1. મોડ્યુલ અને તેની રચનાની વિગતો

મોડ્યુલની વિગત	
વિષયનું નામ	રસાયણવિજ્ઞાન
કોર્સનું નામ	રસાયણવિજ્ઞાન 01 (ધોરણ XI સિમેસ્ટર 01)
મોડ્યુલનું નામ / શીર્ષક	રસાયણવિજ્ઞાનની કેટલીક પાયાની સંકલ્પનાઓ: ભાગ 4
મોડ્યુલ Id	kech_10104
પૂર્વજ્ઞાન	રાસાયણિક સંયોગીકરણના નિયમો, એવોગેડ્રો આંક, પરમાણ્વીય દળ, આણ્વીય દળ
હેતુઓ	આ મોડ્યુલના અભ્યાસથી તમે ..... 1. મોલ અને મોલર દળ જેવા પદોનું વર્ણન કરી શકશો. 2.સંયોજનના જુદા-જુદા ઘટકતત્વોની દળથી ટકાવારીની ગણતરી કરી શકશો. 3. સંયોજનના પ્રમાણસૂચકસૂત્ર અને આણ્વીયસૂત્ર આપેલા પ્રાયોગિક પરિણામો પરથી નક્કી કરી શકશો. 4. તત્વયોગમિતીય ગણતરીઓ કરી શકશો.
ચાવીરૂપ શબ્દો	મોલ, મોલર દળ, પ્રમાણસૂચકસૂત્ર, આણ્વીયસૂત્ર, તત્વયોગમિતીય, સીમિત પ્રક્રિયક, દળ%, મોલ અંશ, મોલારીટી, મોલાલીટી

2. વિકાસ ટીમ

કામગીરી	નામ	સંસ્થા
રાષ્ટ્રીય MOOC સંયોજક (NMC)	પ્રો. અમરેન્દ્ર પી. બેહેરા	CIET,NCERT, ન્યુ દિલ્હી
કાર્યક્રમ સંયોજક	ડૉ. મોહમદ મામુર અલી	CIET, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
અભ્યાસક્રમ સંયોજક (CC)/ PI	પ્રો. આર. કે. પરાશર	DESM, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
અભ્યાસક્રમ સહ સંયોજક / Co-PI	ડૉ. એરુમખાન	CIET, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
વિષય વસ્તુ નિષ્ણાંત (SME)	ડૉ. કોમલ એસ. ખત્રી	જી.બી. પંત ઇન્સ્ટીટ્યુટ ઓફ પોલીટેક્નીક, ઓખલા-II, ન્યુ દિલ્હી

સમીક્ષા ટીમ	ડૉ. અલકા મેહરોત્ર ડૉ. એસ્રુમખાન	DESM, NCERT, ન્યુ દિલ્હી CIET, NCERT, ન્યુ દિલ્હી
અનુવાદક	પ્રો.(ડૉ.) મયૂર સી.શાહ	પ્રોફેસર (રસાયણવિજ્ઞાન) ગૂજરાત વિદ્યાપીઠ, અમદાવાદ

વિષયવસ્તુનું કોષ્ટક

1.મોલ સંકલ્પના અને મોલર દળ
2.ટકાવાર સંઘટન
3. તત્વયોગમિતિ અને તત્વયોગમિતિય ગણતરી
4. સારાંશ

1. મોલ સંકલ્પના અને મોલરદળ

પરમાણુઓ અને અણુઓ કદમાં અતિ સૂક્ષ્મ હોય છે. જોકે એવોગેડ્રો આંક , N_A(એટલેકે પદાર્થના એક ગ્રામ અણુમાં રહેલા અણુઓની સંખ્યા)નું મૂલ્ય 6.022×10^{23} છે જે દર્શાવે છે કે કોઈપણ પદાર્થના નાના જથ્થામાં પણ તેમની સંખ્યા ઘણી જ વધારે હોય છે. આવી વિશાળ સંખ્યા માટે તેની માત્રાને સમાન કોઈ એકમ જરૂરી બને છે. ઉદાહરણ તરીકે, સામાન્ય રીતે આપણે જુદા જુદા પદાર્થોને ગણવા માટે 12 નંગ એટલે એક ડઝન, 20 નંગ એટલે એક કોડી, 144 નંગ એટલે એક ગ્રોસ, 50 કિલોગ્રામ માટે એક ટન એમ દર્શાવીએ છીએ. સૂક્ષ્મ સ્તરે સ્પિસીઝ (પરમાણુઓ/અણુઓ/ કણો/ ઈલેક્ટ્રોન / આયનો વગેરે) ને ગણવા માટે મોલ સંકલ્પનાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. SI પદ્ધતિમાં મોલ (સંજ્ઞા તરીકે મોલ) ને પદાર્થના જથ્થા માટેની પાયાની સાતમી રાશિ તરીકે દાખલ કરવામાં આવી હતી. આમ, પદાર્થના એક મોલને એ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે " એક મોલ એટલે પદાર્થનો એટલો જથ્થો કે જે 12 g (અથવા 0.012 kg) 12C સમસ્થાનિકમાં રહેલા પરમાણુઓ અથવા સ્પિસીઝ ધરાવે છે".

