ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણ વિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ/1218/275/છ, તા.14/03/2018

પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકા

રસાયણવિજ્ઞાન

ધોરણ - XI

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

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

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક

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

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

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

અનુવાદ

ડૉ. આઈ. એમ. ભટ્ટ
ડૉ. મયૂર સી. શાહ

સમીક્ષા

શ્રી સી. આઈ. પટેલ
શ્રી મુકેશ બી. પટેલ
શ્રી મિતેષ પંચોલી
શ્રી નરેશ પી. બોહરા
શ્રી રાજેશ આઈ. પટેલ
શ્રી ડી. પી. પટેલ

ભાષાશુદ્ધિ

ડૉ. મનીષ કે. પંચાલ

સંયોજન

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

નિર્માણ-આયોજન

શ્રી હરેન પી. 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 ના પાઠ્યપુસ્તકોનો સીધો જ અમલ કરવાનો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો. તેને અનુલક્ષીને NCERT, નવી દિલ્હી દ્વારા પ્રકાશિત **ધોરણ XI રસાયણવિજ્ઞાન પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકા**નો ગુજરાતીમાં અનુવાદ કરીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકાનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં આવ્યા છે અને સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારા-વધારા કર્યા પછી આ પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકા પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલા આ પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકાની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધી તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા નિષ્ણાતોની એક ત્રિદિવસીય કાર્યશિબીરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું અને પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકાને અંતિમ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું. જેમાં ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), ડૉ. આઈ. એમ. ભટ્ટ, પ્રો. (ડૉ.) જાબાલી જે. વોરા, શ્રી સી. આઈ. પટેલ અને શ્રી શેખર બી. ગોરે ઉપસ્થિત રહી પોતાના કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરા પાડ્યા છે.

પ્રસ્તુત પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકાને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે માન.અગ્રસચિવશ્રી(શિક્ષણ) દ્વારા અંગત રસ લઈને જરૂરી માર્ગદર્શન આપવામાં આવ્યું છે. મંડળ દ્વારા પૂરતી કાળજી લેવામાં આવી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

NCERT, નવી દિલ્હી ના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

પી. ભારતી (IAS)
નિયામક — કાર્યવાહક પ્રમુખ
તા. 04-11-2019 — ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2018, પુનઃમુદ્રણ : 2019, 2020

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી પી. ભારતી (IAS), નિયામક

મુદ્રક :

FOREWORD

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) is the apex body concerning all aspects of refinement of School Education. It has recently developed textual material in Chemistry for Higher Secondary stage which is based on the National Curriculum Framework (NCF)–2005. NCF recommends that children's experience in school education must be linked to the life outside school so that learning experience is joyful and fills the gap between the experience at home and in community. It recommends to diffuse the sharp boundaries between different subjects and discourages rote learning. The recent development of syllabi and textual material is an attempt to implement this basic idea. The present laboratory manual will be complementary to the textbook of Chemistry for Class XI. It is in continuation to the NCERT's efforts to improve upon comprehension of concepts and practical skills among students. The purpose of this manual is not only to convey the approach and philosophy of the practical course to students and teachers but to provide them appropriate guidance for carrying out experiments in the laboratory. The manual is supposed to encourage children to reflect on their own learning and to pursue further activities and questions. Of course the success of this effort also depends on the initiatives to be taken by the principals and teachers to encourage children to carry out experiments in the laboratory and develop their thinking and nurture creativity.

The methods adopted for performing the practicals and their evaluation will determine how effective this practical book will prove to make the children's life at school a happy experience, rather than a source of stress and boredom. The practical book attempts to provide space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience. It is hoped that the material provided in this manual will help students in carrying out laboratory work effectively and will encourage teachers to introduce some open-ended experiments at the school level.

Yash Pal
21.5.08

PROFESSOR YASH PAL
Chairperson
National Steering Committee
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
21 May 2008

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a **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 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.**

PREFACE

The development of the present laboratory manual is in continuation to the NCERT's efforts to improve upon comprehension of concepts and practical skills among the students. The present laboratory manual will be complementary to the textbook of Chemistry for Class XI.

The expansion of scientific knowledge and consequently the change in the system of education has led to the development of new methods of instructions. Today the stress is laid on the enquiry approach and discussion method instead of lecture method of teaching. Unfortunately, it is believed that study of chemistry means abstract thinking, writing long formulas and complex structures and handling complicated equipments. The reason behind such endeavour is that even well-endowed schools tend to give only the cosmetic importance to the laboratory work. Children's natural spirit of inquiry is often not nurtured.

The new syllabus of practical work in chemistry has been designed to cater to the needs of pupil who are desirous of pursuing science further. The fundamental objective of this course is to develop scientific attitude and desired laboratory skills required at this level. The practical syllabus includes content based experiments, which help in comprehension of the concepts.

The project work is expected to provide thrill in learning chemistry. It is expected to serve the real purpose of practical work, which means inculcating the ability to design an experiment, to make observations methodically and to draw conclusions out of experimental data .The real purpose of practical work should be to enable the students to represent the outcome of experiments logically to conclusion, with genuine appreciation of it's limitation.

For each practical work, brief theory, material required, procedure, precautions and the questions for discussion are given in the book. The questions are aimed at testing learner's understanding of the related problems. However, teacher may provide help in case the problem is found to be beyond the capability of the learner. Precautions must be well understood by the learners before proceeding with the experiments and projects.

In order to provide some basic idea about the investigatory projects, a brief description of some investigatory projects is given in the book. However, this list is only suggested and not exhaustive. The students may select projects from subject area of chemistry, interdisciplinary areas or from the environment. While selecting a project, care should be taken to see that the facilities for carrying it out are available.

Appendices related to the chemical data and logarithmic tables are attached at the end of the book. International symbols for hazards and hazard warnings are given at several places in the book. It is expected that this will make the learners more careful about the environment and make them careful while dealing with the chemicals. Some non evaluative learning material has been given in the boxes to provide interesting information related to the practical work.

It is a pleasure to express my thanks to all those who have been associated at various stages of development of this laboratory manual. It is hoped that this practical book will improve teaching learning process in chemistry to a great extent. The learners will be able to understand the subject well and will be able to apply the acquired knowledge in new situations. I acknowledge with thanks the dedicated efforts and valuable contribution of Dr Alka Mehrotra, coordinator of this programme and other team members who contributed and finalised the manuscript. I especially thank Professor Krishna Kumar, *Director*, and Professor G. Ravindra, *Joint Director*, NCERT for their administrative support and keen interest in the development of this laboratory manual. I am also grateful to the participating teachers and subject experts who participated in the review workshop and provided their comments and suggestions which helped in the refinement of this manual and make it learner friendly. We warmly welcome comments and suggestions from our readers for further improvement of this manual.

HUKUM SINGH
Professor and Head
Department of Education in
Science and Mathematics

Laboratory Manual Development Team

Members

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

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

I. P. Aggarwal, *Professor*, Regional Institute of Education, NCERT, Bhopal

R. S. Sindhu, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

Ruchi Verma, *Lecturer*, DESM, NCERT, New Delhi

Member-coordinator

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

Acknowledgements

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) acknowledges the valuable contributions of the individuals and the organisations involved in the development of Manual for Chemistry Practicals for Class XI. The following academics contributed very effectively for the review of the manuscript of this manual : D. S. Rawat, *Reader*, Department of Chemistry, University of Delhi; Haritima Chopra, *Reader*, Maitreyi College, New Delhi; K. G. Trikha, *Reader (Retired)*, A.R.S.D. College, New Delhi; M. S. Frank, *Vice Principal*, St. Stephen's College, Delhi; Samta Goel, *Reader*, Zakir Hussain College, New Delhi; S. G. Warkar, *Lecturer*, Delhi College of Engenering, Delhi; Sunita Bhagat, *Reader*, A.R.S.D. College, New Delhi; K. K. Singh, *PGT*, Kendriya Vidyalaya, Pushp Vihar, New Delhi; Mona Rastogi, *Senior Headmistress*, ITL Public School, Dwarka, New Delhi; Nivedita Bose, *PGT*, Bluebells School, New Delhi; Nishi Saraswat, *PGT*, Kendriya Vidyalaya No.1, Delhi Cantt. We are thankful to them. We also acknowledge the contribution of Sunita Kumari, *JPF*. Special thanks are due to Hukum Singh, *Professor and Head*, DESM, NCERT for his administrative support.

The Council also acknowledges the support provided by the administrative staff of DESM; Deepak Kapoor, *Incharge*, Computer Station; Ishwar Singh, *DTP Operator* for refining and drawing some of the illustrations; Ritu Jha, *DTP Operator*; K. T. Chitralekha, *Copy Editor*. The efforts of the Publication Department are also highly appreciated.

અનુક્રમણિકા

Foreword	**iii**
Preface	**iv**
એકમ - 1 : પ્રસ્તાવના	**1**
• રસાયણવિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાં : કરશો અને ના કરશો	2
• વૈશ્લેષિક પદ્ધતિઓ	5
• પ્રયોગશાળાના પાયાના સાધનો અને પદ્ધતિઓ	5
• પ્રક્રિયક બોટલની સંભાળ	10
• ગરમ કરવાના સાધનો	11
એકમ - 2 : પાયાની પ્રયોગશાળા પ્રવિધિઓ (તકનીકો)	**16**
• કાચની નળી અને કાચના સળિયાને કાપવું	16
• કાચની નળીને વાળવી	18
• પ્રધાર (જેટ - Jet) નું બનાવવું	19
• બૂચમાં છિદ્ર (કાણું) પાડવું	20
• દ્રાવણને કસનળીમાં ગરમ કરવું	22
• બીકર અથવા ફલાસ્કમાં દ્રાવણને ગરમ કરવું	22
• ગાળણ	22
• પ્રવાહીઓના કદ માપવા	25
• વજન કરવાની પદ્ધતિ	30
• પ્રયોગ 2.1 : ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું	34
એકમ - 3 : શુધ્ધીકરણ અને શુધ્ધતાના અભિલક્ષણો	**38**
• પ્રયોગ 3.1 : નીચેનામાંથી ગમે તે એક સંયોજનના નમૂનાનું સ્ફટિકીકરણ વડે શુધ્ધીકરણઃ	38
• પ્રયોગ 3.2 : ઘન કાર્બનિક સંયોજનનું ગલનબિંદુ નક્કી કરવું	40
• પ્રયોગ 3.3 : પ્રવાહી કાર્બનિક સંયોજનનું ઉત્કલનબિંદુ નકી કરવું	43
એકમ - 4 : રાસાયણિક સંતુલન (દ્રાવણમાં આયનીય સંતુલન)	**46**
• પ્રયોગ 4.1 : ફેરિક આયન અને થાયોસાયનેટ આયનની પ્રક્રિયામાં સંતુલનના સ્થાનાંતરનો અભ્યાસ કરવો.	47

- પ્રયોગ 4.2 : $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ અને Cl^- આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયાના સંતુલનનો અભ્યાસ 50

એકમ - 5 : pH અને જલીય દ્રાવણોમાં pH ફેરફાર 53

- પ્રયોગ 5.1 : કેટલાક ફળના રસ (જ્યુસ)ની pH નક્કી કરવી. 54
- પ્રયોગ 5.2 : મંદન કરતાં ઍસિડ / બેઈઝના pH માં થતા ફેરફારનું અવલોકન 56
- પ્રયોગ 5.3 : નિર્બળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઈઝની pH પર સમાન આયનની અસરને કારણે થતાં ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો. 58
- પ્રયોગ 5.4 : સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરીને પ્રબળ ઍસિડના પ્રબળ બેઈઝ સાથેના અનુમાપન દરમિયાન થતા pH ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો. 61
- પ્રયોગ 5.5 : સોડિયમ ક્લોરાઈડ, ફેરિક ક્લોરાઈડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણોની pH નો અભ્યાસ કરવો. 63

એકમ - 6 : અનુમાપનીય પૃથક્કરણ (કદમાપક પૃથક્કરણ) 65

- અંતિમબિંદુની પરખ 65
- અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં પ્રક્રિયા માટે જરૂરિયાતો 66
- ઍસિડીમિતિ અને આલ્કલીમિતિ 66
- ઍસિડ-બેઈઝ અનુમાપનમાં સૂચક 67
- પ્રયોગ 6.1 : સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) ઑક્ઝેલિક ઍસિડના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથેના અનુમાપનથી નક્કી કરવી 69
- પ્રયોગ 6.2 : સોડિયમ કાર્બોનેટનું પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું 74
- પ્રયોગ 6.3 : મંદ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણની પ્રબળતા (સાંદ્રતા) સોડિયમ કાર્બોનેટના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથેના અનુમાપન દ્વારા નક્કી કરવી 75

એકમ - 7 : પધ્ધતિસર ગુણાત્મક પૃથક્કરણ 79

- પ્રયોગ 7.1 : આપેલા ક્ષારમાં રહેલા એક ધનાયન અને એક ઋણાયનની પરખ કરવી 80
- ઋણાયનનું પધ્ધતિસર પૃથક્કરણ 81
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી 81
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની ઋણાયનોની નિર્ણાયક કસોટી 82
- સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી 86

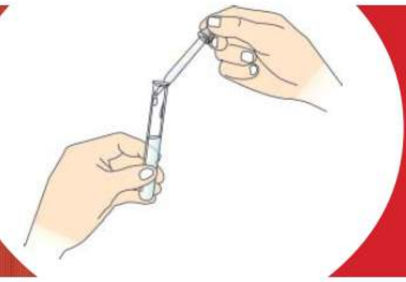
- સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે ઋણાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ 87
- સલ્ફેટ અને ફોસ્ફેટની કસોટીઓ 92
- ધનાયનોનું પધ્ધતિસર પૃથક્કરણ 93
- ધનાયનોની પરખ માટેનું ક્ષારનું પ્રાથમિક પરીક્ષણ 93
- ધનાયનોની પરખ માટેની ભીની કસોટીઓ 99
- શૂન્ય સમૂહ ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 99
- સમૂહ - I ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 101
- સમૂહ - II ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 102
- સમૂહ - III ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 105
- સમૂહ - IV ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 106
- સમૂહ - V ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 109
- સમૂહ - VI ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 111
- ક્ષારના પૃથક્કરણ માટે નમૂનાની નોંધ 114

પરિયોજનાઓ 116

પરિશિષ્ટ 129

એકમ-1

પ્રસ્તાવના (Introduction)



પ્રયોગશાળા કાર્યના આધારે વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતો વિકસાવવા અને વૃદ્ધિ કરવા માટેના વિજ્ઞાનના અભ્યાસમાં પ્રયોગશાળાના કાર્યનું વિશિષ્ટ મહત્ત્વ છે. રસાયણવિજ્ઞાન પ્રાયોગિક વિજ્ઞાન છે. અભ્યાસ વર્ગમાં શીખેલી સંકલ્પનાઓ પ્રાયોગિક કાર્ય દ્વારા વધુ સારી રીતે સમજી શકાય છે. પ્રયોગશાળાનું કાર્ય નિયંત્રિત પ્રયોગશાળાની પરિસ્થિતિમાં ઘણી બધી રાસાયણિક ઘટનાઓનુ અવલોકન કરવાની તક પૂરી પાડે છે અને તપાસની પદ્ધતિ મારફતે કોઈપણ કોયડો ઉકેલી શકીએ છીએ. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આ તમને એક ઉત્કટ (keen) અવલોકનકાર બનવાની તથા અનુમાનો તારવવાની તેમજ પરિણામો સમજાવવાની વિપુલ તકો પૂરી પાડે છે.

પ્રયોગશાળા કાર્યમાં મળતી તાલીમ સાધનો અને સામગ્રી વાપરવા અંગેના ચાતુર્યના વિકાસમાં તથા પ્રયોગો કરવામાં મદદ કરે છે. આ પ્રમાણે, પ્રાયોગિક કાર્ય વૈજ્ઞાનિક મિજાજને પ્રોત્સાહિત કરવા તથા એક સહકારની ભાવના અપનાવવામાં મદદ કરે છે. પ્રયોગશાળામાં કરાતું કાર્ય આપણને નવા અને સર્જનાત્મક વિચારો તથા તેને મજબૂત આકાર આપવા માટેનું સ્થાન આપે છે.

વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિઓ અને પ્રાયોગિક કાર્ય માટેની આવડત અને પ્રયોગશાળામાં કાર્ય શરૂ કરતાં પહેલાં તમારે રાસાયણિક પ્રયોગશાળા સાથે સારી રીતે માહિતગાર બનવું જોઈએ. તમને પ્રયોગશાળામાં અને તમારા કાર્ય કરવાના ટેબલ પર આપવામાં આવતી સગવડોને તમારે ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ.

તમે નોંધી શકશો કે તમારું ટેબલ પાણીનો નળ, ગેસની ટેપ (ચકલી), બુન્સેન બર્નર, સ્પિરિટ લેમ્પ / કેરોસીન લેમ્પ, પ્રક્રિયકની છાજલી અને નકામા પદાર્થોના નિકાલ માટે કચરાપેટી જેવી સવલતો ધરાવે છે. તમને કેટલાક પ્રક્રિયકો ટેબલ પર જડેલી છાજલી પર રાખેલા જોવા મળશે, જ્યારે કેટલાક પ્રક્રિયકો દીવાલો પર લગાડેલી છાજલીઓ પર રાખેલા જોવા મળશે. તમારા ટેબલ પરની છાજલીઓ પર રાખેલા પ્રક્રિયકોની તમારે વારંવાર જરૂર પડે છે. જ્યારે બાજુની છાજલી પરના પ્રક્રિયકો પ્રમાણમાં ઓછી વખત વપરાય છે. ટેબલ પરની સગવડો ઉપરાંત તમે જોશો કે બારણા અને બારીઓની સામેની દીવાલ પરના ઉપરના ભાગમાં લગભગ ઉપરની છતની સપાટી પાસે નિષ્કાસ પંખા (exhaust fan) લગાડેલા હોય છે. આ સગવડ નુકસાનકારક ધૂમાડાઓને બહાર ધકેલે છે અને પ્રયોગશાળામાં તાજી હવાનું પરિવહન (આવ-જા) કરે છે. આ હેતુ માટે પ્રયોગશાળામાં પૂરતી સંખ્યામાં બારીઓ હોય છે. તમે કાર્ય કરો ત્યારે બારીઓ ખુલ્લી રાખો. ધૂમાડા માટેનુ કબાટ (fume cupboard) પ્રયોગશાળામાં રાખવામાં આવે છે જેથી જે પ્રયોગોમાં ધૂમાડા નીકળતાં હોય, તેને તમે સારી રીતે કરી શકો.

એ ખાસ સલાહ આપવામાં આવે છે કે તમારે તમારી રસાયણવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળા, પ્રયોગશાળા પદ્ધતિઓ અને પ્રવૃત્તિઓ વિશે અને વધારે અગત્યનું એ છે કે પ્રયોગશાળામાં કાર્ય કરો ત્યારે રાખવાની સાવચેતીઓ વિશે સંપૂર્ણ માહિતગાર હોવું.

રસાયણવિજ્ઞાન પ્રયોગશાળાનું વાતાવરણ કંઈક અંશે વિશિષ્ટ છે. તે એ અર્થમાં કે

તે આનંદથી, શોધખોળનું અને શીખવાનું સ્થળ છે. તે અણગમો અને ભયનું સ્થાન પણ બની શકે છે. અણગમો – તમે તૈયાર થયા વગર આવો અને અગત્યની માહિતી યોગ્ય રીતે નોંધવાનું અવગણો ત્યારે અને ભય – જો તમે પ્રયોગ કરવામાં સાવચેતીઓને યોગ્ય રીતે અનુસરો નહિ; કારણ કે તેમાં કેટલાક સંભવિત ભય રહેલા હોય છે.

પ્રયોગશાળા કાર્યમાં રહેલા પાયાના સિદ્ધાંતોમાં નિપુણ થવા માટે તમારે સાધનોના ઉપયોગ વિશે જાણવું અને તમારી જાતને સલામત પદ્ધતિઓ અને સારી પ્રયોગશાળા પદ્ધતિઓ વિશે માહિતગાર થવું જોઈએ.

પ્રયોગશાળામાં કાર્ય માટે દાખલ થાવ તે પહેલાં તમારે તમારી જાતને વ્યવસ્થિત રૂપ આપવું અને પ્રયોગશાળાની તૈયારીઓ અને પ્રાયોગિક પદ્ધતિઓ વિશે જાણકાર રહેવું જેથી તમારું કાર્ય છિન્નભિન્ન ન હોય. જો પ્રયોગમાં ટીમવર્કની જરૂર હોય તો સાથે, નહિ તો વ્યક્તિગત રીતે કાર્ય કરવું. કાર્ય કરતા સમયે તમારા કૌશલ્ય અને સામાન્ય સમજનો ઉપયોગ કરો. વૈજ્ઞાનિક અભિગમ પ્રાપ્ત કરવા માટે આવું વર્તન પાયાની જરૂરિયાત છે. પ્રયોગશાળા નોંધપોથીમાં પ્રયોગોના રિપોર્ટ તૈયાર કરો. આ હેતુ માટે છૂટા કાગળો અથવા નકામા કાગળો વાપરશો નહિ. વિચારો અને પ્રયોગ પદ્ધતિ જેના પર આધારિત છે તેના સિદ્ધાંતોની સમજણ આપે તેવા અગત્યના પ્રશ્નોના ઉત્તર માટે પ્રયત્ન કરો.

વૈજ્ઞાનિકો ચર્ચાથી ઘણું શીખે છે. આ જ રીતે તમે પણ તમારા શિક્ષક અને સહાધ્યાયીઓ સાથે ચર્ચા કરીને લાભ મેળવી શકો છો. શંકા પડે ત્યારે પુસ્તકોનો ઉપયોગ કરો કારણ કે પુસ્તકો સહાધ્યાયીઓ કરતાં વધુ વિશ્વસનીય, સંપૂર્ણ અને માહિતીનો વધારે સ્રોત છે, નહિ તો તમારા શિક્ષકના સલાહસૂચન મેળવો.

સલામતીના (સાવચેતી) નિયમોનું નિરૂપણ કરવામાં આવે છે, જેથી પ્રયોગશાળામાં કરેલું કાર્ય તમારે માટે અને તમારા સહાધ્યાયી વિદ્યાર્થીઓ માટે ચોક્કસ સલામત રહે. સલામતી નિયમોનું અનુસરણ કરો અને કેટલીક વસ્તુઓ જેમ કે પ્રાથમિક સારવાર પેટી, અગ્નિશામક વગેરે ક્યાં રાખવામાં આવેલ છે તેના વિશે જાણકાર થાઓ.

પ્રયોગશાળામાં કોઈપણ વસ્તુ ચાખશો નહિ (ઝેરી પદાર્થો હંમેશા પ્રયોગશાળામાં સારી રીતે લેબલ કરેલા હોતા નથી) અને પ્રયોગશાળાને જમવાનું સ્થળ ન બનાવશો. પ્રયોગશાળાનું કોઈપણ કાચનું વાસણ ખાવાના કે પીવાના સાધન તરીકે વાપરશો નહિ. પ્રયોગશાળામાં એકલા કામ કરશો નહિ. જો જરૂર હોય અને વધુ સમય પ્રયોગશાળામાં કામ કરવાનું હોય તો તમારા શિક્ષકની રજા મેળવશો.

1.1 રસાયણવિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાં : કરશો અને ના કરશો. (Do's and Don'ts in a Chemistry Laboratary)

નીચે દર્શાવેલી પદ્ધતિઓ તમને કાર્યક્ષમ પ્રયોગશાળા પ્રવિધિઓ વિકસાવવા માટે અને તમારી પ્રયોગશાળાને કાર્ય કરવા માટેનું એક આનંદદાયક સ્થળ બનાવવા માટે નિર્દેશિત કરેલ છે. તમારે નીચેની યાદીમાં દર્શાવેલી પદ્ધતિઓ (વ્યવહારો) અનુસરવા જોઈએ.

- પ્રયોગશાળામાં કાર્ય કરતી વખતે સલામતી ચશ્મા, પ્રયોગશાળાનો કોટ (એપ્રન–Apron) તથા બૂટ પહેરવા.
- પ્રક્રિયક બોટલમાં (શીશી) રહેલા પદાર્થના ઉપયોગ કરતા પહેલાં તેના પરનું લેબલ વાંચો અને ચેક કરો.
- પદ્ધતિઓ અને સાવચેતીઓ (તકેદારી) ને ધ્યાનથી વાંચો અને તેને અનુસરો.
- પ્રક્રિયક બોટલનો ઉપયોગ કર્યા પછી તેને ટેબલ પર રહેવા દેવી તે ખરાબ ટેવ છે. બોટલ પરના બૂચ બરાબર બંધ કરો અને તેમનો ઉપયોગ કર્યા પછી તરત જ છાજલી પર મૂકી દો.

- જો તમારી જગ્યા પર પ્રક્રિયક બોટલ ખાલી હોય તો પ્રયોગશાળા મદદનીશને કહો કે તે ભરી આપે.
- જો તમારે બાજુની છાજલી પરના પ્રક્રિયકની જરૂર પડે તો કસનળી અથવા બીકર લઈને તે જગ્યાએ જાવ. પ્રક્રિયક બોટલ તમારી જગ્યા પર લાવશો નહિ.
- જો તમને સલાહ આપવામાં આવી હોય તો જ, નહિ **તો વધુ પ્રમાણમાં પ્રક્રિયકનો ઉપયોગ કરવાનું ટાળો.**
- **ન વપરાયેલ રસાયણ, તે રસાયણનો જથ્થો ધરાવતી બોટલમાં પાછો નાંખશો નહિ.** જો તમે વધેલા પ્રક્રિયકને ફરીથી સંગ્રહ બોટલમાં મૂકવામાં ભૂલ કરશો, તો બીજા વિદ્યાર્થીના પ્રયોગ બગડશે.
- જો પ્રયોગમાં જરૂરી હોય તો જ, નહિ તો **રસાયણોનું કદી પણ મિશ્રણ કરશો નહિ.** આ નિયમને અનુસરવામાં નિષ્ફળતા (ભૂલ) ગંભીર અકસ્માતમાં પરિણમી શકે છે.
- **સંગ્રહ દ્રાવણ (stock solution) અથવા પ્રક્રિયક બોટલમાંથી પ્રક્રિયક લેવા માટે યોગ્ય રીતે સાફ કરેલા ડ્રોપર, ચમચા અથવા પિપેટ વગેરે વાપરશો.**
- **બોટલના બૂચને (ઢાંકણ) ટેબલ પર રાખશો નહિ.** અશુદ્ધિઓ તેને ચોંટી જાય અને બોટલનું દ્રાવણ અશુદ્ધિવાળું બને. જ્યારે તમારે પ્રક્રિયક બોટલમાંથી દ્રાવણની જરૂર પડે ત્યારે બોટલને એક હાથમાં લેશો અને બૂચને બીજા હાથ વડે ખોલશો અથવા બંધ કરશો તથા તેને સાફ કરેલા ગ્લેઝ ટાઈલ પર મૂકશો. શુષ્ક ઘન પ્રક્રિયક લેવા માટે ચમચાનો ઉપયોગ કરશો અને **તેને વોચ ગ્લાસ પર રાખશો. કદી પણ ગાળણપત્રનો ઉપયોગ કરશો નહિ. પ્રક્રિયકને તમારી હથેળીમાં રાખશો નહિ અથવા આંગળી વડે અડકશો નહિ.**
- વપરાયેલી દીવાસળી, લિટમસ પત્ર, તૂટેલા કાચના સાધનો, **ગાળણપત્રો અથવા અદ્રાવ્ય ઘન પદાર્થો** વગેરેને સિન્ક **(બેઝિન)માં અથવા જમીન પર નાંખશો નહિ.** તેમને તમારી જગ્યા પર આપેલી કચરા ટોપલીમાં નાંખશો. માત્ર નકામા પ્રવાહીને જ સિન્કમાં નાંખશો અને પાણીનો નળ ચાલુ રાખશો. જેથી કાંઈ ગંધાય નહિ અથવા ચોંટી જાય નહિ અને નકામું પ્રવાહી સંપૂર્ણપણે વહી જાય.
- **પાણી અથવા ગેસનો બગાડ કરશો નહિ.** પાણીના નળ ઉપયોગમાં ન હોય ત્યારે બંધ રાખશો. જો કોઈ વસ્તુ ગરમ કરતાં ન હો, તો તારજાળી નીચેનું બર્નર ચાલુ (સળગતું) રાખશો નહિ. તેને બૂઝાવી દો (બંધ કરી દો)
- ગરમ સાધનો સીધેસીધા જ કાર્ય કરવાની જગ્યા પર મૂકશો નહિ. કારણ કે તે કાર્ય કરવાના ટેબલને બગાડશે. તેને ગ્લેઝ્ડ ટાઈલ અથવા તારજાળી પર મૂકશો.
- જાડા કાચના બનેલા સાધનોને ગરમ કરશો નહિ. ઉદાહરણ તરીકે અંકિત નળાકાર, બોટલ, માપક ફ્લાસ્ક વગેરે, કારણ કે તેઓને ગરમ કરતા તૂટી જાય છે. ગરમ કરવાથી કાચ બેડોળ બનશે અને માપનના સાધનોનું માપાંકન (calibration) ખોટું થઈ શકે છે. કસનળીમાં ભરેલા પ્રવાહીની સપાટીથી ઉપરના ભાગે ગરમ કરતાં તે તૂટી જશે. ક્રુસિબલને રકત તપ્ત તાપે ગરમ કરી શકાય છે.

આંતરરાષ્ટ્રીય જોખમ (Hazard) સંજ્ઞાઓ

નુકસાનકારક

જ્વલનશીલ

દાહક

વિષાલુ

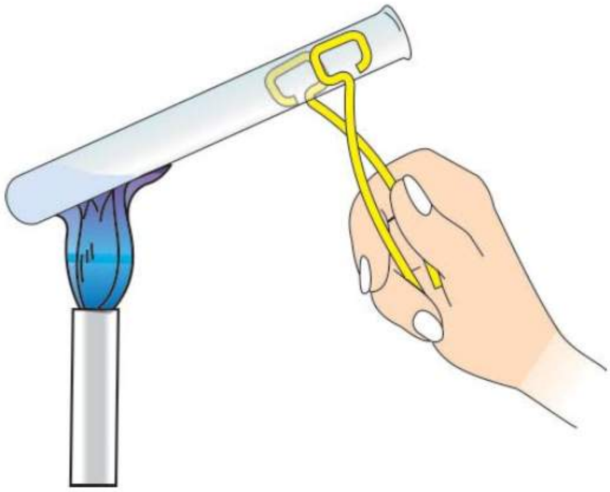
સ્ફોટક

ઑક્સિડેશનકર્તા

રેડિયો સક્રિય

નોંધ : રસાયણોની બોટલોના લેબલ પર આ સંજ્ઞાઓ જૂઓ.

- દ્રાવણ ધરાવતી કસનળીને ગરમ કરો ત્યારે ધ્યાન રાખશો કે તેનું મુખ (ખુલ્લો ભાગ) તમારી કે તમારા પડોશી તરફ નથી કારણ કે કસનળીમાં રહેલું દ્રાવણ ઉછળે તો તમને કે તમારા પડોશીને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે (આકૃતિ 1.1). કસનળીને એક જ સ્થિતિમાં સતત ગરમ કરશો નહિ. ગરમ કરો તે દરમિયાન તેને ફરતી રાખો અને હલાવતા રહો. જેથી ગરમી એકસરખી પ્રસરે.
- કાર્ય પૂરું થાય કે તરત જ બધા સાધનોને સ્વચ્છ કરશો અને તેમને યોગ્ય જગ્યાએ મૂકશો. ગંદી જગ્યા અને સાધનો બેદરકારીની ટેવનો નિર્દેશ કરે છે અને પ્રયોગની સફળતાપૂર્વકની કામગીરીને બાધારૂપ બને છે.



આકૃતિ 1.1 : કસનળીમાં દ્રાવણને ગરમ કરવાની સાચી રીત

- કાચના સાધનોની ચોખ્ખાઈની ખાત્રી એ છે કે સાધનને પાણી વડે વીંછળીને એવી રીતે રાખીએ જેથી બધું જ પાણી ઝડપથી બહાર નીકળી જાય અને પાણીના ટીપાં સપાટી પર બાઝે નહિ. જો કાચની સપાટી પર પાણીના ટીપાં ચોંટી રહે તો માનવું કે સાધન ચીકાશવાળું છે. આવી પરિસ્થિતિમાં સાધનને 5% NaOH ના દ્રાવણ વડે અથવા સાબુના પાણીથી ધોયા પછી પાણી વડે સારી રીતે વીંછળી નાંખવું. આમ છતાં પણ જો કચરો કે ડાઘા ચોંટેલા રહી જાય તો ગરમ સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડનો ઉપયોગ સાફ કરવા માટે કરી શકાય. આમ છતાં પણ જો કચરો કે ડાઘ રહી જાય તો તેને ક્રોમિક ઍસિડ વડે (જેને ક્રોમોસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ પણ કહે છે) સાફ કરી શકાય. એક લિટર ક્રોમિક ઍસિડ દ્રાવણ બનાવવા માટે 100 g પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટને એક લિટર સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડમાં ઓગાળવામાં આવે છે. **તે ખૂબ જ દાહક પ્રવાહી છે અને તેથી તેનો કપડાં અથવા ચામડી સાથે સંપર્ક ન થાય તેનું ખાસ ધ્યાન રાખવું.**
- જેમાં ઝેરી અથવા બળતરા કરે તેવા ધુમાડા ઉત્પન થતાં હોય તેવા પ્રયોગોને ધૂમાડા કબાટમાં (fume cupboard) કરવા.
- પ્રયોગશાળામાં કામ કરતી વખતે બારી અને બારણાં ખુલ્લા રાખવા અને નિષ્કાસ પંખો ચાલુ રાખવો જેથી ઝેરી બાષ્પ ઝડપથી બહાર ખેંચાઈ જાય અને તાજી હવાની સગવડ મળી રહે.

- જો તમો ઉપર દર્શાવેલ આ કરશો અને આ ન કરશો ને અનુસરશો, તો તમારો પાયાની વૈજ્ઞાનિક પ્રવિધિઓને શીખવાનો અનુભવ જરૂર ખૂબ આનંદ ભરેલો રહેશે.

