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

વિજ્ઞાન

ધોરણ X

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

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

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક

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

तमसो मा ज्योतिर्गमय

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

ભાષાશુદ્ધિ
શ્રી વિજય ટી. પારેખ

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

નિર્માણ-સંયોજન
શ્રી હરેન શાહ
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

મુદ્રણ-આયોજન
શ્રી હરેશ એસ. લીમ્બાચીયા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

પ્રસ્તાવના

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

આ પાઠ્યપુસ્તકનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં 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. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), શ્રી નીતિન દવે, ડૉ. હાર્દિક અમીન, શ્રી ધવલ સોલંકી, શ્રી બ્રિજેશ પટેલ, શ્રી મેહુલ પટેલ અને શ્રી ભાવિન પટેલ ઉપસ્થિત રહી પોતાનાં કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરાં પાડ્યાં 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 સિંઘ (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 સિંઘ, નિયામક

મુદ્રક :

FOREWORD

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

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

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

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development team responsible for this book. We wish to thank the Chairman of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor Rupamanjari Ghosh, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to them and their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources,

material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairmanship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 November 2006

PREFACE

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

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

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

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

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

RUPAMANJARI GHOSH
Professor of Physics
School of Physical Sciences
Jawaharlal Nehru University
New Delhi

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Chairman, Advisory Group for textbooks in Science and Mathematics

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

Chief Advisor

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

Members

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

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

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

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

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

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

Charu Maini, *PGT*, Salwan Public School, Gurgaon, Haryana

Dinesh Kumar, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Gagan Gupta, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Uma Sudhir, Eklavya, Indore, Madhya Pradesh

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

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

Member-coordinator

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

ACKNOWLEDGEMENTS

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

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

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

Special thanks are due to Hukum Singh, *Professor* and Former *Head*, DESM, NCERT, New Delhi, for providing all academic and administrative support.

The Council also gratefully acknowledges the support provided by the APC Office of DESM, administrative staff of DESM; Deepak Kapoor, *Incharge,* Computer Station, DESM; Saima and Arvind Sharma, *DTP Operators* and Rajesh Handa, *Illustrator*; Mohd. Qamar Tabrez and Musarrat Parveen, *Copy Editors*; Seema Yadav, *Proof Reader*. The efforts of the Publication Department, NCERT are also highly appreciated.

અનુક્રમણિકા

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

અનુક્રમણિકા

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

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

JUSTICE, social, economic and political;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

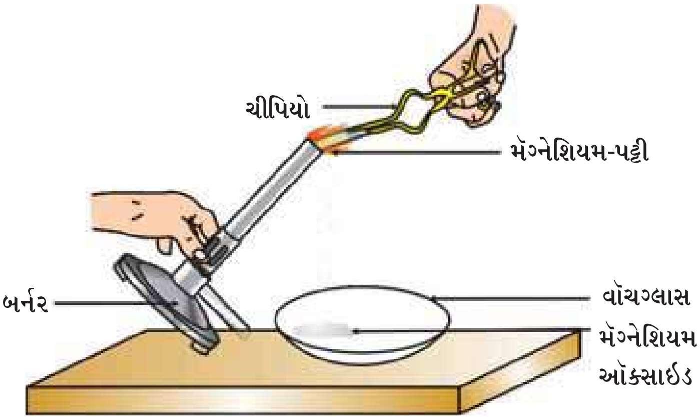
ઉપર્યુક્ત તમામ પરિસ્થિતિઓમાં પ્રારંભિક પદાર્થની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) અને તેની ઓળખમાં કંઈક ને કંઈક પરિવર્તન આવે છે. દ્રવ્યના ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફારો વિશે આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છીએ. જ્યારે રાસાયણિક ફેરફાર થાય છે ત્યારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે.

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

પ્રવૃત્તિ 1.1

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

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



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

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

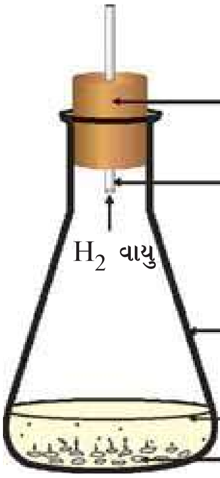
પ્રવૃત્તિ 1.2

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

પ્રવૃત્તિ 1.3

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

  ચેતવણી : ઍસિડનો ઉપયોગ સાવચેતીથી કરવો.
- તમને ઝિંકના 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
ઝિંક પર મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન વાયુનું નિર્માણ

ઉપર્યુક્ત ત્રણેય 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 ઉદ્ભવ
- તાપમાનમાં પરિવર્તન

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

1.1 રાસાયણિક સમીકરણો (Chemical Equations)

પ્રવૃત્તિ 1.1નું વર્ણન આ મુજબ થઈ શકે - જ્યારે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં સળગે છે ત્યારે તે મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં 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 -

મૅગ્નેશિયમ + ઑક્સિજન → મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ (1.1)

(પ્રક્રિયકો) (નીપજ)

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

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

1.1.1 રાસાયણિક સમીકરણ લખવું (Writing a Chemical Equation)

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

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

તીરની નિશાનીની ડાબી તરફ (LHS) અને જમણી તરફ (RHS) રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા ગણો અને તેની સરખામણી કરો. શું બંને તરફ 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) મૅગ્નેશિયમની હવામાં સળગવાની પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ છે.

1.1.2 સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ (Balanced Chemical Equations)

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

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

પ્રવૃત્તિ 1.3 માટે શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય –

ઝિંક + સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ → ઝિંક સલ્ફેટ + હાઇડ્રોજન

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

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

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

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

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

નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ –

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

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

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

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

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

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

ઑક્સિજનના પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે -

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

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

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

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

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

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

હાઇડ્રોજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	8 ($4H_2O$માં)	2 (H_2માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	8	2×4

સમીકરણ આ પ્રમાણે થશે –

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

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

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

આયર્ન (લોખંડ)ના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1(Fe માં)	3(Fe_3O_4માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 3	3

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

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

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

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

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

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

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

સમતુલિત સમીકરણ (1.9) નીચે પ્રમાણે થશે :

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

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

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

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

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

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

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

પ્રશ્નો

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

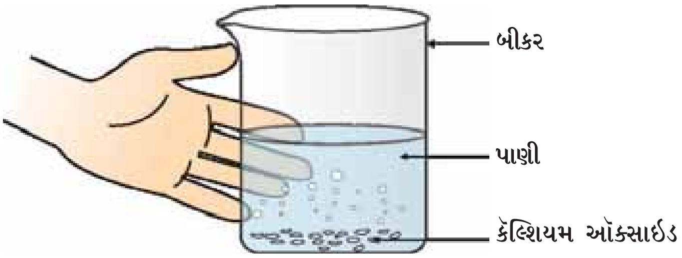
1.2 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના પ્રકાર (Types of Chemical Reactions)

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

1.2.1 સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા (Combination Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.4

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



આકૃતિ 1.3
કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી ફોડેલા ચૂના (Slacked lime)નું નિર્માણ

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

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

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

શું તમે જાણો છો ?

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

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

(કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) (કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ)

ચાલો, આપણે સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાંક વધુ ઉદાહરણોની ચર્ચા કરીએ.

(i) કોલસાનું સળગવું

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

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

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

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

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

ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો –

(i) કુદરતી વાયુનું સળગવું (દહન)

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

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

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

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

(ગ્લુકોઝ)

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

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

1.2.2 વિઘટન પ્રક્રિયા (Decomposition Reaction)

આકૃતિ 1.4

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

પ્રવૃત્તિ 1.5

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

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

$$\underset{\text{(ફેરસ સલ્ફેટ)}}{2FeSO_4(s)} \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} \underset{\text{(ફેરિક ઑક્સાઇડ)}}{Fe_2O_3(s)} + SO_2(g) + SO_3(g) \qquad (1.19)$$

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

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

$$\underset{\text{(ચૂનાનો પથ્થર)}}{CaCO_3(s)} \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} \underset{\text{(કળીચૂનો)}}{CaO(s)} + CO_2(g) \qquad (1.20)$$

ઉષ્મીય વિઘટનનું અન્ય ઉદાહરણ પ્રવૃત્તિ 1.6માં આપેલ છે.

આકૃતિ 1.5

લેડ નાઇટ્રેટને ગરમ કરવું તેમજ નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડનું ઉત્પન્ન થવું

પ્રવૃત્તિ 1.6

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

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

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

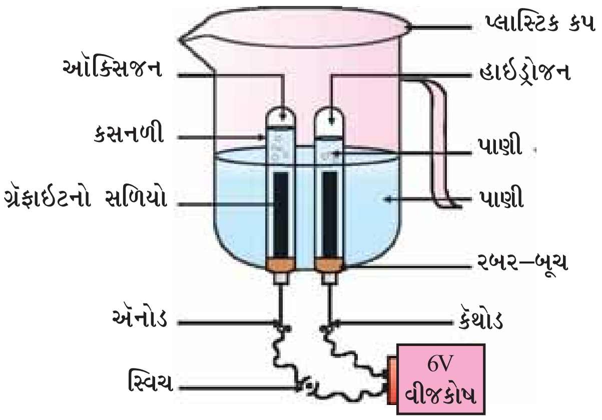
(લેડ નાઈટ્રેટ) (લેડ ઑક્સાઇડ) (નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ) (ઑક્સિજન)

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

પ્રવૃત્તિ 1.7

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

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



આકૃતિ 1.6
પાણીનું વિદ્યુતવિભાજન

પ્રવૃત્તિ 1.8

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

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

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

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

સિલ્વર બ્રોમાઇડ પણ આ જ પ્રકારે વર્તે છે.

