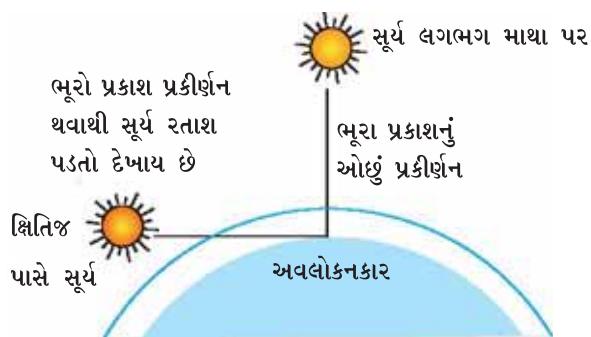
આકૃતિ 11.11

કલિલ દ્રાવકમાં પ્રકાશના પ્રકીર્ણનું અવલોકન કરવા માટેની ગોઠવણ

આ પ્રવૃત્તિ પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન દર્શાવે છે, જેનાથી તમને આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય અથવા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ સમજવામાં મદદ મળે છે.

ક્ષિતિજ પાસે સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ વાતાવરણમાં હવાના ઘણું આવવરણમાંથી વધારે અંતર કાપીને આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે (આફ્ટિ 11.12).

પરંતુ મથ્યાહ્ને રહેલા સૂર્યમાંથી આવતા પ્રકાશને પ્રમાણમાં ઓછું અંતર કાપવું પડે છે. બધોરે સૂર્ય સર્કદ દેખાય છે કેમકે માત્ર થોડાક જ ભૂરા અને જાંબલી રંગનું પ્રકીર્ણન થાય છે. ક્ષિતિજ પાસે ભૂરો પ્રકાશ અને ટૂંકી તરંગલંબાઈના પ્રકાશનો મોટો ભાગ કષ્ણો વડે પ્રકીર્ણન પામે છે. આથી, આપણી આંખો સુધી પહોંચતો પ્રકાશ મોટી તરંગલંબાઈનો હોય છે. આનાથી સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ ઉત્પન્ન થાય છે.



આફ્ટિ 11.12

સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ

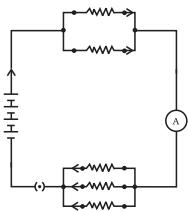
## તમે શીખ્યાં કે

- દૂરની અને નજીકની વस્તુઓને સ્પષ્ટપણો જોવા માટે આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને ફોકસ કરવાની ક્ષમતાને આંખની સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે.
- જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સ્પષ્ટ જોઈ શકાય, તે અંતરને સ્પષ્ટ દર્શિઅંતર અથવા આંખનું નજીકબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દર્શિ ધરાવતી પુષ્ટ વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે.
- આંખોની વકીકારક ખામીઓ સામાન્યપણો માયોપીઆ, હાઇપરમેટ્રોપીઆ અને પ્રેસબાયોપીયા છે. માયોપીઆ (લઘુદર્શિની ખામી – દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની આગળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા બહિર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. હાઇપરમેટ્રોપીઆ (ગુરુદર્શિની ખામી – નજીકની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની પાછળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા બહિર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. મોટી ઉમરે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે.
- શેતપ્રકાશની તેના ઘટક રંગોમાં જુદા પડવાની કિયાને પ્રકાશનું વિભાજન કહે છે.
- પ્રકાશના વિભેરણથી આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો રતાશપડતો રંગ જોવા મળે છે.

## સ્વાધ્યાય

1. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને માનવ-આંખ વિવિધ અંતરે રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. આવું
  - (a) પ્રેસબાયોપીઆ
  - (b) સમાવેશ ક્ષમતા
  - (c) લઘુદર્શિ
  - (d) ગુરુદર્શિ .....ને લીધે થાય છે.

2. માનવ-આંખ પોતાના આ ભાગ પર પ્રતિબિંબ રહે છે.
  - (a) પારદર્શકપટલ
  - (b) આઈરિસ (કનિનીકા)
  - (c) કીકી
  - (d) નેત્રપટલ (રેટિના)
3. સામાન્ય દાઢિ ધરાવતી પુઅંત વ્યક્તિ માટે સ્પષ્ટ દાઢિઅંતર 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) આઈરિસ
5. એક વ્યક્તિને દૂરની દાઢિનું નિવારણ કરવા માટે -5.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જરૂર પડે છે. તેને નજીકની દાઢિનું નિવારણ કરવા માટે +1.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જોઈએ છે. (i) દૂરદાઢિ અને (ii) લઘુદાઢિના નિવારણ માટે જરૂરી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શું હશે ?
  6. લઘુદાઢિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ આંખની સામે 80 cm દૂર છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા માટે વપરાતા લેન્સનો પ્રકાર અને પાવર શું હશે ?
  7. હાઈપરમેટ્રોપીઅનું નિવારણ કેવી રીતે થાય તે આફૂતિ દોરી દર્શાવો. એક ગુરુદાઢિની 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. વહેલી સવાર (સૂર્યોદય)ના સમયે સૂર્ય લાલાશપડતો કેમ દેખાય છે ?
  13. કોઈ અંતરિક્ષયાત્રીને આકાશ ભૂરાના બદલે કાળું કેમ દેખાય છે ?



# પ્રકરણ 12

## વિદ્યુત (Electricity)

વિદ્યુતનું આધુનિક સમાજમાં મહત્વપૂર્ણ સ્થાન છે. તે ઘરો, શાળાઓ, હોસ્પિટ્લો 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 ઉભીય અસર અને તેની ઉપયોગિતાની પણ ચર્ચા કરીશું.

### 12.1 વિદ્યુતપ્રવાહ અને પરિપથ (Electric Current and Circuit)

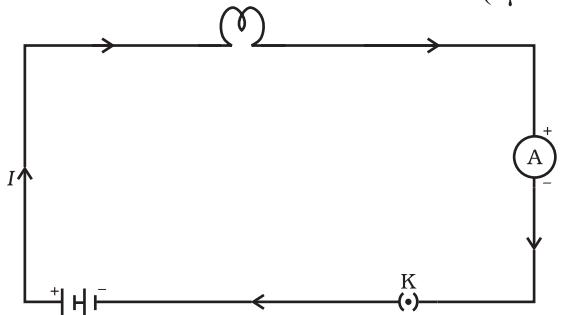
આપણે હવાના પ્રવાહ અને પાણીના પ્રવાહથી પરિચિત છીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વહેતા પાણીથી નદીમાં પાણીનો પ્રવાહ રચાય છે. આ જ રીતે વાહકમાંથી (ઉદાહરણ તરીકે ધાતુના તારમાંથી) વિદ્યુતભાર વહેતો હોય ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે, વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે કોઈ ટોર્ચમાં સેલ(વિદ્યુતકોષ અથવા યોગ્ય કમમાં ગોઠવેલ બેટરી) ટોર્ચના બલ્બને પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતભારનો પ્રવાહ અથવા વિદ્યુતપ્રવાહ પૂરો પાડે છે. આપણે એ પણ જોયું છે કે ટોર્ચ 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 ટોર્ચની 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 શર્ધોમાં તે વિદ્યુતભારના વહનનો દર છે. ધાતુના તારથી બનેલા વિદ્યુત-પરિપથમાં વિદ્યુતભારના પ્રવાહની રચના ઈલેક્ટ્રોન કરે છે. પરંતુ જ્યારે સૌપ્રથમ વિદ્યુતની ઘટના જેવા મળી ત્યારે ઈલેક્ટ્રોન વિશે કોઈ જાણકારી નહોતી. તેથી વિદ્યુતપ્રવાહ 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 ઈલેક્ટ્રોન કે જે ઋણભારિત છે, તેની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.

જો એ સમયમાં વાહકના કોઈ આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતભારનો જશ્ચો Q હોય, તો આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I,

$$I = \frac{Q}{t} \quad (12.1)$$

વિદ્યુતભારનો SI એકમ કુલંબ (C) છે, જે લગભગ  $6 \times 10^{18}$  ઇલેક્ટ્રોનના વિદ્યુતભારને સમતુલ્ય છે. (આપણે જાણીએ છીએ કે ઇલેક્ટ્રોન  $1.6 \times 10^{-19}$  C ઋણ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે). ફેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્દ્રે-મેરી એમ્પિયર (1775-1836)ના નામ પરથી વિદ્યુતપ્રવાહનો એકમ એમ્પિયર (A) રાખવામાં આવ્યો છે. એક એમ્પિયર વિદ્યુતપ્રવાહની રચના એક સેકન્ડમાં એક કુલંબ વિદ્યુતભારના વહનથી થાય છે, એટલે કે  $1 A = 1C/1s$ . નાના વિદ્યુતપ્રવાહને મિલિએમ્પિયર ( $1 mA = 10^{-3} A$ ) અથવા માઈક્રો એમ્પિયર ( $1 \mu A = 10^{-6} A$ )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 12.1 એક લાક્ષણિક વિદ્યુત-પરિપથની રેખાકૃતિ દર્શાવે છે, જેમાં એક સેલ, એક વિદ્યુતભલ્બ, એમીટર તથા કણ જોડેલ છે. અહીં નોંધો કે, પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સેલના ધન છેઠેથી ઋણ છેડા સુધી બટલ્ય અને એમીટરમાં થઈને વહે છે.

### આકૃતિ 12.1

વિદ્યુતકોષ, વિદ્યુતભલ્બ, એમીટર અને ધળ કળની મદદથી બનેલા વિદ્યુત-પરિપથની રેખાકૃતિ

**ઉદાહરણ 12.1 :** કોઈ વિદ્યુતભલ્બના ફિલામેન્ટ (તાર)માંથી  $0.5 A$  વિદ્યુતપ્રવાહ  $10$  મિનિટ સુધી વહે છે, તો પરિપથમાં વહન પામતો વિદ્યુતભાર ગણો.

### ઉકેલ :

આપણને આપવામાં આવ્યું છે,  $I = 0.5 A$ ;  $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$

સમીકરણ 12.1 પરથી,

$$Q = It$$

$$= 0.5 A \times 600 \text{ s}$$

$$= 300 \text{ C}$$

### પ્રશ્નો

- વિદ્યુત-પરિપથનો અર્થ શું થાય ?
- વિદ્યુતપ્રવાહના એકમને વ્યાખ્યાયિત કરો.
- એક કુલંબ વિદ્યુતભારની રચના કરતા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા ગણો.



## તારની અંદર વિદ્યુતભારનો 'પ્રવાહ'

કોઈ ધાતુ વિદ્યુતનું વહન કેવી રીતે કરે છે? તમે એવું વિચારતાં હશો કે નીચી ઊર્જા ધરાવતા ઈલેક્ટ્રોનને ઘન વાહકમાંથી પસાર થવામાં ખૂબ મુશ્કેલી પડતી હશે. ઘનની અંદર પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જકડામેલા હોય છે અને તેમની વચ્ચેનું અંતર ખૂબ ઓછું હોય છે. પરંતુ એવું જાણવા મળ્યું છે કે, ઈલેક્ટ્રોન કોઈ ઘન સ્ફટિકમાંથી અડયણ વગર સરળતાથી ગતિ કરે છે, જાણે કે તેઓ શૂન્યાવકાશમાં હોય. પરંતુ વાહકમાં ઈલેક્ટ્રોનની 'ગતિ' શૂન્યાવકાશમાં વિદ્યુતભારોની ગતિથી તદ્દન અલગ હોય છે. જ્યારે કોઈ વાહકમાંથી સ્થિર વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય ત્યારે તેમાં ઈલેક્ટ્રોન કંઈક સરેરાશ 'દ્રિફ્ટવેગ'થી ગતિ કરતા હોય છે. સૂક્ષ્મ વિદ્યુતપ્રવાહ ધરાવતા વ્યવહારમાં વપરાતા તાંબાના તાર માટે ઈલેક્ટ્રોનનો દ્રિફ્ટવેગ તમે ગણી શકો છો અને વાસ્તવમાં તેનું મૂલ્ય  $1 \text{ mm s}^{-1}$  જેટલું સૂક્ષ્મ મળે છે, તો એવું કેમ થાય છે કે સ્વિચ ચાલુ (ON) કરતાં જ બલ્બ પ્રકાશ આપવા માંડે છે? એવું નથી થઈ શકતું કે વિદ્યુતપ્રવાહ ત્યારે જ શરૂ થાય કે જ્યારે ઈલેક્ટ્રોન વિદ્યુત સપ્લાય (Electric Supply)ના એક ધ્રુવથી જાતે બલ્બમાં થઈને બીજા ધ્રુવે પહોંચે, કેમકે કોઈ વાહક તારમાં ઈલેક્ટ્રોનની દ્રિફ્ટગતિ ખૂબ ધીમી પ્રક્રિયા હોય છે. વિદ્યુતપ્રવાહ વહનની વાસ્તવિક પ્રક્રિયાની ઝડપ પ્રકાશની ઝડપની નજીકની છે જે મંત્રમુંઘ કરનારી છે, પણ આ પુસ્તકનાં કાર્યક્ષેત્રની બહાર છે. શું તમે ઉચ્ચસ્તર પર આ પ્રશ્નના ઉંડાણમાં પહોંચવા માંગો છો?

## 12.2 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. ઈલેક્ટ્રોન 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 બેંટરીથી 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 ઘન વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવા પડતા કાર્ય તરીકે વાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

$$\text{બે બિંદુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત } (V) = \frac{\text{કરેલું કાર્ય}(W)}{\text{વિદ્યુતભાર}(Q)}$$

$$V = \frac{W}{Q} \quad (12.2)$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનો SI એકમ વોલ્ટ (V) છે, જે ઇટાલીના વિજ્ઞાની અલેઝાન્ડ્રો વોલ્ટા (1745-1827)ના નામ પરથી રાખવામાં આવ્યો છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકમાં જો એક વિદ્યુત

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,

$$1 \text{ વોલ્ટ} = \frac{1 \text{ જૂલ}}{1 \text{ કુલંબ}} \quad (12.3)$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વોલ્ટમીટર નામના ઉપકરણની મદદથી માપવામાં આવે છે. વોલ્ટમીટરને હંમેશાં જે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવાનો હોય તેમને સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

**ઉદાહરણ 12.2 :** 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 12.2 અનુસાર)

$$\begin{aligned} W &= VQ \\ &= 12 \text{ V} \times 2 \text{ C} \\ &= 24 \text{ J} \end{aligned}$$

### પ્રશ્નો

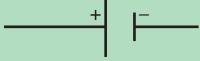
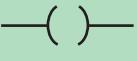
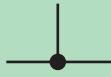
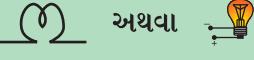
- વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત જાળવી રાખવામાં મદદ કરતા ઉપકરણનું નામ આપો.
- બે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V છે તેનો અર્થ શું થાય ?
- 6 Vની બેટરી તેમાંથી પસાર થતા દર 1 કુલંબ વિદ્યુતભારને કેટલી ઊર્જા આપે છે ?



## 12.3 પરિપथ આકૃતિ (Circuit Diagram)

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથ, આકૃતિ 12.1માં દર્શાવ્યા મુજબ, એક વિદ્યુતકોષ (અથવા બેટરી), એક કળ, વિદ્યુત ઘટક (અથવા ઘટકો) તથા જોડાડમાં લીધેલ તારથી બનેલ હોય છે. પરિપથનાં ઘટકોને પ્રણાલીગત સંકેતો દ્વારા દર્શાવી વિદ્યુત-પરિપથ દોરવો સરળ છે. કોષ્ટક 12.1માં સામાન્ય વ્યવહારમાં વપરાતા વિદ્યુત ઘટકોના પ્રણાલીગત સંકેતો દર્શાવેલ છે.

## કોષ્ટક 12.1 પરિપथ આકૃતિમાં સામાન્ય રીતે વપરાતાં કેટલાંક ઘટકોની સંજ્ઞાઓ

ક્રમ	ઘટકો	સંજ્ઞાઓ
1	વિદ્યુતકોષ	
2	બેટરી અથવા વિદ્યુતકોષોનું સંયોજન	
3	ખગકળ અથવા સ્વિચ (ખુલ્લી)	
4	ખગકળ 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	

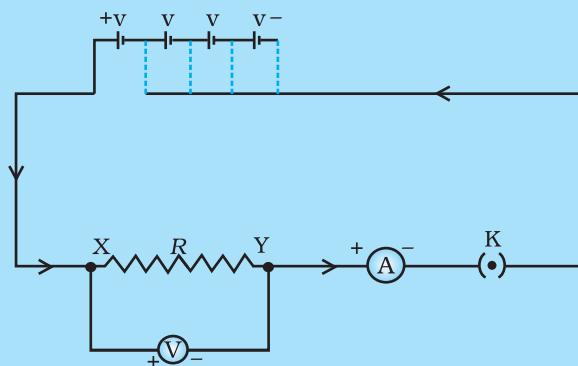
## 12.4 ઓહ્મનો નિયમ (Ohm's Law)

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 12.1

- આકૃતિ 12.2માં દર્શાવ્યા અનુસાર એક પરિપથ તૈયાર કરો. આ પરિપથમાં 0.5 m લાંબો નિકોમનો તાર XY, એક એમીટર, એક વોલ્ટમીટર તથા 1.5 Vનાં ચાર વિદ્યુતકોષ જોડો (નિકોમ એ નિકલ, કોમિયમ, મેગેનીઝ અને લોખંડની મિશ્ર ધાતુ છે).

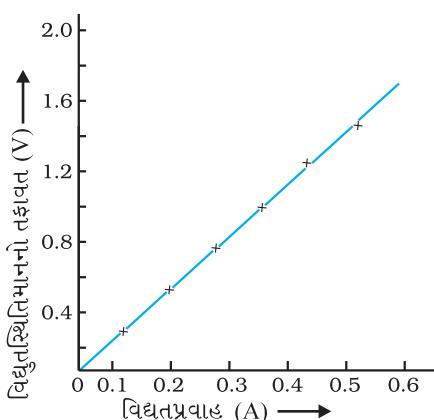
- સૌપ્રથમ પરિપथમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે એક જ કોષ જોડો. પરિપથમાં નિકોમના તાર XYમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ માટે એમીટરનું અવલોકન I અને તેના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V માટે વોલ્ટમીટરનું અવલોકન આપેલ કોષ્ટકમાં નોંધો.
- હવે પછી પરિપથમાં બે વિદ્યુતકોષ જોડો અને નિકોમના તારમાં પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે અનુકૂળે 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 Iનો ગુણોત્તર ગણો.



આકૃતિ 12.2 ઓહ્મના નિયમના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત-પરિપથ

ક્રમ	પરિપથમાં ઉપયોગમાં લીધેલા વિદ્યુતકોષોની સંખ્યા	નિકોમના તારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I (એમ્પિયર)	નિકોમ તારના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V (વોલ્ટ)	$\frac{V}{I}$ (વોલ્ટ/એમ્પિયર)
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			

- V વિરુદ્ધ I નો આલેખ દોરો અને તેનું સ્વરૂપ જુઓ.



આકૃતિ 12.3

નિકોમ તાર માટે V-I આલેખ. સુરેખ આલેખ દર્શાવે છે કે જેમ વિદ્યુતપ્રવાહ વધે છે તેમ તારના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત રેખ્યા રીતે વધે છે. આ ઓહ્મનો નિયમ છે

આ પ્રવૃત્તિમાં તમને દરેક કિર્સામાં  $V/I$  નું મૂલ્ય લગભગ સમાન મળશે. આમ  $V$ -Iનો આલેખ ઊગમબિંદુમાંથી પસાર થતી સુરેખા હશે જે આકૃતિ 12.3માં દર્શાવેલ છે. આમ,  $V/I$  એ અચળ ગુણોત્તર છે.

1827માં જર્મન બૌતિકશાસ્ત્રી જ્યોર્જ સીમોન ઓહ્મ (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 વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V ના સમપ્રમાણમાં હોય છે આને ઓહ્મનો નિયમ કહે છે. બીજા શબ્દોમાં,

$$V \propto I \quad (12.4)$$

અથવા  $\frac{V}{I} = \text{અચળ}$

$$= R$$

અથવા  $V = IR$  (12.5)

સમીકરણ (12.5)માં R એ આપેલ તાપમાને આપેલ ધાતુના તાર માટે અચળાંક છે અને તેનો અવરોધ કહે છે. તે વાહકનો તેમાંથી પસાર થતા

વિદ્યુતભારનો વિરોધ કરવાનો ગુણધર્મ છે. તેનો ડાયોડ ઓહ્મ છે અને તેને ગ્રીક અક્ષર  $\Omega$  વડે દર્શાવાય છે. ઓહ્મના નિયમ અનુસાર,

$$R = \frac{V}{I} \quad (12.6)$$

જો વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V હોય અને તેમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ 1 A હોય, તો વાહકનો અવરોધ (R) 1  $\Omega$  છે. એટલે કે,

$$1 \text{ ઓહ્મ} = \frac{1 \text{ વોલ્ટ}}{1 \text{ એમ્પિયર}}$$

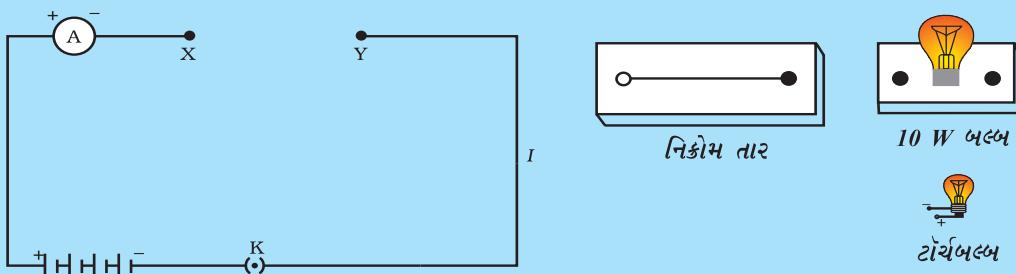
સમીકરણ (12.5) પરથી આપણાને નીચે મુજબનો સંબંધ પણ મળે છે :

$$I = \frac{V}{R} \quad (12.7)$$

સમીકરણ (12.7) 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 વિદ્યુતપરિપथમાં વિદ્યુતપ્રવાહમાં વધારો કે ઘટાડો કરવો જરૂરી હોય છે. જે ઘટકની મદદથી વોલ્ટેજનું 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 આપણો નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા વાહકના અવરોધનો અભ્યાસ કરીશું.

### પ્રવૃત્તિ 12.2

- એક નિકોમનો તાર, એક ટોર્ચ બલ્બ, એક 10 Wનો બલ્બ તથા એક એમીટર (0-5 A રેન્જનું) એક કળ તથા જોડાણ માટેના તાર લો.
- 1.5 Vના દરેક એવા ચાર સૂક્ષ્મ કોષ શ્રેણીમાં અને તેની સાથે એમીટર આફ્ટિ 12.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણો જોડો અને XY અંતરાલ (gap) છોડી પરિપથ બનાવો.



આફ્ટિ 12.4

- અંતરાલ XYમાં નિકોમનો તાર જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો. કળમાં ખગ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો. કળમાંથી ખગ બહાર કાઢી લો. (નોંધ : પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માયા પછી હંમેશાં ખગ કળમાંથી બહાર કાઢી લો.)
- અંતરાલ XYમાં નિકોમનાં તારની જગ્યાએ ટોર્ચનો 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 બિન્ન 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 આપણાને 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 ઈલેક્ટ્રોનની ગતિ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે વિદ્યુત

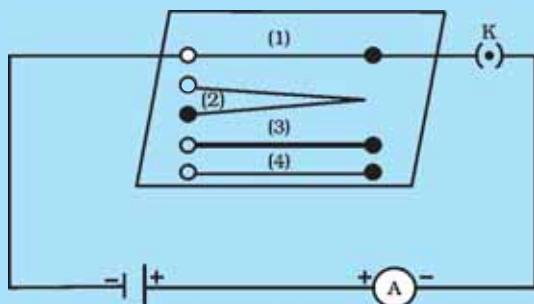
છ. જો કે ઈલેક્ટ્રોન વાહકમાં ગતિ કરવા માટે પૂર્ણપણે સ્વતંત્ર હોતા નથી. જે પરમાણુઓ વચ્ચેથી તે ગતિ કરે છે તેમના આકર્ષણ દ્વારા તેમની ગતિ નિયંત્રિત થઈ જાય છે. આમ, વાહકમાં ઈલેક્ટ્રોનની ગતિ તેના અવરોધ દ્વારા મંદ પડી જાય છે. આપેલ પરિમાણના વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ ઓછો હોય તે સારો વાહક કહેવાય. જે વાહક ગાળનાપાત્ર 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.

## 12.5 સુવાહકનો અવરોધ જેની પર આધાર રાખે છે તે પરિબળો

### (Factors on which The Resistance of a Conductor Depends)

#### પ્રવૃત્તિ 12.3

- એક કોષ, એક એમીટર, (1) લંબાઈનો એક નિકોમનો તાર [જેને (1) દ્વારા દર્શાવેલ] અને એક કળને આકૃતિ 12.5 પ્રમાણે જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો.



આકૃતિ 12.5 વાહક તારનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે તેના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત-પરિપથ

- હવે કળમાં ખગ ભરાવો. એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- હવે નિકોમના આ તારને સ્થાને નિકોમનો બીજા તાર જોડો જેની જડાઈ સમાન પણ લંબાઈ બે ગણી એટલે કે 2/ હોય. [જેને આકૃતિ 12.5માં (2) વડે દર્શાવેલ છે].
- એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- હવે તેને સ્થાને / લંબાઈનો પણ જોડો નિકોમનો તાર ((3) દ્વારા દર્શાવેલ)ને જોડો. જડા તારના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ વધુ હોય છે. ફરીથી એમીટરમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- નિકોમના તારની જગ્યાએ તાંબાના તાર (આકૃતિ 12.5માં (4) દ્વારા દર્શાવેલ)ને પરિપથમાં જોડો. ધારો કે આ તારની લંબાઈ અને આડછેદનું ક્ષેત્રફળ પ્રથમ નિકોમના 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 બમળી કરતાં એમીટરનું અવલોકન અડવું થાય છે. પરિપથમાં સમાન લંબાઈનો જાડો તે જ દ્વયનો બનેલો તાર વાપરતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય વધે છે. સમાન લંબાઈ તથા આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો બીજા દ્વયનો જાડો તાર વાપરતાં એમીટરનું અવલોકન બદલાય છે. ઓહ્મનો નિયમ [સમીકરણ (12.5)-(12.7)] લાગુ પાડતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે વાહક તારનો અવરોધ (i) તેની લંબાઈ (ii) તેના આડછેદના ક્ષેત્રફળ (iii) તેના દ્વયની જાત પર આધાર રાખે છે. ચોક્સાઈપૂર્વકનાં માપન દર્શાવે છે કે એકસમાન વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈ

(I) ના સમપ્રમાણમાં અને આડછેદના ક્ષેત્રફળ (A)ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. એટલે કે,

$$R \propto l \quad (12.8)$$

અને  $R \propto \frac{1}{A} \quad (12.9)$

સમીકરણ (12.8) અને (12.9)ને સંયોજિત કરતા,

$$\text{અથવા} \quad R = \rho \frac{l}{A} \quad (12.10)$$

જ્યાં,  $\rho$  (રૂહો) સમપ્રમાણતા અચળાંક છે અને તેને વાહકના દ્રવ્યની વિદ્યુતઅવરોધકતા કહે છે. અવરોધકતાનો SI એકમ  $\Omega m$  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 12.2માં આપણાને જોવા મળે છે કે, મિશ્રધાતુની અવરોધકતા તેમની મૂળ ધાતુઓ કરતાં વધુ છે. મિશ્રધાતુઓ ઊંચા તાપમાને ત્વરિત ઓક્સિડાઇઝ (દહન) થતી નથી. આ કારણોસર તે વ્યવહારમાં વિદ્યુતઉભ્યિ સાધનોમાં વપરાય છે, જેવા કે ઈલેક્ટ્રિક ઈસ્ક્રી, ટોસ્ટર વગેરે. વિદ્યુત-બલ્બના ફિલામેન્ટ માટે એક માત્ર ટંગસ્ટનનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે તાંબા અને ઑલ્યુમિનિયમનો ઉપયોગ વિદ્યુતપ્રવાહન વહન (transmission) કરતા તારોણી બનાવતમાં થાય છે.

**કોષ્ટક 12.2  $20^\circ\text{C}$  તાપમાને કેટલાંક દ્રવ્યોની અવરોધકતા\***

	દ્રવ્ય	અવરોધકતા ( $\Omega m$ )
વાહકો	ચાંદી	$1.60 \times 10^{-8}$
	તાંબુ	$1.62 \times 10^{-8}$
	ઓલ્યુમિનિયમ	$2.63 \times 10^{-8}$
	ટંગસ્ટન	$5.20 \times 10^{-8}$
	નિકલ	$6.84 \times 10^{-8}$
	લોખંડ	$10.0 \times 10^{-8}$
	કોમિયમ	$12.9 \times 10^{-8}$
	પારો	$94.0 \times 10^{-8}$
મિશ્રધાતુઓ	મેન્ગેનિન	$1.84 \times 10^{-6}$
	કોન્સ્ટન્ટન (Cu અને Niની મિશ્રધાતુ)	$49 \times 10^{-6}$
	મેન્ગેનિન (Cu, Mn અને Niની મિશ્રધાતુ)	$44 \times 10^{-6}$
અવાહકો	નિકોમ (Ni, Cr, Mn અને Feની મિશ્રધાતુ)	$100 \times 10^{-6}$
	કાચ	$10^{10} - 10^{14}$
	સખત રબર	$10^{13} - 10^{16}$
	એબોનાઈટ	$10^{15} - 10^{17}$
	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 12.3

- (a) જો વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટનો અવરોધ  $1200 \Omega$  હોય અને તેને  $220 \text{ V}$ નાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે તો વિદ્યુતબલ્બ કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ બેંચશે ? (b) વિદ્યુતહીટરની કોઈલનો અવરોધ  $100 \Omega$  છે. તેને  $220 \text{ V}$ નાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતાં કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ બેંચે ?

**ઉકેલ**

- (a) આપણાને આપવામાં આવ્યું છે કે,  $V = 220 \text{ V}$ ;  $R = 1200 \Omega$

$$\text{સમીકરણ (12.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ } I = \frac{220 \text{ V}}{1200 \Omega} = 0.18 \text{ A}$$

- (b) આપણાને આપવામાં આવ્યું છે કે,  $V = 220 \text{ V}$ ;  $R = 100 \Omega$

$$\text{સમીકરણ (12.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ } I = \frac{220 \text{ V}}{100 \Omega} = 2.2 \text{ A}$$

$220 \text{ V}$ નાં સમાન વિદ્યુત પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટર દ્વારા બેંચાતા વિદ્યુતપ્રવાહના તફાવતો નોંધો !

### ઉદાહરણ 12.4

- એક વિદ્યુતહીટર પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી  $4 \text{ A}$  વિદ્યુતપ્રવાહ બેંચે છે ત્યારે તેના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત  $60 \text{ V}$  છે. જો વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત  $120 \text{ V}$  સુધી વધારવામાં આવે તો હીટર કેટલો પ્રવાહ બેંચશે ?

**ઉકેલ**

- આપણાને આપવામાં આવ્યું છે કે, વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત  $V = 60 \text{ V}$ , વિદ્યુતપ્રવાહ  $I = 4 \text{ A}$

$$\text{ઓહ્મના નિયમ અનુસાર, } R = \frac{V}{I} = \frac{60 \text{ V}}{4 \text{ A}} = 15 \Omega$$

$$\text{હવે, વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત } 120 \text{ V} \text{ કરતા, વિદ્યુતપ્રવાહ } I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{15 \Omega} = 8 \text{ A}$$

આમ, હીટરમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ  $8 \text{ A}$  થઈ જાય છે.

### ઉદાહરણ 12.5 :

- ધાતુના  $1 \text{ m}$  લંબાઈ ધરાવતા તારનો  $20^\circ\text{C}$  તાપમાને અવરોધ  $26 \Omega$  છે. જો તારનો વ્યાસ  $0.3 \text{ mm}$  હોય, તો તે તાપમાને ધાતુની અવરોધકતા કેટલી ? કોષ્ટક 12.2નો ઉપયોગ કરી તારના દ્રવ્યનું પૂર્વાનુમાન કરો.

**ઉકેલ**

- આપણાને આપવામાં આવ્યું છે કે, અવરોધ  $R = 26 \Omega$ , વ્યાસ  $d = 0.3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$  તથા તારની લંબાઈ  $l = 1 \text{ m}$ . આથી, સમીકરણ (12.10) પરથી આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{R\pi d^2}{4l}$$

આપેલ કિમતો મૂકતાં અવરોધકતા

$$\rho = 1.84 \times 10^{-6} \Omega \text{ m} \text{ મળે છે.}$$

આમ,  $20^\circ\text{C}$  તાપમાને આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા  $1.84 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$  છે. કોષ્ટક 12.2 જોતાં આ મેળેનીજની અવરોધકતા છે.

### ઉદાહરણ 12.6

આપેલ દ્વયના  $\frac{1}{2}$  લંબાઈ અને A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ 4  $\Omega$  છે, તો આ જ દ્વયના

$\frac{1}{2}$  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  $\Omega$  છે.

#### પ્રશ્નો

- વાહકનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે ?
- એક જ દ્વયમાંથી બનેલા એક જાડા અને એક પાતળા તારને સમાન વિદ્યુતપ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતા કોનામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ સરળતાથી વહેશે ? શા માટે ?
- ધારો કે કોઈ વિદ્યુતઘટકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઘટાડીને અગાઉના મૂલ્યનો અધ્યો કરતા તેનો અવરોધ તેનો તે જ રહે છે. તો વિદ્યુતઘટકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં શો ફેરફાર થશે ?
- શા માટે ટોસ્ટર તથા વિદ્યુતઈસ્ટીની કોઈલ શુદ્ધ ધાતુની ન બનાવતા મિશ્રધાતુની બનાવવામાં આવે છે ?
- નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર કોષ્ટક 12.2માં આપેલ માહિતીની મદદથી આપો :
  - લોઝંડ (Fe) તથા પારો (Hg)માંથી કયું વધારે સારું વાહક છે ?
  - કયું દ્વય શ્રેષ્ઠ વાહક છે ?

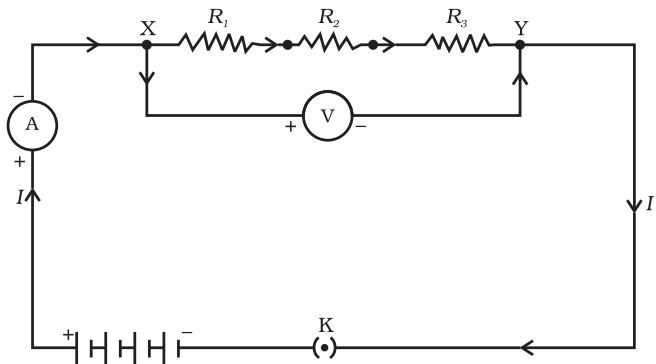


## 12.6 અવરોધકોના તંત્રનો અવરોધ

### (Resistance of a System of Resistors)

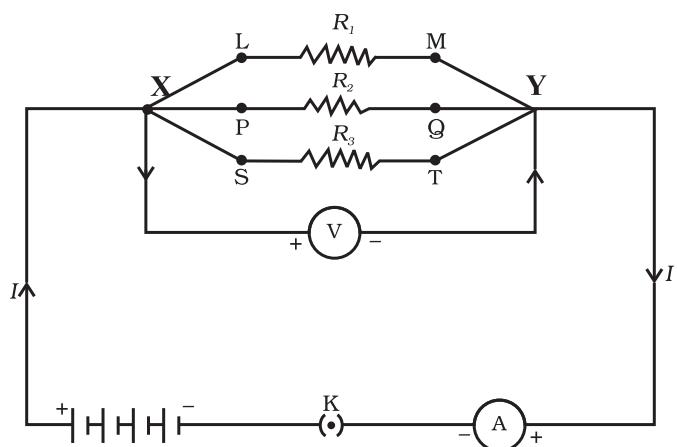
આગળના વિભાગમાં આપણે કેટલાક સરળ વિદ્યુત-પરિપથો વિશે શીખ્યાં. આપણે વાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ તેના અવરોધ અને બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે તે જોયું. વિવિધ વિદ્યુત ઉપકરણોમાં આપણે ધણી વાર અવરોધોનાં વિવિધ જોડાણોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. તેથી આપણે આ અવરોધોનાં સંયોજનો પર ઓહ્મનો નિયમ કેવી રીતે લાગુ પાડી શકાય તે જોવા માગીએ છીએ.

અવરોધોને એકબીજા સાથે બે રીતે જોડી શકાય છે. આકૃતિ 12.6માં એક વિદ્યુત-પરિપથ દર્શાવેલ છે, જેમાં  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  અવરોધ ધરાવતા ત્રણ અવરોધો એકબીજા સાથે કમશા: (એક પૂરો થાય ત્યાંથી બીજો શરૂ થાય તેમ) જોડેલા છે. અવરોધોના આવા જોડાણને શ્રેણી-જોડાણ કહે છે.



આકૃતિ 12.6 શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધો

આકૃતિ 12.7માં અવરોધોનું એક એવું જોડાણ દર્શાવેલ છે કે જેમાં ગ્રાફ અવરોધો એકસાથે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ છે. અહીં, અવરોધો એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલા છે તેમ કહેવાય.



આકૃતિ 12.7 સમાંતર જોડેલા અવરોધો

#### 12.6.1 અવરોધોનું શ્રેણી-જોડાણ (Resistors 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 :

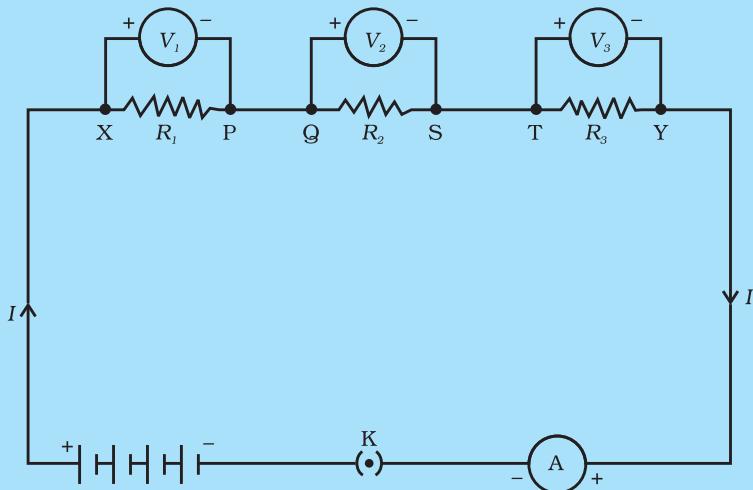
#### પ્રવૃત્તિ 12.4

- જુદાં-જુદાં મૂલ્ય ધરાવતા ગ્રાફ અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડો. આકૃતિ 12.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેમને એક બેટરી, એક એમીટર તથા એક પ્લગકળ સાથે જોડો. તમે આ પ્રવૃત્તિ માટે  $1\ \Omega$ ,  $2\ \Omega$ ,  $3\ \Omega$  વગેરે મૂલ્યના અવરોધો તથા  $6\text{ V}$ ની બેટરીનો ઉપયોગ કરો. શકો.
- હવે કળમાં ખલગ 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 ફરફાર 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 શ્રેષ્ઠીમાં જોડતાં પરિપથના દરેક ભાગમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ હોય છે એટલે કે દરેક અવરોધમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે.

### પ્રવૃત્તિ 12.5

- પ્રવૃત્તિ 12.4માં આકૃતિ 12.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર ગ્રાફ અવરોધોનાં શ્રેષ્ઠી—જોડાણા છેડા X તથા Yની વચ્ચે વોલ્ટમીટર જોડો.
- પરિપથમાં કળમાં ખગ ભરાવી વોલ્ટમીટરનું અવલોકન નોંધો. તે અવરોધોના શ્રેષ્ઠી—જોડાણ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત આપે છે. ધારો કે તે V છે. હવે બેટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. બંનેનાં મૂલ્યો સરખાવો.
- કળમાંથી ખગ દૂર કરો અને વોલ્ટમીટરનું જોડાણ દૂર કરો. હવે વોલ્ટમીટરને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા X અને P વચ્ચે જોડો જે આકૃતિ 12.8માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 12.8

- કળમાં ખગ ભરાવો અને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે V<sub>1</sub> છે.
- આ જ રીતે બાકીના બે અવરોધ માટે અલગ—અલગ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે V<sub>2</sub> અને V<sub>3</sub> છે.
- V, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> અને V<sub>3</sub> વચ્ચેનો સંબંધ તારવો.

તમે જોશો કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત Vનું મૂલ્ય વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> અને V<sub>3</sub>ના સરવાળા જેટલું છે. એટલે કે અવરોધોનાં શ્રેષ્ઠી—જોડાણના છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વ્યક્તિગત અવરોધોના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનાં સરવાળા બરાબર છે એટલે કે,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (12.11)$$

ધારો કે આકૃતિ 12.8માં દર્શાવેલ વિદ્યુત—પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. દરેક અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ Pણ I છે. તેથી ગ્રાફ શ્રેષ્ઠીમાં 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 આપણાને

$$V = IR \quad (12.12)$$

મળે છે.

