રસાયણવિજ્ઞાનની પાયાની સંકલ્પનાઓ

1.1 પ્રસ્તાવના

1.2 રસાયણ વિજ્ઞાનના અભ્યાસની અગત્ય

1.3 દ્રવ્યનો સ્વભાવ

1.3.1 ભૌતિક-અવસ્થાને આધારે વર્ગીકરણ

1.3.2 રાસાયણિક બંધારણને આધારે વર્ગીકરણ

1.4 ભૌતિકરાશિ

1.5 રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો

1.5.1 દ્રવ્ય સંચયનો નિયમ

1.5.2 ડાલ્ટનનો પરમાણ્વીય સિદ્ધાંત

1.5.3 નિશ્ચિત સંરચનાનો નિયમ

1.5.4 ગુણક પ્રમાણનો નિયમ

1.5.5 સંયોજિતભારનો નિયમ

1.6 પરમાણ્વીય દળ, આણ્વીય દળ, મોલર દળ અને મોલ-સંકલ્પના

1.7 બંધારણીય તત્ત્વોની ટકાવારી અને આણ્વીયસૂત્ર

1.7.1 બંધારણીય તત્ત્વોની ટકાવારી

1.7.2 પ્રમાણસૂચકસૂત્ર અને આણ્વીયસૂત્ર

1.8 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની તત્ત્વયોગમિતિ અને ગણતરી

1.8.1 પ્રક્રિયા સમીકરણનું સમતોલન

1.9 દ્રાવણોમાં થતી પ્રક્રિયાઓની તત્ત્વયોગમિતિ

1.1 પ્રસ્તાવના

રસાયણ વિજ્ઞાન અણુઓનું, વિવિધતાસભર સંયોજનો અને પરિવર્તનોનું વિજ્ઞાન છે.

રસાયણ વિજ્ઞાન વિજ્ઞાનની સમસ્યા-નિવારણમાં કેન્દ્રીય ભૂમિકા ભજવે છે. રસાયણ વિજ્ઞાન પર્યાવરણમાં બનતા પદાર્થો અને તેમાં થતા પરિવર્તન સાથે સંકળાયેલું છે.

રોઆલ્ડ હોફમેન (Roald Hoffmann)ના મત અનુસાર રસાયણ વિજ્ઞાન આશરે 100 જેટલાં તત્ત્વોનું વિજ્ઞાન નથી પરંતુ અસંખ્ય અણુઓની વિવિધતા, કે જે તેમાંથી રચાય છે તેનું વિજ્ઞાન છે. આ હેતુને દ્રવ્યના મૂળભૂત ઘટકકણો એટલે કે પરમાણુ અને અણુ દ્વારા સમજી અને વર્ણવી શકાય છે. ખરેખર શું આપણાથી આ ઘટકો (કણો) જોઈ શકાય, તેની સરખામણી કરી શકાય ? નિશ્ચિત જથ્થાના દ્રવ્યમાં રહેલા પરમાણુઓ કે અણુઓની સંખ્યા ગણી શકાય ? પરમાણુ અને અણુની સંખ્યા દ્વારા જથ્થાત્મક સંબંધ સ્થાપી શકાય ? આવા ઘણાબધા પ્રશ્નોના ઉત્તર આ 'રસાયણ વિજ્ઞાનની પાયાની સંકલ્પનાઓ' એકમમાંથી મેળવીશું.

આ ઉપરાંત ભૌતિકરાશિ (પરિમાણ) અને તેની સંખ્યાત્મક રજૂઆત કેવી રીતે થાય તેનો પણ અભ્યાસ કરીશું.

1.2 રસાયણ વિજ્ઞાનના અભ્યાસની અગત્ય

(Importance of Study of Chemistry)

વિજ્ઞાન કુદરતને સમજવા માટેનો સેતુ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો વિજ્ઞાન મનુષ્ય દ્વારા પદ્ધતિસરના જ્ઞાન વડે કુદરતને સમજવા માટે થતો સતત પ્રયત્ન છે.

રસાયણ વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ એટલો વિશાળ અને વિવિધ છે કે તેને જુદી જુદી પેટા શાખાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવેલ છે. જેવી કે અકાર્બનિક, કાર્બનિક, ભૌતિક, વૈશ્લેષિક, ઔદ્યોગિક, જીવરસાયણ વગેરે.

આધુનિક સમયમાં રસાયણ વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ અનેકવિધ હકીકતોને એકબીજા સાથે વધુ અસરકારક રીતે સાંકળીને તેમાંથી ઉપસિદ્ધાંત અને અંતે સિદ્ધાંતો પ્રસ્થાપિત થવાને કારણે સરળ બન્યો છે.

રસાયણ વિજ્ઞાન એટલે કુદરતી અને કૃત્રિમ પદાર્થની સંરચના, બંધારણ અને તેના ગુણધર્મો સાથે સંકળાયેલું વિજ્ઞાન છે. રસાયણ વિજ્ઞાન, ભૌતિક વિજ્ઞાન, જીવવિજ્ઞાન, ભૂસ્તરશાસ્ત્ર જેવી

અન્ય શાખાઓ એકબીજા સાથે પરસ્પર સંકળાયેલ છે. આપણા રોજિંદા જીવનમાં પણ રસાયણ વિજ્ઞાન મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. સવારના ઊઠીએ ત્યારથી રાતના સૂઈ જઈએ ત્યાં સુધીમાં ઘણીબધી રાસાયણિક ઘટનાઓ અનુભવીએ છીએ. દા.ત., મગજની કાર્યશૈલી, કમ્પ્યૂટર ચલાવવું, વાતાવરણની તરાહો, ખાદ્યપદાર્થોનું પાચન વગેરે જેવાં વિવિધ ક્ષેત્રોમાં પણ રસાયણ વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતો ઉપયોગી છે. આ ઉપરાંત ખાતરો, આલ્કલી, ઍસિડ, સાબુ, ડિટર્જન્ટ, ક્ષારો, પોલિમર, મિશ્રધાતુઓ, રંગકો, દવાઓ અને અન્ય કાર્બનિક અને અકાર્બનિક રસાયણો સહિત નવા પદાર્થોનું ઉત્પાદન કરતા રસાયણિક ઉદ્યોગોનું રાષ્ટ્રીય અર્થતંત્રમાં ઘણું મોટું પ્રદાન છે.

રસાયણ વિજ્ઞાનથી માનવજીવનની સુખસુવિધામાં વધારો થયો છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, રસાયણ વિજ્ઞાન દ્વારા વિવિધ ખાતરોનું મોટા પાયે ઉત્પાદન તેમજ કીટનાશકો અને જંતુનાશકોનું ઉત્પાદન પણ થાય છે. કુદરતી, અર્ધસાંશ્લેષિત અને સાંશ્લેષિત સંયોજનોનો વિશાળ સમુદાય રસાયણ વિજ્ઞાનમાં સમાવિષ્ટ છે. ઉપરાંત ફાર્માસ્યુટિકલ ક્ષેત્રે પણ રસાયણ વિજ્ઞાને હરણફાળ ભરી છે. કૅન્સરની સારવારમાં વપરાતી દવાઓ અને માનવજીવન બચાવનાર જેવી કે સિસ્પ્લેટીન અને ટેક્સોલ દવાઓ પણ રસાયણ વિજ્ઞાનની શોધોને આભારી છે.

જેમ સિક્કાની બે બાજુ છે તેમ રસાયણ વિજ્ઞાનના વિકાસથી માનવજીવન અને પર્યાવરણને અનેક ફાયદાઓની સાથે સાથે પારાવાર નુકસાન પણ થઈ શકે છે. વર્તમાન સંજોગોમાં પ્રદૂષણ જેવો વૈશ્વિક પ્રશ્ન હલ કરવામાં પણ રસાયણ વિજ્ઞાન દ્વારા થતા પ્રયત્નોમાંથી કેટલાક સફળતામાં પરિણમ્યા છે.

રેફ્રિજરેટર અને ઍરકન્ડિશનરમાં વપરાતો ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન (CFC) કે જે ઓઝોનના આવરણને નુકસાનકર્તા છે અને પર્યાવરણ માટે જોખમી છે તેનો સલામત વિકલ્પ શોધી શકાયો છે તથા સફળતાપૂર્વક કૃત્રિમ રીતે બનાવી પણ શકાય છે. (CFC ના બદલે રેફ્રિજરેટરમાં પર્યાવરણને ઓછો નુકસાનકર્તા HFC-134a (1,1,1,2-ટ્રેટાફ્લોરોઇથેન) વપરાય છે.)

પર્યાવરણને નુકસાનકર્તા પદાર્થો ઉત્પન્ન ન થાય તેવી રીતે રસાયણના ઉત્પાદનને ગ્રીનકેમિસ્ટ્રી કહે છે.

છતાં હજુ રસાયણ વિજ્ઞાનીઓની ભાવિ પેઢી સમક્ષ જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને સમજવી અને મોટા પાયા ઉપર રસાયણોના ઉત્પાદન માટે ઉત્સેચકોનો ઉપયોગ અને વિશિષ્ટ પ્રકારની સામગ્રીઓનું સંયોગીકરણ અને ઊર્જાના સ્રોતો મેળવવા વગેરે કેટલાક પડકારો ઊભા છે. આવા પડકારોનો સામનો કરવા દેશને પ્રતિભાશાળી અને સર્જનાત્મક રસાયણ વિજ્ઞાનીઓની જરૂર છે.

1.3 દ્રવ્યનો સ્વભાવ (Nature of Matter)

અગાઉનાં ધોરણોમાં તમે દ્રવ્ય વિશે શીખ્યા છો. કોઈ પણ વસ્તુ કે જેને દળ છે અને જે જગ્યા રોકે છે તેને દ્રવ્ય કહેવાય. દ્રવ્ય કણોનો બનેલો છે.