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

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

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

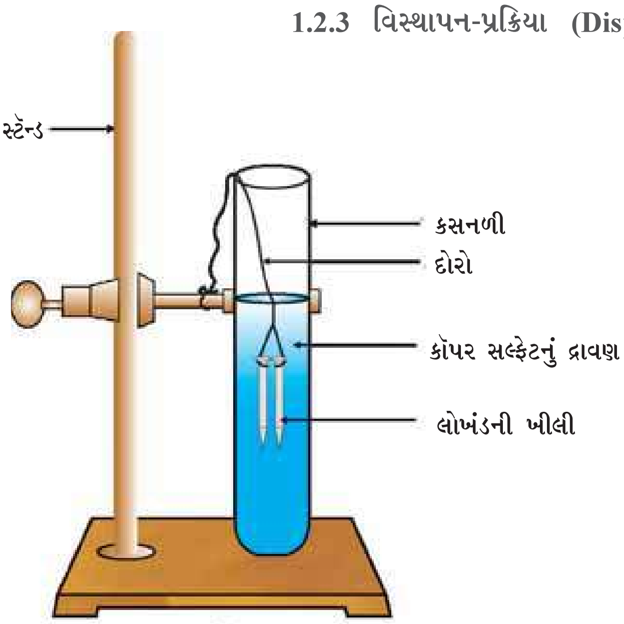
નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરો

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

પ્રશ્નો

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

1.2.3 વિસ્થાપન-પ્રક્રિયા (Displacement Reaction)



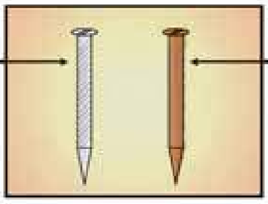
(a)

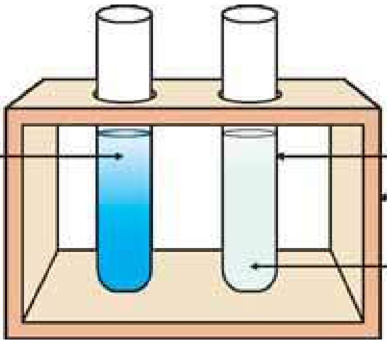
આકૃતિ 1.8

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

પ્રવૃત્તિ 1.9

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





(b)

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

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

આ પ્રવૃત્તિમાં નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયા થાય છે :

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \qquad (1.24)$$
(કૉપર સલ્ફેટ) (આયર્ન સલ્ફેટ)

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

વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો આ પ્રમાણે છે :

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \qquad (1.25)$$
(કૉપર સલ્ફેટ) (ઝિંક સલ્ફેટ)

$$Pb(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow PbCl_2(aq) + Cu(s) \qquad (1.26)$$
(કૉપર ક્લોરાઈડ) (લેડ ક્લોરાઈડ)

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

1.2.4 દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Double Displacement Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.10

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

આકૃતિ 1.9
બૅરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ

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.

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2\ NaCl(aq) \qquad (1.27)$$
(સોડિયમ સલ્ફેટ) (બૅરિયમ ક્લોરાઈડ) (બૅરિયમ સલ્ફેટ) (સોડિયમ ક્લોરાઈડ)

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

પ્રવૃત્તિ 1.2 યાદ કરો, કે જેમાં તમે લેડ(II) નાઈટ્રેટ અને પોટૅશિયમ આયોડાઇડના દ્રાવણને મિશ્ર કરેલાં છે.
(i) ઉત્પન્ન થયેલા અવક્ષેપનો રંગ કયો હતો ? શું તમે અવક્ષેપિત થયેલા સંયોજનનું નામ આપી શકશો ?
(ii) આ પ્રક્રિયા માટેનું સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
(iii) શું આ પણ દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા છે ?

1.2.5 ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન (Oxidation and Reduction)

આકૃતિ 1.10
કૉપરનું કૉપર ઑક્સાઇડમાં થતું ઑક્સિડેશન

પ્રવૃત્તિ 1.11

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

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

કૉપરમાં ઑક્સિજન ઉમેરાઈને કૉપર ઑક્સાઇડ બનવાથી આમ થાય છે.

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

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

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

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

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

ઑક્સિડેશન ($H_2 \rightarrow H_2O$)

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

રિડક્શન ($CuO \rightarrow Cu$)

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનાં કેટલાંક અન્ય ઉદાહરણો :

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

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

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

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

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

1.3 શું તમે રોજિંદા જીવનમાં ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓની 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 કથ્થાઈ રંગના પાઉડરનું આવરણ જામી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે લોખંડનું કટાવું તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. કેટલીક અન્ય ધાતુઓ આ જ પદ્ધતિથી ઝાંખી પડે છે. શું તમે ક્યારેય તાંબા અને ચાંદીની સપાટી પરના સ્તરનો રંગ નોંધ્યો છે ? જ્યારે ધાતુ પર તેની આસપાસના પદાર્થો જેવાં કે ભેજ, ઍસિડ 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), જહાજ તેમજ એવી તમામ વસ્તુઓ કે જે ધાતુની ખાસ કરીને લોખંડની બનેલી હોય તેને નુકસાન થાય છે. લોખંડનું ક્ષારણ એક ગંભીર સમસ્યા છે. દર વર્ષે નુકસાની પામેલા લોખંડને બદલવામાં ઘણો મોટો ખર્ચ થાય છે. તમે પ્રકરણ 3 માં ક્ષારણ વિશે વધુ શીખશો.

1.3.2 ખોરાપણું (ખોરું થવું) (Rancidity)

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

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

પ્રશ્નો

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

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

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

તમે શીખ્યાં કે

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

સ્વાધ્યાય

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

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

(a) લેડ રિડક્શન પામે છે.

(b) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઑક્સિડેશન પામે છે.

(c) કાર્બન ઑક્સિડેશન પામે છે.

(d) લેડ ઑક્સાઇડ રિડક્શન પામે છે.

(i) (a) અને (b)

(ii) (a) અને (c)

(iii) (a), (b) અને (c)

(iv) આપેલ તમામ

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

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયા શેનું ઉદાહરણ છે ?

(a) સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા

(b) દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા

(c) વિઘટન પ્રક્રિયા

(d) વિસ્થાપન પ્રક્રિયા

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

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ અને આયર્ન ક્લોરાઇડ બને છે.

(b) ક્લોરિન વાયુ અને આયર્ન હાઇડ્રૉક્સાઇડ બને છે.

(c) કોઈ પ્રક્રિયા થતી નથી.

(d) આયર્ન ક્ષાર અને પાણી બને છે.

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

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

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

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

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

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

6. નીચેનાં રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરો :

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

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

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

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

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

(a) કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ $\rightarrow$ કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ + પાણી

(b) ઝિંક + સિલ્વર નાઇટ્રેટ $\rightarrow$ ઝિંક નાઇટ્રેટ + સિલ્વર

(c) ઍલ્યુમિનિયમ + કૉપર ક્લોરાઇડ $\rightarrow$ ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ + કૉપર

(d) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ + પોટૅશિયમ સલ્ફેટ $\rightarrow$ બૅરિયમ સલ્ફેટ + પોટૅશિયમ ક્લોરાઇડ

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

(a) પોટૅશિયમ બ્રોમાઇડ(aq) + બૅરિયમ આયોડાઇડ(aq) $\rightarrow$ પોટૅશિયમ આયોડાઇડ(aq) + બેરિયમ બ્રોમાઇડ(aq)

(b) ઝિંક કાર્બોનેટ(s) $\rightarrow$ ઝિંક ઑક્સાઇડ(s) + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ(g)

(c) હાઇડ્રોજન(g) + ક્લોરિન(g) $\rightarrow$ હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ(g)

(d) મૅગ્નેશિયમ(s) + હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ(aq) $\rightarrow$ મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ(aq) + હાઇડ્રોજન(g)

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

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

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

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

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

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

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

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

(a) ઑક્સિડેશન

(b) રિડક્શન

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

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

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

20. નીચેનાં પદોને તે દરેકના એક ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :

(a) ક્ષારણ

(b) ખોરાપણું

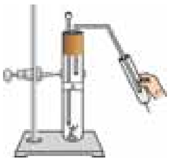
જૂથ-પ્રવૃત્તિ

નીચેની પ્રવૃત્તિ કરો :

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

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

પ્રકરણ 2



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

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

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

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

તમે પહેલેથી જ જાણો છો કે ઍસિડ સ્વાદે ખાટા હોય છે અને ભૂરા લિટમસ 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 છે કે સફેદ કપડા પરના કઢી (curry)ના ડાઘા પર સાબુ જે સ્વભાવમાં બેઝિક છે તેને ઘસવાથી (રગડવાથી) ડાઘો લાલાશપડતા કથ્થાઈ રંગનો બને છે ? જ્યારે કપડાને વધુપડતા પાણીથી ધોવામાં આવે ત્યારે તે ફરીથી પીળા રંગમાં ફેરવાઈ જાય છે. તમે ઍસિડ અને બેઇઝની કસોટી માટે કૃત્રિમ સૂચકો જેવાં કે મિથાઇલ ઑરેન્જ અને ફિનોલ્ફથેલીનનો પણ ઉપયોગ કરી શકો છો.

આ પ્રકરણમાં આપણે ઍસિડ અને બેઇઝની પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરીશું કે, કેવી રીતે ઍસિડ અને બેઇઝ એકબીજાની અસરને નાબૂદ 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 જાંબુડિયો રંગક છે કે જેને લાઇકેન (Lichen) કે જે થેલોફાયટા (Thallophyta) વર્ગ સાથે સંબંધ ધરાવતા છોડમાંથી નિષ્કર્ષિત (extracted) કરવામાં આવે છે અને સામાન્ય રીતે સૂચક તરીકે ઉપયોગી છે. જ્યારે લિટમસ દ્રાવણ ઍસિડિક કે બેઝિક ન હોય ત્યારે તેનો રંગ જાંબુડિયો હોય છે. ઘણા અન્ય કુદરતી પદાર્થો જેવા કે લાલ કોબીજનાં પાન, હળદર, અમુક ફૂલો જેવાં કે હાઇડ્રાન્જીયા (Hydrangea), પેટૂનિયા (Petunia) અને જેરાનિયમ (Geranium)ની રંગીન પાંખડીઓ દ્રાવણમાં ઍસિડ અને બેઇઝની હાજરી સૂચવે છે. તેમને ઍસિડ-બેઇઝ સૂચકો અથવા કેટલીક વખત માત્ર સૂચકો કહે છે.

પ્રશ્ન

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

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

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

પ્રવૃત્તિ 2.1

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

કોષ્ટક 2.1

નમૂનાનું દ્રાવણ	લાલ લિટમસ દ્રાવણ	ભૂરું લિટમસ દ્રાવણ	ફિનોલ્ફ્થેલીન દ્રાવણ	મિથાઇલ ઑરેન્જ દ્રાવણ

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

પ્રવૃત્તિ 2.2

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

- કાપડની બંને પટ્ટીઓને ચોખ્ખા પાણીથી ધોઈને ફરીથી તેમની વાસ તપાસો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- હવે થોડો મંદ વેનિલા અર્ક 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, ડુંગળી અને લવિંગ પૈકી કયો ઘ્રાણેન્દ્રિય સૂચક તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકાય ?

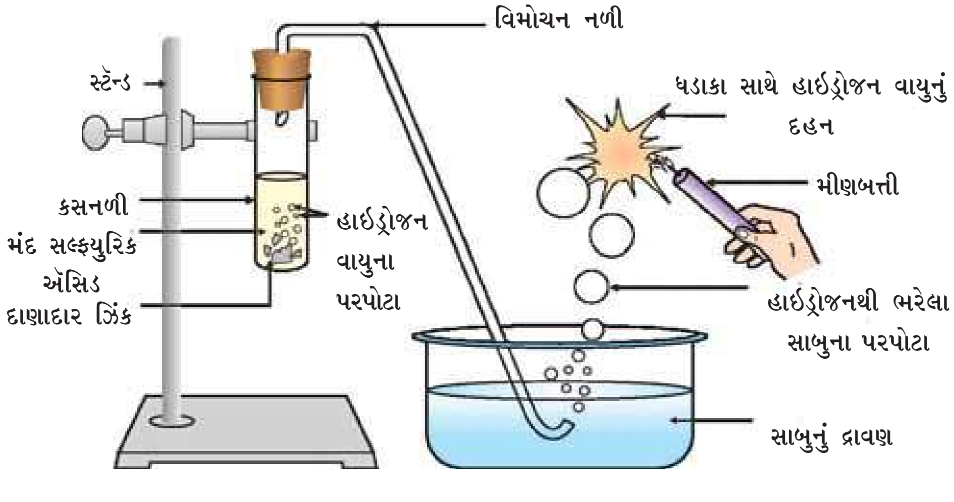
ચાલો, આપણે ઍસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજવા માટે કેટલીક વધુ પ્રવૃત્તિઓ કરીએ.