આગળના પાનાઓમાં તમને પ્રયોગશાળાનાં પાયાના સાધનો, પદ્ધતિઓ અને રસાયણવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં કામ કરવા માટે જરૂરી પ્રવિધિઓ વિશે પરિચય કરાવવામાં આવશે. ચાલો, આપણે રસાયણવિજ્ઞાનમાં વપરાતી વૈશ્લેષિક પદ્ધતિઓના પરિચયથી જ શરૂઆત કરીએ.

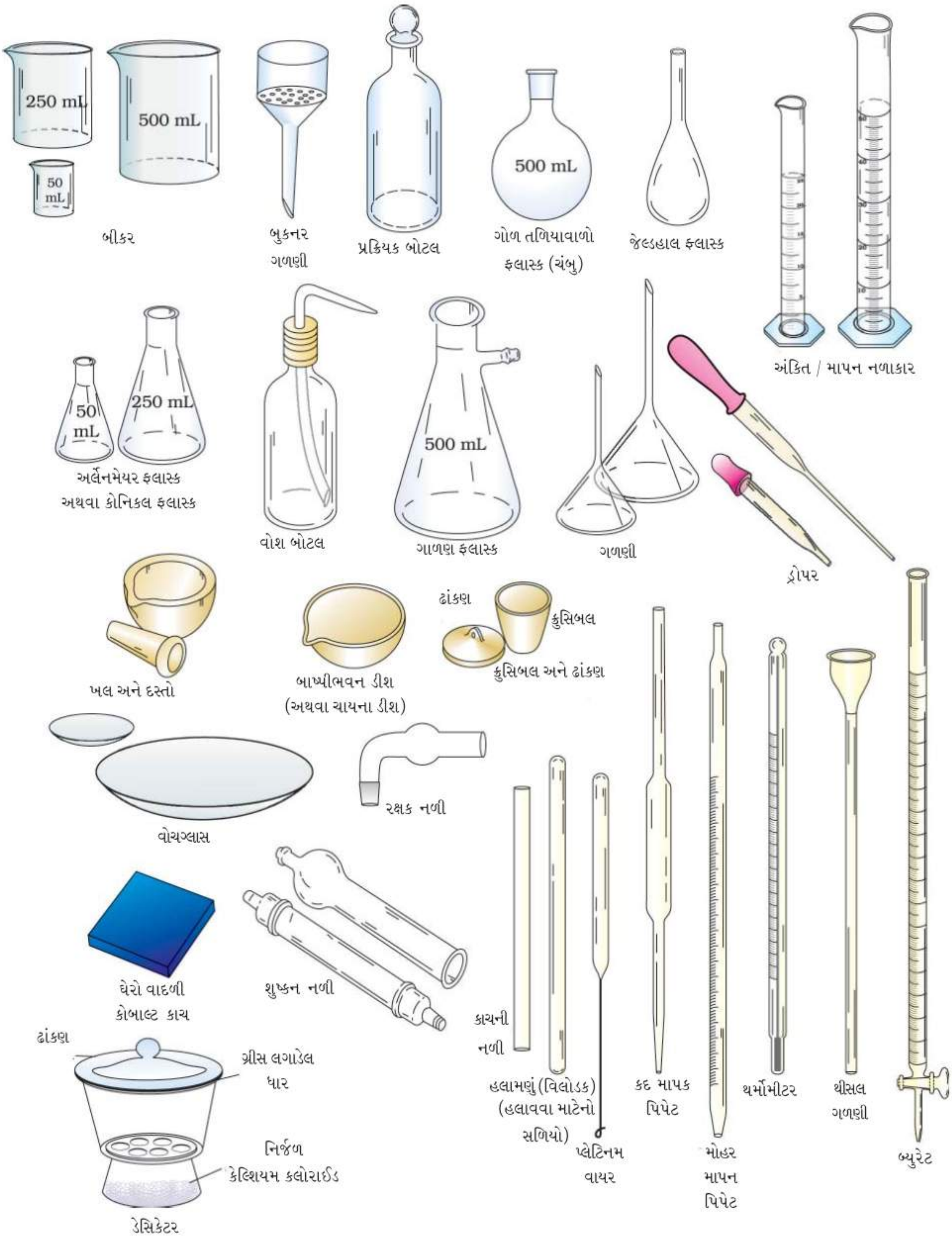
1.2 વૈશ્લેષિક પદ્ધતિઓ (Analylitical Methods)

તત્ત્વ અને તેના સંયોજનો તેમની ભૌતિક ખાસિયતોથી શોધી શકાય છે. આવી ખાસિયતોમાં તેમની ભૌતિક અવસ્થા, રંગ, વાસ, ચમક, ગલનબિંદુ, ઉત્કલનબિંદુ, ઉર્ધ્વગમન, ગરમ કરતાં જ્યોતને આપતા રંગ, સખતાઈ, સ્ફટિકમય અવસ્થા અથવા અસ્ફટિકમય અવસ્થા, પાણી અને બીજા દ્રાવકોમાં દ્રાવ્યતા વગેરે છે. આમ છતાં પણ ઘણી વખત ભૌતિક ખાસિયતોનાં આધારે પદાર્થ ઓળખવા અશક્ય હોય છે. આથી રાસાયણિક પદ્ધતિઓ જેવી કે આલ્કલી, ઍસિડ, ઑક્સિડેશનકર્તા, રિડક્શનકર્તા અને બીજા સંયોજનો સાથેની પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ પદાર્થની ઓળખ માટે કરવામાં આવે છે. પદાર્થનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે જેથી તેના ગુણાત્મક અને જથ્થાત્મક રાસાયણિક સંઘટનને સ્થાપિત કરી શકાય. આથી પૃથક્કરણ (વિશ્લેષણ) કયાં તો ગુણાત્મક અથવા જથ્થાત્મક હોય છે. **ગુણાત્મક પૃથક્કરણનો** ઉપયોગ પદાર્થના તત્ત્વોના સંઘટનની પરખ માટે થાય છે. તેમાં, બનતા આયનોની પરખ અને પદાર્થમાં રહેલા અણુઓના પ્રકારનો સમાવેશ થાય છે. ગુણાત્મક પૃથક્કરણની પદ્ધતિઓ વિવિધ પ્રકારની હોય છે. તે પૃથ્વી પર રહેલા પદાર્થોમાં રહેલા તત્ત્વોનું નિર્ધારણ કરી આપે છે, એટલું નહિ પૃથ્વીથી ઘણા દૂર રહેલા આકાશીય પદાર્થોનું સંઘટન જાણવામાં પણ ઉપયોગી થાય છે. **જથ્થાત્મક પૃથક્કરણ** પદાર્થના સંઘટકોના જથ્થા (પ્રમાણ)ને સ્થાપિત (નક્કી) કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. તે ઊર્જા ફેરફારોના માપન માટે પણ મદદ કરે છે.

1.3 પ્રયોગશાળાના પાયાના સાધનો અને પદ્ધતિઓ (Basic Laboratory Equipments and Procedures)

ગરમ કરવું, ગાળણ, નિતારણ, ઘન અને પ્રવાહીના કદ માપવા અને વજન કરવા વગેરે પ્રયોગશાળાની કેટલીક પાયાની પદ્ધતિઓ છે, જે રાસાયણિક પ્રયોગશાળામાં પ્રયોગકાર્ય દરમિયાન વારંવાર જરૂરી બને છે. આ હેતુ માટે જરૂરી કેટલાક વિશિષ્ટ સાધનો આકૃતિ 1.2 અને 1.3 માં દર્શાવેલ છે. તમે પ્રયોગ કરશો તે દરમિયાન તેમના ઉપયોગ વિશે શીખશો. કેટલાક સામાન્ય સાધનોના ઉપયોગ માટે માર્ગદર્શિકાઓ આપવામાં આવેલી છે.

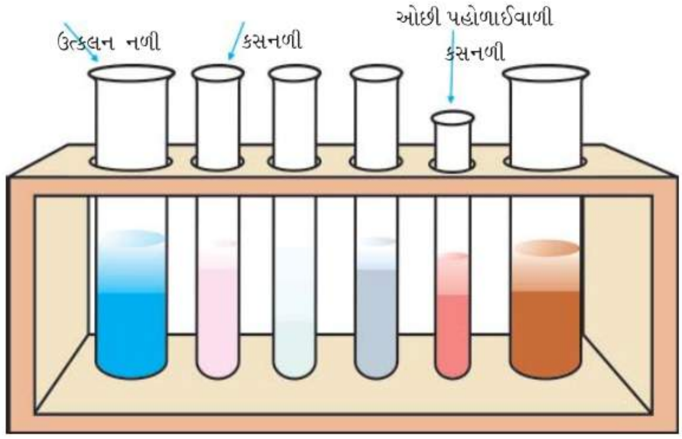
આકૃતિ 1.2 : પ્રયોગશાળાના સામાન્ય સાધનો



આકૃતિ 1.3 : પ્રયોગશાળાના સામાન્ય / કાચના સાધનો

કસનળી (Test Tubes)

જુદા જુદા કદની કસનળીઓ પ્રાપ્ય છે પણ સામાન્ય રીતે આ કક્ષાના રાસાયણિક પ્રાયોગિક કાર્ય માટે 125 mm (લંબાઈ) × 15mm (વ્યાસ), 150 mm (લંબાઈ) × 15 mm (વ્યાસ) અને 150 mm (લંબાઈ) × 25 mm (વ્યાસ)ની કસનળીઓ વપરાય છે. કસનળી તેના મુખ આગળ ધાર (rim) ધરાવતી અથવા ધાર વગરની મળે છે. ઓછી પહોળાઈવાળી કસનળી પ્રક્રિયા કરવા માટે વપરાય છે. જેમાં ગરમ કરવાની જરૂર નથી પડતી અથવા બહુ થોડા સમય માટે ગરમી આપવી પડતી હોય તેમાં વપરાય છે. **પ્રક્રિયા કરતી વખતે કસનળીનો માત્ર 1/3 ભાગ જ પ્રવાહીથી ભરવો જોઈએ.** મોટા વ્યાસવાળી કસનળી જેને **ઉત્કલન નળી** કહે છે. જ્યારે દ્રાવણના વધુ જથ્થાને ગરમ કરવાનું હોય ત્યારે તેનો ઉપયોગ થાય છે. જ્યારે કસનળીમાંના મિશ્રણને અથવા દ્રાવણને ગરમ કરવામાં આવે છે, ત્યારે કસનળીને પકડવા માટે કસનળીહોલ્ડરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કસનળીનું સ્ટેન્ડ દ્રાવણ ભરેલી કસનળીઓને સીધી ઉભી ગોઠવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે (આકૃતિ 1.4).



આકૃતિ 1.4 : ઉત્કલન નળી અને જુદા જુદા માપ (કદ)ની કસનળી ગોઠવેલું સ્ટેન્ડ

ફ્લાસ્ક (ચંબુ)

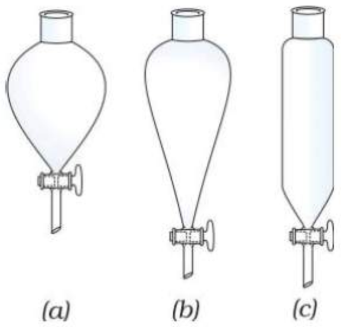
પ્રયોગશાળામાં સામાન્ય રીતે ગોળ તળિયાવાળા અને કોનિકલ ફ્લાસ્ક (જેમને અર્લેનમેયર ફ્લાસ્ક પણ કહે છે) વપરાય છે. તે 5 mL થી 2000 mL સુધીની જુદી જુદી ગુંજાશ(ધારિતા) (capacity)વાળા મળે છે. ફ્લાસ્કની ગુંજાશ અને માપની પસંદગી કેટલા જથ્થાના દ્રાવણ સાથે કાર્ય કરવાનું છે અને કયા પ્રકારની પ્રક્રિયા કરવાની છે તેના પર આધાર રાખે છે. સામાન્ય રીતે ગરમ કરવા માટે અથવા ગોળ તળિયાવાળા ફ્લાસ્કમાં લીધેલ પ્રક્રિયા મિશ્રણને પશ્ચવાહી (refluxing) પ્રક્રિયા દરમિયાન ગરમ કરવા માટે સીધી જ જ્યોત / રેત ઉષ્મક / જળ ઉષ્મક વપરાય છે. કોનિકલ ફ્લાસ્કનો ઉપયોગ કેટલીક પ્રક્રિયાઓને ઓરડાના તાપમાને અથવા નીચા તાપમાને ગરમ કરવા માટે વપરાય છે. તે વિશિષ્ટ રીતે કદમાપક અનુમાપન કરવામાં વપરાય છે.

બીકર

5mL થી 2000 mL જેટલી ધારિતા ધરાવતા જુદા જુદા બીકર પ્રાપ્ય હોય છે અને તે દ્રાવણ બનાવવા માટે, અવક્ષેપન પ્રક્રિયા કરવા માટે અને દ્રાવકોના બાષ્પીભવન માટે વપરાય છે.

ભિન્નકારી (અલગીકરણ) ગળણી.

આ ગળણી અમિશ્રિત રહેતા પ્રવાહીને અલગ કરવા માટે વપરાય છે. જુદા જુદા માપની અને આકારની ભિન્નકારી ગળણીઓ પ્રાપ્ય હોય છે (આકૃતિ 1.5).



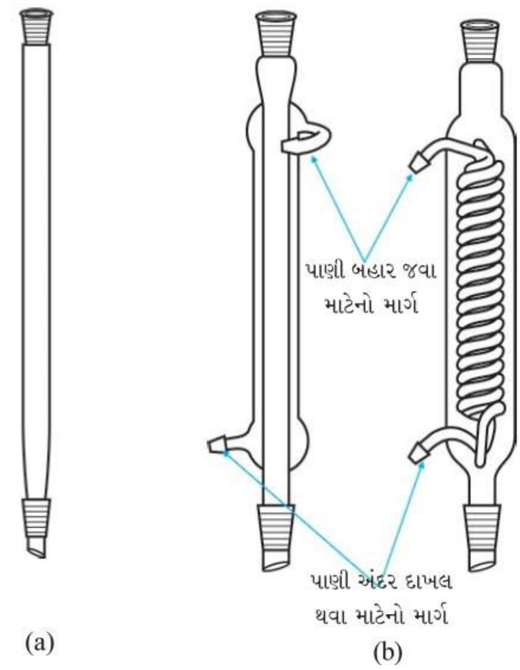
આકૃતિ 1.5 : જુદા જુદા આકારની ભિન્નકારી ગળણીઓ

સંઘનિત્ર (condensers)

સંઘનિત્રનો ઉપયોગ બાષ્પને પ્રવાહી સ્વરૂપ (કલા)માં સંઘનિત કરવા માટે વપરાય છે. સામાન્ય રીતે પ્રયોગશાળામાં બે પ્રકારના સંઘનિત્ર વપરાય છે. (a) હવા (air) સંઘનિત્ર અને (b) જળ (water) સંઘનિત્ર. હવા સંઘનિત્ર આકૃતિ 1.6 (a) માં દર્શાવેલ છે. હવા સંઘનિત્રના કાચની નળીની લંબાઈ અને વ્યાસ અલગ અલગ હોય છે. આમાં ગરમ બાષ્પમાંથી ઉષ્મા ઝડપથી પર્યાવરણીય હવામાં બદલી પામે છે અને બાષ્પનું સંઘનન થાય છે.

જળ સંઘનિત્રમાં અંદરની નળીને ફરતે બહાર કાચનું આવરણ (jacket) હોય છે [આકૃતિ 1.6 (b)] તેમાં પાણી અંદર દાખલ થવાનો માર્ગ અને ફરતા પાણીને બહાર નીકળવાનો માર્ગ હોય છે. પાણી અંદર જવાના પ્રવેશદ્વારને પાણીના નળ સાથે જોડવામાં આવે છે. ગરમ બાષ્પમાંથી ઉષ્મા આજુબાજુના પાણીમાં સ્થાનાંતર પામે છે.

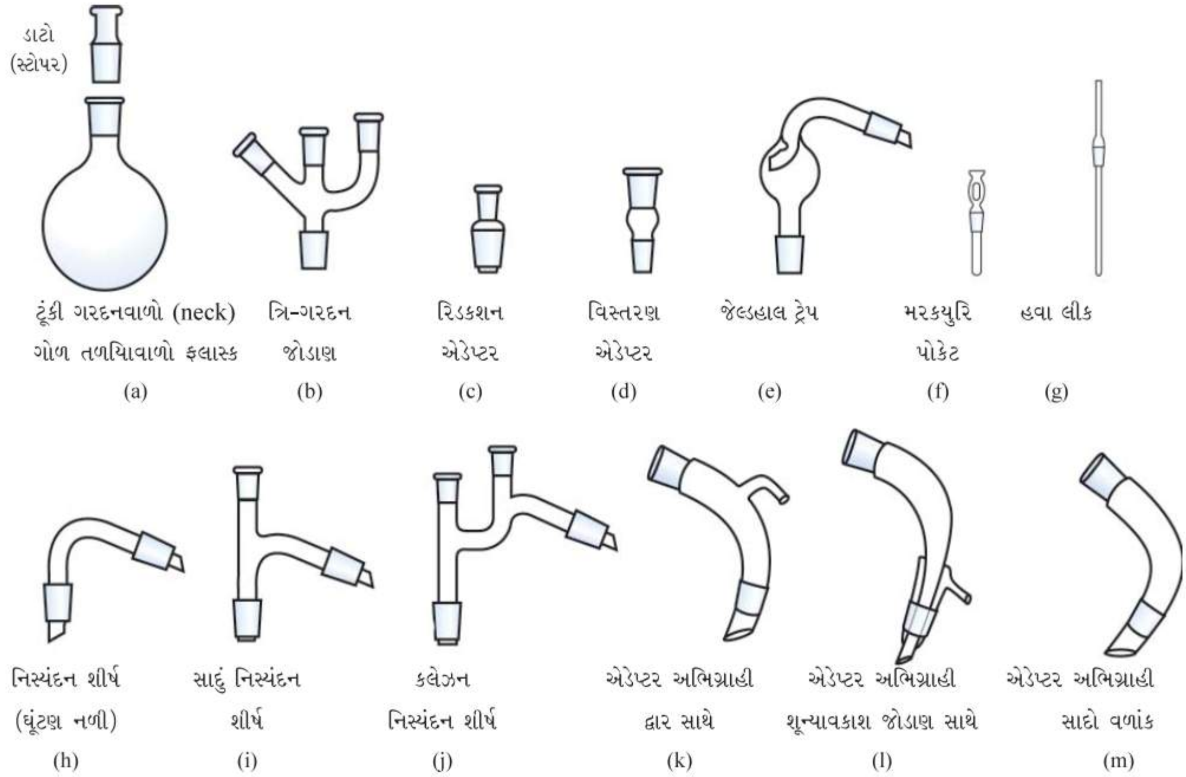
ઊંચા ઉત્કલન બિંદુ ધરાવતા પ્રવાહી અથવા દ્રાવણના પશ્ચવાહન કે નિસ્યંદન માટે હવા સંઘનિત્ર વપરાય છે. નીચા તાપમાને ઉકળતા પ્રવાહી માટે જળ સંઘનિત્ર વપરાય છે.



આકૃતિ 1.6 : (a) હવા સંઘનિત્ર
(b) જળ સંઘનિત્ર

ગ્રાઉન્ડ ગ્લાસ જોડાણ

હાલના સમયમાં ગ્રાઉન્ડ ગ્લાસના જોડાણ ઉપર વર્ણવેલા સાધનોમાં હવા કે પાણીને દાખલ થવા માટે કે બહાર નીકળવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે, જેથી બૂચનો ઉપયોગ ઓછો કરવો પડે છે. જુદા જુદા માપના ગ્રાઉન્ડ ગ્લાસના સાધનો જોડાણ માટે પ્રાપ્ય હોય છે.



આકૃતિ 1.7 : ગ્રાઉન્ડ ગ્લાસ જોડાણ સાથેના સાધનો

1.4 પ્રક્રિયક બોટલ સાથેની સંભાળ (Handling Reagent Bottle)

ઘન અને પ્રવાહી પ્રક્રિયકોને તેમની પ્રક્રિયક બોટલમાંથી કાઢવાની (લેવાની) સાચી રીતો આકૃતિ 1.8 અને 1.9 માં અનુક્રમે દર્શાવેલ છે. પ્રક્રિયક બોટલમાંથી પ્રક્રિયક કાઢતાં પહેલાં દરેકે બે વખત ખાતરી કરી લેવી જોઈએ કે પ્રક્રિયક બોટલ પરનું લેબલ બરાબર છે અને તમે સાચો જ પ્રક્રિયક લઈ રહ્યા છો. પ્રવાહી પ્રક્રિયકોને નાની ગરદનવાળી અને નાના બૂચ ધરાવતી પ્રક્રિયક બોટલો અથવા ડ્રોપિંગ બોટલમાં રાખવામાં આવે છે. પ્રક્રિયક બોટલોનો ઉપયોગ કરતી વખતે તેનો કાચનો બૂચ સાફ ગ્લેઝ્ડ ટાઈલ પર મૂકવો. કદી પણ બૂચને ટેબલ પર મૂકવો નહિ, કારણ કે તે ટેબલ પરની ધૂળ સાથે સંયોજાય અને પ્રક્રિયકને અશુદ્ધ બનાવે. પ્રક્રિયક લીધા પછી તરત જ બૂચ બંધ કરી દો. આકૃતિ 1.9 માં બોટલમાંથી પ્રક્રિયક ઉમેરવાની (રેડવાની) સાચી રીત દર્શાવી છે. જ્યારે બોટલમાંથી પ્રવાહી સીધું જ બીકરમાં રેડવાનું હોય, ત્યારે કાચના સળિયાનો ઉપયોગ કરો. કાચના સળિયાને બોટલના મુખ પાસે રાખી પ્રવાહી લો. જેથી પ્રવાહી બહાર ઢોળાઈ જાય નહિ કે વધારે પડી જાય નહિ.

આકૃતિ 1.8 : પ્રક્રિયક બોટલમાંથી ઘન પદાર્થ લેવાની પદ્ધતિ

પ્રથમ : લેબલ બેવાર વાંચો

બીજું : દાટાને પકડી રાખો અને જ્યાં સુધી બોટલમાંનો પદાર્થ તેને ભીનો ન કરે ત્યાં સુધી બોટલ નમાવી રાખો

ત્રીજું : પ્રવાહી લો, ભીંજવેલી ગરદન અને ધાર પ્રથમ ટીપાંને બહાર નીકળી જતુ રોકશે

કાચના સળિયાની સપાટી પરથી પ્રવાહી નીચે રેડો

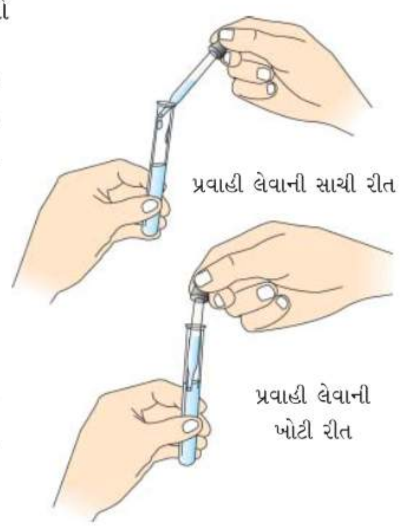
બીકરમાંથી રેડો ત્યારે હલામણા સળિયાને (stirring rod) આ સ્થિતિમાં પકડી રાખો

આકૃતિ 1.9 : પ્રવાહી રેડવાની પદ્ધતિઓ

જો ડ્રોપરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો પ્રવાહી લેતી વખતે તે પાત્રમાંના પદાર્થને અડકવું જોઈએ નહિ. ડ્રોપર વડે પ્રવાહી લેવાની સાચી રીત આકૃતિ 1.10 માં દર્શાવેલ છે. બોટલની ડ્રોપરની અદલાબદલી પણ કદી કરશો નહિ. ડ્રોપિંગ બોટલનો ઉપયોગ વધુ અનુકુળ અને સલામત ગણવામાં આવેલ છે.

1.5 ગરમ કરવાના સાધનો (Heating Devices)

પ્રયોગશાળા કાર્ય દરમિયાન ગરમ કરવા માટે ગૅસ બર્નર, સ્પિરિટ લૅમ્પ કે કેરોસીન લૅમ્પની મદદ લઈ શકાય છે. પ્રયોગશાળામાં સામાન્ય રીતે ગૅસ બર્નર તરીકે બુન્સેન બર્નર વપરાય છે (આકૃતિ 1.11). બુન્સેન બર્નરના જુદા-જુદા ભાગો આકૃતિ 1.12 માં દર્શાવેલા છે. આ ભાગોનું વર્ણન નીચે પ્રમાણે છે.



આકૃતિ 1.10 : ડ્રોપર વડે પ્રવાહી લેવાની રીત

બુન્સેન બર્નર

[A] બુન્સેન બર્નરના ભાગો

1. પાયો (આધાર)

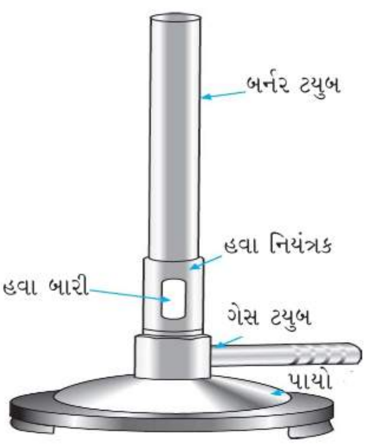
ભારે ધાત્વીય પાયો બાજુની જે નળી સાથે જોડેલ હોય છે, તેને ગેસ ટ્યુબ (નળી) કહે છે. સ્રોતમાંનો વાયુ બર્નરમાં ગેસ ટયુબ મારફતે દાખલ થાય છે અને નાના કાણા જેને નીપલ અથવા નોઝલ (નાળચું) કહે છે, તેની મારફતે બર્નરમાં દાખલ થાય છે. આ વાયુ ભારે દબાણ સાથે દાખલ થાય છે અને બર્નરની ટ્યુબના ઉપરના ભાગમાં સળગાવવામાં આવે છે.

2. બર્નર ટયુબ

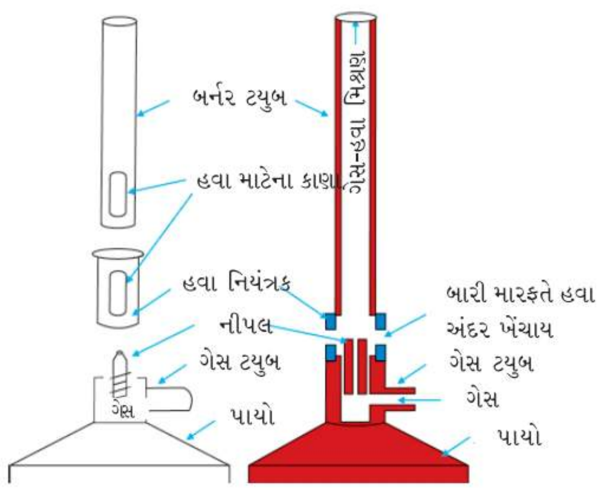
તે એક લાંબી ધાતુની નળી હોય છે અને તેના નીચેના ભાગની પાસે બે એકબીજાની સામસામે સીધી લીટીમાં કાણા આવેલાં હોય છે, જે હવા માટેની બારી બને છે. પાયાની નળીને ગોળ ફેરવી શકાય છે. નોઝલમાંથી આવતો વાયુ કાણા (બારી)માંથી આવતી હવા સાથે ભળે છે અને ઉપરના છેડે સળગે છે.

3. હવા નિયંત્રણ (રેગ્યુલેટર)

તે એક નાની ધાત્વીય નળાકાર જાળી (sleeve) જે બે સામ સામે સીધી લીટીમાં હોય છે જ્યારે તેને બર્નર ટયુબમાં ફીટ કરવામાં આવે છે તે બર્નર ટયુબની બારીને આજુબાજુ ગોઠવાય છે. બારીમાંથી હવાના પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરવા માટે તેના કાણાનું માપ બાંયને ફેરવીને ગોઠવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 1.11 : બુન્સેન બર્નર

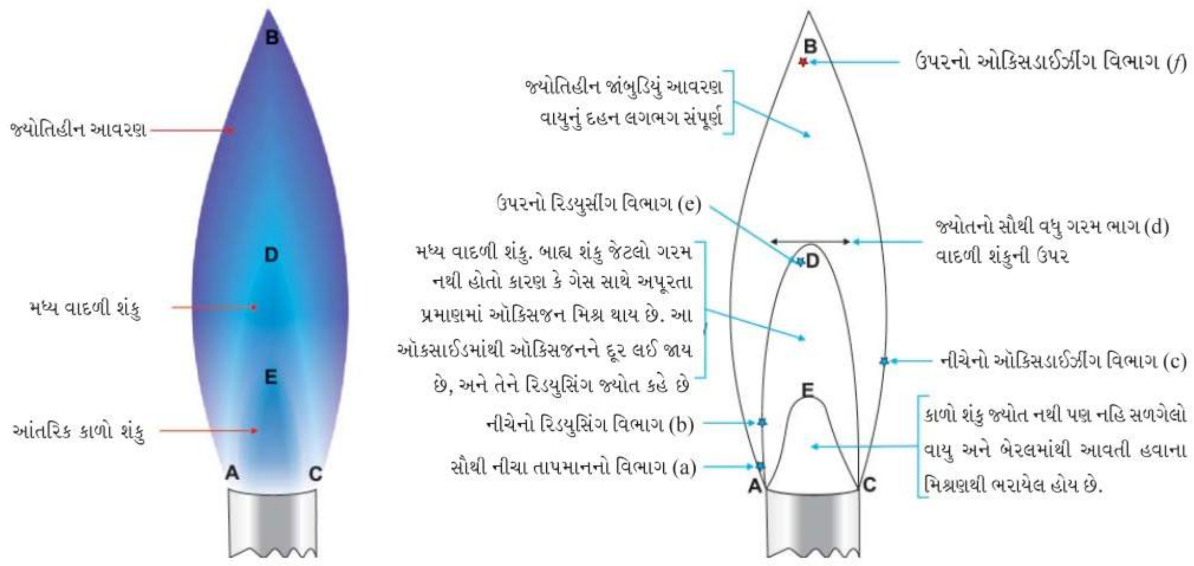


આકૃતિ 1.12 : બુન્સેન બર્નરના ભાગો

જો હવા બારી બંધ હોય અને ગેસને સળગાવવામાં આવે, તો જ્યોત મોટી અને જ્યોતિમય (ધૂમાડાવાળી અને રંગમાં પીળી) હશે. જ્યોત વડે ઉત્સર્જિત થતો પ્રકાશ અંશતઃ બળેલા ઈંધણના ગરમ કાર્બન કણો દ્વારા અપાતા વિકિરણોને લીધે હોય છે. આ પરિસ્થિતિમાં જ્યોતનું તાપમાન નીચું હોય છે. હવે જો બારી પરની બાંયની ગોઠવણી

એવી હોય કે હવા સાથે મિશ્ર થયેલો ગેસ જ્યોતમાં પહોંચે અને જ્યોત ઓછી જ્યોતિમય હોય છે અને છેવટે વાદળી રંગમાં ફેરવાય છે. જ્યારે હવાનો પ્રવાહ સાચી રીતે ગોઠવાય છે ત્યારે જ્યોતનું તાપમાન ઘણું ઊંચું થાય છે. આને જ્યોતિવિહીન જ્યોત કહે છે. જ્યોતના જુદા જુદા વિભાગો આકૃતિ 1.13 માં દર્શાવેલ છે.

બુન્સેન બર્નર જ્યોતના સ્પષ્ટરીતે દૃશ્યમાન થતાં ત્રણ ભાગોનું વર્ણન નીચે કરેલ છે.



આકૃતિ 1.13 : બુન્સેન બર્નરની જ્યોતના ભાગો

[B] બુન્સેન જ્યોતના મુખ્ય ભાગો (Principal Parts of Bunsen Flame)

1. આંતરિક કાળો શંકુ AEC

આ સૌથી અંદરનો કાળો વિભાગ છે, જે બર્નર ટ્યુબની તરત ઉપરના ભાગમાં હોય છે. તે નહિ બળેલો ગેસ ધરાવે છે. આ વિભાગ જ્યોતનો સૌથી ઠંડો ભાગ છે અને અહિંયા કોઈ દહન થતું નથી.

2. મધ્ય વાદળી શંકુ ADCEA

આ જ્યોતનો મધ્યભાગ છે. જ્યારે હવા બારીને થોડી બંધ કરવામાં આવે છે, ત્યારે તે જ્યોતિમય બને છે. આ ભાગની જ્યોતિમયતા નહિ બળેલા કાર્બન કણોની હાજરીને કારણે હોય છે, જે કેટલાક ગેસના વિઘટનથી બનેલા હોય છે. આ કણો તાપદીપ્ત (incandescent) સુધી ગરમ થાય છે અને ચળકે છે પણ બળતા નથી આ ભાગમાં દહન સંપૂર્ણ ન થતું હોવાથી તાપમાન વધારે ઊંચું હોતું નથી.

3. બાહ્ય જ્યોતિહીન આવરણ ABCDA

આ જાંબુડિયા રંગનો બાહ્ય શંકુ છે. તે જ્યોતનો સૌથી વધુ ગરમ ભાગ છે. તે વાતાવરણના સીધા જ સંપર્કમાં હોય છે અને તેથી આ વિભાગમાં દહન લગભગ સંપૂર્ણ હોય છે.

બુન્સેને જ્યોતના આ ત્રણ મુખ્ય ભાગોમાં જુદા જુદા છ વિસ્તારો ઓળખાવી બતાવ્યા.

(i) ઉપરનો ઓકિસડાઈઝીંગ વિભાગ (*f*)

તેનું સ્થાન **જ્યોતના જ્યોતિહીન છેડા પર** હોય છે. જે હવામાં છે. જ્યોતના આંતરિક ભાગની સરખામણીમાં અહીં હાજર ઑકિસજનનું પ્રમાણ અધિકતમ હોય છે. તાપમાન નીચે જણાવેલ (c) વિસ્તાર જેટલું ઊંચું હોતું નથી. તેને બધી ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓમાં વાપરી શકાય છે જેમાં જ્યોતના ઉચ્ચત્તમ તાપમાનની જરૂર પડતી નથી.

