વિજ્ઞાન

ધોરણ IX

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

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

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

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

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

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

સમીક્ષા
ડૉ. આઈ. એમ ભટ્ટ
ડૉ. મયૂર સી. શાહ
શ્રી શૈલેષ એમ. સોલંકી
શ્રી જયસુખ બી. હરમાણી
શ્રી ધવલ બી. સોલંકી
શ્રી પાયલ એ. પંચાલ
શ્રી સમીર વખારિયા

ભાષાશુદ્ધિ
શ્રી વિજય ટી. પારેખ

સંયોજન
ડૉ. ચિરાગ એચ. પટેલ
(વિષય સંયોજક : ભૌતિક વિજ્ઞાન)

નિર્માણ-આયોજન
શ્રી આશિષ એચ. બોરીસાગર
(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 IX** ના **વિજ્ઞાન** વિષયના પાઠ્યપુસ્તકનો ગુજરાતીમાં અનુવાદ કરીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પાઠ્યપુસ્તકનો અનુવાદ તથા તેની સમીક્ષા નિષ્ણાત પ્રાધ્યાપકો અને શિક્ષકો પાસે કરાવવામાં આવ્યા છે અને સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારા-વધારા કર્યા પછી આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલા આ પાઠ્યપુસ્તકની મંજૂરી માટે એક સ્ટેટ લેવલની કમિટીની રચના કરવામાં આવી. આ કમિટીની સાથે NCERTના પ્રતિનિધિ તરીકે RIE, ભોપાલથી ઉપસ્થિત રહેલા નિષ્ણાતોની એક ત્રિદિવસીય કાર્યશિબીરનું આયોજન કરવામાં આવ્યું અને પાઠ્યપુસ્તકને અંતિમ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું. જેમાં, ડૉ. એસ. કે. મકવાણા (RIE, ભોપાલ), ડૉ. કલ્પના મસ્કી (RIE, ભોપાલ), ડૉ. મયૂર સી. શાહ, શ્રી મયુર એમ. રાવલ, શ્રી અરુણ ભીંડે અને શ્રી મેહુલ એ. પટેલ ઉપસ્થિત રહી પોતાના કીમતી સૂચનો અને માર્ગદર્શન પૂરા પાડ્યા છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે માન.અગ્રસચિવશ્રી (શિક્ષણ) દ્વારા અંગત રસ લઈને જરૂરી માર્ગદર્શન આપવામાં આવ્યું છે. આ પાઠ્યપુસ્તકની ચકાસણી શિક્ષણ વિભાગના વર્ગ 1 અને વર્ગ 2ના જે-તે વિષય જાણતા અધિકારીશ્રીઓ દ્વારા પણ કરાવવામાં આવી છે. મંડળ દ્વારા પૂરતી કાળજી લેવામાં આવી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

NCERT, નવી દિલ્હીના સહકાર બદલ તેમના આભારી છીએ.

ડૉ. એમ. આઈ. જોષી — નિયામક

ડૉ. નીતિન પેથાણી — કાર્યવાહક પ્રમુખ

તા.

ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ :

પ્રકાશક: ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સૅક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી ડૉ. એમ. આઈ. જોષી, નિયામક

મુદ્રક :

Foreword

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

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

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

space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development team responsible for this book. We wish to thank the Chairman of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor Rupamanjari Ghosh, School of Physical Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to them and their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairmanship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 December 2005

Textbook Development Committee

Chairman, Advisory Group for textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor,* Chairman, Advisory Committee Inter University Centre for Astronomy & Astrophysics (IUCCA), Ganeshbhind, Pune University, Pune

Chief Advisor

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

Members

Anjni Koul, *Lecturer*, Department of Education in Science and Mathematics (DESM), NCERT, New Delhi

Anupam Pachauri, 1317, Sector 37, Faridabad, Haryana

Anuradha Gulati, *TGT,* CRPF Public School, Rohini, Delhi

Asfa M. Yasin, *Reader*, Pandit Sunderlal Sharma Central Institute of Vocational Education, NCERT, Bhopal

Charu Maini, *PGT*, DAV School, Sector 14, Gurgaon, Haryana

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

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

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

Madhuri Mahapatra, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhubaneswar, Orissa

Puran Chand, *Jt. Director*, Central Institute of Educational Technology, NCERT, New Delhi

S.C. Jain, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

Sujatha G.D., *Assistant Mistress*, V.V.S. Sardar Patel High School, Rajaji Nagar, Bangalore

S.K. Dash, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Seshu Lavania, *Reader*, Department of Botany, University of Lucknow, Lucknow

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

Sukhvir Singh, *Reader*, DESM, Regional Institute of Education, Ajmer, Rajasthan

Uma Sudhir, Eklavya, Indore

Member-Coordinator

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

ACKNOWLEDGEMENTS

The National Council of Educational Research and Training is grateful to the members of the Textbook Development Team, whose names are given separately, for their contribution in the development of the Science textbook for Class IX. The Council also gratefully acknowledges the contribution of the participating members of the Review Workshop in the finalisation of the book: P.K. Bhattacharya, *Professor*, DESM, NCERT; Anita Julka, *Reader*, DEGSN, NCERT; Tausif Ahmad, *PGT*, New Era Sr. Sec. School, New Delhi; Samarketu, *PGT* in Physics, JNV, MESRA, Ranchi; Meenakshi Sharma, *PGT* in Biology, SVEM, Ankleshwar, Gujarat; Raji Kamlasanan, *PGT* in Biology, DTEA SNSU School, R.K. Puram, New Delhi; Meenambika Menon, *TGT* in Science, Cambridge School, Noida; Lalit Gupta, *TGT* in Science, Govt. Boys Sr. Sec. School No. 2, Uttam Nagar, New Delhi; Manoj Kumar Gupta, *Lecturer* in Chemistry, Mukherji Memorial Sr. Sec. School, Shahdara, Delhi; Vijay Kumar, *Vice-Principal*, Govt. Sarvodaya, Co. Edu. Sr. Sec. School, Anand Vihar, Delhi; Kanhaya Lal, *Principal* (Retd.), Deptt. of Education, GNCT of Delhi, Delhi; K.B. Gupta, *Professor* (Retd.), NCERT, New Delhi; Kuldeep Singh, *TGT* in Science, JNV, Meerut; R.A. Goel, *Principal* (Retd.), Delhi; Sumit Kumar Bhatnagar, Department of Education, GNCT of Delhi, Delhi.

Acknowledgements are due to M. Chandra, *Professor and Head*, Department of Education in Science and Mathematics, NCERT, New Delhi for providing all academic and administrative support.

The Council also gratefully acknowledges the support provided by the APC Office of DESM, administrative staff of DESM; Deepak Kapoor, *Incharge* Computer Centre, DESM; Saima, *DTP Operator*; Mohd. Qamar Tabrez, *Copy Editor*; Mathew John and Randhir Thakur, *Proof Readers*. The efforts of the Publication Department, NCERT are also highly appreciated.

અનુક્રમણિકા

	FOREWORD	*iii*
પ્રકરણ 1	આપણી આસપાસમાં દ્રવ્ય	1
પ્રકરણ 2	આપણી આસપાસનાં દ્રવ્યો શુદ્ધ છે ?	14
પ્રકરણ 3	પરમાણુઓ અને અણુઓ	31
પ્રકરણ 4	પરમાણુનું બંધારણ	46
પ્રકરણ 5	સજીવનો પાયાનો એકમ	57
પ્રકરણ 6	પેશીઓ	68
પ્રકરણ 7	સજીવોમાં વિવિધતા	80
પ્રકરણ 8	ગતિ	98
પ્રકરણ 9	બળ તથા ગતિના નિયમો	114
પ્રકરણ 10	ગુરુત્વાકર્ષણ	131
પ્રકરણ 11	કાર્ય અને ઊર્જા	146
પ્રકરણ12	ધ્વનિ	160
પ્રકરણ 13	આપણે શા માટે માંદાં પડીએ છીએ ?	176
પ્રકરણ 14	નૈસર્ગિક સ્રોતો	189
પ્રકરણ 15	અન્નસ્રોતોમાં સુધારણા	203
	જવાબો	216 - 218

આપણું રાષ્ટ્રગીત

જન-ગણ-મન અધિનાયક જય હે,
ભારત ભાગ્ય વિધાતા.
પંજાબ સિંધ ગુજરાત મરાઠા
દ્રાવિડ ઉત્કલ બંગા
વિંધ્ય હિમાચલ યમુના ગંગા
ઉચ્છલ જલધિ તરંગા
તવ શુભ નામે જાગે,
તવ શુભ આશિષ માગે.
ગાહે તવ જય ગાથા.
જન-ગણ-મંગલદાયક જય હે
ભારત ભાગ્ય વિધાતા.
જય હે, જય હે, જય હે,
જય જય જય, જય હે.

આપણું રાષ્ટ્રગીત મૂળભૂતરૂપે બંગાળી ભાષામાં શ્રી રવિન્દ્રનાથ ટાગોર દ્વારા રચાયેલ હતું, જેના હિન્દી રૂપાંતરણને સંસદીય સભામાં તા. 24 જાન્યુઆરી, 1950ના રોજ રાષ્ટ્રગીત તરીકે સ્વીકૃતિ મળેલ છે.

Quest for Truth

True education is that which helps us to know the atman, our true self, God and Truth. To acquire this knowledge, some persons may feel the need for a study of literature, some for a study of physical sciences and some others for art. But every branch of knowledge should have as its goal, knowledge of the self. That is so in the Ashram. We carry on numerous activities with that aim in view. All of them are, in my sense of the term, true education. Those activities can also be carried on without any reference to the goal of knowledge of the self. When they are so carried on, they may serve as a means of livelihood or of something else, but they are not education. In an activity carried on as education, a proper understanding of its meaning, devotion to duty and the spirit of service are necessary. The first necessarily brings about development of the intellect. In doing any piece of work, however small, we should be inspired by a holy aim and, while doing it, we should try to understand the purpose which it will serve and the scientific method of doing it. There is a science of every type of work — whether it be cooking, sanitation, carpentry or spinning. Everybody who does his work with the attitude of a student knows its science or discovers it.

— From a microfilm of the Gujarati:
M.M.U./II, 10 July 1932 (CW 50, p. 182)

...We are living in the midst of death, tying to grope our way to Truth. Perhaps it is as well that we are beset with danger at every point in our life, for, inspite of our knowledge of the danger and of our precarious existence, our indifference to the source of all life is excelled only by our amazing arrogance.

....My intellect rebels against the destruction of any life in any shape whatsoever. But my heart is not strong enough to befriend these creatures, which, experience has shown, are destructive. The language of convincing confidence, which comes from actual experience, fails me, and it will continue to do so, so long as I am cowardly enough to fear snakes, tigers and the like.

— *(YI,* 17 July 1927, *p. 222)*

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

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

JUSTICE, social, economic and political;

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

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

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

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

---

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

પ્રકરણ 1

આપણી આસપાસમાં દ્રવ્ય (Matter In Our Surroundings)

આપણી આસપાસ (ચોપાસ) નજર કરીએ, તો જુદાં-જુદાં આકાર, કદ અને બનાવટો ધરાવતી વિવિધ વસ્તુઓ જોઈ શકાય છે. બ્રહ્માંડ (universe)ની દરેક વસ્તુ જે સામગ્રીમાંથી બનેલી છે, તેને વૈજ્ઞાનિકોએ 'દ્રવ્ય' (matter) નામ આપેલું છે. આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ તે હવા, જે ખોરાક આપણે ખાઈએ છીએ, પથ્થરો, વાદળો, તારાઓ, છોડવાઓ તેમજ પ્રાણીઓ, એટલું જ નહિ પરંતુ પાણીનું એક ટીપું અથવા રેતીનો એક કણ, આ દરેક વસ્તુ દ્રવ્ય છે. જોવાવાળી વાત તો એ છે કે, ઉપર દર્શાવેલી તમામ વસ્તુઓ જગ્યા રોકે છે અને દળ ધરાવે છે, બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો તે દરેક વસ્તુ દળ* તેમજ કદ** ધરાવે છે.

પ્રાચીન કાળથી મનુષ્ય પોતાની આસપાસ (ચોપાસ)ની વસ્તુઓને સમજવાનો પ્રયત્ન કરતો આવ્યો છે. ભારતના પ્રાચીન તત્ત્વ-જ્ઞાનીઓએ પદાર્થને પાંચ મૂળભૂત તત્ત્વોમાં વર્ગીકૃત કરેલ છે. જેને પંચતત્ત્વ તરીકે ઓળખવામાં આવ્યા. આ પંચતત્ત્વ - વાયુ, પૃથ્વી, અગ્નિ, આકાશ અને પાણી છે. તેઓના મત મુજબ દરેક સજીવ કે નિર્જીવ વસ્તુ આ પાંચ મૂળભૂત તત્ત્વોની બનેલી છે. તે સમયના ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાનીઓએ પણ પદાર્થને આ જ પ્રકારે વર્ગીકૃત કર્યુ હતું.

આધુનિક વૈજ્ઞાનિકોએ દ્રવ્યના ભૌતિક ગુણધર્મો અને રાસાયણિક સ્વભાવ (પ્રકૃતિ)ના આધારે તેનું બે પ્રકારમાં વર્ગીકરણ વિકસાવેલ છે.

આ પ્રકરણમાં આપણે દ્રવ્યના ભૌતિક ગુણધર્મોને આધારે તેનો અભ્યાસ કરીશું. દ્રવ્યનાં રાસાયણિક પાસાંઓનો અભ્યાસ આગામી પ્રકરણોમાં કરીશું.

1.1 દ્રવ્યનો ભૌતિક સ્વભાવ (પ્રકૃતિ) (Physical Nature of Matter)

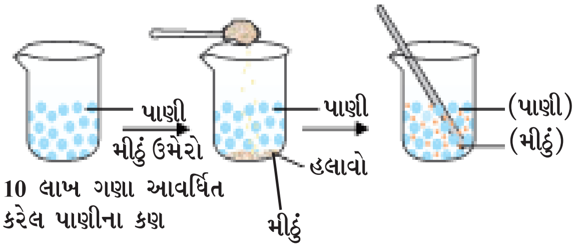
1.1.1 દ્રવ્ય કણોનું બનેલું છે (Matter is made up of particles)

ઘણા લાંબા સમયથી વૈજ્ઞાનિકોના સમૂહો (Schools) એ દ્રવ્ય વિશે બે વિચારધારાઓ રજૂ કરેલી છે. એક સમૂહ એમ માનતો હતો કે, દ્રવ્ય લાકડાના ટુકડાની જેમ સતત (Continuous) છે જ્યારે બીજો સમૂહ એમ માનતો હતો કે, દ્રવ્ય રેતીના કણની માફક નાના-નાના કણોનો બનેલો છે. હવે આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ વડે દ્રવ્યના સ્વભાવની બાબતનો નિર્ણય કરીશું કે તે સતત છે કે કણોનો બનેલો છે ?

