"Facts are not science – as the dictionary is not literature."
Martin H. Fischer

પ્રકરણ 1
રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને સમીકરણો (Chemical Reactions and Equations)

રોજિંદા જીવનની નીચે દર્શાવેલ પરિસ્થિતિઓને ધ્યાનમાં લો અને વિચારો કે શું થાય છે જ્યારે –

- ઉનાળામાં ઓરડાના તાપમાને દૂધને ખુલ્લું રાખવામાં આવે.
- લોખંડના તવા/તપેલા/ખીલાને ભેજવાળા વાતાવરણમાં ખુલ્લા રાખવામાં આવે.
- દ્રાક્ષનું આથવણ થાય.
- ખોરાક રંધાય છે.
- આપણા શરીરમાં ખોરાકનું પાચન થાય.
- આપણે શ્વાસ લઈએ છીએ.

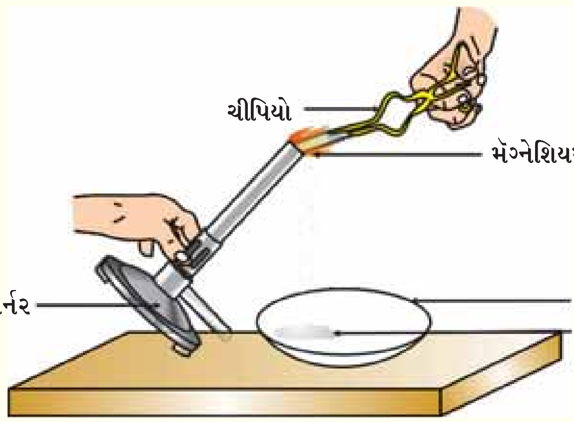
ઉપર્યુક્ત તમામ પરિસ્થિતિઓમાં પ્રારંભિક પદાર્થની પ્રકૃતિ (સ્વભાવ) અને તેની ઓળખમાં કંઈક ને કંઈક પરિવર્તન આવે છે. દ્રવ્યના ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફારો વિશે આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છીએ. જ્યારે રાસાયણિક ફેરફાર થાય છે ત્યારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે.

તમને કદાચ આશ્ચર્ય થાય કે ખરેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો અર્થ શું છે ? આપણે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે ? આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા માટે ચાલો આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 1.1

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિ માટે શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે. જો વિદ્યાર્થીઓ આંખોના રક્ષણ માટે ચશ્માં પહેરી લે તો વધુ સારું.

- લગભગ 3-4 cm લાંબી મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને કાચપેપર (Sandpaper) વડે ઘસીને શુદ્ધ કરો.
- તેને ચીપિયા (સાણસી) વડે પકડીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લૅમ્પની મદદથી સળગાવો અને તેની રાખને આકૃતિ 1.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વૉચગ્લાસમાં એકત્ર કરો. મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને તમારી આંખોથી શક્ય તેટલી દૂર રાખીને સળગાવો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 1.1
મૅગ્નેશિયમ-પટ્ટીનું હવામાં સળગવું અને મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઈડને વૉચગ્લાસમાં એકઠો કરવો

તમે જોયું જ હશે કે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી ઝગારા મારતી (પ્રજ્વલિત) સફેદ જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ પાઉડર (રાખ)માં પરિવર્તિત થાય છે. આ પાઉડર એ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ છે. મૅગ્નેશિયમ તેમજ હવામાંના ઑક્સિજન વચ્ચે પ્રક્રિયા થવાથી મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ ઉદ્ભવે છે.

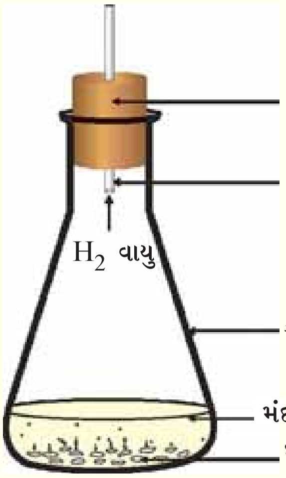
પ્રવૃત્તિ 1.2

- એક કસનળીમાં લેડ નાઇટ્રેટનું દ્રાવણ લો.
- તેમાં પોટૅશિયમ આયોડાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

પ્રવૃત્તિ 1.3

- એક કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીમાં થોડા ઝિંકના દાણા લો.
- તેમાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અથવા મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો (આકૃતિ 1.2)

  ચેતવણી : ઍસિડનો ઉપયોગ સાવચેતીથી કરવો.
- તમને ઝિંકના દાણાની ફરતે શું કંઈ થઈ રહ્યું હોય તેવું દેખાય છે ?
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક અથવા કસનળીને સ્પર્શ કરો. શું તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?



આકૃતિ 1.2
ઝિંક પર મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની પ્રક્રિયાથી હાઇડ્રોજન વાયુનું નિર્માણ

ઉપર્યુક્ત ત્રણેય પ્રવૃત્તિઓના આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે નીચે દર્શાવેલાં અવલોકનો પૈકી કોઈ પણ અવલોકનની મદદથી કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈ છે, તે નક્કી કરી શકાય છે.

- અવસ્થામાં પરિવર્તન
- રંગમાં પરિવર્તન
- વાયુનો ઉદ્ભવ
- તાપમાનમાં પરિવર્તન

જો આપણે આપણી આસપાસ થતા ફેરફારનું અવલોકન કરીએ તો આપણને જાણવા મળશે કે આપણી આસપાસ અનેક જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ થતી હોય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે જુદા-જુદા પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને તેઓના સાંકેતિક નિરૂપણ વિશે અભ્યાસ કરીશું.

1.1 રાસાયણિક સમીકરણો (Chemical Equations)

પ્રવૃત્તિ 1.1નું વર્ણન આ મુજબ થઈ શકે - જ્યારે મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં સળગે છે ત્યારે તે મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનું વાક્ય સ્વરૂપ વર્ણન ઘણું લાંબું થઈ જાય છે. તેને સંક્ષિપ્ત સ્વરૂપે પણ લખી શકાય છે. આમ, કરવા માટેનો સૌથી સરળ માર્ગ એ છે કે તેને શાબ્દિક સમીકરણના સ્વરૂપમાં લખવું.

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયા માટે શાબ્દિક સમીકરણ આ પ્રકારે થશે -

મૅગ્નેશિયમ + ઑક્સિજન → મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ (1.1)

(પ્રક્રિયકો) (નીપજ)

પ્રક્રિયા (1.1)માં દર્શાવેલા અને રાસાયણિક ફેરફાર અનુભવતા પદાર્થો મૅગ્નેશિયમ અને ઑક્સિજન પ્રક્રિયકો છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન નવો ઉત્પન્ન થતો પદાર્થ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડ નીપજ છે.

શાબ્દિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો અને નીપજોની વચ્ચે તીરની નિશાની દ્વારા પ્રક્રિયકોનું નીપજોમાં થતું રૂપાંતર દર્શાવે છે. પ્રક્રિયકોને શાબ્દિક સમીકરણમાં ડાબી તરફ (LHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તેવી જ રીતે, નીપજોને જમણી તરફ (RHS) તેમની વચ્ચે (+) ચિહ્ન દ્વારા લખાય છે. તીરનો અગ્રભાગ (arrow head) નીપજો તરફ હોય છે અને તે પ્રક્રિયાની દિશા દર્શાવે છે.

