# પ્રકરણ 3

# પરમાણુઓ અને અણુઓ
# (Atoms and Molecules)

પ્રાચીન ભારતીય અને ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાનીઓ હંમેશાં દ્રવ્યના અજ્ઞાત અને અદૃશ્ય એવા દ્રવ્યના સ્વરૂપ વિશે આશ્ચર્યચકિત થતા રહ્યા. ઈ.સ પૂર્વે 500ની આસપાસ ભારતમાં દ્રવ્યના વિભાજનનો વિચાર કરવામાં આવ્યો હતો. ભારતીય તત્ત્વજ્ઞાની મહર્ષિ કણાદે (Maharishi Kanad) એવી ધારણા (Postulate) કરી કે જો આપણે દ્રવ્ય(*પદાર્થ*)નું વિભાજન કરતાં જઈએ તો આપણે વધુ ને વધુ નાના કણો પ્રાપ્ત કરતા જઈશું. અંતે એવો સમય આવશે કે આપણે એવા સૌથી નાના કણ સુધી પહોંચી જઈશું કે જેનું વધુ વિભાજન શક્ય નહિ બને. તેમણે આ કણોને *પરમાણુ* એવું નામ આપ્યું. અન્ય એક ભારતીય તત્ત્વજ્ઞાની પકુધા કાત્યાયમે (Pakudha katyayama) આ સિદ્ધાંતને ઝીણવટપૂર્વક સમજાવ્યો અને કહ્યું કે, આ કણો સામાન્ય રીતે સંયુક્તરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જે આપણને દ્રવ્યનાં વિવિધ સ્વરૂપો આપે છે.

આશરે તે જ સમયગાળામાં પ્રાચીન ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાની ડેમોક્રિટ્સ (Democritus) અને લ્યુસિપસે (Leucippus) સૂચવ્યું કે જો આપણે દ્રવ્યનું વધુ ને વધુ વિભાજન કરતાં જઈએ તો એક સમય એવો આવશે કે જ્યારે પ્રાપ્ત થયેલા કણોનું વધુ વિભાજન શક્ય નહિ બને. ડેમોક્રિટ્સે આ અવિભાજ્ય કણોને પરમાણુઓ (અર્થ : અવિભાજ્ય) કહ્યા. આ તમામ વિચારો તત્ત્વજ્ઞાનીય (દાર્શનિક) માન્યતાઓ (Philosophical Considerations) પર આધારિત હતા, તેમજ અઢારમી સદી સુધી આ વિચારોને માન્ય કરવા માટે કોઈ વધુ પ્રાયોગિક કાર્યો થયાં ન હતાં.

અઢારમી સદીના અંત સુધીમાં વૈજ્ઞાનિકો તત્ત્વો અને સંયોજનો વચ્ચેનો ભેદ સમજીને સ્વાભાવિક રીતે તે જાણવા આતુર થયા કે શા માટે અને કેવી રીતે તત્ત્વો સંયોજાય છે અને તેઓ સંયોજાય ત્યારે શું થાય છે ?

રાસાયણિક સંયોગીકરણના બે મહત્ત્વના નિયમોની રજૂઆત દ્વારા એન્ટોની એલ. લેવોઇઝરે (Antoine L. Lavoisier) રસાયણશાસ્ત્રનો પાયો નાંખ્યો.

## 3.1 રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો (Laws of Chemical Combination)

લેવોઇઝર અને જોસેફ એલ. પ્રાઉસ્ટે (Joseph L. Proust) કરેલા અનેક પ્રયોગો પછી રાસાયણિક સંયોગીકરણના નીચે દર્શાવેલા બે નિયમોની રજૂઆત થઈ.

### 3.1.1 દળ-સંચયનો નિયમ (Law of conservation of mass)

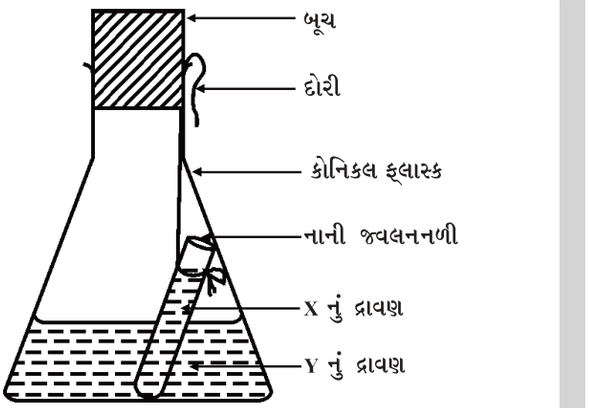
જ્યારે કોઈ રાસાયણિક ફેરફાર (રાસાયણિક પ્રક્રિયા) થાય ત્યારે શું દળમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?

**પ્રવૃત્તિ 3.1**

- નીચે દર્શાવેલા X અને Y રસાયણોનાં જૂથો પૈકી કોઈ એક જૂથ પસંદ કરો :

| | X | Y |
|---|---|---|
| (i) | કૉપર સલ્ફેટ | સોડિયમ કાર્બોનેટ |
| (ii) | બેરિયમ ક્લોરાઇડ | સોડિયમ સલ્ફેટ |
| (iii) | લેડ નાઇટ્રેટ | સોડિયમ ક્લોરાઇડ |

- X અને Y માં દર્શાવેલી યાદીમાંથી કોઈ એક યુગ્મના પદાર્થોનું પાણીમાં અલગ-અલગ 5% સાંદ્રતાવાળું10 mL દ્રાવણ તૈયાર કરો.
- એક કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં Yનું થોડુંક દ્રાવણ લો અને એક નાની જ્વલનનળી (Ignition Tube)માં થોડી માત્રામાં X દ્રાવણ લો.
- જ્વલનનળીને સાવચેતીપૂર્વક કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં એવી રીતે લટકાવો કે જેથી બે દ્રાવણો મિશ્ર થઈ ન જાય. ફ્લાસ્ક પર બૂચ લગાવો. (જુઓ આકૃતિ 3.1.)




*આકૃતિ 3.1 : X દ્રાવણ ધરાવતી જ્વલનનળીને Y દ્રાવણ ધરાવતા કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં મૂકેલ છે.*

- ફ્લાસ્કનું તેમાં રહેલા ઘટકો સહિત કાળજીપૂર્વક વજન કરો.
- હવે ફ્લાસ્કને થોડો નમાવીને એવી રીતે ઘુમાવો કે જેથી તેમાં રહેલ X અને Y દ્રાવણો પરસ્પર મિશ્ર થઈ જાય.
- હવે ફરીથી વજન કરો.
- પ્રક્રિયા ફ્લાસ્કમાં શું થશે ?
- શું તમને લાગે છે કે કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ હશે ?
- ફ્લાસ્કના મુખ પર બૂચ (કૉક) શા માટે લગાવીએ છીએ ?
- શું ફ્લાસ્ક અને તેની અંદર રહેલા ઘટકોના દળમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?

દળ સંચયનો નિયમ સૂચવે છે કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં દળનું સર્જન કે નાશ થતો નથી.

### 3.1.2 નિશ્ચિત પ્રમાણનો નિયમ (Law of constant proportions)

લેવોઇઝરની સાથે-સાથે અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ નોંધ્યું કે, અનેક સંયોજનો બે કે તેથી વધુ તત્ત્વોનાં બનેલાં હોય છે. આવું દરેક સંયોજન સમાન પ્રમાણમાં સમાન તત્ત્વો ધરાવે છે. પછી તે તત્ત્વ ક્યાંથી આવ્યું કે તે કોણે શોધ્યું તેની સાથે તેને કોઈ સંબંધ નથી.