એના પર ખાસ ભાર મૂકીએ કે પદાર્થનો એક મોલ એટલે કોઈ પણ પદાર્થમાં રહેલા પછી તે ગમે તે હોય તો પણ સરખી સંખ્યામાં સ્પિસીઝ ધરાવે છે. ખુબ જ પરિશુદ્ધતાથી આ સંખ્યા નક્કી કરવા માટે દળ સ્પેક્ટ્રોમીટરની મદદથી કાર્બન-12 પરમાણુનું દળ નક્કી કરવામાં આવ્યું હતું અને તેનું મૂલ્ય

1.992648×10^{-23} g હતું. આપણે જાણીએ છીએ કે એક મોલ કાર્બનનું વજન 12 g છે. આથી તેમાં રહેલા પરમાણુઓની સંખ્યા નીચે પ્રમાણે થશે:

$$\frac{12 g/mol\ ^{12}C}{1.9924648\times10^{-23} g/^{12}C \text{ પરમાણુ}}$$

$=6.0221367\times10^{23}$ પરમાણુઓ/ મોલ

એક મોલમાં રહેલી સ્પિસીઝની સંખ્યા એટલી અગત્યની હતી કે તેને અલગ નામ અને સંજ્ઞા આપવામાં આવ્યા. વૈજ્ઞાનિક એમિડો એવોગેડ્રોના સન્માનરૂપે તે એવોગેડ્રો અચળાંક તરીકે ઓળખાય છે અને N_A સંજ્ઞાથી દર્શાવાય છે. આ અંકની બૃહ્દતાની કદર કરવા માટે આપણે તેને દસના ઘાતાંકમાં લખવાને બદલે બધાજ શૂન્ય સાથે લખીએ તો, 602213670000000000000000 થાય. આમ, કોઈ પણ પદાર્થની આટલી મોટી સંખ્યામાં કણો જેવાકે પરમાણુઓ, અણુઓ અથવા અન્ય કણોને તે પદાર્થનો એક મોલ કહેવાય છે.

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

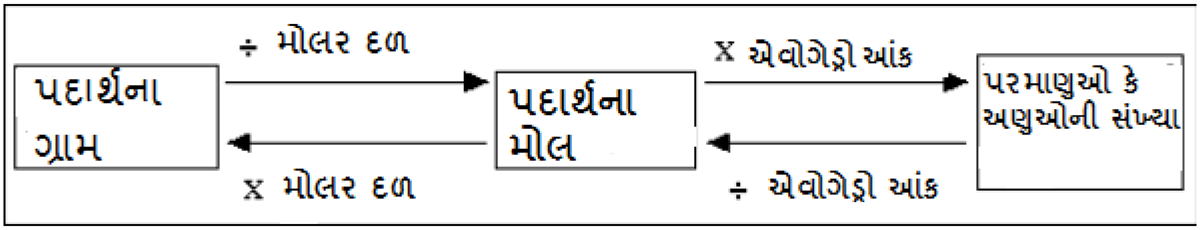
1 મોલ પાણીના અણુઓ=6.022×10^{23} પાણીના અણુઓ

1 મોલ સોડીયમક્લોરાઈડ=6.022×10^{23} સોડીયમક્લોરાઈડના સૂત્ર એકમો

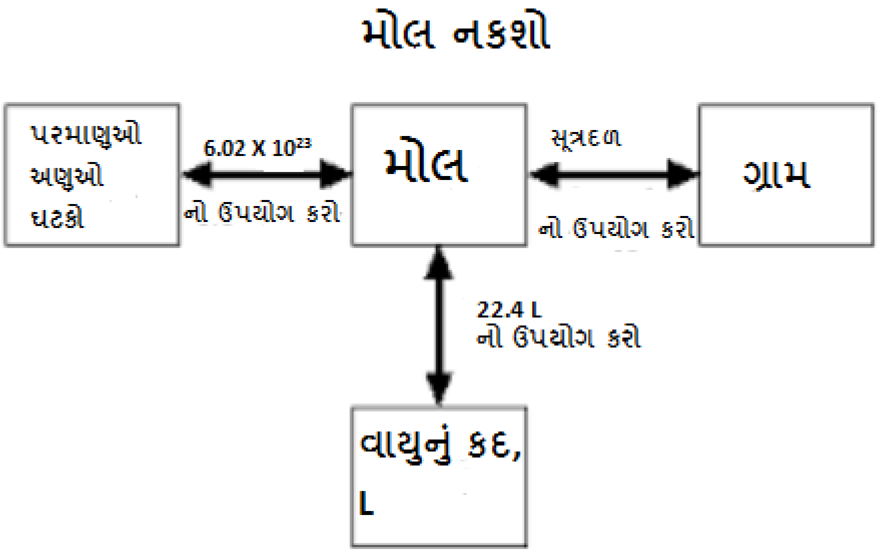
દળના સંદર્ભે એક મોલને વ્યાખ્યાયિત કરીએ તો " એક મોલ એટલે પદાર્થનો એટલો જથ્થો જેનું દળ પરમાણ્વીય પદાર્થો માટે ગ્રામ પરમાણ્વીય દળ જેટલું અને અણુઓ માટે ગ્રામ આણ્વીય દળ જેટલું હોય છે". મોલની વ્યાખ્યા આપ્યા પછી કોઈ પણ પદાર્થના અથવા તેના ઘટક એકમોનું એક મોલ દળ જાણવું સરળ બન્યું છે. પદાર્થના એક મોલનું ગ્રામમાં દર્શાવેલ દળ તેનું મોલર દળ કહેવાય છે. ગ્રામમાં મોલર દળ સંખ્યાની દ્રષ્ટીએ પરમાણ્વીય/ આણ્વીય/ સૂત્રદળ (u એકમમાં) જેટલું થાય છે.