વિદ્યુત

ગ્રાહોય અવરોધોને અલગ—અલગ ઓહ્મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V_1 = IR_1 \quad [12.13 (a)]$$

$$V_2 = IR_2 \quad [12.13 (b)]$$

$$\text{અને} \quad V_3 = IR_3 \quad [12.13 (c)]$$

મળે છે. સમીકરણ (12.11) પરથી,

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

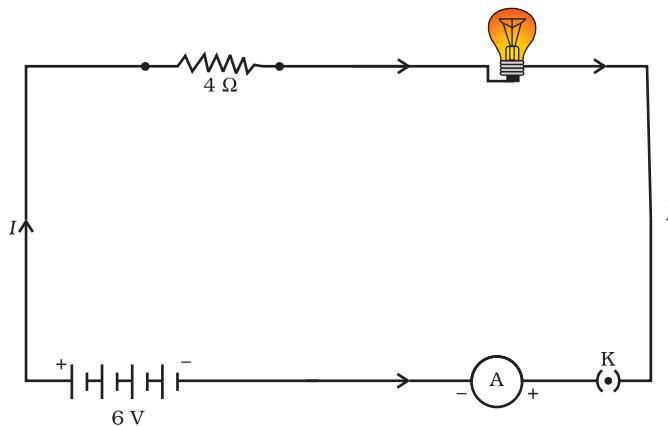
અથવા

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \quad (12.14)$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે જ્યારે અનેક અવરોધો શ્રેષ્ઠીમાં જોડવામાં આવે ત્યારે જોડાણનો કુલ અવરોધ  $R_s$ , વ્યક્તિગત અવરોધો  $R_1, R_2$  અને  $R_3$ ના સરવાળા બરાબર હોય છે તથા આ કુલ અવરોધ કોઈ પણ વ્યક્તિગત અવરોધ કરતાં મોટો હોય છે.

### ઉદાહરણ 12.7

20  $\Omega$  અવરોધ ધરાવતો એક વિદ્યુતબલ્બ, 4  $\Omega$  અવરોધ ધરાવતો વાહક, 6 Vની બેટરી સાથે જોડેલ છે (આકૃતિ 12.9). (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ (b) પરિપથમાંથી વહેતો પ્રવાહ અને (c) વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે તથા વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ગણો.



આકૃતિ 12.9 4  $\Omega$ ના અવરોધ અને 6 Vની બેટરી સાથે શ્રેષ્ઠીમાં જોડેલ વિદ્યુતબલ્બ  
ઉકેલ

વિદ્યુતબલ્બનો અવરોધ  $R_1 = 20 \Omega$

શ્રેષ્ઠીમાં જોડેલ વાહકનો અવરોધ  $R_2 = 4 \Omega$

તેથી પરિપથનો કુલ અવરોધ,

$$R = R_1 + R_2$$

$$R_s = 20 \Omega + 4 \Omega = 24 \Omega$$

બેટરીના બે છેડા વચ્ચેનો કુલ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત  $V = 6 V$

હવે, ઓહ્મના નિયમ અનુસાર પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$$I = \frac{V}{R_s}$$

$$= \frac{6V}{24 \Omega}$$

$$= 0.25 A$$

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 શ્રેષ્ઠી-જોડાણને સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ મૂકવા માગીએ છીએ. તો તેનો અવરોધ એટલો હોવો જોઈએ કે જેથી બેટરીના બે છેડા વચ્ચેના 6 Vના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે પરિપથમાં 0.25 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે. ધારો કે આ સમતુલ્ય અવરોધ  $R$  છે તેથી,

$$R = \frac{V}{I} \\ = \frac{6V}{0.25A} \\ = 24 \Omega$$

આ શ્રેષ્ઠી-જોડાણનો કુલ અવરોધ છે અને તે બે અવરોધોના સરવાળા જેટલો છે.

### પ્રશ્નો

- એવો વિદ્યુત-પરિપથ દોરો કે જેમાં દરેક 2 Vના ગ્રાન્ટ કોષ એક 5  $\Omega$ નો અવરોધ, એક 8  $\Omega$ નો અવરોધ તથા 12  $\Omega$ નો અવરોધ તથા એક ખગકળ બધા શ્રેષ્ઠીમાં જોડેલ હોય.
- પ્રશ્ન 1નો પરિપથ ફરી દોરો કે જેના અવરોધોમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને માપવા માટે એમીટર તથા 12  $\Omega$ ના અવરોધના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે એક વોલ્ટમીટર લગાડેલ હોય. એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો શું હશે ?

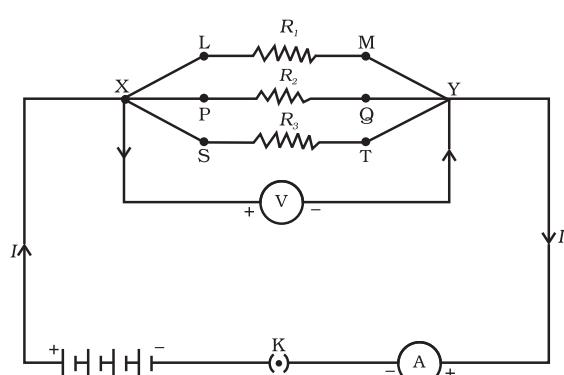


### 12.6.2 સમાંતર જોડેલા અવરોધો (Resistors in Parallel)

હવે આકૃતિ 12.7માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુતકોષોનાં સંયોજન (અથવા બેટરી) સાથે સમાંતર જોડેલ ગ્રાન્ટ અવરોધોનો વિચાર કરીએ.

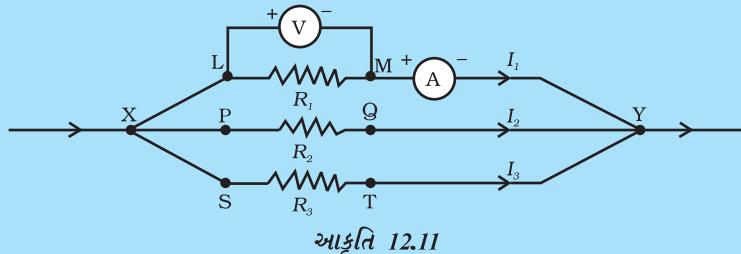
#### પ્રવૃત્તિ 12.6

- ગ્રાન્ટ અવરોધો  $R_1$ ,  $R_2$  અને  $R_3$ નું સમાંતર જોડાણ  $XY$  તૈયાર કરો. આકૃતિ 12.10માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેને બેટરી, ખગકળ અને એમીટર સાથે જોડો. વળી, અવરોધોનાં સંયોજન સાથે વોલ્ટમીટર સમાંતર જોડો.
- કળમાં ખગ 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. આકૃતિ 12.11 પ્રમાણે દરેક અવરોધ સાથે વોલ્ટમીટર જોડી આ ચકાસી શકાય છે.



આકૃતિ 12.10

- કળમાંથી પલગ દૂર કરો. પરિપथમાંથી એમીટર અને વોલ્ટમીટર દૂર કરો. આકૃતિ 12.11માં દર્શાવ્યા અનુસાર એમીટર અવરોધ  $R_1$  સાથે શ્રેષ્ઠીમાં જોડો. એમીટરનું અવલોકન  $I_1$  નોંધો.



- આ જ રીતે  $R_2$  અને  $R_3$ માંથી 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 મળો છે કે કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ  $I$  એ સંયોજનની દરેક શાખામાંથી વહેતા અલગ-અલગ વિદ્યુતપ્રવાહોના સરવાળા જેટલો છે.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (12.15)$$

ધારો કે  $R_p$  એ અવરોધોના સમાંતર જોડાણનો સમતુલ્ય અવરોધ છે. અવરોધોના સમાંતર જોડાણને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતાં,

$$I = \frac{V}{R_p} \quad (12.16)$$

દરેક અવરોધને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતા,

$$I_1 = \frac{V}{R_1}; I_2 = \frac{V}{R_2}; I_3 = \frac{V}{R_3} \quad (12.17)$$

સમીકરણ (12.15)થી (12.17) પરથી,

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

અથવા

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (12.18)$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે એકબીજાને સમાંતર જોડેલા અવરોધોના સમતુલ્ય અવરોધનું વસ્ત, દરેક અવરોધનાં વસ્ત મૂલ્યોનાં સરવાળા બરાબર હોય છે.

### ઉદાહરણ 12.8

આકૃતિ 12.10માં દર્શાવેલ પરિપથમાં ધારો કે અવરોધો  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ નાં મૂલ્યો અનુક્રમે  $5 \Omega$ ,  $10 \Omega$  અને  $30 \Omega$  છે. તેમને 12 Vની બોટરી સાથે જોડેલ છે. (a) દરેક અવરોધમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ (b) પરિપથનો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ અને (c) પરિપથનો કુલ અવરોધ ગણો.

### ઉક્લ

$$R_1 = 5 \Omega, R_2 = 10 \Omega \text{ અને } R_3 = 30 \Omega$$

બોટરીના બે છિડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત  $V = 12 \text{ V}$

દરેક અવરોધ માટે પણ આ જ વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત છે, તેથી અવરોધોમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા આપણે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરીશું.

$$R_1 \text{માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ}, I_1 = V/R_1,$$

$$I_1 = \frac{12 \text{ V}}{5 \Omega} = 2.4 \text{ A}$$

$R_2$ માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,  $I_2 = V/R_2$

$$I_2 = \frac{12 \text{ V}}{10 \Omega} = 1.2 \text{ A}$$

$R_3$ માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,  $I_3 = V/R_3$

$$I_3 = \frac{12 \text{ V}}{30 \Omega} = 0.4 \text{ A}$$

પરિપथમાં કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 = (2.4 + 1.2 + 0.4) \text{ A} \\ &= 4 \text{ A} \end{aligned}$$

પરિપથનો કુલ અવરોધ ( $R_P$ ) સમીકરણ (12.18) પરથી મળે છે.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{1}{3}$$

$$\text{આમ, } R_P = 3 \Omega$$

### ઉદાહરણ 12.9

આકૃતિ 12.12માં  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 40 \Omega$ ,  $R_3 = 30 \Omega$ ,  $R_4 = 20 \Omega$ ,  $R_5 = 60 \Omega$  અને 12 Vની બોટરી જોડેલ છે. (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ અને (b) પરિપથમાંથી વહેતો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ ગણો.

ઉકેલ

ધારો કે આપણે સમાંતર જોડેલ અવરોધો  $R_1$  અને  $R_2$ ને સ્થાને સમતુલ્ય અવરોધ  $R'$  જોડીએ. આ જ રીતે સમાંતર જોડેલ  $R_3$ ,  $R_4$  અને  $R_5$  ને સ્થાન સમતુલ્ય અવરોધ  $R''$  જોડીએ. સમીકરણ (12.18)નો ઉપયોગ કરતાં,

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40} \text{ એટલે કે, } R' = 8 \Omega$$

$$\text{આ જ રીતે, } \frac{1}{R''} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{6}{60}$$

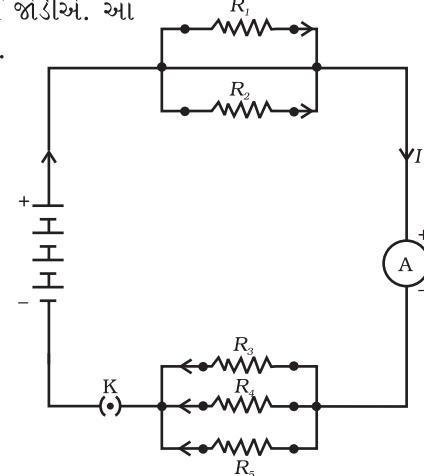
$$\text{એટલે કે, } R'' = 10 \Omega.$$

$$\text{તેથી કુલ અવરોધ } R = R' + R'' = 18 \Omega$$

વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા માટે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરતાં,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 \text{ V}}{18 \Omega} = 0.67 \text{ A}$$

આપણે જોયું કે શ્રેષ્ઠી-પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સમગ્ર પરિપથમાં સમાન હોય છે. આથી, વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટરને શ્રેષ્ઠીમાં જોડવા વાવહારિક નથી, કારણ કે તેમને યોગ્ય રીતે ચલાવવા માટે તદ્દન બિન્ન મલ્યોમાં વિદ્યુતપ્રવાહની જરૂર પડે છે (ઉદાહરણ 12.3 જુઓ). શ્રેષ્ઠી-જોડાણની બીજી એક મુખ્ય તુટી એ છે કે જ્યારે પરિપથનો એક ઘટક નિષ્ફળ જાય ત્યારે પરિપથમાં ભંગાડું પડે છે અને પરિપથનો કોઈ પણ ઘટક કામ કરતો નથી. જો તમે તહેવારો, લગ્નો વગેરે પ્રસંગોમાં મકાનોની સજાવટમાં બલ્બોની શ્રેષ્ઠીઓનો ઉપયોગ થતો જોયો હશે, તો તમે જોયું હશે કે ઈલેક્ટ્રિશીયનને 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 (12.18) 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.



આકૃતિ 12.12

શ્રેષ્ઠી અને સમાંતર જોડેલા અવરોધો દર્શાવતો વિદ્યુત-પરિપથ

## પ્રશ્નો

1. જ્યારે (a)  $1 \Omega$  તથા  $10^6 \Omega$  (b)  $1 \Omega, 10^3 \Omega$  અને  $10^6 \Omega$  અવરોધો સમાંતર જોડવામાં આવે, તો પરિણામી અવરોધ નક્કી કરો.
2.  $100 \Omega$ નો વિદ્યુતબલ્બ,  $50 \Omega$  અવરોધવાળું ટોસ્ટર અને  $500 \Omega$  અવરોધવાળું વોટર ફિલ્ટર  $220 V$ નાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડેલ છે. તે જ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે વિદ્યુતઈસ્ત્રી જોડતાં તે ત્રણેય સાધનો દ્વારા જેણ્યાતા કુલ પ્રવાહ જેટલો જ પ્રવાહ જેણે છે, તો ઈસ્ત્રીનો અવરોધ કેટલો હશે તથા તેમાંથી કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો હશે ?
3. વિદ્યુત સાધનોને બેટરી સાથે શ્રેષ્ઠીમાં જોડવાને બદલે સમાંતર જોડતાં કયા ફાયદા થાય છે ?
4.  $2 \Omega, 3 \Omega$  અને  $6 \Omega$ ના અવરોધોને કેવી રીતે જોડશો કે જેથી પરિણામી અવરોધ (a)  $4 \Omega$  (b)  $1 \Omega$  મળે.
5.  $4 \Omega, 8 \Omega, 12 \Omega$  અને  $24 \Omega$  અવરોધ ધરાવતા ગુંચળાઓને સંયોજિત કરતાં કેટલો (a) મહત્તમ (b) ન્યૂનતમ અવરોધ મળે ?



## 12.7 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર

### (Heating Effect of Electric Current)

આપણે જાડીએ છીએ કે બેટરી અથવા કોષ વિદ્યુતગીજર્નનું પ્રાપ્તિસ્થાન છે. કોષમાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, જે બેટરી સાથે જોડેલ કોઈ અવરોધ કે અવરોધોના તંત્રમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેવડાવવા માટે ઈલેક્ટ્રોનને ગતિમાં લાવે છે. આપણે વિભાગ 12.2માં જોયું કે વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે બેટરીએ 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 ઉખા 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 બેટરી સાથે કરેલ હોય તો પ્રાપ્તિસ્થાનની ઊર્જા સતત ઉખાડું જ વય થાય છે. આને વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર કહે છે. આ અસરનો ઉપયોગ વિદ્યુતહીટર, વિદ્યુતઈસ્ત્રી વગેરેમાં થાય છે.

ધારો કે અવરોધ  $R$ માંથી વિદ્યુતપ્રવાહ  $I$  પસાર થાય છે. ધારો કે તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત  $V$  છે (આકૃતિ 12.13). ધારો કે  $I$  સમયમાં  $Q$  વિદ્યુતભાર પસાર થાય છે.  $V$  વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ  $Q$  વિદ્યુતભારને ગતિ કરાવવા માટે થતું કાર્ય  $VQ$  છે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાને  $I$  સમયમાં  $VQ$  જેટલી ઊર્જા પૂરી પાડવી પડે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા પરિપથને મળતો પાવર,

$$P = V \frac{Q}{t} = VI \quad (12.19)$$

અથવા  $I$  સમયમાં પરિપથને પૂરી પડાતી ઊર્જા  $P \times t$  એટલે કે  $VIt$  થાય. પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા ખર્ચાતી આ ઊર્જાનું શું થતું હશે ? આ ઊર્જા અવરોધકમાં ઉખાડું વિભેરણ પામે છે. તેથી સ્થિર પ્રવાહ  $I$  માટે  $I$  સમયમાં ઉત્પન્ન થતી ઊર્જા,

$$H = VIt \quad (12.20)$$

ઓહ્મનો નિયમ (સમીકરણ 12.5) લાગુ પાડતાં આપણાને

$$H = I^2 R t \quad (12.21)$$

મળે.

આને જૂલનો તાપીય નિયમ કહે છે. આ નિયમ પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધમાં ઉત્પન્ન થતી ઉભા (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 જાળીતા વોલ્ટેજ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે  $I = \frac{V}{R}$  સંબંધ દ્વારા તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ શોધ્યા બાદ સમીકરણ (12.12)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

### ઉદાહરણ 12.10

એક વિદ્યુત ઈલ્લી મહત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 840 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે અને લઘૃતમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 360 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે. વોલ્ટેજ 220 V છે. દરેક ડિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ અને અવરોધ કેટલા હશે ?

**ઉકેલ**

સમીકરણ (12.19) પરથી આપણે જાળીએ છીએ કે ઈન્નપુટ પાવર  $P = VI$  છે.

$$\text{આથી, વિદ્યુતપ્રવાહ } I = \frac{P}{V}$$

$$(a) \text{ જ્યારે મહત્તમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, } I = \frac{840 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 3.82 \text{ A}$$

$$\text{તથા વિદ્યુતઈલ્લીનો અવરોધ, } R = \frac{V}{I} = \frac{220 \text{ V}}{3.82 \text{ A}} = 57.60 \Omega$$

$$(b) \text{ જ્યારે ન્યૂનતમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, } I = \frac{360 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 1.64 \text{ A}$$

$$\text{તથા વિદ્યુતઈલ્લીનો અવરોધ, } R = \frac{V}{I} = \frac{220 \text{ V}}{1.64 \text{ A}} = 134.15 \Omega$$

### ઉદાહરણ 12.11

4  $\Omega$ ના અવરોધમાં દર સેકન્ડે 100 J ઉખા ઉત્પન્ન થાય છે, તો અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત શોધો.

**ઉકેલ**

$$H = 100 \text{ J}, R = 4 \Omega, t = 1 \text{ s}, V = ?$$

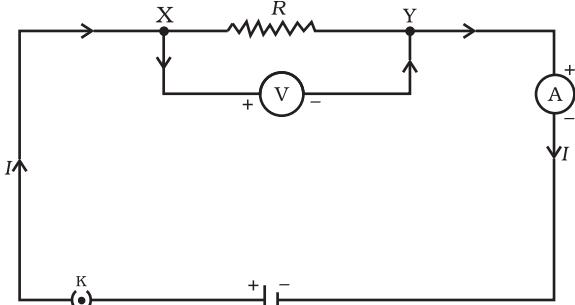
સમીકરણ (12.21) પરથી અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = \sqrt{H/Rt} = \sqrt{\frac{100 \text{ J}}{4 \Omega \times 1 \text{ s}}} = 5 \text{ A}$$

તેથી સમીકરણ (12.5) પરથી વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

$$V = IR$$

$$= 5 \text{ A} \times 4 \Omega = 20 \text{ V}$$



આકૃતિ 12.13

શુદ્ધ અવરોધકીય પરિપથમાંથી પસાર થતો સ્થિર પ્રવાહ

## પ્રશ્નો

1. શા માટે વિદ્યુતહીટરનું દોરડું (cord) ચમકતું નથી જ્યારે તેનો તાપીય ઘટક ચમકે છે ?
2. 50 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તણાવત હેઠળ 1 કલાકમાં 96000 કુલંબ વિદ્યુતભાર એકથી બીજે સ્થાને ખસેડતાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શોધો.
3. 20  $\Omega$  અવરોધ ધરાવતી વિદ્યુત ઈસ્ટ્રી 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ બેંચે છે. 30 સેકન્ડમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ગણો.



### 12.7.1 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 અનિયન્ત્રી છે કેમ કે તે ઉપયોગી વિદ્યુતઉર્જાનું 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 ઈસ્ટ્રી, વિદ્યુત ટોસ્ટર, વિદ્યુત ઓવન, વિદ્યુત કિટલી અને વિદ્યુતહીટર એ જાળીતા 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 ઉખીય રીતે અલગ કરવામાં આવે છે, બલ્બમાં રાસાયણિક રીતે નિષ્ઠિય એવા નાઈટ્રોજન અને આર્ગન 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 ફ્લ્યુઝ છે. તે પરિપથો અને વિદ્યુત ઉપકરણોમાં અયોગ્ય રીતે વધી જતા વિદ્યુતપ્રવાહને પસાર થતો અટકાવીને તેમનું રક્ષણ કરે છે. ફ્લ્યુઝ ઉપકરણ સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. ફ્લ્યુઝ યોગ્ય ગલનબિંદુ ધરાવતી ધાતુ કે મિશ્ર ધાતુમાંથી બનેલો તારનો ટુકડો છે. ઉદાહરણ રૂપે ઓલ્યુમિનિયમ, કોપર, લોંડન, લેડ વગેરે. પરિપથના નિયત મૂલ્ય કરતા વધુ વિદ્યુતપ્રવાહ વહે તો ફ્લ્યુઝનાં તારનાં તાપમાનમાં વધારો થાય છે. આથી, ફ્લ્યુઝનો તાર પીગળી જાય છે અને પરિપથમાં બંગાળ સર્જય છે. ફ્લ્યુઝનો તાર પોર્સેલિન અથવા તેના જેવા અવાહક પદાર્થના આધાર પર રાખવામાં આવે છે, જેને બે ધાતુનાં છેડા હોય છે. ઘર વપરાશમાં વપરાતા ફ્લ્યુઝ 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A વગેરે રેટિંગ ધરાવે છે. વિદ્યુત ઈસ્ટ્રી 220 V પર કાર્ય કરતી હોય અને 1 kW વિદ્યુતપાવર વાપરતી હોય તો પરિપથમાં 1000 W/220 V = 4.54 A વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય. આ કિસ્સામાં 5 Aનો ફ્લ્યુઝ વાપરવો જોઈએ.

## 12.8 વિદ્યુત પાવર (Electric Power)

તમે અગાઉનાં ધોરણમાં શીખ્યા છો કે કાર્ય કરવાના દરને પાવર કહે છે. તે ઉર્જાના વપરાશનો દર પણ છે.

સમીક્રણ (12.21) વિદ્યુત-પરિપથમાં વપરાતી અથવા વ્યય થતી વિદ્યુતઉર્જાનો દર આપે છે. તેને વિદ્યુત પાવર પણ કહે છે.

$$\text{પાવર} \quad P = VI$$

$$\text{અથવા} \quad P = I^2 R = \frac{V^2}{R} \quad (12.22)$$

પાવરનો SI એકમ વોટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ ઉપકરણમાં 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય તો ઉપકરણ વડે વપરાતો પાવર 1 W છે. આમ,

$$1 \text{ વોટ} = 1 \text{ વોલ્ટ} \times 1 \text{ એમ્પિયર} = 1 \text{ VA} \quad (12.23)$$

એકમ 'વોટ' બહુ નાનો છે. આથી, વાસ્તવિક વ્યવહારમાં આપણે ઘડો મોટો એકમ કિલોવોટ વાપરીએ છીએ. 1 કિલોવોટ, 1000 વોટ જેટલો છે. હવે, વિદ્યુતઉર્જાએ પાવર અને સમયનો ગુણાકાર છે, તેથી વિદ્યુતઉર્જાનો એકમ વોટ અવર (W h) છે. જ્યારે એક વોટ પાવર 1 કલાક માટે વપરાય તો વપરાતી ઉર્જાને 1 વોટઅવર કહે છે. વિદ્યુતઉર્જાનો વ્યાપારિક (ઔદ્યોગિક) એકમ કિલોવોટ અવર (kWh) છે, જેને સામાન્ય રીતે 'યુનિટ' કહે છે.

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 1000 \text{ વોટ} \times 3600 \text{ સેકન્ડ} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ વોટ સેકન્ડ} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ જૂલ (J)} \end{aligned}$$

દાખલાની જગત

ઘણાં લોકો એવું માને છે કે વિદ્યુત-પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રોન વપરાય છે. આ ખોટું છે ! આપણે વિદ્યુતબોર્ડ કે વિદ્યુત કંપનીને વિદ્યુત બલ્બ, વિદ્યુત પંખા અને ઓન્જિન જેવા વિદ્યુત ઉપકરણોમાં ઇલેક્ટ્રોનને ગતિ કરાવવા માટે પૂરી પડતી ઉર્જા માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ. આપણે જે ઉર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેને માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ.

### ઉદાહરણ 12.12

એક વિદ્યુત બલ્બને 220 Vનાં જનરેટર સાથે જોડેલ છે. વિદ્યુતપ્રવાહ 0.50 A છે, તો બલ્બનો પાવર કેટલો ?

**ઉક્તાનુભૂતિ**

$$\begin{aligned} P &= VI \\ &= 220 \text{ V} \times 0.50 \text{ A} \\ &= 110 \text{ J/s} \\ &= 110 \text{ W} \end{aligned}$$

### ઉદાહરણ 12.13

400 Wનું રેટિંગ ધરાવતું વિદ્યુત રેફિજરેટર 8 કલાક/દિવસ ચલાવવામાં આવે છે. ₹ 3 પ્રતિ kW hનાં લેખે 30 દિવસ ચલાવવા માટેની ઉર્જા માટે કેટલો ખર્ચ થાય ?

વિદ્યુત

### ઉકેલ :

$$30 \text{ દિવસમાં રેફિજરેટર દ્વારા વપરાતી કુલ ઊર્જા \\ 400 \text{ W} \times 8 \text{ કલાક/દિવસ} \times 30 \text{ દિવસ} = 96000 \text{ W h} \\ = 96 \text{ kW h}$$

આમ, 30 દિવસ રેફિજરેટર ચલાવવા માટે વપરાતી ઊર્જાની કિંમત  $96 \text{ kW h} \times ₹ 3$  પ્રતિ  $\text{kW h} = ₹ 288.00$

### પ્રશ્નો

1. વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા અપાતી ઊર્જાનો દર શાનાથી નક્કી થાય છે ?
2. એક વિદ્યુતમોટર 220 Vની લાઈનમાંથી 5 A પ્રવાહ ખેંચે છે, તો મોટરનો પાવર અને 2 hમાં વપરાતી ઊર્જા ગણો.



### તમે શીખ્યાં કે

- કોઈ પણ વાહકમાં ગતિશીલ ઈલેક્ટ્રોનનો પ્રવાહ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઈલેક્ટ્રોનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહનો SI એકમ ઓમ્પિયર (A) છે.
- કોઈ વિદ્યુત-પરિપथમાં ઈલેક્ટ્રોનને ગતિમાં લાવવા માટે આપણે કોષ કે બેટરીનો 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 ઈલેક્ટ્રોનના 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 આઇઝેડનાં 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  $R_p$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \text{ દ્વારા અપાય છે.}$$

- અવરોધમાં વ્યય થતી વિદ્યુત�ર્જા 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.
- વિદ્યુત�ર્જાનો વ્યાપારિક એકમ કિલોવોટ અવર (kW h) છે.

$$1 \text{ kW h} = 3,600,000 \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

## સ્વાધ્યાય

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 વાસ સમાન છે. સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ તેમને સૌપ્રથમ શ્રેણીમાં અને ત્યાર પછી સમાંતરમાં જોડવામાં આવે છે, તો શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણમાં ઉત્પન્ન થતી ઉભાનો 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 વાસ  $0.5 \text{ mm}$  અને અવરોધકતા  $1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$  છે, તો  $10 \Omega$ નો અવરોધ બનાવવા તારની લંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ ? જો વાસ 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 :
 

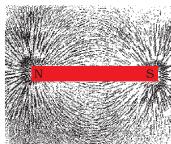
I (અમ્પિયર)	0.5	1.0	2.0
V (વોલ્ટ)	1.6	3.4	6.7
	10.2	13.2	

 V વિરુદ્ધ Iનો આલોખ દોરી અવરોધકનો અવરોધ ગણો.
8. જ્યારે અજ્ઞાત અવરોધના છેડા વચ્ચે 12 Vની બેટરી જોડવામાં આવે ત્યારે પરિપથમાં  $2.5 \text{ mA}$ નો પ્રવાહ વહે છે, તો અવરોધકનો અવરોધ શોધો.
9. 9 V ની બેટરીને અવરોધો  $0.2 \Omega$ ,  $0.3 \Omega$ ,  $0.4 \Omega$ ,  $0.5 \Omega$ , અને  $12 \Omega$  સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે, તો  $12 \Omega$ ના અવરોધ માંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો ?
10.  $176 \Omega$ ના કેટલા અવરોધોને સમાંતર જોડવા જોઈએ કે જેથી 220 Vની લાઈનમાંથી 5 A પ્રવાહ વહે ?
11. 6  $\Omega$ ના ત્રણ અવરોધોને તમે કેવી રીતે જોડશો કે જેથી જોડાણનો અવરોધ (i) 9  $\Omega$  (ii) 4  $\Omega$  થાય.
12. 220 Vની વિદ્યુતલાઈન પર ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા અનેક બલ્બોનું રેટિંગ 10 W છે. 220 Vની લાઈનમાંથી જેંચી શકાતો મહત્તમ પ્રવાહ 5 A હોય તો લાઈનના બે તાર વચ્ચે કેટલા બલ્બ સમાંતરમાં જોડી શકાય ?
13. ઈલેક્ટ્રિક ઓવનની હોટપ્લેટ (hot plate) 220 Vની લાઈન સાથે જોડેલ છે, જેમાં બે અવરોધ કોઈલ A અને B છે. પ્રત્યેકનો અવરોધ  $24 \Omega$  છે, જેને સ્વતંત્ર શ્રેણીમાં કે સમાંતરમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે, તો ત્રણ કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો-કેટલો હશે ?
14. નીચે આપેલાં પરિપથોમાં 2  $\Omega$ ના અવરોધમાં વપરાતા પાવરની સરખામણી કરો. (i) 6 Vની બેટરી સાથે 1  $\Omega$  અને 2  $\Omega$ ના અવરોધો શ્રેણીમાં (ii) 4 Vની બેટરી સાથે  $12 \Omega$  અને  $2 \Omega$ ના 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 વિદ્યુતગીર્જ વપરાય છે. 250 Wનું TV એક કલાક ચલાવતાં કે 1200 Wના ટોસ્ટરને 10 મિનિટ ચલાવતા ?
17.  $8 \Omega$  અવરોધ ધરાવતું વિદ્યુતહીટર મેઈન્સમાંથી 2 કલાક સુધી 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે, તો હીટરમાં ઉત્પન્ન થતી ઉભાનો દર શોધો.
18. નીચેનાની સમજૂતી આપો :
- વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે લગભગ એક માત્ર ટંગસ્ટનનો જ ઉપયોગ કેમ થાય છે ?
  - વિદ્યુત તાપીય ઉપકરણો જેવા કે બ્રેડ ટોસ્ટર, ઇલેક્ટ્રિક ઈસ્ક્રીના વાહકો શુદ્ધ ધાતુનાં સ્થાને મિશ્રધાતુના કેમ બનાવવામાં આવે છે ?
  - ઘરવપરાશના પરિપથોમાં શ્રેષ્ઠી-જોડાણોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવતો નથી ?
  - કોઈ તારનો અવરોધ તેના આડહેદનાં ક્ષેત્રફળ સાથે કેવી રીતે બદલાય છે ?
  - વિદ્યુતપ્રવાહના વહન (એકથી બીજા સ્થાને લઈ જવા, transmission) માટે મોટા ભાગે તાંબા અને ઓલ્યુમિનિયમના તારોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવે છે ?

# પ્રકરણ 13

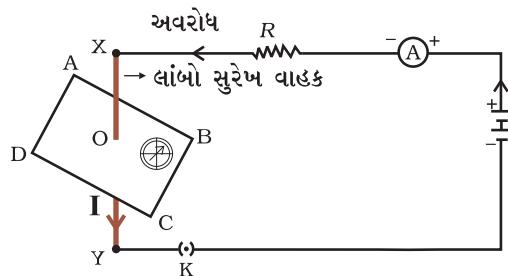
## વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો (Magnetic Effects of Electric Current)



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 વર્ત છે. આ જાણકારીનું દફીકરણ (reinforce) કરવા માટે ચાલો આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

### પ્રવૃત્તિ 13.1

- આકૃતિ 13.1 માં દર્શાવ્યા અનુસ્યાર વિદ્યુત-પરિપथમાં 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 ખગ દાખલ કરી પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરો.
- હોકાયંત્રની સોયના સ્થાનમાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો.



### આકૃતિ 13.1

ધ્યાના 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 જ્યારે તાંબાના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ 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.

### હેન્સ કિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડ (Hans Christian Oersted 1777–1851)

19મી સદીના એક અગ્રણી વૈજ્ઞાનિક હેન્સ કિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડએ વિદ્યુતચુંબકત્વ સમજવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવેલ. 1820માં તેમણે અક્સમાતે શોધી કાઢયું કે ધાતુના તારની નજીક રાખેલ હોકાયંત્રની સોય તારમાં પ્રવાહ પસાર કરતાં કોણાવર્તન પામે છે. આ અવલોકન દ્વારા ઓર્સ્ટેડ દર્શાવ્યું કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંબંધિત ઘટનાઓ છે. તેમના સંશોધને ત્યાર બાદ જુદી-જુદી ટેકનોલોજી જેમકે રેડિયો, ટેલિવિજન અને ફાઈબર ઓપ્ટિક્સનો ઉદ્ભબ કર્યો. તેમના માનમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતાના એકમને ઓર્સ્ટેડ નામ આપવામાં આવ્યું છે.



## 13.1 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 ધૂવ કહે છે. બીજા દક્ષિણ દિશામાં રહેતાં છેડાને દક્ષિણને શોધતો અથવા દક્ષિણ ધૂવ કહે છે. જુદી-જુદી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા આપણે અવલોકન કર્યું છે કે સમાન (સાજાતીય) ધૂવો એકબીજાને અપાર્ક્ષ છે જ્યારે ચુંબકના અસમાન (વિજાતીય) ધૂવો એકબીજાને આકર્ષ છે.

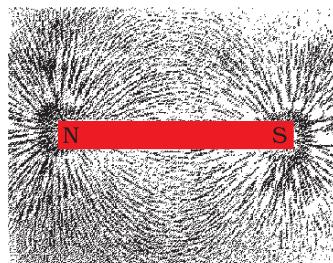
### પ્રેરણ

1. હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તેનું કોણાવર્તન કેમ થાય છે ?



### પ્રવૃત્તિ 13.2

- ડ્રોઈંગ બોર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ગુંદર વડે ચીપકાવો.
- એક ગજિયા ચુંબકને તેની મધ્યમાં મૂકો.
- ગજિયા ચુંબકની આસપાસ લોખંડનો ભૂકો એકસરખો ભભરાવો. (આકૃતિ 13.2) આ માટે તમે મીઠું છાંટવાની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે બોર્ડને હળવેથી ટકોરા મારો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



### આકૃતિ 13.2

લોખંડનો ભૂકો ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓ પર ગોઠવાય છે

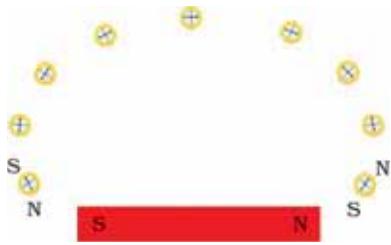
લોખંડનો ભૂકો પોતાની જાતે જ આકૃતિ 13.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાઈ જાય છે. લોખંડનો ભૂકો આવી ચોક્કસ ભાત (તરાહ)માં કેમ ગોઠવાય છે ? આ ભાત શું દર્શાવે છે ? ચુંબક પોતાની આસપાસના વિસ્તારમાં પોતાનો પ્રભાવ (અસર) ઉત્પન્ન કરે છે. પરિણામે લોખંડનો ભૂકો બળ અનુભવે છે. આ બળની અસર હેઠળ લોખંડનો ભૂકો ચોક્કસ 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 ક્ષેત્ર રેખાઓ કહે છે.

ગજિયા ચુંબકની આજુબાજુ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ મેળવવા માટેના કોઈ બીજા રસ્તાઓ છે ? હા, તમે જાતે ગજિયા ચુંબકની ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ દોરી શકો છો.

### પ્રવૃત્તિ 13.3

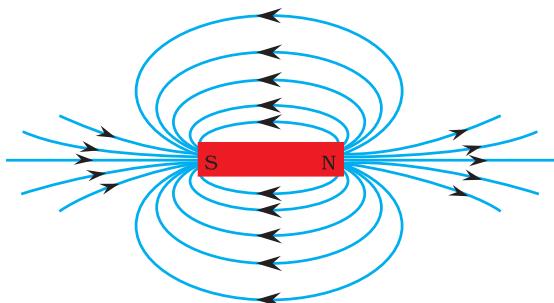
- એક નાનું હોકાયંત્ર અને ગજિયો ચુંબક લો.
- ડ્રોઈંગ બોર્ડ પર ગુંદર વડે ચીપકાવેલા સફેદ કાગળ પર ચુંબકને મૂકો.
- ચુંબકની ધારને અંકિત કરો.
- ચુંબકના ઉત્તર ધૂવની નજીક હોકાયંત્રને ગોઠવો. તે કેવી રીતે વર્ત્ત છે ? સોયનો દક્ષિણ ધૂવ ચુંબકના ઉત્તર ધૂવ તરફ જાય છે. હોકાયંત્રનો ઉત્તર ધૂવ ચુંબકના ઉત્તર ધૂવથી દૂર જાય 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 13.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણો તમે ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી ઉત્તરોત્તર ગતિ કરતાં પહોંચી જાઓ.
- કાગળ પર રહેલાં આ બિંદુઓને સરણંગ વકના સ્વરૂપમાં જોડો. આ વક ક્ષેત્રરેખા દર્શાવે છે.
- આ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરી તમારાથી શક્ય હોય તેટલી રેખાઓ દોરો. તમને આકૃતિ 13.4 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 13.3

હોકાયંત્ર સોયની મદદથી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખા દોરવી



આકૃતિ 13.4

ગણિયા 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 13.4માં દર્શાવેલ તીરની નિશાની ધ્યાનમાં લો). ચુંબકની અંદર ક્ષેત્રરેખાઓની દિશા તેના દક્ષિણ ધ્રુવથી તેના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ હોય છે. આમ, ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ બંધ વકો 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 13.4 જુઓ.)

બે ક્ષેત્રરેખાઓ કદાપિ એકબીજને છેદતી જણાતી નથી. જો તે છેદે તો એનો અર્થ એ થાય કે છેદનાંદુંએ હોકાયંત્રની સોય બે દિશાઓ દર્શાવશે, જે શક્ય નથી.

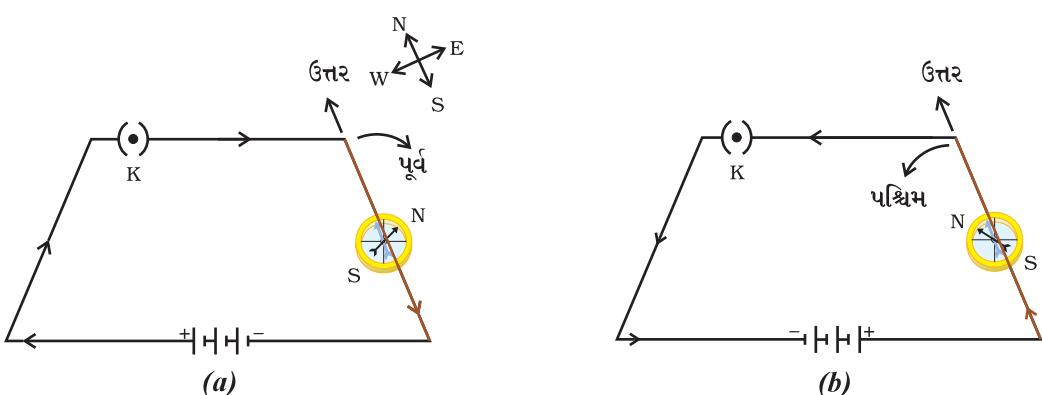
## 13.2 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current-Carrying Conductor)

આપણે પ્રવૃત્તિ 13.1માં જોયું કે કોઈ ધાતુના સુવાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પોતાની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદ્ભવતા ક્ષેત્રની દિશા જાણવા માટે ચાલો આપણે આ પ્રવત્તિને નીચે પ્રમાણો પુનરાવર્તિત કરીએ :

વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો

### પ્રવૃત્તિ 13.4

- તાંબાનો એક લાંબો સુરેખ તાર, 1.5 V ના બે કે ત્રણ વિદ્યુતકોષ અને એક પ્લગકળ લો. તે બધાને આકૃતિ 13.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે શ્રેણીમાં જોડો.
- એક સુરેખ તારને હોકાયંત્રની સોયની ઉપર અને તેને સમાંતરરૂપે ગોઠવો.
- હવે પ્લગમાં કળ મૂકો.
- સોયના ઉત્તર ધ્રુવના કોણાવર્તનની દિશાનું અવલોકન કરો. જો પ્રવાહ આકૃતિ 13.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્તરથી દક્ષિણ દિશામાં વહેતો હશે, તો હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ પૂર્વ દિશામાં આવર્તન કરશે.
- આકૃતિ 13.5 (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 13.5 (b)]. એનો અર્થ એ થયો કે, વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પણ ઉલટાયેલ છે.



