ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા રસાયણ

શિક્ષકો માટે એક સંદર્ભ સાહિત્ય

સંકલન અને સંપાદન
સુશીલ જોષી

एकलव्य

આર્ચ

ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા રસાયણ

શિક્ષકો માટે એક સંદર્ભ સાહિત્ય

સંકલન અને સંપાદન
સુશીલ જોષી

एकलव्य

આર્ચ

આર્ચ દ્વારા ભાષાંતરિત, એકલવ્ય-ભોપાલ દ્વારા પ્રકાશિત
ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા માટેના વિજ્ઞાન પુસ્તકોની શ્રૃંખલા અંતર્ગત

ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા રસાયણ

MIDDLE SCHOOL RASAYAN

શિક્ષકો માટે એક સંદર્ભ સાહિત્ય

સંકલન અને સંપાદન : સુશીલ જોશી

આવરણ : રાકેશ ખત્રી

ચિત્ર : રંજિત બાલુમુચુ, શશાંક આચાર્ય, પુષ્પેન્દ્ર સાગર, આશીષ નગરકર, કૈરન હેડૉક, બોસ્કી જૈન, ભારત જમરા

Gujarati Translation of the book "MIDDLE SCHOOL RASAYAN" published by Eklavya-Bhopal in Hindi

Gujarati Translator : Dr. Divyesh Patel

અનુવાદકની નોંધ : હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ મધ્યપ્રદેશ રાજ્યના હોશંગાબાદ જીલ્લા ખાતે ચાલતો કાર્યક્રમ છે. RTEના 26 માર્ચ 2011ના મધ્યપ્રદેશ રાજ્ય સરકારના જાહેરનામા અંતર્ગત મિડલ સ્કૂલને આ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવેલ છે – "Middle school" means school that import education from classes VI to VIII'. એટલે કે મિડલ સ્કૂલ શબ્દ ધોરણ 6થી 8 માટે પ્રયોજવામાં આવે છે. ગુજરાતમાં શાળા શિક્ષણના વર્તમાન માળખા અનુસાર આ ધોરણો માટે ઉચ્ચ પ્રાથમિક શબ્દ યોજાતો હોવાથી આ પુસ્તકના મૂળ નામ મિડલ સ્કૂલ રસાયણના અનુવાદિત પુસ્તકનું નામ ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા રસાયણ રાખવામાં આવેલ છે.

પ્રવિણ મિલેનિયમ ટ્રસ્ટ-લંડનના સૌજન્ય અને સહકારથી

આવૃત્તિ : ફેબ્રુઆરી, 2021

પ્રત : 500

કાગળ : 100 gsm મેપલિથો અને 300 gsm એફ.બી.બોર્ડ (કવર)

સહયોગ રાશિ : રૂ. 200.00

© સુશીલ જોશી અને એકલવ્ય

આ પુસ્તકના કોઈ પણ ભાગનો બિન-વ્યવસાયિક શૈક્ષણિક હેતુસર આ જ પ્રકારના કોપીલેફ્ટ ચિહ્ન સાથે ઉપયોગ કરી શકાય છે. સ્રોતના સ્વરૂપમાં પુસ્તકનો ઉલ્લેખ જરૂર કરવો તથા એકલવ્ય તથા લેખકને સૂચિત કરવું. અન્ય કોઈ પણ પ્રકારની મંજૂરી માટે એકલવ્ય અને લેખકનો સંપર્ક કરવો.

Published by

ARCH

Nagariya, Taluka-Dharampur,

Dist-Valsad-396050 (Guj)

Email:arch.dharampur@gmail.com

મૂળ પ્રકાશક :

Eklavya

Jamnalal Bajaj Parisar, Near Fortune

Kasturi, Jatkhedi

Bhopal, Madhya Pradesh-462 026

www.eklavya.in, books@eklavya.in

મુદ્રક : ઋત્વા પંડ્યા, અમદાવાદ, મો. 9898331531

પ્રો. મનમોહન કપૂર ઉર્ફે મન્નૂ
(1937-2011)

ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા રસાયણ મૂળભૂત રીતે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના રસાયણ સંબંધી પ્રકરણોનું સંકલન છે. હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન અંતર્ગત વિકસિત *બાળ વૈજ્ઞાનિક* પુસ્તકની શ્રૃંખલાની પ્રથમ આવૃત્તિ 1970માં પ્રકાશિત કરવામાં આવેલ હતી. દિલ્હી વિશ્વવિદ્યાલયના પ્રો. મનમોહન કપૂર એટલે કે અમારા મન્નૂની ભાગીદારી વગર આ કાર્ય ભાગ્યે જ શક્ય બની શક્યું હોત. આ પછી *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ની ત્રણ આવૃત્તિઓ પ્રકાશિત થઈ અને મન્નૂએ આ ત્રણેયમાં ખાસ કરીને રસાયણશાસ્ત્રના પાઠ્યક્રમ વિકાસના કાર્યનું નેતૃત્વ કર્યું હતું. ખાસ કરીને ત્રીજી આવૃત્તિમાં રસાયણશાસ્ત્રના વિભાગમાં તેઓના માર્ગદર્શન થકી જ કેટલાક મહત્ત્વપૂર્ણ ફેરફારો કરવામાં આવ્યા હતા.

મન્નૂ દિલ્હી વિશ્વવિદ્યાલયમાં રસાયણશાસ્ત્ર શીખવતા હતા. એમ કહેવાય છે કે કેટલાય વર્ષોના અનુભવ બાદ પણ તેઓ દરેક તાસની તૈયારી એટલી જ ગંભીરતાથી કરતા હતા. આ જ ભાવના તેઓએ હોશંગાબાદ વિજ્ઞાનમાં પણ બતાવી હતી. શિક્ષકોના પ્રશિક્ષણો દરમિયાન પણ જ્યારે કોઈ કાર્ય કરાવવાનું થાય ત્યારે મીઠું અને ખાંડ ઓગાળવા જેવા પ્રયોગો માટે પણ તેઓ પૂરી મહેનતથી તેની પૂર્વ તૈયારી કરાવતા હતા. તેઓની આ જીદ ક્યારેક ચીઢ પણ ઉત્પન્ન કરતી હતી પરંતુ અમે જાણતા હતા કે તેનાથી અમે કેટલીય વર્ગખંડ સમસ્યાઓથી બચ્યા પણ હતા. રસાયણશાસ્ત્રની સાથે-સાથે વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ અને તત્ત્વજ્ઞાન પરની તેઓની પકડ આ તૈયારીઓમાં પ્રાણ પૂરી દેતી હતી. શેરો-શાયરી, ચુટકુલા, પ્રસંગ-વાર્તાઓ વગેરે પણ તેઓની સંગતને રંગત પૂરી પાડતા હતા.

વિજ્ઞાન શિક્ષણની સાથે-સાથે સામાજિક ચિંતાના ધની મન્નૂ જીવવાનું જાણતા હતા અને તેઓ ખૂબ ખૂલીને જીવતા હતા. આ મિલનસાર માનવ ડિસેમ્બર 2011માં આપણને છોડી ગયા.

આ સંકલન તેઓને જ સમર્પિત છે.

વિષય ક્રમ

ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા માટે રસાયણશાસ્ત્રનો પાઠ્યક્રમ	6
બાળ વૈજ્ઞાનિક પ્રકરણોની સંરચના	9
કિટ યાદી	12
એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ, એસિડ અને બેઇઝનો પરસ્પરિક સંબંધ	13
એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ	17
એસિડ અને બેઇઝના પારસ્પરિક સંબંધ માટે દ્રાવણ બનાવવાની રીતો	22
એસિડ-બેઇઝનો પારસ્પરિક સંબંધ	23
રંગાટીઓ સાથે જોડાયેલ લિટમસનો ઇતિહાસ	29
સૂચકો રંગ પરિવર્તન થકી શું સૂચવે છે ?	31
બે પ્રકારની એસિડિકતા, બેઝિકતા	35
પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવા	38
પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવા (અલગીકરણ)	41
દ્રાવ્યતા	51
સ્ફટિક બનાવો	55
ક્રોમેટોગ્રાફી એટલે કે મિશ્રણમાંથી અલગ થતા પદાર્થ	58
ઊર્ધ્વપાતન – પદાર્થોનો એક રસપ્રદ ગુણ	61
પાણી – નરમ અને કઠિન (રાસાયણિક ગુણધર્મોને ઓળખવાની એક સરળ રીત)	64
પાણી – નરમ અને કઠિન	66
પાણીની કઠિનતા – માત્ર ફીણની સમસ્યા નહીં	72
હવાના ખેલ, વાયુઓ, શ્વસન	75
હવાના ખેલ	77
વાયુઓ-1	83
વાયુઓ-2	90
શ્વસન	95
આપણો ખોરાક અને વનસ્પતિઓમાં પોષણ	101
વનસ્પતિઓમાં પોષણ	109
રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (પ્રક્રિયાઓની ગતિ અને વિદ્યુતની રાસાયણિક અસરો)	120
રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ	122
રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની ગતિ	127
વિદ્યુતની અલગ-અલગ અસરો	133
આગળ વધવા માટે	135

ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા માટે રસાયણશાસ્ત્રનો પાઠ્યક્રમ

હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ માટે બનેલ '*બાળ વૈજ્ઞાનિક*' પાઠ્યપુસ્તકો 'કરીને શીખો'ના સિદ્ધાંત પર આધારિત, પર્યાવરણ સાથે જોડાયેલ પાઠ્યપુસ્તકો છે. તેનો ઉપયોગ કરીને શિક્ષકોને એવી ઘણી તકો મળે છે કે જેમાં તેઓ બાળકોને આ શોધ પ્રક્રિયામાં સામેલ કરી શકે છે. આ દૃષ્ટિએ જોવામાં આવે તો *બાળ વૈજ્ઞાનિક* વાસ્તવમાં પોતાની રીતે સંપૂર્ણ નથી કારણ કે તેમાં મૂળભૂત રીતે એક પ્રક્રિયાને વ્યાખ્યાયિત કરીને તેનું માળખું રજૂ કરવામાં આવેલ છે અને તેમાં પ્રવૃત્તિઓને સાંકળીને શોધખોળ કરવા માટેનો એક માર્ગ સૂચવેલ છે. બાળકોએ આ શોધખોળ શિક્ષકના માર્ગદર્શન અને મદદથી કરવાની છે અને *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ની વિષયવસ્તુને સંપૂર્ણતા આપવાની છે. જો આ પ્રક્રિયા ન થાય તો આ પુસ્તક અધુરું રહી જાય છે.

બાળ વૈજ્ઞાનિક આધારિત અધ્યાપનમાં એક મુશ્કેલી એ રહી હતી કે મોટી સંખ્યામાં શિક્ષકો તેનો ઉપયોગ ઉપર દર્શાવેલ રીતે કરી શક્યા નહોતા. જ્ઞાનથી પરિપૂર્ણ, તમામ જવાબોનો ખજાનો, પોતાનામાં સંપૂર્ણ 'પાઠ્યપુસ્તક'ની છબી આપણા મન પર એટલી પ્રબળ છે કે *બાળ વૈજ્ઞાનિક* પાસે પણ આ અપેક્ષા રાખવામાં આવે તે સ્વાભાવિક છે. જ્યારે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ને આ દૃષ્ટિએ જોવામાં આવે ત્યારે તેનું વિષયવસ્તુ ઘણું ઓછું અને ઉપરછલ્લું તેમજ સામાન્ય લાગે છે. અપેક્ષા એ હતી કે હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ હેઠળ ચાલનાર શિક્ષક પ્રશિક્ષણ કાર્યક્રમ અને અભિમુખતાના પ્રયત્નોથી શિક્ષકો *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ની આ વિશિષ્ટ પ્રકૃતિથી પરિચિત થઈ જશે અને તેનો સમગ્ર ઉપયોગ કરી શકશે. સમગ્ર પ્રશિક્ષણ કાર્યક્રમ આ રીતે વિકસિત કરવામાં આવ્યો હતો. આ સિવાય *બાળ વૈજ્ઞાનિક* માટે શિક્ષક માર્ગદર્શિકા તૈયાર કરવાનો પણ પ્રયત્ન કરવામાં આવેલ હતો, પરંતુ આ કાર્ય ક્યારેય પણ વ્યવસ્થિત રીતે ન થઈ શક્યું. આ એક મોટી ઉણપ માનવામાં આવશે. શિક્ષક માર્ગદર્શિકાના અભાવમાં *બાળ વૈજ્ઞાનિક* અભ્યાસક્રમના તમામ આવરણો વર્ગમાં ખૂલી શકતા નહોતા. એકાદ શાળાના અપવાદની વાત જવા દો.

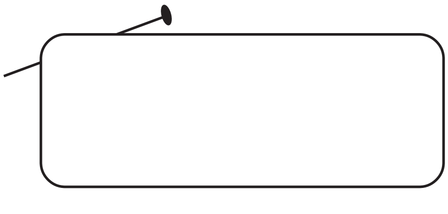
આ પરિસ્થિતિમાં *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના ખાસ કરીને રસાયણના પાઠ્યક્રમ પર ઘણાં સવાલો ઊભા થઈ રહ્યા હતા. એક મુખ્ય સવાલ એ હતો કે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં રસાયણની મુખ્ય વાતનો સમાવેશ તો કરવામાં આવ્યો જ નથી. આ મુખ્ય બાબતો એટલે અણુ, સંકેતો, સૂત્રો, સમીકરણ અને સંયોજકતા જેવી મુખ્ય સંકલ્પનાઓ હતી. આ વાત એ સંદર્ભમાં ઉઠાવવામાં આવી કે ધોરણ-9માં આ બાબતો હતી અને ધોરણ-8 સુધી હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન ભણીને આવેલા બાળકોને અહીં ખૂબ મુશ્કેલી પડતી હતી. જ્યારે રાષ્ટ્રીય શૈક્ષણિક સંશોધન અને તાલીમ પરિષદ (એન.સી.ઈ.આર.ટી.)ના સામાન્ય અભ્યાસક્રમમાં આ બાબતો ધોરણ-7માં સમાવિષ્ટ હતી. આ સંદર્ભમાં સંવાદ ખૂબ મુશ્કેલ હોય છે. એ સમજાવવું ખૂબ મુશ્કેલ છે કે દુનિયાભરના અધ્યયનોના આધારે પ્રાપ્ત માહિતી અનુસાર ધોરણ-8 એટલે કે 13-14 વર્ષની ઉંમરના બાળકો આ સંકલ્પનાઓ સમજી શકતા નથી. એક જ તર્ક કરવામાં આવે છે કે મુખ્ય ધારાના અભ્યાસક્રમમાં આ બાબતો સમાવિષ્ટ છે તો *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં પણ હોવી જોઈએ. એ સમજાવવું પણ મુશ્કેલ છે કે પરમાણુ અને તેને સંલગ્ન રાસાયણિક સંકલ્પનાઓ સમજતા અગાઉ બાળક પાસે રાસાયણિક પદાર્થો, તેમાં આવતાં પરિવર્તનો, તેઓની પરસ્પરની ક્રિયાઓનો સારો એવો અનુભવ હોવો જોઈએ, તો જ આ સંકલ્પનાઓ સાર્થક રીતે શીખી શકાય છે. હવે એન.સી.ઈ.આર.ટી. દ્વારા અભ્યાસક્રમ અને પાઠ્યપુસ્તકોમાં કરવામાં આવેલ સંશોધન પ્રક્રિયા (2005-08) દરમિયાન આ વાતનો સ્વીકાર કરવામાં આવ્યો અને ધોરણ-8 સુધી આ સંકલ્પનાઓનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો નથી. આ ખૂબ આનંદની વાત છે.

પરંતુ મૂળભૂત પ્રશ્ન એ છે કે જો તમે પરમાણુ સંબંધિત સંકલ્પનાઓ નહીં શીખવો તો રસાયણશાસ્ત્રમાં શું શીખવશો? આ એક સામાન્ય સમસ્યા છે. આ સમસ્યા કે.જી.-નર્સરીથી શરૂ થઈ જાય છે. સમગ્ર તંત્ર, સમગ્ર સમાજને એ ખબર નથી કે ત્રણ-ચાર વર્ષના બાળક સાથે શું કરે, તેથી અંગ્રેજી મૂળાક્ષરો લખાવવા અને નાકને નોઝ બોલાવવાનું શરૂ કરી દે છે. આ પ્રશ્ન શાળાકીય અભ્યાસક્રમમાં વારંવાર દરેક સ્તરે પોતાનું માથું ઊંચકે છે. આ જ પ્રશ્નનું એક સ્વરૂપ એ છે

કે ધોરણ-6થી 8ના સ્તરે રસાયણશાસ્ત્રમાં શું શીખવીએ ?

આ દૃષ્ટિએ *બાળ વૈજ્ઞાનિક*નો રસાયણશાસ્ત્રનો અભ્યાસક્રમ ધ્યાનપાત્ર છે. 1975માં પોતાની પ્રથમ આવૃત્તિથી માંડીને 2002ના ત્રીજી આવૃત્તિ દરમિયાન *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં રસાયણશાસ્ત્રના અભ્યાસક્રમનો સતત વિકાસ થતો રહ્યો છે. ધીમે-ધીમે આ એક અત્યંત સમૃદ્ધ સામગ્રી બની. આ અભ્યાસક્રમનો વિકાસ એ દૃષ્ટિકોણથી કરવામાં આવ્યો છે કે પદાર્થોની રાસાયણિક પ્રકૃતિને સમજવામાં કઈ રીતે આગળ વધી શકાય. રાસાયણિક ગુણધર્મો અને રાસાયણિક પરિવર્તનોને સમજવા માટે પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રયોગોનો વાસ્તવિક અનુભવ અનિવાર્ય છે. એ વાતનો સ્વીકાર કરીને સમગ્ર અભ્યાસક્રમ સાર્થક તેમજ કરવા યોગ્ય પ્રવૃત્તિઓ પર આધારિત છે.

આ પુસ્તકમાં *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના પ્રકરણોને એકસાથે રજૂ કરવામાં આવેલ છે. દરેક પ્રકરણની અગાઉ કેટલીક પરિચયાત્મક ટીપ્પણીઓ અને શિક્ષકો માટે કેટલાક સૂચનો આપવામાં આવેલ છે. આ ઉપરાંત પ્રકરણમાં વચ્ચે-વચ્ચે પ્રવૃત્તિઓને વધારે સ્પષ્ટ કરવા માટે પ્રવૃત્તિઓનો વિસ્તાર કરવા માટેની કેટલીક નોંધ છે. આવી બાબતો પ્રકરણમાં પૃષ્ઠની બાજુમાં બનેલા આ રીતના બોક્ષમાં રજૂ કરેલ છે.



આ સંકલન એ અપેક્ષાએ તૈયાર કરવામાં આવેલ છે કે તેનાથી ધોરણ 6 થી 8ના બાળકોને રાસાયણિક સંકલ્પનાઓ તેમજ ઘટનાઓથી પરિચિત કરાવવામાં મદદ મળશે. અપેક્ષા તો એ છે કે તેનાથી અભ્યાસક્રમના પુનર્વિચારની પ્રક્રિયા શરૂ થશે પરંતુ તે થાય ત્યાં સુધી પણ કેટલાક શિક્ષકો આ સામગ્રીનો ઉપયોગ પોતાના વર્ગમાં કરી શકે છે. ખાસ કરીને વર્તમાન અભ્યાસક્રમની સાથે મેળ ખાતા ભાગોનો ઉપયોગ તો થઈ જ શકે છે. આ ઉપરાંત શિક્ષક પોતે પણ આ પ્રવૃત્તિઓને કરીને ઘણું પ્રાપ્ત કરી શકે છે. આ સામગ્રીનો ઉપયોગ વિભિન્ન શિક્ષક પ્રશિક્ષણોમાં પણ શક્ય બનશે તેમજ મદદરૂપ થશે.

એક સવાલ એ ઊભો થાય છે કે આ બધી પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટેની પ્રયોગ સામગ્રી ક્યાંથી ભેગી કરવી. પ્રકરણોને જોઈને એ સ્પષ્ટ થઈ જશે કે આ પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ પ્રવૃત્તિઓ કરવામાં વધારે પડતી સામગ્રીની જરૂર નથી પડતી. પ્રવૃત્તિઓની રચના જ એમ માનીને કરવામાં આવી હતી કે તમામ પ્રયોગ એક સામાન્ય સરકારી શાળામાં કરવાનું શક્ય હોવું જોઈએ. ઉચ્ચ પ્રાથમિક સ્તરે પ્રયોગ કે પ્રવૃત્તિ આધારિત શિક્ષણ માટે ખૂબ મોંઘી કે વિશેષ સામગ્રીની જરૂર હોય છે – એ ગેરસમજને દૂર કરવામાં હોશંગાબાદ વિજ્ઞાનનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન રહ્યું છે. અહીં આપેલ પ્રવૃત્તિઓ માટે જરૂરી મોટાભાગની સામગ્રી તમારી આસપાસ મળી રહેશે. કેટલાક ઉપકરણ કે રસાયણ કદાચ જીલ્લા સ્તરની કોઈ સ્ટેશનરી કે પ્રયોગ સામગ્રીની દુકાન પરથી મળી રહેશે. માધ્યમિક શાળાની મદદ પણ આ માટે લઈ શકાય છે. ભાગ્યે જ કોઈ વસ્તુ હશે કે જેને મેળવવામાં ખૂબ મુશ્કેલી પડે. તમારી મદદ માટે એક કિટ યાદી પણ મૂકવામાં આવેલ છે. તેમાં કેટલીક સ્થાયી અને કેટલીક વપરાશ થાય તેવી સામગ્રીઓનો સમાવેશ કરેલ છે.

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં જે ક્રમમાં મૂકવામાં આવેલ હતા એ જ ક્રમમાં પ્રકરણોને અહીં રજૂ કરેલ નથી, કારણ એ છે કે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં તે કેટલાક અન્ય પ્રકરણોની સાથે સામેલ હતા અને ધોરણવાર એક સંતુલન સાથે દરેક વર્ષનું પુસ્તક તૈયાર કરવામાં આવતું હતું. અહીં આ પ્રકારનું કોઈ બંધન નથી. જોકે, *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં પણ તેનો સંકલ્પનાત્મક ક્રમ હતો અને અહીં પણ છે.

આ સંકલન પ્રવૃત્તિઓનો એક ગુચ્છ માત્ર નથી, તે એક સંપૂર્ણ અભ્યાસક્રમ છે. પ્રકરણને રોમાંચક બનાવવા માટે કોઈ એક પ્રવૃત્તિ કરાવી દેવી કે વર્ગમાં પ્રાણ ફૂંકવા માટે એકાદ નિદર્શન કરી દેવું ઉપયોગી બની શકે છે, પરંતુ તેને પ્રવૃત્તિ આધારિત શિક્ષણ માનવું ભૂલભરેલું છે. પ્રવૃત્તિ આધારિત શિક્ષણનો અર્થ એ છે કે વર્ગમાં શીખવા-શીખવવાની પ્રક્રિયા પ્રવૃત્તિઓથી શરૂ થાય અને પ્રવૃત્તિઓ તેમજ પ્રયોગોના પરિણામોના પૃથક્કરણના આધારે તે આગળ વધે. તેમાં એ

પણ જરૂરી છે કે બાળકોના અનુભવોને સાંકળવામાં આવે તેમજ તેમના મનમાં ઊઠતા પ્રશ્નો માટે પણ અવકાશ પૂરો પાડવામાં આવે. આદર્શ પરિસ્થિતિ તો એ કહી શકાય કે જ્યારે કોઈપણ સંકલ્પનાની શરૂઆત બાળકોના પ્રશ્નો તેમજ અવલોકનોથી થાય. હંમેશા આમ કરવું શાળાકીય પરિસ્થિતિમાં શક્ય નથી હોતું. આ માટે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના પ્રકરણોમાં એ પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો હતો કે બાળકોના અપેક્ષિત પ્રશ્નોનો સમાવેશ કરીને જ આગળ વધવામાં આવે. એનો મતલબ એ પણ નથી કે તેઓના તમામ પ્રશ્નોની કલ્પના કરીને તેનો સમાવેશ થઈ ગયો છે.

એક છેલ્લી વાત. અભ્યાસક્રમની દૃષ્ટિએ સંકલ્પનાઓને અલગ-અલગ કરવામાં આવે છે પરંતુ વાસ્તવિક અનુભવ અને રોજીંદા જીવનમાં સંકલ્પનાઓ મિશ્રિત સ્વરૂપમાં સામે આવે છે. આથી એ જરૂરી છે કે બાળકોના પ્રશ્નોને પૂરતું સ્થાન આપવામાં આવે જેથી સંકલ્પનાઓના પરસ્પરના સંબંધ પરથી ધ્યાન વિચલિત ન થાય.

પ્રક્રિયા એવી વિચારેલ છે કે શરૂઆતમાં શિક્ષક બાળકો સાથે મુક્ત ચર્ચાના માધ્યમથી તેઓના પ્રશ્નો અને સમજને વિકસિત કરે. ત્યારબાદ તેને ધ્યાનમાં રાખીને પ્રકરણની પ્રવૃત્તિઓ કરાવવામાં આવે, તેના અવલોકનો તેમજ પરિણામોને બાળકોના અનુભવ સાથે જોડવામાં આવે, પ્રવૃત્તિઓના અંતે આપવામાં આવેલ સવાલો પર ચર્ચા થાય અને તારણ કાઢવામાં આવે, આ તારણોને અનુભવ અને પ્રયોગોની કસોટી પર ચકાસવામાં આવે, નવી-નવી પરિસ્થિતિઓમાં લાગુ કરીને જોવામાં આવે. એનો અર્થ એ પણ છે કે કોઈ પ્રકરણ જેવું છે તેવું ‘કરાવી દેવું’ પૂરતું નથી કારણ કે દરેક ધોરણમાં બાળકોની સાથે મળીને જ પ્રક્રિયાના સૂક્ષ્મ બિંદુઓનું નિર્ધારણ થશે. આથી આ પ્રકરણોના ઉપયોગ દરમિયાન શિક્ષક પક્ષે ઘણી સર્જનાત્મકતાની પણ અપેક્ષા છે.

C C C

બાળ વૈજ્ઞાનિક (બા.વૈ.), ધોરણ-6, 2000, પૃ.52

બાળ વૈજ્ઞાનિક પ્રકરણોની સંરચના

એક રીતે જોતા *બાળ વૈજ્ઞાનિક* એક અધૂરું પુસ્તક છે. તેમાં માત્ર પ્રયોગ કરવાની રીત અને પ્રશ્નો છે. આ પ્રશ્નોના જવાબોની સાથે આ પુસ્તક પૂર્ણ બને છે, પરંતુ વાત માત્ર પ્રશ્નો અને જવાબ પૂરતી સીમિત નથી. પ્રશ્નો અને જવાબો વચ્ચે એક આખી પ્રક્રિયા છે કે જેમાંથી પસાર થઈને જવાબો મળે છે. આ પ્રક્રિયા છે પ્રયોગોની, અવલોકનોની, ચર્ચાની, આંકડાઓના રજૂઆતની, વિશ્લેષણની, સિદ્ધાંત તેમજ નિયમ વિકાસ કરવાની.

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના પ્રત્યેક પ્રકરણમાં અભ્યાસક્રમના લગભગ તમામ ભાગોનો સમાવેશ કરવામાં આવેલ છે. આથી અભ્યાસક્રમના તત્ત્વો કયા પ્રકરણોમાં શ્રેષ્ઠ રીતે પ્રકટ થશે તેનો આધાર શિક્ષકના રસ, આવડત, આત્મવિશ્વાસ, વિષય સંબંધિત જાણકારી અને સમજ, બાળકોની તૈયારી તેમજ વર્ગખંડના વાતાવરણ પર રહેલ છે. આ રીતે જોતાં *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના પ્રત્યેક પ્રકરણના બે પક્ષ છે અને બંને પક્ષ સમાન મહત્ત્વ ધરાવે છે. પ્રથમ પક્ષ છે વિષયવસ્તુનો. કોઈ પ્રકરણ પાણીની કઠિનતા સાથે સંબંધિત હોઈ શકે છે કે પછી તે ભોજન અને પાચનક્રિયા સાથે. પરંતુ બીજો પક્ષ તમામ પ્રકરણોમાં લગભગ એક સમાન રહે છે અને તે છે વિજ્ઞાનની પદ્ધતિનો. આ પદ્ધતિમાં પ્રયોગ કરવો, અવલોકન કરવું, અવલોકનોની નોંધ કરવી, તેને વ્યવસ્થિત સ્વરૂપ આપવું, તરાહની ઓળખ કરવી, તાર્કિક વિશ્લેષણ કરવું, તારણ તારવવું, પ્રાપ્ત તારણને તર્કની એરણે ચઢાવવું, તર્ક કરવો અને તેને પોતાના શબ્દોમાં રજૂ કરવું જેવી બાબતોનો સમાવેશ થાય છે.

જૂથ

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં બાળકોના જૂથ એ અધ્યયન પ્રક્રિયાનો એક ભાગ છે. શિક્ષક પાસે એ અપેક્ષા છે કે તે પોતાના વર્ગમાં ચાર-પાંચ બાળકોના જૂથ બનાવી દે. જૂથમાં કામ કરવાથી ઘણાબધા શૈક્ષણિક પરિણામો મેળવી શકાય છે. તેની સૌથી મોટી અસર એ છે કે તે વર્ગખંડની રચના અને તેમાં થનાર કામકાજના સ્વરૂપને બદલી નાખે છે. સામાન્ય વર્ગમાં બાળકો કતારબદ્ધ રીતે શિક્ષક તરફ મોં રાખીને બેઠા હોય છે. જ્યારે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના વર્ગમાં ચાર-પાંચ બાળકો ગોળ વર્તુળ બનાવીને બેઠા હોય છે. દરેક જૂથની મધ્યમાં કિટ સામગ્રી કે અન્ય અધ્યયન સામગ્રી રાખવામાં આવેલ હોય છે અને તેઓ પોતાના કાર્યમાં, પરસ્પરની વાતચીતમાં મશગૂલ હોય છે. જૂથકાર્ય કરતી વખતે ઘણો શોરબકોર પણ કરે છે અને સામગ્રી પ્રાપ્તિ માટે કે પછી અન્ય જૂથના પ્રયોગ જોવા માટે ભાગદોડ પણ કરે છે.

એક રીતે જોઈએ તો જૂથમાં કામ કરવાના કારણે બાળકો ઘણા સ્વાયત્ત બને છે અને વર્ગના 'ગુપ્ત સત્તા સમીકરણ'માં નવું સંતુલન સ્થાપિત થાય છે. આ પરિવર્તન આંશિક હોવા છતાં સામાન્ય નથી.

જૂથમાં કામ કરવું એ સામૂહિક અધ્યયનનો એક ઘટક છે. છેવટે જોઈએ તો *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં જ્ઞાનસર્જનના એકલવાયા પ્રયાસને વર્ગના સંયુક્ત પ્રયાસમાં પરિવર્તિત કરવાનો પ્રયત્ન થાય છે. જૂથમાં કે સમગ્ર વર્ગમાં એક સહયોગપૂર્ણ વાતાવરણ બનાવવાના આ પ્રયત્નના કારણે શિક્ષણમાં વ્યાપ્ત વ્યક્તિગત સ્પર્ધાના વાતાવરણને નિષ્ક્રિય બનાવી શકાય છે. અનુભવના આધારે એમ પણ કહી શકાય કે બાળકો એકબીજામાંથી ઘણું શીખે છે.

પ્રયોગ અને પ્રવૃત્તિઓ

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના પ્રત્યેક પ્રકરણમાં બાળકોને કેટલાક પ્રયોગો અને પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટેના સૂચનો આપેલ છે. દરેક પ્રયોગના અંતે કેટલાક પ્રશ્નો પૂછવામાં આવેલ છે. આ પ્રશ્નો બાળકને અવલોકનની નોંધ કરવામાં, આ અવલોકનોનું પૃથક્કરણ કરવામાં તેમજ તેમાંથી તારણ તારવવામાં મદદ કરે છે. પ્રયોગ અને પ્રવૃત્તિઓના સૂચનો વિસ્તારપૂર્વક આપવામાં આવેલ છે.

આ સૂચનો શાબ્દિક સ્વરૂપમાં પણ છે તેમજ ચિત્રોના

માધ્યમ દ્વારા સમજાવવામાં પણ આવેલ છે. પ્રયોગોના સૂચનોને સ્વયંસ્પષ્ટ બનાવવા માટેના પ્રયત્નો કરવામાં આવેલ છે કે જેથી બાળકો તેને વાંચીને સ્વયં પ્રયોગ કરી શકે.

સામાન્ય પાઠ્યપુસ્તકોથી વિરુદ્ધ *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં લગભગ ક્યાંય પણ પ્રયોગના સૂચનો બાદ તેના અવલોકનો કે તારણો આપવામાં આવેલ નથી. જો કે એમ કહેવું વધારે યોગ્ય રહેશે કે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં બાળકોએ કેવા પ્રકારના અવલોકનો કરવાના છે તે અંગે સહેજ પણ આભાસ ન થાય એવો ભરપૂર પ્રયાસ કરવામાં આવેલ છે. પ્રયોગમાં બાળકોનો રસ જાળવી રાખવા માટે એ જરૂરી છે કે તેઓને અવલોકન કે તારણ અગાઉથી આપી દેવામાં ન આવે કે બીજે ક્યાંયથી તૈયાર ન મળે. માત્ર પ્રયોગ કરવો એટલું જ નહીં પરંતુ પ્રયોગના અવલોકનોની વ્યાખ્યા માટે સંઘર્ષ કરતાં શીખવું એ પણ શીખવાની પ્રક્રિયાનું મહત્ત્વનું અંગ છે.

અહીં એ પ્રશ્ન ઊભો થવો સ્વાભાવિક છે કે જો વર્ગમાં પ્રયોગ યોગ્ય રીતે ન થયો કે ખોટા અવલોકન મળ્યા તો આગળની સમગ્ર પ્રક્રિયાનું શું થશે ? આ પ્રશ્ન વ્યાજબી છે પરંતુ તેને એક સમસ્યા સ્વરૂપે નહીં પરંતુ ચેલેન્જ સ્વરૂપે જોઈ શકાય. આમ તો પ્રયોગ એટલા સરળ અને સહજ છે કે ભૂલ થવાની સંભાવના ખૂબ ઓછી છે અને જો અવલોકન યોગ્ય ન મળે તો તેને પણ શિક્ષણની એક તક સ્વરૂપે લેવી જોઈએ. અપેક્ષા તો એવી કરવામાં આવે છે કે શિક્ષક તમામ બાળકોના અવલોકનોને જોઈને એ સુનિશ્ચિત કરે કે બધાને 'સાચા' અવલોકનો મળી ગયા. આમ ન થાય તો ચર્ચા થકી પ્રયોગમાં રહેલ ખામીને સમજવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવશે. બાળકો દ્વારા સ્વયં પ્રયોગ થતાં હોય ત્યારે આવી સંભાવના રહેલ છે. પરંતુ જ્યારે વર્ગમાં 10 જૂથ પ્રયોગ કરી રહ્યા હોય ત્યારે એ વાતની પ્રબળ સંભાવના છે કે કેટલાક જૂથના પ્રયોગ 'સાચા' હશે. જૂથમાં થયેલ પ્રયોગની વિવિધતાના આધારે તમને તક મળી જાય છે કે તમે તેનું પૃથક્કરણ કરી પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરી શકો. આદર્શ સ્વરૂપમાં આ જ અપેક્ષા રહેલ છે.

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં આપેલ પ્રયોગો અંગેની મહત્ત્વપૂર્ણ બાબત એ છે કે તે 'ચકાસણી પ્રયોગો' નથી. એટલે કે અગાઉથી જ્ઞાત સિદ્ધાંતની ચકાસણી માત્ર કરવાનો હેતુ આ પ્રયોગોનો નથી. સામાન્ય રીતે માધ્યમિક અને કોલેજ કક્ષાએ વિજ્ઞાનમાં પ્રયોગોની વ્યવસ્થા હોય છે પરંતુ આ પ્રયોગો જ્ઞાત બાબતોની ચકાસણી માટેના હોય છે. શિક્ષણમાં આ પ્રકારના પ્રયોગોની ભૂમિકા અંગે ચર્ચા ન કરતાં એ જાણવું જરૂરી છે કે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં પ્રયોગોના આધારે નિયમો કે સિદ્ધાંતોનો વિકાસ કરવાની બાબત આધારભૂત છે.

ત્રીજી વાત એ છે કે કેટલાક અપવાદોને બાદ કરતાં તમામ પ્રયોગો શિક્ષકો દ્વારા પ્રદર્શન માટે નહિ પરંતુ બાળકોએ પોતે કરવા માટે છે.

પ્રયોગમાં તુલનાની વ્યવસ્થા

એવા કેટલાય અવલોકનો હોય છે કે જેમાં 'સરળતા'થી તારણ પર પહોંચી શકાય છે. પરંતુ આ 'સરળતા' એક પ્રકારની છેતરામણી છે. જેમ કે, 'સાપ બીનની ધૂન પર નાચે છે' આ વાક્યની સત્યતા પર સંદેહ કરવાનું કોઈ કારણ નથી કારણ કે દર વર્ષે મદારી નાગપંચમીના દિવસે સાપ લઈને આવે છે, બીન વગાડે છે અને સાપ નાચે છે. માનવજીવન પર ગ્રહોની અસર હોય, દવાઓની અસર હોય, ઝાડ-ફૂંકની અસર હોય, દરેક બાબતમાં દેખાય તો એ જ છે કે અમુક ક્રિયા કરવાથી અમુક અસર થઈ. પરંતુ તેના આધારે તારણ તો એ જ કાઢવામાં આવે છે કે અમુક ક્રિયા કરવાને કારણે અમુક અસર થઈ. વાસ્તવમાં આ પ્રકારના કિસ્સાઓમાં ઘણી સંભાવના રહેલ છે. જેમ કે બંને ઘટનાઓ હંમેશા એકસાથે થતી હોય પરંતુ એકબીજાનું કારણ ન હોય. આ બંનેનું કોઈ સામાન્ય કારણ હોઈ શકે છે કે જેના કારણે તે હંમેશા સાથે-સાથે બને છે અથવા એમ પણ થઈ શકે કે સંજોગોવસાત તેઓ સાથે-સાથે બની હોય અને એમ પણ થઈ શકે કે બંને કાર્યકારણ સંબંધ હોય.

આધુનિક વિજ્ઞાનમાં પ્રયોગ કરવાની પ્રક્રિયા દરમિયાન માહિતી પ્રાપ્ત કરવી, કાર્યકારણ સંબંધ સ્થાપિત કરવો અને પુરાવાઓ એકત્રિત કરવા એ મહત્ત્વની બાબત છે. પ્રમાણ અને કાર્ય-કારણ સંબંધ સ્થાપિત કરવા માટે પ્રયોગનો ઉપયોગ કરતી વખતે ઘણી બાબતોનું ધ્યાન રાખવું પડે છે. ઘણી વખત એવું બને છે કે એક જ પ્રયોગમાં એકસાથે અનેક કારણો કાર્ય કરે છે અને તારણ કાઢવામાં તકલીફ પડે છે. આ પ્રકારના ભ્રમથી બચવા માટે વિજ્ઞાનમાં પ્રયોગોના નિયંત્રણની અવધારણા વિકાસ પામી.

નિયંત્રિત પ્રયોગનો અર્થ એ થાય છે કે એક જ પ્રયોગની એ તમામ બાબતોને તમે ઓળખો કે જેમાં પરિવર્તન કરવાથી કોઈ અસર જોવા મળે છે અને ત્યારબાદ તેઓને એક-એક કરીને બદલી જુઓ. એટલે કે એક કારણને બદલતી વખતે બાકીના કારણો બદલવા ન જોઈએ. પરંતુ આમ કરવું હંમેશા શક્ય હોતું નથી. આથી એક જ પ્રયોગને એક સાથે બે રીતે કરવાનો માર્ગ સ્વીકારવામાં આવે છે. બંનેમાં બાકીની બધી બાબતો સમાન હોય જ્યારે માત્ર એક બાબત અસમાન હોય છે. તેને આપણે તુલનાના હેતુ માટેનો નિયંત્રિત પ્રયોગ કહી શકીએ છીએ.

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં આવા પ્રયોગોને ખાસ મહત્ત્વ આપવામાં આવ્યું છે. ખોરાક અને પાચન પ્રક્રિયામાં સ્ટાર્ચ પર લાળનો પ્રભાવ, વનસ્પતિમાં પાણીની સાથે ખનિજ દ્રવ્યોનું ઉપર ચઢવું, 'પાણી – નરમ અને કઠિન' પ્રકરણમાં વિવિધ ક્ષારોનો કઠિનતા પર પ્રભાવ, વનસ્પતિના પોષણમાં સ્ટાર્ચના નિર્માણમાં પ્રકાશની ભૂમિકા, શ્વસનમાં શ્વાસની હવાના ગુણધર્મો વગેરે અનેક ઉદાહરણો છે.

આમ તો કેટલીય જગ્યાઓ પર બાળકોનું ધ્યાન એ બાબત પર દોરવામાં આવેલ છે કે એક જ પ્રયોગમાં એકથી વધારે બાબતોની અસર થાય છે. આથી તારણ કાઢતી વખતે આ બાબતો પર ધ્યાન આપવું જરૂરી છે.

સવાલ પર સવાલ

દરેક પ્રયોગ બાદ પ્રશ્ન આપવામાં આવેલ છે. આ પ્રશ્નો મૂળભૂત રીતે બે પ્રકારના છે. પ્રથમ પ્રકારના પ્રશ્નો બાળકોનું ધ્યાન અવલોકન પર કેન્દ્રિત કરાવવા માટે છે. આ દરમિયાન બાળકો પોતાના અવલોકનોને વ્યવસ્થિત રીતે લખશે તેવી અપેક્ષા છે. કેટલીક જગ્યાએ અવલોકનોની નોંધ કરાવવા માટે સારણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલ છે.

અવલોકનોની નોંધ થઈ ગયા બાદ બીજા પ્રકારના પ્રશ્નોનો સમૂહ આવી જાય છે કે જેમાં અવલોકનોનું વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે. બાળકો જૂથમાં અને સામૂહિક રીતે અવલોકનોની વ્યાખ્યા કરશે તેવી અપેક્ષા અહીં રહેલ છે. આ માટે તેઓ પોતાના પૂર્વાનુભવો અને પ્રયોગના અવલોકનોનો ઉપયોગ કરશે. આદર્શ સ્વરૂપમાં તો દરેક બાળકને તક મળશે કે તેઓ પોતાની સંકલ્પના કે વ્યાખ્યા રજૂ કરે. બીજાએ રજૂ કરેલ વ્યાખ્યાઓ પર પ્રશ્નો ઊભા કરે અને તેને સમજવાનો પ્રયત્ન કરે. આ તમામ ચર્ચા અને સંવાદમાં શિક્ષકની ભૂમિકા ખૂબ સક્રિય અને મહત્ત્વપૂર્ણ હોય છે. શિક્ષક પાસે એવી અપેક્ષા નથી હોતી કે તે 'સાચી વ્યાખ્યા' જણાવી દે. અપેક્ષા એ છે કે શિક્ષક બાળકોએ રજૂ કરેલ વ્યાખ્યાઓ અંગે પરસ્પરની ચર્ચા કરવામાં મદદ કરે, પ્રશ્નો પૂછી તેઓને પોતાની વાત સ્પષ્ટ કરવામાં મદદ કરે, અન્ય અનુભવોની કસોટી પર તેઓની વ્યાખ્યાઓને ચકાસે અને જરૂરી હોય તો વિવિધ વ્યાખ્યાઓની ચકાસણી માટે પૂરક પ્રયોગ કરાવે. સાચી વ્યાખ્યા સુધી પહોંચવા જેટલી જ મહત્ત્વપૂર્ણ આ પ્રક્રિયા છે.

આ રીતે શીખવાની પ્રક્રિયામાં બાળકો સક્રિયરૂપે સામેલ થતા હોવાથી સ્વાભાવિક છે કે 'પ્રવચન પદ્ધતિ' કરતા વધારે સમય લાગશે. જો કે શીખવાની પ્રક્રિયા વધારે સારી થાય છે.

એક સમસ્યા એ છે કે પ્રત્યેક પ્રયોગને સંબંધિત પ્રશ્નો પ્રયોગ બાદ આવે છે. આથી પ્રયોગ કરતી વખતે બાળકોને એ વાતની જાણ નથી હોતી કે તેઓએ કઈ બાબતોનું અવલોકન કરવાનું છે. દરેક પ્રયોગમાં અનેક બાબતો હોવી સ્વાભાવિક છે. બાળકોને બિલકુલ ખ્યાલ નથી હોતો કે તેઓ શા માટે પ્રયોગ કરે છે. આથી પ્રયોગ શરૂ કરતા અગાઉ બાળક પક્ષે કોઈ અપેક્ષા નથી હોતી, તેઓને એ વાતનો ખ્યાલ નથી હોતો કે કઈ બાબતો પર ધ્યાન આપવાનું છે. દરેક પ્રયોગની શરૂઆત કરતા પહેલા વર્ગમાં વાતચીત દ્વારા તેની ભૂમિકા તૈયાર કરવાની જવાબદારી શિક્ષકપક્ષે છે. બાળકો પ્રયોગ અને તેને સંબંધિત પ્રશ્નો પહેલા વાંચી લે તેમ કરવું પડશે. શિક્ષક તે અંગે ચર્ચા કરે અને મુખ્ય બાબતો પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરાવે અને ત્યારબાદ પ્રયોગની શરૂઆત કરાવે. તેનાથી બાળકોને પ્રયોગનો હેતુ અગાઉથી જ સ્પષ્ટ થશે અને તેઓ શોધખોળ કરવાની પ્રક્રિયામાં સાર્થક રીતે જોડાશે. શિક્ષક પાસે એ પણ અપેક્ષા છે કે તે અગાઉના અને આવનાર પ્રયોગ વચ્ચે સેતુ સ્થાપિત કરશે.

પ્રશ્નોનો ક્રમ એ હેતુથી આપવામાં આવેલ છે કે પાછળથી કોઈ વખત તેઓને યોગ્ય સંદર્ભમાં જોઈ શકાય.

C C C

કિટ યાદી

સ્થાયી સાધનો

- ટેસ્ટટ્યૂબ / ઇંજેક્શનની શીશીઓ
- ઉત્કલન નળી (Boiling Tube)
- એક તેમજ બે કાણાંવાળા બૂચ[1]
- ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડ
- ટેસ્ટટ્યૂબ હોલ્ડર
- રકાબી કે ડીશ
- બીકર
- કાચનો સળિયો
- કાચની નળી
- ડ્રોપર
- ગળણી
- કાચની સ્લાઇડ્સ
- ચમચી (પ્લાસ્ટિક)
- સીરીંજ
- પ્લાસ્ટિકની મોટી બોટલો[2]
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (સંભવ હોય તો)
- લેન્સ
- એલ્યુમિનિયમનો ટુકડો

ખર્ચ કે વપરાશ ધરાવતી સામગ્રી (રસાયણ)

- મીઠાનો એસિડ (હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ)
- ગંધકનો એસિડ (સલ્ફ્યુરિક એસિડ)
- મીઠું (સોડિયમ ક્લોરાઇડ)[3]
- કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ
- કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ)
- ખાવાનો સોડા (સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ)[4]
- ટાર્ટરિક એસિડ
- નેપ્થેલિન (કપડામાં રાખવાની ગોળીઓ)
- ચૂનો (ખાવાનો)[5]
- લિટમસ પેપર (લાલ અને ભૂરા)
- ફિનોલ્ફથેલીન
- કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ
- કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ
- મેગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ
- એમોનિયમ ક્લોરાઇડ
- પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ
- આરસપહાણના ટુકડા
- જસતના ટુકડા
- એલ્યુમિનિયમના ટુકડા[6]
- કોપર સલ્ફેટ
- ટિંચર આયોડીન[7]
- પોટેશિયમ આયોડાઇડ
- બેંજોઈક એસિડ
- ઓક્ઝેલિક એસિડ
- યુરિયા

ખર્ચ કે વપરાશ ધરાવતી સામગ્રી (અન્ય)

- ગાળણપત્ર-ફિલ્ટર પેપર
- મીણબત્તી (સંભવ હોય તો સ્પિરિટ લેમ્પ)
- રૂ
- સફેદ ચૉક
- ફિલ્ટર પેપરની પટ્ટીઓ
- નિસ્યંદિત પાણી (ડિસ્ટીલ્ડ વોટર)[8]
- સાબુ
- ડિટર્જન્ટ
- ફુગ્ગા
- અગરબત્તી
- વાલ્વ ટ્યૂબ
- જુદા-જુદા રંગની શાહી
- લોખંડનું બ્રશ (વાસણ ઘસવાનું)
- સેલ

આ વસ્તુઓ ઉપરાંત બાળકોએ ક્યારેક પોતાના ઘરની આસપાસથી વસ્તુઓ ભેગી કરવાની રહેશે કે જે તેઓ સરળતાથી કરી શકે છે.

---

1. બુચ ઉત્કલન નળીમાં ફીટ થવો જોઈએ.
2. આજકાલ મળતી પાણીની બોટલો ચાલશે.
3. સામાન્ય મીઠાનો ઉપયોગ કરી શકાય છે, પરંતુ પ્રકરણમાં દર્શાવેલ સાવધાની રાખવી.
4. કરિયાણાની દુકાનેથી લઈ શકાય છે.
5. પાનની દુકાન પર મળે છે.
6. ઇંજેક્શનની શીશીઓના ઢાંકણા પર લાગેલ ધાતુ એલ્યુમિનિયમ હોય છે.
7. આજકાલ ઘા પર લગાવવા માટે ટિંચર બેંજોઇનનો પણ ઉપયોગ થાય છે. આથી ધ્યાનપૂર્વક ટિંચર આયોડીન લાવવું.
8. વરસાદનું પાણી સર્વોત્તમ નિસ્યંદિત પાણી છે. થોડો વરસાદ થઈ ગયા બાદ એકત્રિત કરી શકાય છે.

એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ
એસિડ અને બેઇઝનો પારસ્પરિક સંબંધ

*બાળ વૈજ્ઞાનિક*ની પ્રથમ આવૃત્તિમાં ધોરણ-8માં આ અંગે 'એસિડ, બેઇઝ અને ક્ષાર' નામનું એક વિસ્તૃત પ્રકરણ હતું. આગળ જતાં વિષયવસ્તુના સંતુલિત વિભાગીકરણની દૃષ્ટિએ તેને ધોરણ-6 થી 8 માં બે ભાગમાં વહેંચવામાં આવ્યું – 'એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ' અને 'એસિડ અને બેઇઝનો પરસ્પરનો સંબંધ'. એમાંથી પ્રથમ ભાગ ધોરણ-6માં અને બીજો ભાગ ધોરણ-8માં લેવામાં આવ્યો હતો. આમ કરવાનું કારણ માત્ર એ હતું કે બીજા ભાગમાં કેટલીક ગણતરીઓ કરવાની જરૂર પડતી હતી કે જે ધોરણ-6ના બાળકોને મુશ્કેલ પડી શકે તેમ હતી. પ્રથમ ભાગ મૂળભૂત રીતે ગુણાત્મક હતો જેમાં સૂચકોના આધારે પદાર્થોનું વર્ગીકરણ કરવાનું હતું.

એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ આપણે કેટલાક પદાર્થોની મદદથી કરી શકીએ છીએ. તેને સૂચક કહે છે. સૂચકો પર એસિડ અને બેઇઝની ભિન્ન-ભિન્ન અસર થાય છે. સામાન્ય રીતે એસિડ અને બેઇઝની હાજરીમાં સૂચકો અલગ-અલગ રંગ દર્શાવે છે. સ્વાભાવિક છે કે કેટલાક પદાર્થો એવા પણ હોય છે કે જે સૂચકો પર કોઈ અસર કરતા નથી. તેને આપણે તટસ્થ પદાર્થો કહીશું.

બાળકો માટે જો રસાયણશાસ્ત્રનો આ પ્રથમ અનુભવ હોય તો એક વાત સ્પષ્ટ કરવી જરૂરી છે કે જ્યારે પણ આપણે કોઈ રાસાયણિક ગુણધર્મની ચકાસણી કરવા માગતા હોય ત્યારે આપણે સૂકા પદાર્થોનો નહીં પરંતુ તેના દ્રાવણનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આ પ્રકરણમાં બાળકો તમામ પદાર્થોની ચકાસણી તેના દ્રાવણ સ્વરૂપમાં જ કરશે. તેઓ જોઈ શકશે કે જ્યારે પણ કોઈ ઘન પદાર્થની તપાસ કરવી હોય ત્યારે તેનું પાણીમાં દ્રાવણ બનાવવામાં આવે છે. કેટલીક ક્રિયાઓ ઘન અવસ્થામાં પણ થાય છે. પાછલા કેટલાક વર્ષોમાં જલીય ન હોય તેવા દ્રાવણો પર પણ સંશોધનો થયા છે. વાયુ અવસ્થામાં પણ ક્રિયા થાય છે, પરંતુ સામાન્ય રીતે આપણે જલીય દ્રાવણોની વાત કરીએ છીએ.

સામાન્ય રીતે એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ માટે લિટમસપત્રનો ઉપયોગ સૂચક તરીકે થાય છે. ખરેખર આપણે લિટમસનો ઉપયોગ લિટમસમાં પલળેલા કાગળ એટલે કે લિટમસપત્ર સ્વરૂપે કરીએ છીએ. લિટમસપત્ર લાલ અને ભૂરા એમ બે રંગોમાં મળે છે. લિટમસ અંગેના વધારે અભ્યાસ માટે પ્રકરણના અંતે વિસ્તૃત માહિતી આપેલ છે. એવું જરૂરી નથી કે લિટમસપત્ર એ જ એકમાત્ર સૂચક છે. પરંતુ આ સ્તરે એક પરિભાષાના સ્વરૂપે જોઈએ તો ભૂરા લિટમસપત્રને લાલ રંગમાં પરિવર્તિત કરે તે એસિડિક અને લાલ લિટમસપત્રને ભૂરા રંગમાં પરિવર્તિત કરે તેને બેઝિક પદાર્થો કહી શકાય. જે પદાર્થો લાલ કે ભૂરા લિટમસપત્ર પર કોઈ અસર કરતાં નથી તે તટસ્થ પદાર્થો છે.

આ સંદર્ભમાં એમ કહી શકાય કે જેમ-જેમ બાળકો રસાયણશાસ્ત્રના અભ્યાસમાં આગળ વધશે તેમ-તેમ એસિડ અને બેઇઝની પરિભાષા ન માત્ર બદલતી જશે પણ વિસ્તૃત પણ થશે. પરંતુ ઉચ્ચ પ્રાથમિક કક્ષાએ લિટમસપત્રથી કામ ચાલી જશે. અન્ય પરિભાષાઓ પદાર્થોની સંરચના સમજ્યા પછી જ અર્થસભર બની શકશે.

પ્રકરણમાં બે વાતો સ્પષ્ટ કરવામાં આવેલ છે જેનો ઉલ્લેખ અહીં કરી શકાય છે.

1. કેટલીક વખત એમ માની લેવામાં આવે છે કે લાલ અથવા ભૂરા બેમાંથી કોઈ એક લિટમસપત્ર પર પદાર્થની અસર ન થાય તો તે તટસ્થ હશે. આ તારણ અધૂરું છે. બંને લિટમસપત્ર પર પરીક્ષણ કર્યા બાદ જ તટસ્થતા અંગે કોઈ નિર્ણય લઈ શકાય છે.
2. આ વાતને અભ્યાસના પ્રશ્ન ક્રમાંક-2માં આવરી લેવાનો પ્રયત્ન કરેલ છે. જો પદાર્થ એસિડ કે બેઇઝ ન હોય તો તેને ક્ષાર માનવાની વૃત્તિ જોવા મળે છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે સામાન્ય રીતે એમ કહેવામાં આવે છે

કે એસિડ અને બેઇઝની પ્રક્રિયાથી ક્ષાર ઉત્પન્ન થાય છે અને તે તટસ્થ હોય છે. આથી લોકો એમ માની લે છે કે તટસ્થ દ્રાવણ ક્ષારનું દ્રાવણ હોય છે. સ્વાભાવિક છે કે ખાંડ જેવા પદાર્થો તટસ્થ હોવા છતાં ક્ષાર નથી.

આનાથી વિરુદ્ધ વાત પણ ભ્રમનો વિષય છે. સામાન્ય રીતે એમ માની લેવામાં આવે છે કે તમામ ક્ષારો તટસ્થ હોય છે. આ સાચું નથી. કેટલાય ક્ષારો એસિડિક કે બેઝિક હોય છે. જેમ કે કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ ક્ષારીય હોય છે જ્યારે એમોનિયમ ક્લોરાઇડ એસિડિક છે. વાસ્તવમાં સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણનો ઉપયોગ તો આપણે અનુમાપનના પ્રાથમિક માનક સ્વરૂપે કરીએ છીએ.

આમ કોઈ પદાર્થ કે દ્રાવણ તટસ્થ હોય તો પણ એમ ન કહી શકાય કે તે ક્ષાર જ હશે તેમજ એમ પણ ન કહી શકાય કે તમામ ક્ષારોના દ્રાવણો તટસ્થ જ હશે.

વાસ્તવમાં આપણે એ ચર્ચા કરી રહ્યા છીએ કે એસિડ અને બેઇઝ હોય છે શું અને સૂચકો આપણને શું કહે છે.

સૌપ્રથમ એ વાત સ્પષ્ટ થઈ જાય કે ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળાના બાળકોના સ્તરે અને સામાન્ય રીતે પણ રસાયણશાસ્ત્રમાં જ્યારે વ્યવહારિક કાર્યો માટે એસિડ અને બેઇઝની વાત થાય છે ત્યારે તે લિટમસપત્રના સંદર્ભમાં જ થાય છે. એટલે કે લિટમસ જો કોઈ પદાર્થને એસિડિક બતાવે તો તે એસિડ જ છે અને લિટમસ જો કોઈ પદાર્થને બેઝિક બતાવે તો તે બેઇઝ જ છે. આટલા સ્પષ્ટીકરણ પછી હવે થોડી વાત એસિડ અને બેઇઝના રાસાયણિક ગુણધર્મો વિશે કરીએ.

જ્યારે એમ કહેવામાં આવ્યું કે લિટમસ જ આપણું માનાંક સૂચક છે ત્યારે એક વાત તમારા મનમાં જરૂર આવી હશે કે શું કોઈ અન્ય સૂચક માનાંક નથી ? જો તમે ચકાસવા માગતા હોય તો ચકાસી શકો છો.

એસિડ અને બેઇઝનો ભેદ પારખવા માટે ઘણા સૂચકો છે. ફિનોલ્ફથેલીન, મિથાઇલ ઓરેન્જ વગેરેનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે જોવા મળે છે. જો માધ્યમિક શાળામાંથી તમે આ સૂચકો પ્રાપ્ત કરી શકો તો તેનાથી અલગ-અલગ પદાર્થોની તપાસ કરીને તમે એ ચકાસી શકો છો કે શું આ તમામથી મળતાં પરિણામો એક જેવા જ છે કે જુદા-જુદા છે ?

જો કે આ પ્રકરણમાં તમે જોશો કે શરૂઆત લિટમસથી ન કરતાં હળદરથી કરવામાં આવેલ છે. પ્રયોગ-1માં 'હળદરપત્ર' બનાવીને તેનાથી અલગ-અલગ પદાર્થોની ચકાસણી કરવામાં આવી છે. અહીં મુશ્કેલી એ છે કે તેનાથી આપણને એક જ કલરનું હળદરપત્ર મળે છે. હળદરપત્ર પર જ્યારે બેઝિક પદાર્થો નાખવામાં આવે તો તે લાલ થઈ જાય છે. આ લાલ કાગળ પર પણ પરીક્ષણ કરી શકાય છે પરંતુ વ્યાવહારિક દૃષ્ટિએ તે થોડું મુશ્કેલ છે.

હળદર બાદ ફૂલોના રંગોથી પણ સૂચકો બનાવવામાં આવ્યા છે. તેમાં જાસૂદ, ચાઈના રોઝ, નફ્ફટીયું, બોગનવિલા વગેરે ફૂલોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. વાસ્તવમાં બાળકો માટે આ એક ઉત્તમ પ્રકલ્પ બની શકે છે કે જેમાં તેઓ પોતાની આસપાસ મળતા વિભિન્ન ફૂલો અને અન્ય રંગીન પદાર્થોનું પરીક્ષણ કરીને જુએ. જેમ કે દૂધ વગરની ચા, પીળો કે લાલ કાગળ (જેના પર જાહેરાતો છપાય છે), બીટનો રસ વગેરે.

આટલું થઈ ગયા બાદ લિટમસપત્રથી પરિચય થાય છે. ઇચ્છો તો લિટમસપત્રથી શરૂઆત કરીને ત્યારબાદ અન્ય સૂચકોનું પરીક્ષણ કરી શકાય છે.

આ સ્તરે એસિડ અને બેઇઝને આપણે એ આધારે વ્યાખ્યાયિત કરી શકીએ છીએ કે તેનાં દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા કેટલી હોય છે. શુદ્ધ પાણીમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા 10^{-7} મોલ પ્રતિ લિટર હોય છે. પાણીમાં એટલાં જ (10^{-7} મોલ પ્રતિ લિટર) હાઇડ્રોક્સાઇડ આયન પણ મળે છે. આ બંનેનું ગુણનફળ 10^{-14} મોલ આયન પ્રતિ લિટર થાય છે. એસિડ એવા પદાર્થો છે કે જેને પાણીમાં ઓગાળતાં હાઇડ્રોજન આયન પેદા કરે છે, જ્યારે બેઇઝ હાઇડ્રોક્સાઇડ આયન પેદા કરે છે. પરંતુ પાણીમાં એસિડ કે બેઇઝ ઓગાળતાં આ બંને આયનોનું ગુણનફળ 10^{-14} મોલ આયન પ્રતિ લિટર જ બની રહે છે. આથી બને છે એવું કે જ્યારે પાણીમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા વધે છે ત્યારે હાઇડ્રોક્સાઇડ આયનોની સાંદ્રતા ઘટી જાય છે અને ગુણનફળ એટલું ને એટલું જ રહે છે. જ્યારે હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા 10^{-7} મોલ આયન પ્રતિ લિટરથી વધારે હોય છે તો તેને એસિડિક દ્રાવણ કહે છે અને જ્યારે તેની માત્રા 10^{-7} મોલ આયન પ્રતિ લિટરથી ઓછી હોય તો તેને બેઝિક દ્રાવણ કહે છે. એસિડિકતા અને બેઝિકતાને વધારે ગહન રીતે સમજવામાં પૃષ્ઠ 30 પર આપેલ 'સૂચકો રંગ

પરિવર્તન દ્વારા શું સૂચવે છે' અને પૃષ્ઠ-34 પર આપેલ 'બે પ્રકારની એસિડિકતા, બેઝિકતા'ની માહિતી મદદરૂપ થશે.

આ આધારે જોઈએ તો 10^{-7} મોલથી વધારે હાઇડ્રોજન આયન પ્રતિ લિટરવાળા તમામ દ્રાવણ એસિડિક છે અને 10^{-7} મોલ પ્રતિ લિટરથી ઓછા હાઇડ્રોજન આયનવાળા તમામ દ્રાવણો બેઝિક છે. આપણે જે સૂચક વાપરીએ છીએ તે હાઇડ્રોજન આયનની અલગ-અલગ સાંદ્રતા અનુસાર પોતાનો રંગ બદલે છે. કોઈનો રંગ બરાબર 10^{-7} પર બદલાય છે તો કોઈનો 10^{-8} પર, તો પછી કોઈ ત્રીજા સૂચકનો 10^{-6} પર રંગ બદલાય છે. આથી કોઈ દ્રાવણને કોઈ એક સૂચક એસિડિક દર્શાવે છે જ્યારે બીજો સૂચક તે જ દ્રાવણને બેઝિક કે તટસ્થ પણ દર્શાવી શકે છે.

જ્યારે એસિડ કે બેઇઝ પ્રબળ હોય (એટલે કે તેની હાઇડ્રોજન આયન સાંદ્રતા 10^{-7} ગ્રામ આયન પ્રતિ લિટરથી ખૂબ વધારે કે ઓછી હોય) તો સ્વાભાવિક છે કે તમે કયો સૂચક લીધો છે તેનાથી કોઈ ફર્ક પડશે નહિ. પરંતુ એવા એસિડ કે બેઇઝ લેવામાં આવે કે જેના દ્રાવણમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા 10^{-7} થી થોડીક વધારે કે ઓછી હોય તો તેવા સંજોગોમાં સૂચકોની પસંદગી મહત્ત્વપૂર્ણ બની રહે છે. નબળા એસિડ તેમજ બેઇઝ તરીકે તમે ટાર્ટરિક એસિડ, કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ, એમોનિયમ ક્લોરાઇડ વગેરેની તપાસ કરી શકો છો.

તમામ સૂચકો અને આસપાસની વસ્તુઓના પરીક્ષણ બાદ કદાચ કોઈ તરાહ શોધવાનો પ્રયત્ન કરી શકાય છે. જેમકે, શું જે પદાર્થો હળદરને લાલ કરે છે તે બધા જાસૂદના ફૂલનો રંગ પણ એક સમાન રીતે બદલે છે? પેટમાં ઉત્પન્ન થનાર એસિડિકતા (એસિડિટી) તથા એન્ટી-એસિડો (એસિડિકતાનાશક દવાઓ) અંગે પણ થોડી વાત કરી શકાય છે. ભોજનના પાચન દરમિયાન જઠરમાં એસિડનું નિર્માણ થાય છે. આ એસિડ જઠરમાં એક એન્ઝાઇમ પેપ્સિનની ક્રિયા માટે જરૂરી હોય છે. ક્યારેક એસિડનું પ્રમાણ વધી જવાથી પેટમાં બળતરા થાય છે. આ સંજોગોમાં કેટલાંક બેઝિક પદાર્થોનું સેવન કરવાથી મદદ મળે છે. કેટલાંક લોકો સોડા લે છે તો કેટલાક દૂધ લે છે. તેના માટે એન્ટિ-એસિડ (એસિડિકતાનાશક) ગોળીઓ કે દ્રાવણ પણ લેવામાં આવે છે. આ બધું એસિડિકતામાં તાત્કાલિક રાહત આપે છે. જો એસિડિકતા લાંબા સમય સુધી રહે તો ડોક્ટરની સલાહ લેવી જરૂરી છે.

આ પ્રકરણ કરતી વખતે બાળકો અનેક અનુભવો પ્રાપ્ત કરશે. જેમકે સૌથી મોટી વાત તો એ હશે કે તેઓ એ જોઈ શકશે કે એક જેવાં લાગતાં દ્રાવણોનાં ગુણધર્મો ખૂબ જ ભિન્ન હોઈ શકે છે. પ્રયોગ દરમિયાન તેઓ સાધનોની સારસંભાળ તો શીખશે જ પરંતુ સાથે-સાથે એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ દરમિયાન તેઓને ટેસ્ટટ્યૂબ, ડ્રોપર વગેરે જેવા સાધનોને સાફ રાખવાનું મહત્ત્વ પણ સમજાશે. તેઓ એ પણ જોઈ શકશે કે આપણી આસપાસ એવું ઘણુંબધું છે કે જેનું અધ્યયન કરી શકાય છે અથવા તે અધ્યયનમાં મદદરૂપ થઈ શકે તેમ છે. રાસાયણિક ગુણધર્મો ઓળખવાની તેમની આ પ્રથમ તક હશે.

એ પ્રશ્ન થવો સ્વાભાવિક છે કે જ્યારે એસિડ અને બેઇઝ પરસ્પર વિરુદ્ધ ગુણધર્મો ધરાવે છે તો શું તેઓને ભેગા કરવાથી તેઓના ગુણધર્મો નષ્ટ થઈ જશે ? જો થશે તો એસિડ અને બેઇઝનું કેટલું પ્રમાણ એકબીજાના ગુણને નષ્ટ કરવા માટે પૂરતું હશે. આ જ પ્રશ્ન આ પ્રકરણમાં ઉઠાવવામાં આવ્યો છે. એન્ટિ-એસિડના ઉદાહરણ દ્વારા આ વાતની શરૂઆત કરી શકાય છે.

આ પ્રકરણના પ્રયોગ કરવા માટે શિક્ષકે દ્રાવણ બનાવવાનું કામ અગાઉથી જ કરી લેવું પડશે. દ્રાવણ બનાવવાની રીત પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપેલ છે.

પ્રકરણમાં બાળકો ઘણાં પ્રયોગો કરશે કે જેમાં તેઓ જોઈ શકશે કે યોગ્ય પ્રમાણમાં એસિડ અને બેઇઝના દ્રાવણને ભેળવવાથી એક તટસ્થ દ્રાવણ મળે છે. દ્રાવણની પ્રકૃતિમાં થતાં પરિવર્તનનો સંકેત ફિનોલ્ફથેલીનના દ્રાવણથી મળે છે. ફિનોલ્ફથેલીન દ્રાવણનો ઉપયોગ કરતાં અગાઉ કેટલીક તૈયારી કરવી પડે છે. તે એક પાવડર સ્વરૂપમાં મળે છે કે જેને પાણીમાં ઓગાળવાથી આછા પીળા રંગનું દ્રાવણ બને છે. તે પાણીમાં ખૂબ સારી રીતે ઓગળતો ન હોવાથી થોડોક આલ્કોહોલ નાખવાથી મદદ મળે છે. પરંતુ પાણીમાં ઓગાળવાથી પણ કામ થઈ શકે છે. 200 મિલિ. પાણીમાં લગભગ 1 ગ્રામ પાવડર ઓગાળવો. આ દ્રાવણ રંગહીન જેવું હશે. તેને રંગહીન ફિનોલ્ફથેલીન સૂચક કહે છે. તેમાંથી અડધું દ્રાવણ લઈ તેમાં બે ચપટી ખાવાનો સોડા નાખવાથી દ્રાવણ ગુલાબી થઈ જશે. આ ગુલાબી ફિનોલ્ફથેલીન સૂચક તરીકે ઓળખાય

છે. આમ તો આયુર્વેદિક ઔષધિ વિરેચની પણ ફિનોલ્ફથેલીનથી બનેલ હોય છે. તેની બે ગોળીઓ 1 ગ્રામ બરાબર હોય છે.

આ પ્રકરણમાંના પ્રયોગો દરમિયાન સાફસફાઈનું ખૂબ ધ્યાન રાખવું પડશે. દ્રાવણને હલાવવાની સાચી રીત પણ શીખવી પડશે. જ્યારે કોઈ વસ્તુને સારી રીતે હલાવીને મિશ્ર કરવી હોય ત્યારે સામાન્ય રીતે ટેસ્ટટ્યૂબના મોંને અંગૂઠાથી બંધ કરીને ઉપર-નીચે હલાવવાની પ્રવૃત્તિ કરવામાં આવે છે. પરંતુ બાળકોએ એ સમજવું પડશે કે આમ કરવાથી તેઓ માત્ર તેઓના અંગુઠાને જ ગંદો નથી કરી રહ્યા પરંતુ અંગૂઠા પરની ગંદકી દ્રાવણમાં ભેળવી રહ્યા છે. ટેસ્ટટ્યૂબ પર અંગુઠો રાખવાથી થોડું દ્રાવણ તેના પર લાગે છે અને તેથી ટેસ્ટટ્યૂબમાં આપણે જેટલું સમજીએ છીએ તેટલું જ દ્રાવણ હોતું નથી. આ ઉપરાંત અહીં એ વાતનું પણ ધ્યાન રાખવું પડશે કે દ્રાવણને જે ટેસ્ટટ્યૂબમાં લેવામાં આવ્યું છે તેના પર લેબલ પણ લગાડવામાં આવે. જુઓ, બાળકો ધીમે-ધીમે રાસાયણિક શિષ્ટાચારથી પરિચિત થઈ રહ્યા છે.

એસિડ અને બેઇઝની પરસ્પરની ક્રિયાને આપણે તટસ્થીકરણ કહીએ છીએ. આ પ્રકરણમાં સૌપ્રથમ એ જોવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો છે કે કોઈ એક એસિડિક દ્રાવણના નિશ્ચિત પ્રમાણમાં કેટલાં પ્રમાણમાં બેઇઝ મેળવવાથી તટસ્થ દ્રાવણ મળશે. અહીં એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રશ્ન ઉઠાવવામાં આવ્યો છે કે જ્યારે એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં એસિડનું દ્રાવણ લઈને તેમાં બે ટીપાં ગુલાબી ફિનોલ્ફથેલીન સૂચકને નાખવામાં આવે છે તો તે દ્રાવણ રંગહીન રહે છે. હવે એક-એક ટીપું બેઇઝના દ્રાવણનું નાખવામાં આવે છે. એક સમય એવો આવશે કે જ્યારે એક ટીપું બેઇઝ નાખવાથી દ્રાવણ ગુલાબી બની જાય છે. તેમાં પુનઃ એક ટીપું એસિડ નાખવાથી દ્રાવણ રંગહીન થઈ જાય છે. પ્રશ્ન એ છે કે તટસ્થ દ્રાવણ બન્યું છે એમ ક્યારે કહી શકાય. વાસ્તવિક રીતે જોઈએ તો આ પ્રયોગમાં તટસ્થ દ્રાવણ બનતું આપણે જોઈ શકતાં નથી. આ આપણા સૂચકની મર્યાદા છે. પરંતુ જો બંને દ્રાવણ ખૂબ ઓછી સાંદ્રતા ધરાવતાં હોય તો આપણે એક ટીપું વધારે એસિડ કે એક ટીપું વધારે બેઇઝ હોવા છતાં તેને તટસ્થ દ્રાવણ માની શકીએ છીએ.

આમ તટસ્થીકરણના પ્રયોગ દરમિયાન બાળકો જોઈ શકશે કે આપેલ દ્રાવણોમાં બેઝિકતા અને એસિડિકતાના ગુણનું એક નિશ્ચિત પ્રમાણ હોય છે. આ જ વાતને ઘણાં પ્રશ્નોની મદદથી પણ ઉજાગર કરવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો છે. જેમકે, જો આપણે તટસ્થીકરણનો કોઈ એક પ્રયોગ કરીને એસિડ અને બેઇઝના કદનો ગુણોત્તર કાઢીએ તો તે એસિડ અને બેઇઝનાં કોઈપણ પ્રમાણને લાગુ પડે છે. એટલે કે કોઈ એસિડના x મિલિ કોઈ બેઇઝના y મિલિને તટસ્થ કરે છે તો તમે X:Y ના ગુણોત્તરમાં ગમે તેટલી માત્રા લો તો પણ તે એકબીજાને તટસ્થ બનાવશે. (ધ્યાન રાખવાની વાત એ છે કે અહીં આપણે નિશ્ચિત સાંદ્રતા ધરાવતાં એસિડ અને બેઇઝના દ્રાવણની વાત કરી રહ્યા છે.)

તમે જોઈ શકો છો કે આ તમામ પ્રયોગોમાં આપણે કદના હિસાબે માપન કરેલ છે. આપણને એસિડ અને બેઇઝના આપેલા દ્રાવણોમાં વજનના હિસાબથી એસિડ અને બેઇઝનું પ્રમાણ કેટલું હતું તેની ખબર નહોતી. પ્રશ્ન એ ઉદ્ભવે છે કે જો આપણે એકસમાન વજન ધરાવતાં એસિડ અને બેઇઝને લઈએ તો શું તેઓ એકબીજાને સંપૂર્ણ રીતે તટસ્થ બનાવશે. આ પ્રશ્નનો સંબંધ રાસાયણિક તુલ્યતા સાથે છે. શું પદાર્થો વચ્ચેની રાસાયણિક તુલ્યતા તેઓના વજનની બરાબરી દ્વારા નક્કી કરી શકાય ?

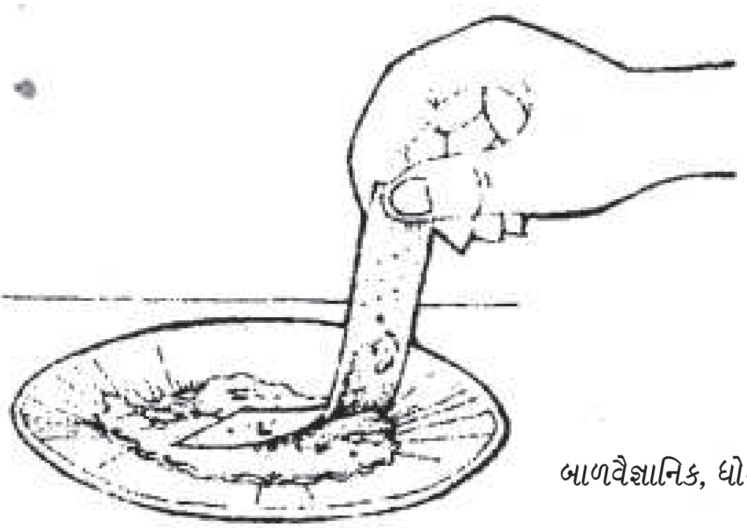
આ પ્રશ્નના જવાબનો સંકેત આપવા માટે એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રયોગ પ્રકરણમાં મૂકેલ છે. આ પ્રયોગમાં એક એસિડ (ટાર્ટરિક એસિડ) અને એક બેઇઝ (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ)નું એકસમાન પ્રમાણ લેવામાં આવે છે અને તેઓને એકસરખા પ્રમાણનાં પાણીમાં ઓગાળવામાં આવે છે. હવે પ્રશ્ન એ છે કે શું એસિડનાં 50 ટીપાંને તટસ્થ કરવા માટે બેઇઝનાં 50 ટીપાં પૂરતાં હશે ? આ રસપ્રદ પ્રશ્નનો ઉત્તર પ્રયોગ દ્વારા મેળવવો વધારે ઉત્સાહવર્ધક છે. અહીં ટાર્ટરિક એસિડ અને સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ એટલાં માટે લેવામાં આવ્યા છે કે તે બંને ઘન પદાર્થો છે. આ પ્રયોગમાં દ્રાવણ બનાવવા માટે નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ કરવો. નિસ્યંદિત પાણીનો સૌથી મોટો સ્રોત વરસાદનું પાણી છે. સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ ભેજને શોષે છે. આથી ભેજયુક્ત આબોહવામાં તેનું વજન કરવામાં મુશ્કેલી પડે છે. આ પ્રયોગને સૂકી આબોહવામાં કરવો વધારે હિતાવહ છે. આ ઉપરાંત સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડને હાથથી ન અડકો તે સારું છે. તેને ચીપિયા કે કાગળની મદદથી લેવો. તેનાથી વધારે

યોગ્ય એ છે કે ત્રાજવાના એક પલડામાં સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ રાખવો અને બીજા પલડામાં ટાર્ટરિક એસિડનું પ્રમાણ વધારીને કે ઘટાડીને તેઓને સંતુલિત કરીએ. આ પ્રયોગને નાટકીય રીતે કરવાથી સારો પ્રભાવ પડે છે તેમજ વિકાસ પામતી સંકલ્પના પણ વધારે સ્પષ્ટ થાય છે.

જ્યારે આપણે કોઈ પ્રકરણ શીખવીએ છીએ તો તેના ઉદ્દેશોની યાદી મનમાં રહે છે. સામાન્ય શાળાના વર્ગોમાં પ્રકરણનો પ્રમુખ અને ક્યારેક એકમાત્ર ઉદ્દેશ પ્રકરણમાં આપવામાં આવેલ માહિતીનું સંપ્રેષણ (વહન) કરવાનો હોય છે. *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ના આ પ્રકરણમાં આ મર્યાદિત ઉદ્દેશથી આગળ વધવામાં આવે છે. જેમકે 'એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ'ના નીચે દર્શાવેલ ઉદ્દેશોને જુઓ :

* પદાર્થોની પ્રકૃતિને ઓળખવી
* પદાર્થોને એસિડ, બેઇઝ અને તટસ્થ સમૂહમાં વર્ગીકૃત કરવા
* આપણી આસપાસના પદાર્થોની તપાસ કરવી
* આપણી આસપાસ એવા પદાર્થોની શોધ કરવી કે જેનો ઉપયોગ એસિડ-બેઇઝ સૂચકો તરીકે થઈ શકે
* રાસાયણિક પ્રયોગોમાં સાધનોની દેખરેખ, સાફસફાઈ, લેબલિંગ, પ્રયોગ કરવાના કૌશલ્યનો અભ્યાસ (ટૂંકમાં રાસાયણિક શિષ્ટાચાર)
* અવલોકનોને સારણીબદ્ધ કરવા અને તરાહ ઓળખવી.
* તાર્કિક વિચારસરણીનો વિકાસ

આપેલા પ્રકરણોમાંથી કોઈપણ પ્રકરણ શીખવતી વખતે આ રીતે મનમાં ઉદ્દેશોની એક યાદી તૈયાર કરી લેવી.



બાળવૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-6, 2000, પૃ. 50

C C C

એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ*

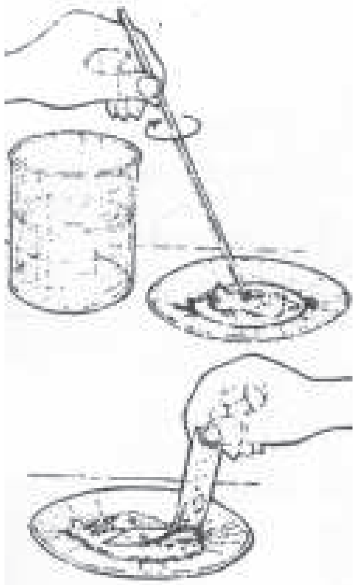
રમેશે જ્યારે ગઈકાલે ભોજન લીધું ત્યારે સફેદ શર્ટ પર હળદરનો દાગ લાગી ગયો. આજે તેણે વિચાર્યું કે ચાલો સાબુથી ડાઘ છોડાવી દઈએ. જેવો જ સાબુ ડાઘ પર લગાવ્યો કે તરત જ ડાઘ લાલ થઈ ગયો. રમેશે તેની માતાને પૂછ્યું કે આ શું થઈ ગયું ? માએ કહ્યું કે શાકમાં હળદર હતી, જેનો પીળો ડાઘ સાબુ લગાવવાથી લાલ થઈ ગયો. તેણે વિચાર કર્યો કે શું હળદર અન્ય વસ્તુઓ સાથે પણ રંગ બદલશે ? તેણે તપાસ કરવાનો નિશ્ચય કર્યો.

તપાસ કરવા માટે રમેશે હળદરની સાથે અન્ય વસ્તુઓને એકઠી કરી. આ વસ્તુઓના નામ સારણી-1માં લખેલ છે. તેણે હળદરનું દ્રાવણ બનાવી એક કાગળ તેમાં બોળીને તડકામાં સૂકવી દીધો. આ કાગળના નાના-નાના ટુકડા કર્યા. હવે તેણે એક-એક પદાર્થ લઈને હળદરપત્ર દ્વારા તેની તપાસ કરી. તપાસ કરવા માટે દરેક પદાર્થનું એક ટીપું કાચના સળિયાની મદદથી હળદરપત્ર પર લગાવ્યું. દર વખતે દ્રાવણ લગાવ્યા બાદ તે કાચના સળિયાને પાણીથી સાફ કરી લેતો હતો.

રસાયણો સાથેના પ્રયોગમાં સાફસફાઈ ખૂબ જરૂરી છે. જેમકે અહીં કાચના સળિયાને દરેક વખતે સાફ કરવાની વાત છે.

હળદરપત્ર બનાવવાની રીત

લગભગ એક ચમચી જેટલી હળદરમાં એટલું પાણી મેળવો કે તેનું ગાઢ દ્રાવણ બની જાય. આ દ્રાવણમાં એક ફિલ્ટર પેપરને ડૂબાડીને કાઢી લો. હળદર લાગેલા આ ફિલ્ટર પેપરને સૂકવી લો. હવે તેની 1 સેમી પહોળી અને 3 સેમી લાંબી પટ્ટીઓ કાપી લો. જુઓ, તમારું હળદરપત્ર તૈયાર છે.



બાળ વૈજ્ઞાનિક ધોરણ-6, 2000, પૃ.50

હળદરનું રંગ પરિવર્તન : પ્રયોગ-1

શું તમે પણ રંગ બદલવાનો આ રસપ્રદ પ્રયોગ કરવા માંગો છો ? આ માટે તમારે હળદર અને સારણી-1માં દર્શાવેલ વસ્તુઓ ઘરેથી લાવવી પડશે અને તેમાંથી કેટલાંકના દ્રાવણ બનાવવા પડશે. દ્રાવણ બનાવવા માટે કોઈપણ પદાર્થની થોડી માત્રા લઈ એક ટેસ્ટટ્યૂબ કે ઇન્જેક્શનની શીશીમાં નાખો. ટેસ્ટટ્યૂબ કે ઇન્જેક્શનની શીશીના મુખને અંગૂઠા વડે બંધ કરીને હલાવવી નહીં. ટેસ્ટટ્યૂબ કે ઇન્જેક્શનની શીશીને ધીમે-ધીમે ઝટકો આપીને પદાર્થ ઓગાળવો.

તપાસ માટે હળદરપત્ર પણ તૈયાર કરો.

સારણી-1

ક્રમ	પદાર્થ	હળદરનો રંગ બદલાયો કે નહિ
1.	ખાવાના સોડાનું દ્રાવણ	
2.	લીંબુનો રસ	

* *બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-6, 2000*

બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-6, 2000, પૃ.51

3.	ભીનો ચૂનો
4.	ખાંડનું દ્રાવણ
5.	આંબલીનો રસ
6.	લીંબુનું અથાણું
7.	કપડા ધોવાના સોડાનું દ્રાવણ
8.	મીઠાનું દ્રાવણ
9.	દૂધ
10.	......
11.	.....

- **દરેક પદાર્થની તપાસ કરી સારણી-1માં નોંધ કરો. (1)**

તમારી ઇચ્છા હોય તો અન્ય વસ્તુઓની પણ તપાસ કરી શકો છો કે હળદરપત્રનો રંગ કોની સાથે બદલાય છે.

હવે રમેશના મનમાં પ્રશ્ન ઉદ્ભવ્યો કે શું હળદર જેવી કાચીંડાછાપ વસ્તુઓ બીજી પણ હશે ?

વાસ્તવમાં તમને જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે અન્ય વસ્તુઓ પણ આ જ રીતે રંગ બદલે છે. આ તમામ વસ્તુઓ પૈકી આપણે ત્રણ વસ્તુઓ સાથે આ જ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરીશું.

કાગળ પર ફૂલોને રગદોળતાં કદાચ ફૂલોમાં જોવા મળતો રંગ ન પણ આવે. કારણ કે કાગળ પોતે પણ ક્યારેક બેઝિક હોય છે.

ફૂલોનો રંગ બદલીને જુઓ : પ્રયોગ-2

સારણી-1માં દર્શાવેલ વસ્તુઓ તમે ઘરેથી લાવ્યા જ હશો. હવે આ વસ્તુઓથી આપણે રંગબેરંગી ફૂલોની તપાસ કરીશું અને જોઈશું કે ફૂલોના રંગ બદલાય છે કે નહિ.

રસ્તામાંથી કે ઘરેથી જાસૂદ, નફ્ફટીયું, બોગનવિલા વગેરે જેવા રંગબેરંગી ફૂલો લઈ આવો.

આવો, તપાસ શરૂ કરીએ. કોઈ એક ફૂલની પાંદડીઓ તોડી લો. તેને કાગળની એક પટ્ટી પર રગદોળો કે જેથી પાંદડીઓનો રંગ કાગળ પર ઊતરી આવે. આ માટે ઓછામાં ઓછા બેથી ચાર ફૂલોની પાંદડીઓની જરૂર પડશે. હવે આ રંગીન કાગળની મદદથી આપણે પ્રયોગ કરીશું. પ્રયોગ શરૂ કરતાં અગાઉ એ ચકાસી લેવું કે ફૂલ રગદોળ્યા બાદ કાગળ પર કેવો રંગ આવ્યો છે.

જેવી રીતે અગાઉના પ્રયોગમાં હળદરપત્ર સાથે તપાસ કરી હતી તે જ રીતે ફૂલોથી બનેલ રંગીન કાગળ પર કરો.

- **તમારા અવલોકન સારણી-2માં લખો. (2)**

સારણી-2

ક્રમ	વસ્તુનું નામ	જાસૂદના કાગળ પર અસર	નફ્ફટીયાના કાગળ પર અસર
1.	ખાવાનો સોડા (દ્રાવણ)		
2.	લીંબુનો રસ		
3.	ભીનો ચૂનો		
4.	ખાંડનું દ્રાવણ		
5.	આંબલીનો રસ		
6.	લીંબુનું અથાણું		
7.	કપડા ધોવાનો સોડા (દ્રાવણ)		
8.	મીઠાનું દ્રાવણ		
9.	દૂધ		
10.	.....		

- **શું તમામ વસ્તુઓ જાસૂદના કાગળનો રંગ બદલે છે? એવા પદાર્થોની યાદી બનાવો કે જે જાસૂદનાં કાગળનો રંગ બદલે છે. (3)**
- **શું તમામ વસ્તુઓ નફ્ફટીયાના કાગળનો રંગ બદલે છે ? એવા પદાર્થોની યાદી બનાવો કે જે નફ્ફટીયાના કાગળનો રંગ બદલે છે. (4)**
- **શું તમામ વસ્તુઓ બોગનવિલાના કાગળનો રંગ બદલે છે ? (5)**

આ જ પ્રયોગ અન્ય ફૂલો પર પણ કરી શકાય છે. પદાર્થ તરીકે કોઈપણ વસ્તુ લઈ શકો છો.

રમેશે પણ આ પ્રયોગ ઘણાંબધાં ફૂલોથી કર્યો. રંગ બદલવાના આ જાદુમાં પૂરી રીતે ખોવાઈ ગયો. એના મનમાં એ પ્રશ્ન ઉઠ્યો કે રંગ પરિવર્તન થયા બાદ જો હળદર કે ફૂલનો મૂળ રંગ (જે શરૂઆતમાં હતો તે) પાછો મેળવવો હોય તો શું કરી શકાય ?

શું તમે કોઈ માર્ગ બતાવી શકો છો કે હળદરનો રંગ પાછો આવે ? (6)

બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.52

લિટમસ

એક ખાસ પ્રકારનો કાગળ હોય છે કે જે લિટમસપત્રના નામે ઓળખાય છે. હવે આપણે આ જ વસ્તુઓની તપાસ લિટમસપત્રથી કરીશું. લિટમસપત્ર બે રંગનું મળે છે – ભૂરું લિટમસપત્ર અને લાલ લિટમસપત્ર. આપણે સૌપ્રથમ ભૂરા લિટમસથી અને ત્યારબાદ લાલ લિટમસથી પ્રયોગ કરીશું.

પ્રયોગ શરૂ કરતાં અગાઉ સારણી-3 તમારી નોટમાં બનાવી લો. પ્રયોગના અવલોકનની નોંધ આ સારણીમાં કરવી.

વિભિન્ન પદાર્થો દ્વારા પ્રયોગ શરૂ કરતાં અગાઉ એ જોવું જરૂરી છે કે માત્ર પાણીથી ભીનું કરવાથી લિટમસના રંગમાં શું પરિવર્તન આવે છે. યોગ્ય તો એ છે કે તમામ દ્રાવણો નિસ્યંદિત પાણીમાં બનાવવામાં આવે, પરંતુ નિસ્યંદિત પાણી ન હોય તો વધારે ચિંતિત થવાની જરૂર નથી.

ભૂરા લિટમસથી તપાસ : પ્રયોગ-3

ભૂરા લિટમસપત્રનો એક નાનો ટુકડો હાથમાં લો. જે પદાર્થની તપાસ કરવી હોય તેનું એક ટીપું આ લિટમસપત્ર પર મૂકો અને જુઓ કે કાગળના રંગ પર શું અસર થઈ ? વારાફરતી દરેક પદાર્તની તપાસ કરો.

એ વાત ન ભૂલવી કે જે કાચના સળિયાથી દ્રાવણના ટીપાં કાગળ પર લગાવો છો તેને દરેક વખતે ધોવો જરૂરી છે.

સારણી-3

ક્રમ	પદાર્થનું નામ	ભૂરા લિટમસથી પ્રયોગ		લાલ લિટમસથી પ્રયોગ	
		રંગ લાલ થયો	રંગ ભૂરો જ રહ્યો	રંગ ભૂરો થયો	રંગ લાલ જ રહ્યો
1.	ખાવાનો સોડા (દ્રાવણ)				
2.	લીંબુનો રસ				
3.	ચૂનો (ભીનો)				
4.	ખાંડનું દ્રાવણ				
5.	આંબલીનો રસ				
6.	લીંબુનું અથાણું				
7.	કપડા ધોવાનો સોડા (દ્રાવણ)				
8.	મીઠાનું દ્રાવણ				
9.	દૂધ				
10.	.....				
11.	.....				

- **તમારા અવલોકનો સારણી-3માં લખો (7)**

લાલ લિટમસથી તપાસ : પ્રયોગ-4

પ્રયોગ-3માં જે રીતે કર્યું હતું તેવી જ રીતે લાલ લિટમસ માટે પણ દરેક વસ્તુની વારાફરતી તપાસ કરો.

- **તમારા અવલોકન સારણી-3માં લખો. (8)**

હવે તમે આ દ્રાવણોના ત્રણ સમૂહ બનાવી શકો છો.

* એક સમૂહ એવી વસ્તુઓના હશે કે જે ભૂરા લિટમસને લાલ કરે છે. આ તમામ વસ્તુઓ એસિડિક છે.
* બીજો સમૂહ એવી વસ્તુઓનો હશે કે જે લાલ લિટમસને ભૂરું કરે છે. આ વસ્તુઓ બેઇઝ છે.
* એવી કેટલીક વસ્તુઓ પણ હશે કે જેની કોઈપણ લિટમસ પર કોઈ અસર થતી નથી, એટલે કે લાલ લિટમસ લાલ રહે છે અને ભૂરું લિટમસ ભૂરું. આવી વસ્તુઓને તટસ્થ વસ્તુઓ કહે છે.

- **સારણી-3ના આધારે એસિડ, બેઇઝ અને તટસ્થ વસ્તુઓના સમૂહ બનાવીને તમારી નોટમાં લખો. (9)**

હવે આ સમૂહોના આધારે સારણી-1માં જોઈને નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો.

- **બેઝિક વસ્તુઓની હળદરપત્ર પર શી અસર થાય છે ? (10)**

- **એસિડિક વસ્તુઓની હળદરપત્ર પર શી અસર થાય છે ? (11)**
- **તટસ્થ વસ્તુઓની હળદરપત્ર પર શી અસર થાય છે ? (12)**
- **સાબુ લગાવવાથી હળદરનો ડાઘ લાલ પડી ગયો હતો. આ આધારે જણાવો કે સાબુના દ્રાવણને કયા સમૂહમાં મૂકશો ? (13)**

રંગ બદલતા પદાર્થ એટલે સૂચક

ઉપરના પ્રયોગમાં તમે લિટમસથી તપાસ કરીને શોધ્યું કે કઈ વસ્તુઓ એસિડિક છે અને કઈ બેઝિક. એટલે કે લિટમસ આપણને કોઈ પદાર્થ એસિડિક કે બેઝિક હોવાની જાણ કરે છે. સૂચના આપવાવાળા આવા પદાર્થોને આપણે સૂચક કહીએ છીએ. લિટમસ જેવા બીજા પણ ઘણા સૂચકો છે કે જે એસિડિક વસ્તુઓ સાથે એક રંગ આપે છે અને બેઝિક વસ્તુઓ સાથે બીજો.

• શું આપણે હળદર અને ફૂલોના રંગોને પણ સૂચક કહી શકીએ? (14)

સૂચકોની એક બીજી વિશેષતા પણ છે – તે વારંવાર રંગ બદલે છે. ઉદાહરણ તરીકે એસિડ નાખવાથી ભૂરું લિટમસ લાલ થાય છે. આ લાલ થયેલ લિટમસ પર બેઇઝ નાખવાથી તે પુનઃ ભુરું થઈ જશે. જરૂર હોય તો ઝડપથી આ વાતની પુષ્ટિ કરી લો.

સૂચક દ્વારા વારંવાર રંગ બદલવાના આ ગુણનો લાભ એ છે કે તેનો ઉપયોગ પણ વારંવાર કરી શકાય છે.

• શું હવે પ્રશ્ન-6 નો ઉત્તર આપી શકો છો ? (15)

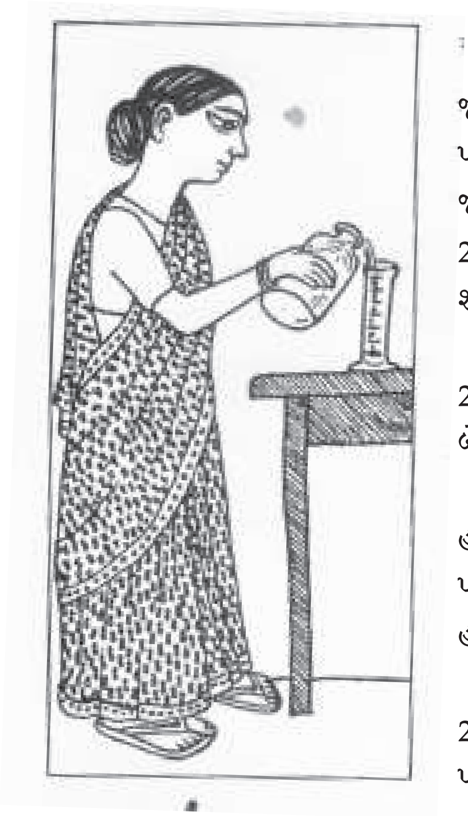
એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ કરવા માટે ઘણાં સૂચકોના ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. હવે પછીના પ્રકરણમાં તમારો પરિચય આવા કેટલાંય સૂચકો સાથે થશે.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. સારણી-3ના આધારે શું આપણે એમ કહી શકીએ કે તમામ ખાટી વસ્તુઓ એસિડિક હોય છે ? નીચે જણાવેલ ખાટી વસ્તુઓની તપાસ કરી તમારા જવાબને ચકાસો.
   દહીં, છાસ, કેરી (કાચી કેરી), ટામેટા
2. એક પદાર્થ એવો હતો કે જે એસિડ, બેઇઝ કે તટસ્થ હોવા અંગેની ખબર નહોતી. આ પદાર્થના બેથી ત્રણ ટીપાં લાલ લિટમસપત્ર પર લગાવતાં કોઈ અસર થઈ નહીં. તેને જોઈને અજયે કહ્યું કે આ પદાર્થ જરૂર તટસ્થ હશે. પરંતુ રેહાનાનું એમ કહેવું હતું કે આ તો એસિડિક પણ હોઈ શકે છે. વિચારીને કહો કે આ પદાર્થ એસિડ છે કે બેઇઝ તેની ખબર શી રીતે થશે ?
3. તમને ત્રણ દ્રાવણો આપવામાં આવ્યા છે. એક એસિડિક, એક બેઝિક અને એક તટસ્થ સાથે માત્ર ભૂરું લિટમસપત્ર જ આપવામાં આવ્યું છે. શું તમે કહી શકશો કે કયું દ્રાવણ કયું છે ? સમજીને લખો.
4. એક દ્રાવણની હળદરપત્ર પર કોઈ અસર થતી નથી. તેના આધારે નીચેનામાંથી કયું વાક્ય સાચું છે તે જણાવો.
   (ક) આ દ્રાવણ એસિડિક છે. (ખ) આ દ્રાવણ બેઝિક છે.
   (ગ) આ દ્રાવણ બેઝિક નથી. (ઘ) આ દ્રાવણ તટસ્થ છે.
   શું તમે અનુમાન કરીને કહી શકશો કે આ દ્રાવણની લાલ લિટમસ પર શી અસર થશે ?

C C C

એસિડ અને બેઇઝના પરસ્પરિક સંબંધ માટે દ્રાવણ બનાવવાની રીતો



આ પ્રકરણના પ્રયોગોમાં ઘણા પ્રકારના દ્રાવણોની જરૂર પડશે. તેને અગાઉથી જ પૂરતાં પ્રમાણમાં બનાવીને રાખવું. તમામ દ્રાવણો શક્ય હોય ત્યાં સુધી નિસ્યંદિત પાણીમાં જ બનાવવા. ખાસ કરીને પ્રયોગ-5 માટે નિસ્યંદિત પાણીનો જ ઉપયોગ કરવો. જો તમારા વર્ગમાં ચાર-ચાર બાળકોની 10-12 ટોળકીઓ હોય તો તમામ દ્રાવણો 200 મિલિ બનાવવા પડશે. દ્રાવણ બનાવ્યા બાદ તેઓને ચબરખી મારેલી પ્લાસ્ટિકની શીશીઓમાં રાખી દેવું.

કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) : લગભગ 1 ગ્રામ સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડને 200 મિલિ પાણીમાં ઓગાળો. જો સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ ટીકડી સ્વરૂપમાં હોય તો બે ટીકડીઓ લઈ શકાય છે.

ગંધકનો એસિડ (સલ્ફ્યૂરિક એસિડ) : જો તમારી પાસે સાંદ્ર ગંધકનો એસિડ હોય તો તેમાંથી 2 મિલિ લઈને તેમાં 200 મિલિ પાણી ઉમેરવું. ધ્યાન રાખવું કે પાણીમાં ગંધકને નાખવું, કોઈપણ સ્થિતિમાં ગંધકમાં પાણી ન નાખવું. જો મંદ એસિડ હોય તો તેના 100 મિલિ લઈ 100 મિલિ પાણી ઉમેરવું.

મીઠાનો એસિડ (હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ) : સાંદ્ર એસિડ હોય તો 5 મિલિ લઈને 200 મિલિ બનાવી લો. જો મંદ એસિડ હોય તો તેના 100 મિલિમાં 100 મિલિ પાણી ઉમેરવું.

કપડા ધોવાનો સોડા (સોડિયમ કાર્બોનેટ) : લગભગ 5 ગ્રામ સોડિયમ કાર્બોનેટને 200 મિલિ પાણીમાં ઓગાળો.

મુખ્ય વાત એ છે કે એસિડ અને બેઇઝના એવા દ્રાવણ બનાવવા કે જેથી બંનેનું સરખું પ્રમાણ એકબીજાને તટસ્થ કરે.

ફિનોલ્ફથેલીનનું રંગહીન સૂચક દ્રાવણ : ફિનોલ્ફથેલીન પાઉડર કોઈપણ વિજ્ઞાન સામગ્રીની દુકાન અથવા પ્રયોગશાળાની સામગ્રી પૂરી પાડનાર પાસેથી મળી રહેશે. આયુર્વેદિક ઔષધિ વિરેચની પણ ફિનોલ્ફથેલીનમાંથી બનેલી હોય છે. લગભગ 1 ગ્રામ ફિનોલ્ફથેલીન પાઉડર અથવા 2 ગોળી વિરેચની ઔષધિને પીસીને 200 મિલિ પાણીમાં ઓગાળી લો. આ દ્રાવણને ગાળીને બોટલમાં ભરીને રાખો.

ફિનોલ્ફથેલીન ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ : ઉપર બનાવેલ રંગહીન સૂચક દ્રાવણમાંથી 100 મિલિ એક અલગ બોટલમાં લઈ તેમાં બે ચપટી ખાવાનો સોડા નાખી દો. દ્રાવણ ગાઢ ગુલાબી રંગનું થઈ જવું જોઈએ.

નિસ્યંદિત પાણી

આ પ્રકરણના પ્રયોગો માટે તમામ દ્રાવણ નિસ્યંદિત પાણીમાં બનાવવા પડશે. નિસ્યંદિત પાણી એકત્રિત કરવા માટે મોટા મોંવાળું એક વાસણ બહાર વરસાદમાં મૂકી દેવું. વાસણમાં કોઈ વૃક્ષ કે અગાસીમાંથી પાણી ન ટપકે તે રીતે ખુલ્લી જગ્યામાં રાખવું. સાથે-સાથે એ વાતનું પણ ધ્યાન રાખવું કે વાસણમાં કોઈ માટી ઉછળીને ન પડે. એકત્રિત થયેલ પાણીને સારી રીતે સાફ કરેલ બોટલમાં બૂચ લગાવીને મૂકી રાખવું. આ જ નિસ્યંદિત પાણી છે.

C C C

એસિડ-બેઇઝનો પારસ્પરિક સંબંધ*

પ્રકરણ 'એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ'માં તમે લિટમસપત્રની મદદથી એસિડ, બેઇઝ અને તટસ્થ પદાર્થોની ઓળખ કરતાં શીખ્યા. આ અવલોકનોનાં આધારે નીચેના વાક્યોમાં રહેલ ખાલી જગ્યા ભરો.

1. એસિડિક પદાર્થ _____ લિટમસને _____ કરી દે છે.
2. _____ લિટમસને _____ કરવાવાળા પદાર્થો બેઝિક હોય છે.
3. જે પદાર્થોનો ભૂરા કે લાલ લિટમસ પર કોઈ પ્રભાવ નથી પડતો તેને _____ પદાર્થ કહે છે. (1)

આ પ્રકરણના પ્રયોગ કરવા માટે કેટલાક દ્રાવણ અગાઉથી બનાવીને તૈયાર રાખવા પડશે. તેની માહિતી પાછળના પૃષ્ઠ પર આપેલ છે.

તમે જોયું કે તટસ્થ દ્રાવણોની સૂચકો પર કોઈ અસર થતી નથી. તમે એ પણ જોયું કે સૂચક પર એસિડ અને બેઇઝની અસર એકબીજાથી વિરુદ્ધ હોય છે. તો શું એ સંભવ છે કે એસિડ અને બેઇઝને પરસ્પર ભેળવવાથી એવું દ્રાવણ બની જાય કે જે તટસ્થ હોય ? આવો, કરીને તપાસીએ.

વધારે એક સૂચક

આ પ્રકરણના પ્રયોગોમાં આપણે એક નવા સૂચકનો ઉપયોગ કરીશું. તેનું નામ છે ફિનોલ્ફથેલીન સૂચક. ફિનોલ્ફથેલીન એક સફેદ પાવડર છે. તે પાણીમાં ઓગળી જાય છે. અડધું બીકર પાણી લઈ તેમાં એક ચપટી ફિનોલ્ફથેલીન પાવડર નાખી તેને બરાબર હલાવી લો. આછા પીળા રંગનું દ્રાવણ તૈયાર થશે. તેને આપણે રંગહીન ફિનોલ્ફથેલીન સૂચક કહીશું. આ દ્રાવણને બે ભાગમાં વહેંચી લો. એક ભાગને જેવો છે તેવો જ રહેવા દો. આ ભાગ પર 'રંગહીન સૂચક દ્રાવણ' નામની ચબરખી લગાવી દો.

દ્રાવણના બીજા ભાગમાં કોસ્ટિક સોડાના દ્રાવણનાં કેટલાક ટીપાં નાખો. દ્રાવણ આછું ગુલાબી થઈ જશે. આપણે તેને 'ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ' કહીશું. તેના પર ચબરખી લગાવી દો.

ફિનોલ્ફથેલીનનું દ્રાવણ લિટમસપત્રની જેમ જ એક સૂચક છે. આપણે જોયું કે લિટમસની જેમ જ આ દ્રાવણ પણ બે રંગનું હોય છે – રંગહીન અને ગુલાબી. રંગહીન દ્રાવણમાં જો કોઈ પદાર્થ નાખવાથી દ્રાવણ ગુલાબી થઈ જાય તો તે પદાર્થ બેઝિક છે. જો ગુલાબી દ્રાવણમાં કોઈ પદાર્થ નાખવાથી દ્રાવણ રંગહીન થઈ જાય તો તે પદાર્થ એસિડિક છે. તટસ્થ પદાર્થો રંગહીન કે ગુલાબી દ્રાવણ પર કોઈ અસર કરતા નથી.

---

* *બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-6, 2002*

* સાચી ચબરખી અચૂક મારવી.
* દરેક દ્રાવણનું ડ્રોપર અલગ રાખવું.

પ્રયોગ માટે દરેક જૂથ પાસે 5 ટેસ્ટટ્યૂબ, 1 ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડ, 2 કાચના સળિયા અને 3 ડ્રોપર હોવા જોઈએ. જો ટેસ્ટટ્યૂબની જગ્યાએ ઇન્જેક્શનની શીશીનો ઉપયોગ કરશો તો ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડની જરૂર નહીં પડે.

બા.વૈ. ધોરણ-8, 2009, પૃ.67

આ પ્રયોગને અનુમાપન અથવા ટાઇટ્રેશન કહે છે. તેમાં અંતિમ બિંદુ એટલે કે તટસ્થીકરણનો ખ્યાલ સૂચકના રંગ બદલવાથી આવે છે. એટલે કે આપણને તટસ્થીકરણનો ખ્યાલ ત્યારે આવે છે જ્યારે એસિડ કે બેઇઝનું એક ટીપું વધી જાય છે. આ રીતની મર્યાદા છે. આ રીતનું આ જ ન્યૂનતમ માપ છે. એટલે કે આ રીતમાં એક ટીપાંની ભૂલ સ્વાભાવિક છે. એટલે જેટલા મંદ દ્રાવણોનો ઉપયોગ કરીએ તેમ ભૂલ ઓછી રહેશે.

જરા વિચારીને જણાવો અને ત્યારબાદ કરીને જુઓ કે,

1. રંગહીન સૂચક દ્રાવણમાં એસિડિક પદાર્થ નાખવાથી શું થશે ?
2. ગુલાબી સૂચક દ્રાવણમાં બેઝિક પદાર્થ નાખવાથી શું થશે ?

તટસ્થ દ્રાવણ બનાવવું : પ્રયોગ-1

બે સાફ ટેસ્ટટ્યૂબ લો. ટેસ્ટટ્યૂબની જગ્યાએ ઇંજેક્શનની શીશીનો પણ ઉપયોગ કરી શકાય છે. એક પર 'કોસ્ટિક સોડા' અને બીજા પર 'હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ'ની ચબરખી લગાવી દો. હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડને મીઠાના એસિડ કે તેજાબ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

શિક્ષક દ્વારા કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) અને હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડના દ્રાવણથી ટેસ્ટટ્યૂબને અડધી-અડધી ભરાવી લો.

બીજી એક સાફ ટેસ્ટટ્યૂબ લો. તેમાં હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડનાં 10 ટીપાં સાવધાનીપૂર્વક ગણતરી કરીને નાખો. આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં બે ટીપાં રંગહીન સૂચકના પણ નાખો.

* **આ દ્રાવણનો રંગ કેવો છે ? (2)**

હવે કોસ્ટિક સોડાના દ્રાવણને અન્ય એક ડ્રોપરમાં લો. આ દ્રાવણનું એક-એક ટીપું ગણીને આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખો. દરેક ટીપું નાખ્યા બાદ ટેસ્ટટ્યૂબને હલાવીને જુઓ કે તેના રંગમાં પરિવર્તન આવ્યું છે કે નહીં. દ્રાવણને હલાવવાની સાચી રીત શિક્ષક પાસેથી શીખી લેવી. કોસ્ટિક સોડાનાં દ્રાવણનું એક-એક ટીપું ત્યાં સુધી નાખતા રહો કે જ્યાં સુધી ટેસ્ટટ્યૂબના દ્રાવણનો રંગ બદલાઈને ગુલાબી થવાનો શરૂ ન થઈ જાય.

* **હવે ટેસ્ટટ્યૂબનું દ્રાવણ કેવું છે – એસિડિક કે બેઝિક ? (3)**

આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં એક ટીપું હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડના દ્રાવણનું નાખો અને જુઓ કે શું રંગ બદલાઈને પહેલાના જેવો (રંગહીન) થઈ જાય છે. જો ન થાય તો હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડનું વધારે એક ટીપું નાખીને જુઓ. એક-એક ટીપું ત્યાં સુધી નાખતા રહો કે જ્યાં સુધી દ્રાવણ ફરીથી રંગહીન ન થઈ જાય.

* **હવે ટેસ્ટટ્યૂબનું દ્રાવણ કેવું થઈ ગયું છે – એસિડિક કે બેઝિક ? (4)**
* **ઉપરના પ્રયોગના આધારે કહો કે જો તમને એસિડિક દ્રાવણ આપવામાં આવે તો તમે તેને બેઝિક કેવી રીતે બનાવશો ? (5)**
* **અને જો તમને બેઝિક દ્રાવણ આપવામાં આવે તો તેને એસિડિક કેવી રીતે બનાવશો ? (6)**

ઉપર આપણે જોયું કે પ્રયોગમાં એક સમય એવો આવે છે કે જ્યારે એક ટીપું કોસ્ટિક સોડા નાખવાથી એસિડિક દ્રાવણ બેઝિક બની જાય છે. આ જ બેઝિક દ્રાવણમાં એક ટીપું એસિડિક દ્રાવણનું નાખવાથી તે દ્રાવણ એસિડિક બની જાય છે.

- **હવે વિચારીને કહો કે આ પ્રયોગમાં તટસ્થ દ્રાવણ બનાવવાની રીત કઈ હોઈ શકે ? શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરીને ઉત્તર તમારી નોટમાં લખો. (7)**

એસિડ અને બેઇઝને એક ચોક્કસ પ્રમાણમાં ભેળવવાથી તટસ્થ દ્રાવણ બને છે. ઉપરના પ્રયોગમાં જ્યારે એક ટીપું બેઇઝનું ઉમેરવાથી એસિડિક દ્રાવણ બેઝિક થઈ જાય છે અને આ જ બેઝિક દ્રાવણમાં એક ટીપું એસિડ મેળવવાથી ફરીથી એસિડિક થઈ જાય છે, ત્યારે આપણે કહી શકીએ કે આ બંનેની વચ્ચે ક્યાંક તટસ્થ દ્રાવણ બને છે. આથી જ્યારે એક ટીપું એસિડ કે બેઇઝ નાખવાથી દ્રાવણની પ્રકૃતિ બદલાય તો તેને લગભગ તટસ્થ દ્રાવણ કહી શકાય. આ પ્રક્રિયાને તટસ્થીકરણ કહે છે.

- **એસિડના દ્રાવણનાં 10 ટીપાંનું તટસ્થીકરણ કરવા માટે કોસ્ટિક સોડાનાં કેટલાં ટીપાંની જરૂર પડી ? (8)**

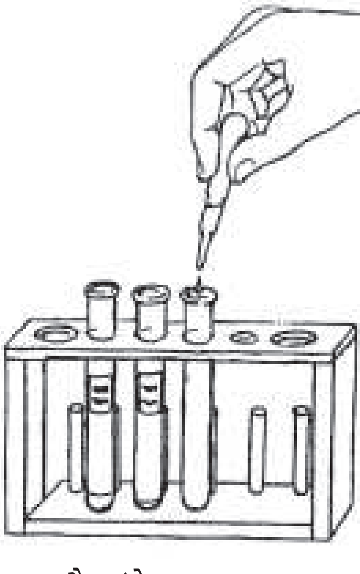
તટસ્થીકરણનો અભ્યાસ : પ્રયોગ-2

પ્રયોગ-1 માં આપેલ હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડના દ્રાવણનાં 25 ટીપાં એક સાફ ટેસ્ટટ્યૂબમાં લો. આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં રંગહીન સૂચક દ્રાવણના બે ટીપાં નાખો.

- **પ્રશ્ન-8ના ઉત્તરને ધ્યાનમાં રાખીને જણાવો કે 25 ટીપાં હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડના તટસ્થીકરણ માટે કોસ્ટિક સોડાનાં કેટલાં ટીપાની જરૂર પડશે ? (9)**

હવે આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ટીપે-ટીપે કોસ્ટિક સોડા નાખીને તટસ્થીકરણ કરો.

- **તટસ્થીકરણ માટે ઉપર કરેલ અનુમાન કરતાં કોસ્ટિક સોડાનાં ટીપાંની જરૂર વધારે પડી કે ઓછી ? (10)**



બા.વૈ., ધો.8, 2009, પૃ.68

પ્રયોગ-3

આ પ્રયોગ માટે તમારા શિક્ષક હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડનું નવું દ્રાવણ બનાવશે. આ માટે પ્રયોગ-2માં લીધેલ હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડમાંથી 25 મિલિ અંકિત નળાકાર પાત્રમાં લઈ તેમાં 50 મિલિ ન થાય ત્યાં સુધી પાણી નાખશે.

આ નવા દ્રાવણના 25 ટીપાં એક સાફ ટેસ્ટટ્યૂબમાં લો.

- **જો પ્રયોગ-2માં ઉપયોગમાં લીધેલ કોસ્ટિક સોડાના દ્રાવણથી તટસ્થીકરણ કરવું હોય તો કોસ્ટિક સોડાના દ્રાવણનાં કેટલા ટીપાંની જરૂર પડશે ? તમારું અનુમાન નોંધી લો. (11)**

હવે ટીપાંની ગણતરી કરીને કોસ્ટિક સોડા ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખો અને તટસ્થીકરણ કરો.

- **એસિડના નવા દ્રાવણના 25 ટીપાંના તટસ્થીકરણ માટે કોસ્ટિક સોડાના દ્રાવણની કેટલા ટીપાંની જરૂર પડી ? (12)**
- **પ્રયોગ-2 ની તુલનામાં આ પ્રયોગમાં કોસ્ટિક સોડાનાં ટીપાંની જરૂર વધારે પડી કે ઓછી ? (13)**

આ પ્રયોગોમાં એ વાતનો અભ્યાસ થઈ રહ્યો છે કે આપેલ દ્રાવણમાં એસિડ અથવા બેઇઝની નિશ્ચિત માત્રા છે અને તટસ્થીકરણનો આધાર દ્રાવણના પ્રમાણ પર નહીં પરંતુ દ્રાવણમાં રહેલા એસિડ અથવા બેઇઝના પ્રમાણ પર રહેલ છે.

- **પ્રયોગ-2 અને પ્રયોગ-3 ના અવલોકનોના આધારે કહો કે આ બંને પ્રયોગોમાં ઉપયોગ કરેલ હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડના દ્રાવણોમાં એસિડનું પ્રમાણ એકસમાન હતું કે વધારે-ઓછું હતું ? (14)**
- **જો આપણે પ્રયોગ-2 અને પ્રયોગ-3નો એસિડ 1-1 મિલિ લઈએ તો આમાંથી શામાં વધારે એસિડ હશે અને કેટલા ગણો હશે ? (15)**

પ્રયોગ-4

આગળના પ્રયોગની ટેસ્ટટ્યૂબો, ડ્રોપર વગેરે બરાબર ધોઈ લો. બે ટેસ્ટટ્યૂબ પર 'ગંધકનો એસિડ' (સલ્ફ્યૂરિક એસિડ) અને 'સોડિયમ કાર્બોનેટ'ની ચબરખી લગાવી દો. તેમાં શિક્ષક પાસેથી 10-10 મિલિ ગંધકનો એસિડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટનું દ્રાવણ લઈ લો.

એક સાફ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ગંધકના એસિડના 20 ટીપાં લો. તેમાં બે ટીપાં ગુલાબી સૂચક દ્રાવણનાં નાખો. હવે તેમાં સોડિયમ કાર્બોનેટનાં ટીપાં ગણતરી કરીને નાખી તટસ્થીકરણ કરો.

બા.વૈ., ધોરણ-8, 2009, પૃ.67

- **ગંધકના એસિડના 20 ટીપાંનું તટસ્થીકરણ કરવા માટે સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણના કેટલા ટીપાંની જરૂર પડી ? (16)**

ક્ષાર :

તમે અત્યાર સુધી ઘણી વખત તટસ્થીકરણની પ્રક્રિયા કરી છે. તમે એ જોયું હશે કે આ ક્રિયામાં એસિડ અને બેઇઝ એ બંનેના ગુણ નાશ પામે છે. વાસ્તવમાં જ્યારે એસિડ અને બેઇઝને એકબીજામાં ભેળવવામાં **આવે છે ત્યારે તેમાં** ક્ષાર બને છે. ઉદાહરણ તરીકે હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડને કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ)ના દ્રાવણ સાથે તટસ્થ કરવાથી મીઠું (સોડિયમ ક્લોરાઇડ) બને છે. આ જ રીતે સોડિયમ કાર્બોનેટ (કપડાં ધોવાનો સોડા), કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ, કેલ્શિયમ સલ્ફેટ, કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ, મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ, એમોનિયમ ક્લોરાઇડ (નવસાર), કોપર સલ્ફેટ (મોરથૂથુ) વગેરે અન્ય ક્ષારો છે. આમાંથી કેટલાક ક્ષારોનો ઉપયોગ આપણે દૈનિક જીવનમાં કરીએ છીએ. કેટલાકનો ઉપયોગ રસાયણશાસ્ત્રના પ્રયોગમાં કરીશું.

એક કોયડો

રમેશે એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં પ્રયોગ-4 વાળા ગંધકના એસિડનાં 10 ટીપાં લીધા. તેમાં તેણે 10 ટીપાં પાણી નાખી દીધું.
અનુમાન કરીને કહો કે તેનું તટસ્થીકરણ કરવા માટે સોડિયમ કાર્બોનેટના એ જ દ્રાવણના કેટલા ટીપાં લાગશે ?
પ્રયોગ બાદ અનુમાનને તપાસો. શું તમારું અનુમાન સાચું નીકળ્યું ? જો ના, તો તેના કારણો અંગે વર્ગમાં ચર્ચા કરો.

પરંતુ એક વાતનું ધ્યાન રાખવું. તમામ તટસ્થ દ્રાવણો ક્ષાર હોતા નથી. જેમકે ખાંડનું દ્રાવણ અને સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ તટસ્થ હોવા છતાં ખાંડ અને સ્ટાર્ચ એ ક્ષાર નથી. એવું ન થવું જોઈએ કે તમે તટસ્થ દ્રાવણને જોતા વેંત જ તેને ક્ષાર કહેવા માંડો.

આ જ રીતે કેટલાક ક્ષારો પણ તટસ્થ ન હોતાં તેઓ એસિડિક કે બેઝિક હોય છે. જેમકે સોડિયમ કાર્બોનેટ એક ક્ષાર હોવા છતાં તે બેઝિક હોય છે. તે અન્ય ક્ષારની જેમ એસિડ સાથે તટસ્થીકરણની ક્રિયા કરે છે.

ઉપરના પ્રયોગોમાં આપણે જોયું કે તટસ્થ દ્રાવણ બનાવવા માટે એસિડના નિશ્ચિત પ્રમાણમાં બેઇઝનું નિશ્ચિત પ્રમાણ મેળવવું પડે છે.

- **તમને શું લાગે છે કે 10 ગ્રામ એસિડ અને 10 ગ્રામ બેઇઝને એકબીજામાં ભેળવવાથી તટસ્થીકરણ થઈ જશે ? (17)**

આ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવા નીચેનો પ્રયોગ કરો.

પ્રશ્ન-17ની ઊંડાણપૂર્વક ચર્ચા કરવી જરૂરી છે કારણ કે ત્યાર પછીના પ્રયોગ-5માં એ દર્શાવવાનો પ્રયત્ન કરેલ છે કે વજન સમાન હોવાથી એસિડ અને બેઇઝ તટસ્થીકરણ કરે તે જરૂરી નથી. પ્રયોગ-2 અને 3માં બાળકો શીખ્યા કે એસિડ અને બેઇઝનું એકસમાન પ્રમાણ લેવાથી તટસ્થીકરણ થતું નથી. આપણે એસિડ અને બેઇઝના પ્રમાણ પર ધ્યાન આપવું પડશે. હવે પ્રયોગ-5માં એ જોઈશું કે માત્ર વજન સરખું હોવાથી પણ વાત બનતી નથી, કોઈ બાબત એવી છે કે જે એસિડ અને બેઇઝને એકબીજાના તુલનાક્ષમ બનાવે છે.
આ પ્રયોગ માટેનું દ્રાવણ નિસ્યંદિત પાણીમાં જ બનાવવું.

એસિડ અને બેઇઝની હરીફાઈ : પ્રયોગ-5

આ પ્રયોગમાં બે બીકરમાં એકસમાન પાણી લઈ બંનેમાં એકસમાન બેઇઝ અને એસિડ ઓગાળશું. તમારા શિક્ષક ત્રાજવાનાં એક પલડામાં ટાર્ટરિક એસિડ અને બીજા પલડામાં કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) મૂકીને ત્રાજવાને સંતુલિત કરશે. આ રીતે એસિડ અને બેઇઝનું એકસમાન પ્રમાણ પ્રાપ્ત થશે.

હવે બે બીકરોમાં એકસમાન (50-50 મિલિ) પાણી લઈશું. તેમાંથી એકમાં ટાર્ટરિક એસિડ અને બીજામાં સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ ઓગાળી દઈશું.

- **શું આ રીતે બનેલ એસિડના દ્રાવણના એક ટીપાંમાં એસિડનું પ્રમાણ અને બેઇઝના એક ટીપાં દ્રાવણમાં બેઇઝનું પ્રમાણ સમાન થશે ? (18)**

હવે એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં એસિડના દ્રાવણનાં 50 ટીપાં લો. તેમાં બે ટીપાં ગુલાબી સૂચકનું દ્રાવણ નાખો.

- **દ્રાવણનો રંગ કેવો થઈ ગયો ? (19)**
- **તમારા અંદાજ મુજબ આ દ્રાવણને તટસ્થ કરવા માટે બેઈઝનાં કેટલાં ટીપાંની જરૂર પડશે ? (20)**

હવે આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ટીપે-ટીપે બેઇઝનું દ્રાવણ નાખો કે જેથી દ્રાવણનો રંગ આછો ગુલાબી થઈ જાય. બેઇઝનું દરેક ટીપું નાખ્યા પછી દ્રાવણને હલાવવાનું ભૂલશો નહિ.

નવા અવલોકનોના પ્રકાશ હેઠળ પોતાનાં તારણો પર પુનર્વિચાર કરવો એ વિજ્ઞાનની પ્રક્રિયાનો એક ભાગ છે. બાળકોને પ્રશ્ન-17ના તારણોની યાદ અપાવો.

વાસ્તવમાં વાતને એ બિંદુ પર છોડી દેવામાં આવી છે કે એસિડ અને બેઇઝનું તુલનાપણું તેઓના ભૌતિક વજનથી જાણી શકાતું નથી. આ તુલનાપણું એસિડ કે બેઇઝના તુલનાંક ભારથી નક્કી થાય છે. તેને જાણી જોઈને છોડી દેવામાં આવ્યું છે કારણ કે બાળકો હજુ તો અણુભાર જ નથી જાણતા તો તુલનાંકભારની તો વાત જ જવા દો. પરંતુ અત્યારે તેઓ આ તારણ અને પ્રશ્નને બરાબર સમજી લે તો પણ પૂરતું છે કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ભૌતિક વજનથી આગળ પણ કંઈક છે.

- **બેઇઝના કેટલા ટીપાંની જરૂર પડી ? (21)**
- **શું તમારા અંદાજ અને વાસ્તવમાં જરૂર પડેલા ટીપાંની સંખ્યામાં કોઈ અંતર છે ? (22)**

હવે પ્રશ્ન-17 પર પુનઃ વિચાર કરો. ખાસ કરીને એ વાત વિચારો કે શું કોઈ એસિડ અને બેઇઝની તુલના કરવા માટે માત્ર વજન જાણવાથી કામ ચાલી જશે.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં 20 ટીપાં હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ લેવામાં આવ્યો. તેના તટસ્થીકરણ માટે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના 20 ટીપાંની જરૂર પડી. હવે એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના આ જ દ્રાવણનાં 20 ટીપાં લઈને એસિડથી તેનું તટસ્થીકરણ કરીએ તો એસિડના કેટલાં ટીપાંની જરૂર પડશે ?
2. એક શાળામાં શિક્ષકે એસિડ અને બેઇઝનું એક-એક લિટર દ્રાવણ બનાવીને રાખ્યું. એસિડના દ્રાવણના 10 ટીપાંથી બેઇઝના દ્રાવણનાં 10 ટીપાંનું તટસ્થીકરણ થતું હતું. ભૂલથી બેમાંથી એક દ્રાવણમાં પાણી પડી ગયું. જ્યારે ફરીથી તટસ્થીકરણ કરવામાં આવ્યું ત્યારે એસિડના 10 ટીપાં માટે બેઇઝના 15 ટીપાંની જરૂર પડી.

શું તમે જણાવી શકો છો કે કયા દ્રાવણમાં પાણી પડી ગયું હશે ?

શું તમે એ પણ કહી શકશો કે કેટલું પાણી પડ્યું હશે ?

3. અનીતાએ ગંધકના એસિડના 10 ટીપાંનું તટસ્થીકરણ સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (કોસ્ટિક સોડા)ના દ્રાવણથી કર્યું. કોસ્ટિક સોડાનાં 7 ટીપાંની જરૂર પડી.

   તેણે કોસ્ટિક સોડાના 20 મિલિ દ્રાવણમાં 10 મિલિ પાણી ઉમેરીને 30 મિલિ બનાવી લીધું.

   ગંધકના એસિડના 10 ટીપાંના તટસ્થીકરણ માટે કોસ્ટિક સોડાના આ નવા દ્રાવણનાં કેટલાં ટીપાં લાગશે ?

4. કોઈ એસિડ ‘A’ના 10 ટીપાંના તટસ્થીકરણ માટે એક બેઇઝના 10 ટીપાં લાગે છે. એક બીજા એસિડ ‘B’નાં 10 ટીપાંના તટસ્થીકરણમાં તે જ બેઇઝના 20 ટીપાંની જરૂર પડે છે. ફાતિમાએ એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં ‘A’ એસિડનાં 5 અને ‘B’ એસિડનાં 10 ટીપાં લીધા અને તેનું તટસ્થીકરણ તે જ બેઇઝથી કર્યું. જણાવો કે આ માટે બેઇઝના કેટલા ટીપાંની જરૂર પડશે ?

5. એક એસિડના 20 મિલિનું તટસ્થીકરણ કરવા માટે 30 મિલિ બેઇઝની જરૂર પડે છે. જો આપણે 20 મિલિ બેઇઝ લઈએ તો તેના તટસ્થીકરણ માટે કેટલો એસિડ લાગશે ?

બા.વૈ., ધોરણ-8, 2009, પૃ. 69

C C C

રંગાટીઓ સાથે જોડાયેલ લિટમસનો ઇતિહાસ*

ફૂલોના રંગ ખૂબ જ સુંદર હોય છે, જેમકે જાસુદનો લાલ રંગ, પરંતુ શું તમે ક્યારેય તેનો રંગ બદલવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે ? તેનો રંગ બદલવો સહેલો છે. પરંતુ એમ બની શકે છે કે તમે કોઈ એક અન્ય પદાર્થને રંગ બદલતો જોયો હોય. હળદર આમ તો પીળી હોય છે પરંતુ તેમાં થોડો ચૂનો ભેળવીને જુઓ. છે ને કમાલ ?

વનસ્પતિમાંથી પ્રાપ્ત રંગોનો ઉપયોગ એસિડ અને બેઇઝના સૂચકોનાં સ્વરૂપે સારી રીતે કરી શકાય છે. પ્રયોગશાળામાં આપણે લિટમસનો ઉપયોગ તો કરીએ જ છીએ. લિટમસ એસિડ અને બેઇઝનું અત્યંત સુવિધાપૂર્ણ સૂચક છે. લિટમસપત્રના સ્વરૂપમાં તમે તેને ખિસ્સામાં રાખીને પણ ફરી શકો છો. લિટમસ એટલું બધું પ્રખ્યાત થયું છે કે સાચા-જૂઠાની કસોટીમાં ઉપયોગમાં લેવાતા રૂઢિપ્રયોગ 'દૂધનું દૂધ અને પાણીનું પાણી'ની જેમ જ 'લિટમસ ટેસ્ટ' રૂઢિપ્રયોગ પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

કેટલીક વખત ઘણાં પૂછે છે કે આ લિટમસ છે શું ? તે ક્યાંથી મળે છે ? તેની રાસાયણિક સંરચના શું છે ? તો કેટલીક શોધખોળ કરતાં જે કંઈ પણ જાણવા મળ્યું તે રસપ્રદ છે.

પ્રાચીનકાળથી લોકો હળદરનો બદલાતો રંગ જોતાં આવ્યા છે અને આપણે સૌએ પણ આ જોયું. પ્રાચીનકાળથી લોકો એ પણ જોતાં આવ્યા છે કે વનસ્પતિઓમાંથી પ્રાપ્ત રંજકોને અલગ-અલગ રંગોમાં મેળવી શકાય છે. ઘણાં જૂના જમાનાથી રંગાટીઓ રંગકામ માટે વનસ્પતિમાંથી પ્રાપ્ત રંગોનો ઉપયોગ કરતાં આવ્યા છે.

પરંતુ કહેવાય છે ને કે ગાલિબનો છે અંદાજે બયાં કંઈક જુદો. રંગાટીઓએ પોતાના અનુભવોના આધારે જોયું કે વનસ્પતિમાંથી પ્રાપ્ત પદાર્થોનો રંગ ઘણી બાબતો પર આધાર રાખે છે. જેમકે રંગ પર એ વાતની અસર થાય છે કે તેને વનસ્પતિમાંથી કઈ ઋતુમાં એકત્રિત કરેલ છે. આ ઉપરાંત પ્રાપ્ત કરવાની રીતની અસર પણ રંગ પર જોવા મળે છે.

ઉદાહરણ તરીકે આઇરિસ નામના છોડના રીંગણીયા રસમાં જો ફટકડી નાખી દેવામાં આવે તો તેનો રંગ લીલો થઈ જાય છે. આ જ રીતે લાઇકેન રોસેલામાંથી પણ રીંગણીયો રંગ પ્રાપ્ત થાય છે. પરંતુ તેમાં પેશાબ મેળવીને તેને બેઝિક બનાવી દેતાં તે લાલ થઈ જાય છે. અને જો રીંગણીયા રસમાં તેજાબ ભેળવી દેવામાં આવે તો તેનો રંગ ભૂરો થઈ જાય છે.

રંગાટીઓ આ તકનિકીઓનો ભરપૂર ઉપયોગ કરતાં હતાં. પરંતુ તેમાંથી રોબર્ટ બોઇલે એક વૈજ્ઞાનિક હકીકત શોધી નાખી. એ દિવસોમાં (1664માં) રોબર્ટ બોઇલ (Robert Boyle) પોતાનું પુસ્તક *એક્સ્પરીમેન્ટલ હિસ્ટ્રી ઓફ કલર્સ* (રંગોનો પ્રાયોગિક ઇતિહાસ) લખી રહ્યા હતા. તેઓનું ધ્યાન રંગાટીઓની આ કરતબ પર ગયું. પરંતુ બોઇલ આ કરતબનું વર્ણન માત્ર કરીને અટક્યા ન હતા.

એસિડ અને બેઇઝ ભેગા મળીને જો અલગ-અલગ રંગો પ્રાપ્ત કરી શકતા હોય તો આ રંગોનો ઉપયોગ એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ માટે કેમ કરી ન શકાય ? તે સમયે એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ માટે કોઈ સૂચક પ્રાપ્ત ન હતો. બીજી વાત એમ હતી કે તે સમયે ખાસ કરીને ખનીજ એસિડ રાસાયણિક વિશ્લેષણમાં ખૂબ ઉપયોગી બની ચૂક્યા હતા. આથી એસિડિક અને બેઝિક ગુણધર્મની ઓળખ માટે કોઈ સરળ માર્ગની જરૂર હતી. બોઇલના ઉપર્યુક્ત તર્કમાંથી લિટમસનો જન્મ થયો. તે રોસેલા નામના લાયકેનના અર્કમાંથી પ્રાપ્ત એક રંજક છે.

ત્યારબાદ તો ઘણા સૂચકો શોધવામાં આવ્યા. પરંતુ લિટમસ જ એસિડ-બેઇઝનું સૌપ્રથમ સૂચક હતું. તે સમયે તેનું ઉત્પાદન માત્ર નેધરલેન્ડમાં જ થતું હતું તેમજ તેને બનાવવાની રીત અત્યંત ગોપનીય રાખવામાં આવતી હતી. આ એકાધિકાર 1940માં સમાપ્ત થયો જ્યારે ઇંગ્લેંડમાં જોન્સને (Johnsons) તેનું ઉત્પાદન શરૂ કર્યું.

---

* *શૈક્ષણિક સંદર્ભ, ઓગસ્ટ-સપ્ટેમ્બર, 2001*

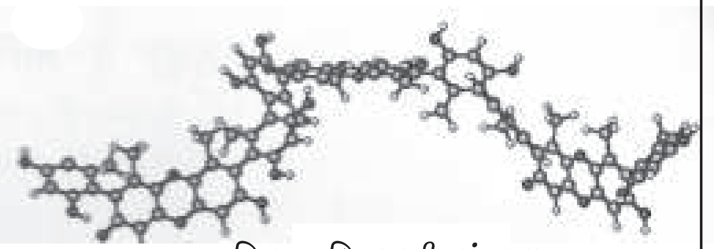
શોખિયોં મેં ઘોલા જાએ ફૂલોં કા શબાબ - લિટમસનું ઉત્પાદન

મધ્યયુગમાં લિટમસ પ્રાપ્ત કરવા માટે સૌપ્રથમ રોસેલા લાયેકનમાંથી ઓર્ચિલ પ્રાપ્ત કરવામાં આવતું હતું. તમે પોતે પણ આ રીતનો આનંદ ઉઠાવો.

ઓર્ચિલ બનાવવાની રીત

"એક પાઉન્ડ એકદમ સ્વચ્છ લેવા કી ઓર્સેલ લો, તેને પેશાબથી પલાળો, તેમાં બે-બે ઔંસ સાલ એમોનિએક, સાલ ગેમે અને સોલ્ટ પીટર ભેળવો. તેને સારી રીતે ખાંડીને મિશ્ર કરો અને 12 દિવસ માટે છોડી દો. દિવસમાં બે વખત મિશ્રણને હલાવવું. તેને સતત ભીનું રાખવું, થોડો-થોડો પેશાબ ભેળવતાં રહો. આ સ્થિતિમાં તેને આઠ દિવસ રહેવા દો, સતત હલાવતા રહો. ત્યારબાદ તેમાં દોઢ પાઉન્ડ પોટાશ નાખો. ફરી એક વખત આઠ દિવસ સુધી પડી રહેવા દો, સમયાંતરે હલાવતા રહો અને એટલી જ માત્રામાં પેશાબ નાખો. પાંચ-છ દિવસ બાદ ડ્રેચમ આર્સેનિક નાખો. હવે તે ઉપયોગ માટે તૈયાર છે."

લિટમસ ઉત્પાદનમાં ફર્ક માત્ર એટલો જ છે કે પૂરા મિશ્રણમાં પોટાશ, ચૂનો અને જીપ્સમ પણ ભેળવવામાં આવે છે. આજકાલ લિટમસનું ઉત્પાદન ખૂબ સરળ રીતથી કરવામાં



ચિત્ર : લિટમસની સંરચના

આવે છે. લાઈકેનને સોડિયમ કાર્બોનેટ અને એમોનિયાના દ્રાવણમાં પીસવામાં આવે છે. ઘણાં અઠવાડિયા સુધી તેને સમયાંતરે હલાવીને પડી મૂકવામાં આવે છે. ધીમે-ધીમે તેનો રંગ રીંગણીયો અને છેવટે ભૂરો થઈ જાય છે. હવે લાયકેનને સૂકવીને પાઉડર બનાવી લેવામાં આવે છે. આ અવસ્થામાં લાયકેનમાં કેટલીક માત્રામાં લિટમસ અને કેટલીક માત્રામાં અન્ય રંજક હોય છે. આલ્કોહોલ સાથે ઓગાળીને ઓર્સીનને અલગ કરી લેવામાં આવે છે. આ રીતે શુદ્ધ લિટમસ મળી જાય છે. સ્વાભાવિક છે કે આ સમગ્ર પ્રક્રિયા દરમિયાન તમામ પદાર્થ બનતાં બગડતાં રહેશે.

ખરેખર લાયકેનમાંથી રંજકોનું એક મિશ્રણ મળે છે. આ મિશ્રણમાં ઓર્ચિલ, ઓર્સીન, લિટમસ વગેરે રંજક હોય છે. આથી જે લિટમસનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ તે સંભવિત રીતે એક મિશ્રણ જ છે. શરૂઆતમાં તેના ઉત્પાદન માટે માત્ર *ઓક્રોલેચિયા ટાર્ટેરિયા*નો ઉપયોગ થતો હતો.

એક રોમાંચક વાત એ પણ છે કે 16મી સદીથી ઉપયોગમાં લેવાતાં આ રંજકોની રાસાયણિક સંરચનાની જાણ ખૂબ મોડી થઈ હતી. તેમનાં વિશ્લેષણમાં સૌથી મોટું અડચણ તો કદાચ તેઓને શુદ્ધ સ્વરૂપમાં મેળવવાનું જ હતું. આ દિશામાં સૌપ્રથમ પગલું પિયરે રોબિકેટે (Robiquet H) 1829માં ભર્યું. તેઓએ મિશ્રણમાંથી ઓર્સીન નામના રસાયણને અલગ કર્યું. ત્યારબાદ 1840માં આ લાયકેનમાંથી ચાર અલગ રંગના પદાર્થો પ્રાપ્ત કરવામાં આવ્યા – એઝોલિટમિન, સ્પેનિયોલિટમિન, ઇરિથ્રોલિન અને ઇરિથ્રોલિટમિન. આ ઇરિથ્રોલિટમિન જ લિટમસ છે. તે એક પ્રકારનો પોલિમર છે. આ સંયોજનોની સંરચના શોધવાનું શ્રેય હૈંસ મુસો (Hans Musso)ને જાય છે. તેઓએ 1956થી 1965ની વચ્ચે તે અંગેનું અધ્યયન કરીને ઓછામાં ઓછા 25 સંશોધનપત્રો પ્રકાશિત કર્યા હતા.

જોકે રંગાટીઓ અને લિટમસના સંબંધોનું એક પૃષ્ઠ બીજું પણ છે. તેનો સંબંધ લિટમસપત્રથી છે. તમે ધ્યાન આપ્યું હશે કે યુનિવર્સલ સૂચક સિવાય લિટમસ જ એક માત્ર સૂચક છે કે જેનો ઉપયોગ લિટમસ કાગળના સ્વરૂપમાં કરવામાં આવે છે. છેવટે લિટમસપત્ર બનાવવાનો વિચાર આવ્યો ક્યાંથી ? ફરી એક વખત રંગાટીઓની યાદ આવે છે.

રંગાટીઓ અન્ય એક છોડ ટર્નસોલ *(ક્રોજોફેરા ટિંક્ટોરિયા)*માંથી રીંગણીયો રંગ પ્રાપ્ત કરતાં હતાં. છોડમાંથી આ રંજકનું દ્રાવણ પ્રાપ્ત થઈ ગયા બાદ તેઓ કપડાના ટુકડાઓને તેમાં પલાળીને સૂકવી લેતા હતા. જ્યારે રંગને ફરી પાછો મેળવવો હોય ત્યારે આ કપડાઓને પાણીમાં પલાળતાં હતાં. મજાની વાત એ હતી કે આમ કરવાથી રીંગણીયો નહીં પણ લાલ રંગ મળતો હતો. બીજી બાજુ કપડાને પલાળતાં અગાઉ જો ચૂનાના પાણીમાંથી પસાર કરી લેવામાં આવતું તો પાછળથી રીંગણીયો રંગ જ પ્રાપ્ત થતો હતો.

કહેવાય છે કે કાગળની પટ્ટીઓને રોસેલાના અર્કમાં પલાળીને લિટમસ કાગળ (લિટમસપત્ર) બનાવવાનો વિચાર બોઈલને આ ઘટના પરથી જ આવ્યો હતો.

C C C

સૂચકો રંગ પરિવર્તન થકી શું સૂચવે છે ?*

એસિડ-બેઇઝની ઓળખ કરતી વખતે સૂચકોનો ઉપયોગ થાય છે. પરંતુ સૂચકોના ઉપયોગ દરમિયાન આપણે ભાગ્યે જ વિચારીએ છીએ કે સૂચક કામ કઈ રીતે કરે છે અને શું તમામ સૂચકો એકસરખાં હોય છે ?

એસિડ અને બેઇઝની ઓળખ કરવામાં આપણે સૌએ સૂચકોનો ઉપયોગ કર્યો છે. લિટમસ, ફિનોલ્ફથેલીન, મિથાઇલ ઓરેંજ વગેરે કેટલાંય સૂચકોને આપણે જાણીએ છીએ. આ તમામની વિશેષતા એ છે કે તેઓ એસિડિક માધ્યમમાં કોઈ એક રંગ જ્યારે બેઝિક માધ્યમમાં કોઈ બીજો રંગ દર્શાવે છે.

કેમ રંગ બદલે છે?

સૌથી પહેલો પ્રશ્ન તો એ છે કે તેઓ રંગ બદલે છે કેમ ? આ પ્રશ્નનો ઉત્તર ખૂબ સરળ છે. આ સૂચકો એવા પદાર્થો છે કે જે બે રૂપમાં રહી શકે છે. એક રૂપમાંથી બીજા રૂપમાં તેમનું પરિવર્તન ખૂબ સરળતાથી થાય છે. સૌથી મોટી વાત તો એ છે કે આ રૂપ પરિવર્તન રસાયણની ભાષામાં પ્રતિવર્તી હોય છે, એટલે કે રૂપ પરિવર્તન પુનઃ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. રૂપ પરિવર્તન મુખ્યત્વે માધ્યમની એસિડિકતા અને બેઝિકતા પર આધાર રાખે છે.

ઉદાહરણ તરીકે ફિનોલ્ફથેલીન લઈ લો. આ પદાર્થ સ્વયં પોતે એક દુર્બળ એસિડ છે. તેનું સૂત્ર આ રીતે લખી શકાય છે : HPh. આ સ્થિતિ એસિડિક દ્રાવણમાં હોય છે અને આ સમયે દ્રાવણ રંગહીન હોય છે.

જ્યારે દ્રાવણ બેઝિક હોય છે ત્યારે ફિનોલ્ફથેલીનનું આયનીકરણ થઈ જાય છે.

$$HPh + OH^- \rightarrow HOH + Ph^-$$

આ Ph^- ઋણ આયન ગુલાબી હોય છે. આથી બેઝિક દ્રાવણમાં ફિનોલ્ફથેલીન ગુલાબી થઈ જાય છે. જ્યારે HPhનું રૂપ રંગહીન હોય છે.

તમામ સૂચક પોતે દુર્બળ કાર્બનિક એસિડ અથવા કાર્બનિક બેઇઝ હોય છે. દરેક વખતે આયનીકૃત અવસ્થા અને બિનઆયનીકૃત અવસ્થાનો રંગ અલગ-અલગ હોય છે. આ જ તેમના રંગ બદલવાનું રહસ્ય છે.

સૂચક-સૂચક એક સમાન ?

આ સરળ પ્રશ્ન પરથી હવે અઘરા પ્રશ્ન તરફ જઈએ. પ્રશ્ન એ છે કે, શું તમામ સૂચક એસિડને એસિડ અને બેઇઝને બેઇઝ બતાવે છે ? આ વાતને સ્પષ્ટ કરવી એટલા માટે જરૂરી છે કે વાત થોડી ગોળ-ગોળ લાગી રહી છે. આ માટે જરૂરી છે કે એસિડ અને બેઇઝને વ્યાખ્યાયિત કરી દેવામાં આવે.

વર્તમાન ઉદ્દેશને ધ્યાનમાં રાખતા હું એસિડ અને બેઇઝની સૌથી સરળ વ્યાખ્યાથી શરૂઆત કરું છું. જે ભૂરા લિટમસને લાલ કરી દે તે એસિડ અને જે લાલ લિટમસને ભૂરું કરી દે તે બેઇઝ.

હવે માની લો કે પદાર્થ 'A' દ્વારા લાલ લિટમસને ભૂરું કરી દેવામાં આવ્યું, તો આ થઈ ગયો બેઇઝ. પ્રશ્ન એ છે કે ફિનોલ્ફથેલીન સૂચકનો ઉપયોગ કરીએ તો પણ તે આ પદાર્થને બેઇઝ બતાવશે. આથી શું આ દ્રાવણમાં રંગહીન ફિનોલ્ફથેલીન નાખવાથી તે ગુલાબી થઈ જશે ? તમારો શું વિચાર છે ?

એટલે કે હું એ પૂછી રહ્યો છું કે લિટમસ જે દ્રાવણને બેઝિક બતાવશે તેને શું ફિનોલ્ફથેલીન પણ બેઝિક બતાવશે ?

તમને કદાચ એવું લાગશે કે આ પ્રશ્ન નકામો છે. જ્યારે દ્રાવણ જ બેઝિક છે તો ફિનોલ્ફથેલીન હોય કે બીજો કોઈ સૂચક, તેને બેઝિક જ બતાવશે ને.

પરંતુ કમનસીબે (કે ખુશનસીબે) એવું નથી. ઘણી વખત એવું બને છે કે એક સૂચક દ્રાવણને એસિડ બતાવે છે જ્યારે બીજો સૂચક તેને બેઝિક બતાવે છે.

** શૈક્ષણિક સંદર્ભ, ઓગસ્ટ-સપ્ટેમ્બર, 2001*

પાણીની બેઝિકતા

આવો, પાણીનું ઉદાહરણ લઈને આ વાતને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ. પાણીના સાધારણ પરીક્ષણમાં તેની બેઝિકતાનું માપન કરી શકાય છે. આ કામ કોઈપણ પ્રમાણિત એસિડના દ્રાવણ દ્વારા પાણીના અનુમાપન (ટાઇટ્રેશન) દ્વારા કરી શકાય છે. જે પાણીનું પરીક્ષણ કરવાનું હોય તેનું માપન કરીને ફ્લાસ્કમાં લેવામાં આવે છે. તેમાં 2-3 ટીપાં ફિનોલ્ફ્થેલીન (રંગહીન) સૂચક નાખવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે તે ગુલાબી થઈ જાય છે. (પાણી બેઝિક છે). હવે જ્યાં સુધી પાણી રંગહીન ન થઈ જાય ત્યાં સુધી બ્યુરેટ દ્વારા ટીપે-ટીપે એસિડ નાખો. પાણી રંગહીન થઈ જાય ત્યાં સુધી જેટલો એસિડ નાખ્યો છે, તેના આધારે પાણીમાં ઉપસ્થિત બેઇઝના પ્રમાણની ગણતરી કરી શકાય છે.

ગુલાબી ફિનોલ્ફ્થેલીન રંગસૂચક રંગહીન થઈ ગયો એનો મતલબ દ્રાવણ તટસ્થ છે (અથવા થોડુંક એસિડિક) હશે. હવે આ તટસ્થ દ્રાવણમાં મિથાઇલ ઓરેન્જના 2-3 ટીપાં નાખો. આપણા અંદાજથી વિરુદ્ધ મિથાઇલ ઓરેન્જ તેને બેઝિક બતાવે છે (એટલે કે પાણી પીળો રંગ દર્શાવે છે.) હવે ફરી એક વખત તેમાં ટીપે-ટીપે એસિડ નાખીને તેનો રંગ નારંગી ન થઈ જાય ત્યાં સુધી ટાઇટ્રેશન કરીએ. હવે ફરી એક વખત તેની બેઝિકતાની ગણતરી કરીએ.

વાસ્તવમાં પાણી પરીક્ષણના સંદર્ભમાં આ બે બેઝિકતાઓને ફિનોલ્ફ્થેલીન બેઝિકતા અને કુલ બેઝિકતા (ફિનોલ્ફ્થેલીન + મિથાઇલ ઓરેન્જ દ્વારા માપવામાં આવેલ કુલ બેઝિકતા)ના નામ આપવામાં આવ્યા છે. તો આ ચક્કર છે શું ? જે દ્રાવણને ફિનોલ્ફ્થેલીને તટસ્થ સાબિત કરી દીધું હતું તેને મિથાઇલ ઓરેન્જે બેઝિક કેમ બતાવ્યું ?

વ્યાખ્યાનો વિસ્તાર

આ બાબતને સમજવા માટે આપણે એસિડ અને બેઇઝની વ્યાખ્યાના આગળના સ્તરે જવું પડશે. આ વ્યાખ્યા આયનીકરણની અવધારણામાંથી ઉદ્ભવે છે. એ તમામ પદાર્થો કે જે પાણીમાં ઓગળીને હાઇડ્રોજન આયન ઉત્પન્ન કરે છે તેને એસિડ કહે છે. પાણીમાં ઓગળીને હાઇડ્રોક્સિલ આયન ઉત્પન્ન કરવાવાળા પદાર્થ બેઝિક હોય છે. એટલે કે જો HA એસિડ હોય તો પાણીમાં તેનું આયનીકરણ નીચે મુજબ થશે :

$$HA ® H^+ + A^-$$

અને જો BOH પદાર્થ બેઝિક હશે તો પાણીમાં ઓગાળતાં તેનો વ્યવહાર નીચે મુજબ હશે.

એનો અર્થ એમ નથી કે એસિડના દ્રાવણમાં હાઇડ્રોક્સિલ આયનો હોતા નથી. એક નિયમ તરીકે તમે યાદ રાખી શકો છો કે પાણી ભલે શુદ્ધ હોય કે ન હોય તેમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા અને હાઇડ્રોક્સિલ આયનની સાંદ્રતાનું ગુણનફળ હંમેશા નિશ્ચિત હોય છે.

$$[H^+]´ [OH^-] = 10^{-14}$$

એટલે કે $[H^+]$ની સાંદ્રતા વધવાથી $[OH^-]$ની સાંદ્રતા એટલા જ પ્રમાણમાં ઓછી થતી જશે કે જેથી બંનેનું ગુણનફળ 10^{-14} જ રહે. આથી કોઈપણ દ્રાવણની એસિડિકતા કે બેઝિકતાને આપણે $[H^+]$ આયનની સાંદ્રતાના સ્વરૂપમાં વ્યક્ત કરી શકીએ છીએ. આ માટે એક સરળ માપદંડ બનાવવામાં આવ્યો છે. તેને pH માપદંડ કહે છે. તે દ્રાવણમાં H^+ આયનની સાંદ્રતા દર્શાવે છે.

pH 7 થી ઓછો દ્રાવણ એસિડ

pH બરાબર 7 દ્રાવણ તટસ્થ

pH 7 થી વધારે દ્રાવણ બેઝિક

pH માપદંડને વધારે સમજવામાં જેઓને રસ હોય તેઓ લેખને અંતે આપવામાં આવેલ બોક્ષને જરૂર વાંચે.

કોઈ એસિડ કે બેઇઝને પાણીમાં ઓગાળતાં મળતાં દ્રાવણનો pH એસિડ કે બેઇઝની પ્રકૃતિ પર આધાર રાખે છે. હા, તેના પર એસિડ કે બેઇઝના પ્રમાણની થોડીઘણી અસર પડે છે તેમજ તાપમાનની પણ અસર પડે છે, પરંતુ મૂળભૂત રીતે તેના pHનું નિર્ધારણ એસિડ કે બેઇઝની પ્રકૃતિ પર આધાર રાખે છે.

સૂચક... ફરી એક વખત

એસિડ કે બેઇઝની નવી વ્યાખ્યા અંતર્ગત હવે આપણો પ્રશ્ન એ છે કે શું તમામ સૂચક 7થી ઓછા pHવાળા દ્રાવણોને એસિડ અને 7થી વધારે pHવાળા દ્રાવણોને બેઝિક બતાવે છે ? બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પ્રશ્ન એ છે કે શું બધા સૂચક pH 7 હોય ત્યારે રંગ બદલે છે.

કમનસીબે કે ખુશનસીબે આમ થતું નથી. અહીં દર્શાવેલ ચાર્ટથી આ વાત સ્પષ્ટ થઈ જાય છે કે અલગ-અલગ સૂચક

સૂચક	રંગ પરિવર્તન		પરિવર્તન માટેનો pH
	એસેડિક	બેઝિક	
મિથાઇલ વાયલેટ	પીળો	ભૂરો	0.0-1.6
મિથાઇલ યેલો	લાલ	પીળો	2.9-4.0
બ્રોમોફિલ બ્લૂ	પીળો	ભૂરો	3.0-4.6
મિથાઇલ ઓરેન્જ	લાલ	પીળો	3.2-4.4
મિથાઇલ રેડ	લાલ	પીળો	4.8-6.0
લિટમસ	લાલ	ભૂરો	5.5-8.0
બ્રોમોથાઇમોલ બ્લૂ	પીળો	ભૂરો	6.0-7.6
ફિનોલ રેડ	પીળો	લાલ	6.6-8.0
ફિનોલ્ફથેલીન	રંગહીન	લાલ	8.2-10.6
થાઇનોલ્ફથેલીન	રંગહીન	ભૂરો	8.4-10.6
એલિઝરીન યેલો	પીળો	લાલ	10.0-12.0

અલગ-અલગ pH પર રંગ બદલે છે. ઉદાહરણ તરીકે, pH 8થી વધારે હોય તો ફિનોલ્ફથેલીન ગુલાબી અથવા લાલ થાય છે. જ્યારે pH 8 હોય તો રંગહીન થઈ જાય છે, એટલે કે 8થી ઓછા pH વાળા દ્રાવણને તે એસિડ/તટસ્થ બતાવે છે. આવા દ્રાવણોને (જેમનો pH 8 થી 7ની વચ્ચે છે) મિથાઇલ ઓરેન્જ વડે ચકાસતા તેઓ બેઝિક મળે છે. આથી વિરુદ્ધ ઘણાં દ્રાવણો એવા પણ હશે કે (જેનો pH 4થી 7ની વચ્ચે હોય) જે એસિડિક હોવા છતાં મિથાઇલ ઓરેન્જ તેને બેઝિક/તટસ્થ બતાવશે કારણ કે મિથાઇલ ઓરેન્જ pH 4 હોય ત્યારે રંગ બદલે છે.

સૂચકનો વારંવાર રંગ બદલવાના આ ગુણનો લાભ એ છે કે તેનો ઉપયોગ પણ વારંવાર કરી શકાય છે.

છેવટે આ તમામ સૂચકો pH 7 હોય ત્યારે જ કેમ રંગ બદલતા નથી ? આવો કારણ સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

મેં અગાઉ જ કહ્યું હતું કે આ તમામ સૂચકો સ્વયં પોતે જ મંદ એસિડ કે મંદ બેઇઝ છે. તેમનો રંગ એ વાત પર આધાર રાખે છે કે દ્રાવણમાં તે આયનીકૃત અવસ્થામાં છે કે બિન-આયનીકૃત અવસ્થામાં.

સરળતા ખાતર આપણે એમ કહી શકીએ કે દરેક સૂચકનું આયનીકરણ એક વિશિષ્ટ pH પર થાય છે. પરિણામે આ જ pH પર સૂચક રંગ બદલે છે.

આસપાસ વિખરાયેલા સૂચક

આપણી આસપાસ ચારેય બાજુ ઢગલો સૂચકો વિખરાયેલા છે. ક્યારેક આપણને ખબર નથી હોતી કે હળદર, નફ્ફટીયું કે જાસૂદનું ફૂલ, સફાઈના કામમાં વપરાતું ડોમેક્સનું દ્રાવણ, કેટલીક શાહી, ઘણાબધા અન્ય ફૂલો અને ન જાણે કયા કયા સૂચકો આપણી આસપાસ વિખરાયેલા પડ્યા છે.

આપણી આસપાસ વિખારાયેલા આ વિભિન્ન સૂચકોને ઓળખીને તેનામાં એસિડ અને બેઇઝ સાથે થતું રંગપરિવર્તન ચકાસવાની પ્રવૃત્તિ રસપ્રદ બની શકે છે. જો આ અભ્યાસને વધારે પડકારજનક બનાવવો હોય તો તમે એ પણ શોધી શકો છો કે તેમાંનો દરેક સૂચક કેટલા pH પર પોતાનો રંગ બદલે છે. આ પ્રયત્ન સારો એવો પ્રકલ્પ બની શકે છે.

pH માપદંડ

આપણે આગળ જોયું કે શુદ્ધ પાણીમાં $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ મોલ આયન પ્રતિ લિટર હોય છે.

હવે જ્યારે પાણીમાં એસિડ અથવા બેઇઝ નાખવામાં આવે ત્યારે તે ક્રમશઃ H^+ આયન અથવા OH^- આયન પેદા કરે છે.

માની લો કે આપણે એસિડ નાખ્યો છે તે પાણીમાં H^+ આયનની સાંદ્રતા વધશે. જો H^+ અને OH^-નું ગુણનફળ સ્થિર રહેતું હશે તો તે જ પ્રમાણમાં OH^-ની સાંદ્રતા ઘટશે.