ભૌતિક-અવસ્થા અને રાસાયણિક લાક્ષણિકતાઓને આધારે દ્રવ્યનું વર્ગીકરણ નીચે પ્રમાણે કરવામાં આવે છે :

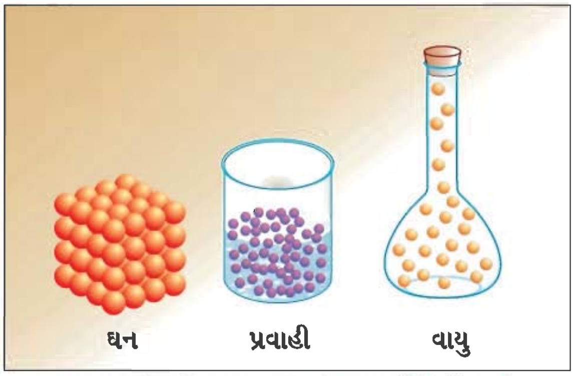
દ્રવ્ય

- ભૌતિક-અવસ્થાને આધારે
  - ઘન
  - પ્રવાહી
  - વાયુ
- રાસાયણિક લાક્ષણિકતાને આધારે
  - તત્ત્વ
  - સંયોજન
  - મિશ્રણ
    - સમાંગ મિશ્રણ
    - વિષમાંગ મિશ્રણ

1.3.1 ભૌતિક-અવસ્થાને આધારે વર્ગીકરણ (Classification Based on Physical State) :

આપણી આજુબાજુના પર્યાવરણની દરેક વસ્તુ દ્રવ્યની બનેલી છે. દા.ત., પેન, ઘડિયાળ, ચશ્માં, હવા, પાણી, જીવિત પ્રાણીઓ વગેરે. તેઓ જગ્યા રોકે છે તથા તેમને દળ છે. તેથી તેઓ દ્રવ્ય કહેવાય છે. ભૌતિક-અવસ્થાના આધારે દ્રવ્યનું ત્રણ અવસ્થામાં વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે : (i) ઘન (ii) પ્રવાહી અને (iii) વાયુ.

નીચેની આકૃતિમાં ત્રણેય અવસ્થાઓ દર્શાવેલ છે :



ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ અવસ્થામાં ઘટકકણોની ગોઠવણી

આકૃતિ 1.1

(i) ઘન-અવસ્થા : ઘન-અવસ્થામાંના દ્રવ્યને ચોક્કસ કદ અને નિશ્ચિત આકાર હોય છે. ઘન-અવસ્થામાં દ્રવ્યના ઘટકકણો એકબીજાની ખૂબ જ નજીક ગોઠવાયેલા હોય છે અને તેમની વચ્ચેનું આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ ઘટકકણોને જકડી રાખે છે, તેથી તેમનો નિશ્ચિત આકાર જળવાઈ રહે છે. દા.ત., બરફ, લોખંડ વગેરે.

(ii) પ્રવાહી-અવસ્થા : પ્રવાહી-અવસ્થામાં દ્રવ્યને ચોક્કસ કદ હોય છે પણ ચોક્કસ આકાર હોતો નથી. તેને જે પાત્રમાં ભરીએ તેનો આકાર ધારણ કરે છે. પ્રવાહી-અવસ્થામાં ઘટકકણો ઘન સ્થિતિની સરખામણીમાં એકબીજાથી થોડા દૂર ગોઠવાયેલ હોય છે. પ્રવાહીમાં તેના ઘટકકણો વચ્ચેનું આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ એકબીજાને જથ્થામાં જકડી રાખે છે, પરંતુ એક ચોક્કસ સ્થાને જકડી રાખવા જેટલું મજબૂત હોતું નથી તેથી તેઓ તરલ હોય છે. દા.ત., પાણી, બ્રોમિન, બેન્ઝિન.

(iii) વાયુ-અવસ્થા : વાયુ-અવસ્થામાં દ્રવ્યને ચોક્કસ કદ કે ચોક્કસ આકાર હોતા નથી. વાયુને જે પાત્રમાં ભરવામાં આવે તેના જેવો જ આકાર ધારણ કરે છે અને આખા પાત્રની જગ્યા તે રોકી લે છે. (પાત્રમાં પ્રસરી જાય છે) દા.ત., હવા, આર્ગોન.

દ્રવ્યની આ ત્રણેય અવસ્થાઓનું તાપમાન અને દબાણ જેવાં પરિબળોમાં ફેરફાર કરવાથી એકબીજામાં પરિવર્તન થઈ શકે છે. એટલે કે તેની અવસ્થામાં ફેરફાર થાય છે. જેમકે,

ઘન અવસ્થા (બરફ) ⇄ (તાપમાન વધારતાં / તાપમાન ઘટાડતાં) પ્રવાહી અવસ્થા (પાણી) ⇄ (તાપમાન વધારતાં / તાપમાન ઘટાડતાં) વાયુ-અવસ્થા (વરાળ)

1.3.2 રાસાયણિક બંધારણને આધારે વર્ગીકરણ (Classification Based on Chemical Structure) :

પદાર્થના રાસાયણિક બંધારણને આધારે તેનું તત્ત્વ, સંયોજન અને મિશ્રણ એમ ત્રણ સ્વરૂપમાં વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે :

(1) તત્ત્વ : ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક લેવોઝિયરે (Lavoisier 1743-1794) તત્ત્વ વિશેની સમજૂતી આપી હતી તે પ્રમાણે તત્ત્વ એક જ પ્રકારના પરમાણુઓનો બનેલો છે. જુદાં જુદાં તત્ત્વના પરમાણુઓ જુદાં જુદાં હોય છે. દરેક તત્ત્વને પોતાનો સ્વતંત્ર ગુણધર્મ હોય છે જે બીજા તત્ત્વમાં જોવા મળતો નથી. દા.ત., કાર્બન, સોડિયમ, ઑક્સિજન વગેરે તત્ત્વો છે.

(2) સંયોજન : બે કે તેથી વધુ અસમાન તત્ત્વોના પરમાણુઓ જોડાવાથી સંયોજન બને છે. જ્યારે સંયોજન બને ત્યારે સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વો પોતાનો મૂળ ગુણધર્મ કે રાસાયણિક લાક્ષણિકતા ગુમાવે છે અને તે નવા જ ગુણધર્મો અને રાસાયણિક લાક્ષણિકતા પ્રાપ્ત કરે છે. હાઇડ્રોજન (H) અને ઑક્સિજન (O) વાયુતત્ત્વો છે. તેમના સંયોજાવાથી પાણી (H_2O) નું સંયોજન બને છે. અહીં હાઇડ્રોજન સ્ફોટક રીતે હવામાં સળગે છે. જ્યારે હવામાંનો ઑક્સિજન તેના દહનને સહાયક બને છે. પરંતુ પાણી આગ હોલવનાર પદાર્થ તરીકે વપરાય છે. કારણ કે પાણીમાં ઑક્સિજન અને હાઇડ્રોજનના મૂળ ગુણધર્મ બદલાઈ જાય છે.

(3) મિશ્રણ : બે કે તેથી વધુ દ્રવ્યને મિશ્ર કરી બનાવાતા મિશ્રણમાં પ્રત્યેક ઘટક પોતાના ગુણધર્મો કે રાસાયણિક લાક્ષણિકતાઓ જાળવી રાખે છે. મિશ્રણમાંના પ્રત્યેક ઘટકને ભૌતિક પદ્ધતિથી જુદા પાડી શકાય છે.

મિશ્રણને બે વિભાગમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

(i) સમાંગ મિશ્રણ (ii) વિષમાંગ મિશ્રણ

(i) સમાંગ મિશ્રણ : સમાંગ મિશ્રણમાં મિશ્ર થયેલાં ઘટકો સમાન ભૌતિકસ્થિતિમાં હોય છે. દ્રાવણ એ સમાંગ મિશ્રણ છે. સમાંગ દ્રાવણમાં મિશ્ર થતાં ઘટકો બધે જ એકસરખાં હોય છે. જેમને નિશ્ચિત હદરેખાથી અલગ કરી શકાતા નથી. ઉદાહરણ તરીકે ખાંડ અને પાણીનું મિશ્રણ (ખાંડનું દ્રાવણ), પાણી અને મીઠાનું મિશ્રણ (મીઠાનું દ્રાવણ), ઑક્સિજનનું નાઇટ્રોજનમાં મિશ્રણ (હવા), ઝિંકનું કૉપરમાં મિશ્રણ (મિશ્રધાતુ-પિત્તળ). ખાંડના દ્રાવણમાંથી બાષ્પીભવન દ્વારા ખાંડ અને પાણીને મિશ્રણનાં ઘટકો તરીકે અલગ મેળવી શકાય છે. હવાના પ્રવાહીકરણથી ઑક્સિજન અને નાઇટ્રોજન ઘટકો મિશ્રણમાંથી મેળવી શકાય છે.

(ii) વિષમાંગ મિશ્રણ : વિષમાંગ મિશ્રણમાં મિશ્ર થયેલા ઘટકોની ભૌતિક સ્થિતિ જુદી જુદી હોય છે. વિષમાંગ મિશ્રણમાં પ્રત્યેક ઘટક એકબીજામાં ભળી જતા નથી. પરંતુ એક નિશ્ચિત હદરેખાથી તેમની ભૌતિકસ્થિતિને અલગ કરી શકાય છે. વિષમાંગ મિશ્રણમાં મિશ્ર થતા ઘટકો બધે જ એકસરખા હોતા નથી જેમકે સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl) અને આયર્ન (Fe)ના પાઉડરને મિશ્ર કરતાં વિષમાંગ મિશ્રણ બને છે. અહીં બંને ઘન-અવસ્થામાં હોવા છતાં પણ આ મિશ્રણ એકસરખા સ્વરૂપે હોતું નથી. તેને એક નિશ્ચિત હદરેખાથી અલગ કરી શકાય છે.

બંને પ્રકારના મિશ્રણનાં ઘટકો ભૌતિક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી છૂટા પાડી શકાય. જેમકે ગાળણ, સ્ફટિકીકરણ, નિસ્યંદન વગેરે. NaCl અને આયર્નના મિશ્રણને પાણીમાં ઓગાળી ગાળણ કરી આયર્ન અને મીઠાનું દ્રાવણ અલગ મળી શકે છે અને મીઠાના દ્રાવણનું બાષ્પીભવન કરતાં NaCl મળે છે.

1.4 ભૌતિકરાશિ (Physical Quantity)

ભૌતિકરાશિ (જથ્થા)ના મૂલ્યને દર્શાવવા માટે કોઈ એક સંખ્યા અને તેને અનુરૂપ એકમ જરૂરી છે. ભૌતિકરાશિના મૂલ્યને દર્શાવવા ઓછામાં ઓછા એકમ નક્કી કરવા ખૂબ જ જરૂરી છે. જેમકે કોઈ એક પદાર્થનું દળ 5.0 કિલોગ્રામ છે. અહીં માત્ર 5.0 લખવાથી તેનો અર્થ સ્પષ્ટ થતો નથી. પરંતુ કિલોગ્રામ લખવાથી દળ છે એમ સ્પષ્ટ થાય છે. આથી માપન કરેલા અથવા ગણતરી કરેલા સૂચક મૂલ્યને દર્શાવવા એકમોની અનુકૂળ પસંદગી હોવી જરૂરી છે. ઓછી સંખ્યામાં દર્શાવતા આવા એકમોને મૂળભૂત એકમો કહે છે અને મૂળભૂત એકમોમાંથી બીજા ઉપજાવવામાં આવતા અથવા મેળવાતા એકમોને ઉપજાવેલા એકમો કે સાધિત એકમો કહે છે. દા.ત., 5.0 કિલોગ્રામ વજન ધરાવતા લોખંડના ટુકડાનું દળ કિલોગ્રામમાં છે. અહીં કિલોગ્રામ દળનો મૂળભૂત એકમ છે. તેનો ઉપયોગ કરીને લોખંડના ટુકડાની ઘનતા, દળ અથવા કદ જેવા ઉપજાવેલ એકમ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે.