1.1.1 રાસાયણિક સમીકરણ લખવું (Writing a Chemical Equation)

શું રાસાયણિક સમીકરણોને અન્ય કોઈ રીતે વધુ સંક્ષિપ્તમાં (ટૂંકમાં) રજૂ કરી શકાય ? શબ્દોની જગ્યાએ રાસાયણિક સૂત્રોનો ઉપયોગ કરીને આપણે રાસાયણિક સમીકરણોને હજી વધુ સંક્ષિપ્ત અને ઉપયોગી બનાવી શકીએ છીએ. કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાને રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય છે. મૅગ્નેશિયમ, ઑક્સિજન તેમજ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડનાં સૂત્રોની મદદથી ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$Mg + O_2 \rightarrow MgO$ (1.2)

તીરની નિશાનીની ડાબી તરફ (LHS) અને જમણી તરફ (RHS) રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા ગણો અને તેની સરખામણી કરો. શું બંને તરફ દરેકેદરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે ? જો ન હોય તો સમીકરણ અસમતોલિત કહેવાય છે કારણ કે સમીકરણની બંને તરફના દળ સમાન નથી. આ પ્રકારના રાસાયણિક સમીકરણને પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે. સમીકરણ (1.2) મૅગ્નેશિયમની હવામાં સળગવાની પ્રક્રિયા માટેનું માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણ છે.

1.1.2 સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ (Balanced Chemical Equations)

ધોરણ IXમાં તમે શીખી ગયાં તે દળ-સંચયનો નિયમ (law of conservation of mass) યાદ કરો : કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં દળ (દ્રવ્ય)નું સર્જન થતું નથી કે તેનો વિનાશ થતો નથી. એટલે કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાની નીપજોમાં હાજર રહેલાં તત્ત્વોનું કુલ દળ એ પ્રક્રિયકોમાં હાજર રહેલાં તત્ત્વોના કુલ દળ જેટલું હોય છે.

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા શરૂ થતા પહેલાં અને પૂર્ણ થયા બાદ તેમાં રહેલા દરેક તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન રહે છે, તેથી જ માળખાકીય રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવું જરૂરી બને છે. શું રાસાયણિક સમીકરણ (1.2) એ સમતોલિત છે ? ચાલો, આપણે રાસાયણિક સમીકરણને તબક્કાવાર સમતોલિત કરતાં શીખીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.3 માટે શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય –

ઝિંક + સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ → ઝિંક સલ્ફેટ + હાઇડ્રોજન

ઉપર્યુક્ત શાબ્દિક સમીકરણને નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા રજૂ કરી શકાય –

$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ (1.3)

ચાલો, આપણે તીરની નિશાનીની બંને તરફ રહેલાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા ચકાસીએ.

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપજોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (RHS)
Zn	1	1
H	2	2
S	1	1
O	4	4

સમીકરણ (1.3)માં તીરની નિશાનીની બંને તરફ દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન થાય છે. તેથી તે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે.

નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ –

$Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$ (1.4)

સોપાન I : રાસાયણિક સમીકરણને સમતોલિત કરવા માટે સૌપ્રથમ દરેક સૂત્રની ફરતે એક ખાનું (બૉક્સ) બનાવો. સમીકરણને સમતોલિત કરતી વખતે ખાનાંઓની અંદર કોઈ ફેરફાર કરશો નહિ.

$$\boxed{Fe} + \boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + \boxed{H_2} \qquad (1.5)$$

સોપાન II : અસમતોલિત સમીકરણ (1.5)માં હાજર રહેલાં જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યાની યાદી બનાવો.

તત્ત્વ	પ્રક્રિયકોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (LHS)	નીપજોમાંના પરમાણુઓની સંખ્યા (RHS)
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

સોપાન III : સરળતા ખાતર સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતા સંયોજનના સમતોલનની શરૂઆત કરો. તે પ્રક્રિયક કે નીપજ ગમે તે હોઈ શકે છે. તે સંયોજનમાં સૌથી વધુ પરમાણુઓ ધરાવતું તત્ત્વ પસંદ કરો. આ માપદંડ (સિદ્ધાંત) પ્રમાણે આપણે Fe_3O_4 અને તેમાં રહેલા ઑક્સિજન તત્ત્વની પસંદગી કરીએ છીએ. જમણી તરફ ઑક્સિજનના ચાર પરમાણુઓ છે, જ્યારે ડાબી તરફ ઑક્સિજનનો માત્ર એક જ પરમાણુ છે.

ઑક્સિજનના પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે -

ઑક્સિજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1 (H_2Oમાં)	4(Fe_3O_4માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 4	4

એ ચોક્કસ પણે યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે આપણે પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં સંયોજનો કે તત્ત્વોનાં સૂત્રો બદલી શકાતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે ઑક્સિજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરવા માટે આપણે '4' સહગુણક (Coefficient) મૂકી $4H_2O$ લખી શકીએ પરંતુ H_2O_4 અથવા $(H_2O)_4$ ન લખી શકાય. હવે, આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ નીચે મુજબ થશે –

$$\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + \boxed{H_2} \qquad (1.6)$$

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

સોપાન IV : Fe અને H પરમાણુઓ હજી પણ સમતોલિત નથી. આ તત્ત્વો પૈકી કોઈ એકને પસંદ કરીને આગળ વધીએ. ચાલો, આપણે આ આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને સમતોલિત કરીએ.

H-પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન કરવા માટે જમણી તરફ હાઇડ્રોજન અણુઓની સંખ્યા 4 કરો.

હાઇડ્રોજનના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	8 ($4H_2O$માં)	2 (H_2માં)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	8	2 × 4

સમીકરણ આ પ્રમાણે થશે –

$$\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + 4\boxed{H_2} \qquad (1.7)$$

(આંશિક રીતે સમતોલિત સમીકરણ)

સોપાન V : ઉપર્યુક્ત સમીકરણ ચકાસો અને સમતોલિત ન હોય તેવું ત્રીજું તત્ત્વ પસંદ કરો. તમે જોશો કે માત્ર એક જ તત્ત્વનું સમતોલન બાકી છે અને તે, આયર્ન (લોખંડ) છે.

આયર્ન (લોખંડ)ના પરમાણુઓ	પ્રક્રિયકોમાં	નીપજોમાં
(i) શરૂઆતમાં	1(Fe **માં**)	3(Fe_3O_4**માં**)
(ii) સમતોલિત કરવા માટે	1 × 3	3

Feને સમતુલિત કરવા માટે, આપણે ડાબી તરફ Feના ત્રણ પરમાણુ લઈએ.

$$3\boxed{Fe} + 4\boxed{H_2O} \rightarrow \boxed{Fe_3O_4} + 4\boxed{H_2} \qquad (1.8)$$

તબક્કો VI : અંતમાં સમતુલિત સમીકરણની ખરાઈ કરવા માટે આપણે સમીકરણની બંને તરફ રહેલા દરેક તત્ત્વના પરમાણુઓની ગણતરી કરીએ.

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \qquad \text{(સમતોલિત સમીકરણ)} \quad (1.9)$$

સમીકરણ (1.9)માં બંને તરફ રહેલાં તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંખ્યા સમાન છે. હવે, આ સમીકરણ સમતોલિત છે. રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરવાની આ પદ્ધતિ હિટ ઍન્ડ ટ્રાયલ (Hit and Trial) પદ્ધતિ કહેવાય છે, કારણ કે આપણે પ્રયત્નો દ્વારા નાનામાં નાના પૂર્ણાંક સહગુણાંક વડે સમીકરણને સમતોલિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.