જો બેઇઝ નાખીશું તો તેમાં OH^-ની સાંદ્રતા વધશે. અહીં ગુણનફળને સ્થિર રાખવા માટે H^+ આયનની સાંદ્રતા ઘટવા લાગશે. પરિણામે જો કોઈ દ્રાવણમાં રહેલ H^+ આયનની સાંદ્રતા આપણને ખબર હોય તો ઉપરના સમીકરણ દ્વારા OH^- આયનની સાંદ્રતા જાણી શકાય છે. આથી કોઈપણ દ્રાવણની એસિડિકતા કે બેઝિકતાને H^+ આયનની સાંદ્રતાના સ્વરૂપમાં દર્શાવી શકાય છે.

H^+ (મોલ આયન પ્રતિ લિટર)	**દ્રાવણની પ્રકૃતિ**
10^{-7}	તટસ્થ
10^{-7} થી વધારે	એસિડિક
10^{-7} થી ઓછી	બેઝિક

10^{-7} ગ્રામ આયન પ્રતિ લિટરના સ્વરૂપમાં દર્શાવતી વખતે પડતી મુશ્કેલીઓને જોતાં ઈ.સ. 1909માં સોરેન્સને (Sorensen) એક માપદંડનો વિકાસ કર્યો. તેને pH માપદંડ કહેવામાં આવે છે. તેઓના જણાવ્યા અનુસાર H^+ની સાંદ્રતાનો લોગરિધમ કાઢીને તેને ઋણચિહ્ન દ્વારા વ્યક્ત કરવામાં આવે તો તેને pH કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે,

(1) $pH = -\log[H^+]$

$([H^+] = 10^{-7}$ લેતાં)

$pH = -\log[10^{-7}]$

$pH = -[-7]$

$pH = 7$

(2) જો $[H^+] = 10^{-4}$ હોય તો,

$pH = -\log[10^{-4}]$

$pH = -[-4]$

$pH = 4$

(3) જો $[H^+] = 10^{-14}$ હોય તો

$pH = -\log[10^{-14}]$

$pH = 14$

આમ, pH માપદંડ અનુસાર,

$pH = 7$ તો દ્રાવણ તટસ્થ

$pH > 7$ તો દ્રાવણ બેઝિક

$pH < 7$ તો દ્રાવણ એસિડિક

અત્યાર સુધી જે વાંચ્યું કે સમજ્યા તેની ચકાસણી કરવા માટે નીચેની ગણતરી કરો.

- $pH = 4$ ધરાવતા દ્રાવણમાં OH^-ની સાંદ્રતા કેટલી હશે ? અહીં એ સ્પષ્ટ કરવું જરૂરી છે કે એસિડિક દ્રાવણમાં પણ OH^- આયન હાજર હોય છે પરંતુ તેનું પ્રમાણ H^+ આયનથી ખૂબ ઓછું હોય છે.
- કોઈ દ્રાવણમાં H^+ની માત્રા 3´ 10^{-2} મોલ આયન પ્રતિ લિટર છે. તેનો pH કેટલો થશે ?
- જો આ દ્રાવણમાં H^+નું પ્રમાણ બમણું કરી દેવામાં આવે તો તેનો pH કેટલો થવો જોઈએ ?
- જો H^+ આયનનું પ્રમાણ 10 ગણું કરી દેવામાં આવે તો તેનો pH કેટલો થઈ જશે ?

C C C

બે પ્રકારની એસિડિકતા, બેઝિકતા*

એસિડિકતા-બેઝિકતાના માપન માટે આપણે બેઇઝ અથવા એસિડનું એક પ્રમાણિત દ્રાવણ લઈએ છીએ. તેની સાંદ્રતાની આપણને ખબર છે. હવે જે દ્રાવણની એસિડિકતા-બેઝિકતા માપવાની છે તેનું તટસ્થીકરણ આ પ્રમાણિત દ્રાવણના નિશ્ચિત કદ સાથે કરીએ. ત્યારબાદ ખૂબ જ પ્રચલિત એવાં સૂત્ર $N_1V_1 = N_2V_2$ની મદદથી અજ્ઞાત દ્રાવણમાં રહેલ એસિડ અથવા બેઈઝના પ્રમાણને શોધી શકાય છે. (અહીં, N_1 અને N_2 પ્રથમ અને દ્વિતીય દ્રાવણમાં એસિડ/બેઇઝની નોર્માલિટી દર્શાવે છે જ્યારે V_1 અને V_2 તેઓનું કદ દર્શાવે છે.)

તમે એ પણ જાણો છો કે એસિડિકતા-બેઝિકતાનું બીજું માપ pH છે. તટસ્થ પાણીનો pH 7 હોય છે. 7થી ઓછું pH ધરાવતું દ્રાવણ એસિડિક કહેવાય છે અને 7થી વધારે pH હોય તો બેઝિક. pHના માપન માટે યુનિવર્સલ pH દ્રાવણનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

એસિડિકતા-બેઝિકતા માપનની આ બંને રીતો વચ્ચેનો ભેદ સમજવો અનિવાર્ય છે. જેમકે પ્રશ્ન એ ઉદ્ભવે છે કે 6.5 pH ધરાવતા અને 4.2 pH ધરાવતા દ્રાવણો પૈકી કોની એસિડિકતા વધારે હશે ? બીજા શબ્દોમાં, પ્રશ્ન એ છે કે pH = 8.5 શું દર્શાવે છે ? જો કોઈ બેઇઝની pH 8.5 હોય અને અન્ય બેઇઝની 11.3 હોય તો કોની બેઝિકતા વધારે હશે ?

આ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવા માટે આપણે એસિડ અને બેઇઝના એક ગુણધર્મ પર વિચાર કરવો પડશે. પાણીમાં ઓગાળતાં એસિડ હાઇડ્રોજન આયર્ન (H^+) આપે છે તથા બેઇઝ એવા પદાર્થો છે જે હાઇડ્રોક્સિલ આયન (OH^-) આપે છે.

સ્વયં પાણી પણ કેટલાક અંશે વિભાજીત થઈને હાઇડ્રોજન તેમજ હાઇડ્રોક્સિલ આયનના સ્વરૂપમાં હાજર રહે છે.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \text{..........(1)}$$

(અહીં આપણે એસિડ-બેઇઝના અર્હીનિયસ (Arrhenius)ના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ. આપણા હેતુ માટે તે વધારે ઉચિત અને પૂરતો છે.)

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^- \text{.......(2)}$$

$$NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^- \text{........(3)}$$

બંને તરફ બનેલા તીરના નિશાન પરથી એ વાતનો ખ્યાલ આવે છે કે આ બધી પ્રક્રિયા બંને દિશામાં ચાલે છે. તેને અઘરા શબ્દોમાં 'પ્રતીવર્તી' ક્રિયાઓ કહે છે. જોકે તેને દ્વિમાર્ગી પ્રક્રિયા કહેવાથી પણ ચાલી શકે તેમ છે. પાણીના આયનીકરણ (સમીકરણ-1) પરથી ખ્યાલ આવે છે કે H^+ અને OH^- આયન એકસમાન સંખ્યામાં બને છે. પરિણામે પાણી તટસ્થ બની રહે છે. પરંતુ આપણે એ ગણતરી તો કરી જ શકીએ કે તટસ્થ પાણીમાં કેટલા H^+ આયન અને કેટલા OH^- આયન હોય છે. વિભિન્ન તાપમાને આવી ગણતરીઓ કરવાથી મળેલ તારણો નીચેની સારણીમાં દર્શાવેલ છે.

તાપમાન (° સે.)	**પાણીના આયનોનું ગુણનફળ**	**તટસ્થ પાણીનો pH**
0	1.139×10^{-15}	7.970
18	5.702×10^{-15}	7.117
25	1.008×10^{-14}	7.0
50	5.474×10^{-14}	6.631
100	5.9×10^{-13}	6.120

પાણીનું આયનોમાં વિભાજન ખૂબ ઓછી માત્રામાં થાય છે. પાણીને આયનોમાં વિભાજીત કરવાની પ્રક્રિયામાં ઘણી ઊર્જા (ઉષ્મા) લાગે છે. પરિણામે તાપમાન વધવાથી આયનીકરણમાં વધારો થાય છે. પરંતુ એક વાતને ધ્યાનમાં રાખવી પડશે કે તાપમાન ગમે તે હોય, પણ જ્યારે પાણીનો એક અણુ આયનીકરણ પામશે ત્યારે સમાન સંખ્યામાં H^+ અને OH^- આયન બનશે.

સારણી પરથી કહો કે તાપમાનની સાથે આયનોનું ગુણનફળ વધે છે કે ઘટે છે ?

** શૈક્ષણિક સંદર્ભ, માર્ચ-એપ્રિલ, 1995*

pH શું છે ?

આપણે જોયું કે પાણીનું આયનીકરણ થવાથી H^+ અને OH^- આયન બને છે. અર્હીનિયસ નામના વૈજ્ઞાનિકે એ સ્પષ્ટ કરેલ હતું કે H^+ આયન એસિડિક ગુણ દર્શાવે છે તથા OH^- આયન બેઝિક ગુણ દર્શાવે છે. પાણીનું આયનીકરણ થવાથી બંને સમાન સંખ્યામાં બનતા હોવાથી પાણી તટસ્થ જ રહે છે. આથી પાણીને ઉભયધર્મી કહેવામાં આવે છે.

હવે ધારો કે મીઠાના એસિડને પાણીમાં ઓગાળીએ છીએ, મીઠાનો એસિડ પણ આયનોમાં વિભાજન પામે છે :

આ જ રીતે એસિટિક એસિડને પાણીમાં ઓગાળવાથી આયનો મળે છે.

$$CH_3COOH = CH_3OO^- + H^+$$

એટલે કે એસિડ ઓગાળવાથી H^+ આયનોનું પ્રમાણ વધે છે. હાલમાં આપણે ઋણ આયન કયો છે તેની સાથે કોઈ લેવાદેવા નથી. આ જ રીતે કોઈ બેઇઝ (જેમ કે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ)ને પાણીમાં ઓગાળીએ તો આ મુજબ આયનીકરણ થશે :

$$Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{++} + 2OH^-$$

એટલે કે બેઇઝ ઓગાળવાથી OH^- આયનોનું પ્રમાણ વધે છે. જ્યારે આપણે જલીય મંદનની વાત કરીએ છીએ ત્યારે એક વાત નક્કી છે કે તેનાં નિશ્ચિત તાપમાને H^+ અને OH^- આયનોના પ્રમાણનું ગુણનફળ સ્થિર રહે છે.

ઉદાહરણ તરીકે, 25°C પર આ ગુણનફળ 1.008×10^{-14} હોય છે. જો તેમાં એસિડ નાખીએ તો H^+ આયનની સાંદ્રતા વધશે. ગુણનફળને સ્થિર રાખીએ તો એટલા જ પ્રમાણમાં OH^- આયનની સાંદ્રતા ઓછી થશે. આ જ રીતે બેઇઝ ઉમેરવાથી OH^-ની સાંદ્રતા વધે છે અને એટલા જ પ્રમાણમાં H^+ની સાંદ્રતા ઘટે છે.

આવું કેમ થાય છે તેની ચર્ચા આગળ કરીશું. સૌપ્રથમ આમ થવાનો એક ફાયદો જોઈ લઈએ. H^+ અને OH^- આયનના સંતુલનના કારણે એ ફાયદો થાય છે કે આ બંનેમાંથી કોઈ એકની સાંદ્રતા ખબર હોય તો બીજાની સાંદ્રતાની ગણતરી કરી શકાય છે, પરંતુ શરત એ છે કે બંને આયનોનું ગુણનફળ ખબર હોવું જોઈએ.

આવું કેમ થાય છે ?

જો પાણીમાં મીઠાનો એસિડ (હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ) મેળવવામાં આવે તો તેમાં પાણી અને એસિડ બંનેનું આયનીકરણ થાય છે. તેને સમીકરણ સ્વરૂપે નીચે મુજબ લખી શકાય છે.

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$

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

આ બંને પ્રક્રિયામાં H^+ આયન ઉત્પન્ન થઈ રહ્યા છે. સરળ શબ્દોમાં કહીએ તો આ બંને પ્રક્રિયાઓ વચ્ચે પ્રતિસ્પર્ધા થાય છે. આ પ્રતિસ્પર્ધામાં પાણીનું આયનીકરણ ઓછું થઈ જાય છે. પરિણામે OH^-ની સંખ્યા પણ ઓછી થઈ જાય છે. આ જ રીતે પાણી અને કોસ્ટિક સોડાના દ્રાવણમાં :

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

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

અહીં પણ બંને વચ્ચેની પ્રતિસ્પર્ધાના કારણે પાણીનું આયનીકરણ ઓછું થઈ જાય છે. પરિણામે H^+ આયનનું પ્રમાણ પણ ઓછું થઈ જાય છે.

પાછળના લેખમાં આપણે જોઈ ગયા કે કોઈપણ દ્રાવણમાં હાજર આયનો (H^+ અને OH^-)ના પ્રમાણને pH સ્વરૂપમાં કેવી રીતે દર્શાવી શકાય છે. (જુઓ પૃષ્ઠ 34)

pH બે બાબતો પર આધાર રાખે છે. પહેલી વાત એ છે કે તે દ્રાવણમાં કેટલો એસિડ ઉમેરવામાં આવ્યો છે ? અને બીજી વાત એ છે કે એસિડનું આયનોમાં વિભાજન કેટલા અંશે થયું છે. જેટલું વધારે વિભાજન થશે તેટલો pH પણ ઓછો થશે. અલગ-અલગ એસિડનું વિભાજન (આયનીકરણ) અલગ-અલગ સીમા સુધી થાય છે. વધારે સાંદ્ર એસિડનું આયનીકરણ વધારે થાય છે. પ્રબળ એસિડના મંદ દ્રાવણમાં તે લગભગ તમામ એસિડ આયનોના સ્વરૂપમાં હાજર હોય છે. મંદ એસિડોનું અપૂર્ણ આયનીકરણ થાય છે.

ઉદાહરણ તરીકે,

પ્રબળ એસિડ

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$

નિર્બળ (મંદ) એસિડ

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

(તીરની લંબાઈ ક્રિયાની ઝડપ સૂચવે છે.)

ઉપરના સમીકરણોથી બે વાતો સ્પષ્ટ થાય છે.

1. એસિડ/બેઇઝના આયનીકરણની ક્રિયા દ્વિમાર્ગી ક્રિયા છે. એટલે કે એસિડ/બેઇઝ વિભાજન પામીને આયન બનાવે છે અને પુનઃ જોડાઈને એસિડ/બેઇઝ બનાવી દે છે.
2. વિભિન્ન એસિડ/બેઇઝમાં આયનીકરણની ઝડપ અને પુનઃ જોડાવવાની ઝડપ અલગ-અલગ હોય છે. કેટલાકમાં આયનીકરણ વધારે થાય છે તો કેટલાકમાં ઓછું. પરંતુ કોઈ એક નિશ્ચિત સમયે કોઈપણ દ્રાવણમાં એસિડ અથવા બેઇઝનું પ્રમાણ નિશ્ચિત હોય છે.

pH દ્વારા આપણે કોઈ એક નિશ્ચિત સમયે દ્રાવણમાં H^+/OH^- નું પ્રમાણ કેટલું છે તેનું જ માપન કરીએ છીએ. તેને સક્રિય એસિડિકતા/બેઝિકતા કહે છે. એવું બની શકે છે કે દ્રાવણમાં કુલ એસિડનું પ્રમાણ વધારે હોવા છતાં આયનીકરણ ઓછું થયેલ હોવાથી તેનો pH વધારે આવે. (વધારે pH નો અર્થ એવો થઈ શકે કે H^+ આયન ઓછા બની રહ્યા છે.) ઉદાહરણ તરીકે ધારો કે આપણે એક નોર્મલ (1N) એસિટિક એસિડ અને નાઇટ્રિક એસિડ લીધા છે તો સ્પષ્ટ છે કે આ બંનેને તટસ્થ કરવા માટે એક નોર્મલ (1N) સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના દ્રાવણનું સમાન પ્રમાણ જોઈશે. એટલે કે તેઓની એસિડિકતા એકસમાન છે. પરંતુ જો 1N એસિડિક એસિડ (CH_3COOH) અને 1N નાઇટ્રિક એસિડ (HNO_3)ના હાઇડ્રોજન આયનનું માપન કરીએ તો HNO_3માં આ પ્રમાણ 1 મોલ આયન પ્રતિ લિટર આવશે જ્યારે તેની સામે CH_3COOHમાં H^+ આયન માત્ર 0.0034 મોલ આયન પ્રતિ લિટર જ હશે. એટલે કે નાઇટ્રિક એસિડના 1N દ્રાવણનો pH, $-\log 1 = 0$ની આસપાસ થશે. જ્યારે એસિટિક એસિડના દ્રાવણનો pH, $-\log(0.0034) = -\log(3.4 \times 10^{-3}) = 3.5$ થશે.

આમ, pH દ્વારા નિર્દેશિત સક્રિય એસિડિકતા અને કુલ એસિડિકતામાં ઘણું અંતર હોય છે.

એકવાર ફરી જોઈએ

1. કોઈપણ જલીય દ્રાવણના pH પરથી H^+ આયનોના પ્રમાણનો ખ્યાલ આવે છે.
2. 25°C તાપમાને પાણીમાં H^+ અને OH^- આયનોની સંખ્યા સમાન હોય છે. તેથી પાણીને તટસ્થ ગણવામાં આવે છે.
3. એસિડને પાણીમાં ઓગાળતા હાઇડ્રોજન આયન (H^+) મળે છે જ્યારે બેઇઝને પાણીમાં ઓગાળતા તે હાઇડ્રોક્સિલ આયન (OH^-) આપે છે.
4. પાણીમાં એસિડ/બેઇઝ નાખવાથી H^+ અથવા OH^- ની સંખ્યામાં વધઘટ થઈ શકે છે. પરંતુ આ બંને આયનોનું ગુણનફળ એક નિશ્ચિત તાપમાને સ્થિર રહે છે.
5. પાણીના આયનોનું ગુણનફળ (25°C તાપમાને 1.008×10^{-14} મોલ આયન પ્રતિ લિટર) આપણને ખબર હોવાથી માત્ર H^+ આયનોના પ્રમાણની જાણ થવાથી OH^- ના પ્રમાણનો અંદાજ લગાવી શકાય છે.
6. pH દ્રાવણમાં H^+ આયનોનું પ્રમાણ દર્શાવે છે.

$$pH = -\log [H^+]$$

7. આથી pH નું માપ 7 હોય તો દ્રાવણ તટસ્થ માનવામાં આવે છે. 7થી ઓછું હોય તો એસિડ અને 7થી વધારે હોય તો બેઇઝ કહે છે. એસિડિક દ્રાવણમાં H^+ આયનોનું પ્રમાણ વધારે જ્યારે OH^- નું પ્રમાણ ઓછું હશે. બેઝિક દ્રાવણમાં OH^- આયનોનું પ્રમાણ વધારે તેમજ H^+ નું પ્રમાણ ઓછું હોય છે. તેથી pH વધારે આવે છે.
8. એ વાત યાદ રાખવી કે એસિડિક દ્રાવણમાં OH^- આયન પણ હાજર હોય છે તેમજ બેઝિક દ્રાવણમાં H^+ આયનો પણ હાજર હોય છે. તેઓનું પ્રમાણ ઓછું હોય તો પણ તેઓ હાજર હોય છે.
9. અને છેલ્લે – કોઈપણ દ્રાવણની નોર્માલિટી અને pHમાં અંતર હોય છે. કોઈપણ દ્રાવણની નોર્માલિટી અને કદની જાણ હોય તો તે દ્રાવણમાં હાજર એસિડ અથવા બેઇઝનું કુલ પ્રમાણ જાણી શકાય છે.
10. pH માત્ર એટલું જ દર્શાવે છે કે આપેલા દ્રાવણમાં એસિડ અથવા બેઇઝ કેટલા પ્રબળ છે કે નિર્બળ, તેમજ તેઓ કેટલા H^+ અથવા OH^- આયન ઉત્પન્ન કરી રહ્યા છે. pHથી કુલ એસિડિકતા કે બેઝિકતાનો ખ્યાલ આવતો નથી.

C C C

પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવા

રસાયણશાસ્ત્રમાં શુદ્ધ પદાર્થનું મહત્ત્વ જણાવવાની જરૂર નથી. ગુણાત્મક કે સંખ્યાત્મક એ બંને પૈકી કોઈપણ અધ્યયન કરવા માટે તમારે પદાર્થોની શુદ્ધ અવસ્થામાં જરૂર પડશે. તત્ત્વ, સંયોજન અને મિશ્રણ જેવું વર્ગીકરણ શુદ્ધતાના આધારે જ ટકેલું છે.

શુદ્ધ પદાર્થની પ્રાપ્તિના મહત્ત્વને ધ્યાનમાં રાખીને રસાયણશાસ્ત્રમાં અલગીકરણની અનેક રીતે વિકાસ પામી છે. અલગીકરણની કોઈપણ રીતનો આધાર પદાર્થોના ગુણોમાં રહેલ અંતર પર રહેલો છે. પદાર્થમાં રહેલા આ અંતરોના આધારે આપણે અલગીકરણની રીતોનો વિકાસ કરવાનો હોય છે.

આ પ્રકરણમાં અલગીકરણની કેટલીક રીતોનો અભ્યાસ કરીશું. પરંતુ એ અગાઉ એક મહત્ત્વપૂર્ણ હકીકત સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે દૈનિક જીવનમાં આપણે ઘણાબધા પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવાની જરૂર પડે છે. બાળકો એ જુએ કે રોજબરોજ આપણે કેટલીય વખત વસ્તુઓને અલગ કરવી પડે છે અને તે માટે આપણે અનેકવિધ રીતોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. બાળકો માટે આ પ્રયાસ ખૂબ ઉપયોગી નીવડી શકે તેમ છે. જેમકે વીણવું, નિતારવું, ઓગાળવું, નીચોવવું, વણવું, સ્ફટિકીકરણ, ચારણીથી ચાળવું, ઉણપવું વગેરે. આ સાથે એ પણ જોવું યોગ્ય રહેશે કે અલગીકરણ દરમિયાન પદાર્થના જે ગુણધર્મોમાં રહેલ અંતરનો આપણે ફાયદો ઉઠાવીએ છીએ તે ગુણધર્મોને સમજીએ. જેમકે વીણવા માટે જે પદાર્થોને અલગ પાડવાના છે તેમનાં આકાર, રંગ કે આકૃતિમાં એટલો ભેદ હોવો જરૂરી છે કે જેને આપણે જોઈ શકીએ. વાસ્તવમાં જોઈએ તો પદાર્થોના ગુણધર્મોમાં રહેલા અંતરને ટેક્નોલોજીનું રૂપ આપવું એટલે જ અલગીકરણ.

વૈજ્ઞાનિક કાર્યો અને ઉદ્યોગોમાં અલગીકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી તમામ રીતો (એક અપવાદને બાદ કરતાં) દૈનિક જીવનમાંથી ઊભરી આવેલ છે. આ પ્રકરણમાં આપણે દ્રાવ્યતા, સ્ફટિકીકરણ, નિસ્યંદન, ઊર્ધ્વપાતન અને ક્રોમેટોગ્રાફી સંબંધિત પ્રયોગો કરીશું.

દ્રાવ્યતા

દ્રાવ્યતાનો ઉપયોગ અલગીકરણના હેતુસર કરવો હોય તો જે પદાર્થોને અલગ કરવા છે તેઓની દ્રાવ્યતા વચ્ચે સારું એવું અંતર હોય તે જરૂરી છે. સામાન્ય રીતે આપણે પાણીનો જ ઉપયોગ કરતાં હોવાથી પાણીમાં દ્રાવ્યતા એક મહત્ત્વપૂર્ણ ગુણધર્મ બની જાય છે. પ્રયોગ દરમિયાન દ્રાવ્યતાનો ઉપયોગ અલગીકરણના હેતુ માટે કરવા ઉપરાંત દ્રાવ્યતા પર થતી તાપમાનની અસરને પણ આપણે સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું.

સામાન્ય રીતે ગરમ કરવાથી પદાર્થની દ્રાવ્યતામાં વધારો થાય છે. પરંતુ આમાં ઘણાં અપવાદ પણ છે. જેમકે ઘણાં વાયુઓની દ્રાવ્યતા ગરમ કરવાથી ઘટે છે. આ ઉપરાંત એવા ઘન પદાર્થો પણ છે કે જેઓની દ્રાવ્યતા તાપમાનના વધારા સાથે વધવાને બદલે ઘટે છે. (ઉદાહરણ તરીકે ચૂનો એટલે કે કેલ્શિયમ ઓક્સાઇડ). પદાર્થની દ્રાવ્યતા પર થતી તાપમાનની અસરનો ઉપયોગ અલગીકરણ માટે પણ કરી શકાય છે.

તમે જોઈ શકો છો કે દ્રાવ્યતાને સમજવા માટે *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં અલગથી એક પ્રકરણ વિકસિત કરવામાં આવેલ છે. આ પ્રકરણના પ્રયોગોમાં દ્રાવ્યતાને આંશિક રીતે માત્રાત્મક (Semi-quantitative) રીતે સમજવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવેલ છે. અર્ધ-માત્રાત્મક એટલે બાળકો એટલું સમજી શકશે કે ગરમ કરવાથી વિભિન્ન પદાર્થોની દ્રાવ્યતા પર અલગ-અલગ પરિમાણમાં અસર થાય છે.

સ્ફટિકીકરણ

વાસ્તવમાં સ્ફટિકીકરણની રીત દ્રાવ્યતા પર જ આધારિત છે. દ્રાવ્યતા સંબંધિત પ્રયોગો થકી બાળકો જોઈ શકશે કે સામાન્ય રીતે ઘન પદાર્થોની દ્રાવ્યતા ગરમ કરવાથી વધે છે. અહીં ગરમ પાણીમાં કોઈ પદાર્થનું સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવામાં

આવે છે. ત્યારબાદ તેને ઠંડુ કરવામાં આવે છે. સ્વાભાવિક છે કે દ્રાવણને ઠંડુ કરવાથી પદાર્થની દ્રાવ્યતામાં ઘટાડો થાય છે અને તે પદાર્થ દ્રાવણને છોડીને બહાર નીકળવા લાગે છે. જો યોગ્ય રીતે કરવામાં આવે તો આ પ્રક્રિયામાં પદાર્થ સ્ફટિક સ્વરૂપમાં પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.

સ્ફટિક બનાવવાની અન્ય એક રીતમાં પદાર્થનું સામાન્ય દ્રાવણ બનાવવામાં આવે છે. (એટલે કે સંતૃપ્ત દ્રાવણ બનાવવાની જરૂર નથી). આ દ્રાવણને મૂકી રાખવાથી તેમાં રહેલ પાણીનું બાષ્પીભવન થશે અને ઓગળેલ પદાર્થના સ્ફટિક બનવા લાગશે.

સ્ફટિકોનું અવલોકન એક રોમાંચક અનુભવ છે. જો અવલોકન કરવું હોય તો સ્ફટિક બનાવવા માટેની બાષ્પીભવનની રીત વધારે ઉપયોગી હોય છે. અવલોકન કરવા માટે બિલોરી કાચ કે સૂક્ષ્મદર્શકનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. એ જોવાનો પ્રયત્ન કરવો કે પદાર્થના સ્ફટિકો હંમેશા એક જ આકાર ધરાવે છે. સ્ફટિક બનવાની પ્રક્રિયાની વિશેષતા એ છે કે જે પણ સ્ફટિક બનશે તે હંમેશા શુદ્ધ પદાર્થનો જ બનેલો હોય છે. આથી કોઈ મિશ્રણમાંથી સ્ફટિક બનાવવાની રીત અલગીકરણની સારી રીત છે. પરંતુ આ રીતનો ઉપયોગ ત્યારે જ કરી શકાય કે જ્યારે અશુદ્ધિનું પ્રમાણ ઓછું હોય.

નિસ્યંદન

નિસ્યંદનની પ્રક્રિયા એ બાષ્પીભવન અને ઠારણનું મિશ્ર સ્વરૂપ છે. જ્યારે કોઈ ઘન પદાર્થ કોઈ દ્રાવક (જેમ કે પાણી)માં ઓગળેલ હોય તો નિસ્યંદનની પદ્ધતિ અલગીકરણ માટેની પસંદિત રીત છે. આ મિશ્રણને ઉકાળવાથી પાણીનું બાષ્પીભવન થશે. જો તમારો હેતુ માત્ર ઘન પદાર્થને પ્રાપ્ત કરવાનો હોય તો પાણીને વરાળ બનીને ઊડી જવા દો. પરંતુ જો તમે પાણીને પણ એકત્રિત કરવા માગતા હોય તો એવી વ્યવસ્થા તૈયાર કરવી પડશે કે જેથી વરાળને ઠારીને પાણીનાં સ્વરૂપમાં એકત્રિત કરી શકાય. સામાન્ય રીતે પાણી મફત મળતું હોવાથી તેની પુનઃપ્રાપ્તિ જરૂરી માનવામાં આવતી નથી. પરંતુ પાણીના સ્થાને જો કોઈ અન્ય દ્રાવકનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હોય તો તેને પુનઃ પ્રાપ્ત કરવો જરૂરી છે અને આ કાર્ય નિસ્યંદનની મદદથી કરી શકાય છે.

આ ઉપરાંત નિસ્યંદનની જરૂર ત્યારે પડે છે કે જ્યારે બે પરસ્પર દ્રાવ્ય તરલ પદાર્થોને અલગ પાડવા હોય અથવા તો કોઈ તરલ પદાર્થને તેમાં રહેલી થોડીક અશુદ્ધિથી મુક્ત કરવો હોય. બે તરલ પદાર્થોને અલગ કરતી વખતે તે બંનેના ઉત્કલનબિંદુ વચ્ચેના પર્યાપ્ત અંતરનું ખૂબ મહત્ત્વ રહેલું છે.

નિસ્યંદનની રીતના ઉપયોગમાં એક વ્યવહારિક સમસ્યા રહેલ છે. આ રીતમાં મિશ્રણને ગરમ કરવું પડે છે. ક્યારેક પદાર્થોને ગરમ કરવાથી તેમનામાં રાસાયણિક પરિવર્તન થાય છે. આવી સ્થિતિમાં એ કહેવું મુશ્કેલ થઈ જાય છે કે અંતે પ્રાપ્ત કરેલ શુદ્ધ પદાર્થ એ જ છે કે જે મિશ્રણમાં હાજર હતો. આ સમસ્યામાંથી છુટકારો મેળવવા માટે એ તથ્યનો લાભ ઉઠાવવામાં આવે છે કે ઉત્કલનબિંદુ દબાણ પર આધાર રાખે છે. જેટલું દબાણ નીચું હશે તેટલો દ્રાવક નીચા તાપમાને ઉકળશે. આથી ઓછા દબાણે નિસ્યંદન કરવાથી ઓછા તાપમાનથી જ કામ ચાલી જાય છે.

અહીં એક વાત તરફ ધ્યાન દોરી શકાય છે. જેમકે અગાઉ જણાવ્યા અનુસાર નિસ્યંદન એ બાષ્પીભવન અને ઠારણ એ બે પ્રક્રિયાઓનો એક સાથે ઉપયોગ કરવાની રીત છે. આ પદાર્થોની અવસ્થા પરિવર્તનનો મામલો છે. અવસ્થા પરિવર્તનની સમજ પદાર્થોની પ્રકૃતિને સમજવામાં ખૂબ ઉપયોગી છે. તમે જોશો કે પ્રકરણમાં નિસ્યંદન સંબંધિત પ્રયોગોને અવસ્થા પરિવર્તન સાથે જોડીને રજૂ કરેલ છે. પ્રયોગ-4 અને 5 કરતી વખતે બાળકોને એવા ઘણાં પ્રશ્નો પૂછેલ છે કે જે તેઓનું ધ્યાન અવસ્થા પરિવર્તન તરફ આકર્ષિત કરે છે. તમે ધારો તો અહીં વર્ષાચક્રની પણ ચર્ચા કરી શકો છો.

ઊર્ધ્વપાતન

વાસ્તવમાં ઊર્ધ્વપાતન નિસ્યંદનનો જ એક પ્રકાર છે. જ્યારે કોઈ દ્રાવક ઉકળે છે ત્યારે તેને ઉકળવું કહીએ છીએ પરંતુ જ્યારે કોઈ ઘનપદાર્થ ઉકળવા લાગે તો તેને ઊર્ધ્વપાતન કહીએ છીએ. આ સંદર્ભમાં ઊર્ધ્વપાતન પણ અવસ્થા પરિવર્તન જ છે. આને આપણએ એ રીતે પણ કહી શકીએ કે જ્યારે કોઈ ઘનપદાર્થ પ્રવાહીનાં બદલે સીધો જ વાયુમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય તો તે ઊર્ધ્વપાતન છે. પરંતુ આ વ્યાખ્યામાં થોડી મુશ્કેલી છે. આ વ્યાખ્યા અનુસાર તમામ ઘનપદાર્થોમાં આ ગુણધર્મ મળી આવશે. (જુઓ વાચન સામગ્રી 'ઊર્ધ્વપાતન') આ પ્રક્રિયા આમ તો રોમાંચક છે. પરંતુ અલગીકરણનાં વ્યવહારિક કાર્યમાં તેનો ઉપયોગ મર્યાદિત છે.

એક સ્પષ્ટીકરણ – સામાન્ય રીતે ઊર્ધ્વપાતનના ઉદાહરણ તરીકે કપૂરનું નામ લેવામાં આવે છે જે સાચુ નથી. કપૂરને ગરમ કરીને જોતાં તે સારી રીતે ઓગળે છે. એવું માનવામાં આવે છે કે નેપ્થેલિનની ગોળીઓ પણ ઊર્ધ્વપાતનનો ગુણ દર્શાવે છે. આમ કહેવું યોગ્ય નથી. નેપ્થેલિન પણ ઓગળીને

પ્રવાહી બની જાય છે. એ સાચું છે કે પડ્યા-પડ્યા કપૂર અને નેપ્થેલિન ગાયબ થઈ જાય છે પરંતુ આના આધારે એમ ન કહી શકાય કે તેમાં ઊર્ધ્વપાતન થાય છે.

ક્રોમેટોગ્રાફી

આગળ જણાવ્યા અનુસાર ક્રોમેટોગ્રાફી એક એવી રીત છે કે જે દૈનિક જીવનમાંથી મળેલ નથી. દૈનિક જીવનમાં તેનો ઉપયોગ પણ જોવા મળતો નથી. આ રીત અંગેની વિસ્તૃત માહિતી આગળ એક લેખ સ્વરૂપે દર્શાવેલ છે.

પ્રકરણમાં પ્રયોગ તેમજ અભ્યાસ માટે ખૂબ જ સરળ રીતે અને સહેલાઈથી પ્રાપ્ત થઈ શકે તેવી સામગ્રીની મદદથી આ રીત કરવાની વિધિ દર્શાવેલ છે. બાળકો માટે એ જાણકારી રોચક હશે કે શાહીમાં એક નહીં પરંતુ અનેક રંગોનું મિશ્રણ હોય છે. તેને વધારે રોમાંચક બનાવવા માટે લાલ પાંદડાના રસની ક્રોમેટોગ્રાફી કરીને જુઓ. બે-ચાર લાલ પાંદડા લઈ તેને પાણીમાં મસળી નાખો. પાણી લાલ થઈ જશે. આ પાણીનું એક ટીપું ફિલ્ટર પેપર પર નાખીને ક્રોમેટોગ્રાફી કરો. કદાચ આ પ્રયોગથી એ પ્રશ્નનો ઉત્તર મેળવવામાં મદદ મળશે કે લાલ પાંદડાવાળી વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા કઈ રીતે કરે છે.

અન્ય રીતો

આજકાલ પ્રયોગશાળામાં સેન્ટ્રીફ્યુઝ એટલે કે અપકેન્દ્રણનો ઉપયોગ વિશેષ જોવા મળે છે. આ રીતનો દૈનિક જીવનમાં કદાચ સદીઓથી ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. ખાસ કરીને માખણ કાઢવા માટે તેનો ખૂબ ઉપયોગ થાય છે. તેનો એક વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ તરીકે સ્વીકાર 20મી સદીના શરૂઆતના વર્ષોમાં કરવામાં આવ્યો હતો. ખાસ કરીને કોશિકાઓના વિવિધ ઉપાંગો (organelles)ને અલગ કરવામાં આ રીત ઉપયોગી સાબિત થઈ છે. આ ઉપરાંત કેટલાય તત્ત્વોના સમસ્થાનિક (આઇસોટોપ્સ)ને અલગ કરવામાં પણ તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. આજકાલ જીનેટીક એન્જિનીયરિંગના જમાનામાં આ રીત ખૂબ લોકપ્રિય સાબિત થઈ છે. અહીં આ રીતના સંદર્ભમાં કોઈ પ્રયોગ આપેલ નથી.

અલગીકરણની કળા

અહીં આપેલ પ્રયોગો દ્વારા બાળકોને અલગીકરણની વિવિધ રીતોનો પ્રાયોગિક પરિચય મળશે. જો તમે ઇચ્છો તો તેઓને કોઈ મિશ્રણ આપીને તેમાં રહેલ વિભિન્ન પદાર્થોને અલગ કરવાનું કહી શકો છો. જેમ કે મીઠું, નવસાર અને રેતીનું મિશ્રણ એક સારો અભ્યાસ થઈ શકે છે. અહીં તેઓએ એ નક્કી કરવું પડશે કે કઈ રીતનો ઉપયોગ કરવો અને સાથે-સાથે એ પણ નક્કી કરવું પડશે કે આ રીતોનો ઉપયોગ કયા ક્રમમાં કરવો. પ્રાપ્ત રીતોમાંથી સાચી રીતને પસંદ કરવી અને તેને કરવાનો સાચો ક્રમ પસંદ કરીને પદાર્થને પ્રાપ્ત કરવો એ માત્ર ટેક્નિક નથી પરંતુ કળા છે.

રાસાયણિક શિષ્ટાચાર

આ પ્રકરણ અને તેના પ્રયોગો રાસાયણિક કૌશલોનો વિકાસ કરવાની સારી તક પૂરી પાડે છે. ઓગાળવું, નિતારવું, ગાળવું, ગરમ કરવું, નિસ્યંદન કરવું, ક્રોમેટોગ્રાફી વગેરેમાં રાસાયણિક હુન્નર શીખવાની તેમજ તેને ચકાસવાની તક છે. આ પ્રયોગ કરતી વખતે શિક્ષક પોતાના બાળકોનું ધ્યાન ઘણીબધી વાતો તરફ દોરી શકે છે.

C C C

પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવા*

પૃથક્કરણ-અલગીકરણ

ખીચડી બનાવવા માટે દાળ, ચોખા, મીઠું, મરચું વગેરેને ભેગા કરીએ છીએ. એટલે કે ખીચડી એક મિશ્રણ છે. આપણે આવા ઘણાં મિશ્રણોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

પ્રશ્ન-1નો ઉકેલ પ્રાપ્ત કરતી વખતે બાળકો સાથે ચર્ચા થઈ શકે છે કે તેમાંના દરેક પદાર્થના ઘટકો અલગ-અલગ હોઈ શકે છે અને તેઓનું પ્રમાણ પણ અલગ હોઈ શકે. જેમકે લાડુમાં ખાંડનું પ્રમાણ ખૂબ જ અલગ-અલગ હોઈ શકે છે. જ્યારે ક્યારેક-ક્યારેક લાડુમાં મેવા-બદામ પણ હોઈ શકે છે. મિશ્રણોની આ વિશેષતા તેઓને સંયોજનોથી જુદા પાડે છે. હાલમાં આ વાત મહત્ત્વપૂર્ણ નથી પરંતુ આગળ જતાં જ્યારે તેઓ સંયોજનો અંગે અભ્યાસ કરશે તો આ અંતર મહત્ત્વપૂર્ણ થઈ જશે.

નીચે કેટલીક વસ્તુઓના નામ આપેલ છે. આ વસ્તુઓ કયા-કયા પદાર્થોમાથી બની છે તે દર્શાવો.

(ક) ચા

(ખ) ઉકાળો

(ગ) બેસનના લાડુ

(ઘ) પાકો રસ્તો

ઘઉંનો લોટ, ચા, શાક, ઈંટ, કાદવ એ તમામ મિશ્રણ છે. તેમનો ઉપયોગ આપણે મિશ્રણના સ્વરૂપમાં જ કરીએ છીએ. પરંતુ ક્યારેક આપણે મિશ્રણમાંથી કોઈ વસ્તુને અલગ પણ કરવી પડે છે. જેમકે બજારમાંથી લાવેલ ઘઉં અને ચોખામાં કાંકરા મળી રહે છે. આ કાંકરાને વીણીને અલગ કરવા પડે છે.

આપણને કેવી રીતે ખબર પડી જાય છે કે કયા કાંકરા છે કે કયા ઘઉં ? કાંકરા એકદમ અલગ દેખાય તો ફટાફટ વીણી શકાય છે. ચોખામાં ઘણી વખત એવા કાંકરા ભળેલા હોય છે કે જેનો રંગ અને આકાર લગભગ ચોખા જેવો હોય છે. આવા સમયે વીણવામાં ખાસ ધ્યાન રાખવું પડે છે. જો ઘઉં અને ચોખાને યોગ્ય રીતે વીણવામાં ન આવે તો શું થશે ?

આ જ રીતે રોજબરોજ ન જાણે કેટલાય પદાર્થોને આપણે અલગ પાડીએ છીએ. પદાર્થોને છૂટા પાડવાની કેટલી રીતોની આપણને જાણ છે ? દરેક વિદ્યાર્થી જૂથે એક રીતનું નામ આપવાનું છે. આ સાથે એ પણ જણાવવું પડશે કે આ રીતમાં આપણે પદાર્થોને અલગ કરવા માટે કઈ બાબતની મદદ લઈશું. જેમકે ઘઉંમાંથી કાંકરા છૂટા પાડવા માટે તેના રંગ અને આકારમાં રહેલ અંતરનો લાભ ઉઠાવીએ છીએ.

- **આગળ એક સારણી આપેલ છે. આ સારણીને તમારી નોટબુકમાં બનાવી લો. દરેક જૂથ એક રીત બતાવશે. સમગ્ર વર્ગખંડ વાતચીત કરશે કે બતાવેલ રીત સાચી છે કે નહિ. સંમતિ થયા બાદ તેને સારણીમાં લખી લો. (1)**

** બાળ વૈજ્ઞાનિક ધોરણ-6, 1978 અને બાળ વૈજ્ઞાનિક ધોરણ-6, 2000*

સારણી-1

ક્રમ	રીતનું નામ	ઉદાહરણ	કયા ગુણધર્મનો ઉપયોગ કર્યો
1.	વીણવું	ઘઉંમાંથી કાંકરા અલગ કરવા	રંગ અને આકારમાં અંતર

દૈનિક જીવનમાં અલગીકરણની એટલી બધી રીતોનો ઉપયોગ થાય છે કે કદાચ તમે પણ દાંત વચ્ચે આંગળી દબાવી લેશો. બાળકોને કહેવા દો.

ઉપરની સારણીમાં પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવાની તમે બતાવેલી રીતો છે. તેમાંથી એક રીતનો અભ્યાસ આપણે પ્રયોગ દ્વારા કરીશું. ત્યારબાદ આપણે કેટલીક નવી રીતો પણ શીખીશું. તો હવે આગળ વધીએ.

રેતીમાંથી મીઠું

જો રેતીમાં મીઠું મિક્ષ થઈ ગયું હોય તો શું તમે રેતી અને મીઠાને અલગ કરી શકશો ? તેઓને છૂટા પાડવા માટે આપણે તેઓના એક ખાસ ગુણધર્મનો ફાયદો ઉઠાવવો પડશે. આવો આ ગુણને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

વાસ્તવમાં ઘણા પદાર્થો તરલ પદાર્થમાં ઓગળતાં નથી પરંતુ તેના કણો તરલ પદાર્થમાં નિલંબિત રહે છે (લટકી રહે છે). આ સાચા દ્રાવણ નથી. તેને નિલંબન કે સસ્પેન્શન કહે છે.

- **જો રેતી અને મીઠાને પાણીમાં નાખીએ તો શું બંને ઓગળી જશે ? કોણ ઓગળી જશે અને કોણ નહીં ઓગળે ? (2)**

કેટલીક વસ્તુઓ પાણીમાં ઓગળી જાય છે અને કેટલીક ઓગળતી નથી. જે વસ્તુઓ પાણીમાં ઓગળી જાય છે તેને દ્રાવ્ય કહે છે અને જે ઓગળતી નથી તેને અદ્રાવ્ય કહે છે. જેમકે મીઠું દ્રાવ્ય છે અને રેતી અદ્રાવ્ય.

નીચે આપેલ પદાર્થોમાંથી દ્રાવ્ય અને અદ્રાવ્ય પદાર્થોને છૂટા પાડો.

ખાંડ, ચૉક, મીઠું, માટી, હળદર

છૂટા પાડતા અગાઉ એક વાત પર ધ્યાન આપો. આપણે પદાર્થને ત્યારે જ દ્રાવ્ય કહી શકીએ કે જ્યારે તે દ્રાવણમાં ભળે ત્યારે દ્રાવણ પારદર્શક હોય એટલે કે દ્રાવણની આરપાર જોઈ શકાય. જો કોઈ પદાર્થને પાણીમાં નાખીને હલાવવાથી જે મિશ્રણ બને તેની આરપાર ન દેખાતું હોય અને તે પદાર્થના કણ પણ દેખાતા હોય તો તેને દ્રાવણ ન કહી શકાય. આવા પદાર્થોને આપણે દ્રાવ્ય કહીશું નહીં.

શું દ્રાવ્યતાના ગુણધર્મનો ઉપયોગ કરીને મીઠું અને રેતીને છૂટા પાડી શકો છો ? જો હા, તો કેવી રીતે ? નોંધ કરો. (3)

મીઠું અને રેતીને છૂટા પાડો : પ્રયોગ-1

આ પ્રયોગ માટે તમારે બે ટેસ્ટટ્યૂબ, એક ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડ, ગળણી (funnel), પાણી, ફિલ્ટર પેપર તથા કાચના સળિયાની જરૂર પડશે.

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં રેતી અને મીઠાનું મિશ્રણ નાખો. પ્રયોગ માટે માત્ર

તમારું મન થશે કે ટેસ્ટટ્યૂબના મુખ પર અંગૂઠો રાખીને હલાવવું... ગરબડ કરતાં અગાઉ શિક્ષકની સલાહ લો.

અડધી ચમચી મિશ્રણ પૂરતું છે. ઉપરથી પાણી નાખીને ટેસ્ટટ્યૂબને ત્રીજા ભાગ સુધી ભરી દો. પાણી નાખ્યા બાદ તેને બરાબર હલાવીને ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડમાં મૂકી દો.

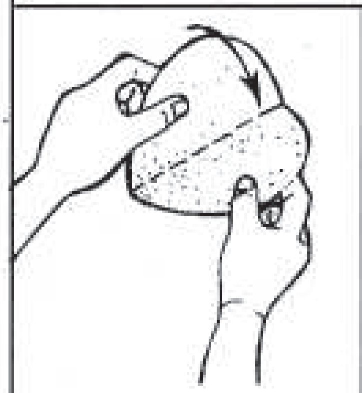
દ્રાવણને હલાવવાની સાચી રીતે શિક્ષક પાસેથી શીખો.

થોડીવાર પછી કહો કે રેતી ક્યાં છે અને મીઠું ક્યાં છે.

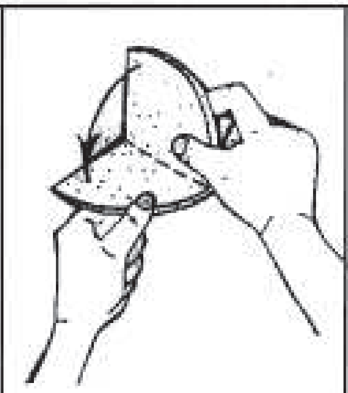
હવે તેમાંથી મીઠાના દ્રાવણ અને રેતીને છૂટા પાડવાની એક રીત નિતારણ છે. નિતારવાથી ઉપરથી મીઠાનું પાણી અલગ થઈ જશે અને નીચે રેતી વધશે. પરંતુ નિતારવા કરતાં ગાળવું વધારે સારું રહે છે.

ઘરે ચા વગેરેને ગાળવા માટે આપણે ગળણી કે કપડાનો ઉપયોગ તો કરીએ જ છીએ. આપણે અહીં કાગળની ગળણી બનાવીને તેનો ઉપયોગ કરીશું. ગળણી બનાવવાની રીત ચિત્રમાં જુઓ.

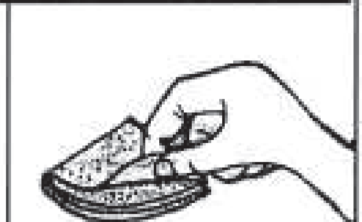
કાગળની ગળણી



1. ગોળ ફિલ્ટર પેપરને વચ્ચેથી વાળીને બેવડો કરી દો.

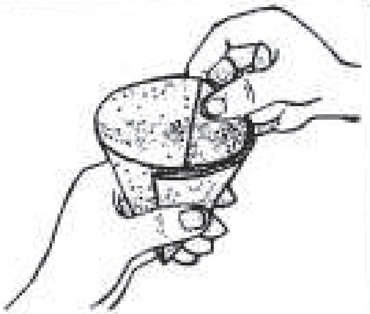


2. બતાવ્યા અનુસાર ફરી એક વખત વાળી દો.



3. હવે તેને એ રીતે ખોલો કે ત્રણ પડ એક તરફ અને એક પડ બીજી તરફ રહે.

4. તેને ફનેલ (ગળણી)માં લગાવી દો. ફનેલમાં ફિલ્ટર પેપર સારી રીતે ગોઠવાઈ જવું જોઈએ. જો યોગ્ય રીતે ન ગોઠવાય તો શિક્ષકની મદદ લો. ફનેલને એક ખાલી ટેસ્ટટ્યૂબમાં રાખી દો. ફનેલમાં ફિલ્ટર પેપર પર થોડું પાણી રેડો કે જેથી તે ભીનું થઈ જાય. આ જ છે આપણી કાગળની ગળણી. હવે ગાળવા માટે તૈયાર થઈ જાવ.



બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.120

આ ગળણીને ફનેલમાં લગાવી દો. સૌપ્રથમ ટેસ્ટટ્યૂબમાં રહેલ મીઠું, રેતી અને પાણીના મિશ્રણને ફનેલમાં રહેલ ફિલ્ટર પેપર પર નાખો. ફિલ્ટર પેપર પર દ્રાવણને જો ખૂબ વધારે ઊંચાઈથી નાખવામાં આવે તો કાગળ ફાટી જવાનો ભય રહે છે તેમજ દ્રાવણ ઉછળીને નીચે પણ પડી શકે છે. આથી દ્રાવણને સીધું રેડવાના બદલે કાચના એક સળિયાની મદદથી રેડી શકાય છે. આ રીત ચિત્રમાં દર્શાવેલ છે.

બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.120

ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર કાચના સળિયાની મદદથી ધીરે-ધીરે દ્રાવણને ફનેલ (ગળણી)માં નાખો. બધું દ્રાવણ એકસાથે ન રેડી દેવું. એક સમયમાં એટલું જ દ્રાવણ રેડવું કે જેથી ફિલ્ટર પેપરમાં થોડી જગ્યા ખાલી રહે. હવે

દ્રાવણ ગળાય તેની રાહ જુઓ. જ્યારે પૂરું ગળાઈ જાય ત્યારે જુઓ કે ટેસ્ટટ્યૂબમાં થોડી રેતી રહી ગઈ તો નથી ને. જો રેતી રહી ગઈ હોય તો ટેસ્ટટ્યૂબમાં થોડા પાણીથી ધોઈને તેને પણ ફિલ્ટર પેપરમાં નાખી દો.

ફિલ્ટર પેપરમાંથી ગળાઈને નીચે રાખેલ ટેસ્ટટ્યૂબમાં શું ભેગું થઈ રહ્યું છે અને રેતી ક્યાં ભેગી થઈ છે ?

- **મીઠા અને પાણીના દ્રાવણમાંથી મીઠું કઈ રીતે પ્રાપ્ત કરશો ? કોઈ રીત વિચારીને કહો. (4)**

દ્રાવ્યતાને વધારે સમજીએ

બા.વૈ., ધોરણ-6, 2000, પૃ.121

જો આપણે પાણીમાં પદાર્થોની દ્રાવ્યતાના ગુણને થોડો વધારે સમજીએ તો આ રીતનો વધારે સારી રીતે ઉપયોગ કરી શકીએ.

જેમકે નીચેના પ્રયોગમાં આપણે જોઈશું કે દ્રાવ્યતા પર ગરમીની શી અસર થાય છે ?

પ્રયોગ-2

આ પ્રયોગ માટે તમારે એક ઉત્કલન નળી (Boiling tube), એક ટેસ્ટટ્યૂબ હોલ્ડર, મીણબત્તી તથા એક ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડની જરૂર પડશે. સાથે એક ચમચી પણ રાખો.

શિક્ષક તમને ચાર પદાર્થ આપશે :

- મીઠું
- બેન્જોઇક એસિડ
- નવસાર
- કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ

તમારી નોટબુકમાં સારણી-2 જેવી સારણી બનાવી લો.

- **હવે એક-એક પદાર્થ દ્વારા પ્રયોગ કરતા જાવ અને અવલોકનને**

સારણી-2

ક્રમ	પદાર્થ	ઠંડા પાણીમાં ઓગળ્યો ?	ગરમ પાણીમાં ઓગળ્યો?	ગરમ પાણી ઠંડુ પડતા શું થયું ?
1.	મીઠું			
2.	બેન્જોઇક એસિડ			
3.	નવસાર			
4.	કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ			

પદાર્થને બોટલમાંથી કઈ રીતે કાઢશો ? શું કાગળથી ? તો પછી કીટમાં આપેલ ચમચીઓનું શું થશે ?

સારણી-2માં લખતા જાવ. (5)

ઉત્કલન નળીમાં એક ચતુર્થાંશ જેટલું પાણી ભરીને તેને બરાબર હલાવો.

જો પદાર્થ ઠંડા પાણીમાં ઓગળી જાય તો સારણીના પ્રથમ કોલમમાં 'હા' લખો અને ઓગળે નહિ તો 'ના' લખો.

જો પદાર્થ ઠંડા પાણીમાં ન ઓગળે તો ઉત્કલન નળીને મીણબત્તી પર ગરમ કરો. ગરમ કરવા માટે ઉત્કલન નળીને હોલ્ડરમાં ફસાવીને પકડો. ગરમ કરતી વખતે ઉત્કલન નળી થોડી ત્રાંસી પકડવામાં આવે છે તથા તેનું મોં કોઈ વ્યક્તિ તરફ ન રહે તે રીતે રાખવામાં આવે છે. ઉત્કલન નળી ધીમે-ધીમે હલાવતા ગરમ કરો.

• એ બાબતનું ધ્યાન રાખવું કે પદાર્થને ગરમ પાણીમાં ઓગાળવાનો પ્રયત્ન ત્યારે જ કરવો કે જ્યારે તે ઠંડા પાણીમાં ન ઓગળે.

• મીણબત્તી પર ગરમ કરવામાં મુશ્કેલી એ છે કે તે કાળી પડી જાય છે. તેથી તેને કાગળથી વારંવાર સાફ કરવી પડે છે. જો તમારી પાસે સ્પીરીટ લેમ્પ કે ભૂરી જ્યોતવાળો સ્ટવ હોય તો તેનો ઉપયોગ કરવો.

શું પદાર્થ ગરમ પાણીમાં ઓગળી ગયો ? જો પદાર્થ ગરમ પાણીમાં ઓગળી જાય તો બીજા કોલમમાં 'હા' લખો, નહિ તો 'ના' લખો.

જો પદાર્થ ગરમ પાણીમાં ઓગળી ગયો હોય તો તેને ઠંડો કરવા માટે ટેસ્ટટ્યૂબને સ્ટેન્ડમાં રાખી દો. જ્યારે દ્રાવણ ઠંડું થઈ જાય તો જુઓ કે ઉત્કલન નળીમાં કોઈ પદાર્થ દેખાવા લાગે છે ?

તમારા અવલોકનો સારણીમાં લખો.

એક પદાર્થથી પ્રયોગ કર્યા બાદ ઉત્કલન નળી સારી રીતે સાફ કરીને બીજો પદાર્થ લો. વારાફરતી ચારેય પદાર્થો માટે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

તમારા અવલોકનો સારણીમાં લખવાનું ભૂલશો નહીં.

- **ઠંડા અને ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્યતાના આધારે કહો કે નીચે જણાવેલ મિશ્રણમાંથી પદાર્થોને કઈ રીતે છુટા પાડશો ?**
  મીઠું, બેંજોઇક એસિડ, કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ (6)
- **શું ઠંડા અને ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્યતાના આધારે મીઠું, નવસાર અને કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના મિશ્રણને અલગ કરી શકશો ? (7)**

• પ્રશ્ન-6 અને 7માં બાળકોએ સારણી-2ની માહિતીનું વિશ્લેષણ કરવું પડશે.

• પ્રશ્ન-6ના સંદર્ભમાં તેઓએ મિશ્રણમાંથી પદાર્થોને અલગ કરવાનો ક્રમ પણ નક્કી કરવો પડશે.

ઉપરના પ્રયોગમાં આપણે જોયું કે પાણીમાં પદાર્થોની દ્રાવ્યતા જુદી જુદી હોય છે. આપણે દ્રાવ્યતા પર થતી ગરમીની અસરનો પણ અભ્યાસ કર્યો.

આ ગુણધર્મ વૈજ્ઞાનિકોના પ્રયોગોમાં તો કામ આવે જ છે. પરંતુ આપણે પણ તેનો રોજ ઉપયોગ કરીએ છીએ. જેમકે પાણીમાં કચરો હોય તો તેને આપણે કપડાથી ગાળી લઈએ છીએ.

- **શું તમે આ રીતે ગાળવાની રીતનો ઉપયોગ દર્શાવતા બે ઉદાહરણ આપી શકો છો ? (8)**

પરસ્પર ચર્ચા કરીને ઉત્તર આપો

- **પ્રયોગ-2માં તમે જે મીઠાનું દ્રાવણ બનાવ્યું હતું તેમાંથી શું મીઠાને**

પુનઃ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે ? જો હા, તો કેવી રીતે ? (9)

- **શું તમે આ જ દ્રાવણમાંથી પાણીને અલગ કરી એકત્રિત કરી શકો છો ? જો હા, તો કેવી રીતે ? (10)**

પૃથક્કરણની એક અન્ય રીત

પ્રયોગ-4

એક ઉત્કલન નળીમાં ત્રીજા ભાગ સુધી પાણી ભરો અને તે પાણી ઉકળે ત્યાં સુધી મીણબત્તી પર ગરમ કરો. ગરમ કરતી વખતે ઉત્કલન નળીમાં જે પણ ક્રિયાઓ થાય છે તેને ધ્યાનથી જુઓ.

- **શું ઉત્કલન નળીના મુખમાંથી કંઈ નીકળતું દેખાય છે ? (11)**
- **શું તમે કહી શકશો કે તે શું છે ? (12)**
- **શું ઉત્કલન નળીના ઉપરના ભાગમાં કંઈ દેખાય છે ? (13)**

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં ઠંડું પાણી ભરો અને તેને ઉત્કલન નળીના મુખ પર રાખો.

- **શું ટેસ્ટટ્યૂબની બહારની સપાટી પર કંઈ દેખાય છે ? (14)**

આ ટેસ્ટટ્યૂબને ખાલી કરી તેમાં ઉકળતું પાણી ભરી તેને ફરીથી ઉત્કલન નળીના મુખ ઉપર રાખો.

- **શું આ વખતે પણ તમને ટેસ્ટટ્યૂબની બહારની સપાટી પર એ જ ક્રિયા દેખાઈ કે જે પાછલી વખતે દેખાઈ હતી ? (15)**
- **હવે જણાવો કે શું થશે જ્યારે પાણીની વરાળને,**
  (ક) ઠંડી થવા દેવામાં આવે ?
  (ખ) ગરમ જ રાખવામાં આવે ? (16)

બા.વૈ., ધોરણ-7, 1988, પૃ.11

પ્રશ્ન-10 અને 11ની શ્રેણી બાષ્પીભવન અને ઠારણને સમજવાની દૃષ્ટિથી ખૂબ મહત્ત્વ ધરાવે છે.

આવો હવે એક એવું સાધન બનાવીએ કે જેનાથી મીઠાના પાણીમાંથી પાણીને અલગ કરીને એકત્રિત કરી શકાય.

પ્રયોગ-5

એક ઉત્કલન નળી લો અને તેના પર બરાબર બંધ બેસે તેવો રબરનો એક કાણાવાળો બૂચ પસંદ કરો. આ બૂચના કાણામાં કાચની એક નળી પરોવો. (સાવધાન – આવું કરવાની સાચી રીતે શિક્ષક પાસેથી શીખો). કાચની નળી પર રબરની નળી ચઢાવી ઉત્કલન નળીમાં ત્રીજા ભાગ સુધી પાણી ભરો અને કાચની નળી ધરાવતા એક કાણાવાળા બૂચને ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર બરાબર બંધ કરો. રબરની નળીને એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખી દો. આ ટેસ્ટટ્યૂબને પાણી ભરેલા બીકરમાં ઊભી રાખીને એક વિદ્યાર્થીને ઊભો રાખો. ઉત્કલન નળીને હોલ્ડરની મદદથી મીણબત્તી પર ગરમ કરો.

બૂચમાં કાચની નળી લગાવતી વખતે ખૂબ જ સાવધાની રાખવાની જરૂર છે નહિતર તેના ટુકડા થઈ જવાની શક્યતા છે. તેની સાચી રીત એ છે કે નળીને બૂચની નજીકથી પકડવામાં આવે અને ધીરે-ધીરે ગોળ ફેરવીને કાણામાં ફીટ કરી દેવામાં આવે. જરૂર હોય તો નળીને ભીની કરી લેવી.

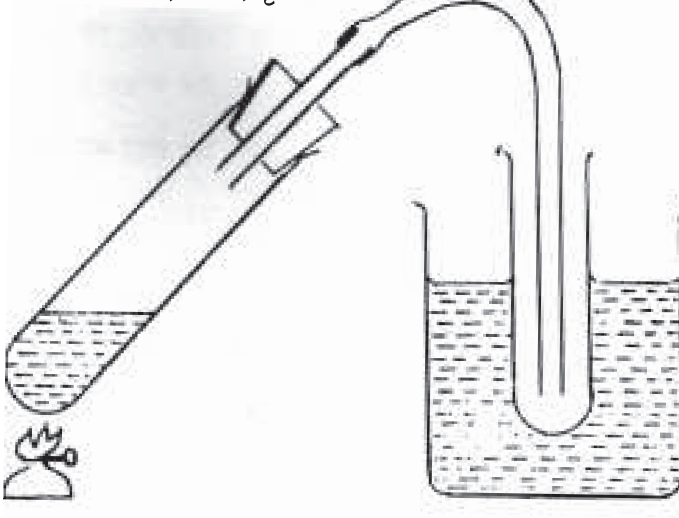
ઉત્કલન નળી અને ટેસ્ટટ્યૂબમાં થઈ રહેલ ક્રિયાઓને ધ્યાનથી જોઈને નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર આપો.

- **ટેસ્ટટ્યૂબમાં શું પરિવર્તન થઈ રહ્યું છે ? (17)**
- **બીકરના પાણીમાં આંગળી નાખીને કહો કે શું તેના તાપમાનમાં**

કોઈ ફર્ક પડ્યો ? જો હા, તો કેમ ? (18)

- **પ્રયોગ-4ના આધારે વિચારીને કહો કે આપણે એવું શું કરીએ કે જેથી વરાળ પાણીમાં રૂપાંતરિત થયા વગર ટેસ્ટટ્યૂબમાંથી બહાર નીકળી જાય ? (19)**
- **આ પ્રયોગના અમલીકરણ દરમિયાન ઉત્કલન નળીમાં પાણી હોવા છતાં ટેસ્ટટ્યૂબમાં પાણી એકત્રિત થવાનું બંધ થઈ જાય તો આપણે એવું શું કરવું જોઈએ કે જેથી આવું ન થાય ? (20)**

બા.વૈ. ધોરણ-7, 1988, પૃ.12



સાવધાની : જ્યારે આ પ્રયોગને બંધ કરવો હોય ત્યારે ઉત્કલન નળીને ચીમની પરથી હટાવતાં પહેલાં રબરની નળીને ટેસ્ટટ્યૂબમાંથી કાઢવી પડે છે, નહિ તો ટેસ્ટટ્યૂબનું પાણી ઉત્કલન નળીમાં પરત આવતાં ખતરો ઊભો થઈ શકે છે. તમે જ વિચારો આવું કેમ થશે ?

પ્રયોગ-6

એક ઉત્કલન નળીમાં લગભગ ત્રીજા ભાગનું પાણી ભરી તેમાં ભૂરી શાહીના થોડા ટીપાં નાખો કે જેથી પાણીનો રંગ ઘાટો ભૂરો થઈ જાય. આ ભૂરા પાણી વડે હવે પ્રયોગ-5નું પુનરાવર્તન કરો.

- **ટેસ્ટટ્યૂબમાં કયા રંગનું પાણી ભેગું થઈ રહ્યું છે ? (21)**

ઉત્કલન નળીને સાફ કરો અને તેમાં થોડું ખારું પાણી નાખો. હવે આ પ્રયોગને ફરીથી કરો.

- **ટેસ્ટટ્યૂબમાં એકઠું થઈ રહેલ પાણીનો સ્વાદ કેવો છે ? (22)**
- **શું હવે તમને લાગે છે કે મીઠું ઓગાળેલ પાણીમાંથી પાણીને અલગ કરી એકત્રિત કરી શકાય છે ? (23)**

જે રીતથી તમે દ્રાવણમાંથી પાણી અલગ કર્યું તેને નિસ્યંદન કહે છે.

- **આ રીતનો ઉપયોગ ક્યાં થાય છે ? શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરી તમારા શબ્દોમાં લખો. (24)**

પ્રયોગ-7

નીચે દર્શાવેલ ઘન પદાર્થને ગરમ કરતાં શું થશે તે કહો

1. મીણ. 2. ઘી 3. માખણ 4. બરફ
5. આર્ગોલ 6. નેપ્થેલિન 7. ગંધક

- **ઉપરોક્ત યાદીમાંથી જે પદાર્થોને તમે ક્યારેય ગરમ નથી કર્યા તેને એક ઉત્કલન નળીમાં જાતે ગરમ કરીને જુઓ અને તમારા ઉત્તર સારણીમાં લખો. (25)**

કેટલાક ઘન પદાર્થોનો વિશેષ ગુણ : ઊર્ધ્વપાતન

પ્રયોગ-8

એક ઉત્કલન નળીમાં ચમચીથી થોડોક (ચપટીક) નવસાર લો. તેનું મોં રૂથી બંધ કરીને તેને ચીમની પર ગરમ કરો. ઉત્કલન નળીમાં જે કંઈ પણ

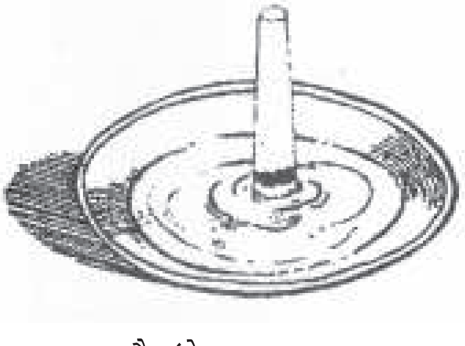
ક્યારેક પાણીને ઉકાળવાથી શાહીનો રંગ ઊડી જાય છે. આથી પહેલાં એ ચકાસી લેવું કે રંગ પાકા હોય.

- નિસ્યંદનની રીતનો દૈનિક જીવનમાં ખૂબ ઓછો ઉપયોગ થાય છે. હા, બાષ્પીભવનનો ઉપયોગ ઘણી જગ્યાએ કરીએ છીએ.
- જો બાળકો શરાબની ભઠ્ઠીનું ઉદાહરણ આપે તો તેમને કહો કે તેઓ તેની પ્રક્રિયા પણ સમજાવે. વાસ્તવમાં પદાર્થ કિંમતી હોય તો જ આપણે તેને પાછો મેળવવા ઇચ્છીએ છીએ. સામાન્ય રીતે પાણી મફત હોવાથી તેને એકત્રિત કરીને પુનઃ ઉપયોગમાં કોઈને રસ હોતો નથી.

પ્રયોગ-8માં ગરમ ટેસ્ટટ્યૂબ કાળી થઈ જાય તો નવસાર ઓગળ્યો કે નહિ તે જોવામાં મુશ્કેલી પડે છે. સ્પીરીટ લેમ્પનો ઉપયોગ કરો અથવા ભૂરી જ્યોતવાળા સ્ટવનો. આમ તો તેને કોઈ વાડકીમાં ગરમ કરીને પણ ચકાસી શકાય છે.

એક જરૂરી નિયમ

પ્રયોગમાં ઉપયોગમાં લેવાતી વસ્તુઓને ચાખવાની મનાઈ છે. એમ બની શકે કે કોઈ પદાર્થ તમને નુકસાન પહોંચાડી દે.



બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.123

થઈ રહ્યું છે તેને ધ્યાનથી જુઓ.

- **શું ઉત્કલન નળીમાં કોઈ સફેદ ધુમાડો બની રહ્યો છે ? (26)**
- **જો હા, તો શું તેના બનવા અગાઉ અન્ય પદાર્થોની માફક નવસાર પણ પ્રવાહી બને છે ? (27)**
- **રૂ હટાવવાથી શું થાય છે ? (28)**
- **ટેસ્ટટ્યૂબના ઉપરના ભાગમાં કોઈ ઠોસ પદાર્થ જમા થઈ રહ્યો છે ? (29)**

જ્યારે કોઈ ઘન પદાર્થ પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થયા સિવાય વાયુમાં ફેરવાઈ જાય તો આવી ક્રિયાને ઊર્ધ્વપાતન કહે છે.

- **કપૂર અંગે માનવામાં આવે છે કે તેનામાં ઊર્ધ્વપાતનનો ગુણ હોય છે. આ વાતની ખાતરી કરીને જુઓ કે શું કપૂર પણ વાયુ બનતા અગાઉ પ્રવાહીમાં રૂપાંતરિત નથી થતો ? (30)**
- **મીઠા અને નવસારના મિશ્રણમાંથી નવસારને શી રીતે અલગ કરશો ? (31)**

એક અનોખી રીત : ક્રોમેટોગ્રાફી

પદાર્થોને છૂટા પાડવાની આ રીતનું નામ તમે ભાગ્યે જ સાંભળ્યું હશે. પરંતુ ક્રોમેટોગ્રાફીની વાત ખૂબ રસપ્રદ છે. આ અંગે કંઈ કહેવા કે સાંભળવાની જરૂર નથી. બસ, તેને કરીને જુઓ. મજા આવી જશે.

ચૉકથી ક્રોમેટોગ્રાફી : પ્રયોગ-9

એક ચૉકના મોટા છેડાથી 1 સેમી અંતર છોડીને કાળી શાહીની એક ગોળ રીંગ બનાવો. આ માટે દિવાસળી અથવા રીફીલના એક છેડાને શાહીમાં ડૂબાડી ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર ચૉકને સ્પર્શ કરાવો. ધીમે-ધીમે ચૉકને ગોળાકાર ફેરવી શાહીની ગોળ રીંગ બનાવો. શાહીની ગોળ રીંગ જેટલી પાતળી અને હલકી બને તેટલું સારું. જો ચૉક અસમાન જાડાઈ ધરાવતો હોય તો તેના જાડા છેડા તરફ ગોળ રીંગ બનાવવી પડશે.

હવે એક રકાબીમાં કે ડબ્બાના ઢાંકણમાં થોડું પાણી લો. અડધા સેમીથી વધારે પાણી ન હોય તેનું ધ્યાન રાખવું. ચૉકને આ પાણીમાં સીધો ઊભો રાખો. ચૉકમાં લાગેલી શાહી નીચેની તરફ રહેશે પરંતુ તે પાણીમાં ડૂબવી જોઈએ નહીં. હવે રાહ જુઓ અને ચૉકની સફેદી પર શું રંગ ચઢે છે તે જુઓ. શું પાણી ચૉક પર ચઢી રહ્યું છે ? અને બીજું શું થઈ રહ્યું છે ? પાણી ચૉકના ઉપરના છેડે પહોંચે તે પહેલા જ ચૉકને પાણીમાંથી હટાવી લો.

- **તમારી નોટમાં ચિત્ર બનાવીને બતાવો કે ચૉકમાં નીચેથી ઉપર તરફ કેટલાં અને કયા-કયા રંગ દેખાઈ રહ્યા છે ? (32)**
- **આ રંગ ક્યાંથી આવ્યા ? (33)**

ફિલ્ટર પેપરથી ક્રોમેટોગ્રાફી : પ્રયોગ-10

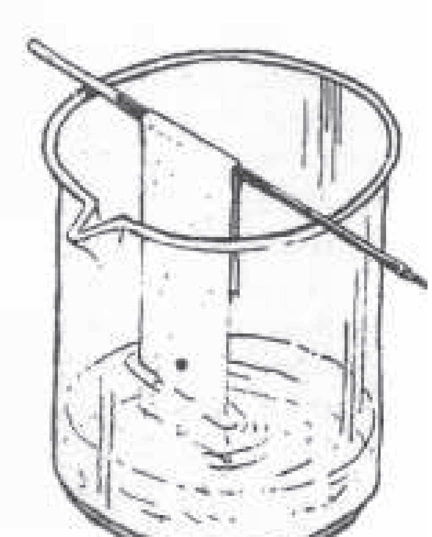
જે ફિલ્ટર પેપરથી આપણે ગાળવાનું કામ કર્યું હતું તેનાથી ક્રોમેટોગ્રાફી પણ થઈ શકે છે. આવો કરીને જોઈએ.

એક બીકર અને રીફીલ લો. બીકરમાં લગભગ 1 સેમી સુધી પાણી ભરો. હવે ફિલ્ટર પેપરમાંથી 4 સેમી પહોળાઈ અને 12 સેમી લંબાઈ ધરાવતી એક પટ્ટી કાપી લો. તેના એક છેડેથી 2 સેમી છોડીને ટાંકણીની અણી વડે કાળી શાહીનું એક નાનું ટીપું લગાવી દો. હવે કાગળના બીજા છેડાને વાળીને રીફીલ પર ટેકવીને બીકરમાં લટકાવી દો. કાગળના જે છેડા પર શાહીનું ટીપું લાગેલ છે તે પાણીમાં ડૂબી જવો જોઈએ. પરંતુ ધ્યાન રાખવું કે શાહીનું ટીપું પાણીમાં ડૂબવું જોઈએ નહિ. કાગળની પટ્ટી બીકરને પણ અડકવી ન જોઈએ.

હવે ફરી એકવાર થોડી રાહ જુઓ. જ્યારે પાણી ફિલ્ટર પેપર પર ઉપરની તરફ ચઢીને રીફીલ સુધી પહોંચે ત્યારે પટ્ટીને કાઢીને સૂકવી દો.

- **પટ્ટી પર કેટલા રંગ છે ? નીચેથી ઉપર તરફ કયા ક્રમમાં છે ? તમારી નોટમાં ચિત્ર દોરીને બતાવો. ચૉક અને કાગળ પર દેખાતા રંગો અને તેમના ક્રમની તુલના કરો. (34)**

ચૉક અને ફિલ્ટર પેપર પર ક્રોમેટોગ્રાફી કરવાથી ક્યારેક રંગોનો ક્રમ બદલાઈ જાય છે. ગભરાવાની જરૂર નથી. આ કોઈ અણબનાવ નથી.



બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.124

વધુ એક રસપ્રદ પ્રયોગ

કેટલી મજાની વાત છે. શાહીનો રંગ તો એક જ દેખાય છે પરંતુ તેમાં કેટલા રંગ છૂપાયેલ છે. હવે શાહી અંગેનું એક સત્ય તો ખબર પડી ગયું. અન્ય શાહીઓમાં છુપાયેલા રંગો જોવાની ઇચ્છા નથી ? તો વાર કેવી ? ક્રોમેટોગ્રાફી પરથી શોધી લો કે અલગ-અલગ રંગની શાહીમાં કયા-કયા રંગ છુપાયેલા છે.

જો આપણે આ રંગોને અલગ-અલગ મેળવવા ઇચ્છીએ તો અલગ-અલગ રંગના ટુકડાને તોડી લો. આ ટુકડાઓનો અલગ-અલગ ભૂકો કરીને ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખી દો અને ઉપરથી થોડું પાણી નાખો. જુદા-જુદા રંગો અલગ-અલગ ટેસ્ટટ્યૂબમાં આવી જશે.

શું જુદી-જુદી કંપનીની કાળી શાહીમાં એકસરખા રંગ ભળેલા હોય છે કે અલગ અલગ રંગ હોય છે ? ઘણીબધી કંપનીઓની કાળી શાહી લઈને ક્રોમેટોગ્રાફીથી તેની તુલના કરીને જુઓ.

- **શું તમામ કંપનીઓની કાળી શાહી એક સરખા રંગોની બનેલી છે ? (35)**

ક્રોમેટોગ્રાફી પદાર્થોને છૂટા પાડવાની ખૂબ ઉપયોગી રીત છે. પદાર્થોને અલગ કરવામાં આ રીતની બરાબરી કરવી મુશ્કેલ છે. પ્રથમ વાત તો એ છે કે આ રીતનો ઉપયોગ ત્યારે પણ કરી શકાય છે જ્યારે મિશ્રણ ખૂબ જ અલ્પ માત્રામાં હોય. જેમકે શાહીના રંગોને છૂટા પાડવા માટે માત્ર એક જ ટીપાં શાહીની જરૂર પડી.

વનસ્પતિમાંથી દવા અલગ કરવી

આ રીતનો ઉપયોગ કરીને છોડ કે વૃક્ષમાંથી મળનારી દવાઓને અલગ

કરી શકાય છે. જેમકે તુલસી, લીમડો, કરિયાતુ વગેરે ઘણી વનસ્પતિ હોય છે જેમાં દવાઓ હોય છે. સૌપ્રથમ તેમનો કાઢો બનાવી લેવામાં આવે છે. ત્યારબાદ તે કાઢાની ક્રોમેટોગ્રાફી કરીએ છીએ. ક્રોમેટોગ્રાફી કરવાથી કાઢામાં રહેલા પદાર્થો અલગ-અલગ પડી જાય છે. ક્રોમેટોગ્રાફીના અન્ય ઘણાં ઉપયોગો છે. ફૂલના રંગોમાં રહેલા પદાર્થોની તપાસ કરવા માટે, કોઈ વસ્તુમાં રહેલ ભેળસેળને ચકાસવા માટે વગેરે જેવા કેટલાંય કાર્યોમાં તેનો ખૂબ ઉપયોગ થાય છે.

પદાર્થોને છૂટા પાડવા એ આપણા રોજીંદા જીવનની જરૂરિયાત છે અને તે વૈજ્ઞાનિકોના કામમાં પણ આવે છે. આ પ્રકરણમાં તમે પદાર્થોને છૂટા પાડવાની રીતો શીખી. પદાર્થના ગુણધર્મોમાં રહેલ અંતરનો લાભ ઉઠાવીને જ આ રીતો બનાવવામાં આવે છે.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. શું નીચે દર્શાવેલ મિશ્રણોમાં રહેલ પદાર્થોને દ્રાવ્યતાની રીત દ્વારા છૂટા પાડી શકાશે ?

