ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ/1118/1565/છ, તા.02-11-2018-થી મંજૂર

પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકા

રસાયણવિજ્ઞાન

ધોરણ XII

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધા ભારતીયો મારાં ભાઈ-બહેન છે.
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.
હું મારા 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 દિલ્લી 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 તથા ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળની લેખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

અનુવાદ
ડૉ. આઇ. એમ. ભટ્ટ
ડૉ. મયૂર સી. શાહ

સમીક્ષા
શ્રી મુકેશ બી. પટેલ
શ્રી શેખર બી. ગોર
શ્રી નરેશ પી. બોહરા
શ્રી દીપક એમ. પટેલ

ભાષાશુદ્ધિ
શ્રી વિજય ટી. પારેખ

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

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

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

પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય સ્તરે સમાન અભ્યાસક્રમ રાખવાની સરકાશ્રીની 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 NCERTનાં પાઠ્યપુસ્તકોનો સીધો જ અમલ કરવાનો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો. તેને અનુલક્ષીને NCERT, નવી દિલ્લી દ્વારા પ્રકાશિત **ધોરણ XII 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 પહેલાં આ પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકાની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા નિષ્ણાતોની એક દ્વિદિવસીય કાર્યશિબિરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું અને પ્રયોગશાળા માર્ગદર્શિકાને અંતિમ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું. જેમાં ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), ડૉ. આઇ. એમ. ભટ્ટ, ડૉ. મયૂર સી. શાહ, શ્રી મુકેશ બી. પટેલ, શ્રી શેખર બી. ગોર અને શ્રી કિરણ કે. પુરોહિતે ઉપસ્થિત રહી પોતાનાં કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરા પાડ્યા છે.

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

NCERT, નવી દિલ્લીના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

અવંતિકા સિંઘ (IAS)
નિયામક
તા. 03-04-2019

કાર્યવાહક પ્રમુખ
ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2019

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી અવંતિકા સિંઘ, 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 childrens 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 XII. It is in continuation to the NCERTs 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 childrens 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.

21.5.08

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

New Delhi
21 May 2008

PREFACE

The development of the present laboratory manual is in continuation to the NCERTs 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 XII.

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. Childrens 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 its 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 learners 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

New Delhi

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

ACKNOWLEDGEMENT

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 XII. The following academicians 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. Stephens 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, Nargis Islam *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 *v*

એકમ - 1 : કલિલ 1
- (a) દ્રવઅનુરાગી અને (b) દ્રવવિરાગી સોલ બનાવવા 1
- બનાવેલા સોલને પારશ્લેષણ વડે શુદ્ધ કરવું 4
- જુદા જુદા તેલના પાયસોના સ્થાયીકરણમાં પાયસીકારકોના ફાળાનો (role) અભ્યાસ કરવો. 5

એકમ - 2 : રાસાયણિક ગતિકી 8
- સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ અને હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ (દર) પર અનુક્રમે સાંદ્રતા અને તાપમાનના ફેરફારની અસરનો અભ્યાસ કરવો. 8
- ઓરડાના તાપમાને આયોડાઇડ આયન અને હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર આયોડાઇડ આયનની સાંદ્રતામાં ફેરફારની અસરનો અભ્યાસ કરવો. 12
- પોટૅશિયમ આયોડેટ (KIO_3) અને સોડિયમ સલ્ફાઇટ (Na_2SO_3) વચ્ચેની પ્રક્રિયાના પ્રક્રિયા-વેગનો અભ્યાસ કરવો. 15

એકમ - 3 : ઉષ્મારાસાયણિક માપન 19
- કૉપર સલ્ફેટ/પોટૅશિયમ નાઇટ્રેટની વિલયન એન્થાલ્પી નક્કી કરવી. 20
- પ્રબળ ઍસિડની (HCl) પ્રબળ બેઈઝ (NaOH) સાથેના તટસ્થીકરણની એન્થાલ્પી નક્કી કરવી. 24
- ઍસિટોન અને ક્લોરોફોર્મ વચ્ચેની (હાઇડ્રૉજનબંધ રચના) પારસ્પરિક ક્રિયા માટે એન્થાલ્પી ફેરફાર નક્કી કરવો. 26

એકમ - 4 : વિદ્યુતરસાયણવિજ્ઞાન 30
- $Zn/Zn^{2+}||Cu^{2+}/Cu$ કોષનો વિદ્યુત વિભાજ્ય ($CuSO_4/ZnSO_4$)ની સાંદ્રતામાં ફેરફાર સાથે કોષ પોટૅન્શિયલનો ઓરડાના તાપમાને અભ્યાસ કરવો. 31

એકમ - 5 : વર્ણલેખિકી (ક્રોમેટોગ્રાફી) 34

- પાલકની ભાજીનાં પાંદડાંમાં રહેલા અને ગુલાબના ફૂલની પાંખડીમાં રહેલા તથા હજારીગલમાં રહેલા રંજકોનું પેપર ક્રોમેટોગ્રાફી વડે અલીગકરણ અને ઘટકોનાં R_f મૂલ્યોનું નિર્ધારણ કરવું. 34
- ક્રોમેટોગ્રાફિક પ્રવિધિનો ઉપયોગ કરીને Pb^{2+} અને Cd^{2+} બે ધનાયનો ધરાવતા અકાર્બનિક સંયોજનોના મિશ્રણના ઘટકોનું અલગીકરણ. 37

એકમ - 6 : અનુમાપનીય પૃથક્કરણ (રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ) 40

- $KMnO_4$ના દ્રાવણની સાંદ્રતા/મોલારિટી, ઓક્ઝેલિક ઍસિડના 0.1 M પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથે અનુમાપન કરીને નક્કી કરવી. 40
- $KMnO_4$ દ્રાવણની સાંદ્રતા/મોલારિટી, પ્રમાણિત ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટના દ્રાવણ સાથેના અનુમાપનથી નક્કી કરવી. 45

એકમ - 7 : પદ્ધતિસર ગુણાત્મક પૃથક્કરણ 49

- આપેલા ક્ષારમાં રહેલા એક ધનાયન અને એક ઋણાયનની પરખ કરવી. 50
- ઋણાયનોનું પદ્ધતિસર પૃથક્કરણ 51
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી 51
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની ઋણાયનોની નિર્ણાયક કસોટી 52
- સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી 56
- સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે ઋણાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ 57
- સલ્ફેટ અને ફૉસ્ફેટની કસોટીઓ 62
- ધનાયનોનું પદ્ધતિસર પૃથક્કરણ 63
- ધનાયનોની પરખ માટેનું ક્ષારનું પ્રાથમિક પરીક્ષણ 63
- ધનાયનોની પરખ માટેની ભીની કસોટીઓ 69
- શૂન્ય સમૂહ ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 69
- સમૂહ-Iના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 71
- સમૂહ-IIના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 72
- સમૂહ-IIIના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 75
- સમૂહ-IVના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 76
- સમૂહ-Vના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 79
- સમૂહ-VIના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ 81
- ક્ષારના પૃથક્કરણ માટે નમૂનાની નોંધ 84

એકમ - 8 : કાર્બનિક સંયોજનોમાં ક્રિયાશીલ સમૂહો માટેની કસોટીઓ 86
- અસંતૃપ્તતા માટેની કસોટીઓ 86
- આલ્કોહૉલિય સમૂહની કસોટીઓ 88
- ફિનોલિક સમૂહની કસોટીઓ 90
- આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સમૂહની કસોટીઓ 92
- કાર્બોક્સિલ સમૂહની કસોટીઓ 95
- એમિનો સમૂહની કસોટીઓ 97

એકમ - 9 : અકાર્બનિક સંયોજનોની બનાવટ 100
- દ્વિક્ષાર સંયોજનો બનાવવા : ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ (મોહ્‌ર ક્ષાર) અને પોટાશ એલમ 100
- પોટૅશિયમ ટ્રાયઓક્ઝેલેટોફેરેટ (III) બનાવવો. 102

એકમ - 10 : કાર્બનિક સંયોજનોની બનાવટ 104
- એસિટેનિલાઇડ બનાવવો 104
- ડાયબેન્ઝાલ એસિટોન (ડાયબેન્ઝાઇલિડીન એસિટોન) બનાવવો. 106
- *p* - નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડ બનાવવો. 107
- ફિનાઇલ-એઝો - β - નેપ્થોલ (એઝોરંગક) બનાવવો. 109
- એનિલીન પીળો (*p* - એમિનોએઝોબેન્ઝિન) બનાવવો. 111

એકમ - 11 : કાર્બોહાઇડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન સંયોજનોની કસોટીઓ 114
- કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો માટે કસોટીઓ 114
- તૈલી પદાર્થો અને ચરબીયુક્ત પદાર્થો માટે કસોટી 120
- પ્રોટીન સંયોજનો માટે કસોટીઓ 121

પરિયોજનાઓ 125

પરિશિષ્ટ 132

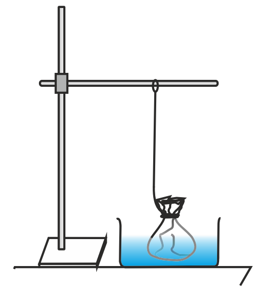
Do You Know?

According to the 86th Constitutional Amendment Act, 2002, free and compulsory education for all children in 6-14 year age group is now a Fundamental Right under Article 21-A of the Constitution.

EDUCATION IS NEITHER A PRIVILEGE NOR FAVOUR BUT A BASIC HUMAN RIGHT TO WHICH ALL GIRLS AND WOMEN ARE ENTITLED

Give Girls Their Chance !

એકમ 1
કલિલ
(Colloids)



વાસ્તવિક (સાચું) દ્રાવણમાં દ્રાવ્યના કણો દ્રાવકના અણુઓ સાથે સમાંગ રીતે મિશ્ર થાય છે અને એકલ કલા (single phase) રચે છે, તેમ છતાં પણ કલિલ દ્રાવણ વિષમાંગ પ્રણાલી છે. જેમાં એક પદાર્થના ઝીણા (fine) કણો **(પરિક્ષેપિત કલા) (dispersed phase)** બીજા પદાર્થમાં જેને **પરિક્ષેપન માધ્યમ (dispersion medium)** કહે છે તેમાં પરિક્ષેપિત થયેલા હોય છે. પરિક્ષેપિત કલાના કણો પરિક્ષેપન માધ્યમ સાથે એકલ કલા બનાવતા નથી. કારણ કે હકીકતમાં તેઓ ઘણા મોટા અણુઓ છે અથવા નાના અણુઓના આવશ્યક સમુચ્ચય છે. કલિલ કણો સાદા અણુઓ કરતાં કદમાં (size) વધારે મોટા હોય છે પણ એટલા નાના છે કે પરિક્ષેપન માધ્યમમાં નિલંબિત હોય છે (10^{-9} - 10^{-6} m). ઘણા મોટા અણુઓ જે કલિલમય પરિક્ષેપન રચે છે તેનાં ઉદાહરણો સ્ટાર્ચ, ગુંદર અને પ્રોટીન છે. જ્યારે કલિલમય સલ્ફર નાના અણુઓના સમુચ્ચયનું ઉદાહરણ છે. વળી, ઘનની વિષમાંગ પ્રણાલી પરિક્ષેપિત કલા તરીકે અને પ્રવાહી પરિક્ષેપિત માધ્યમમાં હોય તેને સોલ (sol) કહે છે. પરિક્ષેપન માધ્યમ અને પરિક્ષેપિત કલા વચ્ચેની પારસ્પરિક ક્રિયાના સ્વભાવ પ્રમાણે સોલને બે વિભાગમાં વહેંચવામાં આવ્યા છે તેમનાં નામ છે **દ્રવઅનુરાગી** (દ્રાવક-ચાહક) (lyophilic) અને **દ્રવવિરાગી** (દ્રાવકવિરોધી) (lyophobic). જો પરિક્ષેપન માધ્યમ પાણી હોય તો તેને અનુક્રમે જળઅનુરાગી (hydrophilic) અને જળવિરાગી (hydrophobic) કહે છે. ઈંડાની જરદી, સ્ટાર્ચ અને ગુંદર દ્રવઅનુરાગી સોલ છે. તાજા જ બનાવેલ ફેરિક હાઈડ્રૉક્સાઈડ, ઍલ્યુમિનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અને આર્સેનિક સલ્ફાઈડ દ્રવવિરાગી સોલના ઉદાહરણ છે. કલિલોની બનાવટની કેટલીક પદ્ધતિ - રાસાયણિક પદ્ધતિઓ, વૈદ્યુતીય વિઘટન અને પેપ્ટીકરણ છે. આ એકમમાં તમે બંને પ્રકારના સોલ બનાવવાનું શીખશો અને સોલની શુદ્ધીકરણની પદ્ધતિ પણ શીખશો.