અત્યાર સુધીમાં ભૌતિકમૂલ્યો માટે ઘણી એકમ પદ્ધતિઓ સમયાંતરે અમલમાં આવી છે. જેવી કે,

(i) FPS પદ્ધતિ (ફૂટ, પાઉન્ડ, સેકન્ડ પદ્ધતિ)
ઈ. સ. 1588માં.

(ii) C.G.S. પદ્ધતિ (સેન્ટિમીટર, ગ્રામ, સેકન્ડ)
(ઈ. સ. 1791-1795)

(iii) M.K.S. પદ્ધતિ (મીટર, કિલોગ્રામ, સેકન્ડ)
(ઈ. સ. 1791-1795)

પદ્ધતિ (ii) અને (iii) ભારતમાં 1956 થી સ્વીકારવામાં આવી છે.

(iv) SI એકમ પદ્ધતિ (લી.સિસ્ટીમી ઇન્ટરનેશનલ ડી. યુનિટ્સ) ઈ. સ. 1971

આવી અનેક પદ્ધતિઓના ઉપયોગથી સર્જાતી મુશ્કેલીઓ દૂર કરવા માટે IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) અને IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) જેવી આંતરરાષ્ટ્રીય સંસ્થાઓએ SI પદ્ધતિને સમાન રીતે ઉપયોગ કરવાની ભલામણ કરેલી છે.

વિજ્ઞાનજગતને આંતરરાષ્ટ્રીય વ્યવહારોમાં એકસૂત્રતાવાળી પદ્ધતિની જરૂર પડી કે જે સર્વસ્વીકૃત, વિશ્વસનીય, પ્રમાણિત અને એકસમાન એકમો ધરાવતી હોય.

ઈ. સ. 1960 માં પૅરિસમાં સેવ્રે (Sevres) ખાતે ઇન્ટરનેશનલ બ્યૂરો ઑફ વેઇટ્સ ઍન્ડ મેઝર્સની 11મી સામાન્ય સભા દરમિયાન માપનમાં એકસૂત્રતા માટે સમજૂતીના કરાર થયા. ઈ. સ. 1971માં આંતરરાષ્ટ્રીય એકમ પદ્ધતિ સ્વીકારવામાં આવી જેને તેના ફ્રેન્ચ નામ (Le Systeme International d'Units) પરથી SI એકમ પદ્ધતિ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

કોષ્ટક 1.1
SI એકમ પદ્ધતિ (મૂળભૂત એકમ)

ભૌતિકરાશિ	રાશિની સંજ્ઞા	SI એકમની સંજ્ઞા	SI એકમનું નામ
લંબાઈ	l	m	મીટર
દળ	m	kg	કિલોગ્રામ
સમય	t	s	સેકન્ડ
વિદ્યુતપ્રવાહ	I	A	ઍમ્પિયર
ઉષ્માગતિકીય તાપમાન	T	K	કેલ્વિન
પદાર્થનો જથ્થો	n	mole	મોલ
જ્યોતિ તીવ્રતા	I_v	cd	કેન્ડેલા

કોષ્ટક 1.2 SI પદ્ધતિમાં વપરાતા પૂર્વગો

ગુણાંક	પૂર્વગ		સંજ્ઞા
10^{-15}	femto	ફેમ્ટો	f
10^{-12}	pico	પિકો	p
10^{-9}	nano	નેનો	n
10^{-6}	micro	માઇક્રો	μ
10^{-3}	milli	મિલિ	m
10^{-2}	centi	સેન્ટિ	c
10^{-1}	deci	ડેસિ	d
10	deca	ડેકા	da
10^{2}	hecto	હેક્ટો	h
10^{3}	kilo	કિલો	K
10^{6}	mega	મેગા	M
10^{9}	giga	ગિગા	G
10^{12}	tera	ટેરા	T
10^{15}	peta	પેટા	P

નીચે કેટલાક મૂળભૂત એકમ અને ઉપજાવેલા એકમોને વ્યાખ્યાયિત કરેલ છે :

(1) દળ : પદાર્થના દ્રવ્યના જથ્થાને દળ કહે છે, જેનો SI એકમ કિલોગ્રામ છે.

કિલોગ્રામ : International Bureau of Weight and Measureમાં રાખેલી પ્લેટિનમ-ઇરિડિયમ (Pt-Ir) મિશ્રધાતુમાંથી બનાવેલ નળાકારના દળને 1 કિલોગ્રામ કહે છે.

પ્રયોગશાળામાં પદાર્થનું દળ માપવા માટે વૈશ્લેષિક વજનકાંટાનો ઉપયોગ થાય છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન બહુ જ ઓછું દળ ધરાવતાં રસાયણોનું દળ માપવા કિલોગ્રામના નાના એકમો ગ્રામ, મિલિગ્રામ, માઇક્રોગ્રામનો ઉપયોગ થાય છે.

(2) કદ : SI એકમોના ઉપયોગથી કદનો ઉપજાવેલો એકમ $(\text{મીટર})^3$ છે.

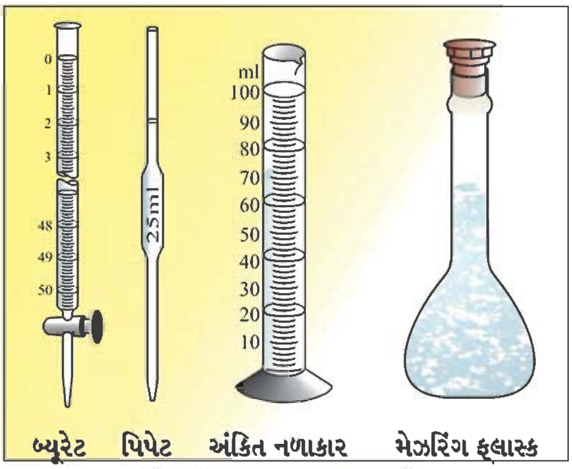
કદ = લંબાઈ × પહોળાઈ × ઊંચાઈ

= મીટર × મીટર × મીટર

= $(\text{મીટર})^3$

રસાયણ વિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં કદના નાના એકમો $(\text{સેમી})^3$ કે $(\text{ડેસિમીટર})^3$ નો ઉપયોગ થાય છે. SI એકમ ન હોવા છતાં કદ માટે વ્યવહારમાં વપરાતો એકમ લિટર (L) છે જે પ્રવાહીનું કદ માપવા માટે ઉપયોગી છે. પ્રવાહીના ઓછું કદ માપવા માટે નાના એકમ તરીકે મિલીલિટરનો ઉપયોગ થાય છે.

પ્રયોગશાળામાં પ્રવાહીનું કદ માપવા માટે બ્યૂરેટ, પિપેટ, અંકિત નળાકાર, મેઝરિંગ ફ્લાસ્ક વગેરે સાધનોનો ઉપયોગ થાય છે. કદ માપવાનાં સાધનો આકૃતિમાં 1.2 દર્શાવ્યા છે.



કેટલાંક કદ માપવાનાં સાધનો

આકૃતિ 1.2

1 લિટર(L) = 1000 મિલિ (mL)

= 1000 સેમી^{3}

= 1 (ડેસિમીટર)^3 અથવા (dm^3)

($\because$ 10 cm = 1 ડેસિમીટર)

mL અને cm^3 SI એકમો નથી.

(3) ઘનતા : એકમ કદમાં રહેલા દ્રવ્યના જથ્થાને ઘનતા કહે છે. ઘનતાનો એકમ મૂળભૂત SI એકમો પરથી ઉપજાવી શકાય છે.

$$\text{ઘનતા} = \frac{\text{દળ}}{\text{કદ}} = \frac{\text{દળનો એકમ}}{\text{કદનો એકમ}}$$

$$= \frac{kg}{m^3}$$

$$= kg\ m^{-3}$$

ઘનતાના નાના એકમમાં દળને ગ્રામમાં અને કદને સેમી^{3} માં દર્શાવતાં ઘનતાનો નાનો એકમ g/cm^3 અથવા gcm^{-3} મળે છે. પરંતુ આનો SI એકમમાં સમાવેશ થતો નથી.

(4) તાપમાન : તાપમાન માપવા માટે SI એકમ કેલ્વિન સિવાયના બીજા બે વ્યવહારમાં ઉપયોગમાં લેવાતા એકમો સેલ્સિયસ (°C) અને ફેરનહીટ (°F) છે.

પ્રયોગશાળામાં તાપમાનના ત્રણ એકમો વચ્ચેનો સંબંધ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય છે :

$$°F = \frac{9}{5}(°C) + 32$$

$$K = °C + 273.15$$

(પરંતુ સામાન્ય રીતે K = °C + 273 લેવાય છે.)

$\therefore$ 0^0C તાપમાન = 32 ^{0}F = 273 K

અહીં એ નોંધવું જોઈએ કે 0^0 થી નીચું ઉષ્ણતામાન એટલે કે ઋણમૂલ્ય સેલ્સિયસમાં શક્ય છે પણ કેલ્વિનમાં ઋણમૂલ્ય શક્ય નથી.

(5) લંબાઈ : લંબાઈનો SI એકમ મીટર છે. મીટરની વ્યાખ્યા 1983માં CGPM (Conference Generale des Poids at Measures) દ્વારા નીચે પ્રમાણે આપવામાં આવી :

મીટર : શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશે 1/299,792,458 સેકન્ડમાં કાપેલા અંતરને 1 મીટર કહે છે.

મૂળભૂત રીતે મીટરના પ્રમાણભૂત માપ માટે 0° સે તાપમાને Pt-Ir મિશ્રધાતુમાંથી નિશ્ચિત સળિયાની લંબાઈને 1 મીટર પ્રમાણભૂત કરેલ છે.

વિદ્યાર્થીમિત્રો, તમને જરૂર પ્રશ્ન થશે કે (Pt-Ir) મિશ્રધાતુ જ કેમ? કારણ કે રાસાયણિક અસર સામે તે અત્યંત પ્રતિરોધક છે અને તેના દળમાં લાંબા સમય સુધી કોઈ જ ભૌતિક કે રાસાયણિક ફેરફાર થતો નથી.