(ii) ઉપરનો રિડયુસીંગ વિભાગ (e)

આ વિભાગ **આંતરિક વાદળી શંકુના છેડા પર** હોય છે અને તે તાપદીપ્ત કાર્બનનું ઘણું પ્રમાણ ધરાવે છે. તે ખાસ કરીને ધાતુના ઑકસાઈડનું રિડકશન કરીને ધાતુનું પડ રચે છે.

(iii) જ્યોતનો સૌથી વધુ ગરમ ભાગ (d)

આ ગલન વિભાગ છે. તે જ્યોતની લંબાઈના લગભગ 1/3 ભાગમાં પથરાયેલ હોય છે. તે વિસ્તાર જ્યોતના આંતરિક અને બાહ્ય વિભાગથી લગભગ સરખા અંતરે હોય છે. એટલે કે જ્યોતના સૌથી બહારના શંકુથી સરખા અંતરે હોય છે. આ વિસ્તારમાં પદાર્થના ગલનની પરખ થઈ શકે છે. તેને પદાર્થો અથવા મિશ્રણમાંના પદાર્થોની સાપેક્ષ બાષ્પશીલતાની પરખ કરવા ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

(iv) નીચેનો ઑકિસડાઈઝીંગ વિભાગ (c)

તે જ્યોતના નીચેના ભાગના વિસ્તારની નજીક બહારની સપાટી પર સ્થિત છે અને તેનો ઉપયોગ બોરેક્ષ મણકામાં અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ મણકા વગેરેમાં ભેળવેલા પદાર્થોના ઑકિસડેશન માટે વપરાય છે.

(v) નીચેનો રિડયુસીંગ વિભાગ (b)

તે વાદળી શંકુની નજીકના બાહ્ય આંતરિક ધારના આવરણમાં સ્થિત છે અને અહિંયા રિડ્યુસીંગ વાયુઓ હવાના ઑકિસજન સાથે સંયોજાય છે. તે (e) કરતાં ઓછો શકિતશાળી રિડ્યુસીંગ વિભાગ છે અને તેનો ઉપયોગ પિગલિત બોરેક્ષના મણકા અથવા બીજા મણકાના રિડકશન માટે થાય છે.

(vi) સૌથી નીચાં તાપમાનવાળો વિભાગ (a)

જ્યોતના (a) વિભાગનું તાપમાન સૌથી ઓછું હોય છે. તેનો ઉપયોગ બાષ્પશીલ પદાર્થો તે જ્યોતને રંગ પ્રદાન કરે છે કે કેમ તે નક્કી કરવા માટે થાય છે.

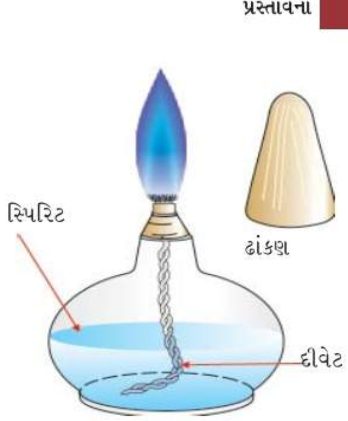
[C] બુન્સેન બર્નરની પરત (back) આહનન (striking) ઘટના

આહનન પરત એ ઘટના છે જેમાં જ્યોત બર્નર નળીમાં નીચે તરફ જાય છે અને પાયાના નોઝલ (નાળચા) પાસે બળવાનું શરૂ કરે છે. આ ત્યારે જ બને છે જ્યારે બારી સંપૂર્ણ ખુલ્લી હોય છે. ઘણી હવા અને ઓછા ગેસના પ્રમાણને લીધે જ્યોત અનિયમિત બને છે અને પરત આહનન થાય છે. નળી ઘણી ગરમ થઈ જાય છે અને

અડવાથી દઝાય છે. તે લગાડેલી રબરની નળીને ઓગાળી શકે છે. જો આમ બને તો બર્નર ને તરત જ બંધ કરી દેશો અને તેને પાણીના નળ હેઠળ પાણી વડે ઠંડુ પાડો અને ત્યારબાદ હવા બારીને અંશતઃ ખોલીને ફરીવાર બર્નર ચાલુ કરો (ગેસ સળગાવો).

સ્પિરિટ લેમ્પ (દીવો)

જો પ્રયોગશાળામાં બુન્સેન બર્નર પ્રાપ્ય ન હોય, તો ગરમ કરવા માટે સ્પિરિટ લેમ્પનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. આ એવી રચના છે જેમાં સૂતરના દોરાની દીવેટનો એક છેડો સ્પિરિટ ધરાવતા સાધનમાં ડૂબાડવામાં આવે છે અને દીવેટનો બીજો છેડો સાધનના ઉપરના ભાગમાં રહેલા નોઝલ મારફતે બહાર કાઢેલ હોય છે (આકૃતિ 1.14). કેશાકર્ષણ ક્રિયાને કારણે સ્પિરિટ દીવેટ મારફતે ઉપરના ભાગમાં ચઢે છે અને તેને સળગાવી શકાય છે. જ્યોત જ્યોતિહીન હોય છે અને તેથી પ્રયોગશાળામાં ગરમ કરવા માટેના બધા જ હેતુઓ માટે વાપરી શકાય છે. દીવાને બુઝાવવા માટે સળગતી દીવેટ પર ઢાંકણ મૂકી દેવામાં આવે છે. **કદી પણ ફૂંક મારીને સળગતી જ્યોતને હોલાવવા માટેનો પ્રયત્ન કરશો નહિ.**



આકૃતિ 1.14 : સ્પિરિટ લેમ્પ

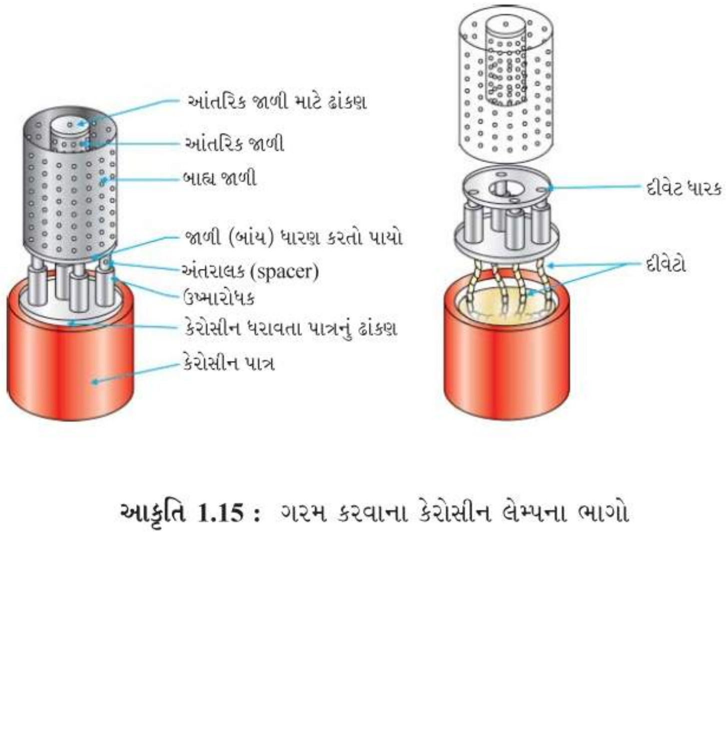
કેરોસીનથી ગરમ કરવાનો લેમ્પ (દીવો)

નેશનલ કાઉન્સિલ ઑફ એજ્યુકેશનલ રીસર્ચ એન્ડ ટ્રેનિંગ (NCERT) એ કેરોસીનનો દીવો વિકસાવ્યો છે જે સર્વતોમુખી છે અને સ્પિરિટ લેમ્પનો સસ્તો વિકલ્પ છે. તેને પ્રયોગશાળામાં ગેસ બર્નર અથવા સ્પિરિટ લેમ્પ પ્રાપ્ય હોય નહિ ત્યાં ગરમીના સ્રોત તરીકે વાપરી શકાય છે. કેરોસીન લેમ્પના ભાગો આકૃતિ 1.15 માં દર્શાવેલ છે.

કેરોસીન લેમ્પની કાર્યરીતિ

કેરોસીન વડે અડધા કરતાં વધારે પાત્ર ભરી દેવામાં આવે છે. બહારની જાળી ને દૂર કરવામાં આવે છે અને દીવેટને સળગાવવામાં આવે છે. બાહ્ય જાળીને તેની મૂળ સ્થિતિમાં ગોઠવવામાં આવે છે, ચારેય દીવેટોની જ્યોત જોડાય છે અને મોટી ધૂમાડા વગરની વાદળી જ્યોત મળે છે.

સળગાવેલા ગરમ દીવાને હોલવવા માટે તેને જાળીના ઉપરના ભાગને ધાતુ અથવા એસ્બેસ્ટોસના પતરા (sheet) વડે ઢાંકી દેવામાં આવે છે.



આકૃતિ 1.15 : ગરમ કરવાના કેરોસીન લેમ્પના ભાગો

એકમ-2
પાયાની પ્રયોગશાળા પ્રવિધિઓ (તકનીકો) (Basic Laboratory Techniques)

પ્રક્રિયાઓ કરવા માટેના પ્રયોગશાળાના સાધનો સામાન્ય રીતે કાચના બનેલા હોય છે. આનું કારણ એ છે કે કાચ મોટા ભાગના રસાયણોની ક્રિયા પ્રત્યે પ્રતિકારક હોય છે. પ્રયોગશાળાના કાર્ય માટેના સાધનો બનાવવા માટેના કાચ સામાન્ય રીતે બે પ્રકારના હોય છે. આ પ્રકારમાં સોડા-લાઈમ કાચ અને બોરોસિલિકેટ કાચ છે.

સોડા લાઈમ કાચ જેને સોડા, લાઈમ સ્ટોન અને સિલિકાને ગરમ કરીને બનાવવામાં આવે છે. બર્નર જ્યોતમાં આશરે 300-400 ^{0}C તાપમાને તે ઝડપથી નરમ બને છે. આથી જ સોડાલાઈમ ગ્લાસની નળીઓને ગરમ કરતાં તે સહેલાઈથી નરમ બને છે અને વળી જાય છે. સોડા કાચનો વિસ્તરણ ગુણાંક ઘણો જ ઊંચો છે, તેથી તેને ઝડપથી ગરમ કરતાં કે ઠંડુ પાડતાં તૂટી જાય છે. તેને તૂટવાથી અટકાવવા માટે તેને ધીમે ધીમે ગરમ કરવી અથવા ઠંડી પાડવી. ધીમે પુનરાવર્તિત રીતે ગરમ કરતાં તાપાનુશીતન (annealing) ને લીધે ગરમ કરતાં અથવા ઠંડુ પાડતાં તે તૂટવાથી બચી શકે છે. આવા કાચને તે ગરમ હોય ત્યારે ઠંડી સપાટી પર મૂકવા નહિ, કારણ કે ઝડપથી ઠંડુ પડતાં તે તૂટી જશે.

બોરોસિલિકેટ કાચ 700-800 ^{0}C થી નીચા તાપમાને નરમ પડતો નથી અને કાર્ય કરવા માટે ઑક્સિજન-કુદરતી વાયુની જ્યોતની જરૂર પડે છે. ઓક્સિજન - કુદરતી વાયુની જ્યોત મેળવવા માટે ઓક્સિજન સાથે કુદરતી વાયુને મિશ્રિત કરવામાં આવે છે. આ કાચનો વિસ્તરણ ગુણાંક નીચો છે અને આ કાચમાંથી બનાવેલા સાધનો તાપમાનમાંના ઝડપી ફેરફારો સામે ટકી રહે છે. આથી જ ગરમ કરવાના હેતુ માટે વપરાતા સાધનોની બનાવટમાં બોરોસિલિકેટ કાચ વપરાય છે. બોરોસિલિકેટ કાચમાંથી બનાવેલ કાચના સાધનો વિકૃત થતાં નથી.

પછીના પાનાઓમાં તમે તમારી જાતને નુકસાન પહોંચાડ્યા સિવાય કાચની નળીઓ અને કાચના સળિયાના ઉપયોગ માટેની કેટલીક કાર્યપદ્ધતિઓ શીખશો. વળી તમે પ્રયોગશાળાના સાધનો અને ઉપકરણો (equipments) ના ઉપયોગ માટેની કાર્યપદ્ધતિ પણ શીખશો.

2.1 કાચની નળી અને કાચના સળિયાને કાપવું (Cutting of Glass Tube and Rod)

જરૂરી સામગ્રી

- સોડા કાચની નળી — 15 cm લાંબી
- સોડા કાચનો સળિયો — 15 cm લાંબો
- ત્રિકોણીય કાનસ — એક

પધ્ધતિ

(i) કાચની નળી અથવા કાચના સળિયાને ટેબલ પર મૂકો અને તમારા ડાબા હાથ વડે દબાવો.

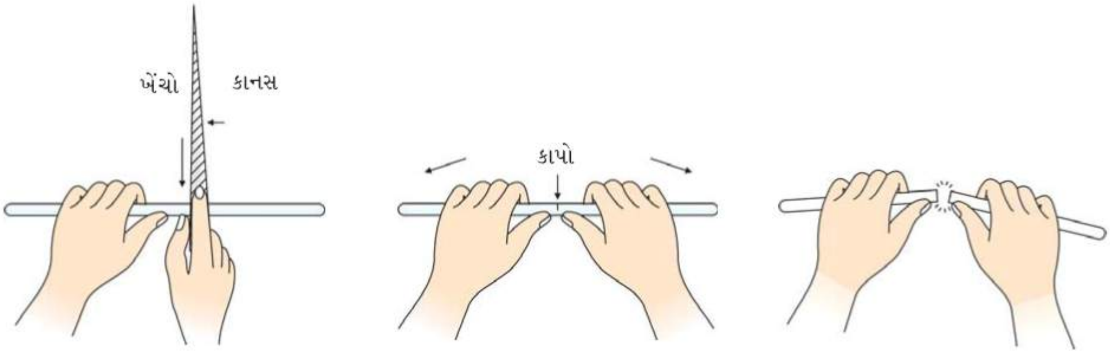
(ii) ત્રિકોણીય કાનસના નીચેના ભાગને નિશાની કરવા નળીને લંબ તેની તીક્ષ્ણ ધાર વડે કાપો કરો અને તમારા તરફ ખેંચો જેથી કાચની નળી કે કાચના સળિયા પર એક ઊંડો કાપો ઈચ્છિત લંબાઈએ પડશે (આકૃતિ 2.1 a).

(iii) તમારા બન્ને હાથના અંગૂઠા બન્ને બાજુ ઘણા નજીક રાખો અને આકૃતિ 2.1 b માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કાપાની વિરૂદ્ધ રાખો. હવે તમારાથી વિરૂદ્ધ દિશામાં તમારા બન્ને અંગૂઠા રાખી અંગૂઠા વડે દબાણ કાચની નળી અથવા કાચના સળિયા પર લગાડો (આકૃતિ 2.1 c). નળી અથવા સળિયાને કપડું રાખી તોડો જેથી તમારા હાથને નુકસાન થાય નહિ.

(iv) જો કાચની નળી તૂટે નહિ, તો અગાઉ નિશાની કરેલ કાપા પર ઊંડો કાપો બનાવો અને નવેસરથી પ્રયત્ન કરો.

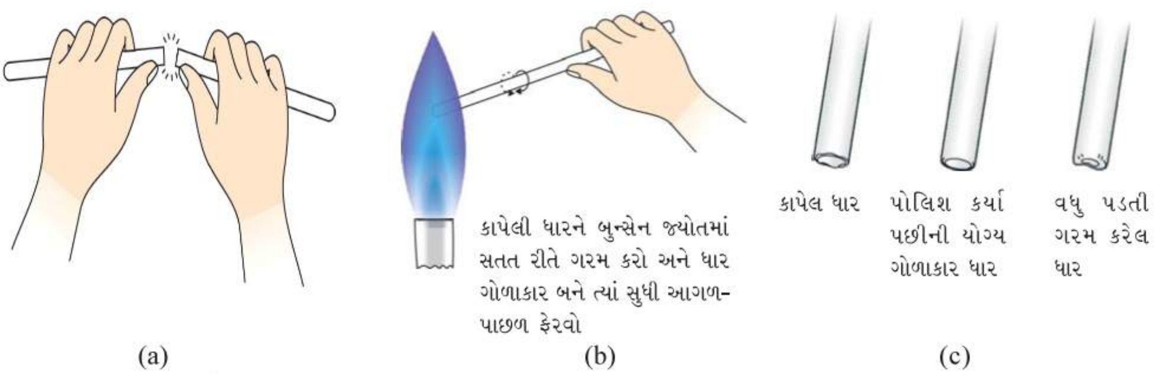
(v) અસમ ધારને તારની જાળી સાથે ઘસીને સરખી બનાવો (આકૃતિ 2.2 a).

(vi) તાજી કાપેલી નળીની ધારને ધીમેથી જ્યોતમાં ગરમ કરો અને ધારને ગોળ અને નરમ બનાવો (આકૃતિ 2.2 b). આને અગ્નિ પોલિશીંગ (fire polishing) કહે છે. અગ્નિ પોલિશીંગ માટે પ્રથમ કાપેલા છેડાને સતત રીતે બુન્સેન જ્યોતમાં ગરમ કરો અને પછી તેને ધાર ગોળાકાર ન થાય ત્યાં સુધી આગળ પાછળ ફેરવો. વધુ પડતું ગરમ કરવાથી ગોળાકાર ધાર વિકૃત બની જાય છે (આકૃતિ 2.2 c).



(a) (b) (c)

આકૃતિ 2.1 : (a) કાચની નળી અથવા કાચના સળિયા પર નિશાની કરવી
(b) કાપાની સામે અંગૂઠાઓ સાથે સાથે ગોઠવો
(c) કાચનો સળિયો અથવા કાચની નળીને તોડો



(a) (b) (c)

આકૃતિ 2.2 : (a) અસમ ધારને સમંજન (trimming) કરવી (b) ધારને ગોળ બનાવવી
(c) યોગ્ય રીતે અને અયોગ્ય રીતે ગોળ બનેલી ધાર

સાવચેતી

(a) કાનસને એક જ વાર ઘસવાથી ઈચ્છિત લંબાઈ પર એક જ ઊંડો કાપો કરો.

(b) ઈજા ટાળવા માટે કાનસ અને કાચની નળી / સળિયાને તમારા ચહેરાથી શક્ય તેટલે દૂર રાખીને કાપો કરો અથવા તોડો અને હાથને ઈજા થતી અટકાવવા માટે કાપડના ટુકડાની મદદથી નળી / સળિયો તોડો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) કાચ શા માટે ચોક્કસ ગલનબિંદુ ધરાવતું નથી ?

(ii) કાચની નળી અથવા કાચના સળિયાની કાપેલી તાજી ધારને ગોળાકાર બનાવવાની શા માટે જરૂરી છે ?

2.2 કાચની નળીને વાળવી (Bending of a Glass Tube)

જરૂરી સામગ્રી

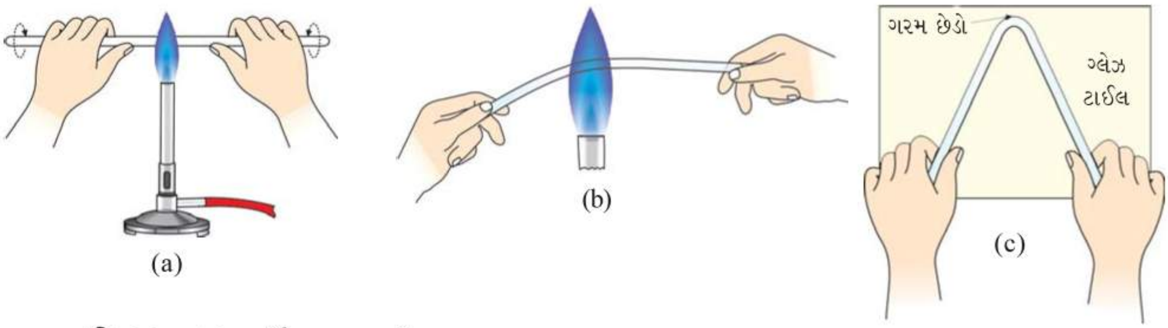
• કાચની નળી	:	20 - 25 cm લાંબી
• ત્રિકોણીય કાનસ	:	એક

પધ્ધતિ

(i) વિભાગ 2.1માં વર્ણન કર્યા પ્રમાણે ત્રિકોણીય કાનસની મદદ વડે ઈચ્છિત લંબાઈની નળીને કાપો.

(ii) નળીને બુન્સેન બર્નરની જ્યોતના સૌથી વધુ ગરમ વિભાગમાં ગોઠવો અને જ્યાંથી તેને વાળવાની છે તે ભાગને ગરમ કરો (આકૃતિ 2.3 a).

(iii) જ્યારે નળીને જ્યોતમાં ગરમ કરો ત્યારે તેને ગોળ ગોળ ફેરવતા રહો જ્યાં સુધી જે ભાગ વાળવાનો છે તે લાલચોળ અને નરમ થાય નહિ અને તે પોતાના વજનથી વળવાનું શરૂ કરશે (આકૃતિ 2.3 b).

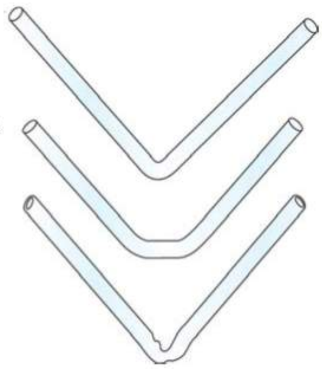


આકૃતિ 2.3 : (a) નળીને ગરમ કરવી
(b) નળી નરમ પડે છે અને પોતાના જ વજનથી વળે છે
(c) વળાંકને સમતલીય બનાવો

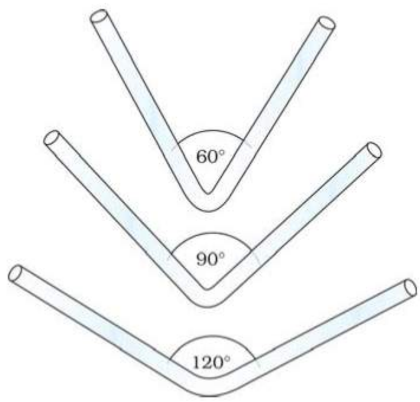
(iv) નળીને જ્યોતમાંથી દૂર કરો અને તેને ધીમે ધીમે ઈચ્છિત ખૂણા પ્રમાણે ગ્લેઝટાઈલ સામે દબાવીને વાળો જેથી વળાંક સમતલીય રહે (આકૃતિ 2.3 c). વળાંક માટે ધીમી પ્રક્રિયા કાચની નળીને ચપટી થતી અટકાવે છે (આકૃતિ 2.4).

(v) ગ્લેઝટાઈલ પર મૂકી તેને ઠંડી પાડો (આકૃતિ 2.3 c).

(vi) આકૃતિ 2.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે નળીઓને જુદા જુદા ખૂણે વાળો.



આકૃતિ 2.4 : યોગ્ય અને અયોગ્ય વળાંક તરફ દષ્ટિપાત



આકૃતિ 2.5 : જુદા જુદા ખૂણાવાળા વળાંક

સાવચેતી

(a) નળીને માત્ર એક જ બાજુ પર ગરમ કરવાનું ટાળો અને ગરમ કરો તે દરમિયાન ગોળ ગોળ ફેરવતા રહો.

(b) કાચની નળીની યોગ્ય લંબાઈ (લગભગ 30 cm લાંબી) પસંદ કરો જેથી કરીને તમારા હાથને ગરમીથી દૂર સલામત રાખી શકો.

(c) કાચની નળીને ચપટી બનતી અટકાવવા માટે જ્યારે નળીને વાળો ત્યારે ધીમે ધીમે ગરમ કરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) ગરમ કરીએ ત્યારે નળીને શા માટે ગોળ ગોળ ફેરવવી જોઈએ ?

(ii) શા માટે લાલ ચોળ (રક્ત તપ્ત) નળીને ધીમેથી વાળવી જોઈએ ?

2.3 પ્રધાર (જેટ - Jet) નું બનાવવું (Drawing out a Jet)

જરૂરી સામગ્રી

• કાચની નળી	:	20 - 25 cm લાંબી
• ત્રિકોણીય કાનસ	:	એક
• કાચ પેપર (sand paper)	:	જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) જેટના નિર્માણ માટે યોગ્ય વ્યાસવાળી કાચની નળી પસંદ કરો.

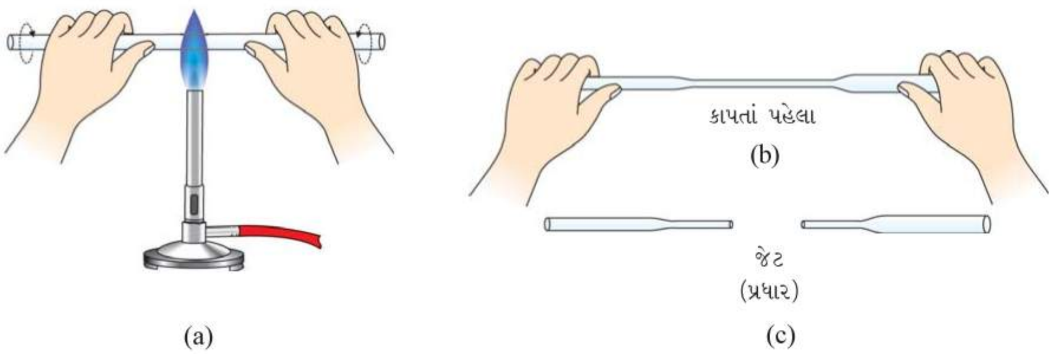
(ii) ત્રિકોણીય કાનસની મદદ વડે ઈચ્છિત લંબાઈની કાચની નળી કાપો.

(iii) નળીને બન્ને છેડા પરથી પકડીને બુન્સેન બર્નરની જ્યોતના સૌથી વધુ ગરમ ભાગમાં ગરમ કરો.

(iv) નળીને ધીમે ધીમે ફેરવતા રહો, જેથી જે ભાગ જ્યોતમાં રાખેલ છે તે લાલ તપ્ત બને.

(v) નળીને જ્યોતમાંથી ખસેડી લો અને બન્ને છેડા ને ધીમે ધીમે એકબીજાથી અલગ ખેંચો, જેથી તે વચમાંથી સાંકડી બને અને ત્યારબાદ તે આકૃતિ 2.6 b માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પાતળી જેટમાં ખેંચાઈ જાય.

(vi) નળીને મધ્યમાંથી કાપો (આકૃતિ 2.6 c) અને જેટને કાચ પેપર વડે ઘસીને અને અગ્નિ પોલિશીંગ વડે એકસરખી બનાવો.



આકૃતિ 2.6 : (a) જેટ ખેંચવા માટે નળીને ગરમ કરવી (b) કાપતાં પહેલા (c) કાપ્યા પછી

સાવચેતી

જ્યારે જેટ ખેંચો ત્યારે લાલતપ્ત નળીના બન્ને છેડાને ધીમેથી એકબીજાથી અલગ ખેંચો, જેથી તે એકસરખી પાતળી બને.

ચર્ચાત્મક - પ્રશ્નો

(i) જેટ બનાવવા માટે કયા પ્રકારનો કાચ વધારે સારો છે ?

(ii) શા માટે નાના વ્યાસવાળી કાચની નળીની પસંદગી જેટ બનાવવા માટે વપરાય છે ?

2.4 બૂચમાં છિદ્ર (કાણું) પાડવું (Boring a Cork)

જરૂરી સામગ્રી

• રબરના બૂચ : જરૂર પ્રમાણે
• બૂચમાં છિદ્ર પાડવાનો સેટ : એક

• ગ્લિસરીન દ્રાવણ (છાજલી પ્રક્રિયક) : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) રબરના બૂચની બન્ને બાજુએ જે જગ્યાએ છિદ્ર પાડવાનું છે તેના પર નિશાની કરો (આકૃતિ 2.7 a).

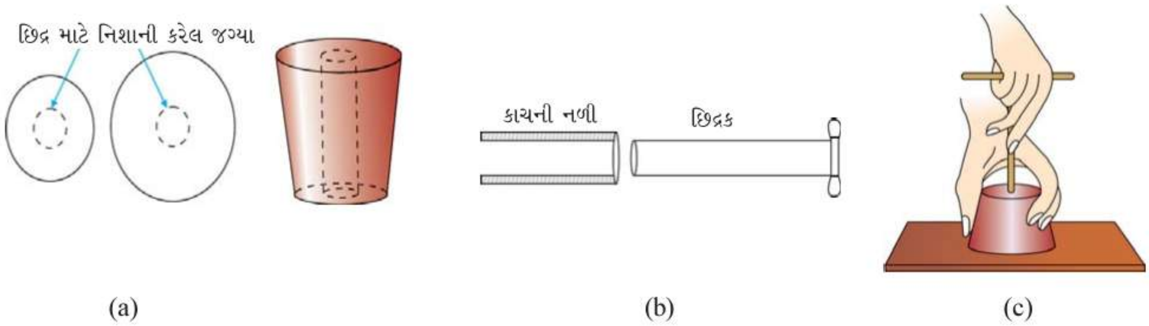
(ii) છિદ્રમાં દાખલ કરવાની નળીના વ્યાસ કરતાં થોડા નાના માપના વ્યાસવાળો છિદ્રક (borer) પસંદ કરો (આકૃતિ 2.7 b).

(iii) આકૃતિ 2.7 c માં બતાવ્યા પ્રમાણે બૂચના નાના ભાગને ઉપરની દિશામાં ટેબલ પર મૂકો અને બૂચને તે સ્થિતિમાં પકડી રાખો (આકૃતિ 2.7 c).

(iv) બૂચને તે સ્થિતિમાં ડાબા હાથથી પકડી રાખો અને પાણી અથવા ગ્લિસરીનમાં બોળ્યા પછી ઉંજણવાળા કરેલા છિદ્રકને જ્યાં છિદ્ર માટે ડ્રિલ કરવાનું છે, તે જગ્યાએ રાખો. પાણી અથવા ગ્લિસરીન વડે છિદ્રકનું ઉંજણ કરવાથી લીસું છિદ્ર પાડી શકાય છે.

(v) હવે છિદ્રકને પકડીને સીધું જ નીચેની દિશામાં દબાવો અને છિદ્રકને ફેરવતા જાવ, જેથી છિદ્ર ડ્રિલ થતું જાય અને સાથે સાથે ધીમેથી દબાણ પણ લગાડતા રહો.

(vi) એક જ બૂચમાં બે છિદ્રો માટે બન્ને છિદ્રો વચ્ચે યોગ્ય અંતર રાખો અને યોગ્ય માપના છિદ્રક વાપરો.



આકૃતિ 2.7 : (a) નિશાની કરેલ બૂચ (b) છિદ્રકની પસંદગી (c) છિદ્ર કરવાની પદ્ધતિ

સાવચેતી

(a) બૂચની બન્ને બાજુએ નિશાની કરો અને યોગ્ય માપનું છિદ્રક પસંદ કરો.

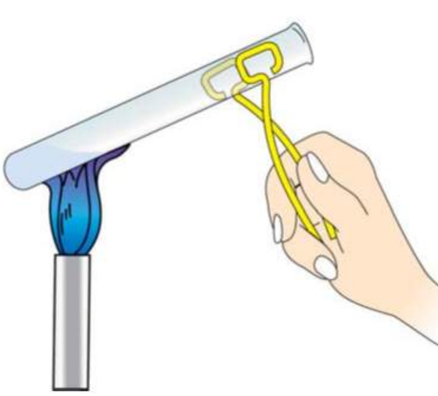
(b) લીસું છિદ્ર મેળવવા માટે અડધા છિદ્રને એકબાજુથી અને બીજા અડધા છિદ્રને બૂચની બીજી બાજુએથી ડ્રિલ કરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) છિદ્ર પાડવાની ક્રિયામાં ગ્લિસરીન શું ભાગ ભજવે છે ?

(ii) છિદ્રમાં દાખલ કરવાની નળીના વ્યાસ કરતાં છિદ્રકનો વ્યાસ શા માટે નાનો રાખવામાં આવે છે ?

2.5 દ્રાવણને કસનળીમાં ગરમ કરવું (Heating Solution in a Test Tube)



આકૃતિ 2.8 : કસનળીમાં દ્રાવણને ગરમ કરવું

કસનળીમાં લીધેલા દ્રાવણને જો બર્નર પર ગરમ કરવાનું હોય, તો કસનળી હોલ્ડરની મદદ વડે કસનળીને કેટલાક અંશના ખૂણે રાખી પ્રવાહીની નીચેની સપાટીના ભાગને ગરમ કરવામાં આવે છે. નહિ કે તળીયે રહેલા પ્રવાહીને (આકૃતિ 2.8).

જ્યારે ગરમ કરો ત્યારે, અવારનવાર કસનળીને હલાવતા રહો. જો કસનળીને તળીયેથી ગરમ કરવામાં આવે, તો પરપોટા બને અને કસનળીમાંના દ્રાવણને ઉછાળીને કસનળીની બહાર ફેંકી દે આને **ઉછાળો (bumping)** કહે છે. જો કસનળીનું મુખ તમારી તરફ અથવા તમારી નજીક કામ કરતાં અન્ય કોઈના તરફ હોય, તો ભયંકર અકસ્માત સંભવી શકે છે. આથી તમે જ્યારે કસનળીને બર્નર પર ગરમ કરતાં હોવ ત્યારે કસનળીનું મુખ તમારા કોઈના તરફ ન હોય તેની કાળજી લેવી. જો કસનળીમાંના પદાર્થને ઉત્કલનબિંદુ સુધી ગરમ કરવાનું હોય, તો કસનળીમાં 1/3 ભાગ જ દ્રાવણથી ભરવો.

2.6 બીકર અથવા ફ્લાસ્કમાં દ્રાવણને ગરમ કરવું (Heating Solution in a Beaker or Flask)

આકૃતિ 2.9 : બીકરમાં દ્રાવણને ગરમ કરવું

જો પ્રવાહીને બીકર અથવા ફ્લાસ્કમાં ગરમ કરવાનું હોય, તો બીકર અથવા ફ્લાસ્કને તારજાળી પર મૂકો અને તેને ત્યારબાદ ત્રિપોઈ સ્ટેન્ડ પર મૂકો (આકૃતિ 2.9).