પાણી જેવા સંયોજનમાં હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનો દળથી ગુણોત્તર હંમેશાં 1:8 થાય છે. ભલે પછી પાણીનો સ્રોત ગમે તે હોય. આમ, 9 ગ્રામ પાણીનું વિઘટન થાય ત્યારે હંમેશાં 1 ગ્રામ હાઇડ્રોજન અને 8 ગ્રામ ઑક્સિજન ઉદ્ભવે છે. તેવી જ રીતે એમોનિયામાં નાઇટ્રોજન અને હાઇડ્રોજનનો દળથી ગુણોત્તર હંમેશાં 14:3 હોય છે. ભલે તેનો સ્રોત ગમે તે હોય કે ગમે તે પદ્ધતિથી તેને મેળવેલું હોય.

આ ખ્યાલ નિશ્ચિત પ્રમાણના નિયમ તરફ દોરી જાય છે, જેને નિશ્ચિત પ્રમાણનો નિયમ પણ કહે છે. પ્રાઉસ્ટે આ નિયમની રજૂઆત આ પ્રમાણે કરી હતી. ''રાસાયણિક પદાર્થમાં તત્ત્વો હંમેશાં દળથી નિશ્ચિત પ્રમાણમાં હાજર રહેલા હોય છે.''

વૈજ્ઞાનિકોની હવે પછીની સમસ્યા આ નિયમોની યોગ્ય સમજૂતી આપવાની હતી. બ્રિટિશ રસાયણશાસ્ત્રી જહોન ડાલ્ટને (John Dalton) દ્રવ્યના સ્વભાવ વિશે મૂળભૂત સિદ્ધાંત પૂરો પાડ્યો. ડાલ્ટનને પરમાણુના વિભાજનનો વિચાર આવ્યો કે જે-તે સમય સુધી માત્ર તત્ત્વજ્ઞાન જ હતું. ડાલ્ટને ગ્રીક તત્ત્વજ્ઞાનીઓ દ્વારા અપાયેલ શબ્દ 'પરમાણુ'નો ઉપયોગ કર્યો અને કહ્યું કે, દ્રવ્યના નાનામાં નાના કણો પરમાણુઓ છે. તેનો સિદ્ધાંત રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો પર આધારિત હતો. ડાલ્ટનના પરમાણુ સિદ્ધાંતે દળ સંચયના નિયમ તેમજ નિશ્ચિત પ્રમાણના નિયમની સમજૂતી પૂરી પાડી.



જહોન ડાલ્ટન

જહોન ડાલ્ટનનો જન્મ ગરીબ વણકર પરિવારમાં 1766માં ઇંગ્લૅન્ડમાં થયો હતો. તેમણે બાર વર્ષની ઉંમરે એક શિક્ષક તરીકે પોતાની કારકિર્દીની શરૂઆત કરી હતી. સાત વર્ષ બાદ તે શાળાના આચાર્ય બન્યા. 1793માં ડાલ્ટને એક કૉલેજમાં ગણિત, ભૌતિકવિજ્ઞાન અને રસાયણવિજ્ઞાન ભણાવવા માટે માન્ચેસ્ટર છોડ્યું હતું. તેમણે પોતાનું સમગ્ર જીવન ભણાવવામાં અને સંશોધન કરવામાં વિતાવ્યું. 1808માં તેમણે પોતાનો પરમાણ્વીય સિદ્ધાંત રજૂ કર્યો જે દ્રવ્યના અભ્યાસ માટે એક વળાંક સમાન હતો.

ડાલ્ટનના પરમાણ્વીય સિદ્ધાંતના આધારે તમામ દ્રવ્યો પછી તે તત્ત્વ હોય, સંયોજન હોય કે મિશ્રણ હોય તે દરેક પરમાણુઓ તરીકે ઓળખાતા સૂક્ષ્મ કણોના બનેલા હોય છે. આ સિદ્ધાંતની અભિધારણાઓ નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય :

(i) તમામ દ્રવ્યો પરમાણુ તરીકે ઓળખાતા અતિસૂક્ષ્મ કણોના બનેલા હોય છે. જે રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લે છે.

(ii) પરમાણુ અવિભાજ્ય કણ છે. જેનો રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન સર્જન કે નાશ કરી શકાતો નથી.

(iii) એક જ તત્ત્વના પરમાણુઓના દળ અને રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે.

(iv) જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓના દળ અને રાસાયણિક ગુણધર્મો જુદા-જુદા હોય છે.

(v) પરમાણુઓ નાની પૂર્ણાંક સંખ્યાના ગુણોત્તરથી જોડાઈને સંયોજન બનાવે છે.

(vi) આપેલ સંયોજનમાં પરમાણુઓની સાપેક્ષ સંખ્યા અને પ્રકાર નિશ્ચિત હોય છે.

તમે હવે પછીના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરશો કે તમામ પરમાણુઓ હજી વધુ ને વધુ નાના કણોના બનેલા હોય છે.

## પ્રશ્નો :

1. એક પ્રક્રિયામાં 5.3 g સોડિયમ કાર્બોનેટ 6 g એસિટિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા પામે છે તથા 2.2 g કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, 0.9 g પાણી અને 8.2 g સોડિયમ

એસિટેટ નીપજ મળે છે. દર્શાવો કે આ અવલોકનો દળ-સંચયના નિયમનું સમર્થન કરે છે.

સોડિયમ કાર્બોનેટ + એસિટિક ઍસિડ ⟶ સોડિયમ એસિટેટ + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ + પાણી

2. પાણી બનાવવા માટે હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજન દળથી 1:8 ના પ્રમાણમાં જોડાય છે. 3 g હાઇડ્રોજન વાયુ સાથે સંપૂર્ણ પ્રક્રિયા કરવા માટે ઑક્સિજનનો કેટલો જથ્થો જરૂરી છે ?
3. ડાલ્ટનના પરમાણ્વીય સિદ્ધાંતની કઈ અભિધારણા દળ-સંચયના નિયમનું પરિણામ છે ?
4. ડાલ્ટનના પરમાણ્વીય સિદ્ધાંતની કઈ અભિધારણા નિશ્ચિત પ્રમાણના નિયમની સમજૂતી આપે છે ?

## 3.2 પરમાણુ શું છે ? (What is an Atom ?)

શું તમે ક્યારેય કોઈ કડિયાને દીવાલનું બાંધકામ કરતો જોયો છે કે જે દીવાલો દ્વારા ઓરડો (ખંડ) બનાવે છે અને આવા ઓરડાઓના સમૂહથી ઇમારત તૈયાર થાય છે ? આ વિશાળ ઇમારતના પાયાનો એકમ શું હોય છે ? કોઈ કીડીના દર (Ant-Hill)નો પાયાનો એકમ શું હોય છે ? તે રેતીનો એક નાનો કણ હોય છે, આ જ રીતે બધાં જ દ્રવ્યનો પાયાનો એકમ પરમાણુ છે.

**પરમાણુ કેટલા વિશાળ હોય છે ?**

પરમાણુઓ અતિસૂક્ષ્મ હોય છે. આપણે કોઈ પણ વસ્તુ કે જેની કલ્પના કે તુલના કરી શકીએ તેનાથી પણ વધુ સૂક્ષ્મ હોય છે. લાખો પરમાણુઓને જ્યારે એકની ઉપર એક એમ ઢગલા સ્વરૂપે ગોઠવીએ ત્યારે તે મુશ્કેલીથી આ કાગળ જેટલી જાડાઈ ધરાવે છે.