પ્રવૃત્તિ 1.1

- 100 mLનું એક બીકર લો.
- તેને પાણીથી અડધું ભરીને તેમાં પાણીના સ્તર પર નિશાન કરો.
- તેમાં થોડી ખાંડ/મીઠું નાખીને કાચના સળિયા (Glass Rod) વડે હલાવીને ઓગાળો.
- પાણીના સ્તરમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે કે નહિ તેનું અવલોકન કરો.
- તમારા મત મુજબ ઓગળેલ ખાંડ/મીઠાનું શું થયું હશે ?
- તે ક્યાં અદ્રશ્ય થઈ ગયા ?
- પાણીના સ્તરમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?

આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા માટે આપણે દ્રવ્ય એ કણોનું બનેલું છે, તે વિચારની જરૂર પડશે.
ચમચીમાં શું છે, મીઠું કે ખાંડ કે જે હવે સમગ્ર પાણીમાં ઓગળી ગયેલ છે. જે આકૃતિ 1.1 માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 1.1 : જ્યારે આપણે મીઠાને પાણીમાં ઓગાળીએ છીએ ત્યારે પાણીના કણો વચ્ચેનાં ખાલી સ્થાનોમાં મીઠાના કણો સમાઈ (ગોઠવાઈ) જાય છે.

1.1.2 દ્રવ્યના આ કણો કેટલા સૂક્ષ્મ હોય છે ? (How small are these particles of matter ?)

પ્રવૃત્તિ 1.2

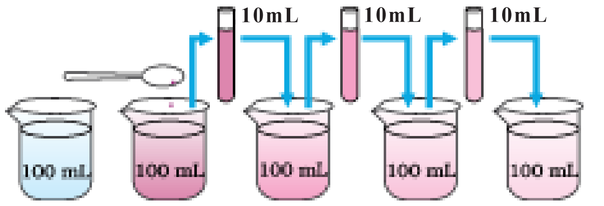
- પૉટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટ ($KMnO_4$) સ્ફટિકના બે-ત્રણ કણ લઈ તેને 100 mL પાણીમાં ઓગાળો.

---

* દળનો SI એકમ કિલોગ્રામ (kg) છે.

** કદનો SI એકમ ઘન મીટર (m^3) છે. કદ માપવા માટે સામાન્ય રીતે વપરાતો એકમ લિટર (L) છે.
$1L = 1dm^3$, $1mL = 1cm^3$, $1L = 1000\ mL$, $1m^3 = 1000L$

- આ દ્રાવણમાંથી આશરે 10 mL દ્રાવણ લઈ તેને 90 mL શુદ્ધ પાણીમાં ઉમેરો.
- આ રીતે બનેલા દ્રાવણમાંથી 10 mL દ્રાવણ લઈ તેને ફરી વાર 90 mL શુદ્ધ પાણીમાં ઉમેરો.
- આ જ પ્રકારે દ્રાવણને પાંચથી આઠ વખત મંદ બનાવો.
- શું હજી પાણી રંગીન રહે છે ?



આકૃતિ 1.2 : દ્રવ્યના કણો કેટલા નાના (સૂક્ષ્મ) છે તેનું અનુમાન કરો. દરેક મંદન વખતે દ્રાવણનો રંગ આછો થતો જાય છે છતાં તે દ્રાવણ રંગીન દેખાય છે.

આ પ્રયોગ દર્શાવે છે કે, પૉટૅશિયમ પરમેન્ગેનેટ સ્ફટિકના થોડા જ કણો પાણીના મોટા કદના જથ્થાને (1000 L) રંગીન બનાવે છે. આમ, આપણે એવો નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ છીએ કે પૉટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટ સ્ફટિકના એક કણમાં ઘણા નાના કણો રહેલા છે, જે વધુ ને વધુ નાના કણોમાં વિભાજિત થયા કરે છે.

પૉટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટને બદલે ડેટોલનું 2 mL દ્રાવણ લઈ આ જ પ્રકારની પ્રવૃત્તિ કરી શકાય છે. તે દ્રાવણને વારંવાર મંદ કરવા છતાં ડેટોલની વાસ (smell) આવ્યા કરે છે.

> દ્રવ્યના કણો અતિસૂક્ષ્મ છે. આટલા સૂક્ષ્મ કણો આપણી કલ્પના બહારના છે !!!!

1.2 દ્રવ્યના કણોની લાક્ષણિકતા (Characteristics of Particles of Matter)

1.2.1 દ્રવ્યના કણો વચ્ચે ખાલી સ્થાનો (અવકાશ) રહેલાં હોય છે (Particles of matter have space between them)

પ્રવૃત્તિ 1.1 અને 1.2માં આપણે જોયું કે ખાંડ, મીઠું, ડેટોલ કે પૉટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટના કણો પાણીમાં એક સરખા પ્રમાણમાં વહેંચાય છે. તે જ રીતે જ્યારે આપણે ચા, કૉફી કે લીંબુ-પાણી બનાવીએ ત્યારે એક પ્રકારના દ્રવ્યના કણો બીજા પ્રકારના દ્રવ્યના કણો વચ્ચેનાં સ્થાનો (અવકાશ)માં ગોઠવાય છે, તે દર્શાવે છે કે દ્રવ્યના કણો વચ્ચે અવકાશ હોય છે.

1.2.2 દ્રવ્યના કણો સતત ગતિશીલ હોય છે. (Particles of matter are continuously moving)

પ્રવૃત્તિ ______ 1.3

- તમારા વર્ગના કોઈ એક ખૂણામાં સળગાવ્યાં વગરની અગરબત્તી મૂકો. તેની સુગંધ લેવા માટે તમારે તેની કેટલા નજીક જવું પડે ?
- હવે આ અગરબત્તીને સળગાવો. શું થશે ? શું દૂરથી આપણને તેની સુગંધ મળે છે ?
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.

પ્રવૃત્તિ ______ 1.4

- પાણીથી ભરેલા બે બીકર લો.
- ભૂરી/લાલ શાહીનું એક ટીપું પ્રથમ બીકરની દીવાલ બાજુથી ધ્યાન પૂર્વક અને ધીમેથી ઉમેરો. બીજા બીકરમાં તે જ પ્રકારે મધનું એક ટીપું ઉમેરો.
- તે બંને બીકરમાંના દ્રાવણને તમારા ઘર અથવા વર્ગના કોઈ એક ખૂણામાં હલાવ્યા વિના રાખી મૂકો.
- તમારાં અવલોકનો નોંધો.
- શાહીનું ટીપું ઉમેર્યા પછી તરત જ તમે શું અવલોકન કર્યું ?
- મધનું ટીપું ઉમેર્યા પછી તરત જ તમે શું અવલોકન કર્યું ?
- શાહીના રંગને એકસમાન રીતે પાણીમાં ફેલાતાં/પ્રસરતાં કેટલા કલાક અથવા દિવસ લાગે છે ?

પ્રવૃત્તિ ______ 1.5

- ગરમ પાણી-ભરેલા એક પાત્રમાં તથા ઠંડા પાણી ભરેલા બીજા પાત્રમાં કૉપર સલ્ફેટ ($CuSO_4$) અથવા પૉટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટ ($KMnO_4$) સ્ફટિકનો એક કણ ઉમેરી તેને એક બાજુ રાખી મૂકો. દ્રાવણને હલાવશો નહિ. સ્ફટિકને તળિયે બેસવા દો.
- પાત્રમાં ઘન સ્ફટિક કણ (Crystal)ની બરાબર ઉપરના ભાગમાં શું દેખાય છે ?
- સમય પસાર થતાં શું થાય છે ?
- તેના દ્વારા ઘન અને પ્રવાહી કણો વિશે શો ખ્યાલ આવે છે ?
- શું તાપમાન બદલાતાં મિશ્ર થવાનો દર બદલાય છે ? શા માટે અને કેવી રીતે ?

ઉપર્યુક્ત ત્રણ પ્રવૃત્તિઓ (1.3, 1.4 અને 1.5)ના આધારે આપણે નીચે પ્રમાણેનાં તારણ પર પહોંચી શકીએ.

દ્રવ્યના કણો સતત ગતિશીલ હોય છે. એટલે કે તે ગતિ ઊર્જા ધરાવે છે. તાપમાન વધતાં દ્રવ્યના કણોની ગતિ વધે છે. જેથી આપણે કહી શકીએ કે, તાપમાન વધતાં કણોની ગતિ ઊર્જા વધે છે.

ઉપર્યુક્ત ત્રણેય પ્રવૃત્તિઓમાં આપણે જોયું કે, દ્રવ્યના કણો એકબીજામાં આંતરમિશ્રિત થયેલા હોય છે. કારણ કે, એક દ્રવ્યના કણો વચ્ચેનાં અવકાશમાં બીજા દ્રવ્યના કણો ગોઠવાય છે અને સમાન રીતે મિશ્ર થાય છે. આ પ્રકારે બે જુદા-જુદા પ્રકારનાં દ્રવ્યના કણોની એકબીજામાં આંતરમિશ્ર થવાની ઘટનાને પ્રસરણ (Diffusion) કહે છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, તાપમાન વધતા પ્રસરણ વધુ ઝડપી બને છે. આવું શા માટે થાય છે ?

1.2.3 દ્રવ્યના કણો એકબીજાને આકર્ષે છે. (Particles of Matter Attract Each Other)

પ્રવૃત્તિ 1.6

- આ રમતને કોઈ મેદાનમાં રમો. નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચાર જૂથ બનાવી માનવસાંકળ રચો.
- પ્રથમ જૂથ ઈદુ મિશ્મી નૃત્યકારની માફક એકબીજાને પાછળની બાજુએથી હાથ પરોવી પકડી લેશે. (આકૃતિ 1.3)

આકૃતિ 1.3

- બીજું જૂથ એકબીજાના હાથ પકડીને માનવસાંકળ રચશે.
- ત્રીજું જૂથ એકબીજા સાથે માત્ર આંગળીનાં ટેરવાના સ્પર્શથી માનવસાંકળ રચશે.
- ચોથું જૂથ આ ત્રણેય જૂથમાં રચાયેલી સાંકળોને એક પછી એક તોડીને શક્ય તેટલાં નાનાં જૂથ બનાવવાનો પ્રયત્ન કરશે.
- કયું જૂથ સરળતાથી તૂટ્યું હશે ? શા માટે ?
- જો આપણે દરેક વિદ્યાર્થીને દ્રવ્યના કણ તરીકે ગણીએ તો, કયા જૂથમાં દ્રવ્યના કણો એકબીજાને મહત્તમ બળથી જકડી રાખે છે ?

પ્રવૃત્તિ 1.7

- એક લોખંડની ખીલી, ચૉકનો ટુકડો અને રબર બેન્ડ લો.
- તેને હથોડી વડે પ્રહાર કરીને, કાપીને અથવા ખેંચીને તોડવાનો પ્રયાસ કરો.
- ઉપર્યુક્ત ત્રણેય પદાર્થો પૈકી શેમાં કણો એકબીજા સાથે પ્રબળ બળથી જકડાયેલા હશે ?

પ્રવૃત્તિ 1.8

- પાણીનો નળ ખોલીને આંગળી વડે પાણીના પ્રવાહને અટકાવવાનો પ્રયત્ન કરો.
- શું પાણીનો પ્રવાહ આ રીતે અટકાવી શકાય છે ?
- શા માટે પાણીનો પ્રવાહ અટકાવી શકાતો નથી ?

ઉપર્યુક્ત ત્રણેય પ્રવૃત્તિઓ (1.6, 1.7 અને 1.8) સૂચવે છે કે દ્રવ્યના કણો વચ્ચે એક બળ કાર્યરત હોય છે. આ બળ કણોને એકબીજા સાથે જકડી રાખે છે. દ્રવ્યના કણો વચ્ચેનું આ પ્રકારનું આકર્ષણ બળ એક કરતાં બીજા દ્રવ્યમાં અલગ-અલગ હોય છે.

પ્રશ્નો :

1. નીચેના પૈકી ક્યાં દ્રવ્યો છે ?
   ખુરશી, હવા, પ્રેમ, સુગંધ, ધિક્કાર, બદામ, વિચાર, ઠંડી, ઠંડું પીણું, અત્તરની સુગંધ
2. નીચેનાં અવલોકનો માટેનાં કારણો આપો :
   ગરમ ખોરાકની સોડમ (વાસ) થોડા મીટર દૂર સુધી પણ આવે છે. જ્યારે ઠંડા થઈ ગયેલા ખોરાકની સોડમ (વાસ) લેવા માટે તેની વધુ નજીક જવું પડે છે.
3. તરવૈયો સ્વીમિંગ પુલમાં પાણીના પ્રવાહને કાપીને આગળ વધી શકે છે. અહીં દ્રવ્યનો કયો ગુણધર્મ જોવા મળે છે ?
4. દ્રવ્યના કણોમાં કયા પ્રકારની લાક્ષણિકતાઓ હોય છે ?

1.3 દ્રવ્યની અવસ્થાઓ (States of Matter)

તમારી ચોપાસનાં દ્રવ્યોનું ધ્યાનથી અવલોકન કરો. તે કઈ જુદી-જુદી અવસ્થાઓ ધરાવે છે ? આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, આપણી આસપાસનાં દ્રવ્યો ત્રણ જુદી-જુદી અવસ્થાઓ ધરાવે છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ. દ્રવ્યના કણોની લાક્ષણિકતાઓ જુદી-જુદી હોવાનાં કારણે દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થાઓ ઉદ્ભવે છે.

હવે આપણે દ્રવ્યની ત્રણેય અવસ્થાઓના ગુણધર્મો વિશે વિસ્તૃત ચર્ચા કરીશું.

1.3.1 ઘન-અવસ્થા (The solid state)

પ્રવૃત્તિ 1.9

- નીચે દર્શાવેલ વસ્તુઓ એકઠી કરો :
  પેન, પુસ્તક, સોય અને દોરીનો ટુકડો
- ઉપર્યુક્ત વસ્તુઓને કોરા કાગળ પર મૂકી તેની ફરતે પેન્સિલ ફેરવી તેના આકારનું રેખાચિત્ર બનાવો.
- શું આ તમામ વસ્તુઓને ચોક્કસ આકાર, ચોક્કસ સીમાઓ અને ચોક્કસ કદ હોય છે ?
- તેઓને હથોડી વડે ટીપવાથી કે તેઓને ખેંચવાથી કે નીચે પાડવાથી શું થાય છે ?
- શું આ તમામ વસ્તુઓનું એકબીજામાં પ્રસરણ શક્ય છે ?
- બળ લગાવીને આ વસ્તુઓને સંકોચવાનો, દબાવવાનો પ્રયાસ કરો. શું તેનું સંકોચન થઈ શકે છે ?