પ્રયોગ 1.1

હેતુ :

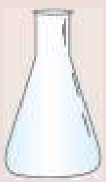
(a) દ્રવઅનુરાગી અને (b) દ્રવવિરાગી સોલ બનાવવા.

સિદ્ધાંત :

દ્રવઅનુરાગી સોલમાંના પરિક્ષેપિત કલામાંના કણોને પરિક્ષેપન માધ્યમના કણોને માટે અનુરાગ (આકર્ષણ) હોવાથી આ સોલ દ્રવવિરાગી સોલ કરતાં વધારે સ્થાયી હોય છે. સોલની સ્થાયીતા માટે બે પરિબળો જવાબદાર છે : ભાર (charge) અને દ્રાવક વડે કલિલમય કણોનું દ્રાવકયોજન. દ્રવઅનુરાગી સોલની સ્થાયીતા માટે મુખ્યત્વે દ્રાવક વડે કલિલમય કણોનું દ્રાવકયોજન (solvation) જવાબદાર હોય છે. જ્યારે દ્રવવિરાગી સોલ કલિલમય કણોના ભારથી સ્થાયીતા પ્રાપ્ત કરે છે. તેમના ભારને લીધે, કલિલમયકણો દ્રાવણમાં નિલંબિત રહે છે અને તેથી સ્કંદન થતું નથી. આ ભાર ધન અથવા ઋણ હોઈ શકે છે. ઋણભારવાળા સોલના કેટલાક ઉદાહરણો સ્ટાર્ચ અને આર્સેનિઅસ સલ્ફાઈડ છે.

ધનભારવાળા સોલનાં ઉદાહરણોમાં જળયુક્ત ફેરિક ઑક્સાઈડ છે જે વિશેષ પ્રમાણમાં લીધેલા ગરમ પાણીમાં $FeCl_3$ ધીમે-ધીમે ઉમેરવાથી મળે છે. જળયુક્ત ફેરિક ઑક્સાઈડનો ઋણ ભારવાળો સોલ $FeCl_3$ના દ્રાવણને NaOHના દ્રાવણમાં ઉમેરવાથી મળે છે. દ્રવઅનુરાગી સોલ સીધા જ યોગ્ય પ્રવાહી સાથે પદાર્થને મિશ્ર કરવાથી અને હલાવવાથી બનાવી શકાય છે. દ્રવવિરાગી સોલ સીધા જ મિશ્રણ કરીને અને હલાવવાથી બનાવી શકાતા નથી. તેમની બનાવટ માટે વિશિષ્ટ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- બીકર (250 mL) : એક
- વૉચગ્લાસ : એક
- પોર્સેલિન ડિશ : એક
- અંકિત નળાકાર (100 mL) : એક
- પિપેટ (10 ml) : એક
- અંકિત પિપેટ (20 mL) : એક

- ઈંડું : એક
- સોડિયમ ક્લોરાઈડ : 5g
- ફેરિક ક્લોરાઈડ : 2g
- ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઈડ : 2g
- સ્ટાર્ચ/ગુંદર : 500mg
- આર્સેનિયસ ઑક્સાઈડ : 0.2g

ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઈડ

આર્સેનિક સંયોજનો

જોખમકારક ચેતવણી

- *પ્રયોગ દરમિયાન ખાશો નહિ, પીશો નહિ અથવા ધૂમ્રપાન કરશો નહિ.*

પદ્ધતિ :

A. દ્રવઅનુરાગી સોલની બનાવટ

I. ઈંડાની સફેદીનો સોલ

(i) 250 mL બીકરના પાણીમાં 5 % (w/V) NaClનું 100 mLદ્રાવણ બનાવો.

(ii) પોર્સેલિન ડિશમાં એક ઈંડું તોડો અને પિપેટ વડે સફેદીને ખેંચી લો અને તેને સોડિયમ ક્લોરાઈડના દ્રાવણમાં ઉમેરી દો. સારી રીતે હલાવો જેથી ખાતરી થાય કે સોલ સારી રીતે બનેલ છે.

II. સ્ટાર્ચ/ગુંદર સોલ

(i) અંકિત નળાકારની મદદથી 100 mL નિસ્યંદિત પાણી માપો અને તેને 250 mL બીકરમાં લઈ લો અને તેને ઉકાળો.

(ii) 500 mg સ્ટાર્ચ અથવા ગુંદરની ગરમ પાણીમાં લુગદી (paste) બનાવો અને તેને 100 mL ઉકળતા પાણીમાં સતત હલાવતા જાવ અને ઉમેરતા જાવ. લુગદી ઉમેર્યા પછી પાણીને 10 મિનિટ માટે ઉકાળતા રહો અને હલાવતા રહો. સોલ બન્યાની ખાતરી માટે મૂળ બનાવેલ લુગદી સાથે તેને સરખાવતા રહો.

B. દ્રવવિરાગી સોલની બનાવટ

I. ફેરિક હાઈડ્રૉક્સાઈડ/ઍલ્યુમિનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ

(i) 250 mL બીકરમાં 100 mL નિસ્યંદિત પાણી લો અને તેને ઉકાળો.

(ii) ઉકળતા પાણીમાં 2 g ફેરિક ક્લોરાઈડ/ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઈડ ઉમેરો અને સારી રીતે હલાવો.

(iii) બીજા 250 mL બીકરમાં 100 mL નિસ્યંદિત પાણી લો અને તેને ઉકાળો.

(iv) તબક્કા (ii)માં બનાવેલા ફેરિક ક્લોરાઇડ/ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડના 10 mLને ઉકળતા પાણીમાં સતત હલાવતા જાવ અને ટીપે-ટીપે ઉમેરતા જાવ. જ્યાં સુધી અનુક્રમે કથ્થાઈ/સફેદ સોલ મળે નહિ ત્યાં સુધી પાણીને ઉકાળવાનું ચાલુ રાખો.

II. આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડ સોલ

(i) 250 mL ગુંજાશવાળા (ધારિતાવાળા) બીકરમાં 100 mL નિસ્યંદિત પાણી લો.

(ii) તેમાં 0.2 g આર્સેનિયસ ઑક્સાઇડ ઉમેરો અને બીકરમાં દ્રાવણને ઉકાળો.

(iii) દ્રાવણને ઠંડું પાડો અને ગાળી લો.

(iv) ગાળેલા દ્રાવણમાં H_2S ની વાસ આવે ત્યાં સુધી હાઈડ્રૉજન સલ્ફાઇડ (H_2S) વાયુ પસાર કરો. (કિપ્સ સાધનનો ઉપયોગ હાઇડ્રૉજન સલ્ફાઇડ વાયુ પસાર કરવા માટે કરો).

(v) વધારાને H_2S વાયુને સોલમાંથી ધીમેથી ગરમ કરીને બહાર કાઢી નાંખો અને તેને ગાળી લો.

(vi) ગાળણને આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડ સોલ એમ ચિહ્નિત કરો.

સાવચેતીઓ :

(a) સ્ટાર્ચ, ગુંદર, ફેરિક ક્લોરાઇડ, ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ વગેરેના કલિલમય દ્રાવણો બનાવતી વખતે લુગદી અથવા દ્રાવણને ઉકળતા પાણીમાં ધીમ-ધીમે ઉમેરતા જાવ અને સતત હલાવતા રહો. આ પદાર્થો જો વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે તો અવક્ષેપન પરિણમશે.

(b) આર્સેનિયસ ઑક્સાઇડ સ્વભાવે ઝેરી છે તેથી આ રસાયણનો ઉપયોગ કર્યા પછી દરેક વખતે તરત જ હાથ ધોઈ નાંખો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) તમે વાસ્તવિક (સાચું) દ્રાવણ અને કલિલમય વિક્ષેપન વચ્ચે કેવી રીતે વિભેદન કરશો ?

(ii) તમારા રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગ કરતાં હોવ તેવા કેટલાક સોલને (કલિલમય) ઓળખી બતાવો અને તેમની અગત્ય જણાવો.

(iii) કલિલ કેવી રીતે ભાર પ્રાપ્ત કરે છે ? પ્રયોગ દરમિયાન બનાવેલા ફેરિક હાઈડ્રૉક્સાઇડ/ઍલ્યુમિનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઇડ સોલ શા માટે ધનભાર ધરાવે છે જ્યારે આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડ ઋણભાર ધરાવે છે ?

(iv) સ્કંદન એટલે શું ? સ્કંદન પેપ્ટિકરણથી કેવી રીતે અલગ છે ?

(v) સલ્ફરના કલિલમય નિલંબનને વાસ્તવિક દ્રાવણમાં કેવી રીતે ફેરવી શકો ?

(vi) દ્રવઅનુરાગી અને દ્રવવિરાગી સોલમાંથી કયા સોલને જેલમાં (gel) ફેરવી શકાય અને શા માટે ?

(vii) જેલ અને સોલ વચ્ચે તફાવત દર્શાવો.

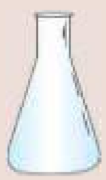
(viii) ઔષધોના ક્ષેત્રમાં, સંરક્ષણમાં અને રૉકેટ પ્રાવૈધિક વિજ્ઞાનમાં કલિલોના અનુપ્રયોગો કયા છે ?

પ્રયોગ 1.2

હેતુ :

બનાવેલા સોલને પારશ્લેષણ (dialysis) વડે શુદ્ધ કરવું.

જરૂરી સામગ્રી :



- પાર્ચમેન્ટ (ચર્મપત્ર)/ સેલોફેન પેપર (30 cm × 30 cm) : એક શીટ (sheet)
- ટ્રફ (trough) (કાચનું પાત્ર) : એક
- દોરી : જરૂર પ્રમાણે
- કસનળી : બે

- ઈંડાની સફેદીનું કલિલમય પરિક્ષેપન : પ્રયોગ 1.1માં બતાવ્યા પ્રમાણે
- નિસ્યંદિત પાણી : જરૂરિયાત પ્રમાણે
- યુરેનાઇલ ઝિંક એસિટેટ : જરૂરિયાત પ્રમાણે
- સિલ્વર નાઇટ્રેટ : જરૂરિયાત પ્રમાણે

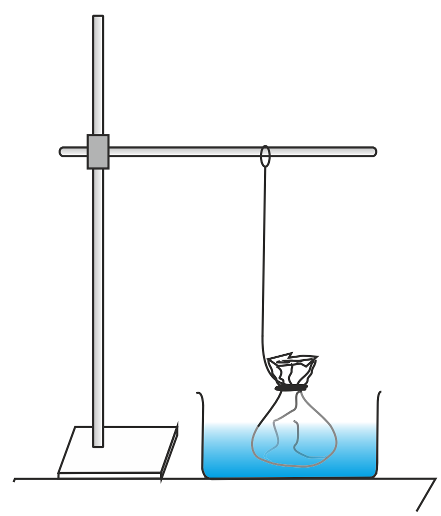
પદ્ધતિ :

(i) પાર્ચમેન્ટ/સેલોફેન પેપરની 30 cm x 30 cmની ચોરસ શીટ લો.

(ii) શીટને પાણીમાં પલાળો અને તેને શંકુ આકાર આપો.

(iii) પાર્ચમેન્ટ/સેલોફેન પેપરના શંકુમાં ઈંડાની જરદીના કલિલમય પરિક્ષેપનને રેડો.

(iv) શંકુને દોરી વડે બાંધો અને આકૃતિ 1.1 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે નિસ્યંદિત પાણીભરેલા ટ્રફમાં લટકાવો.



આકૃતિ 1.1 : કલિલનું શુદ્ધીકરણ

(v) આશરે અડધો કલાક પછી ટ્રફના પાણીમાં આયનોની હાજરી માટેની કસોટી કરો.