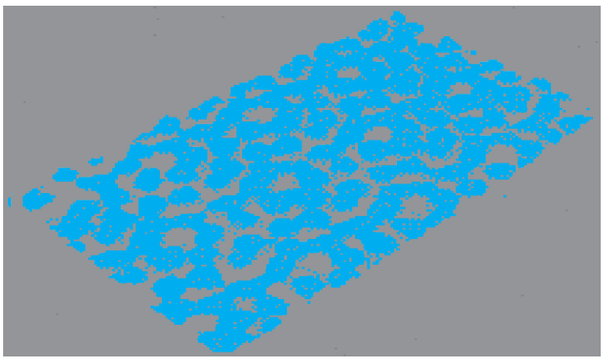
પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા નેનોમીટર(nm)માં મપાય છે.

$$\frac{1}{10^9}\ m = 1\ nm$$

$$1\ m = 10^9\ nm$$

| સાપેક્ષ કદ : ત્રિજ્યા (મીટરમાં) | ઉદાહરણ |
|---|---|
| $10^{-10}$ | હાઇડ્રોજન પરમાણુ |
| $10^{-9}$ | પાણીનો અણુ |
| $10^{-8}$ | હિમોગ્લોબીનનો અણુ |
| $10^{-4}$ | રેતીનો કણ |
| $10^{-3}$ | કીડી |
| $10^{-1}$ | સફરજન |

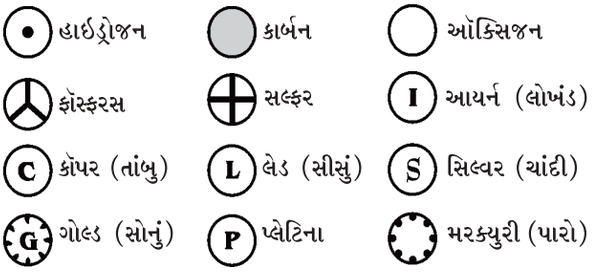
જો પરમાણુનું કદ આટલું સૂક્ષ્મ હોય કે આપણે તેમને અવગણી શકીએ તો પછી આપણે તેના વિશે શા માટે વિચારીએ ? આપણે તેના વિશે એટલા માટે વિચારીએ છીએ કારણ કે આપણું સમગ્ર વિશ્વ પરમાણુઓનું બનેલું છે. ભલે, આપણે પરમાણુને જોઈ ન શકીએ પરંતુ તેમનું અસ્તિત્વ છે તથા આપણી દરેકેદરેક ક્રિયાઓ પર તેમની અસર પણ પડતી હોય છે. હવે આપણે આધુનિક તકનીકોની મદદથી પરમાણુઓ દર્શાવતા તત્ત્વોની સપાટીની વિસ્તૃત તસવીર મેળવી શકીએ છીએ.



*આકૃતિ 3.2 : સિલિકોનની સપાટીની તસવીર*

### 3.2.1 વિવિધ તત્ત્વોના પરમાણુઓની આધુનિક સમયમાં સંજ્ઞાઓ શું છે ? (What are the modern day symbols of atoms of different elements ?)

તત્ત્વોની સંજ્ઞાઓનો વિશિષ્ટ રીતે ઉપયોગ કરનાર ડાલ્ટન પ્રથમ વૈજ્ઞાનિક હતા. તેમણે જ્યારે કોઈ તત્ત્વની સંજ્ઞાનો ઉપયોગ કર્યો ત્યારે તેમનો ઇશારો તત્ત્વના નિશ્ચિત જથ્થા તરફ પણ હતો. અર્થાત્, તત્ત્વની સંજ્ઞા તેના એક પરમાણુને પ્રદર્શિત કરતી હતી. બર્ઝેલિયસે (Berzillius) સૂચવ્યું કે તત્ત્વોની સંજ્ઞાને તેમના નામના એક અથવા બે અક્ષરોથી દર્શાવી શકાય.




*આકૃતિ 3.3 : ડાલ્ટન દ્વારા દર્શાવાયેલ કેટલાંક તત્ત્વોની સંજ્ઞાઓ*

શરૂઆતના સમયમાં તત્ત્વોનાં નામ તે સૌપ્રથમ જ્યાંથી મળ્યા હતાં તે પ્રાપ્તિસ્થાનોના નામ પરથી અપાતા હતા. ઉદાહરણ તરીકે, કૉપરનું નામ સાયપ્રસ (Cyprus) પરથી પડ્યું હતું. કેટલાંક તત્ત્વોનાં નામ તેમના વિશિષ્ટ રંગો પરથી લેવામાં આવ્યા હતાં. ઉદાહરણ તરીકે, સોનું નામ અંગ્રેજી શબ્દ પરથી રાખવામાં આવ્યુ હતું જેનો અર્થ 'પીળો' એવો થાય છે. હાલના સમયમાં ઈન્ટરનેશનલ યુનિયન ઑફ પ્યોર ઍન્ડ એપ્લાઇડ કેમિસ્ટ્રી (International Union of Pure and Applied Chemistry) (IUPAC) એ એક આંતરરાષ્ટ્રીય વૈજ્ઞાનિક સંસ્થા છે, જે તત્ત્વોનાં નામો, સંજ્ઞાઓ અને એકમોને મંજૂરી આપે છે. મોટા ભાગનાં તત્ત્વોની સંજ્ઞા તે તત્ત્વોનાં અંગ્રેજી નામના એક અથવા બે અક્ષરોથી બનેલી છે. કોઈ પણ તત્ત્વનો પ્રથમ અક્ષર હંમેશાં કૅપિટલ અક્ષરોમાં અને બીજા અક્ષર હંમેશાં નાના અક્ષરોમાં લખાય છે.

**ઉદાહરણ તરીકે**

(i) હાઇડ્રોજન, H
(ii) ઍલ્યુમિનિયમ, Al, નહિ કે AL
(iii) કોબાલ્ટ, Co, નહિ કે CO

કેટલાંક તત્ત્વોની સંજ્ઞા તેમના અંગ્રેજી નામના પ્રથમ અક્ષર અને ત્યારબાદ આવતા કોઈ પણ અક્ષરને સંયુક્ત કરીને બનાવાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, (i) ક્લોરિન (Chlorine) Cl (ii) ઝિંક (Zinc) Zn વગેરે.

અન્ય સંજ્ઞાઓ જે-તે તત્ત્વના લૅટિન, જર્મન અથવા ગ્રીક ભાષાના તેઓનાં નામ પરથી લીધેલ છે. ઉદાહરણ તરીકે, લોખંડની સંજ્ઞા Fe તેના લૅટિન નામ ફેરમ પરથી રાખેલ છે. તે જ રીતે, સોડિયમની સંજ્ઞા Na નેટ્રિયમ પરથી તથા પોટૅશિયમની સંજ્ઞા K કેલિયમ પરથી રાખેલ છે. આમ, દરેક તત્ત્વને એક નામ અને એક વિશિષ્ટ રાસાયણિક સંજ્ઞા હોય છે.