ઉપર્યુક્ત તમામ ઉદાહરણ ઘન પદાર્થના છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે આ દરેક વસ્તુને ચોક્કસ આકાર, નિશ્ચિત સીમાઓ અને ચોક્કસ કદ છે. એટલે કે અવગણી શકાય તેવું (નગણ્ય) સંકોચન છે. ઘન પદાર્થ પર બાહ્ય બળ લગાવવા છતાં તે પોતાનો મૂળભૂત આકાર જાળવી રાખે છે. ઘન પદાર્થ પર બળ લગાવતાં તે તૂટી શકે; પરંતુ તેના આકારમાં ફેરફાર થવો મુશ્કેલ છે. તેથી જ તે દૃઢ (Rigid) હોય છે.

નીચે દર્શાવેલ વિધાનો ધ્યાનમાં લો :

(અ) રબરબૅન્ડ (રબરની રિંગ) વિશે શું માની શકાય ? શું ખેંચાણ આપીને તેના આકારમાં ફેરફાર કરી શકાય છે ? શું તે ઘન છે ?

(બ) મીઠું અને ખાંડને જુદા-જુદા આકાર ધરાવતાં પાત્રોમાં ભરવાથી તેમનો આકાર પણ પાત્રના આકાર જેવો થઈ શકે છે ? શું તેઓ ઘન છે ?

(ક) વાદળી (Sponge) શું છે ? તે ઘન છે છતાં તેનું સંકોચન કરી શકાય છે. શા માટે ?

આ તમામ ઘન છે, કારણ કે,

- બાહ્ય બળ લગાવતાં રબરબૅન્ડનો આકાર બદલાય છે અને બાહ્ય બળ દૂર કરતાં તે પુનઃ પોતાનો મૂળ આકાર ધારણ કરે છે. અતિશય બળ લગાવવાથી રબરબૅન્ડ તૂટી જાય છે.
- મીઠું અને ખાંડને આપણા હાથમાં રાખીએ કે પછી કોઈ રકાબી (Dish) કે બરણી (Jar)માં રાખીએ તો પણ તેના સ્ફટિકોના આકાર બદલાતા નથી.
- વાદળી (Sponge)માં ખૂબ જ નાનાં છિદ્રો હોય છે. જેમાં હવા ભરાયેલી હોય છે, જ્યારે આપણે તેને દબાવીએ છીએ ત્યારે તેમાંથી હવા બહાર નીકળે છે, જેને કારણે તેનું સંકોચન થાય છે.

1.3.2 પ્રવાહી-અવસ્થા (The liquid state)

પ્રવૃત્તિ 1.10

- નીચે દર્શાવેલી વસ્તુઓ એકઠી કરો :
  (અ) પાણી, ખોરાક રાંધવાનું તેલ, દૂધ, જ્યુસ (રસ) અને ઠંડું પીણું
  (બ) પ્રયોગશાળામાં માપન નળાકાર (Measuring Cylinder)ની મદદથી જુદા-જુદા આકારનાં પાત્રો (વાસણો)માં 50 mL કદ પર નિશાન કરો.
- આ પ્રવાહીઓને ભોંયતળિયે ઢોળી દેવાથી શું થશે ?
- કોઈ એક પ્રવાહીનું 50 mL કદ લઈ જુદાં-જુદાં પાત્રોમાં એક પછી એક ભરો. શું દરેક વખતે તેનું કદ સમાન રહે છે ?
- શું પ્રવાહીનો આકાર એકસમાન જળવાઈ રહે છે ?
- પ્રવાહીને એક પાત્રમાંથી બીજા પાત્રમાં રેડતાં તે સરળતાથી વહન પામે છે ?

આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે પ્રવાહીને નિશ્ચિત આકાર હોતો નથી; પરંતુ તે નિશ્ચિત કદ ધરાવે છે. તેને જે પાત્રમાં ભરવામાં આવે તે પાત્ર જેવો આકાર ધારણ કરે છે. પ્રવાહીમાં વહનશીલતાનો ગુણ છે, તેથી જ તેનો આકાર બદલાય છે, એટલે જ પ્રવાહી સખત નહિ પરંતુ તરલ હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 1.4 અને 1.5ના સંદર્ભમાં આપણે જોયું કે, ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થોનું પ્રવાહીમાં પ્રસરણ (diffusion) સંભવી શકે છે. વાતાવરણના વાયુઓ પાણીમાં પ્રસરણ પામીને ઓગળે છે. આ વાયુઓ ખાસ કરીને ઑક્સિજન (O_2) અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2) જળચર પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ ના અસ્તિત્વ માટે આવશ્યક હોય છે.

દરેક સજીવને પોતાના અસ્તિત્વ માટે શ્વાસ લેવો જરૂરી છે. દરેક જળચર પ્રાણી પાણીમાં ઓગળેલા ઑક્સિજનને શ્વાસ તરીકે લે છે. આ ઉપરથી આપણે એ નિષ્કર્ષ પર પહોંચી શકીએ છીએ કે, ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ એમ ત્રણેયનું પ્રસરણ પ્રવાહીમાં શક્ય છે. ઘનની સરખામણીમાં પ્રવાહીનો પ્રસરણ દર વધુ હોય

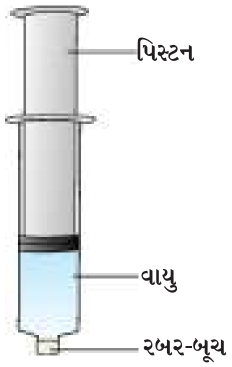
છે. એવું એટલા માટે થાય છે કે, પ્રવાહી-અવસ્થામાં દ્રવ્યના કણો સ્વતંત્ર રૂપે ગતિ કરે છે અને ઘનની સાપેક્ષે પ્રવાહીના કણો વચ્ચે ખાલી અવકાશ વધુ હોય છે, એટલે કે ઘનની સરખામણીમાં પ્રવાહીના કણો વધુ દૃઢ ન હોવાથી છૂટા છવાયા ગોઠવાય છે.

1.3.3 વાયુ અવસ્થા (The gaseous state)

તમે ક્યારેય ગૅસ (Gas)ના ફુગ્ગાવાળાને જોયો, છે કે જે ગૅસના એક જ સિલિન્ડરમાંથી ઘણા બધા ફુગ્ગામાં ગેસ ભરે છે ? તેને પૂછીને જાણો કે એક જ સિલિન્ડરથી તે કેટલા ફુગ્ગામાં ગેસ ભરે છે ? તેને પૂછો કે સિલિન્ડરમાં કયો ગૅસ ભરેલો છે ?

પ્રવૃત્તિ ______ 1.11

- 100 mLની ત્રણ સિરિંજ લો અને તેના શીર્ષ (અગ્ર ભાગ)ને રબરના બૂચથી બંધ કરી દો. (આકૃતિ 1.4 માં દર્શાવ્યા મુજબ)
- દરેક સિરિંજના પિસ્ટનને દૂર કરો.
- પ્રથમ સિરિંજમાં હવા રહેવા દો, બીજીમાં પાણી અને ત્રીજીમાં ચૉકના ટુકડા ભરો.
- પિસ્ટનને ફરીથી સિરિંજમાં ભરાવો. સિરિંજના પિસ્ટનની ગતિશીલતા સરળ બનાવવા માટે તેની સપાટી પર થોડી પેટ્રોલિયમ જેલી (વૅસેલાઇન) લગાવો.
- દરેક પિસ્ટનને સિરિંજમાં નાખીને દબાવવાનો પ્રયત્ન કરો.



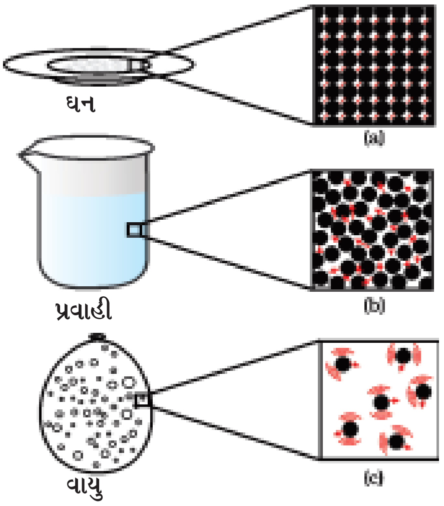
આકૃતિ 1.4

- તમે શું જોયું ? કઈ સ્થિતિમાં પિસ્ટન સહેલાઈથી સિરિંજમાં જઈ શકે છે ?
- તમારાં અવલોકન પરથી તમે શું તારણ નક્કી કર્યું ?

આપણે જોયું કે ઘન તેમજ પ્રવાહીની તુલનામાં વાયુનું સંકોચન (Compression) ઘણી વધુ માત્રામાં થાય છે. આપણા ઘરમાં ખોરાક રાંધવા માટે વપરાતો પ્રવાહીકૃત પેટ્રોલિયમ વાયુ (Liquified Petroleum gas) (LPG) અથવા તો હૉસ્પિટલોમાં વપરાતા ઑક્સિજન સિલિન્ડરમાં સંકોચિત વાયુ હોય છે. આજ-કાલ વાહનોમાં ઈંધણ (બળતણ) તરીકે સંકોચિત કુદરતી વાયુ (Compressed Natural Gas) (CNG) નો ઉપયોગ થાય છે. સંકોચનીયતા પ્રમાણમાં વધુ હોવાને કારણે વાયુના અતિશય વધુ કદને ઓછા કદ ધરાવતા સિલિન્ડરમાં સંકોચિત કરી શકાય છે અને આસાનીથી એક સ્થળેથી બીજા સ્થળે લઈ જઈ શકાય છે.

આપણી નાસિકાઓનાં છિદ્રો (Nostrils) સુધી પહોંચી શકતી સોડમ (Smell) ને કારણે રસોઈ ઘરમાં પ્રવેશ કર્યા સિવાય આપણે જાણી શકીએ છીએ કે, રસોઈઘરમાં શેની રસોઈ થઈ રહી છે ? આ સોડમ આપણા સુધી કેવી રીતે પહોંચે છે ? ખોરાકની સોડમના કણો હવામાં ભળી જાય છે અને હવામાં ફેલાઈને રસોઈઘરથી આપણા સુધી પહોંચે છે. આ સોડમના કણો હજી વધુ દૂર પણ જઈ શકે છે. રાંધેલા ગરમ ખોરાકની સોડમ આપણી પાસે થોડી જ ક્ષણોમાં પહોંચી જાય છે, તેની ઘન તેમજ પ્રવાહીના કણોના પ્રસરણ સાથે સરખામણી કરો. કણોની ઝડપી ગતિ અને કણો વચ્ચેના વધુ ને વધુ ખાલી અવકાશને કારણે વાયુઓનું અન્ય વાયુઓમાં પ્રસરણ ખૂબ જ ઝડપથી થાય છે.

વાયુ-અવસ્થામાં કણોની ગતિ (હલનચલન) અસ્તવ્યસ્ત (અનિયમિત) અને વધુ હોય છે. આ અસ્તવ્યસ્ત ગતિને કારણે કણો એકબીજા સાથે તેમજ પાત્રની દીવાલ સાથે અથડામણ અનુભવે છે. પાત્રની દીવાલ પરના વાયુના કણો દ્વારા પ્રતિ એકમ ક્ષેત્રફળ પર લાગતા બળને કારણે વાયુનું દબાણ ઉદ્ભવે છે.



આકૃતિ 1.5 : a, b અને c દ્રવ્યની ત્રણેય અવસ્થાઓના કણોનું યોજનાબદ્ધ વિવર્ધિત (મોટું સ્વરૂપ) ચિત્ર દર્શાવે છે. ત્રણેય અવસ્થાઓમાં કણોની ગતિ જોઈ શકાય છે અને તેની સરખામણી કરી શકાય છે.

પ્રશ્નો :

1. પદાર્થના પ્રતિ એકમ કદના દળને તેની ઘનતા કહે છે. (ઘનતા = દળ/કદ).
   નીચેનાંને વધતી જતી ઘનતાના યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવો : હવા, ચીમનીમાંથી નીકળતો ધુમાડો, મધ, પાણી, ચૉક, રૂ અને લોખંડ
2. (a) પદાર્થની ભિન્ન અવસ્થાઓના ગુણધર્મોમાં જોવા મળતો ફેરફાર કોષ્ટક રૂપે દર્શાવો.
   (b) નીચે દર્શાવેલા માટે યોગ્ય નોંધ કરો : સખતાઈ (Rigidity), સંકોચનીયતા (Compressibility), તરલતા (Fluidity), પાત્રમાં વાયુને ભરવો, આકાર, ગતિજ ઊર્જા (Kinetic Energy) તેમજ ઘનતા.
3. કારણો દર્શાવો :
   (a) વાયુને જે પાત્રમાં રાખવામાં આવે તે સમગ્ર પાત્રને તે પૂરેપૂરી રીતે ભરી દે છે.
   (b) વાયુ એ પાત્રની દીવાલો પર દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે.
   (c) લાકડાનું ટેબલ ઘન પદાર્થ કહેવાય છે.
   (d) આપણે આસાનીથી આપણો હાથ હવામાં ફેરવી શકીએ છીએ; પરંતુ એક લાકડાના ટુકડામાં આ જ રીતે હાથ ફેરવવા માટે આપણે કરાટેની રમતમાં ચેમ્પિયન થવું પડશે.
4. સામાન્ય રીતે ઘન પદાર્થોની સરખામણીમાં પ્રવાહી પદાર્થોની ઘનતા ઓછી હોય છે; પરંતુ તમે બરફના ટુકડાને પાણી ઉપર તરતો જોયો હશે. દર્શાવો કે આવું શા માટે થાય છે ?

1.4 શું દ્રવ્ય પોતાની અવસ્થાને બદલી શકે છે ? (Can Matter Change Its State ?)

આપણાં અવલોકન દ્વારા આપણે જાણી શકીએ છીએ કે, પાણી ત્રણેય અવસ્થાઓ ધરાવી શકે છે :

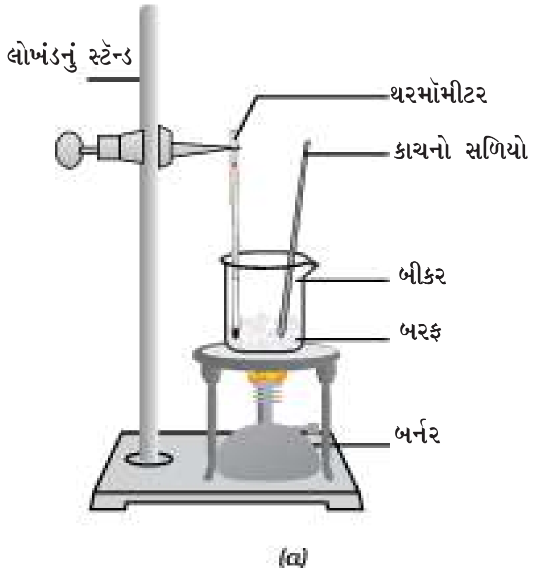
- ઘન : બરફ સ્વરૂપે
- પ્રવાહી : પાણી સ્વરૂપે
- વાયુ : પાણીની બાષ્પ (વરાળ) સ્વરૂપે.

