એકમ

2

પૃષ્ઠ રસાયણવિજ્ઞાન

2.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

બે સ્થૂલ (bulk) પ્રાવસ્થા અથવા કલાઓ (phase)ને અલગ કરતી સીમા (boundary) અંગેના રસાયણવિજ્ઞાનના અભ્યાસને પૃષ્ઠ રસાયણવિજ્ઞાન (Surface Chemistry) કહે છે. આ સીમા પૃષ્ઠ અથવા અંતરાપૃષ્ઠ (interface) તરીકે પણ ઓળખાય છે. તેને આડી લીટી (hyphen) અથવા ઊભી લીટી (slash) વડે દર્શાવાય છે. જેમ કે ઘન-પ્રવાહી અથવા ઘન / પ્રવાહી. આનો અર્થ એમ થાય છે કે ઘન અને પ્રવાહી બે અલગ અલગ પ્રાવસ્થા અથવા કલાઓ છે અને તેમની વચ્ચે અંતરાપૃષ્ઠ છે. વાયુઓ સંપૂર્ણપણે મિશ્ર થતાં હોવાથી અંતરાપૃષ્ઠ ન મળે કારણ કે બન્ને એક જ કલામાં સમાઈ જાય. સ્થૂલ કલા શુદ્ધ ઘન પદાર્થ કે દ્રાવણ હોઈ શકે છે. અંતરાપૃષ્ઠ સામાન્ય રીતે કેટલાક અણુઓની જાડાઈ ધરાવતું સ્થૂલ કલાનું સ્તર હોય છે. તે સ્થૂલ કલામાં રહેલા અણુઓના કદ (size) પર આધાર રાખે છે. ટૂંકમાં પૃષ્ઠઘટના ઘન અને પ્રવાહી અથવા ઘન અને વાયુ કલાઓને બંને અલગ પણ સંપર્કમાં રાખતી ઘટના છે. આ પ્રકારની ઘટનાઓમાં વિલયન, સ્ફટિકીકરણ, વિદ્યુતધ્રુવ પરની પ્રક્રિયાઓ, વિષમાંગ ઉદ્દીપન, ધાતુનું ક્ષારણ વગેરે છે. પૃષ્ઠઘટનાનો અભ્યાસ ઉદ્યોગ, વૈશ્લેષિક રસાયણ તથા રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગી છે.

પૃષ્ઠ અથવા સપાટી સંપૂર્ણ શુદ્ધ અને ચોખ્ખી હોવી જરૂરી છે. આ માટે $10^{-8} - 10^{-9}$ પાસ્કલ (Pascal) જેટલા ઉચ્ચ શૂન્યાવકાશ પ્રાપ્ત કરી ધાતુઓનાં પૃષ્ઠ (સપાટી) મેળવી શકાય છે. તેને હવાની અસર મુક્ત રાખવા માટે શૂન્યાવકાશમાં જ રાખવામાં આવે છે. આ એકમમાં આપણે પૃષ્ઠ રસાયણવિજ્ઞાન સાથે સંકળાયેલી બાબતો જેવી કે અધિશોષણ, ઉદ્દીપન, કલિલ, ઉત્સેચક વગેરે છે તેનો અભ્યાસ કરીશું.

2.2 અધિશોષણ (Adsorption)

ઘન કે પ્રવાહી પ્રાવસ્થામાં અણુઓ બધી દિશાઓમાંથી આકર્ષણ અનુભવે છે પરંતુ પૃષ્ઠ પરના અણુઓ નીચે અને બાજુઓ પરથી આકર્ષણ અનુભવે છે. આને લીધે અણુઓ પર નીચે ખેંચતું બળ વધારે લાગે છે. આથી સપાટી પરના અણુઓની ઊર્જા વધારે હોય છે. આમ અસંતુલિત અથવા અવશેષી (residual) બળોને લીધે ઘન અથવા પ્રવાહીની સપાટીમાં એક પ્રકારનો તનાવ (strain) ઉદ્ભવે છે. આવા પૃષ્ઠને જો કોઈ વાયુ કે પ્રવાહીના સંપર્કમાં લાવવામાં આવે

ત્યારે તેને આકર્ષી પોતાની પાસે રાખવા પ્રયત્ન કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે લઈએ તો ધારો કે કોઈ રંગના દ્રાવણમાં સક્રિયકૃત (activated) ચારકોલનો ભૂકો નાંખીએ તો થોડા સમયમાં જ દ્રાવણના રંગની તીવ્રતામાં ઘટાડો જણાય છે અથવા દ્રાવણનો રંગ ઝાંખો પડે છે આનું કારણ રંગકના અણુઓ ચારકોલના ઘન પૃષ્ઠ પર આકર્ષાય છે. ધારો કે આવા અણુઓ ઘનની સપાટી પર જ રહે અને ઘનની અંદરની બાજુએ જાય નહિ તો તેમની ઘનની સપાટી પરની સાંદ્રતા દ્રાવણના અંદરના સ્થૂલ (bulk) પરની સાંદ્રતા કરતાં વધુ થશે. આમ સાંદ્રતાનો ફેરફાર પૃષ્ઠ પર જણાય છે. આ ઘટના કે **જેમાં ઘન અથવા પ્રવાહી પૃષ્ઠ (સપાટી) પર અણુઓ આકર્ષાઈ, જળવાઈ રહે અને તેથી સપાટી પરના અણુઓની સાંદ્રતા ઘન કે પ્રવાહીના જથ્થામાં રહેલાં અણુઓની સાંદ્રતા કરતાં વધે તેને અધિશોષણ કહે છે.**

અધિશોષણને લીધે પૃષ્ઠ-ઊર્જા ઘટે છે. **જે ઘન પદાર્થ પર અધિશોષણ થાય છે તેને અધિશોષક (adsorbent) કહે છે અને જે પદાર્થનું અધિશોષણ થાય છે તેને અધિશોષિત (adsorbate) કહે છે.** આ સમગ્ર ઘટનાને અધિશોષણ (adsorption) કહે છે. અગાઉના ઉદાહરણમાં ચારકોલ અધિશોષક છે અને રંગકના કણો (અણુઓ) અધિશોષિત છે અને સમગ્ર ઘટના અધિશોષણ દર્શાવતી પૃષ્ઠ ઘટના છે.

ધારો કે અધિશોષિત થયેલા અણુઓ કોઈ કારણસર (દબાણ ઘટાડવાથી અથવા ગરમી વધારવાથી) સપાટી પરથી છૂટા પડી જાય અથવા વાયુમાં ભળી જાય તો તેને અપશોષણ (desorption) કહે છે. તે અધિશોષણથી વિપરિત અથવા ઉલટી ઘટના છે. ચારકોલ, સિલિકા જેલ, ચૉક, ઍલ્યુમિના, માટી વગેરે સારા અધિશોષકો છે. કારણ કે તે વધુ છિદ્રાળુ હોય છે. આથી તેમની સંપર્ક સપાટી વધુ હોય છે. જો કોલસાનો ટુકડો હોય અને તેનો પાઉડર હોય તો પાઉડરમાં સંપર્ક-સપાટી વધુ હોવાથી અધિશોષણ વધુ થશે. આથી જ નાના કણો ધરાવતી પાઉડર જેવી અવસ્થાનો ઉપયોગ અધિશોષણ ઘટનામાં વધુ અસરકારક છે. ઘણી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં ઉદ્દીપક ઝીણા ભૂકા સ્વરૂપે વપરાય છે. કલિલો, જેનો અભ્યાસ આ એકમમાં આગળ કરીશું તેમાં પણ અતિસૂક્ષ્મ કણો હોવાથી સંપર્ક સપાટી વધારે મળે છે અને તેથી કલિલો સારા અધિશોષકો છે.

એક બીજી ઘટના જેને અવશોષણ (absorption) કહે છે. તેમાં પદાર્થના અણુઓ ઘન કે પ્રવાહીના આખા ભાગમાં પ્રસરેલા હોય છે. તેથી સમાંગ (એક જ કલા) રૂપ ધારણ કરે છે. આપણે જોયું તેમ અધિશોષણમાં વિષમાંગરૂપ (એક કરતાં વધુ કલા) હોય છે. ધારો કે આછી પીળા રંગની ખાંડને પાણીમાં ઓગાળી તેનું દ્રાવણ બનાવીએ તો આછા પીળા રંગનું ખાંડનું દ્રાવણ મળશે. એમાં બધે જ પીળો રંગ એકસરખો હોઈ ખાંડની સાંદ્રતા સમગ્ર દ્રાવણમાં એકસરખી હશે. હવે જો આ દ્રાવણમાં ચારકોલ ઉમેરીએ તો ખાંડના દ્રાવણનો પીળો રંગ ઓછો થશે અને રંગીન પદાર્થની સાંદ્રતા ચારકોલની સપાટી પર દ્રાવણમાંની સાંદ્રતા કરતાં વધુ હશે. ચારકોલ ઉમેર્યા પહેલાંની ઘટના અવશોષણ છે જ્યારે ચારકોલ ઉમેર્યા પછીની ઘટના અધિશોષણ છે. કેટલીક વખતે આ બન્ને ઘટનાઓ એકસાથે બને છે તેને શોષણ (sorption) કહે છે. દા.ત., નિર્જળ કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ પર પાણી અવશોષિત થાય છે જ્યારે સિલિકા જેલ પર પાણી અધિશોષિત થાય છે. પેલેડિયમ ધાતુ પર ડાયહાઇડ્રોજનવાયુ પહેલાં અધિશોષિત થાય છે પછી અવશોષિત થાય છે. તેથી તે શોષણની ઘટના અનુભવે છે.

નીચેની કેટલીક ઘટનાઓમાં અધિશોષણની ઘટના સમાયેલી છે :

(1) જો O_2, H_2, CO, Cl_2, NH_3 અથવા SO_2 જેવા વાયુઓને ચારકોલ ભરેલા બંધપાત્રમાં ભરવામાં આવે તો તેમનાં દબાણ ચારકોલની સપાટી પરના તેમના અધિશોષણને કારણે ઘટે છે.

(2) મિથિલીન બ્લૂ જેવા કાર્બનિક રંગકના દ્રાવણમાં ચારકોલ ઉમેરતાં, તેના રંગની તીવ્રતા ચારકોલ પર મિથિલીન બ્લૂના અધિશોષણને કારણે ઘટે છે.

(3) પીળી ખાંડને રંગવિહીન કરવા તેના દ્રાવણને ચારકોલના થરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. જેથી પીળા રંગના ચારકોલ પરના અધિશોષણને લીધે પીળો રંગ ઘટી જઈ ખાંડ રંગવિહીન બને છે.

(4) હવામાંના ભેજને દૂર કરી સૂકી બનાવવા માટે તેને સિલિકા જેલ રાખેલા બંધ પાત્રમાં ભરવામાં આવે છે જેથી ભેજ(પાણી)નું સિલિકા જેલ પર અધિશોષણ થવાથી હવા સૂકી બને છે.

2.2.1 અધિશોષણની ક્રિયાવિધિ (Mechanism of Adsorption) :

અધિશોષણ ઘટના થવાનું કારણ એ છે કે સપાટી પરના અણુઓ અને અંદર સ્થૂલ(bulk)માં રહેલા અણુઓ એકસરખી પરિસ્થિતિમાં હોતા નથી. સ્થૂલમાં રહેલાં કણો પર બધી બાજુએ આકર્ષણબળ લાગે છે અને સમતુલિત રહે છે પણ સપાટી પરના અણુઓ બધી બાજુએથી આકર્ષણ પામતા નથી અને તેથી તેમને અસમતુલિત અથવા અવશેષી આકર્ષણબળો હોય છે. આ અવશેષી બળો જ અધિશોષકની સપાટી પર આકર્ષવા માટે જવાબદાર છે. આપેલા તાપમાને અને દબાણે અધિશોષણ, સપાટીના ક્ષેત્ર પર આધાર રાખે છે. વધારે ક્ષેત્રફળ તો વધારે આકર્ષણ અને વધારે અધિશોષણ. પરંતુ જો સપાટીનું ક્ષેત્રફળ ઓછું તો આકર્ષણ પણ ઓછું અને પરિણામે અધિશોષણ પણ ઓછું. અધિશોષણ ક્રિયાવિધિમાં બીજુ પરિબળ અધિશોષણ ઉષ્મા છે. અધિશોષણ ઉષ્માક્ષેપક ઘટના છે અથવા ΔHનું મૂલ્ય ઋણ હોય છે. અધિશોષણને કારણે અણુઓની ઍન્ટ્રોપી ઘટે છે. આથી ΔS પણ ઋણ થાય છે. આમ અધિશોષણ ઘટના ΔH અને ΔSના ઘટાડા સાથે સંકળાયેલ છે. કોઈ પણ સ્વયંસ્ફુરિત પ્રક્રિયા માટે ઉષ્માગતિશાસ્ત્રના બીજા નિયમ પ્રમાણે ΔGનું મૂલ્ય ઋણ હોવું જોઈએ. આથી $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ સમીકરણમાં ΔSનું મૂલ્ય ઘટવાથી $-T\Delta S$ મૂલ્ય ધન થશે. આથી જો ΔHનું મૂલ્ય ઋણ અને વધુ ઊંચુ હોવું જરૂરી બનશે. અધિશોષણની ઘટના જેમ આગળ ધપે છે તેમ ΔHનું મૂલ્ય ઓછું ઋણ બને છે જેથી ΔHનું મૂલ્ય લગભગ $T\Delta S$ જેટલું થાય છે અને ΔGનું મૂલ્ય શૂન્ય બને છે. આ પરિસ્થિતિએ સંતુલન પ્રાપ્ત થાય છે.

2.2.2 અધિશોષણના પ્રકાર (Types of Adsorption) :

અધિશોષણના બે પ્રકાર છે : (1) ભૌતિક અધિશોષણ અથવા ફિઝીસોર્પશન (Physisorption) અને (2) રાસાયણિક અધિશોષણ અથવા કેમીસોર્પશન (Chemisorption)

ભૌતિક અધિશોષણમાં અધિશોષિત અણુઓ વાન્ ડર વાલ્સ બળોથી આકર્ષાયેલા હોય છે. જ્યારે રાસાયણિક અધિશોષણમાં રાસાયણિક બંધ પ્રકારના આકર્ષણબળો હોય છે. ભૌતિક અધિશોષણ ભૌતિક પ્રક્રમ છે, જ્યારે રાસાયણિક અધિશોષણ રાસાયણિક પ્રક્રમ છે. અધિશોષણ સામાન્ય રીતે ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે. રાસાયણિક અધિશોષણની ઍન્થાલ્પીનું મૂલ્ય ભૌતિક અધિશોષણ ઍન્થાલ્પીના મૂલ્ય કરતાં વધુ ઋણ હોય છે.

ભૌતિક અને રાસાયણિક અધિશોષણની સરખામણી નીચેના કોષ્ટક 2.1માં આપી છે :

કોષ્ટક 2.1 ભૌતિક અધિશોષણ અને રાસાયણિક અધિશોષણની સરખામણી

ભૌતિક અધિશોષણ	રાસાયણિક અધિશોષણ
(1) અધિશોષક અને અધિશોષિત વચ્ચે વાન્ ડર વાલ્સ આકર્ષણબળો હોય છે.	(1) અધિશોષક અન અધિશોષિત વચ્ચે રાસાયણિક બંધ પ્રકારના બળો હોય છે.
(2) અધિશોષણ ઍન્થાલ્પીનું મૂલ્ય આશરે 20થી 40 કિજૂમોલ$^{-1}$ હોય છે એટલે ઓછું અને ઋણ હોય છે.	(2) અધિશોષણ ઍન્થાલ્પીનું મૂલ્ય આશરે 80થી 240 કિજૂમોલ$^{-1}$ હોય છે. એટલે વધારે અને ઋણ હોય છે.
(3) સામાન્ય રીતે નીચા તાપમાને પરિણમે છે અને તાપમાન વધારતાં અધિશોષણ ઘટે છે.	(3) પ્રમાણમાં ઊંચા તાપમાને પરિણમે છે. તાપમાનના ફેરફારની કોઈ વિશેષ અસર નથી.
(4) તે વિશિષ્ટ નથી એટલે કે બધા વાયુઓ બધા જ ઘન અધિશોષક પર વત્તા ઓછા પ્રમાણમાં અધિશોષિત થાય છે.	(4) તે વિશિષ્ટ છે જો અધિશોષક અને અધિશોષિત વચ્ચે રાસાયણિક બંધની રચના શક્ય હોય તો જ પરિણમે છે.
(5) તે ત્વરિત છે.	(5) તે ધીમું કે ઝડપી હોઈ શકે.
(6) અધિશોષક પર બહુઆણ્વિય (multimolecular) સ્તરો રચાઈ શકે છે.	(6) સામાન્ય રીતે એક આણ્વિય (unimolecular) સ્તર (layer) અધિશોષક પર રચાય છે.

(7) તે પરિવર્તનીય છે.	(7) તે અપરિવર્તનીય છે.
(8) ઓછી સક્રિયકરણ ઊર્જાની જરૂર પડે છે.	(8) વધારે સક્રિયકરણ ઊર્જાની જરૂર પડે છે.
(9) વાયુના સ્વભાવ પર આધાર રાખે છે. સહેલાઈથી પ્રવાહીકરણ પામતાં વાયુઓ ઝડપથી અધિશોષિત થાય છે.	(9) તે વાયુના સ્વભાવ પર આધાર રાખે છે. જે વાયુઓ અધિશોષક સાથે પ્રક્રિયા કરે છે તે વધુ અધિશોષણ દર્શાવે છે.

આ એકમમાં આપણે માત્ર ઘન અધિશોષક પર અધિશોષિતની અધિશોષણ ઘટનાનો જ અભ્યાસ કરીશું. આનાં કેટલાંક ઉદાહરણો નીચે પ્રમાણે છે :

(1) ધારો કે સક્રિય ચારકોલ સાથેનો ગૅસમાસ્ક પહેરીને ક્લોરિન વાયુના વાતાવરણમાં જઈએ તો ચારકોલ ક્લોરિનનું અધિશોષણ કરશે અને આપણે ક્લોરિનની ઝેરી અસરથી બચીશું.