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

પ્રવૃત્તિ 2.3

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

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



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

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

ઍસિડ + ધાતુ → ક્ષાર + હાઇડ્રોજન વાયુ

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

પ્રવૃત્તિ 2.4

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

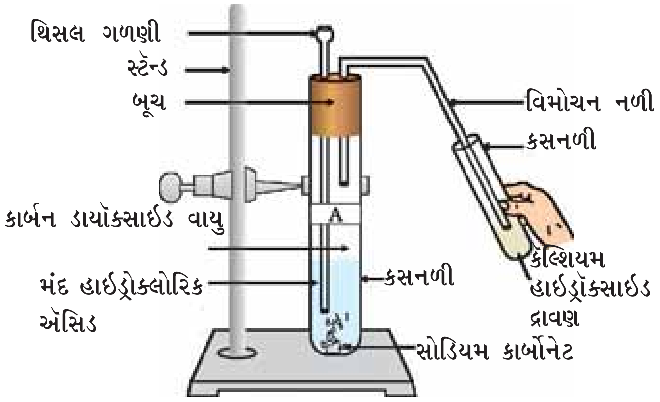
આ પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$2NaOH(aq) + Zn(s) \rightarrow Na_2ZnO_2(s) + H_2(g)$$

(સોડિયમ ઝિંકેટ)

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

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



આકૃતિ 2.2
કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુનું પસાર થવું

પ્રવૃત્તિ 2.5

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

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં થતી પ્રક્રિયાઓ આ પ્રમાણે લખી શકાય :

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

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

ઉદ્ભવતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુને ચૂનાના પાણીમાંથી પસાર કરતાં,

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

(ચૂનાનું પાણી) (સફેદ અવક્ષેપ)

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

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

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

આમ, પ્રક્રિયાનો સારાંશ આ પ્રમાણે હોઈ શકે -

ધાતુ કાર્બોનેટ/ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ + ઍસિડ $\rightarrow$ ક્ષાર + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ + પાણી

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

પ્રવૃત્તિ 2.6

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

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

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

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

બેઇઝ + ઍસિડ $\rightarrow$ ક્ષાર + પાણી

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

પ્રવૃત્તિ 2.7

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

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

ધાતુ ઑક્સાઇડ + ઍસિડ $\rightarrow$ ક્ષાર + પાણી

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

2.1.6 અધાત્વીય ઑક્સાઇડની બેઇઝ સાથેની પ્રક્રિયા (Reaction of a Non-Metallic Oxide with Base)

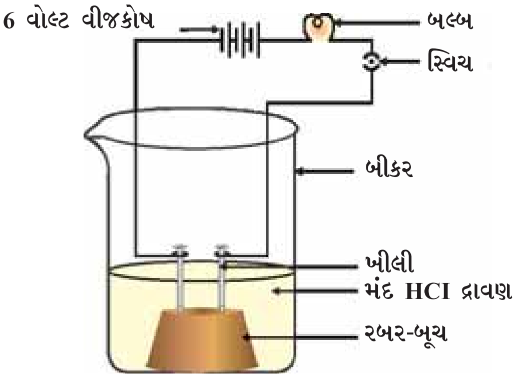
તમે પ્રવૃત્તિ 2.5માં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (ચૂનાનું પાણી) વચ્ચેની પ્રક્રિયા નિહાળી. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ કે જે બેઇઝ છે, તે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રક્રિયા બેઇઝ અને ઍસિડ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયાને સમાન છે, તેથી આપણે એ તારણ કાઢી શકીએ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

પ્રશ્નો

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

2.2 તમામ ઍસિડ અને બેઈઝમાં શું સમાનતા છે ? (What do All Acids and All Bases Have in Common ?)

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



આકૃતિ 2.3
ઍસિડનું પાણીમાં દ્રાવણ વિદ્યુતનું વહન કરે છે

પ્રવૃત્તિ 2.8

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

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

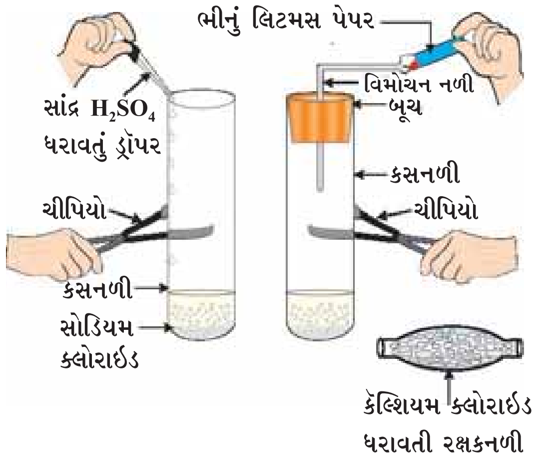
ઍસિડમાં ધનાયન તરીકે H^+ અને ઋણાયન જેવા કે HCl માં Cl^-, HNO_3 માં NO_3^-, H_2SO_4માં SO_4^{-2} , CH_3COOH માં CH_3COO^- તરીકે હોય છે. વળી ઍસિડમાં હાજર ધનાયન H^+ છે, જે સૂચવે છે કે ઍસિડ તેનાં દ્રાવણોમાં $H^+(aq)$ ઉત્પન્ન કરે છે જે તેમના ઍસિડિક ગુણધર્મો માટે જવાબદાર છે

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

2.2.1 ઍસિડ અથવા બેઇઝનું પાણીના દ્રાવણમાં શું થાય છે ? (What Happens to an Acid or a Base in a Water Solution ?)

પ્રવૃત્તિ 2.9

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



આકૃતિ 2.4 HCl વાયુની બનાવટ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

બેઈઝ પાણીમાં હાઇડ્રૉક્સાઇડ આયનો (OH^-) ઉત્પન્ન કરે છે. બેઈઝ જે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે, તેને આલ્કલી કહે છે.

શું તમે જાણો છો ?

તમામ બેઇઝ પાણીમાં દ્રાવ્ય થતા નથી. આલ્કલી એવો બેઇઝ છે કે જે પાણીમાં ઓગળે છે. તે સ્પર્શે 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 ક્યા બેઇઝ આલ્કલી છે ?

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

ઍસિડ + બેઇઝ → ક્ષાર + પાણી

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

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

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

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

પ્રવૃત્તિ 2.10

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

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

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

પ્રશ્નો

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

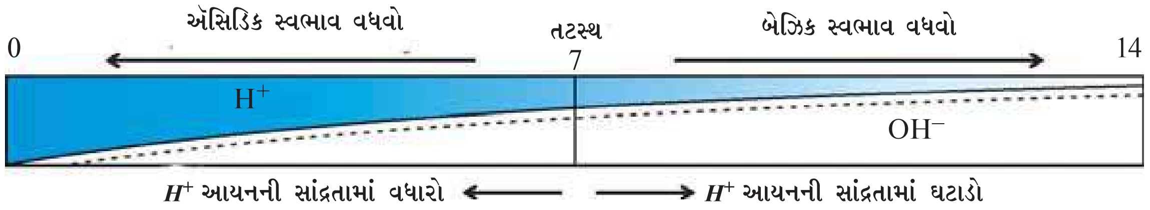
2.3 ઍસિડ અથવા બેઇઝ દ્રાવણો કેટલાં પ્રબળ છે ? (How strong are Acid or Base solutions ?)

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

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

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

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



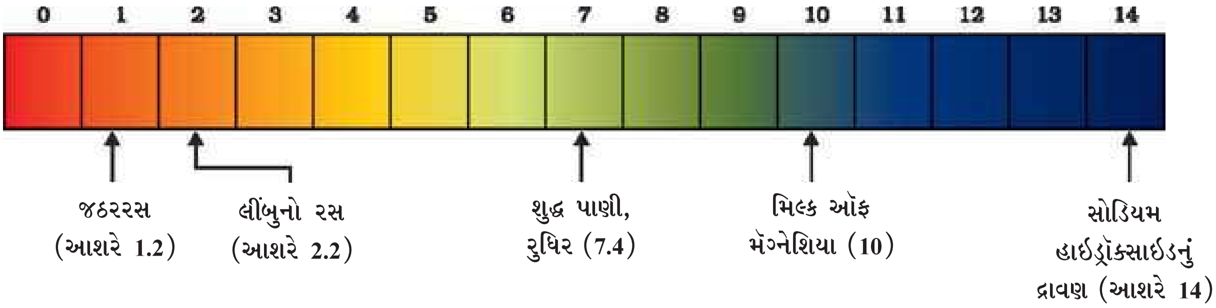
આકૃતિ 2.6 $H^+(aq)$ અને $OH^-(aq)$ આયનોની સાંદ્રતામાં થતાં ફેરફાર સાથે pHમાં ફેરફાર

કોષ્ટક 2.2

પ્રવૃત્તિ 2.11

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

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



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

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

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

શું વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ pH પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે ?

(Are Plants and Animals pH Sensitive ?)

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

શું તમે જાણો છો ?

બીજા ગ્રહોમાં ઍસિડ

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

તમારા 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 વર્ણવ્યા પ્રમાણે pH ચકાસી શકો છો. તમે તે પણ નોંધી શકો કે તમે જે વિસ્તારમાંથી માટી એકત્ર કરી છે, તેમાં કયા છોડ વિકાસ પામી રહ્યા છે.

પ્રવૃત્તિ 2.12

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

આપણા પાચનતંત્રમાં pH

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

pHમાં ફેરફારને કારણે દાંતનું સડવું

મોઢાની pH 5.5 કરતાં ઘટી જાય ત્યારે દાંતનો સડો શરૂ થાય છે. દાંતનું ઉપરનું આવરણ (enamel) કે જે કૅલ્શિયમ ફૉસ્ફેટનું 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 બૅક્ટેરિયા જમ્યા પછી મોઢામાં બાકી રહી ગયેલા ખોરાકના કણો અને શર્કરા (Sugar)ના વિઘટન (Degradation) દ્વારા ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે. ખોરાક ખાધા પછી દાંત સાફ કરવા તેને અટકાવવાનો ઉત્તમ માર્ગ છે. દાંત ચોખ્ખા કરવા માટે વપરાતી ટૂથપેસ્ટ કે જે સામાન્ય રીતે બેઝિક હોય છે, તે વધારાના ઍસિડને 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 ડંખ માર્યો છે ? માખીનો ડંખ ઍસિડ મુક્ત કરે છે જેને કારણે દર્દ અને બળતરા ઉદ્ભવે છે. ડંખ મારેલા ભાગમાં હળવો બેઇઝ જેમ કે બેકિંગ સોડાનો ઉપયોગ રાહત આપે છે. કૌવચ (nettle)ના પાંદડાના ડંખવાળા રોમ મિથેનોઇક ઍસિડ મુક્ત કરે છે. જેના કારણે દાહક દર્દ ઉદ્ભવે છે.