આકૃતિ 13.5 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

#### 13.2.1 સુરેખ વાહકમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

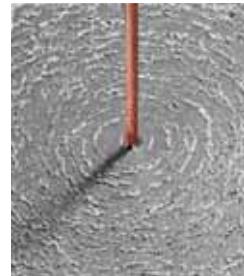
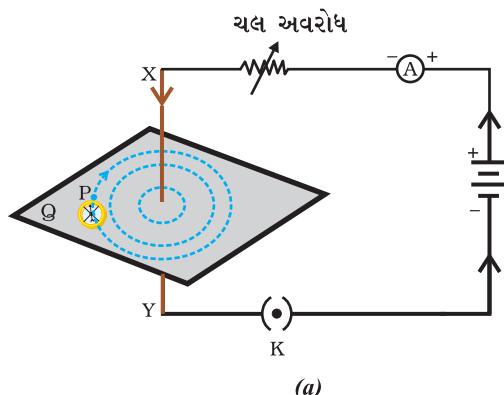
(Magnetic Field due to a Current through a Straight Conductor)

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.

### પ્રવૃત્તિ 13.5

- એક બોટરી (12 V), ચલ અવરોધ (અથવા રિઓસ્ટેટ), એમીટર (0–5 A), પ્લગકળ, જોડાણ માટેના તાર અને જડો લાંબો સુરેખ તાંબાનો તાર લો.
- એક લંબચોરસ પૂર્ણાની મધ્યમાંથી તેના સમતલને લંબરૂપે રહે તેમ જડા તારને દાખલ કરો. ધ્યાન રાખો કે પૂર્ણ જરિત હોય અને ઉપર કે નીચે સરકતું ન હોય.

- આકૃતિ 13.6(a) માં દર્શાવ્યા અનુસાર તાંબાના તારને બિંદુ X અને Yની વચ્ચે ઉર્ધ્વ રહે તે રીતે બેટરી, ખગકળ, એમીટર અને રિઓસ્ટેટ સાથે શ્રેણીમાં જોડો.
- થોડો લોખંડનો ભૂકો પૂંઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો. (આ માટે તમે મીઠું છાંટવા માટેની ડ્બીનો ઉપયોગ કરી શકો).
- રિઓસ્ટેટના ચલને એક ચોક્કસ સ્થિતિમાં રાખીને એમીટરમાંથી વહેતા પ્રવાહની નોંધ કરો.
- કળ મૂકો જેથી તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહેશે. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ તાંબાનો તાર ઉર્ધ્વ દિશામાં સીધો રહે.
- પૂંઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. લોખંડના ભૂકાની ભાતનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે લોખંડનો ભૂકો તાંબાના તારની આસપાસ સમકેન્દ્રીય થઈ વર્તુળાકાર ભાત રહ્યે છે (આકૃતિ 13.6).
- આ સમકેન્દ્રીય વર્તુળો શું દર્શાવે છે ? તે 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.



### આકૃતિ 13.6

(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 નજીકીય અવલોકન

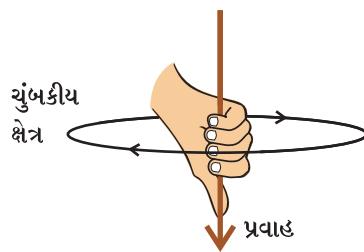
જો તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તન પર શું પ્રભાવ પડશે ? આ જોવા માટે તારમાંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરો. આપણને જોવા મળે છે કે સોયના કોણાવર્તનમાં પણ ફેરફાર થાય છે. વાસ્તવમાં જો પ્રવાહ વધારીએ તો કોણાવર્તન પણ વધે છે. જે દર્શાવે છે કે તારમાંથી વહેતા 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 13.6માં જોઈ શકાય છે કે જેમ-જેમ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ તારથી દૂર જઈએ તેમ તેમ તેની આજુબાજુ ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રીય વર્તુળો મોટાં ને મોટાં થતાં જાય છે.

#### 13.2.2 જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (Right-Hand Thumb Rule)

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો એક સરળ રસ્તો આકૃતિ (13.7)માં દર્શાવેલ છે.

વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો



આકૃતિ 13.7

જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ

કટ્યના કરો કે તમે તમારા જમણા હાથમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને એવી રીતે પડકો છો કે જેથી અંગૂઠો વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાનું સૂચન કરે છે. તો તમારી આંગળીઓ વાહકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓની દિશામાં વીટળાય છે, જે આકૃતિ 13.7માં દર્શાવેલ છે. આને જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ કહે છે\*.

### ઉદાહરણ 13.1

કોઈ સમક્ષિતિજ પાવર લાઈનમાં પૂર્વથી પણ્ણિમ 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 ?

### ઉક્લ

વિદ્યુતપ્રવાહ પૂર્વથી પણ્ણિમ તરફ છે. જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ લાગુ પાડતાં પૂર્વ છેડાથી જોતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા (તારના ઉપર કે નીચે કોઈ બિંદુ પાસે) તારને લંબ સમતલમાં સમયડી દિશામાં (Clockwise) મળશે. આ જ પ્રમાણે તારના પણ્ણિમ છેડાથી જોતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા વિષમયડી દિશામાં (Anti-Clockwise) હશે.

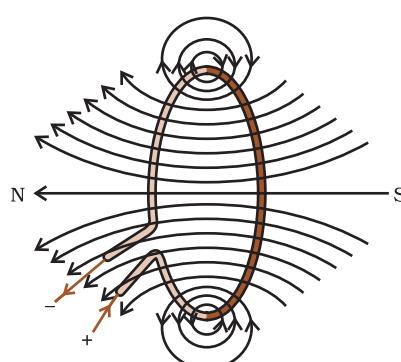
### પ્રશ્નો

- ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરો.
- ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓના ગુણધર્મોની સૂચિ બનાવો.
- બે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજને કેમ છેદતી નથી ?



### 13.2.3 વર્તુળાકાર લૂપમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્ભબવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

#### (Magnetic Field due to a Current through a Circular Loop)



આકૃતિ 13.8

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપ વડે ઉદ્ભબવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

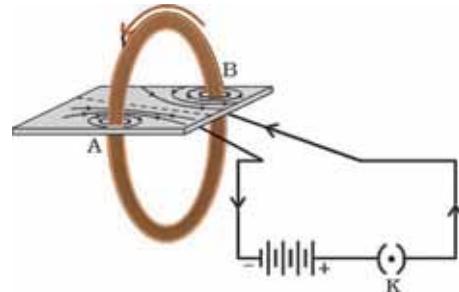
આપણે અત્યાર સુધી સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે તેની આસપાસ ઉદ્ભબવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાતનું અવલોકન કર્યું. ધારો કે આ તારને વાળીને એક વર્તુળાકાર લૂપ બનાવી તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. તો હવે તેના દ્વારા ઉદ્ભબવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કેવી દેખાશે ? આપણે જાણીએ છીએ કે સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભબવતું 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 સાઈઝ તારથી દૂર જતાં સતત મોટી ને મોટી થતી જાય છે (આકૃતિ 13.8). જ્યારે આપણે વર્તુળાકાર લૂપના કેન્દ્ર પાસે પહોંચીએ ત્યારે આ મોટાં વર્તુળોના ચાપ લગભગ સુરેખ રેખા જેવા દેખાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારના દરેક બિંદુએથી ઉદ્ભબવતી 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 કોર્કસ્કૂનો નિયમ પણ કહે છે. જો આપણે કોર્કસ્કૂને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં આગળ વધારવાનું વિચારીએ તો કોર્કસ્કૂના 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 વર્તુળકાર 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 13.6

- એક એવું લંબચોરસ પૂરું લો. જેમાં બે છિદ્રો હોય. પૂર્ણાના સમતલને લંબ રહે તેમ ઘણા આંટાઓ ધરાવતી એક લૂપને પૂર્ણામાં દાખલ કરો.
- આફૂતિ 13.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લૂપના છેડાઓ સાથે શ્રેષ્ઠીમાં બેટરી, કળ અને એક રિઓસ્ટેન્ટનું જોડાડો કરો.
- લોખંડના ભૂકાને પૂર્ણ પર સમાન રીતે ભભરાવો.
- કળમાં ખગ મૂકો.
- પૂર્ણાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. પૂર્ણ પર લોખંડના ભૂકાની જે ભાત રચાય છે તેનું અવલોકન કરો.



આફૂતિ 13.9

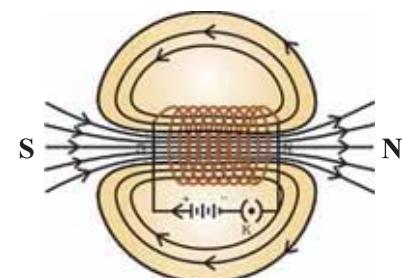
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વર્તુળકાર લૂપ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

### 13.2.4 સોલેનોઇડમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ચુંબકીય ક્ષેત્ર

#### (Magnetic Field due to a Current in a Solenoid)

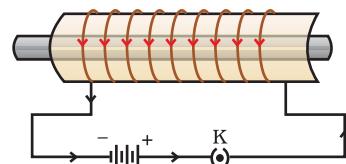
અલગ કરેલા તાંબાના તારના અત્યંત નજીક વિંટાળેલા ઘણા વર્તુળકાર આંટા વડે બનતા નળાકારને સોલેનોઇડ કહે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના કારણે રચાતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત આફૂતિ 13.10માં દર્શાવી છે. આફૂતિ 13.4માં દર્શાવેલ ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત સાથે આ ભાતની સરખામણી કરો. શું તે એકસમાન દેખાય છે? હા, તે એકસમાન છે. હકીકતમાં સોલેનોઇડનો એક છેડો ચુંબકીય ઉત્તર ધ્રુવ અને બીજો છેડો ચુંબકીય દક્ષિણ ધ્રુવ તરીકે વર્તે છે. સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ક્ષેત્રરેખાઓ પરસ્પર સમાંતર એવી સુરેખાઓ છે. જે દર્શાવે છે કે સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં બધાં બિંદુએ ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે. એટલે કે, સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે.

સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રનો નરમ લોખંડ જેવા ચુંબકીય પદાર્થને ગુંચળાની અંદર રાખી મેંનેટાઇઝ કરવા માટે ઉપયોગ થઈ શકે છે (આફૂતિ 13.11). આ રીતે બનતા ચુંબકને ઈલેક્ટ્રોમેનેટ કહે છે.



આફૂતિ 13.10

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડની અંદર તથા આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ



આફૂતિ 13.11

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો સ્ટીલના સાલેયાને તેની અંદર મૂકી મેંનેટાઇઝ કરવા માટેનો ઉપયોગ - (ઇલેક્ટ્રોમેનેટ બનાવવા)

- | પ્રશ્નો  |
|--|
| <p>1. ટેબલના સમતલમાં રહેલ તારનું વર્તુળકાર લૂપ ધ્યાનમાં લો. ધારો કે આ લૂપમાંથી સમધડી દિશામાં પ્રવાહ પસાર થાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી લૂપની અંદર તેમજ બહાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શોધો.</p> <p>2. આપેલ વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન છે. આ દર્શાવતી આફૂતિ દોરો.</p> |



### 3. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.

અતિ લાંબા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર,

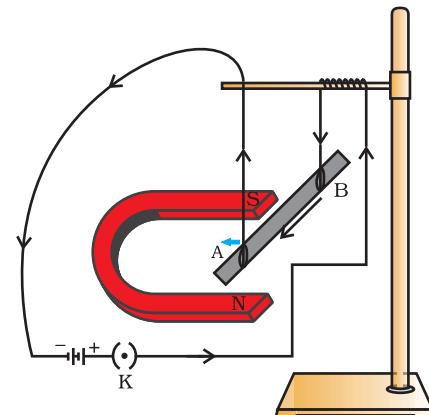
- શૂન્ય હોય છે.
- આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ ઘટતું જાય છે.
- આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ વધતું જાય છે.
- બધાં બિંદુઓને સમાન હોય છે.

## 13.3 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. ફેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્ડ્રે મેરી ઓમ્પ્યુર (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 13.7

- આંકૃતિ 13.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક નાનો ઓલ્યુમિનિયમનો સણિયો AB (લાગભગ 5 cm) લંબાઈનો લો. આંકૃતિ (13.12)માં દર્શાવ્યા મુજબ બે વાહક તાર વડે તેને સમક્ષિતિજ રહે તે રીતે સ્ટેન્ડ પરથી લટકાવો.
- એક પ્રબળ નાળચુંબકો એવી રીતે ગોઠવો કે સણિયો તેના બે ધ્રુવોની મધ્યમાં રહે તથા ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઊર્ધ્વ દિશામાં મળે. આ માટે ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ઓલ્યુમિનિયમના સણિયાની નીચે અને દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર રહે તે રીતે ગોઠવો. (આંકૃતિ 13.12)
- ઓલ્યુમિનિયમના સણિયાની સાથે શ્રેષ્ઠીમાં બેટરી, કળ અને રિઝોસ્ટેર જોડો.
- હવે આ સણિયામાં B છેડાથી A છેડાની દિશામાં પ્રવાહ પસાર કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? સણિયો ડાબી તરફ ખસતો જણાશો. સણિયો સ્થાનાંતર પામે છે તે તમે નોંધી શકશો.
- સણિયામાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાવી સણિયાના સ્થાનાંતરની દિશા જુઓ. હવે તે જમણી તરફ છે. સણિયો કેમ સ્થાનાંતર પામે છે ?



આંકૃતિ 13.12 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સણિયો AB: ચુંબકીય ક્ષેત્રને અને તેની લંબાઈને લંબ દિશામાં ચુંબકીય બળ અનુભવે છે. લોહચુંબકનો આધાર અહીં સરળતા ખાતર બાબતોલ નથી

ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં થતું સણિયાનું સ્થાનાંતર સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ઓલ્યુમિનિયમના સણિયાને જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેના પર બળ લાગે છે. તે એમ પણ સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાવતાં બળની દિશા પણ ઊલટાય છે. હવે ચુંબકના બંને ધ્રુવોની અદલાબદલી કરી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શિરોલંબ નીચેની દિશામાં કરો. ફરીથી જોઈ શકાય છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સણિયા 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 સણિયાનું 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.

પ્રવૃત્તિ 13.7માં આપણે ધારી લીધું હતું કે, વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પરસ્પર લંબ લીધેલ છે અને જાણાયું છે કે બળ આ બંનેને લંબ દિશામાં હોય છે. આ ત્રણીય દિશાઓ એક સરળ નિયમ દ્વારા કે જેને ફૂલોમિંગના ડાબા હાથનો નિયમ કહે છે તેના વડે દર્શાવી શકાય છે. આ નિયમ પ્રમાણે તમારા ડાબા હાથનો અંગૂઠો, પ્રથમ

આંગળી અને વચ્ચેની આંગળી આ ગર્ણેયને એવી રીતે પ્રસારો કે જેથી તેઓ પરસ્પર લંબ રહે (આકૃતિ 13.13). 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.

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર ધરાવતી ર્યાનાઓમાં વિદ્યુતમોટર, વિદ્યુત જનરેટર, લાઉડ સ્પીકર, માઇક્રોફોન અને માપન કરતાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે વિદ્યુત-મોટર અને જનરેટર વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

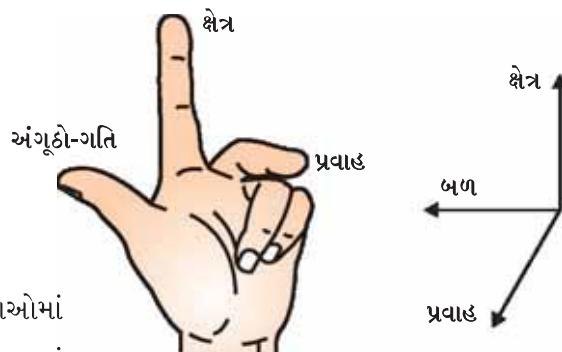
ઉદાહરણ 13.2

આકૃતિ 13.14માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ઈલેક્ટ્રોન ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે દાખલ થાય છે. ઈલેક્ટ્રોન પર લાગતા બળની દિશા

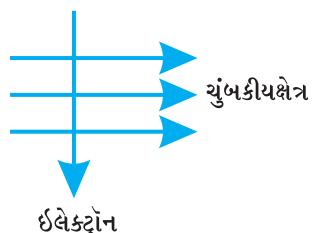
- (a) જમડી બાજુ હશે.
  - (b) ડાબી બાજુ હશે.
  - (c) પાનાની બહાર તરફની દિશામાં હશે.
  - (d) પાનાની અંદર તરફ જતી દિશામાં હશે.

ଓক্তোব্ৰি

ઉત્તર છે વિકલ્પ (d) બળની દિશાએ ફ્લોમિંગના નિયમ મુજબ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને પ્રવાહ એમ બંને દિશાને લંબ દિશામાં હોય છે. યાદ કરો કે, પ્રવાહની દિશા ઈલેક્ટ્રોનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લીધી છે. આથી, બળ પાનાને લંબ અંદર તરફની દિશામાં હશે.



આકૃતિ 13.13  
ફલોમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ



આકૃતિ 13.14

੧੪੮

1. જ્યારે એક પ્રોટોન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુક્ત રીતે ગતિ કરે છે ત્યારે નીચેના પૈકી ક્યો ગુણવર્મ બદલાશે ?  
(એક કરતાં વધુ સાચા જવાબ હોઈ શકે છે.)

- (a) દળ (b) જરૂર  
 (c) વેગ (d) વેગમાન



2. પ્રવૃત્તિ 13.7માં નીચેના ડિસ્ટ્રામાં સણિયા ABના સ્થાનાંતર પર શું અસર થશે ? (i) સણિયા AB માંથી પસાર થતો પ્રવાહ વધે. (ii) વધુ પ્રબળ નાળયુંબકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે. (iii) સણિયા AB ની લંબાઈ વધારવામાં આવે.
3. પશ્ચિમ દિશામાં પ્રક્રિયા કરેલ ધન વિદ્યુતભારિત કણ (આફ્કા-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) ઉર્ધ્વદિશામાં છે.

દિશાઓ  
નું  
જુદ્દું  
જુદ્દું  
જુદ્દું

### તબીબી ક્ષેત્રમાં ચુંબક્ત્વ

વિદ્યુતપ્રવાહ હુમેશાં 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 વિદ્યુતાવેગને લઈ જાય છે. આ આવેગ ક્ષાણિક ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આ ક્ષેત્રો ખૂબ જ નબળાં 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 હદય અને મગજ છે. શરીરમાં રહેલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર, શરીરના જુદા-જુદા ભાગોના પ્રતિબિંબ મેળવવા માટેનો આધાર રહ્યે છે. આ જે તકનિકની મદદથી કરવામાં આવે છે તેને મેગનેટિક રેઝોનન્સ ઇમેજિંગ (MRI) કહે છે. આ પ્રતિબિંબોનું પૃથક્કરણ તબીબી નિદાનમાં મદદરૂપ છે. આમ, ચુંબક્ત્વના તબીબી ક્ષેત્રે મહત્વના ઉપયોગ છે.

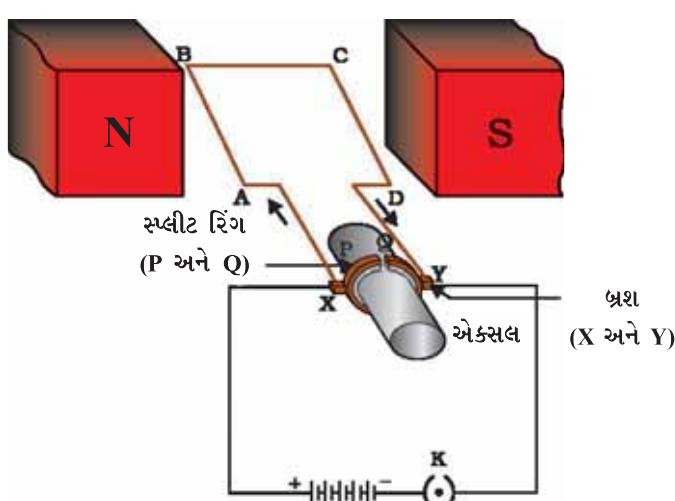
### 13.4 વિદ્યુતમોટર (Electric Motor)

વિદ્યુતમોટર એ એક ભ્રમણ કરતી એવી રૂચના છે, જે વિદ્યુતજિર્જનું યાંત્રિકજિર્જમાં રૂપાંતર કરે છે. વિદ્યુતમોટર એ વિદ્યુતપંખા, રેફિજરેટર, મિક્સર, વોશિગ મશીન, કમ્પ્યુટર, MP3 લેયર વગેરેમાં વપરાતો મહત્વનો ઘટક છે. શું તમે જાણો છો કે વિદ્યુતમોટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આફ્ક્રતિ 13.15માં બતાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુતમોટરમાં અવાહક આવરણ ધરાવતા તાંબાના તારનું લંબચોરસ ગુંચયણું ABCD આવેલું હોય છે. આ ગુંચળાને ચુંબકીય ક્ષેત્રના બે ધૂવો વચ્ચે એવી રીતે મૂકવામાં આવે છે કે તેની AB અને CD ભૂજાઓ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ રહે. ગુંચળાના

બે છેડાઓને એક રિંગના બે અડધિયા (સ્પ્લિટ રિંગ) P અને Q સાથે જોડવામાં આવે છે. આ અડધિયાની અંદરની બાજુ અવાહક હોય છે અને એક્સસલ (ધરી) સાથે જોડેલી હોય છે. P અને Q ની બહારની વાહક બાજુ આફ્ક્રતિ 13.15માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે સ્થાયી અને વાહક ભ્રશ X અને Y સાથે સંપર્કમાં હોય છે.

ઉદ્ગગમ બેટરીમાંથી આવતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગુંચળા ABCDમાં ભ્રશ X મારફત દાખલ થાય છે અને ભ્રશ Y દ્વારા પુનઃ બેટરી સુધી પહોંચે છે. અહીં નોંધો કે AB ભૂજામાં પ્રવાહ Aથી B અને CD ભૂજામાં પ્રવાહ Cથી D તરફ વહે છે, એટલે કે ભૂજા AB માંથી વહેતા પ્રવાહની વિરુદ્ધ દિશામાં વહે છે. ફ્લોમિંગના ડાબા હાથના નિયમ (જુઓ આફ્ક્રતિ 13.13)ની મદદથી ચુંબકીય બળની દિશા શોધી શકાય છે. આપણાને જણાય છે કે AB ભૂજા પર લાગતું વિશાળ



આફ્ક્રતિ 13.15  
સરળ વિદ્યુતમોટર

બળ તેને અધોદિશામાં ધકેલે છે જ્યારે CD ભૂજા પર લાગતું બળ તેને ઉર્ધ્વદિશામાં ધકેલે છે. આમ, ગૂંચળું અને એકસલ અક્ષની ફરતે મુક્ત બ્રમજા કરી શકે છે અને તે વિષમધડી દિશામાં બ્રમજા કરે છે. અર્ધપરિભ્રમજા બાદ, Q બ્રશ X સાથે અને P બ્રશ Y સાથે સંપર્કમાં આવે છે. આથી ગૂંચળામાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાય છે અને DCBA માર્ગ પર વહે છે. પરિપથમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાવે તેવાં સાધનને દિશા-પરિવર્તક (કમ્પ્યુટેટર Commutator) કહે છે. વિદ્યુતમોટરમાં સ્લીટ રિંગ કમ્પ્યુટેટર તરીકે કાર્ય કરે છે. વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાતાં ગૂંચળાની ભૂજાઓ AB અને CD પર લાગતાં બળોની દિશા પણ ઊલટાય છે. આમ, ગૂંચળાની ભૂજા AB પર અગાઉ અધોદિશામાં બળ લાગતું હતું, હવે ઉર્ધ્વદિશામાં લાગે છે અને ગૂંચળાની ભૂજા CD પર અગાઉ ઉર્ધ્વદિશામાં બળ લાગતું હતું, હવે અધોદિશામાં લાગે છે. આથી, ગૂંચળું અને એકસલ બીજું અર્ધ પરિભ્રમજા એ જ દિશામાં પૂરું કરે છે. વિદ્યુતપ્રવાહ ઊલટાવાની આ કિયા દર અર્ધ પરિભ્રમજો પુનરાવર્તિત થાય છે, જે ગૂંચળા અને એકસલનું સતત બ્રમજા ચાલુ રાખે છે.

ઔદ્યોગિક મોટરમાં (i) કાયમી ચુંબકના સ્થાને ઈલેક્ટ્રોમેનેટ (ii) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળામાં ખૂબ જ વધારે સંઘાના આંટાઓ અને (iii) નરમ લોખંડના ગર્ભ પર ગૂંચળાને વીટાળેલું હોય છે. નરમ લોખંડનો ગર્ભ કે જેના પર ગૂંચળું વીટાળેલું હોય તે તથા ગૂંચળાને સંયુક્ત રીતે આર્મ્ચર (armature) કહે છે. જેના દ્વારા મોટરના પાવરમાં વૃદ્ધિ થાય છે.

### પ્રશ્નો

1. ફ્લોમિંગના ડાબા હાથના નિયમનું વિધાન લખો.
2. વિદ્યુતમોટરનો સિક્ષાંત શું છે ?
3. વિદ્યુતમોટરમાં સ્લીટ રિંગની ભૂમિકા શું છે ?



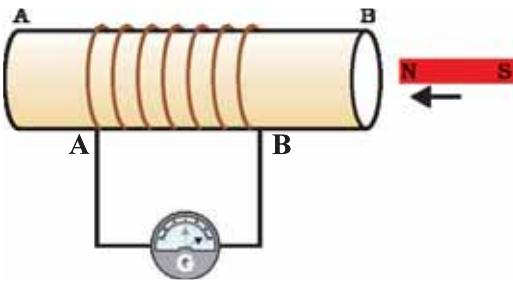
## 13.5 વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ (Electromagnetic Induction)

આપણો શીખી ગયાં કે જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં એવી રીતે રાખવામાં આવે કે વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે હોય ત્યારે તે વાહક, બળ અનુભવે છે. આ બળના કારણો વાહક ગતિ કરે છે. હવે એવી પરિસ્થિતિનો વિચાર કરીએ કે વાહક ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે અથવા સ્થિર વાહકની આસપાસનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર બદલાય. આ સ્થિતિમાં શું થશે ? આનો સર્વપ્રથમ અત્યાસ અંગ્રેજ બૌતિકશાસ્ત્રી માઈકલ ફેરેટે એ કર્યો હતો. 1831માં ફેરેટે એ ગતિમાન ચુંબક દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહ કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય તે શોધી મહત્વનું કાર્ય કર્યું. આ અસરને જોવા ચાલો નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

### પ્રવૃત્તિ 13.8

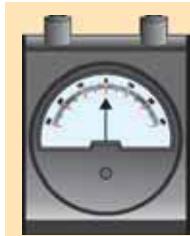
- AB તારનું ગૂંચળું લો કે જેને ઘણા આંટાઓ હોય.
- આ ગૂંચળાના છેડાઓને આકૃતિ 13.16માં દર્શાવ્યા મુજબ ગોલ્વેનોમિટર સાથે જોડો.
- એક પ્રબળ ગજિયો ચુંબક લો અને તેનો ઉત્તર ધ્રુવ ગૂંચળાના B છેડા તરફ રહે તે રીતે તેને ગતિ આપો. તમને ગોલ્વેનોમિટરના દર્શકમાં કોઈ ફેરફાર દેખાય છે ?

- ગેલ્વેનોમિટરમાં દર્શકનું ક્ષણિક આવર્તન મળે છે (ધારો કે જમણી તરફ). જે ગૂંઘળા AB માં વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરીનું સૂચન કરે છે. જે કષેણે ચુંબકની ગતિ બંધ કરવામાં આવે છે તે કષેણે આવર્તન શૂન્ય થાય છે.
- હવે ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવને ગૂંઘળાથી દૂરની તરફ બેંધી લો. ગેલ્વેનોમિટરમાં ડાબી બાજુ આવર્તન મળે છે. જે દર્શાવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહ અગાઉ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં ઉદ્ભબે છે.
- ચુંબકને તેનો ઉત્તર ધ્રુવ ગૂંઘળા તરફ રહે તે રીતે B છેડા પાસે સ્થિર કરો. આપણે જોઈએ છીએ કે જ્યારે ગૂંઘળાને ચુંબક તરફ ગતિ આપવામાં આવે છે ત્યારે દર્શક જમણી તરફ આવર્તન દર્શાવે છે, એ જ રીતે જ્યારે ગૂંઘળાને ચુંબકથી દૂર તરફ ગતિ આપવામાં આવે છે ત્યારે દર્શક ડાબી તરફ આવર્તન બતાવે છે.
- જ્યારે ગૂંઘળાને ચુંબકની સાપેક્ષ સ્થિર રાખવામાં આવે છે ત્યારે ગેલ્વેનોમિટરનું આવર્તન ઘટાને શૂન્ય થઈ જાય છે. આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિર્ધર્થ તારચશો ?



#### આકૃતિ 13.16

ચુંબકને ગૂંઘળા તરફ ગતિ કરાવતાં તે ગૂંઘળાના પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્મણ કરે છે. જે ગેલ્વેનોમિટરની સોયના કોણવર્તન દ્વારા દર્શાવાય છે



ગેલ્વેનોમિટર એક એવી રચના છે કે જે પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરીની પરખ કરે છે. તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો ન હોય ત્યારે દર્શક (સોય) શૂન્ય (સ્કેલના મધ્યમાં) પર રહે છે. જ્યારે તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રસાર થાય છે ત્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પર આધારિત તે શૂન્ય આંકની ડાબી અથવા જમણી તરફ આવર્તન દર્શાવે છે.

તમે એ પણ ચકાસી શકો છો કે જો ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવને ગૂંઘળા તરફ રાખી ઉપરનો પ્રયોગ કરવામાં આવે તો ગેલ્વેનોમિટરના દર્શકનું (સોયનું) મળતું આવર્તન અગાઉ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે. જ્યારે ગૂંઘળાનું અને ચુંબક બંને સ્થિર હોય ત્યારે ગેલ્વેનોમિટરમાં આવર્તન મળતું નથી. આ પ્રવૃત્તિ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે ચુંબકની ગૂંઘળાને સાપેક્ષ ગતિ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પ્રેરિત કરે છે, જેના કારણે પરિપથમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહ રચાય છે.

#### માઇકલ ફેરેડે (Michael Faraday) (1791-1867)

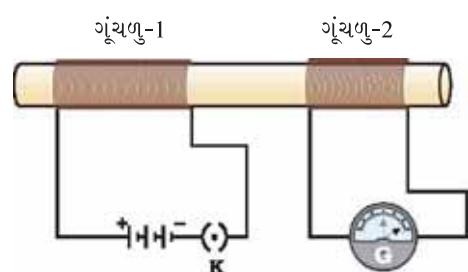


માઇકલ ફેરેડે પ્રયોગકારી ભૌતિકશાસ્ત્રી હતા. તેમની પાસે કોઈ ઔપચારિક શિક્ષણ ન હતું. પ્રારંભનાં વર્ષોમાં તે બુક-બાઈન્ડિંગની દુકાનમાં કામ કરતા હતા. જે પુસ્તકો બાઈન્ડિંગ માટે આવે તે વાંચતા હતા. આ રીતે ફેરેડે એ એમના વિજ્ઞાનમાં રસને આગળ ધ્યાયો હતો. તેમને રોયલ ઇન્સિટટ્યુટના હંફી ડેવીના કેટલાક જાહેર પ્રવચનો સાંભળવાની તક મળી હતી. તેઓ ડેવીના વક્તવ્યોની કાળજીપૂર્વક નોંધ કરતા અને તે ડેવીને મોકલતા હતા. તેમને તરત જ રોયલ ઇન્સિટટ્યુટમાં ડેવીની પ્રયોગશાળામાં આસિસ્ટન્ટ બનાવવામાં આવ્યા. ફેરેડે એ ઘણી અવનવી શોધો કરી, જેમાં વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અને વિદ્યુત પૃથક્કરણાના નિયમોનો સમાવેશ થાય છે. ઘણી યુનિવર્સિટીઓએ તેમને માનદ પદવીઓ આપવાની ઓફર કરી હતી પરંતુ તેમણે તે નકારી હતી. ફેરેડેને બહુમાન કરતાં તેમના વિજ્ઞાનના કાર્ય વધુ પ્રિય હતા.

હવે આપણે પ્રવૃત્તિ 13.8માં કંઈક પરિવર્તન કરીએ કે જેમાં ગતિમાન ચુંબકને સ્થાને વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંઘળું લઈએ અને તેમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય બદલી શકાય.

### પ્રવૃત્તિ 13.9

- તાંબાના તારના બે ગૂંઘળા લો કે જેમાં આંટાની સંખ્યા ખૂબ જ વધારે હોય (ધારો કે 50 અને 100 આંટાઓ) આ ગૂંઘળાઓને આકૃતિ 13.17માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એ અવાહક નળાકાર રોલ પર દાખલ કરો. (તમે આ માટે જાડા પેપર રોલનો ઉપયોગ કરી શકો.)
- જેમાં આંટાઓની સંખ્યા વધુ છે તે ગૂંઘળા-1 ને બેટરી અને ખગ કળ સાથે શ્રેષ્ઠીમાં જોડો તથા બીજા ગૂંઘળા-2 ને દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગોલ્વેનોમિટર સાથે જોડો.
- કળમાં ખગ મૂકો. ગોલ્વેનોમિટરનું અવલોકન કરો. શું તેનો દર્શક કોઈ કોણવાર્તન દર્શાવે છે? તમે જોશો કે ગોલ્વેનોમિટરની સોય ક્ષિણિક એક દિશામાં આવર્તન અનુભવી તે જ ઝડપથી ફરી શૂન્ય પર આવી જાય છે. તે ગૂંઘળા-2 માં ઉત્પન્ન થતા ક્ષિણિક વિદ્યુતપ્રવાહનું સૂચન કરે છે.
- ગૂંઘળા-1નું બેટરીથી જોડાડા દૂર કરો. તમે જોશો કે દર્શક ક્ષિણિક આવર્તન અનુભવશે, પરંતુ તે વિરુદ્ધ દિશામાં હશે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવે ગૂંઘળા-2 માં વહેતો પ્રવાહ વિરુદ્ધ દિશામાં હશે.



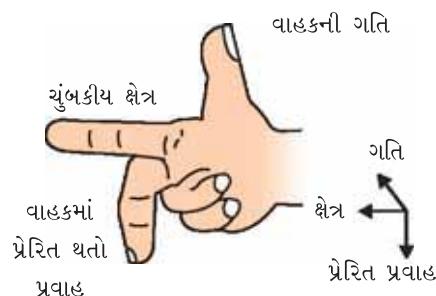
આકૃતિ 13.17  
ગૂંઘળા-1માંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરતાં ગૂંઘળા-2માં પ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે ગૂંઘળા-1માં જેવો વિદ્યુતપ્રવાહ કોઈ અચળ મૂલ્ય ધારણ કરે કે શૂન્ય થાય કે તરત ગૂંઘળા-2 સાથે જોડેલ ગોલ્વેનોમિટર કોઈ આવર્તન દર્શાવતું નથી.

આ અવલોકનો પરથી આપણે એ નિર્ણય કાઢી શકીએ કે, જ્યારે પણ ગૂંઘળા-1માંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહકાના મૂલ્યમાં ફેરફાર થાય છે (પ્રવાહ વહેવાનો ચાલુ થાય કે બંધ થાય) ત્યારે ગૂંઘળા-2માં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પ્રેરિત થાય છે. ગૂંઘળા-1 ને પ્રાથમિક ગૂંઘળું તથા ગૂંઘળા-2 ને ગૌણ ગૂંઘળું કહે છે. જેવો પ્રથમ ગૂંઘળામાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર થાય છે કે તરત તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પણ ફેરફાર થાય છે. તેથી બીજા ગૂંઘળાની આજુભાજુ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં ફેરફાર થવાને કારણો તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે. આ પ્રક્રિયા કે જેના દ્વારા કોઈ વાહકના બદલાતા જતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણો અન્ય વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહપ્રેરિત થાય છે તેને વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ કહે છે. વ્યવહારમાં આપણે કોઈ ગૂંઘળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કાં તો કોઈ ચુંબક ક્ષેત્રમાં ગતિ કરાવીને તે અથવા તેની આજુભાજુ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફેરફાર કરીને, પ્રેરિત કરી શકીએ છીએ મોટા ભાગની પરિસ્થિતિઓમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંઘળાને ગતિ કરવી વધારે સગવડ ભરી છે.

જ્યારે ગૂંઘળાની ગતિની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબરૂપે હોય છે ત્યારે ગૂંઘળામાં ઉત્પન્ન થતો પ્રેરિત પ્રવાહ મહત્તમ જણાય છે. આ સ્થિતિમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા શોધવા માટે આપણે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ. આ નિયમ અનુસાર, જમણા હાથની તર્જની (પ્રથમ આંગળી), મધ્યમાન આંગળી તથા અંગૂઠાને આકૃતિ 13.18માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એવી રીતે પ્રસારો કે ત્રણેય એકબીજાને લંબ રહે. જો તર્જની ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાનું સૂચન કરતી હોય તથા અંગૂઠો વાહકની ગતિની દિશાનું સૂચન કરતો હોય તો મધ્યમા આંગળી પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર્શાવે છે આ સરળ નિયમને ફ્લોમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ કહે છે.

વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો



આકૃતિ 13.18

ફ્લોમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ

## પ્રશ્ન

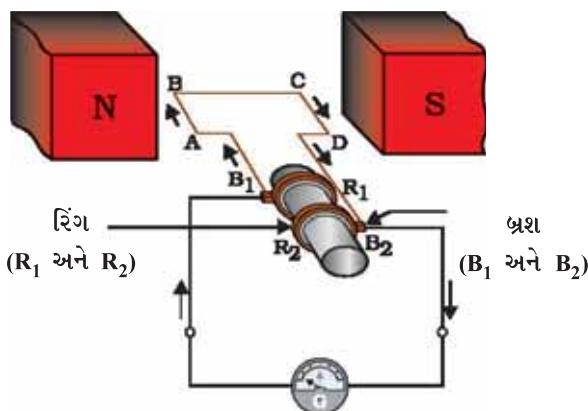
1. કોઈ ગૂંઘળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત કરવાની જુદી-જુદી રીતો જણાવો.



### 13.6 વિદ્યુત જનરેટર (Electric Generator)

વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણની ઘટના પર આધારિત જે પ્રયોગોનો આપણે અગાઉ અભ્યાસ કર્યો તેમાં ખૂબ નાના મૂલ્યનો વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. આ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ ઘર તેમજ ઉદ્યોગોમાં વપરાતા મોટા મૂલ્યના વિદ્યુતપ્રવાહો ઉત્પન્ન કરવા માટે પણ કરવામાં આવે છે. વિદ્યુત જનરેટરમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરાવવા યાંત્રિકિર્જ વપરાય છે.

વિદ્યુત જનરેટરમાં આફુતિ 13.19 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિભ્રમણ કરતું એક લંબચોરસ ગૂંઘળું



આફુતિ 13.19

વિદ્યુત જનરેટરના સિદ્ધાંતનું નિર્દર્શન

ABCD એક કાયમી ચુંબકના બે પ્રુવો વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે. ગૂંઘળાના બે છેડા રિંગ  $R_1$  અને  $R_2$  સાથે જોડવામાં આવે છે. રિંગની અંદરની બાજુઓ અવાહક કરેલી હોય છે. બે સ્થિર વાહક બ્રશ  $B_1$  અને  $B_2$  ને બંને રિંગ  $R_1$  અને  $R_2$  સાથે દબાણથી સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે. બંને રિંગ  $R_1$  અને  $R_2$ ને આંતરિક રીતે એક ધરી (axle) સાથે જોડેલ હોય છે. આ ધરીને બહારથી યાંત્રિક રીતે પરિભ્રમણ કરાવવાથી ગૂંઘળું ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરે છે. બંને બ્રશના બહારના છેડાઓને ગોલ્વેનોમિટર સાથે જોડવામાં આવે છે, જે બાબુ પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ દર્શાવે છે.

હવે બંને રિંગ સાથે જોડાયેલી ધરીને એવી રીતે પરિભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે કે જેથી કાયમી ચુંબક દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં AB ભૂજા ઉપરની તરફ ગતિ કરે (અને CD ભૂજા નીચેની તરફ ગતિ કરે). ધારો કે આફુતિ 13.19માં દર્શાવેલ ગોઠવણીમાં ગૂંઘળું ABCD સમઘડીમાં પરિભ્રમણ કરે છે. ફ્લોમિંગના જમણા હાથના નિયમ પ્રમાણે ગૂંઘળાની ભૂજાઓમાં પ્રેરિત પ્રવાહ AB અને CD દિશાઓમાં ઉત્પન્ન થાય છે. આમ, ગૂંઘળામાં ABCD દિશામાં પ્રવાહ વહે છે. જો ગૂંઘળામાં આંટાઓની સંખ્યા વધારે હોય તો તે દરેક આંટામાં ઉત્પન્ન થયેલ પ્રવાહોનો સરવાળો થઈ ગૂંઘળામાં મોટો પ્રવાહ મળે છે. આનો અર્થ એ છે કે બાબુ પરિપથમાં પ્રવાહ  $B_2$  થી  $B_1$  તરફ વહે છે.