(2) ભેજવાળી હવામાંથી ભેજ ખેંચી લેવા સિલિકા જૅલ અધિશોષક તરીકે વપરાય છે. કેટલાક ઇલેક્ટ્રૉનિક સાધનોને ભેજરહિત રાખવા સિલિકા જૅલનો ઉપયોગ અધિશોષક તરીકે થાય છે જેથી ઇલેક્ટ્રૉનિક સાધનો ભેજને કારણે બગડે નહિ.

(3) હવામાંના વાયુમય પ્રદૂષકોને ચારકોલનો અધિશોષક તરીકે ઉપયોગ કરી તેની ખરાબ અસરને નિવારી શકાય છે.

(4) ખાંડ જેવા પદાર્થોમાંથી પીળા જેવો રંગ દૂર કરી ખાંડ રંગવિહીન બનાવી શકાય છે.

2.2.3 અધિશોષણને અસર કરતાં પરિબળો (Factors Affecting Adsorption) :

ઘન અધિશોષક પર થતું વાયુનું અધિશોષણ નીચેના પરિબળો (factors) પર આધાર રાખે છે :

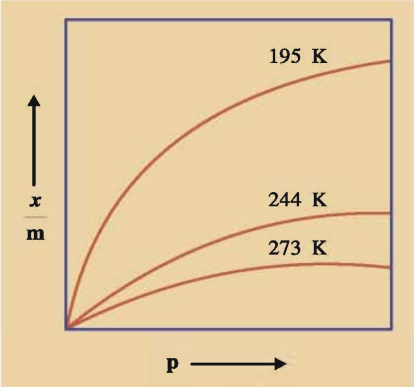
(1) અધિશોષિતના સ્વભાવ પર (2) અધિશોષકના સ્વભાવ પર (3) અધિશોષકના વિશિષ્ટ (specific) વિસ્તાર પર (4) અધિશોષિત થતા વાયુના દબાણ પર (5) તાપમાન પર (6) અધિશોષકના સક્રિયકરણ પર. આમાંના કેટલાક પરિબળોનો ટૂંકમાં અભ્યાસ કરીશું.

(1) અધિશોષિતના સ્વભાવ પર : અગાઉ શીખ્યા પ્રમાણે ભૌતિક અધિશોષણ વિશિષ્ટ પ્રકારનું નહિ હોવાથી દરેક વાયુ કોઈ પણ ઘન અધિશોષક પર વત્તા-ઓછા અંશે અધિશોષિત થાય છે. આપેલા તાપમાન અને દબાણ હેઠળ સહેલાઈથી પ્રવાહીકરણ પામતા વાયુઓ જેવા કે NH_3, HCl, CO_2 વગેરે વધુ પ્રમાણમાં અધિશોષિત થાય છે; જ્યારે કાયમી (permanent) વાયુઓ જે સહેલાઈથી પ્રવાહીકરણ પામતા નથી. જેવાં કે H_2, O_2, N_2 વગેરે ઓછા પ્રમાણમાં અધિશોષિત થાય છે. વાયુના પ્રવાહીકરણને ક્રાંતિક તાપમાન (T_C) સાથે સંબંધ છે. આથી ઊંચા ક્રાંતિક તાપમાનવાળા વાયુઓનું અધિશોષણ વધારે થાય છે. રાસાયણિક અધિશોષણ વિશિષ્ટ પ્રકારનું હોઈ જો સંયોગીકરણ શક્ય હોય તો જ વાયુનું અધિશોષણ થશે. તમો, અગાઉ વાયુનું પ્રવાહીકરણ, ક્રાંતિક તાપમાન, ક્રાંતિક દબાણ અને ક્રાંતિક કદ વિશે વિગતે શીખી ગયા છો.

(2) અધિશોષકના સ્વભાવ પર : સામાન્ય અધિશોષકો તરીકે કાર્બન, પ્રાણીજ કોલસો, ધાતુ ઑક્સાઇડ, સિલિકા જૅલ, ઍલ્યુમિના અને માટી જેવા પદાર્થો છે. આ દરેક અધિશોષકને પોતાના લાક્ષણિક અધિશોષણ ગુણધર્મો તેમાંના સંયોજનો અને બંધારણના આધારે હોય છે.

(3) અધિશોષકનું વિશિષ્ટ ક્ષેત્રફળ : વિશિષ્ટ ક્ષેત્રફળ એટલે 1 ગ્રામ અધિશોષક માટે પ્રાપ્ય પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ. પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ જેટલું વધારે તેટલું અધિશોષણ વધારે. અધિશોષક જેટલો વધારે છિદ્રાળુ તેટલું વધારે વિશિષ્ટ ક્ષેત્રફળ. આથી જ પ્રક્રિયાઓમાં છિદ્રાળુ અથવા પાઉડર સ્વરૂપમાં અધિશોષક તે જ પદાર્થના ચોસલા (block) કરતાં વાયુનું વધુ અધિશોષણ કરે છે કારણ કે પ્રાપ્ય ક્ષેત્રફળ વધુ હોય છે. લોખંડના ટુકડાને બદલે લોખંડનો ભૂકો વધુ અધિશોષણ કરે છે. છિદ્રાળુ અધિશોષકનાં છિદ્રો એટલા મોટાં હોવા જોઈએ કે અધિશોષિત વાયુ તેમાં દાખલ થઈ શકે.

(4) વાયુનું દબાણ : અધિશોષણ સમતાપી (Adsorption Isotherm) : સામાન્ય રીતે અધિશોષિત વાયુના અધિશોષણની માત્રા અથવા પ્રમાણ x / m વડે દર્શાવાય છે. જ્યાં m લીધેલા અધિશોષકનું વજન છે અને x મુક્ત વાયુ તથા અધિશોષિત વાયુ વચ્ચે ગતિશીલ સંતુલન સ્થપાયું હોય ત્યારે અધિશોષિતની સાંદ્રતા અથવા મોલની સંખ્યા છે. પ્રાયોગિક રીતે $\frac{x}{m}$નો ગુણોત્તર નક્કી કરવામાં આવે છે અને નિયત તાપમાને x / mનો p વિરુદ્ધ આલેખ દોરીએ તો આકૃતિ 2.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વક્ર મળે છે. આ વક્રને અધિશોષણ સમતાપી વક્ર કહે છે. આકૃતિ 2.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જુદા જુદા તાપમાને જુદા જુદા વક્ર મળે છે. આ ઉપરાંત સમતાપી વક્રના આકાર પણ જુદા જુદા પદાર્થો માટે જુદા જુદા હોય છે. તે જુદા જુદા પાંચ પ્રકારના હોય છે. આપણે તેની વિગતમાં ઊતર્યા વગર સામાન્ય સમતાપીનો અભ્યાસ કરીશું. વૈજ્ઞાનિકો ફ્રુન્ડલીચ અને લૅંગ્મ્યૂરે આવા સમતાપીનો અભ્યાસ કર્યો હતો અને મેળવેલો અધિશોષણ સમતાપી આકૃતિ 2.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેનો હોય છે.



આકૃતિ 2.1 અધિશોષણ

(5) તાપમાન પર : તાપમાનના વધારાની અધિશોષણ સમતાપી પર અસર પડે છે. અગાઉ શીખ્યા તે પ્રમાણે અધિશોષણ ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા છે અને તેથી લ-શૅટેલિયરના નિયમ પ્રમાણે તાપમાનનો વધારો અધિશોષિત વાયુના જથ્થામાં ઘટાડો દર્શાવશે આથી આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તાપમાનના વક્ર ઘટતા જતા જોવા મળશે.

2.3 ફ્રુન્ડલીચ (Freundlich) અધિશોષણ સમતાપી

ઘન અધિશોષક પર વાયુમય અધિશોષિતના નિયત તાપમાને થતું અધિશોષણ અધિશોષિત વાયુના દબાણના સમપ્રમાણમાં હોય છે. આ સંબંધ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

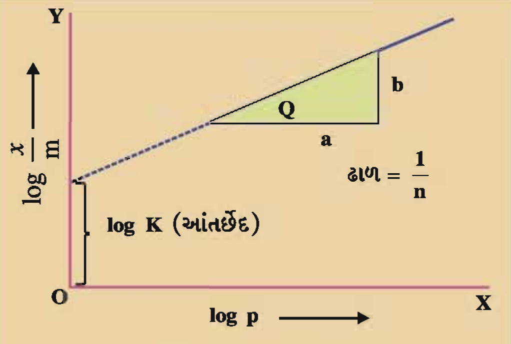
$$\frac{x}{m} \propto p^{\frac{1}{n}} \quad \text{અથવા} \quad \frac{x}{m} = Kp^{\frac{1}{n}} \qquad \text{..... (2.1)}$$

જ્યાં $\frac{x}{m}$ પ્રતિગ્રામ અધિશોષક વડે થયેલું અધિશોષણ છે. જેમાં m અધિશોષકનું વજન છે અને x અધિશોષિત વાયુનું દબાણ (p) છે. K અને n અચળાંક છે, જે વાયુના સ્વભાવ અને તાપમાન પર આધાર રાખે છે. આને ફ્રુન્ડલીચનું અધિશોષણ સમતાપી કહે છે. આકૃતિ 2.1માં દર્શાવેલા આલેખ ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપી દર્શાવે છે. વિશિષ્ટ અધિશોષણ $\frac{x}{m}$નું મૂલ્ય દબાણ (p)ના વધારા સાથે વધે છે. પરંતુ $n > 1$ હોવાથી $\frac{x}{m}$નું મૂલ્ય pના વધારા સાથે એકદમ ઝડપથી વધી જતું નથી. અમુક દબાણ પછી અધિશોષણનું મૂલ્ય લગભગ સરખું જ રહે છે જેનો આગળ અભ્યાસ કરેલ છે. આ સમતાપી વક્રને ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી વક્ર કહેવામાં આવે છે.

સમીકરણ (2.1)ને ઘાતાંકમાં ફેરવતાં,

$$\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log p \qquad \text{..... (2.2)}$$

આ સમીકરણ $y = C + mx$ પ્રકારનું હોઈ $\log \frac{x}{m}$નો log p વિરુદ્ધ આલેખ દોરવામાં આવે તો સીધી રેખા મળશે, જે આકૃતિ 2.2માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 2.2 ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી

આ આલેખના ઢાળનું મૂલ્ય $\frac{1}{n}$ થશે અને આંતર્છેદનું મૂલ્ય log K થશે. તેના પરથી અચળાંકો K અને n ના મૂલ્યો નક્કી કરી શકાય. આ ઉપરાંત કોઈ પણ અધિશોષણ પ્રણાલી ફ્રુન્ડલીચના સમીકરણને અનુસરે છે કે નહિ તેની ચકાસણી પણ કરી શકાય. આ પ્રણાલી માટે $\log \frac{x}{m}$ વિરુદ્ધ log p નો આલેખ સીધી રેખા મળે તો જ તે ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપીને સંતોષે છે અથવા અનુસરે છે તેમ કહી શકાય અને ખાતરી કરી શકાય.

પ્રયોગપોથીના નિર્દેશન પ્રયોગમાં મિથિલીન બ્લૂના ચારકોલ પરના અધિશોષણનો પ્રયોગ કરવામાં આવે ત્યારે ધ્યાનથી પરિણામો જોશો તો સમજૂતી સ્પષ્ટ અને ખાતરીવાળી બનશે.

ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપીની મર્યાદાઓ : ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપીમાં નીચે પ્રમાણેના વિચલન અને મર્યાદાઓ જોવા મળે છે :

(1) આ સમતાપી દબાણની અમુક મર્યાદામાં જ લાગુ પડે છે, પરંતુ ઊંચા દબાણે વિચલન દર્શાવે છે જેથી સમતાપીનો વક્ર બદલાઈ જાય છે.

(2) K અને n અચળાંકો છે, પરંતુ એક જ અધિશોષક અને અધિશોષિત માટે તાપમાન સાથે બદલાય છે.

(3) ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી માત્ર આનુભાવિક (empirical) છે. તેની કોઈ સૈદ્ધાંતિક સાબિતી નથી.

(4) $\frac{1}{n}$ નું મૂલ્ય 1 હોય તો $\frac{x}{m} = Kp$ થાય છે તેથી અધિશોષણ દબાણને સમપ્રમાણ થાય છે, પરંતુ $\frac{1}{n}$ નું મૂલ્ય 0 થાય તો $\frac{x}{m}$ = અચળાંક થાય તેથી અધિશોષણ દબાણથી સ્વતંત્ર થાય છે. આમ દબાણના વધારાથી અધિશોષણ સંતૃપ્તતા પ્રાપ્ત કરે છે, જે ફ્રુન્ડલીચના સમતાપીથી સમજાવી શકાય નહિ એટલે કે ઊંચા દબાણે વિચલન દર્શાવે છે.

2.4 લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપી (Langmuir Adsorption Isotherm)

ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપી આનુભવિક છે. કોઈ સૈદ્ધાંતિક પાયો નથી. લેંગ્મ્યૂરે વાયુના ગતિમય સિદ્ધાંત (Kinetic theory of gases) પર આધારિત સૈદ્ધાંતિક બાબતોને ધ્યાનમાં લઈ એક નવું જ સમતાપી ઉપજાવ્યું જેને લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપી કહે છે. તેમાં એમ ધારવામાં આવ્યું છે કે દરેક અધિશોષણ સ્થાન (site) સરખાં હોય છે અને તે બાજુનાં સ્થાન ખાલી છે કે ભરાયેલા તેનાથી સ્વતંત્ર છે. તેમણે ઉપજાવેલા સમતાપીમાં નીચેના બે પરસ્પર વિરોધી પ્રક્રમોને ધ્યાનમાં લીધા છે :

(1) ઘન પદાર્થની સપાટી પર વાયુ અણુઓનું અધિશોષણ થાય છે. તેને સંઘનન (condensation) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

(2) ઘન પદાર્થની સપાટી પરથી અધિશોષિત વાયુ અણુઓનું અપશોષણ (desorption) થાય છે તેને બાષ્પાયન (evaporation) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

લેંગ્મ્યૂરે ધાર્યું કે ઉપરના બન્ને પ્રક્રમો વચ્ચે ગતિશીલ સંતુલન સ્થપાય છે એટલે કે સંઘનનનો દર અને બાષ્પાયનનો દર સમતુલિત થાય છે. આ ઉપરાંત એમ પણ ધાર્યું કે અધિશોષિત વાયુ એક અણુ જેટલી જાડાઈ ધરાવે છે અથવા એક આણ્વિય સ્તર રચે છે. આવી બાબત રાસાયણિક અધિશોષણમાં હોવાને લીધે લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપીનું નિરુપણ કરી નીચે પ્રમાણેનું સૂત્ર ટૂંકમાં દર્શાવી શકાય. લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપી નીપજાવી શકાય પરંતુ તે અભ્યાસક્રમમાં નથી. આથી, ટૂંકમાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$\frac{x}{m} = \frac{ap}{1 + bp} \qquad ..... (2.3)$$

જ્યાં $\frac{x}{m}$ ફ્રુન્ડલીચના અધિશોષણ સમતાપીમાં જોયું તેમ વાયુનું અધિશોષણ પ્રતિગ્રામ છે અને p વાયુનું દબાણ છે. a અને b અચળાંકો છે. ઉપરના સમીકરણને બે પરિસ્થિતિમાં લખી શકાય : (1) નીચા દબાણે અને (2) ઊંચા દબાણે.

(1) નીચા દબાણે : $\frac{x}{m} = \frac{ap}{1 + bp}$ સમીકરણમાં જો p નું મૂલ્ય નીચું લઈએ તો bp નું મૂલ્ય 1ની સરખામણીમાં અવગણી શકાય. તેથી $\frac{x}{m} = ap$ થશે એટલે કે નીચા દબાણે વાયુનું અધિશોષણ દબાણને સમપ્રમાણ રહેશે.

(2) ઊંચા દબાણે : $\frac{x}{m} = \frac{ap}{1 + bp}$ સમીકરણમાં જો p નું મૂલ્ય ઊંચુ લેવામાં આવે તો 1ને bp ના મૂલ્યની સરખામણીમાં અવગણી શકાય. તેથી $\frac{x}{m} = \frac{a}{b}$ = અચળ થશે. આમ ઊંચા દબાણે અધિશોષણ લગભગ અચળ રહેશે, જે આકૃતિ 2.1 પરથી સ્પષ્ટ થયું. અચળાંકો a અને b નક્કી કરવા માટે સમીકરણ $\frac{x}{m} = \frac{ap}{1 + bp}$ને ઊલટાવીને લખીએ તો $\frac{m}{x} = \frac{1 + bp}{ap}$ થશે. હવે,

$$\frac{m}{x} = \frac{1 + bp}{ap} = \frac{1}{ap} + \frac{bp}{ap} = \frac{1}{ap} + \frac{b}{a} \qquad ..... (2.4)$$

આ સમીકરણ પણ સીધી રેખા માટેનું સમીકરણ હોઈ જો $\frac{m}{x}$ નો $\frac{1}{p}$ વિરુદ્ધ આલેખ દોરીએ તો ઢાળનું મૂલ્ય $\frac{1}{a}$ બરાબર થશે અને આંતર્છેદનું મૂલ્ય $\frac{b}{a}$ બરાબર થશે. આના પરથી અચળાંકો a અને b નાં મૂલ્યો મેળવી શકાય.

આકૃતિ 2.1માં દર્શાવેલ ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપી દર્શાવે છે કે pના શરૂઆતના મૂલ્યો (નીચાં મૂલ્યો) માટે અધિશોષણ $\frac{x}{m}$ વાયુના દબાણના વધારા સાથે વધે છે. પરંતુ દબાણનું મૂલ્ય વધી જાય ત્યારે સમતાપી અચળ થવા જાય છે એટલે કે અધિશોષણ સંતૃપ્તતા પ્રાપ્ત કરે છે અને વધુ અધિશોષણ થશે નહિ. જે ઉપરની બન્ને પરિસ્થિતિઓને અનુમોદન આપે છે.