ઉદાહરણ તરીકે, પાણીનું આણ્વીયદળ = 18.02 g mol^{-1}
સોડીયમ ક્લોરાઈડનું આણ્વીયદળ =58.5 g mol^{-1}

આમ, ઉપરની ચર્ચાના આધારે જાણવા મળ્યું કે પદાર્થના એક મોલને તેના દળ અથવા તેમા રહેલા કણોની સંખ્યા કે વાયુના કદ સાથે સાંકળી શકાય છે(આકૃતિ 4.1 & 4.2)



આકૃતિ 4.1 પદાર્થના મોલની વ્યાખ્યા
(સ્રોત: http://www.chemteam.info/Mole/Avogadro-Number-CalcsII-1.GIF)



આકૃતિ 4.2 : પદાર્થના મોલનો તેમા રહેલા કણોની સંખ્યા, તેના દળ અને વાયુના કદ સાથેનો સંબંધ

(સ્રોત:http://3.bp.blogspot.com/_9fh8OjpL7M4/TPiawRO23UI/CA/cI9YCsmPgpU/s1600/mole map.gif)

2. સંઘટનીય ટકાવારી

હજી સુધી આપણે આપેલ નમૂનામાં હાજર સ્પિસીઝની સંખ્યા સાથે સંકળાયેલા હતા. પરંતુ ઘણીવાર સંયોજનોમાં રહેલા તત્વોના ટકા પણ જાણવા જરૂરી બને છે. ઉદાહરણ તરીકે તમને અજ્ઞાત અથવા કોઈ નવું સંયોજન આપવામાં આવે તો તમે પ્રથમ પ્રશ્ન પૂછશો કે તેનું સૂત્ર શું છે? અથવા તેના ઘટકો શું છે? અને તેમનું આપેલા સંયોજનમાં પ્રમાણ શું છે? જ્ઞાત સંયોજન માટે પણ આવી માહિતી વડે શુદ્ધ નમૂનામાં રહેલા તત્વોની ટકાવારી ગણતરી પ્રમાણેની છે કે નહિ તેને તપાસી શકીએ છીએ. આમ, આ રીતે આ માહિતીના વિશ્લેષણ પરથી પદાર્થની શુદ્ધતા ચકાસી શકીએ છીએ.

કોયડો: પાણી(H_2O) અણુ. પાણીમાં હાઇડ્રોજન અને ઓક્સિજન બે જ તત્વો રહેલા હોવાથી તેમનું ટકાવાર પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે ગણી શકીએ:

$$\text{તત્ત્વની દળ ટકવારી} = \frac{\text{સંયોજનમાં તે તત્ત્વનું દળ}}{\text{સંયોજનનું મોલર દળ}} \times 100$$

$$\text{પાણીનું મોલર દળ} = 18.02 \text{ g}$$

$$\text{હાઇડ્રોજનનું દળ \%} = \frac{2 \times 1.008}{18.02} \times 100$$

$$= 11.18$$

$$\text{ઑક્સિજનનું દળ \%} = \frac{16.00}{18.02} \times 100$$

$$= 88.79$$

કોયડો: ઇથેનોલમાં કાર્બન, હાઇડ્રોજન અને ઓક્સિજનના કેટલા ટકા છે?

ઇથેનોલનું આણ્વીય સૂત્ર : C_2H_5OH

ઇથેનોલનું મોલર દળ

$$= (2 \times 12.01 + 6 \times 1.008 + 16.00)\ g$$
$$= 46.068\ g$$

કાર્બનનું દળ % $= \frac{24.02\ g}{46.068\ g} \times 100$

$= 52.14\ \%$

હાઇડ્રોજનનું દળ % $= \frac{6.048\ g}{46.068\ g} \times 100$

$= 13.13\ \%$

ઑક્સિજનનું દળ % $= \frac{16.00\ g}{46.068\ g} \times 100$

$= 34.73\ \%$

આણ્વીય સૂત્ર માટે પ્રમાણસૂચક સૂત્ર: સંઘટનીય ટકાવારી પદાર્થનું સૂત્ર પણ દર્શાવે છે. પ્રમાણસૂચક સૂત્ર સંયોજનમાં રહેલા જુદા જુદા પરમાણુઓની પૂર્ણ સંખ્યાનો સરળ ગુણોત્તર દર્શાવે છે. જો સંયોજનમાં રહેલા જુદા-જુદા તત્વોની દળ ટકાવારી જાણતા હોઈએ તો તેનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર નક્કી કરી શકીએ છીએ. જો મોલર દળ જ્ઞાત હોય તો આણ્વીય સૂત્ર પણ મેળવી શકીએ છીએ. નીચે આપેલા કેટલાક ઉદાહરણો પ્રમાણસૂચક સૂત્ર અને આણ્વીય સૂત્ર વચ્ચેનો તફાવત સમજાવે છે.