સોપાન VII : ***ભૌતિક અવસ્થાઓની સંજ્ઞાઓ લખવી*** ધ્યાનપૂર્વક ઉપર્યુક્ત દર્શાવેલા સમતોલિત સમીકરણ 1.9ને તપાસો. શું આ સમીકરણ દ્વારા આપણને દરેક પ્રક્રિયક અને નીપજની ભૌતિક અવસ્થા વિશેની માહિતી પ્રાપ્ત થાય છે ? આ સમીકરણમાં તેઓની ભૌતિક-અવસ્થાઓ વિશેની કોઈ માહિતી અપાયેલી નથી.

રાસાયણિક સમીકરણને વધુ માહિતીપ્રદ બનાવવા માટે પ્રક્રિયક અને નીપજનાં રાસાયણિક સૂત્રોની સાથે તેઓની ભૌતિક-અવસ્થાઓનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવે છે. પ્રક્રિયકો અને નીપજોની વાયુરૂપ, પ્રવાહી, જલીય અને ઘન અવસ્થાઓને અનુક્રમે (g), (l), (aq) અને (s) જેવા સંકેતો (notations) દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. પાણીમાં બનાવેલા દ્રાવણમાં પ્રક્રિયક અથવા નીપજ હાજર હોય તો જલીય (aqueous) (aq) શબ્દ લખાય છે.

સમતુલિત સમીકરણ (1.9) નીચે પ્રમાણે થશે :

$$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \qquad (1.10)$$

અત્રે નોંધનીય છે કે H_2Oની સાથે (g) સંજ્ઞાનો ઉપયોગ દર્શાવે છે કે, આ પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ વરાળ (બાષ્પ) સ્વરૂપે કરવામાં આવ્યો છે.

સામાન્ય રીતે જ્યાં સુધી જરૂરી ન હોય ત્યાં સુધી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભૌતિક-અવસ્થાઓનો સમાવેશ કરવામાં આવતો નથી.

કેટલીક વખત પ્રક્રિયા માટે પ્રક્રિયા પરિસ્થિતિઓ જેવી કે તાપમાન, દબાણ, ઉદ્દીપક વગેરે સમીકરણમાં તીરની નિશાનીની ઉપર અને/અથવા નીચે તરફ દર્શાવવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{\text{340 વાતાવરણ}} CH_3OH(l) \qquad (1.11)$$

$$6CO_2(aq) + 12H_2O(l) \xrightarrow[\text{ક્લૉરોફિલ}]{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} \underset{\text{(ગ્લુકોઝ)}}{C_6H_{12}O_6(aq)} + 6O_2(aq) + 6H_2O(l) \qquad (1.12)$$

આ સોપાનોના ઉપયોગ દ્વારા શું તમે આ પ્રકરણમાં અગાઉ આપેલ સમીકરણ (1.2)ને સમતોલિત કરી શકશો ?

પ્રશ્નો
1. મૅગ્નેશિયમની પટ્ટીને હવામાં સળગાવતાં પહેલાં શા માટે સાફ કરવામાં આવે છે ?
2. નીચે દર્શાવેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત સમીકરણ લખો :
(i) હાઇડ્રોજન + ક્લોરિન $\rightarrow$ હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ
(ii) બેરિયમ ક્લોરાઇડ + ઍલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ $\rightarrow$ બેરિયમ સલ્ફેટ + ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ
(iii) સોડિયમ + પાણી $\rightarrow$ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + હાઇડ્રોજન
3. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓ માટે ભૌતિક-અવસ્થાઓની સંજ્ઞા સહિતના સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો :
(i) બેરિયમ ક્લોરાઇડ અને સોડિયમ સલ્ફેટના પાણીમાં બનાવેલાં દ્રાવણો વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ અદ્રાવ્ય બેરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ મળે છે.
(ii) સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણ (પાણીમાં) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડના દ્રાવણ (પાણીમાં) સાથે પ્રક્રિયા કરી સોડિયમ ક્લોરાઇડ દ્રાવણ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

1.2 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના પ્રકાર (Types of Chemical Reactions)

ધોરણ IXમાં આપણે શીખી ગયાં કે કોઈ પણ રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કોઈ એક તત્ત્વના પરમાણુઓનું રૂપાંતર અન્ય તત્ત્વના પરમાણુઓમાં થતું નથી. તેમજ પરમાણુઓ મિશ્રણમાંથી અદૃશ્ય થઈ જાય અથવા બહારથી ગમે ત્યાંથી મિશ્રણમાં દાખલ થઈ જાય તેવું બનતું નથી. ખરેખર રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં પરમાણુઓ વચ્ચે બંધો તૂટીને તેમજ બંધો બનીને નવા પદાર્થો ઉદ્ભવે છે. પરમાણુઓ વચ્ચે બનતા બંધોના પ્રકાર વિશે તમે પ્રકરણ 3 અને 4માં અભ્યાસ કરશો.

1.2.1 સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા (Combination Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.4

- બીકરમાં કેલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અથવા કળીચૂનાનો થોડો જથ્થો લો.
- તેમાં ધીરે-ધીરે પાણી ઉમેરો
- આકૃતિ 1.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બીકરને સ્પર્શ કરો.
- શું તમે તાપમાનમાં કોઈ ફેરફાર અનુભવો છો ?

આકૃતિ 1.3
કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી ફોડેલા ચૂના (Slacked lime)નું નિર્માણ

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ ખૂબ જ જોશથી (Vigorously) પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી ફોડેલો ચૂનો (કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) બનાવે છે અને પુષ્કળ પ્રમાણમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરે છે.

$$\underset{\text{કળીચૂનો}}{CaO(s)} + H_2O(l) \rightarrow \underset{\text{ફોડેલો ચૂનો}}{Ca(OH)_2(aq)} + \text{ઉષ્મા} \quad (1.13)$$

આ પ્રક્રિયામાં કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અને પાણી સંયોજાઈને એક જ નીપજ કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. એવી પ્રક્રિયા કે જેમાં બે કે તેથી વધુ પ્રક્રિયકોમાંથી એક જ નીપજનું નિર્માણ થાય તેને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા કહે છે.

શું તમે જાણો છો ?

પ્રક્રિયા 1.13માં ઉદ્‌ભવેલા ફોડેલા ચૂનાના દ્રાવણનો ઉપયોગ દીવાલોને ધોળવા માટે થાય છે. કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ હવામાંના કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથે ધીમી પ્રક્રિયા દ્વારા દીવાલો પર કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું પાતળું સ્તર બનાવે છે. દીવાલ ધોળ્યા બાદ બે-ત્રણ દિવસ પછી કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું નિર્માણ થાય છે, જેથી દીવાલો પર ચમક આવી જાય છે. અહીં નોંધવા જેવી રસપ્રદ (interesting) વાત એ છે કે, આરસપહાણનું રાસાયણિક સૂત્ર પણ $CaCO_3$ છે.

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l) \quad (1.14)$$

(કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ) (કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ)

ચાલો, આપણે સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓનાં કેટલાંક વધુ ઉદાહરણોની ચર્ચા કરીએ.