2.5 દ્રાવણમાંથી અધિશોષણ (Adsorption From Solution)

ફ્રુન્ડલીચનું અધિશોષણ સમતાપી વાયુમય પ્રણાલીની જેમ જ પ્રવાહી પ્રણાલીને લાગુ પાડી શકાય. ઘન અધિશોષક પર દ્રાવણમાંના ઓગળેલા પદાર્થ(દ્રાવ્ય)નું અધિશોષણ કરી શકાય. પ્રયોગપોથીમાં મિથિલીન બ્લૂના દ્રાવણમાંથી ચારકોલ પર અધિશોષણનો પ્રયોગ નિર્દેશન માટે દર્શાવ્યો છે. આ પ્રયોગ જરૂરથી અવલોકન દ્વારા સમજજો અને આ અભ્યાસને વધુ સરળ અને ઘનિષ્ટ બનાવજો. આવો જ બીજો પ્રયોગ પ્રયોગશાળામાં કરી શકાય. એસિટિક ઍસિડના દ્રાવણમાંના

એસેટિક ઍસિડનું સક્રિયકૃત ચારકોલ પર અધિશોષણ કરી શકાય. આ માટે જુદી જુદી સાંદ્રતા ધરાવતા એસિટિક ઍસિડના દ્રાવણમાં નિશ્ચિત વજનનો અધિશોષક સક્રિયકૃત ચારકોલ ઉમેરી અધિશોષણ બાદ નહિ અધિશોષિત થયેલા એસિટિક ઍસિડની સાંદ્રતા નક્કી કરવામાં આવે છે. અધિશોષણ પહેલાંની સાંદ્રતામાંથી અધિશોષણ થયા પછીની એસિટિક ઍસિડની સાંદ્રતાના તફાવત પરથી અધિશોષણ પામેલા એસિટિક ઍસિડની સાંદ્રતા શોધી શકાય. જે x બરાબર થશે. m જાણીએ છીએ (વજન કરીને લીધેલ છે). આથી $\frac{x}{m}$ નો એસિટિક ઍસિડની અધિશોષણ પહેલાંની સાંદ્રતા (C) વિરુદ્ધ આલેખ દોરવાથી ફ્રુન્ડલીચ સમતાપી વક્ર મળશે. $\log \frac{x}{m}$ વિરુદ્ધ log C આલેખ દોરવાથી સીધી રેખા મળશે જે ફ્રુન્ડલીચ સમીકરણની સાબિતી દર્શાવે છે. આના પરથી ભૌતિક અધિશોષણ અને રાસાયણિક અધિશોષણ માટે ફ્રુન્ડલીચ અને લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપી નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપી	લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપી
(1) ભૌતિક અધિશોષણ : $\frac{x}{m} = Kp^{\frac{1}{n}}$ અથવા $\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log p$	$\frac{x}{m} = \frac{ap}{1 + bp}$ અથવા $\frac{m}{x} = \frac{1}{ap} + \frac{b}{a}$
(2) રાસાયણિક અધિશોષણ : $\frac{x}{m} = KC^{\frac{1}{n}}$ અથવા $\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log C$	$\frac{x}{m} = \frac{ac}{1 + bc}$ અથવા $\frac{m}{x} = \frac{b}{a} + \frac{1}{ac}$

અધિશોષણના અનુપ્રયોગો (Applications) અથવા ઉપયોગો (Uses) : અધિશોષણની ઘટનાના ઘણા ઉપયોગો છે. કેટલાક નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે.

(1) ઉચ્ચ શૂન્યાવકાશ ઉત્પન્ન કરવા માટે ચારકોલ અધિશોષક અલ્પ પ્રમાણમાંના વાયુના અધિશોષણ માટે વપરાય છે.

(2) ક્લોરિન જેવા ઝેરી વાયુના વાતાવરણમાં કામ કરતાં પહેરવામાં આવતા 'ગૅસ માસ્ક'માં રહેલા અધિશોષક સક્રિય ચારકોલ ઝેરી વાયુનું અધિશોષણ કરી સંરક્ષણ આપે છે.

(3) ઇલેક્ટ્રૉનિક સાધનોને ભેજમુક્ત રાખવા માટે સિલિકા જેલનો અધિશોષક તરીકે ઊપયોગ થાય છે.

(4) ખાંડ અને અન્ય પદાર્થોમાંથી રંગની અશુદ્ધિ દૂર કરવા સક્રિયકૃત ચારકોલ વપરાય છે.

(5) સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના ઉત્પાદનમાં વપરાતો વિષમાંગ ઉદ્દીપક વેનેડિયમ પૅન્ટોક્સાઇડ અને એમોનિયાના ઉત્પાદનમાં વપરાતો વિષમાંગ ઉદ્દીપક લોખંડનો ભૂકો ઘન અધિશોષક તરીકે ઉપયોગી છે.

(6) નિષ્ક્રિય વાયુઓના અલગીકરણ માટેની દીવાર પદ્ધતિમાં સક્રિયકૃત ચારકોલ અધિશોષક તરીકે વપરાય છે.

(7) કેટલાક રોગોને મટાડવા માટે વપરાતા પદાર્થો અધિશોષક તરીકે વર્તે છે અને સૂક્ષ્મ જીવાણુઓને અધિશોષિત કરે છે.

(8) ફીણપ્લવન પદ્ધતિમાં સલ્ફાઇડ ખનિજના સંકેન્દ્રીકરણમાં ટર્પેન્ટાઇન ઓઇલ અથવા પાઇન ઓઇલ અધિશોષક તરીકે વપરાય છે.

(9) કેટલાક અનુમાપનોમાં સૂચક તરીકે ઇઓસીન અથવા ફ્લોરેસીન વપરાય છે. દા.ત., હેલાઇડના સિલ્વર નાઇટ્રેટ સાથેના અનુમાપનમાં ફ્લોરેસીન જેવો અધિશોષિત સિલ્વર હેલાઇડના અવક્ષેપ પર અધિશોષિત પામે છે. આવા સૂચકોને અધિશોષણ સૂચકો કહે છે.

(10) ક્રોમેટોગ્રાફીક પૃથક્કરણમાં ઘન પદાર્થને અધિશોષક તરીકે વાપરી, અકાર્બનિક ઋણાયન, એમિનો ઍસિડના મિશ્રણનું અલગીકરણ, શાહીમાંના રંગકોનું પૃથક્કરણ અધિશોષણ ક્રોમેટોગ્રાફીથી કરી શકાય છે. તમારી પ્રયોગપોથીમાં અધિશોષણ ક્રોમેટોગ્રાફીથી Pb^{2+} અને Cd^{2+} આયનના અલગીકરણનો પ્રયોગ નિર્દેશન પ્રયોગોમાં સમાવિષ્ટ કરેલ છે. આ ઉપરાંત શાહીમાંના રંગકોનું ફિલ્ટર પેપર જેવા અધિશોષક પર અલગીકરણનો પ્રયોગ પણ નિર્દેશન પ્રયોગમાં સમાવિષ્ટ કરેલ છે.

2.6 ઉદ્દીપન (Catalysis)

તમે અગાઉના ધોરણમાં શીખી ગયાં છો કે પોટૅશિયમ ક્લોરેટને ગરમ કરવાથી ઑક્સિજન વાયુ મળે છે, પરંતુ આ પ્રક્રિયા ધીમી છે. તેથી જો તેમાં મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડ ઉમેરવામાં આવે તો પોટૅશિયમ ક્લોરેટનું વિઘટન ઝડપથી થાય છે અને મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડ મૂળ સ્વરૂપે રહી જાય છે. આનો અર્થ એમ થાય કે પોટૅશિયમ ક્લોરેટનો વિઘટન દર મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડની ગેરહાજરીમાં ધીમો છે પરંતુ તેની હાજરીમાં ઝડપી છે. આમ મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડ એક વિશિષ્ટ પદાર્થ તરીકે પ્રક્રિયામાં ભાગ લીધા વગર પ્રક્રિયાવેગને અસર કરે છે આથી નીચે પ્રમાણે તારવી શકાય :

જે પદાર્થ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં વપરાતો નથી, મૂળ સ્વરૂપે પાછો મળે છે પરંતુ પ્રક્રિયાનો વેગ વધારે અથવા પ્રક્રિયા નીપજ તરફ જવાના સમયમાં ઘટાડો કરે છે તેવા પદાર્થને ઉદ્દીપક કહે છે. આમ ઉદ્દીપકની મદદથી પ્રક્રિયાનો વેગ વધવાની ઘટનાને ઉદ્દીપન કહે છે. ઉદ્દીપક પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતો ન હોવાથી તેનું ઓછું પ્રમાણ જરૂરી રહે છે. ઉદ્યોગોમાં ઘણા ઉદ્દીપકો વપરાય છે. અધિશોષણના અભ્યાસમાં વેનેડિયમ પૅન્ટોક્સાઇડ તથા લોખંડના ભૂકાનો નિર્દેશ ઉદ્દીપક તરીકે કરાયેલો છે. કુદરત પણ ઉદ્દીપકના ઉપયોગનો અદ્વિતીય રચનાકાર (ડિઝાઇનર) છે. સજીવોમાં થતી અનેક જૈવ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ સાથે સંકળાયેલા ઉત્સેચકો કોષીય પ્રક્રિયાને ઝડપી બનાવે છે તથા જીવન ટકાવી રાખે છે. જેમ કે ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક સુક્રોઝમાંથી ગ્લુકોઝ અને ફ્રુકટોઝ બનાવે છે. યુરેઝ ઉત્સેચક યુરિયામાંથી એમોનિયા અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ બનાવે છે તથા પેપ્સિન ઉત્સેચક પ્રોટિનનું એમિનો ઍસિડમાં રૂપાંતર કરે છે. ડાયનાઇટ્રોજન અને ડાયહાઇડ્રોજનમાંથી હેબરવિધિ દ્વારા મેળવાતા એમોનિયા વાયુમાં લોખંડનો ભૂકો ઉદ્દીપક તરીકે કાર્ય કરે છે તથા સંપર્ક વિધિ દ્વારા મેળવાતા સલ્ફ્યુરિક ઍસિડમાં વેનેડિયમ પેન્ટોક્સાઇડ ઉદ્દીપક તરીકે કાર્ય કરે છે :

દરેક ઉદ્દીપક વિશિષ્ટ જ હોય છે તેમ છતાં દરેક ઉદ્દીપક સામાન્ય રીતે પ્રક્રિયાની સક્રિયકરણ ઊર્જા ઘટાડે છે. સક્રિયકરણ ઊર્જા વિશે તમો રાસાયણિક ગતિકીના એકમમાં ભણી ગયા છો. ઉદ્દીપકની મદદથી સક્રિયકરણ ઊર્જામાં ઘટાડો એકમ 1ની આકૃતિ 1.9માં દર્શાવેલ છે. આ આકૃતિ નીચેના મુદ્દા સ્પષ્ટ કરે છે.

(1) ઉદ્દીપક પુરોગામી અને પ્રતિગામી બન્ને પ્રક્રિયાના દર સમાન રીતે વધારે છે પરંતુ સંતુલન અચળાંક પર અસર કરતો નથી તેથી સંતુલન અચળાંકનું મૂલ્ય બદલાતું નથી એટલે કે નીપજનું પ્રમાણ વધારે મળતું નથી.

(2) ઉદ્દીપક સક્રિયકરણ ઊર્જા ઘટાડે છે એટલે સ્થિતિજ ઊર્જા અંતરાયને નીચો લાવે છે. જેથી પ્રક્રિયા ઓછા સમયમાં પરિણમે છે.

ઉદ્દીપનના પ્રકાર : ઉદ્દીપનના મુખ્ય બે પ્રકાર છે : (1) સમાંગ ઉદ્દીપન અને (2) વિષમાંગ ઉદ્દીપન.

(1) સમાંગ ઉદ્દીપન : જો ઉદ્દીપક, પ્રક્રિયકો જે કલામાં (phase) હોય તે જ કલામાં હોય તો તે ઉદ્દીપકને સમાંગ ઉદ્દીપક કહે છે અને આ ઘટનાને સમાંગ ઉદ્દીપન કહે છે. આ ઉદ્દીપનમાં એમ માનવામાં આવે છે કે ઉદ્દીપક રાસાયણિક પ્રક્રિયા કરી પ્રક્રિયક સાથે મધ્યવર્તી (intermediate) સંયોજન બનાવે છે. આનું પછીથી વિઘટન થાય છે કારણ કે તે અસ્થાયી હોય છે. રાસાયણિક ગતિકીમાં આની ચર્ચા કરેલ છે અને આ અસ્થાયી સંયોજન અન્ય પ્રક્રિયક સાથે પ્રક્રિયા કરી નીપજ આપે છે અને ઉદ્દીપક પુનઃપ્રાપ્ય થાય છે અથવા પાછો મળે છે. સમાંગ ઉદ્દીપનના ઉદાહરણો નીચે પ્રમાણે છે.

(1) $O_3(g) + O(g) \xrightarrow{[Cl\,(g)]} 2O_2(g)$ ઓઝોનનું વિઘટન

(2) $2CO(g) + O_2(g) \xrightarrow{[NO(g)]} 2CO_2(g)$ કાર્બન મૉનોક્સાઇડનું ઑક્સિડેશન

(3) $C_{12}H_{22}O_{11}(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{[H^+\,(aq)]} C_6H_{12}O_6(aq) + C_6H_{12}O_6(aq)$

ગ્લુકોઝ ફ્રુક્ટોઝ

આ પ્રક્રિયાને સુક્રોઝનું વ્યુત્ક્રમણ (inversion of sucrose) કહે છે.

(4) $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \xrightarrow{[NO(g)]} SO_3(g)$ લેડ ચેમ્બર વિધિથી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ બનાવવાની રીત.

(5) $CH_3COOCH_3(l) + H_2O(l) \xrightarrow{[H^+(aq)]} CH_3COOH(l) + CH_3OH(l)$ એસ્ટરનું જળવિભાજન.

(2) વિષમાંગ ઉદ્દીપન : જ્યારે ઉદ્દીપક, પ્રક્રિયકોની કલા (phase) કરતાં અલગ કલામાં હોય ત્યારે ઉદ્દીપકને વિષમાંગ ઉદ્દીપક કહે છે અને આ ઘટનાને વિષમાંગ ઉદ્દીપન કહે છે. અધિશોષણમાં અભ્યાસ કર્યા પ્રમાણે આ ઘટનાને પૃષ્ઠ ઉદ્દીપન તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે ઉદ્દીપક ઘન અવસ્થામાં હોય છે અને પ્રક્રિયકો પ્રવાહી અથવા વાયુ સ્વરૂપમાં હોય છે. ઘન ઉદ્દીપકની સપાટી પર પ્રક્રિયા થાય છે કારણ કે તે પૃષ્ઠઘટના છે. જે અધિશોષણમાં વિગતે આપણે શીખ્યા છીએ. વિષમાંગ ઉદ્દીપનના કેટલાક ઉદાહરણો નીચે પ્રમાણે છે :

(1) $2HI(g) \xrightarrow{[Au\,(s)]} H_2(g) + I_2(g)$ વાયુમય HIનું સોનાની સપાટી પર વિઘટન

(2) $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \xrightarrow{[V_2O_5\,(s)]} SO_3(g)$ ($SO_2(g)$ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયામાં વેનેડિયમ પૅન્ટોક્સાઇડ (V_2O_5)નો ઉપયોગ – સંપર્ક વિધિથી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ મેળવવો.)

(3) $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{[Fe(s)]} 2NH_3(g)$ હેબર વિધિથી લોખંડના ભૂકાની હાજરીમાં એમોનિયા વાયુ મેળવવો.

(4) $CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{[Cu\,/\,ZnO\text{-}Cr_2O_3]} CH_3OH(l)$ કાર્બન મૉનોક્સાઇડમાંથી મિથેનોલ મેળવવાની વિધિ

(5) વનસ્પતિજ તેલ(સીંગતેલ વગેરે)માંથી વેજિટેબલ ઘી બનાવવામાં નિકલ ધાતુ (રેની નિકલ Raney nickel)નો ઉપયોગ કરી અસંતૃપ્ત ફૅટી ઍસિડમાંથી હાઇડ્રોજિનેશન દ્વારા સંતૃપ્ત ફૅટી ઍસિડ મેળવવામાં આવે છે. ઉદ્યોગોમાં આવી ઘણી બધી પ્રક્રિયાઓ જેને ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રોજિનેશન કહે છે તેનો આધાર આવું જ વિષમાંગ ઉદ્દીપન છે. નીચેના કોષ્ટક 2.2માં કેટલાક ઉદ્દીપન આધારિત આધુનિક ઔદ્યોગિક પ્રક્રમો દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 2.2 ઉદ્દીપન આધારિત ઉદ્યોગો

પ્રક્રિયકો	ઉદ્દીપક	નીપજ
સમાંગ		
(1) પ્રોપીલીન, ઑક્સિજન	Mo(VI) સંકીર્ણ	પ્રોપિલીન ઑક્સાઇડ
(2) મિથેનોલ, CO	$[Rh(CO)_2I_2]^-$	એસિટિક ઍસિડ
(3) બ્યુટાડાઇન, HCN	Ni, Pd સંકીર્ણ સંયોજન	ઍડિપોનાઇટ્રાઇલ
(4) α-ઓલિફિન, CO, H_2	Rh / Pd ર્‌હોડિયમ પેલેડિયમ સંકીર્ણ સંયોજન	આલ્ડિહાઇડ

વિષમાંગ		
(1) ઇથિલીન, O_2	સિલ્વર, ઍલ્યુમિનિયમ પર સિઝિયમ ક્લોરાઇડ	ઇથિલીન ઑક્સાઇડ
(2) પ્રોપિલીન, NH_3, O_2	બિસ્મથમોલિબ્ડેનમ	ઍક્રિલોનાઇટ્રાઇલ
(3) ઇથિલીન	ઑર્ગેનોક્રોમિયમ અને ટિટેનિયમ	ઉચ્ચ ઘનતાવાળું પોલીઇથિલીન (HDP)

2.7 ઘન ઉદ્દીપકનો સ્વભાવ (Nature of Solid Catalyst)

ઘન ઉદ્દીપકો ધાતુઓ, ધાતુ ઑક્સાઇડ, ધાતુ સલ્ફાઇડ, માટી વગેરે હોઈ શકે છે. તેમને શુદ્ધ સ્વરૂપમાં અથવા મિશ્રણરૂપમાં વાપરી શકાય છે તે સ્ફટિકમય, અસ્ફટિકમય અથવા સૂક્ષ્મ કણોના રૂપમાં વાપરવામાં આવે છે. તેમની કેટલીક ખાસિયતો નીચે પ્રમાણે છે.