   (ક) દૂધ અને પાણી (ખ) ખાંડ અને મીઠું

   (ગ) રેતી અને ખાંડ (ઘ) ચૉકનો ભૂકો અને રેતી

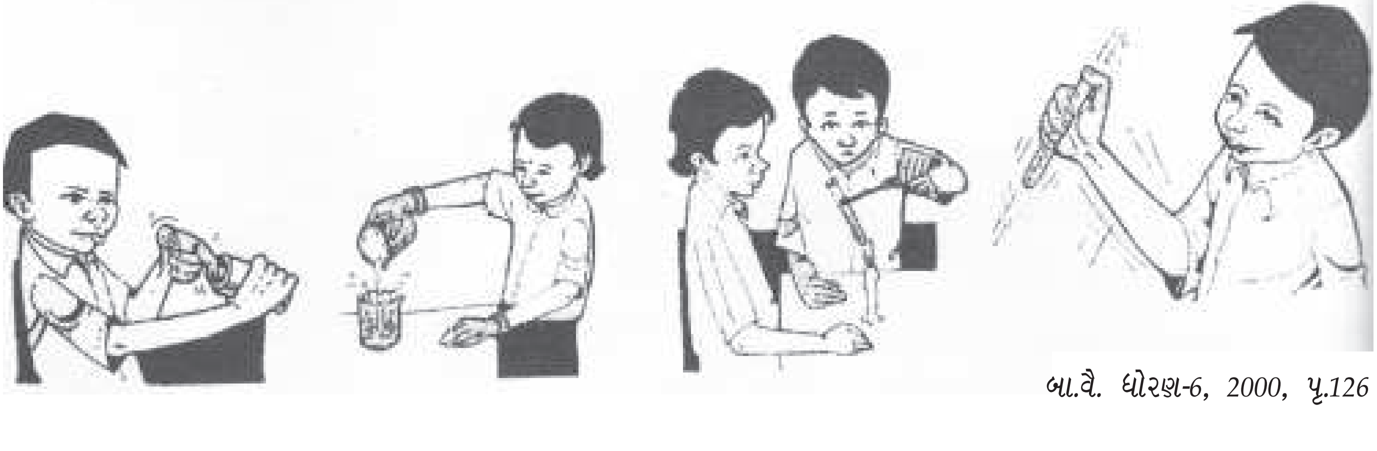
2. વિચારીને કહો અને કરો :

   જેતરામે જોયું કે ફાનસની બત્તી પર તેલ ચઢે છે. તેણે એ પણ જોયું કે દીવાની બત્તી પર પણ તેલ ઉપર ચઢે છે. તેણે વિચાર્યું કે શા માટે આના પર ક્રોમેટોગ્રાફી કરીને ન જોઈ શકાય ? તેણે એક નવી દિવેટ લઈને તેના એક છેડાથી થોડા ઉપરના ભાગમાં શાહીનું ટીપું લગાવી દીધું અને દિવેટને તેલમાં એ જ રીતે ડૂબાડી દીધી કે જેમ તમે ક્રોમેટોગ્રાફીમાં કર્યું હતું.

   તમારો વિચાર શું છે ? શું જેતરામનો પ્રયોગ સફળ થશે ? તમે પણ કરી જુઓ.

3. શું તમે લાકડાના વ્હેર અને રેતીને દ્રાવ્યતાની રીતથી અલગ કરી શકો છો ? જો ના, તો કહો કે તેને કઈ રીતે છૂટા પાડશો ?

4. નીચે કેટલાક પ્રયોગ આપેલા છે. તેમાં રહેલ ભૂલ ઓળખો અને લખો.



બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.126

C C C

દ્રાવ્યતા*

આપણે 'પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવા' પ્રકરણમાં જોયું કે કેટલાક પદાર્થો પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે અને કેટલાક અદ્રાવ્ય. કેટલાક પદાર્થો એવા પણ હોય છે કે જે ઠંડા પાણીમાં નથી ઓગળતા પણ ગરમ પાણીમાં ઓગળી જાય છે.

આ પ્રકરણમાં આપણે મીઠું અને યુરિયાની દ્રાવ્યતાના કેટલાક અન્ય પ્રયોગ કરીશું.

આ પ્રયોગો માટે પાણીનું માપન કરીને લેવું પડશે તેમજ મીઠું અને યુરિયા પણ માપન કરવું પડશે.

ઇન્જેક્શનની શીશીનું રબરવાળું ઢાંકણ તો તમે જોયું જ છે. તેને ઊંધું કરતાં તેમાં ખાડો દેખાય છે. આ ખાડામાં મીઠું કે યુરિયા ભરીને આંગળી વડે સપાટ કરી દઈએ તો લગભગ અડધો ગ્રામ મીઠું કે યુરિયા મળે છે. બે વખત આવું કરવાથી 1 ગ્રામ મીઠું કે યુરિયા મળે છે. પ્રયોગમાં જ્યાં 1 ગ્રામ લખેલ હોય ત્યાં આ રીતે માપન કરવું.

- અહીં કદનો ઉપયોગ વજનના અનુમાન માટે કરવામાં આવ્યો છે. દર વખતે એક સમાન માત્રા લેવા માટે તમે કોઈપણ માપનો ઉપયોગ કરી શકો છો. જેમકે ઓ.આર.એસ.નું દ્રાવણ બનાવવાની ચમચી. ધ્યાનમાં લેવા જેવી વાત એ છે કે મીઠું અને યુરિયાના કિસ્સામાં તો આ રીત સરસ કામ કરે છે. આ રીતે કોઈપણ પદાર્થ માટે ચાલી જશે. અનુકૂળતા હોય તો વજન કરીને પણ લઈ શકાય છે.
- આ જ રીતે પાણીને પણ ઉત્કલન નળીના ચોથા ભાગના હિસાબે લેવામાં આવ્યું છે. તેને માપણીયાંની મદદથી પણ માપી શકાય છે.

ઠંડા પાણીમાં દ્રાવ્યતા : પ્રયોગ-1

એક ઉત્કલન નળીમાં ચોથાભાગનું પાણી લો. તેમાં 1 ગ્રામ મીઠું નાખો. શું આ મીઠું ઓગળી ગયું ?

જો હા, તો આ જ ઉત્કલન નળીમાં બીજું 1 ગ્રામ મીઠું નાખો.

શું આ મીઠું પણ ઓગળી ગયું ?

આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી કરતા રહો કે જ્યાં સુધી મીઠાનું ઓગળવાનું બંધ ન થઈ જાય.

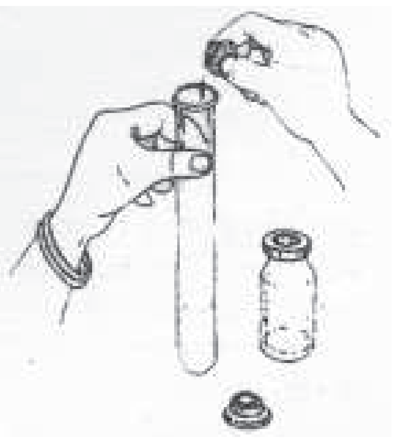
આ ઉત્કલન નળી પર 'મીઠાનું દ્રાવણ' એવી ચબરખી મારી દો.

- **કેટલા ગ્રામ મીઠું નાખ્યા બાદ તે પાણીમાં ઓગળવાનું બંધ થઈ ગયું ? સારણી-1માં લખો. (1)**

એક ઉત્કલન નળીમાં ચોથા ભાગનું પાણી લઈ આ પ્રયોગ યુરિયા સાથે ફરી કરો.

- **કેટલા ગ્રામ યુરિયા નાખ્યા બાદ તે પાણીમાં ઓગળવાનું બંધ થઈ ગયું ? સારણી-1માં લખો. (2)**

આ ઉત્કલન નળી પર 'યુરિયાનું દ્રાવણ' લખીને અલગ રાખી દો.



* *બાળ વૈજ્ઞાનિક ધોરણ-6, 2000*

સારણી-1

પદાર્થનું નામ	ઠંડા પાણીમાં મહત્તમ કેટલો ઓગળે છે ?
મીઠું	
યુરિયા	

શું કોઈ અન્ય જૂથના અવલોકનો તમારા અવલોકનોથી ભિન્ન છે ? પરસ્પર ચર્ચા કરો.

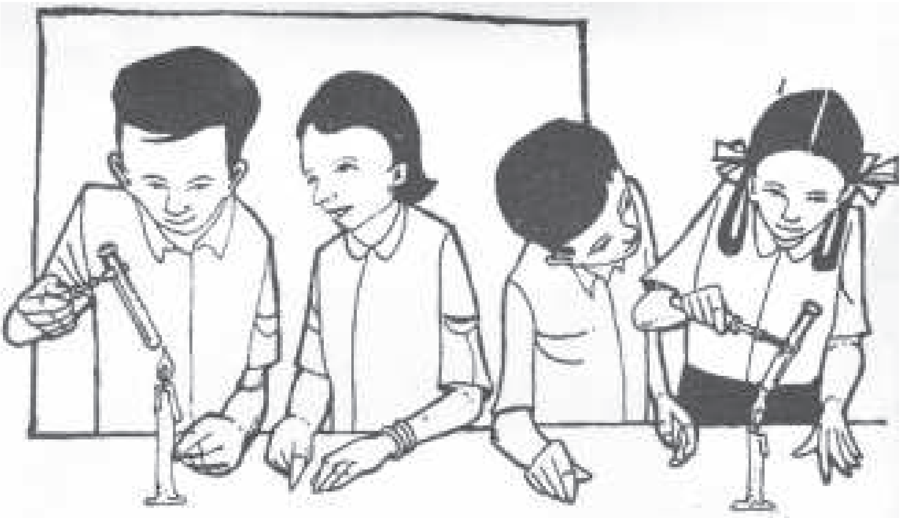
સમગ્ર વર્ગના અવલોકનોના આધારે સાચો વિકલ્પ પસંદ કરીને વાક્યોને પૂરા કરી તમારી નોટબુકમાં લખો –

- **પાણીની નિશ્ચિત માત્રામાં કોઈપણ પદાર્થની દ્રાવ્યતા**
  (ક) નિશ્ચિત હોય છે.
  (ખ) ગમે તેટલી હોઈ શકે છે. (3)
- **પાણીની નિશ્ચિત માત્રામાં મીઠું અને યુરિયાની...**
  (ક) એકસમાન માત્રા ઓગળે છે.
  (ખ) અલગ-અલગ માત્રા ઓગળે છે. (4)
- **વિભિન્ન પદાર્થોની પાણીમાં દ્રાવ્યતા...**
  (ક) એક સમાન હોય છે.
  (ખ) અલગ-અલગ હોય છે. (5)

દ્રાવ્યતા પર ગરમીની અસર : પ્રયોગ-2

આ પ્રયોગમાં આપણે એ જોવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે ગરમ કરવાથી પદાર્થની દ્રાવ્યતા પર શી અસર થાય છે ? ખાસ કરીને અહીં આપણે એ તપાસ કરીશું કે ગરમ કરવાથી મીઠા અને યુરિયાની દ્રાવ્યતા પર એકસમાન અસર થાય છે કે અલગ-અલગ.

યુરિયાની દ્રાવ્યતા પર ગરમીની અસરને તપાસવામાં એક સમસ્યા એ છે કે યુરિયાનું વિઘટન થવાથી દ્રાવ્યતાની સીમા જ આવતી નથી. આથી આ પ્રયોગમાં દ્રાવ્યતાની મહત્તમ સીમા સુધી જવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવેલ નથી.



બા.વૈ. ધોરણ-6, 2000, પૃ.151

સારણી-2

પદાર્થનું નામ	**ગરમ કરવાથી શું થયું ?**		
	શું ઠંડા દ્રાવણમાં બચી ગયેલો ઓગળ્યા વિનાનો પદાર્થ ઓગળી ગયો ?	**શું પ્રથમ 5 ગ્રામ ઓગળ્યા ?**	**શું બીજા 5 ગ્રામ ઓગળ્યા ?**
મીઠું			
યુરિયા			

તમે પ્રયોગ-1માં ઉત્કલન નળી પર ‘મીઠાનું દ્રાવણ’ લખીને રાખી હતી તે ઉત્કલન નળી એટલી ગરમ કરો કે પાણી ઉકળવા લાગે.

શું ગરમ કરવાથી ઉત્કલન નળીમાં હાજર ઓગળ્યા વિનાનું મીઠું ઓગળી ગયું ?

જો હા, તો તેમાં બીજું 5 ગ્રામ મીઠું નાખો. ફરીથી ઉત્કલન નળીને ગરમ કરીને દ્રાવણને ઉકાળો. શું આ મીઠું પણ ઓગળી ગયું ?

જો આ 5 ગ્રામ મીઠું પણ ઓગળી જાય તો બીજુ 5 ગ્રામ મીઠું નાખીને દ્રાવણને ઉકાળો.

- **શું આ મીઠું ઓગળ્યું ? તમારા પરિણામ સારણી-2માં લખો (6)**

  આ દ્રાવણને ઠંડુ થવા મૂકી દો.

  હવે આ જ પ્રયોગ યુરિયા માટે કરો.

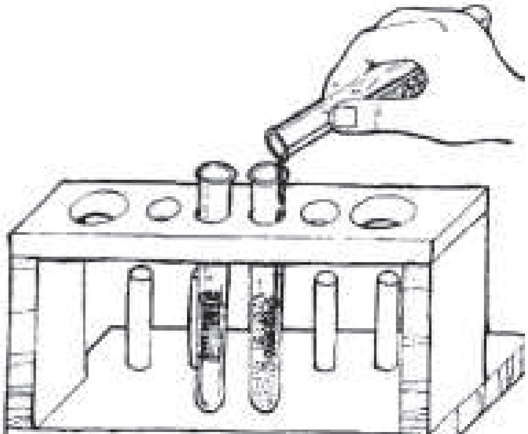
- **તમારા અવલોકન સારણી-2માં લખો. (7)**

  આ દ્રાવણને પણ ઠંડુ થવા મૂકી દો.

- **તમારા અવલોકનોના આધારે કહો કે શું ગરમ કરવાથી મીઠા અને યુરિયા એ બંનેની દ્રાવ્યતા વધે છે ? (8)**
- **શું મીઠા અને યુરિયાની દ્રાવ્યતા પર ગરમીની અસર એકસમાન થાય છે ? (9)**
- **જો એકસમાન અસર થતી નથી તો કહો કે ગરમ કરવાથી કોની દ્રાવ્યતા પર વધારે અસર થાય છે ? (10)**
- **શું આ પ્રયોગ પરથી એ તારણ તારવવું યોગ્ય રહેશે કે અલગ-અલગ પદાર્થોની દ્રાવ્યતા પર ગરમીનો પ્રભાવ અલગ-અલગ પ્રમાણમાં થાય છે ? (11)**

જ્યારે બંને દ્રાવણ ઠંડા થઈ જાય ત્યારે અવલોકન કરો.

- **ઠંડા થયા બાદ બંને દ્રાવણોમાં શું તફાવત દેખાયો ? તમારા શબ્દોમાં વર્ણન કરો. (12)**
- **શું તમે તેનું કારણ આપી શકો છો ? (13)**



બા.વૈ., ધોરણ-6, 2000, પૃ. 153

તમે જોયું કે પાણીમાં પદાર્થની નિશ્ચિત માત્રાથી વધારે નાખવાથી કેટલોક પદાર્થ ઓગળ્યા વગરનો રહે છે. હવે તમે ઇચ્છો છો કે બચેલો પદાર્થ ઓગળી જાય તો તમે શું કરશો ?

હમણા આપણે પાણીમાં પદાર્થની દ્રાવ્યતાના પ્રયોગ કર્યા. કેટલાક પદાર્થ એવા હોય છે કે જે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે, પરંતુ અન્ય કોઈ પ્રવાહીમાં ઓગળી જાય છે. ઉદાહરણ તરીકે જ્યારે કપડામાં ગ્રીસ લાગી જાય છે ત્યારે તેને કેરોસીન વડે દૂર કરવામાં આવે છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે ગ્રીસ કેરોસીનમાં ઓગળી જાય છે.

પ્રવાહીમાં પ્રવાહીનું દ્રાવણ : પ્રયોગ-3

અત્યાર સુધી આપણે ઘન પદાર્થો (જેમકે મીઠું, યુરિયા વગેરે)ની દ્રાવ્યતાની તપાસ કરી. બે દ્રાવક (પ્રવાહી પદાર્થો) પણ એકબીજામાં દ્રાવ્ય કે અદ્રાવ્ય હોઈ શકે છે.

શું તમે ક્યારેય કેરોસીનને પાણીમાં કે પાણી અને તેલને એકબીજામાં ભેળવી જોયા છે ?

- **શું પાણી અને કેરોસીન એકબીજામાં ભળી જાય છે ? શું તેલ અને પાણી એકબીજામાં દ્રાવ્ય છે ? શું કેરોસીન અને તેલ એકબીજામાં ભળી જશે ? (14)**

આવો, આ જોવા માટે એક સરળ પ્રયોગ કરીએ.

બે ટેસ્ટટ્યૂબમાં ત્રીજા ભાગનું કેરોસીન લો. પ્રથમમાં ત્રીજા ભાગ જેટલું નાળિયેરનું તેલ નાખો. શું થયું ?

બીજી ટેસ્ટટ્યૂબમાં ત્રીજા ભાગ જેટલું પાણી નાખો. શું થયું ?

- **નાળિયેરના તેલ અને પાણીની કેરોસીનમાં દ્રાવ્યતા વચ્ચે શું અંતર છે ?(15)**

C C C

સ્ફટિક બનાવો*

તમે દ્રાવ્યતાના પ્રકરણમાં જોયું કે યુરિયા પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. તમે એ પણ જોયું કે જો દ્રાવણને ગરમ કરીએ તો વધારે યુરિયા ઓગળે છે.

ઠંડુ પડવાથી યુરિયાની વધારાની (અદ્રાવ્ય) માત્રા સ્ફટિકના રૂપે દ્રાવણમાંથી બહાર આવી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સ્ફટિકીકરણ કહે છે. સારા સ્ફટિક બનાવવા માટે આપણે આ જ પ્રક્રિયાને વધારે ધ્યાનપૂર્વક કરવી પડશે.

આવો કેટલાક પદાર્થોના સ્ફટિક બનાવીએ.

સ્ફટિકના ચિત્રો બનાવવાનો પ્રયત્ન કરવો જરૂરી છે. તેના જ આધારે વિદ્યાર્થીઓને ખ્યાલ આવશે કે કોઈ પદાર્થના તમામ સ્ફટિકો એક સમાન દેખાય છે.

યુરિયાના સ્ફટિક : પ્રયોગ-1

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં 5 મિલિ પાણી લો. તેમાં લગભગ 8 ગ્રામ યુરિયા નાખો. શું તમામ યુરિયા ઓગળી ગયો ?

જો ના, તો ટેસ્ટટ્યૂબને ત્યાં સુધી ગરમ કરો કે જ્યાં સુધી બધો યુરિયા ઓગળી ન જાય.

દ્રાવણને ઠંડું થવા મૂકી દો.

અડધા કલાક બાદ ટેસ્ટટ્યૂબનું અવલોકન કરો.

- **શું તેમાં યુરિયાના સ્ફટિક દેખાય છે ? (1)**

સ્ફટિકોને ધ્યાનથી જુઓ. જરૂર પડે તો લેન્સનો ઉપયોગ કરો.

- **તેમનો આકાર કેવો હોય છે ? ચિત્ર બનાવીને દર્શાવો. (2)**
- **શું અન્ય જૂથમાં યુરિયાના આવા જ સ્ફટિક બન્યા ? (3)**

બા.વૈ. ધોરણ-7, 2001, પૃ. 201

બેન્જોઇક એસિડના સ્ફટિક : પ્રયોગ-2

કાચના એક બીકરમાં 30 મિલિ પાણી લો. તેમાં લગભગ 1 ગ્રામ બેન્જોઈક એસિડ નાખો.

બેન્જોઈક એસિડને ઓગાળવા માટે દ્રાવણને ગરમ કરો અને ત્યારબાદ તેને ઠંડુ થવા મૂકી દો. અડધા કલાક બાદ દ્રાવણમાં બેન્જોઇક એસિડના સ્ફટિકોને ધ્યાનથી જુઓ.

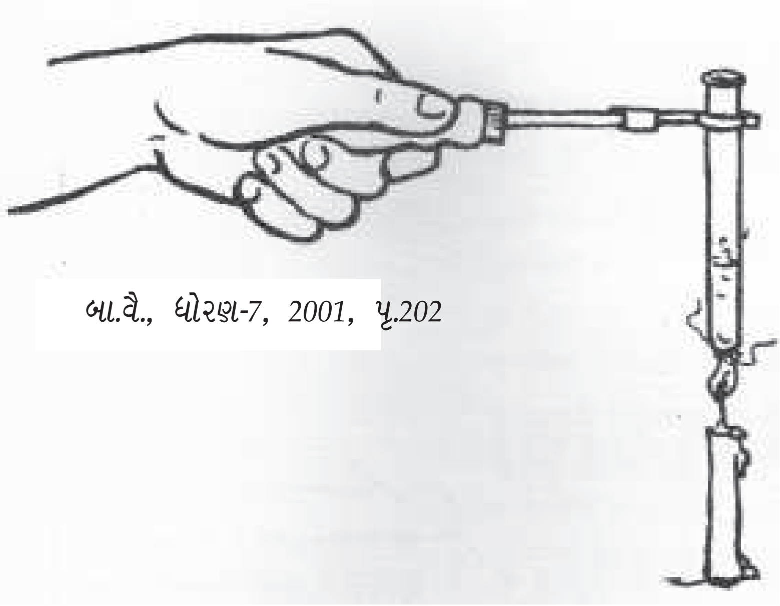
- **બેન્જોઈક એસિડના સ્ફટિક કેવા દેખાય છે ? તમારી નોટબુકમાં ચિત્ર બનાવીને દર્શાવો. (4)**

---

* *સ્ફટિક બનાવો, બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-7, 2001*

- **શું દરેક જૂથમાં સ્ફટિકોના આકાર અને રંગ એક સમાન દેખાયા ? (5)**

ફટકડીના સ્ફટિક : પ્રયોગ-3



બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.202

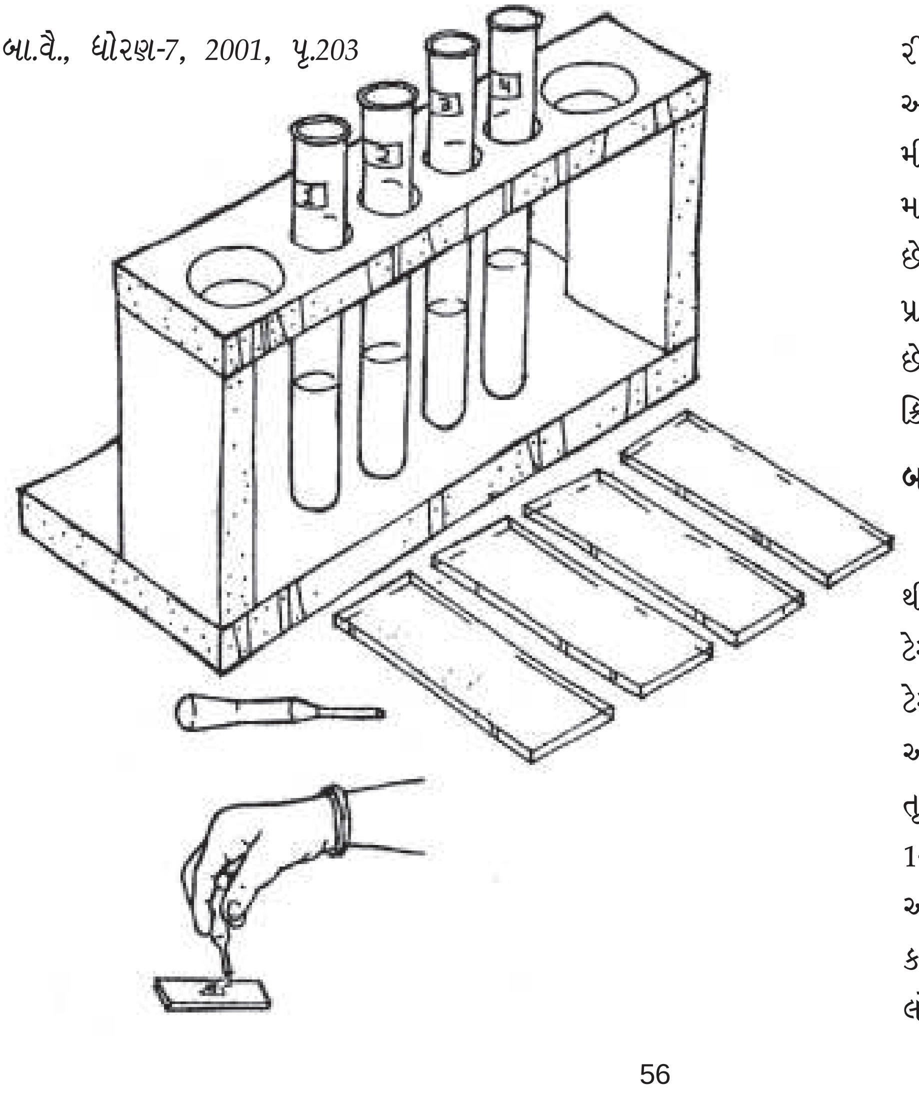
એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં 5 મિલિ પાણી લો. તેમાં 1 ગ્રામ ફટકડી નાખો.

- **શું બધી ફટકડી પાણીમાં ઓગળી ગઈ ? (6)**

જો ના ઓગળી હોય તો ટેસ્ટટ્યૂબને ગરમ કરો અને ફટકડી ઓગળતા જ આ દ્રાવણને હૂંફાળા પાણીથી ભરેલા એક બીકરમાં ઠંડુ થવા રાખી દો. એક કલાક બાદ ટેસ્ટટ્યૂબને ધ્યાનથી જુઓ.

- **શું દ્રાવણમાંથી ફટકડીના સ્ફટિકો બહાર નીકળ્યા ? (7)**
- **સ્ફટિકોનો આકાર કેવો છે ? (8)**
- **પરસ્પર ચર્ચા કરીને ફટકડી, યુરિયા અને બેન્જોઇક એસિડના સ્ફટિકોની તુલના કરો. (9)**

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.203



સ્ફટિક બનાવવા માટે બીજી એક રીતનો પણ ઉપયોગ થાય છે. અલગીકરણના પ્રકરણમાં તમે જોયું કે મીઠાના પાણીમાંથી મીઠું પ્રાપ્ત કરવા માટે પાણીનું બાષ્પીભવન કરવું પડે છે. સ્ફટિક બનાવવા માટે બાષ્પીભવનની પ્રક્રિયાનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પ્રયોગ-4માં આપણે બાષ્પીભવનની ક્રિયા દ્વારા સ્ફટિક બનાવીને જોઈશું.

બાષ્પીભવનથી સ્ફટિક : પ્રયોગ-4

ચાર ટેસ્ટટ્યૂબ લો. તેના પર 1 થી 4 લખેલ ચબરખી લગાવો. દરેક ટેસ્ટટ્યૂબમાં 10 મિલિ પાણી નાખો. પ્રથમ ટેસ્ટટ્યૂબમાં 1 ગ્રામ મોરથૂથુ નાખીને ઓગાળી લો. આ જ રીતે દ્વિતીય, તૃતીય અને ચોથી ટેસ્ટટ્યૂબમાં અનુક્રમે 1-1 ગ્રામ ઓકઝેલિક એસિડ, યુરિયા અને મીઠું નાખીને દ્રાવણ બનાવી લો. કાચની ચાર સ્લાઇડને ધોઈને સૂકવી લો. તેના પર પણ 1થી 4 નંબરની

ચબરખી લગાવી દો.

હવે એક ડ્રોપરની મદદથી પ્રથમ સ્લાઇડ પર મોરથૂથુના દ્રાવણના 4-5 ટીપાં નાખો. આ જ રીતે બીજી સ્લાઇડ પર ઓક્ઝેલિક એસિડ, ત્રીજી સ્લાઇડ પર યુરિયા અને ચોથી સ્લાઇડ પર મીઠાના દ્રાવણના 4થી 5 ટીપાં નાખો. ડ્રોપર દ્વારા નવું દ્રાવણ લેતા અગાઉ તેની પાણી દ્વારા યોગ્ય સાફસફાઈ કરી લેવી.

એક કલાક બાદ બધી જ સ્લાઇડ્સનું અવલોકન કરો.

- **આ સ્લાઇડ્સ પર રહેલ દ્રાવણનું પાણી ક્યાં ગયું ? (10)**
- **સ્લાઇડ્સ પરના સ્ફટિકોનું એક પછી એક સૂક્ષ્મદર્શક દ્વારા અવલોકન કરો અને નીચેની સારણીમાં વિગતો ભરો. સ્ફટિકોનો આકાર બતાવવા માટે ચિત્ર દોરો. (11)**

સારણી-1

પદાર્થ	**સ્ફટિકોનો રંગ**	**સ્ફટિકોનો આકાર**
1. મોરથૂથુ		
2. ઓક્ઝેલિક એસિડ		
3. યુરિયા		
4. મીઠું		

- **શું બધા પદાર્થોના સ્ફટિકોનો આકાર એકસમાન છે ? (12)**

તમારા જૂથના મોરથૂથુના સ્ફટિકની તુલના બીજા જૂથ સાથે કરો.

- **શું બધા જૂથમાં મોરથૂથુના સ્ફટિકોનો આકાર એકમાન છે ? (13)**

આ જ રીતે બાકીના પદાર્થોના સ્ફટિકોના આકારની તુલના અન્ય જૂથ સાથે કરો.

જો તમે મોરથૂથુના મોટા સ્ફટિકો પ્રાપ્ત કરવા ઇચ્છતા હોવ તો એક બીકરમાં મોરથૂથુના દ્રાવણને રકાબીથી ઢાંકીને રાખી દો. ત્રણથી ચાર દિવસ તેને છંછેડ્યા વગર રહેવા દેશો તો ખૂબ મોટા સ્ફટિકો મળશે.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. સાકર ખરેખર ખાંડના સ્ફટિક છે. પ્રયત્ન કરીને માહિતી મેળવો કે સાકર કેવી રીતે બનાવવામાં આવે છે. ઇચ્છો તો તમે પણ સાકર બનાવો.
2. પ્રયોગ-3માં ફટકડીના સ્ફટિક બનાવવા માટે તમે ફટકડીના દ્રાવણને ધીમે-ધીમે ઠંડુ કર્યું હતું. જો દ્રાવણને ઝડપથી ઠંડુ કરીએ તો શું થશે ? પ્રયોગ કરીને માહિતી મેળવો.

C C C

ક્રોમેટોગ્રાફી એટલે કે મિશ્રણમાંથી અલગ થતા પદાર્થ*

વિભિન્ન પદાર્થોના મિશ્રણમાંથી પ્રત્યેક પદાર્થને શુદ્ધ સ્વરૂપમાં અલગ-અલગ પ્રાપ્ત કરવો એ રસાયણશાસ્ત્રીઓનું એક મુખ્ય કાર્ય રહ્યું છે. આ કામ માટે ગાળવું, વીણવુંથી લઈને સ્ફટિકો બનાવવા તેમજ વિભાગીય નિસ્યંદન જેવી અનેકવિધ રીતોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, પરંતુ ક્રોમેટોગ્રાફીની વાત અલગ છે. તેના માટે એમ કહેવું અતિશયોક્તિ નથી કે તેની ગેરહાજરીમાં કાર્બનિક રસાયણશાસ્ત્રનો આટલો ઝડપી વિકાસ સંભવ ન હતો.

તો આવો જોઈએ કે ક્રોમેટોગ્રાફી નામની આ રીત છે શું ? ખરેખર રસાયણશાસ્ત્રમાં અલગીરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી મોટાભાગની રીતો રોજીંદા જીવનની રીતોમાંથી ઉદ્ભવી છે. પરંતુ ક્રોમેટોગ્રાફી એક એવી રીત છે કે જે રોજીંદા જીવનમાંથી નથી ઉદ્ભવી. આમ જોવા જઈએ તો આ રીતે ખૂબ જ સરળ છે. અગાઉ પણ આપણે પૃષ્ઠ 47 પર આ રીતનો આનંદ લીધો છે. વાસ્તવમાં આ રીતને સમજવાની શ્રેષ્ઠ રીત આ જ છે. (મૂળલેખમાં ક્રોમેટોગ્રાફી કરવાની આ જ બે રીતો આપેલ હોવાથી તેને અહીં છોડી દીધેલ છે.)

જેમ અગાઉ કહ્યું તેમ જો ક્રોમેટોગ્રાફી ન હોત તો ઓછામાં ઓછો કાર્બનિક રસાયણનો તો આટલો ઝડપી વિકાસ ન થાત. ક્રોમેટોગ્રાફી ખૂબ જ ઉપયોગી રીત છે. તે માત્ર અલગીકરણમાં જ નહિ પરંતુ પદાર્થોની ઓળખ અને તેમની શુદ્ધતાની ચકાસણીમાં પણ અસરકારક સાબિત થયેલ છે.

આ રોચક અને અસરકારક રીતનો આવિષ્કાર વીસમી સદીની શરૂઆતમાં થયો હતો. 1907ની વાત છે. સોવિયત વૈજ્ઞાનિક મિખૈલ સેમેનોવિચ ત્સ્વેતે સૌપ્રથમ આ રીતનો ઉપયોગ પાંદડાઓના લીલા રંગના વિશ્લેષણ માટે કર્યો હતો. ત્સ્વેતે એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઇડનો ભૂકો કાચની એક નળીમાં ભરી લીધો અને તે નળીના એક છેડેથી પાંદડાઓમાંથી પ્રાપ્ત લીલો રંગ નાખ્યો. હવે નળીને ઊભી કરીને તેમણે કોઈ પ્રવાહી આ જ છેડેથી (લીલા રંગવાળા) નાખવાનું શરૂ કર્યું. પ્રવાહી ધીરે-ધીરે એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઇડમાંથી પ્રસરતું નળીના બીજા છેડે પહોંચી ગયું. સ્પષ્ટ દેખાઈ રહ્યું હતું કે લીલો પદાર્થ એકમાત્ર ન હતો, પરંતુ બે પદાર્થોનું મિશ્રણ હતું. આ જ પદાર્થો ક્લોરોફિલ-A અને ક્લોરોફિલ-B તરીકે ઓળખાયા.

કેવી-કેવી ક્રોમેટોગ્રાફી

તમે ધ્યાન આપ્યું હશે કે આપણે ચૉક અને કાગળથી ક્રોમેટોગ્રાફી કરી હતી તેમાં પાણી (પ્રવાહી પદાર્થ) નીચેથી ઉપર ચઢી રહ્યું હતું. બીજી તરફ ક્લોરોફિલવાળા પ્રયોગમાં પ્રવાહી પદાર્થ (જે કદાચ પાણી ન હતું) ઉપરથી નીચે તરફ પ્રસરણ પામ્યું હતું. પ્રથમ એટલે કે ચૉકવાળી ક્રોમેટોગ્રાફીને ચઢતી ક્રોમેટોગ્રાફી (ascending) કહે છે જ્યારે બીજા પ્રકારને ઉતરતી (descending) ક્રોમેટોગ્રાફી કહે છે. તો આ થયું પ્રથમ વર્ગીકરણ.

ક્રોમેટોગ્રાફીનું વર્ગીકરણ બીજી ઘણી રીતે કરવામાં આવે છે. પરંતુ સૌપ્રથમ ક્રોમેટોગ્રાફીની એક સામાન્ય માહિતી નીચે દર્શાવેલ છે.

વાસ્તવમાં ક્રોમેટોગ્રાફી માટે પરસ્પર અદ્રાવ્ય હોય તેવા બે પદાર્થોની જરૂર પડે છે. પરસ્પર અદ્રાવ્ય એવા આ પદાર્થોને બે અવસ્થાઓ (Phases) કહેવામાં આવે છે. આપણું મિશ્રણ આ બે અવસ્થાઓની વચ્ચે જ લટકેલું હોય છે.

આ બે અવસ્થાઓ ઘણાં પ્રકારની હોય છે. જેમકે આપણે આપણાં પ્રયોગમાં એક ઘન અવસ્થા (ચૉક કે ફિલ્ટર પેપર) લીધો અને બીજી પ્રવાહી અવસ્થા (પાણી) લીધી હતી. ઘન અવસ્થા સ્થિર અને પ્રવાહી અવસ્થા ગતિમાન હોય છે. આ જ રીતે આપણે ઘન અને વાયુ અવસ્થા પણ લઈ શકાય છે. પરસ્પર અદ્રાવ્ય હોય તેવા પ્રવાહી પદાર્થ પણ લઈ શકાય છે. એટલે કે ક્રોમેટોગ્રાફી ઘણાં પ્રકારની હોઈ શકે છે. જેમકે ઘન-પ્રવાહી, ઘન-વાયુ, પ્રવાહી-પ્રવાહી, પ્રવાહી-વાયુ.

આપણે અત્રે માત્ર ઘન-પ્રવાહી ક્રોમેટોગ્રાફીની વાત કરીશું. સૈદ્ધાંતિક રીતે બધી ક્રોમેટોગ્રાફી સમાન છે. પરંતુ તકનિકી સ્તરે જટિલતા વધી જાય છે.

ઘન-પ્રવાહી ક્રોમેટોગ્રાફી કરવી આમ તો સરળ છે. પરંતુ અલગીકરણની ગુણવત્તા વધારવી હોય તો તેને જટીલ અને મોંઘા ઉપકરણોની મદદથી કરવી પડે છે.

** શૈક્ષણિક સંદર્ભ, જાન્યુઆરી-ફેબ્રુઆરી 1997*

ઘન-પ્રવાહી ક્રોમેટોગ્રાફીમાં અનેક પ્રકારની ઘન તેમજ પ્રવાહી અવસ્થાઓ લાવી શકાય છે. જેમકે, કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ અને કાગળ (એટલે કે સેલ્યુલોઝ)નો ઉપયોગ તો આપણે કરી જ ચૂક્યા છીએ. આ ઉપરાંત એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઇડ (એલ્યુમિના), સિલિકોન ઓક્સાઇડ (સિલિકા-રેતી) વગેરેનો ઉપયોગ મોટા પ્રમાણમાં કરવામાં આવે છે.

આ જ રીતે તરલ અવસ્થા માટે પેટ્રોલ, ક્લોરોફોર્મ, આલ્કોહોલ, બેન્ઝીન વગેરે ન જાણે કેટલાંય પદાર્થોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. આમ તો તરલ અવસ્થાની પસંદગીમાં જ વધારે વૈવિધ્ય હોય છે.

ઉપર જણાવ્યા મુજબ ક્રોમેટોગ્રાફીનો ઉપયોગ અલગીકરણ સિવાય પદાર્થોની ઓળખ અને શુદ્ધતાની ચકાસણી માટે પણ કરવામાં આવે છે. આવો, આ ત્રણેય ઉપયોગ એટલે કે અલગીકરણ, પદાર્થની ઓળખ અને શુદ્ધતાની ચકાસણીને વારાફરતી કરીને જોઈએ.

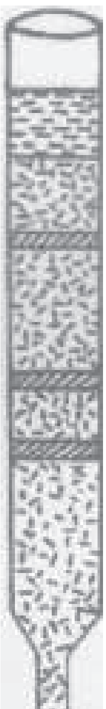
રંગહીન કે સફેદ પદાર્થ

આ વાત કરતાં અગાઉ એક બાબત સમજી લેવી જરૂરી છે. ક્રોમેટોગ્રાફીનો શાબ્દિક અર્થ 'રંગ-ચિત્ર' થાય છે. પરંતુ એવું જરૂરી નથી કે ક્રોમેટોગ્રાફીમાં માત્ર રંગીન પદાર્થોનું જ અલગીકરણ થાય છે.

શરૂઆતમાં પાંદડાઓના લીલા પદાર્થનું અલગીકરણ કરવામાં આવેલ હોવાથી ક્રોમેટોગ્રાફીનું નામ આ રીત સાથે જોડાઈ ગયું છે. સફેદ કે રંગીન પદાર્થોના વિશ્લેષણ-અલગીકરણમાં આ રીત સમાન રીતે અસરકારક છે. પરંતુ મનમાં એક પ્રશ્ન જરૂર ઉદ્‌ભવે છે કે જો ચૉક અથવા કાગળ પર આવા પદાર્થો અલગ થાય તો આપણને ખબર કેવી રીતે પડશે કે અલગ-અલગ પદાર્થો છે ક્યાં ? આ જાણવાની ઘણી રીતો છે.

જેમકે ઘણાં પદાર્થો એવા હોય છે કે જે સામાન્ય પ્રકાશમાં સફેદ કે રંગહીન હોય છે પરંતુ પારજાંબલી પ્રકાશમાં જોતાં રંગીન જોવા મળે છે. એટલે કે ક્રોમેટોગ્રાફી કર્યા બાદ ક્રોમેટોગ્રામને પારજાંબલી પ્રકાશમાં રાખીને જોઈ શકાય છે.

આ જ રીતે ઘણાં કાર્બનિક પદાર્થો સાંદ્ર ગંધકના એસિડ સાથે ક્રિયા કરીને કાળા-કથ્થઈ પડી જાય છે. જો ક્રોમેટોગ્રામ પર એસિડનો છંટકાવ કરીને તેને થોડો ગરમ કરવામાં આવે તો જ્યાં-જ્યાં પદાર્થ હશે ત્યાં-ત્યાં કાળા ધબ્બા સ્વરૂપે દેખાશે. સ્વાભાવિક છે કે આ દ્વારા આપણને ક્રોમેટોગ્રામ પર પદાર્થના કણ ક્યાં-ક્યાં છે તેની જાણકારી માત્ર જ મળશે. ગંધકના એસિડ સાથે ક્રિયા કરીને નષ્ટ થઈ ચૂકેલ હોવાથી પદાર્થ પ્રાપ્ત થશે નહિ. (જો કે આ સમસ્યાથી છુટકારો મેળવવાના ઘણાં રસ્તાઓ છે.)



એક રસ્તો એ છે કે ક્રોમેટોગ્રામને આયોડીનની વરાળથી ભરેલા એક ડબ્બામાં રાખી દેવામાં આવે. આયોડીન એ જગ્યાએ વધારે ચોંટી જાય છે કે જ્યાં કાર્બનિક પદાર્થો હાજર હોય. આથી આ ધબ્બાઓ દેખાવા લાગે છે. ખુલ્લી હવામાં રાખવાથી આયોડીન પુનઃ ઊડી જાય છે.

પદાર્થોની હાજરીને જોવા માટે બીજા ઘણા રસ્તા છે. તેમાંના કેટલાક ખૂબ જટીલ છે.

હવે આપણે એ જોવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે વિભિન્ન ઉદ્દેશો માટે ક્રોમેટોગ્રાફી કેવી રીતે કરવામાં આવે છે.

1. પદાર્થોને અલગ-અલગ કરવા : જ્યારે આપણે ક્રોમેટોગ્રાફી દ્વારા અલગીકરણની વાત કરીએ છીએ તો એનો અર્થ એ થાય છે કે આપણે ઇચ્છીએ છીએ કે મિશ્રણનાં બધા પદાર્થ (અથવા ક્યારેક કોઈ પસંદગીનો પદાર્થ) આપણને મળી જાય. એનો અર્થ એ કે આપણી પાસે મિશ્રણનું પ્રમાણ પૂરતું છે. અહીં પૂરતા પ્રામણનો અર્થ સ્પષ્ટ કરવો જરૂરી છે. ક્રોમેટોગ્રાફીના સંદર્ભમાં 'પૂરતું પ્રમાણ'નો અર્થ થોડાક મિલિગ્રામ સુધી હોઈ શકે છે. સામાન્ય ક્રોમેટોગ્રાફી દ્વારા તમે 5-10 મિગ્રા. સુધીનું અલગીકરણ કરી શકો છો. જો તમે ઉચ્ચ દબાણવાળી ક્રોમેટોગ્રાફી કરી રહ્યા છો તો આ પ્રમાણ માઇક્રોગ્રામમાં પણ હોઈ શકે છે.

અલગીકરણની દૃષ્ટિએ સામાન્ય રીતે આપણે સ્તંભ (એટલે કે કોલમ) ક્રોમેટોગ્રાફીનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. મિશ્રણનું પ્રમાણ ઓછું હોય તો પાતળા સ્તર (thin layer)ની ક્રોમેટોગ્રાફી કરવામાં આવે છે. સ્તંભ ક્રોમેટોગ્રાફી માટે ઘન અવસ્થાને કાચની એક નળીમાં ભરી લેવામાં આવે છે. એટલે કે ઘન અવસ્થાનો એક સ્તંભ બની જાય છે. આ સ્તંભના ઉપરના છેડેથી મિશ્રણને દ્રાવણ અવસ્થામાં નાખી દેવામાં આવે છે. હવે તરલ અવસ્થાને ઉપરથી નાખવાની શરૂઆત કરવામાં આવે છે. ધીરે-ધીરે તરલ પ્રવાહી અવસ્થા નીચે તરફ આગળ વધે છે અને સાથે-સાથે મિશ્રણના વિભિન્ન પદાર્થો અલગ-અલગ ગતિથી

આગળ વધે છે. જ્યારે પ્રવાહી અવસ્થા નળીના નીચલા છેડે પહોંચે ત્યારે તે જ સમયે ક્રોમેટોગ્રાફીને રોકી દેવામાં આવે તો જોવા મળતી સ્થિતિ બાજુના ચિત્રમાં દર્શાવેલ છે. તેમાંથી ચોક્કસ બધા પદાર્થો અલગ કરી શકાય છે. પરંતુ થોડી મુશ્કેલી પડી શકે છે. આ માટે આખા સ્તંભને નળીની બહાર કાઢીને જેમાં અલગ-અલગ પદાર્થો દેખાઈ આવે છે તે ભાગને છૂટો પાડી શકાય છે. આ દરેક ભાગમાં રહેલ પદાર્થને કોઈ દ્રાવકમાં ઓગાળીને પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. પરંતુ વ્યવહારમાં આ જ કાર્ય માટે સરળ રીત વાપરવામાં આવે છે.

ઉપરની રીતમાં થતી ક્રોમેટોગ્રાફીને રોકવામાં આવતી નથી. પ્રવાહીને નળીના નીચલા ભાગમાંથી વહેવા દેવામાં આવે છે અને તેને ફ્લાસ્કોમાં એકઠું કરી લેવામાં આવે છે. તરલ પ્રવાહી સાથે ક્યારે કયો પદાર્થ આવી રહ્યો છે તેની આપણને જાણ ન હોવાથી પ્રવાહી પદાર્થની થોડી થોડી માત્રાને (જેમ કે 25-25 મિલિ) અલગ-અલગ એકઠી કરવામાં આવે છે. આવા દરેક અંશને અલગ-અલગ જ રાખવામાં આવે છે. પછીથી તેનું વિશ્લેષણ કરીને જોવામાં આવે છે કે કોને-કોને પરસ્પર ભેળવી શકાય છે.

2. શુદ્ધતાની તપાસ કે ઓળખ : આ બંને ઉપયોગ વાસ્તવમાં એક જેવા જ છે. આની વિશેષતા એ છે કે પદાર્થની ખૂબ ઓછી માત્રાની સાથે પણ ક્રોમેટોગ્રાફીની મદદથી તેને કરી શકાય છે. તેનો સિદ્ધાંત ખૂબ જ સરળ છે.

જ્યારે ઘન અવસ્થા પર પ્રવાહી અવસ્થા આગળ વધે છે તો દરેક પદાર્થ તેની સાથે નિશ્ચિત ગતિથી આગળ વધે છે. આ બાબતને બે રીતે જોઈ શકાય છે.

પ્રથમ, જો ક્રોમેટોગ્રાફીને રોકવામાં ન આવે અને પ્રવાહી પદાર્થને વહેવા દેવામાં આવે તો પ્રવાહીના એક નિશ્ચિત પ્રમાણના વહી ગયા બાદ પ્રથમ પદાર્થ ઘન અવસ્થાના છેડે પહોંચશે. ત્યારબાદ તે તરલ પ્રવાહી સાથે વહીને બહાર નીકળી જાય છે. ત્યારબાદ પ્રવાહીને થોડા વધારે પ્રમાણમાં વહ્યા બાદ બીજો પદાર્થ આગળ વધશે.

જો આ જ બાબતને બીજી રીતે જોઈએ તો જો પ્રવાહી ઘન અવસ્થાના અંતિમ છેડે પહોંચે અથવા તેની પહેલા ક્રોમેટોગ્રાફીને રોકી દેવામાં આવે તો મિશ્રણના દરેક પદાર્થ ઘન અવસ્થામાં વિભિન્ન અંતરે પહોંચી ચૂક્યા હશે.

જો આ ક્રોમેટોગ્રાફી વારંવાર કરીએ અને દરેક વખતે પરિસ્થિતિ સમાન હોય તો દરેક સમયે પ્રત્યેક પદાર્થ એક નિશ્ચિત અંતરે જ પહોંચે છે.

પરંતુ ક્રોમેટોગ્રાફીની પરિસ્થિતિને એક સમાન રાખવી ખૂબ મુશ્કેલ છે. આથી એવું કરવામાં આવે છે કે જે પદાર્થોની પરસ્પર તુલના કરવાની હોય તેઓની ક્રોમેટોગ્રાફી એકસાથે કરવામાં આવે છે. જેમકે માની લો કે કોઈ વનસ્પતિમાંથી એક પદાર્થ પ્રાપ્ત કરેલ છે. તમારું અનુમાન છે કે આ પદાર્થ કોલેસ્ટ્રોલ છે. તમે ક્યાંકથી કોલેસ્ટ્રોલનો ચકાસાયેલ નમૂનો લાવશો અને તમારો પદાર્થ તથા આ માનક કોલેસ્ટ્રોલની ક્રોમેટોગ્રાફી એકસાથે નાખીને કરશો. જો બંને એક જ અંતર સુધી પહોંચે તો લગભગ નિશ્ચિતપણે તમે કહી શકો કે તમારો પદાર્થ કોલેસ્ટ્રોલ છે. જો બંને અલગ-અલગ અંતર સુધી પહોંચે તો નિશ્ચિતપણે કહી શકાય કે તમારો પદાર્થ કોલેસ્ટ્રોલ નથી.

આ પ્રકારની તુલના શાહીચૂસક કાગળવાળી ક્રોમેટોગ્રાફીમાં સહેલાઈથી કરી શકાય છે. બંને પદાર્થોને યોગ્ય દ્રાવકમાં ઓગાળીને એક જ કાગળ પર પાસે-પાસે તેઓનું એક-એક ટીપું લગાવીને ક્રોમેટોગ્રાફી કરી લો. તમારું કામ થઈ ગયું.

જોકે આ જ કાર્ય માટે પાતળા સ્તર (thin layer)ની ક્રોમેટોગ્રાફીનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પાતળા સ્તરની ક્રોમેટોગ્રાફી માટે ઘન અવસ્થાનું એક પાતળું સ્તર તૈયાર કરવું પડશે. કાચની પ્લેટ પર એક પાતળું સ્તર તૈયાર કર્યા બાદ બાકીનું કાર્ય કાગળની ક્રોમેટોગ્રાફીની માફક જ કરવામાં આવે છે. જોકે આ ચર્ચા દ્વારા તમે સમજી ગયા હશો કે સ્તંભ ક્રોમેટોગ્રાફીથી પ્રાપ્ત અંશોનું વિશ્લેષણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે.

તો હવે વાત કરીએ શુદ્ધતાની ચકાસણીની. કાગળ પર અથવા પાતળા સ્તરની ક્રોમેટોગ્રાફી કરતાં જો ક્રોમેટોગ્રામ પર પદાર્થ એક જ ધબ્બાના સ્વરૂપમાં દેખાય તો લગભગ પાકી વાત છે કે પદાર્થ શુદ્ધ છે. 'લગભગ પાકી વાત'ને પાકી કરવા માટે થોડો વધારે પરિશ્રમ કરવો પડશે. જો પ્રવાહી અવસ્થામાં થોડું પરિવર્તન કર્યા બાદ ફરીથી ક્રોમેટોગ્રાફી કરવા છતાં પણ પદાર્થ એક જ ધબ્બા સ્વરૂપે દેખાય તો ચોક્કસપણે માનવું કે તે પદાર્થ શુદ્ધ છે અને આ ચકાસણી ખરેખર મિલિગ્રામના સોમા ભાગથી પણ કરી શકાય છે.

જો ક્રોમેટોગ્રાફી શુદ્ધતાની ચકાસણીના હેતુસર જ કરવામાં આવી હોય તો પરિસ્થિતિઓમાં એવા પ્રકારની ગોઠવણ કરવામાં આવે છે કે આપણો પદાર્થ પ્રવાહીના અંતિમ છેડાથી લગભગ અડધા અંતરે પહોંચે.

ક્રોમેટોગ્રાફીના અન્ય ઘણાં સ્વરૂપ છે કે જેની ચર્ચા અત્રે કરવામાં આવી નથી.

C C C

ઊર્ધ્વપાતન-પદાર્થોનો એક રસપ્રદ ગુણ*

સામાન્ય રીતે જ્યારે આપણે ઘન પદાર્થોને ગરમ કરીએ છીએ તો આપણી અપેક્ષા એ હોય છે કે તેઓ પહેલા ઓગળશે અને ત્યારબાદ તે વરાળમાં રૂપાંતર પામશે. પરંતુ શું આ ક્રમ બધા પદાર્થોમાં જોવા મળે છે ? એવા કેટલાક પદાર્થો પણ હોય છે કે જે ઘન અવસ્થામાંથી સીધા વાયુમાં રૂપાંતરણ પામે છે. જેમકે નવસાર (એટલે કે એમોનિયમ ક્લોરાઇડ) અને આયોડીન. નવસાર તો સરળતાથી મળે તેવો પદાર્થ છે. તેને ગરમ કરીને તમે સ્વયં જોઈ શકશો કે તે વાયુ બનીને ઊડી જાય છે પણ ઓગળતો નથી. આ ક્રિયાને ઊર્ધ્વપાતન કહે છે.

પ્રશ્ન એ છે કે શું ઊર્ધ્વપાતનનો આ ગુણ આવા કેટલાક પદાર્થોમાં જ મળી આવે છે કે પછી બધા પદાર્થોમાં જોવા મળતો એક સામાન્ય ગુણ છે ? અને જો આ ગુણ બધા પદાર્થોમાં હોય તો આપણને દેખાતો કેમ નથી ?

પ્રવાહીના બાષ્પીભવન અંગે તમે થોડુંક તો જાણતા જ હશો. તેમ છતાં અત્રે આ ક્રિયાને ટૂંકમાં જોઈ લેવી અનુચિત નહીં ગણાય.

જ્યારે પાણી કે ખાદ્યતેલ જેવા કોઈ પ્રવાહીને ખુલ્લામાં છોડી દેવામાં આવે તો ધીમે-ધીમે તેનું બાષ્પીભવન થઈ ઊડી જાય છે. પરંતુ જો આ જ પ્રયોગ કોઈ બંધ વાસણમાં કરવામાં આવે તો સ્થિતિ થોડી અલગ હશે. થોડા સમય પછી આખું વાસણ એ પ્રવાહીની વરાળથી ભરાઈ જશે.

પરંતુ જો હવે આ વાસણને ગરમ કરવામાં આવે તો પ્રવાહીના અણુ બાષ્પીભવન પામે છે. પરંતુ ધીમે-ધીમે ફરી પાછું એક સંતુલન સ્થપાઈ જાય છે. હવે આ વાસણમાં બાષ્પનું પ્રમાણ વધારે હોવાથી તેનું દબાણ પણ વધી જાય છે. અહીં બે બાબતોનું ધ્યાન રાખવાનું છે. પ્રથમ વાત તો એ છે કે જુદા-જુદા તાપમાને બાષ્પનું દબાણ માપતી વખતે બાકીની પરિસ્થિતિઓ (જેવી કે પ્રવાહીની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ) સમાન રહેવી જોઈએ. બીજી વાત એ છે કે કોઈ તાપમાન પર કોઈ પ્રવાહીનું બાષ્પનું દબાણ કેટલું હશે તે બાબત પ્રવાહીની પ્રકૃતિ પર આધાર રાખે છે. એટલે કે કોઈપણ તાપમાને વિભિન્ન પ્રવાહીઓના બાષ્પનું દબાણ અલગ-અલગ હોય છે.

ઘનનું બાષ્પદબાણ

પ્રવાહીની જેમ જ દરેક ઘન પદાર્થ નિરંતર બાષ્પીભવન પામે છે. એ વાત જુદી છે કે બાષ્પનું પ્રમાણ એટલું ઓછું હોય છે કે આપણે તેને માપી શકતા નથી. પરંતુ જો આપણે કોઈ ઘનપદાર્થને બંધ હવાચૂસ્ત વાસણમાં રાખી દઈએ તો તેના કેટલાક અણુ બાષ્પીભવન પામે છે. પરિણામે તે વાસણમાં આપેલા પદાર્થનું થોડું પ્રમાણ બાષ્પના રૂપમાં ભરાઈ જાય છે. તેનું પોતાનું નિશ્ચિત દબાણ હોય છે.

વાસ્તવમાં આપણે આ ક્રિયાને રોજબરોજ જોઈએ, અનુભવીએ છીએ. 'ફિનાઇલ'ની ગોળીઓ આપણે કપડાના કબાટમાં મૂકીએ છીએ. તે ધીમે-ધીમે ઉડતી રહે છે. આ જ રીતે ઘણાં ઘન પદાર્થોની સુગંધ આપણને આવે છે. આ ગંધ વાસ્તવમાં તેઓના બાષ્પીકરણ દ્વારા જ આપણાં સુધી પહોંચે છે. જો કોઈ ઘન પદાર્થના બાષ્પીભવનનો દર ખૂબ વધારે હોય તો તેને બાષ્પશીલ ઘન કહી શકાય.

ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ :

આપણે ઉપર જોયું કે પ્રવાહીને ગરમ કરવાથી તેનું બાષ્પ દબાણ વધી જાય છે. એક એવી સ્થિતિ આવે છે કે જ્યારે બાષ્પદબાણ એ વાતાવરણના દબાણની બરાબર થઈ જાય છે. ત્યારે તે પ્રવાહી ઉકળવા લાગે છે. જે તાપમાન પર કોઈ પ્રવાહીનું બાષ્પદબાણ વાતાવરણના દબાણની બરાબર થાય ત્યારે તેને આપણે પ્રવાહીનું સામાન્ય ઉત્કલનબિંદુ કહીએ છીએ.

સ્વાભાવિક છે કે બહારનું દબાણ ઓછું કરી દેવામાં આવે તો પ્રવાહી ઓછા તાપમાને ઉકળવા લાગશે. પહાડી વિસ્તારોમાં આવી સ્થિતિ જોવા મળે છે. આનાથી વિરુદ્ધ જો બહારનું દબાણ વધારી દેવામાં આવે તો પ્રવાહી ઊંચા તાપમાને ઉકળશે. આ સ્થિતિ પ્રેશર કૂકરમાં જોવા મળે છે.

કોઈ ઘન પદાર્થનું સામાન્ય ગલનબિંદુ, એટલે જે તાપમાને

** શૈક્ષણિક સંદર્ભ, મે-જૂન, 1997*

તે ઓગળે છે, તેના પર પણ દબાણની અસર થાય છે. આથી આપણે કહીએ છીએ કે વાતાવરણના દબાણે કોઈ ઘન પદાર્થના ઓગળવાના તાપમાનને તેનું સામાન્ય ગલનબિંદુ કહી શકાય. સામાન્ય રીતે દબાણ વધવાથી ઘન પદાર્થનું ગલનબિંદુ વધી જાય છે. એટલે કે દબાણ વધવાથી ઘન પદાર્થ પોતાના સામાન્ય ગલનબિંદુથી વધારે તાપમાન પર પીગળે છે. બરફની વાત જુદી છે. દબાણ વધવાથી તેનું ગલનબિંદુ ઘટી જાય છે.

ઊર્ધ્વપાતન

ઘનમાંથી બાષ્પ બનવાની વાત આપણે કરી. જોવા જઈએ તો આ જ ક્રિયા ઊર્ધ્વપાતન છે. પરંતુ આ સંદર્ભમાં બે વાતનું ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે.

પ્રથમ વાત એ છે કે સામાન્ય રીતે ઘન પદાર્થોનું બાષ્પદબાણ ખૂબ ઓછું હોય છે. એટલે કે કોઈપણ તાપમાને ઘન ખૂબ ઓછા બાષ્પીભવન પામે છે. બીજી વાત વધારે મહત્ત્વની છે. આપણે ઉપર જોઈ ચૂક્યા છે કે બાષ્પદબાણ તાપમાન પર આધાર રાખે છે. ઘનને ગરમ કરવાથી બાષ્પદબાણ વધે છે. પરંતુ એવી સ્થિતિ આવશે કે જ્યારે તે ઓગળી જશે.

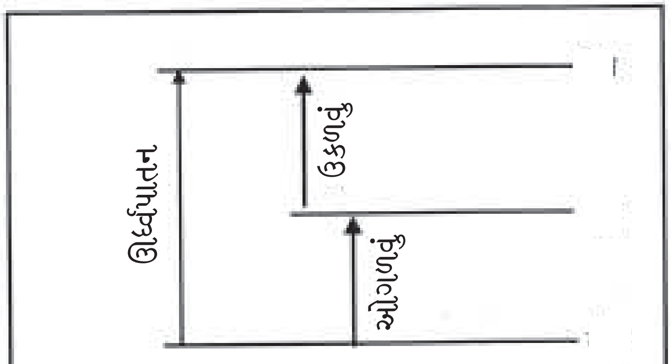
ઊર્ધ્વપાતન માટે એ જરૂરી છે કે ઘન પદાર્થનું ગલનબિંદુ આવે એ પહેલાં તેનું બાષ્પદબાણ વાતાવરણીય દબાણ સુધી પહોંચી જાય. આવી સ્થિતિમાં તે ઉકળવા લાગે છે. તેથી ઘણીબધી બાષ્પ નીકળે છે અને તે ઠંડી થઈને પુનઃ ઘન સ્વરૂપમાં જમા થઈ જાય છે. આ સમગ્ર પ્રક્રિયાને ઘનનું નિસ્યંદન કહી શકાય.

જે તાપમાને કોઈ ઘનનું બાષ્પદબાણ વાતાવરણીય દબાણની બરાબર થઈ જાય તેને ઊર્ધ્વપાતન તાપમાન અથવા ઊર્ધ્વપાતન બિંદુ પણ કહે છે.

શું તમામ ઘન ઉકળશે ?

આપણે લેખની શરૂઆતમાં જ પ્રશ્ન મૂક્યો હતો કે શું તમામ ઘન પદાર્થોમાં ઊર્ધ્વપાતન ગુણ હશે ? હવે આપણે આ પ્રશ્નનો જવાબ આપવાની સ્થિતિમાં છીએ.

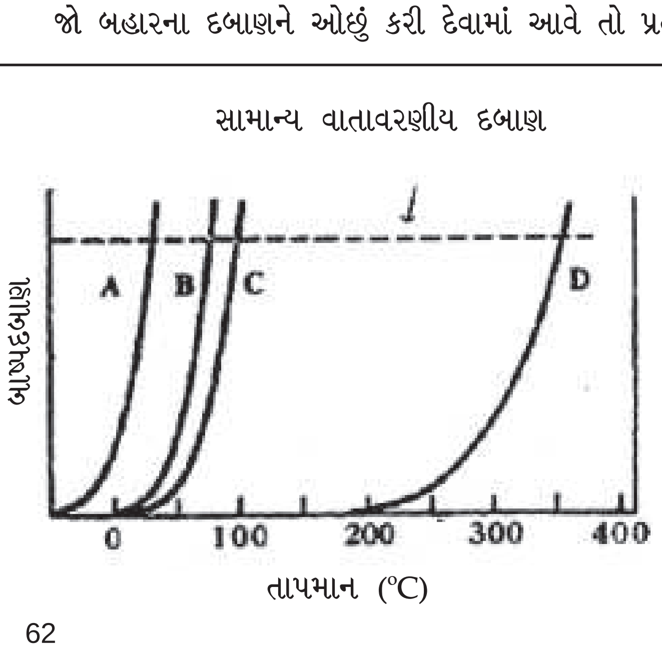
એ વાત તો સાચી છે કે તમામ ઘનપદાર્થો થોડીઘણી માત્રામાં બાષ્પીભવન પામે છે. પરંતુ તેમનું બાષ્પદબાણ ખૂબ ઓછું હોય છે. તાપમાનની સાથે તેઓનું બાષ્પદબાણ વધે છે પરંતુ એટલું બધું નથી વધતું કે તે વાતાવરણીય દબાણની બરાબર થઈ જાય. આમ થાય તે પહેલાં જ તેઓ ઓગળી જાય છે. એટલે કે બધા ઘન પદાર્થોનું સામાન્ય વાતાવરણીય દબાણ પર ઊર્ધ્વપાતન થતું નથી.



પદાર્થની ત્રણ અવસ્થાઓ – ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ તેમાં પરસ્પર – ઉકળવું, ઓગળવું, ઊર્ધ્વપાતન

પરંતુ દબાણ ઓછું કરી દેવામાં આવે તો ? જી હા, જો બહારના દબાણને ઓછું કરી દેવામાં આવે તો પ્રત્યેક

વિભિન્ન પ્રવાહી (ડાઈ ઇથાઇલ ઈથર, ઈથેનોલ, પાણી અને પારો) માટે બાષ્પદબાણ અને તાપમાન વચ્ચેનો ગ્રાફ (ક્રમશ : A, B, C અને D) અત્રે દર્શાવેલ છે. ગ્રાફમાં દર્શાવેલ ત્રુટક રેખા સામાન્ય વાતાવરણીય દબાણ દર્શાવે છે. જેમ-જેમ વિભિન્ન દ્રાવણોનું બાષ્પદબાણ વાતાવરણીય દબાણની બરાબર થવા લાગે છે તેમ તેમ દ્રાવણો ઉકળવા લાગે છે.



ઘનપદાર્થ માટે એક એવું તાપમાન ચોક્કસ હશે કે જ્યાં તેનું ઊર્ધ્વપાતન થઈ જાય. એટલે કે જો બરફને ખૂબ ઓછા દબાણે રાખવામાં આવે તો તેનું ઊર્ધ્વપાતન સંભવ છે.

સમગ્ર રીતે જોતાં આપણે એ જોવું પડશે કે આપેલ તાપમાને કોઈ ઘન પદાર્થનું બાષ્પદબાણ કેટલું છે. જો બહારના દબાણને પણ આટલું જ કરી દેવામાં આવે તો ઊર્ધ્વપાતન થઈ જશે.

શું ઊર્ધ્વપાતિત ઘન ઓગળશે ?

આવા ઘન પદાર્થોમાં ગલનબિંદુ આવે તે પહેલા બાષ્પદબાણ એ વાતાવરણીય દબાણની બરાબર થઈ જાય છે. આથી તેઓ ઓગળતાં અગાઉ જ ઉકળવા લાગશે. એટલે કે સામાન્ય વાતાવરણીય દબાણ પર આ પદાર્થો ઓગળશે નહીં. તેઓને ઓગાળવા માટે આપણે વિશેષ પ્રયત્ન કરવો પડશે. તેના પરનું દબાણ વધારવું પડશે. દબાણમાં એટલો વધારો કરવો પડશે કે જેથી ગલનબિંદુ પ્રાપ્ત થતાં પહેલાં તેઓનું બાષ્પદબાણ વધેલા દબાણની બરાબર ન થાય.

પ્રશ્ન એ છે કે કેમ કેટલાંક પદાર્થોનું બાષ્પદબાણ વધીને વાતાવરણીય દબાણ જેટલું થઈ જાય છે ? જ્યારે મોટાભાગનાં ઘનપદાર્થોમાં આવી સ્થિતિ નથી આવતી. હું આ બાબતમાં માત્ર એટલું જ કહેવા માગીશ કે મને તો ખબર નથી કે એવું કેમ થાય છે. સંભવિત રીતે પદાર્થોના અવસ્થા પરિવર્તન અંગેની આપણી સમજ જ ખૂબ સીમિત છે.

ઉકળવા/ઓગળવાની ગુપ્ત ઉષ્માઓ

આપણે એ તો જાણીએ જ છીએ કે પદાર્થોને ઓગાળવા કે ઉકાળવાની ક્રિયામાં ઉષ્માની જરૂર પડે છે. જ્યારે કોઈ પદાર્થ ઓગળે કે ઉકળે છે ત્યારે તે ગરમીનું શોષણ કરે છે, પરંતુ તેનું તાપમાન બદલાતું નથી. શોષણ કરેલ ઉષ્મા તેના અવસ્થા પરિવર્તનમાં વપરાઈ જાય છે. તેને ગુપ્ત ઉષ્મા કહે છે. ઓગળવાની ગુપ્ત ઉષ્મા અલગ હોય છે, જ્યારે ઉકળવાની ગુપ્ત ઉષ્મા પણ અલગ હોય છે.

ઊર્ધ્વપાતનની ક્રિયામાં ગુપ્ત ઉષ્માનું શોષણ થાય છે. કોઈપણ પદાર્થને ઊર્ધ્વપાતનની ગુપ્ત ઉષ્મા તેઓના ઓગળવા અને ઉકળવાની ગુપ્ત ઉષ્માના સરવાળા બરાબર હોય છે.

હવે સ્થિતિ એ છે કે ઘન પદાર્થોનું બાષ્પીભવન દરેક તાપમાને થાય છે. તાપમાન વધારવાથી બાષ્પીભવન વધે છે. કેટલાક ઘન પદાર્થો એવા હોય છે કે જેમનું બાષ્પદબાણ એટલું બધું વધી જાય છે કે તે વાતાવરણીય દબાણ જેટલું થઈ જતાં તે 'ઉકળવા' લાગે છે. તેને ઊર્ધ્વપાતન કહે છે. આવા પદાર્થોના પૃથક્કરણ અને સંશોધનમાં આ રીત નિસ્યંદન જેટલી જ ઉપયોગી છે.

C C C

પાણી – નરમ અને કઠિન

રાસાયણિક ગુણધર્મોને ઓળખવાની એક સરળ રીત

આ પ્રકરણના પ્રયોગો ખૂબ સરળતાથી કરી શકાય તેવા છે તેમજ તેમાં કરવામાં આવેલ વાતો સામાન્ય અનુભવોનો જ ભાગ છે. આજે કપડાં-વાસણ ધોવા માટે ડીટર્જન્ટનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો છે અને વરાળથી ચાલતાં એન્જિન વપરાશમાંથી બહાર થઈ ગયા છે. આથી થોડાઘણા અંશે બાળકો સમક્ષ કઠિન પાણીની સમસ્યા એટલા સ્પષ્ટ સ્વરૂપમાં કદાચ ન આવતી હોય પરંતુ ક્યાંક ને ક્યાંક તેઓનો સામનો આ સમસ્યાથી થાય છે જ. સ્નાન કરતી વખતે ફીણ ન થવું કે દાળ ન ચઢવી વગેરે સામાન્ય સમસ્યાઓ છે. જો કોઈ માણસ આજીવન માત્ર કઠિન પાણીનો જ ઉપયોગ કરશે તો તેને ક્યારેય ખબર નહીં પડે કે કઠિન પાણીના સમસ્યાઓ કઈ છે. તેમના માટે તો આ સામાન્ય સ્થિતિ હશે.

પાણીમાં કઠિનતાની તપાસ કરતી વખતે આપણે પદાર્થોના રાસાયણિક ગુણધર્મોની જ તપાસ કરી રહ્યા હોઈએ છીએ. સૌપ્રથમ વિભિન્ન સ્રોતોમાંથી મળેલ પાણીની તપાસ કરીને બાળકો એ વાતથી પરિચિત થાય છે કે અલગ-અલગ જગ્યાનું પાણી સાબુની સાથે અલગ-અલગ વ્યવહાર કરે છે. તુલના કરવા માટે નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે.

અહીં એક વાત સ્પષ્ટ કરવી જરૂરી છે કે ડીટર્જન્ટ અલગ પ્રકારનું રસાયણ છે અને પાણીની કઠિનતાની હાજરીમાં તેની ફીણ કરવાની ક્રિયામાં કોઈ અવરોધ ઉત્પન્ન થતો નથી. આથી તમામ પ્રયોગ સાબુથી કરવા પડશે. ન્હાવાના સાબુને લેવાથી એ સુનિશ્ચિત થઈ જશે કે આપણે ‘સાબુ’નો જ ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ, ડીટર્જન્ટનો નહીં. જોકે તમામ પ્રયોગ સાબુ અને ડીટર્જન્ટની સાથે કરવામાં આવ્યા છે કે જેથી તેઓ વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ થઈ શકે.

પ્રયોગોમાં પાણીની માત્રા એકસમાન રાખવા પર ખૂબ ભાર આપવામાં આવ્યો છે. સાબુના દ્રાવણનાં એકસમાન ટીપાં નાખો અને દરેક વખતે બરાબર હલાવો. પ્રયોગો દરમિયાન કાળજી અને સાવધાની રાખવાનો એક સારો અભ્યાસ અત્રે થઈ શકે છે. તુલનાત્મક પ્રયોગો કરવાનો બાળકોનો આ પ્રથમ અનુભવ છે.

રાસાયણિક પ્રયોગોમાં સાધનોની સાફ-સફાઈની જરૂરિયાત અહીં દેખાઈ આવે છે. એક ટીપું પાણી કે સાબુનું દ્રાવણ આમથી તેમ થયું તો પરિણામમાં ગરબડ ઊભી થઈ શકે છે.

એક વાતનું ધ્યાન રાખો. પાણીમાં સોડિયમ ક્લોરાઇડ ઓગળતાં આપણે કઠિનતાની અપેક્ષા રાખી શકીએ છીએ. સામાન્ય રીતે સોડિયમ ક્લોરાઇડના નામે આપણે મીઠાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. તેમાં કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડની અશુદ્ધિ મળેલી હોય છે. આ અશુદ્ધિના કારણે ક્યારેક સોડિયમ ક્લોરાઇડ પાણીને કઠિન બનાવી દે છે. આ સમસ્યાથી છૂટકારો મેળવવાની બે રીતો છે – એક તો પ્રયોગશાળામાં વપરાતો સોડિયમ ક્લોરાઇડ વાપરવો અથવા તો પાણીમાં ખૂબ ઓછી માત્રામાં સોડિયમ ક્લોરાઇડ નાખવો જેથી અશુદ્ધિનું પ્રમાણ ઓછામાં ઓછું રહે.

ત્યારબાદ નિસ્યંદિત પાણીમાં અલગ-અલગ ક્ષારોને ઓગાળીને એ જોવામાં આવે છે કે કયો ક્ષાર પાણીને કઠિન બનાવે છે અને કયો નહીં. આ દ્વારા આપણે ઉપરછલ્લું વર્ગીકરણ કરી શકીએ છીએ. તેના આધારે તારણ કાઢવાની પ્રક્રિયા કરી શકાય છે કે કયા પ્રકારના ક્ષારો કઠિનતા પેદા કરશે. જેમકે શિક્ષકોની સાથે જ્યારે સોડિયમ ક્લોરાઇડ, એમોનિયમ ક્લોરાઇડ, કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ, કેલ્શિયમ સલ્ફેટ, મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ, કોપર સલ્ફેટ, સોડિયમ સલ્ફેટ, કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ, સોડિયમ કાર્બોનેટને લઈને પ્રયોગો કર્યા તો તેઓ જોઈ શક્યા કે ક્લોરાઇડ કે સલ્ફેટ હોવાથી કઠિનતા પેદા થઈ પણ શકે છે અને ન પણ થાય. પરંતુ કેલ્શિયમ કે મેગ્નેશિયમ હોય તો કઠિનતા અવશ્ય પેદા થાય છે. આ ઉત્કલ્પનાની તપાસ કરવા માટે બીજા ઘણાં ક્ષારો થકી પ્રયોગ કરવો પડશે પરંતુ આ વિશ્લેષણ રાસાયણિક પદાર્થોની સાથે પરિચય કેળવવાનો એક સારો માર્ગ છે. જોકે બાળકો હજી સુધી એ બાબતથી પરિચિત નથી કે ‘કેલ્શિયમ સલ્ફેટ’નો અર્થ એ છે કે તેઓ ‘કેલ્શિયમ’ અને ‘સલ્ફેટ’ નામના બે એકમોને મળીને બનેલો છે. આથી તેઓની સાથેની વાતચીતને

પૂરા આખા ક્ષાર પૂરતી સીમિત રાખવી જ યોગ્ય રહેશે.

એક પ્રયોગ (પ્રયોગ-4-ફીણ અને અવક્ષેપનો સંબંધ) કઠિનતા માપન માટે પણ આપેલ છે. નોંધપાત્ર બાબત એ છે કે આ પ્રયોગ દ્વારા કઠિનતાના પ્રમાણનું ઉપરછલ્લું અનુમાન જ કરી શકાય છે. વાસ્તવમાં આ પ્રયોગ કઠિનતાના માપનનો નથી પરંતુ એ સમજવામાં મદદ કરવા માટેનો છે કે કઠિન પાણીમાં જે અવક્ષેપ બને છે તે સાબુ અને પાણીમાં રહેલ ક્ષારો વચ્ચેની ક્રિયાથી બને છે. આ અવક્ષેપના બનવામાં સાબુ વધારે પ્રમાણમાં ખર્ચ થાય છે. અવક્ષેપ બનવાની આ ઘટનાને 'સાબુનું ફાટવું' પણ કહે છે. કઠિનતાના સચોટ માપન માટે થોડા વિશિષ્ટ રસાયણોનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. આ બાબતને હવે પછીના ધોરણો માટે બાકી રાખી શકાય છે. પરંતુ જો તમે ઇચ્છો અને તમારી પાસે સુવિધા હોય તો કઠિનતાના માપનની રીત આગળ આપવામાં આવેલ છે.

આગળના સ્તરે કેટલાક કઠિન પાણીનાં નમૂનાને લઈને પ્રયોગોના માધ્યમથી એ સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરેલ છે કે કઠિનતા બે પ્રકારની હોય છે – સ્થાયી કઠિનતા અને અસ્થાયી કઠિનતા. અહીં એ પ્રશ્ન પણ ઊભો થાય છે કે પાણીના વિભિન્ન ઉપયોગોના સંદર્ભમાં આ બે કઠિનતાઓનું શું મહત્ત્વ હશે ?

છેલ્લે કઠિન પાણીને નરમ બનાવવાને સંલગ્ન પ્રયોગ (પ્રયોગ-5) દર્શાવેલ છે.

આ પ્રકરણના તમામ પ્રયોગમાં નિસ્યંદિત પાણીનો જ ઉપયોગ કરવામાં આવશે, સિવાય કે એવા પ્રયોગો કે જેમાં કોઈ અન્ય પાણીની વિશેષ રૂપે તપાસ કરવામાં આવી રહી હોય.

C C C

પાણી – નરમ અને કઠિન*

પાણીનો ઉપયોગ તો તમે દિવસ-રાત કરો છો. પાણી એટલી મહત્ત્વની વસ્તુ છે કે તેના વગર જીવનની કલ્પના કરવી પણ મુશ્કેલ છે. પાણીનું આ મહત્ત્વ તેના ગુણોના કારણે છે.

તમે પાણીના ઘણાં ગુણોનું અધ્યયન કર્યું છે. આમ પણ દૈનિક જીવનમાં ઉપયોગી હોવાના કારણે તમે તેના ઘણાં ગુણો તો જાણો જ છો.

પાણીના ઉપયોગો અને ગુણોની એક યાદી બનાવો.

આ પ્રકરણમાં આપણે પાણીના એક વિશેષ ગુણનો અભ્યાસ કરીશું. પરંતુ તે પહેલાં તમે એ જણાવો કે તમે શું એવા પાણીનો ક્યારેય ઉપયોગ કર્યો છે કે જેની સાથે સાબુ લગાવવાથી ફીણ થતું ન હોય ?

આપણે આ પ્રકરણમાં એ વાત સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે શા માટે કેટલીક જગ્યાના પાણીમાં સાબુની સાથે બિલકુલ ફીણ થતું નથી અને આવા પાણીને સારું કરવાનો ઉપાય શું છે ? આ પ્રકરણ માટે પાણીના અલગ-અલગ સ્રોતો જેવા કે કૂવો, નળ, નદી, તળાવ વગેરેમાંથી પાણી લાવવાનું રહેશે.

પરંતુ એક વાત તો રહી જ ગઈ. જ્યારે આપણે કહીએ છીએ કે કેટલાંક પાણીમાં ફીણ ઓછું થાય છે, પણ શાનાથી ઓછું ? આપણી પાસે કોઈ તો માપદંડ હોવો જોઈએ કે જેની સાથે તુલના કરીને આપણે કહી શકીએ કે ફીણ ઓછું છે કે વધારે. આપણો આ માપદંડ હશે વરસાદના પાણી અથવા નિસ્યંદિત પાણી સાથે થતું ફીણ.