સંયોજન	પ્રમાણસૂચક સૂત્ર	આણ્વીય સૂત્ર
બેન્ઝિન	CH	C_6H_6
હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઈડ	HO	H_2O_2
ગ્લુકોઝ	CH_2O	$C_6H_{12}O_6$

નીચેનું ઉદાહરણ સંયોજનનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર અને આણ્વીય સૂત્ર નક્કી કરવાની ગણતરી સમજાવે છે.

કોયડો: એક સંયોજન 4.07% હાઇડ્રોજન, 24.27% કાર્બન અને 71.65% ક્લોરીન ધરાવે છે. તેનું મોલર દળ 98.96 g છે. તેના પ્રમાણસૂચક સૂત્ર અને આણ્વીય સૂત્ર શું હશે?
સોપાન 1 દળ ટકાને ગ્રામમાં ફેરવવા: આપણને ટકાવારી પ્રાપ્ય છે તો શરૂઆતથી 100 g નમૂનો

લેવો વધુ અનૂકુળ પડશે. આમ, ઉપરના સંયોજનના 100 ગ્રામ નમૂનામાં 4.07 g હાઇડ્રોજન હાજર છે, 24.27 g કાર્બન હાજર છે અને 71.65 g ક્લોરિન હાજર છે.

સોપાન 2 દરેક તત્વને મોલ સંખ્યામાં ફેરવો : ઉપર મળેલા જુદા જુદા તત્વોના દળને અનુવર્તી પરમાણ્વીય દળ વડે ભાગવામાં આવે છે.

$$\text{હાઈડ્રોજનના મોલ} = \frac{4.07\ g}{1.008\ g} = 4.04$$

$$\text{કાર્બનના મોલ} = \frac{24.27\ g}{12.01\ g} = 2.021$$

$$\text{ક્લોરિનના મોલ} = \frac{71.65\ g}{35.453\ g} = 2.021$$

સોપાન 3 ઉપરની ગણતરીમાં મળેલ મોલની સંખ્યાનો સૌથી નાની સંખ્યા વડે ભાગાકાર કરો: અહી સૌથી નાની સંખ્યા 2.021 છે તેથી તેના વડે ભાગાકાર કરતા તે H:C:Cl માટે 2:1:1 ગુણોત્તર આવશે. જો આ ગુણોત્તર પૂર્ણાંક ના હોય તો કોઈ યોગ્ય ગુણાંક વડે ગુણીને પૂર્ણ સંખ્યામાં ફેરવો.

સોપાન 4 દરેક તત્વની સંજ્ઞા લખી તેને અનુરૂપ સંખ્યા લખી પ્રમાણસૂચક સૂત્ર લખો: આમ, CH_2Cl ઉપરના સંયોજનનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર થશે.

સોપાન 5 આણ્વીય સૂત્ર લખવું: (a)પ્રમાણસૂચક સૂત્રનું દળ નક્કી કરો. પ્રમાણસૂચક સૂત્રમાં હાજર રહેલા જુદા જુદા પરમાણુઓના પરમાણ્વીય દળનો સરવાળો કરો.

CH_2Cl માટે પ્રમાણસૂચક સૂત્ર પ્રમાણે દળ $12.01 + 2 \times 1.008 + 35.453 = 49.48$ g થશે.

(b) મોલર દળને પ્રમાણસૂચક દળ વડે ભાગો

$$\frac{\text{મોલર દળ}}{\text{પ્રમાણસૂચક દળ}} = \frac{98.96\ g}{49.48\ g}$$

$$= 2 = (n)$$

(c) પ્રમાણસૂચક સૂત્રને ઉપર પ્રમાણે મેળવેલ n વડે ગુણો જેથી આણ્વીય સૂત્ર મળશે.

પ્રમાણસૂચક સૂત્ર = CH_2Cl, n = 2   આમ, આણ્વીયસૂત્ર $C_2H_4Cl_2$ થશે.

3.તત્વયોગમિતિ અને તત્વયોગમિતિય ગણતરીઓ

Stoichiometry(તત્વયોગમિતિય) શબ્દ બે ગ્રીક શબ્દો પરથી લેવામાં આવેલ છે- stocheion(અર્થ છે તત્વ) અને metron(અર્થ છે માપન). આમ, તત્વયોગમિતિ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રિયકો અને નીપજોના દળની ગણતરી(કેટલીક વખત કદ) સાથે સંકળાયેલ છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં જરૂરી પ્રક્રિયકોના જથ્થાની કે પ્રાપ્ત થતી નીપજોના જથ્થાની ગણતરી કેવી રીતે થાય તેની સમજૂતી મેળવીએ તે પહેલા આપણે આપેલી પ્રક્રિયાના સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ પરથી શું માહિતી પ્રાપ્ત કરી શકીએ છીએ તેનો અભ્યાસ કરીએ.