(1) સક્રિયતા (Activity) : ઉદ્દીપકની સક્રિયતાનો આધાર રાસાયણિક અધિશોષણના સામર્થ્ય પર રહેલો છે. પ્રક્રિયક સુયોગ્ય પ્રમાણમાં અધિશોષાવો જોઈએ પરંતુ ખૂબ પ્રબળતાથી નહિ કે જેથી પ્રક્રિયકના બીજા અણુઓને સપાટી પર સ્થાન પણ ન આપે. એવું નોંધવામાં આવ્યું છે કે સમૂહ પાંચની ધાતુઓથી સમૂહ અગિયારની ધાતુઓ તરફ જઈએ તો ઉદ્દીપકીય સક્રિયતા વધે છે.

દા.ત., $2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt} 2H_2O(l)$

(2) વરણાત્મકતા (Selectivity) : ઉદ્દીપકની વરણાત્મકતા એટલે પ્રક્રિયાને એવી દિશામાં ધકેલવી કે જેથી જરૂરી નીપજ મળી રહે. દા.ત., $H_2(g)$ અને $CO(g)$ વચ્ચેની પ્રક્રિયામાં જુદા જુદા ઉદ્દીપકોની હાજરીમાં જુદી જુદી નીપજો મળે છે. જેમ કે,

(i) $CO(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{[Ni]} CH_4(g) + H_2O(g)$

(ii) $CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow{[Cu / ZnO-Cr_2O_3]} CH_3OH(l)$

(iii) $CO(g) + H_2(g) \xrightarrow{[Cu]} HCHO(g)$

ઉપરની પ્રક્રિયાઓ પરથી ફલિત થાય છે કે કઈ નીપજ મેળવવી છે તે પ્રમાણે ઉદ્દીપકની પસંદગી અથવા વરણાત્મકતા નક્કી કરવામાં આવે છે. ઉદ્દીપકની અસર વિશિષ્ટ અથવા વરણાત્મક હોય છે. આથી કોઈ પણ ઉદ્દીપક કોઈ પ્રક્રિયા માટે ઉપયોગી હોય પણ બીજી પ્રક્રિયાઓ માટે નિરુપયોગી નીવડે. આમ ઉદ્દીપક કોઈ પણ પ્રક્રિયા માટે વરણાત્મક સ્વભાવના હોય છે. જેમ કે સુક્રોઝમાંથી ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝ મેળવવા માટે ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક જ ઉપયોગી છે. પ્રોટીનમાંથી એમિનો ઍસિડમાં પરિવર્તન હોજરીમાં પેપ્સિન ઉત્સેચક જ કરી શકે છે.

2.8 ઝિયોલાઇટ વડે આકારવરણાત્મક ઉદ્દીપન (Shape-selective Catalysis by Zeolite)

જે ઉદ્દીપન પ્રક્રિયા ઉદ્દીપકની છિદ્ર-રચના, પ્રક્રિયક અને નીપજના અણુઓના કદ પર આધાર રાખે છે. તેને આકારવરણાત્મક ઉદ્દીપન કહે છે. ઝિયોલાઇટ સારા આકારવરણાત્મક ઉદ્દીપકો છે. તેમની રચના મધપૂડા જેવી હોય છે. ઝિયોલાઇટ રાસાયણિક દૃષ્ટિએ ઍલ્યુમિનોસિલિકેટ છે. તેની રચનામાં ત્રિપરિમાણીય જાળીરચનાનો સિલિકેટ હોય છે. જેમાં સિલિકોન પરમાણુ ઍલ્યુમિનિયમ પરમાણુઓ વડે વિસ્થાપિત થયેલો હોય છે. તેઓ કુદરતી રીતે મળે છે તથા કૃત્રિમ રીતે બનાવી પણ શકાય છે. ઝિયોલાઇટનો ઉદ્દીપક તરીકે ઉપયોગ કરતાં પહેલાં શૂન્યાવકાશમાં ગરમ કરવામાં આવે છે જેથી તેનું જલીયકરણનું પાણી (Water of hydration) દૂર થાય છે. આથી ઝિયોલાઇટ છિદ્રાળુ બને છે. તેમના છિદ્રો 260 pmથી 740 pm કદનાં હોય છે. આથી જે અણુઓનું કદ તેના કરતાં નાનું હોય તે અધિશોષિત થાય અને અપશોષિત

પણ થાય. ઝિયોલાઇટ ઉદ્દીપકની પ્રક્રિયાઓ નીપજ અને પ્રક્રિયકના કદ અને આકાર પર આધાર રાખે છે. આથી તેમને આકારવરણાત્મક ઉદ્દીપક કહે છે. પેટ્રોરસાયણ ઉદ્યોગોમાં સમઘટીકરણ (isomerisation) અને હાઇડ્રોકાર્બનના વિભંજન (cracking)માં તે મુખ્યત્વે વપરાય છે. એક અગત્યનો ઝિયોલાઇટ ZSM-5 છે. જેનો ઉપયોગ પેટ્રોરસાયણમાં થાય છે. તે આલ્કોહૉલનું નિર્જલીકરણ (dehydration) કરીને સીધુ જ ગેસોલીન(પેટ્રોલ)માં ફેરવે છે, આથી હાઇડ્રોકાર્બનનું મિશ્રણ બને છે.

વિષમાંગ ઉદ્દીપનનો અધિશોષણ સિદ્ધાંત (Adsorption theory of heterogeneous catalysis) : આ સિદ્ધાંત વિષમાંગ ઉદ્દીપન સંતુલનની ક્રિયાવિધિ સમજાવે છે. જુનો સિદ્ધાંત જે ઉદ્દીપનનો અધિશોષણ સિદ્ધાંત છે તે એમ જણાવે છે કે પ્રક્રિયા જે વાયુમય અથવા પ્રવાહી સ્થિતિમાં હોય તે ઘન ઉદ્દીપકની સપાટી પર શોષાય છે. ઘન સપાટી પર અણુઓની સાંદ્રતા વધવાના કારણે પ્રક્રિયાનો વેગ વધે છે. અધિશોષણ ઉષ્માક્ષેપક પ્રક્રિયા હોઈ છૂટી પડતી ઉષ્મા પ્રક્રિયાવેગ વધારવામાં વપરાય છે.

ઉદ્દીપન પ્રક્રિયા મધ્યસ્થ સંયોજનની રચનાના આધારે પણ સમજાવી શકાય છે. આનો અભ્યાસ રાસાયણિક ગતિકીમાં કરેલ છે.

આધુનિક અધિશોષણ સિદ્ધાંત પ્રમાણે જૂના અધિશોષણ સમજાવતા અને આધુનિક મધ્યવર્તી સંયોજન બનવાની ઘટનાઓનો સમન્વય છે. ઉદ્દીપકીય સક્રિયતા ઉદ્દીપકની ઘન સપાટી પર સ્થાનીકૃત થાય છે. આ ક્રિયાવિધિમાં પાંચ તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે :

(1) પ્રક્રિયકોનું ઉદ્દીપકની સપાટી પર પ્રસરણ

(2) ઉદ્દીપકની સપાટી પર પ્રક્રિયક અણુઓનું અધિશોષણ

(3) મધ્યવર્તી સંયોજનની રચના દ્વારા ઉદ્દીપકની સપાટી પર રાસાયણિક પ્રક્રિયાનું થવું.

(4) ઉદ્દીપકની સપાટી પરથી નીપજ અણુઓનું અપશોષણ થવું અને તેથી વધુ પ્રક્રિયા થવા માટે સપાટીની પ્રાપ્તિ થવી.

(5) ઉદ્દીપકની સપાટી પરથી પ્રક્રિયા નીપજનું દૂર પ્રસરણ થવું.

ઉદ્દીપકની સપાટી પર અંદરના જથ્થા કરતાં મુક્ત સંયોજકતા ધરાવતા અણુઓ હોય છે જે રાસાયણિક આકર્ષણ-બળો માટે સ્થાન બને છે. જ્યારે વાયુ આવી સપાટીના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે અણુ નિર્બળ રાસાયણિક જોડાણને કારણે ભરાઈ જાય છે. તેઓ એકબીજા સાથે પ્રક્રિયા કરી નવો અણુ બનાવે છે. આ નવો અણુ બાષ્પાયન દ્વારા સપાટી છોડી દે છે અને પ્રક્રિયકનો બીજો નવો અણુ સપાટી પર આવે છે. આમ, આ સિદ્ધાંત સમજાવે છે કે પ્રક્રિયા પૂર્ણ થયા બાદ ઉદ્દીપક જેમનો તેમજ રહે છે અને તેથી તેનું જરૂરી પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોય છે. આ સિદ્ધાંત ઉદ્દીપક પ્રવર્ધકો (promoters) અને ઉદ્દીપકીય ઝેર વિશે કોઈ સમજૂતી આપતો નથી. પ્રવર્ધકો એટલે એવા પદાર્થો જે ઉદ્દીપકની ઉદ્દીપકીય ક્રિયામાં મદદરૂપ થઈ પ્રક્રિયાને વધુ વેગીલી બનાવે છે. દા.ત., હેબર વિધિથી એમોનિયાના ઉત્પાદનમાં લોખંડના ભૂકા ઉદ્દીપક સાથે મોલિબ્ડેનમ પ્રવર્ધક તરીકે વપરાય છે. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના ઉત્પાદનમાં પ્લેટિનમ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં કૉપરની અશુદ્ધિ ઉદ્દીપકની ક્ષમતા ઘટાડી નાખે છે. તેને ઉદ્દીપકીય ઝેર કહે છે.

2.9 ઉત્સેચક ઉદ્દીપન (Enzyme Catalysis)

મંદ દ્રાવણોમાં સામાન્ય તાપમાને અને દબાણે થતી ઘણી બધી પ્રક્રિયાઓ જીવિત સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ (living microorganisms) કરી શકે છે. દા.ત., તેઓ નાના અણુઓને એકઠાં કરીને પ્રોટીન અને ડીએનએ જેવા જટિલ બાયોપોલિમર બનાવે છે. તેઓ વિઘટન પામીને ઘણી બધી પ્રક્રિયાઓ ચાલુ રાખવા માટે જરૂરી ઊર્જાનું નિષ્કર્ષણ કરે છે.

આવી અનેક પ્રક્રિયાઓ જૈવરાસાયણિક દ્વારા ઉદ્દીપીત થાય છે અને આવા જૈવરાસાયણિક ઉદ્દીપકોને ઉત્સેચકો (enzymes) કહે છે. ઉત્સેચકો પ્રોટીન હોય છે અને તેમના આણ્વિય દળ 15,000થી 1,00,000 ગ્રામમોલ$^{-1}$ના ગાળામાં હોય છે. તે પ્રક્રિયાનો દર 10^8 થી 10^{20} ગણો વધારી શકે છે. તેઓ ખૂબ જ અસરકારક ઉદ્દીપકો છે અને તેઓ ખૂબ જ

વિશિષ્ટ હોય છે. કોઈ પણ પ્રક્રિયા કોઈ પણ વિશિષ્ટ ઉત્સેચકથી પરિણમતી હોય છે. અગાઉ જોયું તેમ યુરેઝ નામનો ઉત્સેચક યુરિયાનું જળવિભાજન કરી શકે છે, પરંતુ શરીરમાં રહેલા અનેક ઉત્સેચકોમાંથી આના સિવાય બીજો કોઈ પણ ઉત્સેચક આ પ્રક્રિયા માટે કામ લાગતો નથી.

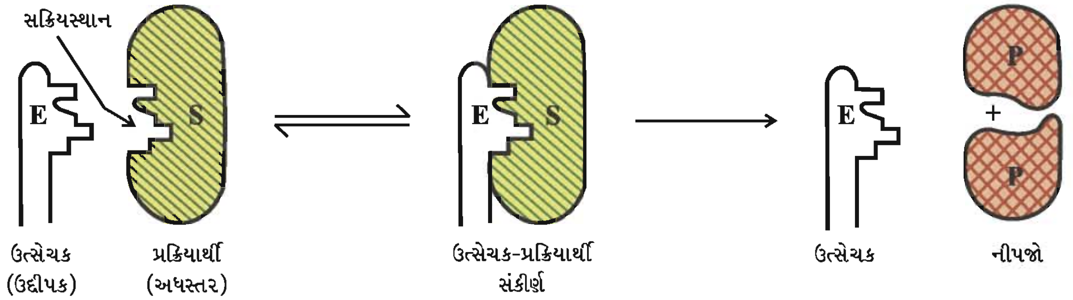
$$\underset{\text{યુરિયા}}{NH_2CONH_2} + H_2O \xrightarrow{\text{યુરેઝ}} 2NH_3 + CO_2$$

ઝાયમેઝ નામનો ઉત્સેચક ગ્લુકોઝનું ઈથેનોલ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં રૂપાંતર કરે છે. પેપ્સિન નામનો ઉત્સેચક પ્રોટીનનું એમિના ઍસિડમાં રૂપાંતર કરે છે. ગાય, ભેંસ જેવા પ્રાણીઓમાં સેલ્યુલેઝ નામનો ઉત્સેચક હોવાથી તેઓ કાગળ, કાપડ વગેરે સેલ્યુલોઝ ધરાવતા સંયોજનોને ખાઈને શરીર માટે જરૂરી શક્તિ મેળવી શકે છે. ઉત્સેચકોની નોંધપાત્ર વિશિષ્ટતા એ કે તેમના પૃષ્ઠ પર રહેલ વિશિષ્ટ સક્રિય સ્થાનને લીધે હોય છે. પ્રક્રિયક અણુઓ જે પ્રક્રિયાનો પ્રક્રિયાર્થી અથવા અવસ્તર (substrate) કહેવાય છે. તે સક્રિય સ્થાને બંધાય છે અને રાસાયણિક ફેરફાર શરૂ થાય છે. મોટાભાગના કિસ્સાઓમાં પ્રક્રિયાર્થી સક્રિય સ્થાન સાથે આંતરઆણ્વિય બળો–હાઇડ્રોજન બંધ, દ્વિધ્રુવ બળો અને અન્ય નિર્બળ આકર્ષણબળોથી જોડાયેલ હોય છે.

2.9.1 ઉત્સેચક ઉદ્દીપનની ક્રિયાવિધિ (Mechanism of Enzyme Catalysis) :

તાળુ (lock) અને કૂંચી અથવા ચાવી (key) નમૂના પ્રમાણે ચાવી, પ્રક્રિયાર્થી તાળા (સક્રિય સ્થાન) સાથે બંધ બેસે છે ત્યારે જ તાળુ ખૂલે છે. તેમ રાસાયણિક ફેરફાર શરૂ થાય છે. આધુનિક ક્ષ-કિરણ, સ્ફટિક અભ્યાસ અને સ્પેક્ટ્રોસ્કોપિક પદ્ધતિઓ દર્શાવે છે કે ઘણા કિસ્સાઓમાં જ્યારે પ્રક્રિયાર્થી સક્રિય સ્થાન પર ઉતરાણ કરે છે ત્યારે ઉત્સેચક આકાર બદલે છે. ઉત્સેચકનો આ પ્રેરિત બંધબેસતો (induced fit) નમૂનો એમ દર્શાવે છે કે પ્રક્રિયાર્થી સક્રિય સ્થાને પ્રેરિત કરીને સંપૂર્ણ બંધબેસતું બનાવે છે નહિ કે આગળના નમૂના પ્રમાણે તાળું અને ચાવી જેવો દૃઢ આકાર. આને એમ વિચારી શકીએ કે આપણે હાથમોજાંમાં હાથ નાંખીએ તો જ્યાં સુધી હાથમોજું (સક્રિય સ્થાન) હાથ(પ્રક્રિયાર્થી)નો ક્રિયાશીલ આકાર નહિ મેળવે ત્યાં સુધી મોજાંનો આકાર સ્પષ્ટ નહિ બને.

$$E + S \rightleftharpoons [ES] \longrightarrow E + P$$



આકૃતિ 2.3 ઉત્સેચક ઉદ્દીપીત પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ

ઉત્સેચક ઉદ્દીપનની ગતિકી સામાન્ય ઉદ્દીપનને ઘણી સારી રીતે મળતી આવે છે. ઉત્સેચક ઉદ્દીપીત પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયાર્થી (S) અને ઉત્સેચક (E) સાથે જોડાઈ મધ્યવર્તી ઉત્સેચક પ્રક્રિયાર્થી સંકીર્ણ (ES) બનાવે છે. જેની સાંદ્રતા નીપજ (P)ના દરને નક્કી કરે છે. લગભગ બધી જ ઉત્સેચક પ્રક્રિયાઓમાં સામાન્ય એવી પ્રક્રિયાઓ નીચે પ્રમાણે છે :

(1) $E + S \rightleftharpoons ES$ (ઝડપી અને પ્રતિવર્તીય)

(2) $ES \rightarrow E + P$ (ધીમી અને દર (વેગ) નક્કી કરનારી)

ઉત્સેચક ઉદ્દીપીત પ્રક્રિયાઓના દર પ્રક્રિયાર્થીની સાંદ્રતા વધારતાં પ્રથમ ક્રમથી શૂન્ય ક્રમ સુધી બદલાય છે. ઊંચા તાપમાને ઉત્સેચક જીવિત રહી શકતા નથી તેથી ઊંચા તાપમાને પ્રક્રિયાના પરિણામમાં નિષ્ફળતા પ્રદર્શિત કરે છે.