અર્ધચક પછી CD ભૂજા ઉપરની તરફ અને AB ભૂજા નીચેની તરફ ગતિ કરવા માટે છે. પરિણામે બંને બાજુઓમાં ઉત્પન્ન થતા પ્રેરિત પ્રવાહોની દિશા બદલાય છે અને પરિણામે પ્રેરિત પ્રવાહ DCBA તરફ વહે છે. હવે બાબુ પરિપથમાં પ્રેરિત પ્રવાહ  $B_1$  થી  $B_2$  તરફ વહે છે. આમ, પ્રયેક અર્ધ પરિભ્રમણ પછી પ્રવાહના પ્રુવત્ત્વ (polarity) અનુરૂપ બાજુઓમાં બદલાય છે. આવો પ્રવાહ કે જે સમાન સમયગાળા પછી દિશા બદલે છે તેને ઊલટસૂલટ (ઓલ્ટરનેટિંગ પ્રવાહ) (ટ્રૂકમાં AC) કહે છે. આ રચનાને AC જનરેટર કહે છે.

એકદિશ પ્રવાહ (DC, કે જે સમય સાથે દિશા બદલતો નથી) મેળવવા માટે વિભાજિત રિંગ (સ્પલિટ રિંગ) જેવા કમ્પૂટેરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રકારની ગોઠવણામાં એક બ્રશ એ હંમેશાં બાબુ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ઉપરની દિશામાં ગતિ કરતી બાજુના સંપર્કમાં રહે છે અને બીજું બ્રશ હંમેશાં નીચેની દિશામાં ગતિ કરતી બાજુના સંપર્કમાં રહે છે. આપણે સ્પલિટ રિંગ કમ્પૂટેરનું કાર્ય વિદ્યુતમોટર (આવૃત્તિ 13.15)ના ડિસામાં જોયેલું છે. આમ, એક દિશામાં વહેતો પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. આવું જનરેટર DC જનરેટર કહેવાય છે.

એક દિશા (direct) અને ઉલટસૂલટ (alternating) પ્રવાહ વચ્ચેનો તફાવત એ છે કે, એકદિશ પ્રવાહ હંમેશાં એક દિશામાં વહે છે, જ્યારે ઉલટસૂલટ પ્રવાહ તેની દિશા સમયાંતરે ઉલટાવે છે. હાલના સમયમાં રચાયેલા મોટા ભાગના પાવર સ્ટેશન AC વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરે છે. ભારતમાં AC વિદ્યુતપ્રવાહ દર 1/100 સેકન્ડે દિશા બદલે છે. એટલે કે AC વિદ્યુતપ્રવાહની આવૃત્તિ 50 Hz છે DC વિદ્યુતપ્રવાહ કરતાં AC વિદ્યુતપ્રવાહનો મહત્વનો ફાયદો એ છે કે ઊર્જાના વધતે વધ્ય વિના વિદ્યુતપાવર દૂરના અંતર સુધી મોકલી શકાય છે.

### પ્રશ્નો

1. ઈલેક્ટ્રિક જનરેટરનો સિદ્ધાંત જણાવો.
2. એકદિશ પ્રવાહ (DC પ્રવાહ)ના કેટલાક સ્થોત્રનાં નામ આપો.
3. ક્યો સોત ઉલટસૂલટ પ્રવાહ (AC પ્રવાહ) ઉત્પન્ન કરે છે ?
4. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.
  - (a) બે બ્રમણ
  - (b) એક બ્રમણ
  - (c) અડ્યા બ્રમણ
  - (d) એક ચતુર્થાંશ

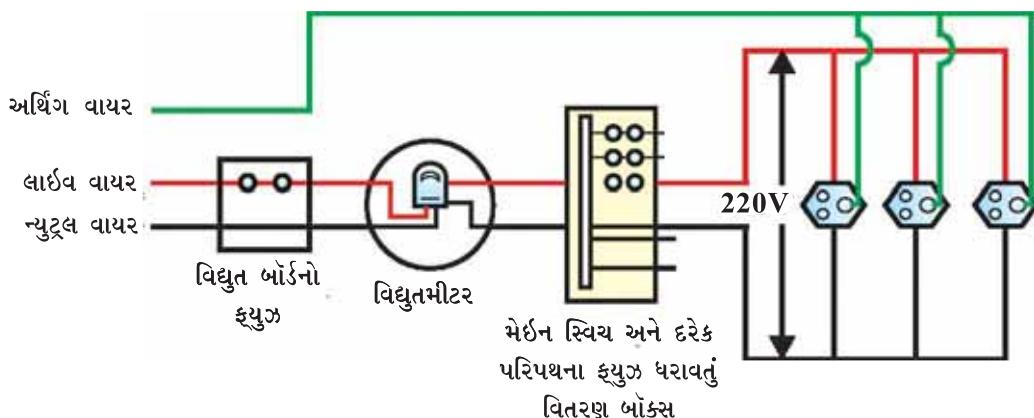


## 13.7 ઘરેલું વિદ્યુત-પરિપથો (Domestic Electric Circuits)

આપણે આપણા ઘરોમાં વિદ્યુતપાવર મુખ્ય સપ્લાય (જેને મેઈન્સ પણ કહે છે) કે જે ઓવરહેડ ટેકવેલ વિદ્યુતના થાંબલા અથવા ભૂમિગત ડેબલો દ્વારા પ્રાપ્ત કરીએ છીએ. સપ્લાયમાં રહેલા વાયરો પૈકી એક વાયર પર લાલ અવાહક આવરણ લગાડેલ છે, તેને લાઈન (જીવંત) વાયર (અથવા Positive) કહે છે. બીજો વાયર કે જેની પર કાળું 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-બોર્ડમાં આ વાયરો મુખ્ય ફ્લ્યુઝમાંથી 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 ઘરાવતો પરિપથ ગિઝર, એરકૂલર વગેરે જેવા વધુ પાવર રેટિંગ ઘરાવતા વિદ્યુત ઉપકરણો માટે વપરાય છે. જ્યારે બીજો 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ઘરાવતો 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 ખેટ સાથે જોડેલ હોય છે. આ તારનો ઉપયોગ મોટે ભાગે ઈલેક્ટ્રિક ઈલ્યુની, ટોસ્ટર, ટેબલ ફેન, રેફિજરેટર વગેરે ધાતુનું આવરણ ઘરાવતાં 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.

વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો



આકૃતિ 13.20 એક સામાન્ય ધરેલું પરિપથનું રેખાચિત્ર

આકૃતિ 13.20માં એક સામાન્ય ધરેલું વિદ્યુત-પરિપથનું રેખાચિત્ર દર્શાવેલ છે. દરેક અલગ પરિપથમાં અલગ-અલગ ઉપકરણો લાઈટ અને ન્યુટ્રલ વાયરો વચ્ચે જોડવામાં આવે છે. દરેક ઉપકરણને અલગ ON/OFF સ્વિચ હોય છે, જેથી ઈચ્છાનુસાર તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી શકાય. દરેક ઉપકરણને સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત મળે તે માટે તેમને એકબીજા સાથે સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

બધાં ધરેલું પરિપથોમાં વિદ્યુત ફ્લ્યુઝ એક મહત્વપૂર્ણ ઘટક છે. અગાઉના પ્રકરણમાં (વિભાગ 12.7 જુઓ.) આપણે વિદ્યુત ફ્લ્યુઝનો સિદ્ધાંત તેમજ કાર્યપદ્ધતિનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. વિદ્યુત-પરિપથમાં લગાડેલ ફ્લ્યુઝ દ્વારા પરિપથ તથા ઉપકરણને ઓવરલોડિંગ (Over loading)થી થતા નુકસાનથી બચાવી શકાય છે. જ્યારે લાઈટ 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 ફ્લ્યુઝનો ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથ તથા વિદ્યુત ઉપકરણમાં વહેતા અનિયન્ત્રી ઊચ્ચ વિદ્યુતપ્રવાહને અટકાવી સંભવિત નુકસાનથી બચાવે છે. તેના દ્વારા ફ્લ્યુઝમાં ઉત્પન્ન થતી જૂલ ઉખા (Joule heating) ફ્લ્યુઝને ઓગાળી નાખે છે. જેથી વિદ્યુત-પરિપથ તૂટી જાય છે. સાથીય વોલ્ટેજમાં અચાનક વધારાને કારણે પણ કયારેક ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે. કયારેક-કયારેક એક જ સોકેટમાં વધારે વિદ્યુત ઉપકરણો જોડવાથી પણ ઓવરલોડિંગ થાય છે.

### પ્રશ્નો

- વિદ્યુત-પરિપથો તથા ઉપકરણોમાં સામાન્ય રીતે વપરાતા બે સુરક્ષા ઉપયોના નામ લખો.
- 2 kW પાવર રેટિંગ ધરાવતું એક ઇલેક્ટ્રિક ઓવન 5 Aનું પ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતા ધરેલું વિદ્યુત-પરિપથ (220 V)માં વાપરવામાં આવે છે. આ પરિપથમાં તમે ક્યાં પરિણામોની અપેક્ષા રાખો છો? સમજાવો.
- ધરેલું 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 ધૂવ તથા બીજો છેડો જે દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને દક્ષિણ ધૂવ 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 કાલ્યનિક મુક્ત ઉત્તર ધૂવ ગતિ કરવાની વર્તણૂક ધરાવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રના કોઈ બિંદુ પાસે ક્ષેત્રની દિશા તે બિંદુ પાસે રાખેલ ઉત્તર ધૂવની 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 કારણો 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 વીટાળેલ 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 ફ્લોબિંગના ડાબા હાથના નિયમથી અપાય છે. તે વિદ્યુતમોટરનો આધાર છે. વિદ્યુતમોટર એક એવી રચના છે કે જેની મદદથી વિદ્યુતગીર્જાનું યાંત્રિકગીર્જામાં રૂપાંતરણ કરી શકાય છે.
- વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ એવી ઘટના છે કે જેમાં સમય સાથે બદલાતાં જતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખેલા કોઈ ગૂંચળામાં પ્રેરિત પ્રવાહ ઉત્પન્ન થતો હોય. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગૂંચળા અને ગૂંચળાની નજીક રાખેલ ચુંબક વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિને કારણે પણ બદલાય છે. જો ગૂંચળાને વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકની નજીક રાખેલ હોય તો ચુંબકીય ક્ષેત્ર કાં તો વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવાથી અથવા વાહક અને ગૂંચળા વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિને કારણે બદલાય છે. પ્રેરિત પ્રવાહની દિશા ફ્લોબિંગના જમણા હાથના નિયમની મદદથી આપી શકાય છે.
- જનરેટર યાંત્રિકગીર્જાનું વિદ્યુતગીર્જામાં રૂપાંતરણ કરે છે. તે વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.
- આપણો આપણા ધરોમાં 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. ગીજો અર્થિંગ વાયર હોય છે, જે લીલું અવાહક આવરણ ધરાવે છે અને તેને જમીનની અંદર ઉડે રાખેલ ધાતુની ખેટ સાથે જોડેલ હોય છે. ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં ઉપકરણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહના લીકેજને કારણે તેનો ઉપયોગ કરનારને ગંભીર આંચકાથી બચાવવા માટે તે ઉપયોગી છે.
- શૉટર્સર્કિટ અથવા ઓવર લોડિંગને કારણે થતા નુકસાનથી પરિપથને બચાવવા માટે ફ્લૂજ ખૂબ જ ઉપયોગી સલામતી માટેનું ઉપકરણ છે.

## સ્વાધ્યાય

1. લાંબા (વિદ્યુતપ્રવાહધારિત) સુરેખ તાર નજીક ચુંબકીયક્ષેત્ર માટે નીચેનામાંથી ક્યું (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 સમકેન્દ્રીય વર્તુળોનું બનેલું છે.
2. વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણની ઘટના એ
  - (a) પદાર્થને વિદ્યુતભારિત કરવાની પ્રક્રિયા છે.
  - (b) કોઈલ (ગૂંઘળા)માંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી તેનાથી ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયા છે.
  - (c) ચુંબક અને કોઈલ (ગૂંઘળા) વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિથી પ્રેરિત પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયા છે.
  - (d) ઈલેક્ટ્રિક મોટરની કોઈલને ભ્રમણ કરાવવાની પ્રક્રિયા છે.
3. વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવા વપરાતા સાધનને ..... કહે છે.
  - (a) જનરેટર
  - (b) ગેલ્વેનોમિટર
  - (c) એમીટર
  - (d) મોટર
4. AC જનરેટર અને DC જનરેટર વચ્ચેનો મૂળ તફાવત એ છે કે,
  - (a) AC જનરેટરમાં ઈલેક્ટ્રોમેનેટ હોય છે જ્યારે DC જનરેટરમાં કાયમી ચુંબક હોય છે.
  - (b) DC જનરેટર ઊંચો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
  - (c) AC જનરેટર ઊંચો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
  - (d) AC જનરેટરમાં સ્લીપ રિંગ હોય છે, જ્યારે DC જનરેટરમાં કમ્પૂટેર હોય છે.
5. શૉર્ટસર્કિટ વખતે સર્કિટમાં વિદ્યુતપ્રવાહ
  - (a) ખૂબ જ ઘટી જાય છે.
  - (b) બદલાતો નથી.
  - (c) ખૂબ વધી જાય છે.
  - (d) સતત બદલાય છે.
6. નીચેનાં વિધાન સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો :
  - (a) ઈલેક્ટ્રિક મોટર યાંત્રિકઉર્જાનું વિદ્યુતઉર્જામાં રૂપાંતરણ કરે છે.
  - (b) ઈલેક્ટ્રિક જનરેટર વિદ્યુત-ચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.
  - (c) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લાંબી વર્તુળાકાર કોઈલ (ગૂંઘળા)ના કેન્દ્ર પરનું (ચુંબકીય) ક્ષેત્ર સમાંતર સુરેખ રેખાઓ હોય છે.
  - (d) વિદ્યુત પુરવણામાં લીલા રંગનું અવાહક પડ ધરાવતો વાયર સામાન્ય રીતે લાઈલ વાયર હોય છે.
7. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા માટેની બે રીતો લખો.

8. સોલેનોઇડ ચુંબક તરીકે કેવી રીતે વર્ત્ત છે ? શું તમે ગજિયા ચુંબકની મદદથી વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો (ચુંબકીય) ઉત્તર અને દક્ષિણ ધૂવ શોધી શકો ? સમજાવો.
9. ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક ક્યારે સૌથી વધુ બળ અનુભવશે ?
10. ધારો કે તમે એક રૂમમાં એક દીવાલના ટેકે બેઠા છો. પ્રબળ ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે તમારી પાછળની દિશામાંથી આગળની દીવાલ તરફ આવતું સમક્ષિતિજ ઈલેક્ટ્રોનનું કિરણજૂથ તમારી જમણી બાજુની દિશામાં ફોટોય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?
11. વિદ્યુતમોટરની નામનિર્દ્દશવાળી આકૃતિ દોરો. તેનો સિદ્ધાંત અને કાર્ય સમજાવો. વિદ્યુતમોટરમાં સ્લીટ રિંગનું કાર્ય શું છે ?
12. જે સાધનોમાં વિદ્યુતમોટર વપરાતી હોય તેવાં થોડાં સાધનોનાં નામ આપો.
13. તાંબાનું અવાહક આવરણ ધરાવતા વાયરના ગુંચળાને ગોલ્વેનોમિટર સાથે જોડવામાં આવ્યું છે. જો ગજિયા ચુંબકને (1) ગુંચળાની અંદર ધકેલીએ (2) ગુંચળામાંથી બહાર કાઢીએ અને (3) ગુંચળાની અંદર સ્થિર રાખીએ તો (ગોલ્વેનોમિટરમાં) શું થશે ?
14. બે વર્તળાકાર ગુંચળા (કોઈલ) A અને B એકબીજાથી નજીક ગોઠવવામાં આવેલ છે. જો કોઈલ Aમાંથી પસાર થતા પ્રવાહને બદલવામાં આવે તો, શું ગુંચળા Bમાં પ્રેરિત પ્રવાહ ઉદ્ભવશે ? કારણ આપો.
15. (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 ગુંચળાને ભ્રમણ કરાવતા તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.
16. નામનિર્દ્દશવાળી આકૃતિ દોરી વિદ્યુત જનરેટરની અંતર્ગત રહેલો સિદ્ધાંત અને તેનું કાર્ય સમજાવો. બ્રશનું કાર્ય શું છે ?
17. વિદ્યુત શૉર્ટસર્કિટ ક્યારે થાય છે ?
18. અર્થિંગ વાયરનું કાર્ય શું છે ? ધાતુના સાધનને અર્થિંગ કરવું કેમ જરૂરી છે ?



## પ્રકરણ 14

### ઉર્જના સોતો (Sources of Energy)

ધોરણ IXમાં આપણે શીખ્યાં હતાં કે ભौતિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કુલ ઉર્જાનું સંરક્ષણ થાય છે. તો પછી આપણે કેમ ઉર્જાસંકટ વિશે આટલું બધું સાંભળતા રહ્યો છીએ ? જો ઉર્જાને ના તો ઉત્પન્ન કરી શકાય, ના તો નાચ કરી શકાય, તો આપણાને કોઈ ચિંતા હોવી જોઈએ નહિ ! આપણે ઉર્જાનાં સંસાધનોની ચિંતા કર્યા વિના અમર્યાદિત પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટે સક્ષમ હોવા જોઈએ !

જો આપણે યાદ કરીએ કે આપણે ઉર્જા વિશે આનાથી વધારે બીજું શું-શું શીખ્યાં છીએ તો આ કોયડાનો ઉકેલ લાવી શકાય છે. ઉર્જાનાં વિવિધ સ્વરૂપો છે અને ઉર્જાના એક સ્વરૂપને બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો આપણે કોઈ ખેટને કોઈ ઊંચાઈથી પડતી મૂકીએ તો ખેટની સ્થિતિઉર્જાનો અધિકતમ ભાગ જમીન સાથે અથડાતી વખતે ધ્વનિઉર્જામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. જો આપણે કોઈ મીણબટી સળગાવીએ છીએ તો પ્રક્રિયા વધારે ઉખાશેપી બને છે અને આ પ્રકારે સળગાવવાથી મીણની રાસાયણિક ઉર્જા, ઉખાઉર્જા તથા પ્રકાશઉર્જામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. મીણબટીને સળગાવવાથી આ ઉર્જાઓ સિવાય બીજી કઈ નીપજો મળે છે ?

કોઈ પણ ભौતિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કુલ ઉર્જા અચળ રહેતી હોય છે, પરંતુ જો આપણે સળગતી મીણબટી પર ફરીથી વિચાર કરીએ તો શું આપણે કોઈ પણ પ્રકારે પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થયેલ ઉખા અને પ્રકાશને બીજી નીપજો સાથે સાંકળીને મીણના રૂપમાં રાસાયણિક ઉર્જાને ફરીથી પ્રાપ્ત કરી શકીએ ?

ચાલો, આપણે એક બીજું ઉદાહરણ ધ્યાનમાં લઈએ. ધારો કે આપણે 100 mL પાણી લઈએ છીએ જેનું તાપમાન 348 K (75 °C) છે અને તેને એક રૂમમાં કે જેનું તાપમાન 298 K (25 °C) છે તેમાં ચાખી મૂકીએ. તો થોડા સમય પછી શું થશે ? શું એવો કોઈ રસ્તો છે કે જેના દ્વારા પર્યાવરણમાં ગુમાવેલી બધી ઉર્જાને એકત્ર કરીને ઠંડા થઈ ગયેલ પાણીને ફરીથી ગરમ કરી શકાય ?

આવા દરેક ઉદાહરણ વિશે વિચાર કરતાં આપણે જોઈ શકીએ કે ઉપયોગી સ્વરૂપમાંની ઉર્જા આસપાસના વાતાવરણમાં પ્રમાણમાં ઓછી ઉપયોગી ઉર્જાના રૂપમાં વિભેરણ પામે છે. તેથી કાર્ય કરવા માટે જે કોઈ ઉર્જાના સોતનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ તે વપરાઈ જાય છે અને તેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકાતો નથી.

#### 14.1 ઉર્જાનો ઉત્તમ સોત કયો છે ?

**(What is a Good Source of Energy ?)**

તો પછી ઉર્જાના ઉત્તમ સોત તરીકે કોને ગણવો જોઈએ ? આપણે આપણા રોજિંદા જીવનમાં કાર્ય કરવા માટે વિવિધ સોતમાંથી મળતી ઉર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. ટ્રેનને ચલાવવા માટે આપણે ડીજલનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. રસ્તા પરની સ્ટ્રીટલાઈટ પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતનો ઉપયોગ કરીએ છીએ અથવા સાઈકલ લઈને શાળાએ જવા માટે આપણે સ્નાયુઓમાં રહેલી સ્નાયુઉર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 14.1

- સવારે ઉડીને તમે શાળાએ પહોંચો છો ત્યાં સુધી ઉપયોગમાં લીધેલ ઉર્જાના ચાર સ્વરૂપની યાદી બનાવો.
- આ વિવિધ પ્રકારની ઉર્જા આપણે ક્યાંથી મેળવીએ છીએ ?
- શું આપણે તેને ‘ઉર્જાના સોત’ કહી શકીએ ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?

શારીરિક કાર્યો કરવા માટે સ્નાયુઓર્જી, જુડાં-જુડાં ઉપકરણોને ચલાવવા માટે વિદ્યુતઓર્જી, રસોઈ બનાવવા અથવા વાહનો ચલાવવા રાસાયણિક ઊર્જા આ દરેક ઊર્જાઓ કોઈ ને કોઈ ઊર્જાસોતમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. આપણે જાણવું જોઈએ કે ઊર્જાને તેના ઉપયોગી સ્વરૂપમાં મેળવવા માટે જરૂરી સ્થોતની પસંદગી કેવી રીતે કરીએ છીએ.

### પ્રવૃત્તિ 14.2

- રસોઈ બનાવવા માટે બળતણની પસંદગી કરવા આપણી પાસે રહેલ વિવિધ વિકલ્પો પર વિચાર કરો.
- કોઈ બળતણને સારા બળતણની શ્રેષ્ઠીમાં મૂકવાનો પ્રયત્ન કરતી વખતે તમે ક્યાં માપદંડો પર વિચાર કરશો.
- શું તમારી પસંદગી જુદી હોત, જો તમે
  - જંગલમાં જીવન જીવતા હોત ?
  - કોઈ દૂર પર્વતીય ગામ કે નાના ટાપુ પર જીવન જીવતા હોત ?
  - નવી દિલ્હીમાં જીવન જીવતા હોત ?
  - પાંચ સદીઓ પહેલા જીવન જીવતા હોત ?
- ઉપરની દરેક પરિસ્થિતિમાં પરિબળો કેવી રીતે જુદાં છે ?

ઉપરની બંને પ્રવૃત્તિઓ કર્યા પછી આપણાને એટલી જાણકારી મળી કે કેટલાંક કાર્યો કરવા માટે કોઈ ખાસ ઊર્જાસોત અથવા બળતણની પસંદગી અનેક પરિબળો પર આધાર રાખે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ બળતણની પસંદગી કરતી વખતે આપણે પોતાને નીચેના પ્રશ્નો પૂછીશું.

- તે દઘન-પ્રક્રિયામાં કેટલી ઉભા મુક્ત કરે છે ?
- શું તે ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ધુમાડો ઉત્પન્ન કરે છે ?
- શું તે સહેલાઈથી ઉપલબ્ધ છે ?

શું તમે બળતણ સંબંધિત બીજા ત્રાણ વધુ પ્રશ્નો વિચારી શકો છો ?

બળતણના ઉપલબ્ધ પ્રકારોમાંથી રસોઈ બનાવવા જેવા ચોક્કસ કાર્ય માટે બળતણની પસંદગી કરતી વખતે આપણા પસંદગીના વિકલ્પોને મર્યાદિત કરી દે તે પરિબળો કયા છે ? શું જે બળતણ પસંદ કર્યું છે તે જે કાર્ય કરવાનું છે તેના પર પણ આધાર રાખે છે ? ઉદાહરણ તરીકે, શું આપણે રસોઈ બનાવવા જેવા ચોક્કસ કાર્ય માટે એક બળતણ અને શિયાળામાં ઓરડાને ગરમ કરવા માટે બીજું બળતણ પસંદ કરીશું ?

આ રીતે હવે આપણે એ કહી શકીએ કે એક ઉત્તમ ઊર્જાના સોત એ છે કે,

- જે એકમ કદ અથવા દ્રવ્યમાન દીઠ વધારે માત્રામાં કાર્ય કરે,
- સરળતાથી ઉપલબ્ધ હોય,
- સંગ્રહ તથા પરિવહનમાં સરળ હોય અને

### પ્રશ્નો

1. ઊર્જાનો ઉત્તમ સોત કોને કહે છે ?
2. ઉત્તમ બળતણ કોને કહે છે ?
3. જો તમે તમારા ભોજનને ગરમ કરવા માટે કોઈ પણ ઊર્જા-સ્થોતનો ઉપયોગ કરી શકો છો, તો તમે કોનો ઉપયોગ કરશો અને કેમ ?



## 14.2 ઉર્જાના પરંપરાગત સોત (Conventional Sources of Energy)

### 14.2.1 અશિમભૂત બળતણ (Fossil Fuels)

પ્રાચીન સમયમાં ઉખીય ઉર્જાનો સામાન્ય સોત લાકડું હતો. કેટલીક મર્યાદિત પ્રવૃત્તિઓ માટે પવન તથા વહેતા પાણીની ઉર્જાનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવતો હતો. શું તમે આ પૈકીના કેટલાક ઉપયોગો વિચારી શકો ? ઉર્જાસોતના રૂપમાં કોલસાના ઉપયોગે ઔદ્યોગિક કાંતિને શક્ય બનાવી. વધતાજતા ઉદ્યોગોને કારણે સમગ્ર વિશ્વમાં જીવનની ગુણવત્તામાં વૃદ્ધિ થઈ. તેના પરિણામે સમગ્ર વિશ્વમાં ઉર્જાની માંગમાં પણ આશ્ર્યજનક દરથી વૃદ્ધિ થઈ રહી છે. ઉર્જાની વધતી માંગની પૂર્તિ મોટે ભાગે અશિમભૂત બળતણ - કોલસા તથા પેટ્રોલિયમથી થઈ છે. માંગમાં થતી વૃદ્ધિની સાથે-સાથે આ ઉર્જાસોતનો ઉપયોગ કરવા માટે ટેકનોલોજીમાં પણ વિકાસ કરવામાં આવ્યો. પરંતુ આ બળતણ કરોડો વર્ષો અગાઉ

બનેલા છે અને હવે તેનો મર્યાદિત ભાગ જ બાકી રહ્યો છે. અશિમભૂત બળતણ ઉર્જા પુનઃઅપ્રાય સોત છે, તેથી તેનું સંરક્ષણ કરવું જરૂરી છે. જો આપણે આ ઉર્જાસોતનો ઉપયોગ હાલના યિંતાજનક દરથી કરતા રહીશું તો આ બંડાર ટૂંક સમયમાં ખાલી થઈ જશે ! આવી પરિસ્થિતિને ટાળવા માટે ઉર્જાના વૈકલ્પિક સોતની શોધ કરવામાં આવી. પરંતુ આજે પણ આપણે આપણી ઉર્જાઓની મોટા ભાગની જરૂરિયાત પૂર્ણ કરવા માટે અશિમભૂત બળતણ ઉપર વધારે માત્રામાં નિર્ભર છીએ (આફ્ટિ 14.1).

અશિમભૂત બળતણના દહનના બીજા ગેરફાયદા પણ છે. આપણે ધોરણ IXમાં કોલસા તથા પેટ્રોલિયમ પેદાશોને સળગાવવાથી થતા વાયુ-પ્રદૂષણ વિશે શીખ્યાં છીએ. અશિમભૂત બળતણને સળગાવવાથી મુક્ત થતા કાર્બન, નાઈટ્રોજન તથા સલ્ફરના ઓક્સાઇડ ઑક્સાઇડ હોય છે. જેના કારણે ઑસ્સિટિક વર્ષા થાય છે જે આપણા પાણી તથા જમીન સંસાધનોને પ્રભાવિત કરે છે. વાયુ-પ્રદૂષણની સમસ્યા ઉપરાંત કાર્બન ડાયોક્સાઇડ જેવા ગેસને કારણે ઉદ્ભવતી ચીનહાઉસ અસરને યાદ કરો.

### આના પર વિચારો

જો આપણાને વિદ્યુત-પુરવઠો ન મળે તો આપણા જીવનમાં શું ફેરફાર આવે ?

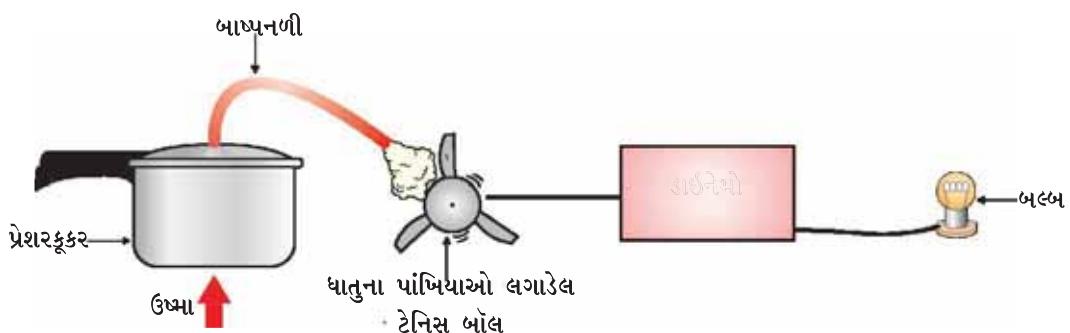
કોઈ પણ દેશમાં પ્રત્યેક વિકિત દીઠ મળતી વિદ્યુતઉર્જા તે દેશના વિકાસનો એક માપદંડ છે.

અશિમભૂત બળતણને સળગાવવાને કારણે ઉદ્ભવતા પ્રદૂષણને જુદી-જુદી પ્રવિધિઓ (Techniques) દ્વારા બળતણના દહનની કાર્યક્ષમતા વધારીને તથા દહનને કારણે ઉદ્ભવતા હાનિકારક ગેસ તથા રાખને વિવિધ પૌદ્યોગિકી (Technology) દ્વારા વાતાવરણમાં ભણતા ઓછા કરીને થોડે અંશે ઘટાડી શકાય છે. શું તમે જાણો છો કે અશિમભૂત બળતણનો ગેસસ્ટવ તથા વાહનોમાં ઉપયોગ કરવા ઉપરાંત વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પણ તેને મુખ્ય બળતણ તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે ? ચાલો, આપણે એક નાનકડું યંત્ર બનાવી તેના દ્વારા વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરીએ અને જોઈએ કે ઉર્જાના આ મનગમતા સ્વરૂપને મેળવવા માટે શું-શું કરવું પડે છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.3

- એક ટેબલટેનિસનો બોલ લો અને તેમાં ત્રાણ સ્લીટ (Slits) બનાવો.
- ધાતુના પતરા (sheet)માંથી અર્ધવર્તુળાકાર [□] પાંખિયા (Fins) કાપીને આ ત્રાણ સ્લીટમાં લગાવો.
- દંડ આધાર પર લગાડેલ ધાતુના સુરેખ તાર વડે બોલને તેના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી ધરી પર કિલકીત કરો. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બોલ પોતાની ધરી પર મુક્ત રીતે ભ્રમણ કરી શકે છે.

- હવે, એક સાઈકલ ડાઇનેમો તેની સાથે જોડો.
- તેની સાથે એક બલ્બ શ્રેષ્ઠીમાં જોડો.
- પાંખિયાઓ પર પાણીની ધાર અથવા પ્રેશરફુકરમાં ઉત્પન્ન કરેલી વરાળની ધાર ફેંકો (આકૃતિ 14.2). તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 14.2 તાપ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયાને નિર્દેશિત કરવા માટેનું મોડલ

વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાનું આ આપણું ટબ્બાઈન છે. સરળ ટબ્બાઈનોમાં ગતિશીલ ભાગ તરીકે રોટર-બ્લેડનું સંયોજન છે. ગતિશીલ તરલ (પાણી કે વરાળ) બ્લેડને ફેરવવા માટે કાર્ય કરે છે તથા રોટરને ઊર્જા આપે છે. આ રીતે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, મૂળભૂત રીતે આપણે રોટરની બ્લેડને ઝડપી ગતિ આપવી પડે જેથી યાંત્રિકગુર્જાને વિદ્યુતગુર્જામાં રૂપાંતરણ કરવા માટે ડાઇનેમોની શાફ્ટને ફેરવે. ઊર્જાનું આ સ્વરૂપ આજની પરિસ્થિતિમાં એક આવશ્યકતા બની ગયું છે. આમ કરવા માટે વિવિધ રસ્તા હોઈ શકે છે કે જે સંસાધનોની ઉપલબ્ધતા પર આધારિત છે. નીચેના વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે, ટબ્બાઈનને ફેરવીને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે ઊર્જાના વિવિધ સ્લોતનો કદી રીતે ઉપયોગ કરી શકાય છે.

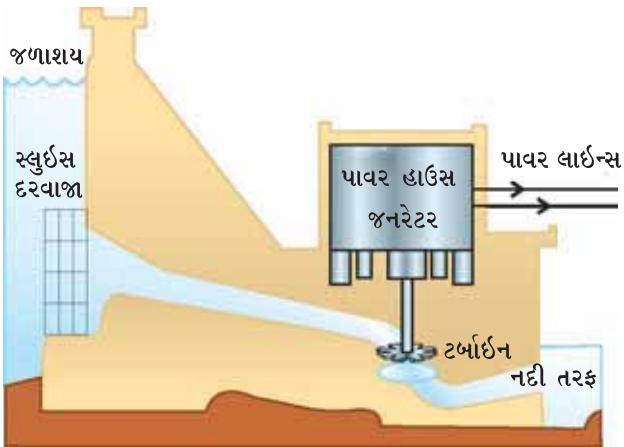
#### 14.2.2 થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ (Thermal Power Plant)

પાવર સ્ટેશનમાં દરરોજ પાણીને ઉકાળીને બાય્ય બનાવવા માટે વિપુલ માત્રામાં અશીખ્ય બળતણનો ઉપયોગ થાય છે. આ બાય્ય ટબ્બાઈનને ફેરવીને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરે છે. એક સરખા અંતર માટે કોલસા તથા પેટ્રોલિયમના પરિવહનની તુલનામાં વિદ્યુતનું પરિવહન વધારે કાર્યક્ષમ હોય છે. આથી, ઘણા થર્મલ પાવર સ્ટેશન કોલસા તથા તેલક્ષેત્રોની નજીક બનાવવામાં આવે છે. આ પાવર સ્ટેશનોને થર્મલ પાવર સ્ટેશન કહેવાનું કારણ એ છે કે, તેમાં બળતણના દઢન દ્વારા ઊર્જાગુર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે, જેનું વિદ્યુતગુર્જામાં રૂપાંતરણ થાય છે.

#### 14.2.3 જળવિદ્યુત પ્લાન્ટ (Hydro Power Plant)

ઉર્જાનો બીજો એક પરંપરાગત સ્લોત વહેતા પાણીની ગતિગુર્જ અથવા કોઈ ઊંચાઈ પર રહેલા પાણીની સ્થિતિગુર્જ છે. હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટમાં નીચે પડતા પાણીની સ્થિતિગુર્જનું વિદ્યુતગુર્જમાં રૂપાંતરણ કરવામાં આવે છે. જેનો ઉપયોગ સ્થિતિગુર્જના સ્લોત સ્વરૂપે કરી શકાય. તેવા જળ-પ્રપાતો (Water-falls)ની સંખ્યા બહુ ઓછી હોવાથી હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટોને બંધો સાથે સાંકળવામાં આવ્યા છે. છેલ્લી સદીમાં સમગ્ર વિશ્વમાં ઘણા બંધ બાંધવામાં આવ્યા છે. આકૃતિ 14.3માં જોઈ શકાય છે કે, ભારતમાં આપણી ઊર્જાની માંગનો ચોથો ભાગ હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટ દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવે છે.

ઊર્જાના સ્લોતો



આકૃતિ 14.3

#### હાઇડ્રો પાવર પ્લાન્ટની રેખાચિત્ર

બંધોના નિર્માણને કારણે ઘણીબધી ખેતીલાયક જમીન તથા માનવવસવાટ દૂબવાને કારણે નાખ પામે છે. બંધના પાણીમાં દૂબવાને કારણે મોટા પ્રમાણમાં પર્યાવરણીય તંત્ર નાશ પામે છે. જે ઝડપાન, વનસ્પતિ વગેરે પાણીમાં દૂબી જાય છે તે અજારક (anaerobic) પરિસ્થિતિઓમાં સડવા લાગે છે તથા વિઘટન પામી વિશાળ માત્રામાં ભિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે, જે એક શ્રીનહાઉસ ગેસ છે. બંધોના નિર્માણને કારણે વિસ્થાપિત લોકોના સંતોષકારક પુનઃવસવાટ તથા ક્ષતિપૂર્તિની સમસ્યાઓ પણ ઉદ્ભવે છે. ગંગાનદી પર ટિહરી બંધના નિર્માણ તથા નર્મદાનદી પર સરદાર સરોવર બંધના નિર્માણની પરિયોજનાઓનો વિરોધ આ જ પ્રકારની સમસ્યાઓને લીધે થયો હતો.

#### 14.2.4 ઊર્જાના પરંપરાગત સોતનો ઉપયોગ કરવા માટે પ્રોથોળોજીકી (ટેકનોલોજી)માં સુધારા

(Improvement in the Technology for Using Conventional Sources of Energy)

#### જૈવભાર (Bio-Mass)

આપણે અગાઉ જણાવ્યું તેમ પ્રાચીનકાળથી લાકડાનો બળતણ સ્વરૂપે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જો આપણે પૂરતાં પ્રમાણમાં વૃક્ષો ઉગાડવાનું સુનિશ્ચિત કરીએ તો બળતણ માટેના લાકડાનો સતત જથ્થો મળતો રહેશે. તમે ગાયના છાણના છાણાઓના બળતણ તરીકેના ઉપયોગથી પણ પરિચિત છો જ. ભારતમાં પશુધનની વિશાળ સંખ્યા હોવાથી તે આપણને બળતણનો સ્થાયી સોત પૂરો પાડે છે. આ બળતણ વનસ્પતિ અને પ્રાણીજ ઉત્પાદન હોવાથી આ પ્રકારના બળતણ-સોત જૈવભાર (Bio-Mass) તરીકે ઓળખાય છે. તેમ છતાં આ બળતણના દહનથી વધુ પ્રમાણમાં ઉઘા ઉત્પન્ન થતી નથી અને જ્યારે તેઓનું દહન થાય ત્યારે ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ધૂમાડો ઉદ્ભવે છે. તેથી આ પ્રકારનાં બળતણોની કાર્યક્ષમતામાં ટેકનોલોજીકલ સુધારા જરૂરી છે. જ્યારે લાકડાને ઓક્સિજનના મર્યાદિત પુરવઠામાં સણગાવવામાં આવે ત્યારે તેમાં રહેલ પાણી તથા બાધશીલ પદાર્થ બહાર નીકળી જાય છે તથા અવશેષરૂપે ચારકોલ રહે છે. ચારકોલ જ્યોત વગર સણગે છે, પ્રમાણમાં ધૂમરહીન છે અને તેની ઉઘા ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પણ વધારે હોય છે.

તે જ રીતે ગાયનું છાણ, જુદા-જુદા પ્રકારની વનસ્પતિ-સામગ્રી જેમકે પાકોની કાપણી પછી વધેલા અવશેષ, શાકભાજનો કચરો તથા સુઅેજ (ગટરના પદાર્થો)ને ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં વિઘટિત કરતાં તે બાયોગેસ આપે છે. તેમાં પ્રારંભિક સામગ્રી તરીકે ગાયનું છાણ હોવાથી તેને પ્રચલિત રીતે ‘ગોબરગોસ’ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. બાયોગેસ આકૃતિ 14.4માં દર્શાવ્યા મુજબના ખાન્ટમાં ઉત્પન્ન થાય છે.

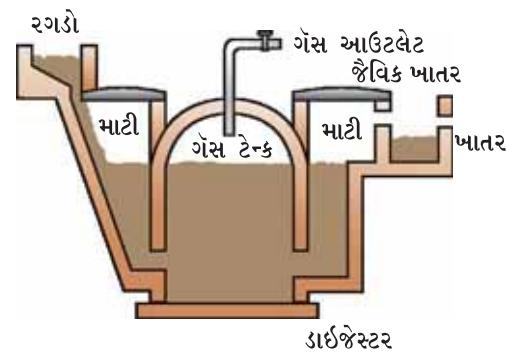
આ ખાનટમાં ધૂમ્મર (ગેસ) જેવું હંટોનું બનેલું માળખું હોય છે. ગાયના છાણ અને પાણીનો રગડો મિશ્રણની ટાંકીમાં બનાવીને ત્યાંથી ડાઈજેસ્ટરમાં મોકલવામાં આવે છે. ડાઈજેસ્ટર એ ઓક્સિજન વગરની સીલબંધ ચેમ્બર છે. સૂક્ષ્મ સજ્જવો કે જેમના અજારક શ્વસનમાં ઓક્સિજનની જરૂર પડતી નથી, તેઓ ગાયના છાણના રગડામાં રહેલા જટિલ સંયોજનોને નાના-નાના ભાગમાં વિઘટિત કરે છે અથવા તોડી નાંબે છે. આ વિઘટન પ્રક્રિયા સંપૂર્ણ થવામાં તથા મિથેન, કાર્ਬન ડાયોક્સાઇડ, હાઈડ્રોજન અને હાઈડ્રોજન સલ્ફાઇડ જેવા વાયુઓ ઉત્પન્ન થવામાં અમુક દિવસો લાગે છે. બાયોગેસ ડાઈજેસ્ટરની ઉપરના ભાગની ગોસની ટાંકીમાં બેગો કરાય છે. ત્યાંથી નળીઓ દ્વારા ઉપયોગ માટે લઈ જવામાં આવે છે.