(i) કોલસાનું સળગવું

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad (1.15)$$

(ii) $H_2(g)$ અને $O_2(g)$માંથી પાણીનું નિર્માણ

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \quad (1.16)$$

સરળ ભાષામાં આપણે કહી શકીએ છીએ કે, જ્યારે બે કે તેથી વધુ પદાર્થો (તત્ત્વો કે સંયોજનો) સંયોજાઈને એક જ નીપજનું નિર્માણ કરે છે ત્યારે તે પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 1.4માં પણ આપણે અવલોકન કર્યું છે કે, વધુ માત્રામાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થઈ છે તે પ્રક્રિયા મિશ્રણને ગરમ કરે છે. એવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં નીપજોના નિર્માણની સાથે ઉષ્મા મુક્ત થાય છે, તેને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) રાસાયણિક પ્રક્રિયા કહે છે.

ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો –

(i) કુદરતી વાયુનું સળગવું (દહન)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad (1.17)$$

(ii) શું તમે જાણો છો કે શ્વસન ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે ?

આપણે સૌ જાણીએ છીએ કે જીવવા માટે આપણને ઊર્જાની જરૂર પડે છે. આપણે જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેમાંથી આ ઊર્જા મળે છે. પાચન દરમિયાન ખોરાક વધુ સરળ પદાર્થોમાં વિભાજિત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે ભાત, બટાકા અને બ્રેડ (Bread)માં કાર્બોદિત પદાર્થો હોય છે. આ કાર્બોદિત પદાર્થોનું વિભાજન થઈ ગ્લુકોઝ બને છે. આ ગ્લુકોઝ આપણા શરીરના કોષોમાં રહેલા ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈને ઊર્જા પૂરી પાડે છે. આ પ્રક્રિયાનું વિશિષ્ટ નામ શ્વસન છે, જેનો અભ્યાસ તમે પ્રકરણ 6માં કરશો.

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(aq) \rightarrow 6CO_2(aq) + 6H_2O(l) + \text{ઊર્જા} \quad (1.18)$$

(ગ્લુકોઝ)

(iii) વનસ્પતિજ દ્રવ્યનું વિઘટન થઈ ખાતર બનવું, પણ ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે.

પ્રવૃત્તિ 1.1માં થતી પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો કે જેમાં એક જ નીપજના નિર્માણ સાથે ઉષ્મા ઉદ્‌ભવે છે.

1.2.2 વિઘટન પ્રક્રિયા (Decomposition Reaction)

આકૃતિ 1.4

ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિક ધરાવતી ઉત્કલન નળીને ગરમ કરવાની અને તેની વાસ સૂંઘવાની સાચી રીત

પ્રવૃત્તિ 1.5

- એક શુષ્ક ઉત્કલન નળી (Boiling Tube)માં આશરે 2 g ફેરસ સલ્ફેટ લો.
- ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકનો રંગ નોંધો.
- આકૃતિ 1.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્કલન નળીને બર્નર અથવા સ્પિરિટ લૅમ્પની જ્યોત પર ગરમ કરો.
- ગરમ કર્યા બાદ ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકના રંગનું અવલોકન કરો.

શું તમે નોંધ્યું કે ફેરસ સલ્ફેટના સ્ફટિકનો લીલો રંગ બદલાયો છે ? સલ્ફરના બળવાથી ઉદ્‌ભવતી લાક્ષણિક વાસ પણ તમે સૂંઘી શકો છો.

$$2FeSO_4(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Fe_2O_3(s) + SO_2(g) + SO_3(g) \qquad (1.19)$$

(ફેરસ સલ્ફેટ) (ફેરિક ઑક્સાઇડ)

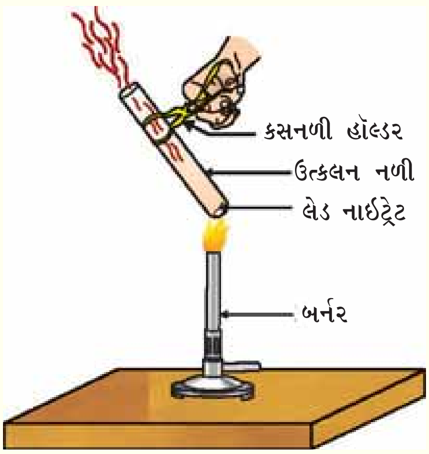
આ પ્રક્રિયામાં તમે જોઈ શકો છો કે એક જ પ્રક્રિયક તૂટીને વધુ સરળ નીપજો આપે છે. આ પ્રક્રિયા વિઘટન પ્રક્રિયા છે. ફેરસ સલ્ફેટ ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)ના સ્ફટિકને ગરમ કરતાં તેમાંથી પાણી દૂર થાય છે અને સ્ફટિકનો રંગ બદલાય છે. ઉપરાંત તે ફેરિક ઑક્સાઇડ (Fe_2O_3), સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ (SO_2) અને સલ્ફર ટ્રાયોક્સાઇડ (SO_3)માં વિઘટિત થાય છે. ફેરિક ઑક્સાઇડ ઘન છે, જ્યારે SO_2 અને SO_3 વાયુઓ છે.

કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટનું ઉષ્મા આપવાથી કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં થતું વિઘટન વિવિધ ઉદ્યોગોમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી એક અગત્યની વિઘટન-પ્રક્રિયા છે. કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડને ચૂનો અથવા કળીચૂનો કહે છે. તેના અનેક ઉપયોગો છે, તે પૈકીનો એક સિમેન્ટની બનાવટમાં થાય છે. ઉષ્માની મદદથી કરવામાં આવતી વિઘટન-પ્રક્રિયાને ઉષ્મીય વિઘટન કહે છે.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} CaO(s) + CO_2(g) \qquad (1.20)$$

(ચૂનાનો પથ્થર) (કળીચૂનો)

ઉષ્મીય વિઘટનનું અન્ય ઉદાહરણ પ્રવૃત્તિ 1.6માં આપેલ છે.



આકૃતિ 1.5

લેડ નાઈટ્રેટને ગરમ કરવું તેમજ નાઈટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડનું ઉત્પન્ન થવું

પ્રવૃત્તિ 1.6

- ઉત્કલન નળીમાં આશરે 2 g લેડ નાઈટ્રેટ પાઉડર લો.
- આકૃતિ 1.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્કલન નળીને હૉલ્ડર વડે પકડીને જ્યોત ઉપર ગરમ કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? જો કોઈ પરિવર્તન દેખાય તો તેને નોંધી લો.

તમને કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થતો દેખાશે. આ ધુમાડો નાઈટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ (NO_2)નો છે. આ પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે –

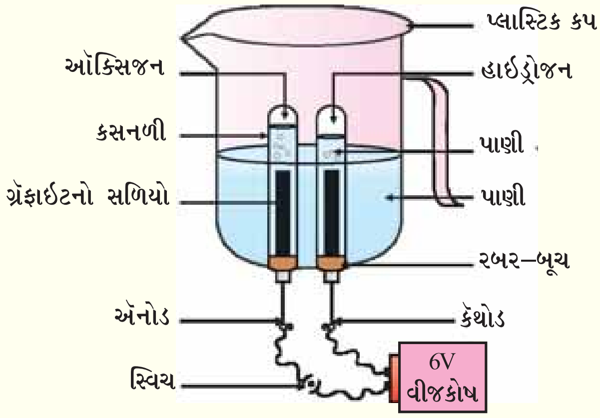
$$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g) \quad (1.21)$$

(લેડ નાઇટ્રેટ) (લેડ ઑક્સાઇડ) (નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ) (ઑક્સિજન)