2.9.2 ઉત્સેચક ઉદ્દીપનની લાક્ષણિકતાઓ (Characteristics of Enzyme Catalysis) :

ઉત્સેચક ઉદ્દીપન પોતાની ક્ષમતામાં અજોડ અને ઊંચી કક્ષાની વિશિષ્ટતા ધરાવે છે. ઉત્સેચક ઉત્પાદનમાં નીચેની લાક્ષણિકતાઓ જોવા મળે છે :

(1) ઉત્સેચકનો એક અણુ પ્રતિમિનિટે દસ લાખ પ્રક્રિયક અણુઓનું નીપજમાં રૂપાંતર કરી શકે છે.

(2) દરેક પ્રક્રિયા માટે વિશિષ્ટ ઉત્સેચક હોઈ અન્ય ઉત્સેચકનો ઉપયોગ નિરર્થક નીવડે છે.

(3) 298-310 K તાપમાનનો ગાળો ઉત્સેચક ઉદ્દીપન માટે શ્રેષ્ઠ ગણાય છે. વધુ ઊંચા તાપમાને ઉત્સેચક નાશ પામે છે. માનવશરીરનું તાપમાન 310 Kની નજીક હોઈ શરીરમાંની ઉત્સેચક ઉદ્દીપન પ્રક્રિયાઓને અનુકૂળ તાપમાન મળે છે. એ નોંધવું જરૂરી છે કે તાવ આવે ત્યારે શરીરનું તાપમાન 310 Kથી વધી જવાથી ઉત્સેચક ઉદ્દીપન પ્રક્રિયાઓ પર અસર પડે છે અને માણસના શરીરની જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં ખલેલ પડે છે.

(4) ઉત્સેચક ઉદ્દીપન પ્રક્રિયાઓમાં સામાન્ય રીતે 5થી 7 pH ગાળાની વચ્ચે પ્રક્રિયાવેગ વધારે હોય છે.

(5) ઉત્સેચકની સાથે રહેલા સહ-ઉત્સેચકો જેવાં સક્રિયકારકો ઉત્સેચકની ઉદ્દીપનની ક્રિયાને ઝડપી બનાવે છે. જેમ કે અલ્પ પ્રમાણમાં વિટામિનની હાજરી, ઉત્સેચકની હાજરી તેમાંના પ્રોટીનના સહઉત્સેચક તરીકે કાર્ય કરે છે. આથી જ અલ્પ પ્રમાણમાં વિટામિનની શરીરમાં જરૂર પડે છે.

(6) સામાન્ય ઉદ્દીપનમાં જેમ ઉદ્દીપનનાં નિરોધન અથવા ઝેરીકરણ તેની સક્રિયતામાં ઘટાડો કરે છે તેમ ઉત્સેચક માટે કેટલાક પદાર્થોની હાજરી નિરોધક અથવા ઝેરીકરણની અસર પહોંચાડી ઉત્સેચકની સક્રિયતા ઘટાડી નાંખે છે. કેટલીક દવાઓને લીધે ઉત્સેચક ઉદ્દીપન પર આવી અસર પડે છે.

2.9.3 ઉદ્યોગોમાં ઉદ્દીપન (Catalysis in Industries) :

નીચેના કોષ્ટક 2.3માં ઉદ્યોગોમાં વપરાતા ઉદ્દીપકો અને પ્રકારો દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 2.3

પ્રક્રમ	ઉદ્દીપક
(1) હેબર પ્રક્રમથી એમોનિયાનું ઉત્પાદન $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	ઝીણા ભૂકારૂપ લોખંડ ઉદ્દીપક, મોલિબ્ડેનમ પ્રવર્ધક, 200 વાતાવરણ દબાણ અને 723-773 K તાપમાન
(2) નાઇટ્રિક ઍસિડના ઉત્પાદન માટે ઓસ્વાલ્ડની પ્રક્રમ $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ $4NO_2(g) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 4HNO_3(aq)$	પ્લેટિનાઇઝ્ડ એસ્બેસ્ટોસ, તાપમાન 573 K
(3) સંપર્ક વિધિથી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડનું ઉત્પાદન $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $SO_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow H_2S_2O_7(l)$ અને $H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(aq)$	પ્લેટિનાઇઝ્ડ એસ્બેસ્ટોસ અથવા વેનેડિયમ પેન્ટોક્સાઇડ (V_2O_5), તાપમાન 673-723 K.

2.10 કલિલ (Colloids)

અગાઉના વર્ષોમાં અભ્યાસ કર્યા પ્રમાણે સાચાં દ્રાવણો સમાંગ પ્રણાલી છે જેમ કે મીઠાનું દ્રાવણ અથવા ખાંડનું દ્રાવણ. જો રેતી અને પાણીને ભેગા કરીને હલાવીને થોડીવાર મૂકી રાખીએ તો રેતી નીચે બેસી જાય છે. અગાઉના સમાંગ દ્રાવણમાં મીઠું કે ખાંડ નીચે બેસી ના જાય. આમ રેતી નીચે બેસી જાય છે તેને આલંબન અથવા નિલંબન (suspension) કહે છે. આ બન્ને પરિસ્થિતિઓની વચ્ચે એક મોટો પ્રણાલીસમૂહ છે જેને કલિલીય વિક્ષેપન અથવા પરિક્ષેપણ (colloidal dispersion) કહે છે. તેને સરળતા માટે કલિલ દ્રાવણ અથવા કલિલ અથવા સોલ (Sol) કહે છે. કલિલની વ્યાખ્યા આ પ્રમાણે આપી શકાય : **"કલિલ એક વિષમાંગ પ્રણાલી છે જેમાં એક પદાર્થ જેને આપણે વિક્ષેપન માધ્યમ (dispersing medium) કહીએ છીએ તેમાં ખૂબ ઝીણા કણો હોય છે."** દ્રાવણ અને કલિલ વચ્ચેનો તફાવત તેમાં રહેલા કણોના કદ (size)નો છે. દ્રાવણમાં કણો, આયનો અથવા નાના અણુઓ હોય છે. કલિલમાં વિક્ષેપન કલા કોઈ એક વિરાટ અણુ (macromolecule) ધરાવે છે. આવા વિરાટ અણુમાં પ્રોટીન, સાંશ્લેષિત પોલિમર અથવા ઘણા પરમાણુ, આયન કે અણુઓનો પુંજ (aggregate) હોય છે. કલિલ અણુઓ સામાન્ય અણુઓ કરતાં મોટાં હોય છે, પરંતુ તેમના કદ એટલા મોટા નથી હોતા કે છૂટા પડી જાય પરંતુ નાના હોય છે અને દ્રાવણમાં નિલંબિત રહે છે. કલિલ કણોનો વ્યાસ 1થી 1000 nm જેટલો હોય છે. કલિલ કણોને તેમના નાના કદને લીધે પ્રતિગ્રામ તેમનું પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ વિશાળ પ્રમાણમાં હોય છે. ધારો કે 1 સેમી લંબાઈવાળો સમઘન લઈએ તો તેની 6 બાજુઓનું કુલ ક્ષેત્રફળ 6 સેમી^{2} થશે. આ સમઘનને એકસરખા 10^{12} સમઘનમાં વિભાજિત કરીએ તો કલિલ કણોના કદ જેટલું થશે અને કુલ પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળ 60,000 સેમી^{2} અથવા 6 મી^{2} થશે. આ પૃષ્ઠ ક્ષેત્રફળને લીધે કલિલ વિશિષ્ટ ગુણધર્મ ધરાવે છે જેથી તે સારા અધિશોષક તરીકે વર્તી શકે છે.

કલિલના પ્રકાર : કલિલના પ્રકાર નીચેના મુદ્દાઓને આધારે પાડવામાં આવ્યાં છે :

(અ) વિક્ષેપિત કલા (dispersion phase) અને વિક્ષેપન માધ્યમ(dispersion medium)ની ભૌતિક સ્થિતિ.

(બ) વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ વચ્ચેના આકર્ષણનો સ્વભાવ.

(ક) વિક્ષેપિત કલાના કણોના પ્રકાર.

(અ) વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમની ભૌતિક અવસ્થાના આધારે કરેલ વર્ગીકરણ : વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ હોય તેના આધારે આ વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું છે. આ વર્ગીકરણમાં આઠ પ્રકારની કલિલ પ્રણાલીઓનો સમાવેશ થાય છે. કોષ્ટક 2.4માં આ વર્ગીકરણ દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 2.4 કલિલ પ્રણાલીઓનું વર્ગીકરણ

વિક્ષેપિત કલા	વિક્ષેપન માધ્યમ	કલિલનો પ્રકાર	ઉદાહરણ
(1) ઘન	ઘન	ઘનસોલ (sol)	કેટલાક રંગીન કાચ અને જેમસ્ટોન
(2) ઘન	પ્રવાહી	સોલ	કોષપ્રવાહી
(3) ઘન	વાયુ	એરોસોલ (aerosol)	ધુમાડો, રજ
(4) પ્રવાહી	ઘન	જૅલ (gel)	ચીઝ, માખણ, જેલી
(5) પ્રવાહી	પ્રવાહી	પાયસ અથવા ઇમલ્શન (emulson)	દૂધ, હેર ક્રીમ
(6) પ્રવાહી	વાયુ	એરોસોલ	ધુમ્મસ, વાદળ, કીટનાશકોનો છંટકાવ
(7) વાયુ	ઘન	ઘનસોલ	પ્યુમાઇસ પથ્થર, ફૉમ રબર
(8) વાયુ	પ્રવાહી	ફીણ (foam)	પ્લવન (froath), સાબુનું ફીણ

ઘણી કુદરતી અને રોજિંદા વપરાશની વસ્તુઓ પણ કલિલ છે. ઘણા જૈવિક દ્રવ (fluid) જલીય સોલ હોય છે. કોષમાં પણ પ્રોટીન, ન્યુક્લિક ઍસિડ વગેરે કલિલ કણો, આયનો અને નાના અણુઓના જલીય દ્રાવણ હોય છે. કોષ્ટક 2.4માં દર્શાવેલ પ્રણાલીઓમાંથી ખૂબ જ સામાન્ય 'સોલ' એટલે કે ઘનનું પ્રવાહીમાં વિક્ષેપન, પાયસ એટલે પ્રવાહીનું પ્રવાહીમાં વિક્ષેપન. આપણે આ પ્રકરણમાં વિલય અને ઇમલ્સનનો અભ્યાસ કરીશું. જો કલિલમાં વિક્ષેપન માધ્યમ પાણી હોય તો એક્વાસોલ (aquasol) અથવા હાઇડ્રોસોલ (hydrosol) કહે છે અને જો વિક્ષેપન માધ્યમ આલ્કોહૉલ હોય તો આલ્કોસોલ (alcosol) કહે છે.

(બ) વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ વચ્ચેની આંતરક્રિયાના સ્વભાવ પર આધારિત વર્ગીકરણ : આવા કલિલના બે પ્રકાર છે : (1) લાયોફિલિક (lyophilic) અને (2) લાયોફોબિક (lyophobic). લાયોફિલિક પ્રકારમાં કલિલ કણો દ્રાવકને આકર્ષે છે અને લાયોફોબિક પ્રકારમાં દ્રાવકને અપાકર્ષે છે અથવા તરછોડે (repelling) છે. જો વિક્ષેપન માધ્યમ પાણી હોય તો લાયોફિલિકને હાઇડ્રોફિલિક અને લાયોફોબિકને હાઇડ્રોફોબિક કલિલ કહે છે.

(1) લાયોફિલિક કલિલ : લાયોફિલિક કલિલ પ્રવાહી-સ્નેહી હોય છે. તેમના કલિલ દ્રાવણો સીધા જ મેળવી શકાય છે. જેમ કે ગુંદર, જિલેટિન, સ્ટાર્ચ, રબર વગેરેને યોગ્ય પ્રવાહી (વિક્ષેપન માધ્યમ) સાથે મિશ્ર કરવાથી લાયોફિલિક કલિલ મળે છે. આ પ્રકારના કલિલોમાંથી વિક્ષેપન માધ્યમ દૂર કરવામાં આવે તો વિક્ષેપિત કલા પાછી મળે છે અને ફરી પાછું વિક્ષેપન માધ્યમ ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે લાયોફિલિક કલિલ ફરીથી મળે છે. આમ આ કલિલ દ્રાવણ અથવા સોલ પરિવર્તનીય ગુણધર્મ ધરાવતા હોઈ તેમને પરિવર્તનીય સોલ કહે છે. તેઓ પ્રમાણમાં ઘણા સ્થિર હોય છે અને તેથી તેમનું સ્કંદન આપમેળે થતું નથી. આથી તેમને સ્થાયી કલિલ કહે છે. સ્કંદન થવું એટલે કલિલ દ્રાવણનું અવક્ષેપન થવું. તેના વિશે વિગતે આગળ શીખીશું.

(2) લાયોફોબિક કલિલ : લાયોફોબિક કલિલ પ્રવાહી વિરોધી (ધિક્કાર) હોય છે. ધાતુઓ, તેમના સલ્ફાઇડ વગેરેને વિક્ષેપન માધ્યમ સાથે મિશ્ર કરવાથી કલિલમય સોલ મળતું નથી તેમને બનાવવા માટે ખાસ પદ્ધતિઓ વાપરવી પડે છે. જેનો આપણે આગળ પર અભ્યાસ કરીશું. આવા સોલમાં થોડા પ્રમાણમાં વિદ્યુતવિભાજ્ય ઉમેરી ગરમ કરવાથી અથવા ખૂબ હલાવવાથી અવક્ષેપ મળે છે અથવા સ્કંદન પામે છે. આથી તે સ્થાયી હોતા નથી. જો વિક્ષેપન માધ્યમને અલગ કરી ફરીવાર વિક્ષેપન માધ્યમ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે તો તે અવક્ષેપ ફરી સોલ આપતા નથી. આથી તેમને અપરિવર્તનીય સોલ કહે છે. તેમની સ્થાયીતા જાળવી રાખવા માટે કેટલાક પદાર્થો ઉમેરવામાં આવે છે. જેમને સ્થાયીકારક (સ્ટેબીલાઇઝર્સ) કહે છે.

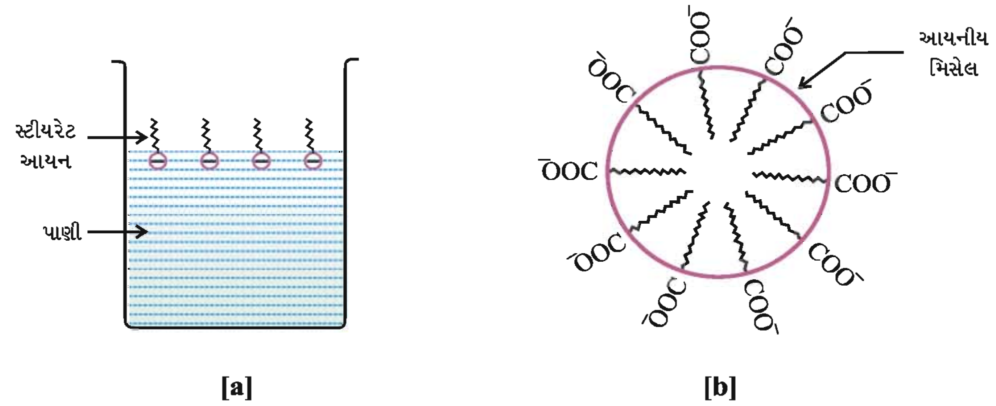
(ક) વિક્ષેપિત કલાના કણોના પ્રકાર પ્રમાણે વર્ગીકરણ : વિક્ષેપિત કલાના કણોના પ્રકાર પ્રમાણે પણ કલિલોનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. આના ઉદાહરણોમાં (1) બહુઆણ્વિય (multimolecular) (2) વિરાટ આણ્વિય (macro-molecular) અને (3) સમુચ્ચયિત (associated) કલિલ કહે છે. તેમના વિશેની જાણકારી નીચે પ્રમાણે છે.

(1) બહુઆણ્વિય કલિલ : જ્યારે વિલયન કરવામાં આવે ત્યારે પદાર્થોના પરમાણુની મોટી સંખ્યા અથવા નાના અણુઓ એકબીજા સાથે સમુચ્ચયથી ભેગા થાય છે અને એવી સ્પીસીઝ તૈયાર કરે છે, જેનો વ્યાસ 1 nmથી વધુ હોય છે. એટલે કે કલિલ કણોના વ્યાસના ગાળામાં હોય છે. આવી બનતી સ્પીસીઝને બહુઆણ્વિય કલિલ કહે છે. દા.ત., ગોલ્ડ વિલય ઘણા પરમાણુવાળા જુદા જુદા કદના કણો ધરાવે છે. સલ્ફર વિલય પણ તે પ્રમાણે હજારો કે તેથી વધુ સલ્ફરના અણુઓ ધરાવે છે.

(2) વિરાટ આણ્વિય કલિલ : વિરાટ અણુઓના આણ્વિયદળ ઘણાં વધારે હોય છે. આવા અણુઓને યોગ્ય દ્રાવકમાં ઓગાળવાથી જે દ્રાવણ બને છે તેમાં વિરાટ આણ્વિય પદાર્થોના નાના કદ કલિલ કણોના કદના ગાળામાં ફેરવાય છે. આવી પ્રણાલીને વિરાટ આણ્વિય કલિલ કહે છે. આ કલિલ ઘણા સ્થાયી હોય છે અને ઘણી બાબતોમાં સાચાં દ્રાવણ જેવા જણાય છે. દા.ત., સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, પ્રોટીન અને ઉત્સેચકો, માનવસર્જિત વિરાટ અણુઓમાં નાયલૉન, પોલિઇથિલીન, પોલિસ્ટાયરિન, કૃત્રિમ રબર વગેરેનો સમાવેશ થાય છે.