સલામત રીતે ઉકાળવા માટે એ સલાહભરેલું છે, કે તૂટેલી ચાઈના ડીશના ટુકડા અથવા કાર્બોરન્ડમ / કાચની ગોળીઓ / એક છેડેથી બંધ કરેલી કેશનળી અથવા પ્યુમાઈસ પથ્થર જેવા પ્રક્રિયા ન કરતાં નાનાં પદાર્થો ઉમેરવા, જેથી ઉછાળો ટાળી શકાય.

નોંધ

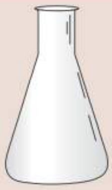
(i) જાડી દીવાલોવાળા સાધનોમાં કદી ગરમ કરવું નહિ, કારણ કે તે તૂટી જાય. પદાર્થને ગરમ કરવા માટે સામાન્ય રીતે બોરોસિલિકેટ કાચના સાધનો વપરાય છે.

(ii) જે સાધનો કદ માપવા માટે વપરાય છે, તેમને પણ ગરમ કરવા જોઈએ નહિ. કારણ કે ગરમ કરવાથી તેમાં વિકૃતિ આવે અને માપનઅંક ગેરવ્યાજબી ઠરે.

2.7 ગાળણ (Filtration)

ગાળણમાં ઘન પદાર્થને પ્રવાહીમાંથી છિદ્રાળુ પદાર્થમાંથી પ્રવાહીને પસાર કરીને અલગ કરવાનો સમાવેશ થાય છે. ગાળણમાં છિદ્રાળુ ગાળણકર્તા પદાર્થ કાપડનો ટુકડો, સિન્ટર્ડ (sintered) ગ્લાસ, પેપર, એસ્બેસ્ટોસ વગેરે હોઈ શકે છે. જુદા જુદા માપના છિદ્રોવાળા ગાળણપત્ર પ્રાપ્ય છે. જો ગાળણપત્રના છિદ્રો મોટા હોય, તો પ્રવાહી તેમાંથી સહેલાઈથી પસાર થઈ જાય છે અને ગાળણ ઝડપી થશે. નાના કદના ઘન કણો પણ ગાળણમાંથી પસાર થઈ જશે, એટલા માટે ગાળણની પદ્ધતિની પસંદગી અને ગાળણ પામનાર પદાર્થોનો આધાર ગાળણપત્ર પર જાળવી રાખવાના કણોના કદ પર રહેલો છે.

જરૂરી સામગ્રી

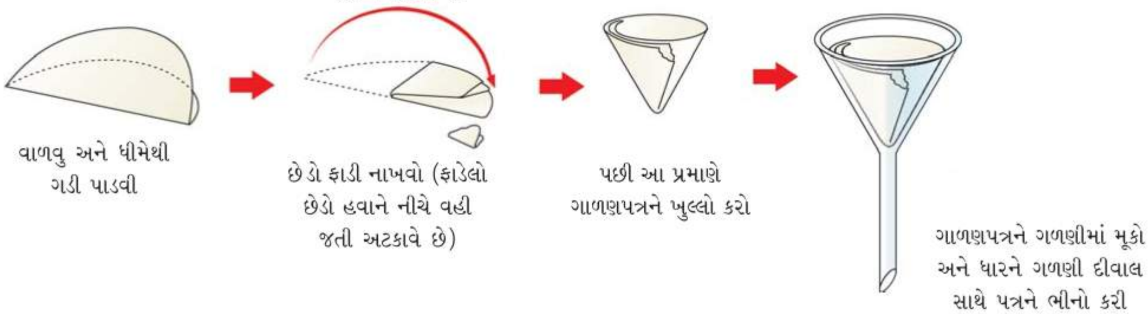


• ગળણી	:	એક
• બીકર	:	બે
• ફનેલ સ્ટેન્ડ	:	એક
• કાચનો સળિયો	:	એક
• ગાળણપત્ર	:	જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) આકૃતિ 2.10 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગાળણપત્રને ગળણીમાં બરાબર ગોઠવાય તે પ્રમાણે વાળો. આ માટે ગોળાકાર ગાળણપત્રને વાળીને અડધો કરો. ખૂણામાંથી ગાળણપત્રનો નાનો ટુકડો (છેડો) ફાડી નાંખીને ફરી એક વાર વાળો.

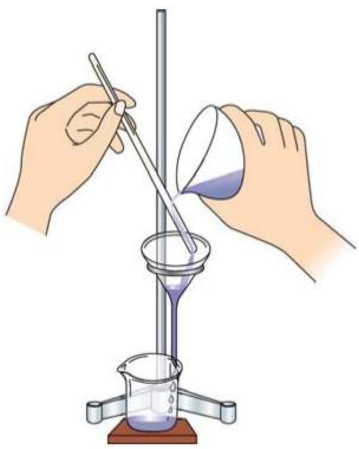
(ii) વાળેલા ગાળણપત્રની ત્રણબાજુ એક તરફ અને એકબાજુ બીજી તરફ રહે, તે પ્રમાણે અને ફાડેલા છેડાનો ભાગ બહારની બાજુ રહે, તે પ્રમાણે શંકુ આકારમાં ફેરવો. શંકુને ગળણીમાં ગોઠવો. એ સાવચેતી રાખો કે શંકુ ગળણીની ધારથી એક સેમી નીચે ગોઠવાય.



આકૃતિ 2.10 : ગાળણપત્રને વાળવો અને ગળણીમાં ગોઠવવો

(iii) ગાળણપત્રને દ્રાવક જે સામાન્ય રીતે પાણી હોય છે, તેના વડે ભીનું કરો અને તેને શંકુ કાચની ગળણીની અંદરની સપાટી પર એવી રીતે ગોઠવો, કે કાચ અને શંકુ કાગળ વચ્ચે હવા રહે નહિ તે પ્રમાણે ચુસ્ત રીતે ગોઠવાય.

(iv) વધારે પાણી ઉમેરો. જેથી ગળણીનો છેડો પાણીથી ભરાય. જો ગાળણપત્ર સાચી રીતે (ચોટ્યું) ગોઠવાયું હશે, તો ગળણીના છેડામાં ગાળણપત્ર પાણીના સ્તંભને ટેકો આપશે. પાણીના આ સ્તંભનું વજન મંદ ચૂસણ (suction) ઉત્પન્ન કરે છે, જે ગાળણને ઝડપી બનાવે છે (આકૃતિ 2.11).



આકૃતિ 2.11 : ગાળણની પદ્ધતિ

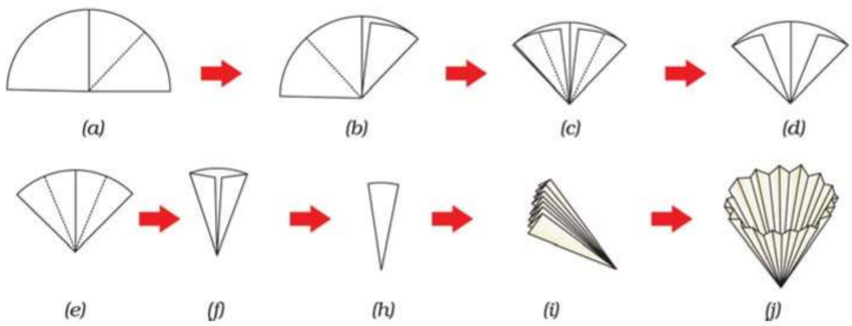
સાવચેતી

(a) ગળણીનો છેડો બીકર કે જેમાં ગાળણ એકઠું કરવામાં આવે છે, તેની બાજુએ અડકવો જોઈએ. જેથી નીચે પડતાં ટીપાં બહાર ઢોળાઈ જાય નહિ.

(b) ગાળણપત્રને 2/3 ભાગથી વધારે ભરવું નહિ. જો ગાળવાના પ્રવાહીની સપાટી શંકુની સપાટીથી ઉપર થઈ જાય, તો ગાળણ થયા વગરનું પ્રવાહી ગાળણ એકઠું કરવા, માટે નીચે રાખેલ બીકરમાં પડશે.

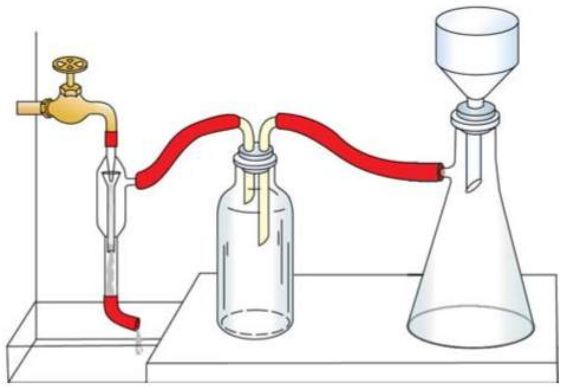
નોંધ

(i) ઝડપી ગાળણ માટે, ખાંચાવાળા (fluted) ગાળણપત્ર ફાયદાકારક રીતે વપરાય છે. સામાન્ય પત્ર ચાર વખત વાળવાને બદલે 6 અથવા 16 વખત વાળવામાં આવે છે અને પછી અંદરની અને બહારની બાજુએ ફેરવવામાં આવે છે. આ પત્રને ખોલતાં આપણને ખાંચાવાળા ગાળણપત્રનો શંકુ મળે છે. જેથી કટક (ridge) એક ટોચ પર મળે છે. ગાળણ માટે મોટી સપાટી મળતી હોવાને કારણે ગાળણ ઝડપી બને છે (આકૃતિ 2.12).



આકૃતિ 2.12 : ગાળણપત્રને વાળવો જેથી ખાંચાવાળો ગાળણપત્ર શંકુ મળે

(ii) પ્રવાહીમાંથી ઘનને અલગ કરવા માટે ગાળણ બે તબક્કામાં કરવું જોઈએ. પ્રથમ તબક્કામાં લગભગ બધું જ પ્રવાહી સાવચેતીપૂર્વક હલામણાના સળિયાની મદદ વડે રેડી દેવું (આકૃતિ 2.11). જ્યારે મિશ્રણના થોડા મિલિલિટર રહે ત્યારે તેને હલાવીને બીકરમાં ધીમેથી ઉમેરી દેવું. ત્યારબાદ બીકરની બાજુઓને પાણીના પ્રવાહ વડે વીંછળવામાં આવે છે અને સામગ્રીને ફરીથી ગળણીમાં ઉમેરવામાં આવે છે. વીંછળવાનું ફરી ફરી કરવામાં આવે છે. જેથી બીકર અને હલામણા સળિયો સ્વચ્છ થાય. એ વધારે સારું રહે છે કે ઘન-પ્રવાહી મિશ્રણને કાચના સળિયાની ધાર પર રેડવામાં આવે (આકૃતિ 2.11). એ ધ્યાન રાખવું જોઈએ કે હલામણા સળિયા વડે ગાળણપત્ર ફાટી જાય નહિ.



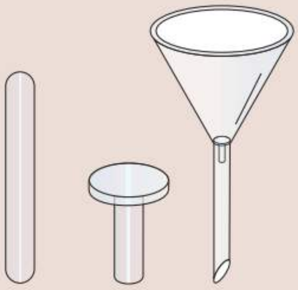
આકૃતિ 2.13 : ચૂસણ (Suction) ગાળણ

ચૂસણ (Suction) ગાળણ : ઉપર પ્રમાણેની રીતમાં ગાળણ ધીમું હોય છે. તેને ચૂસણનો ઉપયોગ કરી ઘટાડેલા દબાણે ગાળણ કરીને ઝડપી બનાવી શકાય છે. ચૂસણ પાણી ચૂસક (aspirator) (આકૃતિ 2.13) વડે અથવા શૂન્યાવકાશ પંપ વડે કરી શકાય છે. પાણી ચૂસકને પાણીના નળ સાથે રબર ટ્યુબની મદદથી ગોઠવી શકાય છે (ફીટ કરી શકાય છે). તે બાજુના ભૂજા (arm) વડે હવાને ખેંચવા માટે પાણીનો ઝડપી પ્રવાહ રાખવામાં આવે છે. ચૂસણ ઘણું પ્રબળ હોય છે, તેથી ખાસ ગળણી જેને **બુકનર ગળણી** કહે છે, તેનો ગાળણ માટે ઉપયોગ થાય છે. તેને ગાળણ ફલાસ્કના મુખ પર રબરના બૂચ દ્વારા ગોઠવવામાં આવે છે (આકૃતિ 2.13).

સુધારણા (Improvisation)

જો તમારી પાસે બુકનર ગળણી હોય નહિ અથવા ઘણો થોડો પદાર્થ ગાળવાનો હોય, તો ચૂસણ ગાળણ માટે નીચેના સુધારેલા સાધનથી પ્રયત્ન કરો. એક કાચનો સળિયો લો અને ખાત્રી કરો કે તે ગળણીના છેડામાંથી મુક્ત રીતે પસાર થઈ શકે છે. કાચના સળિયાના એક છેડાને બુન્સેન બર્નર જ્યોતમાં ગરમ કરીને ચપટો બનાવી દો અને ગ્લેઝ્ડ ટાઈલ સામે દબાવો. સળિયાનો આ ચપટો ભાગ હવે ગરણીના છેડાના ભાગમાં સારી રીતે ફીટ થશે.

સળિયાની લંબાઈને કાપી નાંખીને નાનો ભાગ બનાવો. નાના છેડાવાળું બટન બને છે. નીચેની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બટનને ગળણીમાં ફીટ કરી દો.

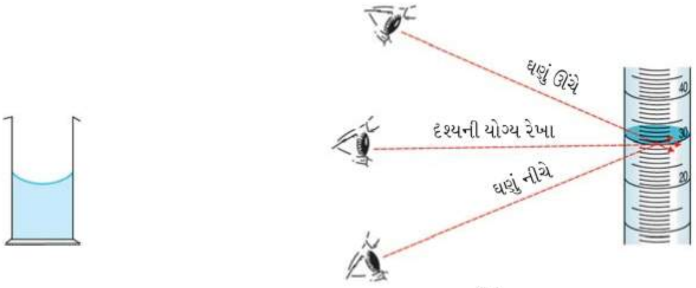


ગોળાકાર ગાળણપત્રનો નાનો ટુકડો એટલા માપનો કાપો, જે ચપટા બટનનું આવરણ બની શકે, અને ગળણીની બાજુઓને માત્ર અડકે. ગાળણ પત્રને ભીનું કરો અને આ સુધારેલી ગળણી બુકનર ગળણીની બદલીમાં વાપરો. આ બટનની જગ્યાએ ખમીસના બટનનો ઉપયોગ કરવાનો પ્રયત્ન કરો.

2.8 પ્રવાહીનું કદ માપવું (Measuring Volume of Liquids)

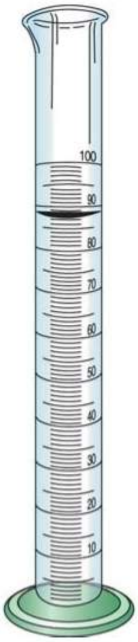
સામાન્ય રીતે કદમાપક ફ્લાસ્ક, અંકિત નળાકાર, પિપેટ અને બ્યુરેટ પ્રવાહીના કદ માપવા માટે વપરાય છે. કદમાપક ફ્લાસ્ક અને નળાકાર અમુક તાપમાને પ્રવાહીનું કદ માપવા માટે અંકિત કરેલા હોય છે. અમુક નિશ્ચિત તાપમાને પ્રવાહીનું ચોક્કસ કદ લેવા માટે પિપેટ અને બ્યુરેટને અંકિત કરેલી હોય છે. તેની ધારણ શક્તિની નિશાની સામાન્ય રીતે સાધનના કાચ ઉપર નિરેખણ (etching) કરેલ હોય છે.

જલીય દ્રાવણો કાચની સપાટીને ભીંજવે છે, માટે જ્યારે આ સાધનોમાં પ્રવાહી ભરવામાં આવે, ત્યારે તે અંતર્ગોળ વક્ર સપાટી (meniscus) બનાવે છે. સપાટીનો મધ્યભાગ લગભગ સપાટ હોય છે (આકૃતિ 2.14 a). સપાટીના આ ચપટા ભાગ સાથે સમરૂપ



(a) (b)

આકૃતિ 2.14 :(a) કાચના સાધનમાં પાણી રચતી વક્ર સપાટી (મેનિસ્કસ)
(b) વાંચનઆંકની નોંધ



આકૃતિ 2.15 : અંકિત નળાકાર

આકૃતિ 2.16 : બ્યુરેટ

(coinciding) સાથેનું માપાંકન (calibration) પ્રવાહીના કદનું માપ આપે છે. આથી જ્યારે કદની અંતિમ સમાયોજન (adjustment) અથવા વાંચનની નોંધ કરતી વખતે વક્ર સપાટી નિરેખણ કરેલી નિશાની સાથેની સપાટીને આંખની સપાટી સાથે અડકતું દેખાય તે રીતે નોંધવામાં આવે છે (આકૃતિ 2.14 b). આ વિસ્થાપનાભાસ (parallax) ભૂલો (અવલોકનકારના સ્થાનમાં ફેરફારને કારણે થતી ભૂલો) ટાળવામાં મદદ કરે છે. એ નોંધો કે જો પ્રવાહી બહિર્ગોળ સપાટી રચે અથવા દ્રાવણ રંગીન અને અપારદર્શક સપાટી હોય ઉદાહરણ તરીકે $KMnO_4$ નું દ્રાવણ, ત્યારે વાંચન ઉપલી સપાટી સાથેની સપાટીનો આંક નોંધવામાં આવે છે. ફ્લાસ્ક અને પિપેટમાં ધારિતાની નિશાની સાધનના સાંકડા ભાગમાં નિરેખણ કરેલ હોય છે, જેથી સપાટીનું વાંચન કરવામાં ભૂલમાં ઘટાડો કરી શકાય. અંકિત નળાકાર પરિશુદ્ધ માપન માટે વપરાતા નથી. આથી તે સાંકડા હોવા જરૂરી નથી. બ્યુરેટ અને પિપેટ પ્રવાહીના કદ ચોકસાઈપૂર્વક માપવા માટે ઉપયોગી છે.

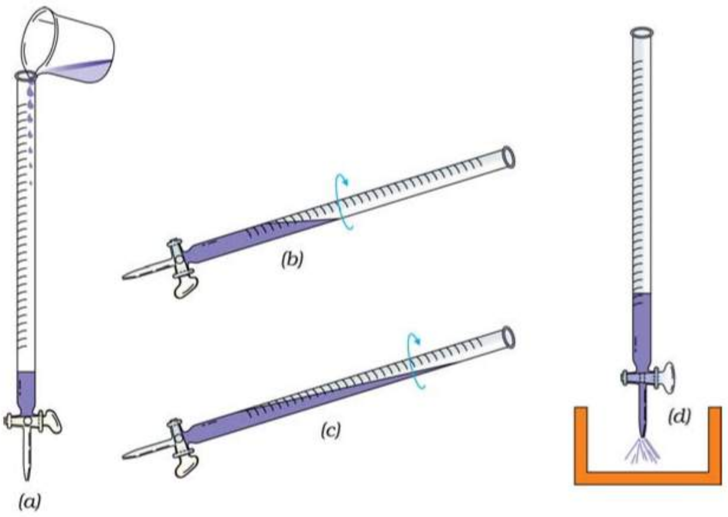
(a) અંકિત નળાકારનો ઉપયોગ કરવો (Using Graduated Cylinder)

હંમેશા સ્વચ્છ અંકિત નળાકાર (આકૃતિ 2.15) વાપરવો જોઈએ. કારણ કે અશુદ્ધિ માપન કરવાના પદાર્થને રાસાયણિક રીતે અશુદ્ધ કરે અને તે કદના ચોક્કસ માપનને અડચણ કરે. ગંદા વાસણો સારી રીતે નીતરતાં નથી અને તેથી માપાંકન કરેલું કદ મેળવી શકાતું નથી. અંકિત (measuring) નળાકાર 5 mL, 10 mL, 25 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL અને 2000 mL ગુંજાશના (capacity) પ્રાપ્ય હોય છે. અંકિત નળાકાર સામાન્ય રીતે વાંચન કરેલ હોય, તે કદના કરતાં થોડું વધારે કદ મળે છે. તે જ્યારે પ્રવાહીને બહાર લેવામાં આવે છે, ત્યારે દીવાલો પર, પ્રવાહીની ફિલ્મ (film) માટેની ક્ષતિપૂર્તિ છે.

(b) બ્યુરેટનો ઉપયોગ કરવો

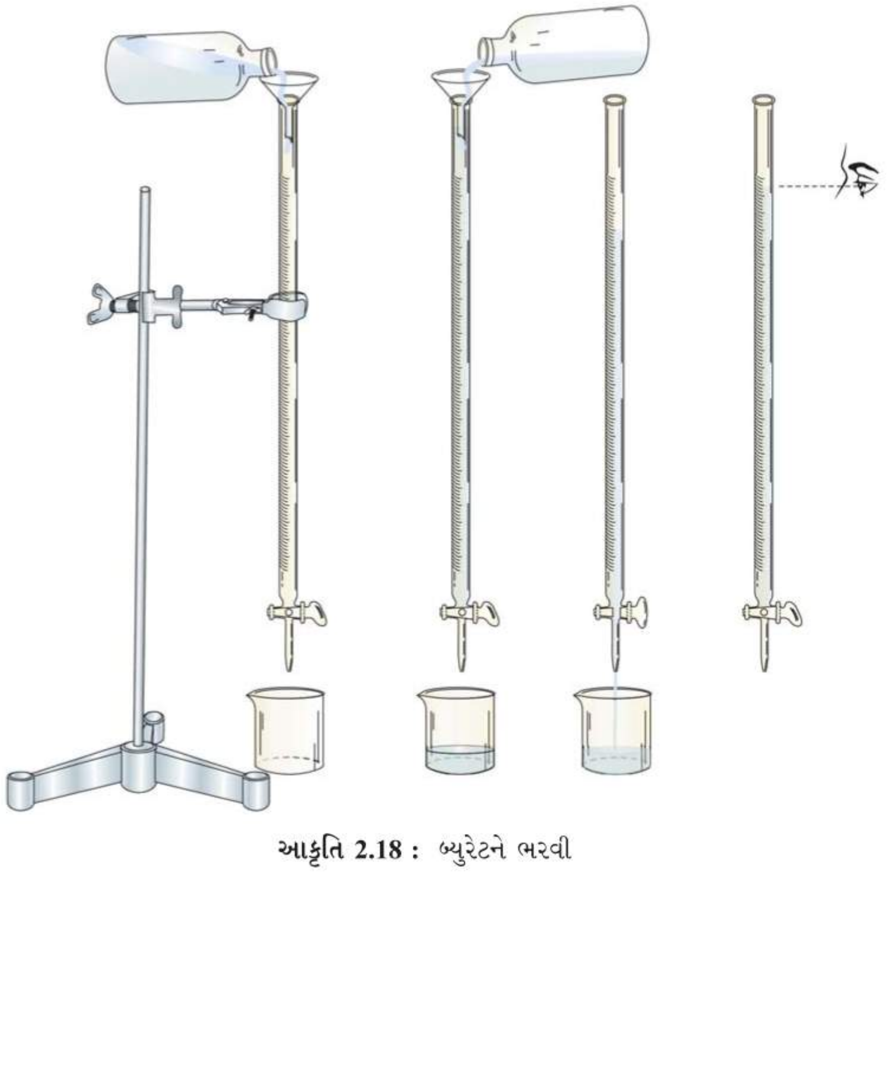
બ્યુરેટ એક સાદી લાંબી અંકિત એકસરખા છિદ્રવાળી નળી હોય છે, જેના એક છેડે રોધની (stopcock) અથવા દબાવરોધની (pinch cock) હોય છે (આકૃતિ 2.16). તેનો ઉપયોગ જથ્થાત્મક (અનુમાપનીય) નિર્ધારણમાં થાય છે. બ્યુરેટના આંક પ્રવાહી લીધા પહેલાં અને પ્રવાહી લીધા પછી નોંધવામાં આવે છે. બન્ને આંક વચ્ચેનો તફાવત લીધેલા પ્રવાહીનું કદ થાય છે. પ્રવાહી ટીપે ટીપે લેવું જોઈએ. જો ઝડપથી પ્રવાહી લેવામાં આવે તો બ્યુરેટની અંદરની દીવાલ પર ચોંટેલું પ્રવાહી ઝડપથી નીચે આવે નહિ અને તેથી થોડું પ્રવાહી રહી જાય. આને લીધે આંક ભૂલ ભરેલો મળે. પ્રયોગશાળામાં સામાન્ય રીતે વપરાતી બ્યુરેટની માપન ધારિતા 50 mL હોય છે.

ઉપયોગમાં લેવાના પ્રવાહીને બ્યુરેટમાં ભરતાં પહેલાં બ્યુરેટમાં જે દ્રાવણ ભરવાનું છે તેના વડે વીંછળી નાંખો. વીંછળવા માટે પ્રવાહીનું થોડું કદ બ્યુરેટમાં લેવામાં આવે છે અને બ્યુરેટને ધીમે ધીમે ગોળ ગોળ ફેરવતાં અંદરની બધી જ સપાટીને ભીની કરવામાં આવે છે વીંછળી નાંખ્યા પછી બધુ પ્રવાહી બ્યુરેટના નાળચા (નોઝલ)માંથી નીતારી નાંખવામાં આવે છે (આકૃતિ 2.17).

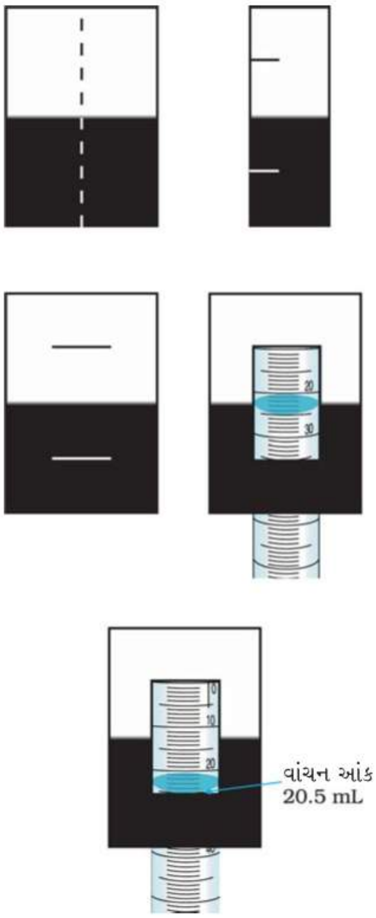


આકૃતિ 2.17 : બ્યુરેટને વીંછળવી

વીંછળી નાંખ્યા પછી પ્રવાહીને ગળણીની મદદથી શૂન્ય આંકથી ઉપર સુધી ભરવામાં આવે છે. પછી રોધન ખોલવામાં આવે છે અને પ્રવાહીને નોઝલ મારફતે પસાર થવા દેવામાં આવે છે, જેથી તેમાં કોઈ હવાના પરપોટા રહી ન જાય (આકૃતિ 2.18).



આકૃતિ 2.18 : બ્યુરેટને ભરવી



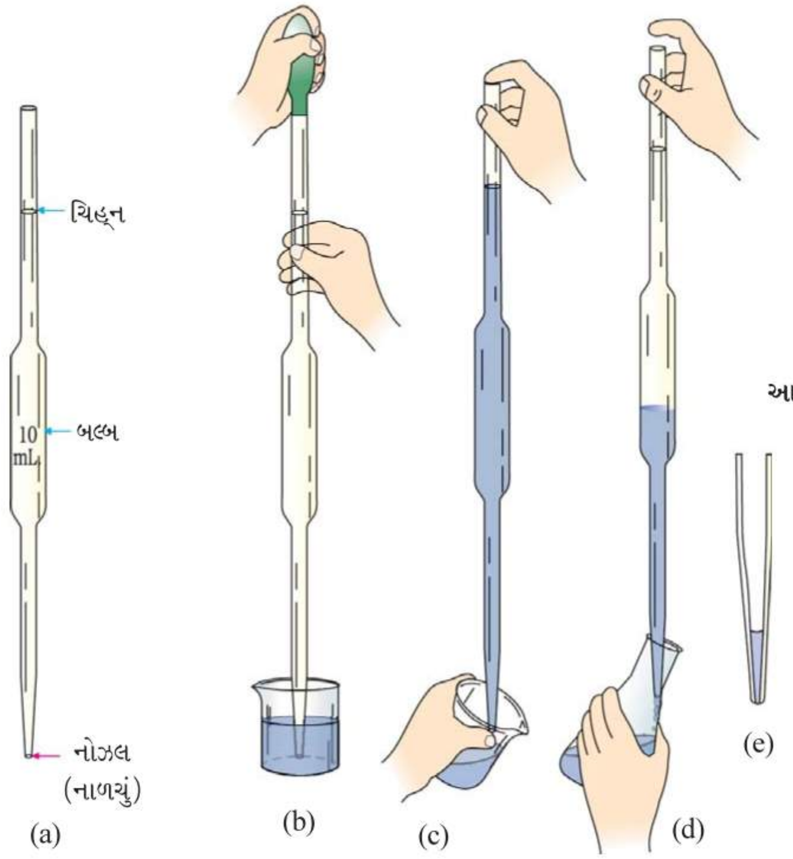
આકૃતિ 2.19 :(a) બ્યુરેટ પર પ્રતિલંબન કાર્ડ મૂકવું
(b) સાચા વાંચન આંક માટે પ્રતિલંબન કાર્ડનો ઉપયોગ

બ્યુરેટમાં પ્રવાહીની સપાટી વાંચવા માટે અડધું કાળું કરેલું સફેદ કાર્ડ જેને **પ્રતિલંબન (antiparallax) કાર્ડ** કહે છે. તેને બ્યુરેટમાંની વક્ર સપાટીએ બ્યુરેટની પાછળ ગોઠવો (આકૃતિ 2.19 a, b). આંખને બ્યુરેટમાંની વક્ર સપાટીને સમતલ રાખીને વાંચન કરવું, જેથી લંબન (parallax) ને કારણે થતી ક્ષતિ દૂર કરી શકાય. કાર્ડના કાળા ભાગને અડકતો બ્યુરેટનો આંક વાંચો (આકૃતિ 2.19 b). હંમેશા યાદ રાખો કે પારદર્શક દ્રાવણો માટે બ્યુરેટમાંની નીચેની વક્રસપાટીનો આંક વાંચવો. જો દ્રાવણ રંગીન હોય (ઉદાહરણ તરીકે પોટેશિયમ પરમેંગેનેટનું દ્રાવણ) તો બ્યુરેટમાંની ઉપરની વક્રસપાટીનો આંક વાંચવો. બ્યુરેટનો આંક વાંચતાં પહેલા બ્યુરેટ ઉપરની ગળણી લઈ લેવાનું ભૂલશો નહિ અને ખાત્રી કરો કે નોઝલ (નાળચું) સંપૂર્ણ ભરાયેલું છે. આંક નોંધતી વખતે ધ્યાન રાખો કે એક પણ ટીપું બ્યુરેટના નોઝલ (નાળચા) પર લટકતું નથી.

(c) પિપેટનો ઉપયોગ કરવો (Using Pipette)

સામાન્ય રીતે 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL, 25 mL વગેરે ગુંજાશવાળી પિપેટ વપરાય છે. પ્રયોગશાળામાં કાર્ય માટે અંકિત પિપેટ વાપરવામાં આવે છે (આકૃતિ 1.3).

પિપેટ (આકૃતિ 2.20 a) જ્યારે પ્રવાહીને ફ્લાસ્કમાં અથવા બીજા સાધનમાં લેવાનું હોય ત્યારે, પ્રવાહીના કદ માપવા માટે વપરાય છે. પ્રવાહીને પિપેટમાં મોં (mouth) વડે અથવા પિપેટ ફિલર બલ્બ અથવા પિપેટ ફિલર પંપ વડે ચૂસવામાં આવે છે. પિપેટ ભરવા માટે પિપેટ ફિલર બલ્બ કે પિપેટ ફિલર પંપનો ઉપયોગ હંમેશા સુરક્ષિત હોય છે. જ્યારે ઝેરી અથવા દાહક દ્રાવણો લેવાના હોય ત્યારે મોં વડે કદી **ચૂસશો નહિ. પિપેટ ફિલર બલ્બનો ઉપયોગ પિપેટમાં દ્રાવણ ખેંચવા માટે કરશો.** પિપેટને એક હાથમાં મજબૂત રીતે પકડો અને પિપેટના છેડા (જેટ)ને જે દ્રાવણ પિપેટમાં લેવાનું છે, તેમાં ડૂબાડો અને બીજા હાથ વડે પિપેટના બલ્બને દબાવો (આકૃતિ 2.20 b). હવે તમારા બલ્બ પરના હાથને ઢીલો કરો જેથી પ્રવાહી પિપેટમાં ચૂસાશે. જ્યારે પ્રવાહી નિરેખણ કરેલી નિશાનીથી ઉપર આવી જાય ત્યારે બલ્બને દૂર કરો અને તમારા હાથની પ્રથમ આંગળીને તેના સ્થાને પિપેટ પકડી રાખીને મૂકો (આકૃતિ 2.20 c). આંગળીને થોડી ઢીલી કરો. જેથી વધારાનું પ્રવાહી વહી જાય અને નિરેખણ કરેલ નિશાની સુધી પ્રવાહીની વક્રસપાટી આવે. હવે આંગળીને દૂર કરો અને પ્રવાહીને ફ્લાસ્કમાં વહી જવા દો (આકૃતિ 2.20 d). પિપેટને ખાલી કર્યા પછી ફૂંક મારી પ્રવાહી લેશો નહિ. પિપેટની રચના એવી હોય છે કે વહી નહિ ગયેલું

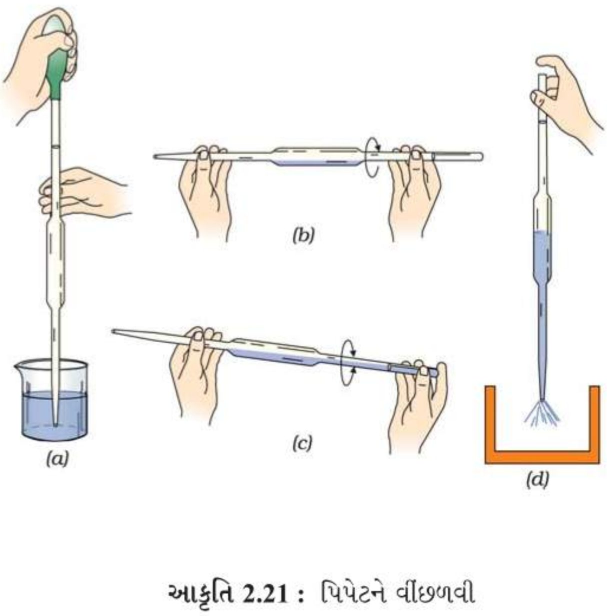


આકૃતિ 2.20 : (a) પિપેટ
(b) પિપેટ ભરવાના બલ્બનો ઉપયોગ
(c) બલ્બ દૂર કર્યા પછી પિપેટને પકડવી
(d) ફ્લાસ્કમાં પ્રવાહીને લેવું
(e) દ્રાવણના માપન પછી પિપેટનું નોઝલ

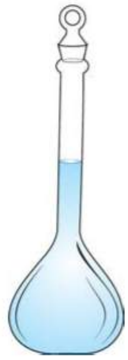
પ્રવાહી ગણતરીમાં લેવાતું નથી (આકૃતિ 2.20 e).