દ્રવ્યની અવસ્થા બદલાય તે દરમિયાન તેમાં શું ફેરફાર થાય છે ? અવસ્થા બદલાવાથી દ્રવ્યના કણો પર શો પ્રભાવ (અસર) પડે છે ? અવસ્થાનો આ ફેરફાર કેવી રીતે થાય છે ? શું આપણે આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા ન જોઈએ ?

1.4.1 તાપમાનના ફેરફારની અસર (Effect of change of temperature)

પ્રવૃત્તિ ______ 1.12

- એક બીકરમાં 150 ગ્રામ બરફના ટુકડા લઈ આકૃતિ 1.6માં દર્શાવ્યા મુજબ તેમાં પ્રયોગશાળામાં વપરાતું થરમૉમીટર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી થરમૉમીટરનો બલ્બ બરફના ટુકડાના સંપર્કમાં રહે.



આકૃતિ 1.6 : (a) બરફનું પાણીમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયા
(b) પાણીનું બાષ્પમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયા

- ધીમા તાપે બીકરને ગરમ કરવાનું શરૂ કરો.
- જ્યારે બરફ પીગળવા માંડે ત્યારે તાપમાન નોંધી લો.
- જ્યારે બરફ સંપૂર્ણ રીતે પાણી (પ્રવાહી સ્વરૂપ)માં રૂપાંતરિત થઈ જાય ત્યારે ફરી વાર તાપમાન નોંધી લો.
- ઘન-અવસ્થામાંથી પ્રવાહી-અવસ્થામાં થતા આ રૂપાંતર માટે તમારું અવલોકન નોંધો.
- હવે બીકરમાં એક કાચનો સળિયો (Glass Rod) રાખીને તેના દ્વારા હલાવતાં-હલાવતાં પાણી ઊકળે ત્યાં સુધી તેને ગરમ કરો.
- જ્યાં સુધી મોટા ભાગનાં પાણીની બાષ્પ બની જાય ત્યાં સુધી થરમૉમીટરનાં તાપમાન પર નજર રાખો.
- પાણીની પ્રવાહી-અવસ્થામાંથી વાયુ-અવસ્થામાં થતા રૂપાંતર માટે અવલોકનો નોંધો.

ઘન પદાર્થનું તાપમાન વધારતાં તેના કણોની ગતિ ઊર્જા વધે છે. ગતિ ઊર્જામાં વધારો થવાથી કણ વધુ ઝડપથી કંપન કરવા લાગે છે. ઉષ્મા (ગરમી) દ્વારા આપવામાં આવેલી ઊર્જા એ કણો વચ્ચેના આકર્ષણ બળને નબળું પાડે છે જેથી કણ પોતાનું નિયત સ્થાન છોડીને વધુ સ્વતંત્ર રીતે ગતિ કરવા લાગે છે. એક અવસ્થા એવી આવે છે કે જ્યારે ઘન પદાર્થ પીગળીને પ્રવાહી સ્વરૂપમાં સંપૂર્ણ રૂપાંતર પામી જાય છે. જે તાપમાને વાતાવરણીય દબાણ હેઠળ ઘન પદાર્થ પીગળીને પ્રવાહી સ્વરૂપમાં રૂપાંતરિત થાય છે તે તાપમાનને તે ઘન પદાર્થનું ગલનબિંદુ (Melting Point) કહે છે.

> કોઈ પણ ઘન પદાર્થનું ગલનબિંદુ તેમાં રહેલા કણો વચ્ચેના આકર્ષણબળની પ્રબળતા દર્શાવે છે.

બરફનું ગલનબિંદુ 273.16 K* છે. પીગળવાની પ્રક્રિયા એટલે કે ઘનના પ્રવાહી સ્વરૂપમાં રૂપાંતરણની પ્રક્રિયાને ગલન (Fusion) પણ કહે છે. **કોઈ ઘન પદાર્થના ગલન વખતે તાપમાન અચળ રહે તો ઉષ્માઊર્જા ક્યાં જાય છે ?**

ગલનના પ્રયોગની પ્રક્રિયા દરમિયાન તમે અવલોકન કર્યું હશે કે ગલનબિંદુ સુધી પહોંચ્યા બાદ જ્યાં સુધી સંપૂર્ણ બરફ પીગળી ન જાય ત્યાં સુધી તાપમાન બદલાતું નથી. બીકરને ગરમી આપવા છતાં તાપમાન અચળ રહે છે. કણો વચ્ચેનાં પારસ્પરિક આકર્ષણબળની ઉપરવટ જઈને દ્રવ્યની અવસ્થાને બદલવા માટે ઉષ્માનો ઉપયોગ થાય છે; પરંતુ તાપમાનમાં કોઈ પણ ફેરફાર દર્શાવ્યા સિવાય જ બરફ આ ઉષ્મા-ઊર્જાને શોષી લે છે. એવું માનવામાં આવે છે કે, આ ઉષ્મા-ઊર્જા બીકરમાં રહેલા સંઘટકો (Contents)માં છુપાયેલી હોય છે. જેને ગુપ્ત ઉષ્મા (Latent Heat) કહે છે. અહીં ગુપ્તનો અર્થ 'છુપાયેલી' એમ કરવામાં આવે છે.

પદાર્થના ગલનબિંદુ જેટલા તાપમાને એક વાતાવરણ દબાણે એક કિલોગ્રામ ઘન પદાર્થને પ્રવાહી-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત કરવા માટે જરૂરી ઉષ્મા-ઊર્જાને ગલન ગુપ્ત ઉષ્મા (Latent Heat of Fusion) કહે છે એટલે કે 0° C (273 K) તાપમાને પાણીના કણોની ઊર્જા તે જ તાપમાને બરફના કણોની ઊર્જા કરતાં વધુ હોય છે.

જ્યારે આપણે પાણીને ઉષ્મા-ઊર્જા આપીએ છીએ ત્યારે કણો વધુ ઝડપથી ગતિ કરે છે. એક નિશ્ચિત તાપમાન સુધી પહોંચીને કણોમાં એટલી ઊર્જા આવી જાય છે કે જેથી તે પરસ્પરનાં આકર્ષણબળને તોડીને સ્વતંત્ર થઈ જાય છે. આ તાપમાને પ્રવાહી-અવસ્થાનું વાયુ અવસ્થામાં રૂપાંતર શરૂ થઈ જાય છે. એક વાતાવરણ દબાણે જે તાપમાને પ્રવાહી ઉકળવા લાગે છે, તે તાપમાનને પ્રવાહીનું ઉત્કલનબિંદુ (Boiling Point) કહે છે. ઉત્કલનબિંદુ જથ્થાત્મક ઘટના (Bulk Phenomenon) છે. પ્રવાહીના તમામ કણોને એટલી ઊર્જા પ્રાપ્ત થઈ જાય છે, કે તેથી તે તમામ બાષ્પ-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે.

પાણી માટે આ તાપમાન 373 K
(100° C = 273 + 100 = 373 K) છે.

શું તમે બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્મા (Latent Heat of Vaporisation)ને વ્યાખ્યાયિત કરી શકો ? જે રીતે આપણે ગલન ગુપ્ત ઉષ્માને વ્યાખ્યાયિત કરેલ છે તે જ રીતે બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્માને વ્યાખ્યાયિત કરો. 373 K (100° C) તાપમાને પાણીની બાષ્પ (વરાળ)ના કણોમાં તે જ તાપમાને પાણીના કણો કરતાં વધુ ઊર્જા હોય છે. આવું એટલા માટે થાય છે કે વરાળના કણો એ બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્માના રૂપમાં વધારાની ઊર્જા શોષી લીધી છે.

ઘન-અવસ્થા ⇄ (ઉષ્મા / ઠંડું કરતાં) ⇄ **પ્રવાહી-અવસ્થા** ⇄ (ઉષ્મા / ઠંડું કરતાં) ⇄ **વાયુ-અવસ્થા**

તેથી એમ કહી શકાય કે, તાપમાન બદલીને પદાર્થને એક અવસ્થામાંથી બીજી અવસ્થામાં રૂપાંતરિત કરી શકાય છે.

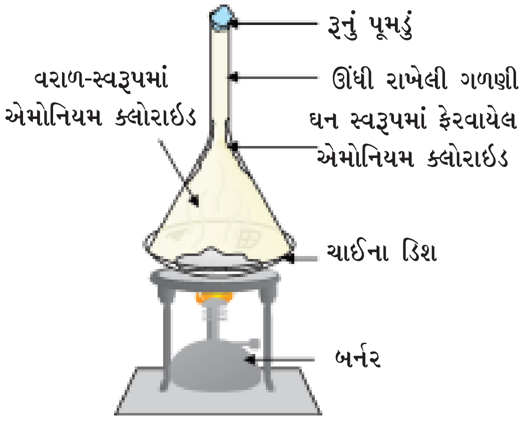
આપણે શીખ્યાં કે પદાર્થને ગરમ કરતાં તેની અવસ્થા બદલાય છે. ગરમ કરવાથી પદાર્થ ઘનમાંથી પ્રવાહી અને પ્રવાહીમાંથી વાયુ (બાષ્પ)માં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે; પરંતુ કેટલાક

*નોંધ : તાપમાનનો આંતરરાષ્ટ્રીય SI એકમ કેલ્વિન (K) છે. 0°C = 273.16 K થાય છે. સરળતા ખાતર આપણે 0° C = 273 K લઈએ છીએ. તાપમાનનું માપ કેલ્વિનમાંથી અંશ સેલ્સિયસમાં ફેરવવા માટે આપેલ તાપમાનમાંથી 273 બાદ કરવામાં આવે છે અને અંશ સેલ્સિયસમાંથી કેલ્વિનમાં ફેરવવા આપેલ તાપમાનમાં 273 ઉમેરવામાં આવે છે.

એવા પદાર્થો છે, કે જે પ્રવાહી-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત થયા વિના ગરમી મળતાં ઘન-અવસ્થામાંથી સીધા જ વાયુ-અવસ્થામાં અને ઠંડા પાડતાં પાછા ઘન-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત થાય છે.

પ્રવૃત્તિ ______ 1.13

- થોડું કપૂર અથવા એમોનિયમ ક્લોરાઇડ (નવસાર) લો. તેનો બારીક ભૂકો કરી તેને ચાઈના ડિશમાં મૂકો.
- એક કાચની ગળણીને ઊંધી કરીને આ વાસણ પર મૂકી દો.
- આ ગળણીના છેડે આકૃતિ 1.7 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રૂનું પૂમડું લગાવો.



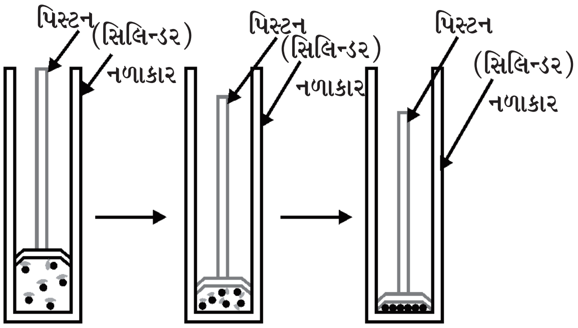
આકૃતિ 1.7 : એમોનિયમ ક્લોરાઇડનું ઊર્ધ્વપાતન (Sublimation)

- હવે તેને ધીરે-ધીરે ગરમ કરો અને ધ્યાનથી અવલોકન કરો.
- ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ દ્વારા તમે કયા નિષ્કર્ષ પર આવ્યા ?

પ્રવાહી-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત થયા વિના ગરમ કરતાં ઘન અવસ્થામાંથી સીધેસીધું જ વાયુ-અવસ્થામાં તેમજ ઠંડું પાડતા ફરીથી પાછા ઘન-અવસ્થામાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયાને (અથવા તેનાથી વિરુદ્ધ પ્રક્રિયાને) ઉર્ધ્વપાતન (Sublimation) કહે છે.

1.4.2 દબાણના ફેરફારની અસર (Effect of change of pressure)

આપણે અગાઉ શીખી ગયા છીએ કે ઘટક કણો વચ્ચેનાં અંતર જુદાં-જુદાં હોવાનાં કારણે દ્રવ્યની જુદી-જુદી અવસ્થાઓમાં વિવિધતા જોવા મળે છે. કોઈ ગૅસ-સિલિન્ડરમાં ભરેલા વાયુ પર દબાણ લગાવીને સંકોચન કરવાથી શું થશે ? શું તેના કણો વચ્ચેનું અંતર ઓછું થઈ જશે ? શું તમને લાગે છે કે, દબાણ વધારવા કે ઘટાડવાથી પદાર્થની અવસ્થામાં ફેરફાર થઈ શકે છે ?

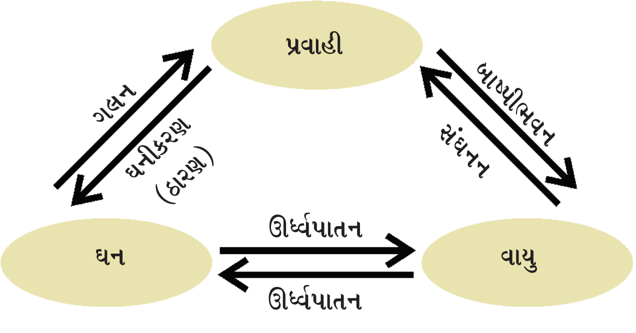


આકૃતિ 1.8 : દબાણ વધારવાથી દ્રવ્યના કણોને વધુ નજીક લાવી શકાય છે.

દબાણ વધવાથી અને તાપમાન ઘટવાથી વાયુનું પ્રવાહીમાં પરિવર્તન (રૂપાંતરણ) થઈ શકે છે.

શું તમે ઘન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2) વિશે સાંભળ્યું છે ? તેને ઊંચા દબાણે સંગ્રહીત કરવામાં આવે છે. જો વાતાવરણીય દબાણ એક વાતાવરણ (atmosphere) (atm)* હોય, તો ઘન CO_2 પ્રવાહી-અવસ્થામાં આવ્યા વિના સીધો જ વાયુ-અવસ્થામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. તે જ કારણે ઘન CO_2 ને સૂકો બરફ (Dry Ice) કહે છે.

આ રીતે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, પદાર્થની અવસ્થાઓ એટલે કે ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ દબાણ અને તાપમાન દ્વારા નક્કી થાય છે.