(3) સમુચ્ચયિત કલિલ : કેટલાંક પદાર્થો તેમની ઓછી સાંદ્રતાએ સામાન્ય વર્તણૂક દર્શાવે છે પરંતુ ઊંચી સાંદ્રતાએ સમુચ્ચય કણો બને છે જેને મિસેલ કહે છે. મિસેલની રચના અમુક તાપમાનથી ઉપરના તાપમાને બને છે. તેને ક્રાફ્ટ (Kraft) તાપમાન (T_K) કહે છે. ચોક્કસ સાંદ્રતા કરતાં વધુ સાંદ્રતાએ મિસેલ રચાય તેને ક્રાંતિક મિસેલ સાંદ્રતા (Critical Micelle Concentration - CMC) કહે છે. મંદન કરતાં આ કલિલો પોતાના વ્યક્તિગત મૂળ આયનોમાં ફેરવાઈ જાય છે. પૃષ્ઠસક્રિય પદાર્થો જેવાં કે સાબુ, કૃત્રિમ ડિટરજન્ટનો આમા સમાવેશ થાય છે. આવા કલિલો લાયોફિલિક અને લાયોફોબિક એમ બન્ને પ્રકારના ભાગ ધરાવતા હોય છે. મિસેલમાં 100 કે તેથી વધુ અણુઓ રહેલા હોય છે.

મિસેલ રચનાની ક્રિયાવિધિ : સાબુના દ્રાવણનું ઉદાહરણ લઈએ. સાબુને ઊંચા ફેટી ઍસિડના ક્ષાર તરીકે ગણવામાં આવે છે. જેમ કે સોડિયમ સ્ટીયરેટ $CH_3(CH_2)_{16}\ COO^-\ Na^+$ અથવા $RCOO^-Na^+$, જ્યાં $R = CH_3(CH_2)_{16}$ શૃંખલા છે. તે મોટાભાગના સાબુઓમાં મુખ્ય ઘટક હોય છે. તેમને પાણીમાં ઓગાળતાં $RCOO^-$ અને Na^+ આયનોમાં વિયોજિત થાય છે, $R\,COO^-$ આયનમાં બે ભાગ રહેલો છે, લાંબી હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલા R (અધ્રુવીય પૂંછડી (tail) તરીકે પણ ઓળખાય છે.) તે હાઇડ્રોફોબિક હોય છે અને ધ્રુવીય સમૂહ COO^- (ધ્રુવીય આયનીય શિર (head) તરીકે ઓળખાય છે. શિર હાઇડ્રોફિલિક હોય છે. આથી $R\,COO^-$ આયનો સપાટી પર હાજર હોય છે અને તેમનો COO^- ભાગ પાણીમાં રહે છે અને હાઇડ્રોકાર્બન ભાગ R તેનાથી દૂર અને સપાટી પર રહે છે. ઊંચી સાંદ્રતાએ તેમને દ્રાવણના જથ્થામાં ખેંચવામાં આવે છે અને ગોળાકાર સ્વરૂપમાં સમુચ્ચય થઈ તેમની હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલાને કેન્દ્ર તરફ આકર્ષિત કરે છે. આ સમયે COO^- ભાગ સપાટી પર બહારની બાજુએ રહે છે. આ પ્રમાણે બનતા સમુચ્ચયને આયનીય મિસેલ કહે છે. આવી મિસેલ લગભગ આવા 100 આયનો ધરાવે છે.



આકૃતિ 2.4 મિસેલ

એ જ પ્રમાણે ડિટરજન્ટમાં દા.ત., સોડિયમ લોરિલ સલ્ફેટ – $CH_3(CH_2)_{11}\ SO_4^-Na^+$ તેનો ધ્રુવીય સમૂહ-SO_4^- લાંબી હાઇડ્રોકાર્બન શૃંખલા સાથે હોય છે. આથી આમાં મિસેલની રચના સાબુની જેમ જ હોય છે. સાબુની સ્વચ્છીકરણ ક્રિયાને ઉપરની આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

2.11 કલિલ સોલ બનાવવાની પદ્ધતિઓ (Methods of Preparing Colloid Sol)

લાયોફિલિક અને લાયોફોબિક સોલ બનાવવાની રીતો નીચે પ્રમાણે છે :

2.11.1 લાયોફોબિક સોલની બનાવટ (Preparation of Lyophobic Sol) :

લાયોફોબિક સોલ બે પદ્ધતિઓ દ્વારા બનાવાય છે : (A) સંઘનન પદ્ધતિઓ (B) વિક્ષેપન પદ્ધતિઓ

(A) સંઘનન પદ્ધતિઓ : સંઘનન પદ્ધતિમાં પરમાણ્વિય અથવા આણ્વિય કદના કણોને સંયોજાવા પ્રેરિત (induce) કરવામાં આવે છે, જેથી કલિલના પરિમાણ ધરાવતાં સમુચ્ચય બને. આ માટે (i) રાસાયણિક તેમજ (ii) ભૌતિક પદ્ધતિઓ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

(i) રાસાયણિક પદ્ધતિઓ : દ્વિવિઘટન, ઑક્સિડેશન-રિડક્શન કે જળવિભાજન જેવી ઘટનાથી રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા કલિલ દ્રાવણો-સોલ બનાવવામાં આવે છે. દા.ત.,

$$As_2O_3 + 3H_2S \xrightarrow{\text{દ્વિવિઘટન}} \underset{\text{(સોલ)}}{As_2S_3} + 3H_2O$$

$$SO_2 + 2H_2S \xrightarrow{\text{ઑક્સિડેશન}} \underset{\text{(સોલ)}}{3S} + 2H_2O$$

$$2AuCl_3 + 3HCHO + 3H_2O \xrightarrow{\text{રિડક્શન}} \underset{\text{(સોલ)}}{2Au} + 3HCOOH + 6HCl$$

$$FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{જળવિભાજન}} \underset{\text{(સોલ)}}{Fe(OH)_3} + 3HCl$$

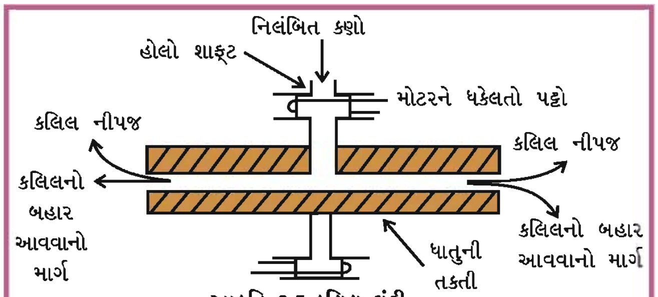
(ii) ભૌતિક પદ્ધતિઓ :

(a) દ્રાવકના વિનિયમથી : જ્યારે કોઈ સાચું દ્રાવણ વધુ પ્રમાણમાં બીજા કોઈ દ્રાવક જેમાં દ્રાવ્ય પદાર્થ અદ્રાવ્ય હોય અને દ્રાવક દ્રાવ્ય હોય તેમાં મિશ્ર કરવામાં આવે છે ત્યારે કલિલ દ્રાવણ મળે છે. દા.ત., સલ્ફરના આલ્કોહૉલમાં બનાવેલા દ્રાવણમાં વધુ પ્રમાણમાં પાણી ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે સલ્ફરનું કલિલ દ્રાવણ મળે છે.

(b) અતિશય ઠારણ : ક્લોરોફૉર્મ કે ઈથર જેવા કાર્બનિક દ્રાવકમાં બરફના કલિલ દ્રાવણ મેળવવા માટે પાણીમાંના દ્રાવણને દ્રાવકમાં ઠંડુ પાડવામાં આવે છે. પાણીના અણુઓ જે દ્રાવણમાં અલગ રીતે રહી શકે નહિ તે સંયોજાઈ કલિલ કણના કદના કણો બનાવે છે અને સોલ મળે છે.

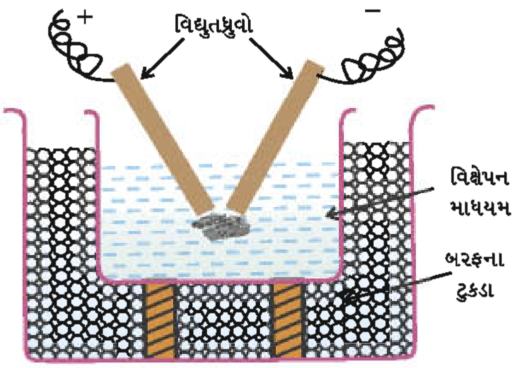
(B) વિક્ષેપન પદ્ધતિઓ : વિક્ષેપન પદ્ધતિઓમાં પદાર્થના મોટા કણોને વિક્ષેપન માધ્યમની હાજરીમાં તોડવામાં આવે છે. એટલે કે નાના કણોમાં ફેરવવામાં આવે છે. કોઈ યોગ્ય સ્થાયીકારી (stabilising) પદાર્થ ઉમેરીને સ્થાયી કરવામાં આવે છે. વિક્ષેપન પદ્ધતિઓમાં જાણીતી કેટલીક રીતો નીચે પ્રમાણે છે.

(i) યાંત્રિક વિક્ષેપન : યાંત્રિક વિક્ષેપન પદ્ધતિમાં પદાર્થના મૂળ નિલંબનને (suspension) વિક્ષેપન માધ્યમમાં કલિલમય અવસ્થામાં કલિલ ઘંટી (colloid mill) વડે દળીને નાના બનાવવામાં આવે છે. આવી ઘંટીઓમાં કલિલ ઘંટી ઉપરાંત દડા (ball) ઘંટી અથવા અલ્ટ્રાસોનિક વિક્ષેપક પણ દળવા માટે વપરાય છે. કલિલ ઘંટી આકૃતિ 2.5માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 2.5 કલિલ ઘંટી

આકૃતિ 2.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કલિલ ઘંટીમાં બે પડ હોય છે. ખૂબ ઊંચી ગતિ 7000 પરિક્રમણ પ્રતિમિનિટ (revolutions per minute)થી એકબીજાની વિરુદ્ધ ઘંટીના પડોને ફેરવવામાં આવે છે. નિલંબિત કણો દળાઈને ઝીણા કલિલમય કદમાં ફેરવાય છે અને સોલ પ્રાપ્ત થાય છે.



આકૃતિ 2.6 બ્રેડિંગ ચાપ પદ્ધતિ

(ii) વિદ્યુતીય વિક્ષેપન અથવા બ્રેડિંગ ચાપ પદ્ધતિ : બ્રેડિંગ ચાપ પદ્ધતિમાં વિક્ષેપન તથા સંઘનન બન્ને સંકળાયેલા છે. ગોલ્ડ, સિલ્વર, પ્લેટિનમ જેવી ધાતુઓના કલિલમય દ્રાવણ આ પદ્ધતિથી બનાવી શકાય છે. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિક્ષેપન માધ્યમમાં રાખેલ ધાતુના ધ્રુવોની વચ્ચે વિદ્યુત ચાપ લગાડવામાં આવે છે. ચાપને લીધે અતિશય ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે જે ધાતુનું બાષ્પાયન કરે છે. આથી ધાતુના કલિલના જેટલા કદના કણો માધ્યમમાં મળે છે. આ પ્રણાલીને ઠંડી પાડવા બહારના પાત્રમાં બરફ ભરવામાં આવે છે.

(iii) પેપ્ટીકરણ : વિદ્યુતવિભાજ્યના યોગ્ય અવક્ષેપ મેળવવામાં આવે છે. અવક્ષેપને અલ્પ પ્રમાણમાં લીધેલા વિદ્યુતવિભાજ્યની હાજરીમાં વિક્ષેપન માધ્યમમાં હલાવીને અવક્ષેપને કલિલ કણોમાં ફેરવવામાં આવે છે અને સોલ મેળવવામાં આવે છે. આ રૂપાંતરણ પ્રક્રિયાને પેપ્ટીકરણ કહે છે. આ પ્રક્રિયામાં ઉપયોગમાં લીધેલ વિદ્યુતવિભાજ્યના ધનાયન કે ઋણાયન સાથે સમાન હોય છે. આને લીધે અવક્ષેપ પર ધન કે ઋણ વિદ્યુતભાર ઉદ્ભવે છે. તેના પરિણામે નાના કણોમાં ભાંગી જાય છે અને આ કણોના કદ કલિલ કણોના કદના ગાળામાં હોય છે. દા.ત., તાજા બનાવેલા ફેરિક હાઈડ્રૉક્સાઈડ($Fe(OH)_3$)ના અવક્ષેપને જલીય ફેરિક ક્લોરાઇડ ($FeCl_3$) જેને પેપ્ટીકરણકારક (peptizing agent) કહે છે તેની સાથે મિશ્ર કરી હલાવવામાં આવે છે. આથી (Fe^{3+}) આયન અવક્ષેપની સપાટી પર અધિશોષિત થાય છે. આને પરિણામે કણો કલિલ કણોના ગાળામાં ફેરવાય છે અને સોલ મળે છે.

2.11.2 લાયોફિલિક સોલની બનાવટ (Preparation of Lyophilic Sols) :

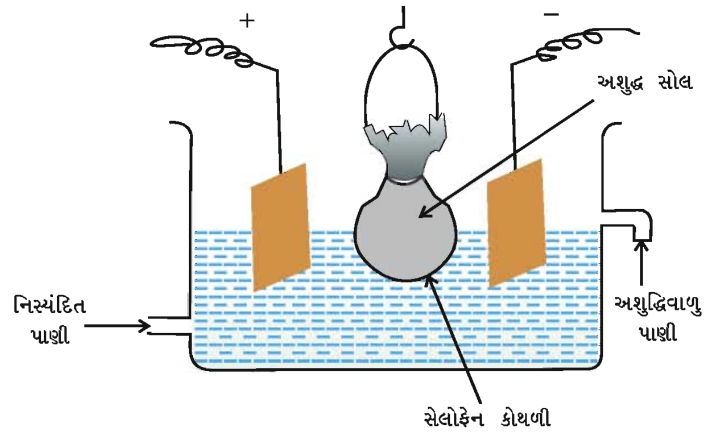
લાયોફિલિક સોલ ઘણા સ્થાયી હોવાથી લાયોફિલિક પદાર્થને વિક્ષપેન માધ્યમ સાથે મેળવી, હલાવીને બનાવી શકાય છે. દા.ત., જિલેટીન, ગુંદર, સ્ટાર્ચ, ઈંડાની સફેદી વગેરેને પાણીમાં નાંખી હલાવીને તેમના સોલ મેળવી શકાય છે. કેટલાક પરિવર્તનીય હોવાથી દ્રાવક ઊડી જાય પછી ફરી દ્રાવક ઉમેરી સોલ બનાવાય છે. ગુંદરના કલિલ વિશે તમે આ બાબતે જાણકાર છો.

2.12 કલિલમય દ્રાવણ-સોલનું શુદ્ધિકરણ (Purification of Colloidal Solution-Sol)

જુદી જુદી પદ્ધતિથી મેળવેલા સોલમાં અશુદ્ધિઓ હોય છે. જેમ કે વિદ્યુતવિભાજ્યની અશુદ્ધિ તથા બીજા દ્રાવ્ય પદાર્થોની અશુદ્ધિ. આ અશુદ્ધિઓ સોલને અસ્થાયી બનાવી શકે છે. આથી તેમનું શુદ્ધિકરણ જરૂરી છે. ખૂબ જ અગત્યની શુદ્ધિકરણ પદ્ધતિમાં અર્ધપારગમ્ય પડદાનો ઉપયોગ કરી સોલમાંથી દ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ દૂર કરવામાં આવે છે. આને પારશ્લેષણ અથવા ડાયાલિસીસ (dialysis) કહે છે.

(1) પારશ્લેષણ અથવા ડાયાલિસીસ : પાર્ચમેન્ટ પેપર, બટર પેપર, સેલોફેન પડદા જેવા અર્ધપારગમ્ય પડદામાંથી સાચા દ્રાવણના કણો પસાર થઈ જાય છે. પરંતુ તેનાથી કદમાં મોટા કલિલ કણો પસાર થઈ શકતા નથી. તમોએ અગાઉ અભિસરણમાં આ વિશે અભ્યાસ કરેલો છે. આવા અર્ધપારગમ્ય પડદાની કોથળી બનાવી તેમાં સોલ ભરવામાં આવે છે. આકૃતિ 2.7માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તાજા નિસ્યંદિત પાણી ભરેલા પાત્રમાં ડુબાડેલ કોથળીમાંથી વિદ્યુતવિભાજ્યના કણો બહાર આવી શકે છે. પરંતુ કલિલ કણો બહાર નીકળી શકતા નથી. નવું નિસ્યંદિત પાણી પાત્રમાં ઉમેરતાં જવાનું અને અશુદ્ધિવાળુ પાણી બહાર નીકળી જાય તે માટે સાઈફન (Syphon) પદ્ધતિ ગોઠવી ડાયાલિસીસ વડે સતત શુદ્ધિકરણ કરી શકાય છે.

ઉપર્યુક્ત પદ્ધતિમાં જો કોથળીની બહાર બે વિદ્યુતધ્રુવો રાખી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે તો વિદ્યુતવિભાજ્યના ધનાયન અને ઋણાયન વિરુદ્ધ ભારવાળા વિદ્યુતધ્રુવો તરફ ઝડપથી આકર્ષાય છે અને વધુ ઝડપથી અશુદ્ધિ દૂર થાય છે. આથી આ પદ્ધતિ સામાન્ય ડાયાલિસીસ કરતા વધુ ઝડપી હોય છે. આ પદ્ધતિને વિદ્યુત ડાયાલિસીસ (Electrodialysis) કહે છે. આ પદ્ધતિથી વધુ સારું શુદ્ધિકરણ કરી શકાય છે.