સંપૂર્ણ પ્રવાહી લીધા પછી મહત્તમ કદ લેવા માટે પિપેટને માત્ર પાત્રની બાજુ અથવા તળીયે અડાડો. જેમાં પ્રવાહી લેવામાં આવેલ છે (આકૃતિ 2.20 d).

પિપેટને હંમેશા જે દ્રાવણ માપવાનું છે, તેના વડે વીંછળો. આને માટે પિપેટમાં થોડા મિલિ દ્રાવણ ભરો અને પછી પિપેટને ગોળ ગોળ ઉપર નીચે ફેરવો (આકૃતિ 2.21). વીંછળ્યા પછી તેમાંનું બધું જ પ્રવાહી નોઝલ દ્વારા બહાર કાઢી નાંખો. હવે તે દ્રાવણના માપન માટે તૈયાર છે. પિપેટનો ઉપયોગ કરતી વખતે હાથ સૂકા હોવા જોઈએ. જેથી દબાણનું નિયંત્રણ સહેલાઈથી થઈ શકે. વળી નોઝલ તૂટી ગઈ હોય તેવી પિપેટનો પણ ઉપયોગ કરશો નહિ.



આકૃતિ 2.21 : પિપેટને વીંછળવી



આકૃતિ 2.22 : માપક ફ્લાસ્ક

(d) માપક ફ્લાસ્કનો ઉપયોગ કરવો (Using Measuring Flask)

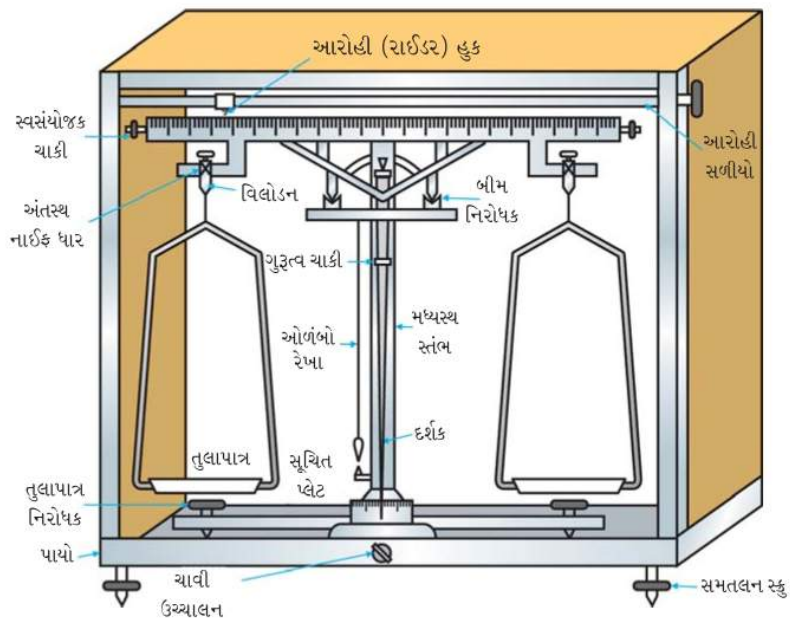
આનો ઉપયોગ ચોક્કસ કદના દ્રાવણ બનાવવા માટે થાય છે. તેને અંકિત ફ્લાસ્ક અથવા કદમાપક ફ્લાસ્ક પણ કહે છે.

તેનો આકાર નાસપતી (pear) જેવો હોય છે અને લાંબી સાંકડી ગરદન ધરાવે છે તથા સપાટ તળીયું હોય છે (આકૃતિ 2.22). તેની ગરદન પર નિરેખણ કરેલ વર્તુળ, તે નિશ્ચિત તાપમાને ધારણ કરતાં કદનું સૂચન કરે છે.

તાપમાન અને ફ્લાસ્કની ગુંજાશ તે ફ્લાસ્ક ઉપર ચિહ્નિત કરેલા હોય છે. ગરદન પર કરેલા ચિહ્ન અંતિમ દ્રાવણ બનાવ્યા પછી વક્રસપાટી સાથે લંબનને કારણે થતી ભૂલ દૂર કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. વક્રસપાટીનો નીચેનો છેડો અંકિત કરેલા ચિહ્નને સ્પર્શરેખીય (tangential) રાખવો જોઈએ. અંતિમ કદ કરતી વખતે ચિહ્ન કરેલ વર્તુળના આગળના અને પાછળના ભાગ સીધી રેખામાં દેખાવા જોઈએ. ફ્લાસ્કની ગરદન નાની બનાવવામાં આવે છે કારણ કે છેલ્લે અંતિમ કદની ગોઠવણ વખતે થતી ભૂલને ઘટાડી શકાય. સાંકડી જગ્યામાં કદમાં થતો નાનો ફેરફાર પણ વક્રસપાટીની ઊંચાઈમાં વધુ અસર કરે છે.

માપક ફ્લાસ્ક જુદી જુદી ધારિતાના મળે છે. સામાન્ય રીતે પ્રાયોગિક કાર્ય દરમિયાન 50 mL, 100 mL અને 250 mL ગુંજાશવાળા ફ્લાસ્ક વપરાય છે. માપક ફ્લાસ્કનો ઉપયોગ કરી દ્રાવણ બનાવવાની રીતનું વર્ણન આ એકમમાં આગળ ઉપર પ્રયોગ 2.1 માં કરેલ છે.

2.9 વજન કરવાની પદ્ધતિ (પ્રવિધિ) (Weighing Technique)

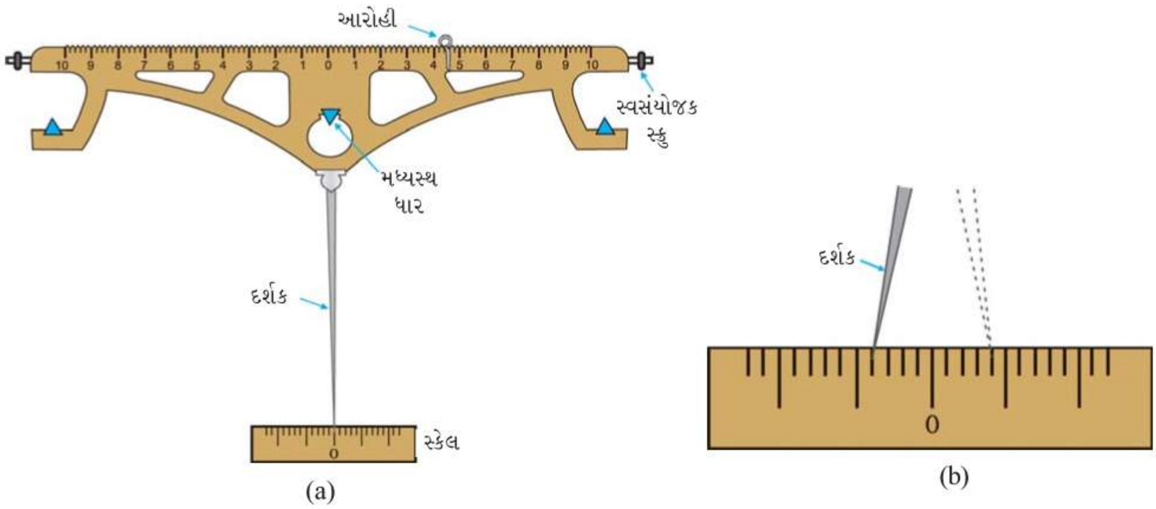


આકૃતિ 2.23 : વૈશ્લેષિક તુલા

(a) વૈશ્લેષિક તુલા (રાસાયણિક તુલા)નો પરિચય

રાસાયણિક તુલાની રચના અને કાર્યનો સિદ્ધાંત ભૌતિક તુલાના જેવા જ છે. જો કે તેની સૌથી ઊંચી સંવેદનશીલતાને કારણે તેની ચોકસાઈ વધારે છે. રાસાયણિક તુલાની મદદથી ચોકસાઈપૂર્વક દશાંશના ચાર સ્થળ સુધી વજન કરી શકાય છે. વૈશ્લેષિક તુલાથી પદાર્થના દળના $\pm$ 0.0002 g સુધીની ચોકસાઈથી વજન કરવા માટે વપરાય છે. તેને તુલાનો અલ્પતમ આંક (Least count) કહેવાય છે. બે તુલાપાત્ર (પલ્લાં) (pans) વાળા વૈશ્લેષિક રસાયણિક તુલાનું સંપૂર્ણ ચિત્ર આકૃતિ 2.23 માં દર્શાવેલ છે.

આ પ્રકારની તુલામાં બીમ (beam) કઠણ પણ હલકા વજનના પદાર્થમાંથી બનાવેલ હોય છે. તેના કેન્દ્રમાં ક્ષુરધાર (knife edge) પર ધુરાગ્ર (pivot) કરેલ હોય છે, જે ઘણા સખત પદાર્થ જેવા કે અગેટ (agate) અથવા કોરન્ડમમાંથી બનાવેલી પ્લેટ પર ગોઠવાયેલ હોય છે. છેડા પરના બે અગેટ ક્ષુરધાર મધ્યના ભાગથી સરખે અંતરે ગોઠવવામાં આવે છે અને આ દરેક એક નિલંબન (suspension) ને ટેકો આપે છે, જેને વિલોડન (stirrup) કહે છે. તેમાંથી તુલાપાત્રને લટકાવવામાં આવે છે. બીમના કેન્દ્રમાં એક તીક્ષ્ણદર્શક લગાડેલ હોય છે (આકૃતિ 2.24 a). દર્શક સ્કેલ જે સ્તંભ (pillar) ના તળીયે લગાડેલ હોય છે, તેના પર ફરે છે અને જ્યારે તુલા કાર્ય કરતું હોય, ત્યારે મધ્યસ્થિતિથી વિચલન દર્શાવે છે (આકૃતિ 2.24b). બીમની બન્ને બાજુએ બે ફેરવી શકાય તેવા સ્ક્રુ હોય છે, જે બીમને ક્ષૈતિજ સ્થિતિમાં ગોઠવવામાં ઉપયોગી છે. તુલાના પાયામાં ત્રણ સમતલન (levelling) સ્ક્રુ હોય છે. જે તુલાને ક્ષૈતિજ કરી શકે છે. મધ્ય સ્તંભની પાસે એક ઓળંબો રેખા લટકે છે, જે તુલાને ક્ષૈતિજ રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. તુલાનો ઉપયોગ કરવા માટે પાયાના કેન્દ્રમાં એક ગંડ (knob) હોય છે.



આકૃતિ 2.24 : (a) બીમને વળગી રહેલ દર્શક
(b) દર્શકની હલચલ

(b) વિભાગી (Fractional) વજન અને આરોહી (Rider) નો સમાવેશ કરતી વજન પેટી (Weight box Including Fractional Weights and Riders)

રાસાયણિક તુલાની વજન પેટીમાં સામાન્ય રીતે નીચેના વજનોનો સમાવેશ થાય છે.

(a) ગ્રામમાં વજન કરવા માટેનાં વજન (વજનનિયાં) : 100, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1

(b) મિલિગ્રામમાં વજન કરવા માટેનાં વજન (વજનિયાં) : 500, 200, 200, 100, 50, 20, 20, 10

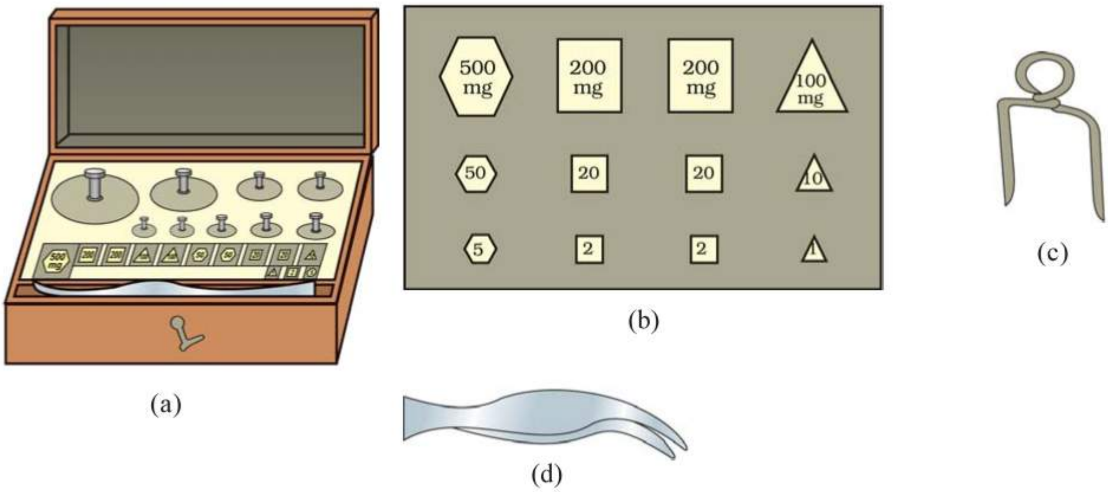
(c) આરોહી : 0.2 mg થી 10 mg સુધીનું વજન કરવા.

રાસાયણિક તુલામાં વજન કરવા માટે વપરાતાં વજનના ત્રણ પ્રકાર આકૃતિ 2.25 માં દર્શાવેલ છે. વજનિયાં બનાવવા માટે વપરાતા પદાર્થો આપેલ મુજબ છે.

ગ્રામ વજનિયાં : કોપર અને નિકલમાંથી બનાવેલા હોય છે અને ક્રોમિયમનું વિલેપન (coating) કરેલું હોય અથવા ન પણ હોય.

મિલિગ્રામ વજનિયાં : એલ્યુમિનિયમ / જર્મન સિલ્વર / સ્ટેનલેસ સ્ટીલના બનાવેલા હોય છે.

આરોહી : 10.0 mg વજનવાળુ તારનું ગૂંચળું (લૂપ) એલ્યુમિનિયમ અથવા પ્લેટિનમ (loop) માંથી બનાવેલ હોય છે.



આકૃતિ 2.25 : (a) વજન પેટી (b) વિભાગી વજન (c) આરોહી (d) ચીપિયો

(c) રાસાયણિક તુલાને ગોઠવવું અને વજન કરવું.

જરૂરી સામગ્રી

• રાસાયણિક તુલા	:	એક
• વજન પેટી	:	એક
• આરોહી સમાવેશ કરતા વિભાગી વજનનો સેટ	:	એક
• વજન કરવાની બોટલ / વૉચ ગ્લાસ	:	એક

પધ્ધતિ

રાસાયણિક તુલાનો ઉપયોગ કરતી વખતે નીચેના તબક્કા અનુસરાય છે.

(i) સમતલન સ્ક્રુ અને ઓળંબાની મદદથી તુલાને સમતલ કરો.

(ii) ખાતરી કરો કે બીમ ક્ષૈતિજ છે. બીમની બન્ને બાજુએ આપેલા સ્ક્રુની મદદ વડે દર્શકને એવી રીતે ગોઠવો કે તે શૂન્ય બિંદુ પર રહે. જો તે બરોબર ગોઠવાયું હશે, તો તેને મુક્ત કરતાં દર્શક પાયાના સ્કેલના શૂન્યની બન્ને બાજુઓ પર સરખા કાપા ફરશે.

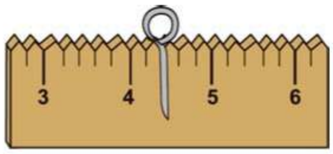
(iii) ડાબી બાજુના તુલાપાત્રમાં વૉચ ગ્લાસ / વજન બોટલ જેમાં વજન કરવાનો પદાર્થ રાખવામાં આવે છે, તેને મૂકવામાં આવે છે. જમણી બાજુના તુલાપાત્રમાં ચીપિયાની મદદ વડે વજન પેટીમાંથી અંદાજિત વજન મૂકો.

(iv) બીમ (નિરોધક એરેસ્ટ)ને મુક્ત કરો અને સ્કેલ પર દર્શકની હલચલ નોંધો. જો વજન યોગ્ય નહિ હોય, તો દર્શક વધુ હલકી બાજુ તરફ ખસશે. પાયા પાસેના દંડની મદદથી બીમને રોકીને તુલાપાત્રને સ્થિર સ્થિતિમાં વધારે વજન મૂકીને, વજન કાઢીને ગોઠવો. જ્યારે બન્ને તુલાપાત્રમાં વજન સરખા થશે, ત્યારે દર્શક પાયાના સ્કેલના શૂન્યની બન્ને બાજુ સરખા કાપા ફરશે.

(v) 10 mgથી નીચેના વજનને ગોઠવવા માટે આરોહીનો (રાઈડર) ઉપયોગ કરો.

આરોહીનો ઉપયોગ

આરોહીની મદદથી મહત્તમ વજન કરી શકાય. તેનું વજન 10 mg હોય છે. આરોહીનું પોતાનું વજન જ 10 mg (0.01g) હોય છે. તેને સહેલાઈથી તુલાબીમ પરના ખાંચામાં ગોઠવી શકાય છે (આકૃતિ 2.26). જ્યારે તેને અંતિમ સ્થાન પર ગોઠવવામાં આવે, જ્યાં 10 નું નિશાન છે. તેનું વજન 10 mg (એટલે કે 0.01g) થશે. આરોહીનો ઉપયોગ કરીને આઘૂર્ણ (moment) નો સિદ્ધાંત લાગુ પાડવામાં આવે છે. વજન બીમના કેન્દ્રથી લંબાઈ અને આરોહીના વજનનો ગુણાકાર બરાબર થાય છે. કેન્દ્રથી બીમની એક તરફની લંબાઈને એકમ લંબાઈ તરીકે લેવામાં આવે છે.



આકૃતિ 2.26 : તુલાબીમના ખાંચા પર આધારિત આરોહી

કેન્દ્રથી બન્ને બાજુએ તુલાબીમ સરખા અંતરે દસ સરખા ભાગમાં વિભાજીત કરેલા હોય છે, જે બીમના 1/10 લંબાઈને અનુરૂપ થાય છે. આથી દરેક મોટું વિભાજન $\frac{1}{10}\times 0.01 = 0.001\,g$ અથવા 1 mg વજન બરાબર થાય છે. દરેક મોટા વિભાજનને બીમ પાંચ ભાગમાં વિભાજીત કરેલ હોય છે. દરેક નાનો વિભાજીત ભાગ માત્ર 1/5 મિલિગ્રામને અનુરૂપ થાય છે, એટલે 0.2 mg અથવા 0.0002 g. આમ, આરોહી 4.2 ચિહ્ન પર ગોઠવેલ હોય તો વજન બરાબર 0.0044 g થશે

(એટલે કે $4 \times 0.001 + 2 \times 0.0002 = 0.0044$ g) (આકૃતિ 2.26).

સાવચેતી

(a) વજન કરતાં પહેલાં અને પછી તુલાપાત્રને યોગ્ય રીતે સાફ કરો. વજન કરવા માટે રસાયણને કદી પણ તુલાપાત્રમાં સીધું જ મૂકશો નહિ.

(b) બીમને ધીમેથી મુક્ત કરો.

(c) તુલામાં વધુ વજનને ટાળો.

(d) વજનને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ ફેરવવા માટે ચીપિયાની મદદ લો.

(e) વજનને ક્ષારણને લીધે ખરાબ થઈ જવા દેશો નહિ.

(f) તુલા પર કદી પણ ઠંડા / ગરમ પદાર્થનું વજન કરશો નહિ.

(g) વજન હંમેશા તુલાના જમણા તુલાપાત્રમાં રાખો અને પદાર્થોને ડાબા તુલાપાત્રમાં રાખો (જો તમે જમોડી માણસ હો તો).

(h) હંમેશા વજન કરતાં પહેલાં તુલામાં જરૂરી ગોઠવણ કરશો.

(i) વજનને કાઢવા કે મૂકવા માટે અને પદાર્થને તુલાપાત્રમાં મૂકવા માટે હંમેશા બાજુના દરવાજાનો ઉપયોગ કરો. આગળના બારણા (શટર) નો કદી ઉપયોગ કરશો નહિ.

(j) જ્યારે બીમના એરેસ્ટને મુક્ત કરો ત્યારે દરવાજા બંધ રાખવા અને સ્કેલ પર દર્શકની હલચલ જોવી.

ચર્ચાત્મક - પ્રશ્નો

(i) રાસાયણિક તુલા ભૌતિક તુલા કરતાં કઈ રીતે જુદું છે ?

(ii) આરોહીનો (રાઈડર) ઉપયોગ કરી વજન કરવામાં કયો સિદ્ધાંત સમાયેલો છે ?

(iii) રાસાયણિક તુલા પર કેટલું મહત્તમ વજન કરી શકાય ?

(iv) કયા વજનોને વિભાગી વજનો કહે છે ?

(v) વજન લેવા - મૂકવા માટે શા માટે હંમેશા ચીપિયાનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ ?

(vi) આરોહી બીમની ડાબી બાજુ 3.4 આંક પર ગોઠવાયેલ છે. જ્યારે વજન જમણી બાજુ મૂકવામાં આવ્યા હોય, ત્યારે વજન કરવા લીધેલ પદાર્થના વજનમાં તેનો શું ફાળો હશે ?

(vii) તમે રાસાયણિક તુલાનો ઉપયોગ કરી 0.0023 g વજન કરી શકો ? તમારા જવાબ માટે કારણ આપો.

પ્રયોગ 2.1

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ

હેતુ

ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું 250 mL 0.1 M પ્રમાણિત દ્રાવણ* બનાવવું.

સિદ્ધાંત

ચોક્કસ રીતે જાણીતી સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને પ્રમાણિત દ્રાવણ કહે છે. પ્રમાણિત દ્રાવણની સાંદ્રતા દર્શાવવા માટે જુદી જુદી રીતો છે. ઍસિડ / બેઈઝનાં પ્રમાણિત દ્રાવણનો ઉપયોગ કરીને બેઈઝના / ઍસિડ દ્રાવણની અજ્ઞાત સાંદ્રતાને નક્કી કરી શકીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, ઑક્ઝેલિક ઍસિડના પ્રમાણિત દ્રાવણનો ઉપયોગ કરી આલ્કલી દ્રાવણની અજ્ઞાત સાંદ્રતા નક્કી કરી શકીએ છીએ. પ્રમાણિત દ્રાવણની સાંદ્રતા સામાન્ય રીતે મોલ પ્રતિ લિટરમાં દર્શાવાય છે. જળયુક્ત સ્ફટિકમય ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું સૂત્ર $\begin{array}{l}COOH\\ |\\ COOH\end{array} \cdot 2H_2O$ છે અને તેનું આણ્વીય દળ 126 g છે. જો ઑક્ઝેલિક

* પ્રમાણિત દ્રાવણ વિશે એકમ 6માં વધુ શીખશો.

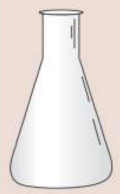
ઍસિડના 126 g એક લિટર દ્રાવણમાં હોય તો તેને એક મોલર (1 M) દ્રાવણ કહે છે. એક લિટર 0.1 M ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણ બનાવવા માટે આપણને $\frac{126}{10} = 12.6\ g$ જળયુક્ત ઑક્ઝેલિક ઍસિડની જરૂર પડે. આથી 250 mL 0.1 M ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણ બનાવવા માટે આપણને જરૂર પડશે.

$$\frac{12.6\ g \times 250\ mL}{1000\ mL} = 3.1500\ g$$ જળયુક્ત(સજળ) ઑક્ઝેલિક ઍસિડ

સામાન્યત : જરૂરી મોલારિટીવાળું દ્રાવણ બનાવવા માટે વજન કરવાના પદાર્થની ગણતરી નીચે આપેલ સૂત્રની મદદથી કરી શકીએ.

$$\text{મોલારિટી (M)} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું ગ્રામમાં દળ} \times 1000}{\text{દ્રાવ્યનું મોલરદળ} \times (\text{બનાવવાના દ્રાવણનું કદ mL માં})}$$

જરૂરી સામગ્રી



- માપક ફ્લાસ્ક (250 mL) : એક
- ગળણી : એક
- વજન કરવાની નળી / વૉચ ગ્લાસ : એક
- વૉશ બોટલ : એક
- લોખંડનું સ્ટૅન્ડ ગોળ ક્લેમ્પ સાથે : એક

- ઑક્ઝેલિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે

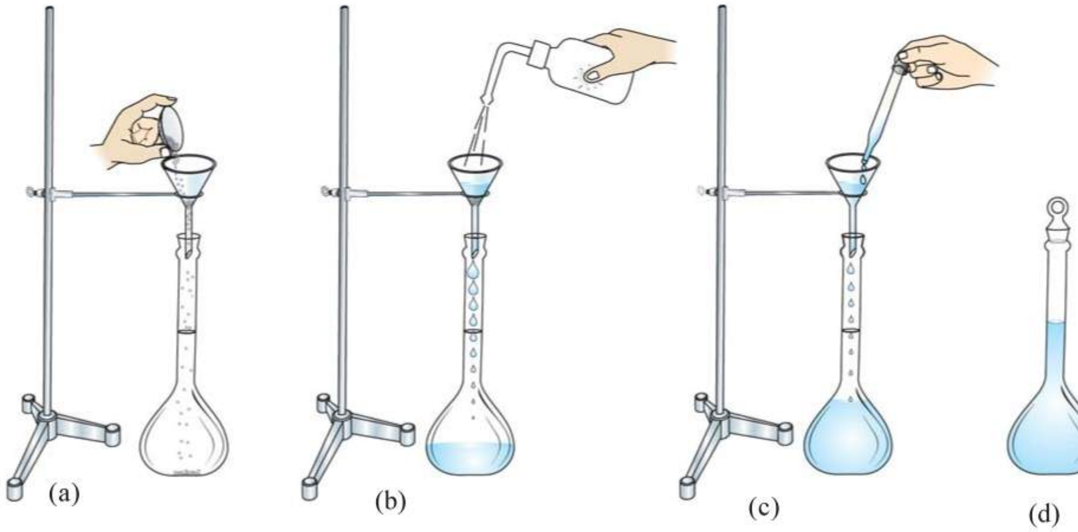
પધ્ધતિ

(i) ખાલી, સાફ અને સૂકો કરેલો વૉચ ગ્લાસ / વજન કરવાની નળીનું ચોકસાઈપૂર્વક વજન કરો (વજન 1).

(ii) 3.1500 g ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું વૉચ ગ્લાસમાં / વજન કરવાની નળીમાં મૂકી વજન કરો (વજન 2). વજન હંમેશા દશાંશના ચાર સ્થળ સુધી કરો અને તુલાને રસાયણનું વજન કર્યા પહેલાં અને પછી સાફ કરો.

(iii) ગળણીનો ઉપયોગ કરીને વૉચ ગ્લાસ / વજન કરવાની નળીમાંનો ઑક્ઝેલિક ઍસિડ સાવચેતીપૂર્વક માપક ફ્લાસ્કમાં લો. ખાલી વૉચ ગ્લાસનું ફરી વજન કરો (વજન 3) અને આ વજન (વજન 3) અને વૉચ ગ્લાસ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડના સંયુક્ત વજન (વજન 2) માંથી બાદ કરી માપક ફ્લાસ્કમાં લીધેલા ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું વજન મેળવો. આ દળથી દ્રાવણની ચોક્કસ મોલારિટી ગણો. ગળણી વારંવાર નિસ્યંદિત પાણી વડે વૉશ બોટલની મદદથી ધુઓ અને ચોંટી રહેલા કણોને માપક ફ્લાસ્કમાં લઈ લો. ગળણીને ધોતી વખતે પાણીનું ઓછું પ્રમાણ લો. જેથી માપક ફ્લાસ્કના કદના 1/4 ભાગ કરતાં વધારે કદ થાય નહિ (આકૃતિ 2.27 a, b).

(iv) માપક ફ્લાસ્કને ઘુમાવો જેથી ઘન ઑક્ઝેલિક ઍસિડ સંપૂર્ણપણે ઓગળી જાય. વધારે પાણી ફ્લાસ્કને હલાવતા જઈ ઉમેરો. વધુ નિસ્યંદિત પાણી ઉમેરીને, નિરેખણ કરેલ ચિહ્ન સુધી કદ બનાવો. છેલ્લા તબક્કામાં નિસ્યંદિત પાણી ટીપે ટીપે ઉમેરો. ફ્લાસ્કને બૂચ લગાવો અને દ્રાવણને હલાવો જેથી દ્રાવણ બધે જ એકસરખું બને (આકૃતિ 2.27 c, d). તેના પર 0.1 M ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણ એવું લેબલ લગાવો.



આકૃતિ 2.27 : પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું
(a) ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું સ્થાનાંતરણ
(b) દ્રાવણનું મંદન કરવું.
(c) છેલ્લા કેટલાક mL ને ટીપે ટીપે ઉમેરવા.
(d) પ્રમાણિત દ્રાવણ

સાવચેતી

(a) તુલાના તુલાપાત્રને ઉપયોગ પહેલાં અને પછી સાફ કરશો.

(b) વજનને કદીપણ હાથથી અડકશો નહિ. વજનને વજનપેટીમાંથી તુલાપાત્રમાં લેવા - મૂકવા માટે, ચીપિયાનો ઉપયોગ કરો.

(c) બોટલમાંથી પ્રક્રિયકને વૉચ ગ્લાસ પર મૂકવા માટે હંમેશા ચમચાનો ઉપયોગ કરો.

(d) પદાર્થ લઈ લીધા પછી, તરત જ પ્રક્રિયક બોટલનો બૂચ બંધ કરી દો.

(e) પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે હંમેશા નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ કરશો.

(f) પદાર્થનું વજન કરતાં પહેલાં તુલાની ગોઠવણીની હંમેશા ખાતરી કરો.

(g) રસાયણોના વજન કરતી વખતે કાળજી રાખશો. તુલાની સપાટી ઉપર કોઈ રસાયણ ઢોળાય નહિ તેનું ધ્યાન રાખશો.

(h) વૉચ ગ્લાસ / વજન કરવાની નળી અને ગળણીને દરેક વખતે થોડું નિસ્યંદિત પાણી લઈને વારંવાર ધુઓ.

(i) દ્રાવણ બનાવતી વખતે પાણી સાવચેતીપૂર્વક ઉમેરવું જોઈએ. જેથી વક્રસપાટીનો ભાગ માપક ફ્લાસ્કના નિરેખણ કરેલા ચિહ્નને અડકે.

(j) દ્રાવણના એકસરખા સંઘટનની ખાતરી માટે ફ્લાસ્કના બૂચને બંધ કરો અને દ્રાવણને સાવચેતીપૂર્વક અને સારી રીતે હલાવો.

ચર્ચાત્મક - પ્રશ્નો

(i) જલીય ઑક્ઝેલિક ઍસિડ અને નિર્જલીય ઑક્ઝેલિક ઍસિડના સૂત્રો અને બેઝિકતા શું છે ?

(ii) મોલર દ્રાવણ એટલે તમે શું સમજો છો ?

(iii) પ્રમાણિત દ્રાવણો હંમેશા શા માટે કદ માપક ફ્લાસ્કમાં જ બનાવવામાં આવે છે ?

(iv) તમે કેવી રીતે 250 mL 0.05 M ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું દ્રાવણ બનાવશો ?

(v) ઘન NaOH નો ઉપયોગ પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવામાં કરી શકાય ?

(vi) પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે કયા પ્રકારનો પદાર્થ વપરાય છે ?

(vii) 'સ્થાનાંતરણ (transfer) વડે વજન કરવું' નો શું અર્થ થાય છે ? તે ક્યારે ઉપયોગ લેવાય છે ?

એકમ-3
શુધ્ધીકરણ અને શુધ્ધતાના અભિલક્ષણો
(Purification and Criteria of Purity)

સંયોજનની ઓળખ માટે શુધ્ધ પદાર્થનું ગુણાત્મક પૃથક્કરણ જરૂરી છે. આથી આપણે પહેલાં પદાર્થને શુધ્ધ કરવો પડે છે અને પછી તેની શુધ્ધતા ચકાસવાની હોય છે. સંયોજનના શુધ્ધીકરણ માટે ઘણી પ્રવિધિઓ જેમ કે સ્ફટિકીકરણ, નિસ્યંદન, ઉર્ધ્વીકરણ, ક્રોમેટોગ્રાફી વગેરે પ્રાપ્ય છે. આ એકમમાં તમે સંયોજનના શુધ્ધીકરણ માટેની પ્રવિધિ તરીકે સ્ફટિકીકરણનો અભ્યાસ કરશો. સંયોજનની શુધ્ધતા તેનું ગલનબિંદુ અથવા ઉત્કલનબિંદુ માપીને નક્કી કરી શકાય છે. ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવાની પ્રવિધિ આ એકમમાં વર્ણવી છે. શુધ્ધ ઘન અને પ્રવાહી સંયોજન અનુક્રમે ચોક્કસ ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે. તેથી સંયોજનના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ શુધ્ધતાના અભિલક્ષણ તરીકે વાપરી શકાય.

પ્રયોગ 3.1

હેતુ

નીચેનામાંથી ગમે તે એકના નમૂનાનું સ્ફટિકીકરણ વડે શુધ્ધીકરણ: પોટાશ એલમ, કોપર સલ્ફેટ અથવા બેન્ઝોઈક ઍસિડ.