**કોષ્ટક 3.1 : કેટલાંક તત્ત્વોની સંજ્ઞાઓ**

| તત્ત્વ | સંજ્ઞા | તત્ત્વ | સંજ્ઞા | તત્ત્વ | સંજ્ઞા |
|---|---|---|---|---|---|
| ઍલ્યુમિનિયમ | Al | કૉપર | Cu | નાઇટ્રોજન | N |
| આર્ગોન | Ar | ફ્લોરિન | F | ઑક્સિજન | O |
| બેરિયમ | Ba | સોનું | Au | પોટૅશિયમ | K |
| બોરોન | B | હાઇડ્રોજન | H | સિલિકોન | Si |
| બ્રોમિન | Br | આયોડિન | I | સિલ્વર | Ag |
| કૅલ્શિયમ | Ca | લોખંડ | Fe | સોડિયમ | Na |
| કાર્બન | C | સીસું | Pb | સલ્ફર | S |
| ક્લોરિન | Cl | મૅગ્નેશિયમ | Mg | યુરેનિયમ | U |
| કોબાલ્ટ | Co | નિયોન | Ne | ઝિંક | Zn |

(જ્યારે પણ તમે તત્ત્વો વિશે અભ્યાસ કરો ત્યારે આપેલા ઉપર્યુક્ત કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરો. આ સંપૂર્ણ કોષ્ટકને એક જ વખતમાં યાદ રાખવાની કોઈ જરૂર નથી. સમય-સમય પર વારંવાર ઉપયોગ કરવાથી તમે જાતે જ આ સંજ્ઞા દર્શાવતા થઈ જશો.)

### 3.2.2 પરમાણ્વીય દળ (Atomic mass)

ડાલ્ટનના પરમાણ્વીય સિદ્ધાંતનો સૌથી વધુ નોંધનીય ખ્યાલ પરમાણ્વીય દળ હતો. તેમના મત મુજબ, દરેક તત્ત્વ લાક્ષણિક પરમાણ્વીય દળ ધરાવે છે. આ સિદ્ધાંત દ્વારા નિશ્ચિત પ્રમાણના નિયમને એટલી સારી રીતે સમજાવી શકાતો હતો કે જેનાથી વૈજ્ઞાનિકો પરમાણુનું પરમાણ્વીય દળ માપવા માટે પ્રેરિત થયા; પરંતુ સ્વતંત્ર પરમાણુનું દળ નક્કી કરવું પ્રમાણમાં ઘણું મુશ્કેલ કાર્ય હતું, તેથી રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમોના ઉપયોગ દ્વારા તેમજ ઉદ્ભવેલાં સંયોજનો દ્વારા પરમાણુનું સાપેક્ષ દળ જાણી શકાયું.

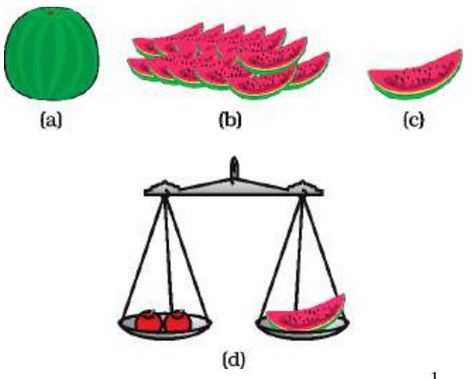
ચાલો, આપણે કાર્બન અને ઑક્સિજનમાંથી બનતા સંયોજન કાર્બન મોનૉક્સાઇડ (CO)નું ઉદાહરણ લઈએ પ્રાયોગિક રીતે અવલોકાયેલું છે કે 3 g કાર્બન અને 4 g ઑક્સિજન સંયોજાવાથી કાર્બન મોનોક્સાઇડ બને છે.બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, કાર્બન પોતાના દળ કરતાં $\frac{4}{3}$ ગણા દળ ધરાવતા ઑક્સિજન સાથે સંયોજાય છે. ધારો કે, આપણે પરમાણ્વીય દળ એકમને (શરૂઆતના સમયમાં આ એકમને ટૂંકમાં amu તરીકે દર્શાવાતું હતું; પરંતુ IUPAC ની તાજેતરની ભલામણોના આધારે હવે તેને u યુનિફાઇડ (એકીકૃત) દળ તરીકે લખાય છે.) એક કાર્બન પરમાણુના દળ જેટલું લઈએ તો આપણે કાર્બનના પરમાણ્વીય દળને 1.0 u વડે અને ઑક્સિજનના પરમાણ્વીયદળને 1.33 u વડે દર્શાવી શકીએ. પરંતુ આ સંખ્યા (આંકડા)ને પૂર્ણાંક સંખ્યા તરીકે અથવા પૂર્ણાંક સંખ્યાની શક્ય તેટલું વધુ નજીક દર્શાવવું

વધુ અનુકૂળ રહેશે. વિવિધ પરમાણ્વીય દળ એકમોની શોધ કરતાં વૈજ્ઞાનિકોએ શરૂઆતમાં કુદરતી રીતે મળતા ઑક્સિજનના 1/16મા ભાગના દળને એક એકમ તરીકે લીધું. નીચે દર્શાવેલા બે કારણોને લીધે તેને સુસંગત માનવામાં આવ્યું :

- ઑક્સિજન અનેક તત્ત્વો સાથે પ્રક્રિયા કરી સંયોજનો બનાવે છે.
- આ પરમાણ્વીય દળ એકમ દ્વારા મોટાભાગના તત્ત્વોનાં પરમાણ્વીય દળ પૂર્ણાંક સ્વરૂપે પ્રાપ્ત થાય છે.

તેમ છતાં 1961માં પરમાણ્વીય દળ એકમને સર્વ સામાન્ય રીતે સ્વીકૃત કરવામાં આવ્યો હતો. પરમાણ્વીય દળ જાણવા માટે કાર્બન-12 સમસ્થાનિકને પ્રમાણિત સંદર્ભ તરીકે પસંદ કરવામાં આવ્યો. કાર્બન-12 સમસ્થાનિકના એક પરમાણુના દળના $\frac{1}{12}$ મા ભાગને માન્ય પરમાણ્વીય એકમ તરીકે લેવાય છે. કાર્બન-12 સમસ્થાનિકના એક પરમાણુના દળની સાપેક્ષે બાકીનાં તમામ તત્ત્વોના પરમાણુનાં દળ પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે.

કલ્પના કરો કે એક ફળવિક્રેતા કોઈ પણ પ્રકારના પ્રમાણિત વજનીયા વગર ફળ વેચી રહ્યો છે, તે એક તરબૂચ લઈને કહે છે કે, ''આનું દળ 12 એકમ છે.'' (12 તરબૂચીય એકમ અથવા 12 ફળ દળ એકમ (Fruit mass unit-fmu)) તે તરબૂચના 12 સરખા ભાગ કરે છે. તેના દ્વારા વેચવામાં આવતા દરેક ફળનું દળ તરબૂચના એક ટુકડાના સાપેક્ષ દળ જેટલું જ જોવા મળે છે. જે આકૃતિ 3.4માં દર્શાવેલ છે. હવે તે ફળોને સાપેક્ષ ફળ દળ એકમ (fmu)માં વેચે છે.




***આકૃતિ 3.4*** : *(a) તરબૂચ (b) 12 ટુકડા (c) તરબૂચનો $\frac{1}{12}$ મો ભાગ (d) તરબૂચના ટુકડાઓના ઉપયોગ દ્વારા તે ફળવિક્રેતા ફળોને કેવી રીતે તોલે છે ?*

કોઈ પણ તત્ત્વના પરમાણુના સરેરાશ દળની કાર્બન-12 પરમાણુના દળના $\frac{1}{12}$ ભાગ સાથે સરખામણી કરી તે તત્ત્વના સાપેક્ષ પરમાણ્વીય દળને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે.