ચાલો, આપણે પ્રવૃત્તિ 1.7 અને 1.8માં દર્શાવેલી કેટલીક વધુ વિઘટન-પ્રક્રિયાઓ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 1.7

- એક પ્લાસ્ટિકનો કપ લઈ તેનાં તળિયે બે છિદ્રો કરો અને આ છિદ્રોમાં રબરના બૂચ લગાવો. આકૃતિ 1.6માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રબરના બૂચમાં કાર્બનના વિદ્યુતધ્રુવો દાખલ કરો.
- આ વિદ્યુતધ્રુવોને 6 વોલ્ટના વિદ્યુતીય કોષ (બૅટરી) સાથે જોડો.
- વિદ્યુતધ્રુવો પાણીમાં ડૂબે તે રીતે કપમાં પાણી ભરી દો. પાણીમાં મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- પાણીથી ભરેલી બે કસનળીઓ લો અને તેને કાર્બનના બે વિદ્યુતધ્રુવો પર ઊંધી ગોઠવો.
- વિદ્યુતપ્રવાહ ચાલુ કરી સમગ્ર ઉપકરણને થોડી વાર માટે ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય રાખી મૂકો.
- તમને બંને વિદ્યુતધ્રુવો પર પરપોટા ઉદ્ભવતા દેખાશે. આ પરપોટા કસનળીઓમાં પાણીનું વિસ્થાપન કરે છે.
- શું બંને કસનળીઓમાં એકઠા થયેલા વાયુનું કદ સમાન છે ?
- બંને કસનળીઓમાં પૂરતા પ્રમાણમાં વાયુ ભરાઈ જાય ત્યારે સાવધાનીપૂર્વક કસનળીઓને દૂર કરો.
- વારાફરતી બંને કસનળીઓના મુખ ઉપર સળગતી મીણબત્તી લાવી વાયુઓની પરખ કરો.
  ચેતવણી : આ સોપાન શિક્ષક દ્વારા સાવધાનીપૂર્વક થવું જોઈએ.
- દરેક કિસ્સામાં શું થાય છે ?
- પ્રત્યેક કસનળીમાં કયો વાયુ હાજર છે ?



આકૃતિ 1.6
પાણીનું વિદ્યુતવિભાજન

પ્રવૃત્તિ 1.8

- એક ચાઈના ડિશમાં 2 g સિલ્વર ક્લોરાઇડ લો.
- તેનો રંગ કેવો છે ?
- થોડી વાર માટે ચાઈના ડિશને સૂર્યના પ્રકાશમાં મૂકો (આકૃતિ 1.7).
- થોડા સમય પછી સિલ્વર ક્લોરાઇડના રંગનું અવલોકન કરો.

આકૃતિ 1.7
સૂર્યના પ્રકાશમાં સિલ્વર ક્લોરાઇડ ભૂરા રંગમાં રૂપાંતરિત થઈને સિલ્વર ધાતુ બને છે

તમે જોશો કે સૂર્યપ્રકાશમાં સફેદ સિલ્વર ક્લોરાઇડનું રૂપાંતર રાખોડી રંગના પદાર્થમાં થાય છે. પ્રકાશને કારણે સિલ્વર ક્લોરાઇડનું વિઘટન સિલ્વર અને ક્લોરિનમાં થવાને કારણે આમ બને છે.

$$2AgCl(s) \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} 2Ag(s) + Cl_2(g) \quad (1.22)$$

સિલ્વર બ્રોમાઇડ પણ આ જ પ્રકારે વર્તે છે.

$$2AgBr(s) \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} 2Ag(s) + Br_2(g) \quad (1.23)$$

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓ શ્યામ અને શ્વેત (Black and White) ફોટોગ્રાફીમાં વપરાય છે. કયા પ્રકારની ઊર્જાના કારણે આ વિઘટન-પ્રક્રિયાઓ થાય છે ?

આપણે જોયેલું છે કે વિઘટન-પ્રક્રિયાઓમાં પ્રક્રિયકોને તોડવા માટે ઉષ્મા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે ઊર્જા જરૂરી છે. જે પ્રક્રિયાઓમાં ઉષ્મા શોષાતી હોય તેવી પ્રક્રિયાઓને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

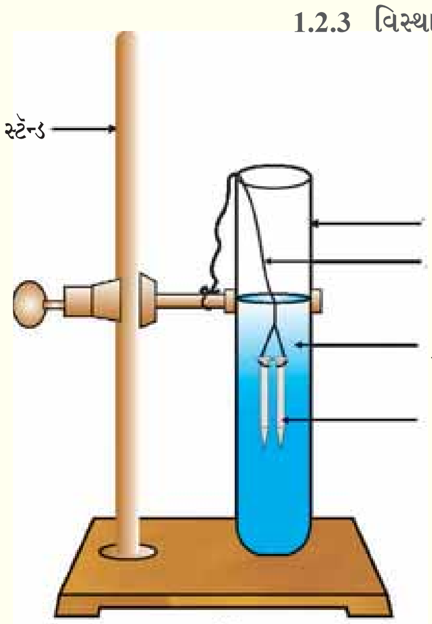
નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિ કરો

એક કસનળીમાં આશરે 2 g બેરિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ લો. તેમાં 1 g એમોનિયમ ક્લોરાઇડ ઉમેરીને તેને કાચના સળિયા વડે મિશ્ર કરો. તમારી હથેળીને કસનળીના તળિયાના સંપર્કમાં લાવો. તમે શું અનુભવો છો ? શું તે ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે કે ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયા છે ?

પ્રશ્નો

1. પદાર્થ 'X'નું દ્રાવણ ધોળવા (White Washing) માટે વપરાય છે.
   (i) પદાર્થ 'X'નું નામ આપો અને તેનું સૂત્ર લખો.
   (ii) (i)માં જેનું નામ દર્શાવ્યું છે તે પદાર્થ 'X'ની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા લખો.
2. પ્રવૃત્તિ 1.7માં એક કસનળીમાં એકત્ર થતો વાયુનો જથ્થો એ બીજી કસનળીમાં એકત્ર થતા વાયુના જથ્થા કરતાં બમણો શા માટે છે ? આ વાયુનું નામ દર્શાવો.

1.2.3 વિસ્થાપન-પ્રક્રિયા (Displacement Reaction)



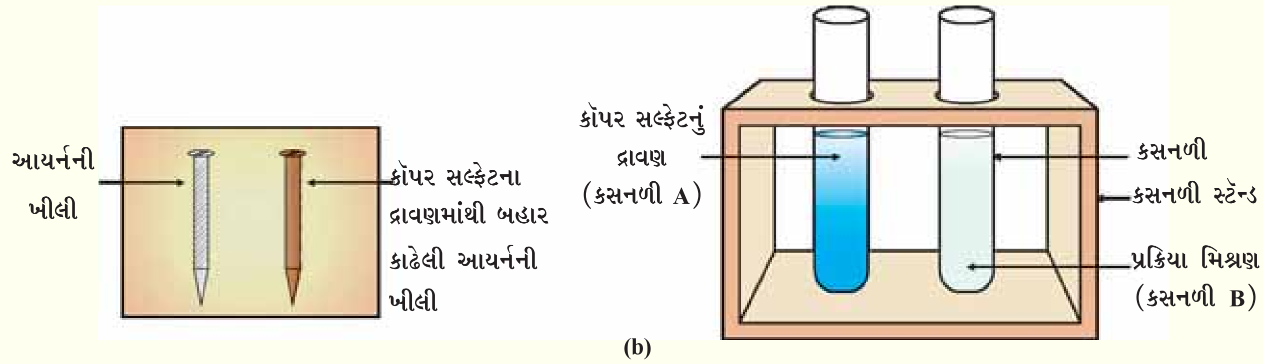
(a)