આકૃતિ 1.9 : ત્રણેય અવસ્થાઓમાં દ્રવ્યનું આંતરિક રૂપાંતરણ

---

* વાયુનું દબાણ માપવા માટેનો એકમ વાતાવરણ (atm) છે. દબાણનો SI એકમ પાસ્કલ (Pa) છે. $1\ atm = 1.01 \times 10^5\ Pa$ છે. વાતાવરણમાંના હવાના દબાણને વાતાવરણીય દબાણ કહે છે. દરિયાની સપાટી પર વાતાવરણીય દબાણ એક વાતાવરણ છે અને તેને સામાન્ય વાતાવરણીય દબાણ કહેવાય છે.

પ્રશ્નો :

1. નીચે દર્શાવેલ તાપમાનને અંશ સેલ્સિયસમાં ફેરવો :

   (a) 300 K (b) 573 K

2. નીચે દર્શાવેલ તાપમાને પાણીની ભૌતિક અવસ્થા કઈ હશે ?

   (a) 250° C (b) 100° C

3. કોઈ પણ દ્રવ્યની અવસ્થામાં થતા પરિવર્તન દરમિયાન તેનું તાપમાન શા માટે અચળ રહે છે ?

4. વાતાવરણીય વાયુઓના પ્રવાહીકરણ માટેની કોઈ પદ્ધતિ સૂચવો.

1.5 બાષ્પીભવન (Evaporation)

દ્રવ્યની અવસ્થા બદલવા માટે શું ઉષ્મા આપવી કે દબાણ બદલવું આવશ્યક છે ? શું આપણા રોજિંદા જીવનમાંથી તમે એવું કોઈ ઉદાહરણ આપી શકો કે જેમાં કોઈ પ્રવાહી તેના ઉત્કલનબિંદુ જેટલા તાપમાને પહોંચ્યા વિના જ વાયુ-અવસ્થામાં રૂપાંતર પામે છે ? પાણીને વાતાવરણમાં ખુલ્લું રાખવામાં આવે તો તે ધીરે-ધીરે વરાળમાં રૂપાંતરિત થાય છે. ભીનાં કપડાં ખુલ્લાં વાતાવરણમાં સુકાઈ જાય છે.

આ ઉદાહરણોમાં ભીના કપડાંમાંનાં પાણીનું શું થયું હશે ? આપણે જાણીએ છીએ કે દ્રવ્યના કણ સતત ગતિશીલ હોય છે અને ક્યારેય અટકતાં નથી. એક નિશ્ચિત તાપમાને દરેક ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ પદાર્થના કણોમાં જુદી-જુદી માત્રામાં ગતિજ ઊર્જા હોય છે. પ્રવાહીઓમાં સપાટી પર રહેલા કણોને કેટલાક અંશે એટલી વધુ ગતિજ ઊર્જા હોય છે કે તે બીજા કણોના આકર્ષણ બળથી મુક્ત થઈ જાય છે. ઉત્કલનબિંદુથી ઓછા તાપમાને પ્રવાહીનું વાયુ (બાષ્પ)માં રૂપાંતર થવાની આ પ્રક્રિયાને બાષ્પીભવન કહે છે.

1.5.1 બાષ્પીભવનને અસર કરતાં પરિબળો (Factors affecting evaporation)

એક પ્રવૃત્તિના માધ્યમથી તેને સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ ______ 1.14

- એક કસનળી (testtube) માં 5 mL પાણી લઈ તેને બારી પાસે અથવા પંખા નીચે રાખો.
- ચાઈના ડિશમાં 5 mL પાણી લઈને તેને પણ બારી પાસે અથવા પંખા નીચે રાખો.
- ખુલ્લી રાખેલી ચાઈના ડિશમાં 5 mL પાણી ભરી તેને તમારા વર્ગના કોઈ કબાટમાં અથવા વર્ગની છાજલી પર મૂકો.
- ઓરડાનું તાપમાન નોંધો.
- આ તમામ પરિસ્થિતિઓમાં બાષ્પીભવન માટે લાગેલ સમય અથવા દિવસોની નોંધ કરો.
- વરસાદના દિવસોમાં ઉપર્યુક્ત ત્રણેય તબક્કાનું પુનરાવર્તન કરી તમારા અવલોકનો નોંધો.
- બાષ્પીભવનનાં નીચે દર્શાવેલ તથ્યો : બાષ્પીભવન પર તાપમાનની અસર, સંપર્કસપાટીનું ક્ષેત્રફળ અને પવનની ઝડપ વિશે તમે શું અનુમાન કરો છો ?

તમે જોયું હશે કે બાષ્પીભવનનો દર નીચેનાં કારણોસર વધે છે :

- સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધવાથી :

  આપણે જાણીએ છીએ કે બાષ્પીભવન એ સપાટી પર થતી પ્રક્રિયા છે. સપાટીનું ક્ષેત્રફળ અથવા વિસ્તાર વધતાં બાષ્પીભવનનો દર પણ વધે છે. જેમકે, કપડાં સૂકવવા માટે આપણે તેને પહોળાં કરીને સૂકવીએ છીએ.

- તાપમાનનો વધારો :

  તાપમાન વધવાથી વધુ ને વધુ કણોને પૂરતી ગતિઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે, જેથી તેમનું બાષ્પ-અવસ્થામાં રૂપાંતર વધુ થાય છે.

- ભેજની માત્રામાં ઘટાડો થવો :

  હવામાં રહેલી પાણીની બાષ્પની માત્રાને ભેજ (Humidity) કહે છે. કોઈ નિશ્ચિત તાપમાને આપણી આસપાસની હવામાં એક નિશ્ચિત માત્રા કરતાં વધુ પાણીની બાષ્પ રહી શકે નહી. જ્યારે હવામાં પાણીના કણોની માત્રા પહેલેથી જ વધુ હશે, તો બાષ્પીભવનનો દર ઘટી જશે.

- પવનની ઝડપમાં વધારો :

  એક સામાન્ય અવલોકન છે કે વધુપડતા પવનમાં કપડાં ઝડપથી સુકાઈ જાય છે. વધુપડતા પવનને કારણે પાણીની બાષ્પના કણો પવનની સાથે ઊડી જાય છે, જેથી આસપાસની પાણીની બાષ્પની માત્રા ઘટી જાય છે.

1.5.2 બાષ્પીભવનને કારણે ઠંડક કેવી રીતે ઉદ્ભવે છે ? (How does evaporation cause cooling ?)

ખુલ્લા પાત્રમાં રાખેલ પ્રવાહીમાં દરેક તાપમાને સતત બાષ્પીભવન થતું રહે છે, બાષ્પીભવન દરમિયાન ઊર્જાને પુનઃ પ્રાપ્ત કરવા માટે પ્રવાહીના કણો પોતાની આસપાસની ઊર્જાનું અવશોષણ (absorption) કરે છે જેને લીધે આસપાસમાં ઠંડક ફેલાય છે.

જ્યારે તમે એસીટોન (નખ પરની પૉલિશ દૂર કરતું પ્રવાહી)ને પોતાની હથેળી પર મૂકો છો ત્યારે શું થાય છે ? તેના કણ તમારી હથેળી કે તેની આસપાસમાંથી ઊર્જા ગ્રહણ કરે છે અને બાષ્પીભવન પામે છે, જેથી હથેળી પર ઠંડકનો અનુભવ થાય છે.

ખૂબ ગરમીના દિવસને અંતે લોકો પોતાની છત અથવા ખુલ્લી જગ્યાઓ પર પાણીનો છંટકાવ કરે છે કારણ કે પાણીની બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્મા ગરમ સપાટીને ઠંડી બનાવે છે.

શું તમે બાષ્પીભવનને કારણે ઠંડક ઉત્પન્ન થતી હોય તેવાં અન્ય ઉદાહરણો આપી શકો ?

ગરમીના દિવસો (ઉનાળા)માં સુતરાઉ કપડાં શા માટે પહેરવાં જોઈએ ?

શારીરિક પ્રક્રિયાઓને કારણે ઉનાળામાં (ગરમીના દિવસો) આપણને વધુ પરસેવો થાય છે, જેનાથી આપણને ઠંડક (શીતળતા) મળે છે. જેમકે, આપણે જાણીએ છીએ કે બાષ્પીભવન દરમિયાન પ્રવાહીની સપાટીના કણ આપણા શરીર કે આપણી આસપાસથી (ચોપાસ) ઊર્જા મેળવીને બાષ્પમાં ફેરવાઈ જાય છે. બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્મા જેટલી જ ઉષ્માઊર્જાનું આપણા ઉષ્મા શરીરમાંથી શોષણ થાય છે. જેથી આપણે શરીરને ઠંડક મળે છે. જોકે સુતરાઉ કપડાંમાં પાણીનું અવશોષણ વધુ થાય છે, તેથી આપણને થતો પરસેવો તેમાં અવશોષિત થઈ વાતાવરણમાં આસાનીથી બાષ્પીભવન પામે છે.

બરફ જેવા ઠંડા પાણીથી ભરેલા ગ્લાસની બહારની સપાટી પર પાણીનાં ટીપાં (Droplets) શા માટે દેખાય છે ?

કોઈ પાત્રમાં આપણે બરફ જેવું ઠંડું પાણી ભરીએ ત્યારે ઝડપથી પાત્રની બહારની સપાટી પર પાણીનાં ટીંપા નજર સમક્ષ આવવા લાગશે. હવામાં રહેલ પાણીની બાષ્પ (ભેજ)ની ઊર્જા ઠંડા પાણીના સંપર્કમાં આવવાને લીધે ઓછી થઈ જાય છે અને તે પ્રવાહી-અવસ્થામાં ફેરવાઈ જાય છે. જે આપણને પાણીનાં ટીંપાના સ્વરૂપમાં દેખાય છે.

પ્રશ્નો :

1. ગરમ તેમજ સૂકા દિવસોમાં કુલર વધુ ઠંડક આપે છે. શા માટે ?
2. ઉનાળામાં માટલાં (ઘડા)નું પાણી શા માટે ઠંડું હોય છે ?
3. એસીટોન/પેટ્રોલ/અત્તર/સ્પિરિટ આપણી હથેળી પર મૂકવાથી હથેળી ઠંડક શા માટે અનુભવે છે ?
4. કપમાં રહેલ ગરમ ચા અથવા દૂધની તુલનામાં રકાબી (પ્લેટ)માં કાઢી આપણે ચા અથવા દૂધ ઝડપથી પી શકીએ છીએ. શા માટે ?
5. ઉનાળામાં આપણે કેવા પ્રકારનાં કપડાં પહેરવાં જોઈએ ?

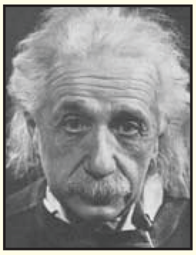
વધારે જાણવા જેવું

વૈજ્ઞાનિકો હવે દ્રવ્યની પાંચ અવસ્થાઓ વિશે ચર્ચા કરે છે. ઘન, પ્રવાહી, વાયુ, પ્લાઝમા અને બોઝ-આઇન્સ્ટાઇન સંઘટક (BEC) (Bose-Einstein Condensate).

પ્લાઝમા : આ અવસ્થા અતિશય ઊર્જાવાળા તેમજ અતિ ઉત્તેજિત કણો ધરાવે છે. આ કણો આયનીકરણ પામેલા વાયુની અવસ્થામાં હોય છે. ફ્લોરોસન્ટ ટ્યૂબ અને નિયોન બલ્બની અંદર પ્લાઝમા હોય છે. નિયોન બલ્બમાં નિયોન વાયુ અને ફ્લોરોસન્ટ ટ્યૂબમાં હિલિયમ અથવા બીજો કોઈ વાયુ ભરેલ હોય છે. વિદ્યુતઊર્જા પસાર કરવાથી વાયુનું આયનીકરણ પામીને વીજભાર ગ્રહણ કરે છે. વીજભાર ગ્રહણ કરવાને લીધે ટ્યૂબ અથવા બલ્બમાં પ્રકાશ પ્લાઝમા તૈયાર થાય છે. વાયુના સ્વભાવ અનુસાર પ્લાઝમામાં એક વિશેષ રંગ પ્રકાશિત થાય છે. પ્લાઝમાના કારણે જ સૂર્ય અને તારાઓ પ્રકાશ આપે છે, સૂર્ય અને તારાઓમાં પ્લાઝમા ઉત્પન્ન થવાનું કારણ તેમનું ઘણું જ ઊંચું તાપમાન છે.

બોઝ-આઇન્સ્ટાઇન સંઘટક (BEC) : 1920માં ભારતીય ભૌતિકવિજ્ઞાની સત્યેન્દ્ર નાથ બોઝે (S. N. Bose) દ્રવ્યની પાંચમી અવસ્થા માટે કેટલીક ગણતરીઓ કરેલી તે ગણતરીઓના આધારે આલ્બર્ટ આઇન્સ્ટાઇને દ્રવ્યની એક નવી અવસ્થાનું પ્રાક્કથન કર્યું, જેને બોઝ આઇન્સ્ટાઇન સંઘટક (BEC) કહે છે. 2001માં અમેરિકાના એરિક એ. કોર્નેલ, (Eric A. Cornell), વુલ્ફગેંગ કેટરલ (Wolfgang Ketterle) અને કાર્લ ઈ. વાઈમેન (Carl E. Wieman) ને બોઝ-આઇન્સ્ટાઇન સંઘટકની શોધ કરવા માટે ભૌતિકવિજ્ઞાનનું નોબૅલ પારિતોષિક એનાયત કરવામાં આવેલ છે. હવાની સામાન્ય ઘનતાના એક લાખ (1,00,000) મા ભાગ જેટલી ઓછી ઘનતા ધરાવતા વાયુને ખૂબ જ નીચા તાપમાને ઠંડો કરવાથી BEC તૈયાર થાય છે. www.chem4kids.com વૅબસાઇટ પરથી દ્રવ્યની ચોથી અને પાંચમી અવસ્થા વિશે વધુ જાણકારી પ્રાપ્ત કરી શકશો.

