પ્રકરણ 1

આપણી આસપાસમાં દ્રવ્ય
(Matter In Our Surroundings)

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

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

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

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

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

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

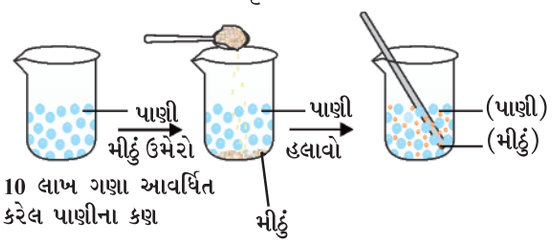
ઘણા લાંબા સમયથી વૈજ્ઞાનિકોના બે સમૂહોએ દ્રવ્ય વિશે વિચારધારાઓ રજૂ કરેલી છે. એક સમૂહ એમ માનતો હતો કે, દ્રવ્ય લાકડાના ટુકડાની જેમ સતત છે જ્યારે બીજો સમૂહ એમ માનતો હતો કે, દ્રવ્ય રેતીના કણની માફક નાના-નાના કણોનો બનેલો છે. હવે આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ વડે દ્રવ્યના સ્વભાવની બાબતનો નિર્ણય કરીશું કે તે સતત છે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

પ્રવૃત્તિ 1.1

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

આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા માટે આપણે દ્રવ્ય એ કણોનું બનેલું છે, તે વિચારની જરૂર પડશે.

ચમચીમાં જે મીઠું કે ખાંડ હતું તે હવે સમગ્ર પાણીમાં ઓગળી ગયેલ છે. જે આકૃતિ 1.1 માં દર્શાવેલ છે.



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

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

પ્રવૃત્તિ 1.2

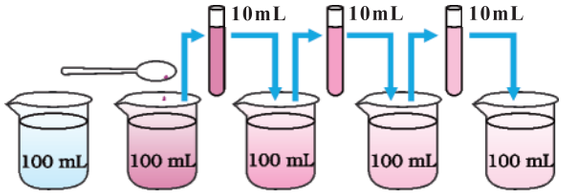
- પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ ($KMnO_4$) સ્ફટિકના બે-ત્રણ કણ લઈ તેને 100 mL પાણીમાં ઓગાળો.

---

* દળનો SI એકમ કિલોગ્રામ (kg) છે.

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

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



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

આ પ્રયોગ દર્શાવે છે કે, પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ સ્ફટિકના થોડા જ કણો પાણીના મોટા કદના જથ્થાને (આશરે 1000 L) રંગીન બનાવે છે. આમ, આપણે એવો નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ છીએ કે પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટના એક સ્ફટિકમાં લાખો કણો રહેલા છે, જે વધુ ને વધુ નાના કણોમાં વિભાજિત થયા કરે છે.

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

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

1.2 દ્રવ્યના કણોની લાક્ષણિકતાઓ (Characteristics of Particles of Matter)

1.2.1 દ્રવ્યના કણો વચ્ચે ખાલી જગ્યા રહેલી હોય છે (Particles of matter have space between them)

પ્રવૃત્તિ 1.1 અને 1.2માં આપણે જોયું કે ખાંડ, મીઠું, ડેટોલ કે પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટના કણો પાણીમાં એકસરખા પ્રમાણમાં વહેંચાય છે. તે જ રીતે જ્યારે આપણે ચા, કૉફી કે લીંબુ-પાણી બનાવીએ ત્યારે એક પ્રકારના દ્રવ્યના કણો બીજા પ્રકારના દ્રવ્યના કણો વચ્ચેની જગ્યામાં ગોઠવાય છે, તે દર્શાવે છે કે દ્રવ્યના કણો વચ્ચે પૂરતી ખાલી જગ્યા હોય છે.

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

પ્રવૃત્તિ 1.3

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

પ્રવૃત્તિ 1.4

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

પ્રવૃત્તિ 1.5

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

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

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

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

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

પ્રવૃત્તિ 1.6

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



આકૃતિ 1.3

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

પ્રવૃત્તિ 1.7

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

પ્રવૃત્તિ 1.8

- એક પાત્રમાં થોડું પાણી લો, તમારી આંગળી વડે પાણીની સપાટીને કાપવાનો પ્રયત્ન કરો.
- શું તમે પાણીની સપાટીને કાપી શક્યા ?
- પાણીની સપાટી ભેગી રહેવા માટેનું કારણ શું હોઈ શકે ?