આકૃતિ 2.7 વિદ્યુત ડાયાલિસીસ

વ્યક્તિની કિડની બરાબર કાર્ય કરતી ન હોય અને બિનજરૂરી કચરો બહાર કાઢી નાખવા અસમર્થ બનતી હોય ત્યારે કૃત્રિમ રીતે મશીનનો ઉપયોગ કરી કિડનીનું કાર્ય કરવામાં આવે છે, જેને સામાન્ય ભાષામાં કિડની ડાયાલિસીસ તરીકે હૉસ્પિટલોમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. જે આવા જ સિદ્ધાંત પર રચાયેલ છે.

(2) અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન : અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન પદ્ધતિમાં કલિલમય દ્રાવણને વિશિષ્ટ પ્રકારના ફિલ્ટર પેપર કે જેને અલ્ટ્રા ફિલ્ટર પેપર કહે છે તેનો ગાળણ માટે ઉપયોગ થાય છે. આવા ફિલ્ટર પેપર માત્ર વિદ્યુતવિભાજ્યને જ નીકળવા દે છે. આવા ફિલ્ટર પેપર સામાન્ય ફિલ્ટર પેપર પર કલિલમય કણોનું સંસેચન (impregnation) કરીને બનાવાય છે. ગાળણને ઝડપી બનાવવા માટે તેના પર બાહ્ય દબાણ વધારીને ચૂસી લેવામાં આવે છે, જેથી ગાળણ વધુ ઝડપી બને છે.

(3) અલ્ટ્રાસેન્ટ્રિફ્યુગેશન : અલ્ટ્રાસેન્ટ્રિફ્યુગેશન પદ્ધતિમાં કલિલમય દ્રાવણને સખત કાચની નળીમાં લઈ અલ્ટ્રાસેન્ટ્રિફ્યુજ મશીનમાં મૂકવામાં આવે છે. અલ્ટ્રાસેન્ટ્રિફ્યુજ ચાલુ કરવાથી અંદરની નળી ખૂબ ઝડપથી ગોળ ગોળ ફરે છે અને ખૂબ ઝડપી ગતિથી ઘૂમે છે. તેના પરિણામે કલિલમય કણો નીચે કાચની નળીના તળિયા પર કેન્દ્રગામી બળને લીધે એકઠાં થાય છે. અશુદ્ધિઓ ઉપરના દ્રાવણમાં ઓગળેલી રહે છે. તેને સેન્ટ્રિફ્યુગેટ કહે છે. તળિયે બેસી ગયેલા કલિલમય કણોને યોગ્ય વિક્ષેપન માધ્યમમાં મિશ્ર કરી સોલનું પુનરુત્પાદન કરવામાં આવે છે અને ઉપરનું અશુદ્ધ દ્રાવણ ફેંકી દેવામાં આવે છે.

2.13 કલિલમય દ્રાવણ-સોલના અગત્યના ગુણધર્મો (Important Properties of Colloidal Solution–Sol)

કલિલમય સોલના અગત્યના ગુણધર્મો ચાર પ્રકારના છે : (1) સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો (2) પ્રકાશીય ગુણધર્મો (3) યાંત્રિક ગુણધર્મો અને (4) વિદ્યુતીય ગુણધર્મો.

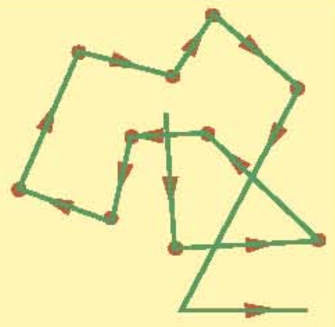
(1) સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો : સંખ્યાત્મક ગુણધર્મ પદાર્થની સાંદ્રતા અથવા તેમાં રહેલા કણોની સાંદ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે. કલિલમય દ્રાવણ–સોલ સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો જેવાં કે બાષ્પદબાણમાં ઘટાડો, ઉત્કલનબિંદુ ઉન્નયન, ઠારબિંદુ અવનયન, અભિસરણ દબાણ દર્શાવે છે. કલિલ કણોના સરેરાશ આણ્વિયદળ ઘણા ઊંચા હોવાથી વિક્ષેપિત કલાનો મોલ-અંશ ઘણો નીચો હોય છે. આથી સંખ્યાત્મક ગુણધર્મોના પરિણામોમાં નોંધપાત્ર ફેર જણાતો નથી. માત્ર અભિસરણ દબાણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી કલિલ જેવા પોલિમર અણુઓના આણ્વિયદળ નક્કી કરી શકાય છે.

આકૃતિ 2.8

સલ્ફર કણોના પાણીમાંના કલિલમાંથી સફેદ પ્રકાશના ત્રણ કિરણો પસાર થતાં નારંગીમાંથી ગુલાબી અને વાદળી લીલામાં ફેરવાય છે. ઉત્પન્ન થતા રંગ કણોના કદ પર આધાર રાખે છે તથા અવલોકનના સ્થાન પર આધાર રાખે છે. જેટલા નાના કદ તેટલી વધુ ટૂંકી (વાદળીમય) તરંગલંબાઈ

(2) પ્રકાશીય ગુણધર્મો : વૈજ્ઞાનિક ટિંડલે (Tyndall) 1869માં જણાવ્યું કે જો પ્રકાશનું કિરણ અંધારામાં મૂકેલા કલિલમય દ્રાવણમાંથી પસાર કરવામાં આવે તો તેનો માર્ગ પ્રજ્વલિત (illuminated) થાય છે. આ ઘટનાને ટિંડલ અસર કહે છે. તે કલિલ કણો વડે પ્રકાશના કિરણોના પ્રકીર્ણન(scattering)ને લીધે છે. પ્રજ્વલિત થયેલા માર્ગને ટિંડલ શંકુ (Tyndall cone) કહે છે. આવી જ ઘટના તમે નોંધી હશે. બંધ ઓરડાની છતમાં જો કાણું હોય અને તેમાંથી સૂર્યપ્રકાશ બંધ ઓરડામાં દાખલ થતો હોય તો આ ઓરડામાંના ધૂળના રજકણો (કલિલ કણો) આ પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે અને તમને એક લિસોટા જેવું દેખાશે. વાહનોની લાઇટો ચાલુ હોય ત્યારે રાત્રે આવી જ ઘટનાથી અંધારા રસ્તા પર તેજ લિસોટો દેખાય છે. સાચાં દ્રાવણો ટિંડલ અસર દર્શાવતા નથી કારણ કે તેમાં કણો ખૂબ જ નાના હોવાથી પ્રકાશના કિરણોનું પ્રકીર્ણન કરી શકતા નથી.

પ્રકાશનાં ત્રણ કિરણોને કલિલમય સલ્ફરમાંથી પસાર કરતાં તે નારંગીમાંથી ગુલાબી અને વાદળીમય લીલા રંગમાં ફેરવાય છે. આ રંગોના આધાર કલિલ કણોના કદ અને જોનારના સ્થાન પર આધાર રાખે છે. જો કણોનું કદ નાનું હોય તો તરંગલંબાઈ ઓછી (વાદળીમય) હોય છે.



આકૃતિ 2.7 બ્રાઉનિયન ગતિ

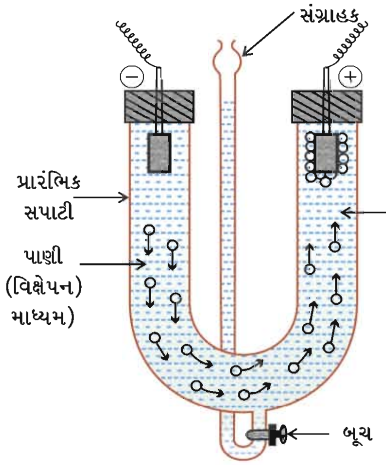
(3) યાંત્રિક ગુણધર્મો : બ્રાઉનિયન ગતિ : વનસ્પતિશાસ્ત્રી રૉબર્ટ બ્રાઉને (Robert Brown) 1827માં સૂચવ્યું કે જો પુષ્પની પરાગરજને પાણીમાં મૂકીએ તે સ્થિર રહેતી નથી પણ અવિરતપણે અવ્યવસ્થિત રીતે ઘૂમ્યા જ કરે છે. આવી જ ઘટના પાછળથી કલિલમય કણો માટે પણ નોંધવામાં આવી. જ્યારે કલિલમય કણોને અલ્ટ્રામાઇક્રોસ્કોપ જેવા સાધન વડે જોવામાં આવ્યા ત્યારે આકૃતિ 2.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સતત વાંકીચૂકી દિશામાં ગતિ કરતાં માલૂમ પડ્યા.

જો કલિલમય કણોના કદમાં વધારો થતો જાય તો અસર (અથડામણ) સરેરાશ બનતી જાય છે અને બ્રાઉનિયન ગતિ ધીમી પડી જાય છે. છેવટે જ્યારે વિક્ષેપિત કણો એટલા મોટા થઈ જાય છે કે તેમનાં પરિમાણ કરતાં માધ્યમના કણોના પરિમાણ નાના પડવાથી ધક્કો મારી ખસેડી શકતા નથી. એટલે કે બ્રાઉનિયન ગતિ અવલોકી શકાતી નથી. આ ગુણધર્મ પરથી બે અગત્યનાં પરિણામો મળ્યા છે :

(1) ગતિવાદના આધારે અભિધારણા કર્યા પ્રમાણે અણુઓ અવિરત ગતિમાં હોય છે તેનું સીધું નિર્દેશન આ ગુણધર્મ કરે છે.

(2) બ્રાઉનિયન ગતિ કલિલ કણો પર લાગતાં ગુરુત્વાકર્ષણ બળનો સામનો કરે છે અને પરિણામે કલિલમય કણોને તળિયે બેસી કલિલને અસ્થિર થવા દેતાં જ નથી. જેથી કલિલમય દ્રાવણ-સોલ સ્થાયિતા પ્રાપ્ત કરે છે.

(4) વિદ્યુતીય ગુણધર્મ : વૈદ્યુતકણ સંચાલન : કલિલ કણો વિદ્યુતીય ભાર ધરાવતા હોઈ ધન કે ઋણ વીજભારનું વહન કરે છે. વિક્ષેપન માધ્યમમાં પણ સરખા પરંતુ વિરુદ્ધ ધન કે ઋણ વીજભાર હોય છે. તેથી કલિલમય પ્રણાલી વિદ્યુતમય રીતે તટસ્થ હોય છે. કલિલ કણો સમાન વીજભાર ધરાવતાં હોઈ અપાકર્ષણ અનુભવે છે. તેથી તે જોડાઈને મોટો અણુ બનાવી શકતા નથી. આથી સોલ સ્થિર હોય છે અને કણો નીચે બેસી એટલે કે ઠરી જતાં નથી. આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડ, ગોલ્ડ, સિલ્વર અને પ્લેટિનમ તેમના કલિલમય દ્રાવણમાં ઋણ વીજભાર ધરાવે છે, જ્યારે ફેરિક હાઇડ્રૉક્સાઇડ, એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ ઝિરકોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ વગેરેના કલિલ ધન વીજભાર ધરાવે છે. કલિલના ધન કે ઋણ વીજભારનું અસ્તિત્વ વૈદ્યુતકણ સંચાલન (electrophoresis) સાધન વડે નક્કી કરી શકાય છે. આમ, કલિલ કણો તેમના



આકૃતિ 2.10 વૈદ્યુતકણ સંચાલન

પરના વીજભાર પ્રમાણે વિદ્યુતક્ષેત્રની અસર હેઠળ ધન કે ઋણ વિદ્યુતધ્રુવ તરફ આકર્ષાય છે. ઇલેક્ટ્રોફોરેસીસ સાધન આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે. આકૃતિ 2.10માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે U-આકારની નળીમાં કલિલમય દ્રાવણ ભરવામાં આવે છે. બંને છેડા પર પ્લેટિનમ ધ્રુવો બેસાડવામાં આવે છે. વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવાથી વીજભારિત કલિલમય કણો પોતાનાથી વિરુદ્ધ વીજભારવાળા ધ્રુવ તરફ ખસે છે. ધારો કે આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડનું સોલ લઈએ તો કલિલ કણો ધનધ્રુવ (એનોડ) તરફ ખસશે, કારણ કે આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડનું કલિલ ઋણ વીજભાર ધરાવે છે. આયર્ન હાઇડ્રૉક્સાઇડનું કલિલ ધન વીજભાર ધરાવે છે તેથી ઋણવીજધ્રુવ તરફ આકર્ષણ પામશે.

2.14 કલિલોનું સ્કંદન (Coagulation of Colloids)

કલિલ દ્રાવણોની સ્થાયિતા માટે તેમાં અલ્પ પ્રમાણમાં યોગ્ય વિદ્યુતવિભાજ્યની હાજરી જરૂરી હોય છે; પરંતુ જો વિદ્યુતવિભાજ્યની સાંદ્રતા વધારી દેવામાં આવે તો દ્રાવણમાંના કલિલ કણો વિરુદ્ધ વીજભારવાળા આયનોને આકર્ષીને તટસ્થ બનાવે છે. તટસ્થ કણો એકબીજા સાથે જોડાઈ સમુચ્ચય રચવા માંડે છે અને કદમાં મોટા થતાં જાય છે. આને પરિણામે તે અવક્ષેપન પામી કલિલમય દ્રાવણમાંથી અલગ પડી જાય છે. **વિદ્યુતવિભાજ્યના ઉમેરણથી કલિલ કણોનું સમુચ્ચય બની જવું અને અદ્રાવ્ય અવક્ષેપરૂપે બનવું તેને સ્કંદન (coagulation) કહે છે. જો વિદ્યુતવિભાજ્યની સાંદ્રતા ઓછી હોય તો કણોનો સમુચ્ચય બને છે પરંતુ અવક્ષેપન નથી પામતા અને તે પરિસ્થિતિમાંથી ફરી પાછા કલિલ સ્વરૂપમાં જઈ શકે છે. આ ઘટનાને ઊર્ણન (flocculation) કહે છે.** જો વિદ્યુતવિભાજ્યની સાંદ્રતા વધી જાય તો તે સ્કંદનમાં પરિણમે છે. કલિલમય માટી ધરાવતું નદીનું પાણી દરિયામાં જાય છે ત્યારે દરિયાના પાણીના ક્ષારોને લીધે સ્કંદનને પ્રેરણા મળે છે, આથી ત્યાં માટીના થરની જમાવટ થાય છે. એ નોંધવું જરૂરી છે કે કલિલમય દ્રાવણનું વિદ્યુતવિભાજ્ય વડે સ્કંદન જ્યાં સુધી અમુક સાંદ્રતા પ્રાપ્ત ન થાય ત્યાં સુધી થતું નથી. આમ એક લિટર કલિલમય દ્રાવણ અથવા સોલનું સંપૂર્ણ સ્કંદન કરવા માટે જરૂરી વિદ્યુતવિભાજ્યનું અલ્પતમ પ્રમાણ(મિલિમોલમાં)ને વિદ્યુતવિભાજ્યનું અવક્ષેપન અથવા સ્કંદન મૂલ્ય કહે છે.

જુદા જુદા વિદ્યુતવિભાજ્યોના સ્કંદન-મૂલ્યો જુદા જુદા હોય છે. વૈજ્ઞાનિકો હાર્ડી (Hardy) અને શુલ્ઝે (Schulze) જુદા જુદા વિદ્યુતવિભાજ્યની વર્તણૂકનો અભ્યાસ કરેલો. તેમણે નોંધેલા બે નિયમો નીચે પ્રમાણે છે :

(1) સોલના સ્કંદન માટે અસરકારક આયન એ છે કે કલિલમય કણોના વીજભાર કરતાં વિરુદ્ધ વીજભાર ધરાવતાં હોય.

(2) વિદ્યુતવિભાજ્યની સ્કંદનશક્તિ, સ્કંદન કરતાં આયનોની સંયોજકતાના ચતુર્થઘાત(fourth power)માં હોય છે.

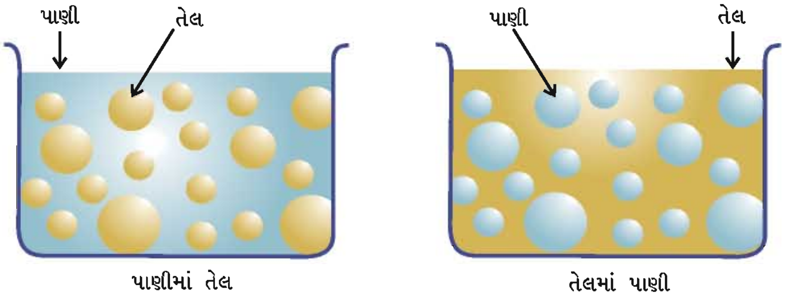
ઉપરના નિયમો પરથી કહી શકાય કે As_2S_3 જેવા ઋણભારીય સોલ માટે ધનાયન સ્કંદન કરી શકશે અને $Fe(OH)_3$ કલિલના દ્રાવણ જેવા ધનભારીય સોલ માટે ઋણાયન, સ્કંદન કરી શકશે. ઋણભારીય As_2S_3 માટેનો જુદા જુદા સ્કંદનકર્તા આયનોનો ક્રમ નીચે પ્રમાણે મળે છે :

એક સંયોજક આયન (દા.ત., Na^+) < દ્વિસંયોજક આયન (Ba^{2+}) આયન < ત્રિસંયોજક આયન (Fe^{3+}) એટલે કે $Fe^{3+} > Ba^{2+} > Na^+$. તે જ પ્રમાણે $Fe(OH)_3$ જેવા ધનવીજભાર ધરાવતા સોલ માટે ત્રિસંયોજક આયન (PO_4^{3-}) > દ્વિસંયોજક આયન (SO_4^{2-}) > એક સંયોજક આયન (Cl^-) મળશે એટલે કે $PO_4^{3-} > SO_4^{2-} > Cl^-$. આના પરથી કહી શકાય કલિલના સ્કંદન માટે જરૂરી ત્રિસંયોજક આયનની સાંદ્રતા < દ્વિસંયોજક આયનની સાંદ્રતા < એકસંયોજક આયનની સાંદ્રતા. ઉપરના બન્ને અવલોકનોને હાર્ડી-શુલ્ઝ નિયમો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ અવલોકનો દર્શાવે

છે કે કલિલમય દ્રાવણોને અલ્પ પ્રમાણ ધરાવતા વિદ્યુવિભાજ્યવાળા વાતાવરણથી અલગ રાખવામાં પૂરતી કાળજી લેવી જોઈએ; નહિ તો સ્કંદનને પરિણામે કલિલ દ્રાવણ નકામું બની જાય છે.