S. N. Bose (1894-1974)


Albert Einstein (1879-1955)

તમે શું શીખ્યાં

What You Have Learnt

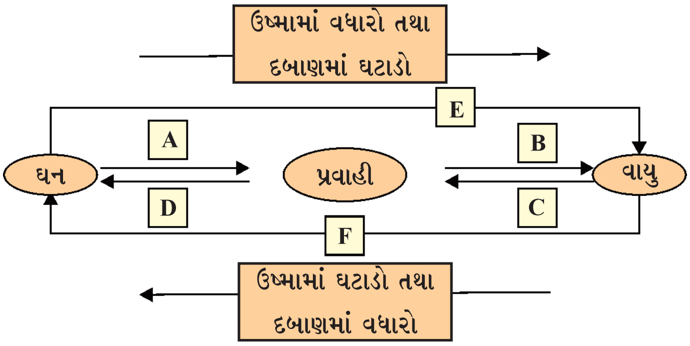
- દ્રવ્ય સૂક્ષ્મ કણોનું બનેલું છે.
- આપણી આસપાસ (ચોપાસ)નું દ્રવ્ય ત્રણ અવસ્થાઓમાં જોવા મળે છે : ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ.
- ઘનના કણોમાં એકબીજા પ્રત્યે આકર્ષણ બળ સૌથી વધુ, વાયુના કણોમાં સૌથી ઓછું અને પ્રવાહીના કણોમાં ઘન અને વાયુનું મધ્યવર્તી પ્રકારનું આકર્ષણ બળ હોય છે.
- ઘનના કણોમાં ઘટકકણો વચ્ચેનાં ખાલી સ્થાનો (અવકાશ) તેમજ કણોની ગતિજ ઊર્જા ઓછી હોય છે, જ્યારે વાયુ માટે તે વધુ પરંતુ પ્રવાહી માટે તે બંનેની મધ્યવર્તી હોય છે.
- ઘન પદાર્થમાં કણોની ગોઠવણી સૌથી વધુ ક્રમિક હોય છે. પ્રવાહી પદાર્થમાં કણોના સ્તર એકબીજા પર સરકી શકે તેમ જ ખસી શકે છે. વાયુમાં કણોની ગોઠવણીનો કોઈ ચોક્કસ ક્રમ નથી હોતો. તેમાં કણો અસ્તવ્યસ્ત (અનિયમિત) રીતે ખસે છે.
- દ્રવ્યની અવસ્થાઓ આંતરરૂપાંતરિત ગતિ કરતા થાય છે. તાપમાન અને દબાણના ફેરફાર દ્વારા દ્રવ્યની અવસ્થાઓમાં રૂપાંતર થઈ શકે છે.
- ઊર્ધ્વપાતન (Sublimation) દરમિયાન ઘનનું પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થયા સિવાય સીધે-સીધું જ વાયુ-અવસ્થામાં રૂપાંતર થાય છે અને વાયુ-અવસ્થામાંથી સીધું જ ઘન અવસ્થામાં રૂપાંતર થાય છે.
- ઉત્કલન (Boiling) જથ્થાત્મક ઘટના (Bulk Phenomenon) છે જેમાં પ્રવાહીના જથ્થાના કણો પ્રવાહીમાંથી વાયુ-અવસ્થામાં ફેરવાય છે.
- બાષ્પીભવન સપાટી પર થતી ઘટના (Phenomenon) છે. સપાટીના કણો પૂરતી ઊર્જા ગ્રહણ કરીને તેમની વચ્ચેનાં પરસ્પર આકર્ષણ બળોને ઉપરવટ કરી લે છે અને પ્રવાહીને બાષ્પ-અવસ્થામાં પરિવર્તિત કરી દે છે.
- બાષ્પીભવનની ઝડપ નીચે દર્શાવેલ પરિબળો પર આધાર રાખે છે : પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીનું ક્ષેત્રફળ, તાપમાન, ભેજ અને પવનની ઝડપ.
- બાષ્પીભવનથી ઠંડક ઉત્પન્ન થાય છે.
- બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્મા એટલે 1 કિલોગ્રામ પ્રવાહીનું એક વાતાવરણ દબાણે અને તેના ઉત્કલનબિંદુ જેટલા તાપમાને વાયુ (બાષ્પ)માં રૂપાંતર કરવા માટે જરૂરી ઉષ્માઊર્જા.
- ગલનગુપ્ત ઉષ્મા એટલે એક કિલોગ્રામ ઘનનું એક વાતાવરણ દબાણે તેના ગલનબિંદુ જેટલા તાપમાને પ્રવાહીમાં રૂપાંતર કરવા માટે જરૂરી ઉષ્માઊર્જા.

- કેટલીક માપન યોગ્ય ભૌતિકરાશિઓ અને તેના એકમો યાદ રાખવા.

ભૌતિક રાશિ	એકમ	સંજ્ઞા
તાપમાન	કેલ્વિન	K
લંબાઈ	મીટર	m
દળ	કિલોગ્રામ	kg
બળ	ન્યૂટન	N
કદ	મીટર^3	m^3
ઘનતા	કિલોગ્રામ પ્રતિ મીટર^3	$kg\ m^{-3}$
દબાણ	પાસ્કલ	Pa

સ્વાધ્યાય (Exercises)

1. નીચે દર્શાવેલ તાપમાનોને ડિગ્રી સેલ્સિયસ માપક્રમમાં ફેરવો :
   (a) 293 K (b) 470 K
2. નીચે દર્શાવેલ તાપમાનોને કેલ્વિન માપક્રમમાં ફેરવો :
   (a) 25° C (b) 373° C
3. નીચે દર્શાવેલ અવલોકનો માટેના કારણ દર્શાવો :
   (a) નેપ્થેલિનની ગોળી (ડામરની ગોળી) સમય જતાં કોઈ પણ ઘન અવશેષ (Residue) છોડ્યા વિના જ અદૃશ્ય થઈ જાય છે.
   (b) આપણને અત્તરની સુગંધ (સુવાસ) ઘણા લાંબા અંતર સુધી આવે છે.
4. નીચે દર્શાવેલા પદાર્થોને તેમના કણો વચ્ચે વધતા જતા આકર્ષણ બળ અનુસાર યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવો : પાણી, ખાંડ, ઑક્સિજન
5. નીચે દર્શાવેલા તાપમાનોએ પાણીની ભૌતિક અવસ્થા કઈ હશે ?
   (a) 25° C (b) 0° C (b) 100° C
6. નીચેનાંની સત્યતા ચકાસવા માટે કારણ આપો :
   (a) પાણી ઓરડાના તાપમાને પ્રવાહી સ્વરૂપમાં હોય છે.
   (b) લોખંડની તિજોરી ઓરડાના તાપમાને ઘન સ્વરૂપમાં હોય છે.
7. 273 K તાપમાને બરફ તે જ તાપમાને રહેલા પાણી કરતાં વધુ ઠંડક ઉત્પન્ન કરે છે. શા માટે ?
8. ઉકળતું પાણી અને વરાળ પૈકી દઝાડવાની ક્ષમતા કોનામાં વધુ માલૂમ પડે છે ?
9. નીચે દર્શાવેલ આકૃતિ માટે A, B, C, D, E તથા F ની અવસ્થા રૂપાંતરને નામાંકિત કરો :



સામૂહિક પ્રવૃત્તિ (Group Activity)

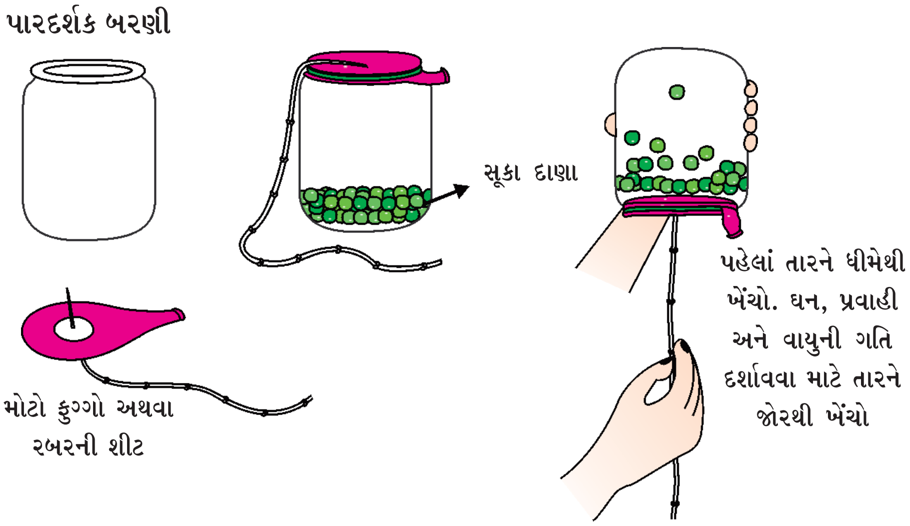
ઘન, પ્રવાહી અને વાયુમય પદાર્થોમાં કણોની ગતિશીલતા દર્શાવવા માટે એક મૉડેલ (નમૂનો) તૈયાર કરો.

મૉડેલનું નિર્માણ કરવા માટે તમારે નીચેની સામગ્રીની જરૂર પડશે :

- એક પારદર્શક બરણી (Jar)
- રબરનો એક મોટો ફુગ્ગો અથવા ખેંચી શકાય તેવી રબરની એક શીટ
- દોરી
- એક તાર તેમજ કેટલાક ચણા અથવા અડદના દાણા અથવા લીલા-સૂકા વટાણા

મૉડેલ (નમૂના)નું નિર્માણ કેવી રીતે કરી શકાય ?

- દાણાઓને બરણીમાં નાંખો.
- તારને રબર શીટની મધ્યમાં પરોવો અને સુરક્ષા માટે ટેપ વડે મજબૂત રીતે બાંધો.
- હવે રબરની શીટને ખેંચો અને તેને બરણીના મુખ પર બાંધી દો.
- આપનું મૉડેલ તૈયાર છે. હવે તમે આંગળી દ્વારા તારને ઉપર-નીચે ધીમેથી કે ઝડપથી સરકાવી શકો છો.

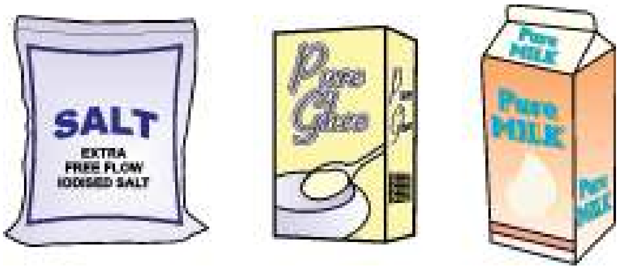


આકૃતિ 1.10 : ઘનમાંથી પ્રવાહી અને પ્રવાહીમાંથી વાયુમાં પરિવર્તન માટે એક મૉડેલ

પ્રકરણ 2

આપણી આસપાસનાં દ્રવ્યો શુદ્ધ છે ? (Is Matter Around Us Pure)

બજારમાંથી ખરીદેલી વસ્તુઓ જેવી કે દૂધ, ઘી, માખણ, મીઠું, મરી-મસાલા, પીવાલાયક પાણી અથવા ફળોના રસ વગેરે શુદ્ધ છે કે નહિ તે આપણે કેવી રીતે નક્કી કરી શકીએ છીએ ?



આકૃતિ 2.1 : કેટલીક વપરાશની વસ્તુઓ

શું તમે આ રોજ બરોજના ખાવાલાયક પદાર્થોના ડબા પર લખેલ શબ્દ 'શુદ્ધ'ની તરફ ધ્યાન આપ્યું છે ? એક સામાન્ય માણસ માટે શુદ્ધનો અર્થ ભેળસેળથી મુક્ત થાય છે; પરંતુ વૈજ્ઞાનિકો માટે આ તમામ વસ્તુઓ ખરેખર જુદા-જુદા પદાર્થોનું મિશ્રણ છે, તેથી જ તેને શુદ્ધ ન કહી શકાય. ઉદાહરણ તરીકે દૂધ એ પાણી, ચરબી, પ્રોટીન વગેરેનું મિશ્રણ છે. જ્યારે કોઈ વૈજ્ઞાનિક કોઈ દ્રવ્યને શુદ્ધ કહે ત્યારે તેનો અર્થ એવો થાય કે તે દ્રવ્યમાં રહેલા દરેક કણોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન છે. એક શુદ્ધ પદાર્થ એક જ પ્રકારના કણોનો બનેલો હોય છે.

આપણી આસપાસ જોવા મળતા દ્રવ્ય (પદાર્થો)ને ધ્યાનથી જોઈશું તો તેઓ બે અથવા બેથી વધુ ઘટકોના મિશ્રણથી બનેલા હોય છે.

ઉદાહરણ તરીકે દરિયાનું પાણી, ખનિજો, માટી વગેરે તમામ મિશ્રણ છે.

2.1 મિશ્રણ શું છે ? (What is a Mixture ?)

મિશ્રણ એક કરતાં વધુ પ્રકારનાં શુદ્ધ તત્ત્વો (પદાર્થો)નું બનેલું હોય છે. આવા મિશ્રણને ભૌતિક પ્રક્રમ (Process) દ્વારા અન્ય પ્રકારનાં દ્રવ્યોમાં અલગ ન કરી શકાય. આપણે જાણીએ છીએ કે, પાણીમાં ઓગળેલ સોડિયમ ક્લોરાઇડ (મીઠું)ને બાષ્પીભવન જેવા ભૌતિક પ્રક્રમ દ્વારા પાણીથી અલગ કરી શકાય છે. તેમ છતાં સોડિયમ ક્લોરાઇડ પોતે એક પદાર્થ છે અને તેને ભૌતિક પ્રક્રમ દ્વારા તેનાં ઘટક તત્ત્વોમાં અલગ (વિભાજિત) કરી શકાતો નથી. તેવી જ રીતે ખાંડ એક પદાર્થ છે, કેમકે તે એક જ પ્રકારના પણ શુદ્ધ દ્રવ્યના બનેલા છે અને તેનું બંધારણ સમગ્ર રીતે એક સમાન હોય છે.

ઠંડું પીણું અને માટી એક જ પ્રકારના કણો ધરાવતા પદાર્થો નથી. કોઈ એક પદાર્થનાં પ્રાપ્તિસ્થાનો (સ્રોત) ભલે ગમે તે હોય; પરંતુ તેના ગુણધર્મો એકસમાન રહે છે.

તેથી આપણે કહી શકીએ છીએ કે મિશ્રણ એકથી વધુ પદાર્થોનું બનેલું હોય છે.

2.1.1 મિશ્રણના પ્રકાર (Types of mixtures)

મિશ્રણમાં રહેલા ઘટકકણોના સ્વભાવને આધારે ઘણા પ્રકારનાં મિશ્રણ હોય છે.