શું તમે જાણો છો ?

કુદરત તટસ્થીકરણના વિકલ્પો પૂરા પાડે છે

કૌવચ જંગલમાં ઊગતી એક તૃણીય વનસ્પતિ છે. જ્યારે તેનો આકસ્મિક રીતે સ્પર્શ થઈ જાય ત્યારે તેના ડંખ મારતા રોમ ધરાવતાં પાંદડાં પીડાદાયક ડંખનું કારણ બને છે. તેમના દ્વારા મિથેનોઇક ઍસિડનો સ્રાવ થવાના કારણે આમ બને છે. ડોક (dock) છોડ *(Dock plant (Rumex Obtusifolius L.)* (કુળ પોલીગોનેસી એક પ્રકારનું છોડ/ક્ષુપ જેવી વનસ્પતિ છે.) કે જે અવારનવાર જંગલોમાં કૌવચના છોડની આસપાસ ઊગે છે, તેનાં પાંદડાં ડંખવાળા ભાગ પર ઘસવા એ તેનો પરંપરાગત ઉપચાર છે. શું તમે ડોક છોડની પ્રકૃતિ વિશે અનુમાન કરી શકો છો ? જેથી હવે પછી તમે ટ્રેકિંગ (trekking) દરમિયાન આકસ્મિક રીતે કૌવચના છોડને સ્પર્શ કરી લો ત્યારે શું કરવું તેનો તમને ખ્યાલ આવે. શું તમે આવા ડંખ માટે અન્ય કોઈ અસરકારક પરંપરાગત ઉપચારથી વાકેફ છો ?

કોષ્ટક 2.3 કેટલાંક કુદરતી ઍસિડ

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

પ્રશ્નો

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

- એવા ઍસિડ તથા બેઇઝની ઓળખ કરો કે જેમાંથી ઉપર્યુક્ત ક્ષાર પ્રાપ્ત થાય છે.
- એક સમાન ધન અથવા ઋણ મૂલકો ધરાવતા ક્ષારો એક જ પરિવારના કહેવાય છે, જેમકે NaCl અને Na_2SO_4 એ સોડિયમ ક્ષારના પરિવારના છે. તેવી જ રીતે NaCl અને KCl એ ક્લોરાઇડ 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 ક્લોરાઇડ, પોટૅશિયમ નાઇટ્રેટ, ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ, ઝિંક સલ્ફેટ, કૉપર સલ્ફેટ, સોડિયમ એસિટેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ (કેટલાક અન્ય ઉપલબ્ધ ક્ષારો પણ લઈ શકાય.)
- પાણીમાં તેમની દ્રાવ્યતા ચકાસો. (માત્ર નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ કરો.)
- લિટમસ પર આ દ્રાવણોની અસર તપાસો અને pH પેપરના ઉપયોગથી pH શોધો.
- કયા ક્ષાર ઍસિડિક, બેઝિક કે તટસ્થ છે ?
- ક્ષાર બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ઍસિડ કે બેઇઝની ઓળખ કરો.
- તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.4માં નોંધો.

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

કોષ્ટક 2.4

ક્ષાર	pH	ઉપયોગમાં લીધેલ ઍસિડ	ઉપયોગમાં લીધેલ બેઇઝ

2.4.3 સામાન્ય ક્ષારમાંથી મળતાં રસાયણ (Chemicals from Common Salt)

હવે તમે શીખી ગયાં છો કે હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણના સંયોગીકરણથી ઉદ્ભવતા ક્ષારને સોડિયમ ક્લોરાઇડ 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 ક્લોરાઇડને અલગ કરેલ છે. વિશ્વના અનેક ભાગોમાં ઘન ક્ષારનું નિક્ષેપન (deposit) થયેલું જોવા મળે છે. આ મોટા સ્ફટિકો અશુદ્ધિઓ (Impurities)ને કારણે ઘણી વાર કથ્થાઈ રંગના હોય છે તેને ખનીજ ક્ષાર (રૉક સૉલ્ટ) કહે છે. ભૂતકાળમાં જ્યારે દરિયાનું પાણી સુકાઈ ગયું ત્યારે ખનીજ ક્ષારની ચાદર ઉદ્ભવી. ખનીજ ક્ષાર કોલસાની જેમ રચાયેલા છે.

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

સામાન્ય ક્ષાર–રસાયણો માટેની કાચી સામગ્રી

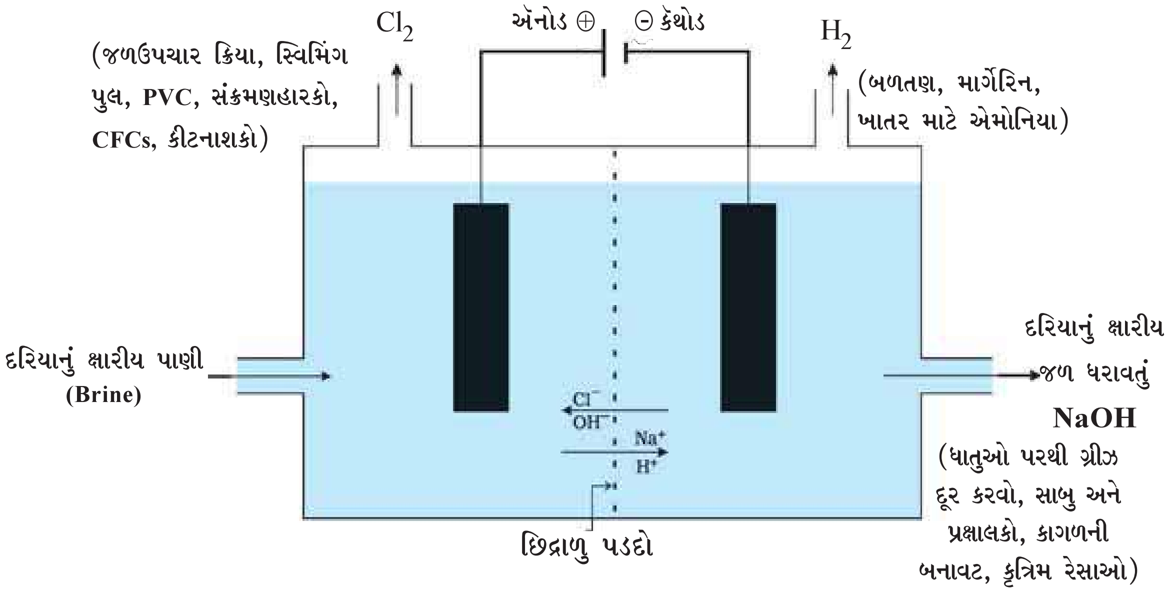
આમ, આ રીતે પ્રાપ્ત થયેલ સામાન્ય ક્ષાર દૈનિક ઉપયોગના અનેક પદાર્થો જેવાં કે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, બેકિંગ સોડા, વૉશિંગ સોડા, બ્લીચિંગ પાઉડર અને અન્ય પદાર્થો માટે મહત્ત્વની કાચી સામગ્રી છે. ચાલો, આપણે જોઈએ કે કોઈ એક જ પદાર્થ આ જુદા-જુદા પદાર્થોની બનાવટમાં કેવી રીતે ઉપયોગી છે.

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ

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

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

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



આકૃતિ 2.8 ક્લોર-આલ્કલી પ્રક્રમમાંની અગત્યની નીપજો

વિરંજન પાઉડર

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

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

વિરંજન પાઉડરના ઉપયોગો

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

(ii) અનેક રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે અને

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

બેકિંગ સોડા

રસોઈ-ઘરમાં સામાન્ય રીતે સ્વાદિષ્ટ કરકરા (ક્રિસ્પી) પકોડા (Crispy Pakoras) બનાવવા માટે ઉપયોગી સોડા(ખાવાનો સોડા) એટલે બેકિંગ સોડા. કેટલીક વાર ઝડપી ખોરાક રાંધવા માટે તે ઉમેરવામાં આવે છે. સંયોજનનું રાસાયણિક નામ સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ($NaHCO_3$) છે. તે કાચી સામગ્રીઓ પૈકીના એક સોડિયમ ક્લોરાઇડના ઉપયોગથી બને છે.

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

(ઍમોનિયમ ક્લોરાઇડ) (સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ)

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

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

(સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ) (સોડિયમ કાર્બોનેટ)

સોડિયમ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ અનેક ઘરગથ્થુ ઉપયોગ ધરાવે છે.

બેકિંગ સોડાના ઉપયોગો

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

$$NaHCO_3 + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{ઍસિડનો સોડિયમ ક્ષાર}$$

(કોઈ પણ ઍસિડમાંથી)

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

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

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

ધોવાનો સોડા

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

$$Na_2CO_3 + 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$$

(સોડિયમ કાર્બોનેટ)

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

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

ધોવાના સોડાના ઉપયોગો

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

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

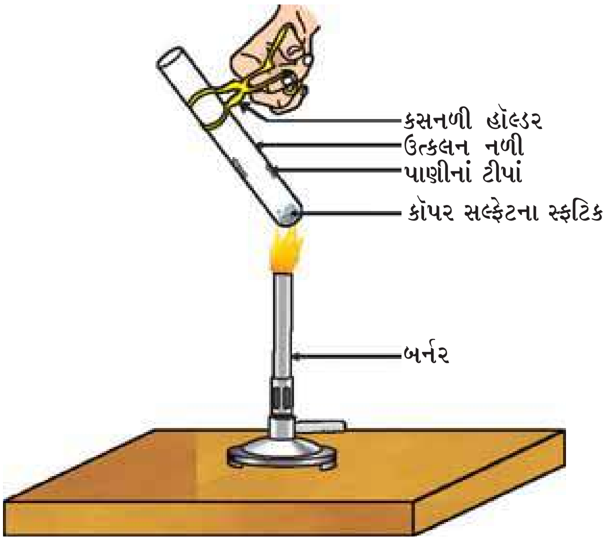
(iii) સોડિયમ કાર્બોનેટનો ઉપયોગ ઘરોમાં સફાઈના હેતુ માટે થાય છે.

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

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

પ્રવૃત્તિ 2.15

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



આકૃતિ 2.9
સ્ફટિકીકરણનું પાણી (સ્ફટિક જળ) દૂર કરવું

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

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

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

અન્ય એક સ્ફટિક જળ ધરાવતો ક્ષાર 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 ઑફ પેરિસ

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

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

$$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O + 1\frac{1}{2}H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

(પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ) (જિપ્સમ)

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

પ્રશ્નો

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

તમે શીખ્યાં કે

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

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

સ્વાધ્યાય

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

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

2. એક દ્રાવણ ઈંડાના પીસેલા કવચ (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 ઉપચાર માટે નીચેના પૈકી કયા પ્રકારની દવાઓનો ઉપયોગ થાય છે ?