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

પ્રશ્નો :

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

1.3 દ્રવ્યની અવસ્થાઓ (States of Matter)

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

હવે આપણે દ્રવ્યની આ ત્રણેય અવસ્થાઓના ગુણધર્મો વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરીશું.

1.3.1 ઘન-અવસ્થા (The solid state)

પ્રવૃત્તિ 1.9

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

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

નીચે દર્શાવેલ વિધાનો ધ્યાનમાં લો :

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

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

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

આ તમામ ઘન છે, કારણ કે,

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

1.3.2 પ્રવાહી-અવસ્થા (The liquid state)

પ્રવૃત્તિ 1.10

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

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

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

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

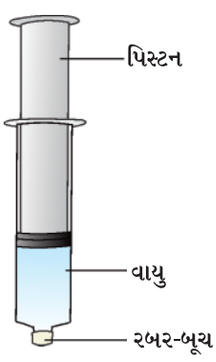
છે, કારણ કે, પ્રવાહી-અવસ્થામાં દ્રવ્યના કણો સ્વતંત્ર રૂપે ગતિ કરે છે અને ઘનની સાપેક્ષે પ્રવાહીના કણો વચ્ચે ખાલી જગ્યા વધુ હોય છે.

1.3.3 વાયુ અવસ્થા (The gaseous state)

ગૅસના એક જ સિલિન્ડરમાંથી ઘણા બધા ફુગ્ગામાં ગૅસ ભરતા ફુગ્ગાવાળાનું તમે ક્યારેય અવલોકન કર્યું છે ? તેને પૂછીને જાણો કે એક જ સિલિન્ડરમાંથી તે કેટલા ફુગ્ગામાં ગૅસ ભરે છે ? તેને પૂછો કે સિલિન્ડરમાં કયો ગૅસ ભરેલો છે ?

પ્રવૃત્તિ 1.11

- 100 mLની ત્રણ સિરિંજ લો અને દરેકના શીર્ષ (અગ્ર ભાગ)ને આકૃતિ 1.4 માં દર્શાવ્યા મુજબ રબરના બૂચથી બંધ કરી દો.
- દરેક સિરિંજના પિસ્ટનને દૂર કરો.
- પ્રથમ સિરિંજમાં કંઈ જ ભરશો નહિ, બીજીમાં પાણી અને ત્રીજીમાં ચૉકના ટુકડા ભરો.
- પિસ્ટનને ફરીથી સિરિંજમાં ભરાવો. સિરિંજના પિસ્ટનની ગતિશીલતા સરળ બનાવવા માટે તેને સિરિંજમાં ભરાવતા પહેલાં તેની સપાટી પર થોડું વેસેલાઇન લગાવો.
- હવે, દરેક સિરિંજમાં રહેલી વસ્તુઓને સંકોચવા માટે સિરિંજમાંના પિસ્ટનને દબાવવાનો પ્રયત્ન કરો.



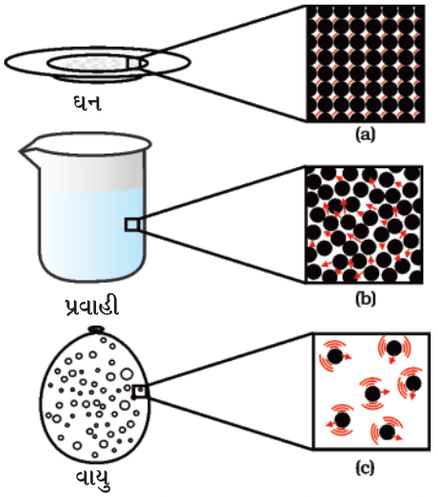
આકૃતિ 1.4

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

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

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

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



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

પ્રશ્નો :