**કોષ્ટક 3.2 : કેટલાંક તત્ત્વોનાં પરમાણ્વીય દળ**

| તત્ત્વ | પરમાણ્વીય દળ (u) |
|---|---|
| હાઇડ્રોજન | 1 |
| કાર્બન | 12 |
| નાઇટ્રોજન | 14 |
| ઑક્સિજન | 16 |
| સોડિયમ | 23 |
| મૅગ્નેશિયમ | 24 |
| સલ્ફર | 32 |
| ક્લોરિન | 35.5 |
| કૅલ્શિયમ | 40 |

### 3.2.3 પરમાણુ કેવી રીતે અસ્તિત્વ ધરાવે છે ? (How do atoms exist ?)

મોટાભાગનાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ સ્વતંત્રરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવી શકતા નથી. પરમાણુઓ અણુઓ અથવા આયનોની રચના કરે છે. આ અણુઓ અથવા આયનો વધુ સંખ્યામાં જોડાઈને દ્રવ્ય બનાવે છે, જેને આપણે જોઈ શકીએ છીએ, અનુભવી શકીએ છીએ અથવા સ્પર્શ કરી શકીએ છીએ.

**પ્રશ્નો :**

1. પરમાણ્વીય દળ એકમને વ્યાખ્યાયિત કરો.
2. કોઈ એક પરમાણુને નરી આંખે જોવો શા માટે શક્ય નથી ?

## 3.3 અણુ શું છે ? (What is a Molecule ?)

સામાન્ય રીતે અણુ બે અથવા વધારે પરમાણુઓનો સમૂહ છે, જે એકબીજા સાથે રાસાયણિક બંધથી જોડાઈ શકે છે અથવા પરસ્પર આકર્ષણ બળ દ્વારા મજબૂતાઈથી જકડાઈને રહે છે. અણુને કોઈ તત્ત્વ અથવા સંયોજનના એવા નાનામાં નાના કણ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે જે સૂક્ષ્મ કણ સ્વતંત્ર રૂપે અસ્તિત્વ ધરાવતો હોય તેમજ સંયોજનના તમામ ગુણધર્મો દર્શાવતો હોય. એક જ તત્ત્વના પરમાણુઓ અથવા જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ પરસ્પર સંયોજાઈને અણુ બનાવે છે.

### 3.3.1 તત્ત્વના અણુઓ (Molecules of elements)

કોઈપણ તત્ત્વના અણુઓ એક જ પ્રકારના પરમાણુઓ દ્વારા બને છે. આર્ગોન (Ar), હિલિયમ (He) વગેરે જેવાં અનેક તત્ત્વોના અણુ તે જ તત્ત્વના એક જ પરમાણુ દ્વારા તૈયાર થાય છે; પરંતુ મોટાભાગનાં અધાતુ તત્ત્વોમાં આવું બનતું નથી. ઉદાહરણ તરીકે, ઑક્સિજનનો એક અણુ ઑક્સિજનના બે પરમાણુઓથી બનેલો છે. તેથી જ તે દ્વિ-પરમાણ્વીય અણુ ($O_2$) તરીકે ઓળખાય છે. જો 2 ના બદલે 3 ઑક્સિજન પરમાણુઓ સંયોજાય તો ઓઝોન ($O_3$) મળે છે. કોઈ પણ અણુના બંધારણમાં રહેલા પરમાણુઓની સંખ્યાને તે અણુની પરમાણ્વીયતા (Atomicity) કહે છે.

ધાતુઓ અને કાર્બન જેવાં અન્ય તત્ત્વો સરળ બંધારણ ધરાવતાં નથી. તેમાં વધુ મોટી અને અનિશ્ચિત સંખ્યામાં પરમાણુઓ એકબીજા સાથે બંધથી જોડાયેલા હોય છે.

ચાલો, આપણે કેટલાંક અધાતુ તત્ત્વોની પરમાણ્વીયતા જોઈએ.

**કોષ્ટક 3.3 : કેટલાંક તત્ત્વોની પરમાણ્વીયતા**

| તત્ત્વનો પ્રકાર | નામ | પરમાણ્વીયતા |
|---|---|---|
| અધાતુ | આર્ગોન | એકપરમાણ્વીય |
| | હિલિયમ | એકપરમાણ્વીય |
| | ઑક્સિજન | દ્વિ-પરમાણ્વીય |
| | હાઇડ્રોજન | દ્વિ-પરમાણ્વીય |
| | નાઇટ્રોજન | દ્વિ-પરમાણ્વીય |
| | ક્લોરિન | દ્વિ-પરમાણ્વીય |
| | ફૉસ્ફરસ | ચતુ:પરમાણ્વીય |
| | સલ્ફર | બહુપરમાણ્વીય |

### 3.3.2 સંયોજનોના અણુઓ (Molecules of compounds)

જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ એક નિશ્ચિત પ્રમાણમાં એકબીજા સાથે જોડાઈને સંયોજનના અણુઓનું નિર્માણ કરે છે. કોષ્ટક 3.4માં કેટલાંક ઉદાહરણો આપેલા છે.

**કોષ્ટક 3.4 : કેટલાંક સંયોજનોના અણુઓ**

| સંયોજન | સંયોજાતાં તત્ત્વો | દળથી ગુણોત્તર |
|---|---|---|
| પાણી ($H_2O$) | હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન | 1:8 |
| એમોનિયા ($NH_3$) | નાઇટ્રોજન, હાઇડ્રોજન | 14:3 |
| કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ($CO_2$) | કાર્બન, ઑક્સિજન | 3:8 |

**પ્રવૃત્તિ 3.2**

- અણુઓમાં રહેલા પરમાણુઓના સાપેક્ષ દળ માટે કોષ્ટક 3.4 તથા તત્ત્વોના પરમાણુઓના દળ માટે કોષ્ટક 3.2 જુઓ. કોષ્ટક 3.4માં આપેલ સંયોજનોના અણુઓમાં રહેલાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યાનો ગુણોત્તર શોધો.
- પાણીના અણુઓમાંના પરમાણુઓની સંખ્યાનું પ્રમાણ નીચે મુજબ નોંધી શકાય છે :

| તત્ત્વ | દળથી ગુણોત્તર | પરમાણ્વીય દળ (u) | દળ ગુણોત્તર/ પરમાણ્વીય દળ | સરળતમ ગુણોત્તર |
|---|---|---|---|---|
| H | 1 | 1 | $\frac{1}{1}=1$ | 2 |
| O | 8 | 16 | $\frac{8}{16}=\frac{1}{2}$ | 1 |

- આમ પાણી માટે પરમાણુઓની સંખ્યાનો ગુણોત્તર H:O = 2:1 છે.

### 3.3.3 આયન એટલે શું ? (What is an ion ?)

ધાતુ અને અધાતુયુક્ત સંયોજનો વીજભારિત ઘટકોના બનેલાં હોય છે. આ વીજભારિત ઘટકોને આયનો કહે છે. આયન એ એકલ વીજભારિત પરમાણુ અથવા ચોખ્ખો (net) વીજભાર ધરાવતા પરમાણુઓના સમૂહના બનેલા હોય છે. આયન ધનવીજભારિત અથવા ઋણવીજભારિત હોઈ શકે છે. ઋણવીજભારિત આયનને 'એનાયન' (Anion) કહે છે અને ધનવીજભારિત આયનને 'કેટાયન' (Cation) કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl) લઈએ તો, તેના ઘટકકણો તરીકે ધનવીજભારિત સોડિયમ આયનો ($Na^+$) અને ઋણવીજભારિત ક્લોરાઇડ આયનો ($Cl^-$)

હોય છે. વીજભાર ધરાવતા પરમાણુઓના સમૂહ બહુપરમાણ્વીય આયન તરીકે ઓળખાય છે. આપણે આયનોના નિર્માણ વિશે પ્રકરણ 4માં વધુ અભ્યાસ કરીશું.