આકૃતિ 1.8

(a) કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ડુબાડેલી આયર્ન (લોખંડ)ની ખીલીઓ

પ્રવૃત્તિ 1.9

- આયર્ન (લોખંડ)ની ત્રણ ખીલીઓ લઈ તેને કાચપેપર વડે ઘસીને સાફ કરો.
- (A) અને (B) નામ આપેલ બે કસનળીઓ લો. દરેક કસનળીમાં આશરે 10 mL કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો.
- લોખંડની બે ખીલીઓને દોરી વડે બાંધીને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણથી ભરેલી કસનળી (B)માં 20 મિનિટ માટે ડુબાડો [આકૃતિ 1.8 (a)]. સરખામણી કરવા માટે લોખંડની એક ખીલીને અલગ રાખો.
- 20 મિનિટ બાદ બંને ખીલીઓને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાંથી બહાર કાઢો.
- કસનળી (A) અને (B) માં રહેલા કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણના રંગની તીવ્રતાની સરખામણી કરો [આકૃતિ 1.8 (b)].
- કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં ડુબાડેલી ખીલીઓના રંગની સરખામણી અલગ રાખેલી ખીલી સાથે કરો [આકૃતિ 1.8 (b)].



(b)

આકૃતિ 1.8 (b) પ્રયોગ પહેલાં તેમજ પ્રયોગ બાદ આયર્નની ખીલીઓ અને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણની સરખામણી

શા માટે લોખંડની ખીલી કથ્થાઈ રંગની થાય છે અને કૉપર સલ્ફેટનો ભૂરો રંગ ઝાંખો (આછો) થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયા થાય છે :

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s) \qquad (1.24)$$

(કૉપર સલ્ફેટ) (આયર્ન સલ્ફેટ)

આ પ્રક્રિયામાં આયર્ન કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાંથી કૉપરને વિસ્થાપિત અથવા દૂર કરે છે. આ પ્રક્રિયાને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે.

વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓનાં અન્ય ઉદાહરણો આ પ્રમાણે છે :

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \qquad (1.25)$$

(કૉપર સલ્ફેટ) (ઝિંક સલ્ફેટ)

$$Pb(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow PbCl_2(aq) + Cu(s) \qquad (1.26)$$

(કૉપર ક્લોરાઇડ) (લેડ ક્લોરાઇડ)

ઝિંક અને લેડ, કૉપર કરતાં વધુ સક્રિય તત્ત્વો છે. તે કૉપરનાં સંયોજનોમાંથી કૉપરને વિસ્થાપિત કરે છે.

1.2.4 દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Double Displacement Reaction)

પ્રવૃત્તિ 1.10

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL સોડિયમ સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો.
- બીજી કસનળીમાં આશરે 3 mL બૅરિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ લો.
- બંને દ્રાવણોને મિશ્ર કરો (આકૃતિ 1.9).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

આકૃતિ 1.9

બૅરિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું નિર્માણ

તમે જોશો કે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય તેવા સફેદ પદાર્થનું નિર્માણ થાય છે. આ અદ્રાવ્ય પદાર્થને અવક્ષેપ (Precipitate) કહે છે. એવી કોઈ પણ પ્રક્રિયા કે જે અવક્ષેપ ઉત્પન્ન કરે છે, તેને અવક્ષેપન-પ્રક્રિયા (Precipitation Reaction) કહે છે.

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2\ NaCl(aq) \qquad (1.27)$$

(સોડિયમ સલ્ફેટ) (બૅરિયમ ક્લોરાઇડ) (બૅરિયમ સલ્ફેટ) (સોડિયમ ક્લોરાઇડ)

આમ થવાનું કારણ શું ? Ba^{2+} અને SO_4^{2-} આયનો વચ્ચેની પ્રક્રિયાના કારણે $BaSO_4$ ના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. મળતી બીજી નીપજ સોડિયમ ક્લોરાઇડ છે કે જે દ્રાવણમાં જ દ્રાવ્ય રહે છે. આવી પ્રક્રિયાઓ કે જેમાં પ્રક્રિયકો વચ્ચે આયનોની આપ-લે થતી હોય તેને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

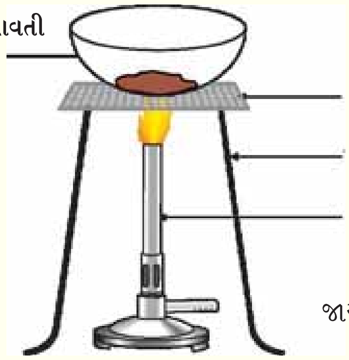
પ્રવૃત્તિ 1.2 યાદ કરો, કે જેમાં તમે લેડ(II) નાઈટ્રેટ અને પોટૅશિયમ આયોડાઇડના દ્રાવણને મિશ્ર કરેલાં છે.

(i) ઉત્પન્ન થયેલા અવક્ષેપનો રંગ કયો હતો ? શું તમે અવક્ષેપિત થયેલા સંયોજનનું નામ આપી શકશો ?

(ii) આ પ્રક્રિયા માટેનું સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

(iii) શું આ પણ દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા છે ?

1.2.5 ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન (Oxidation and Reduction)



આકૃતિ 1.10

કૉપરનું કૉપર ઑક્સાઇડમાં થતું ઑક્સિડેશન

પ્રવૃત્તિ 1.11

- આશરે 1 g કૉપરનો ભૂકો (પાઉડર) ધરાવતી ચાઈના ડિશને ગરમ કરો (આકૃતિ 1.10).
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?

કૉપરના ભૂકાની સપાટી પર કાળા રંગના કૉપર(II) ઑક્સાઇડનું પડ જામી જાય છે. આ કાળો પદાર્થ શાથી ઉદ્ભવ્યો ?

કૉપરમાં ઑક્સિજન ઉમેરાઈને કૉપર ઑક્સાઇડ બનવાથી આમ થાય છે.

$$2Cu + O_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} 2CuO \quad (1.28)$$

જો આ ગરમ કરેલા પદાર્થ (CuO) પરથી હાઇડ્રોજન વાયુ પસાર કરવામાં આવે તો પ્રતિગામી (ઊંધી) પ્રક્રિયા થવાના કારણે સપાટી પરનું કાળા રંગનું આવરણ કથ્થાઈ રંગમાં ફેરવાય છે અને કૉપર મળે છે.

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Cu + H_2O \quad (1.29)$$

જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન મેળવે તો તેનું ઑક્સિડેશન થયું તેમ કહેવાય. જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન ગુમાવે તો તેનું રિડક્શન થયું તેમ કહેવાય.

પ્રક્રિયા (1.29) દરમિયાન કૉપર(II) ઑક્સાઇડ ઑક્સિજન ગુમાવી રહ્યો છે અને તેનું રિડક્શન થયું છે. હાઇડ્રોજન ઑક્સિજન મેળવી રહ્યો છે અને તેનું ઑક્સિડેશન થયું છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પ્રક્રિયા દરમિયાન એક પ્રક્રિયક ઑક્સિડેશન પામે છે, જ્યારે બીજો પ્રક્રિયક રિડક્શન પામે છે. આવી પ્રક્રિયાઓને ઑક્સિડેશન-રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ અથવા રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ કહે છે.