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

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

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

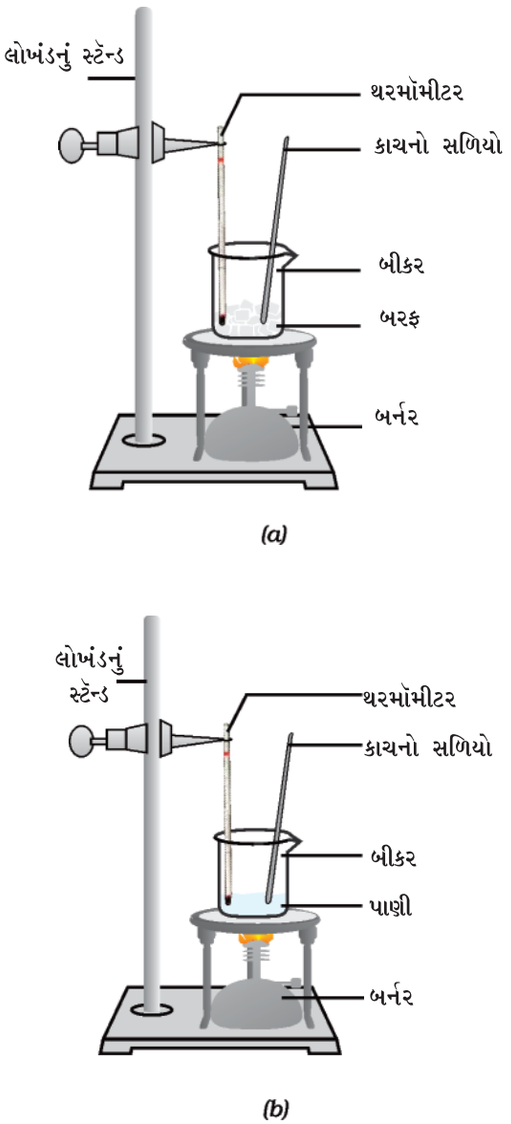
- ઘન : બરફ સ્વરૂપે
- પ્રવાહી : પાણી સ્વરૂપે
- વાયુ : પાણીની બાષ્પ (વરાળ) સ્વરૂપે.

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

1.4.1 તાપમાનના ફેરફારની અસર (Effect of change of temperature)

પ્રવૃત્તિ 1.12

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



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

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

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

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

બરફનું ગલનબિંદુ 273.15 K* છે. પીગળવાની પ્રક્રિયા એટલે કે ઘનના પ્રવાહી સ્વરૂપમાં રૂપાંતરણની પ્રક્રિયાને ગલન (Fusion) પણ કહે છે. **કોઈ ઘન પદાર્થના પીગલન વખતે તાપમાન અચળ રહે છે, તો ઉષ્માઊર્જા ક્યાં જાય છે ?**

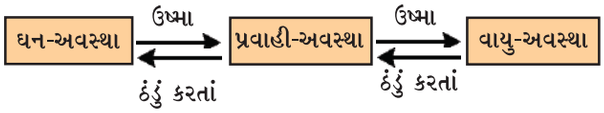
પીગલનના પ્રયોગની પ્રક્રિયા દરમિયાન તમે અવલોકન કર્યું હશે કે ગલનબિંદુ સુધી પહોંચ્યા બાદ જ્યાં સુધી સંપૂર્ણ બરફ પીગળી ન જાય ત્યાં સુધી તાપમાન બદલાતું નથી. બીકરને ગરમી આપવા છતાં તાપમાન અચળ રહે છે. કણો વચ્ચેનાં પારસ્પરિક આકર્ષણબળની ઉપરવટ જઈને દ્રવ્યની અવસ્થાને બદલવા માટે ઉષ્માનો ઉપયોગ થાય છે; પરંતુ તાપમાનમાં કોઈ પણ ફેરફાર દર્શાવ્યા સિવાય જ બરફ આ ઉષ્મા-ઊર્જાને શોષી લે છે. એવું માનવામાં આવે છે કે, આ ઉષ્મા-ઊર્જા બીકરમાં રહેલા સંઘટકો (Contents)માં છુપાયેલી હોય છે. જેને ગુપ્ત ઉષ્મા (Latent Heat) કહે છે. અહીં ગુપ્તનો અર્થ 'છુપાયેલી' એમ કરવામાં આવે છે. પદાર્થના ગલનબિંદુ જેટલા તાપમાને એક વાતાવરણ દબાણે એક કિલોગ્રામ ઘન પદાર્થને પ્રવાહી-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત કરવા માટે જરૂરી ઉષ્મા-ઊર્જાને ગલન ગુપ્ત ઉષ્મા (Latent Heat of Fusion) કહે છે એટલે કે 0° C (273 K) તાપમાને પાણીના કણોની ઊર્જા, તે જ તાપમાને બરફના કણોની ઊર્જા કરતાં વધુ હોય છે.

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

પાણી માટે આ તાપમાન 373 K

(100 °C = 273 + 100 = 373 K) છે.