(a) એન્ટિબાયોટિક (પ્રતિજીવી)

(b) એનાલ્જેસિક (વેદનાહર)

(c) એન્ટાસિડ (પ્રતિઍસિડ)

(d) એન્ટિસેપ્ટિક (જીવાણુનાશી)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(a) તટસ્થ હશે ?

(b) પ્રબળ બેઝિક હશે ?

(c) પ્રબળ ઍસિડિક હશે ?

(d) નિર્બળ ઍસિડિક હશે ?

(e) નિર્બળ બેઝિક હશે ?

pH નાં મૂલ્યોને હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતાના ચડતા ક્રમમાં દર્શાવો.

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

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

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

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

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

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

14. તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા શું છે ? બે ઉદાહરણ આપો.

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

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

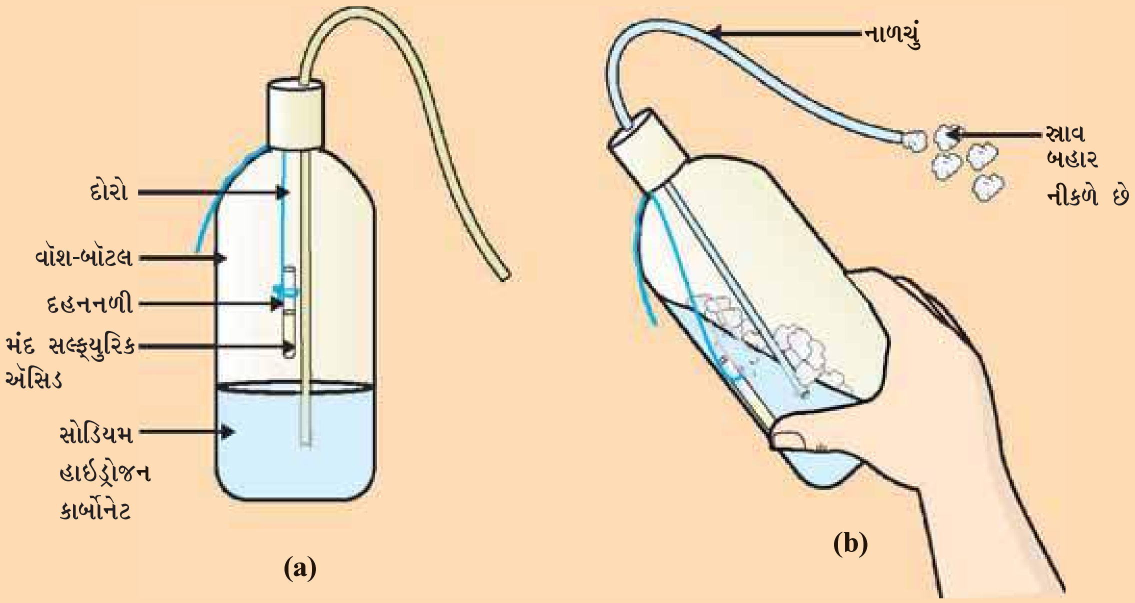
(I) તમારો પોતાનો સૂચક તૈયાર કરો :

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

(II) સોડા ઍસિડ અગ્નિશામક બનાવવું :

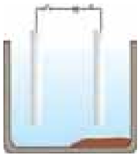
ઍસિડની ધાતુ હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથેની પ્રક્રિયા અગ્નિશામકોમાં વપરાય છે, જે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે.

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



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

પ્રકરણ 3



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 (આયર્ન), તાંબુ (કૉપર), ઍલ્યુમિનિયમ, મૅગ્નેશિયમ, સોડિયમ, સીસું (લેડ), ઝિંક (જસત) અને એવી કોઈ પણ અન્ય ધાતુ કે જે સરળતાથી પ્રાપ્ય હોય.

પ્રવૃત્તિ 3.1

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

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

પ્રવૃત્તિ 3.2

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

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

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

પ્રવૃત્તિ 3.3

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

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

પ્રવૃત્તિ 3.4

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

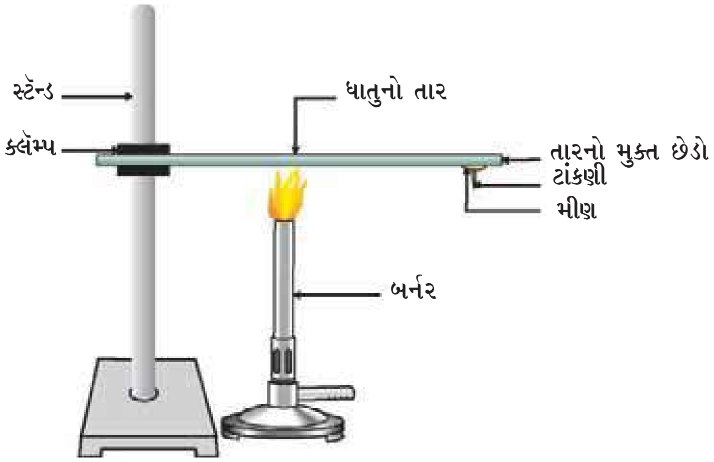
ધાતુઓની પાતળા તારમાં ફેરવાઈ જવાની ક્ષમતાને તણાવપણું (Ductility) કહે છે. સોનું સૌથી વધુ તનનીય ધાતુ છે. તમને જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે એક ગ્રામ સોનામાંથી 2 km લંબાઈનો તાર બનાવી શકાય છે.

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 :

પ્રવૃત્તિ 3.5

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



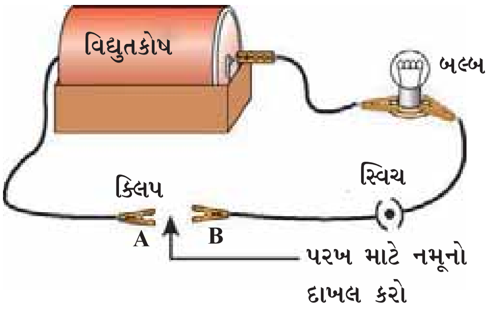
આકૃતિ 3.1 ધાતુઓ ઉષ્માના સારા વાહકો છે

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

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

પ્રવૃત્તિ 3.6

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



આકૃતિ 3.2
ધાતુઓ વિદ્યુતના સારા વાહકો છે

તમે ચોક્કસપણે જોયું હશે કે જે તાર તમારા ઘરે વિદ્યુત પહોંચાડે છે, તેની પર પોલિવિનાઇલ ક્લોરાઇડ (PVC) અથવા રબર જેવી સામગ્રીનું પડ 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 ધોરણમાં તમે શીખી ગયાં કે ધાતુઓની તુલનામાં અધાતુઓ ઘણી ઓછી છે. કાર્બન, સલ્ફર, આયોડિન, ઑક્સિજન, હાઇડ્રોજન વગેરે અધાતુઓનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. અધાતુઓ ઘન અથવા વાયુઓ છે, સિવાય કે બ્રોમિન જે પ્રવાહી છે.

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

પ્રવૃત્તિ 3.7

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

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

કોષ્ટક 3.1

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	સપાટીનો પ્રકાર	સખતાઈ	ટિપાઉપણું	તણાવપણું	વિદ્યુતનું વહન	રણકારયુક્ત અવાજ

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

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

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

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

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

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

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

પ્રવૃત્તિ 3.8

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

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

પ્રશ્નો

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

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. ઍલ્યુમિનિયમ, કૉપર, લોખંડ, લેડ, મૅગ્નેશિયમ, ઝિંક, સોડિયમ.

3.2.1 ધાતુઓ હવામાં સળગે ત્યારે શું થાય છે ?
(What happens when Metals are Burnt in Air ?)

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

પ્રવૃત્તિ 3.9

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

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

લગભગ તમામ ધાતુઓ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ધાતુ ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

ધાતુ + ઑક્સિજન → ધાતુ ઑક્સાઇડ

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

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

(કૉપર) (કૉપર(II) ઑક્સાઇડ)

તેવી જ રીતે ઍલ્યુમિનિયમ ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$

(ઍલ્યુમિનિયમ) (ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ)

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

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

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

(સોડિયમ ઍલ્યુમિનેટ)

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

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

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

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

શું તમે જાણો છો ?

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

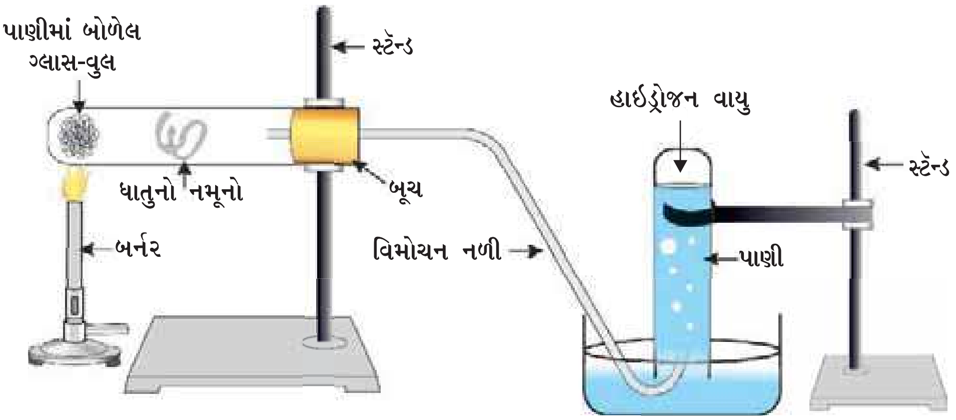
પ્રવૃત્તિ 3.9 કર્યા બાદ, તમે ચોક્કસપણે અવલોકન કર્યું હશે કે અહીં લીધેલા ધાતુના નમૂનાઓ પૈકી સોડિયમ સૌથી વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે. મૅગ્નેશિયમની પ્રક્રિયા ઓછી તીવ્ર છે જે દર્શાવે છે કે તે સોડિયમ કરતા ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે. પરંતુ ઑક્સિજન સાથેની દહન-પ્રક્રિયા આપણને ઝિંક, લોખંડ, કૉપર અથવા સીસાની પ્રતિક્રિયાત્મકતા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

3.2.2 ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?
(What happens when Metals React with Water ?)

પ્રવૃત્તિ 3.10

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

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



આકૃતિ 3.3 ધાતુ પર વરાળની અસર

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

ધાતુ + પાણી $\rightarrow$ ધાતુ ઑક્સાઇડ + હાઇડ્રોજન

ધાતુ ઑક્સાઇડ + પાણી $\rightarrow$ ધાતુ હાઇડ્રૉક્સાઇડ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.3 ધાતુઓ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે ત્યારે શું થાય છે ?

(What happens when Metals react with Acids ?)

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

ધાતુ + મંદ ઍસિડ → ક્ષાર + હાઇડ્રોજન

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

પ્રવૃત્તિ 3.11

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

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

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

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

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

શું તમે જાણો છો ?