(vi) ટ્રફમાંના પાણીને દર અડધા કલાકે બદલતા રહો અને જ્યાં સુધી તે Na^+ અને Cl^- આયનોની અશુદ્ધિઓથી મુક્ત ન થાય ત્યાં સુધી ચાલુ રાખો. Na^+ અને Cl^- આયનોની કસોટી માટે બે કસનળીમાં ટ્રફમાંનું પાણી લો. એક કસનળીમાં યુરેનાઇલ ઝિંક એસિટેટ ઉમેરો અને બીજી કસનળીમાં સિલ્વર નાઇટ્રેટ દ્રાવણ ઉમેરો. યુરેનાઇલ ઝિંક એસિટેટ સાથે પીળા અવક્ષેપ Na^+ આયનોની હાજરી સૂચવે છે. જ્યારે સિલ્વર નાઇટ્રેટ સાથે સફેદ અવક્ષેપ ક્લોરાઇડ આયનોની હાજરી સૂચવે છે.

(vii) કલિલમય વિક્ષેપનના શુદ્ધીકરણનો સમય નોંધો.

નોંધ : *કેટલાક કિસ્સાઓમાં પારશ્લેષણ ઘણું ધીમું હોય છે. તેથી આવા કિસ્સાઓમાં એ સલાહભરેલું છે કે જ્યાં સુધી કલિલમય વિક્ષેપન આયનોથી મુક્ત થાય ત્યાં સુધી ટ્રફમાંનું પાણી બેવાર કે ત્રણવાર બદલી નાંખો.*

સાવચેતીઓ :

(a) પારશ્લેષણ માટે પાર્ચમેન્ટની બૅગ હવાચુસ્ત બનાવો. જેથી પાણીનું બૅગમાં દાખલ થવું રોકી શકાય. પાર્ચમેન્ટ બૅગનો ગરદનનો (મુખ) ભાગ પાણીની સપાટીથી ઉપર રાખો.

(b) પારશ્લેષણ દરમિયાન સમયાંતરે ટ્રફમાંનું પાણી બદલો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્ન :

(i) પારશ્લેષણની પ્રક્રિયા તમે કેવી રીતે ઝડપી બનાવી શકો. આ કાર્યપદ્ધતિની મર્યાદાઓ શું છે ?

પ્રયોગ 1.3

હેતુ :

જુદા-જુદા તેલના પાયસોના (emulsion) સ્થાયીકરણમાં પાયસીકારકોના ફાળાનો (role) અભ્યાસ કરવો.

સિદ્ધાંત :

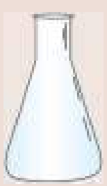
પાયસ એવા પ્રકારનો કલિલ છે જેમાં પરિક્ષેપિત કલા અને પરિક્ષેપન માધ્યમ બંને પ્રવાહી હોય છે. અહીંયા, પરિક્ષેપિત કલા અને પરિક્ષેપન માધ્યમને સાપેક્ષ પ્રમાણ પરથી વિભેદિત કરવામાં આવે છે. જે ઓછા પ્રમાણમાં હાજર હોય તેને **પરિક્ષેપિત કલા** કહે છે. જ્યારે જે સાપેક્ષ રીતે વધારે પ્રમાણમાં હાજર હોય તેને **પરિક્ષેપન માધ્યમ** કહે છે.

જ્યારે તેલને પાણી સાથે હલાવવામાં આવે છે ત્યારે આછું દૂધિયું દ્રાવણ જોવા મળે છે જે અસ્થાયી હોય છે અને તેને **પાણીમાં તેલનું પાયસ** કહે છે. થોડો સમય રાહ જોતાં તે તેલ અને પાણી એમ બે સ્તરોમાં અલગ પડી જાય છે. જુદા-જુદા તેલની પાણીમાં મિશ્ર થવાની ક્ષમતા જુદી-જુદી હોય છે. તેલની મિશ્ર

થવાની ક્ષમતા તેના સ્વભાવ અને તે ઉપરાંત તેને હલાવવાની પદ્ધતિ (એટલે કે ખૂબ જોરથી હલાવવું અથવા વમળ થાય તેમ હલાવવું) પર આધાર રાખે છે.

તેલ અને પાણીના પાયસની સ્થાયીતા યોગ્ય પાયસકારક ઉમેરવાથી વધારી શકાય છે. આવા પાયસકારકોમાં સાબુનું દ્રાવણ છે. સાબુ લાંબી શૃંખલા ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડનો સોડિયમ ક્ષાર ધરાવે છે, જેમાં કાર્બોકિસલ સમૂહ ધ્રુવીય હોય છે જે તેલ અને પાણી વચ્ચેનું અંતરાપૃષ્ઠીય (interfacial) પૃષ્ઠતાણ ઘટાડે છે. તેથી તેલ પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે અને પાયસીકરણ થાય છે. સંપૂર્ણ પાયસીકરણ માટે જરૂરી સાબુની સાંદ્રતાને **અનુકૂળતમ** (optimum) **સાંદ્રતા** કહે છે. આ અનુકૂળતમ સાંદ્રતાથી ઓછું અથવા વધારે પ્રમાણ અસરકારક પાયસીકરણ કરી શકતું નથી. અનુકૂળતમ જથ્થાના સાબુના દ્રાવણની હાજરીમાં તેલમાં પાણીનું પાયસ વધારે સ્થાયી હોય છે અને તેલ તથા પાણીના સ્તરોનું અલગીકરણ વધુ સમય લે છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- કસનળી : છ
- ડ્રૉપર : પાંચ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કાચનો સળિયો : એક
- સ્ટૉપ વૉચ : એક

- સાબુ/પ્રક્ષાલક : 5 g
- સરસવ તેલ, અળસી તેલ, દીવેલ અને મશીન તેલ : દરેક બ્રાન્ડના 10 mL

પદ્ધતિ :

(i) 1 g સાબુ/પ્રક્ષાલકને 10 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં કસનળીમાં ઓગાળો અને સખત હલાવો - જરૂર જણાય તો કસનળીમાંના દ્રાવણને ગરમ કરો. તેને ‘A’ વડે ચિહ્નિત કરો.

(ii) ચાર કસનળી લો. તેમના પર B, C, D અને E એમ નિશાન કરો. દરેક કસનળીમાં 5 mL નિસ્યંદિત પાણી લો અને તેમાં કસનળી B માં 10 ટીપાં સરસવ તેલ, કસનળી C માં અળસી તેલના 10 ટીપાં, કસનળી D માં દીવેલના 10 ટીપાં અને કસનળી E માં મશીન તેલ અનુક્રમે ઉમેરો.

(iii) કસનળી B ને પાંચ મિનિટ માટે સખત રીતે હલાવો અને પછી તેને કસનળી સ્ટૅન્ડમાં મૂકો અને તરત જ સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરી દો. બંને સ્તર અલગ પડવા માટે લાગતો સમય નોંધો.

(iv) C, D અને E કસનળી માટે પણ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરો અને દરેક કિસ્સામાં બે સ્તર અલગ પડવા માટે લાગતો સમય નોંધો.

(v) હવે કસનળી Aમાંના સાબુ/પ્રક્ષાલક દ્રાવણનાં બે ટીપાં દરેક કસનળી B, C, D અને Eમાં વારાફરતી ઉમેરો. દરેક કસનળીને પાંચ મિનિટ માટે હલાવો અને ફરીથી દરેક કિસ્સામાં સ્તર અલગ પડવાનો સમય નોંધો.

(vi) કોષ્ટક 1.1 માં દર્શાવેલ પદ્ધતિ પ્રમાણે તમારાં અવલોકનો નોંધો.

કોષ્ટક 1.1 : જુદા-જુદા તેલનું સાબુ/પ્રક્ષાલક વડે પાયસીકરણ

કસનળીની વિગત	પાયસીકરણ માટે વાપરેલ તેલનું નામ	સ્તરોના અલગીકરણ માટે લાગતો સમય	
		સાબુ/પ્રક્ષાલક સિવાય	સાબુ/પ્રક્ષાલક સાથે
B			
C			
D			
E			

સાવચેતીઓ :

(a) સાબુ/પ્રક્ષાલક દ્રાવણનાં ટીપાં બધી જ કસનળીમાં સરખી સંખ્યામાં નાખો.

(b) જુદી જુદી પ્રણાલીમાં અલગીકરણ માટે લાગતા સમયની નોંધ કરવામાં ભૂલને (ત્રુટિ) નિમ્નતમ કરવા માટે બધી જ કસનળીઓને એકસરખા સમયગાળા માટે હલાવો.

(c) હલાવવાનું બંધ થાય કે તરત જ સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરી દો અને બંને સ્તર અલગ પડે એટલે તેને તરત જ બંધ કરી દો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) પાણીમાં તેલ પાયસ માટે પાયસીકારક તરીકે સાબુ સિવાય બીજો કયો પ્રક્રિયક વાપરી શકાય તેનું નામ આપો.

(ii) દૂધને સ્થાયી પાયસ કહેવાય છે ? દૂધને કોણ સ્થાયીતા પૂરી પાડે છે ?

(iii) બે મિશ્ર થતા પ્રવાહી પાયસ બનાવી શકે છે ?

(iv) પાણી સાથે પાયસ બનાવતા જુદા-જુદા તેલ, સ્તરના અલગીકરણ માટે જુદા-જુદા સમય શા માટે લે છે ?

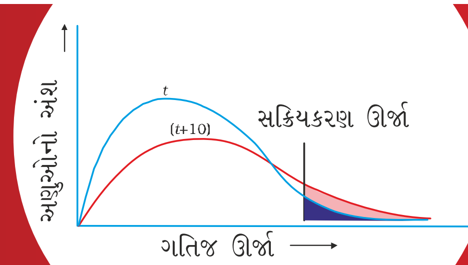
(v) સોલ, જૅલ અને પાયસ વચ્ચે સરખામણી અને બિનસરખામણીના (તફાવત) મુદ્દાઓ કયા છે ?

(vi) પાણીમાં તેલ અને તેલમાં પાણી પ્રકારના પાયસ વચ્ચે ભેદ પાડી શકવાની કસોટીનું સૂચન કરો.

(vii) તમે રોજિંદા જીવનમાં સંપર્કમાં આવતા હોવ તેવા પાયસનાં કેટલાંક ઉદાહરણો આપો.

(viii) ડેટોલ પાણીમાં પાયસ બનાવે છે. આ પાયસ કેવી રીતે સ્થાયી થાય છે ?

એકમ 2
રાસાયણિક ગતિકી
(Chemical Kinetics)



પ્રક્રિયાનો વેગ (દર) સમય સાથે કોઈ પણ પ્રક્રિયકની સાંદ્રતાના ઘટાડાના પર્યાયમાં અથવા કોઈ પણ નીપજની સાંદ્રતાના વધારાના પર્યાયમાં માપી શકાય છે. એક પરિકલ્પિત (hypothetical) પ્રક્રિયા $A \rightarrow B$ માટે

$$\text{પ્રક્રિયાનો વેગ} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta T} = \frac{\Delta[B]}{\Delta T}$$

સાંદ્રતા, તાપમાન અને ઉદ્દીપક જેવાં પરિબળો પ્રક્રિયાના વેગને અસર કરે છે. આ એકમમાં તમે પ્રક્રિયાનો વેગ નક્કી કરવાની કાર્યપદ્ધતિ તથા સાંદ્રતા અને તાપમાનની પ્રક્રિયા વેગ પર અસર નક્કી કરવાની કાર્યપદ્ધતિ શીખશો.