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



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

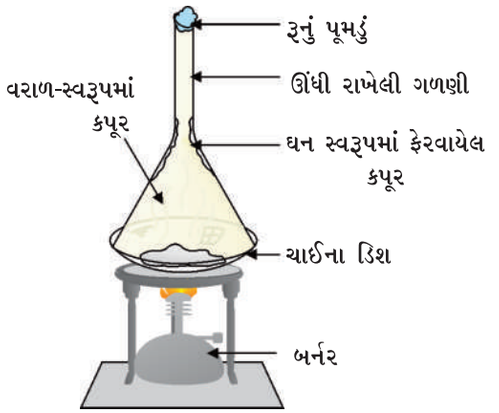
આપણે શીખ્યાં કે પદાર્થને ગરમ કરતાં તેની અવસ્થા બદલાય છે. ગરમ કરવાથી પદાર્થ ઘનમાંથી પ્રવાહી અને પ્રવાહીમાંથી વાયુ (બાષ્પ)માં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે; પરંતુ કેટલાક

*__નોંધ :__ તાપમાનનો આંતરરાષ્ટ્રીય SI એકમ કૅલ્વિન (K) છે. 0 °C = 273.15 K થાય છે. સરળતા માટે આપણે 0 °C = 273 K લઈએ છીએ. તાપમાનનું માપ કૅલ્વિનમાંથી અંશ સેલ્સિયસમાં ફેરવવા માટે આપેલ તાપમાનમાંથી 273 બાદ કરવામાં આવે છે અને અંશ સેલ્સિયસમાંથી કૅલ્વિનમાં ફેરવવા આપેલ તાપમાનમાં 273 ઉમેરવામાં આવે છે.

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

પ્રવૃત્તિ 1.13

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



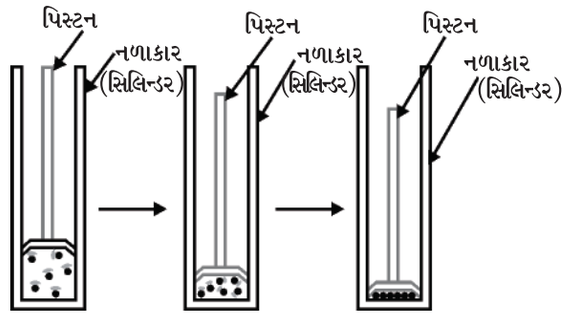
આકૃતિ 1.7 : કપૂરનું ઊર્ધ્વપાતન (Sublimation)

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

પ્રવાહી-અવસ્થામાં રૂપાંતરિત થયા વિના ઘન અવસ્થામાંથી સીધેસીધું જ વાયુ-અવસ્થામાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયાને ઊર્ધ્વપાતન (Sublimation) કહે છે અને પ્રવાહી અવસ્થામાં રૂપાંતરિત થયા વિના વાયુ અવસ્થામાંથી સીધેસીધું જ ઘન અવસ્થામાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયાને નિક્ષેપન (deposition) કહે છે.

1.4.2 દબાણના ફેરફારની અસર (Effect of change of pressure)

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

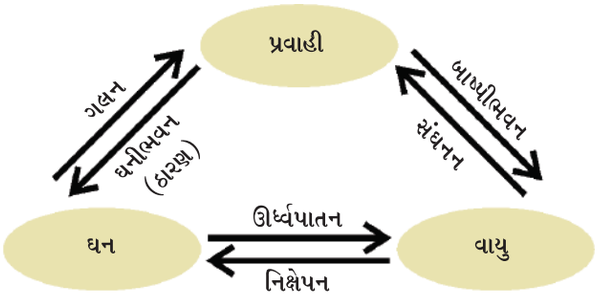


આકૃતિ 1.8 : દબાણ વધારવાથી દ્રવ્યના કણોને વધુ નજીક લાવી શકાય છે.

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

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

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



આકૃતિ 1.9 : ત્રણેય અવસ્થાઓમાં દ્રવ્યનું આંતરિક રૂપાંતરણ

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

પ્રશ્નો :

1. નીચે દર્શાવેલ તાપમાનને અંશ સેલ્સિયસમાં ફેરવો :
   (a) 300 K (b) 573 K
2. નીચે દર્શાવેલ તાપમાને પાણીની ભૌતિક અવસ્થા કઈ હશે ?
   (a) 250° C (b) 100° C
3. કોઈ પણ દ્રવ્યની અવસ્થામાં થતા પરિવર્તન દરમિયાન તેનું તાપમાન શા માટે અચળ રહે છે ?
4. વાતાવરણીય વાયુઓના પ્રવાહીકરણ માટેની કોઈ પદ્ધતિ સૂચવો.