**કોષ્ટક 3.5 : કેટલાંક આયનીય સંયોજનો**

| આયનીય સંયોજન | જોડાતાં તત્ત્વો | દળથી ગુણોત્તર |
|---|---|---|
| કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ | કૅલ્શિયમ અને ઑક્સિજન | 5 : 2 |
| મૅગ્નેશિયમ સલ્ફાઇડ | મૅગ્નેશિયમ અને સલ્ફર | 3 : 4 |
| સોડિયમ ક્લોરાઇડ | સોડિયમ અને ક્લોરિન | 23 : 35.5 |

## 3.4 રાસાયણિક સૂત્રો લખવાં (Writing Chemical Formulae)

કોઈ પણ સંયોજનનું રાસાયણિક સૂત્ર તે સંયોજનના બંધારણનું સાંકેતિક નિરૂપણ છે. જુદાં-જુદાં સંયોજનોનાં રાસાયણિક સૂત્રો સરળતાથી લખી શકાય છે. આ માટે આપણે તત્ત્વોની સંજ્ઞાઓ અને તેઓની સંયોજાવાની ક્ષમતા (સંયોજન-ક્ષમતા) (Combining Capacity)નો અભ્યાસ કરવો જરૂરી છે.

કોઈ પણ તત્ત્વની સંયોજાવાની શક્તિ (અથવા ક્ષમતા)ને તે તત્ત્વની સંયોજકતા કહેવાય છે. કોઈ એક તત્ત્વના પરમાણુઓ અન્ય તત્ત્વના પરમાણુ(ઓ) સાથે સંયોજાઈને કેવી રીતે રાસાયણિક સંયોજન બનાવે છે તે જાણવા માટે સંયોજકતાનો ઉપયોગ થાય છે. કોઈ પણ તત્ત્વના પરમાણુની સંયોજકતાને તે પરમાણુના હાથ અથવા હથેળી (ભૂજા) સ્વરૂપે વિચારી શકાય.

મનુષ્યને બે હાથ તથા ઑક્ટોપસને આઠ હાથ હોય છે. એક ઑક્ટોપસે અમુક મનુષ્યોને એવી રીતે પકડવાં છે કે જેથી ઑક્ટોપસના આઠેય હાથ અને મનુષ્યના બંને હાથ એકબીજા સાથે જકડાઈ જાય. તમારા મત મુજબ, એક ઑક્ટોપસ કેટલા મનુષ્યોને પકડી શકે ? ઑકટોપસને O તરીકે અને મનુષ્યને H તરીકે દર્શાવો. શું તમે આ સંયોગીકરણ માટેનું સૂત્ર લખી શકો ખરા ? શું તમે $OH_4$ સૂત્ર મેળવો છો ? અહીં H ની નીચે દર્શાવેલ 4 એ ઑક્ટોપસ દ્વારા પકડાયેલ મનુષ્યોની સંખ્યા સૂચવે છે.

કોષ્ટક 3.6માં કેટલાંક સામાન્ય આયનોની સંજ્ઞાઓ દર્શાવેલી છે. આપણે હવે પછીના પ્રકરણમાં સંયોજકતા વિશે વધુ અભ્યાસ કરીશું.

**કોષ્ટક 3.6 : કેટલાંક આયનોનાં નામ અને સંજ્ઞાઓ**

| સંયોજકતા | આયનનું નામ | સંજ્ઞા | અધાત્વીય તત્ત્વ | સંજ્ઞા | બહુપરમાણ્વીય આયન | સંજ્ઞા |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | સોડિયમ | $Na^+$ | હાઇડ્રોજન | $H^+$ | એમોનિયમ | $NH_4^+$ |
| | પોટૅશિયમ | $K^+$ | હાઇડ્રાઇડ | $H^-$ | હાઇડ્રૉક્સાઇડ | $OH^-$ |
| | સિલ્વર | $Ag^+$ | ક્લોરાઇડ | $Cl^-$ | નાઇટ્રેટ | $NO_3^-$ |
| | કૉપર(I)* | $Cu^+$ | બ્રોમાઇડ | $Br^-$ | હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ | $HCO_3^-$ |
| | | | આયોડાઇડ | $I^-$ | | |
| 2. | મૅગ્નેશિયમ | $Mg^{2+}$ | ઑક્સાઇડ | $O^{2-}$ | કાર્બોનેટ | $CO_3^{2-}$ |
| | કૅલ્શિયમ | $Ca^{2+}$ | સલ્ફાઇડ | $S^{2-}$ | સલ્ફાઇટ | $SO_3^{2-}$ |
| | ઝિંક | $Zn^{2+}$ | | | સલ્ફેટ | $SO_4^{2-}$ |
| | આયર્ન(II)* | $Fe^{2+}$ | | | | |
| | કૉપર(II)* | $Cu^{2+}$ | | | | |
| 3. | ઍલ્યુમિનિયમ | $Al^{3+}$ | નાઇટ્રાઇડ | $N^{3-}$ | ફૉસ્ફેટ | $PO_4^{3-}$ |
| | આયર્ન(III)* | $Fe^{3+}$ | | | | |

* કેટલાંક તત્ત્વો એકથી વધુ સંયોજકતા દર્શાવે છે. કૌંસમાં દર્શાવેલ રોમન આંક તેમની સંયોજકતા દર્શાવે છે.

રાસાયણિક સૂત્ર લખતી વખતે તમારે નીચે દર્શાવેલા નિયમોનું પાલન કરવું જોઈએ :

- આયનની સંયોજકતા અથવા વીજભાર સમતોલિત હોવાં જોઈએ.
- જ્યારે સંયોજન ધાતુ અને અધાતુ બંને ધરાવતું હોય ત્યારે પ્રથમ ધાતુની સંજ્ઞા અથવા નામ લખાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ (CaO), સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl), આયર્ન સલ્ફાઇડ (FeS), કૉપર ઑક્સાઇડ (CuO) વગેરે. અહીં ઑક્સિજન, ક્લોરિન અને સલ્ફર અધાતુઓ છે અને તેઓને જમણી તરફ લખાય છે. જ્યારે કેલ્શિયમ, સોડિયમ, આયર્ન અને કોપર ધાતુઓ છે, અને તેઓને ડાબી તરફ લખાય છે.
- બહુપરમાણ્વીય આયનો દ્વારા બનતાં સંયોજનોમાં હાજર રહેલા આયનને કૌંસમાં દર્શાવી કૌંસની બહાર આયનોની સંખ્યા લખાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, $Mg(OH)_2$. જો બહુપરમાણીય આયનની સંખ્યા એક હોય તો કૌંસ દર્શાવવો જરૂરી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, NaOH.

### 3.4.1 સાદા સંયોજનોનાં સૂત્રો
### (Formulae of simple compounds)

બે જુદાં-જુદાં તત્ત્વોથી બનતાં સૌથી સરળ (સરળતમ) સંયોજનોને દ્વિઅંગી સંયોજનો કહે છે. કોષ્ટક 3.6માં કેટલાંક આયનોની સંયોજકતાઓ દર્શાવેલ છે. તમે તેનો ઉપયોગ સંયોજનોનાં સૂત્રો લખવા માટે કરી શકો છો.