નિસ્યંદિત પાણી

આગળના દરેક પ્રયોગ માટે દરેક જૂથને લગભગ એક ગ્લૂકોઝની બોટલ જેટલું નિસ્યંદિત પાણી જોઈશે. નિસ્યંદિત પાણી એકત્રિત કરવા માટે એક પહોળા મોંવાળું વાસણ વરસાદમાં રાખી દો. એ જરૂરી છે કે વાસણને એવી ખુલ્લી જગ્યાએ રાખવામાં આવે કે જેની આસપાસ કોઈ વૃક્ષ, છત વગેરેમાંથી પાણી ન ટપકે. તેની સાથે સાથે એ બાબતનું પણ ધ્યાન રાખવું કે વાસણમાં આજુબાજુની માટી ઉછળીને પડે નહિ. એકત્રિત કરેલ વરસાદના પાણીને ગ્લુકોઝની સાફ કરેલ બોટલમાં બૂચ લગાવીને રાખી લો. આ જ તમારું નિસ્યંદિત પાણી છે.

- ***શું તમે જણાવી શકો છો કે વરસાદ અને નિસ્યંદનની ક્રિયામાં શું સમાનતા છે ?(1)***

સાબુનું દ્રાવણ

આ દ્રાવણ આખા વર્ગ માટે એકસાથે જ બનાવવામાં આવશે. આ માટે ડીટર્જન્ટનો નહીં પરંતુ ન્હાવાના સાબુનો જ ઉપયોગ કરવો. એક બીકરને નિસ્યંદિત પાણીથી અડધું ભરો. તેમાં ન્હાવાના સાબુના ટુકડા કરીને નાખી દો. તેને ઓગળવા દો. ત્યારબાદ બરાબર હલાવીને દ્રાવણ બનાવી લો. દ્રાવણ એટલું ગાઢ હોવું જોઈએ કે ત્રીજા ભાગની ટેસ્ટટ્યૂબ જેટલા નિસ્યંદિત પાણીમાં તેનાં 5-6 ટીપાં નાખવાથી ખૂબ ફીણ પેદા થાય.

પ્રયોગ-1

આ પ્રયોગમાં પાણીના અલગ-અલગ નમૂનામાં સાબુથી બનેલ ફીણની તુલના નિસ્યંદિત પાણીમાં બનેલા ફીણ સાથે કરીશું. આ દરમિયાન ત્રણ સાવધાની રાખવી પડશે.

1. **તુલના માટે પાણીનું એકસમાન પ્રમાણ લેવું પડશે.**

બાળ વૈજ્ઞાનિક ધોરણ-7, 1987 (થોડા સુધારા સાથે)

2. **સાબુના દ્રાવણના એકસમાન ટીપાં નાખવામાં આવે.**

3. **તુલના કરતી વખતે સાબુનું દ્રાવણ નાખ્યા બાદ પાણીના દરેક નમૂનાને સમાન સમય માટે હલાવવામાં આવે.**

- **શું તમે જણાવી શકશો કે આ ત્રણ સાવધાનીઓ રાખવાની જરૂર શી છે ? (2)**

બે ટેસ્ટટ્યૂબને નિસ્યંદિત પાણીથી ત્રીજા ભાગ સુધી ભરો. તેમાંથી એકમાં સાબુના દ્રાવણના 5-10 ટીપાં નાખીને હલાવો. બીજી ટેસ્ટટ્યૂબમાં ડીટર્જન્ટના દ્રાવણના 5-10 ટીપાં નાખીને હલાવો. આ બંનેનો ઉપયોગ આપણે તુલના માટે કરીશું. તેને યોગ્ય ચબરખી મારીને સ્ટેન્ડમાં રાખી દો.

સાબુ અને ડીટર્જન્ટ માટે અલગ-અલગ ડ્રોપરનો ઉપયોગ કરવો.

હવે બે ટેસ્ટટ્યૂબ લો. એક પર 'ક' અને બીજી પર 'ખ' લેબલ લગાવી દો. આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં વારાફરતી પાણીના અલગ-અલગ નમૂનાઓની તપાસ કરીશું.

સૌથી પહેલાં બંને ટેસ્ટટ્યૂબમાં નદીનું પાણી લો.

- **પાણી કેટલું લેશો ? (3)**

ટેસ્ટટ્યૂબ 'ક'માં સાબુના દ્રાવણનાં એટલા જ ટીપાં નાખો કે જેટલા ઉપરના નિસ્યંદિત પાણીમાં નાખ્યાં હતાં. આ જ રીતે ટેસ્ટટ્યૂબ 'ખ'માં ડીટર્જન્ટના એટલાં જ ટીપાં નાખો કે જેટલાં તુલના માટે નિસ્યંદિત પાણીમાં નાખ્યા હતા. તેને સારી રીતે હલાવો. જુઓ કેટલું ફીણ થયું. તુલના માટે રાખેલ ટેસ્ટટ્યૂબનું ફીણ અત્યાર સુધીમાં કદાચ બેસી ગયું હશે. તેને ફરીથી હલાવો. હવે 'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાં બનેલ ફીણની તુલના નિસ્યંદિત પાણીમાં બનેલ ફીણની સાથે કરો.

ટેસ્ટટ્યૂબ 'ક'માં બનેલા ફીણની તુલના નિસ્યંદિત પાણીમાંના સાબુના દ્રાવણ સાથે બનેલ ફીણ જોડે કરો. ટેસ્ટટ્યૂબ 'ખ'માં બનેલ ફીણની તુલના નિસ્યંદિત પાણીમાં ડીટર્જન્ટના દ્રાવણ સાથે બનેલ ફીણ જોડે કરો.

તુલના કરતી વખતે જુઓ કે 'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાં નિસ્યંદિત પાણીની તુલનાએ કેટલું ફીણ બન્યું છે – વધારે કે ઓછું.

તમારા અવલોકન સારણીમાં નીચે મુજબ ભરો.

નિસ્યંદિત પાણી જેટલું જ કે તેથી વધારે ફીણ : ધન ચિહ્ન (+)

નિસ્યંદિત પાણી કરતાં ઓછું ફીણ : ઋણ ચિહ્ન (–)

એ પણ જુઓ કે હલાવ્યા બાદ કોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ (અવક્ષેપ) તો નથી બન્યો ને ? તેને પણ તમારી સારણીમાં નોંધી લો.

આ જ પ્રયોગ હવે કૂવા અને નળના પાણીની સાથે કરો.

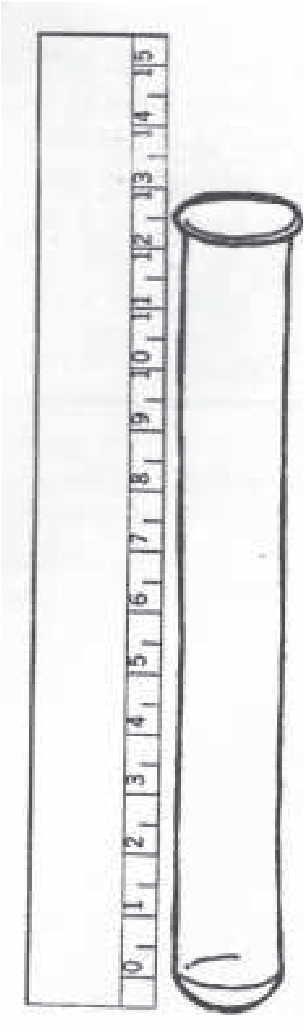
(દરેક વખતે ટેસ્ટટ્યૂબ ધોવાનું ભૂલશો નહીં.)

ડીટર્જન્ટનું દ્રાવણ

બજારમાં મળનાર કોઈપણ ડીટર્જન્ટ સાબુ કે પાવડર લઈને નિસ્યંદિત પાણીમાં (લગભગ અડધું બીકર) ઓગાળી લો. આ દ્રાવણ પણ ખૂબ ગાઢ થવું જોઈએ.

હવે પ્રયોગ સામગ્રી તૈયાર છે.

જો બાળકો તુલનાત્મક પ્રયોગો અંગે જાણતા હશે તો પ્રશ્ન-2નો સચોટ જવાબ આપી શકશે. જો ન જાણતા હોય તો પ્રશ્ન-2ના સંદર્ભમાં એ વાત પર ચર્ચા થવી જોઈએ કે જ્યારે આપણે તુલના કરવા માગીએ છીએ ત્યારે જેની તુલના થઈ રહી છે તે સિવાયની બધી બાબતો સમાન રહેવી જોઈએ. પ્રશ્ન-3માં આ બાબતની ચકાસણી કરવામાં આવી છે.



બા.વે. ધોરણ-7, 2001, પૃ.47

- **તમામ પરિણામ સારણી-1માં નોંધી લો. (3)**

સારણી-1

ક્રમ	નમૂનાનું નામ	સાબુથી પ્રયોગ		ડીટર્જન્ટથી પ્રયોગ	
		નિસ્યંદિત પાણીની તુલનામાં ફીણનું પ્રમાણ	અવક્ષેપો બન્યા કે નહીં	નિસ્યંદિત પાણીની તુલનામાં ફીણનું પ્રમાણ	અવક્ષેપો બન્યા કે નહીં
1.	નદીનું પાણી				
2.	કૂવાનું પાણી				
3.	નળનું પાણી				
4.	....				
5.	...				

સારણી-1ને પૂરેપૂરી ભરી લીધા બાદ બાળકો વિભિન્ન સ્રોતોના પાણીના ઉપરછલ્લા જૂથ પાડી શકે છે.

કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ ખૂબ અસ્થિર ક્ષાર છે. સામાન્ય રીતે બજારમાં મળતો નથી અને મળે છે તો પણ ખૂબ જ વિઘટન પામેલ હોય છે. આથી વધારે સારું એ છે કે પ્રયોગ કરતી વખતે જ તેને બનાવી લેવામાં આવે. ચૂનાના પાણીમાં ફૂંક મારતા અગાઉ તેમાં દૂધિયાપણું આવે છે અને ફૂંક મારતા રહેવાથી દ્રાવણ સાફ થઈ જાય છે. વાસ્તવમાં આ જ કેલ્શિયમ કાર્બોનેટનું દ્રાવણ છે. આ દ્રાવણનો ઉપયોગ પ્રયોગ-4માં પણ કરવો.

પ્રયોગ-2

હવે આપણે પાણીના કેટલાક એવા નમૂનાઓ સાથે પ્રયોગ-1ની પ્રક્રિયા કરીશું કે જેમાં આપણે આપણી મરજીથી કેટલાક ક્ષારો ઓગાળ્યા છે. સારણી-2માં કેટલાક ક્ષારોની યાદી આપેલ છે. તમારા પ્રયોગ માટે વારાફરતી આ ક્ષારોનો ઉપયોગ કરો.

ટેસ્ટટ્યૂબ 'ક' અને 'ખ'ને નિસ્યંદિત પાણીથી બરાબર સાફ કરો. તેમાં ત્રીજા ભાગનું નિસ્યંદિત પાણી ભરો. બંનેમાં ચોખાના એક દાણા જેટલો ક્ષાર નં.1 (કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ) નાખો. હવે ટેસ્ટટ્યૂબ 'ક'માં સાબુના દ્રાવણના ટીપાં ગણીને નાખો. ટેસ્ટટ્યૂબ 'ખ'માં ડીટર્જન્ટના દ્રાવણના ટીપાં પણ ગણીને નાખો.

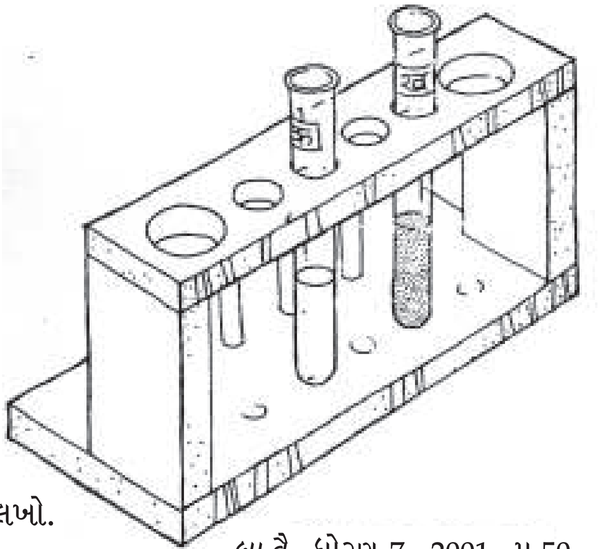
કેટલાં ટીપાં નાખશો ?

- **નિસ્યંદિત પાણી સાથે તુલના કરી સારણી-1ની માફક તમારા પરિણામ સારણી-2માં લખો. (4)**

સારણી-2

ક્રમ નં.	નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળેલ ક્ષાર	સાબુથી પ્રયોગ		ડીટર્જન્ટથી પ્રયોગ	
		નિસ્યંદિત પાણીની તુલનામાં ફીણનું પ્રમાણ	અવક્ષેપો બન્યા કે નહીં	નિસ્યંદિત પાણીની તુલનામાં ફીણનું પ્રમાણ	અવક્ષેપો બન્યા કે નહીં
1.	કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ				
2.	સોડિયમ ક્લોરાઇડ				
3.	કેલ્શિયમ સલ્ફેટ				
4.	મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ				
5.	સોડિયમ કાર્બોનેટ				
6.	કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ				

આ પ્રયોગ બધા જ ક્ષારો માટે વારાફરતી કરો.
સારણી-2ના આધારે નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર આપો.



બા.વૈ. ધોરણ-7, 2001, પૃ.50

- **શું તમામ પ્રકારના ક્ષારોનું દ્રાવણ સાબુની સાથે એકસમાન ફીણ આપે છે ? (5)**

જે પાણી સાબુની સાથે વધારે ફીણ (નિસ્યંદિત પાણીની જેટલું જ કે વધારે) આપે તેને **નરમ પાણી** કહે છે.

જે પાણી ઓછું ફીણ આપે તેને **કઠિન પાણી** કહે છે.

- **શું નિસ્યંદિત પાણી નરમ છે ? (6)**
- **સારણી-1ના આધારે પાણીના વિભિન્ન સ્રોતોના સમૂહ બનાવો. (7)**

સારણી-2ના આધારે ક્ષારોના સમૂહ બનાવી સારણી-3માં લખો.

સારણી-3

પાણીને કઠિન ન બનાવનાર ક્ષારો	**પાણીને કઠીન બનાવનાર ક્ષારો**	**સાબુની સાથે અવક્ષેપ બનાવનાર ક્ષારો**
સોડિયમ ક્લોરાઇડ પર વિશેષ ધ્યાન આપો. પ્રકરણમાં સંબંધિત ટિપ્પણી જુઓ.		

- **કયા-કયા ક્ષારોને ઓગાળવાથી પાણી કઠિન થઈ જાય છે? (8)**
- **શું કોઈ એવા ક્ષારો છે કે જેને ઓગાળવા છતાં પાણી નરમ રહે છે ? (9)**
- **શું તે જરૂરી છે કે નરમ પાણી શુદ્ધ હોય ? (10)**
- **એવા કયા-કયા ક્ષારો છે કે જેને ઓગાળ્યા બાદ સાબુ ઉમેરતાં અવક્ષેપ બને છે ? (11)**
- **શું અવક્ષેપ બનાવતા ક્ષારો અને પાણીને કઠિન બનાવતા ક્ષારો વચ્ચે કોઈ સંબંધ દેખાય છે ? જો હા, તો કયો ? (12)**
- **શું કઠિનતા ઉત્પન્ન કરનાર અને સાબુ સાથે અવક્ષેપ બનાવનારા ક્ષારો એક જ છે ? (13)**
- **શું ડીટર્જન્ટ તમામ પ્રકારના પાણી સાથે સમાન ફીણ બનાવે છે ? (14)**
- **શું ડીટર્જન્ટની સાથે કોઈ ક્ષારે અવક્ષેપ બનાવ્યા ? (15)**

શું પ્રશ્નોના જવાબના આધારે તમે અવક્ષેપનું બનવું અને ફીણનું ન બનવું વચ્ચેનાં પારસ્પરિક સંબંધ અંગે કંઈ કહી શકો છો ? શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરો.

- *આ પ્રશ્નો ફીણનું ન બનવું અને અવક્ષેપનું બનવું એ બંને વચ્ચેનો સંબંધ સ્થાપિત કરે છે. તમે જોશો કે પ્રશ્ન-12 જે બાબત પૂછે છે, પ્રશ્ન-13 તેના ઉત્તરનો સંકેત આપે છે.*
- *જો પ્રશ્ન-13ની ચર્ચા આગળ વધે તો એ બાબત સામે આવશે કે અવક્ષેપ વાસ્તવમાં સાબુ અને ક્ષારની પ્રક્રિયાથી બને છે અને જ્યારે અવક્ષેપો બની જાય છે ત્યારે સાબુ અદ્રાવ્ય બની જાય છે અને ફીણ થવાનો તો પ્રશ્ન જ ઊભો થતો નથી. તમામ ક્ષારોની સાબુ સાથેની પ્રક્રિયા થઈ ગયા બાદ જ ફીણ થશે. આથી કઠિન પાણીમાં સાબુ વધારે વપરાય છે.*
- *પ્રશ્ન-10માં એ બાબત પર ચર્ચા થશે કે શુદ્ધ એટલે એવું પાણી કે જેમાં બીજું કંઈ ભેળવેલ ન હોય. પ્રશ્ન-9ના ઉત્તર તરફ બાળકોનું ધ્યાન દોરીને 'શુદ્ધ' અને 'નરમ' વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરી શકાય છે.*

ફીણ અને અવક્ષેપનો સંબંધ : પ્રયોગ-3

બે બીકર 'ક' અને 'ખ'ને બરાબર સાફ કરી લો. બીકર 'ક'ને નિસ્યંદિત પાણીથી અડધું ભરો. તેમાં ચોખાના બે દાણા જેટલું કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ નાખો. હવે તેમાં સાબુના દ્રાવણના 20 ટીપાં ગણીને નાખો. તેને કાચના એક સળિયાથી હલાવો.

- **શું ફીણ થયું ? (16)**
- **શું અવક્ષેપો બન્યા? (17)**

આ પાણીને બીકર 'ખ'માં ગાળી લો. બીકર 'ખ'માં સાફ દ્રાવણ હોવું જોઈએ. તેમાં ફરીથી સાબુના દ્રાવણનાં 20 ટીપાં નાખીને હલાવો.

- **શું હવે ફીણ થયું ? (18)**

જો હજી પણ ફીણ ન બને તો આ ક્રિયાને ત્યાં સુધી કરો કે જ્યાં સુધી અવક્ષેપો બનવાના બંધ ન થઈ જાય. હવે ફરીથી સાબુના દ્રાવણનાં 20 ટીપાં નાખો.

- **શું હવે ફીણ થયું ? (19)**

જો હવે તેમાં ફીણ થાય તો એનો અર્થ એ છે કે જે ક્ષાર (કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ) આપણે નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળ્યો હતો તે હવે બીકર 'ખ'માં નથી.

- **શું તમે કહી શકશો કે અવક્ષેપમાં શું હશે ? (20)**
- **શું તમે કહી શકશો કે કઠિન પાણીમાં વધારે સાબુ કેમ ખર્ચાય છે ? (21)**

- પ્રયોગ-3 એ રીતે થોડો મુશ્કેલ છે કે જો તમે ઓછા પાણીથી શરૂઆત કરી હશે તો ધીમે-ધીમે એટલું ઓછું પાણી વધશે કે પ્રયોગ કરવો અસંભવ બની જશે.
- બીજી બાબત એ છે કે જો ક્ષાર સહેજ પણ વધારે પડી ગયો તો કઠિનતા દૂર કરવામાં ખૂબ સમય લાગશે.
- આથી વધારે યોગ્ય એ છે કે તમે લગભગ અડધું બીકર ભરીને પાણી લો અને તેમાં રાઈના એક દાણા જેટલું જ કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ નાખો.

બાળકોને વારંવાર યાદ કરાવવું કે તુલના નિસ્યંદિત પાણીમાં બનેલ ફીણ સાથે કરવાની છે.

બે પ્રકારની કઠિનતા : પ્રયોગ-4

કઠિનતા બે પ્રકારની હોય છે. તેને જાણવા માટે સૌપ્રથમ નીચે દર્શાવેલ પ્રયોગ કરો. આ પ્રયોગ તમામ ક્ષારો સાથે નહીં પરંતુ માત્ર બે જ ક્ષારો – કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ અને કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ સાથે જ કરીશું.

બે ટેસ્ટટ્યૂબ લો. તેના પર 'ક' અને 'ખ' લેબલ લગાવો. બંનેમાં ત્રીજા ભાગ સુધી પાણી ભરો. એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં ચોખાના એક દાણા બરાબર કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ નાખો. સારણી-2માં જુઓ કે આ પાણી કઠિન છે કે નરમ. હવે આ પાણીને ઉકાળો. ઉકાળ્યા બાદ ઠંડું કરતાં જો તેના તળિયે કોઈ પદાર્થ બેસી જાય તો પાણીને બીજી ટેસ્ટટ્યૂબમાં ગાળી લો. ગાળેલ પાણીમાં સાબુના દ્રાવણના થોડા ટીપાં નાખીને હલાવો.

તમે ઇચ્છો તો અભ્યાસ પ્રશ્નો 4 અને 5ની ચર્ચા પ્રયોગ-3 બાદ કરી શકો છો.

- **શું કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડનાં દ્રાવણને ઉકાળવાથી તેની કઠિનતા દૂર થઈ ગઈ ? (22)**

આ જ પ્રક્રિયા બીજા ટેસ્ટટ્યૂબમાં કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ સાથે પણ કરો.

- **શું કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટનાં દ્રાવણને ઉકાળવાથી તેની કઠિનતા દૂર થઈ ગઈ ? (23)**

આ પ્રયોગ દ્વારા આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે ક્ષારો દ્વારા પેદા થયેલ કઠિનતા પાણીને ઉકાળવાથી દૂર થઈ જાય છે. આ પ્રકારની કઠિનતાને **અસ્થાયી કઠિનતા** કહે છે. ઉકાળ્યા બાદ પણ જો કઠિનતા દૂર ન થાય તો તેને **સ્થાયી કઠિનતા** કહે છે.

કઠિન પાણીને નરમ બનાવવાની રાસાયણિક રીત :
પ્રયોગ-5

આવો હવે જોઈએ કે રાસાયણિક રીતે કઠિન પાણીને નરમ કઈ રીતે બનાવી શકાય.

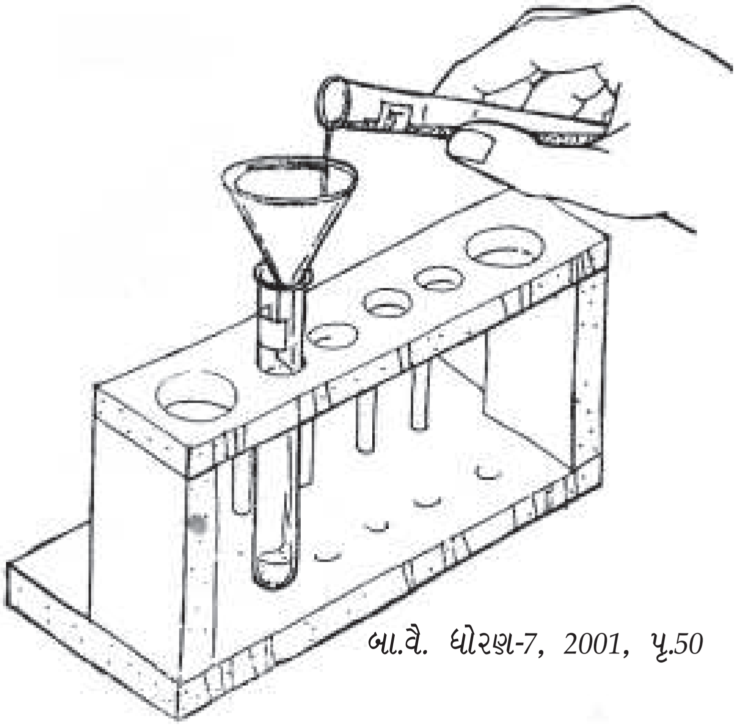
બે ટેસ્ટટ્યૂબ ('ક' અને 'ખ') લો. બંનેને નિસ્યંદિત પાણીથી ત્રીજા ભાગ સુધી ભરો. બંનેમાં ચમચી દ્વારા થોડોક (ચોખાના દાણા બરાબર) કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ નાખો.

- **હવે 'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાંનું નિસ્યંદિત પાણી કેવું પાણી થઈ ગયું – નરમ કે કઠિન ? પ્રયોગ-2ના અવલોકનના આધારે જણાવો. (24)**

હવે 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાં થોડોક સોડિયમ કાર્બોનેટ (કપડાં ધોવાનો સોડા) નાખીને હલાવો.

- **શું 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબનું દ્રાવણ સાફ થઈ ગયું ? (25)**

જો ના તો તેને બીજી એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં ગાળી લો અને તેને 'ખ' લેબલ લગાવો.



બા.વૈ. ધોરણ-7, 2001, પૃ.50

હવે 'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાં 8-8 ટીપાં સાબુના દ્રાવણના નાખો અને હલાવો. ફીણનું પ્રમાણ જોઈ તે બંનેની તુલના કરો.

- **શું 'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાં સરખું ફીણ થયું ? (26)**
- **જો ના તો કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં વધારે દ્રાવણ બન્યું ? (27)**
- **આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં વધારે ફીણ કેમ થયું ? (28)**
- **આ અવલોકનો દ્વારા તમે શું નિષ્કર્ષ કાઢો છો ? (29)**
- **જો કપડાં ધોતી વખતે વધારે સાબુ વપરાતો હોય તો તમે શું કરશો ? (30)**
- **સોડિયમ કાર્બોનેટને કપડાં ધોવાનો સોડા કેમ કહે છે ? (31)**
- **અત્યાર સુધીના પ્રયોગોના આધારે તમે શું કોઈ રીત સૂચવી શકો છો ? કે જેનાથી કઠિન પાણીને નરમ બનાવી શકાય ? (32)**

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. આ પ્રકરણમાં કરેલ પ્રયોગોના આધારે જણાવો કે શું નરમ પાણી હંમેશા શુદ્ધ જ હોય છે ?
2. ઘરે આપણે જે મીઠું ખાઈએ છીએ તેનું રાસાયણિક નામ સોડિયમ ક્લોરાઇડ છે. શું પાણીમાં મીઠું ઓગાળવાથી તે કઠિન થઈ જશે ?

3. કઠોરતા બે પ્રકારની હોય છે. એક પ્રકારની કઠિનતા પાણીને ઉકાળવાથી દૂર થઈ જાય છે અથવા તો ઓછી થાય છે. તમારી આસપાસના કૂવા, નદી, તળાવ વગેરેના પાણીને તપાસીને કહો કે શું તેમની કઠિનતા ઉકાળીને ઓછી કરી શકાય છે કે નહીં ?
4. ઘણી વખત એવું જોવા મળે છે કે જે વાસણમાં પાણી ઉકાળવામાં આવે છે તેમાં સફેદ જેવો પદાર્થ જમા થઈ જાય છે. શું આ અવલોકનના આધારે આ પાણીની કઠિનતા માટે કંઈ કહી શકાય ?
5. ઘણા સમય અગાઉ રેલવેમાં વરાળના એન્જિન લાગતા હતા. આ એન્જિનોમાં એક મોટી ટાંકીમાં (Boiler) પાણીને ઉકાળીને વરાળ બનાવવામાં આવતી હતી અને તે વરાળની તાકાતથી એન્જિન ચાલતું હતું. આ સિદ્ધાંત આધારિત વીજળીઘરોમાં પણ આવું જ કરવામાં આવે છે. પ્રશ્ન એ છે કે જો વરાળ એન્જિન કે વીજળીઘરના બોઇલરમાં હંમેશા અસ્થાઈ કઠિનતા ધરાવતું પાણી ભરવામાં આવે તો તેઓના કામકાજ પર શી અસર થશે ? અને બોઇલરમાં જો સ્થાયી કઠિનતા ધરાવતા પાણીનો ઉપયોગ કરીએ તો શી અસર થશે ? આ અંગે વર્ગમાં ચર્ચા કરો અને ચર્ચાનો સાર પોતાના શબ્દોમાં લખો.
6. કઠિનતાની ચકાસણી કરતાં તો તમે શીખી જ ચૂક્યા છો. એ તપાસ કરો કે નીચે દર્શાવેલ વસ્તુઓ પાણીમાં નાખવાથી પાણી કઠિન થાય છે.

   ક. ચૉકનો ભૂકો

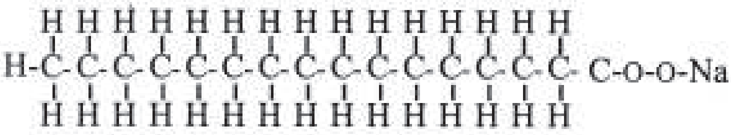
   ખ. રાખ

   ગ. ખાંડ

   ઘ. કાળી ચા
7. આ પ્રકરણના પ્રયોગ-2માં વિભિન્ન ક્ષારોનાં દ્રાવણ બનાવવા માટે તમે નિસ્યંદિત પાણીનો ઉપયોગ શા માટે કર્યો હતો ? શું નળનું પાણી લઈને પ્રયોગ ન કરી શકાય ? કારણ સાથે જવાબ આપો.

C C C

પાણીની કઠિનતા – માત્ર ફીણની સમસ્યા નહીં*

> સામાન્ય સ્તરે વાત કરીએ તો બે સંયોજકતા ધરાવતી ધાતુઓ (કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ, સ્ટ્રોન્શિયમ અને બેરિયમ)ના ક્ષારો પાણીમાં કઠિનતા પેદા કરે છે. આનું કારણ સમજવા માટે આપણે સાબુની રચના જોવી પડશે. સાબુ વાસ્તવમાં લાંબી શ્રૃંખલા ધરાવતા એલિફેટિક એસિડોના સોડિયમ ક્ષાર છે. લાંબી શ્રૃંખલાનો અર્થ છે 14-18 કાર્બનથી બનેલ શ્રૃંખલા.
>
> 
>
> જ્યારે પાણીમાં કઠિનતાજનક ક્ષારો હાજર હોય તો તેના કેલ્શિયમ અથવા મેગ્નેશિયમ એ સોડિયમનું સ્થાન લઈ લે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આપણને એલિફેટિક એસિડના કેલ્શિયમ કે મેગ્નેશિયમ ક્ષાર મળે છે. આ ક્ષારો અદ્રાવ્ય હોવાથી ફીણ આપતા નથી. તેઓના અદ્રાવ્ય હોવાના કારણે જ સાબુ ફાટી જાય છે.

પાણીની કઠિનતા એ એવો ગુણ છે કે જેની ચકાસણી સરળ છે. જ્યારે કોઈ પાણીમાં ફીણ ન થાય તો તે પાણી કઠિન છે. જ્યારે પાણી અને ફીણની વાત કરીએ ત્યારે અનેક પ્રશ્નો ઉઠે છે. જેમકે ફીણ શું છે, કેમ બને છે, એકલા પાણીને હલાવતા ફીણ કેમ થતું નથી, સાબુમાં એવી શું વાત છે કે તે ફીણ બનાવે છે, ફીણ ઉત્પન્ન કરનાર અન્ય વસ્તુઓ કઈ છે વગેરે. પ્રશ્નોનો બીજો સમૂહ એ છે કે સફાઈમાં ફીણનું શું મહત્ત્વ છે, કઠિન પાણી ફીણ કેમ નથી આપતું વગેરે. પ્રશ્નોનો ત્રીજો સમૂહ એ છે કે શું કઠિન પાણીમાં અન્ય કોઈ ગુણધર્મ છે. જેમકે દાળને પકવવી અને ફીણના બનવા વચ્ચે કોઈ પરસ્પરનો સંબંધ છે અને છેલ્લે એ પ્રશ્ન આવે છે કે કોઈ જગ્યાનું પાણી કઠિન હોય તો શું કરવું. ફીણ અંગેના આ લેખનો સંબંધ માત્ર એટલો જ છે કે ફીણ કઠિનતાની કસોટી કરવાના હેતુથી ઉપયોગી છે. પાણીની કઠિનતા મુખ્યત્વે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના ક્ષારોના કારણે ઉત્પન્ન થાય છે. એમાંથી કેટલાક ક્ષારો પાણીમાં પૂરતા દ્રાવ્ય છે જ્યારે કેટલાક અલ્પમાત્રામાં દ્રાવ્ય છે.

જાત-જાતની કઠિનતા

અલગ-અલગ ક્ષારો ઓગળેલા હોવાના કારણે અલગ-અલગ કઠિનતા ઉત્પન્ન થાય છે. કઠિનતાનું વર્ગીકરણ કરવાનો હેતુ એ છે કે અલગ-અલગ પ્રકારની કઠિનતા અલગ-અલગ રીતે પ્રભાવ પાડે છે અને ઘણી વખત તેનાથી છુટકારો મેળવવાની રીતો પણ અલગ-અલગ હોય છે.

સૌપ્રથમ કુલ કઠિનતાની વાત કરી લઈએ. પાણીમાં હાજર કુલ કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ ક્ષારોના પ્રમાણને આપણે તેની કુલ કઠિનતા કહીએ છીએ. અહીં સમસ્યા એ છે કે આ બંને ધાતુઓના તમામ પ્રકારના ક્ષારો પાણીમાં ઓગળેલા હોઈ શકે છે. તો પછી તેનું કુલ પ્રમાણ કેવી રીતે બતાવી શકાય, કારણ કે મેગ્નેશિયમના કોઈ ક્ષારની 0.5 ગ્રામ અને કેલ્શિયમના કોઈ ક્ષારની 0.5 ગ્રામ માત્રા વજનમાં તો સરખી છે પરંતુ કઠિનતાની દૃષ્ટિએ બંને સમાન નથી.

એક ઉદાહરણ દ્વારા આ વાતને સમજી લઈએ. ધારી લો કે, આપણી પાસે પાણીના બે નમુના 'ક' અને 'ખ' છે. બંને 1-1 લિટર છે. 'ક' નમૂનામાં 0.5 ગ્રામ કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ અને 'ખ' નમૂનામાં 0.5 ગ્રામ મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ ઓગાળવામાં આવ્યો છે. શું બંને નમૂનાઓની કઠિનતા સમાન થશે ? માની લો કે આપણે સાબુનું એક દ્રાવણ બનાવી લીધું. હવે 'ક' અને 'ખ' બંનેમાં ટીપે-ટીપે આ દ્રાવણને નાખીએ છીએ. સાબુની સાથે ક્ષારોની ક્રિયા થશે. જ્યાં સુધી ક્ષારો બચ્યા હશે ત્યાં સુધી ફીણ નહીં થાય. શું બંને દ્રાવણમાં રહેલ ક્ષારોને સમાપ્ત કરવા માટે એકસમાન સાબુની જરૂર પડશે ?

જો બંનેમાં સમાન સાબુની જરૂર નથી પડતી તો આપણે

શૈક્ષણિક સંદર્ભ, ઓગસ્ટ-સપ્ટેમ્બર, 2000

કહીશું કે બંને દ્રાવણમાં કઠિનતાનું પ્રમાણ અલગ-અલગ છે. ખરેખર આમ જ થાય છે. આ સ્થિતિમાં એવું કહેવાનો કોઈ અર્થ નથી કે બંને દ્રાવણની કઠિનતા 0.5 ગ્રામ/લિટર છે.

તો કઠિનતાના પ્રમાણને કઈ રીતે વ્યક્ત કરવું? તેની એક રીત શોધવામાં આવી છે. આપણે કઠિનતાને માત્ર કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના પ્રમાણના સ્વરૂપે વ્યક્ત કરીએ છીએ, પછી ભલેને પાણીમાં કઠિનતા કોઈપણ ક્ષારની હોય.

તુલનાત્મક દષ્ટિએ જોઈએ તો આપણે એ શોધવું પડશે કે કઠિનતાના સંદર્ભમાં કોઈ ક્ષારની કેટલી માત્રા એક ગ્રામ કેલ્શિયમ કાર્બોનેટની બરાબર છે.

ઉદાહરણ તરીકે,

1 ગ્રામ કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ

= 1.62 ગ્રામ કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ

= 1.2 ગ્રામ મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ

જો 1 લિટર પાણીમાં 0.5 ગ્રામ મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ ઓગાળેલ છે તો તેની કઠિનતા 0.41 ગ્રામ કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના બરાબર થશે. તો હવે આપણે તમામ કઠિનતાને ગ્રામ કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ પ્રતિ લિટર અથવા મિલિગ્રામ કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ પ્રતિ લિટર જેવા એકમોમાં વ્યક્ત કરી શકીએ છીએ.

મિલિગ્રામ પ્રતિ લિટરમાં વ્યક્ત કરવું વધારે સુવિધાજનક છે કેમકે સામાન્ય રીતે કઠિનતા મિલિગ્રામની રેંજમાં હોય છે. તેનો બીજો એક લાભ પણ છે. 1 લિટર પાણી એટલે 1 કિલોગ્રામ પાણી = 1000 ગ્રામ = 10^6 મિલિગ્રામ. આથી જો 10^6 (1 મિલિયન મિલિગ્રામ) પાણીમાં મિલિગ્રામ કઠિનતા હોય તો તેને સીધેસીધું અંશ પ્રતિ મિલિયન (પી.પી.એમ. – પાર્ટ્સ પર મિલિયન) પણ કહી શકાય છે.

ટૂંકમાં, ધ્યાનમાં રાખવાની વાત એ છે કે કઠિનતાને આપણે કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના રૂપે વ્યક્ત કરીએ છીએ. જે પણ ક્ષારો કઠિનતા ઉત્પન્ન કરતાં હોય તે તમામ દ્વારા ઉત્પન્ન કઠિનતાને કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના એકમમાં વ્યક્ત કરવામાં આવે તો તે કુલ કઠિનતા થશે. ત્યારબાદ આવીએ કઠિનતાના વર્ગીકરણ પર.

સ્થાયી-અસ્થાયી કઠિનતા

માની લો કે આપણે કોઈ પાણીની કઠિનતા માપી લીધી (કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના એકમમાં). એનો અર્થ એ નથી કે તે પાણીમાં કઠિનતા માત્ર કેલ્શિયમ કાર્બોનેટના કારણે ઉત્પન્ન થઈ છે. હવે આ પાણીને થોડો સમય ઉકાળ્યા બાદ ઠંડુ કરીને ગાળી લો. ત્યારબાદ તેની કઠિનતા માપીએ. ધારો કે તેની કઠિનતા ઓછી થઈ જાય છે. જે કઠિનતા પાણીના ઉકાળ્યા પછી પણ બચી જાય તેને સ્થાયી કઠિનતા કહીએ છીએ અને ઉકાળવાથી જે દૂર થઈ જાય તેને અસ્થાયી કઠિનતા કહી શકાય.

અસ્થાયી કઠિનતા કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમના બાયકાર્બોનેટના ક્ષારોને કારણે હોય છે. આ ક્ષારો ખૂબ જ અસ્થિર પ્રકૃતિના હોય છે અને ગરમ કરવાથી કે ઉકાળવાથી વિઘટિત થઈ કાર્બોનેટમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે. કાર્બોનેટ અદ્રાવ્ય હોવાથી અવક્ષેપન પામે છે.

કઠિનતાની અસર

ઘરેલું અને ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે કઠિન પાણીનો ઉપયોગ કરીએ તો ઘણી સમસ્યાઓ આવે છે. તેમાંની એક સમસ્યાથી તો સૌ પરિચિત છે. આ સમસ્યા છે કપડાં ધોવાની. એવું જોવા મળ્યું છે કે જો પાણીમાં 350 ગ્રામ પ્રતિ લિટર કઠિનતા હોય તો તમારે પ્રતિ લિટર પાણી પર અઢી ગ્રામ સાબુ વધારે વાપરવો પડે છે. લાંબા સમય સુધી કઠિન પાણીમાં ધોવાથી કપડાં પણ ઓછા ચાલે છે. કહેવાય છે કે કપડાં કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના ક્ષારોનું અવશોષણ કરે છે અને તેનાથી રેસા ખરાબ થાય છે.

હાલમાં કપડાં ધોવાની સમસ્યાનું સમાધાન તો ડીટર્જન્ટે કરી દીધું છે. આથી તેમાં વધારે માથું ખપાવવાની જરૂર નથી. એવા પણ રીપોર્ટ છે કે કઠિન પાણીમાં ખોરાકને રાંધવામાં વધારે સમય લાગે છે. માંસાહારીઓ માટે ખરાબ સમાચાર એ છે કે કઠિન પાણીમાં માંસ રાંધવામાં એક મુશ્કેલી એ છે કે માંસમાં રહેલ પ્રોટીન નીકળીને બહાર પાણીમાં આવે છે અને તે અદ્રાવ્ય થઈ ગયેલ હોવાથી શરીરમાં તેનું પાચન થઈ શકતું નથી. જોકે આ કેટલી હદ સુધી બને છે તે કહેવું મુશ્કેલ છે.

જ્યારે કઠિનતાના સંદર્ભમાં સ્વાસ્થ્ય પર અસરની વાત નીકળી છે તો એ કહેવું યોગ્ય છે કે આ બાબતે કોઈ વ્યવસ્થિત અધ્યયન થયેલ નથી. ઘણાં વર્ષો અગાઉ એક અધ્યયન થયેલું અને તેનાં નિષ્કર્ષ અનુસાર નરમ પાણી પીવાવાળા લોકોમાં

હૃદયરોગ વધારે થાય છે. પરંતુ અધ્યયનકર્તાઓએ સાથે એ પણ કહ્યું છે કે એનો અર્થ એમ નથી કે સપ્લાય કરતાં પૂર્વે પાણીને કઠિન બનાવવું જોઈએ.

ઔદ્યોગિક દૃષ્ટિએ જોઈએ તો પાણીની કઠિનતા એક મુખ્ય સમસ્યાના સ્વરૂપમાં સામે આવે છે. તમે જાણો જ છો કે ઉદ્યોગોમાં પાણીનો વિપુલ વપરાશ થાય છે. ઘણાં ઉદ્યોગોમાં રહેલા બોઇલરોમાં પાણી ઉકાળવામાં આવે છે.

સૌથી પ્રથમ સમસ્યા તો એ આવે છે કે કઠિન પાણીનો ઉપયોગ કરવાથી બોઇલરની દીવાલ પર એક પોપડી જમા થવા લાગે છે. આ બાબત સામાન્ય અનુભવમાં પણ જોવા મળે છે. જેમકે હોશંગાબાદ તથા નર્મદાના કિનારે આવેલા શહેરો અને ગામડામાં જે વાસણમાં પાણી ઉકાળવામાં આવે છે તેમાં એક સફેદ પોપડી જમા થઈ જાય છે. આ પોપડી મોટેભાગે અસ્થાયી કઠિનતાના કારણે બને છે. ગંદી દેખાવા ઉપરાંત આ પોપડીની અન્ય ઘણી અસરો છે.

પ્રથમ સમસ્યા તો એ છે કે આ પોપડી કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટના વિઘટનથી બનેલા કેલ્શિયમ કાર્બોનેટની હોય છે અને તેના કારણે બોઇલરમાં ઈંધણનો વપરાશ વધી જાય છે.

બીજી સમસ્યા એ છે કે આ પોપડી ઉષ્માની અવાહક હોવાથી તેની નીચે રહેલ ધાતુ અત્યંત ગરમ થવા લાગે છે. તેને સુપર હીટિંગ કહેવામાં આવે છે. જો પોપડી એકસમાન જાડાઈની ન હોય તો તેના કારણે બોઇલર અને પાઇપમાં અનેક જગ્યાએ તિરાડો પડવા લાગે છે.

ત્રીજી સમસ્યા એ છે કે પોપડીમાં ઘણી જગ્યાએ તિરાડો હોય છે અને વરાળ તેમાં ઘૂસીને બોઇલરના લોઢા સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, જેનાથી ડાયહાઇડ્રોજન ઉત્પન્ન થાય છે. જો

કઠિનતા દૂર કરવાની રાસાયણિક રીતો

પાણીમાં જો નિષ્ક્રિય ચૂનો નાખવામાં આવે તો કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના ક્ષારો તેની સાથે ક્રિયા કરીને અવક્ષેપિત થઈ જાય છે. તમે કદાચ ધ્યાન ન આપ્યું હોય પરંતુ ધ્યાન આપવાની વાત એ છે કે નિષ્ક્રિય ચૂનો વાસ્તવમાં કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ હોય છે. એટલે કે તમે પાણીમાંથી કેલ્શિયમ-મેગ્નેશિયમ દૂર કરવા માટે ઉપરથી કેલ્શિયમ નાખી રહ્યા છો. આથી કેટલો ચૂનો નાખવો તેનો અંદાજ ખૂબ જ સાવધાનીપૂર્વક કરવાનો હોય છે, નહીંતર કઠિનતા ઘટવાને બદલે વધી શકે છે. સમગ્ર પ્રક્રિયામાં ચૂનો નાખ્યા બાદ અવક્ષેપને દૂર કરવા એ સંકુલ તકનિકી કાર્ય છે. અત્યારે આપણે તેની ટેક્નોલોજીમાં પડતા નથી. રાસાયણિક ક્રિયાઓ નીચે મુજબ છે :

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$
$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2$$
$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$

આ રીતમાં મુખ્યત્વે કેલ્શિયમની કઠિનતા દૂર થઈ જાય છે. જો કઠિનતા બિન-કાર્બોનેટ પ્રકારની હોય તો આવા પાણીમાં કપડા ધોવાનો સોડા પણ નાખવાનો રહે છે.

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

લગભગ આ જ અસર કોસ્ટિક સોડા (NaOH) દ્વારા પણ મેળવી શકાય છે.

$$Ca(HCO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow CaCO_3 + Na_2CO_3 + 2H_2O$$
$$Mg(HCO_3)_2 + 4NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2Na_2CO_3 + 2H_2O$$

આ ક્રિયાઓમાં કપડા ધોવાનો સોડા (Na_2CO_3) બને છે. તે બિન-કાર્બોનેટ કઠિનતાને દૂર કરે છે.

પરંતુ ઉપર દર્શાવેલ ક્રિયાઓમાં એક મુશ્કેલી છે. તમે પણ ધ્યાન આપ્યું હશે કે અહીં કઠિનતાજનક ક્ષારોનું સ્થાન અન્ય ક્ષારો લઈ લે છે. આથી પાણીની કઠિનતા તો દૂર થઈ જાય છે પરંતુ ક્ષારોની કુલ માત્રા ઓછી થતી નથી. જો કઠિનતાની સાથે-સાથે ક્ષારોની કુલ સાંદ્રતા પણ ઓછી કરવી હોય તો તેના માટે બેરિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પરંતુ બેરિયમના ક્ષાર ખૂબ મોંઘા હોય છે.

પાણીમાં સલ્ફેટના ક્ષાર હોય તો હાઇડ્રોજન તેની સાથે ક્રિયા કરીને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ બનાવે છે કે જે બોઇલરને નુકસાન કરે છે.

આથી કઠિન પાણીનો ઉપયોગ કરતાં હોઈએ તો સમયાંતરે બોઇલરને બંધ કરીને પોપડીને ઉખેડવી પડે છે. બોઈલરને બંધ કરીને પુનઃ ચાલુ કરવું એ ખૂબ ખર્ચાળ છે.

કઠિનતા પેદા કરવાવાળા ક્ષારોમાં મેગ્નેશિયમના ક્ષારો પણ હોય છે. મેગ્નેશિયમના ક્ષારોનું જલીય વિઘટન થવાથી પાણીની એસિડિકતા વધે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ પાણીમાં હાઇડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા વધે છે. આ હાઇડ્રોજન આયન બોઇલરને નુકસાન પહોંચાડે છે.

કઠિનતાથી મુક્તિ

સૌપ્રથમ તો જો કોઈ પાણીના સ્રોતનું પાણી અત્યંત કઠિન હોય તો વધારે યોગ્ય એ રહેશે કે પાણીનો અન્ય સ્રોત શોધી લેવામાં આવે. કઠિન પાણીને મોટા પાયે નરમ બનાવવું ખૂબ મોંઘો સોદો છે. વરાળ એન્જિનના જમાનામાં એવું જ કરવામાં આવતું હતું કે એન્જિનમાં પાણી ભરવાના સ્થાનની પસંદગી સાવધાનીપૂર્વક કરવામાં આવતી હતી. એ સમયે દેશના ઘણાં સ્ટેશનોનું મહત્ત્વ માત્ર તેમના નરમ પાણીના કારણે જ હતું. કઠિનતા દૂર કરવાની ઘણી રાસાયણિક રીતો છે. (રાસાયણિક વિધિઓ માટે નીચે આપેલ બોક્ષમાં જુઓ)

એક ભૌતિક રીતની ચર્ચા તો આપણે આગળ કરી ચૂક્યા છીએ. જો પાણીને ગરમ કરવામાં આવે તો બાયકાર્બોનેટની કઠિનતા ઓછી કરી શકાય છે.

તેનાં સિવાયની એક રીત આયનોના આદાન-પ્રદાનની છે. આયન વિનિમય માટેના એવા પદાર્થ પ્રાપ્ય છે કે જે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના આયનોને શોષીને તેના સ્થાને પાણીમાં અન્ય આયનો ઓગાળી દે છે. આ રીતનો ઉપયોગ કરીને પાણીને નરમ કરી શકાય છે.

C C C

હવાના ખેલ, વાયુઓ, શ્વસન

આ ત્રણ પ્રકરણોને એકસાથે રાખવાનો આશય એ છે કે તેઓને એક પછી એક કરવાનું ઉપયોગી બની રહે છે. જ્યાં સુધી બાળકો હવાના ગુણધર્મોથી પરિચિત ન હોય ત્યાં સુધી વાયુઓની વાત કરવી મુશ્કેલ છે. આ ઉપરાંત શ્વસનની ચર્ચા કાર્બનડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજનની સાથે-સાથે ઓક્સિડેશન અને દહનની સમજ સાથે જોડાયેલ છે. આથી *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં આ પ્રકરણોને આ જ ક્રમમાં રાખવામાં આવેલ હતા. જોકે પુસ્તકમાં તે એક પછી એક આવતા નથી.

હવાના ખેલ

સામાન્ય રીતે પદાર્થની ત્રણ અવસ્થાઓ પ્રત્યેક પાઠ્યક્રમનું અંગ હોય છે. આ અવસ્થાઓના ગુણધર્મો ગણાવીને વાતને પૂરી થઈ ગયેલ માનવામાં આવે છે. પરંતુ ઘણા અધ્યયનના અંતે એક વાત દેખાઈ આવેલ છે કે બાળકોને વાયુ અવસ્થા સમજવામાં ઘણી મુશ્કેલી પડે છે. તેનું એક કારણ તો એ છે કે વાયુ મૂળભૂત રીતે અદશ્ય હોય છે. એક બીજું કારણ એ પણ છે કે તેઓનું માપતોલ કરવું સરળ નથી. જેમકે વાયુનું ઘનત્વ ખૂબ ઓછું હોય છે, પરિણામે તેનું વજન કરવું અસંભવ તો નથી પરંતુ મુશ્કેલ જરૂર હોય છે. આ જ રીતે તેને કોઈ વાસણમાં ભરીને મૂકી રાખવું પણ મુશ્કેલ છે. અને જો વાસણમાં વાયુ ભરેલો હોય તો એ કહેવું પણ મુશ્કેલ બને છે કે તેમાં વાયુ ભરેલ છે. જો કોઈ વાસણમાં કોઈ વસ્તુ ભરેલી હોય તો તેમાં બીજી વસ્તુ ભરવામાં મુશ્કેલી પડે છે. પરંતુ ‘હવા ભરેલ પ્યાલા’માં પાણી ભરવામાં કોઈ મુશ્કેલી નથી પડતી. તો પછી કેવી રીતે માની શકાય કે તે પ્યાલો ‘ભરેલો’ હતો. આ પ્રકારની મુશ્કેલીઓના કારણે વાયુ અવસ્થાને સમજવી મુશ્કેલ છે અને આ તમામ મુશ્કેલીઓને ધ્યાનમાં રાખી *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં ‘હવાના ખેલ’ નામનું પ્રકરણ શરૂ કરેલ હતું.

આ પ્રકરણમાં હવાને ‘જોવાની’ ઘણી રીતો અપનાવવામાં આવેલ છે. બાળકોનો સંપર્ક એવા અનુભવો સાથે કરાવવામાં આવેલ છે કે જેનો સ્વીકાર કરવા માટે હવાની ઉપસ્થિતિનો સ્વીકાર કરવો પડે છે. ત્યારબાદ હવા (એટલે કે વાયુ અવસ્થા)ના વિભિન્ન ગુણધર્મોને રજૂ કરતાં પ્રયોગ છે. જેમકે પ્રયોગો દ્વારા વાયુનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ગુણધર્મ કે તેને દબાવી કે વિસ્તારી શકાય છે ને ઉજાગર કરવામાં આવેલ છે. હવાનું કદ માપવાના પ્રયોગ પણ આપેલ છે. ગરમીના કારણે હવાનું વિસ્તરણ અને હવાના દબાણ સંબંધિત કેટલાક પ્રયોગો પણ ઉમેરવામાં આવ્યા છે.

આશા છે કે આ પ્રકારના પ્રયોગ કર્યા બાદ બાળકો હવાને એક પદાર્થના સ્વરૂપમાં ઓળખવા લાગશે. તેનાથી તેઓને અન્ય વાયુઓને પણ પદાર્થ માનવામાં સરળતા રહેશે.

એક રોમાંચક તથ્ય એ છે કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની સમજ વિકસિત કરવામાં એ વાતની સ્વીકારનું ખૂબ મહત્ત્વ રહેલું છે કે વાયુઓ પણ પદાર્થ છે અને પ્રક્રિયાઓના સંતુલનમાં તેઓને પણ જોડવા જરૂરી છે. લગભગ 250 વર્ષ પહેલા વાયુઓને એકત્રિત કરીને માપન કરવાની રીતનો વિકાસ થયો હતો. તેના અગાઉ એવું બનતું કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ઘણી વખત વાયુને કાં તો પ્રક્રિયકના સ્વરૂપમાં કે ઉત્પાદનના સ્વરૂપમાં સામેલ કરવામાં આવતો. વાયુ અવસ્થાની સ્પષ્ટ સમજના અભાવમાં પ્રક્રિયા દરમિયાન તેઓનો હિસાબ રાખવામાં આવતો ન હતો. આના કારણે ઘણી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ, ખાસ કરીને દહનની પ્રકૃતિને સ્પષ્ટ થવામાં ઘણો સમય લાગી ગયો. આથી વાયુઓને પદાર્થ તરીકે ઓળખવા ખૂબ જરૂરી છે. આનાથી એ પણ સ્પષ્ટ થઈ જાય છે કે રસાયણ સંબંધિત આ પુસ્તકમાં હવા જેવા ભૌતિકશાસ્ત્રના પ્રકરણને કેમ ઉમેરવામાં આવ્યું છે.

વાયુઓ

બે પ્રકરણ એવા છે જેમાં બાળકો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, ઓક્સિજન, એમોનિયા અને હાઇડ્રોજન જેવા ચાર વાયુઓને બનાવીને તેના ગુણધર્મોની તપાસ કરે છે. આ પ્રયોગો માટે શિક્ષકે ખૂબ તૈયારી કરી લેવી પડે છે કે જેથી બાળકો મુશ્કેલી

વગર વાયુની બનાવટ અને તપાસનું કાર્ય કરી શકે. જ્યારે એ વાત શરૂઆતમાં જ સ્પષ્ટ કરી દેવી જરૂરી છે કે જ્યારે પણ કોઈ વાયુ બનાવવામાં આવશે ત્યારે તેના કયા પરીક્ષણ થશે, જેથી તમામ પરીક્ષણોની તૈયારી કરી શકાય. એક વખત વાયુ બનવાનું શરૂ થઈ ગયા બાદ આમ-તેમ ભાગવું યોગ્ય નથી.

ઉપરોક્ત ચાર વાયુઓ પૈકી એક પણ વાયુ એવો નથી કે જે વ્યક્તિને નુકસાન કરે. હા, એમોનિયા તીવ્ર વાસ ધરાવતો ગેસ છે અને ક્યારેક બંધ ઓરડામાં વધારે એકત્રિત થઈ જાય તો તકલીફ પડી શકે છે. વધારે યોગ્ય એ છે કે એમોનિયા સંબંધિત પ્રયોગો કોઈ ખુલ્લા વાતાવરણમાં (જેમકે શાળાની પરસાળ કે ઝરૂખો)માં કરવામાં આવે.

ચારમાંથી એક વાયુ એસિડિક, એક બેઝિક અને બાકીના બે તટસ્થ છે. તેમાંથી બેને પાણીના વિસ્થાપન થકી એકત્રિત કરાવમાં આવે છે, એકને હવાના વિસ્થાપનથી જ્યારે ચોથાને એકત્રિત કરવામાં આવતો નથી. આમ જોઈએ તો એમોનિયા અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડને પણ પ્રવાહીના વિસ્થાપન દ્વારા પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. પરંતુ તરલ સ્વરૂપે પાણીના બદલે એવા પ્રવાહીનો ઉપયોગ કરવો પડશે કે જેમાં આ વાયુઓ ઓગળતા ન હોય. જોસેફ પ્રિસ્ટલે વાયુને પારાના વિસ્થાપન દ્વારા એકત્રિત કરવાની રીત વિકસાવી હતી. એક વાયુ પોતે બળે છે, બીજો બળવામાં સહાયક છે, ત્રીજો વસ્તુઓને ઓલવી નાખે છે જ્યારે ચોથાનો બળવા સાથે કોઈ સંબંધ નથી. આ રીતે આ ચાર વાયુઓ ઘણું વૈવિધ્ય દર્શાવે છે.

અત્યાર સુધી બાળકોએ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને દ્રાવણના રૂપમાં જ થતાં જોઈ છે. વાયુ સ્વરૂપમાં થતી પ્રક્રિયાઓ તેઓ પ્રથમ વખત જોશે.

આ પ્રકરણમાં તેઓ દહનની પ્રક્રિયાનું અધ્યયન પણ કરશે. તેમાં ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડના પરસ્પરના સંબંધ અંગે પણ કેટલાંક પ્રયોગ કરવામાં આવશે. દહન (અથવા સામાન્ય રીતે ઓક્સિડેશન)ની પ્રક્રિયાને સમજવી રસાયણશાસ્ત્રમાં ખૂબ નિર્ણાયક પડાવ માનવામાં આવે છે. વિજ્ઞાનના ઘણાંય ઇતિહાસકારોએ તો તેને રાસાયણિક ક્રાંતિનું રૂપક પણ આપ્યું છે.

શ્વસન

રાસાયણિક રીતે જોઈએ તો શ્વસન બીજું કંઈ નહીં પણ ઓક્સિજનની મદદથી કાર્બોહાઇડ્રેટ તેમજ ક્યારેક અન્ય કાર્બનિક પદાર્થોનું ઓક્સિડેશન જ છે. આ પ્રક્રિયામાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પેદા થાય છે. આથી ઘણા પાઠ્યપુસ્તકોમાં શ્વસનને મંદ દહન પણ કહેવામાં આવે છે. આ ખૂબ ભ્રામક ઉપમા છે કારણ કે શ્વસનમાં ન તો જ્યોત પેદા થાય છે કે નથી ધૂમાડો નીકળતો. આપણા શરીરમાં આગ લાગેલી છે તેમ કહેવું યોગ્ય નથી. હા, શ્વસન દરમિયાન ઉષ્મા જરૂર પેદા થાય છે.

આ પ્રકરણમાં શ્વસન સંબંધી ઘણાં નાના-નાના પ્રયોગો છે કે જેની મદદથી શ્વસનને સમજવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે. તેમાં શ્વસનદરનું માપન, શ્વસનની ગેરહાજરીની પ્રત્યક્ષ અસર, કસરતની શ્વસનદર પર અસર, શ્વાસમાં હવાનું પ્રમાણ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રયોગનો સંબંધ આપણે જે હવા શ્વાસમાં લઈએ છીએ અને જે હવા બહાર કાઢીએ છીએ તે બંને વચ્ચેના ભેદ સાથે છે. તેના આધારે જ્યારે હવા શરીરમાં આવે છે ત્યારે તેનું શું થાય છે તેનો અંદાજ લગાવી શકાય છે.

એકવાર એ સ્પષ્ટ થઈ જાય કે હવામાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો વધારો એ શ્વસનનું સૂચક છે તો તેના આધારે કેટલાક પ્રયોગ વનસ્પતિ તેમજ બીજના શ્વસનને લઈને પણ કરી શકાય છે.

C C C

હવાના ખેલ*

વૈશાખ-જેઠની ગરમ હવાઓ બાદ પાણી ભરેલી હવાઓ તમને જરૂર યાદ હશે. તેમજ ઠંડીની રાતોમાં આ જ હવાઓથી હાડકાંઓ સુધી પણ ઠંડી પહોંચી જાય છે. હવાની દિશામાં સાયકલ ચલાવવામાં આવે તો વધારે મહેનતની જરૂર પડતી નથી, પરંતુ હવા સામેથી આવતી હોય તો વધારે મહેનતની જરૂર પડે છે. આ જ હવા તોફાન દરમિયાન ધૂળ, કાંકરાથી આકાશને ભરી દે છે અને ક્યારેક તો મોટા-મોટા વૃક્ષો પણ ઉખાડી દે છે.

પ્રશ્ન-1 અને 2 બાળકો તરફથી હવાની હાજરીના પ્રમાણની અપેક્ષા રાખે છે. એ જરૂરી નથી કે તેઓ તૈયાર હોય તેવા પ્રમાણો રજૂ કરે.

હવાના આવા ઘણાંબધા કારનામા તમારા મનમાં આવતા હશે.

- **હવાની હાજરીની ખબર તમને અન્ય કઈ-કઈ બાબતોથી થાય છે ? (1)**

પરંતુ જો હવા સહેજ પણ ના વહેતી હોય તો તમે કેવી રીતે જાણશો કે કોઈ સ્થાન પર હવા છે કે નહીં ? એક એવા વૃક્ષ નીચે કે જેનું એક પણ પાંદડું હાલતું નથી ? એક ઓરડામાં ? એક ખાલી ગ્લાસમાં ? એક બંધ બોટલમાં ? એક કાચની નળીમાં ?

- **તમને શું લાગે છે, ખાલી બોટલ કે ગ્લાસમાં હવા છે કે નહીં ? આ વાતની ખાતરી કરવાની કોઈ રીત જણાવો. (2)**

આ પ્રકરણમાં હવાના કેટલાક પ્રયોગો કરીશું. આ પ્રયોગો દ્વારા આપણે હવા અંગેની કેટલીક મહત્ત્વપૂર્ણ બાબતો શીખીશું. આપણે હવાને જોઈ તો નથી શકતા પરંતુ કેટલાક એવા પ્રયોગો કરીશું કે જેનાથી હવા અંગે જાણવા મળશે. છે ને મજાની વાત.

હવા ક્યાં છે, ક્યાં નથી : પ્રયોગ-1

જો તમે ગ્લાસને પાણીમાં ડૂબાડશો તો પાણી ભરાઈ જશે ? તમે કહેશો કે આ તો રોજની વાત છે. પરંતુ નીચે દર્શાવેલ રીતે ગ્લાસને પાણીમાં ડૂબાડીને જુઓ.

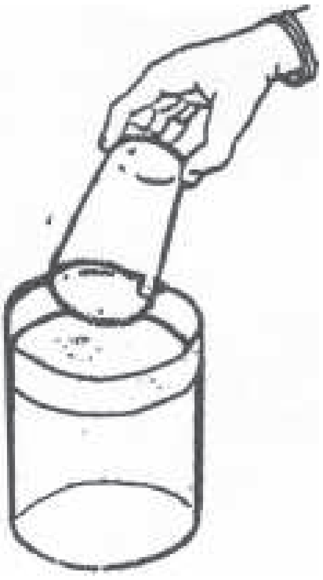
એક ગ્લાસમાં કાગળને ઠોસીને છેક તળિયા સુધી જવા દો (ચિત્ર-1). ગ્લાસને એકદમ ઊંધો કરીને પાણીથી ભરેલ ડોલમાં તળિયા સુધી લઈ જાઓ, એટલે કે ગ્લાસ ઊંધો જ પાણીમાં ડૂબી જવો જોઈએ.

ચિત્ર-1

બા.વૈ. ધોરણ-7, 2001, પૃ.124-5

---

* *બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-7, 2001*



ચિત્ર-2
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.125

- **અનુમાન કરીને કહો કે ગ્લાસમાં રહેલ કાગળ ભીનો થયો હશે કે નહિ ? (3)**

ગ્લાસને ઊંધો રાખીને જ બહાર કાઢો અને તમારા ઉત્તરની ચકાસણી કરો. જો આ પ્રયોગમાં આપણે ગ્લાસને ચિત્ર-2માં દર્શાવ્યા અનુસાર થોડો ત્રાંસો કરીને પાણીમાં ડૂબાડીએ તો શું થશે ?

- **આ પ્રયોગને કરો અને જે કંઈપણ દેખાય તે તમારા શબ્દોમાં લખો. (4)**

શું ગ્લાસમાં પાણી ભરાશે ? પ્રયોગ-2

એક બીકરમાં પાણી ભરી લો. પાણી પર એક ફુગ્ગો (ફુલાવ્યા વગરનો) અથવા રંગીન કાગળ તરતો મૂકી દો. હવે એક પારદર્શક ગ્લાસને આ ફુગ્ગા કે કાગળ પર ઊંધો રાખીને પાણીમાં નીચેની તરફ દબાવો. ફુગ્ગા અથવા કાગળ દ્વારા ગ્લાસમાં પાણીનાં સ્તરનો ખ્યાલ આવે છે. ગ્લાસમાં પાણી ભરાયું કે નહીં તે જુઓ.

- **એક ચિત્ર બનાવીને બતાવો કે બીકરમાં પાણીનું અને ગ્લાસમાં પાણીનું તળિયું ક્યાં-ક્યાં છે ? (5)**
- **શું ગ્લાસમાં પાણી ભરાઈ ગયું ? (6)**
- **શું કોઈ વસ્તુ ગ્લાસમાં પાણીને પ્રવેશતા રોકે છે ? આ વસ્તુ શું છે ? (7)**

આ જ બાબતને આપણે બીજા પ્રયોગો દ્વારા પણ જોઈ શકીએ છીએ. તો ચાલો હવે જોઈએ કે કોઈ બોટલમાં હવા છે કે નહિ.

બોટલમાં પાણી ભરો : પ્રયોગ-3

એક સાંકડા મોંવાળી બોટલ લો. એક ડોલમાં પાણી ભરી લો. હવે આ બોટલને પાણીમાં ડૂબાડીને તેમાં પાણી ભરો.

- **શું પાણી ભરીએ છીએ ત્યારે બોટલમાંથી પણ કંઈક બહાર નીકળે છે ? કેવી રીતે ખબર પડે છે ? (8)**
- **પ્રયોગ 1 થી 3 માં તમે જે જોયું, તેનાથી હવાના કયા ગુણધર્મની ખબર પડે છે ? (9)**
- **શું એમ કહેવું યોગ્ય રહેશે કે જે ગ્લાસ કે બોટલને આપણે ખાલી કહીએ છીએ તેમાં હવા ભરેલી હોય છે ? (10)**

હવાનું કદ

જો દરેક જગ્યાએ હવા હોય (એટલે કે હવા જગ્યા રોકે છે) તો શું તમે તેનું કદ માપવા માટેની કોઈ રીત જણાવી શકો છો ? જેમકે આપણે એ જાણવા માંગીએ છીએ કે એક ઇન્જેક્શનની શીશીમાં કેટલી હવા છે, તો તે કેવી રીતે જાણવું ?

જો તમને કોઈ વિચાર આવતો હોય તો તેના પર વર્ગમાં ચર્ચા કરો. તમારી રીતે ઇન્જેક્શનની શીશીમાં રહેલી હવાના કદનું માપન કરો.

એક રીત અહીં દર્શાવેલ છે.

પ્રયોગ-4

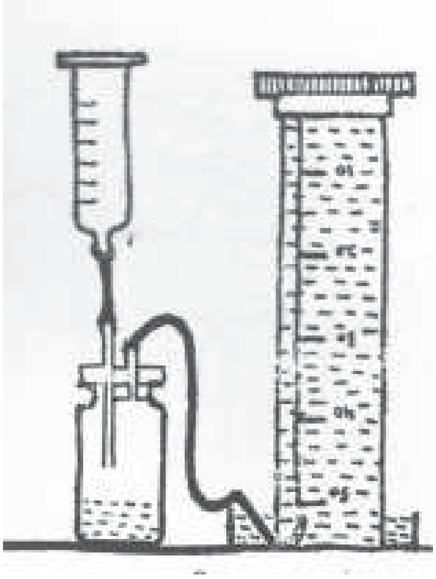
ઇન્જેક્શનની એક મોટી શીશીના ઢાંકણામાં બે કાણા પાડો. બંને કાણાંમાં એક ખાલી રીફિલનો ટુકડો (લગભગ 2 સેમી) પરોવી દો. બંને પર એક-એક વાલ્વ ટ્યૂબ લગાવી દો.

એક વાલ્વ ટ્યૂબના છેડે એક ઊંધી સીરીંજને લગાવી લો. હવે ચિત્ર-3માં દર્શાવ્યા અનુસારની વ્યવસ્થા ગોઠવો.

50 મિલિ માપનો એક નળાકાર પાત્ર લો અને તેને છેક ઉપર સુધી પાણીથી ભરી લો. હવે તેને પાણીથી ભરેલ એક ટ્રેમાં એવી રીતે ઊંધો કરો કે તેનું પાણી ઢોળાય નહીં. ઇન્જેક્શનમાંથી નીકળેલ એક વાલ્વ ટ્યૂબને આ નળાકાર પાત્રના મોંમાં અંદરની તરફ રાખી લો.

હવે સીરીંજ દ્વારા ઇન્જેક્શનની શીશીમાં પાણી ભરવાનું છે. જ્યારે પાણી ભરીશું ત્યારે ઇન્જેક્શનની શીશીમાં રહેલ હવા બીજી નળીમાંથી બહાર નીકળીને નળાકાર પાત્રમાં ભરાઈ જશે. આ રીતે જ્યારે આપણે ઇન્જેક્શનની શીશીને પાણીથી પૂરેપૂરી ભરી દઈશું ત્યારે તેની બધી હવા નળાકાર પાત્રમાં જતી રહેશે. નળાકાર પાત્રના અંકોના માપન દ્વારા આપણને ખ્યાલ આવશે કે તેમાં કેટલી હવા છે. સીરીંજથી ઇન્જેક્શનની શીશીમાં પાણી ભરતી વખતે એ વાતનું ધ્યાન રાખવું કે નળીનું મોં નળાકાર પાત્રમાં અંદરની તરફ રહે.

- **જ્યારે ઇન્જેક્શનની શીશી પૂરેપૂરી ભરાઈ જાય ત્યારે નળાકાર પાત્રમાં જોઈને કહો કે તેમાં કેટલી હવા છે ? (11)**
- **હવે ઇન્જેક્શનની શીશીમાં રહેલ પાણીનું માપન કરીને તેના કદની પણ માહિતી મેળવો. (12)**
- **શું આ પાણીનું કદ અને હવાનું કદ એકસમાન છે ? (13)**
- **શું તેના આધારે તમે કોઈ વાસણમાં ભરેલી હવાનું કદ માપવાની કોઈ સરળ રીત સૂચવી શકો છો ? (14)**



ચિત્ર-3
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.126

શું હવાનું કદ નિશ્ચિત છે ?

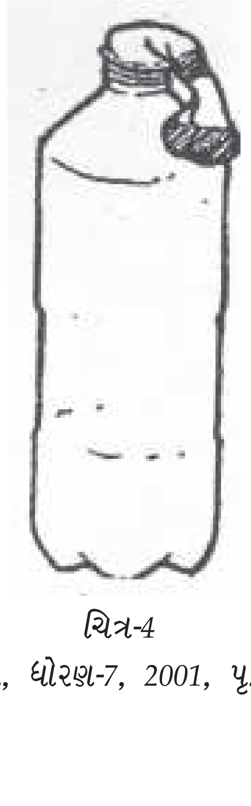
પ્રયોગ-4માં તમે હવાનું કદ માપ્યું. શું આ કદ હંમેશા નિશ્ચિત રહે છે ? આવો આ જાણવા માટે કેટલાક પ્રયોગ કરીએ.

હવાને ગરમ કરીને જુઓ

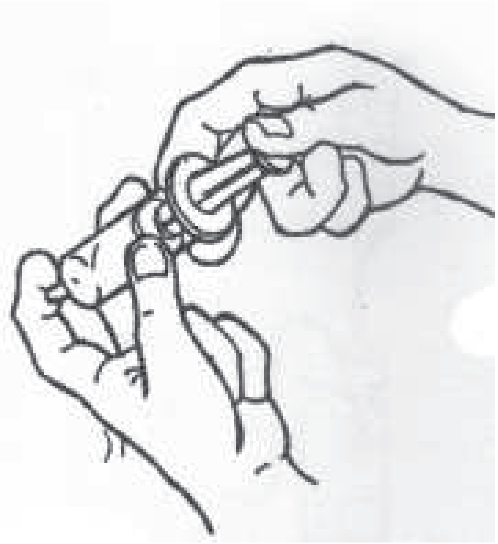
સાયકલની ટ્યૂબમાં જો વધારે હવા ભરેલી હોય અને ઉનાળા દરમિયાન જો સાયકલને તડકામાં છોડી દેવામાં આવે તો ઘણી વખત ટ્યૂબ ફાટી જાય છે. લોકો કહે છે કે ટ્યૂબ ફાટી ગઈ. ટ્યૂબ કેમ ફાટી જાય છે ? આ જાણવા માટે આવો હવાને ગરમ કરીને જોઈએ.

પ્રયોગ-5

અડધા લિટરની પ્લાસ્ટિકની બોટલના મોં પર એક મોટો ફુગ્ગો ચઢાવી



ચિત્ર-4
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.201



ચિત્ર-5
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.127

બુચમાં નળી લગાવવાની રીત
પૃ. 45 પર આપેલ છે.

દો. (ચિત્ર-4) ફૂગ્ગો ચઢાવતી વખતે બોટલ દબાઈ ના જાય તેનું ધ્યાન રાખવું. બોટલને તડકામાં રાખી દો. 4-5 મિનિટ બાદ તેને ફરીથી જુઓ.

- **ફૂગ્ગાને શું થયું ? (15)**
- **એવું શા માટે થયું ? (16)**

બોટલને ઠંડી થવા માટે છાંયડામાં રાખો અને 5 મિનિટ બાદ ફરીથી જુઓ.

- **હવે ફૂગ્ગાની સ્થિતિ શું છે ? (17)**
- **એવું શા માટે થયું ? (18)**
- **શું હવે તમે જણાવી શકો છો કે ઉનાળામાં સાયકલની ટ્યૂબ શા માટે ફાટી જાય છે ? (19)**

પ્રયોગ-6

એક સીરીંજ લો. તેના પિસ્ટનને પૂરેપૂરો ખોલી નાખો.

- **શું હવે સીરીંજમાં હવા ભરેલી છે ? (20)**
- **આ હવાનું કદ કેટલું છે ? (21)**

હવે આ સીરીંજનું મોં આંગળીથી બંધ કરીને પિસ્ટનને દબાવો. (ચિત્ર-5)

- **શું પિસ્ટન દબાઈ જાય છે ? (23)**
- **પિસ્ટનને દબાવ્યા બાદ હવાનું કદ કેટલું રહી ગયું ? (23)**
- **શું પિસ્ટન દબાવતી વખતે આંગળી પર કોઈ દબાણનો અનુભવ થાય છે ?(24)**
- **પિસ્ટનને દબાવવાથી શું સીરીંજની અંદર રહેલ હવા ઓછી થઈ ગઈ કે પછી માત્ર તેના કદમાં ઘટાડો થયો ? (25)**

હવે સીરીંજમાં પાણી ભરીને આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

- **શું પાણી ભરેલી સીરીંજના પિસ્ટનને તમે દબાવી શકો છો ? (26)**
- **આ પ્રયોગ દ્વારા હવા અને પાણીના ગુણધર્મ વચ્ચેના ભેદની ખબર પડે છે ? (27)**
- **શું હવાના કદમાં દબાણ દ્વારા ઘટાડો કરી શકાય છે ? (28)**

હવાનું દબાણ

પ્રયોગ-6માં જ્યારે તમે સીરીંજના મોંને આંગળીથી બંધ કરીને પિસ્ટનને દબાવ્યો હશે ત્યારે આંગળીઓ પર દબાણને અનુભવ્યું હશે. આ દબાણ કઈ વસ્તુનું હતું ?

શું સીરીંજમાં રહેલ હવા દબાણ પેદા કરતી હતી ? આવો, હવાના દબાણ સંબંધિત કેટલાક પ્રયોગ કરીએ.

પ્રયોગ-7

પ્લાસ્ટિકની એક મોટી થેલી લો. જે થેલીમાં દૂધ મળે છે તે યોગ્ય રહેશે. ચિત્ર-6માં દર્શાવ્યા અનુસાર કાચની એક નળી કે જૂની બોલપેનનો

એક છેડો આ થેલીમાં નાખી દોરા કે વાલ્વ દ્વારા તેને બરાબર કસીને બાંધી દો. થેલીની ઉપર એક-બે પુસ્તકો રાખો. હવે નળીમાં ફૂંક મારીને થેલીમાં હવા ભરો.

- **શું થયું ? શા માટે ? (29)**

ચિત્ર-6
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.128

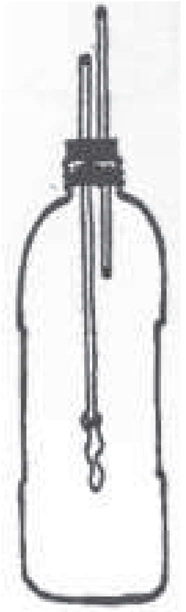
પ્રયોગ-8

પ્લાસ્ટિકની એક મોટી બોટલ લો. રબરનો બે કાણાં ધરાવતો બૂચ લો કે જે બોટલના મોંને બરાબર ચુસ્ત રીતે બંધ કરી દે. બૂચનાં બંને કાણાંમાં યોગ્ય રીતે પરોવી શકાય તેવી કાચની બે નળીઓ લો. તેમાંથી કોઈપણ એક નળીના નીચેના છેડે એક ફૂગ્ગાને ચૂસ્ત રીતે બાંધી દો.

બોટલને બૂચથી કસીને બંધ કરી દો. આ સ્થિતિમાં ફૂગ્ગો બોટલની અંદર હોવો જોઈએ. (ચિત્ર-7)

બોટલના મોંને અને બૂચનાં કાણાંઓને લાખ અથવા મીણથી સીલ કરી દો. જે કાચની નળીમાં ફૂગ્ગો નથી લાગ્યો તેને મોંમાં લઈ શ્વાસને ઉપરની તરફ ખેંચો.

- **ફૂગ્ગાનું શું થયું ? (30)**
- **અનુમાન લગાવો કે આમ કેમ થાય છે? (31)**



ચિત્ર-7

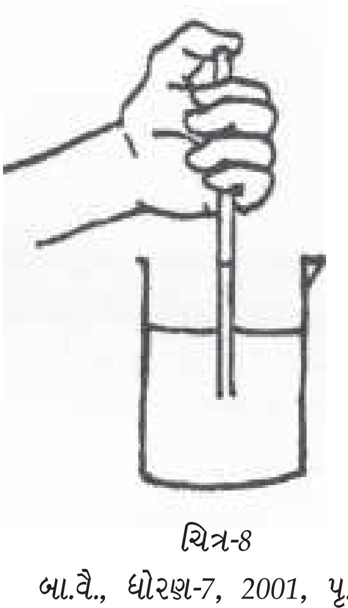
પ્રયોગ-9

કાચની એક નળી લો. તેનો એક છેડો પાણીમાં ડૂબાડીને બીજા છેડાથી મોં વડે પાણી ખેંચીને ત્રીજા ભાગ સુધી ભરો. તેના એક છેડાને આંગળીથી બંધ કરીને બીજા ભાગને પાણી ભરેલા બીકરમાં ડૂબાડી દો. (ચિત્ર-8)

- **શું પાણી નળીમાં જ રહે છે કે નીચે પડી જાય છે ? (32)**

હવે ઉપરથી અંગુઠો ઉઠાવી લો.