બાયોગેસ 75 % સુધી મિથેન ધરાવતો હોવાથી તે ઉત્તમ બળતણ છે. તે ધૂમાડારહિત સણગે છે. લાકડા, ચારકોલ તથા કોલસાના દહનની જેમ રાખ જેવા કોઈ અવશેષો રહેતા નથી. તેની તાપીય ક્ષમતા પણ વધારે છે. બાયોગેસનો ઉપયોગ પ્રકાશના સોત તરીકે પણ કરવામાં આવે છે. વધેલા રગડાને સમય-સમય પર (Periodically) બહાર કાઢી તેને નાઈટ્રોજન તેમજ ફોસ્ફરસયુક્ત ઉત્તમ ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. આ રીતે મોટા પાયા પર જૈવિક કચરો તેમજ મળ-મૂત્રનો ઉપયોગ જૈવિક કચરા અને મળ-મૂત્રના નિકાલનો સલામત અને સક્ષમ માર્ગ ઉપરાંત ઊર્જા અને ખાતર આપે છે. શું તમને લાગે છે કે જૈવભાર ઊર્જાનો પુનઃપ્રાપ્ત સોત છે ?

### પવનગીર્જ

ધોરણ IXમાં આપણે જોયું કે, સૌર વિકિરણો દ્વારા ભૂખંડો તથા જળાશયો અસમાન રીતે ગરમ થવાથી હવાની ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે અને પરિણામે પવન હુંકાય છે. પવનમાં રહેલી ગતિગીર્જનો ઉપયોગ કાર્ય કરવામાં કરી શકાય છે. ભૂતકાળમાં યાંત્રિક કાર્ય મેળવવા આ ઊર્જા પવનચક્કાની દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી હતી. દાખલા તરીકે, પાણી ખેંચવાના પંપમાં, પવનચક્કાની ચક્કિય ગતિની મદદથી ફૂવામાંથી પાણીને બહાર ખેંચવામાં આવતું. હાલમાં, પવનગીર્જ વિદ્યુતગીર્જ ઉત્પન્ન કરવામાં પણ વપરાય છે. પવનચક્કા એ મોટા વિદ્યુત પંખા જેવું બંધારણ ધરાવતી રચના છે કે જે જરિત આધાર પર અમુક ઊચાઈએ ગોડવેલ હોય છે (આકૃતિ 14.5).

વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પવનચક્કાની પરિભ્રમણ ગતિનો ઉપયોગ, વિદ્યુત જનરેટરના ટર્બાઈનને ફેરવવા માટે કરાય છે. કોઈ એક પવનચક્કાનું આઉટપુટ ખૂબ જ નાનું હોય છે તેથી તેનો વ્યાવસાયિક ધોરણે ઉપયોગ કરી શકતો નથી. પરિણામે, મોટા વિસ્તારમાં ઘણી પવનચક્કાઓ સ્થાપિત કરવામાં આવે છે, જેને પવનગીર્જ ફાર્મ કહે છે. દરેક પવનચક્કાના ઊર્જાના આઉટપુટને એકબીજા સાથે જોડી વ્યાવસાયિક ધોરણે વિદ્યુત મેળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 14.4

બાયોગેસ ખાનટનું રેખાચિત્ર



આકૃતિ 14.5 પવનચક્કા

ઊર્જાના જોતો

નેન્માર્કને 'પવનોનો દેશ' કહે છે. દેશની 25 ટકાથી પણ વધુ વિદ્યુત આપૂર્તિ પવનચક્કાઓના વિશાળ નેટવર્ક દ્વારા વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરીને કરવામાં આવે છે. કુલ આઉટપુટમાં જમ્બની અગ્રણી છે, જ્યારે ભારતનું પવનગીર્જ દ્વારા વિદ્યુત-ઉત્પાદન કરી શકતીની આપણી ક્ષમતાનો પૂરેપૂરો ઉપયોગ કરીએ તો એક અનુમાન અનુસાર લગભગ 45,000 MW વિદ્યુતશક્તિનું ઉત્પાદન કરી શકીએ. તમિલનાડુના કન્યાકુમારી નજીક ભારતનું સૌથી વિશાળ પવનગીર્જનું ફાર્મ સ્થાપિત કરવામાં આવ્યું છે. તે 380 MW વિદ્યુત ઉત્પન્ન

પવનગીર્જ એ પર્યાવરણને અનુકૂળ અને પુનઃપ્રાપ્ત અસરકારક ઊર્જાસોત છે. વિદ્યુતગીર્જના ઉત્પાદન માટે તેમાં વારંવાર ખર્ચો કરવાની જરૂર પડતી નથી. પરંતુ પવનગીર્જનો ઉપયોગ કરવામાં ઘણી મર્યાદાઓ છે. પહેલી મર્યાદા એ છે કે, પવનગીર્જનું ફાર્મ ફક્ત એવા વિસ્તારોમાં સ્થાપિત કરી શકાય છે જ્યાં વર્ષના મોટા ભાગના દિવસો દરમિયાન પવન ફૂકાતો હોય. ટર્ભોઇનની જરૂરી ગતિ ચાલુ રાખવા માટે પવનની ગતિ 15 km/h થી વધુ હોવી જોઈએ. તદ્વારાંત ત્યાં કેટલીક ટેકારૂપ સગવડતાઓ (જેવી કે સંગ્રાહક કોષ) હોવી જોઈએ કે જેથી જ્યારે પવન ન હોય તેવા સમયગાળા દરમિયાન ઊર્જાની જરૂરિયાતની કાળજી રાખી શકાય. પવનગીર્જનું ફાર્મ સ્થાપવા માટે ખૂબ જ મોટા જમીનનો વિસ્તાર જરૂરી છે. 1 MWના જનરેટર માટે 2 હેક્ટર જમીન ધરાવતાં ફાર્મની જરૂર પડે છે. ફાર્મ સ્થાપવા માટેનો પ્રારંભિક ખર્ચ ખૂબ જ ઊંચો હોય છે. વળી ટાવર અને પાંખિયાઓ ખુલ્લામાં હોવાથી કુદરતી ફેરફરો જેવી કે વરસાદ, સૂર્યપ્રકાશ, તોફાન અને વાવાજોડા દરમિયાન તેમની ખૂબ જ ઉચ્ચ કક્ષાની જાળવણી જરૂરી હોય છે.

### પ્રશ્નો

- અશિં બળતણના ગેરલાભ શું છે ?
- શા માટે આપણે ઊર્જાના વૈકલ્પિક સોત તરફ નજર દોડાવીએ છીએ ?
- પવન અને પાણીગીર્જના પરંપરાગત ઉપયોગમાં આપણી સગવડતા માટે કેવા ફેરફાર કરાયા છે ?



### 14.3 વૈકલ્પિક અથવા બિનપરંપરાગત ઊર્જાના સોત

#### (Alternative or Non-Conventional Sources of Energy)

ટેકનોલોજીની પ્રગતિની સાથે દિવસે-દિવસે આપણી ઊર્જાની માંગ વધતી જાય છે. આપણી જીવનપદ્ધતિ પણ બદલાય છે, આપણાં વધુ ને વધુ કાર્યો કરવા આપણે મશીનો (યંત્રો)નો (ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણી પ્રાથમિક જરૂરિયાતો પણ ઔદ્યોગિકીરણના પગલે આપણા જીવનસ્તરમાં સુધારો થવાથી નિરંતર વધતી રહે છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.4

- તમારાં દાદા-દાદી અથવા અન્ય વડીલો પાસેથી શોધો કે -  
 (a) તેઓ કેવી રીતે શાળાએ જતાં હતાં ?  
 (b) તેઓ જ્યારે યુવાન હતાં ત્યારે તેમની દૈનિક જરૂરિયાત મોટ્ટું પાણી કેવી રીતે મેળવતા હતાં ?  
 (c) મનોરંજનનાં કેવાં સાધનો વાપરતાં હતાં ?
- ઉપરના જવાબોની તુલના હાલમાં તમે આ કાર્યોને કેવી રીતે કરો છો તેની સાથે કરો.
- શું તેમાં તફાવત છે ? જો હા તો ક્યા કિસ્સામાં બાબુ સોતની વધુ ઊર્જા વપરાય છે ?

જેમ આપણી ઊર્જાની જરૂરિયાત વધતી જાય છે તેમ આપણે વધુ ને વધુ ઊર્જાના સોતની તરફ નજર કરવી જરૂરી બનશે. આપણે એવી ટેકનોલોજીનો વિકાસ કરીએ કે જેમાં પ્રાપ્ત અથવા જાણીતા ઊર્જાસોતની ઊર્જાનો વધુ કાર્યક્ષમ રીતે ઉપયોગ કરી શકીએ તથા ઊર્જાના નવા સોત પણ શોધીએ. ઊર્જાના કોઈ પણ નવા સોત કે જેનો આપણે ઉપયોગ કરવા માગીએ છીએ તે સોતને ધ્યાનમાં રાખીને ચોક્કસ ઉપકરણોની જરૂર પડશે. હવે આપણે ઊર્જાના કેટલાક અધ્યતન સોત જોઈશું કે જેમનો આપણે ઉપયોગ કરવા માંગીએ છીએ તથા તે સોતમાંથી ઊર્જાને મેળવવા અને સંગૃહીત કરવા માટેની ટેકનોલોજીની પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

### આના વિશે વિચારો !

કેટલાક લોકો કહે છે કે જો આપણે આપણા પૂર્વજો જેવું જીવન જીવવાનું શરૂ કરીએ તો તેનાથી ઊર્જા તથા આપણા નિવસનતંત્રનું સંરક્ષણ થશે. શું તમને લાગે છે કે વિચાર યોગ્ય છે ?

### 14.3.1 સૌરઊર્જી (Solar Energy)

5 અબજ વર્ષોથી સૂર્ય હાલના દરે પ્રચંડ ઊર્જા ઉત્સર્જિત કરી રહ્યો છે અને હજુ 5 અબજ વર્ષો સુધી આ જ દરે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરતો રહેશે. આ સૌરઊર્જાનો માત્ર થોડો ભાગ જ પૃથ્વીના વાતાવરણના બહારના સ્તર સુધી પહોંચે છે. પૃથ્વીના વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે લગભગ તેનો અધ્યો ભાગ શોષણ પામે છે અને બાકી રહેલો ભાગ પૃથ્વીની સપાટી સુધી પહોંચે છે.

?  
જીવનાં  
જીવનાં  
જીવનાં  
જીવનાં

ભારત, વર્ષના મોટા ભાગ દરમિયાન સૌરઊર્જા મેળવવા માટે નસીબદાર છે. એક અંદાજ મુજબ એક વર્ષ દરમિયાન ભારત સુધી પહોંચેંથી આ ઊર્જા 5000 ટ્રિલિયન kWh જેટલી છે. સ્વચ્છ આકાશ (વાદળરહિત) હોય ત્યારે પૃથ્વીના કોઈ સ્થળે દરરોજ પ્રાપ્ત થતી સૌરઊર્જાનું સરેરાશ પ્રમાણ 4થી 7 kWh/m<sup>2</sup>ની વચ્ચે હોય છે. પૃથ્વીના વાયુમંડળની બાધ્ય પરિસીમા પર સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચેના સરેરાશ અંતરે સૂર્યકિરણોને લંબ એવા પ્રતિ એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ પ્રતિ સેકન્ડ પહોંચેંથી સૌરઊર્જાને સૌર-અયળાંક કરે છે. તેનું અંદાજિત સંનિકટ મૂલ્ય 1.4 kJ પ્રતિ સેકન્ડ પ્રતિ વર્ગમીટર અથવા 1.4 kW/m<sup>2</sup> છે.

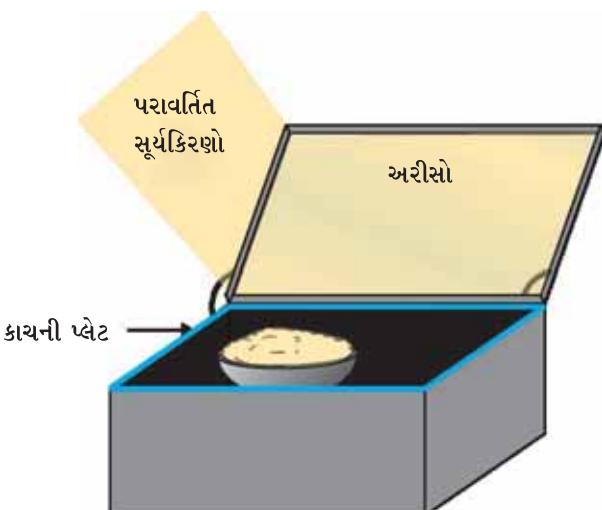
#### પ્રવૃત્તિ 14.5

- બે શંકુ આકારના ફૂલાસ્ક લઈ એકને સફેદ રંગથી અને બીજાને કાળા રંગથી રંગો. બંનેને પાણીથી સંપૂર્ણ ભરી દો.
- બંને ફૂલાસ્કને અડધાથી એક કલાક માટે સૂર્યનાં સીધાં કિરણો તેના પર પડે તેમ મૂકો.
- બંને ફૂલાસ્કનો સ્પર્શ કરો. કયો ફૂલાસ્ક વધુ ગરમ છે ? તમે થરમોમિટર વડે બંને શંકુ આકારના ફૂલાસ્કમાં રહેલા પાણીનું તાપમાન પણ માપી શકો છો.
- આ જાણકારીનો ઉપયોગ તમારા રોજિંદા જીવનમાં કરી શકાય તેવી રીતો તમે વિચારી શકો છો ?

સમાન પરિસ્થિતિઓમાં રહેલી સફેદ અથવા પરાવર્તક સપાટીની સરખામણીએ કાળી સપાટી વધુ ઉઘાનું શોષણ કરે છે. આ ગુણવર્મનો ઉપયોગ સૌરકૂકર (આદૃતી 14.6) અને સોલર હીટરની કાર્યપદ્ધતિમાં થાય છે. કેટલાંક સૌરકૂકરોમાં સૂર્યનાં કિરણોને કેન્દ્રિત કરવા અરીસાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેથી તે ઊંચું તાપમાન પ્રાપ્ત કરે છે. સૌરકૂકરોમાં કાચની તકટીનું ઢાંકણ હોય છે. ગ્રીનહાઉસ અસર વિશે તમે શું શીખ્યાં હતાં તે યાદ કરો. શું તે સમજાવે છે કે શા માટે કાચનું ઢાંકણું વાપરવામાં આવે છે ?

#### પ્રવૃત્તિ 14.6

- સૌરકૂકર અને/અથવા સોલર વોટર હીટરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિનો ખાસ કરીને તે કેવી રીતે અલગ કરેલ છે અને મહત્તમ ઉઘા શોષે છે તેના સંદર્ભમાં અભ્યાસ કરો.



આદૃતી 14.6 સૌરકૂકર

- સસ્તી સહેલાઈથી પ્રાપ્ત થતી સામગ્રીનો ઉપયોગ કરી સૂર્યકૂકર અથવા સોલર વોટર હીટરની ડિઝાઇન બનાવી તેની રચના કરો અને તે તપાસો કે તમારી આ રચનામાં તમે કેટલું તાપમાન મેળવો છો.
- સૂર્યકૂકર તથા વોટરહીટરના ઉપયોગથી થતા ફાયદા અને તેની મર્યાદાની ચર્ચા કરો.



આકૃતિ 14.7  
સોલર સેલ પેનલ

દિવસ દરમિયાન ચોક્કસ સમયે જ આ ઉપકરણો ઉપયોગી છે તે સરળતાથી જોઈ શકાય છે. સૂર્યઉર્જાના ઉપયોગની આ મર્યાદા સૌરઉર્જાનું વિદ્યુતઉર્જામાં રૂપાંતરણ કરતાં સોલાર સેલનો ઉપયોગ કરી દૂર કરી શકાય છે. એક વિશિષ્ટ સેલ તેને સૂર્યની સામે રાખવામાં આવે ત્યારે તેમાં 0.5 - 1 Vના કમનો વોલ્ટેજ ઉદ્ભવે છે અને આશરે 0.7 W જેટલો વિદ્યુતપાવર પેદા કરે છે. સોલર સેલ પેનલ તરીકે ઓળખાતી ગોઠવણામાં ખૂબ જ મોટી સંખ્યામાં સોલાર સેલના સંયોજન કરાય છે. (આકૃતિ 14.7) તે વ્યાવહારિક ઉપયોગ માટે પૂરતી વીજળી પૂરી પાડે છે.

સોલાર સેલ સાથે સંકળાયેલ મુખ્ય ફાયદો એ છે કે, તેમાં કોઈ ગતિશીલ ભાગ હોતો નથી, જાળવણીની જરૂર ઓછી છે અને કોઈ પણ કેન્દ્રિત કરતી રચના વગર ઘણું સંતોષજનક કાર્ય કરે છે. અન્ય ફાયદો એ છે કે તેને અંતરિયાળ, દુર્ગમ અથવા ખૂબ જ ઓછા વસવાટવાળા વિસ્તારોમાં કે જ્યાં પાવર-વિતરણ લાઈન ખર્ચાની ધોરણો યોગ્ય ન હોય ત્યાં પ્રસ્તાવિત કરી શકાય છે.

સોલાર સેલ બનાવવા માટે ઉપયોગી એવું સિલિકોન ફુદરતમાં વિપુલ માત્રામાં ઉપલબ્ધ છે, પરંતુ સોલાર સેલ બનાવવા માટેનું વિશિષ્ટ શ્રેણીનું સિલિકોન સીમિત માત્રામાં છે. તેની બનાવત માટેની સમગ્ર પ્રક્રિયા હજ્યા ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. સોલાર પેનલ તૈયાર કરવા સેલના આંતરિક જોડાણમાં ચાંદીનો ઉપયોગ થાય છે, જે તેની કિંમતમાં વધારો કરે છે. ઊંચી કિંમત અને ઓછી કાર્યક્ષમતા હોવા છતાં ઘણાય વૈક્ષાનિક અને ટેકનોલોજિકલ પ્રયોજનોમાં તેનો ઉપયોગ થાય છે. કૃત્રિમ સેટેલાઈટ, માર્સ ઓર્બિટરો જેવાં અવકાશીય સાધનોમાં ઉર્જાના મુખ્ય સ્કોત તરીકે સોલાર સેલનો ઉપયોગ થાય છે. અંતરિયાળ વિસ્તારોમાં રેડિયો, વાયરલેસ ટ્રાન્સમિશન, T.V. રીલે સ્ટેશન માટે સોલાર સેલ પેનલોનો ઉપયોગ થાય છે. ટ્રાફિક સિંનલ, કેલ્ક્યુલેટર અને ઘણાં રૂમકડાંઓમાં સોલાર સેલનો ઉપયોગ થાય છે. વિશિષ્ટ રીતે ડિઝાઇન કરેલ ફળી છત પર સોલાર સેલ પેનલોને લગાડવામાં આવે છે, જેથી તેની પર વધુ સૌરઉર્જા આપાત થાય. જોકે સોલાર સેલની ઊંચી કિંમતને કારણે તેનો ઘરેલું વપરાશ હજુ સીમિત છે.

#### 14.3.2 સમુદ્રમાંથી ઉર્જા (Energy from The Sea)

##### ભરતીઉર્જા (Tidal Energy)

ભ્રમણ કરતી પૃથ્વી પર મુખ્યત્વે ચંદ્ર દ્વારા લાગતા ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે સમુદ્રના જળસ્તરોમાં ઉત્તાર તથા ચઢાવ આવે છે. જો તમે સમુદ્રની નજીક રહેતા હો અથવા સમુદ્રની નજીકના સ્થળે ગયા હો તો દિવસ દરમિયાન સમુદ્રની સપાટીમાં કેવા ફેરફારો થાય છે તેનું અવલોકન કરો. આ ઘટનાને ભરતી અને ઓટ કહે છે. સમુદ્રની સપાટીનો તફાવત આપણાને ભરતીઉર્જા આપે છે. સમુદ્ર તરફ ખૂલતો સાંકડો તેમ બાંધીને ભરતીઉર્જાનું ઉપયોગી રૂપાંતરણ કરી શકાય છે. તેમ જ્યાં ખૂલે છે ત્યાં ટર્બોઈન ગોઠવીને ભરતીઉર્જાનું વિદ્યુતઉર્જામાં રૂપાંતરણ કરી શકાય છે. આ પ્રકારના તેમ બનાવી શકાય તેવાં સ્થળો ખૂબ જ મર્યાદિત છે તે તમે જાતે જ વિચારી શકો છો.

##### તરંગઉર્જા (Wave Energy)

આ જ રીતે સમુદ્રકિનારાની નજીક મોટા તરંગો સાથે સંકળાયેલ ગતિઉર્જાને એ જ રીતે આંતરીને વિદ્યુતનું ઉત્પાદન કરી શકાય છે. સમુદ્રતાટ પર એક તરફથી બીજી તરફ વહેતા ભારે પવનો વડે તરંગો રચાય છે. તરંગો જ્યાં વધુ તીવ્ર હોય ત્યાં જ તરંગઉર્જાનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ કરી શકાય છે. તરંગઉર્જાને આંતરીને ટર્બોઈનનું ભ્રમણ કરાવી વિદ્યુતઉર્જાનું ઉત્પાદન કરી શકે તેવી જુદી-જુદી સંરચના વિકસાવવામાં આવી છે.

## સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા (Ocean Thermal Energy)

સમુદ્ર કે મહાસાગરની સપાટીનું પાણી સૂર્ય દ્વારા ગરમ થાય છે અને તેની સરખામણીએ ઊંડાઈવાળા ભાગનું પાણી ઠંડું હોય છે. તાપમાનના આ તફાવતનો ઉપયોગ, સમુદ્ર તાપીય ઊર્જાના રૂપાંતરણ ખાલીનાં ઊર્જા મેળવવામાં થાય છે. જો સપાટી પર રહેલ પાણી અને 2 km સુધીની ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનાં તાપમાન વચ્ચેનો તફાવત  $20\text{ K}$  ( $20^\circ\text{C}$ ) કે તેનાથી વધારે હોય તો આવા ખાલી કાર્યાન્વિત કરી શકાય છે. એમેનિયા જેવા બાષ્પશીલ (Volatile) પ્રવાહીને ઉકાળવા સપાટીના હૂંફાળા પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. પ્રવાહીની બાષ્પ વડે જનરેટરના ટર્બાઇનને ચલાવી શકાય છે. સમુદ્રમાં ઊર્જા રહેલા ઠંડા પાણીને પંપ કરી ઉપર લાવીને તેના દ્વારા બાષ્પનું ફરીથી પ્રવાહીમાં ઠારણ કરવામાં આવે છે.

સમુદ્રમાંથી મળતી આ ઊર્જા (ભરતીઊર્જા, તરંગઊર્જા અને સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા) ઘણી વધુ હોય છે. પરંતુ ક્ષમતાપૂર્વક વ્યાપારી ઉપયોગ મુશ્કેલ છે.

### 14.3.3 ભૂતાપીય ઊર્જા (Geothermal Energy)

પૃથ્વીના પોપડામાં ઊર્જા આવેલા ગરમ વિસ્તારોમાં રચાતા પીગળેલા ખડકો ભૂસ્તરિય ફેરફારોને કારણે છે, ઉપર તરફ ધ્કેલાય છે અને કેટલાક વિસ્તારોમાં ધેરાઈ જાય છે. આ વિસ્તારને ‘ગરમ વિસ્તારો’ (hot spots) કહે છે. જ્યાં ભૂસ્તરિય જળ આવાં ગરમ બિંદુઓના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે વરાળ બને છે. ઘણી વખત આ વિસ્તારમાંથી ગરમ પાણી સપાટી પર કેટલાંક સ્થળોને બહાર આવે છે. આવાં સ્થળોને ગરમ પાણીના ઝરા (hot spring) કહે છે. ખડકોમાં આંતરાયેલી ઉષ્ણાને પાઈપ દ્વારા ટર્બાઇન સુધી લાવવામાં આવે છે અને તે વિદ્યુતઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે. ઉત્પાદન-ખર્ચ બહુ નથી, પણ વ્યાપારી ધોરણે યોગ્ય હોય તેવાં સ્થાનો બહુ ઓછાં હોય છે જ્યાં આવી ઊર્જા વાપરી શકાય. ભૂસ્તરિય ઊર્જા પર આધારિત ઘણા પાવર-ખાલી ન્યૂઝીલેન્ડ અને યુનાઇટેડ સ્ટેટ ઓફ અમેરિકામાં કાર્યાન્વિત છે.

### 14.3.4 ન્યુક્લિયર ઊર્જા (Nuclear Energy)

ન્યુક્લિયર ઊર્જા કેવી રીતે મેળવી શકાય છે? ન્યુક્લિયર વિખંડન (ફિશન) તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયામાં ભારે પરમાણુ (જેવા કે યુરેનિયમ, પ્લુટોનિયમ અથવા થોરિયમ)ના ન્યુક્લિયસ પર ઓછી ઊર્જા ધરાવતા ન્યુક્લોનનો મારો ચલાવવામાં આવે ત્યારે તે બે હલકા ન્યુક્લિયસમાં વિભાજિત થાય છે અને જ્યારે આવું બને છે ત્યારે જો મૂળ ન્યુક્લિયસનું દળ બે નિપણ ન્યુક્લિયસના સ્વતંત્ર દળોના સરવાળા કરતાં થોડું વધુ હોય, તો વિપુલ પ્રમાણમાં ઊર્જામુક્ત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, યુરેનિયમના એક પરમાણુના વિખંડનથી મળતી ઊર્જા કોલસાના એક કાર્બન પરમાણુના દહનથી મળતી ઊર્જા કરતાં 10 મિલિયન ગજી હોય છે. વિદ્યુતપાવર ઉત્પાદન માટે ડિઝાઇન કરેલ ન્યુક્લિયર રિએક્ટરમાં સ્વયં જળવાતી પ્રક્રિયાનો એક ભાગ આવું ન્યુક્લિયર બળતણ (fuel) છે. જે નિયંત્રિત દરે ઊર્જા મુક્ત કરે છે. મુક્ત થતી ઊર્જાનો ઉપયોગ વરણ પેદા કરવામાં અને પણી વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં થાય છે.

?

ન્યુક્લિયર વિખંડન પ્રક્રિયામાં મૂળ ન્યુક્લિયસ અને ઉત્પન્ન થતાં ન્યક્લિયસોના દળનો તફાવત  $\Delta m$ ,  $1905\text{m}^2$  સૌપ્રથમ આલ્બાટ આઈન્સ્ટ્રાઇને તારવેલા વિઝ્યાત સૂત્ર  $E = \Delta mc^2$  અનુસાર ઊર્જા  $E\text{માં}$  રૂપાંતરિત થાય છે, જ્યાં  $c$  પ્રકાશનો શૂન્યાવકાશમાં વેગ છે. ન્યુક્લિયર વિજ્ઞાનમાં ઊર્જાને ઘણી વાર ઈલેક્ટ્રોન વોલ્ટ (eV)માં દર્શાવવામાં આવે છે.  $1\text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19}\text{J}$  ઉપર્યુક્ત સમીક્ષા પરથી સરળતાથી ચકાસી શકાય કે 1 એટાબિક માસ યુનિટ (u) 931 મેગા ઈલેક્ટ્રોન વોલ્ટ (MeV) જેટલી ઊર્જાને સમતુલ્ય છે. ન્યુક્લિયર પાવર રીએક્ટર, તારાપુર (મહારાષ્ટ્ર), રાણા

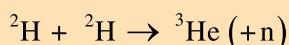
પ્રતાપ સાગર (રાજસ્થાન) કલ્યક્ટમ (તમિલનાડુ), નરોરા (UP), કાકરાપાર (ગુજરાત) અને કેગા (કર્ણાટક)માં આવેલાં છે, જેમની વિદ્યુત ઉત્પાદન-ક્ષમતા આપણા દેશની પ્રસ્થાપિત કુલ ક્ષમતાની માત્રા 3 ટકાથી પણ ઓછી છે. જ્યારે ઘણા ઔદ્યોગિક દેશો પોતાની કુલ વિદ્યુત-ક્ષમતાની આવશ્યકતાના 30 ટકાથી પણ વધુ ન્યુક્લિયર રીએક્ટરો દ્વારા પ્રાપ્ત કરી રહ્યા છે.

ન્યુક્લિયર પાવર જનરેટરનો સૌથી મોટો ખતરો એ છે કે, ઉપયોગ થયા બાદ વધેલા ન્યુક્લિયર ઈંધણનો સંગ્રહ તથા નિકાલ કેવી રીતે કરવો. કારણ કે વધેલા ઈંધણમાં રહેલ યુરેનિયમ હજુ પણ હાનિકારક કણોમાં વિનંજન પામી વિકિરણોનું ઉત્સર્જન ચાલુ રાખે છે. જો ન્યુક્લિયર ઈંધણના બાકી બચેલા ભાગનો યોગ્ય રીતે સંગ્રહ કે નિકાલ ન કરવામાં આવે તો તેના લીધે પર્યાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે. આ ઉપરાંત ન્યુક્લિયર વિકિરણોના અક્સમાત, આક્સિમિક સ્ખલન (લીકેજ)નો ખતરો પણ રહેલો છે. ન્યુક્લિયર પાવર ખાન્ટ સ્થાપિત કરવાનો મોટો ખર્ચ, વાતાવરણ પ્રદૂષિત થવાનું મોટું જોખમ, યુરેનિયમની મર્યાદિત ઉપલબ્ધતાને લીધે ન્યુક્લિયર ઊર્જાનો મોટા પાયા પરનો ઉપયોગ શક્ય બનતો નથી.

ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશનની રચના પૂર્વ ન્યુક્લિયર ઊર્જાનો ઉપયોગ પ્રથમ તો વિનાશ માટે કરવામાં આવ્યો હતો. ન્યુક્લિયર હથિયારમાં થતી શુંખલા વિખંડન પ્રક્રિયા તથા નિયંત્રિત ન્યુક્લિયર રીએક્ટરોમાં થતી પ્રક્રિયામાં ભૌતિકવિજ્ઞાનના સમાન સિદ્ધાંત છે, પરંતુ બંને પ્રકારનાં સાધનોની રચના સંપૂર્ણપણે એકબીજાથી જુદી છે.

### ન્યુક્લિયર સંલયન (Nuclear fusion)

હાલમાં બધા જ વ્યાપારિક ન્યુક્લિયર રીએક્ટરો ન્યુક્લિયર વિખંડન-પ્રક્રિયા પર આધારિત છે, પરંતુ અન્ય પ્રમાણમાં વધુ સુરક્ષિત પ્રક્રિયા જેને ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા કહે છે તેના દ્વારા પણ ન્યુક્લિયર ઊર્જા ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. સંલયન એટલે બે હલકા ન્યુક્લિયસોને જોડાને ભારે ન્યુક્લિયસ બનાવવાની પ્રક્રિયા, જેમાં મુખ્યત્વે હાઈડ્રોજન અથવા હાઈડ્રોજનના સમસ્થાનિકો વડે હિલિયમ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે.



અહીં પણ, આઈન્સ્ટાઇનના સમીકરણ અનુસાર વિશાળ માત્રામાં ઊર્જા ઉત્સર્જિત થાય છે. ઊર્જા ઉત્સર્જિત થવાનું કારણ એ છે કે, પ્રક્રિયામાં નીપજ ન્યુક્લિયસનું દળ પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં મૂળ ન્યુક્લિયસોના દળના સરવાળા કરતાં થોડું ઓછું હોય છે.

આ પ્રકારની ન્યુક્લિયસ સંલયન પ્રક્રિયા સૂર્ય તથા અન્ય તારોઓની વિપુલ ઊર્જાનો સોત છે. ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયામાં ન્યુક્લિયસોને પરસ્પર જોડાવા માટે પ્રચંડ ઊર્જા જરૂરી છે. ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા થવા માટેની આવશ્યક શરતો આત્યાંતિક (extreme) છે-મિલિયન ડિગ્રી જેટલું તાપમાન અને મિલિયન પાસ્કલ જેટલું દબાણ જરૂરી છે.

હાઈડ્રોજન બોંબ થર્મોન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા પર આધારિત છે. ન્યુક્લિયર બોંબ કે જે યુરેનિયમ અથવા પ્લુટોનિયમના વિખંડન પ્રક્રિયા પર આધારિત છે, તેને હાઈડ્રોજન બોંબની મધ્યમાં રાખવામાં આવે છે. આવા ન્યુક્લિયર બોંબ એવા પદાર્થોમાં સ્થાપિત કરવામાં આવે છે જેમાં ડ્યુટોરિયમ તથા લિથિયમ હોય. જ્યારે આ ન્યુક્લિયર બોંબ (જે વિખંડન પર આધારિત છે)નો વિસ્ફોટ કરવામાં આવે છે ત્યારે આ પદાર્થનું તાપમાન કેટલીક માઈકોસેક્ન્ડમાં  $10^7$  K જેટલું વધી જાય છે. આટલું ઉચ્ચ તાપમાન હલકા ન્યુક્લિયસોનું સંલયન થવા માટે જરૂરી ઊર્જા ઉત્પન્ન કરે છે અને વિનાશક માત્રામાં ઊર્જા મુક્ત થાય છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.7

- વર્ગમાં એ પ્રશ્ન પર ચર્ચા કરો કે, સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા, પવનો તથા જૈવભાર ઊર્જાઓનો અંતિમ સોત ક્યો છે ?
- શું આ સંદર્ભમાં ભૂતાપીય ઊર્જા તથા ન્યુક્લિયર ઊર્જા જુદી છે ? કેમ ?
- તમે જળવિદ્યુત ઊર્જા તથા તરંગઊર્જાને કઈ શ્રેણીમાં રાખશો ?

### પ્રશ્નાં

- સૌરકૂર માટે કયો અરીસો-અંતર્ગાળ, બહિગાળ કે સમતલ સૌથી વધારે યોગ્ય છે ? શા માટે ?
- મહાસાગરોમાંથી પ્રાપ્ત થતી ઊર્જાની કઈ મર્યાદાઓ છે ?
- ભૂતાપીય ઊર્જા એટલે શું ?
- ન્યુક્લિયર ઊર્જાના ફાયદાઓ ક્યા છે ?



## 14.4 પર્યાવરણવિષયક પરિણામ (Environmental Consequences)

આગણના વિભાગમાં આપણે ઊર્જાના વિવિધ સોત વિશે અભ્યાસ કર્યો. કોઈ પણ ઊર્જાનો સોત પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ રીતે વિક્ષેપિત કરે છે. આપેલ પરિસ્થિતિમાં જ્યારે આપણે ઊર્જાના સોતની પસંદગી કરીએ ત્યારે તે નીચે પ્રમાણેનાં પરિબળો પર આધાર રાખે છે. સોતમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાની સરળતા, સોતમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવામાં આર્થિક ફાયદો, ઉપલબ્ધ સાધનોની કાર્યક્ષમતા તથા તે ઊર્જાસોતનો ઉપયોગ કરવાથી પર્યાવરણને થતી હાનિ. જ્યારે આપણે CNG જેવા ‘સ્વચ્છ’ બળતણના વિષયમાં વાત કરીએ છીએ ત્યારે તે કહેવું વધારે યોગ્ય છે કે, અમુક ઊર્જાસોત બીજા સોતની સરખામણીમાં વધારે સ્વચ્છ છે. આપણે પહેલા જોઈ ચૂક્યા છીએ કે, અશિષ્ટભૂત બળતણના દહનથી હવા પ્રદૂષિત થાય છે. કેટલાક કિસાઓમાં સોલાર સેલ જેવાં ઉપકરણોનો ઉપયોગ ખરેખર પ્રદૂષણમુક્ત હોય છે, પરંતુ એવું બની શકે કે તેવાં ઉપકરણોની રચનાથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચતું હોય. આ વિષયમાં સતત સંશોધન થઈ રહ્યાં છે તથા તેવી ટેકનોલોજીના વિકાસનો પ્રયાસ કરવામાં આવી રહ્યો છે, જે વધારે સમય સુધી કાર્ય કરી શકે તથા સમગ્ર કાર્યકાળમાં ઓછું નુકસાન પહોંચાડે.

### પ્રવૃત્તિ 14.8

- વિવિધ ઊર્જાસોત વિશેની તથા તે દરેક પર્યાવરણને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે તેની જાણકારી પ્રાપ્ત કરો.
- દરેક ઊર્જાસોતના લાભાલાભ પર ચર્ચા કરો તથા તેના આધારે ઊર્જાનો સર્વોત્તમ સોત પ્રસંદ કરો.

### પ્રશ્નાં

- શું કોઈ ઊર્જાસોત પ્રદૂષણમુક્ત હોઈ શકે ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
- રોકેટમાં બળતણ તરીકે હાઇડ્રોજનનો ઉપયોગ થાય છે. શું તમે CNG ની સરખામણીમાં તેને વધારે સ્વચ્છ ઠંઘણ કહેશો ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?



## 14.5 કોઈ ઊર્જાસોત આપણા માટે ક્યાં સુધી રહેશે ?

### (How Long will an Energy Source Last Us ?)

આપણે અગાઉ જોયું કે, અશિષ્ટગત બળતણો પર આપણે લાંબો સમય નિર્ભર રહી શકીશું નહિ. આ પ્રકારના સોત કે જે કોઈ ને કોઈ દિવસે સમાપ્ત થઈ જશે તેને ખૂટી જાય તેવા અથવા પુનઃ અપ્રાપ્ય સોત કહે છે. આનાથી વિરુદ્ધ જો આપણે લાકડાં સળગાવવા કપાતાં વૃક્ષોના ઉછેર કરી જૈવ દ્રવ્ય ઊર્જાનો યોગ્ય માત્રામાં પ્રબંધ કરીએ તો આપણાને અચળ દરે ઊર્જા મળતી રહેશે. આવા ઊર્જાસોત કે જેનું પુનઃઉત્પાદન શક્ય છે તેને પુનઃપ્રાપ્ય સોત કહે છે.

ઊર્જાના સોતો

આપણા પ્રાકૃતિક પર્યાવરણમાં પુનઃપ્રાપ્ત ઉપલબ્ધ છે. આ ઉર્જા, ઉર્જાની સતત અથવા આવતીય ધારાઓના રૂપમાં અથવા ભૂમિગત ભંડારોમાં એટલી વિશાળ માત્રામાં સંગૃહીત છે કે તેમાંથી વાપરી શક્ય તેવી ઉર્જા હેચેવા છતાં ભંડાર ખાલી થવાની સંભાવના વ્યાવહારિક દસ્તિએ નગઝ્ય છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.9

- વર્ગમાં નીચેની સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરો :
  - (a) કોલસાનો અંદાજિત જથ્થો આવતાં બસો વર્ષો માટે પર્યાપ્ત છે. શું આ કિસ્સામાં આપણો ચિંતા કરવાની જરૂર છે કે આપણા કોલસાના ભંડાર ખાલી થઈ રહ્યા છે ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
  - (b) એવું અનુમાન છે કે સૂર્ય આગામી 500 કરોડ વર્ષ સુધી જીવિત રહેશે શું આપણે સૌરઉર્જા સમાપ્ત થવાની ચિંતા કરવી જોઈએ ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
- ચર્ચાના આધારે એ નક્કી કરો કે ક્યો ઉર્જાસોત (a) ખૂટી જાય તેવા (b) અખૂટ (c) પુનઃપ્રાપ્ત તથા (d) પુનઃપ્રાપ્ત નથી ? તમારી દરેક પસંદગી માટે કારણ આપો.

### પ્રશ્નો

1. એવા બે ઉર્જાસોતનાં નામ લખો જેને તમે પુનઃપ્રાપ્ત માનો છો. તમારી પસંદગી માટે કારણ આપો.
2. એવા બે ઉર્જાસોતનાં નામ લખો જેને તમે ખૂટી જાય તેવા માનો છો. તમારી પસંદગી માટે કારણ આપો.



### તમે શીખ્યાં કે

- આપણી જીવનશૈલીના સ્તરમાં વધારાની સાથે આપણી ઉર્જાની આવશ્યકતામાં પણ વધારો થાય છે.
- આપણી ઉર્જાની આવશ્યકતાઓની પૂર્તિ કરવા માટે આપણે ઉર્જાના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતામાં સુધારા કરવાનો પ્રયાસ કરીએ છીએ. સાથે-સાથે ઉર્જાના નવા સોત શોધવા તેમજ વાપરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.
- આપણે ઉર્જાના નવીન સોત તરફ ધ્યાન દેવાની પણ જરૂરિયાત છે, કારણ કે આપણા પરંપરાગત ઉર્જાસોત જેમકે, અશિભૂત બજતણ ટૂંક સમયમાં જ સમાપ્ત થવાનું સંકટ છે.
- આપણા ઉર્જાના સોતની પસંદગી તેની ઉપલબ્ધતામાં સરળતા, ઉર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં થતો ખર્ચો, ઉર્જાસોતના ઉપયોગ માટે ઉપલબ્ધ ટેકનોલોજીની કાર્યક્ષમતા, તે સોતના ઉપયોગથી પર્યાવરણ પર થતી અસર જેવાં પરિબળો પર આધારિત છે.
- આપણા મોટા ભાગના ઉર્જાસોત અંતે તો સૂર્યમાંથી ઉર્જા પ્રાપ્ત કરે છે.