સંયોજનોનાં રાસાયણિક સૂત્રો લખતી વખતે આપણે નીચે દર્શાવ્યા મુજબ ઘટક તત્ત્વો અને તેઓની સંયોજકતાઓ લખીએ છીએ. ત્યાર બાદ સંયોજાતા પરમાણુઓની સંયોજકતાઓ ક્રૉસ કરીએ છીએ.

**ઉદાહરણો**

1. હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડનું સૂત્ર :




તેથી સંયોજન સૂત્ર HCl છે.

2. હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડનું સૂત્ર :




સૂત્ર : $H_2S$

3. કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડનું સૂત્ર :

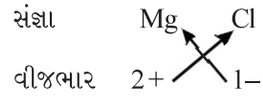



સૂત્ર : $CCl_4$

મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડનું સૂત્ર જાણવા સૌપ્રથમ આપણે ધનાયનની સંજ્ઞા ($Mg^{2+}$) લખીએ છીએ. ત્યાર બાદ ઋણાયનની સંજ્ઞા($Cl^-$) લખીએ છીએ ત્યાર બાદ તેમના વીજભારને ત્રાંસા તીર દ્વારા જોડીને રાસાયણિક સૂત્ર મેળવીએ છીએ.

સૂત્ર : $MgCl_2$

4. મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડનું સૂત્ર :

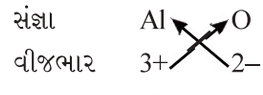



સૂત્ર : $MgCl_2$

આમ, મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડના અણુમાં પ્રત્યેક ($Mg^{2+}$) આયન માટે બે ક્લોરાઇડ ($Cl^-$) આયનો હોય છે. અહીં ધન તેમજ ઋણ વીજભાર એકબીજાને સમતોલિત કરતાં હોવા જોઈએ અને સંપૂર્ણ બંધારણ વીજભારની દૃષ્ટિએ તટસ્થ હોવું જોઈએ. અત્રે નોંધનીય છે કે, રાસાયણિક સૂત્રમાં આયનો પરના વીજભાર દર્શાવાતા નથી.

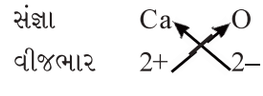
**કેટલાંક વધુ ઉદાહરણો**

(a) ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડનું સૂત્ર :



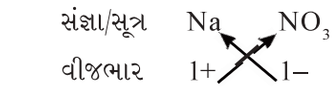

સૂત્ર : $Al_2O_3$

(b) કૅલ્શિયમ ઑકસાઇડનું સૂત્ર :



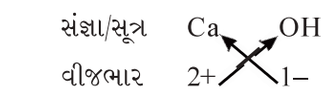

અહીં, બંને તત્ત્વોની સંયોજકતાઓ સમાન છે. તમે $Ca_2O_2$ પ્રકારનું સૂત્ર મેળવી શકો; પરંતુ આપણે તેને સરળ રીતે CaO તરીકે દર્શાવીએ છીએ.

(c) સોડિયમ નાઇટ્રેટનું સૂત્ર :




સૂત્ર : $NaNO_3$

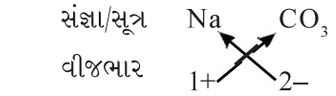
(d) કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું સૂત્ર :




સૂત્ર : $Ca(OH)_2$

અત્રે નોંધનીય છે કે, કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું સૂત્ર $Ca(OH)_2$ છે નહિ કે $CaOH_2$. જ્યારે સૂત્રમાં બે કે તેથી વધારે સમાન આયનો હાજર હોય ત્યારે આપણે કૌંસનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. અહીં કૌંસ કરીને દર્શાવેલ OHની નીચેની તરફ 2 એ દર્શાવે છે કે, એક કૅલ્શિયમ પરમાણુ સાથે બે હાઇડ્રૉક્સિલ (OH) સમૂહો જોડાયેલ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ, તો કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉકસાઇડમાં ઑક્સિજન અને હાઇડ્રોજનના બે-બે પરમાણુઓ છે.

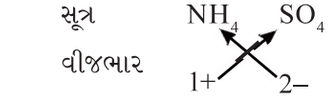
(e) સોડિયમ કાર્બોનેટનું સૂત્ર :




સૂત્ર : $Na_2CO_3$

ઉપર દર્શાવેલ ઉદાહરણમાં માત્ર એક જ આયન હોવાથી કૌંસ દર્શાવવાની જરૂર નથી.

(f) એમોનિયમ સલ્ફેટનું સૂત્ર :




સૂત્ર : $(NH_4)_2SO_4$

## પ્રશ્નો :

1. રાસાયણિક સૂત્રો લખો :
   (i) સોડિયમ ઑક્સાઇડ
   (ii) ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ
   (iii) સોડિયમ સલ્ફાઇડ
   (iv) મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ
2. નીચે દર્શાવેલ સૂત્રો ધરાવતાં સંયોજનોનાં નામ લખો :
   (i) $Al_2(SO_4)_3$
   (ii) $CaCl_2$
   (iii) $K_2SO_4$
   (iv) $KNO_3$
   (v) $CaCO_3$
3. 'રાસાયણિક સૂત્ર' શબ્દનો અર્થ શું છે ?
4. નીચેનામાં કેટલા પરમાણુઓ હાજર છે ?
   (i) $H_2S$ અણુ
   (ii) $PO_4^{3-}$ આયન

## 3.5 આણ્વીય દળ (Molecular Mass)

### 3.5.1 આણ્વીય દળ (Molecular mass) :

વિભાગ 3.2.2 માં આપણે પરમાણ્વીય દળ વિશે ચર્ચા કરી. આ સંકલ્પના વધુ વિકસાવીને આણ્વીય દળોની ગણતરી કરી શકાય છે. કોઈ પણ પદાર્થનું આણ્વીય દળ તેમાં રહેલા તમામ ઘટક પરમાણુઓના પરમાણ્વીય દળોના સરવાળા બરાબર હોય છે. આમ, આ દળ અણુનું સાપેક્ષદળ છે જેને પરમાણીય દળ એકમ (u) માં દર્શાવવામાં આવે છે.

**ઉદાહરણ 3.1 :** (a) પાણી ($H_2O$)ના સાપેક્ષ આણ્વીય દળની ગણતરી કરો. (b) $HNO_3$ના આણ્વીય દળની ગણતરી કરો.

**ઉકેલ :**

(a) હાઇડ્રોજનનું પરમાણ્વીય દળ = 1 u અને
ઑક્સિજનનું પરમાણ્વીય દળ = 16 u છે.
આથી, બે હાઇડ્રોજન પરમાણુ અને એક ઑક્સિજન પરમાણુ ધરાવતા પાણીના અણુનું આણ્વીય દળ = $2\times1 + 1 \times 16 = 18$ u થાય.

(b) $HNO_3$નું આણ્વીય દળ = Hનું પરમાણ્વીય દળ +
Nનું પરમાણ્વીય દળ +
3 × Oનું પરમાણ્વીય દળ
= 1 + 14 + 48
= 63 u થાય.