પ્રયોગ 2.1

હેતુ :

સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ અને હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર અનુક્રમે સાંદ્રતા અને તાપમાનના ફેરફારની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

સિદ્ધાંત :

સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને સલ્ફરનું કલિલમય દ્રાવણ નીપજે છે જે દ્રાવણને પારભાસક (translucent) બનાવે છે. પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે :

$$Na_2S_2O_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + SO_2(g) + S(s)$$

ઉપરની પ્રક્રિયાને આયનીય સ્વરૂપમાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$S_2O_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2O(l) + SO_2(g) + S(s)$$

સલ્ફરના કલિલમય દ્રાવણનો પ્રણાલીને પારભાસિત બનાવવાનો ગુણધર્મ સલ્ફરના અવક્ષેપનના વેગના અભ્યાસ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. સલ્ફરની અવક્ષેપન પ્રક્રિયાનો વેગ પ્રક્રિયા કરતાં પદાર્થોની સાંદ્રતામાં વધારા સાથે તથા તાપમાનના વધારા સાથે વધે છે. સાંદ્રતાના વધારા સાથે પ્રતિ સમય આણ્વીય સંઘાતની (અથડામણ) (Collision) સંખ્યા વધે છે અને પરિણામે નીપજની બનાવટમાં વધારો થાય છે. આને પરિણામે સલ્ફરના અવક્ષેપનનો વેગ વધે છે. તે જ પ્રમાણે તાપમાનમાં વધારાથી પ્રક્રિયા કરતી સ્પીસિઝની ગતિજ ઊર્જા વધે છે અને તેને પરિણામે, સંઘાત કરતાં અણુઓ જે નીપજમાં પરિણમે છે તે પણ વધે છે અને તે વધુ ઝડપી પ્રક્રિયા-વેગ તરફ દોરી જાય છે.

જરૂરી સામગ્રી :

- બીકર (100 mL) : એક
- બ્યુરેટ (50 mL) : એક
- પિપેટ (25 mL) : એક
- પિપેટ (5 mL) : એક
- બ્યુરેટ સ્ટૅન્ડ : એક
- સ્ટૉપવૉચ : એક
- થરમૉમિટર (110 ^{0}C) : એક

- 0.1 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ : જરૂર પ્રમાણે
- 1.0 M હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે

પદ્ધતિ :

A. પ્રક્રિયા વેગ પર સાંદ્રતાની અસર

હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ

(i) એક ટ્રફ લો અને તેની અડધે સુધી પાણીથી ભરી દો. આ ઓરડાના તાપમાનને જાળવી રાખતું અચળ તાપમાન જળઉષ્મક તરીકે કાર્ય કરશે.

(ii) બ્યુરેટને 1.0 M HCl દ્રાવણ વડે વીંછળો અને પછી તેમાં HCl ભરો.

(iii) 100 mLનું એક બીકર લો અને તેના પર તળિયાની બહારની સપાટીની મધ્યમાં 'X' નિશાની ગ્લાસ માર્કિંગ પેન્સિલ વડે કરો. તેમાં 50 mL 0.1 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણ ભરો. બીકરને ટ્રફમાં મૂકો. પ્રણાલી પારદર્શક હોવાથી બીકર પરની 'X' નિશાની નરી આંખે જોઈ શકાશે. બીકરને થોડી મિનિટો માટે ટ્રફમાં રાખી મૂકો. જેથી તે જળઉષ્મક જેટલું તાપમાન પ્રાપ્ત કરે.

(iv) બ્યુરેટની મદદ વડે 1.0 mL 1.0 M HClનું દ્રાવણ ઉમેરો. જ્યારે અડધું દ્રાવણ (એટલે કે 0.5 mL) ઉમેરી દીધું હોય ત્યારે સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરો. HCl ઉમેરતી વખતે બીકરને ગોળ-ગોળ ફેરવતા રહો.

(v) જ્યારે બીકરના તળિયા પર કરેલ નિશાની 'X' દેખાતી બંધ થાય ત્યારે થયેલો સમય નોંધો. (આને પ્રક્રિયા પૂર્ણ થયાના તબક્કા તરીકે ગણવામાં આવે છે.)

(vi) દરેક વખતે તાજું નવેસરથી સોડિયમ થાયોસલ્ફેટનું દ્રાવણ લઈ 2 mL, 4 mL, 8 mL અને 16 mL 1.0 M હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરીને પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો અને દરેક કિસ્સામાં અલગ રીતે નિશાની 'X' અદૃશ્ય થવા માટે લાગતા સમય નોંધો.

B. પ્રક્રિયા દર પર તાપમાનની અસર

(i) 100 mL બીકર જેમાં તળિયે 'X' નિશાની કરી હતી તેમાં 50 mL 0.1 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણ લો. બીકરને 30 °C તાપમાને રાખેલા તાપસ્થાયીમાં (thermostat) મૂકો. 0.1 M હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનું 5 mL દ્રાવણ ઉમેરો અને બીકરને ગોળ-ગોળ ફેરવતા જઈ હલાવતા રહો. જ્યારે હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનું અડધું પ્રમાણ ઉમેર્યું હોય ત્યારે (એટલે કે 2.5 mL) સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરી દો.

(ii) નિશાની 'X' અદૃશ્ય થાય ત્યારનો સમય નોંધો.

(iii) દરેક વખતે તાજું સોડિયમ થાયોસલ્ફેટનું દ્રાવણ લઈ પ્રયોગનું 40 ^{o}C,

50 °C, 60 °C અને 70 °C તાપમાને પુનરાવર્તન કરો અને દરેક વખતે નિશાની ‘X’ અદૃશ્ય થાય તે સમય નોંધો.

(iv) તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.1 અને 2.2માં નોંધો.

(v) બે આલેખ દોરો. એકમાં ઉમેરેલા HClનું કદ (જે HClની સાંદ્રતા નક્કી કરે છે) અને નિશાની અદૃશ્ય થવા માટે લાગતો સમય લઈને આલેખ દોરો. બીજો આલેખ તાપમાન અને નિશાની અદૃશ્ય થવા માટે લાગતા સમયનો દોરો. આલેખ માટે સમયમાં વિચરણ X-ધરી પર અને કદમાં અથવા તાપમાનમાં વિચરણ Y-ધરી પર દોરો.

નોંધ : *જો પ્રક્રિયાના વેગનો અભ્યાસ કરવા માટે તાપસ્થાયી (એટલે કે અચળ તાપમાન ઉષ્મક) પ્રાપ્ય ન હોય તો અચળ તાપમાન રાખવા માટે સામાન્ય જળઉષ્મકનો ઉપયોગ કરી શકાય, પરંતુ આ કિસ્સામાં ઉષ્મકનું અચળ તાપમાન જાળવી રાખવા માટે બહારથી ગરમ કરવું પડે. ઉષ્મકમાંના પાણીને પણ સતત હલાવતા રહેવું પડે.*

કોષ્ટક 2.1 : સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ અને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર HC*l*ની સાંદ્રતાની અસર

દરેક વખતે વાપરેલ $Na_2S_2O_3$ દ્રાવણનો જથ્થો = 50 mL

$Na_2S_2O_3$ દ્રાવણની સાંદ્રતા = 0.1 M, ઓરડાનું તાપમાન = __°C

પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં વાપરેલ HCl દ્રાવણની સાંદ્રતા = 1.0 M

અનુક્રમ	ઉમેરેલા HClનું કદ mLમાં	નિશાની ‘X’ અદૃશ્ય થવા માટે લાગેલો સમય ‘t’ સેકન્ડમાં
1	1.0	
2	2.0	
3	4.0	
4	8.0	
5	16.0	

કોષ્ટક 2.2 : સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ અને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર તાપમાનની અસર

દરેક વખતે લીધેલ સોડિયમ થાયોસલ્ફેટનું કદ = 50 mL

દરેક વખતે લીધેલ HClનું કદ = 5 mL

અનુક્રમ	પ્રક્રિયા મિશ્રણનું તાપમાન/°C	નિશાની ‘X’ અદૃશ્ય થવા માટે લાગેલો સમય ‘t’ સેકન્ડમાં
1	30	
2	40	
3	50	
4	60	
5	70	

પરિણામ :

કોષ્ટક 2.1 અને 2.2ની માહિતીના આધારે તમારાં તારણો લખો.

સાવચેતીઓ :

(a) પ્રક્રિયા ફ્લાસ્કમાં ઉમેરેલ દ્રાવણ અડધું થાય ત્યારે સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરી દો અને નિશાની 'X' અદૃશ્ય થાય ત્યારે સ્ટૉપવૉચ બંધ કરી દો.

(b) જો અચળ તાપમાન ઉષ્મક પ્રાપ્ય ન હોય તો અચળ તાપમાન જાળવી રાખવા માટે ઉષ્મકમાંના પાણીને ગરમ કરો જેમાં બીકરને સમયાંતરે સતત હલાવતા રહો અને જેવું તાપમાન આવી જાય કે તરત જ બર્નર ખસેડી નાંખશો.

(c) આલેખ દોરવા માટે યોગ્ય માપક્રમ પસંદ કરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) પરીક્ષણ હેઠળની પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે છે :

$$S_2O_3^{2-}\ (aq) + 2H^+\ (aq) \rightarrow H_2O(l) + SO_2(g) + S(s)$$

આ પ્રક્રિયા-વેગ નિયમની રજૂઆત નીચેની રીતે લખીએ તો કઈ શરતો હશે તે લખો :

સલ્ફરનો અવક્ષેપન વેગ $= k\,[S_2O_3^{2-}]\,[H^+]^2$

(ii) ધારો કે ઉપરની સલ્ફરના અવક્ષેપન માટેના વેગ નિયમની રજૂઆત વાજબી છે તો $S_2O_3^{2-}$ આયન અને H^+ આયનની સાંદ્રતા બમણી કરવામાં આવે તો પ્રક્રિયાનો વેગ કેટલા ગણો થશે ?

(iii) આપેલ પ્રક્રિયા માટે પ્રક્રિયાનો વેગ વધે છે, પરંતુ કોઈ એક તાપમાને વેગ અચળાંક અચળ રહે છે - આ નિવેદન પર આલોચના કરો.

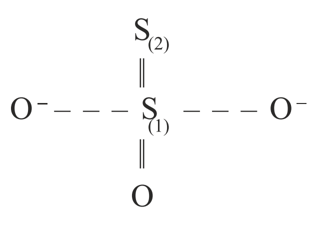
(iv) પ્રક્રિયાનો વેગ અચળાંક તાપમાન સાથે કેવી રીતે બદલાય છે ?

(v) નીચે આપેલી પ્રક્રિયા માટે એકબેઝિક ઍસિડ સલ્ફરના અવક્ષેપનનો વેગ કેવી રીતે આધારિત છે તેનો અભ્યાસ કરવા માટેના પ્રયોગની રચના કરો :

$$S_2O_3^{2-}\ (aq) + 2H^+\ (aq) \rightarrow H_2O(l) + SO_2(g) + S(s)$$

(vi) બીકરમાં પ્રક્રિયકનું અડધું પ્રમાણ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે જ સ્ટૉપવૉચ/સ્ટૉપ ક્લૉક શા માટે ચાલુ કરવી જોઈએ ?

(vii) $S_2O_3^{2-}$ આયનની રચના નીચે પ્રમાણે વર્ણવી છે :



અહીંયા, બે સલ્ફર પરમાણુઓને (1) અને (2) એમ ચિહ્નિત કર્યા છે. તમારા મત પ્રમાણે આ બે સલ્ફર પરમાણુઓમાંથી કયો સલ્ફર પરમાણુ કલિલમય સલ્ફર તરીકે અવક્ષેપિત થયો હશે ? તમે તમારા ઉત્તરને પ્રાયોગિક રીતે કેવી રીતે ચકાસશો ?

(viii) પ્રક્રિયાનો ક્રમ અને પ્રક્રિયાની આણ્વીયતા વચ્ચે શું તફાવત છે ?

(ix) પ્રક્રિયાની આણ્વીયતા શૂન્ય હોઈ શકે નહિ પરંતુ પ્રક્રિયા ક્રમ શૂન્ય હોઈ શકે ? સમજાવો.

(x) શું પ્રક્રિયાનો ક્રમ અપૂર્ણાંક રાશિ હોઈ શકે ?

(xi) ધારો કે ઉપરની પ્રક્રિયા તૃતીય ક્રમની ગતિકીને અનુસરે છે તો પ્રક્રિયા વેગ અને વેગ-અચળાંકના એકમો કેવી રીતે દર્શાવાય ?

પ્રયોગ 2.2

હેતુ :

ઓરડાના તાપમાને આયોડાઇડ આયન અને હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાના વેગ પર આયોડાઇડ આયનની સાંદ્રતામાં ફેરફારની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

સિદ્ધાંત :

આયોડાઇડ આયનો અને હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ વચ્ચેની પ્રક્રિયા ઍસિડિક માધ્યમમાં થાય છે અને તેને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય.