પ્રવૃત્તિ ______ 2.1

- તમારા વર્ગના વિદ્યાર્થીઓને A, B, C અને D જૂથમાં વિભાજિત કરો.
- જૂથ A એક બીકરમાં 50 mL પાણી અને એક ચમચી કૉપર સલ્ફેટ ($CuSO_4$) પાવડર લે છે.
  જૂથ B એક બીકરમાં 50 mL પાણી અને બે ચમચી કૉપર સલ્ફેટ પાવડર લે છે.
- જૂથ C અને D જુદી-જુદી માત્રામાં કૉપર સલ્ફેટ, પોટૅશિયમ પરમૅન્ગેનેટ અથવા સામાન્ય ક્ષાર (સોડિયમ ક્લોરાઇડ) લઈ શકે છે. ઉપર્યુક્ત ઘટક કણોને મિશ્ર કરી મિશ્રણ બનાવો.
- તેના રંગ અને રચના (Texture)ની સમાનતા માટેનાં અવલોકનોની નોંધ કરો.
- જૂથ A અને B પાસે સમગ્ર રીતે એકસમાન સંઘટન (Composition) ધરાવતું મિશ્રણ છે. આ પ્રકારના મિશ્રણને સમાંગ મિશ્રણ (homogeneous) અથવા દ્રાવણ કહે છે. આ પ્રકારના મિશ્રણના બીજાં કેટલાંક ઉદાહરણો : (1) મીઠાનું પાણીમાં બનાવેલ દ્રાવણ

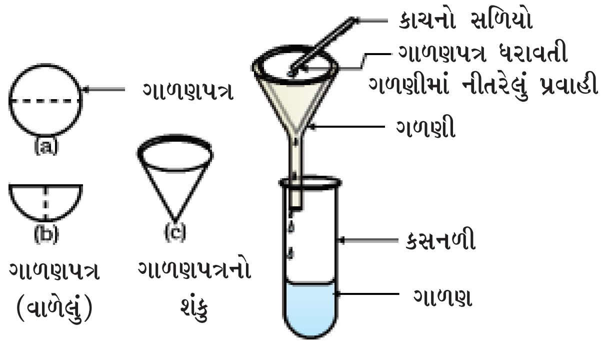
(2) ખાંડનું પાણીમાં બનાવેલ દ્રાવણ. બંને જૂથ પાસે રહેલાં દ્રાવણોના રંગની સરખામણી કરો. બંને જૂથ પાસે કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ છે, તેમ છતાં બંને જૂથ પાસેનાં દ્રાવણોના રંગોની તીવ્રતા અલગ-અલગ હોય છે. તે દર્શાવે છે કે સમાંગ મિશ્રણનું સંઘટન અલગ હોઈ શકે છે.

- જૂથ C અને D પાસે જે મિશ્રણ છે તેના ભાગો ભૌતિક રીતે અલગ છે અને અસમાન સંરચના ધરાવતા હોય છે. આવાં મિશ્રણોને વિષમાંગ (heterogeneous) મિશ્રણો કહે છે.

આ પ્રકારના મિશ્રણનાં અન્ય ઉદાહરણો :
સોડિયમ ક્લોરાઇડ (મીઠું) અને લોખંડના વહેરનું મિશ્રણ, મીઠું અને સલ્ફરનું મિશ્રણ તથા પાણી અને તેલનું મિશ્રણ આ પ્રકારના મિશ્રણના ઉદાહરણો છે.

પ્રવૃત્તિ _______________ 2.2

- ચાલો, આપણે ફરી વર્ગખંડને ચાર જૂથમાં વિભાજિત કરીએ - A, B, C અને D.
- નીચે દર્શાવેલા નમૂનાઓની દરેક જૂથમાં નીચે પ્રમાણે વહેંચણી કરો :
  - જૂથ A ને કૉપર સલ્ફેટના થોડા સ્ફટિક
  - જૂથ B ને એક ચમચી કૉપર સલ્ફેટ
  - જૂથ C ને ચૉકનો ભૂકો અથવા ઘઉંનો લોટ
  - જૂથ D ને દૂધ અથવા શાહીનાં થોડાં ટીપાં
- દરેક જૂથે આપેલ નમૂનાને પાણીમાં ઉમેરીને કાચના સળિયા વડે બરાબર હલાવવાનો રહેશે. શું મિશ્રણમાં સૂક્ષ્મ કણો જોઈ શકાય છે ?
- ટૉર્ચમાંથી પ્રકાશનાં કિરણો મિશ્રણ ધરાવતા બીકરમાંથી આરપાર પસાર કરો અને તેનું અવલોકન કરો. શું પ્રકાશનાં કિરણોનો માર્ગ જોઈ શકાય છે ?
- થોડા સમય માટે મિશ્રણને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર (હલાવ્યા સિવાય) મૂકી રાખો. (અને તે સમય દરમિયાન ગાળણપ્રક્રિયા માટેનાં સાધનોની ગોઠવણી કરો.) શું મિશ્રણ સ્થિર થાય છે ? અથવા શું થોડા સમય પછી મિશ્રણના કોઈ ઘટક કણોનું તળિયે જમા થવાનું શરૂ થાય છે ?
- મિશ્રણને ગાળી લો. શું ઉપર કોઈ અવશેષ જમા થાય છે ? વર્ગખંડમાં પરિણામની ચર્ચા કરો અને આ ક્રિયા માટે અભિપ્રાય દર્શાવો.
- જૂથ A અને B ને દ્રાવણ મળ્યું છે.
- જૂથ C ને નિલંબન મળેલ છે.
- જૂથ D ને કલિલ દ્રાવણ મળેલ છે.



આકૃતિ 2.2 : ગાળણ

હવે આપણે દ્રાવણ નિલંબન અને કલિલ દ્રાવણો વિશે ભણીશું.

પ્રશ્નો :

1. પદાર્થનો અર્થ શું થાય છે ?
2. સમાંગ અને વિષમાંગ મિશ્રણ વચ્ચે તફાવતના મુદ્દાની યાદી બનાવો.

2.2 દ્રાવણ શું છે ? (What is a Solution ?)

દ્રાવણ બે કે તેથી વધારે પદાર્થોનું સમાંગ મિશ્રણ છે. તમે તમારા રોજબરોજના જીવનમાં ઘણાં બધાં દ્રાવણોના પરિચયમાં આવતા હશો. લીંબુનું શરબત, સોડાવૉટર વગેરે દ્રાવણનાં ઉદાહરણ છે.

સામાન્ય રીતે આપણે દ્રાવણને પ્રવાહી સ્વરૂપે વિચારીએ છીએ કે જેમાં ઘન, પ્રવાહી અથવા વાયુ દ્રાવ્ય (ઓગળેલ) થયેલ હોય; પરંતુ આપણી પાસે ઘન દ્રાવણો (મિશ્રધાતુઓ) અને વાયુ દ્રાવણો (હવા) પણ છે. દ્રાવણના કણોમાં સમાંગતા (Homogeneity) જોવા મળે છે. ઉદાહરણ તરીકે લીંબુનું શરબત હંમેશાં સમાન (એકસરખો) સ્વાદ ધરાવે છે. તે દર્શાવે છે કે ખાંડ અને મીઠાના કણો દ્રાવણમાં સમાન રીતે ફેલાયેલા હોય છે.

વધારે જાણવા જેવું

મિશ્રધાતુઓ (Alloys) : મિશ્રધાતુઓ બે કે તેથી વધુ ધાતુઓ અથવા એક ધાતુ અને એક અધાતુનું મિશ્રણ હોય છે અને તેને ભૌતિક પદ્ધતિઓ દ્વારા ક્યારેય તેના મૂળભૂત ઘટકોમાં અલગ કરી શકાતી નથી; પરંતુ તેમ છતાં મિશ્રધાતુને મિશ્રણ તરીકે ગણવામાં આવે છે, કારણ કે તે તેનાં ઘટક તત્ત્વોના ગુણધર્મો દર્શાવે છે અને તે અલગ-અલગ સંઘટન ધરાવી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે પિત્તળ (brass) આશરે 30 % જસત (Zn) અને 70 % તાંબું (Cu)નું મિશ્રણ છે.

દ્રાવણમાં ઘટક કણો તરીકે દ્રાવક (Solvent) અને દ્રાવ્ય (Solute) હોય છે. દ્રાવણનો જે ઘટકકણ બીજા ઘટકકણોને પોતાનામાં ઓગાળે (દ્રાવણમાં જે ઘટકકણ પ્રમાણમાં વધારે માત્રામાં હોય) તેને દ્રાવક કહે છે અને દ્રાવણનો જે ઘટકકણ દ્રાવકમાં ઓગળે (દ્રાવણમાં જે ઘટકકણની માત્રા પ્રમાણમાં ઓછી હોય) તેને દ્રાવ્ય કહે છે.

ઉદાહરણો :

(i) ખાંડનું પાણીમાં બનાવેલું દ્રાવણ એ ઘનનું પ્રવાહીમાં બનાવેલું દ્રાવણ છે. આ દ્રાવણમાં ખાંડ દ્રાવ્ય અને પાણી દ્રાવક છે.

(ii) આયોડિનના આલ્કોહોલમાં બનાવેલા દ્રાવણને "ટિંચર આયોડિન" કહે છે. જેમાં આયોડિન (ઘન) દ્રાવ્ય અને આલ્કોહૉલ (પ્રવાહી) દ્રાવક છે.

(iii) સોડાવૉટર જેવું વાયુયુક્ત પીણું વાયુનું પ્રવાહીમાં બનાવેલું દ્રાવણ છે, જેમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (વાયુ) દ્રાવ્ય અને પાણી (પ્રવાહી) દ્રાવક તરીકે હોય છે.

(iv) હવા એ વાયુનું વાયુમાં બનેલું દ્રાવણ છે. હવા ઘણાં બધા વાયુઓનું સમાંગ મિશ્રણ છે. જેના બે મુખ્ય ઘટક : ઑક્સિજન (21 %) અને નાઇટ્રોજન (78 %) છે. બીજા વાયુઓ તેમાં ઘણી ઓછી માત્રામાં રહેલા હોય છે.

દ્રાવણના ગુણધર્મો (Properties of a Solution)

- દ્રાવણ સમાંગ મિશ્રણ છે.
- દ્રાવણના કણોનો વ્યાસ એક 1 nm (10^{-9} મીટર) કરતાં ઓછો હોય છે. તેથી તે નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી.
- દ્રાવણના કણોનું કદ અતિસૂક્ષ્મ હોવાને કારણે તેમાંથી પસાર થતા પ્રકાશનાં કિરણોનું તે વિખેરણ કરી શકતા નથી. તેથી જ દ્રાવણમાં પ્રકાશનો માર્ગ જોઈ શકાતો નથી.
- દ્રાવ્યના કણોને ગાળણપ્રક્રિયા દ્વારા દ્રાવણમાંથી અલગ કરી શકાતાં નથી. દ્રાવ્યના કણોને કોઈ પણ પ્રકારની ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર રાખી મૂકવામાં આવે તેમ છતાં તે તળિયે બેસી જતાં નથી. તેથી જ દ્રાવણ સ્થાયી છે.

2.2.1 દ્રાવણની સાંદ્રતા (Concentration of a solution)

પ્રવૃત્તિ 2.2માં આપણે જોયું કે જૂથ A અને B પાસે એક જ પદાર્થના રંગોની જુદી-જુદી માત્રા (Shades) ધરાવતાં દ્રાવણો છે. આથી આપણે સમજી શકીએ છીએ કે, દ્રાવણમાં દ્રાવ્યની માત્રાના આધારે, તેને મંદ, સાંદ્ર અથવા સંતૃપ્ત દ્રાવણ કહી શકાય છે. મંદ અને સાંદ્ર એ તુલનાત્મક શબ્દો છે. પ્રવૃત્તિ 2.2માં જૂથ Aને મળેલું દ્રાવણ એ જૂથ Bની સાપેક્ષમાં મંદ હતું.

પ્રવૃત્તિ ______ 2.3

- બે બીકર લઈ તે દરેકમાં આશરે 50 mL પાણી ભરો.
- એક બીકરમાં મીઠું અને બીજા બીકરમાં ખાંડ અથવા બેરિયમ ક્લોરાઇડ ઉમેરીને તેને સતત હલાવતાં રહો.
- જો દ્રાવ્યના કણો વધુ માત્રામાં ન ઓગળે તો બીકરમાંના દ્રાવણને 5° C ના તાપમાનના વધારા સુધી ગરમ કરો.
- ફરીથી દ્રાવ્ય ઉમેરવાનું શરૂ કરો.

શું આપેલ તાપમાને મીઠું અને ખાંડ અથવા બેરિયમ ક્લોરાઇડ સમાન પ્રમાણમાં દ્રાવ્ય થાય છે ?

કોઈ ચોક્કસ તાપમાને દ્રાવણની જેટલી ક્ષમતા હોય તેટલા જ પ્રમાણમાં દ્રાવ્ય ઓગળેલ હોય તો તેને સંતૃપ્ત દ્રાવણ કહે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, જ્યારે કોઈ ચોક્કસ તાપમાને દ્રાવણમાં વધુ માત્રામાં દ્રાવ્ય ઓગળી ન શકે તો તેને સંતૃપ્ત દ્રાવણ કહે છે. ચોક્કસ તાપમાને દ્રાવણમાં હાજર રહેલા દ્રાવ્યની માત્રાને તે દ્રાવણની દ્રાવ્યતા (Solubility) કહે છે.

જો દ્રાવણમાં દ્રાવ્યની માત્રા સંતૃપ્ત સ્તર કરતાં ઓછી હોય તો તેવા દ્રાવણને અસંતૃપ્ત દ્રાવણ કહે છે.

જો તમે કોઈ નિશ્ચિત તાપમાને એક સંતૃપ્ત દ્રાવણ લઈ તેને ધીરે-ધીરે ઠંડું કરો તો શું થશે ?

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ પરથી અનુમાન કરી શકાય કે ચોક્કસ તાપમાને આપેલ દ્રાવકમાં જુદા-જુદા પદાર્થોની દ્રાવ્યતા અલગ-અલગ હોઈ શકે છે.

દ્રાવણની સાંદ્રતા એટલે આપેલ જથ્થાના દ્રાવણમાં (દળ અથવા કદ) હાજર રહેલા દ્રાવ્યની માત્રા અથવા આપેલ જથ્થાના દ્રાવકમાં ઓગળેલ દ્રાવ્યની માત્રા.

$$\text{દ્રાવણની સાંદ્રતા} = \frac{\text{દ્રાવ્યનો જથ્થો}}{\text{દ્રાવણનો જથ્થો}}$$

અથવા

$$\text{દ્રાવણની સાંદ્રતા} = \frac{\text{દ્રાવ્યનો જથ્થો}}{\text{દ્રાવકનો જથ્થો}}$$

દ્રાવણની સાંદ્રતા દર્શાવવાની વિવિધ રીતો છે; પરંતુ અહીં આપણે ફક્ત બે પદ્ધતિઓ (રીતો)નો અભ્યાસ કરીશું :

(i) દ્રાવણની વજન-વજનથી ટકાવારી :

$$= \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન}}{\text{દ્રાવણનું વજન}} \times 100$$

(ii) દ્રાવણની વજન-કદથી ટકાવારી :

$$= \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન}}{\text{દ્રાવણનું કદ}} \times 100$$

ઉદાહરણ 2.1 : એક દ્રાવણ 320 g પાણીમાં 40 g સામાન્ય ક્ષાર ધરાવે છે, તો તે દ્રાવણની સાંદ્રતા વજન-વજનથી ટકાવારીના સંદર્ભમાં શોધો.