સિધ્ધાંત

સ્ફટિકીકરણ અશુધ્ધ પદાર્થના શુધ્ધીકરણ માટેની પ્રવિધિઓમાંની એક પ્રવિધિ છે. ખાસ કરીને જ્યારે મૂળ કાચો (crude) પદાર્થ ઘણી અશુધ્ધ પરિસ્થિતિમાં કરેલી પ્રક્રિયાથી મેળવાયેલો હોય. આ પ્રક્રિયાના પ્રથમ તબક્કામાં એક જ દ્રાવક અથવા દ્રાવકોના મિશ્રણની પસંદગીનો સમાવેશ થાય છે, જે કાચા પદાર્થને ગરમ કરતાં ઝડપથી ઓગાળે છે અને ઠંડું હોય, ત્યારે બહુ ઓછા, પ્રમાણમાં ઓગળતું હોય છે. કાચા પદાર્થને ઉકળતા દ્રાવકના ઓછામાં ઓછા જથ્થામાં ઓગાળી તેનું સંતૃપ્ત દ્રાવણ મેળવવામાં આવે છે. ગરમ દ્રાવણનું ગાળણ કરીને અદ્રાવ્ય અશુધ્ધિઓ દૂર કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ તેને ધીમેથી ઠંડુ પાડવામાં આવે છે. જેથી દ્રાવ્ય સ્ફટિકીકરણ પામે છે અને અશુધ્ધિઓનું મોટું પ્રમાણ દ્રાવણમાં રહી જાય છે. મળેલ સ્ફટિકનો જથ્થો ગાળણથી એકઠો કરવામાં આવે છે અને આ પ્રક્રિયાનું પુનરાવર્તન જ્યાં સુધી શુધ્ધ પદાર્થના સ્ફટિક મળે નહિ, ત્યાં સુધી કરવામાં આવે છે. ઘણી વખત ઠંડુ કરતી વખતે પદાર્થનો (પદાર્થ જેનું શુધ્ધીકરણ કરીએ છીએ તે) જથ્થો દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે છે. જેથી સ્ફટિકીકરણની શરૂઆતને અનુકુળતા પ્રાપ્ત થાય છે. આને **બીજાયન (seeding)** કહે છે. ઉમેરેલા નાના સ્ફટિક નવા સ્ફટિકની વૃધ્ધિ માટે કેન્દ્ર તરીકે વર્તે છે. સ્ફટિકની વૃધ્ધિ સ્ફટિકીકરણ કરતી વખતની પરિસ્થિતિ પર આધાર રાખે છે. સારા સ્ફટિક મેળવવા માટે ઝડપથી ઠંડુ પાડવાનું ટાળવું જોઈએ, કારણ કે તે નાના અને વિકૃત સ્ફટિકમાં પરિણમે છે.

ઘણીવાર સ્ફટિકની શુધ્ધતા સ્ફટિકના રંગ પરથી નક્કી થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે ફટકડી, કોપર સલ્ફેટ અને બેન્ઝોઈક ઍસિડના શુધ્ધ સ્ફટિક અનુક્રમે સફેદ, વાદળી અને સફેદ

રંગના હોય છે. અશુધ્ધિઓ સ્ફટિકને રંગ આપે છે. આથી અશુધ્ધ સ્ફટિકના રંગ શુધ્ધ સ્ફટિક કરતાં અલગ હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી

• બીકર (250 mL)	:	એક
• કાચની ગળણી	:	એક
• ત્રિપાઈ સ્ટેન્ડ	:	એક
• પોર્સેલિન ડીશ	:	એક
• કાચનો સળિયો	:	એક
• રેત – ઉષ્મક	:	એક

• પોટાશ એલમ
કોપર સલ્ફેટ અને
બેન્ઝોઈક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

કોપર સલ્ફેટ

(i) બીકરમાં 30-50 mL નિસ્યંદિત પાણી લો અને પોટાશ એલમ / કૉપર સલ્ફેટનું સંતૃપ્ત દ્રાવણ ઓરડાના તાપમાને બનાવો. આ માટે પાણીમાં અશુધ્ધ ઘન નમૂનાનું થોડું થોડું પ્રમાણ ઉમેરતાં જાવ અને હલાવતા જાવ. જ્યારે પદાર્થ વધારે ઓગળવાનું બંધ થાય ત્યારે પદાર્થ ઉમેરવાનું બંધ કરો. બેન્ઝોઈક ઍસિડનું સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવા માટે ગરમ પાણીનો ઉપયોગ કરો.

(ii) આ રીતે બનાવેલ સંતૃપ્ત દ્રાવણને ગાળી લો અને ગાળણને પોર્સેલીન ડીશમાં લઈ લો. તેને રેત-ઉષ્મક પર ગરમ કરો જેથી દ્રાવકના 3/4 ભાગનું બાષ્પીભવન થઈ જાય. દ્રાવણમાં કાચનો સળીયો ડૂબાડો, તેને બહાર કાઢો અને મોં વડે હવાની ફૂંક મારી શુષ્ક બનાવો. જો સળીયા પર ઘન પડ રચાય, તો ગરમ કરવાનું બંધ કરો.

(iii) પોર્સેલિન ડીશને વૉચ ગ્લાસ વડે ઢાંકી દો અને ડીશમાંના પદાર્થને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર ઠંડુ પડવા માટે મૂકી દો.

(iv) જ્યારે સ્ફટિકની રચના થઈ જાય, ત્યારે માતૃદ્રાવણ (mother liquor) ને (સ્ફટિકીકરણ પછી વધેલું દ્રાવણ) નિતારીને દૂર કરો.

(v) પોટાશ એલમ અને કોપર સલ્ફેટના સ્ફટિકને પ્રથમ થોડું પાણી ધરાવતા આલ્કોહોલના ઘણા થોડા પ્રમાણથી ધુઓ. જેથી ચોંટી રહેલું માતૃદ્રવ નીકળી જશે અને ત્યારબાદ આલ્કોહૉલથી ધુઓ જેથી ભેજ દૂર થશે. બેન્ઝોઈક ઍસિડના સ્ફટિકને ઠંડા પાણીથી ધુઓ. બેન્ઝોઈક ઍસિડ આલ્કોહૉલમાં દ્રાવ્ય છે, આથી તેના સ્ફટિકને ધોવા આલ્કોહૉલ વાપરશો નહિ.

(vi) ગાળણ પત્રના પડ વચ્ચે સ્ફટિકને સૂકવો.

(vii) આ રીતે મળેલા સૂકા સ્ફટિકને સલામત અને સૂકી જગ્યા પર એકઠાં કરો.

(vii) શુધ્ધ પદાર્થનું મહત્તમ પ્રમાણ (જથ્થો) મેળવવા માટે તબક્કા (ii - vii) નું પુનરાવર્તન કરો.

સાવચેતી

(a) દ્રાવણને સાંદ્ર કરતી વખતે બધા જ દ્રાવકનું બાષ્પીભવન ન કરશો.

(b) દ્રાવણ ઠંડુ પડતું હોય, ત્યારે તેને ખલેલ પહોંચાડશો નહિ.

(c) ધોવાના પ્રવાહીને એક જ હપતામાં (જથ્થામાં) વાપરવાના બદલે 3-4 નાના હપતા (જથ્થા)માં ઉપયોગ કરો.

ચર્ચાત્મક - પ્રશ્નો

(i) નીચેનામાંથી કયું પોટાશ એલમ (ફટકડી)નું સાચું સૂત્ર છે ?

(a) $K^+(H_2O)_6Al^{3+}(H_2O)_6(SO_4^{2-})_2$

(b) $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$

(ii) સમાકૃતિક (Isomorphous) સંયોજનો શું છે ?

(iii) 'સ્ફટિકીકરણ જળ' પર્યાયનો શું અર્થ થાય છે ?

(iv) તમે બનાવેલા દરેક પ્રકારના સ્ફટિકને ખૂબ જ ગરમ કરવાથી શું અસર થશે તે વર્ણવો.

(v) 'માતૃદ્રાવણ' પર્યાયથી તમે શું સમજો છો ?

(vi) સ્ફટિકીકરણની પ્રક્રિયાને કયું ઉષ્માગતિકીય પરિબળ તરફેણ કરે છે ?

(vii) 'સંતૃપ્ત દ્રાવણ' - પર્યાય સમજાવો.

(viii) સ્ફટિક બનાવવા માટે સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવું શા માટે જરૂરી છે ?

(ix) સ્ફટિકીકરણમાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રમનું નામ આપો.

(x) કિપ્સ કચરો શું છે ? કિપ્સ કચરામાંથી આપણે કેવી રીતે ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિક મેળવી શકીએ ?

પ્રયોગ 3.2

હેતુ

ઘન કાર્બનિક સંયોજનનું ગલનબિંદુ નક્કી કરવું.

સિધ્ધાંત

પદાર્થને ગરમ કરતાં તેના અણુઓની ગતિજ ઊર્જા વધે છે, જ્યારે તે એટલી બધી વધી જાય છે કે અણુઓ વચ્ચેના આકર્ષણ બળોની ઉપરવટ થઈ જાય છે, ત્યારે ઘનની લેટિસ રચના તૂટી જાય છે, ઘન પીગળે છે અને પ્રવાહી અવસ્થામાં આવે છે. પદાર્થનું ગલનબિંદુ એ તાપમાન છે, જે તાપમાને પદાર્થની ઘન અવસ્થા બદલાવા માંડે છે અને પ્રવાહી અવસ્થામાં ફેરવાય છે, અને ત્યારે દબાણ એક વાતાવરણ હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી

- થીલેની નળી / જેલ્ડહાલ ફ્લાસ્ક / બીકર : એક
- થર્મોમીટર : એક
- કેશનળી : જરૂર પ્રમાણે
- ક્લેમ્પ સાથેનું લોખંડનું સ્ટેન્ડ : એક

- પ્રવાહી પેરેફીન / સાંદ્ર H_2SO_4 : જરૂર પ્રમાણે
- કાર્બનિક પદાર્થ (નેપ્થેલીન) p- ડાયક્લોરોબેન્ઝિન p-ટોલ્યુડિન : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) આશરે 8 cm લંબાઈની કેશનળી લો. તેના એક ખુલ્લા છેડાને બુન્સેન જ્યોતમાં ગરમ કરીને બંધ કરો. ખુલ્લા છેડાને ખાત્રીપૂર્વક બંધ કરવા માટે નળીને ગરમ કરો, ત્યારે તેને ગોળ ગોળ ફેરવતા રહો.

(ii) ઈચ્છિત પદાર્થનો ઝીણા નાના કણોમાં ભૂકો કરો (આશરે 100 mg) અને લગભગ 1 cm જેટલી કેશનળીને તેના વડે ભરી દો. તેના ખુલ્લા છેડાને પદાર્થમાં ડુબાડો. બંધ કરેલા છેડાને પહેલી આંગળી અને અંગૂઠા વડે પકડો અને ઉપરના ભાગને બીજા હાથ વડે ધીમેથી ઠપકારો (tap), જેથી કરીને ઘન કણો ગીચ રીતે ભરાઈ જાય અને કેશનળીને તૂટવાથી બચાવી શકાય.

(iii) કેશનળીને પ્રવાહી પેરેફીન વડે ભીની કરો અને થર્મોમીટર સાથે ચોંટાડી દો. તે થર્મોમીટર સાથે સસંજક (cohesive) બળથી ચોંટી રહેશે. ધ્યાન રાખો કે, કેશનળીનો નીચેનો છેડો અને થર્મોમીટરનો બલ્બ એક જ સપાટીએ છે. થર્મોમીટરને રબરના બૂચમાં ફીટ કરેલ હોય છે. જેની બાજુમાં એક ખાંચો હોય છે, જેથી હવા અને બાષ્પ નીકળી જાય.

(iv) થીલેની નળી (આકૃતિ 3.1 a) લો અને તેને 50 થી 60 mL પ્રવાહી પેરેફીન વડે ભરો, જેથી તે થીલેની નળીના વળાંકવાળા ભાગની ઉપર જાય. થીલેની નળીના સ્થાને જેલ્ડહાલ ફ્લાસ્ક વાપરી શકાય.

(v) કેશનળી સાથેના થર્મોમીટરને પ્રવાહી પેરેફીનમાં ડુબાડો અને રબરના બૂચને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી કેશનળીમાં ભરેલો પદાર્થ અને થર્મોમીટરનો બલ્બ સંપૂર્ણપણે પ્રવાહી પેરેફીનમાં ડૂબેલા રહે અને કેશનળીનો ખુલ્લો ભાગ આકૃતિ 3.1 a માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે હવામાં રાખો. થર્મોમીટર અને કેશનળી થીલેની નળીની બાજુને અડકવા જોઈએ નહિ.

(vi) હવે થીલેની નળીના બાજુના ભાગને (arm) ધીમી જ્યોતમાં કેશનળીની સામેની બાજુએથી ગરમ કરો અને જે તાપમાને ઘન પીગળવાનું શરૂ કરે ત્યારે તાપમાન નોંધો.

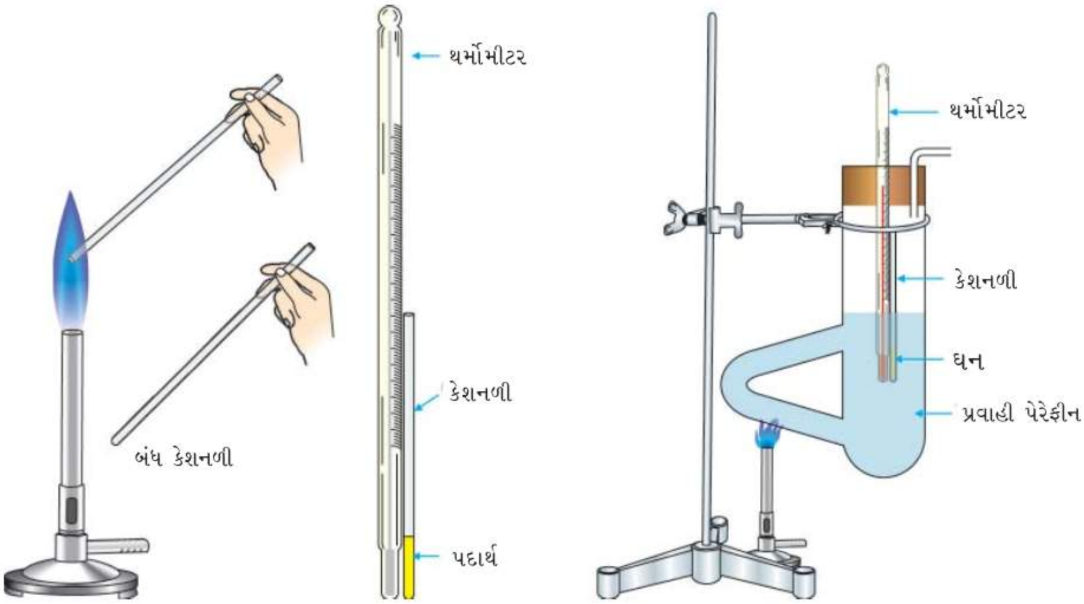
p-ડાયક્લોરોબેન્ઝીન

p-ટોલ્યુડિન

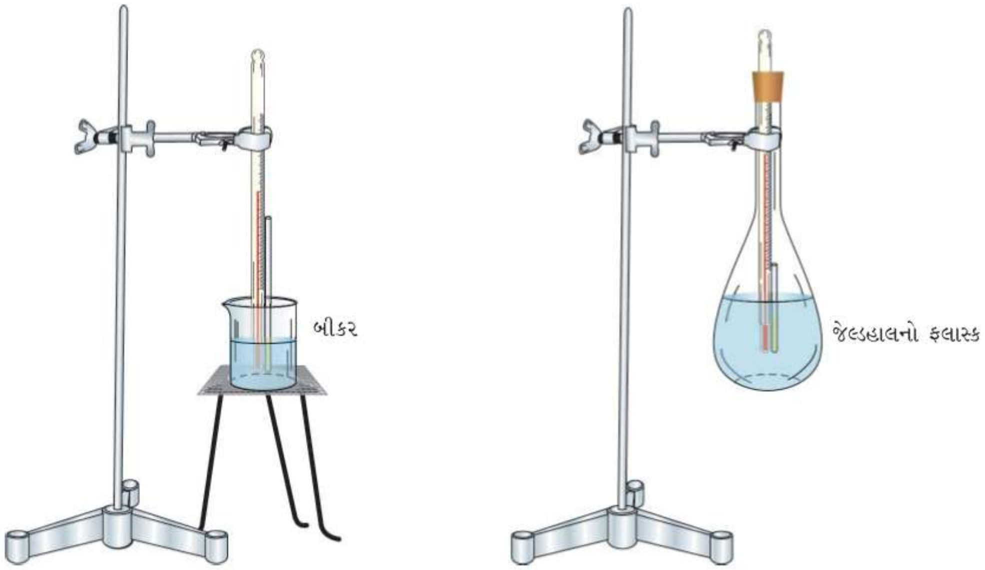
નેપ્થેલીન

જોખમ અંગે ચેતવણી

- આ રસાયણનો આંખ અને ચામડી સાથે સંપર્ક ટાળો તથા તેની બાષ્પ શ્વાસમાં લેશો નહિ.



આકૃતિ 3.1 (a) : થીલેની નળીનો ઉપયોગ કરીને ગલનબિંદુ નક્કી કરવું



આકૃતિ 3.1 (b) : ગલનબિંદુ નક્કી કરવામાં વપરાતા જુદા જુદા સાધનો

આ તાપમાન ઘનનું ગલનબિંદુ છે. જો તમે જેલ્ડહાલ ફલાસ્ક લીધો હોય, તો ફલાસ્કના તળીયાને ફરતા બર્નરની જ્યોતને ફેરવતા રહો, જેથી એકસરખી રીતે ગરમ થાય. આને માટે તમારા - હાથમાં બર્નરને રાખો અને ફલાસ્કની નીચે જ્યારે ગરમ કરો ત્યારે રેત - ઉષ્મક રાખો. તે અકસ્માતના સંજોગોમાં ઍસિડના ઢોળાઈ જવાથી બચાવશે. બીજા ઘન સાથે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

સાવચેતી

(a) કેશનળીનો નીચેનો છેડો અને થર્મોમીટરને એકસરખી સપાટીએ રાખો.

(b) કેશનળી બહુ જાડી ન હોવી જોઈએ.

(c) પાઉડરનું પેકિંગ તેમાંના ઘન કણો વચ્ચે હવાનાં પોલાણ ન રહે તેવું એકસરખું હોવું જોઈએ.

(d) થીલેની નળીને ધીમી જ્યોત વડે બાજુના ભાગ (arm) થી ગરમ કરવી.

(e) થીલેની નળીનો અથવા જેલ્ડહાલ ફ્લાસ્કનો બૂચ જેમાંથી થર્મોમીટર પસાર થાય છે તેમાં બાજુમાં ખાંચો હોવો જોઈએ. જેથી ગરમ કરવા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી બાષ્પ બહાર નીકળી જાય અને નળી અથવા ફ્લાસ્કના ફાટવાથી બચી શકાય.

(f) કદી પણ જેલ્ડહાલ ફ્લાસ્કના બલ્બને અડધાથી વધારે ભરશો નહિ.

નોંધ : પેરેફીન સાવચેતી સાથે 220 ^{0}C તાપમાન સુધી ગરમ કરી શકાય છે. આથી આ તાપમાનથી વધારે ગલનબિંદુ ધરાવતા પદાર્થોને સાંદ્ર H_2SO_4 માં ગરમ કરવામાં આવે છે. જેથી 280 ^{0}C સુધી ગરમ કરી શકાય છે. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડનો ઉપયોગ સૂચવેલ છે પણ ભલામણ કરેલ નથી. સિલિકોન ઓઈલ ખૂબ જ સંતોષકારક પ્રવાહી છે અને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના સ્થાને વાપરી શકાય છે.

ચર્ચાત્મક-પ્રશ્નો

(i) શુધ્ધ ઘન શા માટે ચોક્કસ ગલનબિંદુ ધરાવે છે ?

(ii) ઘનના ગલનબિંદુ પર અશુધ્ધિઓની શું અસર પડે છે ?

(iii) બેન્ઝામાઈડનું ગલનબિંદુ એસિટામાઈડ કરતાં શા માટે વધારે છે ?

(iv) ગલનબિંદુ નક્કી કરવા માટે પ્રવાહી પેરેફીનના સ્થાને બીજું કોઈ પ્રવાહી વાપરી શકાય ?

(v) આપણે ગલનબિંદુ નક્કી કરવા માટે કેશનળીને સીધી જ ગરમ કરી શકીએ ?

(vi) થીલેની નળી અથવા જેલ્ડહાલના ફ્લાસ્કમાં પ્રવાહી પેરેફીન શા માટે ભરવામાં આવે છે ?

(vii) શા માટે થીલેની નળીના બાજુના ભાગ (arm) ને ગરમ કરવામાં આવે છે ?

પ્રયોગ 3.3

હેતુ

પ્રવાહી કાર્બનિક સંયોજનનું ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવું.

સિધ્ધાંત

પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ એક એવું તાપમાન છે, જ્યારે પ્રવાહીનું બાષ્પદબાણ અને પ્રવાહીની સપાટી વડે અનુભવાતું વાતાવરણનું દબાણ સરખા હોય. 1.013 bar વાતાવરણીય દબાણે પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ સામાન્ય ઉત્કલનબિંદુ કહેવાય છે. જુદા જુદા પ્રવાહીઓના ઉત્કલનબિંદુ જુદા જુદા હોય છે. પ્રવાહીના ઉત્કલનબિંદુમાંનો તફાવત વિશેષ કરીને પ્રવાહીના અણુઓ વચ્ચે ઉદ્ભવતા આંતરઆણ્વીય બળોના તફાવતને લીધે હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી

- થીલેની નળી / જેલ્ડહાલ ફ્લાસ્ક : એક
- થર્મોમીટર 110 °C અથવા 360 °C : એક
- ક્લેમ્પ સાથેનું લોખંડનું સ્ટેન્ડ : એક
- જ્વલન (ignition) નળી : એક
- કેશનળી : એક

- કાર્બનિક પ્રવાહી : 1 mL
- પ્રવાહી પેરેફીન / H_2SO_4 : જરૂર પ્રમાણે

સાંદ્ર H_2SO_4

પધ્ધતિ

(i) થીલેની નળીમાં પ્રવાહી પેરેફીન ભરો જેથી તે થીલેની નળીના વળાંકવાળા ભાગથી ઉપર સુધી ભરાય.

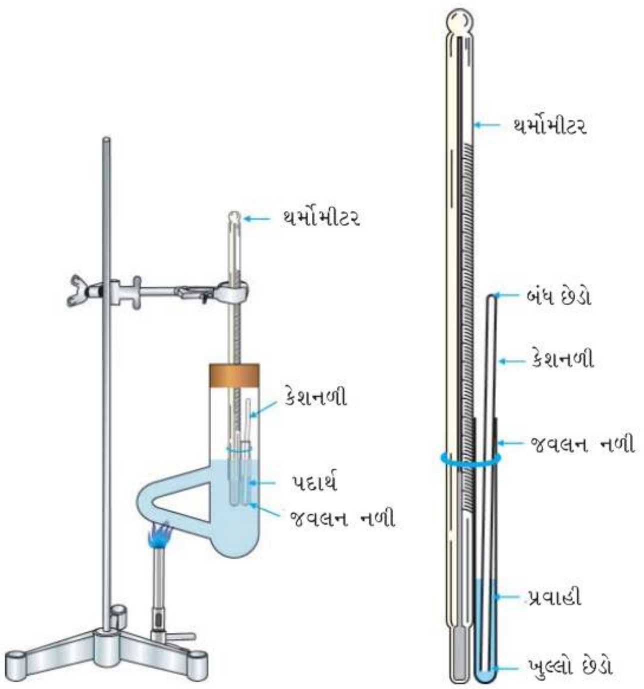
(ii) આપેલ પ્રવાહીના 1-2 ટીપાં જ્વલન નળીમાં લો અને જ્વલન નળીને થર્મોમીટર સાથે આકૃતિ 3.2 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રબર બેન્ડથી બાંધી દો. ધ્યાન રાખો કે જ્વલન નળીનો નીચેનો ભાગ અને થર્મોમીટરનો બલ્બ એક જ સપાટી પર હોય.

(iii) આશરે 8 cm લંબાઈની કેશનળીના એક ખુલ્લા છેડાને જ્યોતમાં ગરમ કરી બંધ કરી દો.

(iv) કેશનળીનો ખુલ્લો છેડો જ્વલન નળીમાં રહેલા પ્રવાહીમાં ડૂબે તેમ ગોઠવો.

(v) થીલેની નળીની બાજુના ભાગ (arm) ને ધીમી જ્યોતથી ગરમ કરો.

(vi) પ્રવાહી કાર્બનિક સંયોજનમાં ડૂબાડેલી કેશનળીના ખુલ્લા નીચેના ભાગમાંથી પરપોટા નીકળે તેનું અવલોકન કરો. જે તાપમાને પરપોટા તીવ્ર અને સતત રીતે નીકળવાનું શરૂ થાય તે તાપમાન નોંધો. આ તાપમાન પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ છે.



આકૃતિ 3.2 : ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવું

નોંધ : ઊંચા ઉત્કલનબિંદુ ધરાવતા પ્રવાહીના ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવા માટે પેરેફીનને ગરમીના માધ્યમ તરીકે વાપરી શકાય નહિ.

સાવચેતી

(a) પ્રવાહી કાર્બનિક સંયોજનમાં ડૂબાડેલી કેશનળીના નીચેના છેડામાંથી તીવ્ર અને સતત પરપોટા નીકળવા માંડે, તે તાપમાનને ઉત્કલનબિંદુ તરીકે નોંધો.

(b) જવલન નળીનો નીચેનો ભાગ અને થર્મોમીટરનો બલ્બ સરખી સપાટીએ રાખો.

(c) થીલેની નળીના બાજુના ભાગ (arm) ને ધીમેથી ગરમ કરો.

(d) જે પદાર્થનું ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવાનું હોય છે તેના ઉત્કલનબિંદુ કરતાં 50 - 60 ^{0}C વધારે ઉત્કલનબિંદુ ધરાવતું પ્રવાહી થીલેની નળીમાં ભરવા માટે હોવું જોઈએ.

ચર્ચાત્મક-પ્રશ્નો

(i) કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડનું ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવા માટે થીલેની નળીમાં ભરવા માટેનું યોગ્ય પ્રવાહી સૂચવો.

(ii) ઉત્કલનબિંદુ નક્કી કરવાના હેતુસર પ્રવાહી પેરેફીનને સ્થાને બીજું કોઈ પ્રવાહી વાપરી શકાય ?

(iii) ધારો કે પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ દિલ્હીમાં 100 ^{0}C છે. હીલ સ્ટેશન (ઊંચાઈ પર) પર શું ઉત્કલનબિંદુ સરખું જ હશે અથવા અલગ હશે ? કારણો આપો.

(iv) પ્રેશર કુકરમાં ખોરાક શા માટે ઝડપથી રંધાય છે ?

(v) યુરિયા, પોટેશિયમ ક્લોરાઈડ અને પોટેશિયમ સલ્ફેટના સમઆણ્વીય (equimolar) જથ્થા પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે, તો પાણીનું ઉત્કલનબિંદુ કેવી રીતે બદલાશે ?

(vi) $C_4H_{10}O$ સૂત્ર ધરાવતા આલ્કોહૉલના જુદા જુદા સમઘટકો શા માટે તેમના ઉત્કલનબિંદુમાં તફાવત દર્શાવે છે.

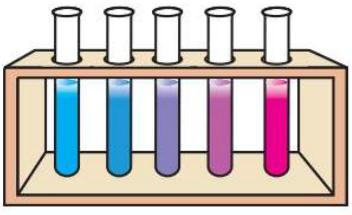
તમે જાણો છો ?

સ્ફટિકીકરણની પ્રવિધિનો અભ્યાસ માત્ર સંયોજનના શુધ્ધીકરણ માટેના સંદર્ભમાં અગત્યનો નથી, પણ મોટા એકાકી સ્ફટિકના વિકાસના મુદ્દા તરીકે પણ છે. કારણ કે એકાકી સ્ફટિકના અભ્યાસે દર્શાવ્યું છે, કે તે ઘણા બધા પ્રકાશીય અને વિદ્યુતીય ગુણધર્મો ધરાવે છે. જે ખૂબ જ ઉપયોગી છે. ઉદાહરણ તરીકે, સિલિકોનના મોટા સ્ફટિકમાંથી નાના સ્તરીય ખંડ (slice) જે કેટલીક અશુધ્ધિઓનું અલ્પ પ્રમાણ ધરાવે છે. તેમનો ઉપયોગ સૌર બેટરીમાં થાય છે. જેનો ઉપયોગ સેટેલાઈટના સાધનોના કાર્ય (operation) માં થાય છે. રડાર, ટેલિવિઝન અને રેડિયોમાં આવૃત્તિ નિયંત્રણમાં કેટલાક સ્ફટિકોના સ્તરીય ખંડનો ઉપયોગ થાય છે. વળી, કેટલાક સંયોજનોના સ્ફટિકોનો ઉપયોગ માઈક્રોફોન અને ઈયરફોનમાં થાય છે. હવે તમને ખાત્રી થશે કે રસાયણશાસ્ત્રી માટે આવી પ્રવિધિઓ શીખવી કેટલી અગત્યની છે.

એકમ-4

રાસાયણિક સંતુલન (દ્રાવણમાં આયનીય સંતુલન)

Chemical Equilibrium (Ionic Equilibrium in Solution)



રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું બે વર્ગમાં વર્ગીકરણ કરવામાં આવેલ છે. જેમ કે પ્રતિવર્તી અને અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ. પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ એક જ પ્રક્રિયા પાત્રમાં થાય છે અને તે પુરોગામી અને પ્રતિગામી દિશાઓમાં એક જ સાથે તાપમાન અને દબાણની સમાન પરિસ્થિતિમાં આગળ વધે છે. વળી, પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયામાં એક એવી અવસ્થાએ પહોંચીએ છીએ જ્યારે પુરોગામી પ્રક્રિયાનો વેગ અને પ્રતિગામી પ્રક્રિયાનો વેગ સરખા થાય છે અને એમ જણાય છે કે પ્રક્રિયા સ્થિર છે. આ અવસ્થાને **ગતિશીલ સંતુલનની અવસ્થા** તરીકે દર્શાવાય છે. આપેલ તાપમાન T એ નીચેની સાદી પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાને ધ્યાનમાં લો.

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

સક્રિય જથ્થાના નિયમ પ્રમાણે પુરોગામી પ્રક્રિયાનો દર r_1, A અને B ની સાંદ્રતાના ગુણાકારના સમપ્રમાણમાં થશે અને પ્રતિગામી પ્રક્રિયાનો દર r_2, C અને D ની સાંદ્રતાના ગુણાકારના સમપ્રમાણમાં થશે.

આમ, $r_1 = k_1 [A] [B]$

અને $r_2 = k_2 [C] [D]$

જ્યાં, k_1 અને k_2 અનુક્રમે પુરોગામી અને પ્રતિગામી પ્રક્રિયાઓના વેગ અચળાંક છે. [A], [B], [C] અને [D] અનુક્રમે A, B, C અને D ની મોલર સાંદ્રતા છે.

સંતુલને r_1 બરાબર r_2 થશે.

$$k_1[A][B] = k_2[C][D]$$

$$\Rightarrow \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

$\frac{k_1}{k_2} = K_c$ મૂકતાં આપણને મળશે,

$$K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

K_c ને સંતુલન અચળાંક કહે છે તેનું મૂલ્ય પ્રક્રિયકોની પ્રારંભિક સાંદ્રતાથી સ્વતંત્ર હોય છે અને તે તાપમાનનું વિધેય છે પરંતુ અચળ તાપમાને અચળ રહે છે. આપેલ તાપમાને જો કોઈપણ પ્રક્રિયક કે નીપજની સાંદ્રતામાં ફેરફાર કરવામાં આવે, તો સંતુલનને ખલેલ પહોંચે છે અને લ શેટેલિયરના નિયમ પ્રમાણે, પ્રક્રિયા એ દિશામાં આગળ વધશે, જે સાંદ્રતામાં થયેલા ફેરફારનો પ્રતિકાર કરશે, જેથી સંતુલન જળવાઈ રહેશે.

કોઈપણ પ્રક્રિયામાં સંતુલન અવસ્થાની ઓળખ દૃશ્ય ગુણધર્મ (સ્થૂળદર્શક ગુણધર્મ) જેમ કે દ્રાવણના રંગની તીવ્રતાની અચળતા (constancy) છે. આ એકમમાં આપણે જુદી જુદી પ્રક્રિયાઓમાં સંતુલનમાં સ્થાનાંતર(shift)નો અભ્યાસ કરીશું.

પ્રયોગ 4.1

હેતુ

ફેરિક આયન અને થાયોસાયનેટ આયનની પ્રક્રિયામાં સંતુલનના સ્થાનાંતરનો અભ્યાસ, આ આયનોમાંથી કોઈ એકની સાંદ્રતા વધારીને કરીશું.

સિધ્ધાંત

ફેરિક ક્લોરાઈડ અને પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ વચ્ચેની પ્રક્રિયાનું સંતુલન દ્રાવણના રંગની તીવ્રતાના ફેરફાર દ્વારા સરળતાથી શીખી શકાય છે.

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq)$$

(લોહી જેવો લાલ રંગ)

ઉપરની પ્રક્રિયા માટે સંતુલન અચળાંક નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$K = \frac{[[Fe(SCN)]^{2+}(aq)]}{[Fe^{3+}(aq)][SCN^{-}(aq)]}$$

અહિંયા, K અચળ તાપમાને અચળ છે. Fe^{3+} આયન અથવા થાયોસાયનેટ આયનની સાંદ્રતા વધારતાં $[Fe(SCN)]^{2+}$ આયનની સાંદ્રતામાં અનુરૂપ વધારો થશે. K ના મૂલ્યને અચળ રાખવા માટે સંતુલનમાં સ્થાનાંતરણ થશે. આથી પ્રક્રિયા પુરોગામી દિશામાં જશે અને પરિણામે લોહી જેવા લાલ રંગની તીવ્રતા જે $[Fe(SCN)]^{2+}$ ને કારણે છે, તે વધશે. સંતુલને રંગની તીવ્રતા અચળ રહે છે.