ઑક્સિડેશન

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\text{ઉષ્મા}} Cu + H_2O \quad (1.30)$$

રિડક્શન

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનાં કેટલાંક અન્ય ઉદાહરણો :

$$ZnO + C \rightarrow Zn + CO \quad (1.31)$$

$$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \quad (1.32)$$

પ્રક્રિયા (1.31)માં કાર્બનનું કાર્બન મોનૉક્સાઇડમાં (CO) ઑક્સિડેશન થયું છે અને ઝિંક ઑક્સાઇડ (ZnO)નું ઝિંક (Zn)માં રિડક્શન થયું છે, પ્રક્રિયા (1.32)માં HClનું Cl_2માં ઑક્સિડેશન થયું છે, જ્યારે MnO_2 નું $MnCl_2$માં રિડક્શન થયું છે.

ઉપર દર્શાવેલાં ઉદાહરણો પરથી આપણે કહી શકીએ કે, પ્રક્રિયા દરમિયાન જો પદાર્થ ઑક્સિજન મેળવે અથવા હાઇડ્રોજન ગુમાવે તો તે પદાર્થ ઑક્સિડેશન પામે છે, જો પ્રક્રિયા દરમિયાન પદાર્થ ઑક્સિજન ગુમાવે અથવા હાઇડ્રોજન મેળવે, તો તે પદાર્થ રિડક્શન પામે છે.

પ્રવૃત્તિ 1.1 યાદ કરો, કે જેમાં મૅગ્નેશિયમની પટ્ટી હવામાં (ઑક્સિજન) પ્રજ્વલિત જ્યોતથી સળગે છે અને સફેદ રંગના પદાર્થ મૅગ્નેશિયમ ઑક્સાઇડમાં ફેરવાય છે. આ પ્રક્રિયામાં મૅગ્નેશિયમનું ઑક્સિડેશન થયું છે કે રિડક્શન ?

1.3 શું તમે રોજિંદા જીવનમાં ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓની અસરો જોઈ છે ? (Have you observed the effects of Oxidation Reactions in Everyday Life ?)

1.3.1 ક્ષારણ (Corrosion)

તમે ચોક્કસ જોયું હશે કે લોખંડની નવી વસ્તુઓ ચળકાટવાળી હોય છે, પરંતુ કેટલાક સમય બાદ તેની પર લાલાશપડતા કથ્થાઈ રંગના પાઉડરનું આવરણ જામી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે લોખંડનું કટાવું તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. કેટલીક અન્ય ધાતુઓ આ જ પદ્ધતિથી ઝાંખી પડે છે. શું તમે ક્યારેય તાંબા અને ચાંદીની સપાટી પરના સ્તરનો રંગ નોંધ્યો છે ? જ્યારે ધાતુ પર તેની આસપાસના પદાર્થો જેવાં કે ભેજ, ઍસિડ વગેરેનો હુમલો થાય (અસર થાય) ત્યારે તેનું ક્ષયન થયું એમ કહેવાય અને આ પ્રક્રિયાને ક્ષારણ (Corrosion) કહેવાય છે. ચાંદી પર લાગતું કાળા રંગનું સ્તર અને તાંબા પર લાગતું લીલા રંગનું સ્તર ક્ષારણનાં અન્ય ઉદાહરણો છે.

ક્ષારણને કારણે મોટરકારના ભાગો, પુલ, લોખંડના પાટા (iron railings), જહાજ તેમજ એવી તમામ વસ્તુઓ કે જે ધાતુની ખાસ કરીને લોખંડની બનેલી હોય તેને નુકસાન થાય છે. લોખંડનું ક્ષારણ એક ગંભીર સમસ્યા છે. દર વર્ષે નુકસાની પામેલા લોખંડને બદલવામાં ઘણો મોટો ખર્ચ થાય છે. તમે પ્રકરણ 3 માં ક્ષારણ વિશે વધુ શીખશો.

1.3.2 ખોરાપણું (ખોરું થવું) (Rancidity)

શું તમે લાંબા સમયથી રાખી મૂકેલા ચરબીયુક્ત/તૈલી ખોરાકનો સ્વાદ અથવા વાસ પારખેલાં છે ?

જ્યારે તેલ અથવા ચરબીનું ઑક્સિડેશન થાય ત્યારે તે ખોરું થઈ જાય છે અને તેની વાસ તથા સ્વાદ બદલાઈ જાય છે. સામાન્ય રીતે ચરબીયુક્ત તેમજ તૈલી ખોરાકમાં ઑક્સિડેશનનો પ્રતિકાર કરે તેવા પદાર્થો (એન્ટીઑક્સિડન્ટ) ઉમેરવામાં આવે છે. હવાચુસ્ત બંધ પાત્રમાં ખોરાક રાખવાથી તેનું ઑક્સિડેશન ધીમું થાય છે. શું તમે જાણો છો કે ચિપ્સ (કાતરી) બનાવવાવાળા ચિપ્સનું ઑક્સિડેશન થતું અટકાવવા માટે બૅગમાં નાઇટ્રોજન જેવા નિષ્ક્રિય વાયુ ભરે છે ?

પ્રશ્નો

1. જ્યારે કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં આયર્નની ખીલી ડુબાડવામાં આવે ત્યારે કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણનો રંગ શા માટે બદલાય છે ?
2. પ્રવૃત્તિ 1.10માં દર્શાવ્યા સિવાયની કોઈ એક દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ આપો.
3. નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિડેશન પામતા અને રિડક્શન પામતા પદાર્થોને ઓળખો.

   (i) $4Na(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O(s)$

   (ii) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(l)$

તમે શીખ્યાં કે

- સંપૂર્ણ રાસાયણિક સમીકરણ પ્રક્રિયકો, નીપજો અને તેઓની ભૌતિક-અવસ્થાઓને પ્રતિકાત્મક રીતે રજૂ કરે છે.
- રાસાયણિક સમીકરણ સમતોલિત હોય છે, જેથી રાસાયણિક સમીકરણમાં ભાગ લેતાં દરેક પ્રકારના પરમાણુઓની સંખ્યા સમીકરણની પ્રક્રિયક તેમજ નીપજ તરફ સમાન હોય છે. સમીકરણો હંમેશાં સમતોલિત હોવા જ જોઈએ.
- સંયોગીકરણ પ્રક્રિયામાં બે કે તેથી વધુ પદાર્થો સંયોજાઈને એક નવો પદાર્થ બનાવે છે.
- વિઘટન પ્રક્રિયાઓ સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓ કરતાં વિરુદ્ધ છે. વિઘટન-પ્રક્રિયામાં કોઈ એક પદાર્થનું વિઘટન થઈ બે કે તેથી વધુ પદાર્થો મળે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં નીપજોની સાથે ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઉષ્માક્ષેપક (Exothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જે પ્રક્રિયાઓમાં ઉષ્મા શોષાય છે તેને ઉષ્માશોષક (Endothermic) પ્રક્રિયાઓ કહે છે.
- જ્યારે સંયોજનમાંના એક તત્ત્વનું વિસ્થાપન બીજા તત્ત્વ દ્વારા થાય ત્યારે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા થાય છે.
- દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓમાં બે ભિન્ન પરમાણુઓ અથવા પરમાણુઓના સમૂહો (આયનો)નો વિનિમય થાય છે.
- અવક્ષેપન પ્રક્રિયાઓ (Precipitation Reactions) દ્વારા અદ્રાવ્ય ક્ષારો બને છે.
- પ્રક્રિયાઓમાં પદાર્થો દ્વારા ઑક્સિજન અથવા હાઇડ્રોજન ઉમેરાતા અથવા દૂર થતા હોય છે. ઑક્સિડેશન એટલે ઑક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા હાઇડ્રોજનનું દૂર થવું. રિડક્શન એટલે ઑક્સિજન ગુમાવવો અથવા હાઇડ્રોજન મેળવવો.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલ પ્રક્રિયા માટેનાં વિધાનો પૈકી કયાં ખોટાં છે ?