1.5 રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો (Laws of Chemical Combination)

રસાયણવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં બે કે બેથી વધુ પદાર્થો એકબીજા સાથે રાસાયણિક પ્રક્રિયાથી સંયોજન બનાવે ત્યારે રાસાયણિક સંયોગીકરણ માટે નીચેના નિયમોનું પાલન થાય છે :

1.5.1 દ્રવ્યસંચયનો નિયમ (Law of Conservation of Mass) :

''દ્રવ્યનું સર્જન કે વિનાશ શક્ય નથી.'' આ નિયમ ઈ. સ. 1789 માં એન્ટોની લેવોઇઝરે (Antonie Lavoisier) આપ્યો હતો. તેણે દહન પ્રક્રિયાઓનો કાળજીપૂર્વક પ્રયોગાત્મક અભ્યાસ કર્યો અને મળેલાં પરિણામો પરથી ઉપરનો નિર્ણય તારવ્યો. આ નિયમે રસાયણવિજ્ઞાનમાં કેટલાક પાછળથી થયેલા વિકાસનો પાયો નાખ્યો. લેવોઇઝર દ્વારા કાળજીપૂર્વક અને આયોજનબદ્ધ પ્રયોગો કરી પ્રક્રિયક અને નીપજોના દ્રવ્યનું ચોક્કસ મૂલ્ય મેળવી શકાયું.

1.5.2 ડાલ્ટનનો પરમાણ્વિય સિદ્ધાંત (Dalton's Atomic Theory) :

આપણે જોયું કે રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમોમાં પણ ડાલ્ટનનો પરમાણ્વિય સિદ્ધાંત સંકળાયેલો છે. જ્હોન ડાલ્ટને (1776-1884) ઘણા પ્રયોગોનાં પરિણામો પરથી નોંધ્યું કે દ્રવ્ય નાનામાં નાના અવિભાજ્ય સૂક્ષ્મ કણોનો બનેલ છે. આ અવિભાજ્ય સૂક્ષ્મ કણને પરમાણુ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. જ્યારે પરમાણુમાં રહેલા સૂક્ષ્મ કણો (પ્રોટોન, ઇલેક્ટ્રૉન, ન્યુટ્રોન)ની શોધ નહોતી થયેલી ત્યારે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ સમજવા માટે પરમાણ્વિય સિદ્ધાંત ખૂબ જ અગત્યનો પૂરવાર થયો.

ઈ. સ. 1808 માં ડાલ્ટને રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો ''ન્યૂ સિસ્ટિમ ઑફ કેમિકલ જર્નલ'માં રજૂ કર્યા. જેમાં તેણે નીચે પ્રમાણેની રજૂઆત કરી. આને ડાલ્ટનના પરમાણ્વિય સિદ્ધાંતની અભિધારણાઓ કહેવામાં આવે છે :

(1) તત્ત્વ જે નાનામાં નાના સૂક્ષ્મ કણનું બનેલું છે તેને પરમાણુ કહે છે. તત્ત્વના પરમાણુઓ અવિભાજ્ય હોય છે.

(2) કોઈ પણ એક તત્ત્વના બધા જ પરમાણુઓ સમાન હોય છે. પરંતુ અન્ય તત્ત્વના પરમાણુઓથી તેઓ જુદા પડે છે. એટલે કે દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓ અલગ અલગ હોય છે.

(3) કોઈ પણ એક તત્ત્વના બધા જ પરમાણુનું વજન અને ગુણધર્મો સમાન હોય છે. પરંતુ તે અન્ય તત્ત્વના પરમાણુથી વજન અને ગુણધર્મોમાં અલગ અલગ હોય છે.

(4) જુદાં જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ ચોક્કસ પ્રમાણમાં જોડાઈને સંયોજનો બનાવે છે. સંયોજનોમાં રહેલા પરમાણુઓ નિશ્ચિત સંરચના ધરાવે છે.

(5) તત્ત્વના પરમાણુનું વજન નિશ્ચિત હોય છે.

(6) બે કે વધારે તત્ત્વોના રાસાયણિક સંયોગીકરણથી પરમાણુઓ સંયોજાય છે ત્યારે તેમાં પરમાણ્વિય પ્રમાણની સંખ્યા સાદા પૂર્ણાંકમાં હોય છે. આવા પરમાણ્વિય સંયોજનથી બનતા નાનામાં નાના કણને અણુ કહે છે.

(7) રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા પરમાણુની ફેરગોઠવણી શક્ય છે પરંતુ તેનું સર્જન કે વિનાશ શક્ય નથી.

કેન્દ્રીય પ્રક્રિયાઓ અને સમસ્થાનિકોની શોધના સંદર્ભમાં ડાલ્ટનના નિયમનું મહત્ત્વ રહેતું નથી. કારણ કે ડાલ્ટનની અભિધારણા પરમાણુ અવિભાજ્ય છે તે ખોટી ઠરેલ છે. પરમાણુ પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન અને ઇલેક્ટ્રૉન જેવા મૂળભૂત કણોનો બનેલો છે.

1.5.3 નિશ્ચિત સંરચનાનો નિયમ (Law of Constant Proportion) :

"કોઈ પણ સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વોના દળનું પ્રમાણ નિશ્ચિત હોય છે."

વૈજ્ઞાનિક જૉસેફ પ્રાઉસ્ટે(Josheph Proust) (1754-1826) નોંધ્યું કે, ક્યુપ્રિક કાર્બોનેટના કુદરતી રીતે મળેલા નમૂનામાં અને પ્રયોગશાળામાં બનાવેલ ક્યુપ્રિક કાર્બોનેટના નમૂનામાં તત્ત્વોનું ટકાવાર પ્રમાણ સરખું હતું.

ક્યુપ્રિક કાર્બોનેટ $CuCO_3$	કૉપરના ટકા	કાર્બનના ટકા	ઑક્સિજનના ટકા
કુદરતી ક્યુપ્રિક કાર્બોનેટ	51.35	9.74	38.91
સાંશ્લેષિત ક્યુપ્રિક કાર્બોનેટ	51.35	9.74	38.91

હાઇડ્રોજનવાયુ અને ઑક્સિજનવાયુની પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતા પાણી (H_2O) અને હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ (H_2O_2)ના વિઘટનથી મળતું પાણી (H_2O) એક સમાન સંરચના ધરાવે છે. દરેક H_2O માં 2.016 ગ્રામ હાઇડ્રોજન અને 16.00 ગ્રામ ઑક્સિજન સંયોજાયેલા હોય છે.

ડાલ્ટનનો પરમાણ્વિય સિદ્ધાંત સંયોજનોની નિશ્ચિત સંરચનાના નિયમની સમજૂતી આપે છે. આ સિદ્ધાંત પ્રમાણે નિશ્ચિત સંયોજનના દરેક નમૂનામાં તેનાં ઘટકતત્ત્વોની સાપેક્ષ સંખ્યા સરખી હોય છે અને તે જ પ્રમાણે સંયોજનની અને તેમાંના દરેક તત્ત્વની દળપ્રમાણ સંખ્યા પણ હંમેશાં સરખી હોય છે, જેમકે

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$$

અહીં H_2O માં તત્ત્વોની સાપેક્ષ સંખ્યા H:O = 2:1 ના પ્રમાણમાં અને દળના 1:8 પ્રમાણની સાપેક્ષ સંખ્યા H, 2 ગ્રામ અને O, 16 ગ્રામ છે. આથી H_2Oના 18 ગ્રામ નિશ્ચિત મળે છે.

1.5.4 ગુણક પ્રમાણનો નિયમ (Law of Multiple Proportion) :

વૈજ્ઞાનિક ડાલ્ટને ઈ. સ. 1803 માં આ સિદ્ધાંત આપ્યો. જો બે તત્ત્વો સંયોજિત થઈ એકથી વધુ સંયોજનો બનાવતા હોય તો એક તત્ત્વના નિશ્ચિત દળ સાથે સંયોજિત થતાં બીજા તત્ત્વના વિવિધ દળનું પ્રમાણ સાદી નાની પૂર્ણાંક સંખ્યાથી દર્શાવી શકાય છે.

જેમકે હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજન એમ બે તત્ત્વો સંયોજિત થતાં તેમાંથી પાણી H_2O અને હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ H_2O_2 બને છે.H_2O અને H_2O_2 માં 2.0 ગ્રામ હાઇડ્રોજન સાથે જોડાતા ઑક્સિજનના દળ અનુક્રમે 16.0 ગ્રામ અને 32.0 ગ્રામ છે.

H_2	+	$\frac{1}{2}O_2$	=	H_2O
હાઇડ્રોજન		ઑક્સિજન		પાણી
2 ગ્રામ		16 ગ્રામ		18 ગ્રામ
H_2	+	O_2	=	H_2O_2
2 ગ્રામ		32 ગ્રામ		34 ગ્રામ

ગુણક પ્રમાણના નિયમ પ્રમાણે હાઇડ્રોજનના નિશ્ચિત દળ સાથે જોડાતા ઑક્સિજનનું દળ-પ્રમાણ 16:32 છે જે નાની પૂર્ણાંક સંખ્યા 2 વડે દર્શાવતાં તેના પ્રમાણને 1:2 પ્રમાણ વડે દર્શાવી શકાય.

1.5.5 સંયોજિત ભારનો નિયમ (Law of Combining Weights) :

જો બે તત્ત્વોના ભાર (વજન) અથવા તેના સાદા ગુણકદળ (વજન) ત્રીજા તત્ત્વના સમાનભાર સાથે પ્રક્રિયા કરે તો તે બંને તત્ત્વો પણ એકબીજા સાથે પ્રક્રિયા કરી શકે છે. તત્ત્વોના સંયોજિત ભાર (વજન) તેના પરમાણ્વિય દળ કે તેના સાદા પૂર્ણાંક ગુણકમાં હોય છે, જેમકે,

HClમાં H + Cl

1 ગ્રામ 35.5 ગ્રામ છે.

Cl_2Oમાં O + 2Cl

16 ગ્રામ 2×35.5

= 71 ગ્રામ છે.

હવે જો Cl_2Oમાં રહેલા 2Cl નું પ્રમાણ HClમાંના Cl જેટલું (35.5 ગ્રામ) કરવામાં આવે તો Cl_2O માં ઑક્સિજન 8 ગ્રામ થશે. તેથી બંને સંયોજનોમાં ક્લોરિન સાથે જોડાતા બે તત્ત્વો હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનના ભાર (વજન) અનુક્રમે 1 અને 8 થશે. તેથી H અને O ના આ ભાર પ્રમાણે 1 અને 8 ના જોડાવાથી H_2O મળશે. મળતા H_2O માં પણ હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનો ભાર-પ્રમાણ 2:16 અથવા 1:8 રહે છે. તે આ નિયમના આધારે જોઈ શકાય છે.