આપણે મિથેનના દહનને ગણતરીમાં લઈએ. આ પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત સમીકરણ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય.

CH_4 (g) + 2O_2 (g) → CO_2 (g) + 2 H_2O (g)

અહિયાં મિથેન અને ડાયઓક્સિજન પ્રક્રિયકો કહેવાય છે અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પાણી નીપજો કહેવાય છે. એ નોંધવું જરૂરી છે કે ઉપરની પ્રક્રિયામાં બધાજ પ્રક્રિયકો અને નીપજો વાયુઓ છે. આ માટે દરેકના સૂત્રની પાછળ કૌંસમાં અક્ષર (g) લખવામાં આવે છે અને તે પ્રમાણે ઘન અને પ્રવાહી માટે અનુક્રમે અક્ષર (s) અને (l) લખવામાં આવે છે.

O_2 અને H_2O માટે ગુણાંક 2 તત્વયોગમિતિય ગુણાંક કહેવાય છે, તે જ પ્રમાણે CH_4 અને O_2નો તત્વયોગમિતિય ગુણાંક 1 છે. તેઓ પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતા અને પ્રક્રિયામાં બનતા પદાર્થના અણુઓની (અને મોલની પણ) સંખ્યા દર્શાવે છે.

આમ, ઉપર પ્રમાણેની રાસાયણિક પ્રક્રિયા અનુસાર,

1. CH_4(g)નો એક મોલ O_2(g)ના બે મોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી CO_2(g)નો એક મોલ અને H_2O(g)ના બે મોલ આપે છે.
2. CH_4(g)નો એક અણુ O_2(g)ના બે અણુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને CO_2(g)નો એક અણુ અને H_2O(g)ના બે અણુઓ આપે છે.
3. CH_4(g)ના 22.7 L, O2(g)ના 45.4 L સાથે પ્રક્રિયા કરી CO_2(g)ના 22.7 L અને H_2O(g)ના 45.4 L આપે છે.
4. CH_4(g)ના 16 g, O_2(g)ના 2×32g સાથે પ્રક્રિયા કરી CO_2(g)ના 44g અને H_2O(g)ના 2×18g આપે છે.

આ સબંધો પરથી મળતી માહિતી નીચે પ્રમાણે એકબીજામાં રૂપાંતરિત કરી શકાય છે.

દળ ⇌ મોલ ⇌ અણુઓની સંખ્યા

$\frac{\text{દળ}}{\text{કદ}}$ = ઘનતા

કોયડો: 16 g મિથેનના દહનથી ઉત્પન્ન થયેલ પાણી(g)નો જથ્થો ગણો.

મિથેનના દહન માટેનું સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ છે:
$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$
(i) 16 g CH4 બરાબર 1 મોલ થાય
(ii) ઉપરના સમીકરણ પરથી 1 મોલ $CH_4(g)$ 2 મોલ $2H_2O(g)$ આપે છે.

2 મોલ $H_2O(g)$= 2 × (2+16) = 2 × 18 = 36 g

1 મોલ H_2O= 18 g H_2O=$\frac{18\ g\ H_2O\ \ 18\ g\ H_2O}{1\text{મોલ}\ H_2O 1\text{મોલ}\ H_2O}$=1

તેથી 2 મોલ $H_2O(g)$ $\frac{18\ g\ H_2O\ \ 18\ g\ H_2O}{1\text{મોલ}\ H_2O 1\text{મોલ}\ H_2O}$ =2×18 g H_2O=36 g H_2O

કોયડો: દહન પ્રક્રિયાના અંતે 22 g $CO_2(g)$ ઉત્પન્ન કરવા માટે કેટલા મોલ મિથેનની જરૂર પડશે?

રાસાયણિક સમીકરણ પ્રમાણે,
$CH_4\ (g) + 2O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$
44 $CO_2(g)$ એ 16 g CH_4 (g) માંથી મળેલ છે. [કારણકે 1 મોલ CO_2 (g); 1 મોલ CH_4 (g) માંથી મળેલ છે]

CO_2 ના મોલ = 22 g CO_2 (g) × $\frac{1\text{મોલ}\ CO_2\ (g) 1\ \text{મોલ}\ CO_2\ (g)}{44\ gCO2\ (g)\ 44\ gCO2\ (g)}$ = 0.5 મોલ CO_2 (g)
આમ, 0.5 મોલ CO_2 (g), 0.5 મોલ CH_4 (g) માંથી અથવા CH_4 (g) ના 0.5 મોલની 22 g CO_2 (g) ઉત્પન્ન કરવા માટે જરૂરીયાત પડશે.