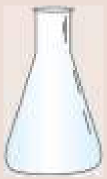
$$2 \quad (aq) + H_2O_2\,(l) + 2H^+\,(aq) \rightarrow I_2(g) + 2H_2O(l)$$

આ પ્રક્રિયામાં હાઈડ્રૉજન પેરૉક્સાઈડ આયોડાઈડ આયનોનું (I^-) આણ્વીય આયોડિનમાં ઑક્સિડેશન કરે છે. જો સોડિયમ થાયોસલ્ફેટનો ગણતરી કરેલ જથ્થો સ્ટાર્ચ સૂચકની હાજરીમાં ઉપરના પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં ઉમેરવામાં આવે તો મુક્ત થતો આયોડિન જે ઝડપે બને છે તે ઝડપે થાયોસલ્ફેટ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને થાયોસલ્ફેટ આયન જ્યાં સુધી ઑક્સિડેશન પામી ટેટ્રાથાયોનેટ આયનોમાં રૂપાંતર થતો રહે છે ત્યાં સુધી તે આયોડાઇડ આયનોમાં ફરી રિડક્શન પામતો રહે છે.

$$I_2(g) + S_2O_3^{2-}\,(aq) \rightarrow S_4O_6^{2-}(aq) + 2I^-(aq)$$

થાયોસલ્ફેટ આયનોનો સંપૂર્ણ વપરાશ થઈ ગયા પછી હાઈડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડની આયોડાઇડ આયનો સાથેની પ્રક્રિયાથી મુક્ત થતો આયોડિન ઝડપથી વધે છે અને આયોડિન સ્ટાર્ચ સાથે ઘેરો વાદળી સંકીર્ણ બનાવે છે. થાયોસલ્ફેટ આયનોના નિશ્ચિત જથ્થાના વપરાશ માટે લાગતો સમય પુનરુત્પાદીય હોય છે. રંગ દેખાવા માટે લાગતો સમય નોંધવામાં આવે છે તેથી પ્રક્રિયાને કેટલીક વખત **ઘડિયાળ (Clock) પ્રક્રિયા** કહે છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (250 mL) : પાંચ
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (500 mL) : એક
- સ્ટૉપવૉચ : એક
- અંકિત નળાકાર (100 mL) : એક
- ટ્રફ : એક

- સ્ટાર્ચ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 2.5 M સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 0.04 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 3 % હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે

પદ્ધતિ :

(i) 500 mL કોનિકલ ફ્લાસ્ક જેને A વડે ચિહ્નિત કર્યો છે, તેમાં 3 % હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડના 2.5 mL, 2.5 M H_2SO_4 દ્રાવણના 25 mL, 5 mL તાજું બનાવેલું સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ અને 195 mL પાણી લો. આ દ્રાવણને હલાવો અને ઓરડાનું તાપમાન જાળવેલ જળઉષ્મકમાં ગોઠવો.

(ii) ચાર 250 mL કોનિકલ ફ્લાસ્ક લો અને તેમને B, C, D અને E એમ ચિહ્નિત કરો.

(iii) સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણ, પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણ અને નિસ્યંદિત પાણી ફ્લાસ્ક B, C અને D માં નીચેના તબક્કામાં જણાવ્યા પ્રમાણેના જથ્થામાં લો અને ફ્લાસ્ક Eને પ્રક્રિયા કરવા માટે રાખો.

(iv) B ચિહ્નિત કરેલ ફ્લાસ્કમાં 10 mL 0.04 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણ, 0.1 M પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણના 10 mL અને 80 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. ફ્લાસ્કમાં પદાર્થોને હલાવો અને જળઉષ્મકમાં મૂકો.

(v) C ચિહ્નિત કરેલા ફ્લાસ્કમાં 0.04 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણના 10 mL, 0.1 M પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણના 20 mL અને 70 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. પરિણમતા દ્રાવણને હલાવો અને તેને તબક્કા (iv)માંના ફ્લાસ્કને રાખેલ છે તે જ જળઉષ્મકમાં મૂકો.

(vi) D ચિહ્નિત કરેલા ફ્લાસ્કમાં 0.04 M સોડિયમ થાયોસલ્ફેટના 10 mL, 0.1 M પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણના 30 mL અને 60 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. દ્રાવણને સારી રીતે હલાવો અને ફ્લાસ્કને ઉપર પ્રમાણેના જળઉષ્મકમાં મૂકો.

(vii) ફ્લાસ્ક E લો. અંકિત નળાકારની મદદ વડે માપીને 25 mL દ્રાવણ A ફ્લાસ્કમાંથી લઈ ઉમેરો. હવે સતત હલાવતા રહીને ફ્લાસ્ક Bમાંથી 25 mL દ્રાવણ તેમાં ઉમેરો. જ્યારે B ફ્લાસ્કમાંનું દ્રાવણ અડધું ઉમેરાઈ જાય ત્યારે સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરો. ફ્લાસ્ક E ને જળઉષ્મકમાં રાખો તેથી અચળ તાપમાન જાળવી શકાય. હવે વાદળી રંગ દેખાય તે માટે લાગેલો સમય નોંધો.

(viii) સંપૂર્ણ રીતે ઉપર પ્રમાણે જ ફ્લાસ્ક C અને D નાં દ્રાવણોનો ઉપયોગ કરી અલગ અલગ રીતે, આ ફ્લાસ્કમાંનાં દ્રાવણોના 25 mL અને ફ્લાસ્ક

સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ

હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ

જોખમ-ચેતવણી

- *હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડનો દહનશીલ દ્રવ્ય સાથેનો સંપર્ક આગનું કારણ બની શકે છે.*

Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ ઉમેરી પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. દરેક કિસ્સામાં વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગતો સમય નોંધો.

(ix) ફ્લાસ્ક B, C અને Dના દ્રાવણો લઈને બેવાર પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો અને વાદળી રંગ દેખાવાના સમયની સરેરાશ લો.

(x) તમારાં અવલોકનો આપેલ કોષ્ટક 2.3માં નોંધો.

(xi) બધી જ ત્રણેય પ્રણાલી માટે વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગેલા સમયની સરખામણી કરો અને આયોડાઇડ આયનોની સાંદ્રતાના ફેરફારની પ્રક્રિયાના વેગ પર થતી અસર અંગે સામાન્યીકરણ કરો.

કોષ્ટક 2.3 : ઍસિડિક માધ્યમમાં આયોડાઇડ આયન અને હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ વચ્ચેની પ્રક્રિયા વેગનો અભ્યાસ

અનુ-ક્રમ	પ્રણાલીનું સંઘટન	વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગેલો સમય		સરેરાશ સમય
		પ્રથમ વાચન-આંક	દ્વિતીય વાચન-આંક	
1.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Bમાંથી 25 mL દ્રાવણ			
2.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Cમાંથી 25 mL દ્રાવણ			
3.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Dમાંથી 25 mL દ્રાવણ			

પરિણામ :

કોષ્ટક 2.3 માં નોંધેલી માહિતીને આધારે તમારાં તારણો લખો.

સાવચેતીઓ :

(a) હંમેશાં પોટેશિયમ આયોડાઈડના દ્રાવણની સાંદ્રતા કરતાં સોડિયમ થાયોસલ્ફેટની સાંદ્રતા ઓછી રાખો.

(b) હંમેશાં તાજું જ બનાવેલું સ્ટાર્ચ દ્રાવણ વાપરો.

(c) હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ અને પોટૅશિયમ આયોડાઇડના તાજા જ નમૂના વાપરો.

(d) અવલોકનોના બંને અલગ-અલગ સેટમાં માપીને લેવાનાં દ્રાવણો માટે હંમેશા એક જ અંકિત નળાકાર વાપરો. જો દ્રાવણ લીધા પછી નળાકારનો ફરી ઉપયોગ કરવાનો થાય ત્યારે તેનો ઉપયોગ કરતાં પહેલાં બરાબર સાફ કરો.

(e) વાદળી રંગ દેખાય કે તરત જ સમય નોંધી લો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) આ પ્રયોગમાં આયોડિન અને આયોડાઇડ આયનોના ફાળા (role) વચ્ચે વિભેદન કરો.

(ii) ટેટ્રાથાયોનેટ આયન ($S_4O_6^{2-}$)માં સલ્ફરનો ઑક્સિડેશન આંક ગણો. શું ઑક્સિડેશન આંક અપૂર્ણાંક સંખ્યા હોઈ શકે ?

(iii) આયોડિન શા માટે સ્ટાર્ચ સાથે વાદળી રંગ આપે છે ?

(iv) આ પ્રયોગમાં H_2O_2 ને બદલે બીજા કોઈ ઑક્સિડેશનકર્તાના ઉપયોગની શક્યતાને માટે અન્વેષણ કરો.

(v) આ પ્રક્રિયાને ઘડિયાળ (clock) પ્રક્રિયા નામ શા માટે આપવામાં આવ્યું છે ?

(vi) હંમેશા સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ દ્રાવણની સાંદ્રતા શા માટે પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણની સાંદ્રતા કરતાં ઓછી રાખવામાં આવે છે ?

પ્રયોગ 2.3

હેતુ :

પોટૅશિયમ આયોડેટ (KIO_3) અને સોડિયમ સલ્ફાઇટ (Na_2SO_3) વચ્ચેની પ્રક્રિયાના પ્રક્રિયા-વેગનો અભ્યાસ કરવો.

સિદ્ધાંત :

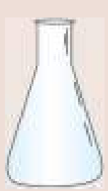
KIO_3 અને Na_2SO_3 વચ્ચેની પ્રક્રિયા આડકતરી રીતે આયોડાઇડ આયનની બનાવટને સમાવિષ્ટ કરે છે. જેનું ઍસિડિક માધ્યમમાં IO_3^- આયન દ્વારા આયોડિનમાં ઑક્સિડેશન થાય છે. એકંદર પ્રક્રિયા નીચેના બે તબક્કામાં આગળ વધે છે :

$$IO_3^- + 3SO_3^{2-} \rightarrow I^- + 3SO_4^{2-} \quad (1)$$

$$5I^- + 6H^+ + IO_3^- \rightarrow 3H_2O + 3I_2 \quad (2)$$

ઉત્પન્ન થયેલો આયોડિન અગાઉના પ્રયોગમાં વર્ણવ્યા પ્રમાણે સ્ટાર્ચ સાથે વાદળી રંગ પેદા કરે છે. આ પ્રક્રિયા પણ અગાઉની પ્રક્રિયાની જેમ ‘ઘડિયાળ (clock) પ્રક્રિયા’ તરીકે ઓળખાય છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- કોનિકલ ફ્લાસ્ક : છ
- અંકિત નળાકાર (100 mL) : એક
- સ્ટૉપવૉચ : એક
- ટ્રફ : એક

- 2M સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ : જરૂરિયાત પ્રમાણે
- 5 % સ્ટાર્ચ દ્રાવણ : જરૂરિયાત પ્રમાણે
- 6 % પોટૅશિયમ આયોડેટ દ્રાવણ : જરૂરિયાત પ્રમાણે
- 6 % સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણ : જરૂરિયાત પ્રમાણે

પદ્ધતિ :

(i) 250 mL કોનિકલ ફ્લાસ્ક લો અને તેને A ચિહ્નિત કરો. તેમાં 6 % પોટૅશિયમ આયોડેટ દ્રાવણના 25 mL, 2.0 M H_2SO_4 ના 25 mL અને 50 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. ફ્લાસ્કમાંના દ્રાવણને હલાવો. ફ્લાસ્કને પાણીથી અડધા ભરેલા ટ્રફમાં મૂકો. આ અચળ તાપમાન જળઉષ્મક તરીકે કાર્ય કરશે.

(ii) પાંચ 250 mL કોનિકલ ફ્લાસ્ક લો અને તેમને અનુક્રમે B, C, D, E અને F એમ ચિહ્નિત કરો. નીચેના તબક્કામાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફલાસ્ક B, C, D અને Eમાં 6 % સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણ, સ્ટાર્ચ દ્રાવણ અને નિસ્યંદિત પાણી લો. ફ્લાસ્ક F ને પ્રક્રિયા કરવા માટે રાખો.