1.6 પરમાણ્વિય દળ, આણ્વિય દળ, મોલર દળ અને મોલ સંકલ્પના (Atomic Mass, Molecular Mass, Molar Mass and Mole Concept)

(1) પરમાણ્વિય દળ (પરમાણુભાર) : ડાલ્ટનના પરમાણ્વિય સિદ્ધાંત પ્રમાણે દરેક તત્ત્વના પરમાણુને નિશ્ચિત દળ હોય છે, જેને પરમાણ્વિય દળ કહે છે.

પરમાણ્વિય દળ દરેક તત્ત્વના પરમાણુની આગવી લાક્ષણિકતા છે. આ અતિસૂક્ષ્મ પરમાણુના દળ શોધવા અતિ મુશ્કેલ છે. દ્રવ્યમાન સ્પેક્ટ્રોમિટર (Mass Spectrometer) નામના આધુનિક સાધનથી પરમાણ્વિય દળનું નિશ્ચિત મૂલ્ય મેળવી શકાય છે.

IUPAC અને IUPAP તરફથી ઈ. સ. 1961 થી કાર્બન-12ના પરમાણ્વિય દળને પ્રમાણિત ગણી બાકીનાં તત્ત્વોના પરમાણ્વિય દળ શોધવામાં આવે છે. કાર્બનના સમસ્થાનિકો

પૈકીનો એક ^{12}C છે. જેને પ્રમાણિત ગણી તેનું પરમાણ્વિય દળ 12 amu સ્વીકારવામાં આવ્યું છે. તે પરથી બીજા તત્ત્વના પરમાણ્વિય દળ શોધી શકાય છે. જેમકે હાઇડ્રોજનનું પરમાણ્વિય દળ પ્રમાણિત ^{12}C ના દળ કરતાં 1/12 ગણું થાય.

[**નોંધ :** amu = atomic mass unit]

પરમાણ્વિય દળ એકમને હાલમાં Unified mass તરીકે ગણીને એકમ 'u' વપરાય છે.

$$1\ amu = 1.66056 \times 10^{-24}\ \text{ગ્રામ}$$

હાઇડ્રોજનના એક પરમાણુનું દળ = 1.6736×10^{-24} ગ્રામ

$$\therefore \text{હાઇડ્રોજનનું પરમાણ્વિય દળ} = \frac{1.6736 \times 10^{-24}\ \text{ગ્રામ}}{1.66056 \times 10^{-24}\ \text{ગ્રામ}}$$

$$= 1.0078\ amu$$

$$\approx 1.008\ amu$$

આ જ પ્રમાણે ઑક્સિજનનું પરમાણ્વિય દળ = 15.995 u

$$\approx 16.0\ u$$

(2) આણ્વિય દળ (અણુભાર) : અણુમાં રહેલા પરમાણુઓના પરમાણ્વિય દળનો ઉપયોગ કરી આણ્વિય દળ શોધવામાં આવે છે. અણુનું આણ્વિયસૂત્ર જાણતા હોઈએ તો તેમાં રહેલા પરમાણુની સંખ્યાને તે પરમાણુના પરમાણ્વિય દળ વડે ગુણી તેમનો સરવાળો કરતાં આણ્વિય દળ મેળવી શકાય છે.

દા.ત., (i) પાણી H_2O નું આણ્વિય દળ શોધવું છે.

H_2O નું આણ્વિય દળ = 2(H નું પરમાણ્વિય દળ)

+ (O નું પરમાણ્વિય દળ)

= 2 (1.008u) + 1 (16 u)

= 18.016 u

(ii) સુક્રોઝ = $C_{12}H_{22}O_{11}$ નું આણ્વિય દળ

સુક્રોઝનું આણ્વિય દળ = 12 (C નું પરમાણ્વિય દળ) + 22 (H નું પરમાણ્વિય દળ) + 11 (O નું પરમાણ્વિય દળ)

= 12(12u) + 22(1u) + 11(16u)

= 144u + 22u + 176u

= 342u

(3) મોલર દળ અને મોલ-સંકલ્પના : SI પદ્ધતિ પ્રમાણે મોલ (Mole) એ પદાર્થનો જથ્થો દર્શાવવા માટેનો પાયાના સાત એકમો પૈકીનો એક એકમ છે. અલ્પપ્રમાણ ધરાવતા પદાર્થમાં પરમાણુ કે અણુઓની સંખ્યા ઘણી વધારે હોય છે. વારંવાર આ મોટી સંખ્યાનો ઉપયોગ કંટાળાજનક અને ભૂલભરેલો બને છે. તેથી સંખ્યાઓના ચોક્કસ જથ્થાને વ્યવહારમાં લાવવો જરૂરી બને છે. જેવી રીતે 20 નંગ બરાબર 1 કોડી, 12 નંગ બરાબર 1 ડઝન, 144 નંગ બરાબર 1 ગ્રોસ એકમનો ઉપયોગ સામાન્ય વ્યવહારમાં થાય છે. તેવી રીતે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં વપરાતા પદાર્થના જથ્થાને ગ્રામ એકમમાં દર્શાવવામાં આવે છે. પરંતુ આ જથ્થામાં અસંખ્ય પરમાણુઓ કે અણુઓ રહેલા હોય છે. પરમાણુ કે અણુઓની સંખ્યાના ચોક્કસ જથ્થાને દર્શાવવા 'મોલ' એકમને રજૂ કરવામાં આવ્યો. એક મોલમાં રહેલા પરમાણુ, અણુ, આયન કે ઘટકકણોની સંખ્યા 6.022×10^{23} હોય છે.

12 ગ્રામ કાર્બનના ^{12}C સમસ્થાનિકમાં રહેલા પરમાણુની સંખ્યા 6.022×10^{23}ને પ્રમાણિત ગણી તેને મોલ તરીકે સ્વીકારવામાં આવી છે. આ સંખ્યાને એવોગેડ્રો આંક 'N_A' કહે છે. ^{12}Cના એક પરમાણુનું દળ દ્રવ્યમાન સ્પેક્ટ્રોમિટર વડે માપતાં તેનું મૂલ્ય 1.992648×10^{-23} ગ્રામ મળે છે. એવોગેડ્રો આંકને દસના ગુણકમાં લીધા વિના આ સંખ્યાને તેનાં શૂન્યો સહિત દર્શાવતાં તેની વિશાળતાનો ખ્યાલ આવી શકે છે. 602213670000000000000000 આવા ઘણાબધા ઘટક કણો ભેગા મળી કોઈ એક નિશ્ચિત પદાર્થનો એક મોલ બનાવે છે.

આ પરથી કહી શકાય કે,

1 મોલ હાઇડ્રોજન = 6.022×10^{23} હાઇડ્રોજન પરમાણુ

1 મોલ પાણીનો અણુ = 6.022×10^{23} પાણીના અણુઓ

1 મોલ સોડિયમ ક્લોરાઇડ = 6.022×10^{23} (સોડિયમ ક્લોરાઇડના અણુઓ)

12 ગ્રામ દળના કાર્બનમાં રહેલા પરમાણુની સંખ્યા નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય :

$$\therefore \text{કાર્બન પરમાણુની સંખ્યા} = \frac{1\ \text{મોલ C નું દળ}}{1\ \text{C પરમાણુનું પરમાણ્વિય દળ}}$$

$$= \frac{12\ \text{ગ્રામ મોલ}^{-1}}{1.992648 \times 10^{-23}\ \text{ગ્રામ પરમાણુ}^{-1}}$$

$$= 6.022 \times 10^{23}\ \text{પરમાણુ મોલ}^{-1}$$

મોલની ગણતરી માટેનું સૂત્ર નીચે પ્રમાણે છે :

$$\text{મોલ} = \frac{\text{પરમાણુ કે અણુનું દળ ગ્રામ એકમમાં}}{\text{પરમાણ્વિય દળ કે આણ્વિય દળ ગ્રામ મોલ}^{-1}\text{એકમમાં}}$$

આમ, એક મોલ એટલે કે 6.022×10^{23} કણોના ભારને તેનો મોલરભાર (આણ્વિય ભાર) કહે છે.

દાખલો 1.1 : 100 ગ્રામ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2)માં કાર્બનના કેટલા મોલ હશે ? CO_2 નું આણ્વિયદળ = 44 ગ્રામ મોલ$^{-1}$ છે તેમાં રહેલા Cના પરમાણુની સંખ્યા ગણો.

$$CO_2\ \text{ના મોલ} = \frac{CO_2\ \text{દળ}}{CO_2\ \text{નું આણ્વિય દળ}}$$

$$= \frac{100\ \text{ગ્રામ}}{44\ \text{ગ્રામમોલ}^{-1}} = 2.27\ \text{મોલ}$$

CO_2 ના મોલ = C ના મોલ (કારણ કે CO_2 માં એક જ C છે.)

$\therefore$ C ના મોલ = 2.27 મોલ

C ના પરમાણુની સંખ્યા = C ના મોલ × એવોગેડ્રો આંક

$= 2.27 \times 6.022 \times 10^{23}$

$= 13.669 \times 10^{23}$

1.7 બંધારણીય તત્ત્વોની ટકાવારી અને આણ્વીયસૂત્ર (Percentage Composition and Molecular Formula)

1.7.1 બંધારણીય તત્વોની ટકાવારી (Percentage Composition)

બે કે બેથી વધુ તત્ત્વોથી સંયોજન બનેલું હોય ત્યારે સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વોનું પ્રમાણ તેમના દળના ચોક્કસ પ્રમાણમાં હોય છે. જો સંયોજનનું આણ્વીયસૂત્ર જાણતા હોઈએ તો તેનું ટકાવાર દળ ગણી શકાય છે. આથી ઊલટું જો સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વોનું ટકાવાર દળ જાણતા હોઈએ તો તે સંયોજનનું આણ્વીયસૂત્ર નક્કી કરી શકાય છે.

$$\text{તત્ત્વોનું ટકાવાર દળ} = \frac{\text{સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વોનું દળ} \times 100}{\text{સંયોજનનું આણ્વીયદળ}}$$

દાખલો 1.2 પાણી (H_2O) માં રહેલા દરેક તત્ત્વનું ટકાવાર દળ ગણો.