3.1 સીમિત પ્રક્રિયક : ઘણી વખત રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કરવામાં આવે છે ત્યારે હાજર રહેલા પ્રક્રિયકોના જથ્થા સમતોલિત રાસાયણિક પ્રક્રિયાની ગણતરી પ્રમાણેના પ્રમાણમાં હોતા નથી. આવા સંજોગોમાં એક પ્રક્રિયક બીજા પ્રક્રિયક કરતા વધારે હોય છે.જે પ્રક્રિયક ઓછા

પ્રમાણમાં હોય છે તે કેટલાક સમય પછી વપરાઈ જાય છે અને ત્યારબાદ બીજા પ્રક્રીયકનું પ્રમાણ ગમે તેટલું હોત તો પણ પ્રક્રિયા આગળ વધતી નથી. આથી જે પ્રક્રિયક વપરાઈ ગયેલ છે તે બનતી નીપજના ઉત્પાદનને સીમિત કરે છે અને તેથી તેને સીમિત પ્રક્રિયક કહે છે. તેથી સીમિત પ્રક્રીયકને એવી રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકીએ છીએ કે '' પ્રક્રિયક કે જે પ્રક્રિયામાં સંપૂર્ણપણે પ્રક્રિયા પામે છે''. તત્વયોગમિતિય ગણતરીઓ કરતી વખતે આ બાબતને ધ્યાનમાં રાખવાની હોય છે.

કોયડો: 50.0 kg $N_2(g)$ અને 10 kg $H_2(g)$ને $NH_3(g)$ મેળવવા માટે મિશ્ર કરવામાં આવ્યા. ઉત્પન્ન થયેલા $NH_3(g)$ની ગણતરી કરો. આ પરિસ્થિતિમાં $NH_3(g)$ના ઉત્પાદનમાં સીમિત પ્રક્રિયકને ઓળખી બતાવો.

ઉપરની પ્રક્રિયા માટે સમતોલિત સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

મોલની ગણતરી:

N_2ના મોલ =50.0kg $N_2 \times \frac{1000\ g\ N_2}{1\ Kg\ N_2} \times \frac{1\ mol\ N_2}{28.09\ g\ N_2} N_2 \times \frac{1000\ g\ N_2}{1\ Kg\ N_2} \times \frac{1\ mol\ N_2}{28.09\ g\ N_2}$ = 17.86 × 10^2 mol

H_2 ના મોલ =10.00kg $H_2 \times \frac{1000\ g\ H_2}{1\ Kg\ H_2} \times \frac{1\ mol\ H_2}{2.016 g\ H_2} H_2 \times \frac{1000\ g\ H_2}{1\ Kg\ H_2} \times \frac{1\ mol\ H_2}{2.016 g\ H_2}$ =4.96 × 10^3 mol

ઉપરના સમીકરણ પ્રમાણે 1 mol $N_2(g)$ સાથેની પ્રક્રિયામાં 3 mol(H_2)ની જરૂર પડે છે.તેથી 17.86×10^2 mol $N_2(g)$ માટે જરૂરી $H_2(g)$ના mol થશે.

17.86 $\times 10^2 \text{mol} \times \frac{3\ mol\ H_2(g)}{1\ mol\ N_2(g)} = 5.36 \times 10^3 \text{mol}\ H_2 \times 10^2 \text{mol} \times \frac{3\ mol\ H_2(g)}{1\ mol\ N_2(g)} = 5.36 \times 10^3 \text{mol}\ H_2$ (g)

પરંતુ આપણી પાસે 4.96 X 10^3 mol H_2 જ છે.તેથી ડાયહાઇડ્રોજન આ પ્રક્રિયામાં સીમિત પ્રક્રિયક થશે. આ ઉપરાંત આટલા જ ડાયહાઇડ્રોજન એટલેકે 4.96 × 10^3 mol માંથી $NH_3(g)$ બનશે.આમ, 3 mol $H_2(g)$, 2 mol $NH_3(g)$ આપે છે.

$$4.96\times10^3 \text{ mol } H_2(g) \times \frac{2\,mol\,NH_3(g)}{3\,mol\,H_2(g)} = 3.30\times10^3 \text{mol } NH_3(g)$$

3.30 X 10^3 mol $NH_3(g)$ મળશે.

જો તેમને ગ્રામમાં ફેરવવા હોય તો નીચે પ્રમાણે થશે:

1 mol NH_3(g) = 17.0 g NH_3 (g)

$$3.30\times10^{3}\ \text{mol}\ NH_3(g) \times \frac{17.0\,g\,NH_3(g)}{1\,mol\,NH_3(g)} = 3.30\times10^{3}\times17\ \text{g}\ NH_3(g)$$

= 56.1×10^{3} g NH_3 = 56.1 kg NH3

3.2 દ્રાવણોમાં પ્રક્રિયાઓ: પ્રયોગશાળાઓમાં મોટા ભાગની પ્રક્રિયાઓ દ્રાવણોમાં કરવામાં આવે છે. આથી એ સમજવું અગત્યનું છે કે દ્રાવણ સ્વરૂપે રહેલા પદાર્થનો જથ્થો કેવી રીતે દર્શાવી શકાય? દ્રાવણની સાંદ્રતા અથવા આપેલા કદમાં રહેલા પદાર્થનો જથ્થો નીચેનામાંથી કોઈ પણ રીતે દર્શાવી શકાય છે:

1. દળ ટકાવારી અથવા વજનથી ટકા (w/w %)
2. મોલ અંશ
3.મોલારિટી
4. મોલાલિટી

હવે આપણે તે દરેકનો વિગતે અભ્યાસ કરીએ.