### સ્વાધ્યાય

1. ગરમ પાણી મેળવવા માટે સોલાર વોટરહીટરનો ઉપયોગ આપણે ક્યારે કરી શકીએ નહિ –
  - (a) તડકાવાળો દિવસ
  - (b) વાદળવાળો દિવસ
  - (c) ગરમ દિવસ
  - (d) પવનોવાળો દિવસ

2. નીચેના પૈકી ક્યું જૈવભાર ઊર્જાસોતનું ઉદાહરણ નથી.
  - (a) લાકું
  - (b) ગોબર ગેસ
  - (c) ન્યુક્લિયર ઊર્જા
  - (d) કોલસો
3. જેટલા ઊર્જાસોતનો આપણો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેમાંથી મોટા ભાગે સંગૃહીત સૌરઊર્જાને દર્શાવે છે. નીચેના પૈકી ક્યો ઊર્જાસોત, અંતે સૌરઊર્જામાંથી મળેલ નથી.
  - (a) ભૂતાપીય ઊર્જા
  - (b) પવનઊર્જા
  - (c) ન્યુક્લિયર ઊર્જા
  - (d) જૈવભાર
4. પ્રત્યક્ષ ઊર્જાસોતના રૂપમાં અશિખ્ભૂત બળતણ અને સૂર્યની સરખામણી કરો અને તફાવત આપો.
5. ઊર્જાસોતના સ્વરૂપમાં જૈવભાર અને જળવિદ્યુતની સરખામણી કરો અને તફાવત લખો.
6. નીચેનામાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવામાં કઈ મર્યાદાઓ છે ?
  - (a) પવનો
  - (b) તરંગો
  - (c) ભરતી
7. ઊર્જાસોતનું નીચે દર્શાવેલ વર્ગોમાં ક્યા આધારે વર્ગીકરણ કરશો :
  - (a) પુનઃપ્રાપ્ત અને પુનઃઅપ્રાપ્ત
  - (b) ખૂટી જાય તેવા અને અખૂટ
  - (a) અને (b)માં આપેલ વિકલ્પો સમાન જ છે ?
8. ઊર્જાના આદર્શ સોતમાં ક્યા ગુણો હોય છે ?
9. સૌરકૂકરના ઉપયોગથી ક્યા લાભ તથા હાનિ થાય છે ? શું તેવાં પણ સ્થળો છે જ્યાં સૌરકૂકરની ઉપયોગિતા મર્યાદિત હશે ?
10. ઊર્જાની વધતી જતી માંગની પર્યાવરણીય અસર શું છે ? ઊર્જાનો વપરાશ ઓછો કરવા માટે તમે ક્યા ઉપાયો સૂચવશો ?



# પ્રકરણ 15

## આપણું પર્યાવરણ (Our Environment)

આપણે ‘પર્યાવરણ’ શબ્દથી પરિચિત છીએ. આ શબ્દનો ઉપયોગ ટેલિવિજન પર, સમાચારપત્રોમાં અને આપણી આસપાસના લોકો દ્વારા સામાન્ય રીતે કરાય છે. આપણા વડીલો આપણને કહે છે કે, હવે તે પર્યાવરણ કે વાતાવરણ રહ્યું નથી કે જે પહેલાં હતું. બીજા કહે છે કે આપણે તંદુરસ્ત કે સ્વસ્થ પર્યાવરણમાં કામ કરવું જોઈએ. પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરવા માટે વિકસિત તેમજ વિકાસશીલ દેશો વैશ્વિક સંમેલન પણ નિયમિત રીતેથી કરતા રહ્યા છે. આ પ્રકરણમાં આપણે ચર્ચા કરીશું કે વિવિધ પરિબળો પર્યાવરણમાં કઈ રીતે અન્યોન્ય કિયા કરે છે? અને આપણે પર્યાવરણ પર શું અસર પહોંચાડીએ છીએ?

### 15.1 નિવસનતંત્ર – તેનાં ઘટકો/સંઘટકો ક્યા છે?

#### (Ecosystem – What are Its Components ?)

બધા સજ્જો જેવા કે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ, સૂક્ષ્મ જીવો તેમજ માનવ અને ભૌતિક પરિબળો વચ્ચે પરસ્પર આંતરકિયાઓ થાય છે અને પ્રકૃતિમાં સંતુલન જાળવી રાખે છે. કોઈ એક વિસ્તારના બધા સજ્જો તથા વાતાવરણના અજૈવિક ઘટકો કે કારકો 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 ખાનિજ પદાર્થોં 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 સજ્જો પરસ્પર આંતરકિયાઓ કરે છે અને તેઓની વૃદ્ધિ, પ્રજનન તેમજ અન્ય કિયાઓ નિવસનતંત્રનાં અજૈવિક ઘટકો દ્વારા અસર પામે છે. આમ, બગીચો એક નિવસનતંત્ર છે. જંગલ (વન), તળાવ અને સરોવર નિવસનતંત્રનાં અન્ય પ્રકારો છે. જે કુદરતી કે નૈસર્જિક નિવસનતંત્રનાં ઉદાહરણ છે. જ્યારે બગીચો કે ઉદ્યાન અને ખેતર માનવ–સર્જિત (કૃત્રિમ) નિવસનતંત્ર છે.

#### પ્રવૃત્તિ 15.1

- તમે માછલીઘર જોયું હશો. 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, ઓક્સિજન તેમજ ખોરાક.
- આપણે ઓક્સિજન–પંપ દ્વારા ઓક્સિજન 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 સ્વયંનિર્વાહિત તંત્ર બની જાય છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે આ કેવી રીતે થાય છે? એક માછલીધર તે માનવસર્જિત નિવસનતંત્રનું ઉદાહરણ છે.
- આવી રીતે માછલીધર 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 અત્યાસ કરી ગયાં છીએ કે જીવનનિર્વાહિને આધારે સજીવોને ઉત્પાદકો, ઉપભોગીઓ તેમજ વિઘટકોના જૂથ કે સમૂહોમાં વહેંચી શકાય છે. આવો, યાદ કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ જે સ્વનિર્ભર કે સ્વયં સંચાલિત નિવસનતંત્ર સ્વયં બનાવે છે. કયા સજીવો સૂર્યના પ્રકાશ તેમજ કલોરોફિલની હાજરીમાં અકાર્બનિક પદાર્થોમાંથી કાર્બનિક પદાર્થો જેવા કે શર્કરા તેમજ સ્ટાર્ચનું નિર્માણ કરી શકે છે? બધી લીલી વનસ્પતિઓ તેમજ કેટલાક બેક્ટેરિયા જેમાં પ્રકાશસંશોષણ કરવાની ક્ષમતા હોય છે. તેઓ આ વર્ગમાં સમાવાય છે, તેથી તેઓને ઉત્પાદકો (Producers) કહેવાય છે.

શું બધા સજીવો પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે ખોરાકના હેતુથી 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 પ્રયેક પ્રકારના વર્ગનાં ઉદાહરણ જણાવી શકો છો?

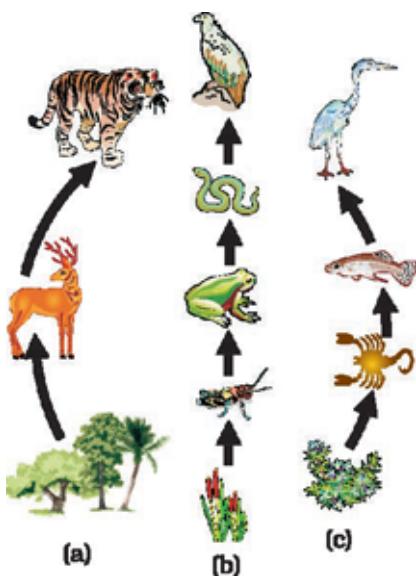
- એવી સ્થિતિ વિચારો કે જ્યારે માછલીધરને સાફ કરવાનું છોડી દેવામાં આવે તો કેટલીક માછલીઓ તેમજ છોડ તેમાં મરી જાય છે. શું તમે કદ્દી વિવાયું છે, ખરેખર શું થાય? જ્યારે એક સજીવ મરી જાય છે ત્યારે જીવાણું (બેક્ટેરિયા) અને ઝૂગ જેવા સૂક્ષ્મ જીવો મૃતજૈવ અવશેષોનું વિઘટન (અપમાર્જન) કરે છે. આ સૂક્ષ્મ જીવો વિઘટકો છે કારણ કે તેઓ જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટન કરે છે. જે ભૂમિમાં ભળી જાય છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા પુનઃ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. વિચારો કે તેઓની (વિઘટકોની) ગેરહાજરીમાં મરેલાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ પર શું અસર થાય? શું વિઘટકોની અહીંયાં ગેરહાજરીમાં પણ ભૂમિની પ્રાકૃતિક રચના પુનઃ થઈ શકે ખરી?

### પ્રવૃત્તિ 15.2

- માછલીધર બનાવતી વખતે શું તમે એ વાતનું ધ્યાન રાખ્યું છે કે, એવાં જળચર પ્રાણીઓને સાથે ન રાખીએ કે જે બીજાં પ્રાણીઓને ખાઈ જાય? જો ધ્યાન ન રાખવામાં આવે તો શું થાય?
- જૂથ બનાવો અને ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત સમૂહોમાં સજીવ એકબીજા પર કેવી રીતે નિર્ભર હોય છે.
- જળચર સજીવોનાં નામ તે ક્રમમાં લખો જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવને ખાય છે અને એક એવી શુંખલાની સ્થાપના કરો જેમાં ઓછામાં ઓછા તંત્રકા હોય.

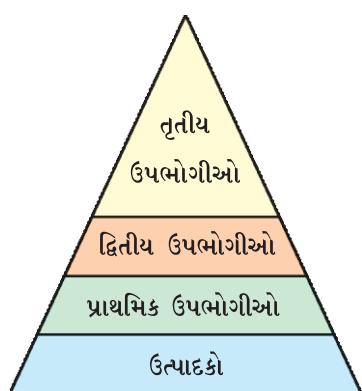


- શું તમે કોઈ એક સમૂહને સૌથી વધારે મહત્વનું ગણો છો? શા માટે? અથવા શા માટે નહિ?



આકૃતિ 15.1

કુદરતમાં આહારશુંખલા (પોષક શુંખલા)  
(a) જંગલમાં (b) વૃષાભૂમિમાં અને  
(c) ખાબોચિયાંમાં



આકૃતિ 15.2  
પોષકસ્તરો

### 15.1.1 આહારશુંખલા તેમજ આહારજળ/પોષકશુંખલા તેમજ પોષકજળ

#### (Food Chains And Food Webs)

પ્રવૃત્તિ 15.2માં આપણે સજીવોની એક શુંખલા બનાવી હતી, જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવનો આહાર તરીકે ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ જૈવિકસ્તરો પર ભાગ લેનારા સજીવોની આ શુંખલા આહારશુંખલા (Food Chain)નું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 15.1).

આહારશુંખલાનું પ્રત્યેક ચરણ કે તથકો કે કરી એક પોષકસ્તર બનાવે છે. સ્વયંપોષી અથવા ઉત્પાદકો, પ્રથમ પોષકસ્તર બનાવે છે અને સૌરઊર્જાનું સ્થાપના કરીને તેને વિષમપોષીઓ અથવા ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ત બનાવે છે. શાકાહારી અથવા પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વિતીય પોષકસ્તર બનાવે છે, નાનાં માંસાહારીઓ અથવા દ્વિતીય ઉપભોગીઓ ત્રીજું કે તૃતીય પોષકસ્તર બનાવે છે અને મોટા માંસાહારીઓ અથવા તૃતીય ઉપભોગીઓ ચોથા પોષકસ્તરનું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 15.2).

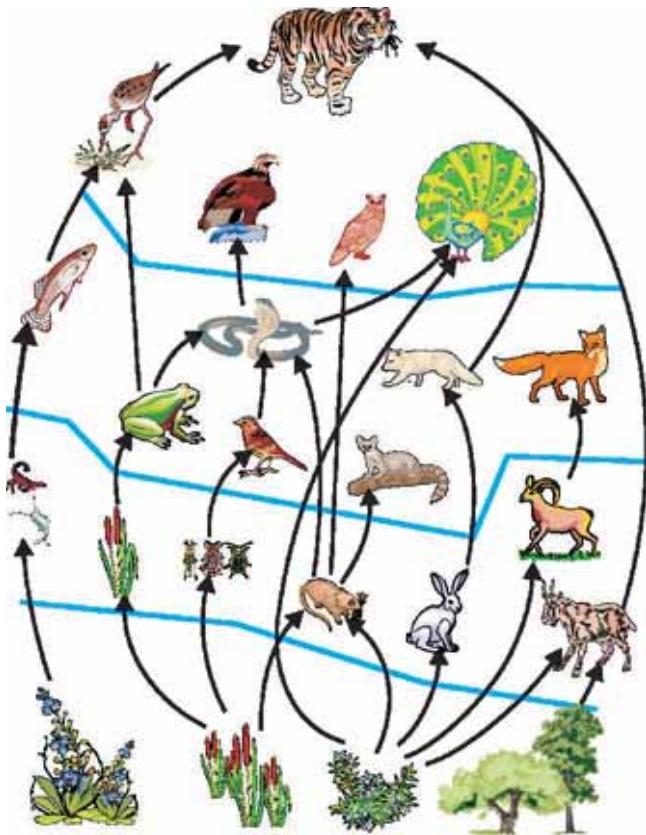
આપણે જાળીએ છીએ કે જે ખોરાક આપણે ખાઈએ છીએ, તે આપણા માટે ઊર્જાના સ્તોત્રનું કાર્ય કરે છે અને વિવિધ કાર્યો માટે ઊર્જા આપે છે. આમ, પર્યાવરણના વિવિધ ઘટકોની પરસ્પર આંતરકિયાઓમાં તંત્રના એક ઘટકમાંથી બીજા ઘટકમાં ઊર્જાના પ્રવાહનું વહન થાય છે. આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો સૌરપ્રકાશમાંથી પ્રકાશઊર્જાને પ્રાપ્ત કરીને તેને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવી નાખે છે. આ ઊર્જા સમગ્ર જીવસૂસ્થિના સજીવ સમુદ્યાયની બધી કિયાઓનું સંપાદન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. સ્વયંપોષીમાંથી ઊર્જા વિષમપોષી તેમજ વિષઘટકો સુધી જાય છે. ‘ઊર્જાના સ્તોતો’ પ્રકારણમાં આપણે જોઈ ગયાં કે જ્યારે ઊર્જાના એક સ્વરૂપમાંથી ઊર્જાના બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તન થાય છે, ત્યારે પર્યાવરણમાં ઊર્જાનો કેટલોક જથ્થો બિનઉપયોગી ઊર્જાના સ્વરૂપમાં વ્યય પામે છે અને તેનો પુનઃ ઉપયોગ કરી શકતો નથી. આપણે પર્યાવરણના વિવિધ ઘટકોની વચ્ચે ઊર્જાના પ્રવાહનો વહન વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરી ગયા તેના આધારે કહી શકાય કે,

- એક સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં લીલી વનસ્પતિઓનાં પણ્ણો દ્વારા પ્રાપ્ત થનારી સૌરઊર્જાનો લગભગ 1 % ભાગ ખાદ્યઊર્જામાં રૂપાંતરિત થાય છે.
- જ્યારે લીલી વનસ્પતિઓ પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વારા ખવાઈ જાય છે ત્યારે મોટા ભાગની ઊર્જા પર્યાવરણમાં ઉખા સ્વરૂપે વ્યય પામે છે. જ્યારે કેટલીક માત્રાનો ઉપયોગ પાચન જેવી વિવિધ જૈવિક કિયાઓમાં, વૃદ્ધિ તેમજ પ્રજનનમાં થાય છે. ખાંધેલા ખોરાકની માત્રાના લગભગ 10 % જ સજીવ શરીરમાં સંગ્રહ પામે છે, જે તેની આગળના પોષકસ્તરના ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ત બને છે.
- આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે પ્રત્યેક સ્તર પર પ્રાપ્ત કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાની સરેરાશ 10 % જ ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર સુધી પહોંચાડે છે.
- ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર માટે ઊર્જાની ખૂબ જ ઓછી માત્રા પ્રાપ્ત હોય છે. આમ, આહારશુંખલા સામાન્યતઃ ત્રણ અથવા ચાર ચરણની હોય છે. પ્રત્યેક ચરણ પર ઊર્જાની વ્યય વધારે થાય છે જેના કારણે ચોથા પોષકસ્તરના પણીના 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 આહારશૂન્ખલાઓની લંબાઈ તેમજ જટિલતામાં ખૂબ જ બિન્નતા હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રત્યેક સજ્જવ બે અથવા વધારે પ્રકારના સજ્જવો દ્વારા આહાર તરીકે ઉપયોગી બને છે અને અનેક પ્રકારના સજ્જવોનો આહાર બને છે. આમ, એક સીધી આહારશૂન્ખલાને સ્થાને સજ્જવોની વચ્ચે આહાર સંબંધો શાખાયુક્ત બને છે તથા શાખાયુક્ત શૂન્ખલાઓની એક જીણીરૂપ રચના બનાવે છે. જેને ‘આહારજાળ’ (Food Web) કહે છે (આકૃતિ 15.3).

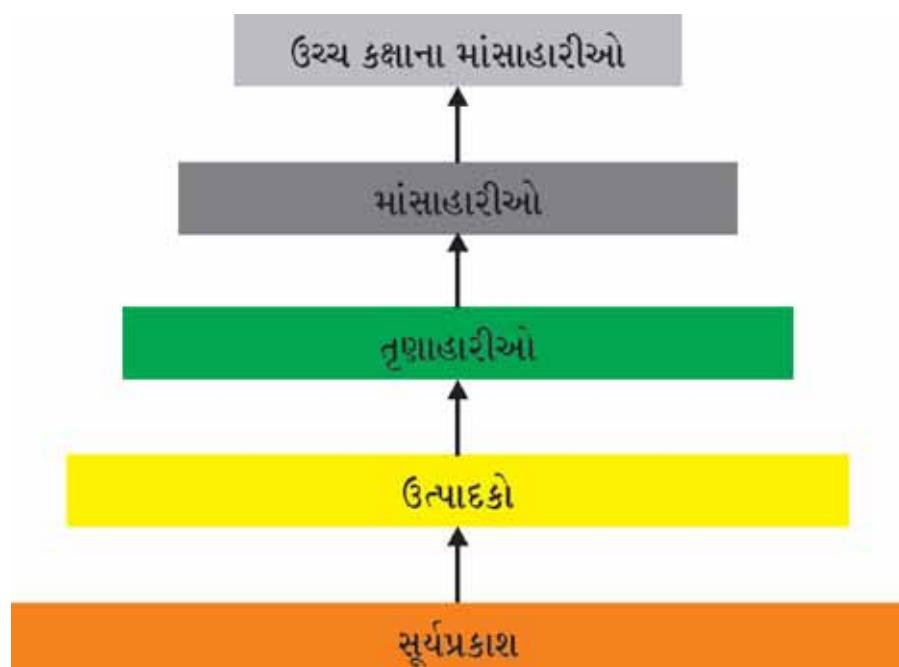
ઉર્જવહન આકૃતિ 15.4 પરથી બે બાબતો સ્પષ્ટ થાય છે : પહેલી બાબત ઉર્જાનું વહન એક જ દિશામાં થાય છે. સ્વયંપોષી સજ્જવો દ્વારા ગ્રહણ કરાયેલી ઉર્જા પુનઃ સૌરઉર્જામાં પરિવર્તિત થઈ શકતી નથી અને શાકાહારોમાંથી સ્થળાંતરિત થયેલી ઉર્જા પુનઃ સ્વયંપોષી સજ્જવોને માટે પ્રાપ્ય બનતી નથી. જેમ-જેમ ઉર્જા વિવિધ પોષકસ્તરો પર કંબિક સ્થળાંતરિત થાય છે. તે પોતાના સ્તરથી અગાઉના સ્તર માટે પ્રાપ્ય હોતી નથી. બીજી બાબત કે પ્રત્યેક પોષકસ્તરે ઉર્જા વ્યના કારણે પ્રાપ્ય ઉર્જાનું પ્રમાણ કમશા : ઘટતું જાય છે.

આહારશૂન્ખલાની બીજી બાબત એ પણ છે કે આપણી જાણકારી વિના જ કેટલાક હાનિકારક રાસાયણિક પદાર્થો આહારશૂન્ખલામાંથી પસાર થઈને આપણા શરીરમાં પ્રવેશ પામે છે. તમે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છો કે



આકૃતિ 15.3

વિવિધ આહારશૂન્ખલાઓ દ્વારા બનતી આહારજાળ



આકૃતિ 15.4 એક નિવસનતંત્રમાં થતું ઉર્જાનું વહન દર્શાવતો રેખાંકન

જલપ્રદૂષણ કેવી રીતે થાય છે. તેનું એક કારણ એ છે કે, પાકને વિવિધ પ્રકારના રોગ તેમજ ક્રીટકોથી બચાવવા માટે જંતુનાશકો તેમજ રસાયણોનો વધુમાં વધુ ઉપયોગ કરાય છે. આ રસાયણો વહી જઈને માટીમાં અથવા પાણીના સ્લોતમાં ભણે છે. માટીમાંથી આ પદાર્થનું વનસ્પતિઓ દ્વારા પાણી તેમજ ખનિજોની સાથે-સાથે શોષણ થાય છે અને જળાશયોમાંથી તે જલીય વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓમાં પ્રવેશ કરે છે. આ રીતે તેઓ આહારશૂભ્લામાં પ્રવેશ કરે છે. કારણ કે, આ પદાર્થો જૈવિક અવિઘટનીય હોવાથી પ્રત્યેક પોષકસ્તરોમાં ઉત્તરોત્તર (વધારેમાં વધારે) સંગ્રહ પામતા જાય છે. કોઈ પણ આહારશૂભ્લામાં મનુષ્ય અગ્રસ્થાને હોય છે. તેથી આપણા શરીરમાં આ રસાયણો સૌથી વધુ માત્રામાં સંચય પામતા જાય છે. આ ઘટનાને ‘જૈવિક વિશાળન’ (Biological Magnification) કહે છે. આ કારણે આપણે ખાદ્યપદાર્થો જેવા કે ઘઉં અને ચોખા, શાકભાજી, ફળ અને માંસમાં જંતુનાશક રસાયણોની વિવિધ માત્રામાં હાજરી જણાય છે. પાણીથી ધોઈને કે અન્ય રીતે તેમને દૂર કરી શકાતા નથી.

### પ્રવૃત્તિ 15.3

- સમાચારપત્રોમાં તૈયાર ખાદ્યસામગ્રી અથવા ખાવાયોગ્ય પદાર્થોમાં જંતુનાશક તેમજ રસાયણોની માત્રાના વિષયમાં સામાન્ય રીતે સમાચાર છપાતાં રહે છે. કેટલાંક રાજ્યોએ આ પદાર્થો પર પ્રતિબંધ પણ લગાડ્યો છે. આ પ્રકારનો પ્રતિબંધ યોગ્ય છે કે નહિ તેના પર ચર્ચા કરો.
- તમારા વિચારમાં આ ખાદ્યપદાર્થોમાં જંતુનાશકોનો સ્લોત ક્યો છે ? શું આ જંતુનાશક પદાર્થો અન્ય ખાદ્ય સ્લોતોના માધ્યમથી આપણા શરીરમાં પહોંચ્યો શકે છે ?
- ક્યા ઉપાયો દ્વારા શરીરમાં જંતુનાશક પદાર્થો કે રસાયણોની માત્રા ઓછી કરી શકાય છે. ચર્ચા કરો.

### પ્રશ્નો

1. પોષકસ્તરો એટલે શું ? એક આહારશૂભ્લાનું ઉદાહરણ આપો અને તેમાંના વિવિધ પોષકસ્તરો જણાવો.
2. નિવસનતંત્રમાં વિઘટકોની ભૂમિકા શું છે ?



## 15.2 આપણી પ્રવૃત્તિઓ પર્યાવરણને કેવી રીતે અસર પહોંચાડી શકે છે ? (How Do Our Activities Affect The Environment ?)

આપણે બધા પર્યાવરણના અંતર્ગત ભાગ સ્વરૂપે છીએ. તેથી પર્યાવરણમાં થતું પરિવર્તન આપણને અસર પહોંચાડે છે અને આપણી પ્રવૃત્તિઓ આપણી ચારે તરફના પર્યાવરણને અસર પહોંચાડે છે. ધોરણ IXમાં આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં કે આપણી પ્રવૃત્તિ પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ પ્રકારે પ્રભાવિત કરે છે. આ ભાગમાં આપણે પર્યાવરણસંબંધી બે સમસ્યાઓના વિષયમાં વિસ્તૃતથી ચર્ચા કરીશું જેવી કે ઓઝોનના સ્લોત વિઘટન અને કચરાનું વ્યવસ્થાપન.

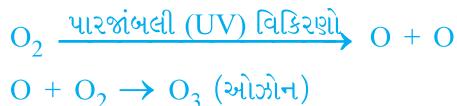
### 15.2.1 ઓઝોનસ્ટર અને તે કેવી રીતે વિઘટન પામે છે ?

#### (Ozone Layer And How It Is Getting Depleted ?)

ઓઝોન ( $O_3$ )નો અણુ ઓક્સિજનના ત્રણ પરમાણુઓથી બને છે. જ્યારે સામાન્ય ઓક્સિજન જેના અણુમાં બે પરમાણુઓ હોય છે. તે ઓક્સિજન બધા પ્રકારના જારક સજ્જવો માટે આવશ્યક છે. ઓઝોન એક ધાતક વિષ છે. પરંતુ વાતાવરણના ઉપરિસ્તરમાં ઓઝોન એક આવશ્યક કાર્ય સંપાદિત કરે છે. તે સૂર્યમાંથી આવતા પારજાંબલી વિકિરણોથી પૃથ્વીને રક્ષણ આપે છે. આ પારજાંબલી વિકિરણો સજ્જવો

માટે અત્યંત હાનિકારક છે. ઉદાહરણ તરીકે, માનવમાં તવચાનું કેન્સર ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

વાતાવરણના ઉચ્ચસ્તર પર પારજંબલી (UV) વિકિરણોની અસરથી ઓક્સિજન ( $O_2$ ) આણુઓથી ઓર્જોન બને છે. ઉચ્ચ ઊર્જાવાળા પારજંબલી વિકિરણો ઓક્સિજન આણુઓ ( $O_2$ )નું વિઘટિત કરી સ્વતંત્ર ઓક્સિજન (O) પરમાણુ બનાવે છે. ઓક્સિજનનો આ સ્વતંત્ર પરમાણુ ઓક્સિજનના આણુ સાથે સંયોજાઈને સમીકરણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઓર્જોન આણુ બનાવે છે.



1980થી વાતાવરણમાં ઓર્જોનની માત્રામાં જડપથી ઘટાડો થઈ રહ્યો છે. ક્લોરોફલોરો કાર્బન (CFCs) જેવાં માનવ સંશોધિત રસાયણોને તેનો મુખ્ય પરિબળ ગણવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ રેફિજરેટર તેમજ અભિશાન (Fire Extinguishers) માટે થાય છે. 1987માં સંયુક્ત રાષ્ટ્ર પર્યાવરણ કાર્યક્રમ UNEP (United Nation Environmental Programme)માં સર્વાનુમતે નક્કી કરવામાં આવ્યું કે CFCનું ઉત્પાદનને 1986ના સ્તર પર જ સીમિત રાખવામાં આવે. હવે રેફિજરેટર બનાવતી વિશ્વની પ્રત્યેક કંપનીઓ માટે CFC મુક્ત રેફિજરેટર બનાવવાનું ફરજિયાત કરવામાં આવ્યું છે.

#### પ્રવૃત્તિ 15.4

- પુસ્તકાલય, ઈન્ટરનેટ અથવા સમાચારપત્રોમાંથી જાણકારી મેળવો કે ક્યાં રસાયણો ઓર્જોનના સ્તરના વિઘટન માટે જવાબદાર છે ?
- જાણકારી મેળવો કે આ પદાર્થનું ઉત્પાદન તેમજ ઉત્સર્જનનું નિયમનસંબંધી કાયદો ઓર્જોન વિઘટનને ઓછા કરવામાં કેટલો સહફળ રહ્યો છે ? શું છેલ્લાં કેટલાંક વર્ષોમાં ઓર્જોન-ગર્તના આકાર કે કદમાં કોઈ પરિવર્તન આવ્યું છે ?

#### 15.2.2 આપણા દ્વારા નિર્માણ પામતા કચરાનું પ્રબંધન

##### (Managing The Garbage We Produce)

આપણી દૈનિક ગતિવિધિઓમાં આપણે ઘણા એવા પદાર્થનું નિર્માણ કરીએ છીએ જેને આપણે ફેંકી દઈએ છીએ. આ નકામા પદાર્થો ક્યા છે ? જ્યારે આપણે તેમને ફેંકી દઈએ છીએ ત્યારે તેઓનું શું થાય છે ? આવો, આ પ્રશ્નોના જવાબ જાણવા માટે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

#### પ્રવૃત્તિ 15.5

- તમારા ઘરેથી કચરો એકત્રિત કરો. તેમાં આખા દિવસમાં ઉત્પન્ન થયેલો કચરો જેમ કે રસોડાનો કચરો (વાસી ખોરાક, શાકભાજનાં છોતરાં, ચાનો ઉપયોગ કરેલાં પાન, દૂધની ખાલી થેલીઓ અને ખાલી ડબા), નકામા કાગળ, દવાની ખાલી શીશીઓ/સ્ટ્રિફ્સ (પતરા), બબલ પેક, 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 કુંડામાં એકત્રિત કરીને તેને 15 cm જાડી માટીના સરરથી ઢાંકી દો.
- તેને પાણીનો છંટકાવ કરીને ભીનું રાખો અને 15 દિવસ પછી તેનું અવલોકન કરો.
- તે ક્યા પદાર્થો છે જે લાંબા સમય પછી પણ અપરિવર્તિત રહ્યા છે ?
- તે ક્યા પદાર્થો છે કે જેના સ્વરૂપ કે સંરચનામાં પરિવર્તન આવ્યું છે ?
- જે પદાર્થોના સ્વરૂપમાં સમયની સાથે પરિવર્તન આવે છે, તે પૈકી ક્યા પદાર્થો છે કે જે વધુ જડપથી પરિવર્તિત થાય છે ?

આપણે ‘જૈવિક કિયાઓના’ પ્રકરણમાં અભ્યાસ કર્યો કે, આપણા દ્વારા ખાધેલા કે બોજનમાં લીધેલા ખોરાકનું પાચન વિવિધ ઉત્સેચકો દ્વારા થાય છે. પણ શું તમે ક્યારેય વિચાર્યુ છે કે એક જ ઉત્સેચક ખોરાકના બધા જ પદાર્થનું પાચન કેમ કરી શકતો નથી? ઉત્સેચકો પોતાની કિયામાં ચોક્કસ હોય છે. એટલે કે કોઈ વિશેષ પ્રકારના પદાર્થનું પાચન કે વિઘટન કરવા માટે વિશિષ્ટ ઉત્સેચકની જરૂરિયાત હોય છે. એટલે જ કોલસા ખાવાથી આપણાને ઊર્જા પ્રાપ્ત નથી થતી. આ કારણે જ ખાસ્ટિક જેવા માનવનિર્મિત ઘણાબધા પદાર્થનું વિઘટન જીવાણુ કે અન્ય મૃતોપજીવીઓ દ્વારા થઈ શક્તું નથી. આ પદાર્થો પર ભૌતિકકિયા જેવી કે તાપમાન અને દબાશની અસર થાય છે, પરંતુ સામાન્ય અવસ્થામાં તેઓ લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં અવિઘટિત સ્વરૂપે ટકી રહે છે.

જે પદાર્થો જૈવિકકિયા દ્વારા વિઘટિત થાય છે. તેઓને ‘જૈવવિઘટનીય’ પદાર્થો કહેવાય છે. ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં તમારા દ્વારા ખાડામાં દાટેલા પદાર્થમાંથી કેટલા પદાર્થો ‘જૈવવિઘટનીય’ છે? જે પદાર્થો જૈવકિયામાં વિઘટન પામતા નથી તેવા પદાર્થને ‘જૈવઅવિઘટનીય’ પદાર્થો કહેવાય છે. આ પદાર્થો સામાન્યતઃ અવિઘટનીય હોવાથી અને આ દરમિયાન અને લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં ટકી રહી શકે છે અને આ દરમિયાન પર્યાવરણના અન્ય સત્યોને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે.

### પ્રવૃત્તિ 15.6

- પુસ્તકાલય અથવા ઈન્ટરનેટ દ્વારા જૈવવિઘટનીય તેમજ જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થના વિષયમાં વધારે જાણકારી મેળવો.
- જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો કેટલા સમય સુધી પર્યાવરણમાં એ જ સ્વરૂપમાં રહી શકે છે?
- આજકાલ જૈવવિઘટનીય ખાસ્ટિક મળી રહે છે. આ પદાર્થના વિષયમાં 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 તેમજ કસ્બામાં જતાં ચારે તરફ કચરાનો ટગલો જોવા મળે છે. કોઈ પર્યાટન સ્થળની મુલાકાત લઈએ તો, આપણાને વિશ્વાસ છે કે ત્યાં પણ વિપુલ પ્રમાણમાં ખાદ્યપદાર્થની ખાલી થેલીઓ અહીં-તહીં ફેલાયેલી કે વિખરાયેલી જોવા મળશે. અગાઉનાં ખોરણોમાં આપણા દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં આ કચરાનો નિકાલ કરવાના ઉપાયો વિશે ચર્ચા કરી હતી. આવો, આ સમસ્યા પર વધારે ગંભીરતાથી ધ્યાન આપીએ.

### પ્રવૃત્તિ 15.7

- જાણકારી મેળવો કે ઘરોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કચરાનું શું થાય છે ? શું કોઈ સ્થાન પરથી તેને એકઠો કરવા માટેની કોઈ વ્યવસ્થા છે ?
- જાણકારી મેળવો કે સ્થાનીય વ્યવસ્થાપકો (પંચાયત, નગરપાલિકા, આવાસ કલ્યાણ સમિતિ) દ્વારા આ કચરાના નિકાલ માટેની કોઈ પ્રકારની વ્યવસ્થા થાય છે ? શું ત્યાં જૈવવિધિટિત અને જૈવઅવિધિટિત કચરાને અલગ-અલગ કરવાની વ્યવસ્થા છે ?
- ગણતરી કરો કે એક દિવસમાં ઘરમાંથી કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિધિટનીય છે ?
- ગણતરી કરો કે વર્ગમાં પ્રતિદિન કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિધિટનીય છે ?
- આ કચરાના નિકાલ માટેનો કોઈ ઉપાય બતાવો.

### પ્રવૃત્તિ 15.8

- જાણકારી મેળવો કે તમારા વિસ્તારમાં સુઅેજ ટ્રિટમેન્ટની કોઈ વ્યવસ્થા છે ? શું ત્યાં એ બાબતની વ્યવસ્થા છે કે સ્થાનીય જળાશય તેમજ જળના અન્ય સ્લોત ટ્રિટમેન્ટ વગરના સુઅેજની અસર અનુભવે 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. આપણી વર્તણૂકમાં પરિવર્તન પણ એક મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આપણો એક વખત વાપરીને ફેંકી દેવાય તેવી વસ્તુઓનો વધારે ઉપયોગ કરવા લાગ્યા છીએ. પેકેજિંગની પદ્ધતિઓમાં પરિવર્તન આવવાથી જૈવઅવિધિટિત સ્વરૂપની વસ્તુના કચરામાં ઘણો વધારો થયો છે. તમારા વિચારથી આ બધાં જ ઘટકોની પર્યાવરણ પર શું અસર થઈ શકે છે ?

### આના વિશે વિચાર કરો

#### ટ્રેનોમાં નિર્વર્તનીય કપ (Disposable Cups In Trains)

જો તમે તમારાં માતા-પિતાને પૂછુશો તો સંભવત: તેઓને યાદ હશે કે ટ્રેનોમાં ચા કાચના ગ્લાસમાં આપવામાં આવતી હતી. જેને ચા વેચનારા પાણી લઈ જતા હતા. ડિસ્પોઝિબલ કપ તેમજ ગ્લાસ સ્વચ્છ અને સ્વાસ્થ્ય માટે સારા છે તેવું માનીને તેનો ઉપયોગ વધુ થવા લાગ્યો. તે સમયે કોઈએ પણ કદ્યના કરી નાહિ હોય કે પ્રતિદિન લાખોની સંખ્યામાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા આ કપના જમા થવાથી શું થશે. કેટલાક સમય પહેલાં માટીના બનાવેલ કુલડીને તેના વિકલ્પ સ્વરૂપે લાવવામાં આવ્યા. પરંતુ તેના પર વિચાર ન કર્યો કે આટલી મોટી સંખ્યામાં કુલડી બનાવવા માટે કેટલી ફળદ્રુપ માટીનો ઉપયોગ થશે ? હવે, કાગળના ડિસ્પોઝિબલ કપનો વપરાશ થઈ રહ્યો છે. તમારા વિચારને આધારે ડિસ્પોઝિબલ કપની તુલનામાં કાગળના ડિસ્પોઝિબલ કપનો વપરાશ શું લાભદાયક છે ?

### પ્રવૃત્તિ 15.9

- ઇન્ટરનેટ અથવા પુસ્તકાલયની મદદથી જાગ્રાતારી મેળવો કે ઇલેક્ટ્રોનિક વસ્તુઓનો નિકાલ કરતા સમયે કઈ ખતરનાક વસ્તુઓથી સાવધાની રાખવી જોઈએ ? આ પદાર્થ પર્યાવરણને કઈ રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
- જાગ્રાતારી મેળવો કે ખાસ્ટિકનું પુનઃચકીકરણ કઈ રીતે થાય છે ? શું ખાસ્ટિકના પુનઃચકીકરણથી પર્યાવરણને કોઈ નુકસાન થઈ શકે છે ?

### પ્રશ્નો

1. ઓઝોન એટલે શું ? અને તે કોઈ નિવસનતંત્રને કેવી રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
2. તમે કયરાના નિકાલની સમસ્યાને ઓછી કરવામાં શું યોગદાન આપી શકો છો ? કોઈ પણ બે પદ્ધતિઓનાં નામ આપો.



### તમે શીખ્યાં કે

- નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો આંતરકિયાઓ કરે છે.
- ઉત્પાદકો સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાને નિવસનતંત્રના અન્ય સત્યોને પ્રાપ્ત કરાવે છે.
- જ્યારે આપણે એક પોષકસ્તરમાંથી બીજા પોષકસ્તર પર જઈએ ત્યારે ઊર્જાનો ઘટાડો કે વ્યય થાય છે જે આહાર-શૂભલામાં 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) વિકિરણથી સજીવોને રક્ષણ આપતું આવરણ છે. તેથી તેની ક્ષતિથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચી શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરો જૈવવિધટનીય અથવા જૈવઅવિધટનીય હોઈ શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરાનો નિકાલ એક ગંભીર પર્યાવરણીય સમસ્યા છે.

### સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો સમૂહ માત્ર જૈવવિધટનીય પદાર્થો છે ?
  - (a) ધાસ, પુષ્પો અને ચામડું
  - (b) ધાસ, લાકડું અને ખાસ્ટિક
  - (c) ફળોની ધાલ, કેક તેમજ લીંબુનો રસ
  - (d) કેક, લાકડું તેમજ ધાસ
2. નીચેનામાંથી કોણ આહારશૂભલાનું નિર્માણ કરે છે ?
  - (a) ધાસ, ઘઉં અને કેરી
  - (b) ધાસ, બકરી અને માનવ

- (c) બકરી, ગાય અને હાથી
- (d) ઘાસ, માઇલી અને બકરી
3. નીચે આપેલમાંથી કયો પર્યાવરણ પ્રત્યેનો હકારાત્મક અભિગમ દર્શાવે છે ?
- (a) બજાર જતી વખતે સામાન માટે કપડાંની થેલીઓ લઈ જવી.
  - (b) કાર્ય સમાપ્ત થવાની સાથે લાઈટ (બલ્બ) અને પંખાની સ્વિચો બંધ કરી દેવી.
  - (c) માતા દ્વારા, સ્કૂટર દ્વારા શાળાએ મૂકવા આવવાને સ્થાને તમારી શાળાએ ચાલતા જવું.
  - (d) ઉપર્યુક્ત તમામ
4. જો આપણો એક પોષકસ્તરના બધા જ સત્યોને દૂર કરી નાખીએ તો (મારી નાખીએ) તો શું થશે ?
5. શું કોઈ પોષકસ્તરના બધા જ સત્યોને દૂર કરવાથી થતી અસર બિન્ન-બિન્ન પોષકસ્તરો માટે અલગ-અલગ હોય છે ? શું કોઈ પોષકસ્તરના સજ્ઞવોને નિવસનતંત્રને અસર પહોંચાડ્યા વગર દૂર કરવા સંભવ છે ?
6. જૈવિક વિશાળન એટલે શું ? શું નિવસનતંત્રના વિવિધ સ્તરો પર જૈવિક વિશાળનની અસર પણ બિન્ન-બિન્ન 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. ઓઝોનસ્તરના વિઘટનની આપણા માટે ચિંતાનો વિષય શા માટે છે ? આ વિઘટનને સીમિત કરવા માટે ક્યાં પગલાં લેવાં જોઈએ ?