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

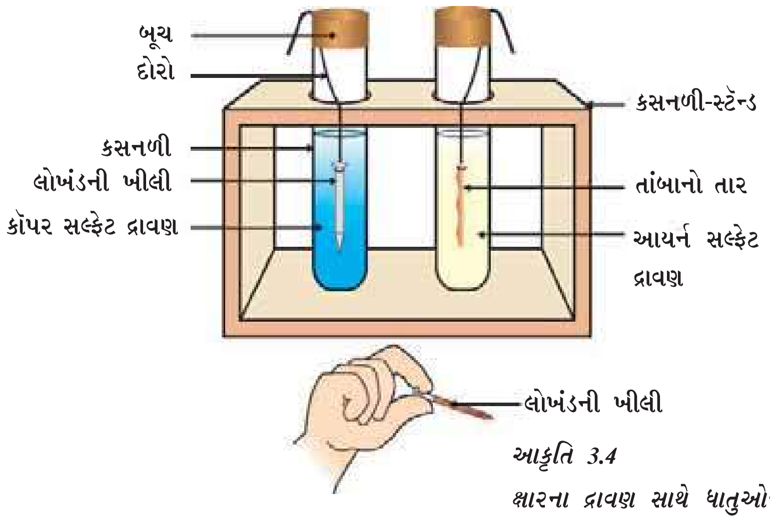
3.2.4 ધાતુઓ અન્ય ધાતુના ક્ષારના દ્રાવણ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ?

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

પ્રવૃત્તિ 3.12

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

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



આકૃતિ 3.4
ક્ષારના દ્રાવણ સાથે ધાતુઓની પ્રક્રિયા

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

અગાઉના વિભાગોમાં આપણે જોયું છે કે તમામ ધાતુઓ સમાન રીતે પ્રતિક્રિયાત્મક હોતી નથી. આપણે અલગ-અલગ ધાતુઓની ઑક્સિજન, પાણી અને ઍસિડ સાથે પ્રતિક્રિયાત્મકતા ચકાસી. પરંતુ તમામ ધાતુઓ આ પ્રક્રિયકો સાથે પ્રક્રિયા કરતી નથી, તેથી આપણે એકત્ર કરેલા તમામ ધાતુના નમૂનાઓને તેમની પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઊતરતા ક્રમમાં મૂકી શકતા નથી. પ્રકરણ1માં ભણી ગયેલ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતા વિશે વધુ સારા પુરાવા આપે છે. તે સમજવું સહેલું અને સરળ છે કે જો ધાતુ A ધાતુ Bને તેના દ્રાવણમાંથી વિસ્થાપિત કરે તો તે B કરતાં વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક છે.

ધાતુ A + Bના ક્ષારનું દ્રાવણ $\rightarrow$ Aના ક્ષારનું દ્રાવણ + ધાતુ B

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

3.2.5 પ્રતિક્રિયાત્મકતા(સક્રિયતા) શ્રેણી (The Reactivity Series)

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

પ્રશ્નો

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

ધાતુ	આયર્ન(II) સલ્ફેટ	કૉપર(II) સલ્ફેટ	ઝિંક સલ્ફેટ	સિલ્વર નાઇટ્રેટ
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 કૉપર(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે તો તમે શું અવલોકન કરશો ?
   (iii) ધાતુઓ A, B, C અને Dને પ્રતિક્રિયાત્મકતા ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
4. સક્રિય ધાતુમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે કયો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે ? લોખંડની મંદ H_2SO_4 સાથેની પ્રક્રિયાનું રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
5. જ્યારે આયર્ન(II) સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ઝિંક ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે તમે શું અવલોકન કરો છો ? અહીં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.

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

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

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

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

કોષ્ટક 3.3 કેટલાંક તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના

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

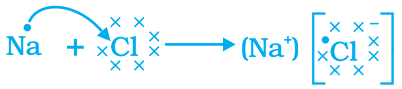
એક ઈલેક્ટ્રૉનની જરૂર છે. જો સોડિયમ અને ક્લોરિન પ્રક્રિયા કરે ત્યારે સોડિયમ દ્વારા ગુમાવાતો ઈલેક્ટ્રૉન ક્લોરિન દ્વારા મેળવી લેવાય છે. ઈલેક્ટ્રૉન મેળવ્યા બાદ ક્લોરિન પરમાણુ એકમ ઋણ ભાર પ્રાપ્ત કરે છે, કારણ કે તેના કેન્દ્રમાં 17 પ્રોટોન હોય છે અને તેના K, L અને M કક્ષાઓમાં 18 ઈલેક્ટ્રૉન હોય છે. તે આપણને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

$$\underset{2,8,1}{Na} \rightarrow \underset{2,8}{Na^+} + e^-$$

(સોડિયમ ધનાયન)

$$\underset{2,8,7}{Cl} + e^- \rightarrow \underset{2,8,8}{Cl^-}$$

(ક્લોરાઈડ ઋણાયન)



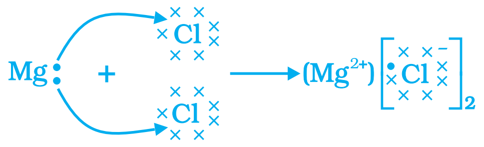
આકૃતિ 3.5 સોડિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ

સોડિયમ અને ક્લોરાઈડ આયનો વિરુદ્ધ ભારવાળા હોવાથી એકબીજાને આકર્ષે છે અને સ્થિર વિદ્યુત આકર્ષણ બળથી જકડાઈને સોડિયમ ક્લોરાઈડ (NaCl) સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. અત્રે 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 મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઈડનું નિર્માણ જોઈએ (આકૃતિ 3.6).

$$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$
2,8,2 → 2,8
(મૅગ્નેશિયમ ધનાયન)

$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$
2,8,7 → 2,8,8
(ક્લોરાઇડ ઋણાયન)



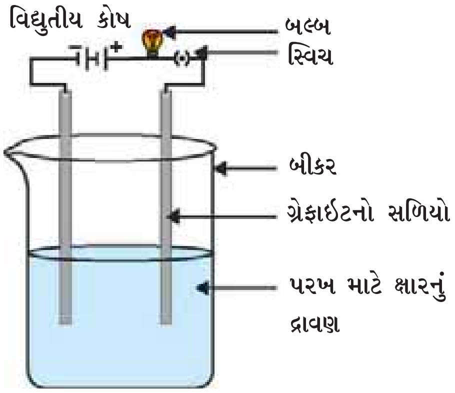
આકૃતિ 3.6 મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

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

3.3.1 આયનીય સંયોજનના ગુણધર્મો (Properties of Ionic Compounds)

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

આકૃતિ 3.7
ક્ષારના નમૂનાને ચમચી પર ગરમ કરવો



આકૃતિ 3.8
ક્ષારના દ્રાવણની વાહકતા ચકાસવી

પ્રવૃત્તિ 3.13

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

કોષ્ટક 3.4 : કેટલાંક આયનીય સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

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

તમે આયનીય સંયોજનોના નીચે પ્રમાણેના સામાન્ય ગુણધર્મોનું અવલોકન કરેલું છે –

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

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

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

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

પ્રશ્નો

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

3.4 ધાતુઓની પ્રાપ્તિ (Occurrence of Metals)

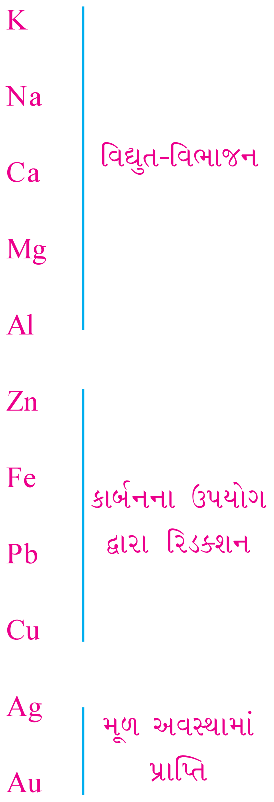
પૃથ્વીનું ભૂપૃષ્ઠ (પોપડો) ધાતુઓનો મોટો સ્રોત છે. દરિયાનું પાણી પણ સોડિયમ ક્લોરાઇડ, મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ વગેરે જેવા દ્રાવ્ય ક્ષારો ધરાવે છે જે તત્ત્વો કે સંયોજનો પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી કુદરતી રીતે મળે છે તેને ખનીજો કહે છે. કેટલીક જગ્યાએ ખનીજો કોઈ ચોક્કસ ધાતુનું ઘણું ઊંચું ટકાવાર પ્રમાણ ધરાવે છે અને તેમાંથી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

3.4.1 ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extraction of Metals)

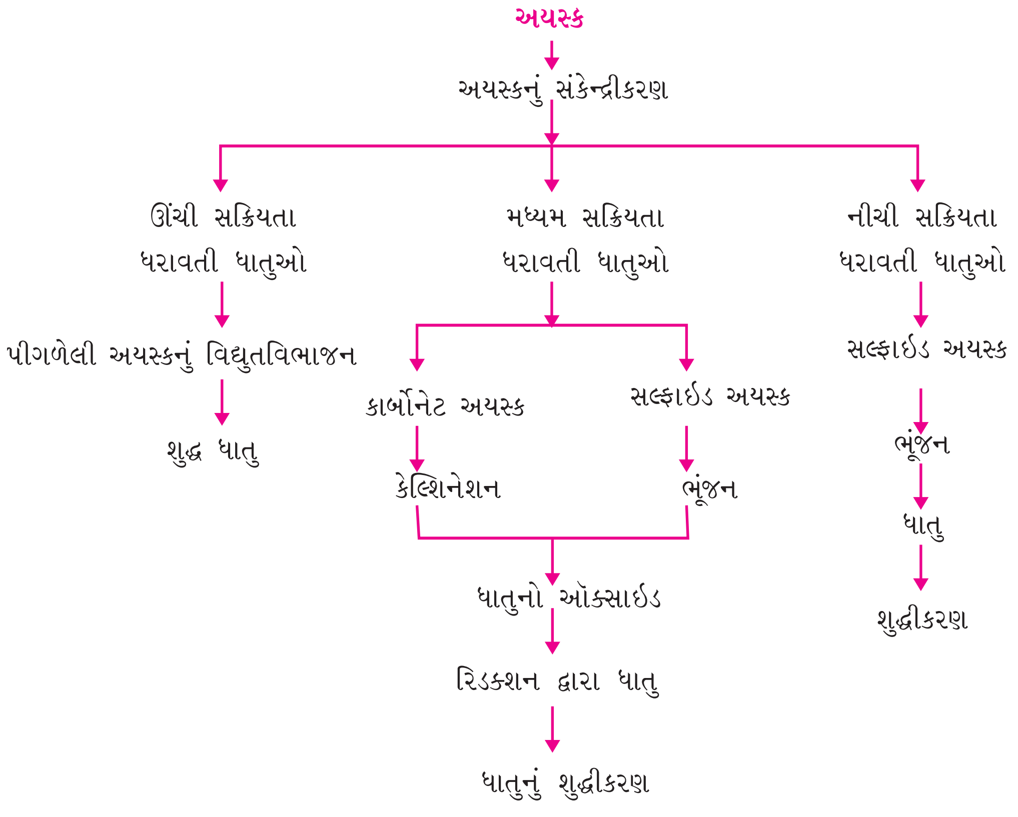
તમે ધાતુઓની સક્રિયતા શ્રેણી વિશે શીખી ગયાં છો. તે જાણતા હોવાથી તમે આસાનીથી સમજી શકશો કે કાચી ધાતુમાંથી કેવી રીતે ધાતુ નિષ્કર્ષિત થાય છે. કેટલીક ધાતુઓ પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠમાંથી મુક્ત અવસ્થામાં મળે છે. કેટલીક તેમનાં સંયોજનોના રૂપમાં મળે છે. સક્રિયતા શ્રેણીમાં તળિયે રહેલી ધાતુઓ સૌથી ઓછી સક્રિય છે.