### 3.5.2. સૂત્ર એકમ દળ (Formula unit mass)

કોઈ પણ પદાર્થનું સૂત્ર એકમ દળ એ તેમાં રહેલા તમામ ઘટક પરમાણુઓના પરમાણ્વીય દળોનો સરવાળો છે. જે પ્રકારે આણ્વીય દળની ગણતરી થાય છે, તે જ પ્રકારે સૂત્ર એકમ દળની

ગણતરી થાય છે. ફરક માત્ર એટલો છે કે 'સૂત્ર એકમ' આ શબ્દનો ઉપયોગ એવા પદાર્થ માટે કરીએ છીએ કે જેમાં ઘટક કણ તરીકે આયન હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે સોડિયમ ક્લોરાઇડ, ઉપર ચર્ચા કર્યા મુજબ તેનું સૂત્ર એકમ NaCl છે. તેના સૂત્ર એકમ દળની ગણતરી નીચે પ્રમાણે થાય છે :

$(1 \times 23) + (1 \times 35.5) = 58.5$ u

**ઉદાહરણ 3.2 :** $CaCl_2$ માટે સૂત્ર એકમ દળની ગણતરી કરો.

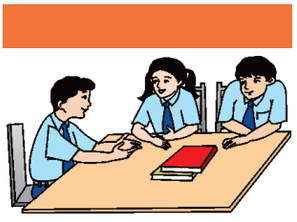
**ઉકેલ :**

(a) $CaCl_2$ નું સૂત્ર એકમ દળ = Ca નું પરમાણ્વીય દળ + 2(Cl નું પરમાણ્વીય દળ)

$= 40 + 2 \times 35.5 = 40 + 71 = 111$ u

**પ્રશ્નો :**

1. નીચેનાનાં આણ્વીય દળ ગણો :
   $H_2$, $O_2$, $Cl_2$, $CO_2$, $CH_4$, $C_2H_6$, $C_2H_4$, $NH_3$, $CH_3OH$
2. ZnO, $Na_2O$, $K_2CO_3$ માટે સૂત્ર એકમ દળની ગણતરી કરો : આપેલ પરમાણ્વીય દળ
   Zn = 65 u, Na = 23 u, K = 39 u,
   C = 12 u, O = 16 u.



# તમે શું શીખ્યાં

# What You Have Learnt

- કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન પ્રક્રિયકો અને નીપજોના દળનો સરવાળો બદલાતો નથી. તેને દળ સંચયનો નિયમ કહે છે.
- કોઈ પણ શુદ્ધ રાસાયણિક સંયોજનમાં તત્ત્વો હંમેશાં દળથી નિશ્ચિત પ્રમાણમાં જોડાયેલાં હોય છે, તેને નિશ્ચિત પ્રમાણનો નિયમ કહે છે.
- પરમાણુ તત્ત્વનો નાનામાં નાનો કણ છે, જે સ્વતંત્ર રીતે અસ્તિત્વ ધરાવતો નથી અને તેના તમામ રાસાયણિક ગુણધર્મો જાળવી રાખે છે.
- અણુ તત્ત્વ અથવા સંયોજનનો નાનામાં નાનો કણ છે, કે જે સામાન્ય પરિસ્થિતિઓમાં સ્વતંત્ર રીતે અસ્તિત્વ ધરાવે છે અને પદાર્થના તમામ ગુણધર્મો દર્શાવે છે.
- કોઈ પણ સંયોજનનું રાસાયણિક સૂત્ર તેમાં રહેલાં તમામ ઘટક તત્ત્વો અને સંયોજાતા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા દર્શાવે છે.
- પરમાણુઓનો સમૂહ (Cluster) કે જે આયનની માફક વર્તે છે, તેને બહુપરમાણ્વીય આયન કહે છે. તે ચોક્કસ વીજભાર ધરાવે છે.
- કોઈ પણ આણ્વીય સંયોજનનું રાસાયણિક સૂત્ર દરેકે દરેક તત્ત્વની સંયોજકતા દ્વારા નક્કી થાય છે.
- આયનીય સંયોજનોમાં દરેક આયન પરના વીજભાર સંયોજનનું રાસાયણિક સૂત્ર નક્કી કરવામાં ઉપયોગી છે.

# સ્વાધ્યાય (Exercise)



1. ઑક્સિજન અને બોરોન ધરાવતા એક સંયોજનના 0.24 g નમૂનામાં 0.096 g બોરોન અને 0.144 g ઑક્સિજન હાજર છે, તો વજનથી સંયોજનના ટકાવારી પ્રમાણની ગણતરી કરો.
2. 8 g ઑક્સિજનમાં જ્યારે 3 g કાર્બનનું દહન કરવામાં આવે ત્યારે 11 g કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ બને છે. જ્યારે 3 g કાર્બનને 50 g ઑક્સિજનમાં દહન કરવામાં આવે ત્યારે કેટલા ગ્રામ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ બનશે ? રાસાયણિક સંયોગીકરણનો કયો નિયમ તમારા જવાબ માટે દિશા સૂચવે છે ?
3. બહુપરમાણ્વીય આયન એટલે શું ? ઉદાહરણ આપો.
4. નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોનાં રાસાયણિક સૂત્રો લખો :
   (a) મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ
   (b) કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ
   (c) કૉપર નાઇટ્રેટ
   (d) ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ
   (e) કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ
5. નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોમાં હાજર રહેલ તત્ત્વોનાં નામ જણાવો :
   (a) ક્વિક લાઇમ
   (b) હાઇડ્રોજન બ્રોમાઇડ
   (c) બેકિંગ પાઉડર
   (d) પોટૅશિયમ સલ્ફેટ
6. નીચેના પદાર્થોના મોલર દળની ગણતરી કરો :
   (a) ઈથાઈન ($C_2H_2$)
   (b) સલ્ફર અણુ ($S_8$)
   (c) ફૉસ્ફરસ અણુ ($P_4$) (ફૉસ્ફરસનું પરમાણ્વીય દળ = 31)
   (d) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ (HCl)
   (e) નાઇટ્રિક ઍસિડ ($HNO_3$)

# સામૂહિક પ્રવૃત્તિ (Group Activity)



સૂત્ર લખવા માટે નીચેની રમત રમો :

**ઉદાહરણ 1 :** તત્ત્વોની સંજ્ઞાઓ અને સંયોજકતાઓ દર્શાવતાં અલગ-અલગ પ્લેકાર્ડ (ગંજીફાનાં પત્તાં જેવાં) બનાવો. પ્રત્યેક વિદ્યાર્થી બે પ્લેકાર્ડ પકડશે. સંજ્ઞા દર્શાવતું કાર્ડ જમણા હાથમાં અને સંયોજકતા દર્શાવતું કાર્ડ ડાબા હાથમાં લેશે. વિદ્યાર્થીઓ તત્ત્વોની સંજ્ઞાઓને ધ્યાનમાં રાખીને તેની સંયોજકતાઓ પરસ્પર જોડીને (Criss-Cross) સંયોજનનું સૂત્ર બનાવશે.

**ઉદાહરણ 2 :** સૂત્ર લખવાનો ખૂબ જ ઓછી કિંમતનો નમૂનો : દવાઓના ખાલી થઈ ગયેલા ફૂલેલા (Blister) પૅકેટ્સ લો. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેને તત્ત્વની સંયોજકતાના આધારે સમૂહોમાં કાપો. હવે તમે એક પ્રકારના આયનને અન્ય પ્રકારના આયન સાથે જોડીને સૂત્ર બનાવી શકો છે.

**દા.ત. :**




સોડિયમ સલ્ફેટનું સૂત્ર :

બે સોડિયમ આયન એક સલ્ફેટ આયન સાથે જોડાઈ શકે છે.

તેથી સૂત્ર : $Na_2SO_4$ થશે.

તમારી જાતે કરો : હવે સોડિયમ ફૉસ્ફેટનું સૂત્ર લખો.