# પ્રકરણ 16

## નૈસર્જિક સોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન)

### (Sustainable Management of Natural Resources)

‘કુદરત સાથે લયમાં જીવનું એ આપણા માટે નવું નથી.’ સંપોષિત (ટકાઉ) જવન ભારતની સંસ્કૃતિ અને પરંપરાનો એક ભાગ છે. વર્ષોથી ચાલી આવતી આપણી અખંડ પરંપરાઓ, પ્રવૃત્તિઓ, કલા અને ઉદ્યોગો, તહેવારો, ખોરાક, માન્યતાઓ, ધાર્મિક રીતિઓ અને લોકવાયકાઓ સાથે સંપોષિત જવન વણાયેલું છે. ‘સમગ્ર વિશ્વ એક સંવાદિતામાં રહે તેવું તત્ત્વજ્ઞાન આપણને આપવામાં આવેલું છે.’ જે સંસ્કૃત કણિકા ‘વસુધૈવ કુટુમ્બકમ્’ એટલે કે સમગ્ર વિશ્વ મારું ઘર છે તે ભાવના સાથે જોડાયેલું છે. આ કણિકા પ્રાચીન ભારતીય ગ્રંથ અર્થર્વેદના એક ભાગ મહાઉપનિષદમાંથી લેવાઈ હોય તેવું મનાય છે.

ધોરણ IXમાં આપણે નૈસર્જિક સોતો જેવા કે ભૂમિ (મૃદા), હવા તેમજ પાણીના વિશે અભ્યાસ કર્યો અને એ પણ જાણ્યું કે વિવિધ સંઘટકોનું પ્રકૃતિમાં વારંવાર ચક્કિકરણ કેવી રીતે થાય છે ? આ પહેલાંના પ્રકરણમાં આપણે એ પણ અભ્યાસ કર્યો કે, માનવીય પ્રવૃત્તિમાંથી આ સોતોનું પ્રદૂષણ થાય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલાક સોતો વિશે જાણીશું અને એ પણ જાણીશું કે આપણે કેવી રીતે તેમનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ ? શક્ય છે કે આપણે એ પણ વિચારીએ કે આપણે આપણા સોતોનો ઉપયોગ એ રીતે કરવો જોઈએ જેથી સોતોનું સુપોષણ થઈ શકે અને આપણે આપણા પર્યાવરણનું રક્ષણ પણ કરી શકીએ. આપણે જંગલ, વન્યજીવન, પાણી, કોલસા અને પેટ્રોલિયમ જેવા નૈસર્જિક સોતોની ચર્ચા કરીશું અને તે સમસ્યાઓ પર પણ વિચાર કરીશું કે સુપોષિત વિકાસ માટે આ સોતોનું પરંપરાગત પ્રવૃત્તિઓ વડે વ્યવસ્થાપન કેવી રીતે કરી શકાય ?

આપણે ઘણી વાર પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ વિશે સાંભળીએ કે વાંચીએ છીએ. આ મોટા ભાગની વૈશ્વિક સમસ્યાઓ છે અને તેમનું સમાધાન કરવામાં આપણે આપણી જાતને અસહાય માનીએ છીએ. તેના માટે અનેક આંતરરાષ્ટ્રીય કાયદા તેમજ નિયંત્રણ છે અને આપણા દેશમાં પણ પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે અનેક કાયદા છે. અનેક રાષ્ટ્રીય તેમજ આંતરરાષ્ટ્રીય સંગઠનો પણ પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે કાર્ય કરી રહ્યા છે.

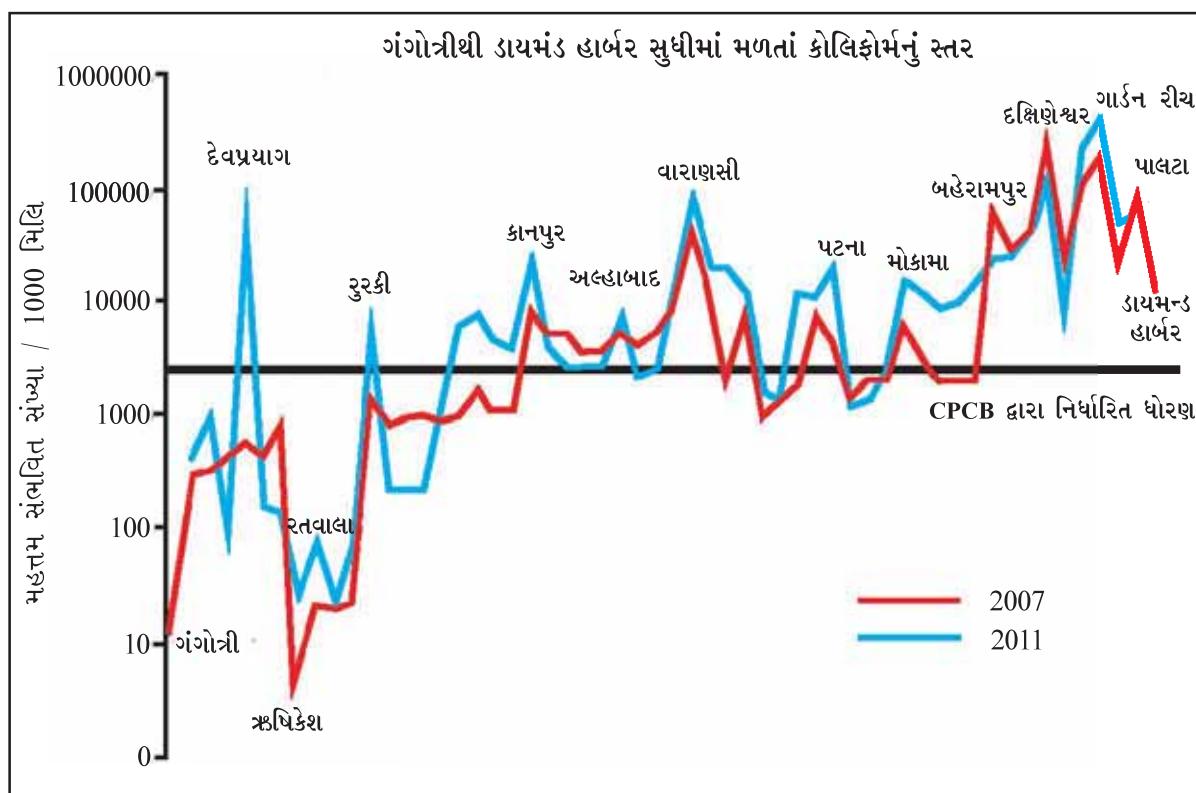
#### પ્રવૃત્તિ 16.1

- કાર્બન ડાયોક્સાઇડના ઉત્સર્જનના નિયમન માટે આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણોની જાણકારી મેળવો.
- આ વિષય પર વર્ગમાં ચર્ચા કરો કે આપણે આ ધોરણોને જળવવામાં શું ફાળો આપી શકીએ ?

## પ્રવૃત્તિ 16.2

- એવાં અનેક સંગઠનો છે કે જેઓ પર્યાવરણના પ્રત્યે જાગૃતિ ફેલાવવાનું કાર્ય કરે છે. તેઓ એવી પ્રવૃત્તિઓને અને વલણોને પણ પ્રોત્સાહન આપે છે જેનાથી આપણા પર્યાવરણ તેમજ પ્રાકૃતિક સંરક્ષણમાં વધારો થાય છે. તમારી આસપાસના વિસ્તાર/નગર કે શહેર/ક્રબ્બા/ગામમાં કાર્ય કરનારાં સંગઠનોના વિશે જાણકારી મેળવો.
- જાણો કે આ ઉદ્દેશને પ્રાપ્ત કરવા માટે તમે શું યોગદાન આપી શકો તેમ છો ?

સોતોનો અવિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવાથી ઉત્પન્ન થતી સમસ્યાના વિષયમાં જાગૃતિ આપણા સમાજમાં એક નવી બાબત છે. જ્યારે આ જાગૃતિ વધે છે ત્યારે કોઈ ને કોઈ પગલાં પણ લઈ શકાય છે. તમે ‘ગંગા—સફાઈ યોજના’ના વિષયમાં અવશ્ય સાંભળ્યું પણ હશે. કરોડોની આ યોજના લગભગ 1985 માં એટલા માટે શરૂઆત કરાઈ હતી કારણ કે ગંગાનદીના પાણીની ગુણવત્તા ખૂબ જ ઓછી થઈ ગઈ હતી. (આકૃતિ 16.1). કોલિફોર્મ જીવાણુ (બેંક્ટેરિયા)નો એક વર્ગ છે જે માનવના આંતરરામાંથી મળી આવે છે; પાણીમાં તેમની હાજરી, રોગજન્ય સૂક્ષ્મ જીવાણુ થતું પદ્ધતિશીળ દર્શાવે છે.



આકૃતિ 16.1 ગંગામાં કોલિફોર્મની કુલ સંખ્યાનું સ્તર

સ્યોત : કેન્દ્ર પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ, 2012

## ગંગાનું પ્રદૂષણ (Pollution of Ganga)

ગંગાનદી હિમાલયમાં આવેલા પોતાના ઉદ્ગમ સ્થાન ગંગોત્રીથી બંગાળની ખાડીમાં ગંગાસાગર સુધી 2500 km સુધીની યાત્રા કરે છે. તેના કિનારે આવેલ ઉત્તરપ્રદેશ, બિહાર અને બંગાળના 100 થી પણ વધારે શહેરો તેને એક નાણામાં ફેરવી નાંબે છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે ઉપચારકિયા કર્યા વગરનો મળમૂત્રનો બહુ મોટો જથ્થો ગંગામાં વહાવી દેવામાં આવે છે. તેના સિવાય માનવની અન્ય પ્રવૃત્તિઓ જેવી કે સ્નાન કરવું, કપડાં ધોવા, મૃત વ્યક્તિઓની રાખ તેમજ શબને વહેવડાવવા. આ ઉપરાંત ઉદ્ઘોગો દ્વારા ઉત્પાદિત રાસાયણિક ઉત્સર્જન, ગંગાના પ્રદૂષણના સ્તરમાં એટલો બધો વધારો કરે છે કે તેના વિખારીકરણને લઈને પાણીમાં માછલીઓ મરવા માર્દે છે. જૂન, 2014માં કેન્દ્ર સરકારનાં નેઝા હેઠળ મુખ્ય કાર્યક્રમ તરીકે 'નમામિ ગંગે' યોજનાને માન્યતા આપવામાં આવી છે. આ યોજના ગંગાનદીના પ્રદૂષણને રોકવા તથા તેના નવીનીકરણ કરવાના મુખ્ય બે હેતુસર અમલમાં મૂકવામાં આવી છે. ઓક્ટોબર, 2016માં ગંગાના શુદ્ધીકરણના હેતુસર રાષ્ટ્રીય મિશનની સ્થાપના થઈ.

તમે જોઈ શકો છો કે માપન યોગ્ય કેટલાંક પરિબળો કે કારકોનો ઉપયોગ કરીને જરૂરી પાણીની ગુણવત્તાની જાળવણી કે પ્રદૂષણની માત્રાનું માપન કરવામાં આવે છે. કેટલાંક પ્રદૂષક ખૂબ જ અભ્ય માત્રામાં હોવા છતાં પણ હાનિકારક હોઈ શકે છે. તેના માપન માટે આપણે અત્યંત વ્યવહારું ઉપકરણોની જરૂરિયાત હોય છે. પ્રકારણ 2માં આપણે એ પણ અત્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સાર્વનિક સૂચકની મદદથી પાણીની pH સરળતાથી માપી શકાય છે.

### પ્રવૃત્તિ 16.3

- સાર્વનિક સૂચક(universal Indicator)ની મદદથી તમારા ધરમાં આવતા પાણીની pH જાણો.
- તમારા આસપાસનાં જણાશયો (તળાવ, સરોવર, નદી, ઝરણાં)ની pH પણ જાણો.
- શું તમારાં અવલોકનોને આધારે તમે જણાવી શકો છો કે પાણી પ્રદૂષિત છે કે નહિ ?

પરંતુ આપણે સમસ્યાના વિશાળ કણે જોઈને હતાશ થવાની જરૂર નથી. કારણ કે એવા અનેક ઉપાયો છે જેના દ્વારા આપણે સ્થિતિમાં સુધારણા લાવી શકીએ છીએ. પર્યાવરણને બચાવવા માટે પાંચ પ્રકારના 'R'ના વિષયમાં ચોક્કસપણે સાંભળેલું હશે. Refuse (ના પાડવું), Reduce (ઓછો ઉપયોગ કરવો), Reuse (પુનઃ ઉપયોગ કરવો), Repurpose (હેતુફેર કરવો), Recycle (પુનઃચક્કીકરણ).

#### Refuse :

(ના પાડવું)

Refuseનો અર્થ એ છે કે, તમારે જરૂર ના હોય તેવી વસ્તુ લોકો તમને આપે તો તમે ના પાડો. તમને તથા પર્યાવરણને હાનિકારક હોય તેવાં ઉત્પાદનો ખરીદવાની ના પાડો. એક જ વાર વાપરી શકાય તેવી ખાસ્ટિકની થેલી માટે પણ ના પાડો.

#### Reduce :

(ઓછો ઉપયોગ કરવો)

તેનો અર્થ છે કે તમારે ઓછામાં ઓછી વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. તમે વીજળીના પંખા તેમજ બલબની સ્વિચો બંધ કરીને વીજળી બચાવી શકો છો. તમે ટપકતાં નણનું સમારકામ કરાવીને પાણીની બચત કરી શકો છો. ખોરાકનો વ્યય ન કરવો જોઈએ. શું તમે આવી અન્ય બાબતો વિશે વિચારી શકો છો, જેનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય તેમ છે ?

#### Reuse :

(પુનઃ ઉપયોગિતા)

આ પુનઃચક્કીય કરવા કરતાં પણ વધારે સાચો રસ્તો છે. કારણ કે, પુનઃચક્કીયકરણમાં કેટલીક ઊર્જા તો વપરાય જ છે. પુનઃઉપયોગની રીતમાં તમે કોઈ વસ્તુનો વારેવાર ઉપયોગકરો છો. પરબીદ્યાને ફેંકી દેવાની જગ્યાએ તમે તેને ઉલટાવીને ફરીથી ઉપયોગ કરી શકો છો. વિવિધ ખાદ્યપદાર્થોની ખાસ્ટિકની શીશીઓ, ડાબા વગેરેનો ઉપયોગ રસોડામાં જામ કે અથાડા ભરવા માટે કરી શકાય છે. બીજી કંઈ વસ્તુઓ એવી છે કે જેનો આપણે પુનઃઉપયોગ કરી શકીએ ?

**Repurpose :** આનો અર્થ એ થયો કે, જો મૂળભૂત હેતુ માટે કોઈ ઉત્પાદનનો ઉપયોગ ન થઈ શકે તેમ હોય ત્યારે ધ્યાનથી વિચારીને તેનો બીજા કોઈ હેતુ માટે ઉપયોગ કરવો. ઉદાહરણ તરીકે હેન્ડલ તૂટી ગયા હોય તેવી કાચની બરણી કે કપનો ઉપયોગ નાના છોડને ઉગાડવા કે પક્ષીઓને ચણ નાખવા કરી શકાય છે.

**Recycle :** આનો અર્થ એ થાય કે પ્લાસ્ટિક, કાગળ, કાચ અને ધાતુ જેવી વस્તુઓનું નવું ઉત્પાદન કરવાને બદલે તેનું પુનઃ ચક્કિકરણ કરીને જરૂરી વસ્તુઓ બનાવવી જોઈએ. પુનઃચક્કિકરણ કરી શકાય તેવા કચરાને અન્ય કચરાથી અલગ એકઠો કરવો જોઈએ. શું તમારાં ગામ કે શહેરમાં આવી કોઈ વ્યવસ્થા છે જેથી આવા પદાર્થોનું પુનઃચક્કિકરણ કરી શકાય ?

આપણી જરૂરિયાતો અને પ્રવૃત્તિઓ વિશે નિર્ણય લેતા સમયે આપણે પર્યાવરણસંબંધી પણ નિર્ણય લેવો જોઈએ. તેના માટે, આપણે એ પણ જાણવાની આવશ્યકતા છે કે, આપણી પસંદગીથી પર્યાવરણ પર શું અસર પડી શકે તેમ છે. આ અસર તાત્કાલિક કે દીર્ଘકાળીન અથવા તો વ્યાપક પણ હોઈ શકે છે. સુપોષિત વિકાસની સંકલ્પના મનુષ્યની આધારભૂત જરૂરિયાતોની પૂર્તતા તેમજ વિકાસને પ્રોત્સાહિત તો કરે જ છે; સાથે-સાથે ભાવિ પેઢી માટે સોતોનું સંરક્ષણ પણ કરે છે. આર્થિક વિકાસ પર્યાવરણ સંરક્ષણની સાથે સંબંધિત છે. આમ, સુપોષિત વિકાસથી જીવનના બધા આયામમાં પરિવર્તન આવે છે. તે લોકો પોતાની ચારે તરફની આર્થિક, સામાજિક તેમજ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ પ્રત્યે પોતાના દાઢિકોણમાં પરિવર્તન લાવે અને પ્રત્યેક વ્યક્તિ પ્રકૃતિના સોતોનો વર્તમાન ઉપયોગમાં પરિવર્તન માટેની તૈયારી લાવે, તેના પર નિર્ભર છે.

#### પ્રવૃત્તિ 16.4

- શું તમે વર્ષો પછી કોઈ ગામ અથવા શહેરમાં ગયા છો ? જો હા હોય તો શું અગાઉના વર્ષની તુલનામાં નવા ધર તેમજ રોડ બની ગયા છે ? તમારા વિચાર પ્રમાણે તેને બનાવવા માટે આવશ્યક વસ્તુઓ ક્યાંથી પ્રાપ્ત થઈ હો ?
- તે પદાર્થોની યાદી બનાવો અને તેના સોતોની જાણકારી પણ મેળવો.
- તમારા દ્વારા બનાવેલી યાદીને તમારા સહ વિદ્યાર્થીમિંગ્ઝ સાથે ચર્ચા કરો. શું તમે એવો ઉપાય બતાવી શકો છો કે તે વસ્તુઓનો ઉપયોગમાં ધારાદો લાવી શકાય છે ?

### 16.1 સોતોનું વ્યવસ્થાપન શા માટે જરૂરી છે ?

(Why do we need to Manage our Resources ?)

માત્ર રોડ કે રસ્તાઓ તેમજ ઈમારતો જ નહિ પરંતુ તે બધી વસ્તુઓ જેનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ, જેમકે ખોરાક, કપડાં, પુસ્તકો, રમકડાંઓ, ફર્નિચર, ઓજારો અને વાહન વગેરે આપણાને પૃથ્વી પર આવેલા કે પ્રાપ્ત સોતોમાંથી મળે છે. આપણે માત્ર એક જ સોત પૃથ્વીની બહારથી પ્રાપ્ત કરવાનો હોય છે, તે છે ઊર્જા. જે આપણને સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. વળી, આપણે ઉપયોગ કરીએ તે પહેલાં આ ઊર્જા પૃથ્વી પરના સજ્જવો અને વિવિધ ભૌતિક અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થાય છે.

આપણે આપણા સોતોના વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગની કેમ જરૂરિયાત છે ? કારણ કે આ સોતો મર્યાદિત છે તથા સ્વાસ્થ્ય સેવાઓમાં સુધારણાને કારણે આપણી જનસંખ્યા તીવ્ર ગતિથી વધારો થઈ રહ્યો નેસર્જિક સોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન)

છે, તેથી બધા સોતોની માંગ પણ ઘડીભધી જરૂરી વખતી જાય છે. પ્રાકૃતિક સોતોનું વ્યવસ્થાપન કરતી વખતે દીર્ઘકાળીન દસ્તિકોણને ધ્યાનમાં રાખવો જોઈએ કે જેથી આવનારી પેઢીઓ સુધી તે સોતો પ્રાપ્ત રહેવા જોઈએ. આ વ્યવસ્થાપનમાં એ બાબત પણ સુનિશ્ચિત કરવાની જરૂરી છે કે તેઓનું વિતરણ બધા વર્ગોમાં સમાન રીતેથી થવું જોઈએ, ન કે માત્ર મુહૂર્ભર ધનવાનો અને શક્તિશાળી લોકોને તેનો લાભ મળે.

એક અન્ય બાબત પર ધ્યાન આપવું જરૂરી છે કે જ્યારે આપણે આ સોતોનું શોષણ કરીએ ત્યારે આપણે પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચાડીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, ખજનથી પ્રદૂષણ થાય છે કારણ કે ધાતુનું નિષ્કર્ષણની સાથે-સાથે વધુ માત્રામાં ધાતુનો કચરો પણ નીકળે છે. આમ, સુપોર્ષિત નૈસર્જિક સોતોના વ્યવસ્થાપનમાં નકામા પદાર્થના નિકાલની વ્યવસ્થા પણ થવી જોઈએ.

### પ્રવૃત્તિ 16.5

- તમારા રોજિંદા જીવનમાં પર્યાવરણના સંરક્ષણ માટે જોવા મળતી પરંપરાગત પ્રવૃત્તિઓનું અવલોકન કરો. તમારા સહપાઠીઓમાં આ બાબત જણાવો. તેનો અહેવાલ તૈયાર કરી, જમા કરો.

ઉપનિષદો અને સ્મૃતિ જેવા ભારતીય ગ્રંથોમાં જંગલોના ઉપયોગ અને વ્યવસ્થાપન વિશે વર્ણનો આપેલ છે અને તેના સંપોષણ વિશે ગર્ભિત પ્રકાશ પાડે છે. અર્થર્વેદનું એક 12.1.11મું સૂક્ત કે જેનો પાછળથી દેવી ચંદ (1997)માં પોતાના પુસ્તક અર્થર્વેદ (સંસ્કૃત લખાણનો અંગ્રેજીમાં અનુવાદનું ગુજરાતી ભાષાંતર), તે નીચે મુજબ છે :

યિરાયસ્તે પર્વતાં હિમાવન્તોરણ્યમ તે પૃથ્વી સ્યોનમસ્તુ  
બધૂમ ક્રણમ् રોહિણીમ વિશ્રણપમ् ધ્રુવમ् ભૂમિ પૃથ્વિમિન્દ્રગુપ્તમ्  
અજિતોહતો અક્ષતોધ્યાસ્થમ् પૃથ્વીમાહમ् ॥12.1.11॥ (અર્થર્વેદ)

“હે પૃથ્વી ! તારી ટેકરીઓ, હિમ-આચ્છાદિત પર્વતો અને જંગલો આનંદમય હો; હે વિવિધ રંગી, સ્થિર અને રક્ષિત પૃથ્વી, આ ધરા પર હું અપરાજીત, ચિરંજીવ અને આનંદિત રહું.”

અર્થર્વેદનું બીજું સૂક્ત ॥12.1.35॥ વપરાશ અને પુનઃનિર્માણના સિદ્ધાંતો પ્રગટ કરે છે, જે નીચે મુજબ છે :

યતે ભૂમે વિખાનામી ક્ષિપ્રમ તદપિ રોહતુ  
મા તે મર્મ વિમ્રગ્વરી મા તે હિદ્યંઅર્પિપમ् ॥12.1.35॥ (અર્થર્વેદ)

હે પૃથ્વી ! હું તારામાંથી જે પણ ખોટીને બહાર કાઢું તે તરત જ પુનઃનિર્માણ પામે; અમે તારાં જીવંત નિવાસસ્થાનો અને મર્મસ્થળોને હાનિ ન પહોંચાડીએ.

જંગલોની ઉત્પાદકતા અને રક્ષણાત્મક પાસાને લઈને જંગલોનો સંવર્ધન પર વૈદિક સમયથી જ ભાર આપવામાં આવતો હતો. વૈદિક કાળના અંતમાં ખેતીને મુખ્ય આર્થિક પ્રવૃત્તિ તરીકે સ્વીકારવામાં આવી હતી. આ એ સમય હતો જ્યારે વૈદિકકાળના અંત ભાગમાં જંગલો,

વનરાજ જેવાં કુદરતી સ્થળોને પવિત્ર ધાર્મિક સ્થળો તરીકે માનવાની શરૂઆત થઈ અને પારંપરિક વન્ય પ્રવૃત્તિઓની સંકલ્પનાનો ઉદ્ભવ થયો. બીજી બાજુ વન્યપ્રવૃત્તિ સિવાય પણ રીતિરિવાજો અને ધાર્મિક માન્યતાઓનો કુદરત અને કુદરતી સ્થળોના સંરક્ષણ માટે ઉપયોગ કરવાની શરૂઆત થઈ.

### પ્રશ્નો

- પર્યાવરણ મિત્ર બનવા માટે તમે તમારી ટેવોમાં કયું પરિવર્તન લાવી શકો છો ?
- કુદરતી સ્થળોના ટૂંકા ગાળાના હેતુઓને સિદ્ધ કરવા માટે થતાં સ્થળોના શોષણના ફાયદા જણાવો.
- આ ફાયદા લાંબી અવધિ કે સમયગાળાને ધ્યાનમાં રાખીને બનાવેલા હેતુના ફાયદાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
- તમારા વિચાર પ્રમાણે સ્થળોનું શા માટે સમાન વિતરણ થવું જોઈએ ? સ્થળોના સમાન વિતરણના વિરુદ્ધ ક્યાં-ક્યાં પરિબળો કાર્ય કરે છે ?



## 16.2 જંગલો અને વન્ય જીવન (Forests and Wild Life)

જંગલ, જૈવ વિવિધતાના વિશિષ્ટ (Hotspots) સ્થળ છે. જૈવવિવિધતાનો એક આધાર તે વિસ્તારમાં મળી આવનારી વિવિધ જાતિઓની સંખ્યા છે. જોકે, સજ્જોનાં વિવિધ સ્વરૂપો (જીવાણુઓ બેકટેરિયા, ફૂગ, નિઅંગી, સપુષ્પી વનસ્પતિઓ, સૂત્રકૂમિ, કીટકો, પક્ષીઓ, સરિસ્યુપ વગેરે) પણ મહત્વપૂર્ણ છે. વારસાગત જૈવવિવિધતાનું સંરક્ષણ કરવાનો પ્રયત્ન પ્રાકૃતિક સંરક્ષણના મુખ્ય ઉદ્દેશોમાંનો એક છે. પ્રયોગો અને ક્ષેત્રઅભ્યાસ (field study)થી આપણાને જાણકારી મળે છે કે, વિવિધતાનો નાશ થવાથી પરિસ્થિતિય સ્થાયીતા પણ નાશ પામી શકે છે.

### 16.2.1 જંગલને લગતી વ્યક્તિઓ (Stakeholders of forest)

#### પ્રવૃત્તિ 16.6

- જે જંગલની પેદાશો કે નીપજોનો તમે ઉપયોગ કરો છો તેની એક યાદી બનાવો.
- તમારા મતે જંગલની નજીક રહેવાવાળા વ્યક્તિઓ કઈ વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરે છે ?
- જંગલની અંદર રહેનારા વ્યક્તિઓ કઈ વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરે છે ?
- તમારા સહઅધ્યાયીઓની સાથે ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત વ્યક્તિઓની જરૂરિયાતોમાં શું ભિન્નતા છે ? કે શું સમાનતા છે ? તેમજ તેના કારણ વિશે જાણકારી પડા મેળવો.

આપણે જંગલોની વિવિધ નીપજોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ, પરંતુ જંગલસોઠો પર આપણી નિર્ભરતામાં વિવિધતા છે. આપણામાંથી કેટલાક લોકોની પાસે વિકલ્પો છે, પરંતુ કેટલાકની પાસે નથી. જ્યારે આપણે વનસંરક્ષણની વાત વિશે વિચારીએ છીએ ત્યારે આપણે તેની સાથે સંકળાયેલી વ્યક્તિઓ કે સંસ્થાઓ ને ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ જેમકે,

- જંગલની અંદર તેમજ તેની નજીક રહેનારા લોકો પોતાની અનેક જરૂરિયાતો માટે જંગલ પર નિર્ભર રહે છે. (આકૃતિ 16.2 જુઓ.)
- સરકારના વનવિભાગ કે જેની પાસે જંગલોનું નિયંત્રણ છે અને તે જંગલોમાંથી પ્રાપ્ત સ્થળોનું નિયંત્રણ કરે છે.
- ઉદ્યોગપતિઓ, જેઓ ટીમરુનાં પણ્ડો (Diospyros melanoxylon L. - Ebenaceae)માંથી બીડી બનાવવાથી લઈને કાગળમિલ સુધી જંગલની વિવિધ નીપજોનો ઉપયોગ કરે છે. જોકે તેઓ જંગલોના કોઈ પણ એક વિસ્તાર પર આધારિત હોતા નથી.
- પ્રકૃતિપ્રેમીઓ કે જે વન્યજીવન અને પ્રકૃતિનું મૂળ સ્વરૂપમાં સંરક્ષણ ઈચ્છે.

આવો, જોઈએ કે પ્રત્યેક સમૂહને જંગલમાંથી શું પ્રાપ્ત થાય છે. સ્થાનિક લોકોને વધારે માત્રામાં બળતણ માટે લાકડું, નાની લાકડીઓ અને છાપરા માટેના પરાળ (લાકડાં)ની જરૂરિયાત હોય છે. વાંસનો ઉપયોગ ઝૂંપડીના ટેકા બનાવવા ખાદ્યપદાર્થો એકત્રિત કરવા અને તેનો સંગ્રહ કરવા માટેની ટોપલીઓ બનાવવા ખેતીનાં સાધનો, માછલી પકડવા તેમજ શિકાર કરવાનાં સાધનો બનાવવા કરે છે. તે સિવાય જંગલ, માછલી પકડવા માટેનું અને શિકારનું સ્થાન પણ હોય છે. વિવિધ વ્યક્તિઓ ફળો, કવચવાળાં ફળો (Nuts) અને ઔષધિઓ એકત્રિત કરવાની સાથે-સાથે તેમનાં પશુઓને જંગલમાં ચરાવતાં પણ હોય છે અથવા તેઓના માટે ચારો જંગલોમાંથી એકત્રિત કરે છે.

શું તમને લાગે છે કે, વનસંપદનો આ રીતે ઉપયોગ કરવાથી આ સોતોનો નાશ થઈ જશે ? એ પણ ન ભૂલવું જોઈએ કે અંગ્રેજોએ આવીને જંગલોનું હસ્તાંતરણ કર્યું તે પહેલાં પણ સદ્દીઓથી લોકો આ જંગલમાં રહેતાં અને તેમણે તેનાં સંપોષણ માટેની પ્રવિધિઓ પણ વિકસાવેલી હતી. અંગ્રેજોએ ના માત્ર આધિપત્ય જમાવ્યું પણ તેઓની જરૂરિયાત માટે જંગલોનું નિર્મમતાથી શોષણ પણ કર્યું. તેઓએ મૂળ આદિવાસીઓને માત્ર સીમિત કે મર્યાદિત વિસ્તારમાં જ રહેવા માટે લાચાર બનાવ્યા તથા વનસોતોની કોઈ પણ મર્યાદા વગર અતિશોષણ કરવાની શરૂઆત કરી હતી. સ્વતંત્રતા પછી અંગ્રેજોથી વનોનું નિયંત્રણ તો આપણા હસ્તક થયું, પરંતુ વ્યવસ્થાપનમાં સ્થાનિક લોકોની જરૂરિયાતો તેમજ જ્ઞાનની ઉપેક્ષા થતી રહી ! આમ, જંગલોનો ખૂબ મોટો વિસ્તાર એક જ પ્રકારનાં વૃક્ષો જેવાં કે પાઈન (ચીડ), સાગ કે નીલગિરિનાં જંગલોમાં પરિવર્તિત થતો ગયો. આ વૃક્ષોને ઉદાહરણ માટે સૌપ્રથમ સમગ્ર વિસ્તારમાંથી બીજી બધી વનસ્પતિઓને દૂર કરવામાં આવી, જેથી આવા વિસ્તારની જૈવવિવિધતા મોટા પાયે નાશ પામતી ગઈ. એટલું જ નહિ પરંતુ સ્થાનિક લોકોની વિભિન્ન જરૂરિયાતો જેવી કે પશુઓ માટે ચારો, ઔષધિ માટે વનસ્પતિ, ફળ તેમજ કવચવાળાં ફળો વગેરેની પ્રાપ્તિ પણ ન થઈ શકી. આ રીતના વાવેતરથી ઉદ્યોગોને લાભ મળતો થયો જે વનવિભાગ માટે આર્થિક આવકનો મુખ્ય સોત બની ગયો હતો.

શું તમે જાણો છો કે, કેટલા ઉદ્યોગો જંગલની નીપજો પર નિર્ભર કરે છે ? ઈમારતી લાકડું, કાગળ, લાભ તથા રમતની સામગ્રીનો સામાન તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે.



ઉદ્યોગો, જંગલોને પોતાની ફેકટરી માટે માત્ર કાચા માલના સોત તરીકે જ માત્ર ગણે છે. પોતાના સ્વાર્થ માટે લોકોનો એક મોટો વર્ગ સરકાર તરફથી ઉદ્યોગો માટે કાચા માલને ખૂબ જ ઓછી કિમતે પ્રાપ્ત કરવામાં કાર્યરત હોય છે. કારણ કે સ્થાનિક નિવાસીઓની તુલનામાં આ વ્યક્તિઓની પહોંચ સરકારમાં ઘડી વધારે ઉપર સુધી હોય છે. આમ, તેઓને તે ક્ષેત્ર કે વિસ્તારની જળવણી તેમજ વિકાસમાં કોઈ રસ હોતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ જંગલના સાગનાં બધાં વૃક્ષોને કાપી નાખ્યાં પછી તે અન્ય દૂરનાં જંગલોમાંથી હવે સાગ પ્રાપ્ત કરવા

#### આફ્ક્રિટિ 16.2 વન્યજીવનનું એક દશ્ય

માંડે છે. તેઓને એ વાતથી કોઈ મતલબ નથી કે તેઓ જંગલોનો યોગ્ય ઉપયોગ સુનિશ્ચિત રીતે કરે. જેથી તે આવનારી પેઢીઓને માટે પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે. તમારા મંત્ર્ય પ્રમાણો, આ પ્રકારનો વ્યવહાર કરનારા લોકોને જંગલોનો આડેધ ઉપયોગ કરતાં કેવી રીતે રોકવા જોઈએ ?

#### પ્રવૃત્તિ 16.7

- કોઈ બે વન્ય નીપજો વિશે જાણકારી મેળવો જે કોઈ ઉદ્યોગનો આધાર હોય.
- ચર્ચા કરો કે આ ઉદ્યોગ લાંબા સમય સુધી ચાલી શકે તેમ છે ? અથવા શું આપણાને આ નીપજોની વપરાશનું નિયંત્રણ કરવાની જરૂરિયાત છે ?

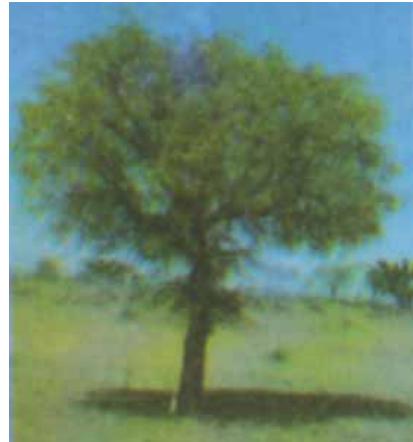
અંતમાં આપણો પ્રકૃતિ તેમજ વન્યજીવ પ્રેમીઓની ચર્ચા કરીએ કે જેઓ વન પર નિર્ભર તો નથી જ, પરંતુ જંગલોના વ્યવસ્થાપનમાં તેમની ઘણીબધી બાબતોને ખૂબ જ મહત્વ અપાય છે. સંરક્ષણ માટેની શરૂઆત મોટાં પ્રાણીઓ જેવાં કે વાધ, ચિત્તા, હાથી તેમજ ગેડાના સંરક્ષણથી થઈ હતી. હવે તેમને સંપૂર્ણ જૈવવિવિધતાનું પૂર્ણરૂપે સંરક્ષણ કરવાનું મહત્વ સમજાયું છે, પરંતુ શું આપણે એવા વ્યક્તિઓને યોગ્ય મહત્વ ન આપવું જોઈએ કે જેઓ વનતંત્રનો જ ભાગ છે? જેઓ પરંપરાનુસાર જંગલોનું સંરક્ષણ કરવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યા છે. ઉદાહરણ તરીકે, થારના રણની સીમા પાસે, પણ્ણેમ રાજસ્થાનમાં રહેતી બિશ્નોઈ પ્રજા છે. વનસંરક્ષણ અને વન્યજીવો તેમની ધાર્મિક માન્યતા સાથે સંકળાયેલ છે. સદીઓથી આ પ્રકૃતિપ્રેમી લોકો પોતાના જીવના ભોગે પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે વનસ્પતિઓ (Flora) અને પ્રાણીઓ (Fauna)નું રક્ષણ કરે છે. તેઓની મૂળભૂત માન્યતા એ છે કે દરેક સજીવને જીવવાનો અને કુદરતી સંપત્તિમાં ઉપયોગ કરવાનો અધિકાર છે. ભારત સરકારે હમણાં વન્ય જીવસંરક્ષણ હેતુથી અમૃતાદેવી બિશ્નોઈ રાષ્ટ્રીય પુરસ્કારની વ્યવસ્થા કરી છે. આ પુરસ્કાર અમૃતાદેવી બિશ્નોઈની સ્મૃતિમાં આપવામાં આવે છે જેઓએ 1731માં રાજસ્થાનના જોધપુર પાસેના ખેજરાલી ગામમાં ‘ખેજરીનાં વૃક્ષો’ (ખીજડાનાં વૃક્ષો)ને બચાવવાના હેતુથી 363 લોકોની સાથે પોતાનું બલિદાન આપ્યું હતું.

અભ્યાસ પરથી આ વાતને સ્થાપિત કરાયેલી છે કે જંગલોના પરંપરાગત ઉપયોગની રીતોના વિરુદ્ધ પૂર્વાગ્રહનો કોઈ ખાસ આધાર નથી. ઉદાહરણ તરીકે, વિશાળ હિમાલય રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનનું સુરક્ષિત ક્ષેત્રમાં આલ્પાઈના જંગલ છે જે ઘેટાંઓનો ચારો હતો. ભરવાડો પ્રત્યેક વર્ષ ગ્રીભ્રત્રતુમાં પોતાના ઘેટાં ઘાટીઓમાંથી આ વિસ્તારમાં ચરાવવાને માટે લઈ જતા હતા. આ વિસ્તાર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન તરીકે જાહેર થવાથી આ પ્રવૃત્તિ બંધ થઈ, જેના કારણે પહેલાં તો આ ઘાસ ખૂબ જ લાંબા થઈ જાય છે. લંબાઈને કારણે જમીન પર પડી જાય છે અને નવાં ઘાસની વૃદ્ધિ અટકી જાય છે.

આ સંરક્ષિત વિસ્તારનાં સફળ વ્યવસ્થાપન માટે સ્થાનિક નિવાસીઓને બળપૂર્વક રોકી રાખવાની નીતિ લાંબા સમય સુધી સફળ થઈ નાહિ કોઈ પણ રીતે જંગલોને થનારા નુકસાન માટે માત્ર સ્થાનિક નિવાસીઓ જ જવાબદાર ડેરવવામાં આવે તે સાચું નથી. આપણો ઔદ્યોગિક જરૂરિયાતો તેમજ વિકાસની પરિયોજનાઓ જેવી કે રસ્તાઓ તેમજ બંધો (Dams)નું નિર્માણ કરવાથી જંગલોનો વિનાશ અથવા તેઓને થનારા નુકસાનથી આંખો ફેરવી શકાય નાહિ સંરક્ષિત વિસ્તારોમાં પર્યાટકો દ્વારા અથવા તેઓની સુવિધા માટેની થયેલી વ્યવસ્થાને કારણે થતા નુકસાન વિશે પણ વિચાર કરવો પડશે.