3.2.1 દળ ટકાવારી અથવા વજન ટકાવારી (w/w %): દ્રાવણમાં દ્રાવ્યની ટકાવારી એટલે 100g દ્રાવણમાં રહેલા દ્રાવ્યનું ગ્રામમાં વજન. તે નીચેના સમીકરણ દ્વારા મેળવી શકાય છે.

$$\text{દળ ટકા} = \frac{\text{દ્રાવ્યનું દળ}}{\text{દ્રાવણનું દળ}} \times 100$$

કોયડો: પદાર્થ A ના 2g ને 18g પાણીમાં ઉમેરી દ્રાવણ બનાવવામાં આવ્યું છે. દ્રાવ્યના દળ ટકા ગણો.

$$\text{A ના દળ ટકા} = \frac{\text{Aનું દળ}}{\text{દ્રાવણનું દળ}} \times 100$$

$$= \frac{2g}{\text{Aના 2g + પાણીના 18g}} \times 100$$

$$= \frac{2g}{\text{Aના 2g+પાણીના 18g}} \times 100 = \frac{2g}{\text{Aના 2g+પાણીના 18g}} \times 100 = (2/20) \times 100 \times 100$$

= 10%

3.2.2 મોલઅંશ (x) : મોલઅંશ કોઈ એક ઘટકના મોલની સંખ્યા અને દ્રાવણના કુલ મોલની સંખ્યાનો ગુણોત્તર છે. જો પદાર્થ 'A' પદાર્થ 'B'માં ઓગળેલ હોય અને તેમના મોલ અનુક્રમે nA અને nB હોય તો A અને B ના મોલઅંશ નીચે મુજબ દર્શાવાય છે,

A ના મોલઅંશ (XA),

$$= \frac{\text{A ના મોલની સંખ્યા}}{\text{દ્રાવણમાં કુલ મોલની સંખ્યા}} = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

B ના મોલઅંશ (XB),

$$= \frac{\text{B ના મોલની સંખ્યા}}{\text{દ્રાવણમાં કુલ મોલની સંખ્યા}} = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

3.2.3 મોલારિટી(M): તે દ્રાવણની સાંદ્રતા દર્શાવવા માટે ખુબ જ બહોળા પ્રમાણમાં વપરાતો એકમ છે. દ્રાવણની મોલારિટી એટલે એક લિટર દ્રાવણમાં ઓગળેલી દ્રાવ્યની મોલ સંખ્યા. દ્રાવણની મોલારિટીને M વડે દર્શાવાય છે.આમ,

$$\text{મોલારિટી(M)} = \frac{\text{દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા}}{\text{દ્રાવણનું કદ (લિટરમાં)દ્રાવણનું કદ (લિટરમાં)}}$$

$$= \frac{n_A \times 1000}{V(mL)} = \frac{w_A \times 1000}{M \times V(mL)}$$

જ્યાં wA દ્રાવ્ય A નું દળ ગ્રામમાં દર્શાવે છે અને M તેનું મોલરદળ છે.

દ્રાવણની સાંદ્રતાને જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણના ઉપયોગથી જાણી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે આપણી પાસે એક પદાર્થ NaOH નું 1M દ્રાવણ છે અને તેમાંથી આપણે 0.2M દ્રાવણ બનાવવું છે. 1M NaOH એટલે 1 લિટર દ્રાવણમાં 1 મોલ NaOH. જ્યારે 0.2M દ્રાવણ માટે આપણને 1 લિટર દ્રાવણમાં 0.2 મોલની જરૂર પડશે.

આમ, આપણે 0.2 મોલ NaOH લઇ 1 લિટર દ્રાવણ બનાવીશું. હવે સાંદ્ર(1M) NaOH ના દ્રાવણનું કેટલું કદ 0.2 મોલ NaOH ધરાવતું દ્રાવણ બનાવવા માટે જરૂરી થશે? આની ગણતરી નીચે પ્રમાણે કરી શકાય:

જો 1 મોલ 1L અથવા 1000 mL માં હાજર હોય તો 0.2 મોલ હાજર હશે...

$$\frac{1000mL\,1000mL}{1\,mol \quad 1\,mol} \times 0.2\,mol \times 0.2\,mol \quad = 200mL$$

આમ, 1M NaOH દ્રાવણના 200 mL લેવામાં આવશે અને તેમાં પાણી ઉમેરી 1 લિટર બનાવવામાં આવશે.

હકીકતમાં આવી ગણતરી કરવા માટે નીચે આપેલ સામાન્ય સૂત્રનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

જ્યાં M અને V અનુક્રમે મોલારિટી અને કદ છે.

ઉપર દર્શાવેલ ઉદાહરણમાં M_1= 0.2; V_1= 1000mL અને M_1= 1.0; V_2 ગણતરીથી શોધવાનું છે.