1.5 બાષ્પીભવન (Evaporation)

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

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

1.5.1 બાષ્પીભવનને અસર કરતાં પરિબળો (Factors affecting evaporation)

એક પ્રવૃત્તિના માધ્યમથી તેને સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.14

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

તમે જોયું હશે કે બાષ્પીભવનનો દર નીચેના કારણોસર વધે છે :

- સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધવાથી :
  આપણે જાણીએ છીએ કે બાષ્પીભવન એ સપાટી પર થતી પ્રક્રિયા છે. સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધતાં બાષ્પીભવનનો દર પણ વધે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કપડાં સૂકવવા માટે આપણે તેને પહોળાં કરીને સૂકવીએ છીએ.
- તાપમાનનો વધારો :
  તાપમાન વધવાથી વધુ ને વધુ કણોને પૂરતી ગતિ ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે, જેથી તેમનું બાષ્પ-અવસ્થામાં રૂપાંતર થાય છે.
- ભેજની માત્રામાં ઘટાડો થવો :
  હવામાં રહેલી પાણીની બાષ્પની માત્રાને ભેજ (Humidity) કહે છે. કોઈ નિશ્ચિત તાપમાને આપણી આસપાસની હવામાં એક નિશ્ચિત માત્રા કરતાં વધુ પાણીની બાષ્પ રહી શકે નહીં. જ્યારે હવામાં પાણીના કણોની માત્રા પહેલેથી જ વધુ હશે, તો બાષ્પીભવનનો દર ઘટી જશે.
- પવનની ઝડપમાં વધારો :
  એક સામાન્ય અવલોકન છે કે વધુ પડતા પવનમાં કપડાં ઝડપથી સુકાઈ જાય છે. વધુ પડતા પવનને કારણે પાણીની બાષ્પના કણો પવનની સાથે ઊડી જાય છે, જેથી આસપાસની પાણીની બાષ્પની માત્રા ઘટી જાય છે.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

પ્રશ્નો :

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



તમે શું શીખ્યાં

What You Have Learnt

- દ્રવ્ય સૂક્ષ્મ કણોનું બનેલું છે.
- આપણી આસપાસ (ચોપાસ)નું દ્રવ્ય ત્રણ અવસ્થાઓમાં જોવા મળે છે : ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ.
- ઘનના કણોમાં એકબીજા પ્રત્યે આકર્ષણ બળ સૌથી વધુ, વાયુના કણોમાં સૌથી ઓછું અને પ્રવાહીના કણોમાં ઘન અને વાયુનું મધ્યવર્તી પ્રકારનું આકર્ષણ બળ હોય છે.
- ઘનના કણોમાં ઘટકકણો વચ્ચેનાં ખાલી સ્થાનો (અવકાશ) તેમજ કણોની ગતિ ઊર્જા લઘુત્તમ હોય છે, જ્યારે વાયુ માટે તે મહત્તમ પરંતુ પ્રવાહી માટે તે બંનેની મધ્યવર્તી હોય છે.