આપણે માનવું પડશે કે વનોની પ્રાકૃતિક છબીમાં મનુષ્યનો હસ્તક્ષેપ ખૂબ જ વધારે છે. આપણે આ હસ્તક્ષેપની પ્રકૃતિ તેમજ મર્યાદાને નિયંત્રિત કરવી પડશે. જંગલના સ્તોતોનો ઉપયોગ એવી રીતે કરવો પડશે કે જે પર્યાવરણ તેમજ વિકાસ બંનેને માટે હિતકારી હોય. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, જ્યારે પર્યાવરણ અથવા વનસંરક્ષણ કરવામાં આવે ત્યારે તેના સુઅયોજિત ઉપયોગનો લાભ સ્થાનિક નિવાસીઓને મળવો જોઈએ. આ વિકેન્દ્રીકરણની એક એવી વ્યવસ્થા છે કે જેમાં આર્થિક વિકાસ તેમજ પરિસ્થિતિકીય સંરક્ષણ બંને સાથે દર્શાવી શકાય છે. જે પ્રકારનો આર્થિક તેમજ સામાજિક વિકાસ આપણો ઈચ્છીએ છીએ, તેથી છેવટે તો એ નિર્ણય આવશે કે પર્યાવરણનું સંરક્ષણ થઈ રહ્યું છે તેનો વિનાશ થઈ રહ્યો છે. પર્યાવરણ માત્ર વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના સજ્જવટનું સંગ્રહસ્થાન નથી. આ એક જટિલ વ્યવસ્થા છે કે જેમાંથી આપણા ઉપયોગ માટે અનેક પ્રકારના પ્રાકૃતિક સ્તોતો પ્રાપ્ત થાય છે. આપણે આપણા આર્થિક તેમજ સામાજિક વિકાસની પૂર્તતા કરવા માટે આ સ્તોતોનો સાવચેતીપૂર્વક ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

નૈસર્જિક સ્તોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન)



આકૃતિ 16.3 ખેજરીનું વૃક્ષ

### 16.2.2 જંગલોનું વ્યવસ્થાપન (Management of Forest)

આપણે એ વાત પર વિચાર કરવો જોઈએ કે વન—વ્યવસ્થાપનના ઉપર્યુક્ત સંદર્ભમાં તમામ દાવેદારોનું લક્ષ્ય સમાન છે? ઉદ્યોગોને વનસંપદા મોટે ભાગે બજારની કિંમત કરતાં ઓછી કિંમતમાં પ્રાય્ કરાવાય છે. જોકે સ્થાનિક નિવાસીઓને આવા લાભથી વંચિત રાખવામાં આવે છે. ‘ચીપકો આંદોલન’ સ્થાનિક નિવાસીઓને જંગલોથી બિન્ન કે દૂર કરવાની નીતિનું જ પરિશામ છે. આ આંદોલન 1970ના શરૂઆતના દશકમાં ડિમાલયની ઊંચી પર્વતીય શૂંખલામાં ગઢવાલના ‘રેની’ નામના ગામની એક ઘટનાથી થયું હતું. આ વિવાદ લાકડાના માલિકો તેમજ સ્થાનિક લોકોની વચ્ચે થયો હતો. કારણ કે વૃક્ષોના જે માલિકો હતા તેઓને વૃક્ષો કાપવાનો અધિકાર આપી દેવાયો હતો. એક દિવસ માલિકોના માણસો વૃક્ષને કાપવા માટે આવ્યા ત્યારે ત્યાંના સ્થાનિક પુરુષો ત્યાં હાજર ન હતા. કોઈ પણ પ્રકારના ભય વગર ત્યાંની મહિલાઓ તરત જ વૃક્ષો હતાં ત્યાં પહોંચી ગઈ અને વૃક્ષોની ફરતે પોતાના હથ ફેલાવીને ઊભી રહી હતી. માલિકોએ તેમના માણસોને વૃક્ષ કાપતા અટકાવ્યા. છેવટે માલિકોએ તેમનું વૃક્ષો કાપવાનું કામ બંધ કરાવવું પડ્યું.

પ્રાકૃતિક સોતોના નિયંત્રણની આ સ્પર્ધામાં પુનઃપ્રાય્ સોતોનું સંરક્ષણ અનિવાર્ય બાબત છે. આ ઉદ્દેશથી તેના ઉપયોગની રીત ઉપર પ્રશ્ન થાય છે. લાકડાના કોન્ટ્રાક્ટરોએ તે વિસ્તારનાં બધાં વૃક્ષોને કાપીને ધરાશાહી કર્યા હોત અને તે વિસ્તાર કે ક્ષેત્રને હંમેશને માટે વૃક્ષહીન કરી નાખ્યો હોત. જ્યારે સ્થાનિક જનસમુદ્દરાય, વૃક્ષોની કેટલીક શાખાઓ કે ડાળીઓ અને પણ્ણોને કાપે છે. જેથી સમય જતાંની સાથે પુનઃ તેના જૈવિક ભાગોની પૂર્તા થાય. ‘ચીપકો આંદોલન’ ખૂબ જ ઝડપથી માનવ સમુદ્દરોમાં ફેલાઈ ગયું હતું. તેમજ લોકસંચારે પણ તેમાં યોગદાન આપ્યું હતું અને સરકારને આ બાબતે વિચારવા માટે લાચાર કરી દીધી હતી કે જંગલ કોનાથી છે? અને જંગલના સોતોનો સદૃષ્યોગ માટે પ્રાથમિકતા નક્કી કરવા માટે પુર્ણવિચારણા કરવા માટે લાચાર બનાવ્યા હતા. અનુભવે લોકોને શીખવાડી દીધું છે કે જંગલોના વિનાશથી માત્ર જંગલની હાજરી અસર પામે છે તેમ જ નથી, પરંતુ માટી કે ભૂમિની ગુણવત્તા તેમજ જલસોત પણ પ્રભાવિત થાય છે. સ્થાનિક લોકોની ભાગીદારીથી નિશ્ચિત રૂપથી જંગલોનું વ્યવસ્થાપન કાર્યદક્ષતાથી આગળ વધેલું છે.

વનોના વ્યવસ્થાપનમાં લોકોની ભાગીદારીનું એક ઉદાહરણ

(An Example Of People's Participation In The Management Of Forest)  
1972માં પણ્ણિમ બંગાળના વનવિભાગના પ્રદેશના દક્ષિણ પણ્ણિમ જિલ્લાઓમાં નાશ થઈ રહેલા સાલ વૃક્ષ (*Shorea robusta*)નાં જંગલોની પુનઃપૂર્તિ કરવાની યોજના અસફળ થઈ હતી. દેખરેખની પરંપરાગત રીતો અને પોલીસની કાર્યવાહીથી સ્થાનીય લોકો અને પ્રશાસન વચ્ચેનું અંતર વધ્યતું ગયું જેના ફળસ્વરૂપે જંગલના કર્મચારીઓ અને ગામવાસીઓમાં વારંવાર લડાઈઓ થવા લાગી હતી. આ લડાઈઓ કે જધડાઓએ નકસલવાદ જેવું સ્વરૂપ ધારણ કરતાં હિંસક આંદોલનોને પણ વેગ મળી ગયો હતો.

વનવિભાગે પોતાની રણાનીતિ બદલીને મીદનાપુરના અરાબાડી વનવિસ્તારમાં એક યોજના પ્રારંભ કરી. અહીંથી વનવિભાગના એક દૂરદર્શી અધિકારી બેનજીએ ગામવાસીઓને પોતાની યોજનામાં સમાવ્યા હતા અને તેમના સહયોગથી ખૂબ જ ખરાબ પરિસ્થિતિ ધરાવતા સાલના આ જંગલને 1272 હેક્ટર્સ વિસ્તારનું સંરક્ષણ આપ્યું. ગામવાસીઓને આ ક્ષેત્રની દેખભાગની જવાબદારીને બદલે રોજગાર મળવાની સાથે જ તેઓને ત્યાંથી નીપજનો 25 ટકાનો ઉપયોગનો અધિકાર પણ મળ્યો અને ખૂબ જ ઓછી કિંમતે બળતણ માટેનાં લાકડાં અને પશુઓને ચરાવવાની સહમતિ પણ આપી દેવામાં આવી. સ્થાનિક જનસમુદ્દરાયની સહમતિ તેમજ સક્રિય ભાગીદારીથી

1983 સુધી અરાબાડીના સાલના વન સમૃદ્ધ થઈ ગયાં અને પહેલા નકામા, પઢતર કહેવાતાં જંગલની કિંમત 12.5 કરોડ અંદાજિત ગણવામાં આવી.

### પ્રવૃત્તિ 16.8

- નીચે આપેલ પૈકી દ્વારા વનોમાં થતાં નુકસાન પર ચર્ચા કરો :
  - રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં પર્યટકો માટે આરામગૃહનું નિર્માણ કરવું.
  - રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં પાલતું પશુઓને ચરાવવાં.
  - પર્યટકો દ્વારા ખાસ્ટિકની શીશીઓ, થેલીઓ અને અન્ય કચરાને રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનમાં ફેંકવો.

### પ્રશ્નો

1. આપણે જંગલ તેમજ વન્યજીવનું સંરક્ષણ શા માટે કરવું જેઈએ ?
2. વન-સંરક્ષણ માટે કેટલાક ઉપયોગ બતાવો.



## 16.3 બધા જ માટે પાણી (Water for All)

### પ્રવૃત્તિ 16.9

- મહારાષ્ટ્રના એક ગામમાં ઓછા પ્રમાણમાં પ્રાપ્ય પાણીની ઘણા લાંબા સમયની સમસ્યાથી ગામવાસીઓ એક જલ મનોરંજન પાર્ક (વોટર રિસોર્ટ)નો ધેરાવો કરે છે. આ વિશે ચર્ચા કરો કે શું આ પ્રાપ્ય પાણીનો યોગ્ય ઉપયોગ છે ?

ધરતી પર રહેનારા બધા જ સજીવોની મૂળભૂત જરૂરિયાત પાણી છે. આપણે ધોરણ IXમાં એક સોતના સ્વરૂપમાં પાણીનું મહત્વ અને જલચક તથા મનુષ્યએ કેવી રીતે જલસોતોને પ્રદૂષિત કર્યા છે, તેનો અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. મનુષ્ય દ્વારા પ્રકૃતિમાં ખલેલ કરવાથી અનેક ક્ષેત્રોમાં પાણીની પ્રાપ્યતા પર અસર થઈ છે.

### પ્રવૃત્તિ 16.10

- એક બૌગોલિક નકશાની મદદથી ભારતમાં વરસાદની તરાફનો અભ્યાસ કરો.
- એવા વિસ્તારોની ઓળખ કરો કે જ્યાં પાણી વધુ માત્રામાં છે અને એવા વિસ્તારોની પણ ઓળખ કરો કે જ્યાં પાણી ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં છે.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ પછી તમને જાણીને આશ્રય થશે કે, પાણીની ઊણપ ધરાવતા વિસ્તારો અને વધારે ગરીબીવાળા પ્રદેશો વચ્ચે ઘનિષ્ટ સંબંધ છે.

વરસાદની તરાફ (Pattern)ના અભ્યાસથી ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં પાણીની પ્રાપ્યતા પૂર્ણતઃ સામે આવી શકતી નથી. ભારતમાં વરસાદ મુખ્યત્વે ચોમાસા પર નિર્ભર કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે વરસાદનો સમયગાળો કેટલાક મહિના સુધી જ મર્યાદિત રહે છે. વરસાદ એ કુદરતની મહેર હોવા છતાં પણ વનસ્પતિનું આચ્છાદન ઓછું થવાને કારણે ભૂમીયજળ કે ભૂત્વલીયસ્તરની પ્રાપ્યતામાં ઘણો ઘટાડો જણાય છે. પાક માટે પાણીની વધારે માત્રાની માંગ, ઉદ્યોગોથી પ્રવાહિત પ્રદૂષકો તેમજ નગરોનો કચરો જે પાણીને પ્રદૂષિત કરીને તેની પ્રાપ્યતાની સમસ્યા વધારે જટિલ બનાવી દે છે. બંધ, જળાશયો તેમજ નહેરોનો ઉપયોગ ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં સિંચાઈ માટે પ્રાચીન સમયથી થઈ રહ્યો છે. પહેલા આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ સ્થાનિક લોકો દ્વારા કરાતો હતો અને સ્થાનીય નિવાસી તેનું વ્યવસ્થાપન કૃષિ તેમજ રોજિંદી જરૂરિયાતો પૂરી કરવા માટે કરતાં હતા જેથી પાણી સંપૂર્ણ

વર્ષ માટે પ્રાપ્ય થઈ શકે. આ સંગૃહીત પાણીનું નિયંત્રણ સારી રીતે કરાતું હતું અને પાણીની પ્રાપ્યતા અને દસ્કાઓ તેમજ સદીઓના અનુભવને આધારે યોગ્ય પાકની રીતો અપનાવતા હતા. સિંચાઈના આ સોતોનું વ્યવસ્થાપન પણ સ્થાનિક લોકો દ્વારા કરાતું હતું.

અંગ્રેજોએ ભારતની અન્ય બાબતોની સાથે-સાથે આ પદ્ધતિને પણ બદલી નાખી હતી. મોટી પરિયોજનાઓ જેવી કે વિશાળ બંધ અને દૂર સુધી જઈ શકે તેવી મોટી-મોટી નહેરોની સૌપ્રથમ સંકલ્પના કરી અને તેને કાર્યાન્વિત પણ અંગ્રેજો દ્વારા જ કરવામાં આવ્યું હતું. જેને આપણે સ્વતંત્ર થયા પછી આપણી સરકારે પણ પૂર્જોશની સાથે અપનાવેલ છે. આ વિશાળ પરિયોજનાઓથી સ્થાનિક રીતે સિંચાઈ ઉપેક્ષિત થતી ગઈ અને સરકાર ધીમે-ધીમે તેનું વ્યવસ્થાપન, પ્રશાસન પોતાના હાથમાં લેતી ગઈ જેથી પાણીના સ્થાનિક સોતો પર સ્થાનિક નિવાસીઓનું નિયંત્રણ સમાપ્ત થઈ ગયું.

### હિમાચલપ્રદેશમાં કુલહ

વર્ષ જીજ્ઞાસું !

લગભગ 400 વર્ષ પૂર્વે હિમાચલપ્રદેશના કેટલાક વિસ્તારોમાં નહેર સિંચાઈની સ્થાનિક વ્યવસ્થાનો વિકાસ થયો હતો. તેને કુલહ (Kulh) કહેવાય છે. ઝરણાંમાંથી વહેતું પાણી માનવનિર્મિત નાના-નાના નાળાઓમાંથી પહોડો પર આવેલા નીચલા કે તળેટિનાં ગામો સુધી લઈ જવામાં આવતું હતું. આ કુલહથી પ્રાપ્ય પાણીનું વ્યવસ્થાપન તે વિસ્તારનાં બધાં જ ગામોની સહમતિથી કરવામાં આવતું હતું. તમને જાણીને સુખદ આશ્રય થશે કે ખેતીવાડીની ઋતુમાં પાણી સૌપ્રથમ દૂરના ગામને આપવામાં આવતું હતું પછી ઉત્તરોત્તર ઊંચાઈ પર આવેલા ગામ તે પાણીનો ઉપયોગ કરતા હતા. કુલહની દેખરેખ તેમજ વ્યવસ્થાપન માટે બે ત્રણ વ્યક્તિઓને રાખવામાં આવતા હતા જે લોકોને ગામવાળા પગાર આપતા હતા. સિંચાઈ સિવાય આ કુલહથી પાણી નીતરતું હતું. જે વિવિધ સ્થાનો પર ઝરણાંને પણ પાણી આપતું રહેતું હતું. સરકાર દ્વારા આ કુલહને હસ્તગત કર્યા પછી તેમાંથી મોટા ભાગના નિષ્ઠિય થઈ ગયા અને પાણીના વિતરણની એકબીજા વચ્ચેની ભાગીદારીની પહેલા જેવી વ્યવસ્થા સમાપ્ત થઈ ગઈ છે.

#### 16.3.1 બંધો (Dams)

આપણે બંધ શા માટે બનાવવા માંગીએ છીએ ? મોટા બંધમાં પાણીનો સંગ્રહ પર્યાપ્ત માત્રામાં કરી શકાય છે જેનો ઉપયોગ માત્ર સિંચાઈ માટે નહિ પણ વિદ્યુત-ઉત્પાદન માટે પણ કરવામાં આવે છે જેના વિશે આપણે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. તેમાંથી નીકળતી નહેરો પાણીની વધુ માત્રાને દૂરનાં સ્થાનો સુધી લઈ જાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઈંદ્રિય ગાંધી નહેરથી રાજસ્થાનના ઘણા મોટા વિસ્તારોમાં હરિયાળી આવી ગઈ છે, પરંતુ પાણીના અયોગ્ય વ્યવસ્થાપનને કારણે માત્ર કેટલાક વ્યક્તિઓ જ તેનો લાભ મેળવે છે તે કારણથી પાણીના વ્યવસ્થાપનના લાભથી ઘણા બધા લોકો વંચિત રહી ગયા છે. પાણીનું યોગ્ય વિતરણ થતું નથી. આમ, પાણીના સોતની નજીકમાં રહેનારા વ્યક્તિઓ શેરડી તેમજ ડાંગર જેવા વધારે પાણી દ્વારા ઊગતા પાકો લઈ શકે છે. જ્યારે પાણીના સોતથી દૂર રહેનારા લોકોને પાણી મળી શકતું નથી. બંધ તેમજ નહેરો બનાવતી વખતે સ્થળાંતરિત કરાવેલી વ્યક્તિઓમાં પણ વ્યથા અને અસંતોષ વધી જાય છે કારણ કે તે સમયે કરેલા વાયદાઓ પૂરા કરવામાં આવેલાં નથી.

મોટા બંધોના બનાવવાના વિરોધમાં ઊભા થયેલાં કારણોની ચર્ચા આપણે આ અગાઉના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. ગંગાનઢી પર બનેલો તેહરી બંધ તેનું એક ઉદાહરણ છે. તમે ‘નર્મદા બચાવો આંદોલન’ના વિષયમાં પણ અવશ્ય વાંચ્યું હશે કે જેમાં નર્મદા નઢી પર બનાવેલા બંધની ઊંચાઈ વધારવાનો વિરોધ થઈ રહ્યો છે. મોટા બંધના વિરોધમાં મુખ્યત્વે ત્રણ સમસ્યાઓની ચર્ચા વિશેષ રીતે થાય છે :

- સામાજિક સમસ્યાઓ : કારણ કે તેનાથી મોટી સંખ્યામાં ખેડૂત અને આદિવાસી વિસ્થાપિત થાય છે અને તેઓને પૂરતું વળતર પણ મળતું નથી.
- આર્થિક સમસ્યાઓ : કારણ કે તેમાં રોકાયેલાં નાણાંનાં પ્રમાણમાં લોકોને પૂરતા લાભ મળતા નથી.

(iii) પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ : કારણ કે તેથી મોટા સ્તરે જંગલોનો વિનાશ થાય છે અને જૈવવિવિધતાને નુકસાન થાય છે.

વિકાસની વિવિધ પરિયોજનાઓમાં સ્થાળાંતરિત થયેલા લોકોમાંથી મોટા ભાગના વ્યક્તિઓ ગરીબ આદિવાસીઓ હોય છે. જેઓને આ પરિયોજનાઓથી કોઈ લાભ થતો નથી અને તેઓને પોતાની ભૂમિ તેમજ જંગલોમાંથી પણ હાથ ધોવા પડે છે. વળી, નુકસાનની પૂર્તિ પણ યોગ્ય રીતે થતી નથી. 1970માં બનેલા તાપી બંધના વિસ્થાપિતોને હજુ સુધી તે લાભ મળી શક્યો નથી જેનો તેઓને વાયદો કરાયો હતો.

### 16.3.2 પાણીનો સંગ્રહ (Water Harvesting)

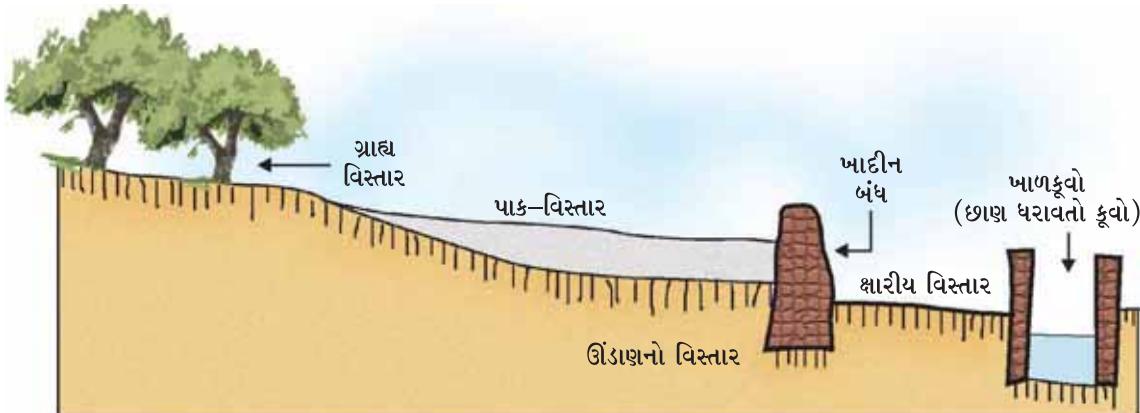
જળસંગ્રહ વ્યવસ્થાપનના ભૂમિ અને પાણીના સંરક્ષણને પ્રાધાન્ય આપવામાં આવે છે જેથી ‘જૈવભાર’ના ઉત્પાદનમાં વધારો થઈ શકે. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ ભૂમિ અને પાણી જેવા પ્રાથમિક સોતોનો વિકાસ તથા વપરાશ માટે દ્વિતીય સોત તરીકે વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓનું ઉત્પાદન એ રીતે કરવું જેથી પરિસ્થિતિકીય અસંતુલન ન થાય. જલસંગ્રહ વ્યવસ્થાપન માત્ર પાણીનો સંગ્રહ કરતા સમુદ્દરાયના ઉત્પાદન તેમજ આવક વધારવાનો નથી પણ દુકાળ તેમજ પૂરને પહોંચી વળવાનું છે અને નીચાશવાળા વિસ્તારમાં આવેલા બંધ કે જળાશયનું આયુષ્ય વધારે છે. પ્રવાહ તેમજ જળાશયોની સેવાકારીન (આવરદા)માં અનેક સંગઠનો પ્રાચીન પ્રજાલીથી પાણીના સંરક્ષણને પુનઃજીવિત કરવામાં કાર્યરત છે. જે બંધ જેવી મોટી પરિયોજનાઓનો વિકલ્પ બની શકે છે. આ સમુદ્દરાયોએ પાણીના સંરક્ષણની એવી સો કરતાં પણ વધારે દેશી પદ્ધતિઓ વિકસાવી છે જેના દ્વારા ધરતી પર પડનારાં પ્રચેક ટીપાંનું સંરક્ષણ કરી શકાય જેમકે નાના-નાના ખાડાઓ ખોદવા, સરોવરોનું નિર્માણ કરવું, સામાન્યત: પાણી સંગ્રહ વ્યવસ્થાની સ્થાપના કરવી, માટીના નાના બંધ બનાવવા, રેતી અને ચૂનાના પથ્થરોનો ઉપયોગ જળાશય બનાવવા અને ઘરનાં ઘાબાઓ પરથી પાણીને એકત્રિત કરવું. જેથી ભૂમીય જલસ્તર વધતું જાય છે અને નદી પણ પુનઃજીવિત થઈ જાય છે.

પાણીનો સંગ્રહ (Water Harvesting) ભારતમાં ખૂબ જૂની સંકલ્પના છે. રાજ્યાન્ધે પાણીની સંકલ્પના પાણીની સંરક્ષણ વિધાનની સ્થાપના કરવી, માટીના નાના બંધ બનાવવા, રેતી અને ચૂનાના પથ્થરોનો ઉપયોગ જળાશય બનાવવા અને ઘરનાં ઘાબાઓ પરથી પાણીને એકત્રિત કરવું. જેથી ભૂમીય જલસ્તર વધતું જાય છે અને નદી પણ પુનઃજીવિત થઈ જાય છે. સ્થાનીય નિવાસીઓને તે વિસ્તારના જળસોતોને વ્યવસ્થાપન કરવા દેવાથી તેનો ઓછો વ્યય થાય છે કે સંપૂર્ણ અટકી જાય છે.

મોટા સમતલીય ભૂમીય ભાગમાં પાણીસંગ્રહનું સ્થળ મુખ્યત્વે અર્ધચંદ્રકાર માટીના ખાડા અથવા નીચાશવાળા ભાગ, વર્ષાક્રતુમાં પૂરી રીતે ભરાઈ જનારા નાળા અથવા પ્રાકૃતિક જળમાર્ગ પર બનાવેલા ‘ચેકડેમ’ જે કાંકિટ અથવા નાના કાંકરા-પથરો દ્વારા બનાવાય છે. આવા નાના બંધોના અવરોધના કારણે ચોમાસામાં પાણીના તળાવો ભરાઈ જાય છે. માત્ર મોટા જળાશયોમાં પાણી સમગ્ર વર્ષ રહે છે. પરંતુ નાનાં જળાશયોમાં આ પાણી 6 મહિના કે તેનાથી પણ ઓછા સમય સુધી રહે છે. તેના પછી તે સુકાઈ જાય છે. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ પાણીસંગ્રહનો નથી, પરંતુ ભૂમીય જલસ્તરમાં સુધારણા કરવાનો છે. પાણીના ભૂમીય જળના સ્વરૂપમાં સંરક્ષણના ઘણા લાભ થાય છે. ભૂમીય જળથી અનેક લાભ થાય છે. તે બાધ્ય બનીને ઊરી જતું નથી, પરંતુ આજુબાજુમાં ફેલાઈ જાય છે. મોટા વિસ્તારમાં નૈસર્જિક સોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન)

એક પરંપરાગત પ્રવિધિ ભારતનાં ‘વોટરમેન’ને મોટા ભાગના શુષ્કવિસ્તામાં રહેલાં સૂકાભઙ ગામડાં અને ગ્રામવાસીઓનાં જીવનમાં પરિવર્તન લાવવામાં મદદ કરી છે. ડૉ. રાજેન્દ્ર સિંઘના લગભગ બે દાયકાના પ્રયાસોથી રાજ્યાન્ધે પાણીના સંગ્રહ માટેનાં 8600 જેટલાં ટાંકા કે તેના જેવી રૂચના નિર્માણ કરવામાં આવી અને 1000 ગામડાં સુધી પાણી ફરીથી પહોંચાડવામાં આવ્યું. 2015માં તેમને ‘સ્ટોટકહોમ વોટર પ્રાઇજ’ આપવામાં આવ્યું. આ એક એવો પ્રતિષ્ઠિત એવોર્ડ જે પુથી પરના જલસોતો અને નિવાસીના માટે પાણી-સંરક્ષણ અને સંગ્રહ કરવા બદલ આપવામાં આવે છે.

વનસ્પતિને ભેજ આપે છે. તે સિવાય તેનાથી મંજુરોની સમસ્યા થતી નથી. ભૂમિય જળ, માનવ તે મજ પ્રાણીઓના ઉત્સર્ગ દ્વયોથી સરોવરો અને તળાવોમાં સ્થિર થયેલા પ્રદૂષિત પાણીની તુલનામાં વધુ સુરક્ષિત છે.



આકૃતિ 16.4 પાણીના સંગ્રહની પારંપરિક વ્યવસ્થા-ખાઈન-પદ્ધતિનું આદર્શ વ્યવસ્થાપન

### પ્રશ્નો

- તમારા નિવાસના વિસ્તારની આજુબાજુ પાણી-સંગ્રહની પરંપરાગત પદ્ધતિ વિશે જાણકારી મેળવો.
- આ પદ્ધતિ અને પર્વતીય વિસ્તારો મેદાની વિસ્તારો અથવા પડતર વિસ્તારમાં જેવા મળતી પીવાના પાણીની વ્યવસ્થાની તુલના કરો.
- તમારા વિસ્તારમાં પાણીના ખોતોની તપાસ કરો. શું આ ખોતથી પ્રાપ્ત પાણી તે વિસ્તારના બધા જ રહેવાસીઓ માટે પ્રાપ્ત છે ?



### 16.4 કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ (Coal and Petroleum)

આપણે કેટલાક ખોતો જેવા કે જંગલ, વન્યજીવન અને પાણીના સંગ્રહણ તેમજ સુપોષણ કે જાળવણીને સંબંધિત અનેક સમસ્યાઓની ચર્ચા કરી છે. જો આપણે તેઓની જાળવણીના ઉપાયો અપનાવીએ તો જેનાથી આપણી જરૂરિયાતોની પૂર્તતા પણ થતી રહેશે. હવે આપણે એક અન્ય મહત્વપૂર્ણ ખોત અશ્મિ બળતણ એટલે કે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ પર ચર્ચા કરીશું જે ઊર્જાનો મુખ્ય ખોત છે. ઔદ્યોગિક કાંતિના સમયથી આપણે ઉત્તરોત્તર વધુ ઊર્જા વાપરીએ છીએ જેથી ઊર્જાની જરૂરિયાત વધુ રહે છે. આ ઊર્જાનો ઉપયોગ આપણી રોજિંદી ઊર્જાની જરૂરિયાતની આપૂર્તિ અને જીવનોપયોગી પદાર્થાના હેતુ એ કરી રહ્યા છીએ. ઊર્જાસંબંધી આ જરૂરિયાત આપણાને કોલસા અને પેટ્રોલિયમમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે.

આ ઊર્જાખોતોનું વ્યવસ્થાપન અન્ય ખોતોની તુલનામાં કંઈક અંશે બિના રીતે કરવામાં આવે છે. પેટ્રોલિયમ તેમજ કોલસો લાખો વર્ષ પૂર્વે સજીવોની જૈવમાત્રાના વિઘટનથી પ્રાપ્ત થાય છે. આમ, આપણે જેટલી પણ સાવધાની કે સાવયેતીથી તેનો ઉપયોગ કરીએ તોપણ આ ખોત ભવિષ્યમાં સમાપ્ત થઈ જ જવાનો છે. આમ, ત્યાં સુધી આપણે ઊર્જાના વૈકલ્પિક ખોતોની શોધ કરવાની જરૂરિયાત વિશ્વાસ કરી શકતાં હોય.

રહે છે. આ સોત જો વર્તમાન દરથી ઉપયોગમાં લેવામાં આવે તો તે કેટલા સમય સુધી પ્રાપ્ત રહેશે, તેના વિષયમાં વિવિધ અટકળોને આધારે તેમજ અવલોકનોને આધારે આપણે એમ કહી શકીએ છીએ કે આપણા પેટ્રોલિયમના સોત લગભગ હવે પછીનાં 40 વર્ષોમાં કોલસો પછીનાં 200 વર્ષ સુધી પ્રાપ્ત થઈ શકે તેમ છે.

પરંતુ, જ્યારે આપણે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમના વપરાશની બાબતનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે ઊર્જાના અન્ય સોતોના વિષયમાં પણ વિચારવું એકમાત્ર આધારભૂત બાબત નથી. કારણ કે, કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ જૈવભાર (bio-mass) થી બને છે. જેમાં કાર્ਬન સિવાય હાઇડ્રોજન, નાઈટ્રોજન તેમજ સલ્ફરની પણ નિયત માત્રા હોય છે. જ્યારે તેને સળગાવીએ કે બાળીએ છીએ ત્યારે કાર્બન ડાયોક્સાઈડ, પાણી, નાઈટ્રોજનના ઓક્સાઈડ અને સલ્ફરના ઓક્સાઈડ બને છે. અપૂર્વતા ઓક્સિજનમાં સળગતો કોલસો કાર્બન ડાયોક્સાઈડને સ્થાને કાર્બન મોનોક્સાઈડ બનાવે છે. આ ઉત્પાદનોમાંથી નાઈટ્રોજન તેમજ સલ્ફરના ઓક્સાઈડ અને કાર્બન મોનોક્સાઈડ જેરી વાયુઓ છે અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ એક ગ્રીનહાઉસ વાયુ છે. કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ પર વિચાર કરવાનો એક દસ્તિકોણ એ પણ છે કે તે કાર્બનનો વિશાળ બંદર છે, જો તેની સંપૂર્ણ માત્રામાં કાર્બન સળગવાથી કાર્બન ડાયોક્સાઈડમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય તો વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું પ્રમાણ જરૂર કરતાં વધારે થઈ જાય જેથી ઝડપથી વૈશ્વિક તાપમાન વધવાની સંભાવના છે. (Global Warming). આમ, આ સોતોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવાની જરૂરિયાત છે.

### પ્રવૃત્તિ 16.11

- કોલસાનો ઉપયોગ તાપમાન આધારિત વીજળીઘરો (તાપીય વીજમથકો-Thermal Power Station)માં તેમજ પેટ્રોલિયમ ઉત્પાદન જેવાં કે ડીજલ તેમજ પેટ્રોલ પરિવહનનાં વિભિન્ન સાધનો જેવા કે, મોટરવાહન, જલયાન (સ્ટીમર)માં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આજના યુગમાં વિદ્યુત ઉપકરણો તેમજ પરિવહનમાં વિદ્યુતનો ઉપયોગ કર્યા વિના જીવનની કલ્પના કરી શકાય પણ નહિ. આમ, શું તમે એવા કોઈ ઉપાયો વિચારી શકો છો કે જેથી કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય ?

કેટલાક સરળ વિકલ્પોથી આપણે આ ઊર્જાનો ઉપયોગમાં ઘટાડો લાવી શકીએ છીએ. તેના લાભ-નુકસાન તેમજ પર્યાવરણ અનુકૂલન પર સંબંધિત વિચાર કરો :

- (i) બસમાં મુસાફરી, પોતાનાં વાહનને ઉપયોગમાં લેવું અથવા ચાલતા જવું કે સાઈકલ લઈને જવું.
  - (ii) તમારાં ઘરોમાં બલ્બ, ફ્લોરોસેન્ટ ટ્યૂબનો ઉપયોગ કરવો.
  - (iii) લિફ્ટનો ઉપયોગ કરવો અથવા સીરીઓનો ઉપયોગ કરવો.
  - (iv) શિયાળામાં એક વધારાનું સ્વેટર પહેરવું અથવા હાટર કે સગડીનો ઉપયોગ કરવો.
- કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ આપણાં મશીનોની કાર્યદક્ષતા પર પણ નિર્ભર કરે છે. પરિવહનનાં સાધનોમાં મુખ્યત્વે આંતરિક દહન-બળતણનો ઉપયોગ થાય છે. આજકાલ અનુસંધાન આ વિષય પર કેન્દ્રિત થાય છે કે તેમાં (પરિવહનનાં સાધનોમાં) ઈંધણનું પૂર્ણદહન કેવી રીતે સુનિશ્ચિત રીતે કરી શકાય છે ? જેથી તેઓની કાર્યદક્ષતા પણ વધે અને પ્રદૂષણમાં પણ ઘટાડો થઈ શકે.

### પ્રવૃત્તિ 16.12

- તમે વાહનોમાંથી નીકળતા વાયુઓને યુરો-I તેમજ યુરો-II આંક (માપન અંકો)ના વિશે નિયતપણે સાંભળ્યું જ હશે. તપાસ કરો કે આ માપન-અંક વાયુ પ્રદૂષણ ઘટાડવામાં કેવી રીતે મદદરૂપ થાય છે ?

## 16.5 નૈસર્જિક સોતોના વ્યવસ્થાપનનું વિહંગાવલોકન

### (An Overview of Natural Resources Management)

નૈસર્જિક સોતોનું સંયોજિત વ્યવસ્થાપન કરવું એક મુશ્કેલી ભરેલું કાર્ય છે. આ વિષય પર વિચાર કરવા માટે આપણે નિષ્પક્ષ રીતે બધાં પાસાંઓની જરૂરિયાતોને ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ. આપણે એ તો જાણીએ છીએ કે, પોતાના લાભને પ્રાથમિકતા દેવાનો આપણે ભરપૂર પ્રયત્ન કરીએ છીએ, પરંતુ આ વાસ્તવિકતાને લોકો ધીમે-ધીમે સ્વીકારતા થયા છે કે કેટલાક લોકો પોતાનો સ્વાર્થ પૂર્ણ કરવા માટે ઘણી મોટી સંખ્યાના લોકોના માટે હુંનું કારણ બની શકે છે અને આપણા પર્યાવરણનો પૂર્ણ વિનાશ પણ સંભવત: કરે છે. કાયદા, નિયમ તેમજ નિયંત્રણ વધારે આપણે આપણા વ્યક્તિગત અને સામૂહિક જરૂરિયાતોને સીમિત કરવી પડશે જેથી વિકાસનો લાભ બધાને તેમજ બધી ભાવી પેઢીઓને પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે.

### તમે શીખ્યાં કે

- આપણા સોતો જેવાં કે જંગલો, વન્યજીવો, કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ સંપોષિત રૂપેથી કરવાની જરૂરિયાત છે.
- ઓછો ઉપયોગ, પુનઃઉપયોગ તેમજ પુનઃ ચક્કિયકરણની નીતિ અપનાવીને આપણે પર્યાવરણ પર પડનારા દબાણને ઓછું કરી શકાય છે.
- વન-સંપદાનું વ્યવસ્થાપન બધા પક્ષોના હિતોને ધ્યાનમાં રાખીને કરવું જોઈએ.
- જલસોતોનો સંગ્રહના હેતુથી બંધ બનાવવામાં સામાજિક-આર્થિક તેમજ પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ ઊભી થાય છે. મોટા બંધનો વિકલ્પ ઉપલબ્ધ છે. આ સ્થાન કે વિસ્તાર વિશિષ્ટ હોય છે અને તેનો વિકાસ કરી શકાય છે જેથી સ્થાનીય લોકોને તે વિસ્તારના સોતોનું નિયંત્રણ કરવાની જવાબદારી આપી શકાય.
- અશિં ઈંધણ કે બળતણ જેવાં કે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ, છેવટે તો સમાપ્ત થઈ જવાના છે તેમની માત્રા સીમિત છે અને તેઓના દહનથી પર્યાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે. આમ, આપણે આ સોતોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવો જરૂરી છે.

### સ્વાધ્યાય

1. તમારા ઘરને પર્યાવરણમિત્ર (અનુકૂલિત) બનાવવા માટે તમે ક્યાં-ક્યાં પરિવર્તનોનું સૂચન કરો છો ?
2. શું તમે તમારી શાળામાં કેટલાક પરિવર્તન માટેનાં સૂચનો સૂચવી શકો છો કે જેથી તે (શાળા) પર્યાવરણીય અનુકૂલિત બની શકે ?
3. આ પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે જ્યારે જંગલ તેમજ વન્યપ્રાણીઓની વાત કરીએ છીએ ત્યારે ચાર મુખ્ય ભાગીદારો સામે આવે છે. તેમાંથી કોને જંગલના ઉત્પાદનનું વ્યવસ્થાપન માટે નિર્ણય લેવાનો અધિકાર આપી શકાય ? તમે એવું કેમ વિચારો છો ?
4. વ્યક્તિગત સ્વરૂપમાં તમે નીચે આપેલ પૈકી કોના વ્યવસ્થાપનમાં યોગદાન આપી શકો છો ?
  - (a) જંગલ તેમજ વન્ય પ્રાણી
  - (b) જલસોત
  - (c) કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ
5. વ્યક્તિગત તરીકે તમે વિવિધ પ્રાકૃતિક ઉત્પાદનોના વપરાશને ઘટાડવા માટે શું કરી શકો છો ?
6. નીચે આપેલ બાબતો સંબંધિત પાંચ કાર્યો લખો કે જે તમે છેલ્લા સપ્તાહમાં ક્યાં હોય ?
  - (a) આપણા પ્રાકૃતિક સોતોનું સંરક્ષણ
  - (b) આપણા પ્રાકૃતિક સોતો પર દબાણનો વધારો
7. આ પ્રકરણમાં ચર્ચાવામાં આવેલી સમસ્યાને આધારે તમે તમારી જીવનશૈલીમાં શું પરિવર્તન લાવશો ? જેથી આપણા સોતોના સંપોષણ (જરૂરિયાત પ્રમાણે ઓછો વપરાશ)ને પ્રોત્સાહન મળી શકે ?

## 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. (b)

### પ્રકરણ 6

1. (c)                    2. (a)                    3. (d)                    4. (b)

### પ્રકરણ 7

1. (d)                    2. (b)                    3. (d)

### પ્રકરણ 8

1. (b)                    2. (c)                    3. (d)

### પ્રકરણ 9

1. (c)                    2. (d)                    3. (a)

### પ્રકરણ 10

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, ઉલટું

11. 30 cm

12. 6.0 cm, અરીસાની પાછળ, આભાસી, ચતું

13.  $m = 1$  દર્શાવે છે કે સમતલ અરીસા વડે રચતાં પ્રતિબંધનું પરિમાણ વસ્તુના જેટલું જ હોય છે તથા  $m$ નું ધન ચિહ્ન સૂચવે છે કે પ્રતિબંધ આભાસી અને ચતું છે.

14. 8.6 cm, અરીસાની પાછળ આભાસી, ચતું; 2.2 cm, ઘટે છે.

15. 54 cm વસ્તુની બાજુએ; 14 cm, વિવર્ધિત, સાચું, ઉલટું

16.  $-0.50\text{ m}$ ; અંતર્ગોળ લેન્સ

17.  $+0.67\text{ m}$ ; અભિસારી લેન્સ

**પ્રકરણ 11**

1. (b)                  2. (d)                  3. (c)                  4. (c)  
 5. (i) -0.18 m;        (ii) +0.67 m  
 6. અંતર્ગોળ લેન્સ; -1.25 D  
 7. બહિગોળ લેન્સ; +3.0 D

**પ્રકરણ 12**

1. (d)                  2. (b)                  3. (d)                  4. (c)  
 5. સમાંતર              6.  $122.7 \text{ m}; \frac{1}{4} \text{ ગણુ}$   
 7.  $3.33 \Omega$               8.  $4.8 \text{ k}\Omega$               9.  $0.67 \text{ A}$   
 10. 4 અવરોધકો       12. 110 બહબ  
 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 13**

1. (d)                  2. (c)                  3. (a)                  4. (d)                  5. (c)  
 6. (a) ખોટું        (b) સાચું        (c) સાચું        (d) ખોટું  
 10. અધોદિશામાં  
 13. (i) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય) એક દિશામાં ક્ષણિક આવર્તન કરશે  
       (ii) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય) ક્ષણિક આવર્તન કરશે પરંતુ (i)માંની દિશાથી વિરુદ્ધ દિશામાં  
       (iii) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય)નું કોઈ આવર્તન દેખાશે નહિ.  
 15. (a) જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (b) ફ્લેબિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ (c) ફ્લેબિંગનો જમણા હાથનો નિયમ

**પ્રકરણ 14**

1. (b)                  2. (c)                  3. (c)

**પ્રકરણ 15**

1. (a), (c), (d)       2. (b)                  3. (d)