સૂત્રમાં મૂલ્યો મુકતા,

$0.2\ M \times 1000\ mL = 1.0\ M \times V_2$

$V_2 = 200\ mL$

એ નોંધો કે દ્રાવ્ય(NaOH)ના મોલની સંખ્યા 200mL માં 0.2 હતી તે સમાન જ રહી એટલેકે મંદન કર્યા પછી પણ 0.2(1000 mL માં) રહી છે કારણકે આપણે ફક્ત દ્રાવકના(પાણીના) કદના જથ્થામાં જ ફેરફાર કર્યો છે એટલે કે NaOH ની બાબતમાં કાંઈ જ કર્યું નથી, પરંતુ સાંદ્રતા ધ્યાનમાં રાખજો.

કોયડો: 4g NaOH ને પૂરતા પાણીમાં દ્રાવ્ય કરીને 250mL દ્રાવણ બનાવેલ છે. આ દ્રાવણની મોલારિટી ગણો.

મોલારિટી(M)=(દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા)/ (દ્રાવણનું કદ લિટરમાં)

$$= \frac{\text{NaOHનું દળ}}{\text{NaOHનું મોલર દળ} \times \text{દ્રાવણનું કદ}}$$

$$= \frac{4g}{40\frac{g}{mol} \times 0.250\ l}$$

= 0.4 mol/ L અથવા M

નોંધો કે દ્રાવણની મોલારિટી તાપમાન પર આધાર રાખે છે કારણકે દ્રાવણનું કદ તાપમાન પર આધારિત હોય છે.

3.2.4. મોલાલિટી(m): દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા જે 1 kg દ્રાવકમાં ઓગળેલા હોય છે તેને m વડે દર્શાવવામાં આવે છે અને નીચે મુજબ રજુ કરી શકાય છે:

$$= \frac{n_A \times 1000}{w_B(g)} = \frac{w_A \times 1000}{M \times w_B(g)}$$

જ્યાં WA દ્રાવ્ય A નું દળ ગ્રામમાં, M તેનું આણ્વીયદળ અને WB દ્રાવકનું દળ ગ્રામમાં દર્શાવે છે. મોલાલિટી તાપમાનથી સ્વતંત્ર રાશિ છે.

કોયડો: 3 M NaCl દ્રાવણની ઘનતા 1.25 gmL^{-1} છે. દ્રાવણની મોલાલિટી ગણો.

M= 3 mol L^{-1}
1L દ્રાવણમાં NaCl નું દળ=3 × 58.5 = 175.5 g
1L દ્રાવણનું દળ=1000 × 1.25 = 1250 g (ઘનતા = 1.25 g mL^{-1})
દ્રાવણમાં પાણીનું દળ= 1250 –175.5 = 1074.5 g
મોલાલિટી= (દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા) / (દ્રાવકનું દળ kg માં)
= (3 mol)/(1.0745 kg)
= 2.79 m

રસાયણવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં સામાન્ય રીતે જરૂરી સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણ મેળવવા માટે વધુ સાંદ્ર દ્રાવણનું મંદન કરીને મેળવાય છે. વધુ સાંદ્ર દ્રાવણની સાંદ્રતા જાણીતી હોય છે અને તેને સ્ટોક (stock) દ્રાવણ કહે છે. એ નોંધશો કે મોલાલિટી તાપમાન સાથે બદલાતી નથી, કારણ કે પદાર્થનું દળ તાપમાન સાથે બદલાતું નથી.

4.સારાંશ

આ મોડ્યુલમાં આપણે પદાર્થના મોલની સંકલ્પના વિષે અને ભિન્ન તત્વયોગમિતિય સાથે સંકળાયેલ સંકલ્પના વિષે અભ્યાસ કર્યો. આપેલ પ્રણાલીમાં રહેલા પરમાણુઓ, અણુઓ અથવા કોઈપણ અન્ય કણોની સંખ્યાને એવોગેડ્રો અચળાંક(6.022×10^{23})ના રૂપમાં દર્શાવાય. જેને જે તે કણો કે રાશિઓના 1 મોલ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. રાસાયણિક સમીકરણ જુદા-જુદા તત્વો અને સંયોજનો દ્વારા થતા રાસાયણિક ફેરફારો દર્શાવે છે. સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ ઘણી માહિતી આપે છે. સહગુણાંક ચોક્કસ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતા કણોનો મોલર ગુણોત્તર અને અનુવર્તી સંખ્યા સૂચવે છે. જરૂરી પ્રક્રિયકો અથવા બનતી નીપજોના જથ્થાત્મક અભ્યાસને

તત્વયોગમિતિય કહે છે. તત્વયોગમિતિય ગણતરીના આધારે કોઈ એક નીપજનો જરૂરી જથ્થો ઉત્પન્ન કરવા માટે જરૂરી એક કે વધારે પ્રક્રીયકોના જરૂરી જથ્થાની ગણતરી કરી શકાય છે તથા તેનાથી ઉલટી ગણતરી પણ કરી શકાય છે. દ્રાવણના આપેલા કદમાં રહેલા પદાર્થનો જથ્થો ઘણી બધી રીતે દર્શાવાય છે, દા.ત., દળ ટકા, મોલ અંશ, મોલારિટી, મોલાલિટી.