ઉકેલ : H નું પરમાણ્વીય દળ = 1.0 ગ્રામમોલ$^{-1}$

O નું પરમાણ્વીય દળ = 16.0 ગ્રામમોલ$^{-1}$

$\therefore$ H_2O નું આણ્વીય દળ = 18.0 ગ્રામમોલ$^{-1}$

હાઇડ્રોજનનું ટકાવાર દળ $= \frac{2 \times 1.0 \times 100}{18.0} = 11.11\ \%$

ઑક્સિજનનું ટકાવાર દળ $= \frac{16.0 \times 100}{18.0} = 88.89\ \%$

દાખલો 1.3 : ઇથેનોલ (C_2H_5OH) માં રહેલા દરેક તત્ત્વનું ટકાવાર દળ-પ્રમાણ શોધો.

ઉકેલ : C નું પરમાણ્વીય દળ = 12 ગ્રામમોલ$^{-1}$

H નું પરમાણ્વીય દળ =1 ગ્રામમોલ$^{-1}$

O નું પરમાણ્વીય દળ =16.0 ગ્રામમોલ$^{-1}$

$\therefore$ ઇથેનોલનું C_2H_2OH નું આણ્વીય દળ

$= 2(12.0) + 6(1.0) + 1(16.0)$

$= 24 + 6 + 16$

= 46 ગ્રામમોલ$^{-1}$

H નું ટકાવાર દળ $= \frac{6(1.0) \times 100}{46} \approx 13.04\ \%$

C નું ટકાવાર દળ $= \frac{2(12) \times 100}{46} \approx 52.17\ \%$

O નું ટકાવાર દળ $= \frac{16 \times 100}{46} \approx 34.78\ \%$

1.7.2 પ્રમાણસૂચકસૂત્ર અને આણ્વીયસૂત્ર (Empirical Formula and Molecular Formula) :

દરેક સંયોજનનું આણ્વીયસૂત્ર નક્કી કરવા તેના બંધારણમાં રહેલાં ઘટકતત્ત્વોનું ટકાવાર પ્રમાણ જાણવું જરૂરી બને છે. આ માહિતી પરથી સંયોજનનું સરળ સૂત્ર નક્કી થાય છે. આ સરળ સૂત્ર દ્વારા સંયોજનમાં રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુનું સાપેક્ષ પ્રમાણ દર્શાવાય છે. પરમાણુનું આ સાપેક્ષ પ્રમાણ દર્શાવતા સૂત્રને પ્રમાણસૂચકસૂત્ર કહે છે. પ્રમાણસૂચકસૂત્ર નક્કી કરવા માટે નીચે પ્રમાણે તબક્કાવાર ગણતરી કરવામાં આવે છે :

(i) સંયોજનમાંનાં તત્ત્વોની સંજ્ઞા દર્શાવવી.

(ii) આ તત્ત્વોની ટકાવારી નક્કી કરવી.

(iii) તત્ત્વોની ટકાવારી અને તત્ત્વોના પરમાણ્વીય દળનો ગુણોત્તર નક્કી કરવો તેથી તત્ત્વમાં રહેલા પરમાણુનો ગુણોત્તર મળશે.

(iv) દરેક તત્ત્વના મળેલા આ ગુણોત્તરમાંથી સૌથી નાના ગુણોત્તર વડે દરેક તત્ત્વના ગુણોત્તરને ભાગવાથી સાદી પૂર્ણાંક સંખ્યાનો ગુણોત્તર મળશે.

(v) પ્રમાણસૂચક સૂત્રનું સૂત્રદળ શોધો.

(vi) સંયોજનના આણ્વીય દળ અને પ્રમાણસૂચક સૂત્રદળનો ઉપયોગ કરી ગુણક સંખ્યા n શોધો.

$$n = \frac{\text{આણ્વીય દળ}}{\text{સૂત્રદળ (પ્રમાણસૂચક સૂત્રભાર)}}$$

(vii) પ્રમાણસૂચક સૂત્રને n વડે ગુણવાથી આણ્વીયસૂત્ર મળે છે.

આણ્વીયસૂત્ર $= n \times$ પ્રમાણસૂચક સૂત્ર

($\because$ જ્યાં n = ગુણકની સંખ્યા)

દાખલો 1.4 : એક કાર્બનિક પદાર્થમાં કાર્બન, હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનું ટકાવાર પ્રમાણ અનુક્રમે 54.55 %, 9.06 % અને 36.39 % છે. તત્ત્વોના ટકાવાર પ્રમાણ પરથી પ્રમાણસૂચકસૂત્ર અને આણ્વીયસૂત્ર શોધો. (કાર્બનિક પદાર્થનું આણ્વીય દળ 88 ગ્રામમોલ$^{-1}$ છે.)

તત્ત્વ સંજ્ઞા	તત્ત્વનું પરમાણ્વીયદળ	ટકા %	પરમાણુનો ગુણોત્તર	સાદો ગુણોત્તર	સાદી પૂર્ણાંક સંખ્યા
C	12	54.55	$\frac{54.55}{12}=4.55$	$\frac{4.55}{2.27}=2.0$	2
H	1	9.06	$\frac{9.06}{1}=9.06$	$\frac{9.06}{2.27}=3.99$	4
O	16	36.39	$\frac{36.39}{16}=2.27$	$\frac{2.27}{2.27}=1.0$	1

∴ પ્રમાણસૂચક સૂત્ર C_2H_4O મળે જેનું સૂત્રદળ

= 24 + 4 + 16=44 ગ્રામસૂત્ર$^{-1}$

ગુણક સંખ્યા n = $\frac{\text{આણ્વીય દળ}}{\text{સૂત્ર દળ}} = \frac{88}{44} = 2$

અણુસૂત્ર = 2 × પ્રમાણસૂચક સૂત્ર

= 2 × C_2H_4O

= $C_4H_8O_2$ મળે.

1.8 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની તત્ત્વયોગમિતિ અને ગણતરી (Stoichiometric Calculation of Chemical Reaction)

તત્ત્વયોગમિતિનો અર્થ તત્ત્વોની યોગ્ય રીતે વહેંચણી એવો થાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતા પ્રક્રિયકો અને નીપજોનો જથ્થો નક્કી કરી તેની યોગ્ય વહેંચણી કરવી એટલે તત્ત્વયોગમિતિ.

પ્રત્યેક રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયક અને નીપજના અણુઓની સંખ્યાના સંદર્ભમાં તેનું મોલપ્રમાણ તત્ત્વયોગમિતિ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. તત્ત્વયોગમિતિ દ્વારા રાસાયણિક પ્રક્રિયાની સંતુલન સ્થિતિ અને સમતુલિત સમીકરણ પરથી પ્રક્રિયાની ભારાત્મક માહિતી પણ મળે છે. દા.ત., મિથેનની દહન પ્રક્રિયાનું સમતુલિત સમીકરણ નીચે પ્રમાણે છે. તો તત્ત્વયોગમિતિ દ્વારા કઈ માહિતી પ્રાપ્ત થાય છે તે જાણીએ.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

	CH_4	O_2	CO_2	H_2O
મોલ	એક મોલ	બે મોલ	એક મોલ	બે મોલ
અણુ	એક અણુ	બે અણુ	એક અણુ	બે અણુ
*કદ	22.4 લિ.	2 x 22.4 લિ. = 44.8 લિ.	22.4 લિ.	2 x 22.4 = 44.8 લિ.
દળ	16.0 ગ્રામ	2 x 32 = 64 ગ્રામ	44 ગ્રામ	2 x 18 = 36 ગ્રામ
પરમાણુની સંખ્યા	6.022×10^{23}	$2 \times 6.022 \times 10^{23}$	6.022×10^{23}	$2 \times 6.022 \times 10^{23}$

* STP પરિસ્થિતિ

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોનું તત્વયોગમિતિ 1:2 અને નીપજોનું તત્વયોગમિતિ પણ 1:2 છે. આમ, સામાન્ય પ્રક્રિયા $aA + bB \rightarrow cC + dD$ માટે પ્રક્રિયકો તથા નીપજોની તત્ત્વયોગમિતિ અનુક્રમે a:b અને c:d છે.

1.8.1 પ્રક્રિયા સમીકરણનું સમતોલન (Balancing of Reaction Equation) :

દ્રવ્યસંચય અને સંયોજિત દળના નિયમ પ્રમાણે સમતુલિત રાસાયણિક સમીકરણની બંને બાજુએ (ડાબી બાજુએ પ્રક્રિયકો અને જમણી બાજુએ નીપજો) પ્રત્યેક તત્ત્વના પરમાણુની સંખ્યા સમાન હોય છે. જો પ્રક્રિયા સમીકરણની બંને બાજુએ તત્ત્વોના પરમાણુની સંખ્યા સમાન ન હોય તો પ્રક્રિયક અને નીપજનાં સૂત્રો આગળ વારાફરતી અલગ અલગ ગુણક મૂકી અજમાયશી (પ્રયત્ન અને ભૂલ) રીતનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેથી બંને બાજુ પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન થાય. બંને બાજુના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવાની આ ક્રિયાને સમીકરણનું સમતોલન કહે છે. અગાઉના ધોરણ 9 માં સમીકરણ સમતુલિત કરવાની આ રીત વિશે શીખ્યા છો.

દા.ત., $P_{4(s)} + O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(s)}$ (અસંતુલિત સમીકરણ)

આ સમીકરણમાં ફૉસ્ફરસના પરમાણુ સંતુલિત છે પણ ઑક્સિજનના પરમાણુ નથી. તેમને સંતુલિત કરવા માટે આપણે સમીકરણની જમણી બાજુએ દેખાતા ઑક્સિજનના પરમાણુને સમતુલિત કરવા પડશે માટે સમીકરણની ડાબી બાજુએ ઑક્સિજનની આગળ પૂર્વગ 5 ગુણક તરીકે મૂકવો પડશે. જેમકે

$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow P_4O_{10(s)}$ (સંતુલિત સમીકરણ)

નીચે આપેલી પ્રક્રિયાઓ સમતુલિત નથી :

(i) $PbS + O_2 \longrightarrow PbO + SO_2$

(ii) $Pb_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + H_2O$

(iii) $Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4$

(iv) $Cu_2S + O_2 \rightarrow Cu_2O + SO_2$

(v) $MnO_2 + KOH + O_2 \rightarrow 2K_2MnO_4 + H_2O$

આ પ્રક્રિયાઓને સંતુલિત કરતાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

(i) $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$

(ii) $Pb_4 + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$

(iii) $Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$

(iv) $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

(v) $2MnO_2 + 4KOH + O_2 \rightarrow 2K_2MnO_4 + 2H_2O$

1.9 દ્રાવણોમાં થતી પ્રક્રિયાઓની તત્ત્વયોગમિતિ (Stoichiometry of Reactions in Solutions)

પ્રયોગશાળામાં થતી મોટા ભાગની પ્રક્રિયાઓ દ્રાવણોમાં થાય છે. આથી એ જાણવું જરૂરી બને છે કે, દ્રાવણમાં રહેલા પદાર્થના જથ્થાનું પ્રમાણ કેટલું છે ? આપેલા કદના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થયેલા પદાર્થનો જથ્થો અને દ્રાવણની સાંદ્રતા જાણવા માટેની કેટલીક રીતોમાં નોર્માલિટી(સપ્રમાણતા), મોલારિટી, મોલાલિટી, મોલઅંશ, વજનથી ટકાવારી, કદથી ટકાવારી વગેરેનો ઉપયોગ કરી શકાય જેના વિશે પ્રત્યેક એકમની વિગતવાર માહિતી નીચે આપેલ છે. સાંદ્રતા ગણવામાં તત્ત્વયોગમિતિ ઉપયોગી થાય છે.