નોંધ :

- *દરેક ફ્લાસ્કમાં દ્રાવણનો કુલ જથ્થો 100 mL છે.*
- *સૂચકના સમાન જથ્થાનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે.*

(iii) કોનિકલ ફ્લાસ્ક 'B' માં 250 mL સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણ, 5 mL સ્ટાર્ચ દ્રાવણ અને 75 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. પરિણમતા દ્રાવણને બરાબર હલાવો અને તેને જળઉષ્મકમાં રાખો.

(iv) કોનિકલ ફ્લાસ્ક 'C' માં 15 mL સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણ, 5 mL સ્ટાર્ચ દ્રાવણ અને 80 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. પરિણમતા દ્રાવણને બરાબર હલાવો અને જળઉષ્મકમાં મૂકો.

(v) કોનિકલ ફ્લાસ્ક 'D' માં 10 mL સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણ, 5 mL સ્ટાર્ચ દ્રાવણ અને 85 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. પરિણમતા દ્રાવણને બરાબર હલાવો અને જળઉષ્મકમાં મૂકો.

સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ

(vi) કોનિકલ ફ્લાસ્ક 'E' માં 5 mL સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણ, 5 mL સ્ટાર્ચ દ્રાવણ અને 90 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. દ્રાવણને બરાબર હલાવો અને જળઉષ્મકમાં મૂકો.

(vii) કોનિકલ ફ્લાસ્ક 'F' લો. આ ફ્લાસ્કમાં 'A' ચિહ્ન કરેલા કોનિકલ ફ્લાસ્કમાંથી 25 mL દ્રાવણ લો અને 'B' ચિહ્ન કરેલા ફ્લાસ્કમાંથી 25 mL દ્રાવણ ઉમેરો. જ્યારે ફલાસ્ક 'B'માંનું દ્રાવણ અડધું ઉમેરાય ત્યારે સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરો. બંને દ્રાવણોને સતત હલાવીને સારી રીતે મિશ્ર કરો અને જળઉષ્મકમાં રાખો. વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગતો સમય નોંધો. (તમે સ્ટૉપવૉચ/કાંડા ઘડિયાળનો ઉપયોગ સમય માપવા માટે કરી શકો છો.)

(viii) આ જ પ્રમાણે ફ્લાસ્ક 'B' માંના દ્રાવણ માટે કર્યા પ્રમાણે દરેક ફ્લાસ્ક C, D અને Eમાંથી અનુક્રમે 25 mL દ્રાવણ લઈને પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો અને દરેક કિસ્સામાં વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગતો સમય નોંધો. (ફરી એકવાર સાવચેતી રાખવાની કે દરેક પ્રયોગના પુનરાવર્તનમાં વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગતા સમયના બે વાચનઆંક લેવાના જેથી કરીને તેમનું સરેરાશ વાચનઆંક મેળવી શકાય.)

(ix) તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક 2.4 માં નોંધો.

(x) કોષ્ટકમાં નોંધેલાં પરિણામો પરથી સોડિયમ સલ્ફાઇટની સાંદ્રતામાં ફેરફાર અને વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગતા સમય વચ્ચેનો સંબંધ શોધી કાઢો.

કોષ્ટક 2.4 : ઍસિડિક માધ્યમમાં પોટૅશિયમ આયોડેટ (KIO_3) અને સોડિયમ સલ્ફાઇટ (Na_2SO_3) વચ્ચેની પ્રક્રિયાના પ્રક્રિયા-વેગનો અભ્યાસ

અનુ-ક્રમ	પ્રણાલીનું સંઘટન	વાદળી રંગ દેખાવા માટે લાગતો સમય (સેકન્ડમાં)		સરેરાશ સમય/સેકન્ડ
		પ્રથમ વાચન-આંક	દ્વિતીય વાચન-આંક	
1.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Bમાંથી 25 mL દ્રાવણ			
2.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Cમાંથી 25 mL દ્રાવણ			
3.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Dમાંથી 25 mL દ્રાવણ			
4.	ફ્લાસ્ક Aમાંથી 25 mL દ્રાવણ + ફ્લાસ્ક Eમાંથી 25 mL દ્રાવણ			

પરિણામ :

કોષ્ટક 2.4 માં નોંધેલી માહિતીના આધારે તમારાં તારણો લખો.

સાવચેતીઓ :

(a) સોડિયમ સલ્ફાઇટની હવામાં ઑક્સિડેશન પામવાની શક્યતા હોવાને કારણે હંમેશાં તેનું તાજું જ દ્રાવણ વાપરવું.

(b) સોડિયમ સલ્ફાઇટના દ્રાવણની સાંદ્રતા કરતાં પોટૅશિયમ આયોડેટ દ્રાવણની સાંદ્રતા વધારે રાખવી.

(c) તાજું જ બનાવેલું સ્ટાર્ચ દ્રાવણ વાપરો.

(d) ફ્લાસ્ક A માંના 25 mL દ્રાવણ ધરાવતા કોનિકલ ફ્લાસ્ક F માં ફ્લાસ્ક B, C, D અથવા Eમાંથી ઉમેરવાના દ્રાવણમાંથી અડધું દ્રાવણ ઉમેરાય ત્યારે સ્ટૉપવૉચ ચાલુ કરવી.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) જો ઉપરના કિસ્સામાં તાપમાનનો ફેરફાર 10 °C વધારવામાં આવે, તો વાદળી રંગ દેખાવામાં લાગતો સમય કેવી રીતે ચલિત થશે ?

(ii) પ્રવર્તમાન અભ્યાસમાં પ્રક્રિયા-વેગને અસર કરતાં પરિબળો જણાવો.

(iii) આ પ્રયોગમાં હાઇડ્રૉક્લોરિક અથવા નાઇટ્રિક ઍસિડમાંથી કયો ઍસિડ માધ્યમને ઍસિડિક બનાવવામાં યોગ્ય રહેશે ? તમારા જવાબને કારણ સહિત સમજાવો.

(iv) નીચે આપેલી પ્રક્રિયાઓ (1) અને (2) માંથી

$$IO_3^- + 3SO_3^{2-} \rightarrow I^- + 3SO_4^{2-} \quad (1)$$

$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3H_2O + 3I_2 \quad (2)$$

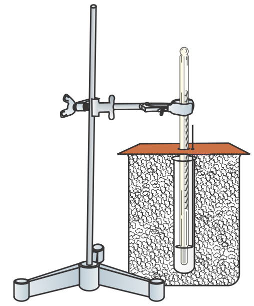
કઈ પ્રક્રિયા-વેગ નિર્ધારિત કરનારી પ્રક્રિયા હશે ?

પ્રક્રિયાવેગ નિર્ધારિત કરતી પ્રક્રિયાની આણ્વીયતા કેટલી હશે ?

(v) ઉપરની પ્રક્રિયામાં SO_3^{2-} ને બદલે AsO_3^{3-} નો ઉપયોગ કરી શકાય ? યોગ્ય કારણો સાથે તમારા ઉત્તરને અનુમોદન આપો.

(vi) શા માટે સોડિયમ સલ્ફાઇટ દ્રાવણની સાંદ્રતા કરતાં પોટૅશિયમ આયોડેટ દ્રાવણની સાંદ્રતા વધારે રાખવામાં આવે છે ?

એકમ 3
ઉષ્મારાસાયણિક માપન (Thermochemical Measurement)



મોટા ભાગની પ્રક્રિયાઓ વાતાવરણના દબાણે કરવામાં આવે છે. આથી આ પ્રક્રિયાઓ માટે નોંધેલા ઉષ્મા ફેરફારો એન્થાલ્પી ફેરફારો હોય છે. એન્થાલ્પી ફેરફાર તાપમાનના ફેરફાર સાથે સીધા જ નીચેના સંબંધ દ્વારા સંકળાયેલા છે :

$$\Delta H = q_p$$
$$= mC_p\Delta T$$
$$= VdC_p\Delta T \qquad (1)$$

જ્યાં V = દ્રાવણનું કદ

d = દ્રાવણની ઘનતા

C_p = ઉષ્માધારિતા

ΔT = તાપમાનમાં ફેરફાર

ઉષ્મા ફેરફારનું માપન જે પાત્રમાં કરવામાં આવે છે તેને **ઉષ્મામાપક (કૅલરીમીટર)** કહે છે. થરમૉસ ફ્લાસ્કમાં મૂકેલા બીકરમાં પણ પ્રક્રિયાઓ કરી શકાય છે અથવા ઉષ્મીય રીતે ઉષ્મારોધક (insulated) પેટી અથવા સ્ટાયરોફોર્મના કપમાં કરી શકાય છે. ધાત્વીય કૅલરીમીટરનો ઉપયોગ ઉષ્મારાસાયણિક ફેરફારના માપન માટે કરી શકાતો નથી. કારણ કે ધાતુઓ રસાયણો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. સ્ટેનલેસ સ્ટીલ અથવા સોનાનો ઢોળ ચઢાવેલ કોપર કેલરીમીટર વાપરી શકાય છે. ઉષ્મા ફેરફારના માપન દરમિયાન કૅલરીમીટર, થરમૉમિટર અને વિલોડક (હલામણું) (stirrer) પણ કેટલીક ઉષ્મા શોષે છે. આ શોષાતી ઉષ્માની જાણકારી હોવી જોઈએ. તેને **કૅલરીમીટર અચળાંક** કહે છે. કાચના પાત્રનો (દા.ત., બીકર) જેટલો ભાગ પ્રક્રિયા મિશ્રણ સાથે સીધા જ સંપર્કમાં હોય તેનો કેલરીમીટર અચળાંક શોધવામાં આવે છે. આ એટલા માટે કે કેલરીમીટરના દ્રવ્ય માટે ઉષ્માધારિતા નીચી હોય છે. પ્રક્રિયા મિશ્રણ સાથે સંપર્કમાં હોય તેટલા કૅલરીમીટરનું ક્ષેત્રફળ મહત્તમ ઉષ્મા શોષે છે. કૅલરીમીટર અચળાંક નક્કી કરવા માટે મિશ્રણની પદ્ધતિ ઉપયોગમાં લેવાય છે. કેલરીમીટર અચળાંક નક્કી કરવા માટે નિશ્ચિત તાપમાને ગરમ પાણીનું જાણીતું કદ ઓરડાના તાપમાને કૅલરીમીટરમાં લેવામાં આવે છે. ઉષ્માનો સંચય થતો હોવાથી કૅલરીમીટર અને ઠંડા પાણીએ મેળવેલી ઉષ્મા ગરમ પાણીએ આપેલી ઉષ્માના બરાબર થશે. આથી આપણે નીચેનું સમીકરણ લખી શકીએ :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = -\Delta H_3 \qquad (2)$$

ΔH_1		ΔH_2		$-\Delta H_3$
કેલરીમીટર, વિલોડક અને થરમૉમિટરનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	+	ઠંડા પાણીનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	=	ગરમ પાણીનો એન્થાલ્પી ફેરફાર

ધારો કે t_c, t_h અને t_m અનુક્રમે ઠંડું પાણી, ગરમ પાણી અને મિશ્રણના તાપમાન છે. પછી એન્થાલ્પી ફેરફારની વ્યાખ્યાની દૃષ્ટિએ એન્થાલ્પી ફેરફાર જે સમીકરણ (1)માં દર્શાવેલ છે તેને ફરી સમીકરણ (2) તરીકે લખી શકીએ.

$$m_1C_{p_1}(t_m - t_c) + m_2 C_p (t_m - t_c) + m_3 C_p(t_m - t_h) = 0 \quad ...(3)$$

જ્યાં m_1, m_2 અને m_3 કૅલરીમીટર, ઠંડું પાણી અને ગરમ પાણીના અનુક્રમે દળ છે અને C_{p_1} અને C_p અનુક્રમે કૅલરીમીટરની અને પાણીની ઉષ્માધારિતા છે. કાચની ઉષ્મીય વાહકતા ઓછી હોવાથી બીકરનો તેટલો જ ભાગ જે પાણીના સંપર્કમાં આવે છે તે જ મહત્તમ ઉષ્મા મેળવશે. આપણે અસરકારક $m_1C_{p_1}$ (એટલે કે કૅલરીમીટર અચળાંક W) ગણી શકીએ. સમીકરણ (3) ને ફરીથી લખીએ તો આપણને મળશે,

$$W(t_m - t_c) + m_2C_p (t_m - t_c) + m_3C_p (t_m - t_h) = 0$$

$$W = \frac{m_2C_p(t_m - t_c) + m_3C_p (t_m - t_h)}{(t_m - t_c)} \quad ...(4)$$

પરંતુ $mC_p = VdC_p$, જ્યાં V, d અને C_p અનુક્રમે પાણીના કદ, ઘનતા અને ઉષ્માધારિતા છે. પદાર્થની ઉષ્માધારિતાની વ્યાખ્યા પ્રમાણે તે 1g પદાર્થનું 1K (અથવા 1^oC) તાપમાન વધારવા માટે જરૂરી ઊર્જાનો જથ્થો છે. 1g પાણીનું 1K (અથવા 1^oC)તાપમાન વધારવા માટે જરૂરી ઊર્જા 4.184 જૂલ છે. આનો અર્થ એમ થાય છે કે, 1g પાણી માટે 1 કૅલ્વિન તાપમાન વધારવા માટે $VdC_p = 4.184\ JK^{-1}$ થશે. આથી ઘનતા અને ઉષ્માધારિતાનો ગુણાકાર 4.184 $JmL^{-1}K^{-1}$ લઈ શકાય. આથી સમીકરણ (4) નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$W = \frac{(4.184)\,[V_c\ (t_m - t_c) + V_h\ (t_m - t_h)]}{(t_m - t_c)}\ JK^{-1} \quad ...\ (5)$$

જ્યાં V_c = ઠંડા પાણીનું કદ છે.