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

આમ, સક્રિયતાના આધારે આપણે ધાતુઓને નીચે દર્શાવેલ ત્રણ પ્રકારમાં વર્ગીકૃત કરી શકીએ (આકૃતિ 3.9). (i) નીચી સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓ (ii) મધ્યમ સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓ (iii) ઊંચી સક્રિયતા ધરાવતી ધાતુઓ. દરેક પ્રકારમાં રહેલી ધાતુઓ મેળવવા માટે અલગ-અલગ તકનિકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. અયસ્કમાંથી શુદ્ધ ધાતુઓના નિષ્કર્ષણમાં કેટલાંક સોપાનોનો સમાવેશ કરવામાં આવેલ છે. આ સોપાનોનો સારાંશ આકૃતિ 3.10માં આપેલ છે. નીચે દર્શાવેલ વિભાગોમાં દરેક સોપાનને વિસ્તૃત રીતે સમજાવેલ છે.



આકૃતિ 3.9
સક્રિયતા શ્રેણી અને સંબંધિત ધાતુકર્મ વિધિ



આકૃતિ 3.10 અયસ્કમાંથી ધાતુઓના નિષ્કર્ષણમાં 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 નિષ્કર્ષણ પૂર્વે તેમાંથી અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી જરૂરી છે.

અયસ્ક ગેંગને દૂર કરવા માટે વપરાતી પદ્ધતિઓનો આધાર ગેંગ અને અયસ્કના ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મો વચ્ચે રહેલા તફાવત પર રહેલો છે. તે પ્રમાણે અલગ-અલગ અલગીકરણ તકનીકો અપનાવવામાં આવે છે.

3.4.3 સક્રિયતા શ્રેણીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

(Extracting Metals Low in the Activity Series)

સક્રિયતા શ્રેણીમાં નીચે રહેલી ધાતુઓ ખૂબ જ નિષ્ક્રિય હોય છે. આ ધાતુઓના ઑક્સાઇડને 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 ઑક્સાઇડ (HgO)માં ફેરવાય છે ત્યાર બાદ મરક્યુરિક ઑક્સાઇડ વધુ ગરમ કરતા તેનું મરક્યુરિમાં રિડક્શન થાય છે.

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

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

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

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

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

3.4.4 સક્રિયતા શ્રેણીની મધ્યમાં રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ

(Extracting Metals in the Middle of the Activity Series)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

આકૃતિ 3.11
રેલવેના પાટા જોડવા માટેની થર્મિટ પ્રક્રિયા

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

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

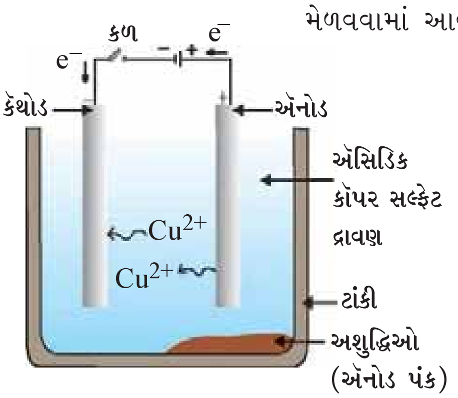
3.4.5 સક્રિયતા શ્રેણીમાં ટોચ પર રહેલી ધાતુઓનું નિષ્કર્ષણ (Extracting Metals towards the Top of the Activity Series)

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

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

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

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



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

3.4.6 ધાતુઓનું શુદ્ધીકરણ (Refining of Metals)

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

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

અદ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ ઍનોડના તળિયે નિક્ષેપિત (જમા) થાય છે, તેને ઍનોડ પંક (Anode mud) કહેવાય છે.

પ્રશ્નો

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

3.5 ક્ષારણ (Corrosion)

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

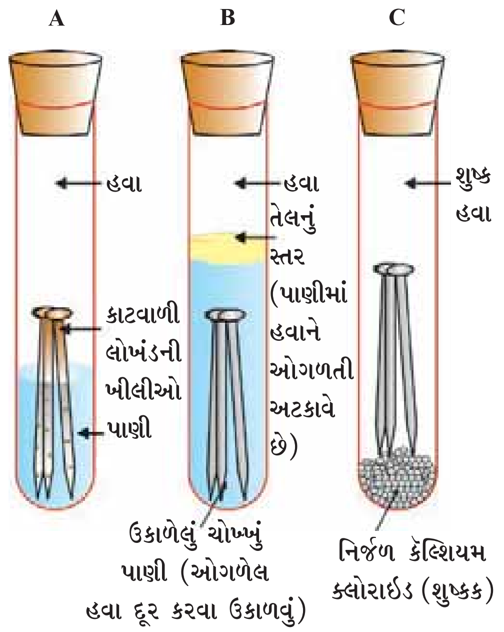
- ચાંદીની વસ્તુઓને હવામાં ખુલ્લી રાખતાં થોડા સમય બાદ તે કાળી પડી જાય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, તે હવામાંના સલ્ફર સાથે પ્રક્રિયા કરી સિલ્વર સલ્ફાઇડનું સ્તર બનાવે છે.
- કૉપર હવામાંના ભેજયુક્ત કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ધીરે-ધીરે તેનો ચમકદાર કથ્થાઈ રંગ ગુમાવીને લીલું સ્તર પ્રાપ્ત કરે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

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

પ્રવૃત્તિ 3.14

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

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 આપણને શું કહે છે ?



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 શુષ્ક છે.

3.5.1 ક્ષારણનો અટકાવ (Prevention of Corrosion)

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

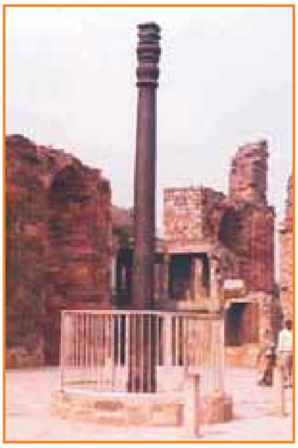
સ્ટીલ અને લોખંડને કાટ સામે રક્ષણ આપવા માટે તેમની પર ઝિંકનું પાતળું સ્તર લગાવવાની પદ્ધતિ ગેલ્વેનાઇઝેશન છે. જો ઝિંકનું સ્તર તૂટી જાય તોપણ ગેલ્વેનાઇઝડ વસ્તુનું કાટ સામે રક્ષણ થાય છે. શું તમે તેનું કારણ આપી શકો છો ?

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

શું તમે જાણો છો ?

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

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



દિલ્લીમાં લોખંડનો સ્તંભ

વધુ જાણવા જેવું !

પ્રાચીન ભારતીય ધાતુકર્મ વિધિની અજાયબી

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

પ્રશ્નો

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

ધાતુ	ઝિંક	મૅગ્નેશિયમ	કૉપર
ઝિંક ઑક્સાઇડ			
મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ			
કૉપર ઑક્સાઇડ			

કયા કિસ્સામાં તમે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થતી જોઈ શકો છો ?

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

તમે શીખ્યાં કે

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

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

સ્વાધ્યાય

1. નીચેની પૈકી કઈ જોડ વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ આપે છે ?

(a) NaCl દ્રાવણ અને કૉપર ધાતુ

(b) $MgCl_2$ દ્રાવણ અને ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુ

(c) $FeSO_4$ દ્રાવણ અને ચાંદી ધાતુ

(d) $AgNO_3$ દ્રાવણ અને કૉપર ધાતુ

2. નીચેના પૈકી કઈ પદ્ધતિ લોખંડની સાંતળવાની તવી (Frying Pan)ને કાટ લાગવાથી અટકાવી શકે છે ?

(a) ગ્રીઝ લગાવવાની

(b) રંગ લગાવવાની

(c) ઝિંકનું સ્તર લગાવવાની

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ

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

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

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

(a) ઝિંક ટીન કરતા મોંઘી છે.

(b) ઝિંક ટીન કરતાં ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવે છે.

(c) ઝિંક ટીન કરતાં વધુ સક્રિય છે.

(d) ઝિંક ટીન કરતાં ઓછી સક્રિય છે.

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

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

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

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

7. એવી બે ધાતુઓ જે મંદ ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરશે અને બે ધાતુઓ જે આમ ન કરી શકતી હોય તેમનાં નામ આપો.

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

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

(a) વાયુની અસર

(i) શુષ્ક લિટમસ પેપર પર શી થશે ?

(ii) ભેજયુક્ત લિટમસ પેપર પર શી થશે ?

(b) પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

વાયુનું એકત્રીકરણ

10. લોખંડનું ક્ષારણ અટકાવવાના બે ઉપાય જણાવો.

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

12. કારણ આપો :

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

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

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

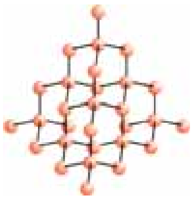
(d) કાર્બોનેટ અને સલ્ફાઇડ અયસ્ક સામાન્ય રીતે નિષ્કર્ષણ દરમિયાન ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે.

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

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

15. એક વ્યક્તિ ઘરે-ઘરે સુવર્ણકાર તરીકે જઈને ઊભો રહે છે. તે જૂના અને નિસ્તેજ (ઝાંખા) સોનાનાં ઘરેણાની ચમક પાછી લાવી આપવાનું વચન આપે છે. એક બિનસાવધ ગૃહિણી તેને સોનાની બંગડીઓનો સેટ આપે છે, જેને તેણે એક ખાસ દ્રાવણમાં ડુબાડ્યો. 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 કૉપર ગરમ પાણીની ટાંકી બનાવવા માટે વપરાય છે પરંતુ સ્ટીલ (આયર્નની મિશ્રધાતુ) વપરાતું નથી.