(i) સપ્રમાણતા (નોર્માલિટી) N : 1 ગ્રામ તુલ્યદળ ધરાવતા પદાર્થને ઓગાળી 1 લિટર દ્રાવણ બનાવતાં બનતું દ્રાવણ 1 સપ્રમાણ દ્રાવણ કહેવાય અથવા દ્રાવણની સપ્રમાણતા 1 છે.

$$\text{સપ્રમાણતા (નોર્માલિટી)} = \frac{\text{ગ્રામ લિટર}^{-1}}{\text{તુલ્યભાર}}$$

$$= \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન ગ્રામમાં}}{\text{તુલ્યભાર} \times \text{ દ્રાવણનું કદ લિટરમાં}}$$

$$\text{ઍસિડનો તુલ્યભાર} = \frac{\text{ઍસિડનો આણ્વિય દળ(ગ્રામમોલ}^{-1})}{\text{ઍસિડની બેઝિકતા}}$$

$$\text{બેઇઝનો તુલ્યભાર} = \frac{\text{બેઇઝનો આણ્વિય દળ(ગ્રામમોલ}^{-1})}{\text{બેઇઝની ઍસિડિકતા}}$$

દાખલો 1.5 : 73 ગ્રામ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડને પાણીમાં ઓગાળી દ્રાવણ 500 મિલિ બનાવવામાં આવ્યું. આ દ્રાવણની સપ્રમાણતા (નોર્માલિટી) ગણો.

ઉકેલ : HCl નું આણ્વિય દળ = 36.5 ગ્રામમોલ$^{-1}$

આણ્વિય દળ અને તુલ્યદળ સમાન છે.

HCl નું તુલ્યદળ = 36.5 ગ્રામ તુલ્ય$^{-1}$

દ્રાવણનું કદ 500 મિલિ = 0.5 લિટર

દ્રાવ્ય HCl નું વજન = 73 ગ્રામ

$$\text{સપ્રમાણતા} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન ગ્રામમાં}}{\text{તુલ્યભાર} \times \text{દ્રાવણનું કદ લિટરમાં}}$$

$$\text{નોર્માલિટી} = \frac{73}{36.5 \times 0.5} = 4\text{ N}$$

(ii) મોલારિટી M : 1 ગ્રામમોલ દ્રાવ્ય પદાર્થ ધરાવતા એક લિટર દ્રાવણને 1 મોલર દ્રાવણ કહે છે અથવા આ દ્રાવણની મોલારિટી (M) 1 છે. આ એકમનો ખૂબ જ વ્યાપક રીતે ઉપયોગ થાય છે.

$$\text{મોલારિટી(M)} = \frac{\text{ગ્રામ લિટર}^{-1}}{\text{આણ્વિય દળ}}$$

$$= \frac{\text{દ્રાવ્યનું દળ ગ્રામમાં}}{\text{આણ્વિય દળ} \times \text{દ્રાવણનું કદ લિટરમાં}}$$

અત્રે નોંધવું જોઈએ કે દ્રાવણની નોર્માલિટી અને મોલારિટી તાપમાન પર આધારિત છે. કારણ કે દ્રાવણના કદ પર તાપમાનની અસર થાય છે.

દાખલો 1.6 : 5 લિટર જલીય દ્રાવણમાં 4 ગ્રામ NaOH ઓગાળેલ હોય તો બનતા દ્રાવણની મોલારિટી શોધો.

ઉકેલ : NaOH આણ્વિય દળ = 40 ગ્રામમોલ$^{-1}$

દ્રાવ્ય NaOH નું વજન = 4 ગ્રામ

દ્રાવણનું કદ = 5 લિટર

$$\therefore \text{ મોલારિટી (M)} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું દળ ગ્રામમાં}}{\text{આણ્વિય દળ} \times \text{દ્રાવણનું કદ લિટરમાં}}$$

$$= \frac{4}{40 \times 5} = 0.02\text{ M}$$

(iii) મોલાલિટી (Molality) m : 1 કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં 1 ગ્રામમોલ દ્રાવ્ય પદાર્થને ઓગાળતાં મળતા દ્રાવણને 1 મોલલ દ્રાવણ કહે છે અથવા આ દ્રાવણની મોલાલિટી (m) 1 છે.

$$\text{મોલાલિટી (m)} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું દળ ગ્રામમાં}}{\text{આણ્વિય દળ} \times \text{દ્રાવકનું વજન કિલોગ્રામમાં}}$$

અહીં નોંધવું જોઈએ કે, દ્રાવણની મોલાલિટી તાપમાન સાથે બદલાતી નથી કારણ કે વજન પર તાપમાનની કોઈ અસર થતી નથી.

દાખલો 1.7 : 1.5 કિલોગ્રામ દ્રાવકમાં 149 ગ્રામ KOH ઓગાળી બનાવેલ દ્રાવણની સાંદ્રતા મોલાલિટીમાં શોધો.

ઉકેલ : KOH નું આણ્વિય દળ = 56 ગ્રામમોલ$^{-1}$

દ્રાવ્ય KOH નું (દળ) = 149 ગ્રામ

દ્રાવકનું દળ = 1.5 કિલોગ્રામ

$$\text{મોલાલિટી (m)} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું દળ ગ્રામમાં}}{\text{આણ્વિય દળ} \times \text{દ્રાવકનું વજન કિલોગ્રામમાં}}$$

$$= \frac{149}{56 \times 1.5} = 1.77\text{ m}$$

(iv) મોલ અંશ (Mole Fraction) : દ્રાવણમાંના કોઈ એક ઘટકના મોલ અને દ્રાવણમાં રહેલા બધા ઘટકોની કુલ મોલ સંખ્યાના ગુણોત્તરને તે ઘટકનો મોલ અંશ કહે છે.

$$\text{ઘટકનો મોલ અંશ} = \frac{\text{ઘટકના મોલ}}{\text{દ્રાવણમાં રહેલા બધા ઘટકોની કુલ મોલસંખ્યા}}$$

દ્રાવણમાં રહેલા ઘટકોના મોલ અંશનો કુલ સરવાળો 1 થાય છે.

દાખલો 1.8 : 180 ગ્રામ પાણીમાં 4 ગ્રામ NaOH ઓગાળવાથી બનતા દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય NaOH અને પાણીના મોલ અંશ ગણો.

ઉકેલ : દ્રાવ્ય NaOH નું આણ્વીય દળ = 40 ગ્રામ મોલ$^{-1}$

$$\text{દ્રાવ્ય NaOH ના મોલ} = \frac{\text{વજન}}{\text{આણ્વીય દળ}} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ મોલ}$$

$$\text{દ્રાવક પાણીના મોલ} = \frac{\text{વજન}}{\text{આણ્વીય દળ}} = \frac{180}{18} = 10 \text{ મોલ}$$

$\therefore$ કુલ મોલ = 0.1 + 10 મોલ = 10.1 મોલ

$$\text{NaOH મોલ અંશ} = \frac{\text{NaOH ના મોલ}}{\text{કુલ મોલ સંખ્યા}}$$

$$= \frac{0.1 \text{ મોલ}}{10.1 \text{ મોલ}} = 0.0099$$

$$\text{પાણીના મોલ અંશ} = \frac{\text{પાણીના મોલ}}{\text{કુલ મોલ સંખ્યા}}$$

$$= \frac{10.0 \text{ મોલ}}{10.1 \text{ મોલ}} = 0.9901$$

આ દાખલામાં NaOH ના મોલ અંશ + H_2O ના મોલ અંશ = 0.0099 + 0.9901 = 1.0

આમ, દ્રાવણમાં ઘટકોના મોલ અંશનો સરવાળો 1 થશે.

(v) વજનથી ટકાવારી (% w/w) : 100 ગ્રામ દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થયેલા પદાર્થના ગ્રામમાં વજનને વજનથી ટકાવારી (%w/w) કહે છે. આ પ્રકારના દ્રાવણને દ્રાવ્યના વજનને અનુલક્ષીને પ્રતિશત પ્રમાણ કહે છે.

$$\%\text{w/w} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન} \times 100}{\text{દ્રાવણનું વજન (ગ્રામમાં)}}$$

(માટે દ્રાવણનું વજન = દ્રાવ્યનું વજન + દ્રાવકનું વજન)

તાપમાન બદલાતાં મોલાલિટી, મોલઅંશ, વજન, વજનથી ટકાવારીનાં મૂલ્યો બદલાતાં નથી.

દાખલો 1.9 : 500 ગ્રામ દ્રાવણમાં કેટલા ગ્રામ NaOH ઓગાળતાં 5 % w/w સાંદ્રતા ધરાવતું દ્રાવણ મળશે.

ઉકેલ :

$$\%\text{ w/w} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન ગ્રામમાં} \times 100}{\text{દ્રાવણનું વજન ગ્રામમાં}}$$

$$5\ \% = \frac{\text{દ્રાવ્યનું વજન ગ્રામમાં} \times 100}{500}$$

$$\text{દ્રાવ્યનું વજન} = \frac{500 \times 5}{100}$$

$$= 25 \text{ ગ્રામ}$$

સારાંશ

રસાયણ વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ ખૂબ જ મહત્ત્વનો છે, કારણ કે તેનું સામ્રાજ્ય જીવનના દરેક ક્ષેત્રને આવરી લે છે. રસાયણ વિજ્ઞાનીઓએ પદાર્થના બંધારણ અને ગુણધર્મો તથા તેમાં થતા ફેરફારોનો અભ્યાસ કર્યો. દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થાઓમાં ઘટકોની ગોઠવણી જુદી જુદી હોય છે, જે તેના ગુણધર્મો અને લાક્ષણિકતાઓ દર્શાવે છે. દ્રવ્યને પણ તત્ત્વ, મિશ્રણ અને સંયોજનમાં વિભાજિત કરી શકાય છે. જો તત્ત્વ એક જ પ્રકારના ઘટકોથી બન્યું હોય તો તે પરમાણુ કે અણુ હોઈ શકે. જ્યારે બે કે તેથી વધુ તત્ત્વના પરમાણુઓ નિશ્ચિત પ્રમાણમાં એકબીજા સાથે સંયોજાય ત્યારે સંયોજન બને છે. મિશ્રણ ઘણી રીતે બને છે.