જરૂરી સામગ્રી

- બીકર (100 mL) : બે
- બીકર (250 mL) : એક
- ઉત્કલન નળી : છ
- બ્યુરેટ : ચાર
- કાચનું ડ્રોપર : બે
- કસનળી સ્ટેન્ડ : એક
- કાચનો સળીયો : એક

- ફેરિક ક્લોરાઈડ : 0.100 g
- પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ : 0.100 g

---

* આ પ્રયોગ સંપૂર્ણપણે ગુણાત્મક સ્વભાવનો છે. આથી દ્રાવણોની બનાવટ મોલારિટીના પર્યાયમાં ગણેલ નથી.

ફેરિક ક્લોરાઈડ

જોખમ ચેતવણી

- ચામડી અને આંખ સાથેના સંપર્ક ને ટાળો.

પધ્ધતિ

(i) 0.100 g ફેરિક ક્લોરાઈડને બીકરમાં 100 mL પાણીમાં ઓગળો અને 0.100g પોટેશિયમ થાયોસાયનેટને બીજા બીકરમાં 100 mL પાણીમાં ઓગાળો.

(ii) 20 mL ફેરિક ક્લોરાઈડ દ્રાવણને 20 mL પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ દ્રાવણ સાથે મિશ્ર કરો. લોહી જેવો લાલ રંગ મળશે. આ દ્રાવણને બ્યુરેટમાં ભરો.

(iii) એક જ માપની પાંચ ઉત્કલન નળીઓ લો અને તેમના પર a, b, c, d અને e એમ ચિહ્ન કરો.

(iv) બ્યુરેટમાંથી દરેક ઉત્કલન નળીમાં 2.5 mL લોહી જેવા લાલ રંગનું દ્રાવણ ઉમેરો.

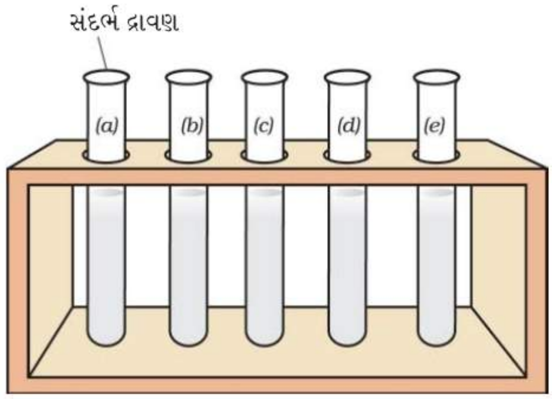
(v) ઉત્કલન નળી a માં 17.5 mL પાણી ઉમેરો જેથી, દ્રાવણનું કુલ કદ 20 mL થશે. તેને સંદર્ભ માટે રાખો.

(vi) હવે ત્રણ બ્યુરેટ લો અને તેમને A, B, C લેબલ લગાડો.

(vii) બ્યુરેટ A માં ફેરિક ક્લોરાઈડનું દ્રાવણ ભરો અને બ્યુરેટ B માં પોટેશિયમ થાયોસાયનેટનું દ્રાવણ ભરો અને બ્યુરેટ C માં પાણી ભરો.

(viii) ઉત્કલન નળી b, c, d અને e માં અનુક્રમે 1.0 mL, 2.0 mL, 3.0 mL અને 4.0 mL ફેરિક ક્લોરાઈડ દ્રાવણ બ્યુરેટ A માંથી ઉમેરો.

(ix) હવે ઉત્કલન નળી b, c, d અને e માં બ્યુરેટ - C માંથી અનુક્રમે 16.5 mL, 15.5 mL, 14.5 mL અને 13.5 mL પાણી ઉમેરો જેથી દરેક ઉત્કલન નળીમાં દ્રાવણનું કુલ કદ 20.0 mL થશે.



આકૃતિ 4.1 : સંતુલનનું અવલોકન કરવા માટેના પ્રયોગનો સેટ, દરેક ઉત્કલન નળી 20 mL દ્રાવણ ધરાવે છે.

નોંધ :
- દ્રાવણના રંગની તીવ્રતા મંદન કરતાં ઘણી ઘટશે, તેથી ઘેરો લાલ લોહી જેવો રંગ નહિ હોય.
- દરેક ઉત્કલનનળીમાં કુલ કદ 20 mL છે.
- દરેક ઉત્કલન નળીમાં 2.5 mL સંતુલન મિશ્રણ છે.
- $FeCl_3$ નો જથ્થો 'b' થી 'e' ઉત્કલન નળી તરફ જતાં વધતો જશે.

(x) દરેક ઉત્કલન નળીના દ્રાવણની રંગની તીવ્રતા ઉત્કલન નળી 'a' માંના સંદર્ભ દ્રાવણના રંગની તીવ્રતા સાથે સરખાવો.

(xi) બીજી ચાર સ્વચ્છ ઉત્કલન નળીનો એક સેટ લો. બ્યુરેટમાંથી તે દરેકમાં 2.5 mL લોહી જેવા લાલ રંગનું દ્રાવણ લો. પ્રયોગનું પુનરાવર્તન 1.0 mL, 2.0 mL, 3.0 mL અને 4.0 mL પોટેશિયમ થાયોસાયનેટનું દ્રાવણ બ્યુરેટ Bમાંથી અનુક્રમે ઉત્કલન નળી b, c, d અને e માં ઉમેરો ત્યારબાદ આ ઉત્કલન નળીઓમાં અનુક્રમે 16.5 mL, 15.5 mL, 14.5 mL અને 13.5 mL પાણી ઉમેરો. આ ઉત્કલન નળીઓના દ્રાવણના રંગની તીવ્રતા ઉત્કલન નળી(a)માંના સંદર્ભ સંતુલન દ્રાવણ સાથે સરખાવો.

(xii) તમારા પરિણામો કોષ્ટક સ્વરૂપે કોષ્ટક 4.1 અને 4.2 પ્રમાણે નોંધો.

(xiii) તમે જુદા જુદા જથ્થા ધરાવતાં ફેરિક ક્લોરાઈડ અને પોટેશિયમ થાયોસાયનેટના દ્રાવણ સાથે અવલોકનોનું પુનરાવર્તન કરી શકો અને સંદર્ભ દ્રાવણ સાથે સરખાવો.

કોષ્ટક 4.1 ફેરિક આયનની સાંદ્રતા વધારતાં સંતુલન સ્થાનાંતર

ઉત્કલન નળી	પ્રણાલીમાં લીધેલ ફેરિક કલોરાઈડ દ્રાવણનું કદ mL માં	ઉત્કલન નળી "a" માંના સંદર્ભ દ્રાવણ સાથે સરખાવતાં રંગ તીવ્રતામાં ફેરફાર	સંતુલનમાં સ્થાનાંતરની દિશા
a	2.5 mL લોહી જેવું લાલ દ્રાવણ + 17.5 mL પાણી ધરાવતું સંદર્ભ દ્રાવણ જેની સાથે રંગની તીવ્રતા સરખાવવાની છે. (20 mL સંતુલન મિશ્રણ)		સંતુલન સ્થિતિ
b	1.0		
c	2.0		
d	3.0		
e	4.0		

કોષ્ટક 4.2 થાયોસાયનેટ આયનની સાંદ્રતા વધારતાં સંતુલન સ્થાનાંતર

ઉત્કલન નળી	પ્રણાલીમાં લીધેલા થાયોસાયનેટ દ્રાવણનું કદ mL માં	ઉત્કલન નળી "a" માંના સંદર્ભ દ્રાવણ સાથે સરખાવતાં રંગની તીવ્રતામાં ફેરફાર	સંતુલનમાં દિશાનું સ્થાનાંતર
a	2.5 mL લોહી જેવા લાલ દ્રાવણ + 17.5 mL પાણી ધરાવતું સંદર્ભ દ્રાવણ જેની સાથે રંગની તીવ્રતા સરખાવવાની છે. (20 mL સંતુલન મિશ્રણ)		સંતુલન સ્થિતિ
b′	1.0		
c′	2.0		
d′	3.0		
e′	4.0		

સાવચેતી

(a) ફેરિક ક્લોરાઈડ અને પોટેશિયમ થાયોસાયનેટના ખૂબ જ મંદ દ્રાવણ વાપરો.

(b) રંગની તીવ્રતાની સરખામણી માટે ઉત્કલન નળી અને સંદર્ભ ઉત્કલન નળીને એકબીજાની લગોલગ (બાજુ બાજુમાં) રાખો.

(c) દ્રાવણના રંગમાં ફેરફારને સારી રીતે નક્કી કરવા માટે વિસૃત (diffused) સૂર્યપ્રકાશમાં રાખીને રંગની તીવ્રતા નોંધો.

(d) સમાન કદની ઉત્કલન નળીઓ વાપરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) પુસ્તકમાં આપેલ ફેરિક અને થાયોસાયનેટ વચ્ચેની આયનીય પ્રક્રિયાને નીચે પ્રમાણે શા માટે દર્શાવવી જોઈએ તે સમજાવો.

$$Fe^{3+} (aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+} (aq)$$

ઉપરની પ્રક્રિયા નીચેના સ્વરૂપમાં વધુ યોગ્ય છે ?

$$[Fe(H_2O)_6]^{3+} + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_5 (SCN)]^{2+} + H_2O.$$

(ii) રંગની તીવ્રતામાં સ્થિર સંતુલનનો ગતિશીલ સ્વભાવ સૂચવે છે ? યોગ્ય કારણો સાથે તમારો જવાબ સમજાવો.

(iii) સંતુલન અચળાંક શું છે ? અને તે વેગ અચળાંકથી કેવી રીતે અલગ પડે છે ?

(iv) આ પ્રયોગને હંમેશા મંદ દ્રાવણો વડે જ કરવો જોઈએ, તે સલાહ ભરેલું છે. શા માટે ?

(v) સંતુલનમાં રહેલી પ્રણાલીમાં ઘન પોટેશિયમ કલોરાઈડ ઉમેરવામાં આવે, તો શું અસર થશે ? તમારા જવાબને પ્રાયોગિક રીતે ચકાસો.

(vi) શા માટે સરખા માપની (કદની) ઉત્કલન નળીઓ પ્રયોગમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે ?

પ્રયોગ 4.2

હેતુ

$[Co(H_2O)_6]^{2+}$ અને Cl^{-} આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયાના સંતુલનમાં આ આયનોમાંથી કોઈપણ એક આયનની સાંદ્રતામાં ફેરફાર કરવાથી સંતુલનમાં થતા સ્થાનાંતરણનો અભ્યાસ કરવો.

સિધ્ધાંત

$[Co(H_2O)_6]^{2+}$ અને Cl^{-} આયન વચ્ચેની પ્રક્રિયામાં નીચે પ્રમાણેની વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થાય છે.

$$[Co(H_2O)_6]^{2+} + 4Cl^{-} \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-} + 6H_2O$$

ગુલાબી   વાદળી

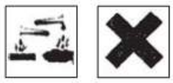
આ પ્રક્રિયા લિગેન્ડ વિસ્થાપન પ્રક્રિયા તરીકે ઓળખાય છે અને આને માટે સંતુલન અચળાંક K નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$K = \frac{[[CoCl_4]^{2-}]}{[[Co(H_2O)_6]^{2+}][Cl^-]^4}$$

પ્રક્રિયા જલીય માધ્યમમાં થાય છે અને તેથી એવું માનવામાં આવેલ છે કે H_2O ની સાંદ્રતા લગભગ અચળ રહે છે અને તેનો સમાવેશ K ના મૂલ્યમાં જ થઈ જાય છે. આથી સંતુલન અચળાંકના સમીકરણમાં તેને અલગ રીતે દર્શાવાતી નથી.

હવે, જો $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ આયન અથવા Cl^- આયનની સંતુલન સાંદ્રતા વધારવામાં આવે, તો તેના પરિણામે $[CoCl_4]^{2-}$ ની સાંદ્રતામાં વધારો થશે. જેથી K નું મૂલ્ય અચળ રહેશે. બીજા શબ્દોમાં આપણે કહી શકીએ કે સંતુલન પુરોગામી દિશામાં ખસશે અને તેને અનુરૂપ રંગ પરિવર્તનમાં પરિણમશે.

હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ



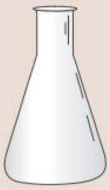
એસીટોન

આલ્કોહૉલ

જોખમ અંગેની ચેતવણી

- એસીટોન અને આલ્કોહૉલ જ્વલનશીલ છે, તેથી ઉપયોગમાં ન હોય ત્યારે બોટલ ખુલ્લી ન રાખશો.
- બોટલને જ્યોતથી દૂર રાખશો.
- ઉપયોગ પછી તમારાં હાથ ધુઓ.
- સલામતી ચશ્મા પહેરો.

જરૂરી સામગ્રી



- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- બીકર (100 mL) : ત્રણ
- બ્યુરેટ : ત્રણ
- કસનળી : છ
- કસનળી સ્ટેન્ડ : એક
- કાચનો સળીયો : એક

- એસીટોન / આલ્કોહૉલ : 60 mL
- સાંદ્ર હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ : 30 mL
- કોબાલ્ટ ક્લોરાઈડ : 0.6000 g

પધ્ધતિ

(i) 100 mLના કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં 60 mL એસીટોન લો અને 0.6000 g $CoCl_2$ ને ઓગાળો જેથી વાદળી દ્રાવણ મળે.

(ii) પાંચ સરખા કદની કસનળી લો અને તેમના પર A, B, C, D અને E એમ ચિહ્ન કરો. A થી E સુધીની દરેક કસનળીમાં 3.0 mL કોબાલ્ટ ક્લોરાઈડનું દ્રાવણ લો. હવે આ કસનળીમાં અનુક્રમે 1.0 mL, 0.8 mL, 0.6 mL, 0.4 mL અને 0.2 mL એસીટોન ઉમેરો. હવે 0.2 mL, 0.4 mL, 0.6 mL અને 0.8 mL પાણી અનુક્રમે કસનળી B, C, D, E માં ઉમેરો. જેથી દરેક કસનળીમાં દ્રાવણનું કુલ કદ 4.0 mL થશે.

(iii) પાણીના વધતા પ્રમાણ સાથે મિશ્રણમાં વાદળીમાંથી ગુલાબી રંગમાં થતો ક્રમિક ફેરફાર નોંધો.

(iv) ઉપર પ્રમાણે કોબાલ્ટ ક્લોરાઈડના એસીટોનમાં બનાવેલ દ્રાવણના 10 mL લો અને તેમાં 5 mL નિસ્યંદિત પાણી ઉમેરો. ગુલાબી રંગનું દ્રાવણ મળશે.

(v) તબક્કા (iv) પ્રમાણેના ગુલાબી દ્રાવણના 1.5 mL દ્રાવણ પાંચ જુદી જુદી કસનળીઓ જેને A′, B′, C′, D′ અને E′ એમ ચિહ્નિત કરી છે તેમાં લો. હવે 2.0 mL, 1.5 mL, 1.0 mL અને 0.5 mL પાણી A′ થી D′ સુધી ચિહ્નિત

નોંધ :
- પ્રયોગોના પ્રથમ સેટમાં ક્લોરોસંકીર્ણની સાંદ્રતા અચળ છે અને પાણીની સાંદ્રતા બદલાય છે.
- પ્રયોગોના બીજા સેટમાં એકવા સંકીર્ણની સાંદ્રતા અચળ છે અને ક્લોરાઈડ આયનની સાંદ્રતા વધે છે.

કરેલી કસનળીમાં અનુક્રમે ઉમેરો. કસનળી A′ થી E′ માં અનુક્રમે 0.5 mL, 1.0 mL, 1.5 mL, 2.0 mL અને 2.5 mL સાંદ્ર HCl ઉમેરો. જેથી દરેક કસનળીમાં દ્રાવણનું કુલ કદ 4 mL થશે.

(vi) હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડના પ્રમાણમાં (જથ્થામાં) વધારા સાથે ગુલાબી રંગમાંથી આછા વાદળી રંગમાં થતો ક્રમિક ફેરફાર નોંધો. તમારા અવલોકનો કોષ્ટક સ્વરૂપે નોંધો (કોષ્ટક 4.3 અને 4.4).

કોષ્ટક 4.3 : પાણી ઉમેરવાથી સંતુલનમાં સ્થાનાંતરણ

ક્રમ સંખ્યા	કસનળી	ઉમેરેલ એસીટોનનું કદ mLમાં	ઉમેરેલ $CoCl_2$ દ્રાવણનું કદ mL માં	ઉમેરેલ પાણીનું કદ mL માં	મિશ્રણનો રંગ
1	A	1.0	3.0	0.0	
2	B	0.8	3.0	0.2	
3	C	0.6	3.0	0.4	
4	D	0.4	3.0	0.6	
5	E	0.2	3.0	0.8	

કોષ્ટક 4.4 : Cl^- આયનના ઉમેરવાથી સંતુલનમાં સ્થાનાંતરણ

ક્રમ સંખ્યા	કસનળી	ઉમેરેલ સાંદ્ર HClનું કદ mLમાં	એક્વોસંકીર્ણ દ્રાવણનું ઉમેરેલ કદ mL માં	ઉમેરેલ પાણીનું કદ mL માં	મિશ્રણનો રંગ
1	A′	0.5	1.5	2.0	
2	B′	1.0	1.5	1.5	
3	C′	1.5	1.5	1.0	
4	D′	2.0	1.5	0.5	
5	E′	2.5	1.5	0.0	

સાવચેતી

(a) પ્રયોગ 4.1 માં દર્શાવેલ બધી સાવચેતી રાખો.

(b) પ્રયોગ માટે નિસ્યંદિત પાણી વાપરો.

(c) પાણી અથવા દ્રાવણો ઉમેરવા માટે બ્યુરેટ અથવા અંકિત પિપેટનો ઉપયોગ કરો.

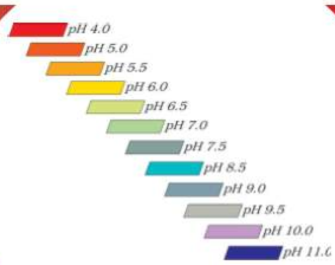
ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) સંતુલનને પ્રક્રિયા મિશ્રણનું તાપમાન વધારતાં શું અસર થશે ?

(ii) સોડિયમ ક્લોરાઈડનું જલીય દ્રાવણ સાંદ્ર HCl ને બદલે વાપરી શકાય ? તમારા જવાબને પ્રાયોગિક રીતે ચકાસી જુઓ.

(iii) દરેક કસનળીમાં દ્રાવણનું કુલ કદ શા માટે એક સરખું જ રાખવું જોઈએ ?

એકમ-5
pH અને જલીય દ્રાવણોમાં pH ફેરફાર (pH And pH Change in Aqueous Solutions)



તમે આયનીકરણ ન પામેલા ક્ષાર અને તેને દ્રાવકમાં ઓગાળતાં મળતાં આયનો વચ્ચેના ગતિશીલ સંતુલન અંગેના પ્રયોગો કર્યા છે. આ એકમમાં આપણે આયનીકરણ નહિ પામેલા પાણીના અણુ અને H^+ અને OH^- આયનો વચ્ચેના આયનીય સંતુલનનો અભ્યાસ કરીશું. વાહકતાના પ્રયોગોએ સાબિત કર્યું છે કે શુધ્ધ પાણી કંઈક અંશે આયનીકરણ પામે છે. જોકે તેની વાહકતા ઘણી ઓછી છે, તો પણ આના આધારે એમ તારવી શકાય કે શુધ્ધ પાણીમાં પણ આયનીય સંતુલન સ્થપાય છે. આયનીય સંતુલન નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

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

ધનવીજભાર અને નાની આયનીય ત્રિજ્યાને કારણે પાણીમાં H^+ આયનનું સ્વતંત્ર અસ્તિત્વ હોતું નથી આ સંતુલનની નીચે પ્રમાણેની રજૂઆત વધારે સારી છે :

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + OH^-\,(aq)$$

આ પાણીનું **સ્વ આયનીકરણ છે.** આ રાસાયણિક સમીકરણ માટે સંતુલન અચળાંક નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$K = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

પાણી વિપુલ પ્રમાણમાં હોવાથી, તેની સાંદ્રતા અચળ છે એમ માની લઈને તેને K સાથે સંયોજી શકાય અને નવો અચળાંક K_w દર્શાવી શકાય, જે નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$K_w = [H_3O^+]\,[OH^-]$$

K_w પાણીનો સ્વ આયનીકરણ અચળાંક છે અથવા પાણીનો આયનીય અચળાંક છે. તે અચળ તાપમાને અચળ રહે છે. 25 ^{0}C તાપમાને K_w નું મૂલ્ય 1.0×10^{-14} છે. આમ એ સ્પષ્ટ છે કે આપેલ તાપમાને કોઈપણ જલીય દ્રાવણમાં આ ગુણાકાર એટલે કે $[H_3O^+]\,[OH^-]$ દ્રાવણ ઍસિડિક, આલ્કલાઈન અથવા તટસ્થ હોય, તો પણ અચળ રહે છે. જો પદાર્થને ઓગાળવાથી સંતુલનને એવી રીતે ખસેડે જેથી હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતા હાઈડ્રૉક્સિલ આયનની સાંદ્રતા કરતાં વધી જાય, તો દ્રાવણ ઍસિડીક સ્વભાવનું રહેશે. જો પદાર્થને ઓગાળવાથી સંતુલનને એવી રીતે ખસેડે, કે જેથી OH^- ની સંતુલન સાંદ્રતા હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતા કરતાં વધારે થાય, તો દ્રાવણ આલ્કલાઈન સ્વભાવનું રહેશે. આમ જલીય દ્રાવણમાં હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતા દ્રાવણના ઍસિડીક, બેઝિક અને તટસ્થ સ્વભાવની માહિતી પૂરી પાડે છે. દ્રાવણમાં H_3O^+ આયનની સાંદ્રતા pH ના પર્યાયમાં મપાય છે. જે હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતાનો ઋણ લઘુગણક છે અને તે નીચેના સમીકરણથી આપી શકાય છે :

$$pH = -\log_{10}\,[H_3O^+]$$

ઓરડાના તાપમાને તટસ્થ પાણીની pH 7 છે. આનાથી ઓછી pH વાળું દ્રાવણ ઍસિડિક સ્વભાવનું અને આનાથી વધારે pH વાળું દ્રાવણ બેઝિક સ્વભાવનું હોય છે.

પ્રયોગ 5.1

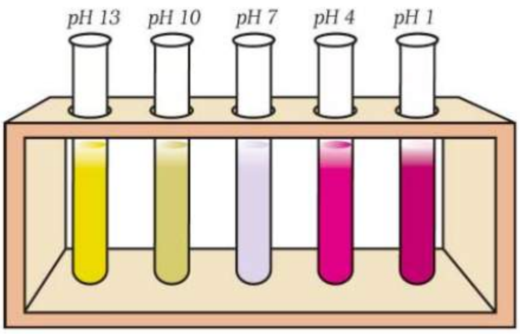
હેતુ

કેટલાક ફળના રસ (જ્યુસ)ની pH નક્કી કરવી.

સિધ્ધાંત

કેટલાક રંગકો જુદી જુદી pH કિંમતે જુદા જુદા રંગ દર્શાવે છે. આ ઍસિડ-બેઈઝ સૂચક તરીકે વર્તે છે. દ્રાવણની આશરે pH મેળવવા માટે રંગકોના મિશ્રણનું દ્રાવણ વાપરી શકાય છે. રંગકોના મિશ્રણનું દ્રાવણ શૂન્યથી 14 સુધીના pH મૂલ્યો માપવા માટે વપરાય છે. તેને સાર્વત્રિક સૂચક કહે છે. કેટલાક સાર્વત્રિક સૂચકો 0.5 જેટલા pH ફેરફારને પણ માપી શકે છે. હકીકતમાં, રંગકો પોતે જ નિર્બળ ઍસિડ કે બેઈઝ હોય છે. પ્રોટોનના સ્વીકાર અથવા મુક્તિ (દાન)ને કારણે રંગકના બંધારણ બદલાય છે અને તેને પરિણામે રંગ ફેરફાર થાય છે. રંગકના જુદા જુદા સ્વરૂપોના રંગ જુદા જુદા હોય છે અને તેથી દ્રાવણની pH ના ફેરફાર સાથે રંગમાં ફેરફાર થાય છે. એક પ્રમાણિત ચાર્ટ જેમાં સાર્વત્રિક સૂચકનો pH સાથે રંગના ફેરફાર દર્શાવતો સૂચક પત્ર અથવા દ્રાવણ સાથેનો આપવામાં આવે છે અને અવલોકન કરેલ રંગ અને ચાર્ટ પરના રંગને સરખાવવાથી દ્રાવણની pH નો સારો એવો અંદાજ મેળવી શકાય છે.

કુદરતી pH સૂચકો



લાલ કોબીજ જ્યુસને અતિવિશાળ (vast) pH ગાળો છે. તે જલીય દ્રાવણમાં pH નો સાર્વત્રિક સૂચક છે.

આ હાયડ્રાન્જીસ (Hydrangeas) નો રંગ જેમાં તે ઉગે છે તે જમીનની pH પર આધાર રાખે છે. જો જમીનની pH ઍસિડિક હોય, તો ફૂલો વાદળી હોય છે અને જો pH આલ્કલાઈન હોય તો ફૂલો ગુલાબી હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી

- બીકર (100 mL) : ચાર
- કાચનું ડ્રોપર : ચાર
- કસનળી : ચાર
- pH ચાર્ટ : એક

- ફળનો રસ (જ્યુસ) : લીંબુ, નારંગી, સફરજન, પાઈનેપલ
- pH પત્ર/ સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) લીંબુ, નારંગી, સફરજન અને પાઈનેપલના તાજા રસને (જ્યુસ) 100 mL ગુંજાશવાળા અલગ અલગ બીકરમાં લો.

(ii) 1, 2, 3 અને 4 ચિહ્નિત કરેલી કસનળી દરેકમાં ચાર જુદા જુદા ડ્રોપરની મદદથી આશરે 2 mL તાજો રસ (જ્યુસ) (20 ટીપાં) લો.

(iii) દરેક કસનળીમાં સાર્વત્રિક સૂચકનાં બે ટીપાં ઉમેરો અને દરેક કસનળીમાંના પદાર્થને હલાવીને સારી રીતે મિશ્ર કરો.

(iv) દરેક કસનળીમાં દેખાતો રંગ પ્રમાણિત pH ચાર્ટ પરના રંગ સાથે મેળવો (સરખાવો).

(v) તમારા અવલોકન કોષ્ટક 5.1 માં નોંધો.

(vi) pH પત્રોનો ઉપયોગ કરીને પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો, જેથી જુદા જુદા જ્યુસના pH ની ખાત્રી કરી શકાય અને તે દરેક રંગને સાર્વત્રિક સૂચકથી મેળવેલ રંગ સાથે સરખાવો.

(vii) ચારેય જ્યુસના pH મૂલ્યોને ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો.

કોષ્ટક 5.1 જુદા જુદા ફળના રસ (જ્યુસ)ના pH મૂલ્યો

રસ (જ્યુસ)નું નામ	સાર્વત્રિક સૂચક સાથે રંગ	pH	અનુમાન
લીંબુ			
નારંગી			
સફરજન			
પાઈનેલ			

પરિણામ

જ્યુસના pH મૂલ્યોનો ચઢતો ક્રમ ______________________ છે.

સાવચેતી

(a) દરેક કસનળીમાં સરખા કદના દ્રાવણમાં સાર્વત્રિક સૂચકના ટીપાં સરખી સંખ્યામાં ઉમેરો.

(b) દ્રાવણના રંગને pH ચાર્ટ સાથે ધ્યાનથી સરખાવો.

(c) pH પત્રોને એવી સલામત જગ્યાએ રાખો જેથી પ્રયોગશાળામાંના ઍસિડિક અને બેઝિક પ્રક્રિયકોના સંપર્કમાં આવે નહિ (સંપર્કમાં આવવાનું ટાળો).

(d) પ્રયોગ માટે હંમેશા તાજા રસ (જ્યુસ) વાપરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) ચારેય જ્યુસમાંથી કયું સૌથી ઓછું ઍસિડિક છે ? સમજાવો.

(ii) જો આપણે દરેક જ્યુસને મંદ બનાવીએ, તો pH મૂલ્યોમાં કેવી અસર જોવા મળશે ?

(iii) કોઈપણ બે જ્યુસને ભેગા કર્યા પછી મળતા મિશ્રણની pH બદલાશે કે બદલાશે નહિ (સરખી જ રહેશે) ?

(iv) તમે સોફ્ટ ડ્રિન્ક (પીણાં)ની pH ની કેવી રીતે ખાતરી કરશો ?

પ્રયોગ 5.2

હેતુ

મંદન કરતાં ઍસિડ / બેઈઝના pH માં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરવું.

સિધ્ધાંત

પ્રતિ એકમ કદમાં હાઈડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા મંદન કરવાથી ઘટે છે. આથી દ્રાવણનું મંદન કરતાં pH માં ફેરફારની અપેક્ષા રાખી શકાય.

જરૂરી સામગ્રી

- ઉત્કલન નળી : આઠ
- કાચનું ડ્રોપર : ચાર
- કસનળી : જરૂર પ્રમાણે

- 0.1 M HCl દ્રાવણ : 20 mL
- 0.1 M NaOH દ્રાવણ : 20 mL
- 0.05 M H_2SO_4 દ્રાવણ : 20 mL
- pH પત્ર / સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂર પ્રમાણે

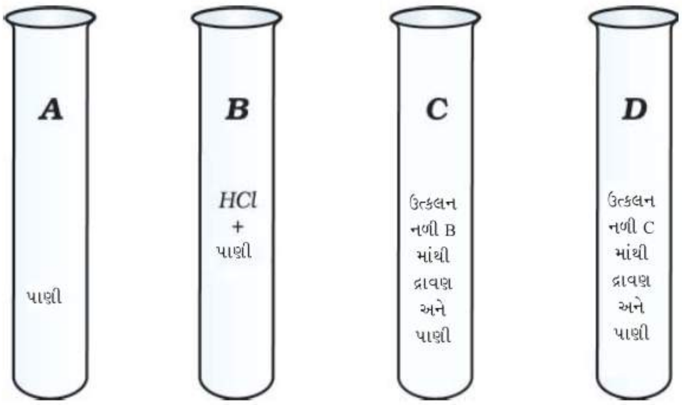
પધ્ધતિ

(i) ચાર ઉત્કલન નળી લો અને તેમને A, B, C અને D એમ ચિહ્નિત કરો (આકૃતિ 5.1).

(ii) ઉત્કલન નળી A માં 2 mL 0.1 M HCl લો.

(iii) ઉત્કલન નળી B માં 2 mL 0.1 M HCl લો અને તેમાં 18 mL પાણી ઉમેરો અને સારી રીતે મિશ્ર કરો.

(iv) ઉત્કલન નળી B માંથી 5 mL મંદ HCl નું દ્રાવણ ઉત્કલન નળી C માં લો અને તેમાં 15 mL પાણી ઉમેરો.



આકૃતિ 5.1 : પ્રયોગ 5.1 માટેની ગોઠવણી

(v) ઉત્કલન નળી C માંથી 5 mL મંદ HCl ઉત્કલન નળી D માં લો અને તેમાં 15 mL પાણી ઉમેરો.

(vi) pH પત્રને નાના નાના ટુકડામાં કાપો અને સ્વચ્છ ગ્લેઝ ટાઈલ પર પાથરી દો.

(vii) ડ્રોપરની મદદ વડે ઉત્કલન નળી A માંથી થોડું દ્રાવણ લો અને ગ્લેઝ ટાઈલ પર રાખેલા pH પત્રના એક ટુકડા પર તેનું એક ટીપું મૂકો. pH પત્રનો રંગ પ્રમાણિત ચાર્ટ સાથે સરખાવો.

(viii) આ જ પ્રમાણે ઉત્કલન નળી B, C અને D ના દ્રાવણોની pH ની અનુક્રમે પરખ કરો અને તમારા પરિણામો કોષ્ટક 5.2 માં નોંધો.

(ix) દ્રાવણ B, C અને D ની હાઈડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા ગણો.

(x) દરેક ઉત્કલન નળીમાંથી 1 mL દ્રાવણ અલગ અલગ કસનળીમાં લઈ લો. આ ઉત્કલન નળીમાંની દરેકમાં 2 ટીપાં સાર્વત્રિક સૂચક ઉમેરો. ઉત્કલન નળીને બરાબર હલાવો અને pH ની અંદાજ નક્કી કરવા માટે તેમના રંગને પ્રમાણિત pH ચાર્ટ સાથે મેળવો (સરખાવો).

(xi) એ જ પ્રમાણે 0.05 M H_2SO_4 અને 0.1 M NaOH દ્રાવણોને ઉપર દર્શાવેલ તબક્કા (i) થી (ix) માં આપેલી વિગત પ્રમાણે મંદન કરી pH નું અવલોકન કરો.

(xii) તમારા અવલોકનો કોષ્ટક 5.2 માં નોંધો.

(xiii) સાર્વત્રિક સૂચક પત્ર અને સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણના ઉપયોગ કરી મેળવેલા પરિણામોને સરખાવો.

NaOH

H_2SO_4

HCl

જોખમ અંગેની ચેતવણી

- ઍસિડમાં પાણી કદી ઉમેરશો નહીં.
- મંદન માટે પાણીમાં ધીમેથી ઍસિડ ઉમેરો.

કોષ્ટક 5.2 મંદન કરતાં pH ફેરફાર

ઉત્કલન નળી	HCl		H_2SO_4		NaOH	
	રંગ	pH	રંગ	pH	રંગ	pH
A						
B						
C						
D						

પરિણામ

(i) ઉત્કલન નળી B, C અને D માંના દ્રાવણોની સાંદ્રતા ____________ છે.

(i) મંદન સાથે pH માં ફેરફાર વિશે તમારું તારણ લખો.

સાવચેતી

(a) દરેક ઉત્કલન નળીમાંના દ્રાવણોના સરખા જથ્થામાં સાર્વત્રિક સૂચકના સરખી સંખ્યામાં ટીપાં ઉમેરો.