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

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

પ્રવૃત્તિ 4.1

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

ધાતુની બનેલી વસ્તુઓ	કાચ/માટીની બનેલી વસ્તુઓ	અન્ય

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

અન્ન, કપડાં, દવાઓ, પુસ્તકો અથવા અનેક વસ્તુઓ કે જેની તમે યાદી બનાવેલ છે તે તમામ સર્વતોમુખી (Versatile) તત્ત્વ કાર્બન પર આધારિત છે. વધુમાં તમામ સજીવ સંરચનાઓ કાર્બન પર આધારિત છે. પૃથ્વીના પોપડામાં અને વાતાવરણમાં હાજર કાર્બનની માત્રા ખૂબ જ અલ્પ છે. પૃથ્વીનો પોપડો ખનીજો સ્વરૂપે માત્ર 0.02 % કાર્બન ધરાવે છે (જેમકે કાર્બોનેટ, હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ, કોલસો અને પેટ્રોલિયમ) અને વાતાવરણમાં 0.03 % કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ હોય છે. કુદરતમાં આટલી અલ્પ માત્રામાં કાર્બન પ્રાપ્ય હોવા છતાં કાર્બનનું મહત્ત્વ ઘણું છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કાર્બનના એવા ગુણધર્મો 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 ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરેલ છે. આપણે જોયું કે આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે અને દ્રાવણમાં કે પીગળેલી

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

આપણે પ્રકરણ 2માં જોઈ ગયાં તે પ્રમાણે 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 નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ અણુઓ વચ્ચેનાં આકર્ષણ બળો વધુ પ્રબળ નથી. મોટે ભાગે આ સંયોજનો વિદ્યુતના અવાહકો હોય છે, તેથી આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ સંયોજનોમાંના બંધન કોઈ આયનો આપતાં નથી.

કોષ્ટક 4.1 કેટલાંક કાર્બનનાં સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

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

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

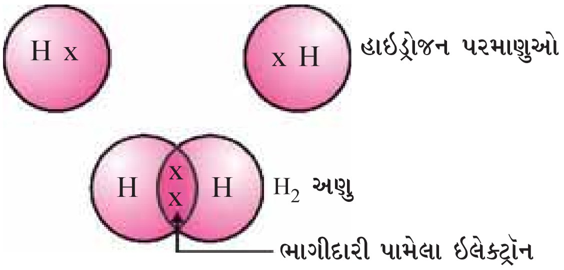
આપણે જાણીએ છીએ કે તત્ત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતા સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમકક્ષા એટલે કે નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિને આધારે સમજાવી શકાય છે. આયનીય સંયોજનોની રચના કરતાં તત્ત્વો તેઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને કે ગુમાવીને તે પ્રાપ્ત કરે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં તેની બાહ્યતમ કક્ષામાં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

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

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

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

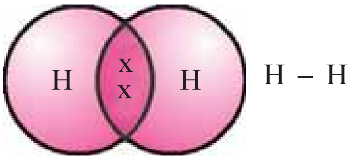
આ પ્રકારે રચાતો સૌથી સાદો અણુ હાઇડ્રોજન છે. તમે પહેલા શીખી ગયાં છો, તે પ્રમાણે હાઇડ્રોજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 1 છે. તેથી હાઇડ્રોજન તેની K કક્ષા(કોશ)માં એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને K કક્ષાને ભરવા માટે તેને વધુ એક ઇલેક્ટ્રૉનની આવશ્યકતા છે. તેથી બે હાઇડ્રોજન



આકૃતિ 4.1
હાઈડ્રોજનનો અણુ

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

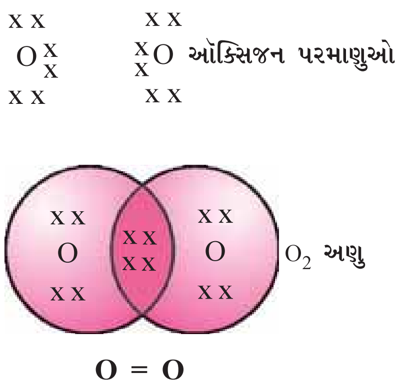
ભાગીદારી પામેલ ઈલેક્ટ્રૉનની જોડ બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ રચે છે. એકલ બંધને આકૃતિ 4.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે પરમાણુઓ વચ્ચે રેખા (line) દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે.



આકૃતિ 4.2
બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ

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

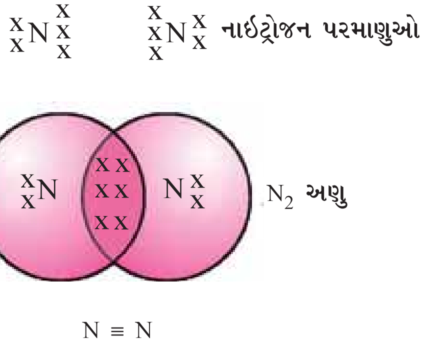
ઑક્સિજનના કિસ્સામાં આપણે બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધનું નિર્માણ થયેલું જોઈએ છીએ. આમ થવાનું કારણ ઑક્સિજનનો પરમાણુ તેની L કક્ષા (ઑક્સિજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક આઠ છે)માં છ ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે અને તેને અષ્ટક પૂર્ણ કરવા વધુ બે ઈલેક્ટ્રૉનની આવશ્યકતા છે. તેથી દરેક ઑક્સિજન પરમાણુ અન્ય ઑક્સિજન પરમાણુ સાથે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



આકૃતિ 4.3
બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ

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

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

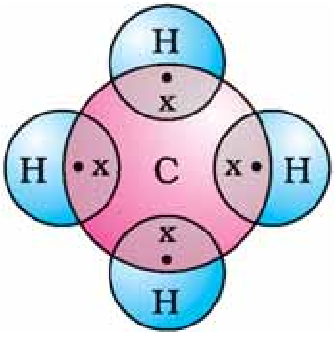


આકૃતિ 4.4
બે નાઈટ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધ

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

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

એવા બંધ કે જે બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મની ભાગીદારીથી બનેલા હોય તે સહસંયોજક બંધ તરીકે ઓળખાય છે. સહસંયોજક બંધ ધરાવતા અણુઓમાં પ્રબળ બંધ બનેલા જણાય છે, પરંતુ આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ ઓછાં હોય છે. તેના કારણે આ સંયોજનોના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ નીચાં હોય છે. પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી થઈને વીજભારવિહીન કણો ઉદ્‌ભવે છે, તેથી આવાં સહસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે વિદ્યુતના મંદવાહક હોય છે.

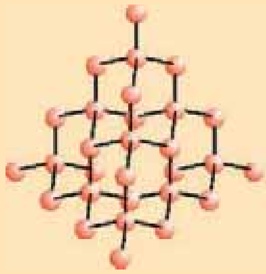


આકૃતિ 4.5
મિથેનની ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-રચના

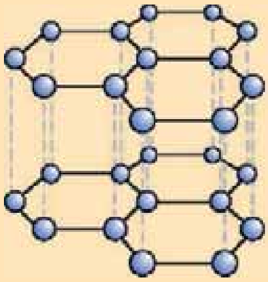
વધુ જાણવા જેવું !

કાર્બનનાં અપરરૂપો

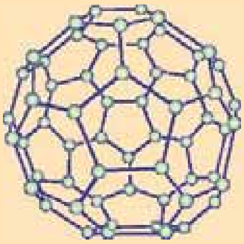
કાર્બન તત્ત્વ કુદરતમાં અનેક વિવિધ ભૌતિક ગુણધર્મો સાથે જુદાં-જુદાં સ્વરૂપમાં પ્રાપ્ત થાય છે. હીરો અને ગ્રૅફાઇટ બંને કાર્બન પરમાણુઓના જ બનેલા હોય છે, કાર્બન પરમાણુઓ જે રીતે એકબીજા સાથે બંધથી જોડાય છે તેના આધારે તેમાં તફાવત હોય છે. હીરામાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવીને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



હીરાનું બંધારણ



ગ્રૅફાઇટનું બંધારણ



C-60 બકમિન્સ્ટર ફુલેરિનનું બંધારણ

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

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

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

પ્રશ્નો

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

4.2 કાર્બનનો સર્વતોમુખી સ્વભાવ (Versatile Nature of Carbon)

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

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

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

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

   વળી, કાર્બન 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 ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મોને મજબૂતાઈથી જકડી રાખે છે. મોટા પરમાણુઓ ધરાવતાં તત્ત્વો દ્વારા બનતા બંધો અત્યંત નિર્બળ હોય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

કાર્બનિક સંયોજનો

કાર્બનમાં જોવા મળેલ બે વિશિષ્ટ લક્ષણો, 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 નિષ્કર્ષણ શરૂઆતમાં કુદરતી પદાર્થોમાંથી કરવામાં આવ્યું હતું અને એમ વિચારવામાં આવ્યું હતું કે આ કાર્બન સંયોજનો અથવા કાર્બનિક સંયોજનો માત્ર જીવંત પ્રણાલીમાંથી મેળવી શકાય છે. તેમના સંશ્લેષણ માટે એક 'મહત્ત્વપૂર્ણ બળ' (Vital Force) જરૂરી છે તેમ માનવામાં આવતું હતું. ફ્રેડરિક વોહલરે (Friedrich Wohler) 1828માં એમોનિયમ સાયનેટમાંથી યૂરિયાની બનાવટ દ્વારા તેનું ખંડન કર્યું, પરંતુ કાર્બાઇડ, કાર્બનના ઑક્સાઇડ, કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ ક્ષારો સિવાયનાં કાર્બન સંયોજનોનો અભ્યાસ કાર્બનિક રસાયણ અંતર્ગત કરવામાં આવે છે.

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

આપણે પહેલા જ મિથેનનું બંધારણ જોઈ ગયેલ છીએ. કાર્બન અને હાઇડ્રોજન વચ્ચે બનતું અન્ય સંયોજન C_2H_6 સૂત્ર ધરાવતું ઇથેન છે. સરળ કાર્બન સંયોજનોના બંધારણ મેળવવા 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, ઇથેનનું બંધારણ નીચે દર્શાવેલાં સોપાનોમાં મેળવવામાં આવે છે -

C—C   સોપાન 1

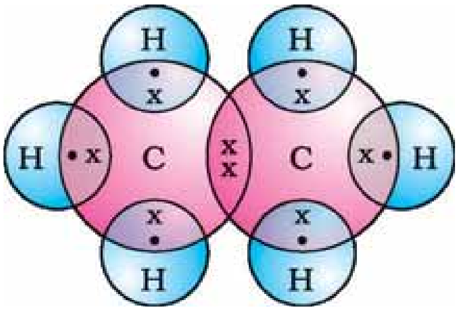
આકૃતિ 4.6 (a) કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાયેલા છે

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

```
  H  H
  |  |
H–C–C–H
  |  |
  H  H
```

સોપાન 2

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

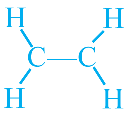


આકૃતિ 4.6
(c) ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ

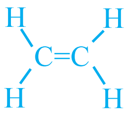
ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રૉન બિંદુ-નિરૂપણ આકૃતિ 4.6(c)માં દર્શાવેલી છે.

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

C—C   સોપાન –1



સોપાન –2



સોપાન –3

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

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 ઇથીનની ઇલેક્ટ્રૉન