$2PbO(s) + C(s) \rightarrow 2Pb(s) + CO_2(g)$

(a) લેડ રિડક્શન પામે છે.

(b) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ઑક્સિડેશન પામે છે.

(c) કાર્બન ઑક્સિડેશન પામે છે.

(d) લેડ ઑક્સાઇડ રિડક્શન પામે છે.

(i) (a) અને (b)

(ii) (a) અને (c)

(iii) (a), (b) અને (c)

(iv) આપેલ તમામ

2. $Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

ઉપર દર્શાવેલી પ્રક્રિયા શેનું ઉદાહરણ છે ?

(a) સંયોગીકરણ પ્રક્રિયા

(b) દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા

(c) વિઘટન પ્રક્રિયા

(d) વિસ્થાપન પ્રક્રિયા

3. આયર્નના ભૂકામાં મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ઉમેરતાં શું થાય છે ? સાચા જવાબ પર નિશાન કરો.

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ અને આયર્ન ક્લોરાઇડ બને છે.

(b) ક્લોરિન વાયુ અને આયર્ન હાઇડ્રૉક્સાઇડ બને છે.

(c) કોઈ પ્રક્રિયા થતી નથી.

(d) આયર્ન ક્ષાર અને પાણી બને છે.

4. સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ શું છે ? રાસાયણિક સમીકરણોને શા માટે સમતોલિત કરવા જોઈએ ?

5. નીચેનાં વિધાનોને રાસાયણિક સમીકરણોમાં રૂપાંતરિત કરો અને ત્યાર બાદ તેઓને સમતોલિત કરો :

(a) હાઇડ્રોજન વાયુ નાઇટ્રોજન સાથે સંયોજાઈ ઍમોનિયા બનાવે છે.

(b) હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ વાયુ હવામાં બળીને (દહન પામીને) પાણી અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ આપે છે.

(c) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ ઍલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ સાથે સંયોજાઈને ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ આપે છે તેમજ બૅરિયમ સલ્ફેટના અવક્ષેપ આપે છે.

(d) પોટૅશિયમ ધાતુ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન વાયુ આપે છે.

6. નીચેનાં રાસાયણિક સમીકરણોને સમતોલિત કરો :

(a) $HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$

(b) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

(c) $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$

(d) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + HCl$

7. નીચે આપેલ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણો લખો :

(a) કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ → કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ + પાણી

(b) ઝિંક + સિલ્વર નાઇટ્રેટ → ઝિંક નાઇટ્રેટ + સિલ્વર

(c) ઍલ્યુમિનિયમ + કૉપર ક્લોરાઇડ → ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ + કૉપર

(d) બૅરિયમ ક્લોરાઇડ + પોટૅશિયમ સલ્ફેટ → બૅરિયમ સલ્ફેટ + પોટૅશિયમ ક્લોરાઇડ

8. નીચેના માટે સમતોલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો અને તે દરેક કિસ્સામાં પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખો :

(a) પોટૅશિયમ બ્રોમાઇડ(aq) + બૅરિયમ આયોડાઇડ(aq) → પોટૅશિયમ આયોડાઇડ(aq) + બેરિયમ બ્રોમાઇડ(aq)

(b) ઝિંક કાર્બોનેટ(s) → ઝિંક ઑક્સાઇડ(s) + કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ(g)

(c) હાઇડ્રોજન(g) + ક્લોરિન(g) → હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ(g)

(d) મૅગ્નેશિયમ(s) + હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ(aq) → મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ(aq) + હાઇડ્રોજન(g)

9. ઉષ્માક્ષેપક અને ઉષ્માશોષક પ્રક્રિયાઓ એટલે શું ? ઉદાહરણો આપો.

10. શ્વસનને ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા શાથી ગણવામાં આવે છે ? સમજાવો.

11. વિઘટન પ્રક્રિયાઓને સંયોગીકરણ પ્રક્રિયાઓની વિરુદ્ધ પ્રક્રિયા શા માટે કહેવાય છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

12. એવી વિઘટન પ્રક્રિયાઓના એક-એક સમીકરણ દર્શાવો કે જેમાં ઊર્જા-ઉષ્મા, પ્રકાશ અથવા વિદ્યુત સ્વરૂપે પૂરી પાડવામાં આવે છે.

13. વિસ્થાપન પ્રક્રિયા અને દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા વચ્ચે શું તફાવત છે ? આ પ્રક્રિયાઓ માટેનાં સમીકરણો લખો.

14. સિલ્વરના શુદ્ધીકરણમાં કૉપર ધાતુ દ્વારા સિલ્વર નાઇટ્રેટના દ્રાવણમાંથી સિલ્વરની પ્રાપ્તિ વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મારફતે થાય છે. તેમાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રિયા લખો.

15. તમે અવક્ષેપન પ્રક્રિયાનો શું અર્થ કરો છો ? ઉદાહરણો આપી સમજાવો.

16. ઑક્સિજનનું ઉમેરાવું અથવા દૂર થવું તેના આધારે નીચેનાં પદોને દરેકનાં બે ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

(a) ઑક્સિડેશન

(b) રિડક્શન

17. એક ચળકતા કથ્થાઈ રંગના તત્ત્વ ‘X’ને હવામાં ગરમ કરતાં તે કાળા રંગનું બને છે. તત્ત્વ X તેમજ બનતા કાળા રંગના સંયોજનનું નામ આપો.

18. લોખંડની વસ્તુઓ પર આપણે રંગ શા માટે લગાવીએ છીએ ?

19. તેલ તેમજ ચરબીયુક્ત ખાદ્યપદાર્થોની સાથે નાઇટ્રોજન વાયુને ભરવામાં આવે છે ? શા માટે ?

20. નીચેનાં પદોને તે દરેકના એક ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :

(a) ક્ષારણ

(b) ખોરાપણું

જૂથ-પ્રવૃત્તિ

નીચેની પ્રવૃત્તિ કરો :

- ચાર બીકર લઈ તેમને A, B, C અને D નામ આપો.
- બીકર A, B અને Cમાં 25 mL પાણી ભરો અને બીકર Dમાં 25 mL કૉપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ ભરો.
- ઉપરના દરેક બીકરમાં રહેલા પ્રવાહીનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.
- બીકર A, B, C અને Dમાં અનુક્રમે પોટૅશિયમ સલ્ફેટ, ઍમોનિયમ નાઇટ્રેટ, નિર્જળ કૉપર સલ્ફેટ તેમજ લોખંડનો ભૂકો, બે સ્પેચ્યુલાનાં માપ જેટલા ઉમેરો અને હલાવો.
- અંતમાં ઉપર્યુક્ત દરેક મિશ્રણનું તાપમાન માપો અને તેની નોંધ કરો.

કઈ પ્રક્રિયાઓ સ્વભાવમાં ઉષ્માક્ષેપક છે તેમજ કઈ ઉષ્માશોષક છે, તે શોધી કાઢો.