પદાર્થના ગુણધર્મોના અભ્યાસ થાય ત્યારે માપન પણ એટલું જ જરૂરી છે અને સાથે સાથે સર્વસ્વીકૃત એકમ પદ્ધતિ પણ જરૂરી છે. માટે વૈજ્ઞાનિક જગતમાં સર્વત્ર એકસરખી અને સામાન્ય પદ્ધતિ હોવી જોઈએ. તે વિશે સંમત થયા છે જેને ટૂંકમાં SI એકમ પદ્ધતિ કહે છે.

પરમાણ્વીય વિશ્લેષણ ભૌતિકરાશિના એકમોને જુદી જુદી રીતે દર્શાવવા માટે મદદરૂપ છે. આથી પરિણામની એક એકમ પદ્ધતિમાંથી બીજામાં રૂપાંતર કરવાનું શક્ય બને છે.

વિવિધ પરમાણુઓનું સંયોગીકરણ રસાયણ વિજ્ઞાનના મૂળભૂત નિયમોથી નક્કી કરી શકાય છે. આ નિયમો જેવા કે દ્રવ્યસંચયનો નિયમ, નિશ્ચિત સંરચનાનો નિયમ, સરળ ગુણક પ્રમાણનો નિયમ, સંયોજિત દળનો નિયમ વગેરે. આ બધા નિયમો ડાલ્ટનના પરમાણુવાદ તરફ જાય છે.

તત્ત્વનો પરમાણ્વીય દળ ^{12}C છે કે જે કાર્બનનો સમસ્થાનિક છે. કાર્બન 12 ના પરમાણુ દળને (12u) IUPAC અને

IUPAP તરફથી પ્રમાણિત ગણી બાકીનાં તત્ત્વોના પરમાણ્વિય દળ નક્કી કરાય છે. જ્યારે એક અણુનું **આણ્વિય** દળ અણુમાં રહેલા વિવિધ પરમાણુના પરમાણ્વિય દળનો સરવાળો કરીને મેળવાય છે. આણ્વીયસૂત્રની ગણતરી એક સંયોજન અને તેના **આણ્વિય** દળમાં રહેલાં વિવિધ તત્ત્વોના દળના ટકા નક્કી કરીને કરવામાં આવે છે.

પરમાણુઓ, અણુઓ કે અન્ય કોઈ ઘટકોની સંખ્યા કોઈ પણ પદ્ધતિમાં હોય તો તેને એવોગેડ્રો આંક 6.022×10^{23} ના સંદર્ભમાં દર્શાવ્યા છે અને જે-તે ઘટકોના 1 મોલ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. પ્રક્રિયકો અને નીપજોના જથ્થાત્મક અભ્યાસને તત્ત્વયોગમિતિ કહે છે.

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ વિવિધ તત્ત્વો અને સંયોજનોમાં થતા રાસાયણિક ફેરફારો દર્શાવે છે. એક સંતુલિત રાસાયણિક સમીકરણ ઘણીબધી માહિતી પૂરી પાડે છે.

આ ઉપરાંત દ્રાવણના કદમાં પદાર્થનું પ્રમાણ કેટલું છે તે દર્શાવવાની વિવિધ રીતો જેવી કે મોલઅંશ, દળના ટકા, સપ્રમાણતા, મોલારિટી અને મોલાલિટી છે.

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા બહુવિકલ્પમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) રાસાયણિક લાક્ષણિકતાના આધારે વર્ગીકરણનું કયું સ્વરૂપ સાચું છે ?

(A) મિશ્રણ (B) વાયુ

(C) પ્રવાહી (D) ઘન

(2) નીચેના પૈકી કયો એકમ ઉપજાવેલો છે ?

(A) ઘનતા (B) A અને C

(C) કદ (D) સમય (સેકન્ડ)

(3) દ્રવ્યના જથ્થાનો SI એકમ કયો છે ?

(A) કિલોગ્રામ (B) ગ્રામ

(C) મિલિગ્રામ (D) મોલ

(4) દળનું કિલોગ્રામ મૂલ્ય પ્રમાણિત કરતો નળાકાર કઈ મિશ્રધાતુનો બનેલો છે ?

(A) Pt-Au (B) Pt-Ag

(C) Pt-Ir (D) Pt-Sn

(5) એકમ કદમાં રહેલા દ્રવ્યના જથ્થાને શું કહે છે ?

(A) ઘનતા (B) કદ

(C) વજન (D) દબાણ

(6) 25° સે બરાબર કેટલા ફેરનહીટ થાય ?

(A) 298 ^{0}F (B) 77 ^{0}F

(C) 32 ^{0}F (D) 248 ^{0}F

(7) શેના સંદર્ભમાં ડાલ્ટનના નિયમની મહત્તા રહેતી નથી ?

(A) સમસ્થાનિક (B) સમભારીય

(C) સમઅભિસારી (D) સમતાપી

(8) દ્રવ્યમાન સ્પેક્ટ્રોમિટરથી મળતા ^{12}C ના એક પરમાણુનું વજન કેટલા ગ્રામ મળ્યું ?

(A) 12 ગ્રામ (B) 1.992648×10^{-23} ગ્રામ

(C) $\frac{1}{12}$ ગ્રામ (D) 6.022×10^{23} ગ્રામ

(9) દ્રાવણમાંના બધા જ ઘટકોના મોલ-અંશનો સરવાળો .... થાય.

(A) > 1 (B) $=1$

(C) < 1 (D) 0

(10) નીચેના પૈકી તાપમાન સાથે શું બદલાય છે ?

(A) મોલાલિટી (B) મોલારિટી

(C) %w/w (D) મોલ-અંશ

(11) મોલારિટી એટલે એક લિટર દ્રાવણમાં ઓગાળેલ ....

(A) દ્રાવ્યના ગ્રામ-મોલની સંખ્યા (B) દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા

(C) દ્રાવકના ગ્રામ-મોલની સંખ્યા (D) દ્રાવકના મોલની સંખ્યા

(12) 1000 મિલિ બરાબર કેટલા ડેસીમીટર^3 થાય ?

(A) 1 (B) 10

(C) 100 (D) 0.10

(13) નીચેના પૈકી કયો ગુણધર્મ કે નિયમ રાસાયણિક સંયોગીકરણ સાથે સંકળાયેલ નથી?

(A) નિશ્ચિત સંરચના (B) ડાલ્ટનનો પરમાણ્વિય સિદ્ધાંત

(C) ગુણક પ્રમાણનો નિયમ (D) આઉફ-બાઉનો નિયમ

(14) 1 amu બરાબર કેટલા ગ્રામ ?

(A) 1.66056×10^{-24} ગ્રામ (B) 6.022×10^{23} ગ્રામ

(C) 9.191×10^{-28} ગ્રામ (D) 1.992648×10^{-23} ગ્રામ

(15) 2N H_2SO_4 ના દ્રાવણની સાંદ્રતા .... M છે.

(A) 1 (B) 4

(C) 0.5 (D) 2

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર લખો :

(1) નિશ્ચિત સંરચનાનો નિયમ લખો.

(2) રસાયણવિજ્ઞાનની ચાર અગત્ય જણાવો.

(3) રાસાયણિક લાક્ષણિકતાને આધારે દ્રવ્યનું વર્ગીકરણ કરો.

(4) સંયોજન અને મિશ્રણ એટલે શું ?

(5) વિષમાંગ મિશ્રણ એટલે શું ?

(6) તાપમાનના બે એકમો વચ્ચેના સંબંધ દર્શાવતાં સૂત્રો જણાવો.

(7) રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો કયા છે ?

(8) 1 મોલ કાર્બનમાં રહેલા પરમાણુની સંખ્યા શોધો.

(9) વ્યાખ્યા આપો : નોર્માલિટી, મોલારિટી, મોલાલિટી, મોલ-અંશ, વજનથી ટકાવારી

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો :

(1) સમાંગ મિશ્રણ અને વિષમાંગ મિશ્રણ વચ્ચેનો તફાવત આપો.

(2) ઉપજાવેલા એકમ કદ, ઘનતા અને તાપમાન વિગતે સમજાવો.

(3) નીચેની પ્રક્રિયા સમીકરણ સમતુલિત કરો :

(i) $HgS + CaO \xrightarrow{\Delta} Hg + CaSO_4 + CaS$

(ii) $Na_2CrO_4 + H^+ \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na^+ + H_2O$

(iii) $MnO_2 + KOH + O_2 \rightarrow K_2MnO_2 + 2H_2O$

(iv) $Al_2O_3 + NaOH + H_2O \rightarrow Na[Al(OH)_4]$

(4) $H_2C_2O_4$ માં રહેલા દરેક તત્ત્વનું ટકાવાર ભારપ્રમાણ શોધો.

(5) કેટલા ગ્રામ પાણીમાં 36.5 ગ્રામ HCl ઓગાળતાં દ્રાવણ 10 ટકા % w/w સાંદ્રતા ધારણ કરે ?

(6) 750 ગ્રામ પાણીમાં 63 ગ્રામ HNO_3 ઓગળતાં બનતા દ્રાવણની મોલાલિટી શોધો.

4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર જવાબ લખો :

(1) રાસાયણિક પ્રક્રિયાની તત્ત્વયોગમિતિ યોગ્ય ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

(2) મોલ-સંકલ્પના પર નોંધ લખો.

(3) SI એકમ પદ્ધતિ પર નોંધ લખો. લંબાઈ તથા તાપમાન સમજાવો.

(4) ડાલ્ટનના પરમાણ્વિય સિદ્ધાંતની અભિધારણાઓ જણાવો.

(5) એક કાર્બનિક પદાર્થમાં કાર્બન, હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન અને ઑક્સિજનનું ટકાવાર પ્રમાણ અનુક્રમે 62.07 %, 10.34 %, 14.0 %, 13.59 % છે, તો તે સંયોજનનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર શોધો. જો તેનો અણુભાર 114 ગ્રામ મોલ$^{-1}$ હોય તો અણુસૂત્ર શોધો.

(6) પરમાણ્વિય દળ અને આણ્વિય દળ વિગતવાર ઉદાહરણ આપી સમજાવો.