(b) દ્રાવણના રંગને pH ચાર્ટ સાથે કાળજીપૂર્વક મેળવો (સરખાવો).

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) ઍસિડિક તેમજ બેઝિક દ્રાવણ માટે મંદન સાથે pH માં ફેરફાર માટે કેવું વલણ જોવા મળે છે ?

(ii) મંદન સાથે pH માં થતા ફેરફાર અંગેના પરિણામો તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?

(iii) જો બે ઍસિડિક દ્રાવણો (ધારો કે A અને C) મિશ્ર કરવામાં આવે, તો મિશ્રણની pH ને શું થશે ? તમારો જવાબ પ્રાયોગિક રીતે ચકાસો.

(iv) દરેક ઍસિડિક દ્રાવણ ભલે તે HCl કે H_2SO_4 હોય, pH લગભગ સરખાં હોય છે. તેમ છતાં પણ HCl 0.1 M છે અને H_2SO_4 0.05 M છે. આ પરિણામને તમે કેવી રીતે સમજાવો છો ?

(v) શું 0.1 M ઍસિટિક ઍસિડની pH, 0.1 M હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડની pH સરખી હશે ? તમારા પરિણામને ચકાસો અને તેને સમજાવો.

પ્રયોગ 5.3 :

હેતુ

નિર્બળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઈઝની pH પર સમાન આયનની અસરને કારણે થતાં ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.

સિધ્ધાંત

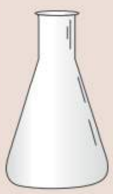
એ જાણીતી હકીકત છે કે નિર્બળ ઍસિડ અથવા નિર્બળ બેઈઝના કિસ્સામાં આયનીકરણ પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા છે.

(1) $HA \rightleftharpoons H^{+} + A^{-}$ (નિર્બળ ઍસિડ)

(2) $BOH \rightleftharpoons B^{+} + OH^{-}$ (નિર્બળ બેઈઝ)

કિસ્સા (1) માં જો A^{-} ની સાંદ્રતામાં વધારો થાય, તો અને કિસ્સા (2)માં જો B^{+} ની સાંદ્રતામાં વધારો થાય, તો સંતુલન પ્રતિગામી દિશામાં ખસશે. જેથી કરીને કિસ્સા (1) અને (2) માં અનુક્રમે H^{+} આયન અને OH^{-} આયનની સાંદ્રતા ઘટશે. જેથી કરીને સંતુલન અચળાંકની સ્થિરતા જળવાઈ રહેશે. H^{+} આયનની સાંદ્રતા અથવા OH^{-} આયનની સાંદ્રતામાં આ ફેરફાર પ્રણાલીની pH માં ફેરફાર લાવશે. જેનો નિર્ણય pH પત્ર અથવા સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણના ઉપયોગથી કરી શકાય.

જરૂરી સામગ્રી



- બીકર (100 mL) : ચાર
- પિપેટ (25 mL) : બે
- કસનળી : ચાર
- pH ચાર્ટ : એક

- સોડિયમ ઈથેનોએટ : 2 g
- એમોનિયમ ક્લોરાઈડ : 2 g
- ઈથેનોઈક એસિડ (1.0 M) : 50 mL
- એમોનિયા દ્રાવણ (1.0 M) : 50 mL
- pH પત્ર અને સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) ચાર 100 mL બીકર લો અને તેમને A, B, C, D પ્રમાણે ચિહ્નિત કરો.

(ii) બીકર 'A' માં 25 mL 1.0 M ઈથેનોઈક ઍસિડ લો અને બીકર 'B' માં 25 mL 1.0 M એમોનિયા દ્રાવણ લો.

(iii) તે જ પ્રમાણે બીકર 'C' માં 25 mL 1.0 M ઈથેનોઈક ઍસિડ અને બીકર 'D' માં 25 mL 1.0 M એમોનિયા દ્રાવણ લો. હવે બીકર 'C' માં 2 g સોડિયમ ઈથેનોએટ ઉમેરો અને બીકર 'D' માં 2 g એમોનિયમ ક્લોરાઈડ ઉમેરો અને બીકરને બરાબર હલાવીને તેમાંના પદાર્થને બરાબર ઓગાળો.

(iv) 1, 2, 3 અને 4 ચિહ્ન કરેલ ચાર કસનળીમાં અનુક્રમે 2 mL (20 ટીપાં) દ્રાવણ બીકર A, B, C અને D માંથી લો.

(v) દરેક કસનળીમાં સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણના બે બે ટીપાં ઉમેરો. કસનળીમાંના દ્રાવણને બરાબર હલાવો અને દરેક કસનળીમાંના રંગને પ્રમાણિત ચાર્ટ સાથે મેળવો (સરખાવો).

(vi) કોષ્ટક 5.3 માં આપ્યા પ્રમાણે તમારા અવલોકનો નોંધો.

(vii) કસનળી 1 અને 3 માંના દ્રાવણની pHની સરખામણી કરો અને pHમાં ફેરફાર નોંધો.

(viii) એ જ પ્રમાણે કસનળી 2 અને 4 માંના દ્રાવણની pHની સરખામણી કરો અને pHમાં ફેરફાર નોંધો.

એમોનિયા દ્રાવણ

ઈથેનોઈક ઍસિડ

એમોનિયમ ક્લોરાઈડ

કોષ્ટક 5.3 : ઍસિડ / બેઈઝ અને તેના બફરની pHની સરખામણી

કસનળીનો ક્રમાંક	પ્રણાલીનું સંઘટન (Composition)	pH પત્રનો રંગ	pH
1	પાણીમાં CH_3COOH		
2	NH_4OH (પાણીમાં NH_3)		
3	CH_3COOH + CH_3COONa		
4	NH_4OH + NH_4Cl		

પરિણામ

(a) ઍસિટિક ઍસિડની pH _________ છે.

(b) ઍસિટિક ઍસિડની સોડિયમ ઍસિટેટ સાથેના બફરની pH, એસિટિક ઍસિડની pH કરતાં _________ છે.

(c) એમોનિયા દ્રાવણની pH _________ છે.

(d) એમોનિયા દ્રાવણની એમોનિયમ ક્લોરાઈડ સાથેના બફરની pH એમોનિયા દ્રાવણની pH કરતાં _________ છે.

(e) સમાન આયન અસર ઍસિડ / બેઈઝના આયનીકરણને _________ .

સાવચેતી

(a) સમાન આયનની અસરના અભ્યાસ માટે ફક્ત નિર્બળ ઍસિડ / નિર્બળ બેઈઝ અને તેના ક્ષારનો પ્રયત્ન કરવો.

(b) એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈની બોટલને સાવધાનીપૂર્વક પકડો.

(c) દરેક કસનળીમાં સાર્વત્રિક સૂચકના ટીપાં સરખી સંખ્યામાં ઉમેરો.

(d) pH પત્રને સલામત અને સૂકી જગ્યાએ રાખો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) સોડિયમ એસિટેટ (સોડિયમ ઈથેનોએટ) ને ઍસેટિક ઍસિડમાં ઉમેરતાં pH વધે છે, જ્યારે જલીય NH_3 ના દ્રાવણ (NH_4OH)માં NH_4Cl ઉમેરતાં pH ઘટે છે. આ અવલોકનોને તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?

(ii) પ્રણાલી 3 માટે CH_3COONa ના યોગ્ય પ્રતિસ્થાપન (replacement) માટે અને પ્રણાલી 4 માટે NH_4Cl ના યોગ્ય પ્રતિસ્થાપન સૂચવો.

(iii) ઉપર દર્શાવ્યા જેવા પ્રયોગો કરવા માટે લઈ શકાય તેવા નિર્બળ ઍસિડ અને તેના ક્ષાર તથા નિર્બળ બેઈઝ અને તેના ક્ષારની જોડ સૂચવો.

(iv) ક્ષારના પૃથક્કરણમાં / મિશ્રણના પૃથક્કરણમાં એવી પરિસ્થિતિનો નિર્દેશ કરો જ્યાં સમાન આયનની અસરને કારણે pH માં ફેરફાર કરવામાં આવતો હોય.

(v) બફર દ્રાવણો કેવી રીતે pH ફેરફારનો પ્રતિકાર કરે છે ? યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

પ્રયોગ 5.4

હેતુ

સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરીને પ્રબળ ઍસિડના પ્રબળ બેઈઝ સાથેના અનુમાપન દરમિયાન થતા pH ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.

સિધ્ધાંત

એવું ધારવામાં આવે છે કે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝ દ્રાવણમાં સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામેલા હોય છે. તટસ્થીકરણની પ્રક્રિયા દરમિયાન ઍસિડમાંથી મળતા H^+ આયન બેઈઝ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ OH^- સાથે સંયોજાય છે અને પાણી બનાવે છે. આથી, જ્યારે પ્રબળ ઍસિડનું દ્રાવણ પ્રબળ બેઈઝના દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે દ્રાવણની pH બદલાય અથવા પ્રબળ બેઈઝના દ્રાવણમાં પ્રબળ ઍસિડનું દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે, તો દ્રાવણની pH બદલાય છે. જેમ અનુમાપન આગળ વધે છે, તેમ શરૂઆતમાં pH માં ધીમો ફેરફાર જણાય છે. પરંતુ સમતુલ્યતા બિંદુ (equivalence point)ની નજીકમાં દ્રાવણની pHમાં ખૂબ ઝડપી (મોટો) ફેરફાર થાય છે.

જરૂરી સામગ્રી

- બ્યુરેટ : એક
- બીકર (250 mL) : બે
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- ડ્રોપર : એક
- pH ચાર્ટ : એક

- હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણ (0.1 M) : 25 mL
- સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ (0.1 M) : 50 mL
- સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂરિયાત પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) 100 mL કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં 25 mL હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણ (0.1 M) લો.

(ii) તેમાં સાર્વત્રિક સૂચકનાં પાંચ ટીપાં ઉમેરો.

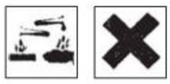
(iii) કોષ્ટક 5.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ (0.1 M)નું દ્રાવણ બ્યુરેટમાંથી ઉમેરો.

(iv) સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણના દરેક ઉમેરણ બાદ ફ્લાસ્કમાંના દ્રાવણને બરાબર હલાવો. દરેક વખતે કોનિકલ ફ્લાસ્કમાંના રંગને pH ચાર્ટ સાથે સરખાવો અને pH શોધી કાઢો.

(v) તમારા અવલોકન કોષ્ટક 5.4 માં નોંધો.

(vi) pH વિરૂધ્ધ ઉમેરેલ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના કદનો આલેખ દોરો.

હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ



સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ

કોષ્ટક 5.4 : 25 mL HCl (0.1 M) ના NaOH (0.1 M) દ્રાવણ વડે તટસ્થીકરણ દરમિયાન pH ફેરફાર

અનુક્રમ	ઉમેરેલ NaOHના જથ્થાનું કદ (mL)	ફ્લાસ્કમાંના દ્રાવણમાં ઉમેરેલ NaOH દ્રાવણનું કુલ કદ (mL)	pH
1.	0	0	
2.	12.5	12.5	
3.	10.0	22.5	
4.	2.3	24.8	
5.	0.1	24.9	
6.	0.1	25.0	
7.	0.1	25.1	
8.	0.1	25.2	
9.	0.1	25.3	
10.	0.1	25.4	
11.	0.5	25.9	

સાવચેતી

(a) સારા પરિણામો મેળવવા માટે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝની પ્રક્રિયા કરવા માટે તેમની સરખી સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણોથી પ્રયોગ કરો.

(b) ઍસિડ અને બેઈઝની બોટલને સાવધાનીપૂર્વક પકડો.

(c) સૂચકનું ઓછું પ્રમાણ વાપરો.

પરિણામ

માહિતીના આધારે તમારું પરિણામ લખો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) પ્રબળ ઍસિડના પ્રબળ બેઈઝ સાથેના તટસ્થીકરણમાં તમે pH ફેરફારના કેવા વલણની આશા રાખશો ?

(ii) નિર્બળ ઍસિડ (એસિટિક ઍસિડ)ની પ્રબળ બેઈઝ (સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ) સાથેના તટસ્થીકરણ દરમિયાન તમે pH ફેરફારનું વલણ ઉપર પ્રમાણેનું સરખું જ હોવાની આશા રાખશો ?

(iii) જો હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનું સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ વડે તટસ્થીકરણ કરવામાં આવે, તો કયા pH ગાળા (range) દરમિયાન સૂચક રંગ ફેરફાર (પરિવર્તન) બતાવશે ?

(iv) તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા માટે સૂચકની પસંદગીમાં pH ફેરફારનો અભ્યાસ કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે સમજાવો.

પ્રયોગ 5.5

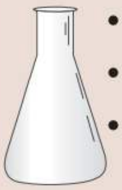
હેતુ

સોડિયમ ક્લોરાઈડ, ફેરિક ક્લોરાઈડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણની pH નો અભ્યાસ કરવો.

સિધ્ધાંત

પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝના ક્ષાર તટસ્થ દ્રાવણ બનાવે છે, જ્યારે નિર્બળ ઍસિડ/બેઈઝ અને પ્રબળ બેઈઝ / ઍસિડ સાથેના ક્ષાર અનુક્રમે બેઝિક અને ઍસિડિક હોય છે. નિર્બળ ઍસિડ / બેઈઝના પ્રબળ બેઈઝ / ઍસિડ પાણીમાં જળવભિાજન પામે છે. જ્યારે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝના ક્ષાર પાણીમાં જળવભિાજન પામતાં નથી. તમે આનો અભ્યાસ તમારા રસાયણવિજ્ઞાનના પાઠ્યપુસ્તકમાં કરેલ છે.

જરૂરી સામગ્રી



- ઉત્કલન નળી : ત્રણ
- કસનળી : ત્રણ
- કાચના ડ્રોપર : ત્રણ

- pH પત્ર / સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M NaCl દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M $FeCl_3$ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M Na_2CO_3 દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) ત્રણ ઉત્કલન નળી લો અને તેના પર A, B, C ચિહ્ન કરો.

(ii) ઉત્કલન નળી A, B અને C માં અનુક્રમે NaCl, $FeCl_3$ અને Na_2CO_3 દ્રાવણના 20 mL દ્રાવણ લો.

(iii) pH પત્રના નાના ટુકડા કરો અને સ્વચ્છ ગ્લેઝ્ડ ટાઈલ પર પાથરી દો.

(iv) પ્રયોગ 5.1 પ્રમાણે ઉત્કલન નળી A, B અને C ના દ્રાવણોના pHની પરખ કરો.

(v) કસનળી સ્ટેન્ડમાં ત્રણ સ્વચ્છ કસનળી ગોઠવો.

(vi) કસનળી પર 1, 2 અને 3 ચિહ્ન કરો.

(vii) દરેક કસનળીમાં ઉત્કલન નળી Aનું 4 mL દ્રાવણ ઉમેરો.

(viii) કસનળી 1, 2 અને 3 માં અનુક્રમે 5 mL, 10 mL અને 15 mL પાણી ઉમેરો.

(ix) pH પત્ર અને સાર્વત્રિક સૂચકની મદદ વડે કસનળી 1, 2 અને 3 માં ના દ્રાવણની pH નોંધો.

(x) B અને C ઉત્કલન બિંદુના દ્રાવણો સાથે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

(xi) કોષ્ટક 5.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કોષ્ટક સ્વરૂપે તમારા પરિણામ નોંધો.

કોષ્ટક 5.5 : NaCl, $FeCl_3$ અને Na_2CO_3 ની જુદી જુદી સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણોની pH

દ્રાવણ	દ્રાવણની pH		
	કસનળી-1	કસનળી-2	કસનળી-3
NaCl			
$FeCl_3$			
Na_2CO_3			

પરિણામ

તમારા અવલોકનોના આધારે પરિણામો લખો.

સાવચેતી

(a) તાજા બનાવેલા દ્રાવણોનો ઉપયોગ કરો.

(b) ક્ષાર લીધા પછી બોટલને ખુલ્લી રાખશો નહિ.

(c) દરેક દ્રાવણ માટે અલગ અને સ્વચ્છ કસનળીનો ઉપયોગ કરો.

(d) pH પત્રને સલામત અને સૂકી જગ્યાએ (સ્થળે) મૂકો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) $FeCl_3$ અને Na_2CO_3 ના દ્રાવણ શા માટે તટસ્થ નથી ?

(ii) શા માટે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝના ક્ષાર જળવિભાજન પામતા નથી ? સમજાવો.

(iii) ક્ષારના પૃથક્કરણમાં જળવિભાજન ઘટના કેવી રીતે ઉપયોગી છે ?

(iv) ક્ષારના દ્રાવણના pH પર મંદનની શું અસર થાય છે ? તમારા પરિણામો ચકાસો અને સમજાવો.

એકમ-6
અનુમાપનીય પૃથક્કરણ (Titrimetric Analysis)

તમે એ બાબત જાણો છો કે પદાર્થનું પૃથક્કરણ રાસાયણિક સંઘટનના ગુણાત્મક અને જથ્થાત્મક (પરિમાણાત્મક) બંધારણના સ્થાપન માટે થાય છે. આમ, રાસાયણિક પૃથક્કરણને ગુણાત્મક પૃથક્કરણ અને જથ્થાત્મક પૃથક્કરણ તરીકે વર્ગીકૃત કરી શકાય. આ એકમમાં તમે દ્રાવણમાંના પદાર્થનું પ્રમાણ નક્કી કરવાનું શીખશો. દ્રાવણમાંના રાસાયણિક પદાર્થના નિર્ધારણ માટે સ્વીકારાયેલ પધ્ધતિના આધાર પર પૃથક્કરણની બે રીતો જેમ કે અનુમાપનીય (કદમાપક) પૃથક્કરણ અને ભારમાપક (પરિમાણાત્મક) પૃથક્કરણ છે. અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં માત્ર કદનું જ માપન કરવામાં આવે છે. જ્યારે ભારમાપક પૃથક્કરણમાં કદ ઉપરાંત દળના માપનનો સમાવેશ થાય છે.

અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં જ્ઞાત ચોક્કસ સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણનો સમાવેશ થાય છે. જે પદાર્થના દ્રાવણના માપન કરેલા કદ સાથે જથ્થાત્મક રીતે પ્રક્રિયા માટે જરૂરી દ્રાવણનું કદ છે. ચોક્કસ જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને **પ્રમાણિત દ્રાવણ** કહે છે. અજ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણમાં ઓગાળેલા પદાર્થનું દળ પ્રમાણિત દ્રાવણના વપરાયેલા કદ પરથી ગણવામાં આવે છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયાથી પ્રક્રિયા કરતાં પદાર્થોના સાપેક્ષ દળ પણ ગણી શકાય છે. જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને **અનુમાપક (titrant)** કહે છે અને જે પદાર્થનું અનુમાપન કરવામાં આવે છે, તેને **અનુમાપિત (titrand)** કહે છે.

અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં સામાન્ય રીતે પ્રમાણિત દ્રાવણ લાંબી અંકિત નળી જેને બ્યુરેટ કહે છે. તેના વડે ઉમેરવામાં આવે છે. પ્રમાણિત દ્રાવણને અજ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણમાં પ્રક્રિયા પૂર્ણ ન થાય ત્યાં સુધી ઉમેરતા રહેવું તેને **અનુમાપન** કહે છે. જે બિંદુએ પ્રક્રિયા પૂર્ણ થાય છે. તેને **સમતુલ્ય બિંદુ** અથવા **સૈધ્ધાંતિક અથવા તત્ત્વયોગમિતિય અંતિમ બિંદુ** કહે છે. દરેક વખતે પ્રમાણિત દ્રાવણને બ્યુરેટમાં લેવું શક્ય હોતું નથી. આને વિશે તમે આ એકમમાં હવે પછી સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડના અનુમાપનમાં શીખશો.

6.1 અંતિમબિંદુની પરખ (Detection of End Point)

અંતિમબિંદુની પરખ પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં જ થતાં ભૌતિક ફેરફાર અથવા સહાયક (auxiliary) પ્રક્રિયકના ઉમેરણથી જેને **સૂચક** કહેવામાં આવે છે, તેના આધારે કરવામાં આવે છે. વૈકલ્પિક રીતે બીજા કોઈ, ભૌતિક માપનનો ઉપયોગ પણ કરવામાં આવે છે. પ્રક્રિયા પૂર્ણ થવા પર સૂચક દશ્ય ફેરફાર દર્શાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે અનુમાપન થતાં દ્રાવણમાં રંગ પરિવર્તન અથવા રંગ ફેરફાર અથવા ધૂંધળાપણુ (turbidity). આદર્શ અનુમાપનમાં દશ્ય અંતિમબિંદુ તત્ત્વયોગમિતીય અથવા સૈધ્ધાંતિક અંતિમબિંદુ સાથે સુસંગત થાય છે. પરંતુ વાસ્તવિકતામાં સામાન્ય રીતે થોડો ઘણો નાનો તફાવત પડે છે આ **અનુમાપન ભૂલ (ક્ષતિ)** દર્શાવે છે.

સૂચક અને પ્રાયોગિક પરિસ્થિતિ એવા પસંદ કરવા જોઈએ કે દશ્ય અંતિમબિંદુ અને સૈધ્ધાંતિક અંતિમબિંદુ વચ્ચેનો તફાવત નિમ્નતમ હોય.

6.2 અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં પ્રક્રિયા માટે જરૂરિયાતો (Requirement for a Reaction in Titrimetric Analysis) :

(i) પદાર્થ જેનું પ્રમાણ (જથ્થો) અનુમાપનીય પૃથક્કરણથી નક્કી કરવાનું છે તે બીજા પ્રક્રિયક સાથે તત્ત્વયોગમિતિય પ્રમાણમાં સંપૂર્ણપણે અને ઝડપથી પ્રક્રિયા કરે તેવો હોવો જોઈએ.

(ii) પ્રક્રિયા ઝડપી હોવી જોઈએ અને સમતુલ્યતા બિંદુએ દ્રાવણના ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મમાં ફેરફાર (alteration) હોવો જોઈએ. આને સૂચકની મદદ વડે અથવા પોટેન્શિયલ (વિભવ) તફાવત અથવા વીજપ્રવાહ વગેરેના માપનથી નક્કી કરી શકાય.

6.3 ઍસિડીમિતિ અને આલ્કલીમિતિ (Acidimetry and Alkalimetry):

અનુમાપનીય પૃથક્કરણ જુદા જુદા પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ માટે કરી શકાય છે. આ એકમમાં તમે તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા વિશે અભ્યાસ કરશો. આ ઍસિડ અને બેઈઝના અનુમાપનનો સમાવેશ કરે છે. આ અનુમાપનો માટે ઍસિડના પ્રમાણિત દ્રાવણો (એસિડીમિતિ) અને બેઈઝના પ્રમાણિત દ્રાવણો (આલ્કલીમિતિ)નો ઉપયોગ થાય છે. અનુમાપનીય પૃથક્કરણ દ્વારા જથ્થાત્મક પરિમાપનમાં દ્રાવણની સાંદ્રતા મોલારિટીના પર્યાયમાં રજૂ કરાય છે. તે 1 લિટર દ્રાવણમાં દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા છે.

$$\text{મોલારિટી}(M) = \frac{\text{દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા}}{\text{દ્રાવણનું કદ લિટરમાં}}$$

પ્રમાણિત દ્રાવણ

ચોક્કસ જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને પ્રમાણિત દ્રાવણ કહે છે. કોઈપણ પદાર્થ જે ઓરડાના તાપમાને સ્થાયી હોય અને જે દ્રાવકમાં ઓગાળ્યો હોય, તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતો ન હોય, તેનું પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે પદાર્થનું સીધું જ વજન કરી શકાય છે. આ દ્રાવણોનું વર્ણન અને બનાવટ નીચે આપેલા છે :

પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક માનક

પ્રાથમિક માનક (standard) એવો પદાર્થ છે, જે પૂરતો શુધ્ધ છે અને તેમાં અશુધ્ધિઓનું કુલ પ્રમાણ 0.01 - 0.02 % થી વધુ ન હોવું જોઈએ. પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે પ્રાથમિક માનકનું સીધું જ વજન કરીને તેને પાણીમાં (અથવા દ્રાવકમાં) ઓગાળી દ્રાવણનું ચોક્કસ કદ મેળવવામાં આવે છે. જે પદાર્થનો પ્રાથમિક માનક તરીકે ઉપયોગ કરવાનો છે. તેણે નીચેની જરૂરિયાતોને સંતોષવી જોઈએ :

1. તે સહેલાઈથી શુધ્ધ અને શુષ્ક સ્વરૂપમાં મળી આવવો જોઈએ.
2. તેમાં હવાની હાજરીમાં ફેરફાર થવો જોઈએ નહિ. એટલે કે તે ભેજગ્રાહી ન હોવો જોઈએ, હવાથી ઑક્સિડેશન ન પામવો જોઈએ અથવા વાતાવરણમાં હાજર વાયુઓ જેવા કે કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ વડે અસર પામતો ન હોવો જોઈએ અથવા સ્ફટિક જળ ગુમાવતો ન હોવો જોઈએ. જેથી કરીને તેને સલામત રીતે રાખી શકાય.
3. તેમાં રહેલી અશુધ્ધિઓની પરખ બહુ સહેલી હોવી જોઈએ.
4. તેનું **સાપેક્ષ મોલર દળ** ઘણું ઊંચું હોવું જોઈએ. જેથી વજન કરવા દરમિયાન ભૂલો નહિવત્ હોય.
5. તેની બીજા પદાર્થ સાથેની પ્રક્રિયા ત્વરિત અને તત્ત્વયોગમિતિય હોવી જોઈએ.
6. પદાર્થ પાણીમાં ઝડપથી દ્રાવ્ય હોવો જોઈએ.

આદર્શ પ્રાથમિક માનક મેળવવો મુશ્કેલ છે. એટલા માટે પ્રાથમિક માનકની નજીક હોય તેવી લાક્ષણિકતાવાળા પદાર્થોનો સામાન્ય રીતે ઉપયોગ થાય છે.

અસ્થાયી જળયુક્ત ક્ષાર નિયમ પ્રમાણે પ્રાથમિક માનક તરીકે વાપરવા જોઈએ નહિ, તેમ છતાં સોડિયમ કાર્બોનેટ, સોડિયમ ટેટ્રાબોરેટ, પોટેશિયમ હાઈડ્રોજન થેલેટ, ઓકઝેલિક ઍસિડ, ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ વગેરે પ્રાથમિક માનક તરીકે વાપરી શકાય છે. કારણ કે તે પૂરતા પ્રમાણમાં સ્થાયી હોય છે.

દ્વિતીયક માનકનું દ્રાવણ એવું દ્રાવણ છે, જેનો માનક તરીકે ઉપયોગ કરતાં પહેલાં તેની ચોક્કસ સાંદ્રતા પ્રાથમિક માનકના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથેના અનુમાપનથી નક્કી કરવામાં આવી હોય.

દ્વિતીયક માનકનું સીધું વજન કરી, પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવામાં ઉપયોગ કરી શકાય નહિ. સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અને પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ દ્વિતીયક માનકના ઉદાહરણ છે.

અનુમાપનીય પૃથક્કરણ શરૂ કરતાં પહેલાં તમારે કેટલીક પ્રવિધિઓ જેવી કે રાસાયણિક તુલાથી વજન કરવું, પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું, બ્યુરેટ અને પિપેટ વાપરીને કદનું માપન કરવું વગેરેથી માહિતગાર થવું જોઈએ.

6.4 ઍસિડ-બેઈઝ અનુમાપનમાં સૂચક (Indicators in Acid-Base Titration):

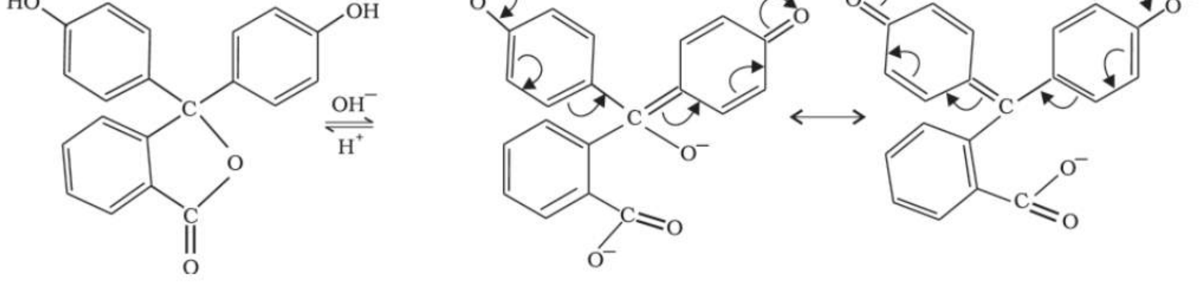
ઍસિડ-બેઈઝ સૂચક pH ફેરફાર સાથે સંવેદનશીલ હોય છે. મોટાભાગના ઍસિડ-બેઈઝ અનુમાપન માટે એ શક્ય છે કે સમતુલ્ય બિંદુની ખૂબ જ નજીકના pH મૂલ્યએ રંગ પરિવર્તન દર્શાવે છે. આપણે અહિંયા બે સૂચકોની ચર્ચા કરીશું. - ફિનોલ્ફથેલીન અને મિથાઈલ ઓરેન્જ.

ફિનોલ્ફથેલીન

ફિનોલ્ફથેલીન નિર્બળ ઍસિડ છે અને તેથી ઍસિડિક માધ્યમમાં વિયોજન પામતો નથી અને બિનઆયનીકરણ સ્વરૂપમાં રહે છે જે રંગવિહીન છે.

HPh	$\rightleftharpoons$	$H^+ + Ph^-$
બિનઆયનીકરણ પામેલો રંગવિહીન		આયનીકરણ પામેલો ગુલાબી

ફિનોલ્ફથેલીનના આયનીકરણ પામેલા અને બિનઆયનીકરણ સ્વરૂપો નીચે આપેલા છે :



(ઍસિડમાં રંગવિહીન) (આલ્કલીમાં ગુલાબી)

આકૃતિ 6.1 : ઍસિડિક અને બેઝિક માધ્યમમાં ફિનોલ્ફથેલીન

ઍસિડિક માધ્યમમાં સંતુલન ડાબી તરફ રહે છે. આલ્કલીય માધ્યમમાં ફિનોલ્ફથેલીનનું આયનીકરણ સારા પ્રમાણમાં વધે છે. કારણ કે HPh માંથી મુક્ત થયેલો H^+ આયન આલ્કલીના OH^- આયન સાથે સંયોજાય છે, આથી Ph^- આયનની સાંદ્રતા દ્રાવણમાં વધે છે. જે દ્રાવણને ગુલાબી રંગ પ્રદાન કરે છે.

$$HPh \rightleftharpoons H^+ + Ph^-$$

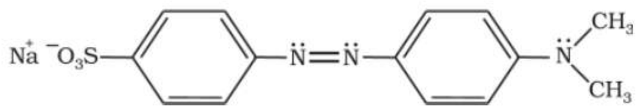
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

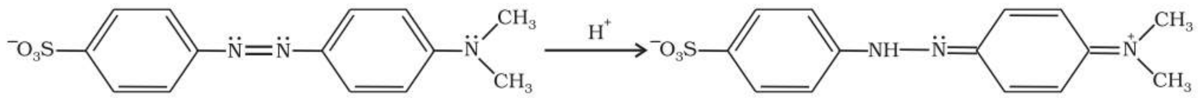
નિર્બળ ઍસિડ વિરૂદ્ધ પ્રબળ આલ્કલીના અનુમાપનમાં ફિનોલ્ફથેલીન સૌથી યોગ્ય સૂચક છે. આ પ્રમાણે હોવાનું કારણ એ છે, કે આલ્કલીનું છેલ્લું ટીપું પડે છે, ત્યારે દ્રાવણની pH એ ગાળામાં આવે છે, જે ગાળામાં ફિનોલ્ફથેલીન તીવ્ર રંગ પરિવર્તન દર્શાવે છે.

મિથાઈલ ઓરેન્જ :

મિથાઈલ ઓરેન્જ નિર્બળ બેઈઝ છે અને તે બિનઆયનીકરણ પામેલા સ્વરૂપમાં પીળો રંગ ધરાવે છે. મિથાઈલ ઓરેન્જનો સોડિયમ ક્ષાર નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :



સૂચકમાંથી બનતા ઋણાયન સક્રિય સ્પીસીઝ છે, જે પ્રોટોનનો સ્વીકાર કરે છે (એટલે કે બ્રોન્સ્ટેડ-લોરી બેઈઝ તરીકે વર્તે છે) અને બેન્ઝેનોઈડ સ્વરૂપમાંથી કવીનોઈડ સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે. કવીનોઈડ સ્વરૂપ રંગમાં વધારે ઘેરો છે અને તેથી અંતિમ બિંદુએ થતા રંગ માટે જવાબદાર છે. આને નીચેની રીતે રજૂ કરેલ છે :



એનાયનનું બેન્ઝેનોઈડ સ્વરૂપ (પીળો રંગ)

એનાયનનું કવીનોઈડ સ્વરૂપ (ગુલાબી લાલરંગ)

(બ્રોન્સ્ટેડ - લૉરી બેઈઝ)

આકૃતિ 6.2 : મિથાઈલ ઓરેન્જનું બંધારણ

સૂચકની પસંદગી

પ્રબળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઈઝના અનુમાપનમાં મિથાઈલ ઓરેન્જની સૂચક તરીકે પસંદગી થાય છે. જ્યારે પ્રબળ બેઈઝ અને નિર્બળ ઍસિડનું અનુમાપન હોય, ત્યારે ફિનોલ્ફથેલીન સારો સૂચક છે. આ કિસ્સામાં બ્યુરેટમાંથી આલ્કલી ઉમેરવામાં આવે છે અને ઍસિડ અનુમાપન ફલાસ્કમાં લેવામાં આવે છે. અનુમાપન ફલાસ્કમાં દ્રાવણનો રંગ રંગવિહીનમાંથી ગુલાબી રંગમાં ફેરવાય છે. આ રંગ પરિવર્તન માણસની આંખ વડે સહેલાઈથી પારખી શકાય [અવગમ્ય