- **શું થયું ? (33)**



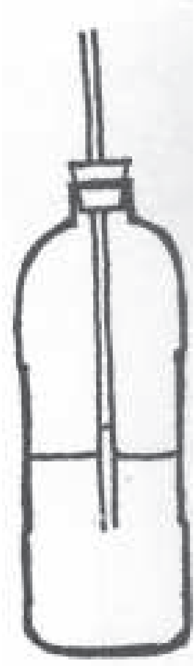
ચિત્ર-8
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.128

પ્રયોગ-10

અડધા લિટરની પાણીની બોટલમાં લગભગ ત્રીજા ભાગ સુધી પાણી ભરી લો અને તેના મોંમાં બરાબર બંધ બેસી જાય તેવો એક કાણાંવાળો રબરનો બૂચ જુદો કાઢી લો. બૂચના કાણામાં કાચની એક નળી પરોવી દો. નળી અને બૂચના કાણાં વચ્ચે હવાની અવરજવર માટેની જગ્યા ન રહે તેનું ધ્યાન રાખવું. જરૂર પડે તો તેને લાખ અથવા મીણથી સીલ કરી દો. બોટલમાં એટલું પાણી રાખવું કે જેથી બૂચ લગાવવાથી નળીનો નીચેનો ભાગ પાણીમાં ડૂબેલો રહે. (ચિત્ર-9). બૂચથી બોટલનું મોં બરાબર ચૂસ્ત રીતે બંધ કરી દો. નળીમાંથી બોટલમાં જોરથી ફૂંક મારીને ઝડપથી મોં હટાવી લો.

- **શું થાય છે ? (34)**

પ્રયોગ-11



બા.વે., ધોરણ-7, 2001, પૃ.129

ચિત્ર-9

પાછળના પ્રયોગમાં બોટલમાં રહેલ બધું પાણી કાઢીને બૂચને ફરી બરાબર ચૂસ્ત રીતે બંધ કરી દો. બોટલને બંને હાથો દ્વારા ધીમેથી દબાવો કે જેથી તે ચગદાઈ જાય. બોટલ તૂટે નહિ તેનું ધ્યાન રાખવું. આ જ સ્થિતિમાં બોટલને ઊંધી કરીને નળીને પાણી ભરેલા બીકરમાં ડૂબાડી દો. હવે હાથને ઢીલા કરો.

- **શું થયું? (35)**

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. એક ડોલમાં કેટલી હવા હોય છે ? તેનું માપન કરવાની કોઈ રીત દર્શાવો.
2. એક ઇન્જેક્શનની શીશી લો. તેનાં રબરના ઢાંકણમાં રીફિલનો એક ટુકડો પરોવી દો અને ઢાંકણને શીશી પર લગાવી દો.
   રીફિલના ટુકડાની ઉપર પાણીનું એક ટીપું મૂકો અથવા રીફિલમાં થોડું પાણી ભરી દો. હવે આ શીશીને તમારી હથેળીમાં બરાબર કસીને પકડો. પાણીનાં ટીપાંનું શું થાય છે ? અને શા માટે ?
3. પ્રયોગ-6ની માફક એક સીરીંજ લો. તેનો પિસ્ટન અડધો ખોલી દો. હવે તેનું મોં બંધ કરીને ખેંચવાનો પ્રયત્ન કરો. શું પિસ્ટન સહેલાઈથી ખેંચાય છે ? આંગળી પર શો અનુભવ થાય છે ? પિસ્ટનને છોડતાં શું થાય છે ?
4. આ પ્રકરણમાં તમે હવા સંબંધિત ઘણા પ્રયોગો કર્યા. તમારા અવલોકનોના આધારે નીચેની સારણી ભરો.

સારણી : હવાના ગુણધર્મો

પ્રયોગ ક્ર.	પ્રયોગ દ્વારા નિર્દેશિત હવાનો ગુણધર્મ
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

C C C

વાયુઓ-1*

તમે હવાના ઘણા પ્રયોગો કર્યા. તેમાં તમે શીખ્યા કે ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થોની જેમ જ હવા પણ જગ્યા રોકે છે. પ્રવાહીની માફક હવાનું પણ કોઈ સ્થાયી કે નિશ્ચિત સ્વરૂપ હોતું નથી અને જે વાસણમાં તે હોય તેનો જ આકાર ધારણ કરે છે. તમે તમારા પ્રયોગો દ્વારા હવા અને પ્રવાહી વચ્ચેનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભેદ શીખ્યા હતા. વિચારીને કહો કે શું –

- **પ્રવાહીનું કોઈ એક ચોક્કસ કદ હોય છે ? (1)**
- **હવાનું કોઈ એક ચોક્કસ કદ હોય છે ? (2)**

હવાનું પ્રકરણ અને તમારી નોટબુકમાં નોંધેલ પ્રયોગોના અવલોકનો અને પરિણામોને ફરી એકવાર ધ્યાનથી જુઓ.

- **જણાવો કે કયા-કયા પ્રયોગોથી એ ખબર પડે છે કે –**
- **હવાનો કોઈ ચોક્કસ આકાર હોતો નથી (3)**
- **હવાનું કોઈ ચોક્કસ કદ હોતું નથી. (4)**

હવાની જેમ જે પદાર્થોનો ન તો કોઈ ચોક્કસ આકાર હોય કે ન તો કોઈ ચોક્કસ કદ હોય તેને આપણે વાયુ કહીએ છીએ.

આવો આપણે કેટલાક વાયુઓ બનાવીને તેના ગુણધર્મો ચકાસીએ.

પ્રયોગ શરૂ કરતાં અગાઉ ચૂનાનું પાણી અને ફિનોલ્ફથેલીનના ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ નીચે દર્શાવેલ રીતે બનાવીને રાખો.

ચૂનાનું પાણી

એક બીકરમાં લગભગ અડધું પાણી ભરો અને તેમાં પાનમાં ખાવાનો લગભગ 5 ગ્રામ ચૂનો નાખો. ચૂનાને કાચના સળિયાની મદદથી પાણીમાં સારી રીતે ઓગાળો અને તેને એક રાત્રિ રહેવા દો. બીજા દિવસે સવારે તેને ફિલ્ટર પેપરમાંથી બનાવેલ ગળણીથી ગાળી લો. ગાળવાની રીત પૃથક્કરણના પ્રકરણમાં જુઓ. ગાળ્યા બાદ નીચે આવેલા ચૂનાના દ્રાવણને પ્રયોગ માટે ઉપયોગમાં લો. આ દ્રાવણ પારદર્શક હોવું જોઈએ.

ફિનોલ્ફથેલીનનું ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ

એસિડ અને બેઇઝના પરસ્પરિક સંબંધના પ્રકરણમાં આપેલ રીતથી આ દ્રાવણ બનાવો.

** બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-7, 1979 (કેટલાક સુધારા સાથે)*

ચિત્ર-1

બા.વૈ. ધોરણ-7, 2001

કાર્બન ડાયોક્સાઇડ : પ્રયોગ-1

ચિત્ર-1 માં દર્શાવ્યા અનુસાર કાચની બે નળીઓને રબરની નળી સાથે જોડ્યા બાદ એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી કાચની એક નળીનો ખુલ્લો છેડો ઉત્કલન નળીમાં રહે અને કાચની બીજી નળીનો ખુલ્લો છેડો ટેસ્ટટ્યૂબમાં રાખેલ ચૂનાના પાણીમાં ડૂબેલા રહે.

ઉત્કલન નળીનો બૂચ હટાવીને તેમાં લગભગ 5 ગ્રામ આરસપહાણના ટુકડા નાખો અને તેની પર થોડો મીઠાનો એસિડ (હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ) એટલા પ્રમાણમાં નાખો કે જેથી આ ટુકડા તેમાં ડૂબી જાય. આ ટેસ્ટટ્યૂબ પર કાચની નળીવાળો બૂચ બરાબર કસીને ફરીથી લગાવી દો.

ઉત્કલન નળીની જગ્યાએ ઇન્જેક્શનની શીશીનો ઉપયોગ પણ કરી શકાય છે. ઇન્જેક્શનની એક મોટી શીશી ઢાંકણ સાથે, એક રીફિલનો ટુકડો અને 15 સેમી લાંબી વાલ્વ ટ્યૂબ લો. રીફિલના ટુકડાને ઢાંકણમાં પરોવી દો કે જેથી તેનો થોડો ભાગ ઢાંકણની બંને બાજુ બહાર રહે. રીફિલના બહારની તરફના છેડા પર વાલ્વની ટ્યૂબ લગાવી દો. વાલ્વ ટ્યૂબની બીજી બાજુનો છેડો ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખી રાખો. શીશીમાં આરસપહાણના ટુકડા અને થોડોક મીઠાનો એસિડ નાખીને ઢાંકણું બંધ કરી દો.

- **શું આરસપહાણના ટુકડા અને મીઠાના એસિડ વચ્ચે પરસ્પર કોઈ ક્રિયા થઈ રહી છે ? તમને કેમની ખબર પડી કે પ્રક્રિયા થઈ રહી છે ? (5)**
- **ટેસ્ટટ્યૂબમાં થઈ રહેલ ક્રિયાને ધ્યાનથી જુઓ અને કહો કે શું ઉત્કલન નળીમાં કકોઈ વાયુ બની રહ્યો છે ? તમારા ઉત્તરની સાબિતી પણ આપો. (6)**
- **શું ચૂનાના પાણીમાં કોઈ પરિવર્તન થઈ રહ્યું છે ? (7)**
- **આ પ્રયોગના કયા અવલોકન પરથી તમે કહેશો કે ઉત્કલન નળીમાં કોઈ નવો પદાર્થ બની રહ્યો છે ? (8)**

નીચે આપેલા પ્રયોગની મદદથી આ પદાર્થના બીજા કેટલાક ગુણધર્મોને ચકાસો.

> આમ તો રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું પ્રકરણ આગળ આવશે. (પૃ. 121), ત્યાં એ સમજવાનો પ્રયત્ન કરેલ છે કે કોઈ પ્રક્રિયા થઈ રહી છે કે નહીં તે તમે કેવી રીતે ઓળખશો ? પ્રશ્ન-5 માં બાળકોએ આરસપહાણના ટુકડાઓમાંથી નીકળતા પરપોટા પર ધ્યાન આપવું.

> તમે જોઈ શકો કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડને આપણે હવાના વિસ્થાપન દ્વારા એકત્રિત કરી રહ્યા છીએ, જ્યારે ઓક્સિજનને પાણીના વિસ્થાપનથી એકત્રિત કરીશું. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ હવાથી ખૂબ ભારે હોય છે અને તે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. આથી તેને આ રીતે એકત્રિત કરવું સુવિધાજનક હોય છે.

પ્રયોગ-2

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં લગભગ ચોથા ભાગ જેટલું ફિનોલ્ફથેલીનનું ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ ભરો.

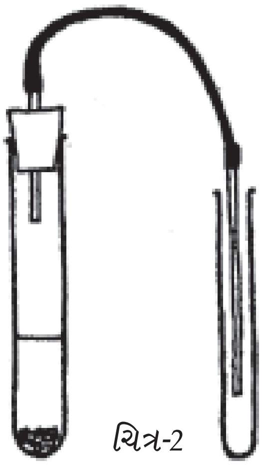
પ્રયોગ-1ના વાયુને હવે ગુલાબી સૂચક દ્રાવણમાં પ્રવાહિત કરો. એટલે કે વાયુના પરપોટા આ દ્રાવણમાં થઈને નીકળવા દો.

- **વાયુ પ્રવાહિત કરવાથી ગુલાબી સૂચક દ્રાવણમાં શી અસર થઈ ? (9)**

પ્રયોગ-3

ચિત્ર-2માં દર્શાવ્યા અનુસાર એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં આ વાયુને એકત્રિત કરો.

- **આ વાયુનો રંગ કેવો છે ? (10)**



ચિત્ર-2

બા.વૈ. ધોરણ-7, 2001, પૃ.151

• ટેસ્ટટ્યૂબને સૂંઘીનો કહો કે આ વાયુની ગંધ કેવી છે ? (11)

હવે આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં પલળેલું ભૂરું લિટમસપત્ર નાખો.

• શું લિટમસપત્રના રંગમાં પરિવર્તન આવ્યું ? (12)

પ્રયોગ-4

એક ખાલી ગ્લુકોઝની બોટલ લો અને તેમાં સળગતી દિવાસળી નાખીને જુઓ કે તે કેટલી વારમાં ઓલવાઈ જાય છે. (ચિત્ર-3). હવે આ બોટલમાં પ્રયોગ-3ની માફક વાયુ ભરો અને પુનઃ એક સળગતી દિવાસળી નાખો.

- **પ્રથમ વખતની તુલનામાં બીજી વખતે દિવાસળી કેટલી વારમાં ઓલવાઈ ગઈ ? (13)**
- **આ પ્રયોગ દ્વારા મીઠાના એસિડ અને આરસપહાણના ટુકડા વચ્ચેની પ્રક્રિયા દ્વારા બનેલ વાયુ અંગે તમે શું શીખ્યા ? (14)**
- **શું તમે વાયુના આ ગુણધર્મનો તમારા જીવનમાં કોઈ ઉપયોગ વિચારી શકો છો ? (15)**

ચિત્ર-3

પ્રયોગ-5

પ્રયોગ-4ની માફક ગ્લુકોઝની બોટલને વાયુથી ભરો અને તેને એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં જેમ પાણી નાખીએ છીએ તેમ નાખો. અહીં ગ્લુકોઝની બોટલને ટેસ્ટટ્યૂબના મુખ પાસે ઊંધી રાખીને થોડી ત્રાંસી કરવી જરૂરી છે. તેને ટેસ્ટટ્યૂબના મુખ પર ઊંધી રાખીને પૂરેપૂરી ઊભી રાખવી નહિ. (ચિત્ર-4). ત્રાંસી બોટલ રાખવાથી ટેસ્ટટ્યૂબની હવા બહાર નીકળી શકે છે અને વાયુ અંદર પ્રવેશે છે.

ગ્લુકોઝ બોટલને થોડો સમય ઊંધી રાખ્યા બાદ તેને સીધી કરીને તેમાં ભીનું ભૂરું લિટમસપત્ર નાખો.

- **શું લિટમસપત્રનાં રંગમાં કોઈ પરિવર્તન આવ્યું ? (16)**
- **જો ના, તો ગ્લુકોઝની બોટલમાં તમે જે વાયુ ભરેલ હતો તે ક્યાં ગયો ? તમારા ઉત્તરની સ્પષ્ટ સાબિતી આપો. શું ટેસ્ટટ્યૂબમાં લિટમસ પરીક્ષણ કરવાથી કંઈ ખબર પડે છે ? (17)**
- **આ પ્રયોગના આધારે શું તમે જણાવી શકો છો કે હવા અને આ વાયુ પૈકી કોણ ભારે છે ? (18)**
- **પ્રયોગ દ્વારા આ વાયુ અંગેના જે ગુણધર્મો તમે શીખ્યા તેની યાદી બનાવો. (19)**

ચિત્ર-4

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.151-2

આ ગુણધર્મો ધરાવતા વાયુનું નામ **કાર્બન ડાયોક્સાઇડ** છે.

આગળના પ્રયોગોમાં આપણે જે વાયુ બનાવીશું તેને એકત્રિત કરવા માટે એક વિશેષ રીતનો ઉપયોગ કરીશું. ‘હવાના ખેલ’ પ્રકરણમાં હવાને

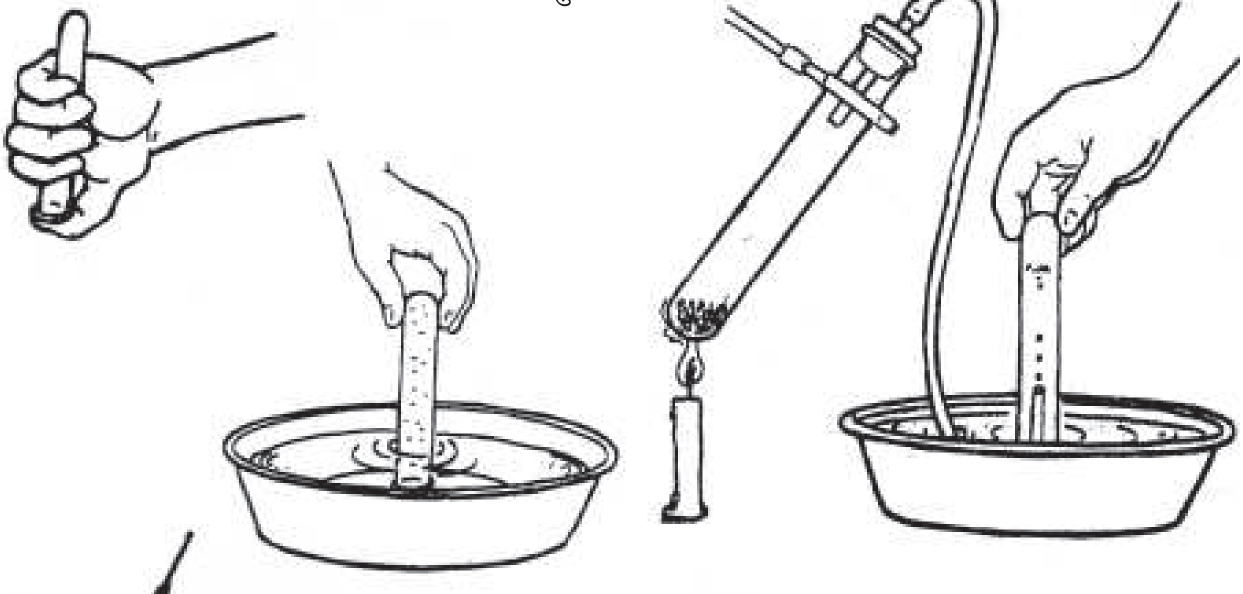
એકત્રિત કરવા માટે આ રીતનો ઉપયોગ કર્યો હતો. એક ટેસ્ટટ્યૂબને પૂરેપૂરી પાણીથી ભરો અને તેના મુખ પર અંગૂઠો રાખીને તેને ઉલટાવી દો. ટેસ્ટટ્યૂબને આ રીતે ઊંધી પકડી રાખીને પાણી ભરેલ એક વાસણમાં ઊભી રાખીને અંગૂઠો હટાવી દો. તમે જોઈ શકશો કે ટેસ્ટટ્યૂબનું પાણી પડતું નથી.

પ્રયોગ-6

એક ઉત્કલન નળીમાં લગભગ 2-3 ગ્રામ પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ લો. ચિત્ર-5માં દર્શાવ્યા અનુસાર સાધનો ગોઠવો. ઉત્કલન નળીને ટેસ્ટટ્યૂબ હોલ્ડરની મદદથી પકડીને ગરમ કરો.

- **શું પ્રયોગ-1 ની માફક ઉત્કલન નળીમાં રહેલ રસાયણોને કંઈ થઈ રહ્યું છે ? (22)**
- **શું પાણીથી ભરેલ ઉત્કલન નળીમાં કોઈ વાયુ જમા થઈ રહ્યો છે ? કેવી રીતે કહેશો ? (23)**
- **તેનો રંગ કયો છે ? (24)**

ટેસ્ટટ્યૂબને વાયુથી ભરીને અલગ રાખી લો. તેમાં થોડીઘણી હવા હોવાથી તેના દ્વારા આપણે કોઈ પ્રયોગ કરીશું નહીં.



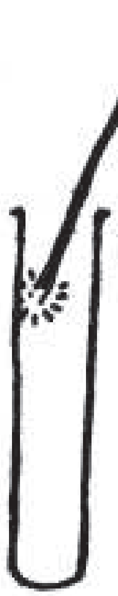
ચિત્ર-5

હવે એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં આ વાયુ ભરીને તેને લાકડાની બૂચથી બંધ કરીને સ્ટેન્ડમાં મૂકી દો.

- **સૂંઘીને કહો કે આ વાયુની ગંધ કેવી છે ? (25)**

પ્રયોગ-7

હવે એક દિવાસળી સળગાવીને તેને ટેસ્ટટ્યૂબ હોલ્ડરથી પકડો. ફૂંક મારીને દિવાસળી ઓલવ્યા બાદ તે બળી રહી હોય ત્યારે તેને વાયુ ભરેલી ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખો. આ પ્રયોગને બળતી અગરબત્તી દ્વારા પણ કરો. (ચિત્ર-6)



ચિત્ર-6

- **શુ થયું ? (26)**
- **તેનાથી તમને વાયુના કયા ગુણધર્મની જાણ થઈ ? (27)**

વાયુથી ભરેલ ઉત્કલન નળી લો. તેમાં એક બળતી દિવાસળી નાખીને તેને સંપૂર્ણ રીતે સળગી જવા દો. હવે એક બીજી બળતી દિવાસળી તે ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખો. આવું ત્યાં સુધી કરતા રહો કે જ્યાં સુધી બળતી દિવાસળી પર વાયુની અસર બંધ ન થઈ જાય. હવે આ ઉત્કલન નળીમાં એક સળગતી (જ્યોત સાથે) દિવાસળી નાખો.

- **શું થયું ? (28)**
- **શરૂઆતમાં જે વાયુ બળતી દિવાસળીને સળગવામાં મદદ કરતો હતો તેનું દિવાસળીના સળગ્યા બાદ શું થયું ? (29)**
- **શું આ પ્રયોગમાં તમને એ વાતની કોઈ સાબિતી મળી કે દિવાસળીના સળગવાથી ટેસ્ટટ્યૂબમાં રહેલ વાયુ ખર્ચાઈ જાય છે ? (30)**
- **પ્રયોગ-4ના આધારે જણાવો કે ઉપરના પ્રયોગમાં દિવાસળીના સળગી ગયા બાદ એવો કયો વાયુ બન્યો હશે કે જેનાથી સળગતી દિવાસળી ઓલવાઈ જાય છે ? (31)**

પ્રયોગ-8

પ્રયોગ-6ની જેમ એક ઉત્કલન નળીને ફરીથી આ વાયુ દ્વારા ભરો અને તેમાં ભીનું ભૂરું લિટમસપત્ર નાખો. ઉત્કલન નળીને બૂચ વડે બંધ કરીને સ્ટેન્ડમાં રાખી દો.

જો ભૂરા લિટમસપત્ર પર વાયુની કોઈ અસર ન થાય તો લાલ લિટમસપત્રથી તપાસ કરીને જુઓ.

- **ભૂરા કે લાલ લિટમસપત્ર પર આ વાયુની શી અસર થઈ ? (32)**

પ્રયોગ-9

જેમ તમે કાર્બન ડાયોક્સાઇડવાળા પ્રયોગ-1 અને 2માં કર્યું હતું તેમ જ આ વાયુને પણ ચૂનાના પાણી અને ફિનોલ્ફથેલીનના ગુલાબી તેમજ રંગહીન સૂચક દ્રાવણમાંથી પસાર કરો.

- **આ વાયુની ચૂનાના પાણી પર શી અસર થઈ ? (33)**
- **ગુલાબી કે રંગહીન સૂચક દ્રાવણનાં રંગમાં શું પરિવર્તન આવ્યું ? (34)**

પ્રયોગ-10

આ પ્રયોગને બે જૂથ મળીને કરે.

વાયુથી ભરેલી એક ઉત્કલન નળી લો. જેવી રીતે પ્રયોગ-5માં કાર્બન ડાયોક્સાઇડને ગ્લુકોઝની બોટલમાંથી ઉત્કલન નળીમાં નાખ્યો હતો તેમજ આ વાયુને પણ એક ઉત્કલન નળીમાં નાખો. લગભગ અડધી મિનિટ બાદ બંને ટેસ્ટટ્યૂબને લાકડીના બૂચ વડે બંધ કરી દો.

વાયુ નીચેની ઉત્કલન નળીમાં ગયો છે કે નહીં તે જાણવા માટે એક સળગતી

દિવાસળીને ઉત્કલન નળી હોલ્ડરથી પકડીને નીચેની ઉત્કલન નળીની અંદર લઈ જાવ.

- **શું દિવાસળી સળગી ઊઠી ? (35)**
- **શું વાયુ ઉપરની ટેસ્ટટ્યૂબમાંથી નીચેની ઉત્કલન નળીમાં આવી ગયો ? (36)**

હવે વાયુથી ભરેલ બીજી એક ઉત્કલન નળી લો અને તેને સીધી પકડી રાખીને તેના મુખ પર એક ખાલી ઉત્કલન નળીને ઊંધી રાખીને અડધી મિનિટ રાખો. સળગતી દિવાસળીની મદદથી તપાસ કરો કે વાયુ ઉપરની ઉત્કલન નળીમાં ગયો કે નહીં.

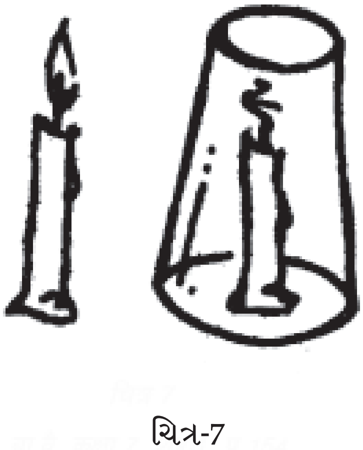
- **તમારા અવલોકનોના આધારે કહો કે આ વાયુ હવાથી ભારે છે કે હલકો ? (37)**
- **આ પ્રયોગો દ્વારા તમે આ વાયુના જે ગુણધર્મો શીખ્યા છો તેની એક યાદી બનાવો. (38)**

જે વાયુના આ ગુણધર્મો છે તેને આપણે ઓક્સિજન કહીએ છીએ. આપણા જીવનમાં ઓક્સિજન વાયુના મહત્ત્વ અંગે તમે શ્વસનના પ્રકરણમાં શીખશો.

કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજનના ગુણધર્મોની તુલના

- **તમે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજન વાયુના ગુણધર્મો શીખ્યા છો. તેની તુલના નીચે આપેલ સારણી બનાવીને કરો. (39)**

ક્રમ	ગુણધર્મ	કાર્બન ડાયોક્સાઇડ	ઓક્સિજન
1.	રંગ		
2.	ગંધ		
3.	હવાથી ભારે કે હલકો ?		
4.	ભૂરા લિટમસ પર અસર		
5.	લાલ લિટમસ પર અસર		
6.	બળતી દિવાસળી પર અસર		
7.	સળગતી દિવાસળી પર અસર		
8.	ચૂનાના પાણી પર અસર		
9.	ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ પર અસર		
10.	રંગહીન સૂચક દ્રાવણ પર અસર		



ચિત્ર-7
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.154

હવા, ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ – સળગવાનું વિજ્ઞાન

પ્રયોગ-11

બે નાની મીણબત્તી લો. બંનેને ટેબલ પર ઊભી રાખીને સળગાવી દો. તેમાંથી એક મીણબત્તીને બીકર કે કાચના ગ્લાસથી ઢાંકી દો. (ચિત્ર-7)

- **શું તમે કહી શકો છો કે ઢાંકેલી મીણબત્તી કેમ ઓલવાઈ જાય છે ? (40)**

અલગ-અલગ કદના ચાર વાસણ લો. ઉદાહરણ તરીકે 250 મિલિનો કોનિકલ ફ્લાસ્ક, 500 મિલિની ગ્લુકોઝની બોટલ અને 2 લિટરની પાણીની બોટલ લઈ શકાય છે. પ્લાસ્ટિકની બોટલ સાથે પ્રયોગ સાવધાનીપૂર્વક કરવો કારણ કે તે પીગળી શકે છે અથવા આગ પણ પકડી શકે છે. સળગતી મીણબત્તીને આ વાસણો દ્વારા વારાફરતી ઢાંકો અને તપાસ કરો કે દરેક વખતે ઢાંકવાના કેટલા સમય બાદ મીણબત્તી ઓલવાઈ જાય છે.

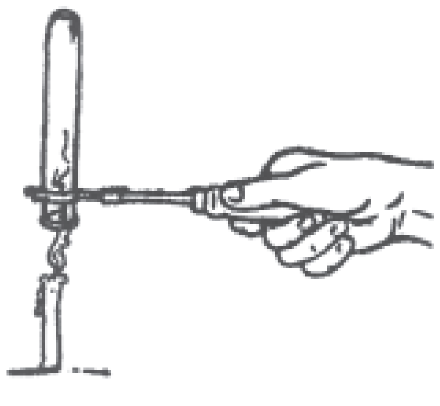
- **પ્રયોગના પરિણામોને સારણીમાં દર્શાવો. સારણીનો નમૂનો નીચે દર્શાવેલ છે. (41)**

ક્રમ	**વાસણનું કદ (મિલિ)**	**ઓલવાતાં લાગતો સમય (સેકન્ડ)**
1.		
2.		
3.		
4.		

- **જો સમાન કદ ધરાવતા પરંતુ વિવિધ આકાર ધરાવતા વાસણ લેવામાં આવે તો શું ઓલવાઈ જવાના સમયમાં અંતર હશે ? કારણ સહિત સમજાવો. (42)**

પ્રયોગ-12

એક સળગતી મીણબત્તીની જ્યોતથી થોડું ઉપર એક ઉત્કલન નળીને ટેસ્ટટ્યૂબ હોલ્ડરની મદદથી ઊંધી પકડી રાખો. જ્યોત ઉત્કલન નળીને ન સ્પર્શે તેનું ધ્યાન રાખવું. (ચિત્ર-8) થોડા સમય બાદ ઉત્કલન નળીને સીધી કરી તેમાં ચૂનાનું પાણી નાખીને હલાવો.



ચિત્ર-8
બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.155

- **શું ચુનાના પાણી પર કોઈ અસર પડી ? (43)**
- **ઉત્કલન નળીમાં કયો વાયુ ભરાઈ ગયો હશે ? (44)**
- **આ વાયુ ક્યાંથી આવ્યો ? (45)**

તમે હવા, ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાં વસ્તુઓના સળગવા અંગેના ઘણાં પ્રયોગો કર્યા છે. તમે જે કંઈ પણ શીખ્યા છો તેના આધારે નીચેના વાક્યોમાં રહેલ ખાલી જગ્યા પૂરો.

(ક) ______ વાયુ બળતી દિવાસળીને સળગવામાં મદદ કરે છે.

(ખ) દિવાસળીના સળગવાથી ______ વાયુનો ખર્ચ થઈ જાય છે.

(ગ) ______ વાયુના વગર દિવાસળી સળગી શકતી નથી.

(ઘ) પ્રયોગ-13ના આધારે આપણે એ તારણ કાઢી શકીએ છીએ કે વસ્તુઓના સળગવાથી ______ વાયુ બને છે.

(ચ) ______ વાયુ સળગતી વસ્તુઓને ઓલવી નાખે છે.

(છ) હવામાં વસ્તુઓ સળગે છે એનો અર્થ એ છે કે હવામાં ______ વાયુ છે.

(જ) હવામાં વસ્તુઓના સળગવાથી ______ વાયુ ખર્ચાઈ જાય છે અને ______ વાયુ બને છે. (46)

- **વસ્તુઓના સળગવાથી હવામાં થતા પરિવર્તનો તમારા શબ્દોમાં લખો. (47)**

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. એક વાયુ પલળેલા ભૂરા લિટમસપત્રને લાલ કરી દે છે. આ વાયુ બેઝિક છે કે એસિડિક ? આ વાયુની ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ પર શી અસર થશે ?
2. એક મોટા ઓરડામાં એક બલ્બ અને એક મીણબત્તી સળગી રહી છે. માની લો કે કોઈપણ રીતે આ ઓરડામાંથી હવાને કાઢી લેવામાં આવે છે તો બલ્બ અને મીણબત્તી પર શી અસર થશે ? કારણ સાથે ઉત્તર લખો.
3. આગ ઓલવવા માટે એક સાધન મળે છે. તેમાં પાણીના બદલે એક વાયુ નીકળે છે કે જેનાથી આગ ઓલવાઈ જાય છે. પ્રકરણના આધારે કહો કે આ વાયુ કયો હોઈ શકે છે ?
4. હવામાં ઓક્સિજન ન હોત તો શું થાય ?
5. આ પ્રકરણમાં તમે બે વાયુઓનું અધ્યયન કર્યું. શું તમે કોઈ બીજા વાયુઓ અંગે જાણો છો ? આવા વાયુઓની યાદી બનાવો અને તેના જે ગુણધર્મો તમે જાણતા હોવ તે લખો.

C C C

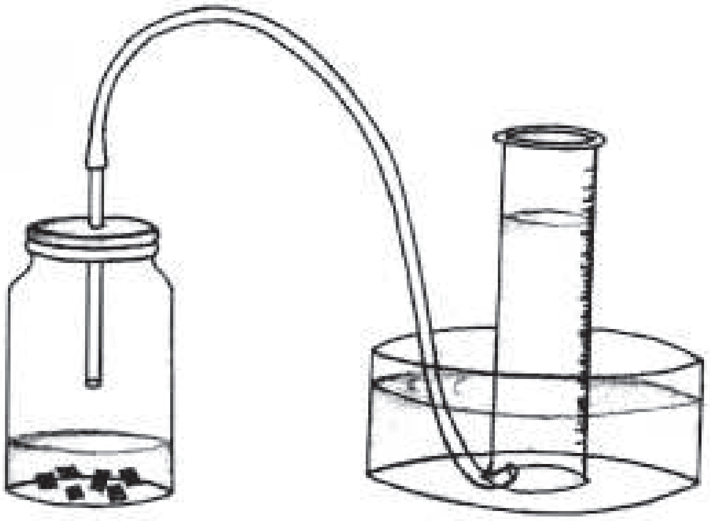
વાયુઓ-2*

પાછલા પ્રકરણમાં તમે ઓક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ એમ બે વાયુઓ બનાવ્યા હતા. તમે એ પણ શોધ્યું કે આપણા જીવનમાં તેમનું શું મહત્ત્વ છે. તે સિવાયના અન્ય વાયુઓ પણ હોય છે. આવો તેમાંથી બીજા બે વાયુઓ બનાવીએ અને તેના કેટલાક પ્રયોગ કરીએ.

હાઇડ્રોજન

શરૂ કરતાં પહેલા પ્રયોગ 1 થી 4 સુધી વાંચી લો અને તે માટે જરૂરી પૂર્વતૈયારી કરી લો. એક વખત જો વાયુ બનવાનો શરૂ થઈ ગયો તો આ પ્રયોગો વારાફરતી તરત જ કરવા પડશે. જો તમે વચ્ચે અટકીને સામગ્રી શોધવામાં સમય બગાડ્યો તો વાયુ બરબાદ થઈ જશે.

હાઇડ્રોજન વાયુ કેવી રીતે બનાવી શકાય છે. તમારી અનુકૂળતા અનુસાર પ્રયોગ 1(ક) અથવા પ્રયોગ 1(ખ)ની રીતે આ વાયુ બનાવો.



ચિત્ર-1

પ્રયોગ 1 (ક)

એક ઇન્જેક્શનની શીશી લો. તેના ઢાંકણામાં એક રીફિલનો ટુકડો પરોવી લો. રીફિલના ઉપરના ભાગમાં લગભગ 15 સેમી લાંબી વાલ્વ ટ્યૂબનો એક છેડો ચઢાવી દો. વાલ્વ ટ્યૂબનો બીજો છેડો ખુલ્લો રહેશે.

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં પાણી ભરીને તેને પાણી ભરેલ એક વાસણમાં એવી રીતે ઊંધી રાખી દો કે તેનું પાણી બહાર નીકળી ન જાય. વાલ્વ ટ્યૂબના ખુલ્લા છેડાને ટેસ્ટટ્યુબના મુખમાં નાખી દો. (ચિત્ર-1). એક વિદ્યાર્થી આ ટેસ્ટટ્યુબને પકડી રાખે.

ઇન્જેક્શનની શીશીમાં જસતના થોડા ટુકડા નાખીને તે ડૂબી જાય તેટલો હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ નાખો. શીશીનું ઢાંકણું બંધ કરી દો. ઢાંકણામાં રહેલ રીફિલ એસિડને ન અડકે તેનું ધ્યાન રાખો.

- **ઇન્જેક્શનની શીશીમાં કઈ પ્રક્રિયા થઈ રહી છે ? (1)**
- **શું કોઈ વાયુ બની રહ્યો છે ? કેવી રીતે ખબર પડી ? (2)**

ટેસ્ટટ્યૂબને વાયુથી પૂરેપૂરી ભરી દો.

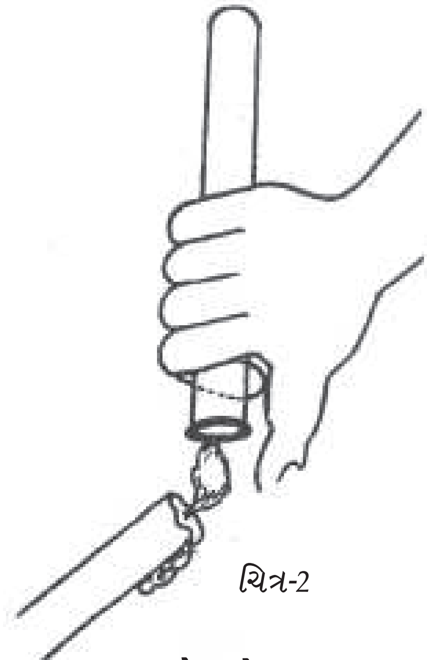
બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-8, 1980 (કેટલાક સુધારા સાથે)

આ પ્રયોગમાં વિસ્ફોટ થાય છે, ધ્યાનથી પ્રયોગ કરવો.

પ્રયોગ-1(ખ)

એલ્યુમિનિયમ અને કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ)ની પ્રક્રિયા દ્વારા પણ હાઇડ્રોજન ગેસ બનાવી શકાય છે. પ્રયોગ-1(ક)ના સાધનોમાં જસતની જગ્યાએ એલ્યુમિનિયમના પતરાના ટુકડા અને એસિડની જગ્યાએ સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડનું મંદ દ્રાવણ નાખીને હાઇડ્રોજન વાયુ બનાવો.

આવો હવે આ વાયુના ગુણધર્મો ચકાસીએ.



ચિત્ર-2

બા.વૈ., ધોરણ-8, ખંડ-1, 1980 (1987), પૃ.186

પ્રયોગ-2

વાયુથી ભરેલ ટેસ્ટટ્યૂબનું મુખ પાણીમાં જ અંગૂઠાથી બંધ કરીને બહાર કાઢો.

- **આ વાયુનો રંગ કેવો છે ? (3)**

અંગૂઠો ખસેડીને વાયુને સુંઘો.

- **તેની ગંધ કેવી છે ? (4)**

પ્રયોગ-3

એક બીજી ટેસ્ટટ્યૂબ વાયુથી ભરી લો. વાયુથી ભરેલી ટેસ્ટટ્યૂબનું મુખ પાણીમાં અંગૂઠાથી બંધ કરીને બહાર કાઢો. ટેસ્ટટ્યૂબનું મુખ નીચેની તરફ જ રાખો. આ ટેસ્ટટ્યૂબના મુખની પાસે એક સળગતી મીણબત્તી લઈ જઈને અંગૂઠો હટાવી દો. (ચિત્ર-2)

- **શું થયું ? (5)**

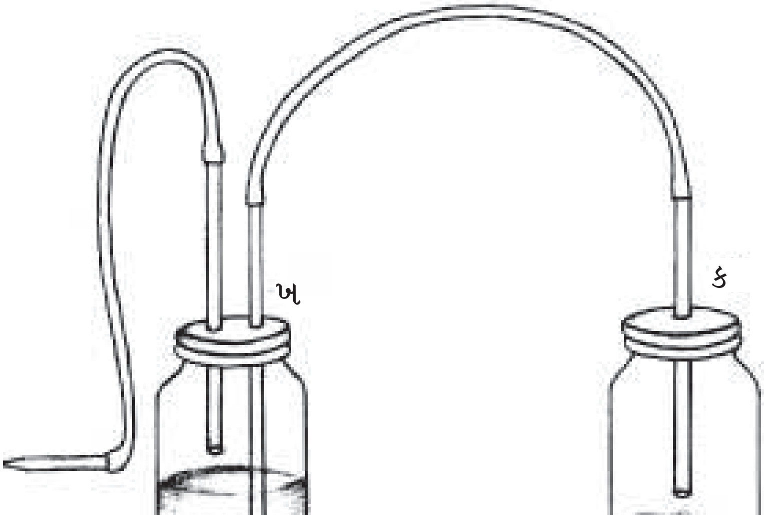
એક પ્રયોગ તમે પોતે વિચારો

આ વાયુ એસિડિક છે, બેઝિક છે કે તટસ્થ તે ચકાસવા માટે એક પ્રયોગ કરો.

- **આ વાયુની પ્રકૃતિ કેવી છે ? (6)**

પ્રયોગ 4 (શિક્ષક દ્વારા કરવામાં આવે)

ચિત્ર-3માં દર્શાવ્યા અનુસાર સાધનો ગોઠવો. ઇન્જેક્શનની શીશી 'ક'માં વાયુ બનશે. ઇન્જેક્શનની શીશી 'ખ' પાણીથી અડધી ભરેલી છે. એ વાતનું ધ્યાન રાખવું કે શીશી 'ક'માંથી આવનાર વાલ્વ ટ્યૂબમાં લાગેલ રીફિલ શીશી 'ખ'ના પાણીમાં અવશ્ય ડૂબેલી હોય. શીશી 'ખ'ની બીજી રીફિલ પાણીથી ઉપર રહેશે. શીશી 'ખ'માંથી નીકળી રહેલ આ બીજી વાલ્વ ટ્યૂબના ખુલ્લા છેડા પર ઇન્જેક્શનની સોય લગાવી દો.



ચિત્ર-3

આ પ્રયોગની સફળતા માટે વાયુ ઝડપથી બને તે જરૂરી છે. આ માટે શીશી 'ક'માં જસતના 6-7 ટુકડા નાખો.

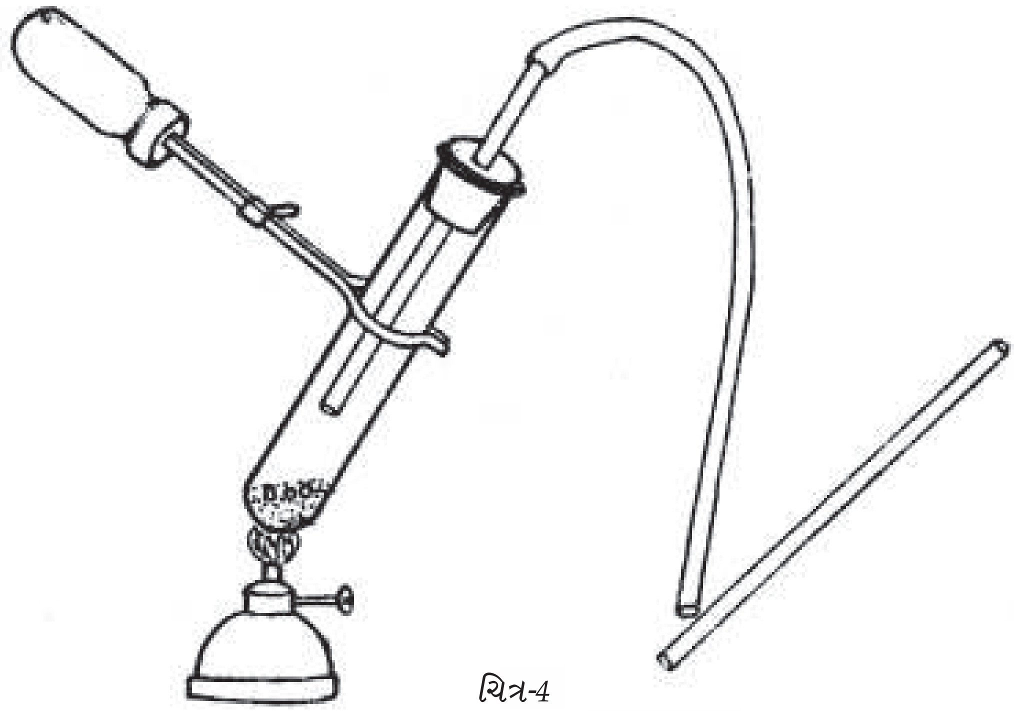
સાધનો ગોઠવ્યા બાદ ઇન્જેક્શનની સોયના મોં પાસે એક સળગતી દિવાસળી લાવો.

- **શું થયું ? શું વાયુની સળગતી જ્યોત દેખાય છે ? (7)**
- **આ પ્રયોગથી વાયુના કયા ગુણધર્મની જાણ થાય છે ? (8)**

જસત અને હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ અથવા એલ્યુમિનિયમ અને સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડની પ્રક્રિયા દ્વારા તમે જે વાયુ બનાવ્યો તેને હાઇડ્રોજન કહે છે.

એમોનિયા : પ્રયોગ-5

એક ઉત્કલન નળીમાં લગભગ અડધી ચમચી નવસાર (એમોનિયમ ક્લોરાઇડ) લો અને તેમાં કોસ્ટિક સોડા (સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ)ની 3-4 ટીકડી નાખો. ચિત્ર-4 અનુસાર સાધનો ગોઠવો અને ઉત્કલ નળીને ગરમ કરો.



ચિત્ર-4

બા.વૈ., ધોરણ-8, ખંડ-1, 1980 (1987), પૃ.193

કાચની નળીના એક છેડાને સાંદ્ર મીઠાના એસિડ (હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ)માં પલાળીને રબરની નળીના મોં પાસે રાખો.

- **શું થયું ? (9)**
- **શું તમે કહી શકો છો કે ઉત્કલન નળીમાં કોઈ વાયુ બની રહ્યો છે ? જો હા, તો તેની તમારી પાસે શી સાબિતી છે ? (10)**

આ વાયુને સુંઘવવાનો પ્રયત્ન ન કરવો. તેની ગંધ એટલી તીવ્ર છે કે વગર સુંઘ્યે જ તમને ખબર પડી જશે.

- **કેવી છે આ વાયુની ગંધ ? (11)**

પ્રયોગ-6

લાલ અને ભૂરા લિટમસપત્રના ટુકડાઓને પલાળીને વારાફરતી રબરની નળીના મુખ પાસે રાખો.

- **આ વાયુ એસિડિક, બેઝિક કે તટસ્થ છે તે જણાવો. (12)**
- **આ વાયુની ફિનોલ્ફથેલીનના ગુલાબી કે રંગહીન સૂચક દ્રાવણ પર શી અસર થશે ? આ સૂચક દ્રાવણોમાં ફિલ્ટર પેપર પલાળીને રબરની નળીની પાસે લાવીને તમારા ઉત્તરની ચકાસણી કરો. (13)**

પ્રયોગ-7

ચિત્ર-5

બા.વૈ., ધોરણ-8, ખંડ-1, 1980 (1987), પૃ.195

એક કોરી ટેસ્ટટ્યૂબ લો. તેને ઊંધી પકડીને જે રબરની નળીમાંથી વાયુ નીકળી રહ્યો હોય તેને ટેસ્ટટ્યૂબનાં મુખમાં નાખી દો. આ રીતે વાયુ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ભેગો થવા લાગશે.

આપણે જોઈ તો નહીં શકીએ પરંતુ એમ માની લઈએ કે થોડી વારમાં ટેસ્ટટ્યૂબ વાયુથી ભરાઈ ગઈ હશે. વાયુથી ભરાઈ ગયા બાદ રબરની નળીને મુખમાંથી કાઢીને ટેસ્ટટ્યૂબના મુખને અંગુઠાથી બંધ કરી દો. મુખ બંધ રાખીને તેને પાણીથી ભરેલા વાસણમાં ડૂબાડો અને મુખ ખોલી દો. (ચિત્ર-5)

- **શું થયું ? (14)**

હવે ટેસ્ટટ્યૂબનું મોં બંધ કરીને તેને પાણીની બહાર કાઢીને સીધી કરી દો. ટેસ્ટટ્યૂબમાં ભરાયેલ પાણીની તપાસ લિટમસપત્રથી કરો.

- **આ પાણી કેવું છે - એસિડિક, બેઝિક કે તટસ્થ ? (15)**
- **શું તમે કહી શકશો કે ટેસ્ટટ્યૂબમાં પાણી કેમ ભરાઈ ગયું ? (16)**

આ ગુણધર્મો ધરાવતા વાયુને એમોનિયા કહે છે.

- **હાઇડ્રોજન અને એમોનિયાના ગુણધર્મોને સારણી બનાવીને લખો. (17)**

અત્યાર સુધી તમે ચાર વાયુ બનાવ્યા છે.

- **આ વાયુઓને અલગ-અલગ રીત દ્વારા કેમ એકત્રિત કરીએ છીએ ? વર્ગમાં ચર્ચા કરીને જવાબ આપો. (18)**
- **ચારેય વાયુઓનો એક-એક ગુણધર્મ એવો બતાવો કે જેનાથી તેમને સ્પષ્ટ રીતે ઓળખી શકાય. (19)**

C C C

વાયુઓની સાથે એક વધારાનો પ્રયોગ

હાઇડ્રોજનને ઘણી રીતે બનાવી શકાય છે. જેમકે આપણે એલ્યુમિનિયમ અને સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન બનાવી શકીએ છીએ. આ જ રીતે જસત અને મીઠાના એસિડ (હાઇડ્રક્લોરિક એસિડ) અથવા ગંધકના એસિડ (સલ્ફ્યૂરિક એસિડ)ની પ્રક્રિયા દ્વારા અથવા મેગ્નેશિયમ અને હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડની પ્રક્રિયા દ્વારા પણ હાઇડ્રોજન ગેસ બનાવી શકાય છે.

આ પ્રયોગ માટે જસત અને મેગ્નેશિયમનું એકસમાન પ્રમાણ લેવું પડશે. લગભગ 200-200 મિગ્રાનું પ્રમાણ લેવું યોગ્ય રહેશે.

ઇન્જેક્શનની એક શીશી લો. તેના ઢાંકણામાં એક રીફિલનો ટુકડો પરોવી દો. ટુકડાના ઉપરના ભાગે લગભગ 20 સેમી લાંબી વાલ્વ ટ્યૂબનો છેડો ભરાવી દો. વાલ્વ ટ્યૂબનો બીજો છેડો ખુલ્લો રહેશે.

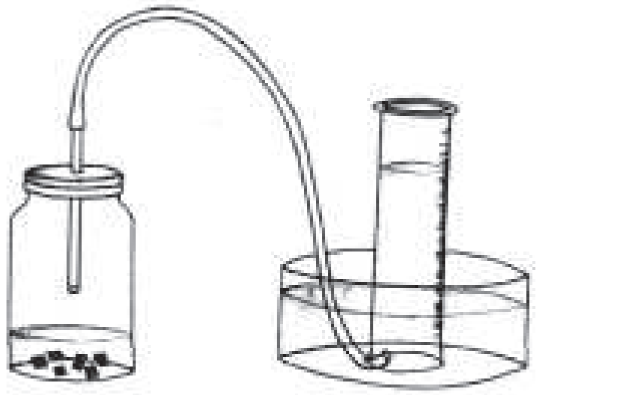
500 મિલિના એક નળાકારમાં છેક ઉપર સુધી પાણી ભરીને તેને એક વાસણમાં એવી રીતે ઊંધો રાખી દો કે પાણી નીકળી ન જાય. વાલ્વ ટ્યૂબના ખુલ્લા છેડાને નળાકારના મુખમાં નાખી દો (ચિત્ર જુઓ). એક વિદ્યાર્થી આ નળાકાર પાત્રને પકડી રાખશે.

ઇન્જેક્શનની શીશીમાં જસતના કેટલાક ટુકડા નાખીને ઢાંકણું લગાવી દો. ઢાંકણામાં સિરીંજની એક સોઈ લગાવી દો. સિરીંજની મદદથી શીશી ત્રીજા ભાગ સુધી ભરાઈ ન જાય ત્યાં સુધી મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ નાખો. ઢાંકણામાં નાખેલ રીફિલ એસિડને અડકવી ન જોઈએ.

વાયુ બનીને નળાકાર પાત્રમાં ભરાઈ જશે. જ્યાં સુધી વાયુ બનવાનો બંધ ન થઈ જાય ત્યાં સુધી પ્રયોગને ચાલુ રાખો.

નળાકાર પાત્રને વાસણમાં ઊંધા રાખીને જ વાયુનું પ્રમાણ નોંધી લો. વાયુનું પ્રમાણ નોંધતા અગાઉ નળાકાર પાત્રને પાણીમાં ઉપર-નીચે કરીને એવી સ્થિતિમાં લાવો કે જેથી નળાકાર પાત્રની અંદર અને બહાર પાણીની સપાટી સમાન હોય. આમ કરવાથી નળાકાર પાત્રમાં રહેલ વાયુનું દબાણ વાતાવરણના દબાણ જેટલું થઈ જાય છે.

સાધનોને બરાબર સ્વચ્છ કરીને આ જ પ્રયોગ મેગ્નેશિયમની સાથે ફરી કરો અને બનેલ હાઇડ્રોજન વાયુનું પ્રમાણ માપો.



શ્વસન*

ચિત્ર-1

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.158

ચિત્ર-2

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.158

ભોજન વગર આપણે ઘણાં અઠવાડિયા સુધી જીવતા રહી શકીએ છીએ. ઉપવાસ કે ભૂખ હડતાલ કરનારા લોકો ઘણી વખત આવું કરતા હોય છે તેવું તમે સાંભળ્યું હશે. પાણીના અભાવ દરમિયાન પણ આપણે કેટલાંક દિવસો સુધી જીવતા રહી શકીએ છીએ. પરંતુ હવા થોડો સમય પણ ન મળે તો આપણો દમ ઘૂંટાવા લાગે છે.

આ પ્રકરણમાં આપણે જોઈશું કે શ્વસન દરમિયાન મનુષ્યમાં શું થાય છે. આપણા દ્વારા લેવામાં આવેલ અને છોડવામાં આવેલ શ્વાસમાં શું તફાવત હોય છે ? શું વનસ્પતિ પણ શ્વસન કરે છે ? આવો, કેટલાક પ્રયોગ કરીને આ બધું જાણીએ.

મનુષ્યોમાં શ્વસન : પ્રયોગ-1

આવો, સૌથી પહેલા એ જોઈએ કે એક વ્યક્તિ કેટલો સમય શ્વાસ રોકી શકે છે. સેકન્ડ કાંટો ધરાવતી એક ઘડિયાળ લો. તમારા મોંને બંધ કરી દો અને એક હાથ દ્વારા નાક બંધ કરી દો કે જેથી હવા અંદર ન જાય.

થોડો સમય નાક અને મોં બંધ રાખવાથી તમને કેવો અનુભવ થયો ?

- **તમે આ રીતે કેટલો સમય મોં અને નાક બંધ રાખી શકો છો ? (1)**

એક મિનિટમાં કેટલી વખત શ્વાસ : પ્રયોગ-2

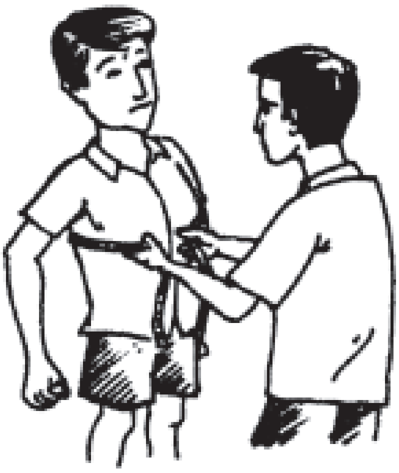
તમારા હાથની કોઈ એક આંગળીનો પાછળનો ભાગ (નખ તરફનો) તમારા કોઈ મિત્રના નાકની પાસે લઈ જાવ. તમારા મિત્રને સ્વાભાવિક રીતે શ્વાસ લેવા અને છોડવાનું કહો.

- **મિત્ર દ્વારા શ્વાસ છોડવામાં આવતા તમને આંગળી પર શો અનુભવ થાય છે ? (2)**
- **આ રીત દ્વારા એ શોધી કાઢો કે તમારો મિત્ર એક મિનિટમાં કેટલી વખત શ્વાસ લે છે અને છોડે છે ? શું એક મિનિટમાં તમારા મિત્રે જેટલી વખત શ્વાસ છોડ્યો એટલી જ વખત અંદર પણ લીધો છે ? (3)**

શરીરની અંદર હવા ખેંચવાની ક્રિયાને અંતઃશ્વાસ (શ્વાસ લેવો) અને હવા છોડવાની ક્રિયાને ઉચ્છ્વાસ (શ્વાસ છોડવો) કહે છે. એક મિનિટમાં જેટલી વખત શ્વાસ બહાર છોડવામાં આવે છે તે સંખ્યાને **શ્વસનદર** કહે છે.

બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-7, 2001 (કેટલાંક સુધારા સાથે)

કસરત અને શ્વાસ



ચિત્ર-3

તમે જોયું હશે કે થોડો સમય દોડવાથી કે કસરત કર્યા બાદ આપણે હાંફવા લાગીએ છીએ. તો શું કસરત કરવાથી કે દોડવાથી આપણા શ્વાસ લેવાની અને છોડવાની ગતિ પર અસર પડે છે ?

- **તમારા મતે કસરત કર્યા બાદ શ્વસનદર વધે છે કે ઘટે છે ? (4)**

તમારા એક સાથીને દોડીને આવવાનું કહો અને જુઓ કે તેના શ્વસનદર પર શી અસર પડી છે ?

આપણે જે શ્વાસ લઈએ છીએ તે છાતીમાં રહેલ ફેફસામાં ભરાય છે. હવે પછીના પ્રયોગમાં આપણે જોઈશું કે શ્વાસ લેવાથી અને છોડવાથી આપણી છાતી પર શું પ્રભાવ પડે છે ?

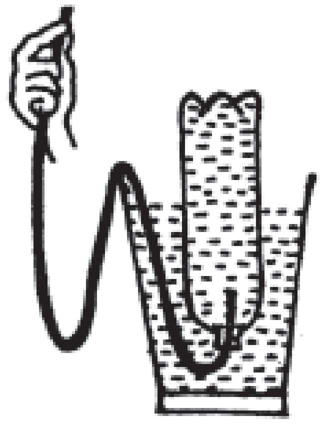
પ્રયોગ-3

માપન માટે એક દોરી કે સૂતળી લો. તેને તમારા જૂથમાંથી કોઈ એક સાથીના પીઠ પાછળથી લાવીને છાતીની સામે સુધી લાવી છાતીનું માપ લો. દોરી કે સૂતળીના છેડાઓને ધીમેથી પકડો અને તમારા સાથીને કહો કે તે ઊંડા શ્વાસ લે અને પછી ધીમે-ધીમે છોડે.

ચિત્ર-4

- **જ્યારે હવા અંદર જાય છે અને બહાર આવે છે ત્યારે છાતીના માપ પર શી અસર થાય છે ? (5)**

તમારા શ્વાસમાં કેટલી હવા : પ્રયોગ-4



ચિત્ર-5

આ.વે., ધોરણ-7, 2001, પૃ.159

બે લિટરની પ્લાસ્ટિકની એક બોટલ લો. તેમાંથી સૌપ્રથમ નળાકાર પાત્ર બનાવી દો.

આ માટે તેમાં માપીને સો-સો મિલિ પાણી નાખો અને દરેક વખતે પાણી જ્યાં સુધી ભરાય ત્યાં નિશાન કરી દો.

હવે નિશાન કરેલી બોટલમાં ઉપર સુધી પાણી ભરીને તેને પાણી ભરેલ ડોલમાં કે અન્ય મોટા વાસણમાં એવી રીતે ઊંધી રાખો કે તેમાં હવાના પરપોટા ન રહી જાય. એક રબરની નળીનો એક છેડો પાણીમાં ડૂબેલ બોટલના મોંમાં નાખી દો. નળીનો બીજો છેડો હાથમાં પકડી રાખો. હવે પૂરેપૂરો શ્વાસ ભરીને નળીના છેડાને મોંમાં લઈ ફૂંકી દો. ધ્યાન રાખવું કે ફૂંકતી વખતે વચ્ચે હવા લેવી નહીં. એક શ્વાસમાં જેટલી હવા ફૂંકી શકો છો તેટલી હવા ફૂંકો. આ હવા પ્લાસ્ટિકની બોટલમાં એકત્રિત થઈ જશે. તેનાથી બોટલમાં પાણીનું સ્તર ઓછું થતું જશે.

> હવાનું કદ માપવા માટે જરૂરી છે કે દરેક સમયે દબાણ સરખું હોય. આ માટે પાણીની અંદર જ બોટલને ઉપર-નીચે કરીને એવી સ્થિતિમાં લાવવામાં આવે છે કે જેથી બોટલની અંદર અને બહાર પાણીનું સ્તર બરાબર હોય. આ દરમિયાન બોટલની હવા બહાર નીકળવી ન જોઈએ.

- **તમારા શ્વાસમાંથી નીકળેલ હવાનું પ્રમાણ કેટલું છે ? (6)**

આ જ રીતે તમારા જૂથના દરેક સાથીના શ્વાસનું પ્રમાણ નોંધો અને તેની તુલના કરો.

- **શું દરેક સાથીમિત્રના શ્વાસમાં હવાનું પ્રમાણ સરખું છે ? (7)**

શું છોડેલ અને લીધેલ હવા એકસમાન છે ? : પ્રયોગ-5

તમારી તર્જની આંગળીના પાછળના ભાગ પર નાકથી હવા છોડો.

- **શું હવા ગરમ છે ? (8)**

હવે એક સીરીંજ દ્વારા આંગળીની એ જ જગ્યાએ હવે ફેંકો.

- **શું સીરીંજ દ્વારા છોડેલ હવા ગરમ છે ? (9)**

પ્રયોગ-6

વિદ્યાર્થીઓ એ બાબત પર જરૂર ચર્ચા કરે કે પ્રયોગ 5 અને 6માં સીરીંજનો ઉપયોગ શા માટે કરેલ છે.

શિયાળાના દિવસોમાં તમે જોયું હશે કે સવારે તમારી નાક અને મોંમાંથી શ્વાસની સાથે ધુમાડા જેવું નીકળતું દેખાય છે.

કહો કે તે શું છે ?

તેને જાણવા માટે આપણે એક પ્રયોગ કરીશું.

એક અરીસો લો. તેને કાપડથી બરાબર સાફ કરો. મોં દ્વારા અરીસા પર હવા છોડો.

- **અરીસાની સપાટીને ધ્યાનથી જુઓ અને કહો કે તમને શું દેખાય છે ? (10)**

અરીસાને ફરી સાફ કરો અને આ વખતે સીરીંજ દ્વારા તેના પર હવા ફેંકો.

બૂચમાં નળી લગાવવાની રીત પૃષ્ઠ 45 પર આપેલ છે.

- **શું આ વખતે પણ અરીસા પર પહેલા જેવી ક્રિયા થઈ ? (11)**
- **શું આ પ્રયોગના આધારે એમ કહી શકાય કે શ્વાસમાં છોડેલ હવામાં ભેજની માત્રા સાધારણ હવા કરતાં વધારે હોય છે ? (12)**

અત્યાર સુધી કરવામાં આવેલ પ્રયોગ પરથી તમે સમજી ગયા હશો કે સીરીંજમાંથી બહાર નીકળવાવાળી હવા અને શ્વાસ દ્વારા શરીરમાંથી બહાર છોડવામાં આવેલ હવામાં શું-શું તફાવત છે.

શું છે આપણા શ્વાસમાં ?

આ પ્રયોગના અવલોકનો પર વિદ્યાર્થીઓનું ધ્યાન વિશેષ રૂપે આપવાનું રહેશે.

આવો, હવે આપણે એક એવો પ્રયોગ કરીએ કે જેમાં ફિનોલ્ફથેલીનના ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ અને ચૂનાના પાણી પર શ્વાસ (અંદર લેવામાં આવેલ) અને ઉચ્છ્વાસ (બહાર છોડવામાં આવેલ)ની હવાની અસરનો વારાફરતી અભ્યાસ કરીશું.

'વાયુ'ના પ્રકરણોમાં જે રીતે તૈયાર કરેલ હતા તે જ રીતે ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ અને ચૂનાના પાણીને આગળ વધતાં અગાઉ તૈયાર કરો.

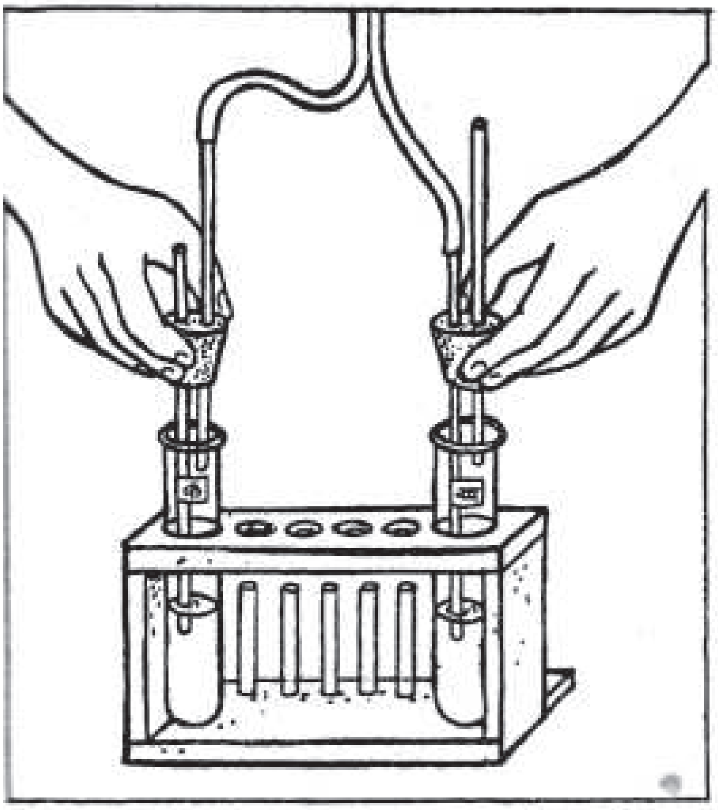
પ્રયોગ-7

આ માટે ચિત્ર-6માં દર્શાવ્યા અનુસાર સાધનો ગોઠવો.

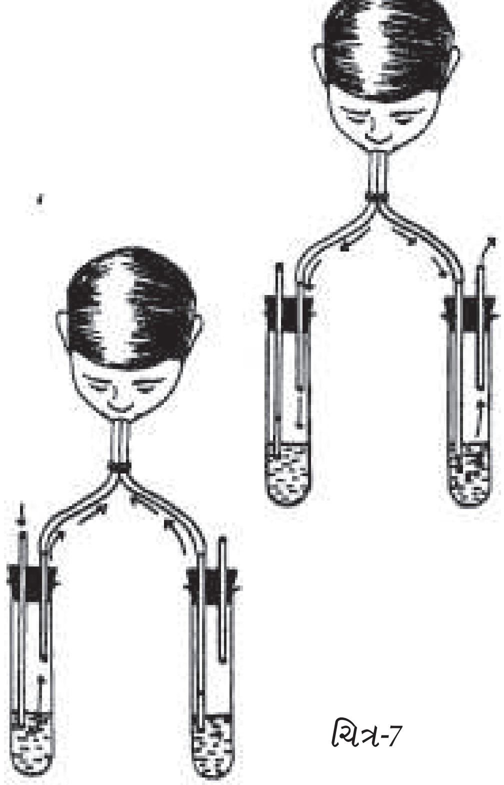
બંને ઉત્કલન નળીમાં લગભગ ચોથા ભાગની ઊંચાઈ સુધી ગુલાબી સૂચક દ્રાવણ ભરો. ઉત્કલન નળી પર 'ક' અને 'ખ' નિશાન લગાવો. હવે આ સાધનમાં વારાફરતી હવા ફૂંકો અને ખેંચો. (ચિત્ર-7માં દર્શાવ્યા અનુસાર)

પ્રયોગ કરતાં-કરતાં નીચેની બાબતો પર ધ્યાન આપવું.

(ક) જ્યારે આપણે મોંથી શ્વાસ અંદર ખેંચીએ છીએ ત્યારે હવા કઈ ઉત્કલન નળીમાંથી અંદર આવે છે ? તેની જાણ તમને કઈ રીતે થાય છે ?



ચિત્ર-6



ચિત્ર-7

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.161

(ખ) જ્યારે આપણે શ્વાસ છોડીએ છીએ ત્યારે હવા કઈ ઉત્કલન નળીમાં થઈને બહાર નીકળે છે ?

- **કઈ ઉત્કલન નળીમાં સૂચક દ્રાવણનો રંગ બદલાયો ? તેના આધારે કહો કે શું શ્વાસ અને ઉચ્છ્વાસના વાયુઓ એકસમાન છે ? જો ના, તો તેઓમાં શું અંતર છે ? (13)**

બંને ઉત્કલન નળીઓને હવે સારી રીતે ધોઈને સાફ કરો અને તેમાં લગભગ ચોથા ભાગની ઊંચાઈ સુધી ચૂનાનું પાણી ભરો.

હવે જે રીતે ઉપરનો પ્રયોગ કર્યો તે જ રીતે તેમાં પણ હવા ફૂંકો અને ખેંચો.

- **હવા ફુંકાવા અને ખેંચવાથી કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ચૂનાનું પાણી દૂધિયું થયું ? આ પ્રયોગ દ્વારા તમને અંદર લેવાની અને બહાર છોડવાની હવા વચ્ચેના કોઈ અંતરની ખબર પડી ? (14)**

તમે વાયુઓના પ્રકરણમાં ઓક્સિજન, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, હાઇડ્રોજન અને એમોનિયા વાયુના ગુણોનું અધ્યયન કર્યું હતું.

- **શું તેના આધારે તમે કહી શકશો કે ઉચ્છ્વાસિત હવામાં કયો વાયુ ઉપસ્થિત હોય છે ? (15)**
- **ઉચ્છ્વાસિત હવામાં આ વાયુ ક્યાંથી અને કેવી રીતે આવ્યો હશે ? વિચારીને કહો. (16)**

ઇચ્છો તો પ્રશ્ન-16ની ચર્ચામાં શ્વસનની રાસાયણિક પ્રક્રિયા અંગે જણાવી શકાય છે, પરંતુ એ ચકાસ્યા પછી કે વિદ્યાર્થીઓ કેટલે દૂર સુધી જવા તૈયાર છે.

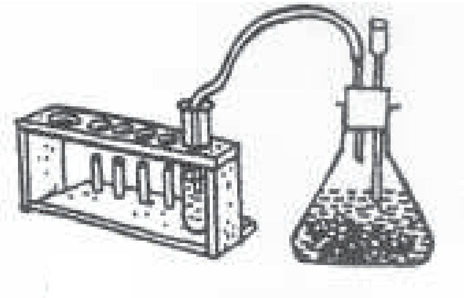
સામાન્ય રીતે એમ કહેવામાં આવે છે કે આપણે ઓક્સિજન લઈએ છીએ પણ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ બહાર કાઢીએ છીએ. સારણી પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે આમ કહેવું યોગ્ય નથી. ઉચ્છ્વાસિત હવામાં ઘણાં પ્રમાણમાં ઓક્સિજન હોય છે. આથી જ તો આપણે કોઈ વ્યક્તિને કૃત્રિમ શ્વસન કરાવી શકીએ છીએ.

આપણે જે હવા શ્વાસમાં લઈએ છીએ તેમાં માત્ર ઓક્સિજન જ નથી હોતો પરંતુ અન્ય વાયુઓ પણ ભળેલા હોય છે. આ જ રીતે છોડવામાં આવેલ શ્વાસમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ઉપરાંત અન્ય વાયુઓ પણ હોય છે. જો આપણે વાતાવરણમાંથી 1000 મિલિ (1 લિટર) હવા લઈએ તો તેમાં નીચેની સારણી અનુસાર વિભિન્ન વાયુઓ લઈએ અને છોડીએ છીએ.

ક્રમ	વાયુ (મિલિ)	શ્વાસ (મિલિ)	ઉચ્છ્વાસ
1	ઓક્સિજન	210	165
2	કાર્બન ડાયોક્સાઇડ	0.3	40
3	નાઇટ્રોજન અને અન્ય વાયુઓ	790	795

- **પ્રયોગ 5, 6, 7 અને ઉપરની સારણીના આધારે કહો કે શ્વસિત અને ઉચ્છ્વાસિત વાયુમાં શો ભેદ છે ? (17)**

વનસ્પતિમાં શ્વસન : પ્રયોગ-8

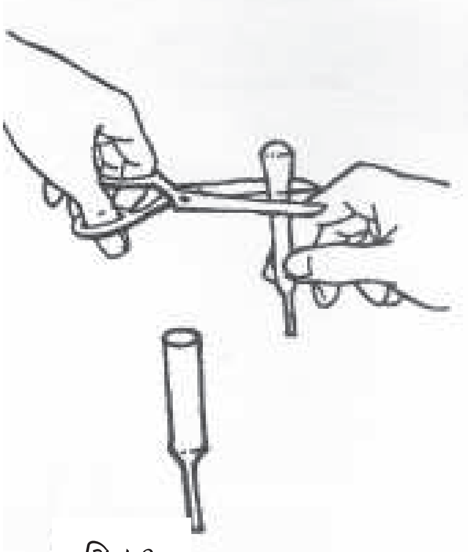


ચિત્ર-8

શું વનસ્પતિ પણ મનુષ્યની જેમ શ્વસન કરે છે ? આવો, જાણવા માટે પ્રયોગ કરીએ.

બે કોનિકલ ફ્લાસ્ક લો. એક કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં કેટલાક તાજા ફૂલ અને કળીઓ નાખી દો. બીજા કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં થોડા કાંકરા કે રેતી નાખો. કાંકરા અથવા રેતીનું પ્રમાણ લગભગ એટલું જ રાખવું કે જેટલું પ્રમાણ પ્રથમ ફ્લાસ્કમાં ફૂલો-કળીઓનું છે. બંને ફ્લાસ્કને અડધો કલાક સુધી પડ્યા રહેવા દો.

હવે ફૂલ ધરાવતા ફ્લાસ્કમાં બરાબર બંધ બેસે તેવો બે કાણાંવાળો બૂચ લગાવો. બંને કાણામાં સાવધાનીપૂર્વક એક-એક કાચની નળી નાખો. એક કાચની નળીમાં રબરની નળી લગાવી દો અને બીજી કાચની નળીમાં યોગ્ય રીતે બંધ બેસે તેવી ગળણી લગાવી દો. એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં ચોથા ભાગનું ચૂનાનું પાણી ભરીને રબરની નળીને તેમાં ડૂબાડી દો. (ચિત્ર-8). જો ગળણી બરાબર બંધ ના બેસે તો ડ્રોપરને કાપીને તેમાંથી પણ ગળણી બનાવી શકાય છે. (ચિત્ર-9માં બતાવ્યા અનુસાર)



ચિત્ર-9

હવે ગળણીમાં ટીપે-ટીપે પાણી નાખો. કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં ચોથા ભાગ સુધી પાણી ન ભરાઈ જાય ત્યાં સુધી પાણી નાખતાં રહો. હવે ટેસ્ટટ્યૂબને ધ્યાનથી જુઓ.

- **શું ચૂનાના પાણીના રંગમાં કોઈ પરિવર્તન થયું ? (18)**

હવે બીજા કોનિકલ ફ્લાસ્ક (જેમાં કાંકરા-રેતી છે) પર બૂચ લગાવીને પાછલા પ્રયોગની જેમ ગળણીમાં ટીપે-ટીપે પાણી રેડો અને ટેસ્ટટ્યૂબને ધ્યાનથી જુઓ.

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.162-163

- **હવે ચૂનાના પાણીના રંગમાં પરિવર્તન થયું ? (19)**
- **ફ્લાસ્કની હવા પર ફૂલ-કળીઓ અને કાંકરા-રેતીની થતી અસરમાં શો તફાવત છે ? આ તફાવત કેમ છે ? (20)**

અંકુરિત બીજમાં શ્વસન : પ્રયોગ-9

ફૂલો અને કળીઓના સ્થાને અંકુરિત બીજ (મગ, ચણા વગેરે) લઈને પ્રયોગ-8નું પુનરાવર્તન કરો.

- **અંકુરિત બીજ સાથેના પ્રયોગમાં ચૂનાના પાણી પર શી અસર થઈ ? (21)**
- **શું પ્રયોગ-8 અને 9ના અવલોકનોના આધારે એમ કહી શકાય કે ફૂલ, કળીઓ, અંકુરિત બીજ વગેરે પણ શ્વસન કરે છે ? (22)**

આપણી જેમ વૃક્ષો-વનસ્પતિઓ પણ શ્વસન કરે છે. આપણે પ્રયોગ-8 અને 9માં વનસ્પતિના કેટલાક ભાગો (ફૂલ, કળી, બીજ)માં શ્વસનની ક્રિયા જોઈ. પરંતુ સમગ્ર વનસ્પતિની શ્વસન ક્રિયા પ્રયોગ દ્વારા જોવી મુશ્કેલ છે. શ્વસનની પ્રક્રિયામાં વનસ્પતિ અને પ્રાણી એમ બંને ઓક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે.

તમે સાંભળ્યું જ હશે કે હોસ્પિટલોમાં ઓક્સિજન વાયુથી ભરેલા સિલિન્ડર રાખવામાં આવે છે. જ્યારે કોઈ વ્યક્તિને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ થાય છે ત્યારે તેને ઓક્સિજન આપવામાં આવે છે. આ માટે તેઓના નાકમાં ઓક્સિજન સિલિન્ડરમાંથી એક રબરની નળી લગાવવામાં આવે છે. ક્યારેક ઓપરેશન દરમિયાન પણ દર્દીને આ જ રીતે ઓક્સિજન આપવો પડે છે.

મગજની કસરત

ચંદ્ર પર જતાં પહેલાં વૈજ્ઞાનિકોને ખબર હતી કે ચંદ્રની સપાટી પર હવા નથી.

- **આથી શું એ શક્ય છે કે ચંદ્ર પર જનાર માનવને ત્યાં આપણા જેવા જ કોઈ અન્ય સજીવો મળે ? તમારા જવાબને કારણસહિત સમજાવો. (23)**
- **ચંદ્ર પર જનાર યાત્રી હવા વગર કઈ રીતે જીવતા રહ્યા હશે ? (24)**

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. પ્રકરણમાં તમે ફૂલો, બીજ વગેરેના શ્વસન સંબંધી પ્રયોગો કર્યા. શું તમે કોઈ એવો પ્રયોગ સૂચવી શકો છો કે જેના દ્વારા સમગ્ર છોડના શ્વનની માહિતી મળે.
2. પ્રયોગ-8માં એક ફ્લાસ્કમાં કાંકરા નાખીને શા માટે પ્રયોગ કરવામાં આવેલ હતો ?
3. શ્વસન અંગે આ પ્રકરણમાં તમે જે કંઈ પણ શીખ્યા છો, તેના આધારે શું તમે શ્વસન અને દહનની પ્રક્રિયા વચ્ચે કોઈ સમાનતા જોઈ શકો છો ?

> પ્રશ્ન-2 દરમિયાનના પ્રયોગમાં તુલનાની વ્યવસ્થા અથવા પ્રાયોગિક નિયંત્રણને ધ્યાન પર લાવવામાં આવેલ છે. વિજ્ઞાનમાં આ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ધારણા છે. બાળકોને એ વિચારવામાં મદદ કરો કે કોઈપણ પ્રયોગમાં આપણે જે બાબતનું અધ્યયન કરીએ છીએ તે સિવાયની બાકીની તમામ બાબતો એકસમાન રહેવી જોઈએ. નહિ તો જોવા મળેલ પરિવર્તનનું કારણ જણાવવું મુશ્કેલ બની જાય છે.

C C C

આપણો ખોરાક અને વનસ્પતિઓમાં પોષણ

વાસ્તવમાં 'શ્વસન', 'આપણો ખોરાક' અને 'વનસ્પતિમાં પોષણ' જેવા પ્રકરણોની ચર્ચા સામાન્ય રીતે જીવવિજ્ઞાનના સંદર્ભમાં કરવામાં આવે છે. પરંતુ *બાળ વૈજ્ઞાનિક*માં આ પ્રકારના જડ વિભાજનનો સ્વીકાર કરવામાં આવ્યો ન હતો. આમ જોવા જઈએ તો ઘણાબધા વિષયો એવા છે કે જેને સમજવા માટે આપણે જ્ઞાનની એક કરતાં વધારે શાખાઓનો આધાર લેવો પડે છે, તેઓની સંકલ્પનાઓનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. આ ઉપરાંત એમ પણ બને છે કે આ વિષયોમાં થઈ રહેલા સંશોધનોની અસર સામાન્ય શાખાઓ પર પણ જોવા મળે છે. ખાસ કરીને વનસ્પતિમાં પોષણ એ આવો જ એક વિષય છે. આથી જ તમે જોશો કે 'શ્વસન', 'આપણો ખોરાક' અને 'વનસ્પતિનું પોષણ' પ્રકરણોમાં અન્વેષણ ઘણાં માર્ગો દ્વારા કરવામાં આવેલ છે.