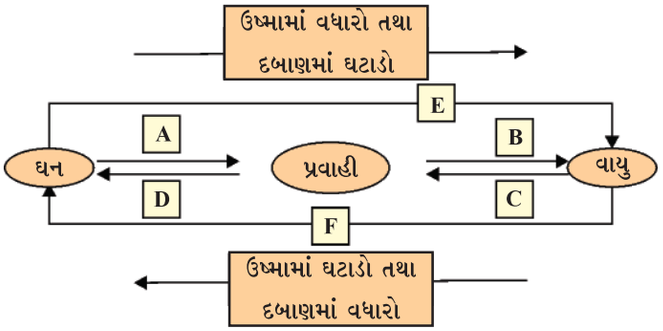
- ઘન પદાર્થમાં કણોની ગોઠવણી સૌથી વધુ નિયમિત હોય છે. પ્રવાહી પદાર્થમાં કણોના સ્તર એકબીજા પર સરકી શકે તેમજ ખસી શકે છે. વાયુમાં કણોની ગોઠવણીમાં કોઈ ચોક્કસ નિયમિતતા નથી હોતી. તેમાં કણો અસ્તવ્યસ્ત (અનિયમિત) રીતે ગતિ કરે છે.
- દ્રવ્યની અવસ્થાઓ આંતરરૂપાંતરિત હોય છે. તાપમાન અથવા દબાણના ફેરફાર દ્વારા દ્રવ્યની અવસ્થાઓમાં રૂપાંતર થઈ શકે છે.
- ઊર્ધ્વપાતન (Sublimation) એટલે ઘનનું પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થયા સિવાય સીધે-સીધું જ વાયુ-અવસ્થામાં રૂપાંતર.
- નિક્ષેપન એટલે વાયુનું પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થયા સિવાય સીધે-સીધું જ ઘન અવસ્થામાં રૂપાંતર.
- ઉત્કલન (Boiling) જથ્થાત્મક ઘટના (Bulk Phenomenon) છે જેમાં પ્રવાહીના જથ્થાના કણો પ્રવાહીમાંથી વાયુ-અવસ્થામાં ફેરવાય છે.
- બાષ્પીભવન સપાટી પર થતી ઘટના (Phenomenon) છે. સપાટીના કણો પૂરતી ઊર્જા ગ્રહણ કરીને તેમની વચ્ચેનાં પરસ્પર આકર્ષણ બળોને ઉપરવટ કરી લે છે અને પ્રવાહીને બાષ્પ-અવસ્થામાં પરિવર્તિત કરી દે છે.
- બાષ્પીભવનનો દર પ્રવાહીની મુક્ત સપાટીનું ક્ષેત્રફળ, તાપમાન, ભેજ અને પવનની ઝડપ પર આધાર રાખે છે.
- બાષ્પીભવનથી ઠંડક ઉત્પન્ન થાય છે.
- બાષ્પીભવન ગુપ્ત ઉષ્મા એટલે 1 kg પ્રવાહીનું વાતાવરણીય દબાણે અને તેના ઉત્કલનબિંદુ જેટલા તાપમાને વાયુ (બાષ્પ)માં રૂપાંતર કરવા માટે જરૂરી ઉષ્માઊર્જા.
- ગલનગુપ્ત ઉષ્મા એટલે 1 kg ઘન પદાર્થનું તેના ગલનબિંદુ જેટલા તાપમાને પ્રવાહીમાં રૂપાંતર કરવા માટે જરૂરી ઉષ્માઊર્જા.
- કેટલીક માપન યોગ્ય ભૌતિકરાશિઓ અને તેના એકમો યાદ રાખવા.

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

સ્વાધ્યાય (Exercises)



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





સામૂહિક પ્રવૃત્તિ (Group Activity)

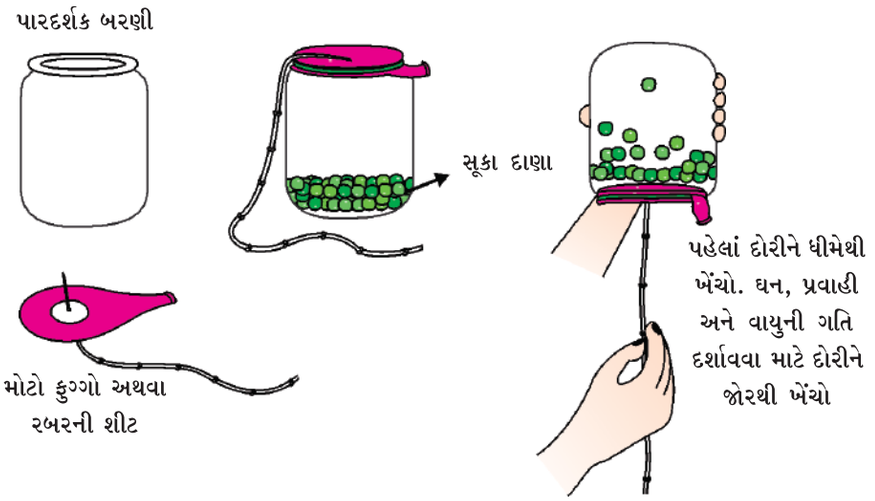
ઘન, પ્રવાહી અને વાયુમય પદાર્થોમાં કણોની ગતિશીલતા દર્શાવવા માટે એક મૉડેલ (નમૂનો) તૈયાર કરો.

મૉડેલનું નિર્માણ કરવા માટે તમારે નીચેની સામગ્રીની જરૂર પડશે :

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

મૉડેલ (નમૂના)નું નિર્માણ કેવી રીતે કરી શકાય ?

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



આકૃતિ 1.10 : *ઘનમાંથી પ્રવાહી અને પ્રવાહીમાંથી વાયુમાં રૂપાંતરિત કરવા માટેનું એક મૉડેલ*