V_h = ગરમ પાણીનું કદ છે.

એન્થાલ્પી ફેરફાર માપવાની કાર્યપદ્ધતિ નીચેના પ્રયોગમાં આપેલ છે :

પ્રયોગ 3.1

હેતુ :

કૉપર સલ્ફેટ/પોટૅશિયમ નાઇટ્રેટની વિલયન (dissolution) એન્થાલ્પી નક્કી કરવી.

સિદ્ધાંત :

ઉષ્મારાસાયણિક માપનોમાં સામાન્ય રીતે જલીય દ્રાવણો મિશ્ર કરવામાં આવે છે. આથી પ્રક્રિયા માધ્યમમાં પાણી અને તાપમાન ફેરફાર દ્રાવણોમાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને લીધે હોય છે.

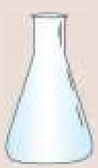
ઊર્જા સંચયના નિયમ પ્રમાણે કૅલરીમીટરમાં થતા એન્થાલ્પી ફેરફારનો સરવાળો (ઊર્જાનું ગુમાવવું અને મેળવવું) શૂન્ય થવો જોઈએ. આથી આપણે નીચેનું સમીકરણ લખી શકીએ :

(ΔH_1)		(ΔH_2)		(ΔH_3)		(ΔH_4)		
કૅલરીમીટર, થરમૉમિટર અને વિલોડકે મેળવેલી ઉષ્મા	+	કૅલરીમીટરમાંના દ્રાવણ/પાણીનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	+	કૅલરીમીટરમાં ઉમેરેલ દ્રાવણ/પાણીનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	+	પ્રક્રિયાનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	= 0	... (6)

આ પ્રક્રિયામાં આપણે ઘનતા અને દ્રાવણોની ઉષ્માધારિતાનો ગુણાકાર dC_pને $4.184\ JmL^{-1}K^{-1}$ લઈએ છીએ જે શુદ્ધ પાણી*ની નજીક હોય છે.

દ્રાવણની રચના મુખ્યત્વે ઉષ્મા ફેરફાર સાથે સંકળાયેલ છે. દ્રાવણની એન્થાલ્પી એટલે જ્યારે એક મોલ દ્રાવ્યને (ઘન/પ્રવાહી) દ્રાવકના (સામાન્ય રીતે પાણી) એટલા વિશાળ જથ્થામાં ઓગાળવામાં આવે છે કે જેથી વધુ મંદન કરતાં તેમાં કોઈ ઉષ્મા ફેરફાર થાય નહિ.

જરૂરી સામગ્રી :



- બીકર (250 mL) : ત્રણ
- બીકર (500 mL) : એક
- થરમૉમિટર (110 °C) : એક
- કાચનો સળિયો : એક
- કોટન વૂલ : જરૂર પ્રમાણે
- નાનો લાકડાનો બ્લૉક : એક
- કાર્ડબૉર્ડનો નાનો ટુકડો : એક
- વિલોડક (હલામણું) : એક
- કૉપર સલ્ફેટ/પોટૅશિયમ નાઈટ્રેટ : 2g

પદ્ધતિ :

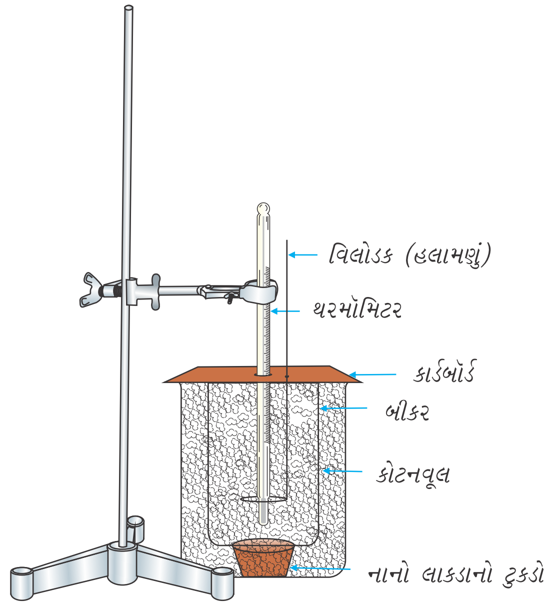
A. કૅલરીમીટરના (બીકર) કૅલરીમીટર અચળાંકનું નિર્ધારણ

(i) A ચિહ્ન કરેલ 250 mL ગુંજાશ (ધારિતા)વાળા બીકરમાં 100 mL પાણી લો.

(ii) 500 mL ગુંજાશવાળા (capacity) બીકરમાં મૂકેલા લાકડાના બ્લૉક પર બીકરને ગોઠવો (આકૃતિ 3.1).

(iii) મોટા બીકર અને નાના બીકર વચ્ચેની ખાલી જગ્યાને કોટન વૂલથી પૅક કરી દો. બીકરને કાર્ડબૉર્ડ વડે ઢાંકી દો. તેની મધ્યમાંથી બીકરમાં થરમૉમિટર અને વિલોડક દાખલ કરો.

* *દ્રાવણોની ઘનતા શુદ્ધ પાણીની ઘનતા કરતાં 4 થી 6 % વધારે હોય છે અને ઉષ્માધારિતા શુદ્ધ પાણીની ઉષ્માધારિતા કરતાં આશરે 4 થી 8 % જેટલી ઓછી હોય છે, તેથી ઘનતા અને ઉષ્માધારિતાનો (dC_p) ગુણાકાર, લગભગ શુદ્ધ પાણીના ગુણાકાર જેટલો હોય છે.*



***આકૃતિ 3.1** : કૅલરીમીટર અચળાંકનું નિર્ધારણ*

(iv) પાણીનું તાપમાન નોંધો. આ તાપમાનને t_c °C કહો.

(v) B ચિહ્ન કરેલા બીજા 250 mL ગુંજાશવાળા બીકરમાં 100 mL ગરમ પાણી (50-60 °C) લો.

(vi) ગરમ પાણીનું ચોક્કસ તાપમાન નોંધો. આ તાપમાનને t_h °C કહો.

(vii) કાર્ડબૉર્ડને ઊંચું કરીને બીકર B માંનું ગરમ પાણી બીકર A ના પાણીમાં ઉમેરી દો. મિશ્ર કરેલા પાણીને હલાવો અને તેનું તાપમાન નોંધો. તેને તાપમાન t_m °C કહો.

(viii) ઉપર આપેલ સમીકરણ (5) પ્રમાણેનો ઉપયોગ કરી કેલરીમીટર અચળાંક (W) નક્કી કરો.
(યાદ રાખો કે ત્રણેય તાપમાન $t_h > t_m > t_c$ ક્રમમાં છે.)

B. વિલયનની એન્થાલ્પીનું નિર્ધારણ

(i) જેનો કેલરીમીટર અચળાંક નક્કી કર્યો છે તે બીકરમાં 100 mL નિસ્યંદિત પાણી લો. તેને 500 mL ગુંજાશવાળા બીકરમાં મૂકેલ લાકડાના બ્લૉક પર ગોઠવો (આકૃતિ 3.1).

(ii) મોટા બીકર અને નાના બીકર વચ્ચેની ખાલી જગાને કોટનવૂલની મદદથી ભરી દો અને બીકરને કાર્ડબૉર્ડ વડે ઢાંકી દો.

(iii) નાના બીકરમાં લીધેલા પાણીનું તાપમાન નોંધો. તેને t_1' °Cકહો.

(iv) સારી રીતે ભૂકો કરેલા કૉપર સલ્ફેટનો W_1 g વજન કરેલો જથ્થો ઉમેરો અને વિલોડક વડે દ્રાવણને હલાવો. જેથી કૉપર સલ્ફેટનો બધો જ જથ્થો ઓગળી જાય.

(v) કૉપર સલ્ફેટ ઉમેર્યા પછી મળેલા દ્રાવણ વડે પ્રાપ્ત થયેલ તાપમાન નોંધો.

તેને t_2' °C કહો. કૉપર સલ્ફેટની વિલયન એન્થાલ્પી નીચે પ્રમાણે ગણો :

દ્રાવણનું કુલ દળ = દ્રાવકનું દળ + દ્રાવ્યનું દળ

$= (100 + W_1)$ g

(પ્રયોગના તાપમાને પાણીની ઘનતા $1 gmL^{-1}$ ધારી લો.

તાપમાનમાં ફેરફાર $= (t_2' - t_1')$ °C.

કૅલરીમીટરનો (બીકર) એન્થાલ્પી ફેરફાર $= W (t_2' - t_1')$

જ્યાં W = કૅલરીમીટર અચળાંક

નોંધ : *પોટૅશિયમ નાઈટ્રેટનો એન્થાલ્પી ફેરફાર નક્કી કરવા માટે કૉપર સલ્ફેટના સ્થાને પોટૅશિયમ નાઈટ્રેટનો ઉપયોગ આ પ્રયોગમાં કરવો.*

$(t_2' - t_1')$ °C તાપમાન વધારા માટે દ્રાવણનો એન્થાલ્પી ફેરફાર $= [(100 + W_1) (t_2' - t_1')] \times 4.184J$

કૅલરીમીટર (બીકર) અને દ્રાવણનો કુલ એન્થાલ્પી ફેરફાર $= [W (t_2' - t_1') + (100 + W_1) (t_2' - t_1')]\ 4.184\ J$

1 ગ્રામ કૉપર સલ્ફેટના વિલયન•દરમિયાન મુક્ત થયેલી ઉષ્મા $= \dfrac{[W(t_2' - t_1') + (100 + W_1)(t_2' - t_1')] \times 4.184J}{W_1}$

1 mol કૉપર સલ્ફેટનું વજન 249.5 g છે. તેથી,

$$CuSO_4\ 5H_2O\text{ની } \Delta_{sol}H = 249.5 \times \frac{[W(t_2' - t_1') + (100W + W_1)(t_2' - t_1')] \times 4.184J}{W_1}\ Jmol^{-1}$$

પરિણામ :

કૉપર સલ્ફેટ/પોટૅશિયમ નાઈટ્રેટના વિલયનમાં એન્થાલ્પી ફેરફાર .... $Jmol^{-1}$ છે.

સાવચેતીઓ :

(a) પાણીનું તાપમાન માપવા માટે 0.1 °C અંશાંકનવાળું થરમૉમિટર વાપરો.

(b) કૅલરીમીટરનો અચળાંક નક્કી કરવા માટે ગરમ પાણીનું તાપમાન મિશ્ર કરતાં પહેલાં તરત જ નોંધો.

(c) કૉપર સલ્ફેટ/પોટૅશિયમ નાઈટ્રેટનું વધુ પ્રમાણ (જથ્થો) વાપરવાનું ટાળો (ન વાપરો).