આપણો ખોરાક

'આપણા ખોરાક'ની જ વાત કરીએ, એક તરફ તો ખોરાકનો સંબંધ આપણી તંદુરસ્તી સાથે છે અને ભરપેટ ભોજન એ જીવનની એક અનિવાર્ય શરત છે, તો બીજી તરફ જો થોડું ઊંડાણપૂર્વક જોઈએ તો સમજાય છે કે માત્ર ભરપેટ ભોજન જ પૂરતું નથી. ભોજનમાં વિભિન્ન ઘટકો અથવા પોષક તત્ત્વોનું સાચું પ્રમાણ હોવું પણ જરૂરી છે. આ પોષક તત્ત્વોનું સંશોધન રાસાયણિક રીતે જ સંભવ છે. તેમાં કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન અને ચરબી મુખ્ય પોષક તત્ત્વો છે, એટલે કે તેઓની ખૂબ વધારે પ્રમાણમાં જરૂર પડે છે. પ્રકરણમાં વિવિધ ખાદ્યપદાર્થોમાં આ ત્રણેયની તપાસની રીતો દર્શાવેલ છે. આ ઉપરાંત એવા ઘણાં પોષક તત્ત્વો છે કે જેની જરૂર થોડા ઓછા પ્રમાણમાં પડે છે, જેને સૂક્ષ્મ પોષક તત્ત્વો કહેવામાં આવે છે. તેઓની ચકાસણીની રીતો ધોરણ 6 થી 8ના સ્તરે આપવી વ્યવહારિક રીતે સંભવ નથી, આથી તેઓને છોડી દેવામાં આવેલ છે.

પોષણનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ પાચન છે. અઢારમી સદી સુધી એમ માનવામાં આવતું હતું કે પાચન એ એવી ક્રિયા છે કે જે સજીવોમાં જીવનશક્તિ (Vital force)ના કારણે થાય છે. તો વળી વૈજ્ઞાનિકોના અજીબોગરીબ પ્રશ્નોની મદદથી ધીમે-ધીમે ઓગણીસમી સદીમાં એ સમજ વિકસિત થઈ કે પાચન એક રાસાયણિક પ્રક્રિયા છે અને તે શરીરની બહાર પણ થઈ શકે છે. સાથે-સાથે એ પણ જાણ થવા લાગી કે પાચનક્રિયા દરમિયાન થનારી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ ખૂબ જ નિયંત્રિત રૂપે થાય છે.

પ્રકરણ દરમિયાન બાળકો એક ખાદ્યપદાર્થ સ્ટાર્ચના પાચનના એક ચરણનું અધ્યયન પણ કરશે. આ પ્રયોગ નિયંત્રિત પ્રયોગનું એક સારું ઉદાહરણ છે. નિયંત્રિત પ્રયોગ એ વિજ્ઞાનની એક મહત્ત્વપૂર્ણ અવધારણા તેમજ તકનિક છે. જ્યારે કોઈ ઘટના પર અલગ-અલગ કારણોની અસર થાય છે ત્યારે પરિસ્થિતિને સમજવા માટે આ તકનિક ખૂબ અસરકારક પુરવાર થાય છે. નિયંત્રિત પ્રયોગો દરમિયાન બે પ્રયોગોને એવી રીતે કરવામાં આવે છે કે જે કારણની અસર તપાસવાની હોય તે સિવાયની તમામ બાબતો બંને પ્રયોગોમાં બિલકુલ સમાન રાખવામાં આવે છે. બીજા પ્રયોગને નિયંત્રણ અથવા તુલના માટેની ગોઠવણ કહેવામાં આવે છે.

ખોરાક એ માત્ર 'વૈજ્ઞાનિક ' વિષય નથી. પોષણનો સંબંધ વ્યક્તિને પર્યાપ્ત માત્રામાં સંતુલિત ભોજન ન મળવા સાથે છે. પરંતુ પર્યાપ્ત સંતુલિત ભોજન મળવું કે ન મળવું એ સામાજિક બાબતો સાથે સંબંધ ધરાવે છે. ઘણાં લોકોના મતે કુપોષણ એક રાજકીય-આર્થિક સમસ્યા છે.

વનસ્પતિમાં પોષણ

'વનસ્પતિમાં પોષણ' વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું એક રોમાંચક પ્રકરણ છે. અગણિત વૈજ્ઞાનિકોએ કેટલીય દિશાઓમાં સંશોધન કરી વનસ્પતિમાં પોષણની ગાથાઓનો ખુલાસો કર્યો છે. સોળમી સદીમાં શરૂ થયેલ આ ગાથા વીસમી સદીમાં જ પૂરી થઈ શકી. આજે આપણે વનસ્પતિમાં પોષણ અંગે જે કંઈ પણ જાણીએ છીએ તે અસંખ્ય લોકોના ખંડ-ખંડ પ્રયાસોનું જોડાણ છે. 'વનસ્પતિમાં પોષણ' પ્રકરણ બાળકોને આ ગાથાની ઝલક માત્ર આપે છે અને તેઓને વૈજ્ઞાનિક શોધખોળની રીતભાતોમાં સહભાગી થવા માટે આમંત્રિત કરે છે. આ શોધખોળનો ઘણો મોટો ભાગ રાસાયણિક રસ્તે પસાર થાય છે. વધારામાં, મજાની વાત તો એ છે કે ઘણી વખત વનસ્પતિમાં પોષણ પર પ્રકાશ નાખવાવાળા પ્રયોગ વનસ્પતિના પોષણને સમજવા માટે કરવામાં આવેલ ન હતા. જેમકે ઓક્સિજન, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ તેમજ દહન સંબંધિત પ્રયોગો થકી એ વિચાર આવ્યો કે વનસ્પતિ એક એવી ક્રિયા પૂર્ણ કરે છે કે જે શ્વસન અને દહનથી વિરુદ્ધ છે. આ અગાઉ એવું સ્પષ્ટ થયેલ હતું કે શ્વસન અને દહન રાસાયણિક દૃષ્ટિએ એકસમાન ક્રિયાઓ છે. આ જ રીતે વનસ્પતિમાં પોષણ સંબંધિત સમજમાં પ્રકાશનું વર્ણપટ વિશ્લેષણ, સમસ્થાનિકોનો ચિહ્નક તરીકેનો ઉપયોગ કરવો વગેરે બાબતો પણ નિર્ણાયક રહી છે. વાસ્તવમાં વનસ્પતિમાં પોષણ એ એક ઉદાહરણ પૂરું પાડે છે કે વિજ્ઞાનમાં શોધખોળ કઈ રીતે કરવામાં આવે છે અને કેવી રીતે માત્ર સરળતા ખાતર વિષયોનું યાંત્રિક વિભાજન કરવામાં આવે છે. વાસ્તવિક શોધખોળમાં વિષયોની આ સીમાઓની આરપાર જવાનું રહે છે.

C C C

આપણો ખોરાક*

વાસ્તવમાં સ્ટાર્ચ એક પ્રકારનો કાર્બોહાઇડ્રેટ છે. અહીં મનુષ્યના ખોરાકની વાત થઈ રહેલ હોવાથી સ્ટાર્ચ કહેવાથી કામ ચાલી જશે. સામાન્ય રૂપમાં વાત કરીશું તો કાર્બોહાઇડ્રેટ કહેવું જ યોગ્ય રહેશે.

ખોરાક તો આપણે રોજ લઈએ છીએ. દિવસમાં બે વખત કે ત્રણ વખત પણ જમીએ છીએ. જો આપણે ખોરાક ન લઈએ તો શું થાય ?

- **જો તમે ક્યારેય ઉપવાસ કર્યો હોય તો કહો કે એક દિવસ ભૂખ્યા રહેવાથી કેવો અનુભવ થાય છે ? અનુમાન કરીને એ પણ કહો કે અનેક દિવસ ભૂખ્યું રહેવું પડે તો શું-શું થશે ? (1)**

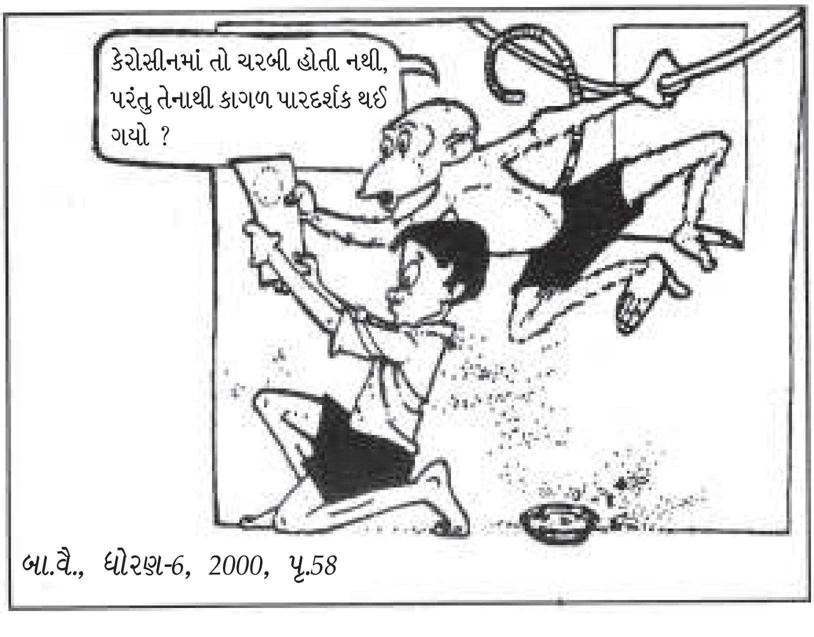
યોગ્ય રીતે ખોરાક ન મળે અથવા ભૂખ્યા રહેવું પડે તો માણસ દુબળો થઈ જાય છે. તેનામાં કામ કરવાની તાકાત રહેતી નથી અને તે બીમાર પણ પડી શકે છે.

મનુષ્યના ભોજનમાં ખૂબ વૈવિધ્ય રહેલું છે. ઘણાં લોકો દાળ-રોટી વધારે ખાય છે તો ઘણાં ભાત વધારે ખાય છે. કોઈકના ખોરાકમાં માંસ-મચ્છી વધારે હોય છે તો કોઈના ખોરાકમાં શાકભાજી વધારે હોય છે. કોઈક રોજ ફળ ખાય છે તો કોઈ રોજ દૂધ પીએ છે.

કેરોસીન, ડીઝલ કે મીણ રગડવાથી પણ કાગળ પારદર્શક થઈ જાય છે. પરંતુ તેઓ ખાદ્યપદાર્થો નથી. તેઓમાં ચરબી હોતી નથી.

આપણા ખોરાકમાં શું છે ?

ખોરાક કોઈપણ હોય, તેમાં મુખ્ય ત્રણ પદાર્થો હોય છે. તેઓને ચરબી, પ્રોટીન અને સ્ટાર્ચ કહીએ છીએ. આ ઉપરાંત આપણને પાણી, ક્ષાર, વિટામીન અને શર્કરાની પણ જરૂર પડે છે. આ તમામને પોષક દ્રવ્યો કહે છે.



બા.વૈ., ધોરણ-6, 2000, પૃ.58

ચરબી, પ્રોટીન અને સ્ટાર્ચના પરીક્ષણ સરળતાથી થઈ શકે છે. આથી આપણે ખોરાકની વિવિધ સામગ્રીમાં ચરબી, પ્રોટીન અને સ્ટાર્ચનું પરીક્ષણ કરીશું.

ક્ષારો, વિટામિન અને શર્કરાનું પરીક્ષણ કરવું હાલ તમારા માટે સંભવ નથી, પરંતુ તેઓ શરીર માટે ખૂબ આવશ્યક છે.

✍ **સારણી-1 તમારી નોટબુકમાં બનાવો અને તમારા તમામ અવલોકનો તેમાં નોંધો. પ્રત્યેક પદાર્થ પર ત્રણ પરીક્ષણ કરો. જો કોઈ પદાર્થમાં ચરબી, પ્રોટીન કે સ્ટાર્ચ હોય તો સારણીમાં તેની સામે 'છે' લખો અને જો ન હોય તો 'નથી' લખો. (2)**

---

*બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-6, 2000

સારણી-1

ક્રમ	પદાર્થનું નામ	ચરબી છે કે નથી	પ્રોટીન છે કે નથી	સ્ટાર્ચ છે કે નથી
1	બાફેલા ચોખા			
2	બાફેલા ચોખાનું પાણી			
3	કાચા ચોખા/કણકી			
4	ઘઉં/જવાર			
5	ઘઉંનો લોટ			
6	બટાકાનો ટુકડો			
7	મગફળીના દાણા			
8	આખી તુવેર			
9	તુવેરની દાળ			
10	ઘી			
11	દૂધ			
12	કોઈ શાકભાજી (ભીંડા, દૂધી, વગેરે)નો ટુકડો			
13	કોઈ ફળ (કેળું, બોર વગેરે) નો ટુકડો			

ચરબીનું પરીક્ષણ : પ્રયોગ-1

જે પદાર્થનું પરીક્ષણ કરવાનું હોય તે પદાર્થની થોડી માત્રા લઈ કાગળના એક ટુકડા પર હલકા હાથે ઘસી દો. તેને થોડો સમય સૂકાવા દો. જો કાગળ ચીકણો અને અલ્પ-પારદર્શક થઈ જાય તો તે પદાર્થમાં ચરબી છે.

જો શાળામાં આયોડીનનું મંદ દ્રાવણ ન હોય તો ટિંચર આયોડીન પણ લઈ શકાય છે. ટિંચર આયોડીન હોસ્પિટલ અથવા મેડીકલ સ્ટોર પર મળી જશે. તેનાં લગભગ 10 ટીપાં લઈ એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં નાખીને તે ટેસ્ટટ્યૂબને પાણીથી ભરી દો. આ જ આયોડીનનું મંદ દ્રાવણ છે. તેનો રંગ આછો પીળો

પ્રોટીન પરીક્ષણ : પ્રયોગ-2

જે પદાર્થનું પરીક્ષણ કરવાનું હોય તેના 10 ટીપાં એક સાફ ટેસ્ટટ્યૂબમાં લો. જો પદાર્થ ઘન હોય તો તેનું થોડું પ્રમાણ પીસીને ટેસ્ટટ્યૂબમાં લઈ લો અને તેમાં 10 ટીપાં પાણી નાખીને બરાબર હલાવો.

તેમાં મોરથૂથુના 2 ટકા દ્રાવણના બે ટીપાં અને કોસ્ટિક સોડાના 10 ટકા દ્રાવણનાં 10 ટીપાં નાખીને બરાબર હલાવો.

જાંબલી કે રીંગણી રંગ થવાનો અર્થ છે કે તેમાં પ્રોટીન હાજર છે.

સ્ટાર્ચનું પરીક્ષણ : પ્રયોગ-3

જે પદાર્થનું પરીક્ષણ કરવાનું હોય તેના પર આયોડીનના મંદ દ્રાવણના બે-ચાર ટીપાં નાખો. જો ઘાટો ભૂરો કે કાળો રંગ થઈ જાય તો તે પદાર્થમાં સ્ટાર્ચ હાજર છે.

બા.વૈ., ધોરણ-6, 2000, પૃ. 60

- **સારણી જોઈને કહો કે શું ચરબી, પ્રોટીન અને સ્ટાર્ચ ખોરાકના દરેક પદાર્થમાં હાજર છે ? (3)**
- **શું એ કહેવું યોગ્ય રહેશે કે દરેક ખાદ્યપદાર્થોમાં એક કરતાં વધારે પોષક તત્ત્વો હાજર હોય છે ? (4)**
- **શું આખા ઘઉં અને ઘઉંના લોટની આયોડીન સાથેની પ્રક્રિયામાં કોઈ તફાવત છે ? (5)**

ખોરાકનું પાચન

ખોરાકના મોટાભાગના પોષક દ્રવ્યોનો સીધો ઉપયોગ શરીરમાં થતો નથી. આથી એ જરૂરી છે કે આ પોષક દ્રવ્યોનું એવા પદાર્થોમાં રૂપાંતરણ કરવામાં આવે કે જેનો ઉપયોગ શરીર કરી શકે. આ પ્રક્રિયાને પાચન કહેવામાં આવે છે.

ખોરાકનું પાચન શરીરના આંતરિક અંગોમાં થાય છે. પાચન કરનાર આ અંગોને પ્રકરણના અંતે આપેલા ચિત્રોમાં જુઓ.

તેમાં થનારી પાચનક્રિયાને તમે જોઈ શકતા નથી. પરંતુ સ્ટાર્ચનું પાચન જ્યારે આપણે મોંમાં ખોરાકને ચાવી રહ્યા હોઈએ છીએ ત્યારે જ શરૂ થઈ જાય છે. તેને આપણે અનુભવી પણ શકીએ છીએ અને એક પ્રયોગ કરીને જોઈ પણ શકીએ છીએ.

કરો અને વિચારો

કાચા પૌંઆ અથવા ઘઉંની રોટલીનો ટુકડો મોંમાં નાખીને ધીમે-ધીમે ચાવો. શું થોડા સમય બાદ તેનો સ્વાદ બદલાયો ? જો હા, તો સ્વાદ કેવો લાગ્યો ?

વિચારો કે સ્વાદ બદલવાનું કારણ શું હોઈ શકે ?

આ અંગે તમે એક રસપ્રદ પ્રયોગ કરી શકો છો.

પાચનક્રિયાનું પ્રથમ પગથિયું : પ્રયોગ-4

ચોથા ભાગના બીકરમાં પાણી લઈ તેમાં અડધી ચમચી લોટ ઓગાળી દો. એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં આ દ્રાવણના 10-12 ટીપાં લો. તેમાં આયોડીનના દ્રાવણનાં 2 ટીપા નાખી એ ચકાસી લો કે તે ભૂરો કે કાળો રંગ આપે છે કે નહીં. બે સાફ ટેસ્ટટ્યૂબ લો. એક પર ‘ક’ અને બીજી પર ‘ખ’ લખો.

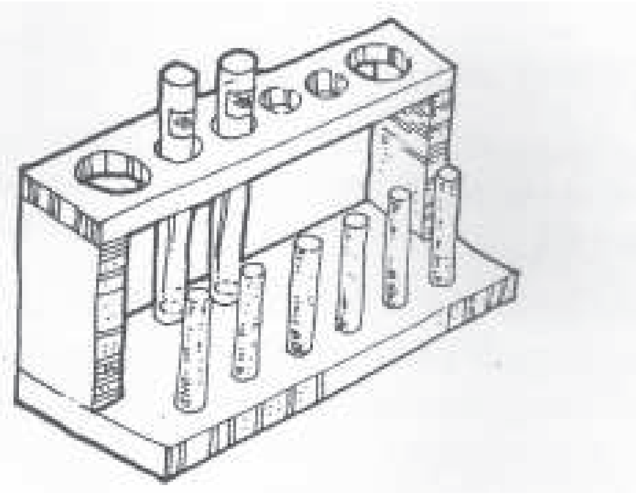
બંને ટેસ્ટટ્યૂબમાં લોટના દ્રાવણનાં 25-25 ટીપાં નાખો.

‘ક’ ટેસ્ટટ્યૂબને હોઠો પર લગાવીને તેમાં થોડી લાળ નાખો. ટેસ્ટટ્યૂબમાં જેટલું લોટનું દ્રાવણ છે તેટલી લાળ પડવી જોઈએ. લાળ નાખ્યા બાદ ટેસ્ટટ્યૂબને બરાબર હલાવો.

‘ખ’ ટેસ્ટટ્યૂબમાં લાળ નાખવાની નથી.

બંને ટેસ્ટટ્યૂબોને અડધો કલાક રહેવા દો. ત્યારબાદ બંને ટેસ્ટટ્યૂબમાં આયોડીનના દ્રાવણના 2-2 ટીપાં નાખો.

- **સારણી-2 નોટબુકમાં બનાવી તેમાં તમારા પરિણામ લખો. (6)**
- **હવે કહો કે સ્ટાર્ચ પર લાળનો શો પ્રભાવ પડે છે ? (7)**



બા.વૈ., ધોરણ-6, 2000, પૃ.61

સારણી-2

ટેસ્ટટ્યૂબ	**લાળ છે કે નહીં**	**આયોડીનની સાથે કાળો કે ભૂરો રંગ આવે છે કે નહિ**	**સ્ટાર્ચ છે કે નહિ**
ક			
ખ			

સ્ટાર્ચ પર લાળનો પ્રભાવ સ્ટાર્ચના પાચનનું પ્રથમ પગથિયું છે.

- **વિચારીને કહો કે શા માટે ખોરાકને ચાવી-ચાવીને ખાવાનું કહેવામાં આવે છે ? (8)**

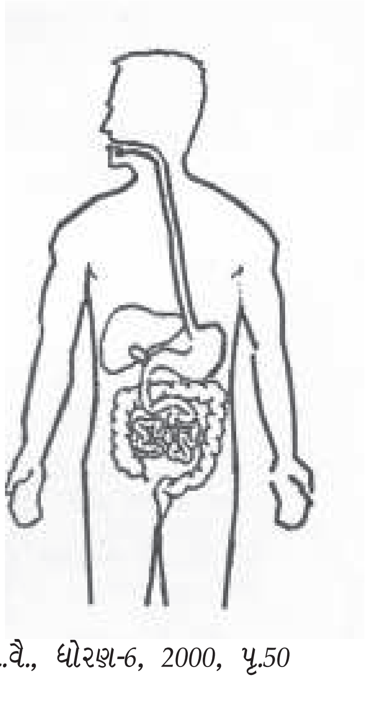
મોંમાં ચાવેલો ખોરાક છાતીમાં રહેલ એક નળીમાંથી પસાર થઈને પેટમાં રહેલ એક થેલી જેવી રચના જઠરમાં એકઠો થાય છે. જઠરમાંથી એક લાંબી નળી (આંતરડું) નીકળે છે. જઠર અને આંતરડામાં સ્ટાર્ચના બાકીના ભાગ, પ્રોટીન અને ચરબીનું પાચન થાય છે.

શરીરમાં ખોરાક લેવો, તેનું પાચન અને શરીર દ્વારા પાચન થયેલ ખોરાકના ઉપયોગને પોષણ કહેવામાં આવે છે.

કેટલો ખોરાક, કેવો ખોરાક

એવું માનવામાં આવે છે કે જો કોઈ વ્યક્તિને ભરપેટ ભોજન નિયમિત રીતે મળે તો તેના શરીરની પોષણની જરૂરિયાતો પૂરી થઈ જાય છે. પરંતુ આ સંપૂર્ણ સત્ય નથી. ખોરાકમાં જો એકની એક વસ્તુ ખાવામાં આવે તો તમામ પોષક દ્રવ્યો મળતાં નથી. આથી ખોરાકમાં જુદી-જુદી વસ્તુઓ ખાવી જરૂરી છે.

જો કોઈ વ્યક્તિ નિયમિતરૂપે વિવિધ પ્રકારનો ખોરાક લે તો તેને પર્યાપ્ત પોષણ મળી રહે છે. આવા ખોરાક કે જેમાં તમામ પોષક દ્રવ્યો હોય તેને સંતુલિત આહાર કહે છે. જો કોઈ વ્યક્તિને ભરપેટ ખોરાક ન મળે અથવા એવો ખોરાક મળે કે જેમાં તમામ પોષક દ્રવ્યો ન હોય તો તેનું શરીર કમજોર પડી જાય છે. જ્યારે શરીરને જરૂરી પ્રમાણમાં પોષક દ્રવ્યો ન મળે ત્યારે આવી સ્થિતિને કુપોષણ કહીએ છીએ. બાળકો ઝડપથી કુપોષણનો

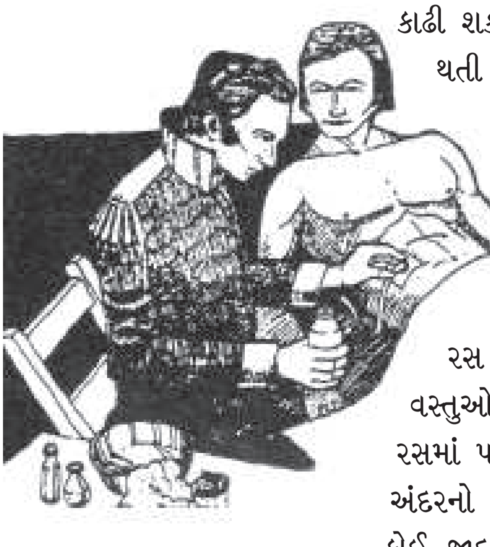


બા.વૈ., ધોરણ-6, 2000, પૃ.50

બારીવાળા પેટની વાર્તા

લગભગ બસો વર્ષ અગાઉ સુધી વૈજ્ઞાનિકોને એ ખબર નહોતી કે પેટમાં પહોંચ્યા બાદ ખોરાકનું શું થાય છે. પાચકરસો અંગે તેઓને કોઈ માહિતી ન હતી. પેટની અંદર જોવાની કોઈ રીત પણ નહોતી. ત્યારબાદ એક અદ્‌ભૂત ઘટના બની જેની વાર્તા ખૂબ રસપ્રદ છે.

ઈ.સ. 1822ની વાત છે. માર્ટીન નામના એક યુવકને ગોળી વાગી ગઈ હતી. તેને ઘાયલ અવસ્થામાં ડૉક્ટર બોમોન પાસે લાવવામાં આવ્યો. તેમણે માર્ટીનની સારવાર શરૂ કરી. ઘાવ રૂઝાવા લાગ્યો. ડૉક્ટર બોમોન દોઢ વર્ષ સુધી ઘા પર પટ્ટી બાંધતા રહ્યાં. ત્યારબાદ તેમણે એક વિચિત્ર બાબત જોઈ. ઘાવ તો રૂઝાઈ ગયો પણ પેટમાં એક છિદ્ર રહી ગયું. તેના ઉપરની ચામડીને એક તરફ હટાવીને પેટમાં નળી નાખી શકાતી હતી અને પેટનો ખોરાક બહાર કાઢી શકાતો હતો. મજાની વાત તો એ હતી કે માર્ટીનને આ વાતથી કોઈ તકલીફ થતી ન હતી અને તેનું સ્વાસ્થ્ય હંમેશા સારું બની રહ્યું.



બસ પછી તો શું પૂછવું. ડૉક્ટર બોમોને વિચાર્યું કે શા માટે આ અદ્‌ભૂત પેટમાંથી પાચનના રહસ્યોને ઉજાગર કરવામાં ન આવે. નવ વર્ષ સુધી તેમણે માર્ટીનના આ બારીવાળા પેટમાંથી અલગ-અલગ પ્રયોગો કર્યા અને નવી નવી માહિતી પ્રાપ્ત કરી.

સૌપ્રથમ તો ડૉક્ટર બોમોને એક નળી દ્વારા પેટનો પાચક રસ બહાર કાઢ્યો. તેને એક નાની બોટલમાં રાખ્યો અને તેમાં ખાવાની કેટલીક વસ્તુઓ નાખી દીધી. થોડા કલાકો બાદ તેમણે જોયું કે ખોરાકના ટુકડાઓ પાચક રસમાં પડ્યા-પડ્યા જ ઓગળી ગયા હતા. તેનાથી જ તેઓ સમજી ગયા કે પેટની અંદરનો રસ વાસ્તવમાં ખોરાકના પાચનમાં મદદ કરે છે. અને પાચનની ક્રિયા એ કોઈ જાદુ નથી.

તેઓ એ સમજી શક્યા કે પાચકરસ અને ખોરાકના દ્રવ્યોની વચ્ચે કોઈ **રાસાયણિક ક્રિયા** થાય છે. આ ક્રિયા પેટની બહાર એક બોટલમાં પણ થઈ શકે છે.

શિકાર બને છે. ચિત્ર-3માં સુક્તાન (Rickets)ના રોગનો શિકાર બનેલ એક બાળક દર્શાવવામાં આવ્યું છે. જે બાળકોને ભરપેટ ભોજન ન મળતું હોય તેવા બાળકોને આ રોગ થાય છે.

ઘણી વખત એવું પણ બને છે કે બાળકને ભરપેટ ખોરાક મળે છે પરંતુ તેમાં પ્રોટીનની ઊણપ રહી જાય છે. ચિત્ર-4 એવા બાળકનું છે કે જેના ખોરાકમાં પૂરતા પ્રમાણમાં પ્રોટીન હોતું નથી.

- **શું તમે સુક્તાન રોગથી કે પ્રોટીનની ઊણપવાળા બાળકો જોયા છે ?**
- **જો જોયા હોય તો એ બાબતની જાણકારી મેળવીને લખો કે તેઓ દિવસભર શું-શું ખાય છે અને કેટલું ખાય છે ? (9)**
- **વર્ગમાં પરસ્પર ચર્ચા કરીને લખો કે આવા બાળકોને ભરપેટ ખોરાક શા માટે નથી મળતો ? (10)**

એ તો તમે જાણો જ છો કે બીમાર વ્યક્તિ કમજોર થઈ જાય છે અને જે વ્યક્તિ કમજોર હોય તે ઝડપથી બીમાર પણ પડી જાય છે. કુપોષણથી પીડિત બાળકોની પણ આ જ સ્થિતિ હોય છે. કુપોષિત

સુકતાનથી પીડિત બાળક
ઘરડા વ્યક્તિની માફક વાળ ભૂરા
રંગના, ચહેરો હંમેશા શુષ્ક, પેટ ફૂલેલું,
ખૂબ ઓછું વજન,
દુબળો-પાતળો
આ બાળકના હાડકા પર
માત્ર ચામડી છે.

ચિત્ર-3

ચિત્ર-4

પ્રોટીનની ઊણપથી પીડિત બાળક
સોજો આવેલ ચહેરો
સોજાવાળા હાથ-પગ
વાળ અને ચામડીનો રંગ ઊડી ગયેલો
હાથનો ઉપરનો ભાગ પાતળો
(ઘેરાવ 13 સેમીથી ઓછો)

બા.વૈ., ધોરણ-6, 4000, પૃ.64

બાળકો ઝડપથી બીમાર પડી જાય છે. એટલે કે બીમારી અને કુપોષણનું ચક્કર શરૂ થઈ જાય છે. આવા બાળકોને બચાવવા માટે તેઓનું કુપોષણ દૂર કરવું જરૂરી છે.

જો કોઈ બાળક કુપોષણનો શિકાર બની જાય તો એ જરૂરી નથી કે તેને મોંઘા ભાવના ટોનિક અને દવાઓ આપવામાં આવે. કુપોષણનો તો એક જ ઈલાજ છે ભરપેટ સંતુલિત ખોરાક. આવો ખોરાક દવાઓ અને ટોનિક જેટલો મોંઘો પણ હોતો નથી.

જો કોઈ વ્યક્તિ દાળ, ભાત, રોટલી, લીલા શાકભાજી, થોડું તેલ અને ગોળ ભોજનમાં લે તો તેના શરીરની જરૂરિયાતો પૂરી થઈ જાય છે. સાથે ટામેટા, ગાજર, જામફળ, કાકડી, લીંબુ, પાકું પપૈયું, આંબળા વગેરે ખાવાથી ભિન્ન-ભિન્ન વિટામીન અને ક્ષારો પણ મળી રહે છે.

જો કોઈ બાળક કુપોષણનો શિકાર હોય તો તેને નીચે જણાવેલ ખોરાક રોજ આપવાથી તે સાજો થઈ શકે છે :

મગફળી, ઘઉં અને ચણાને સમાન પ્રમાણમાં લઈ તેનો લોટ બનાવી લો. આ લોટને તેલમાં શેકીને ગોળ ભેળવી કુપોષિત બાળકને રોજ પૂરતા પ્રમાણમાં ખવડાવવામાં આવે તો તે સાજો થઈ શકે છે. જો શક્ય હોય તો સાજો થઈ ગયા બાદ પણ બાળકને આ ખોરાક આપવો જોઈએ.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. ખોરાકના પરીક્ષણવાળી સારણી જોઈને નીચેના વિધાનો સાચા છે કે ખોટા તે જણાવો.
   (ક) માત્ર ચોખા ખાવાથી શરીરની બધી જરૂરિયાતો પૂરી થઈ જાય છે.
   (ખ) જો કોઈ વ્યક્તિ માત્ર ઘી ખાય તો તેણે બીજું કંઈ ખાવાની જરૂર નથી.
   (ગ) સારું ભોજન એ જ છે કે જેમાં વિવિધ પ્રકારની વસ્તુઓ હોય છે.
2. વિચારીને કહો કે ખોરાકને સારી રીતે ચાવીને ખાવાનું શા માટે કહેવામાં આવે છે ?
3. પ્રયોગ-4માં આપણે ટેસ્ટટ્યૂબ 'ક'માં લોટના દ્રાવણમાં લાળ નાખી હતી. ટેસ્ટટ્યૂબ 'ખ'ના દ્રાવણને તેવું ને તેવું જ છોડી દેવામાં આવ્યું હતું. પરસ્પર અને શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરીને તમારા શબ્દોમાં લખો કે આ પ્રયોગમાં ટેસ્ટટ્યૂબ 'ખ'માં લોટનું દ્રાવણ શા માટે લેવામાં આવ્યું હતું ?

C C C

વનસ્પતિમાં પોષણ*

શું તમે ક્યારેય એક મજાની વાત પર વિચાર કર્યો છે ? સૌપ્રથમ તો તમને એ બાબત જણાવી દઈએ. તમે એ તો જાણતા જ હશો કે ઘઉં ખેતરમાં પેદા થાય છે. એક હેક્ટરના ખેતરમાં લગભગ સામાન્ય રીતે એકથી દોઢ ક્વિંટલ ઘઉં બિયારણના રૂપમાં વાવવામાં આવે છે. ત્રણથી ચાર મહિના પછી આપણને 20-25 ક્વીંટલ ઘઉં પ્રાપ્ત થાય છે. ઘઉં ઉપરાંત આપણને ઘણુંબધું ઘાસ પણ મળે છે.

આ જ રીતે કેરીના એક ગોટલામાંથી ઉગાડેલ છોડ જોતજોતામાં કેરીનું એક મોટું વૃક્ષ બની જાય છે. આટલું મોટું થડ, આટલા બધા પાંદડા અને દર વર્ષે ઢગલાબંધ રસથી ભરપૂર કેરીઓ છેવટે આવે છે ક્યાંથી ? આપણી વાત કરીએ તો એક બાળકને મોટું થવા માટે બે ટંક જેટલું ભોજન કરવું પડે છે ? તો પછી આ છોડ-વનસ્પતિ વગર ખાધેપીધે આટલા મોટા કઈ રીતે થઈ જતા હશે ? આટલા ઘઉં, ઘાસ અને ફળ આવે છે ક્યાંથી ? જમીનમાંથી, આપવામાં આવેલ પાણીમાંથી કે પછી હવામાંથી ?

ફૉન હેલ્મોન્ટના પ્રયોગનું ચિત્ર

	શરૂઆતમાં	પાંચ વર્ષ પછી
માટીનું વજન	90 kg	89.944 kg
છોડનું વજન	2.266 kg	74 kg

આ પ્રશ્ન અંગે લોકો પ્રાચીન સમયથી જ વિચારવા લાગ્યા હતા. અગાઉ લોકોને એમ લાગતું હતું કે વૃક્ષ-વનસ્પતિને પોતાની વૃદ્ધિ માટે આ બધા પદાર્થો માટીમાંથી મળે છે. પ્રસિદ્ધ ગ્રીક દાર્શનિક-વૈજ્ઞાનિક એરિસ્ટોટલ (Aristotle)નો પણ એ જ વિચાર હતો કે વનસ્પતિમાં જંતુઓની માફક પાચક અંગો હોતા નથી. પરિણામે તે માટીમાં પડેલા અને ભળેલા સડી ગયેલ પદાર્થો ભોજનના સ્વરૂપમાં લે છે. પરંતુ કોઈએ પણ તેનું પરીક્ષણ કરેલ ન હતું. છેવટે ઘણા વર્ષો બાદ બેલ્જિયમના એક વ્યક્તિએ આ વાતનું પરીક્ષણ કરવાનું વિચાર્યું. તેણે એક પ્રયોગ કર્યો કે જે પૂરા પાંચ વર્ષ ચાલ્યો. આવો આપણે પણ આ પ્રયોગ વિશે જાણીએ.

પાંચ વર્ષનો પ્રયોગ

એ વ્યક્તિનું નામ હતું ફૉન હેલ્મોન્ટ (Von Helmont). તેમણે આ પ્રયોગ લગભગ 350 વર્ષ અગાઉ ઈ.સ. 1648માં કર્યો હતો.

ફૉન હોલ્મોન્ટે એક મોટું કૂંડું લીધું. તે કૂંડામાં તેમણે 90 kg સૂકી માટી ભરી. ત્યારબાદ તેમાં વિલો

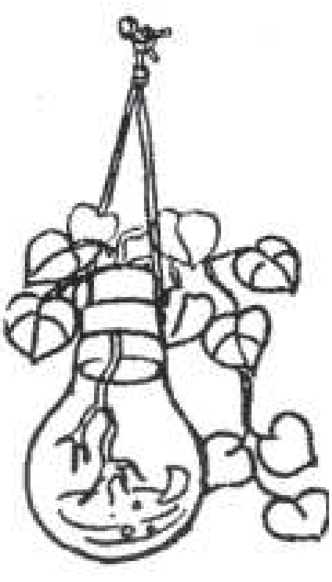
બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-7, 2001

નામના છોડની એક ડાળખી રોપી. તેનું વજન 2.268 kg હતું. તે ડાળખીનું તેઓએ પૂરા પાંચ વર્ષ સુધી નિસ્યંદિત પાણીથી સિંચન કર્યું. તે કૂંડું ખૂબ મોટું હતું અને તેને જમીનમાં દાટીને રાખવામાં આવ્યું હતું. પોન હોલ્મોન્ટે એ વાતનું ખાસ ધ્યાન રાખ્યું કે કૂંડાને હવા મળી શકે પરંતુ બહારથી આવતી ધૂળ-માટી તેમાં પ્રવેશી ન શકે. આથી કૂંડાને નાના-નાના છિદ્રો ધરાવતા પતરાથી ઢાંકવામાં આવ્યું હતું.

ધીમે-ધીમે છોડ એક નાનકડું વૃક્ષ બની ચૂક્યું હતું. પાંચ વર્ષ પછી તેમણે છોડને સાવધાનીપૂર્વક ઉખેડી સાફ કરીને વજન કર્યું. આ છોડનું વજન પૂરેપૂરું 74 kg નીકળ્યું. ત્યારબાદ તેમણે માટીને સૂકવીને તેનું વજન કર્યું. તેનું વજન થયું 89 kg 944 gm. પ્રયોગની શરૂઆતમાં 90 kg માટી હતી. પાંચ વર્ષ બાદ માટીના વજનમાં માત્ર 56 gm નો ઘટાડો થયો. બીજી બાજુ 71.732 kg જેટલું વજન છોડમાં વધી ગયું.

- **આ પ્રયોગના આધારે તમે શું નિષ્કર્ષ કાઢશો ? છોડની વૃદ્ધિ માટે તમામ પદાર્થ માટીમાંથી આવ્યા હશે, શું આમ માનવું યોગ્ય રહેશે ? તમારા જવાબનું કારણ પણ આપો. (1)**

ફોન હેલ્મોન્ટે તો આ પ્રયોગ પાંચ વર્ષ સુધી કર્યો હતો, પરંતુ એક પ્રયોગ તો ઘણાં ઘરોમાં સામાન્ય રીતે ચાલતો જ હોય છે. તમે મની પ્લાન્ટનું નામ તો સાંભળ્યું જ હશે. તેને પાણી ભરેલી બોટલમાં કે ફ્યૂઝ બલ્બોમાં સજાવટ માટે ઘરમાં રાખવામાં આવે છે. અહીં તે ખૂબ આસાનીથી વધે છે. અહીં તો માટી પણ નથી. તો પછી તેને પોષણ ક્યાંથી મળતું હશે ?



બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.219

શું તમે તમારી આસપાસ નદી-તળાવમાં કોઈ એવો છોડ જોયો છે જે પાણીમાં તરતો હોય અને જમીન સાથે તેનો કોઈ સંપર્ક ન હોય. જોયો હોય તો તેના વિશે જણાવો.

- **વિચારીને કહો કે શું તમામ છોડની વૃદ્ધિ માટે માટી જરૂરી છે ? (2)**

તો શું પાણી જ વનસ્પતિનો ખોરાક છે ?

તમારો નિષ્કર્ષ જે પણ હોય, પરંતુ ફોન હેલ્મોન્ટે નીચે દર્શાવેલ નિષ્કર્ષ કાઢ્યા હતા.

1. વનસ્પતિની વૃદ્ધિ માટેનો પદાર્થ માટીમાંથી આવતો નથી.
2. વનસ્પતિની વૃદ્ધિ તેને મળતાં પાણીથી થાય છે.

શું હેલ્મોન્ટની આ વાત સંપૂર્ણ રીતે સાચી છે ? તેની જાણ તમને આગળ થશે.

પ્રિસ્ટલેનો પ્રથમ પ્રયોગ

ફોન હેલ્મૉન્ટના પ્રયોગ બાદ લગભગ 100 વર્ષો સુધી કોઈએ વનસ્પતિના પોષણ અંગેના પ્રશ્ન પર ધ્યાન ન આપ્યું. ઈ.સ. 1771માં જોસેફ પ્રિસ્ટલે (Joseph Priestley) દ્વારા કરવામાં આવેલા પ્રયોગો થકી આ બાબતે ઘણી નવી જાણકારી મળી. આમ તો આ પ્રયોગો પ્રિસ્ટલેએ વનસ્પતિના પોષણને સમજવાના હેતુસર કર્યા ન હતા. તેઓ વાસ્તવમાં હવામાં હાજર વાયુઓ અંગે જાણવા માગતા હતા.

વાયુઓ અંગેના પ્રકરણમાં તમે પ્રિસ્ટલેનો એક પ્રયોગ કર્યો પણ છે. જ્યારે આપણે સળગતી મીણબત્તી પર કોઈ બીકર ઢાંકી દઈએ છીએ ત્યારે થોડીવાર પછી મીણબત્તી ઓલવાઈ જાય છે.

• **મીણબત્તી કેમ ઓલવાઈ જાય છે ? (3)**

આપણે જાણીએ છીએ કે મીણબત્તીના સળગવા દરમિયાન ઓક્સિજન વાયુ ખર્ચાય છે અને કાર્બનડાયોક્સાઇડ બને છે.

પ્રિસ્ટલે જ્યારે આ પ્રયોગ કર્યો ત્યારે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજન અંગે કોઈને જાણ ન હતી. પ્રિસ્ટલે એવું તારણ કાઢ્યું કે સળગવાની પ્રક્રિયાથી બીકરમાં રહેલી હવા અશુદ્ધ થઈ જાય છે. આ અશુદ્ધ હવામાં મીણબત્તી સળગી શકતી નથી.

પ્રિસ્ટલેનો બીજો પ્રયોગ

પ્રિસ્ટલેએ એક નાના ઉંદરને બીકરથી ઢાંકી દીધો. થોડીવાર પછી તેમણે જોયું કે ઉંદરનો દમ ઘૂંટાવા લાગ્યો છે. પ્રિસ્ટલે એવું તારણ કાઢ્યું કે ઉંદરના શ્વસનના કારણે પણ હવા અશુદ્ધ થઈ જાય છે.

પ્રિસ્ટલેનું તારણ હતું કે જંતુ અને આગની જ્વાળા હવાને કંઈક એવું નુકસાન પહોંચાડે છે કે તે હવા ન તો જ્વાળાને આધાર પૂરો પાડે છે કે ન તો જીવનને.

- **તમે પણ મીણબત્તીવાળો પ્રયોગ કર્યો છે. શું તમારું તારણ પ્રિસ્ટલેના તારણ સાથે બંધ બેસે છે ? (4)**

આ પ્રયોગોએ પ્રિસ્ટલેને મૂંઝવણમાં નાખી દીધા. વિશ્વમાં આટલા બધા જંતુઓ છે. દુનિયામાં એટલી બધી આગ પણ લાગે છે. પ્રિસ્ટલેએ વિચાર્યું કે તો પછી શા માટે દુનિયાની બધી જ હવા અશુદ્ધ થઈ જતી નથી ?

આપણે સૌ કોઈ, બધા જ પ્રાણીઓ, તમામ કીડી-મંકોડા સતત શ્વાસ લઈએ અને છોડીએ છીએ. તો ધીમે-ધીમે તમામ ઓક્સિજનનો ખર્ચ થઈ જવો જોઈએ અને ચારેય બાજુ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ જ ભરાઈ જવો જોઈએ. પરંતુ આવું થતું નથી. આખરે કેમ ?

• **તમારો શું વિચાર છે ? (5)**

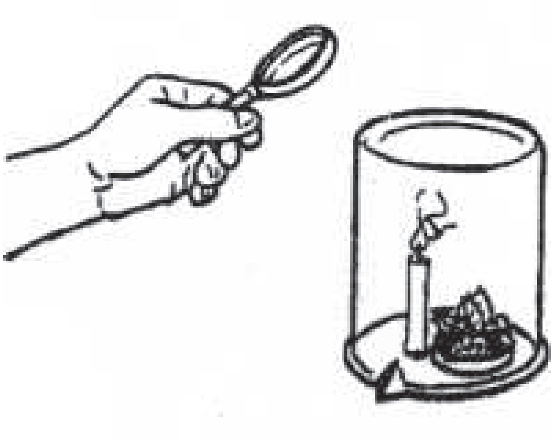
પ્રિસ્ટલેનો ત્રીજો પ્રયોગ

છેવટે 1771ના ઓગસ્ટ મહિનામાં પ્રિસ્ટલે ઘણેખરે અંશે આ કોયડાને ઉકેલી લીધો.

તેમણે એક ખૂબ જ વિશિષ્ટ પ્રયોગ કર્યો. એક મીણબત્તી સળગાવીને તેની ઉપર એક બીકર ઢાંકી દીધું. અપેક્ષા અનુસાર થોડીવાર પછી મીણબત્તી ઓલવાઈ ગઈ. પ્રિસ્ટલે હવે આ બીકરમાં ફૂદીનાની એક ડાળખી મૂકી દીધી. ડાળખી મૂકતી વખતે એ બાબતનું ધ્યાન રાખ્યું કે બીકરની અંદરની હવા અને બહારની હવા પરસ્પર ભળી ન જાય. દસ દિવસ બાદ જ્યારે મીણબત્તીને પુનઃ સળગાવવામાં આવી ત્યારે તે સળગવા લાગી. મીણબત્તીને સળગાવવા માટે બીકરને હટાવવામાં આવ્યું ન હતું. બહારથી જ લેન્સની મદદથી તેને સળગાવવામાં આવી હતી.

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.219-20

- **પ્રથમ વખત મીણબત્તીને સળગાવતાં તે શા માટે ઓલવાઈ ગઈ ? (6)**
- **મીણબત્તીના સળગવાથી બીકરમાં કયો વાયુ ભરાઈ ગયો હશે ? (7)**
- **પુનઃ બીજી વખત મીણબત્તી શા માટે સળગવા લાગી ? તેને ફરીથી સળગવા માટે ઓક્સિજન ક્યાંથી મળ્યો હશે ? (8)**
- **બીકરના અંદર ભરાયેલ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ક્યાં ચાલ્યો ગયો ? (9)**
- **પ્રિસ્ટલેના ત્રણ પ્રયોગોનો સારાંશ તમારા શબ્દોમાં લખો. (10)**
- **આ પ્રયોગોના આધારે વાતાવરણમાં છોડ-વનસ્પતિની ભૂમિકા અંગે તમે શું કહી શકો છો ? (11)**



શું તમે વિચારી શકો છો કે એ જમાનામાં આ પ્રયોગ કેટલો મહત્ત્વપૂર્ણ રહ્યો હશે ? પ્રિસ્ટલેએ તારણ કાઢ્યું હતું કે ફૂદીનાએ હવાને પુનઃ શુદ્ધ કરી દીધી છે. આજે આપણે કહી શકીએ છીએ કે મીણબત્તીના સળગવાથી ઓક્સિજન વપરાઈ ગયો અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ બની ગયો છે.

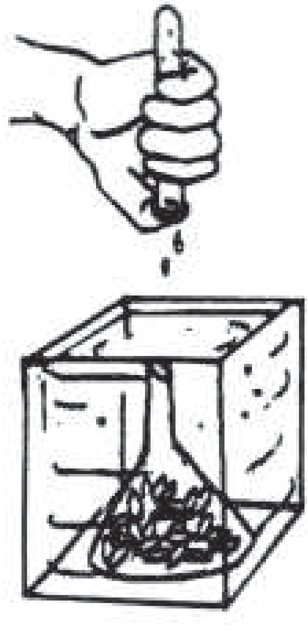
ફૂદીનાની ડાળખીએ આ કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરીને ઓક્સિજન પેદા કર્યો. આથી મીણબત્તી પુનઃ સળગી શકી.

પ્રિસ્ટલે પોતાના પ્રયોગના આધારે દર્શાવ્યું કે તમામ લીલા વૃક્ષ-વનસ્પતિમાં આ ગુણ જોવા મળે છે. તેઓ જ પૃથ્વીના વાતાવરણને શુદ્ધ કરે છે.

આવો પ્રિસ્ટલે જેવો એક પ્રયોગ આપણે પણ કરીએ

પ્રિસ્ટલે જે પ્રયોગ કર્યો હતો તેને થોડી જુદી રીતે આપણે પણ કરી શકીએ છીએ.

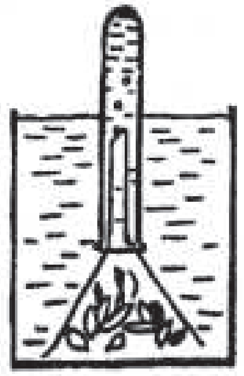
પ્રયોગ-1



એક બીકર, એક ટેસ્ટટ્યૂબ અને એક ગળણી લો. આ પ્રયોગ માટે બીકર અને ગળણી પારદર્શક હોવા જોઈએ. પાણીમાં ઊગવાવાળા કોઈ છોડની કેટલીક ડાળખીઓ પણ લઈ આવો. આ ડાળખીઓને પાણીમાં રાખીને જ લાવવી જેથી તે સૂકાઈ ન જાય. બીકરમાં પાણી ભરી લો. પાણીમાં એક ચપટી ખાવાનો સોડા (સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ) નાખી દો. હવે ગળણીની અંદર પાણીના છોડની કેટલીક ડાળખીઓ ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર ગોઠવો. એક ટેસ્ટટ્યૂબને પૂરેપૂરી પાણીથી ભરીને ગળણીની નળી પર રાખી દો. આમ કરતી વખતે ટેસ્ટટ્યૂબનું પાણી ઢોળાઈ ન જાય તેનું ધ્યાન રાખવું.

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.220-21

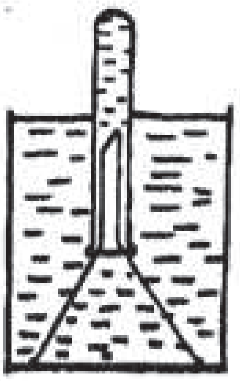
આ સાધનને તડકામાં મૂકી દો.



આવું જ એક બીજું સાધન ગોઠવો. તેમાં છોડની ડાળખીઓ મૂકશો નહીં. તેને પણ તડકામાં મૂકી દો.

- **શું છોડમાંથી પરપોટા નીકળી રહ્યા છે ? (12)**
- **જે સાધનમાં ડાળખીઓ રાખી ન હતી, શું તેમાંથી પણ પરપોટા બની રહ્યા છે ? (13)**

લગભગ 1 કલાક સુધી આ સાધનને તડકામાં રહેવા દો. જ્યારે ટેસ્ટટ્યૂબ અડધાથી વધારે પરપોટાથી ભરાઈ જાય ત્યારે આપણે ચકાસણી કરીશું કે આ પરપોટા કયા વાયુના છે.

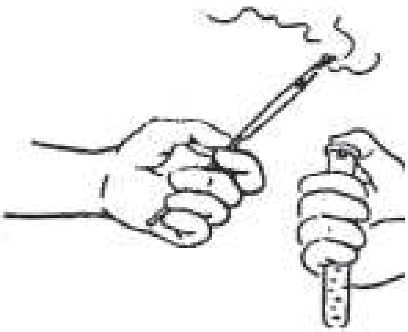


ટેસ્ટટ્યૂબમાં અડધાથી પણ વધારે વાયુ ભરાઈ ગયા બાદ તેને પાણીમાં ઊંધી રાખીને જ તેના મુખને એક બૂચ વડે બંધ કરી દો. બૂચ ન હોય તો અંગૂઠાથી પણ મુખ બંધ કરી શકાય છે. ટેસ્ટટ્યૂબનું મુખ બંધ રાખીને જ તેને સીધી કરી દો.

હવે એક અગરબત્તી સળગાવો. ટેસ્ટટ્યૂબનું મુખ ખોલીને તેમાં સળગતી અગરબત્તી નાખો. અગરબત્તી એ રીતે નાખવી કે જેથી તેનો છેડો પાણીને અડકે નહીં.

- **શું થયું ? ટેસ્ટટ્યૂબમાં કયો વાયુ છે ? (14)**
- **આ વાયુ ક્યાંથી આવ્યો ? તેમાં છોડની શું ભૂમિકા છે ? (15)**

આ પ્રયોગમાં આપણે જલીય વનસ્પતિનો ઉપયોગ આપણી સુવિધા માટે કર્યો હતો. પરંતુ જેમ તમે પ્રિસ્ટલેના ત્રીજા પ્રયોગમાં જોયું હતું તેમ આ ક્રિયા તમામ વનસ્પતિ કરે છે.



પ્રિસ્ટલેના પ્રયોગની મુશ્કેલી

પ્રિસ્ટલેએ ફૂદીનાની ડાળખી વડે કરેલો પ્રયોગ ખૂબ મહત્ત્વપૂર્ણ હતો. જ્યારે કોઈ પ્રયોગ આટલું બધું મહત્ત્વ ધરાવતો હોય ત્યારે અન્ય વૈજ્ઞાનિકો તેને જાતે કરીને જુએ છે. ઘણાંય વૈજ્ઞાનિકોએ પ્રિસ્ટલેના પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કર્યું. પરંતુ તેમાં ઘણી મુશ્કેલીઓ આવવા લાગી. જે પરિણામ પ્રિસ્ટલેને મળ્યા હતા તે જ પરિણામ બીજા લોકોને મળી રહ્યા ન હતા. ક્યારેક પ્રયોગ સફળ થતો તો ક્યારેક અસફળ રહી જતો. છેવટે ગરબડ હતી ક્યાં ?

આખી ઘટનાની ઝીણવટપૂર્વક તપાસ કરવાનું કામ એક વૈજ્ઞાનિકે કર્યું. તેઓનું નામ હતું યાન ઇન્ગેનહોઝ (Jan Ingenhousz). ઇન્ગેનહોઝે પ્રિસ્ટલેના પ્રયોગને અલગ-અલગ પરિસ્થિતિમાં કરીને જોયો.

ઇન્ગેનહોઝે જોયું કે હવાને ‘શુદ્ધ’ કરવાનું કામ તો છોડનો માત્ર લીલો ભાગ (એટલે કે પાંદડા) જ કરતાં હતાં.

ઇન્ગેનહોઝે બીજી એક વાત નોંધી કે પાંદડાઓ હવાને ‘શુદ્ધ’ કરવાનું કાર્ય માત્ર પ્રકાશમાં જ કરે છે. અંધારામાં તેઓ પણ હવાને ‘અશુદ્ધ’ બનાવે છે.

અર્થાત્ ઇન્ગેનહોઝે શોધ્યું કે લીલા પાંદડા પ્રકાશની હાજરીમાં હવાના કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરીને ઓક્સિજન છોડે છે. પરંતુ પ્રકાશના અભાવમાં

તેઓ પણ એ જ કરે છે જે પ્રાણીઓ શ્વસન દરમિયાન કરે છે, એટલે કે ઓક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ છોડે છે.

ઇન્ગેનહોઝ દ્વારા પ્રિસ્ટલેના પ્રયોગનું કરવામાં આવેલ પુનરાવર્તનના અંતે એક બાબત સ્પષ્ટરૂપે જાણવા મળી કે પ્રયોગ દ્વારા એકસમાન પરિણામ ત્યારે જ મળે છે જ્યારે તે સમાન પરિસ્થિતિમાં કરવામાં આવે. તેથી કોઈપણ પ્રયોગને ચકાસવા માટે આ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું ખૂબ જરૂરી છે.

પ્રકાશની અસર : પ્રયોગ-2

તમે પ્રયોગ-1માં વનસ્પતિ દ્વારા ઓક્સિજનની બનાવટ જોઈ હતી. હવે આ પ્રયોગમાં થોડું પરિવર્તન કરો. સાધનને તડકામાં રાખવાને બદલે છાંયડામાં રાખી દો.

- **શું પરપોટાની બનવાની ગતિ પર કોઈ અસર થઈ ? (16)**

હવે બીકરને એક કાળા કપડાં અથવા કાગળથી ઢાંકી દો.

- **થોડા સમય બાદ કપડું/કાગળ હટાવીને જુઓ કે શું હજી પણ પરપોટા બની રહ્યા છે ? (17)**

હવામાંથી ખોરાક ?

સૌપ્રથમ આપણે ફોન હેલ્મોન્ટનો પ્રયોગ જોયો. તેનાથી તારણ નીકળે છે કે વનસ્પતિને પાણીમાંથી ખોરાક મળે છે. ત્યારબાદ આપણે પ્રિસ્ટલે અને ઇન્ગેનહોઝના પ્રયોગ જોયા. તેનાથી માલૂમ પડ્યું કે લીલા પાંદડા પ્રકાશની હાજરીમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરીને ઓક્સિજન મુક્ત કરે છે.

આ બંને બાબતોને સાંકળીને એમ કહી શકાય કે લીલી વનસ્પતિ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણી લઈને પ્રકાશની હાજરીમાં પોતાનો ખોરાક સ્વયં બનાવે છે. જરા વિચારો, વનસ્પતિ હવા-પાણી પર જીવિત છે.

હવા-પાણીમાંથી ભોજન

ધીમે-ધીમે બીજા પ્રયોગો પણ થયા. છેવટે વૈજ્ઞાનિકોને એ વાત સમજાઈ ગઈ કે પાંદડાઓ સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં કાર્બનડાયોક્સાઇડ અને પાણીને જોડીને સ્ટાર્ચ બનાવે છે.

તડકાની હાજરીમાં લીલા પાંદડામાં થતી આ પ્રક્રિયાને આપણે એક સમીકરણ સ્વરૂપે પણ લખી શકીએ છીએ :

$$\text{કાર્બન ડાયોક્સાઇડ} + \text{પાણી} \xrightarrow[\text{હાજરીમાં}]{\text{ક્લોરોફિલ અને સૂર્યપ્રકાશની}} \text{સ્ટાર્ચ} + \text{ઓક્સિજન}$$

આ પ્રક્રિયામાં સ્ટાર્ચ તો બને જ છે પરંતુ સાથે ઓક્સિજન પણ નીકળે છે. આ પ્રક્રિયાને પ્રકાશ સંશ્લેષણ કહે છે.

સંશ્લેષણનો અર્થ થાય છે કે બે કે તેથી વધારે પદાર્થોમાંથી રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા કોઈ નવી વસ્તુ બનાવવી અને આ પ્રક્રિયા પ્રકાશની હાજરીમાં જ થતી હોવાથી તેને પ્રકાશ સંશ્લેષણ કહીએ છીએ. કુદરતમાં આ પ્રક્રિયા માટે પાંદડાઓમાં લીલા પદાર્થની ઉપસ્થિતિ જરૂરી છે. આ લીલા પદાર્થને ક્લોરોફિલ કહીએ છીએ.

પ્રકાશ સંશ્લેષણ માટે જરૂરી વસ્તુઓ

પ્રકાશ સંશ્લેષણ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. તેનાથી વનસ્પતિમાં ભોજન બને છે. તેમાં વૃદ્ધિ થાય છે. તેઓનું વજન વધે છે. હવે કદાચ તમે સમજી શકશો કે 1-1.5 ક્વિન્ટલ ઘઉં વાવીને 20-25 ક્વિન્ટલ ઘઉં ક્યાંથી અને કેવી રીતે પેદા થાય છે. જો પ્રકાશ સંશ્લેષણની પ્રક્રિયા ન હોય તો આપણામાંથી કોઈને પણ ખોરાક મળશે નહીં.

તમે એ બાબત જાણી ચૂક્યા છો કે વનસ્પતિમાં ખોરાક બનવા (પ્રકાશ સંશ્લેષણ) માટે ચાર વસ્તુઓ જરૂરી છે :

1. પાણી
2. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ
3. પ્રકાશ
4. પાંદડાનો લીલો પદાર્થ (ક્લોરોફિલ)

પાણી : આવશે ક્યાથી

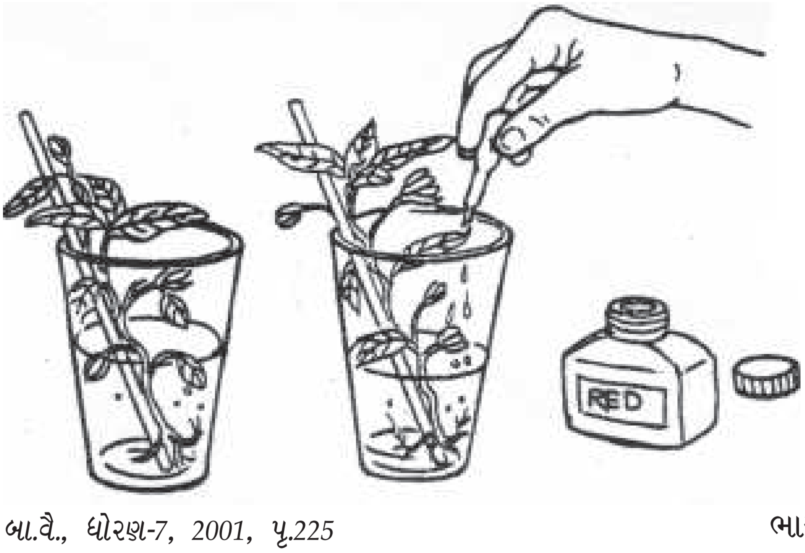
ફોન હેલ્મોન્ટની એ વાત તો સાચી નીકળી કે વનસ્પતિમાં ખોરાક પાણીમાંથી આવે છે. પરંતુ વનસ્પતિનો ખોરાક હવામાંથી પણ બનતો હોવાથી આ વાત સંપૂર્ણ સાચી ન હતી.

રસપ્રદ વાત તો એ છે કે વનસ્પતિને પાણી મળે છે જમીનમાંથી અને પ્રકાશ સંશ્લેષણની પ્રક્રિયા થાય છે પાંદડાઓમાં. તો મૂળમાંથી પાંદડા સુધી પાણી પહોંચ્યું કઈ રીતે, કયા માર્ગે પહોંચે છે ?

આવો તે જોવા માટે એક પ્રયોગ કરીએ.

પ્રયોગ-3

આ પ્રયોગમાં આપણે સફેદ ફૂલવાળા બારમાસી, ગાજર ઘાસ કે ગુલતેવડીના છોડનો ઉપયોગ કરીશું. છોડ પર સફેદ કે અન્ય કોઈ આછા રંગના ફૂલ લાગેલા હોય તે વધારે સારું છે.

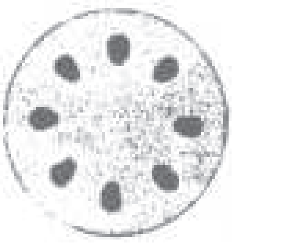


બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.225

સાવધાનીપૂર્વક માટી ખોદીને બે નાના-નાના છોડને મૂળસહિત ઉખાડો. ઉખાડતી વખતે મૂળને ઓછામાં ઓછું નુકસાન પહોંચે તે બાબતનું ધ્યાન રાખવું. તેને તરત જ તાજા પાણીના વાસણમાં રાખી દો.

બે બોટલ કે ગ્લાસ લો અને તેને ત્રીજા ભાગ સુધી સ્વચ્છ પાણીથી ભરો. એક ગ્લાસમાં લગભગ

ચાર ચમચી લાલ શાહી નાખો. એકસરખા બે છોડને બે અલગ-અલગ સૂકાયેલ લાકડીઓ પર બાંધી દો. બાંધતી વખતે ધ્યાન રાખવું કે ડાળખીને કોઈ નુકસાન ન થાય. એક છોડને લાલ શાહીવાળા ગ્લાસમાં અને બીજાને સાદા પાણીવાળા ગ્લાસમાં લાકડીઓના ટેકે રાખી દો. બંને ગ્લાસને લગભગ એક કલાક સુધી છાંયડામાં રાખી દો.



સારણી-1

ક્રમ પ્રશ્ન	અવલોકનો	
	સાદા પાણીમાં રાખેલ છોડ	લાલ શાહીના દ્રાવણમાં રાખેલ છોડ
1. છોડના પાંદડાઓને ધ્યાનથી જુઓ. બંને છોડના પાંદડાઓમાં તમને શું તફાવત દેખાયો ?		
2. છોડના ફૂલોને ધ્યાનથી જુઓ. તેઓના રંગમાં કોઈ પરિવર્તન આવ્યું ?		

બંને છોડને ધ્યાનથી જોઈ તમારા અવલોકનો સારણી-1માં લખો.

હવે બંને છોડના પ્રકાંડને બ્લેડ વડે વચ્ચેથી આડું કાપો અને કપાયેલા છેડાને બિલોરીકાચ વડે જુઓ.

શું તમને કોઈ જગ્યાએ લાલ રંગ દેખાય છે ?

શું આ છેડો ઉપર દર્શાવેલ ચિત્ર અનુસાર દેખાય છે ?

- **અવલોકનના આધારે કહો કે લાલ પાણી ફૂલો કે પાંદડાઓ સુધી કયા માર્ગે પહોંચ્યું હશે ? (19)**
- **આ પ્રયોગના આધારે તમે મૂળનું કાર્ય અને વનસ્પતિના પોષણ અંગે શું તારણ કાઢી શકો છો ? (20)**

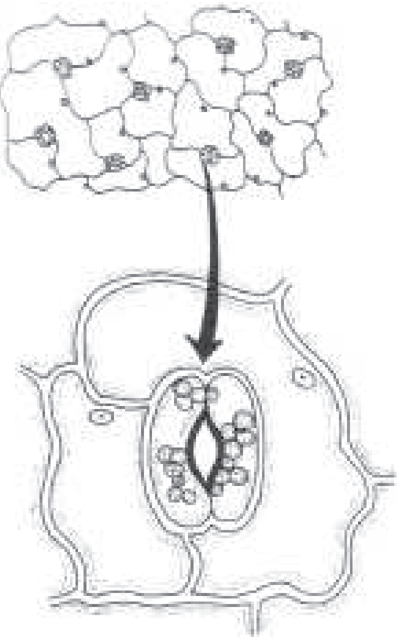
ઘઉં કે અનાજનો પાક લેતી વખતે પાંદડા પીળા પડી જતાં ખેડૂત યુરિયા ખાતરનો ઉપયોગ કરે છે જેનાથી પાંદડાઓ લીલા બની જાય છે.

ખેતરમાં યુરિયા નાખ્યા પછી પાણી શા માટે નાખવામાં આવે છે ? વિચારીને કહો.

યુરિયા તો ખેડૂત જમીન પર નાખે છે તો પછી તેની અસર પાંદડાઓ પર કેવી રીતે થાય છે ?

તમે ઉપરના પ્રયોગ અને યુરિયાની જાણકારી દ્વારા માલૂમ કર્યું કે છોડ પાણી અને તેમાં ઓગળેલ અન્ય પોષક દ્રવ્યો ક્યાંથી અને કેવી રીતે પ્રાપ્ત કરે છે.

સ્ટોમેટા જોવું આમ તો સરળ છે, પરંતુ તમારી પાસે સૂક્ષ્મદર્શક હોય તે અનિવાર્ય છે. કોઈપણ પાંદડાની નીચલી સપાટી પરથી એક છેદ લો. આ છેદને કાચની સ્લાઇડ પર એક ટીપા પાણીમાં રાખો અને પ્લાસ્ટિકના કવર સ્લિપથી ઢાંકી દો. હવે તેને સૂક્ષ્મદર્શકની મદદથી જુઓ. ચિત્રની મદદ લઈ સ્ટોમેટા શોધવાનો પ્રયત્ન કરો.



હવાની લેવડ-દેવડ

મૂળમાંથી પાણી તો મળી ગયું, પરંતુ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ હવામાંથી લેવો પડે છે. આ કાર્ય પાંદડા કરે છે. પાંદડાઓમાં હવાની અવરજવર માટે ખૂબ ઝીણા છિદ્રો હોય છે. તે એટલા બધા ઝીણાં હોય છે કે આપણને નરી આંખે દેખાતા નથી. સૂક્ષ્મદર્શક દ્વારા જોતાં તે દેખાઈ આવે છે. આ છિદ્રોને **સ્ટોમેટા**

કહે છે. આમાંથી જ પાંદડાઓમાં હવાની અવરજવર થાય છે.

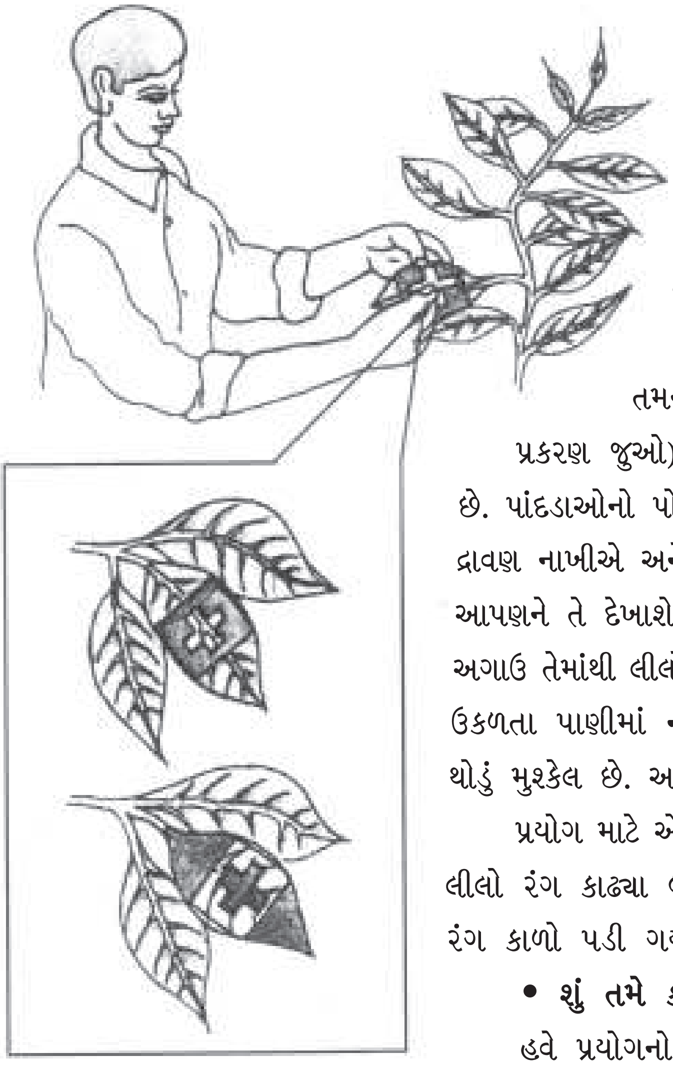
આપણે જોયું કે વનસ્પતિ મૂળના માધ્યમથી પાણી અને પાંદડાઓમાં રહેલા સ્ટોમેટાના માધ્યમથી હવા લે છે. પાંદડાઓમાં ક્લોરોફિલ તો હોય જ છે. હવે પ્રકાશ સંશ્લેષણની ક્રિયા માટે બીજું શું જોઈએ ?

પ્રયોગ-2ના તમામ તારણોને જુઓ.

- **જ્યારે છોડને તડકો નહોતો મળતો ત્યારે પણ શું પરપોટા બની રહ્યા હતા ? (21)**
- **શું આ પ્રયોગના આધારે આપણે કહી શકીએ કે છોડ માત્ર પ્રકાશની હાજરીમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરીને ઓક્સિજન બનાવે છે ? (22)**

તો પ્રશ્ન એ ઊભો થાય છે કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીને જોડીને સ્ટાર્ચ બનાવવાની પ્રક્રિયા પાંદડામાં શું માત્ર પ્રકાશની હાજરીમાં જ થાય છે ? આવો તેને જાણવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

પ્રકાશ ન મળે તો



એક પ્રયોગનું વર્ણન અહીં આપેલું છે તેને વાંચીને તમારે તારણ કાઢવાનું છે કે પાંદડાઓમાં સ્ટાર્ચ બનવાની ક્રિયામાં પ્રકાશની શી અસર થાય છે. આમ તો આ પ્રયોગ કોઈપણ વનસ્પતિ પર થઈ શકે છે પરંતુ અહીં જે પ્રયોગનું વર્ણન આપવામાં આવેલ છે તે છોડ ટગરનો છે.

આપણે પાંદડામાં સ્ટાર્ચની હાજરીની તપાસ કરવી પડશે. તમને સ્ટાર્ચના પરીક્ષણની રીત તો આવડે જ છે. ('આપણો ખોરાક' પ્રકરણ જુઓ). પરંતુ પાંદડાઓમાં સ્ટાર્ચની તપાસ કરવામાં મુશ્કેલી પડે છે. પાંદડાઓનો પોતાનો રંગ લીલો હોય છે. જો કોઈ પાંદડા પર આયોડીનનું દ્રાવણ નાખીએ અને સ્ટાર્ચની હાજરીના કારણે તેમાં ભૂરો રંગ આવશે તો પણ આપણને તે દેખાશે નહીં. આથી પાંદડાઓમાં સ્ટાર્ચની હાજરીનું પરીક્ષણ કરતાં અગાઉ તેમાંથી લીલો રંગ દૂર કરવો જરૂરી છે. લીલો રંગ કાઢવા માટે પાંદડાઓને ઉકળતા પાણીમાં નાખ્યા બાદ તેને આલ્કોહોલમાં ઉકાળવા પડશે. આ કામ થોડું મુશ્કેલ છે. આલ્કોહોલમાં ઉકાળતી વખતે ખૂબ સાવધાની રાખવી પડે છે.

પ્રયોગ માટે એક બપોરે ટગરના ચાર-પાંચ પાંદડાઓ લેવામાં આવ્યા. તેમનો લીલો રંગ કાઢ્યા બાદ આયોડીનના દ્રાવણમાં નાખવામાં આવ્યા. પાંદડાઓનો રંગ કાળો પડી ગયો.

- **શું તમે કહી શકો છો કે આમ કેમ બન્યું ? (23)**

હવે પ્રયોગનો બીજો ભાગ કરવામાં આવ્યો. ટગરના છોડ પર જ ચાર-પાંચ પાંદડાઓને એક-એક કાળા કાગળથી ઢાંકી દેવામાં આવી. ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર પાંદડાઓ પર કાળો કાગળ લગાવવામાં આવ્યો.

બે દિવસ બાદ આ પાંદડાઓને તોડીને લાવવામાં આવ્યા. તેમનો લીલો રંગ કાઢ્યા

બાદ તેમને આયોડીનના દ્રાવણમાં નાખવામાં આવ્યા. પાંદડાઓ પરનો કાળો રંગ ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર જોવા મળ્યો.

- **ચિત્ર જોઈને કહો કે પાંદડાઓમાં ક્યાં સ્ટાર્ચ હાજર છે અને ક્યાં નહીં ? (24)**

કાળો કાગળ લગાવ્યા બાદ શું સમગ્ર પાંદડાને પ્રકાશ મળતો હતો ? જો ના તો કયા ભાગોને પ્રકાશ મળતો ન હતો ?

- **શું સ્ટાર્ચનું નિર્માણ માત્ર તે જ ભાગમાં થયું કે જ્યાં પ્રકાશ પડતો હતો ? (25)**

આ પ્રયોગના આધારે તમે પાંદડાઓમાં સ્ટાર્ચનું બનવું અને પ્રકાશ વચ્ચે કોઈ સંબંધ જોઈ શકો છો ?

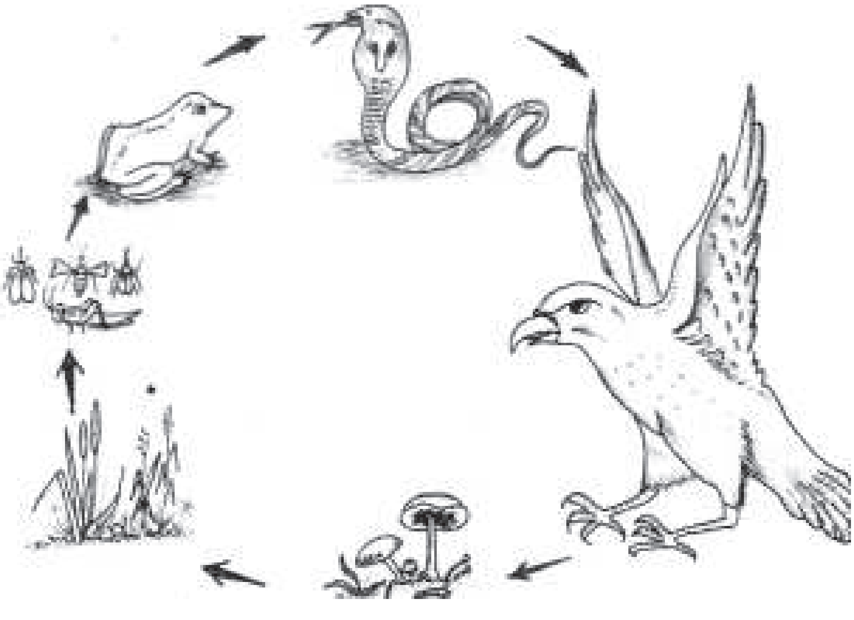
શું વનસ્પતિ માત્ર સ્ટાર્ચ જ બનાવે છે ?

'આપણો ખોરાક' પ્રકરણમાં તમે જોયું કે ખોરાકમાં સ્ટાર્ચ, ચરબી અને પ્રોટીન હોય છે. આ છોડ-વૃક્ષમાં પણ હોય છે. તો પછી આ તમામ પદાર્થો ક્યાંથી આવતા હશે ? વાસ્તવમાં એક વખત સ્ટાર્ચ બની ગયા પછી બાકીના બધા પદાર્થો વનસ્પતિમાં બની શકે છે. આ ઉપરાંત પણ વનસ્પતિને અન્ય કેટલાક પોષક દ્રવ્યોની જરૂર પડે છે. આમાં મુખ્ય પોષક દ્રવ્યો નાઇટ્રોજન, પોટેશિયમ અને ફોસ્ફરસ છે. આ ઉપરાંત અન્ય કેટલાંક પોષક દ્રવ્યોની જરૂર અલ્પ માત્રામાં પડે છે. આ કારણે જ તેઓને સૂક્ષ્મ પોષક તત્ત્વો કહે છે. આપણે આ પોષક તત્ત્વો અંગે હાલમાં કોઈ પ્રયોગ કરી શકીશું નહીં.

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનો સંબંધ : આહારશ્રૃંખલા

એ કેટલી મોટી વાત કહી શકાય કે વનસ્પતિ પોતાના માટે તો ખોરાક બનાવે જ છે પરંતુ પ્રાણીઓનું પણ પોષણ કરે છે. આથી કહી શકાય કે આહારના માધ્યમથી વનસ્પતિ અને પ્રાણી વચ્ચે સીધો સંબંધ છે. તેને એક ચિત્ર દ્વારા સમજાવી શકાય છે.

વનસ્પતિ અને પ્રાણી વચ્ચેનો એક સંબંધ પ્રકાશ સંશ્લેષણ અને શ્વસનનો પણ છે.



વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ સૌ શ્વસન કરે છે. હા, એ વાત ધ્યાનમાં રાખવાની છે કે વનસ્પતિ પણ શ્વસન કરે છે અને તેઓનું શ્વસન બિલકુલ પ્રાણીઓ જેવું જ હોય છે. એટલે કે વનસ્પતિ પણ શ્વસનમાં ઓક્સિજન વાપરે છે અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પેદા કરે છે. આ ક્રિયા દિવસ-રાત ચોવીસ કલાક ચાલ્યા કરે છે. તમામ સજીવો (એટલે કે વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ)ના કારણે વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું પ્રમાણ વધે છે. દિવસના અજવાળામાં વનસ્પતિ વાતાવરણમાંનો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ લઈને ઓક્સિજન મુક્ત કરે છે.