ઉકેલ :

દ્રાવ્યનું વજન (સામાન્ય ક્ષાર) (મીઠું) = 40 g

દ્રાવકનું વજન (પાણી) = 320 g

આપણે જાણીએ છીએ કે,

દ્રાવણનું વજન = દ્રાવ્યનું વજન + દ્રાવકનું વજન

= 40 g + 320 g

= 360 g

હવે, વજન-વજનથી ટકાવારી

$$= \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન}}{\text{દ્રાવણનું વજન}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100$$

= 11.1%

2.2.2 નિલંબન એટલે શું ? (What is a Suspension ?)

પ્રવૃત્તિ 2.2માં જૂથ Cને મળેલી વિષમાંગ પ્રણાલી (Non-Homogeneous System) કે જેમાં ઘન કણો પ્રવાહીમાં વિખેરણ પામેલા હતા તેને નિલંબન કહે છે. નિલંબન વિષમાંગ મિશ્રણ છે, કે જેમાં દ્રાવ્યના કણો ઓગળતાં નથી; પરંતુ સમગ્ર માધ્યમમાં નિલંબિત રહે છે. આવા નિલંબિત કણોને નરી આંખે જોઈ શકાય છે.

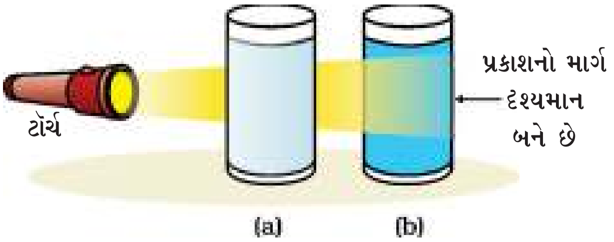
નિલંબનના ગુણધર્મો (Properties of a Suspension)

- નિલંબન વિષમાંગ મિશ્રણ છે.
- નિલંબન ધરાવતા કણો નરી આંખે જોઈ શકાય છે.
- નિલંબિત કણો તેમાંથી પસાર થતા પ્રકાશનાં કિરણોનું પ્રકીર્ણન કરે છે, જેથી તેનો માર્ગ જોઈ શકાય છે.
- જો નિલંબિત કણોને કોઈ પણ ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર મૂકી રાખવામાં આવે, તો દ્રાવ્યના કણો પાત્રમાં તળિયે (નીચે) બેસી જાય છે. આમ, નિલંબન અસ્થાયી હોય છે. ગાળણ દ્વારા આવા નિલંબિત કણોને મિશ્રણમાંથી અલગ કરી શકાય છે. જ્યારે નિલંબિત કણો પાત્રના તળિયે બેસી જાય ત્યારે નિલંબનનો નાશ થાય છે અને હવે તે દ્રાવણ પ્રકાશનાં કિરણોનું પ્રકીર્ણન (Scattering) કરવા અસમર્થ બને છે.

2.2.3 કલિલ દ્રાવણ એટલે શું ? (What is a colloidal Solution ?)

પ્રવૃત્તિ 2.2માં જૂથ Dને મળેલ દ્રાવણને કલિલ અથવા કલિલમય દ્રાવણ (Sol) કહે છે. કલિલના કણો સમગ્ર દ્રાવણમાં એક સમાન રીતે ફેલાયેલા હોય છે. નિલંબિત કણો કરતાં કલિલ કણોનું કદ નાનું હોવાને કારણે, મિશ્રણ સમાંગ દેખાય છે; પરંતુ વાસ્તવમાં કલિલ દ્રાવણ વિષમાંગ મિશ્રણ જ છે. ઉદાહરણ તરીકે : દૂધ.

કલિલ કણોનું કદ નાનું હોવાને કારણે આપણે તેને નરી આંખે જોઈ શકતાં નથી; પરંતુ પ્રવૃત્તિ 2.2માં જોયા પ્રમાણે કલિલ કણો પ્રકાશના કિરણપુંજનું આસાનીથી પ્રકીર્ણન કરી શકે છે. પ્રકાશના કિરણપુંજના આ પ્રકારના પ્રકીર્ણનને ટિંડલ (Tyndall) અસર કહે છે. આ અસર ટિંડલ નામના વૈજ્ઞાનિકે શોધી હોવાથી તેને ટિંડલ અસર કહે છે. જ્યારે સૂર્ય કે પ્રકાશનું કિરણપુંજ નાના છિદ્ર મારફતે અંધારા ઓરડામાં પ્રવેશે છે ત્યારે પણ ટિંડલ અસર જોઈ શકાય છે. હવામાંના ધૂળ અને ધુમાડા (Smoke)ના કણોને કારણે પ્રકાશના કિરણપુંજનું પ્રકીર્ણન થાય છે, જેને લીધે ટિંડલ અસર જોવા મળે છે.



આકૃતિ 2.3 : (a) કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ ટિંડલ અસર દર્શાવતું નથી. (b) પાણી અને દૂધનું મિશ્રણ ટિંડલ અસર દર્શાવે છે.

ગાઢ જંગલોના છાયા (આચ્છાદન) (Canopy)માંથી જ્યારે સૂર્યપ્રકાશનાં કિરણો પસાર થાય ત્યારે ટિંડલ અસર જોઈ શકાય છે. જંગલમાં રહેલ ધુમ્મસ કે ઝાકળમાં પાણીના અતિસૂક્ષ્મ કણો હોય છે, જે હવામાં કલિલ કણોની માફક જ ફેલાયેલા હોય છે.

આકૃતિ 2.4 : ટિંડલ અસર

કલિલના ગુણધર્મો (Properties of a Colloid)

- કલિલ વિષમાંગ મિશ્રણ છે.
- કલિલના દરેક કણનું કદ અતિસૂક્ષ્મ હોવાને લીધે તેને નરી આંખે જોવા મુશ્કેલ છે.
- કલિલ કણો એટલી હદે મોટા હોય છે કે તેમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના કિરણપુંજનું તે પ્રકીર્ણન કરી શકે છે અને પ્રકાશના માર્ગને દૃશ્યમાન બનાવે છે.
- કલિલને કોઈ પણ પ્રકારની ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય રાખી મૂકતાં કલિલ કણો પાત્રમાં તળિયે બેસી જતાં નથી, તેથી જ કલિલ સ્થાયી હોય છે.
- કલિલના કણોને તેના મિશ્રણમાંથી ગાળણક્રિયા દ્વારા અલગ કરી શકાતા નથી; પરંતુ એક વિશિષ્ટ પદ્ધતિ સેન્ટ્રિફ્યુગેશન (પ્રવૃત્તિ 2.5) દ્વારા કલિલ કણોને મિશ્રણમાંથી અલગ કરી શકાય છે.

કલિલમય દ્રાવણના ઘટક કણો તરીકે વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ હોય છે. કલિલ દ્રાવણમાં રહેલો દ્રાવ્ય જેવો ઘટક (વિક્ષેપિત કણો) વિક્ષેપિત કલા (Phase) બનાવે છે અને એવો ઘટક કે જેના કણો નિલંબિત થયેલા હોય છે તેને વિક્ષેપન માધ્યમ કહે છે. વિક્ષેપન માધ્યમ અને વિક્ષેપિત કલાના કણોની ભૌતિક અવસ્થાના આધારે કલિલનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. કેટલાંક સામાન્ય ઉદાહરણોકોષ્ટક 2.1માં આપેલ છે. તેમાં દર્શાવેલા કલિલ આપણા રોજિંદા જીવનમાં ખૂબ જ સામાન્ય છે.

પ્રશ્નો :

1. સમાંગ મિશ્રણ અને વિષમાંગ મિશ્રણ વચ્ચેનો તફાવત ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.
2. સોલ, દ્રાવણ અને નિલંબન એકબીજાથી કઈ રીતે અલગ પડે છે ?
3. સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવા માટે, 36 g સોડિયમ ક્લોરાઇડને 293 K તાપમાને 100 g પાણીમાં ઓગાળેલ છે, તો તે તાપમાને દ્રાવણની સાંદ્રતા શોધો.

કોષ્ટક 2.1 કલિલનાં સામાન્ય ઉદાહરણો

વિક્ષેપિત કલા	વિક્ષેપન માધ્યમ	કલિલનો પ્રકાર	ઉદાહરણ
પ્રવાહી	વાયુ	ઍરોસોલ	ધુમ્મસ, વાદળ, ઝાકળ
ઘન	વાયુ	ઍરોસોલ	ધુમાડો, વાહનોનામાંથી બહાર નીકળતો ધુમાડો
વાયુ	પ્રવાહી	ફીણ	શેવિંગ ક્રીમ, પ્લવન
પ્રવાહી	પ્રવાહી	ઇમલ્શન (પાયસ)	દૂધ, ફેસક્રીમ
ઘન	પ્રવાહી	સોલ	મિલ્ક ઑફ મૅગ્નેશિયા, કાદવ
વાયુ	ઘન	ફીણ	ફીણ, રબર, વાદળી, પ્યુમાઇસ (દરિયાઈ) પથ્થર
પ્રવાહી	ઘન	જૅલ	જૅલી, ચીઝ, માખણ
ઘન	ઘન	ઘનસોલ	રંગીન જૅમ્સ્ટૉન (રત્નપથ્થર), દૂધિયો કાચ

2.3 મિશ્રણના ઘટકોનું અલગીકરણ (Separating the Components of a Mixture)

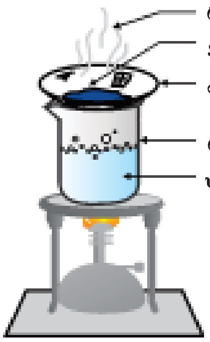
આપણે શીખી ગયાં કે મોટા ભાગના કુદરતી પદાર્થો રાસાયણિક રીતે શુદ્ધ હોતા નથી. મિશ્રણના ઘટકોને અલગ કરવા માટે જુદી-જુદી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. અલગીકરણ મિશ્રણના ઘટકોને અલગ કરીને તે ઘટકોનો અભ્યાસ અને ઉપયોગ શક્ય બનાવે છે.

વિષમાંગ મિશ્રણને આપણા રોજિંદા જીવનમાં વપરાતી સરળ ભૌતિક પદ્ધતિઓ જેવી કે હાથથી વીણવું, ચાળવું, ગળણીથી ગાળવું વગેરે દ્વારા સરળતાથી તેના મૂળભૂત ઘટકોમાં અલગ કરી શકાય છે. મિશ્રણના ઘટકોના અલગીકરણ માટે કેટલીક વખતે વિશિષ્ટ પદ્ધતિઓ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

2.3.1 ભૂરી/કાળી શાહીમાંથી રંગીન ઘટકકણ (રંગક) કેવી રીતે મેળવી શકાય છે ? (How can we obtain coloured component (Dye) from blue/black ink ?)

પ્રવૃત્તિ _______________ 2.4

- એક બીકરમાં અડધે સુધી પાણી ભરો.
- બીકરના ઉપરના ભાગને વૉચ ગ્લાસથી ઢાંકો (આકૃતિ 2.5).
- વૉચ ગ્લાસમાં શાહીનાં થોડાં ટીપાં લો.
- હવે બીકરને ગરમ કરવાનું શરૂ કરો. આપણે શાહીને સીધી (પ્રત્યક્ષ રીતે) ગરમ કરવા માંગતા નથી. તમે વૉચ ગ્લાસમાંથી બાષ્પીભવન થતું જોઈ શકશો.
- બાષ્પીભવન થતું રહે ત્યાં સુધી બીકરને ગરમ કરવાનું ચાલુ રાખો અને જ્યારે વૉચ ગ્લાસમાં કોઈ જ ફેરફાર ન જોવા મળે ત્યારે બીકરને ગરમ કરવાનું બંધ કરો.
- ધ્યાનથી તેનું અવલોકન કરી તમારાં અવલોકનો નોંધો.



આકૃતિ 2.5 : બાષ્પીભવન

જવાબ આપો

- તમારા મતે વૉચ ગ્લાસમાંથી શેનું બાષ્પીભવન થયું હશે ?
- શું વૉચ ગ્લાસમાં કોઈ અવશેષ બાકી રહે છે ?
- તમે શું અર્થઘટન કરો છો ? શું શાહી એ એક જ પદાર્થ (શુદ્ધ) છે કે તે મિશ્રણ છે ?

આપણને માલૂમ થાય છે કે શાહી રંગકનું પાણીમાં બનેલું મિશ્રણ છે. આમ, આપણે બાષ્પીભવન દ્વારા મિશ્રણના બાષ્પશીલ ઘટક (દ્રાવક) પાણીને અબાષ્પશીલ ઘટક (દ્રાવ્ય) રંગકથી અલગ કરી શકીએ છીએ.

2.3.2 દૂધમાંથી મલાઈ કેવી રીતે અલગ કરી શકાય ? (How can we separate cream from milk ?)

હાલના સમયમાં બજારમાં મલાઈથી ભરપૂર, ટોન્ડ, ડબલ-ટોન્ડ વગેરે વિવિધતા ધરાવતું દૂધ પોલિપેક તેમજ ટેટ્રાપેકમાં ઉપલબ્ધ છે. આ વિવિધતાસભર દૂધમાં જુદી-જુદી માત્રામાં ચરબી હોય છે.

પ્રવૃત્તિ _______________ 2.5

- એક કસનળીમાં મલાઈથી ભરપૂર દૂધ લો.
- સેન્ટ્રિફ્યુજિંગ યંત્ર (કેન્દ્રત્યાગી યંત્ર) વડે તેને બે મિનિટ માટે સેન્ટ્રિફ્યુજ કરો. જો શાળામાં આ યંત્ર ઉપલબ્ધ ન હોય તો તમે ઘરે રસોડામાં વપરાતા વલોણા દ્વારા પ્રવૃત્તિ કરી શકો છો.
- જો તમારા ઘરની નજીક દૂધની ડેરી હોય તો તેની મુલાકાત લો અને ત્યાં જઈને પૂછો કે, (i) તેઓ દૂધમાંથી મલાઈ કેવી રીતે અલગ કરે છે ? (ii) તેઓ દૂધમાંથી ચીઝ (પનીર) કેવી રીતે બનાવે છે ?

જવાબ આપો

- દૂધને વલોવીને તમે શું અવલોકન કર્યું ?
- દૂધમાંથી મલાઈનું અલગીકરણ કેવી રીતે થાય છે તે સમજાવો.

કેટલીક વાર પ્રવાહીમાં રહેલા ઘન કણો અતિસૂક્ષ્મ હોવાને કારણે તે ગાળણપત્રમાંથી પણ સહેલાઈથી પસાર થઈ જાય છે, તેથી ગાળણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી તેઓનું અલગીકરણ શક્ય