(d) ઘન પદાર્થને સારી રીતે ઓગળવા દ્રાવણને હલાવો અને પછી તાપમાન નોંધો. વધારેપડતું હલાવવાનું ટાળો, કારણ કે ઘર્ષણને કારણે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરે.

(e) કૉપર સલ્ફેટનું વજન ચોકસાઈપૂર્વક કરો. કારણ કે તે સ્વભાવે ભેજગ્રાહી છે.

(f) બંને બીકર વચ્ચે ઉષ્મારોધન માટે કોટન વુલનો ઉપયોગ કરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) કેલરીમીટર અચળાંક પર્યાયનો અર્થ શું થાય છે ?

(ii) શા માટે $\Delta_{sol}H$ કેટલાક પદાર્થો માટે ઋણ છે, જ્યારે કેટલાક પદાર્થો માટે ધન છે ?

(iii) તાપમાનના વધારા સાથે $\Delta_{sol}H$ કેવી રીતે બદલાય છે ?

(iv) નિર્જળ કૉપર સલ્ફેટ અને સજળ કૉપર સલ્ફેટના સરખા જથ્થા માટે સરખા જથ્થાના દ્રાવકમાં એન્થાલ્પી ફેરફાર સરખો રહેશે કે અલગ હશે ? સમજાવો.

(v) કૉપર સલ્ફેટ અને પોટૅશિયમ નાઇટ્રેટની દ્રાવ્યતા તાપમાનના વધારા સાથે કેવી રીતે અસર પામશે ? સમજાવો.

પ્રયોગ 3.2

હેતુ :

પ્રબળ ઍસિડ (HCl)ની પ્રબળ બેઈઝ (NaOH) સાથેના તટસ્થીકરણની એન્થાલ્પી નક્કી કરવી.

સિદ્ધાંત :

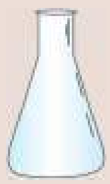
તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયામાં ઍસિડ દ્વારા મળતા $H^+(aq)$ની બેઈઝ દ્વારા મળતા $OH^-(aq)$ સાથેની સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા સમાવિષ્ટ છે. જેથી $H_2O(l)$નું સર્જન થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં બંધ રચનાની ધારણા હોવાથી આ પ્રક્રિયા હંમેશાં ઉષ્માક્ષેપક હોય છે. તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પીની વ્યાખ્યા આ પ્રમાણે આપી શકાય. ઍસિડ દ્વારા પૂરા પાડવામાં આવતા 1mol H^+ની બેઈઝ દ્વારા પૂરા પાડવામાં આવતા 1mol OH^- સાથે સંયોજાવાથી મુક્ત થતી ઉષ્માનો જથ્થો છે. આમ,

$$\underset{(\text{ઍસિડ})}{H^+(aq)} + \underset{(\text{બેઈઝ})}{OH^-(aq)} \rightarrow H_2O(l), \quad \Delta_{neut}H \text{ ઋણ છે.}$$

જ્યાં $\Delta_{neut}H$ તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પી તરીકે ઓળખાય છે.

જો ઍસિડ અને બેઈઝ બંને પ્રબળ હોય તો 1mol $H_2O(l)$ બનવા માટેની ઉષ્માનો જથ્થો નિશ્ચિત છે. જેમકે 57 $kJmol^{-1}$ ઉષ્મા મુક્ત થાય છે. જો ઍસિડ કે બેઈઝમાંથી ગમે તે એક નિર્બળ હોય અથવા બંને નિર્બળ હોય તો મુક્ત થતી ઉષ્માનો કેટલોક જથ્થો નિર્બળ ઍસિડ કે બેઈઝ અથવા બંનેના (જેવી પરિસ્થિતિ હોય તેવી) આયનીકરણ માટે વપરાય છે અને તેથી મુક્ત થતી ઉષ્મા 57 $kJmol^{-1}$થી ઓછી હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- બીકર (250 mL) : ત્રણ
- બીકર (500 mL) : એક
- થરમૉમિટર (110 °C) : એક
- કાચનો સળિયો : એક
- કોટન વુલ : જરૂર પ્રમાણે
- નાનો લાકડાનો બ્લૉક : એક
- કાર્ડબૉર્ડનો ટુકડો : એક
- વિલોડક (હલામણું) : એક
- કૅલરીમીટર : એક

- 1M HCl : 100 mL
- 1M NaOH : 100 mL

પદ્ધતિ :

A. કૅલરીમીટર અચળાંકનું નિર્ધારણ

પ્રયોગ 3.1 માં આપેલ વિગત પ્રમાણેની પદ્ધતિને અનુસરીને આ નક્કી કરી શકાય.

B. તટસ્થીકરણની એન્થાલ્પીનું નિર્ધારણ

(i) 100 mL 1.0M HCl દ્રાવણ કૅલરીમીટર (બીકર)માં લો અને તેને કાર્ડબૉર્ડ વડે ઢાંકી દો. બીજા 250 mL ગુંજાશવાળા બીકરમાં 1.0M NaOH દ્રાવણના 100 mL લો.

(ii) બંને દ્રાવણોના તાપમાન નોંધો. તે બંને સરખા જ હોવાની શક્યતા છે. ધારો કે તે t_1 °C છે.

(iii) 100 mL 1.0 M HCl દ્રાવણ ધરાવતા કૅલરીમીટરમાં 100 mL 1.0 M NaOHનું દ્રાવણ ઉમેરી દો.

(iv) દ્રાવણોને હલાવીને મિશ્ર કરો અને મિશ્રણનું અંતિમ તાપમાન માપો. ધારો કે તે t_2 °C છે.

નીચે પ્રમાણે તટસ્થીકરણ એન્થાલ્પીની ગણતરી કરો :

(i) મિશ્રણના તાપમાનનો વધારો નોંધો. જે આ કિસ્સામાં $(t_2 - t_1)$ °C છે.

(ii) નીચેનું સમીકરણ વાપરીને તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્માનો કુલ જથ્થો ગણો :

ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્મા = $(100 + 100 + W)\ (t_2 - t_1) \times 4.18$ J

(જ્યાં W કૅલરીમીટર અચળાંક છે.)

(iii) છેવટે 1M HCl ના 1000 mLનું 1M NaOHના 1000 mL વડે તટસ્થીકરણ કરતાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ગણો. આ જથ્થો તબક્કા (ii)માં મેળવેલ જથ્થાનો દસ ગણો થશે.

(iv) ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્માના જથ્થાને $kJmol^{-1}$ એકમમાં દર્શાવો.

પરિણામ :

હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણના સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ વડે તટસ્થીકરણનો એન્થાલ્પી ફેરફાર .... $kJmol^{-1}$.

સાવચેતીઓ :

(a) 0.1 °C સુધી અંશાંકન કરેલ થરમૉમિટરની મદદથી કાળજીપૂર્વક તાપમાન નોંધો.

(b) પ્રયોગ માટે લેવાના હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણના કદ કાળજીપૂર્વક માપો.

(c) બંને બીકર વચ્ચે યોગ્ય ઉષ્મારોધકનો ઉપયોગ કરવો.

(d) બિનજરૂરી અને વધુપડતું હલાવવાનું ટાળો જેથી ઘર્ષણથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા રોકી શકાય.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) શા માટે આપણે (1M) ઍસિડના 1000 mL ને (1 M) એકઍસિડિક (monoacidic) બેઈઝના 1000 mL વડે તટસ્થીકરણ માટે ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્માની ગણતરી કરીએ છીએ ?

(ii) પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝની તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્માની સરખામણીમાં ઍસિડ અથવા બેઈઝ બંનેમાંથી એક નિર્બળ હોય તો ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો જથ્થો શા માટે ઓછો હોય છે અને જ્યારે બંને નિર્બળ હોય ત્યારે તેનાથી પણ ઓછો હોય છે ?

(iii) શા માટે પ્રક્રિયા $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$
પ્રણાલીના તાપમાનમાં વધારા સાથે પુરોગામી દિશામાં આગળ વધે છે ?

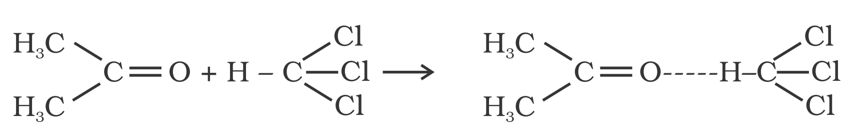
પ્રયોગ : 3.3

હેતુ :

એસિટોન અને ક્લૉરોફૉર્મ વચ્ચેની (હાઇડ્રૉજન બંધ નિર્માણ) પારસ્પરિક ક્રિયા માટે એન્થાલ્પી ફેરફાર નક્કી કરવો.

સિદ્ધાંત :

પ્રવાહી યુગ્મોનું મિશ્રણ કરતાં તે આદર્શ વર્તણૂકમાંથી વિચલન દર્શાવે છે. એસિટોન અને ક્લૉરોફૉર્મ બિનઆદર્શ પ્રવાહી યુગ્મ પ્રણાલી રચે છે. જે રાઉલ્ટના નિયમથી ઋણ વિચલન દર્શાવે છે. રાઉલ્ટના નિયમથી આ ઋણ વિચલન એમ સૂચવે છે કે બંને ઘટકો પ્રવાહી અવસ્થામાં મિશ્ર કરતાં હાઇડ્રૉજન બંધથી પ્રબળ રીતે જોડાયા છે. બીજી બાજુ - શુદ્ધ અવસ્થામાં માત્ર વાન્ ડર વાલ્સ બળો ક્લોરોફોર્મ તેમજ એસિટોનના અણુઓને સાથે રાખે છે. એસિટોનના અણુ અને ક્લોરોફૉર્મના અણુ વચ્ચે હાઇડ્રૉજન બંધન નીચે પ્રમાણે દર્શાવેલ છે :



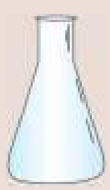
ક્લોરોફૉર્મ અને એસિટોન વચ્ચે હાઇડ્રૉજન બંધન

આ પ્રકમમાં એન્થાલ્પી ફેરફાર હાઇડ્રૉજન બંધની રચનાના કારણે થાય છે. એન્થાલ્પી ફેરફાર માત્રાત્મક ઉષ્માગતિકીય ગુણધર્મ છે. તેથી પ્રણાલીમાંથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા મિશ્ર થતાં પ્રવાહી ઘટકોના જથ્થા પર આધાર રાખે છે. આ જ કારણને લીધે ઉષ્મા ફેરફાર નિર્દિષ્ટ (specified) જથ્થા માટે રજૂ કરવામાં આવે છે. એટલા માટે 1 mol ક્લોરોફૉર્મ સાથે 1 mol એસિટોન મિશ્ર કરતાં થતો એન્થાલ્પી ફેરફાર રજૂ કરવામાં આવે છે.

(ΔH_1)		(ΔH_2)		(ΔH_3)		(ΔH_4)	
કૅલરીમીટર થરમૉમિટર અને વિલોડક (હલામણું) વડે મેળવેલ ઉષ્મા	+	ક્લૉરોફૉર્મનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	+	એસિટોનનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	+	પારસ્પરિક ક્રિયાનો એન્થાલ્પી ફેરફાર	= 0

$$(\Delta H_4) = -(\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3)$$

જરૂરી સામગ્રી :



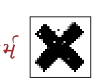
- બીકર (250 mL) : એક
- ઉત્કલન નળી : એક
- થરમૉમિટર (110 ^{0}C) : એક
- કોટનવુલ : જરૂર પ્રમાણે
- કાચનો સળિયો : એક
- અંકિત નળાકાર (250 mL) : એક
- કાર્ડબૉર્ડનો ટુકડો : એક
- વિલોડક (હલામણું) : એક

- ક્લૉરોફૉર્મ : 20 mL
- એસિટોન : 10 mL

પદ્ધતિ :

A. કૅલરીમીટર અચળાંકનું નિર્ધારણ

અગાઉના પ્રયોગોમાં આપેલી વિગતો પ્રમાણે આ નક્કી કરી શકાય છે; ફેરફાર એટલો જ છે કે અહીંયાં બીકરને બદલે ઉત્કલન નળી લેવાની હોય છે અને 100 mL પાણીને બદલે 8 mL ઠંડા અને 7.5 mL ગરમ પાણીનો ઉપયોગ કરી શકાય.

ક્લૉરોફૉર્મ 

એસિટોન