દિવસના સમયે વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશ સંશ્લેષણની ક્રિયા ખૂબ ઝડપી હોય છે. આથી દિવસે વનસ્પતિના શ્વસનની આપણને જાણ થતી નથી.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. પ્રયોગ-1માં આપણે એકસમાન બે બીકરો ગોઠવ્યા હતા. તેમાંથી માત્ર એકમાં જ છોડ રાખવામાં આવ્યો હતો. શું તમે જણાવી શકો છો કે આ પ્રયોગમાં છોડ વગરનું બીકર શા માટે રાખવામાં આવ્યું હશે ?
2. પ્રિસ્ટલેના બીજા અને ત્રીજા પ્રયોગના આધારે કહો કે જો બીકરની અંદરના ઉંદરને વધારે સમય સુધી જીવિત રાખવો હોય તો શું કરી શકાય ?
3. કૂંડામાં રાખેલા છોડને એક દિવસ પ્રકાશમાં રાખ્યા બાદ તેના પાંદડાઓ પર સ્ટાર્ચનું પરીક્ષણ કર્યું હતું. તે જ છોડને બે-ત્રણ દિવસ અંધારામાં રાખ્યા બાદ તેઓના પાંદડાઓ પર સ્ટાર્ચનું પરીક્ષણ કર્યું હતું. શું બંને પ્રયોગોના પરિણામોમાં કોઈ તફાવત છે ? કારણ સાથે ઉત્તર લખો.

C C C

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ

પ્રક્રિયાઓની ગતિ અને વિદ્યુતની રાસાયણિક અસરો

સામાન્ય રીતે ખૂબ નાના ધોરણોથી રાસાયણિક પરિવર્તન અને ભૌતિક પરિવર્તન વચ્ચેનો ભેદ શીખવવામાં આવે છે. આમ તો એ વાત આનંદની છે કે આજકાલ પાઠ્યપુસ્તકોમાં આ તફાવતને વધારે મહત્ત્વ આપવામાં આવતું નથી. વાસ્તવમાં ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફાર વચ્ચેનો ભેદ પણ સૂક્ષ્મ છે અને તેને દર્શાવવો મુશ્કેલ છે. *બાળવૈજ્ઞાનિક*માં એક પ્રકરણ વિકસિત કરવામાં આવ્યું હતું. આ પ્રકરણનું નામ હતું – રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ. તેમાં બાળકો પ્રયોગ કરે છે અને એ જોવાનો પ્રયત્ન કરે છે કે ક્યારે કોઈ નવો પદાર્થ બન્યો. જો પ્રક્રિયાઓમાં કોઈ નવો પદાર્થ બને તો તેને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કહે છે. અહીં આપવામાં આવેલા પ્રયોગો મૂળભૂત રીતે કેટલાંક સંકેતો પૂરા પાડે છે કે જે દર્શાવે છે કે નવો પદાર્થ બન્યો કે નહીં. જેમકે કોઈ બે પદાર્થોને ભેગા કરતાં અવક્ષેપો બનવા, કોઈ બે પદાર્થોને ભેગા કરવાથી રંગ પરિવર્તન થવું, અવસ્થામાં પરિવર્તન થવું વગેરે આવા જ કેટલાંક સંકેતો છે. પરંતુ તમે એવા ઘણાં ઉદાહરણો વિચારી શકો છો કે જેમાં ભૌતિક પરિવર્તન થતું હોવા છતાં ઉપરનામાંથી કોઈ એક કે એકથી વધારે સંકેતો જોવા મળે છે. આથી રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ કે નહીં તે જાણવાની કોઈ સચોટ રીત નથી, સિવાય કે આપણે પ્રારંભિક પદાર્થો અને અંતિમ પદાર્થોનું રાસાયણિક પરીક્ષણ કરીએ. આટલી બધી ચર્ચા કરવાનો સાર એ છે કે રાસાયણિક પરિવર્તનને ઓળખવું સરળ નથી.

એ પણ સ્પષ્ટ હોવું જોઈએ કે દરેક પરિવર્તનને સ્પષ્ટ રીતે રાસાયણિક કે ભૌતિક કહેવું સંભવ પણ નથી. પાણીમાં મીઠું ઓળગવાની ઘટનાને શું કહેશો ?

હાલપૂરતું, આપણે એ નક્કી કરી લઈએ કે સામાન્ય રીતે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે શું ? તેનાથી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું અધ્યયન કરવાની રીતભાતો વિકસાવી શકાય છે. જેમકે, માત્ર એટલું જ જોવું કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કેટલી ઝડપી થાય છે ? આમ તો તેની ઘણી રીતો છે પરંતુ કોઈપણ રીત બેમાંથી એક વાત પર આધાર રાખે છે. કાં તો તમે પ્રક્રિયા કરનાર પ્રક્રિયકોની વપરાશ થઈ ઘટવાની ગતિનું માપન કરો અથવા તો તમે નીપજ કેટલી ઝડપથી બની રહ્યો છે તેનું માપન કરો. પ્રસ્તુત પ્રકરણમાં પ્રયોગોમાં નીપજ બનવાની ઝડપને માપવાની રીતનો ઉપયોગ દર્શાવેલ છે.

બે વાયુઓ – કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજનનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે. રીત એ જ છે કે જેનો બાળકો અગાઉ ઉપયોગ કરી ચૂક્યા છે. વાયુઓ બનવાની પ્રક્રિયાનું સતત અવલોકન કરવું સરળ હોવાથી તેઓને પસંદ કરવામાં આવ્યા છે. તમારે માત્ર એટલું જ કરવાનું છે કે વાયુના પરપોટા પાણીમાંથી નીકળવા દેવાના અને તેમની ગણતરી કરવાની. (સ્વાભાવિક છે કે પરપોટા બનવાની ઝડપ ખૂબ વધારે ન હોવી જોઈએ, નહીં તો તેમને ગણવામાં મુશ્કેલી પડશે). જો નીપજ ઘન કે પ્રવાહી હોય તો તેમના બનવાની ગતિ જોવી મુશ્કેલ છે. તે માટે જે દ્રાવણમાં પ્રક્રિયા ચાલી રહી છે તેના સમયાંતરે નમૂના લેવા પડે અને એ શોધવું પડે કે કેટલા પ્રક્રિયકો વપરાઈ ગયા અથવા કેટલી નીપજ બની છે.

રાસાયણિક પ્રક્રિયાની ગતિ પર ત્રણ પરિબળોની અસર જાણવા મળી છે. દરેક પરિબળની અસરના પરીક્ષણ દરમિયાન એ વાતનો પ્રયત્ન કરવામાં આવેલ છે કે બાકીની તમામ પરિસ્થિતિઓ શક્ય હોય ત્યાં સુધી સમાન રહે. બાળકોની સાથે પ્રયોગમાં તુલનાની વ્યવસ્થા અંગે ચર્ચા કરવાની આ બીજી એક તક છે.

પ્રક્રિયાઓની ગતિ પર અસર કરનાર અન્ય કેટલાંક પરિબળો છે. તેમાં મુખ્યત્વે ઉત્પ્રેરકોનું નામ લઈ શકાય છે. ઉત્પ્રેરક એવા પદાર્થો છે કે જે રાસાયણિક પ્રક્રિયાની ગતિને પ્રભાવિત કરે છે પરંતુ સ્વયં તે પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતા નથી. તેની વાત આ પ્રકરણમાં કરવામાં આવી છે.

એક વખત રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનો અનુભવ થઈ ગયા બાદ બાળકો વિભિન્ન પરિસ્થિતિઓમાં રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ

જોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ વિદ્યુત વિભાજ્ય પદાર્થના દ્રાવણમાંથી વિદ્યુત પસાર કરતાં થનાર રાસાયણિક પરિવર્તન. પ્રકરણના વાચન દરમિયાન તમે જોયું જ હશે કે તેને સંલગ્ન પ્રયોગો ખૂબ સરળ છે અને ખૂબ વધારે સામગ્રીની પણ જરૂર પડતી નથી. રાસાયણિક પ્રક્રિયાનું અવલોકન પણ મુશ્કેલ નથી હોતું. એક તરફ કોઈ ઇલેક્ટ્રોડ પર નવો પદાર્થ જમા થવા લાગે છે તો બીજી તરફ બીજા ઇલેક્ટ્રોડની આસપાસ પરપોટા પણ જોઈ શકાય છે.

વિદ્યુતને સમજવામાં તેમજ વિદ્યુત વિભાજ્ય (એટલે કે જે પદાર્થોનું વિદ્યુત વિભાજન થાય છે) પદાર્થોની બનાવટને સમજવામાં આ પ્રયોગોનું મહત્ત્વ જણાવવાની જરૂર નથી. ફેરાડે (Faraday)એ વિદ્યુત વિભાજન સંબંધિત પ્રયોગોને માત્રાત્મક રીતે કરીને જ તેના નિયમો સ્થાપિત કરેલા હતા. આ જ પ્રયોગોના આધારે રાસાયણિક તુલ્યતાની વાતને મજબૂત આધાર મળ્યો હતો. જો આપણી પાસે એક સારી રાસાયણિક તુલા હોય તો આપણે પણ આ પ્રયોગોને માત્રાત્મક રીતે કરીને વિદ્યુત અંગે ઘણુંબધું શીખી શકીએ છીએ. જેમકે જો ઋણ ઇલેક્ટ્રોડ પર તાંબુ જમા થઈ રહ્યું હોય તો આપણે પ્રયોગ પહેલા અને પ્રયોગ બાદ તે ઇલેક્ટ્રોડનું વજન કરીને એ જાણી શકીએ છીએ કે કેટલું તાંબુ જમા થયું. આ જ પ્રક્રિયા અન્ય કોઈ ધાતુ સાથે કરીને તેઓની વચ્ચે રહેલ તુલ્યતાને જાણી શકાય છે કે શું સમાન પ્રમાણમાં વિદ્યુત પ્રવાહિત કરવાથી વિભિન્ન ધાતુઓનું સમાન પ્રમાણ જમા થાય છે. વિદ્યુત વિભાજનની મદદથી જ પાણીના રાસાયણિક સંઘટનને જાણી શકાયું છે.

આ પ્રયોગ કરતી વખતે બાળકોનું ધ્યાન ઊર્જાના રૂપાંતરણ તરફ પણ લઈ જઈ શકાય છે. આ પ્રયોગોમાં વિદ્યુત ઊર્જાને રાસાયણિક કાર્ય માટે ઉપયોગમાં લેવાઈ રહી છે. બીજા શબ્દોમાં, વિદ્યુત ઊર્જા રાસાયણિક પરિવર્તનને ચલાવી શકે છે. તેનું ઊલટું પણ સંભવ છે, રાસાયણિક ક્રિયાઓ વિદ્યુત પેદા કરી શકે છે. આ જ તો વિદ્યુતકોષ (જેમકે બેટરીના સેલ)નો સિદ્ધાંત છે.

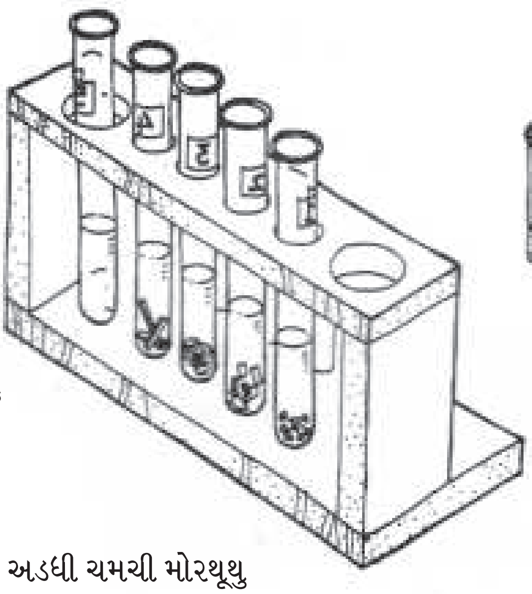
C C C

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ*

દૂધમાં ખટાશ પડી જાય તો દૂધ ફાટી જાય છે. પાણી અને પનીર અલગ થઈ જાય છે. મીણબત્તીને સળગાવતા આખી મીણબત્તી ધૂમાડો બનીને ઊડી જાય છે. દૂધમાં થોડુંક દહીં નાખીને મૂકી રાખવાથી ધીમે-ધીમે આખું દૂધ દહીં બની જાય છે. આ તમામ ઉદાહરણોમાં કોઈક નવી વસ્તુ બની છે. રોજબરોજ એવી ઘણી ઘટનાઓ બને છે કે જેમાંથી એક પદાર્થમાંથી બીજો પદાર્થ બની જાય છે. પદાર્થોને ઓગાળવાની-ભેળવવાની પ્રક્રિયા તો આપણે ઘણી વખત કરીએ છીએ. શું દરેક વખતે કોઈ નવો પદાર્થ બને છે ? ખાંડને પાણીમાં ઓગાળતા, બલ્બ ચાલુ કરતાં કે પછી દૂધમાં પાણી મેળવતાં નવો પદાર્થ બને છે ? ઘણી વખત એક જ પદાર્થ પડ્યો-પડ્યો કે ગરમ કરવાથી બદલાઈને નવો પદાર્થ બનાવે છે. જેમકે ખાંડને ગરમ કરવાથી તે કાળી પડી જાય છે.

- **એવા બીજા ઉદાહરણો વિચારીને કહો કે જેમાં એક જ પદાર્થમાંથી કે બે પદાર્થોને ભેગા કરવાથી કોઈ નવો પદાર્થ બનતો હોય. દરેક જૂથ એક ઉદાહરણ રજૂ કરે. પ્રત્યેક ઉદાહરણ માટે એ પણ જણાવો કે તમે કઈ રીતે જાણ્યું કે નવો પદાર્થ બન્યો છે ? (1)**

કોઈ પ્રક્રિયામાં નવો પદાર્થ બન્યો છે કે નહીં તેની જાણ આપણને ઘણી રીતે થાય છે. ઘણી વખત એવું પણ બને છે કે નવો પદાર્થ બની જાય છે પરંતુ નવો પદાર્થ બન્યાની જાણ સહેલાઈથી થતી નથી.



એવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં નવો પદાર્થ બનતો હોય તેને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કહે છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલીક રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કરીને જોઈશું. દરેક ક્રિયામાં આપણે જોઈશું કે નવો પદાર્થ બન્યાની જાણ આપણને શી રીતે થઈ. દરેક પ્રક્રિયામાં આ બાબતનું ખાસ અવલોકન કરવાનું છે.

બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.212

તાંબાની કલાઈ : પ્રયોગ-1

એક બીકરમાં 50 મિલિ પાણી લઈને તેમાં અડધી ચમચી મોરથૂથુ (કોપર સલ્ફેટ) ઓગાળી દો. આ દ્રાવણમાં 1 મિલિ ગંધકનો મંદ એસિડ નાખો. હવે પાંચ ટેસ્ટટ્યૂબ લો. આ ટેસ્ટટ્યૂબો પર 1 થી 5 સુધીના લેબલ લગાવી

બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-7, 2001

દો. આ પાંચેય ટેસ્ટટ્યૂબમાં કોપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ સરખા પ્રમાણમાં નાખો. પ્રથમ ટેસ્ટટ્યૂબમાં લોખંડની 1-2 ખીલીઓ કે યુ-પીન, બીજી ટેસ્ટટ્યૂબમાં એલ્યુમિનિયમનો ટુકડો, ત્રીજી ટેસ્ટટ્યૂબમાં પ્લાસ્ટિકની કોઈ વસ્તુ અને ચોથી ટેસ્ટટ્યૂબમાં લાકડાનો એક ટુકડો નાખીને રહેવા દો. પાંચમી ટેસ્ટટ્યૂબમાં કંઈ જ નાખવાનું નથી.

અડધા કલાક બાદ ટેસ્ટટ્યૂબોમાં કોપર સલ્ફેટના રંગ અને તેમાં રાખવામાં આવેલ વસ્તુઓનું અવલોકન કરો. એ જુઓ કે જે-તે વસ્તુમાં કોઈ પરિવર્તન થયું છે અથવા તો શું તેના પર કોઈ પદાર્થ જમા થયો છે ?

- **તમારા અવલોકન સારણી-1માં લખો (2)**

સારણી-1

ટેસ્ટટ્યૂબ ક્રમાંક	કોપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં કઈ વસ્તુ નાખી હતી ?	દ્રાવણના રંગમાં પરિવર્તન	શું કોઈ અવક્ષેપ બન્યા	વસ્તુમાં પરિવર્તન
1.	લોખંડની ખીલી કે યુપીન			
2.	એલ્યુમિનિયમનો ટુકડો			
3.	પ્લાસ્ટિક			
4.	લાકડી			
5.	કંઈ નહીં			

- **કઈ-કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં રાખવામાં આવેલ કોપર સલ્ફેટના દ્રાવણનો રંગ આછો પડી ગયો ? (3)**

- **કઈ-કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં રાખવામાં આવેલ વસ્તુમાં કોઈ પરિવર્તન જોવા મળ્યું ? (4)**
- **તમારા અવલોકનોના આધારે કારણસહિત બતાવો કે કઈ-કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ ? (5)**
- **શું તમે અંદાજ લગાવી શકો છો કે રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કયો નવો પદાર્થ બન્યો હશે ? (6)**

થોડુંક વિચારવા માટે...

- **શું કોઈ ટેસ્ટટ્યૂબ એવી છે કે જેમાં દ્રાવણનો રંગ તો બદલાયો પરંતુ તેમાં રાખેલ વસ્તુ પર કંઈ અસર થઈ ન હોય ? (7)**
- **શું કોઈ ટેસ્ટટ્યૂબ એવી છે કે જેમાં રાખેલ વસ્તુ પર અસર તો થઈ હોય પરંતુ દ્રાવણનો રંગ બદલાયો ન હોય ? (8)**
- **શું દ્રાવણનો રંગ બદલાવો અને તેમાં રાખેલ વસ્તુ પર થનાર અસર વચ્ચે પરસ્પર કોઈ સંબંધ હોઈ શકે છે ? (9)**

પ્રયોગ-2

આવો, હવે બીજી એક રાસાયણિક પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ જોઈએ.

આ પ્રયોગમાં આપણે બે પદાર્થોના દ્રાવણોને પરસ્પર ભેળવીને જોઈશું કે શું કોઈ નવો પદાર્થ બને છે.

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં અડધી ચમચી યુરિયા લઈ તેમાં ટેસ્ટટ્યૂબના ત્રીજા ભાગ જેટલું પાણી નાખો. તેને સારી રીતે હલાવીને ઓગાળી લો.

બીજી ટેસ્ટટ્યૂબમાં અડધી ચમચી ઓક્ઝેલિક એસિડ લઈ તેમાં પણ ટેસ્ટટ્યૂબના ત્રીજા ભાગ જેટલું પાણી રેડી દ્રાવણ બનાવી લો.

- **શું બંને પદાર્થો (યુરિયા અને ઓક્ઝેલિક એસીડ) પાણીમાં સારી રીતે દ્રાવ્ય છે ? (10)**

હવે ઓક્ઝેલિક એસિડના દ્રાવણને યુરિયાના દ્રાવણમાં નાખી દો.

- **આ બંને દ્રાવણોને ભેળવતા જે કંઈપણ થાય છે તેનું વર્ણન કરો. (11)**
- **શું બંને દ્રાવણોને ભેળવતા અદ્રાવ્ય પદાર્થ બન્યો ? (12)**
- **શું આપણે કહી શકીએ કે કોઈ નવો પદાર્થ બન્યો ? તમારા જવાબનું કારણ પણ આપો. (13)**
- **નવો પદાર્થ યુરિયા કે ઓક્ઝેલિક એસિડથી ભિન્ન છે ? (14)**

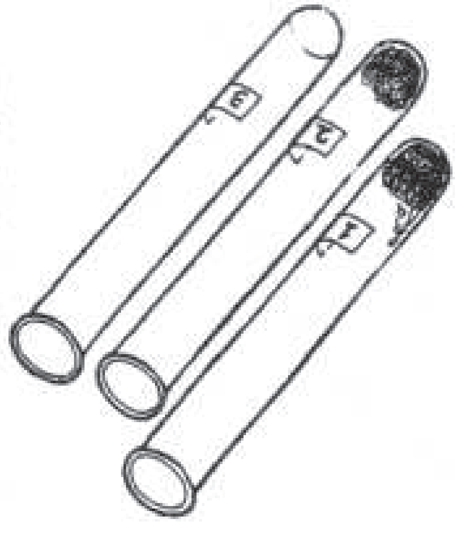
લોખંડ પર કાટ : પ્રયોગ-3

સાધારણ લોખંડમાંથી બનેલું બ્રશ લેવું.

બે પ્રયોગોમાં આપણે જોયું કે નવા પદાર્થના બનવાની જાણ કેવી રીતે થાય છે. આવો હવે તેનું વધુ એક ઉદાહરણ જોઈએ.

લોખંડ પર લાગેલા કાટને તો તમે ઘણી વખત જોયું હશે. આપણે અહીં એક પ્રયોગ કરીને જોઈશું કે કાટ લાગતી વખતે કયા-કયા પરિવર્તન થાય છે. આ પ્રયોગમાં સમય થોડો વધારે લાગે છે. પરિણામે પ્રયોગ ધીરજ રાખીને કરવો પડશે તેમજ સાધનો મૂકવાની પણ વ્યવસ્થા કરવી પડશે.

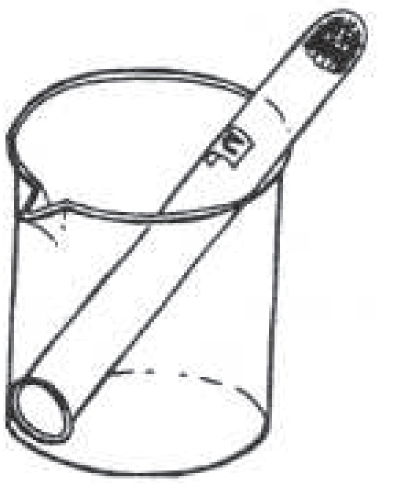
ત્રણ ટેસ્ટટ્યૂબ લો, બે બીકર તથા તથા વાસણ સાફ કરવાનું લોખંડનું એક બ્રશ લો. ટેસ્ટટ્યૂબ પર ક્રમાંક 1,2 અને 3 ના લેબલ લગાવી દો. બ્રશમાંથી અડધા-અડધા મીટર લાંબા લોખંડના તારના બે ટુકડા કાપી લો. આ લાંબા ટુકડાઓને લપેટીને બે નાના-નાના દડા જેવું બનાવી દો. એક દડાને થોડો ભીનો કરીને ટેસ્ટટ્યૂબ-1ના તળિયા સુધી ખોસી દો. દડો એવો બનાવવો કે જેથી તે ટેસ્ટટ્યૂબના તળિયે ફસાઈ જાય અને ટેસ્ટટ્યૂબને ઊંધી કરવા છતાંય નીચે પડે નહીં. ટેસ્ટટ્યૂબ ક્રમાંક-3માં કંઈ કરવાનું નથી.



બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.214

હવે એક બીકરમાં લગભગ ચોથા ભાગનું પાણી ભરો. ટેસ્ટટ્યૂબ 1 અને 3ને બીકરના પાણીમાં ઊંધી કરીને ઊભી રાખી દો. ટેસ્ટટ્યૂબ-2ને એક સૂકા બીકરમાં ઊંધી ઊભી રાખી દો. પાણીમાં રાખેલ બે ટેસ્ટટ્યૂબોમાં પાણીનું સ્તર જુઓ. તમે જોશો કે બંનેમાં પાણીનું સ્તર બિલકુલ ચઢ્યું નથી. આટલું કર્યા બાદ બીકરને ટેસ્ટટ્યૂબ સાથે કોઈ સુરક્ષિત સ્થાન પર મૂકી દો. હવે પછીના

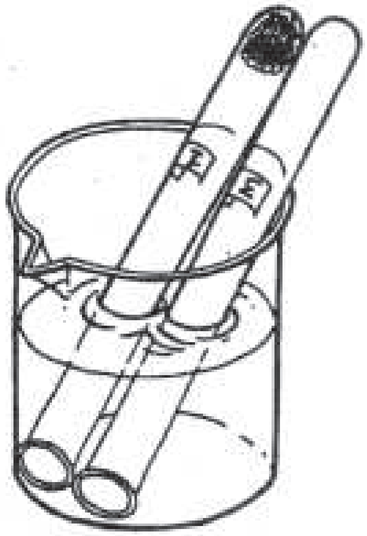
ત્રણ દિવસ સુધી રોજ તેનું અવલોકન કરવાનું રહેશે. ટેસ્ટટ્યૂબના અવલોકન માટે તેને પાણીમાંથી બહાર કાઢવી નહીં. પાણીમાં રહેવા દઈને જ જુઓ કે તાર પર શી અસર થઈ અને પાણીના સ્તરમાં શું પરિવર્તન આવ્યું.



- **તમારા અવલોકનોને સારણી-2માં લખો. (15)**

સારણી-2

ક્રમ	ટેસ્ટટ્યૂબ	ટેસ્ટટ્યૂબમાંના લોખંડ પર અસર	ટેસ્ટટ્યૂબના પાણીના સ્તરમાં પરિવર્તન
1.	ભીનું લોખંડ		
2.	સૂકું લોખંડ		
3.	લોખંડ વગર		



બા.વૈ., ધોરણ-7, 2001, પૃ.215

- **કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં લોખંડ પર અસર જોવા મળી ? (16)**
- **કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં પાણીના સ્તરમાં પરિવર્તન આવ્યું ? (17)**
- **પાણીના સ્તરમાં પરિવર્તનનું કારણ શું હોઈ શકે ? પરસ્પર તેમજ શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરીને લખો. (18)**
- **કઈ ટેસ્ટટ્યૂબમાં રાસાયણિક પ્રક્રિયા થતી હોવાની સાબિતી મળી અને કઈ સાબિતી મળી ? (19)**

આપણે ઉપરના ત્રણ પ્રયોગોમાં જોયું કે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થતી હોવાના સંકેત અલગ-અલગ હોઈ શકે છે.

‘આપણો ખોરાક’ પ્રકરણમાં તમે વિભિન્ન વસ્તુઓમાં ચરબી, પ્રોટીન અને સ્ટાર્ચનું પરીક્ષણ કર્યું હતું.

- **તેમાંથી કયા પરીક્ષણ દરમિયાન નવો પદાર્થ બન્યો હતો ? કારણ સહિત જણાવો. (20)**

એક ટેસ્ટટ્યૂબમાં થોડુંક ચૂનાનું પાણી લો. એક કાચની નળી પડે તેમાં ફૂંક મારો.

- **થોડી વાર ફૂંક માર્યા બાદ ચૂનાના પાણીમાં શું પરિવર્તન આવ્યું ? (21)**
- **શું તમારી ફૂંકથી ચૂનાના પાણીમાં કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ રહી છે? (22)**
- **નીચેનામાંથી કઈ-કઈ પ્રક્રિયાને રાસાયણિક પ્રક્રિયા કહેશો :**

1. લીંબુનો રસ કાઢવો **2. લાકડીનું સળગવું**
3. ગ્લાસ તૂટવો **4. કાગળનું ફાટવું**
5. કેરીનું પાકવું (23)

આગળના ઘણા પ્રકરણોમાં તમે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ સંબંધિત પ્રયોગ કરશો. કોઈ પ્રકરણમાં તમે કોઈ વાયુ બનાવીને તેના ગુણધર્મોની તપાસ કરશો તો કોઈ પ્રકરણમાં જોશો કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની ગતિને કેવી રીતે માપવામાં આવે છે. તમે એ પણ જોશો કે આ પ્રક્રિયાઓ પર કઈ-કઈ બાબતોની અસર થાય છે.

અભ્યાસના પ્રશ્નો

1. નીચે કેટલીક પ્રક્રિયાઓની યાદી આપેલી છે. તેમાંથી કઈ પ્રક્રિયાઓ રાસાયણિક છે અને તમને કેવી રીતે ખબર પડી કે આ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે.
   ક. મીઠાનું દ્રાવણ બનાવવું
   ખ. બરફનું ઓગળવું
   ગ. આરસપહાણ પર મીઠાનો એસિડ નાખવો
   ઘ. ક્રોમેટોગ્રાફીમાં રંગોનું છૂટું પડી જવું
   ચ. મીણબત્તીનું ઓગળવું
   છ. પાણીનું વરાળ બની જવું
   જ. ફિનોલ્ફથેલીનના રંગીન સૂચકના દ્રાવણનું ગુલાબી થઈ જવું
2. ‘શ્વસન’ના પ્રકરણમાં તમે શ્વાસ અને ઉચ્છ્વાસના વાયુઓ વચ્ચેનો તફાવત શોધ્યો હતો. તેના આધારે જણાવો કે શું શ્વસન દરમિયાન આપણા શરીરની અંદર કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થાય છે.
3. પ્રયોગ-૩માં કાટ લાગવાની પ્રક્રિયા જોવા માટે આપણે ત્રણ ટેસ્ટટ્યૂબો કેમ લીધી ? શું એક ટેસ્ટટ્યૂબ લઈ પ્રયોગ કરી તારણ કાઢવામાં કોઈ વાંધો હતો ? કારણસહિત લખો.

C C C

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની ગતિ*

આ પ્રયોગમાં એસિડની સાંદ્રતા, તાપમાન અને ઘન પદાર્થના કણોનું કદ – એમ કુલ ત્રણ કારકો છે. અન્ય પ્રક્રિયાઓમાં આ સિવાયના કારકો હોઈ શકે છે. જોકે વિદ્યાર્થીઓ આ ત્રણ પ્રક્રિયાઓ અંગે પણ વિચારી શકે છે કે શું અન્ય કોઈ વસ્તુની અસર પ્રક્રિયાની ગતિ પર પડશે.

તમે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજન વાયુઓ બનાવ્યા છે. પ્રયોગ કરતાં કરતાં ક્યારેક એવું બન્યું હશે કે વાયુઓ ઝડપથી બનતા નથી.

- **વાયુઓ ઝડપથી બને તે માટે તમે શું-શું કરો છો ? (1)**

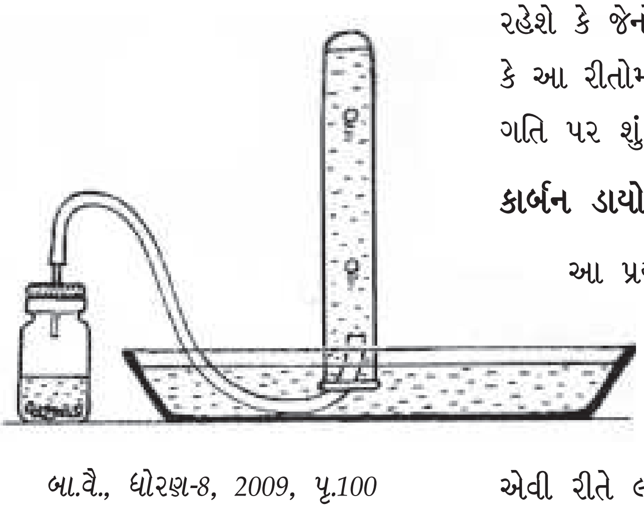
આ પ્રકરણમાં આપણે એ જ જોવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની ગતિ કઈ રીતે મપાય છે અને ગતિ પર કઈ-કઈ બાબતોની અસર થાય છે. જે કારણોથી પ્રક્રિયાની ગતિમાં પરિવર્તન થાય છે તેને આપણે કારક કહીએ છીએ.

કોણ ઝડપી, કોણ ધીમું

વાયુ બનવાની ગતિ વાસ્તવમાં રાસાયણિક પ્રક્રિયાની ગતિ પર આધાર રાખે છે. જો પ્રક્રિયા ઝડપી હશે તો વાયુ પણ ઝડપી બનશે. એટલે કે વાયુ બનવાની ઝડપ પરથી આપણે કહી શકીએ કે પ્રક્રિયા કઈ ગતિથી થઈ રહી છે. વાયુના બનવાની ઝડપને આપણે સહેલાઈથી માપી શકીએ છીએ. જ્યારે વાયુને પાણીના વિસ્થાપન દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે તો આપણે એક મિનિટમાં થનારા પરપોટાની ગણતરી કરીને ગતિની માહિતી મેળવી શકીએ છીએ. પ્રક્રિયા જેટલી ઝડપી હશે એટલા જ ઝડપથી પરપોટા બનશે.

હવે પછી આપેલા પ્રયોગમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ બનાવીશું. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન બનાવવાની રીત તો એ જ રહેશે કે જેનો તમે અગાઉ ઉપયોગ કર્યો હતો. ફર્ક માત્ર એટલો જ હશે કે આ રીતોમાં એક-એક કારકને બદલીને જોઈશું કે તેનાથી વાયુ બનવાની ગતિ પર શું અસર પડે છે. તો તૈયાર ?

કાર્બન ડાયોક્સાઇડ



બા.વૈ., ધોરણ-8, 2009, પૃ.100

આ પ્રયોગ તો તમે કરી જ ચૂક્યા છો. આરસપહાણના ટુકડા પર મીઠાના એસિડ (હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ) નાખવાથી કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુ બને છે. એક ઇન્જેક્શનની શીશી થઈ તેમાં રબરનું ઢાંકણ લગાવી દો. રબરના ઢાંકણમાં રીફિલના ટુકડાને એવી રીતે લગાવો કે તેનો થોડોક ભાગ શીશીના અંદરના ભાગમાં રહે. રીફિલના ઉપરના ભાગે એક વાલ્વ ટ્યૂબ ચઢાવી દો.

એક ટેસ્ટટ્યૂબને પૂરેપૂરી પાણીથી ભરી દો. એક રકાબી કે ડબ્બાના

* *બાળવૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-8, 2002*

ઢાંકણમાં પણ પાણી ભરી દો. હવે પ્રયોગની તૈયારી પૂરી થઈ ગઈ છે. આપણે હવે આગળ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ સંબંધિત પ્રયોગ કરીશું.

પ્રયોગ-1 ક માં એસિડની સાંદ્રતાની અસર ચકાસીશું.

પ્રયોગ-1 ખ માં તાપમાનની અસર તપાસીશું.

પ્રયોગ-1 ગ માં જોઈશું કે આરસપહાણના ટુકડાઓને નાના કે મોટા કરવાથી શું અસર થાય છે.

એસિડની ઘનતા (સાંદ્રતા)ની અસર : પ્રયોગ-1 (ક)

આ પ્રયોગમાં આપણે એ જોવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે મીઠાના એસિડને જાડો-પાતળો કરવાથી પ્રક્રિયાની ગતિ પર શું અસર થાય છે. આ માટે એસિડના અલગ-અલગ દ્રાવણ બનાવવા પડશે.

બે ટેસ્ટટ્યૂબ લો. તેના પર 1 અને 2 નંબરનું લેબલ લગાવી દો. બંને ટેસ્ટટ્યૂબમાં એકસમાન માત્રામાં હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ લો. ટેસ્ટટ્યૂબ નંબર-1 માં આપણે ઉપરથી પાણી ઉમેરીશું નહીં. જ્યારે ટેસ્ટટ્યૂબ નંબર-2માં જેટલો એસિડ લીધો છે તેટલું જ પાણી ઉમેરીશું.

આ રીતે ટેસ્ટટ્યૂબ નંબર-1નો એસિડ ઘટ્ટ (સાંદ્ર) છે. જ્યારે ટેસ્ટટ્યૂબ નંબર-2નો એસિડ પાતળો (મંદ) છે.

હવે આપણે વારાફરતી પ્રયોગ કરીશું.

ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર પ્રયોગની વ્યવસ્થા કરવાની રહેશે. પરંતુ પ્રયોગ શરૂ કરતાં પહેલાં જૂથનો એક સભ્ય ઘડિયાળ લઈને સમયની ગણતરી માટે તૈયાર થઈ જાય. જેવો જ વાયુ બનવાનો શરૂ થાય તેણે સમયની ગણતરી કરીને પરપોટા ગણવાનું શરૂ કરી દો. થોડોક વાયુ બન્યા બાદ પરપોટાની ગણતરી શરૂ કરવી વધારે યોગ્ય છે. એક મિનિટમાં બનતા પરપોટાની સંખ્યા નોંધવાની છે.

ટેસ્ટટ્યૂબને પાણી પડે નહીં તે રીતે સાવધાનીપૂર્વક ઢાંકણું કે રકાબીના પાણીમાં ઊંધી ઊભી રાખી દો. ઇન્જેક્શનની શીશીમાં આરસપહાણના 4-5 ટુકડા નાખો. હવે તેમાં ટેસ્ટટ્યૂબ-1નો હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ નાખી દો. થોડો વાયુ નીકળી ગયા બાદ વાલ્વ ટ્યૂબના છેડાને ટેસ્ટટ્યૂબની નીચે નાખી દો. વાયુના પરપોટા પાણીમાં ઉપરની તરફ ઉઠશે અને વાયુ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ભરાવા લાગશે.

ઘડિયાળની મદદથી પરપોટા ગણીને જુઓ કે એક મિનિટમાં કેટલા પરપોટા નીકળે છે.

- **તમારા અવલોકન સારણી-1માં લખો (2)**

સારણી-1

ક્રમ	એસિડ	એક મિનિટમાં પરપોટાની સંખ્યા
1	ઘટ્ટ (સાંદ્ર)	
2	પાતળો (મંદ)	

હવે ઇન્જેક્શનની શીશીમાં રહેલો તમામ એસિડ ફેંકી દો અને તેમાં ટેસ્ટટ્યૂબ-2નો એસિડ નાખીને પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. મંદ એસિડ એટલો જ નાખવો કે જેટલો સાંદ્ર એસિડ નાખ્યો હતો.

- **પ્રયોગ દરમિયાન એક મિનિટમાં નીકળતા પરપોટાની સંખ્યા ગણો અને સારણીમાં નોંધ કરો. (3)**
- **એસિડને પાતળો (મંદ) કરવાથી વાયુ બનવાની ગતિ પર શું અસર થાય છે ? (4)**
- **તમામ જૂથોનું તારણ એકસમાન છે કે ભિન્ન ? (5)**

પ્રશ્નક્રમાંક-5માં 'તારણ એકસમાન' હોવાનો અર્થ એ નથી કે તમામ જૂથોમાં ગતિમાં થયેલો ઘટાડો સરખો હોય. મતલબ એટલો જ છે કે બધા જૂથોમાં પ્રક્રિયાની ગતિ ઘટી હતી.

આગળના પ્રયોગમાં આપણે એ જોવાનો પ્રયત્ન કરીશું કે પ્રક્રિયાની ગતિ પર તાપમાનની શી અસર થાય છે. પ્રયોગ-1(ક)માં પ્રક્રિયા માટે આપણે જે એસિડનો ઉપયોગ કર્યો હતો તેને ઠંડો કે ગરમ કર્યો ન હતો. તેનું તાપમાન આસપાસની બાકી વસ્તુઓ જેટલું જ હતું. આથી આપણે એમ કહી શકીએ કે પ્રક્રિયા ઓરડાના તાપમાને જ થઈ રહી હતી. હવે પછીના પ્રયોગમાં આપણે એસિડના તાપમાનમાં થોડો વધારો કરીને પ્રક્રિયા કરીશું.

તાપમાનની અસર : પ્રયોગ-1(ખ)

એક ટેસ્ટટ્યૂબ લઈ તેમાં 5 મિલિ મીઠાનો એસિડ લો અને તેમાં 25 મિલિ પાણી ઉમેરી દો. હવે એસિડને બે સરખા ભાગમાં વહેંચી દો. ઇન્જેક્શનની શીશીમાં આરસપહાણના 4-5 ટુકડા નાખો. એક ટેસ્ટટ્યૂબનો એસિડ તેમાં નાખી વાયુ એકત્રિત કરો તથા એક મિનિટમાં નીકળતા પરપોટાની સંખ્યા ગણો.

- **આ આંકડાઓને સારણી-2માં લખો. (6)**

સારણી-2

ક્રમાંક	એસિડનું તાપમાન	એક મિનિટમાં પરપોટાની સંખ્યા
1.	ઓરડાનું તાપમાન	
2.	હૂંફાળું	

હવે ઇન્જેક્શનની શીશીનો એસિડ ફેંકી દો. આરસપહાણના ટુકડા ફેંકવા નહીં. બીજી ટેસ્ટટ્યૂબના એસિડને મીણબત્તી પર થોડો ગરમ કરો. હૂંફાળો થઈ ગયા બાદ તેને ઇન્જેક્શનની શીશીમાં નાખી દો. ફરી એક વખત પરપોટાની સંખ્યાની નોંધ કરો.

- **આંકડાઓને સારણીમાં લખો. (7)**
- **તાપમાન વધારવાથી પ્રક્રિયાની ગતિમાં શું પરિવર્તન થાય છે ? (8)**
- **આ પ્રયોગ માટે આપણે જો જુદી-જુદી સાંદ્રતા ધરાવતા એસિડનો ઉપયોગ કરીએ તો તારણ કાઢવામાં શું મુશ્કેલી પડશે ? (9)**

પ્રયોગ-1(ક) અને 1(ખ)માં તમે એ જાણ્યું કે રાસાયણિક પ્રક્રિયાની ગતિ પર એસિડની સાંદ્રતા અને તાપમાનની શી અસર થાય છે. આગળના પ્રયોગમાં આપણે જોઈશું કે આરસપહાણના ટુકડાઓના કદમાં પરિવર્તન કરવાથી શું આપણે રાસાયણિક પ્રક્રિયાની ગતિને બદલી શકીએ છીએ.

નાના-મોટા ટુકડા : પ્રયોગ-1(ગ)

આરસપહાણનો એક મોટો ટુકડો લો. ટેસ્ટટ્યૂબમાં 5 મિલિ મીઠાનો એસિડ લઈને તેમાં 15 મિલિ પાણી મેળવી દો. તેને બે સરખા ભાગમાં વહેંચી લો. હવે આરસપહાણના મોટા ટુકડાને ઇન્જેક્શનની શીશીમાં નાખીને તેના પર એસિડ નાખો તથા પ્રક્રિયાની ગતિ માપો.

- **તમારા અવલોકનો સારણી-3માં લખો. (10)**

આ કાર્ય પૂરું થઈ ગયા બાદ ઇન્જેક્શનની શીશીનો એસિડ ફેંકી દો. આરસપહાણના ટુકડા કાઢીને તેને ખાણીને ઝીણાં કરી લો. હવે આ ભૂક્કાની સાથે ફરી એક વખત ઉપરનો પ્રયોગ કરો અને પરપોટાની સંખ્યા ગણીને વાયુ બનવાની ઝડપ માપો.

- **આંકડાઓ સારણી-3માં લખો. (11)**

સારણી-3

ક્રમ	આરસપહાણના ટુકડાઓનું કદ	એક મિનિટમાં થતાં પરપોટાની સંખ્યા
1.	મોટો ટુકડો	
2.	ઝીણાં ટુકડા (ભૂક્કો)	

આરસપહાણના ટુકડાઓનું કદ બદલવાથી વાયુ બનવાની ગતિ પર શું અસર પડે છે ?

બંને ટેસ્ટટ્યૂબમાં એસિડ એકસરખો ઘટ્ટ હતો. બંનેનું તાપમાન સમાન હતું અને બંનેમાં આરસપહાણનું પ્રમાણ સરખું હતું.

- **તો પછી વાયુ બનવાની ગતિમાં ફેરફાર કેમ આવ્યો ? વર્ગમાં ચર્ચા કરીને તમારા જવાબ લખો. (12)**

હાઇડ્રોજન બનવાની ગતિ

કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજનની માફક હાઇડ્રોજન પણ એક વાયુ છે. તેની બનાવટ પણ સરળ છે. એલ્યુમિનિયમ અને સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન બને છે. પ્રશ્ન એ છે કે શું હાઇડ્રોજન બનવાની ગતિ પર પણ એ જ પ્રકારની અસરો પડશે કે જે આપણે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ માટે જોઈ હતી.

આવો હાઇડ્રોજન બનાવીને આ બાબતની તપાસ કરીએ.

એક ઇન્જેક્શનની શીશીમાં એલ્યુમિનિયમનો ટુકડો અથવા ઇન્જેક્શનની શીશીના

ચમકીલા ઢાંકણાનો એક ટુકડો નાખીને તેમાં સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (કોસ્ટિક સોડા)નું દ્રાવણ નાખીને અગાઉના ચિત્રમાં દર્શાવ્યા અનુસાર વ્યવસ્થા ગોઠવો.

જેમ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ માટે કરેલ હતું તેવી જ રીતે આપણે અલગ-અલગ પરિસ્થિતિમાં હાઇડ્રોજન વાયુ બનવાની ગતિ માપીશું.

પ્રયોગ-2(ક)માં આપણે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના ઘટ્ટ અને પાતળા દ્રાવણથી પ્રયોગ કરીશું.

પ્રયોગ-2(ખ)માં આપણે સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના એક જ દ્રાવણનું તાપમાન બદલીને પ્રક્રિયાની ગતિ પર અસર જોઈશું.

પ્રયોગ-2(ગ)માં આપણે એલ્યુમિનિયમના ટુકડાઓને નાના-મોટા કરીને જોઈશું કે હાઇડ્રોજન બનવાની ગતિ પર શી અસર થાય છે.

અગાઉની જેમ જ ગતિના માપન માટે એક મિનિટમાં પરપોટાની સંખ્યાની નોંધ કરીશું.

પ્રયોગોને એ જ રીતે કરવાના છે કે જે રીતે પ્રયોગ-1(ક), પ્રયોગ-1(ખ) અને પ્રયોગ-1(ગ) કર્યા હતા.

પ્રયોગ-2(ક)

સારણી-4માં દર્શાવ્યા અનુસાર કોસ્ટિક સોડાના બે દ્રાવણોને વારાફરતી લઈ પ્રયોગ કરો.

સારણી-4

ક્રમ	દ્રાવણનું ઘટ્ટપણું	એક મિનિટમાં પરપોટાની સંખ્યા
1.	2 ગ્રામ કોસ્ટિક સોડા 15 મિલિ પાણીમાં	
2.	2 ગ્રામ કોસ્ટિક સોડા 30 મિલિ પાણીમાં	

- **તમારા આંકડાઓ સારણી-4માં લખો. (13)**

પ્રયોગ-2(ખ)

આ પ્રયોગ માટે પ્રયોગ-2(ક)ના દ્રાવણ ક્રમાંક-2 અનુસાર (30 મિલિ પાણીમાં 2 ગ્રામ સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) દ્રાવણ બનાવો. તેને બે ભાગમાં વહેંચો. હવે એક ભાગ દ્વારા પ્રક્રિયા ઓરડાના તાપમાને જ્યારે બીજા ભાગને હૂંફાળો ગરમ કરીને પ્રક્રિયા કરો.

- **પરિણામ સારણી-5માં લખો (14)**

સારણી-5

ક્રમ	દ્રાવણનું તાપમાન	એક મિનિટમાં પરપોટાની સંખ્યા
1.	ઓરડાનું તાપમાન	
2.	હૂંફાળું	

પ્રયોગ-2(ગ)

એકસરખું કદ ધરાવતા એલ્યુમિનિયમના બે ટુકડા લો. એક ટુકડાને આખો જ રહેવા દો. જ્યારે બીજા ટુકડાના નાના-નાના ટુકડા કરી લો. હવે આખા ટુકડા અને નાના-નાના ટુકડા વડે અલગ-અલગ પ્રયોગ કરો. બંને પ્રયોગમાં કાસ્ટિક સોડાનું દ્રાવણ એકસમાન રહે તેનું ધ્યાન રાખવું.

- **પરિણામ સારણી-6માં નોંધો. (15)**

સારણી-6

ક્રમ	એલ્યુમિનિયમના ટુકડાનું કદ	એક મિનિટમાં પરપોટાની સંખ્યા
1.	એક મોટો ટુકડો	
2.	નાના-નાના ટુકડા	

- **હાઇડ્રોજન બનવાની ગતિ પર કયા-કયા કારકોનો કેવો-કેવો પ્રભાવ પડે છે તે સમજાવીને લખો. (16)**

નીચેના વાક્યોમાં ખાલી જગ્યા ભરો.

1. તાપમાન વધવાથી પ્રક્રિયાની ગતિ _____ છે.
2. આરસપહાણના એક મોટા ટુકડાના સ્થાને ભૂક્કો લઈએ તો વાયુ _____ બનશે.
3. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ બનાવતી વખતે જો એસિડમાં પાણી પડી જાય તો વાયુ _____ બનશે.

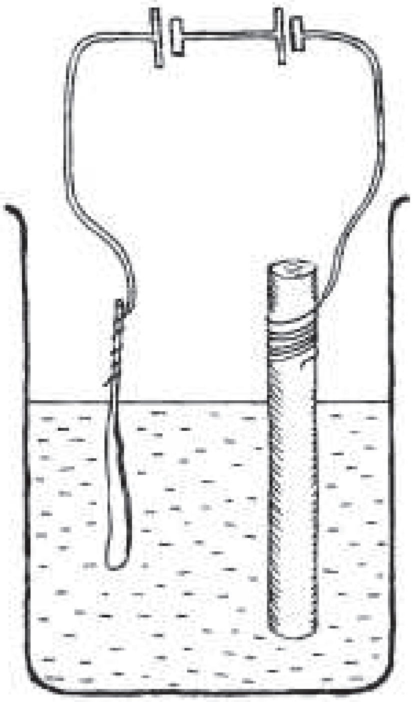
C C C

વિદ્યુતની અલગ-અલગ અસરો*

તમે જોયું હશે કે એક બલ્બમાંથી વિદ્યુત પસાર કરીને વિદ્યુતમાંથી પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. એટલે કે બલ્બના પ્રકાશને વિદ્યુતની એક અસરના રૂપમાં જોઈ અને સમજી શકાય છે. પ્રકાશ ઉપરાંત પણ વિદ્યુતની કેટલીક બીજી મહત્ત્વપૂર્ણ અસરો હોય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે આવી જ એક અસરની વાત કરીશું.

ખંડ-1 : વિદ્યુતની રાસાયણિક અસર

તાંબાની કલાઈ : પ્રયોગ 1



ચિત્ર 1

બા.વૈ., ધોરણ-8, 2009, પૃ.158

અડધું બીકર પાણી લઈને તેમાં મોરથૂથુ (કોપર સલ્ફેટ)નું એવું દ્રાવણ તૈયાર કરો કે તે ઘાટું ભૂરું દેખાય. એક જૂની બેટરીમાંથી કાર્બનનો સળિયો કાઢીને તેના પર કાચ પેપરથી બરાબર સાફ કરેલો તાંબાનો તાર વીંટી દો. તાંબાનો મોટો એક તાર લો અને તેની સપાટી પરના આવરણને બરાબર સાફ કરીને એક છેડાને હથોડી વડે ઠોકીને ચપટો બનાવી દો. હવે કાર્બનના સળિયાને અને તારના ચપટા કરેલ ભાગને મોરથૂથુના દ્રાવણમાં ડૂબાડી દો. બે મિનિટ બાદ તેમને બહાર કાઢીને જુઓ.

- **શું તેના પર કોઈ અસર થઈ ? (1)**

કાર્બનના સળિયાને અને ચપટા છેડાવાળા તાંબાના તારને બે બેટરી સાથે ચિત્ર-1માં દર્શાવ્યા અનુસાર જોડી દો. એ વાતનું ધ્યાન રાખવું કે કાર્બનનો સળિયો બેટરીના ઋણધ્રુવ અને ચપટા છેડાવાળો તાર બેટરીના ધન ધ્રુવ સાથે જોડાયેલ હોય. હવે કાર્બનના સળિયાને અને ચપટા છેડાવાળા તારને મોરથૂથુના દ્રાવણમાં એ રીતે ડૂબાડો કે તેઓ એકબીજાને સ્પર્શે નહિ અને કાર્બનના સળિયા પર વીંટેલા તાંબાનો તાર હંમેશા દ્રાવણની બહાર રહે. બે મિનિટ પછી કાર્બનના સળિયા અને ચપટા છેડાવાળા તારને બહાર કાઢીને જૂઓ.

- **તેમના પર કોઈ અસર થઈ કે નહીં ?** (2)

પરિપથમાં રહેલી બંને બેટરીને ઉલટાવી દો કે જેથી કાર્બનનો સળિયો ધન ધ્રુવ અને ચપટા છેડાવાળો તાર ઋણ ધ્રુવ સાથે જોડાયેલો રહે. સળિયા અને તારને અગાઉની જેમ દ્રાવણમાં મૂકો. બે મિનિટ બાદ બંનેને બહાર કાઢીને જુઓ.

- **શું તેમાં કોઈ પરિવર્તન થયું ? (3)**

આ પ્રયોગમાં તમે જે પ્રક્રિયા જોઈ તેના વિશે અગાઉ ક્યારેય સાંભળ્યું હતું ? જો સાંભળ્યું ના હોય તો પણ વિચારો કે તેના કયા-કયા ઉપયોગ હોઈ શકે છે.

---

* *બાળ વૈજ્ઞાનિક, ધોરણ-8, 2009 (પ્રકરણનો ભાગ)*

આવો હવે વિદ્યુતનો અન્ય એક રાસાયણિક પ્રયોગ જોઈએ.

પોટેશિયમ આયોડાઇડમાંથી મુક્ત આયોડિન : પ્રયોગ-2

ત્રણ ટેસ્ટટ્યૂબ લો. એક ટેસ્ટટ્યૂબ 'ક'માં ચપટી ઘઉંનો લોટ નાખી તેમાં પોણા ભાગનું પાણી ભરી લોટનું દ્રાવણ બનાવો. દ્રાવણ બનાવવા માટે ટેસ્ટટ્યૂબને ધીમા તાપે થોડી ગરમ કરો. બીજી ટેસ્ટટ્યૂબ 'ખ'માં ત્રણ-ચાર ચપટી પોટેશિયમ આયોડાઇડ લો. આ ટેસ્ટટ્યૂબમાં પોણા ભાગનું પાણી ભરીને પોટેશિયમ આયોડાઇડનું દ્રાવણ બનાવો. 'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબોમાંથી લગભગ અડધું દ્રાવણ ટેસ્ટટ્યૂબ 'ગ'માં લઈ ભેળવો.

- **શું બંને દ્રાવણોને ભેળવવાથી તેમના રંગમાં કોઈ પરિવર્તન થયું ? (4)**

ટેસ્ટટ્યૂબ 'ગ'માં સારી રીતે સાફ કરેલ બે તાંબાના તારને એ રીતે ડૂબાડો કે તેઓ એકબીજાને અડકે નહીં. ચિત્ર-2માં દર્શાવેલ પરિપથ બનાવો.

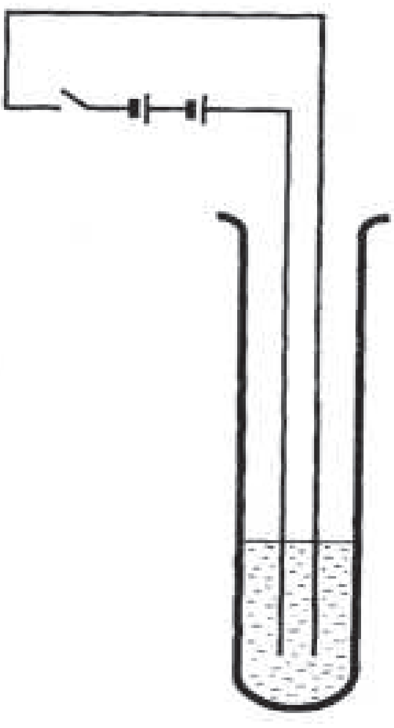
- **ટેસ્ટટ્યૂબમાં શું થઈ રહ્યું છે ? દ્રાવણના રંગમાં શું કોઈ પરિવર્તન થઈ રહ્યું છે ? તેનું કારણ શું હોઈ શકે છે ? (5)**

આ પ્રશ્નનો ઉત્તર આપતી વખતે તમને 'આપણો ખોરાક' પ્રકરણમાં કરવામાં આવેલ સ્ટાર્ચના પરીક્ષણના પ્રયોગમાંથી મદદ મળી શકે છે.

ધ્યાનથી જુઓ કે કયા તાર પર કોઈ નવી પ્રક્રિયા થઈ રહી છે.

- **આ તાર બેટરીના ધન ધ્રુવ સાથે જોડાયેલ છે કે ઋણ ધ્રુવ સાથે ? (6)**

આ જ પ્રક્રિયાની મદદથી એક જાદુઈ પ્રયોગ પણ કરી શકાય છે.



ચિત્ર 2

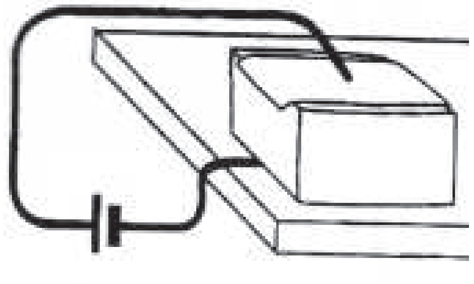
વિદ્યુત કલમ : પ્રયોગ-3

'ક' અને 'ખ' ટેસ્ટટ્યૂબમાં બચેલા દ્રાવણોને એક સાફ ટેસ્ટટ્યૂબમાં ભેળવી લો. આ નવા દ્રાવણમાં એક ફીલ્ટર પેપરના એક ટુકડાને પલાળી લો.

ભીના ફીલ્ટર પેપરને એલ્યુમિનિયમના એક બ્લોક પર પાથરી દો. એલ્યુમિનિયમનો બ્લોક ન હોય તો લાકડીના બ્લોક પર ચારેબાજુ એલ્યુમિનિયમનું પતરું લપેટીને પણ આ પ્રયોગ કરી શકાય છે.

ચિત્ર-3 અનુસાર બ્લોકને તાંબાના તારના એક ટુકડા પર રાખી દો અને તારના બીજા છેડા પર બેટરીના ઋણ ધ્રુવને જોડી દો. એક બીજો તાર લો અને તેના એક છેડાને બેટરીના ધન ધ્રુવ સાથે જોડીને બીજા છેડાને તાંબાના મોટા તાર પર વીંટી દો. હવે આ તાંબાના મોટા તાર વડે ભીના ફિલ્ટર પેપર પર મનપસંદ લખાણ લખી શકાય છે, પેન-પેન્સિલની કોઈ જરૂર નથી.

- **વિદ્યુત કલમની શાહી કેવી રીતે બની ? (7)**



ચિત્ર 3

બા.વૈ., ધોરણ-8, 2009, પૃ.158-9

C C C

આગળ વધવા માટે

આ પુસ્તક મૂળભૂત રીતે ધોરણ-6 થી 8 સુધીના વિદ્યાર્થીઓનો પરિચય પદાર્થોના રાસાયણિક ગુણધર્મો, રાસાયણિક પરિવર્તનો, પદાર્થો વચ્ચેના રાસાયણિક સંબંધો તથા કેટલીક હદ સુધી રાસાયણિક ક્રિયાઓના અર્ધ-માત્રાત્મક સ્પષ્ટીકરણોને લઈને સમજ વિકસિત કરવાના હેતુસર તૈયાર કરવામાં આવેલ છે. તેમાં હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ અંતર્ગત આ દૃષ્ટિએ તૈયાર કરવામાં આવેલ પ્રકરણો ઉપરાંત તેને સંબંધિત દસ્તાવેજો કે લખાણને પણ લેવામાં આવેલ છે. આ લખાણો શિક્ષકો સાથેની આંતરક્રિયા દરમિયાન ઉઠેલા પ્રશ્નોના સંદર્ભમાં લખવામાં આવેલ હતા.

બાળ વૈજ્ઞાનિક પુસ્તક વાસ્તવમાં કરીને શીખવાની બાબતને સંભવ બનાવવાનો પ્રયાસ કરે છે. અપેક્ષા તો એવી છે કે શિક્ષકની મદદથી બાળકો પ્રકરણોમાં આવેલા પ્રયોગ કરશે અને પોતાના પરિણામો પર વિચાર કરીને, વિશ્લેષણ કરીને પ્રશ્નોના ઉત્તર શોધવાનો પ્રયત્ન કરશે. આ પદ્ધતિને લઈને ઘણી વખત શંકા રજૂ કરવામાં આવી છે કે શું રસાયણશાસ્ત્ર અથવા વિજ્ઞાનના કોઈપણ વિષયને શીખવા માટે પ્રયોગો કરતાં જ જવું પડશે. આ જ પ્રશ્નને બીજી રીતે પણ પૂછવામાં આવે છે કે શું વિજ્ઞાનનું તમામ જ્ઞાન વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા પ્રયોગ કરીને પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.

આ પ્રશ્નોના ઉત્તર થોડા સંકુલ છે. વિજ્ઞાનમાં આપણે જે કંઈ પણ જાણવાનો દાવો કરીએ છીએ તે છેવટે તો પ્રયોગો અને અવલોકનોની કસોટી પર સાચા પડવા જોઈએ. એ સંભવ છે કે કોઈ કલ્પના કે સિદ્ધાંત શરૂઆતમાં પ્રાયોગિક આંકડાઓ સિવાય રજૂ થયેલ હોય પરંતુ છેવટે તેની ખરાઈની કસોટી તો પ્રયોગ જ હશે. એમ કહેવું પણ યોગ્ય નથી કે પરમાણુ સિદ્ધાંત જેવા સિદ્ધાંત પ્રાયોગિક આંકડાઓ વગર જ રજૂ કરી દીધેલ હતા. એ સાચું છે કે જ્યારે ડાલ્ટને (Dalton) પરમાણુ સિદ્ધાંત રજૂ કર્યો ત્યારે કોઈએ પરમાણુને જોયો ન હતો પરંતુ એ પણ એટલું જ સાચુ છે કે તે સમયે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની જેટલી માહિતી હતી તે પદાર્થની પરમાણ્વિય પ્રકૃતિનો સ્પષ્ટ સંકેત આપી રહી હતી. આ જાણકારીના આધારે પદાર્થની સૂક્ષ્મ સંરચનાનું એક મોડેલ વિકસિત કરવામાં આવ્યું, જેને આપણે પરમાણુ સિદ્ધાંત કહીએ છીએ. આગળ જતાં તે પ્રયોગોની કસોટી પર ચકાસવામાં આવ્યો અને તેની ખરાઈ કરવામાં આવી. તો આપણે કહી શકીએ કે વિજ્ઞાનમાં ઘણી વખત ઉપલબ્ધ માહિતીઓ, આંકડાઓ, પ્રયોગોના પરિણામોનો સર્જનાત્મક, કલ્પનાશીલ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે અને પરિકલ્પનાઓ રજૂ કરવામાં આવે છે.

હાલ પૂરતું આપણે એટલું તો માની જ શકીએ છીએ કે વર્તમાન જ્ઞાનના નિર્માણમાં જે પ્રયોગોનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે તે તમામને બાળકો કે અન્ય કોઈ માટે પણ કરીને જોવા અસંભવ છે. પરંતુ એ વાતનો આગ્રહ તો જરૂર કરવો જોઈએ કે કોઈપણ વ્યક્તિ જ્ઞાનના આ ભંડારને સ્વીકારતાં પહેલાં તે પદ્ધતિથી સારી રીતે માહિતગાર થઈ જાય કે જેના દ્વારા આ પ્રાપ્ત થયું છે. બીજા શબ્દોમાં વિજ્ઞાનના વિદ્યાર્થીઓને ખબર હોવી જોઈએ કે,

1. પાઠ્યપુસ્તકોમાં પીરસેલું જ્ઞાન પ્રયોગો, તર્કો, અવલોકનોનું પરિણામ છે. આ પરિણામ પ્રાપ્ત કરવા માટે આપણે જે રીતોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ એમનો પણ પરિચય જરૂરી છે.
2. તે બધા પ્રયોગો આપણે કરી ન શકીએ તો પણ તે પ્રયોગોને સમજી તો જરૂરી શકીએ છીએ.
3. આ જ્ઞાન પ્રયોગો અને અવલોકનો પર આધારિત હોવાથી નવા અવલોકન, નવા આંકડા પ્રાપ્ત થવાથી તેમનું પુનરાવલોકન અવશ્ય થશે અને કદાચ સંશોધન પણ.

ઉપરના સંદર્ભમાં એ જરૂરી બની જાય છે કે આગળ જતાં વિદ્યાર્થીઓને પુસ્તકીયા જ્ઞાનથી જ કામ ચલાવવું પડે તો પણ તેમની પાસે તે જ્ઞાનની પ્રશંસા કરવાનો તથા તેને વિશ્વસનીય માનવાનો કોઈ આધાર તો હોવો જોઈએ. તેમની પાસે તે સાધન પણ હોવા જોઈએ કે જેની મદદથી તેઓ જરૂરી પ્રશ્નો કરી શકે અને જાણવામાં આવતી બાબતોની ઉપરછલ્લી તપાસ કરી શકે. હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ અને તેના અંતર્ગત *બાળ વૈજ્ઞાનિક* આ જ પાયો તૈયાર કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

હાલપૂરતું, એકલવ્ય સમૂહ તથા અન્ય ઘણા લોકો મળીને એ પ્રયત્ન કરી રહ્યા છે કે વિજ્ઞાન શીખવા-શીખવવામાં મદદ માટે (ખાસ કરીને હાઈસ્કૂલ સ્તરે) સામગ્રી તૈયાર કરે અને શિક્ષકો સાથે તેની વહેંચણી કરે. આ સામગ્રી *બાળ વૈજ્ઞાનિક*ની રીતને આગળ વધારશે અને તેમાં નવા-નવા પરિમાણો જોડશે.

સુશીલ જોષી

C C C

હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ

હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ (હો.વિ.શિ.કા.) કે જે 1972થી શરૂ થયેલ હતો તે શાળાકીય શિક્ષણમાં નવા વિચારનો એક વિશિષ્ટ કાર્યક્રમ હતો. તે શાળાકીય શિક્ષણમાં નવા વિચારનો એક વિશિષ્ટ કાર્યક્રમ હતો. આ કાર્યક્રમમાં અગણિત લોકોએ મળીને શિક્ષણ અને ખાસ કરીને વિજ્ઞાન શિક્ષણને બાળકો માટે એક સાર્થક તેમજ આનંદપ્રદ અનુભવ બનાવવાના પ્રયત્નો કર્યા. હો.વિ.શિ.કા.માં માહિતીના વિસ્ફોટને બદલે વિજ્ઞાનને કરવાના તેમજ સંકલ્પનાના વિકાસને પાઠ્યપુસ્તકનો આધાર માનવામાં આવેલ છે. પ્રયત્ન એવો હતો કે બાળકોને સ્વતંત્ર રીતે શીખનાર બનાવવામાં આવે અને તેઓને તે રીતભાતોથી સજ્જ કરવામાં આવે કે જે નવા-નવા પ્રશ્નો તેમજ સમસ્યાઓની શોધખોળને આગળ વધારવામાં સહાયક હોય.

શોધ તેમજ પર્યાવરણ આધારિત આ કાર્યક્રમમાં બાળકો પોતાના પર્યાવરણ સાથે આંતરક્રિયા કરતાં-કરતાં પ્રયોગો કરી એવી કલ્પનાઓ રચે છે કે જેને તેઓ ચકાસી શકે. આ કાર્યક્રમ અંતર્ગત ઉચ્ચ પ્રાથમિક કક્ષાએ બાળકો જૂથોમાં બેસીને પ્રયોગ કરતા હતા, તેનું વિશ્લેષણ કરીને તારણો તારવતા હતા, વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતો શીખતા હતા અને મજા કરતા હતા.

શીખવાની આ પ્રક્રિયામાં શિક્ષક એક સાથીદાર અને માર્ગદર્શકની ભૂમિકામાં હોય છે. પાઠ્યક્રમ વિકાસ, *બાળ વૈજ્ઞાનિક* પાઠ્યપુસ્તકોનું નિર્માણ, શિક્ષક-પ્રશિક્ષણ, કાર્યક્રમનું અનુવર્તન જેવા હો.વિ.શિ.કા.ના તમામ પાસાઓમાં શિક્ષકોની ભાગીદારી તેમજ ભૂમિકા મહત્ત્વપૂર્ણ હતી.

એકલવ્ય

એકલવ્ય એક સ્વૈચ્છિક સંસ્થા છે કે જે પાછલા ઘણાં વર્ષોથી શિક્ષણ તેમજ લોકવિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં કામ કરી રહી છે. એકલવ્યનું કાર્યક્ષેત્ર શાળામાં તેમજ શાળા બહાર એમ બંને ક્ષેત્રોમાં છે.

એકલવ્યનો મુખ્ય ઉદ્દેશ એવાં શિક્ષણનો વિકાસ કરવાનો છે કે જે બાળકો અને તેમના પર્યાવરણ સાથે જોડાયેલ હોય, જે ખેલ, પ્રવૃત્તિ તેમજ સર્જનાત્મક પાસાઓ પર આધારિત હોય. અમારા કામ દરમિયાન અમે જાણ્યું કે શાળાના પ્રયત્નો ત્યારે જ સાર્થક થઈ શકે છે જ્યારે બાળકોને શાળા સમય બાદ, શાળાની બહાર અને ઘરમાં પણ રચનાત્મક પ્રવૃત્તિઓના સાધનો પ્રાપ્ય હોય. પુસ્તકો અને મેગેઝીન આ સાધનોનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે.

પાછલા ઘણાં વર્ષોમાં અમે અમારા કાર્યનો વિસ્તાર પ્રકાશનના ક્ષેત્રમાં પણ કર્યો છે. બાળકોનું મેગેઝીન *ચકમક* ઉપરાંત *સ્રોત* (વિજ્ઞાન અને ટેક્નોલોજી ફીચર્સ) તથા *શૈક્ષણિક સંદર્ભ* (શૈક્ષણિક મેગેઝીન) અમારા નિયમિત પ્રકાશનો છે. શિક્ષણ, લોકવિજ્ઞાન તેમજ બાળકો માટે સર્જનાત્મક કાર્યક્રમો ઉપરાંત વિકાસના વ્યાપક મુદ્દાઓ સાથે જોડાયેલ પુસ્તકો, પુસ્તિકાઓ, સામગ્રીઓ વગેરે પણ એકલવ્યએ વિકસિત અને પ્રકાશિત કરી છે.

વર્તમાનમાં એકલવ્ય મધ્યપ્રદેશમાં ભોપાલ, હોશંગાબાદ, પિપરિયા, હરદા, દેવાસ, ઇન્દોર, ઉજ્જૈન, શાહપુર (બેતુલ) તેમજ પરાસિયા (છીંદવાડા)માં સ્થાપિત કાર્યાલયોના માધ્યમથી કાર્યરત છે.

આ પુસ્તકની સામગ્રી તેમજ રજૂઆત પર તમારા સૂચનોનું સ્વાગત છે. તેનાથી આવનારા પુસ્તકોને વધારે આકર્ષક, રુચિકર અને ઉપયોગી બનવામાં મદદ મળશે.

સંપર્ક : books@eklavya.in

જમનાલાલ બજાજ પરીસર, ફોર્ચ્યુન કસ્તુરી પાસે, જાતખેડી, ભોપાલ (મધ્યપ્રદેશ) 462026 (ભારત)

આર્ચ દ્વારા ભાષાંતરીત

એકલવ્ય ભોપાલ દ્વારા પ્રકાશિત ઉચ્ચ પ્રાથમિક શાળા માટેના વિજ્ઞાન પુસ્તકોની શૃંખલા

વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કરવાનો મુખ્ય હેતુ વૈજ્ઞાનિક વિચારણા અને તેના દ્વારા વૈજ્ઞાનિક વલણ કે દૃષ્ટિબિંદુ વિકસાવવાનો છે. વિજ્ઞાન વિષયક માહિતી, વિજ્ઞાનના શબ્દો, સિદ્ધાંતોની સમજ કે લેબોરેટરીમાં પ્રયોગો ગોઠવી શકવાની આવડતને 'વિજ્ઞાન અધ્યયન' ન કહેવાય. આપણા રોજિંદા જીવનની પરિસ્થિતિઓમાં, વ્યાવહારિક સમસ્યાઓના ઉકેલમાં અને આપણી સમક્ષ આવતી દલીલો કે લખાણોને મૂલવવામાં જ્યારે આપણે વિજ્ઞાન સંમત/વૈજ્ઞાનિક વલણને અનુસરીને પ્રતિભાવ આપીએ ત્યારે આપણામાં વિજ્ઞાન-શિક્ષણ ચરિતાર્થ થયું ગણાય.

નવા અભ્યાસક્રમમાં સરકારે પ્રવૃત્તિલક્ષી શિક્ષણને સ્થાન તો આપી દીધું પરંતુ વિષયને દૃઢ બનાવવા માટે તે પ્રવૃત્તિ વર્ગમાં કરાવવી શી રીતે, તે વખતે બાળકોની સાથે કેવી ચર્ચાઓ કરવી અને કેવી પ્રશ્નોત્તરી કરવી. તે પ્રવૃત્તિ સાથે બીજી કઈ પ્રવૃત્તિ કે ઉદાહરણ કરાવાય તે અંગેના કોઈ વધુ સંદર્ભ સાહિત્ય ખાસ કરીને ગુજરાતી ભાષામાં મળતા નથી એટલે બાળકોમાં તે વિષેની પાયાની સમજણ બનતી નથી. ઉપરાંત કુદરતી ઘટનાઓ જેવી કે ગતિ, પ્રકાશ વગેરેની શોધનો ઇતિહાસ ગુજરાતી ભાષામાં સુલભ નથી. તેથી આ અંગેની જાણકારી અને સમજ શિક્ષકો કે વિદ્યાર્થીઓને પ્રાપ્ત કરવામાં મુશ્કેલી પડે છે. વૈજ્ઞાનિક વલણના વિકાસ માટે વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ, વૈજ્ઞાનિકોની પરિશ્રમકથાઓ, સામાજિક-ધાર્મિક સંઘર્ષો વગેરેની સમજ ખૂબ જ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.

જ્યારે પહેલી વખત અમારી પાસે એકલવ્ય દ્વારા તૈયાર કરાયેલી વિજ્ઞાન પુસ્તિકાઓ આવી તેવું જ અમને થયું કે આવું સાહિત્ય જો ગુજરાતી ભાષામાં આપણા શિક્ષકો માટે તૈયાર થાય તો ખૂબ ઉપયોગી થાય તેવું છે. ખાસ કરીને કેન્દ્ર સરકારે પણ નવી શિક્ષણ નીતિમાં માતૃભાષામાં શિક્ષણ આપવા ઉપર વધુ ભાર મૂક્યો છે ત્યારે આવાં પુસ્તકો વિદ્યાર્થીઓ માટે પણ ખૂબ ઉપયોગી થાય તેવું થઈ પડશે. આ સાથે ભૌતિક વિજ્ઞાન, રસાયણશાસ્ત્ર અને જીવવિજ્ઞાનની પુસ્તિકાઓ પ્રસ્તુત છે.

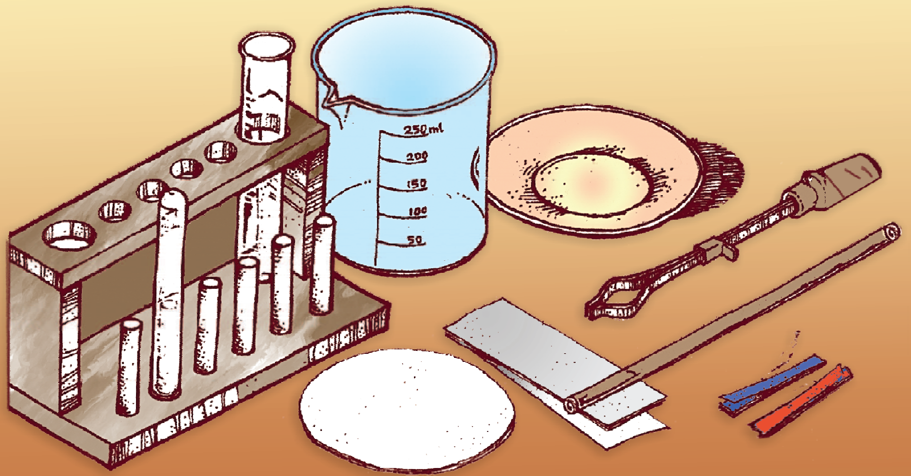
ઘણાં વર્ષોથી એકલવ્ય અને તેનું શૈક્ષણિક સંસાધન જૂથ શાળા વિજ્ઞાનના અભ્યાસક્રમ વિષે વિચારણા કરી રહ્યા છે. હાલમાં ધોરણ-10 સુધીનું વિજ્ઞાન સામાન્ય વિજ્ઞાન તરીકે જ શીખવવામાં આવે છે તેમજ જે પુસ્તક અમલમાં મૂક્યું છે તેનો મુખ્ય આશય વિદ્યાર્થીઓને ખૂબ બધા વિવિધ વૈજ્ઞાનિક મુદ્દાઓનું ઉપર ઉપરનું જ્ઞાન આપવાનો છે. હોશંગાબાદ વિજ્ઞાન શિક્ષણ કાર્યક્રમ (જેણે ત્રણ દાયકાથી મધ્યપ્રદેશના કેટલાક જિલ્લાની હજારેક શાળાઓમાં પાયાની શૈક્ષણિક પહેલ કરી છે) અનુસાર શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓ માટે સંદર્ભ સાહિત્યની ખૂબ મોટી જરૂરિયાત છે. અમારા વિજ્ઞાન-શિક્ષણના કાર્યક્રમના અનુભવે અમને પણ એવું લાગે છે કે આ વાત ગુજરાત માટે પણ એટલી જ સાચી છે. એકલવ્યના સાથી મિત્રો, વિજ્ઞાન શિક્ષકો, વૈજ્ઞાનિકો, શિક્ષણશાસ્ત્રીઓ અને બીજાં જેમને વિજ્ઞાન શિક્ષણમાં રસ છે તે બધાંના અગાધ પ્રયત્નોથી આ મોડ્યુલ્સની સીરિઝ તૈયાર થઈ છે. આ દરેક પુસ્તક કાર્યશાળા, જૂથચર્ચા, અજમાયશ અને કસોટીના વ્યાપક સહયોગનું પરિણામ છે. શાળાના અભ્યાસક્રમના વિષયોને આવરી લઈને તે વિષયોની વિસ્તૃત સમજણ આપી શકાય તે રીતે આ પુસ્તકોની રચના કરવામાં આવી છે.

સંપર્ક : arch.dharampur@gmail.com
આર્ચ, નગારીયા, ધરમપુર, વલસાડ (ગુજરાત) 396020

1975 માં પ્રથમ સંસ્કરણથી શરૂ કરી **2002** માં તૃતીય સંસ્કરણ સુધીમાં બાળ વૈજ્ઞાનિકમાં રસાયણશાસ્ત્રના પાઠ્યક્રમમાં લગાતાર વિકાસ થતો રહ્યો. ધીરે ધીરે તે એક અત્યંત સમૃધ્ધ સામગ્રી બની ગઈ. આ પાઠ્યક્રમનો વિકાસ એ રીતે કરવામાં આવ્યો છે કે પદાર્થોની રાસાયણિક પ્રકૃતિઓને સમજવા માટે શી રીતે આગળ વધવું જોઈએ. રાસાયણિક ગુણધર્મ અને રાસાયણિક પરિવર્તનોને સમજવા માટે એ સ્વીકારીને ચાલવું કે આ માટે તેની કાર્ય પધ્ધતિ અને પ્રયોગોનો જાત અનુભવ જરૂરી છે. આખો અભ્યાસક્રમ સાર્થક અને કરવા યોગ્ય પ્રવૃત્તિઓ ઉપર આધારિત છે.

આ પુસ્તક બાળ વૈજ્ઞાનિકના આ પ્રકરણોને એક સાથે પ્રસ્તુત કરવામાં આવ્યા છે. દરેક પ્રકરણની પહેલા કેટલીક પરિચયાત્મક ટિપ્પણીઓ અને શિક્ષકો માટે કેટલાક સુજાવો અને સુચન આપવામાં આવ્યા છે. તે ઉપરાંત પ્રકરણોમાં પણ વચ્ચે વચ્ચે પ્રવૃત્તિઓને વધુ સ્પષ્ટ કરવા માટે કે પ્રવૃત્તિઓને વિસ્તૃત સમજાવવા માટે નોંધ આપી છે.

આની મદદથી વર્ગ અને શિક્ષક પ્રશિક્ષણ બંનેમાં રાસાયણિક અવધારણાઓ અને ઘટનાઓની સમજ સહજ રીતે વિકસિત કરી શકાય છે.



एकलव्य

આર્ચ

સહયોગ રાશિઃ 200.00