2.15 પાયસ-ઇમલ્શન (Emulsion)

ઈમલ્શન કલિલો જ છે પરંતુ તેમાં વિક્ષેપન માધ્યમ અને વિક્ષેપિત કલા બન્ને પ્રવાહી સ્વરૂપમાં હોય છે. ઈમલ્શનના બે મુખ્ય પ્રકાર છે : (1) પાણીમાં તેલ (તેલ / પાણી) (oil in water) ઈમલ્શન અને (2) તેલમાં પાણી (પાણી / તેલ) (water in oil) ઈમલ્શન.



આકૃતિ 2.11 ઈમલ્શનના પ્રકાર

(1) તેલ / પાણી ઈમલ્શન : આ પ્રકારના ઈમલ્શનમાં તેલ (કાર્બનિક દ્રાવક) વિક્ષેપિત કલા તરીકે વર્તે છે અને પાણી વિક્ષેપન માધ્યમ તરીકે વર્તે છે. આ પ્રકારના કેટલાંક ઉદાહરણોમાં દૂધ, વૅનિશિંગ ક્રીમ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે.

(2) પાણી / તેલ ઈમલ્શન : આ પ્રકારના ઈમલ્શનમાં પાણી વિક્ષેપિત કલા અને તેલ (કાર્બનિક દ્રાવક) વિક્ષેપન માધ્યમ તરીકે વર્તે છે. કોલ્ડ ક્રીમ, માખણ, કોડલિવર ઓઈલ વગેરે આ પ્રકારના ઈમલ્શન છે.

2.15.1 ઇમલ્શનની પરખ (Test of Emulsion) :

ઉપર વર્ણવેલા બન્ને પ્રકારના ઈમલ્શનને પારખવાની રીતો નીચે પ્રમાણે છે :

(i) રંજક કસોટી (Dye test) : કેટલાક તેલમાં દ્રાવ્ય રંજકને ઈમલ્શનમાં ઉમેરવામાં આવે છે. જો પૃષ્ઠભૂમિ (background) રંગીન બને તો ઈમલ્શન તેલમાં પાણી છે અને જો રંગીન બિંદુઓ અથવા કણીઓ (droplets) મળે તો ઈમલ્શન પાણીમાં તેલ છે એમ કહી શકાય.

(ii) મંદન કસોટી : જો ઈમલ્શનનું પાણી વડે મંદન થઈ શકતું હોય તો કહી શકાય કે વિક્ષેપન માધ્યમ પાણી છે અને તેથી ઈમલ્શન પાણીમાં તેલ પ્રકારનું છે. જો ઉમેરેલું પાણી અલગ સ્તર બનાવે તો ઈમલ્શન તેલમાં પાણી પ્રકારનું છે એમ કહી શકાય.

2.15.2 ઇમલ્શનની બનાવટ (Preparation of Emulsions) :

(1) ઈમલ્શીકરણ : ઈમલ્શન બનાવવાની પદ્ધતિને ઈમલ્શીકરણ કહે છે. ઈમલ્શન બન્ને પ્રવાહીઓને બળપૂર્વક મિશ્ર કરવાથી મેળવી શકાય. આથી અસ્થાયી ઈમલ્શન મળશે. વિક્ષેપિત બિંદુઓ એકદમ જ નજીક આવશે અને અલગ સ્તર બનાવશે. ઈમલ્શનનું સ્થાયીકરણ કરવા ત્રીજો કોઈ પદાર્થ અલ્પ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે છે જેને ઈમલ્શનકારક અથવા ઈમલ્શીફાયર (emulsifier) કહેવાય છે. તેની હંમેશા જરૂર પડે છે. સાબુ અને ડિટરજન્ટ મોટેભાગે ઈમલ્શીફાયર તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. તે બિંદુઓ પર પડ બનાવે છે અને તેમને એકબીજાની નજીક આવતા રોકે છે. આથી ઈમલ્શન સ્થાયી બને છે. બીજા સ્થાયીકરણ પદાર્થોમાં પ્રોટીન, ગુંદર, અગર (agar) વગેરે છે.

ઈમલ્શનનો પ્રકાર બન્ને પ્રવાહીઓના સાપેક્ષ પ્રમાણ પર આધાર રાખે છે. જો પાણી વધારે હોય તો પાણીમાં તેલ અને તેલ વધારે હોય તો તેલમાં પાણી પ્રકારનું ઈમલ્શન બને છે. આ પ્રકારના ઈમલ્શન ઈમલ્શીફાયર પદાર્થના સ્વભાવ પર આધાર રાખે છે. ઉદાહરણ તરીકે લઈએ તો દ્રાવ્ય સાબુ (આલ્કલી ધાતુ પરમાણુ ધરાવતા સાબુ) જેવા ઈમલ્શીફાયરની હાજરીમાં પાણીમાં તેલ પ્રકારના ઈમલ્શનની તરફેણ થાય છે; જ્યારે અદ્રાવ્ય સાબુ (બિનઆલ્કલી ધાતુ-પરમાણુ ધરાવતા સાબુ) તેલમાં પાણી પ્રકારના ઈમલ્શનની તરફેણ કરે છે.

2.15.3 વિપાયસીકરણ-ડિમલ્શીફિકેશન (Demulsification) :

ઈમલ્શનનું તેના બે ઘટકનું પ્રવાહીમાં અલગીકરણ થવું તેને વિપાયસીકરણ-ડિમલ્શીફિકેશન કહે છે. ડિમલ્શીફિકેશન માટે વપરાતી તક્નિકીઓમાં ઠારણ, ઉત્કલન, સેન્ટ્રિફ્યુગેશન, ઈલેક્ટ્રોસ્ટેટિક અવક્ષેપન છે અથવા રાસાયણિક પદ્ધતિઓ ઈમલ્શીફાયરનો નાશ કરે છે.

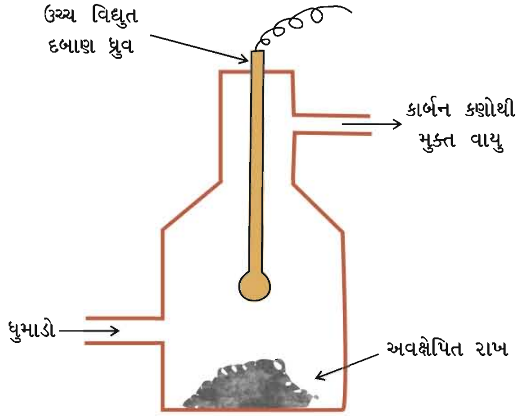
2.16 કલિલના ઉપયોગો (Uses of Colloids)

કલિલ અને ઈમલ્શન આપણા રોજિંદા જીવનમાં અને ઉદ્યોગોમાં ઘણા ઉપયોગો ધરાવે છે. આમાંના કેટલાક નીચે પ્રમાણે છે :

(1) રબર પ્લેટિંગ : રબર કલિલના ઋણભારીય રબર કણોને વાસણોના હેન્ડલો અને બીજી વસ્તુઓ પર નિક્ષેપિત (deposit) કરવામાં આવે છે. રબરના મોજાં આ પ્રમાણે યોગ્ય વસ્તુ પર નિક્ષેપિત કરીને બનાવાય છે.

(2) સુએજ નિકાલ : સુએજ પાણીમાં મેલનાં વીજભારિત કલિલ કણો હોય છે, જે સહેલાઈથી નીચે બેસતાં નથી. તેમને વિદ્યુતધ્રુવો આગળ વીજવિભારિત કરી દૂર કરવામાં આવે છે. ગંદુ પાણી એક ટનલમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જેમાં ધાતુના વિદ્યુતધ્રુવો બંધ બેસાડવામાં આવ્યા હોય છે.

ઊંચા વિદ્યુત પોટૅન્શિયલને (30,000 વૉલ્ટ કે વધુ) લીધે કલિલ કણો પોતાનાથી વિરુદ્ધ વીજભારવાળા ધ્રુવો તરફ આકર્ષાય છે અને વીજભારનું તટસ્થીકરણ થવાથી સ્કંદન પામે છે. વિસ્થાપિત થયેલ દ્રવ્યનો ખાતર તરીકે ઉપયોગ થાય છે અને પાણીને સિંચાઈના કામમાં વાપરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 2.12 કોટ્રેલ ધુમાડા અવક્ષેપક

(3) કોટ્રેલ (Cottrell) ધુમાડા અવક્ષેપક : ધુમાડો કાર્બનના ઋણવીજભારવાળા કલિલ કણોનું હવામાં વિક્ષેપન છે. ધુમાડાને કોટ્રેલ અવક્ષેપકમાં ઉચ્ચ વિદ્યુત દબાણે પસાર કરવામાં આવે છે. આથી કાર્બન કણોથી મુક્ત બને છે.

આવા અવક્ષેપકને ઔદ્યોગિક પ્લાન્ટની ચીમનીમાં બેસાડવામાં આવે છે. તેમાં ધાતુની બે તકતીઓ હોય છે જે ઊંચા વીજદબાણે વીજભારિત કરવામાં આવે છે. કાર્બન કણો વીજભારરહિત બને છે અને અવક્ષેપન પામે છે જ્યારે વાયુઓ ચીમનીમાંથી બહાર નીકળી જાય છે.

(4) નેનોપદાર્થોની બનાવટ : પરિવર્તનીય મિસેલનો ઉપયોગ કરી ઉદ્દીપક તરીકે ઉપયોગમાં લેવા આ પદાર્થો બનાવવામાં આવે છે.

(5) દવાઓમાં : મોટાભાગની વૈદિક અને ફાર્માસ્યુટિકલ બનાવટો ઈમલ્શન હોય છે. એમ માનવામાં આવે છે કે દવાઓ આ સ્વરૂપમાં વધુ અસરકારક છે અને સહેલાઈથી ભળી જાય છે અથવા શોષાઈ જાય છે.

(6) જીવાણુનાશક : ડેટોલ, લાયસોલ જેવાં જીવાણુનાશકોને પાણી સાથે મિશ્ર કરતાં પાણીમાં તેલ પ્રકારનાં ઈમલ્શન બને છે.

(7) ધાતુકર્મ કાર્યમાં : ઈમલ્શન ઉદ્યોગોમાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. સલ્ફાઈડ ધરાવતી કાચી ધાતુઓનું સાંદ્રણ ફીણપ્લવન (Froth floatation) પદ્ધતિથી કરવામાં આવે છે. તેમાં ઝીણી દળેલી કાચી ધાતુને પાઈન ઑઈલ અને પાણી સાથેના ઈમલ્શનથી સંકેન્દ્રિત કરવામાં આવે છે.

(8) રસ્તાનું બાંધકામ : આસ્ફાલ્ટને પીગાળ્યા વગર તેનું પાણીમાં ઈમલ્શન બનાવી રસ્તા બાંધવા માટે વાપરવામાં આવે છે.

સારાંશ

- બે સ્થૂળ પ્રાવસ્થા અથવા કલાઓને અલગ કરતી સીમા અંગેના રસાયાણવિજ્ઞાનના અભ્યાસને પૃષ્ઠ રસાયણવિજ્ઞાન કહે છે, આ સીમા પૃષ્ઠ અથવા અંતરાપૃષ્ઠ તરીકે પણ ઓળખાય છે. તેને હાઇફન (–) અથવા સ્લૅશ (/)થી દર્શાવાય છે. જે બે કલા વચ્ચેની અલગતા દર્શાવે છે. વિલયન, સ્ફટિકીકરણ, ઉદ્દીપન, ધાતુક્ષારણ વગેરે પૃષ્ઠઘટનાઓ છે.
- પૃષ્ઠ અથવા સપાટી સંપૂર્ણ શુદ્ધ હોવી જોઈએ, જે શૂન્યાવકાશ પદ્ધતિથી પ્રાપ્ત કરી શકાય છે અને સંઘરી શકાય છે.
- આ એકમમાં પૃષ્ઠઘટના જેવી કે અધિશોષણ ઉદ્દીપન, કલિલ અને ઇમલ્શન વિશે અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો છે.
- અધિશોષણમાં જે પદાર્થ ઘન સ્વરૂપે હોય અને તેના પર અન્ય વાયુ કે પ્રવાહી અધિશોષાતો હોય તો તેને અધિશોષક કહે છે. જે પદાર્થ અધિશોષાય છે તેને અધિશોષિત કહે છે અને સમગ્ર ઘટનાને અધિશોષણ કહે છે. અધિશોષણની વિરુદ્ધ ઘટનાને અપશોષણ કહે છે.
- અવશોષણ એવી ઘટના છે જેમાં સમાંગ પ્રણાલી હોય છે. જેમ કે કોઈ રંગીન દ્રાવણ, પરંતુ જો તેમાં ચારકોલ જેવો ઘન અધિશોષક મૂકવામાં આવે તો રંગની તીવ્રતામાં ફેર પડે છે જે અધિશોષણ છે. અવશોષણ અને અધિશોષણની સંયુક્ત ઘટનાને શોષણ કહે છે. અધિશોષણમાં અધિશોષકની સપાટી પરની સાંદ્રતા અધિશોષણ સ્થૂલમાંની સાંદ્રતા કરતાં વધુ હોય છે. અધિશોષક જેટલો વધુ છિદ્રાળુ તેટલું વધુ અધિશોષણ. અધિશોષણ ઉષ્માક્ષેપક ઘટના છે. અધિશોષણમાં સપાટી પરના અવશેષીકણો અધિશોષણ માટે જવાબદાર છે. એટલે કે આકર્ષણબળોનો તફાવત કારણભૂત રહે છે.
- અધિશોષણના બે પ્રકાર છે : ભૌતિક અને રાસાયણિક. તેમની વચ્ચેના તફાવતના મુદ્દાઓ એકમમાં દર્શાવ્યા છે.
- અધિશોષણ ઘટનાનો ઉપયોગ અનેક ક્ષેત્રો તથા રોજિંદા જીવનમાં થાય છે જેમ કે ક્લોરિન જેવા ઝેરી વાયુની અસરથી બચવા ગૅસમાસ્ક પહેરવો જેમાં અધિશોષક હોય છે. ઇલેક્ટ્રૉનિક સાધનો ભેજરહિત રાખવા સિલિકા જેલ અધિશોષક તરીકે વપરાય છે. ખાંડનો પીળો રંગ દૂર કરવામાં પણ અધિશોષણ ઘટના ઉપસ્થિત છે.
- અધિશોષણને અસર કરતા પરિબળોમાં (1) અધિશોષિતનો સ્વભાવ (2) અધિશોષકનો સ્વભાવ (3) અધિશોષણ સપાટીનો વિશિષ્ટ વિસ્તાર (4) અધિશોષિત થતા વાયુનું દબાણ (5) તાપમાન છે. દરેકની વિગતે ચર્ચા એકમમાં સમાવિષ્ટ છે.
- નિયત તાપમાને અધિશોષણનો વાયુના દબાણ અથવા દ્રાવણ સાંદ્રતાના આલેખને અધિશોષણ સમતાપી કહે છે. તેના અલગ અલગ પાંચ પ્રકાર છે. અધિશોષણ સમતાપીનો અભ્યાસ વૈજ્ઞાનિક ફ્રુન્ડલીચે કરેલો અને સમીકરણ આપ્યું કે $\frac{x}{m} = Kp^{\frac{1}{n}}$ અથવા $\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log p$ (દબાણ (p) માટે) $\frac{x}{m} = KC^{\frac{1}{n}}$ અથવા $\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log C$ (સાંદ્રતા (C) માટે), જ્યાં K અને n અચળાંક છે. આ આનુભવિક સમતાપી હતું અને સૈદ્ધાંતિક પાયો ન હતો.
- લેંગ્મ્યૂરે વાયુના ગતિમય સિદ્ધાંતને આધારે સમતાપીનું સમીકરણ આપ્યું.

$$\frac{x}{m} = \frac{ap}{1 + bp}$$

$$\frac{x}{m} = \frac{aC}{1 + bC}$$ (જ્યાં a અને b અચળાંક છે.)

- ફ્રુન્ડલીચ સમતાપીનો અભ્યાસ પ્રયોગપોથીમાંના નિર્દેશન પ્રયોગથી સમજી શકાશે. અધિશોષણના ઉપયોગો ઘણા છે જે એકમમાં દર્શાવેલ છે.

- ઉદ્દીપન પણ પૃષ્ઠઘટના છે. કેટલીક રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ ધીમી હોય છે. તેમનો વેગ વધારવા વપરાતા ઓછા પ્રમાણના પદાર્થને ઉદ્દીપક કહે છે. પ્રક્રિયાના અંતે ઉદ્દીપક મૂળ સ્વરૂપે પાછો મળે છે. આ ઘટનાને ઉદ્દીપન કહે છે.

- ઉદ્દીપનના બે પ્રકાર છે : (1) સમાંગ અને (2) વિષમાંગ. સમાંગ ઉદ્દીપનમાં ઉદ્દીપક અને પ્રક્રિયકો એક જ કલામાં હોય છે. દા.ત., H^+ની હાજરીમાં મિથાઈલ એસિટેટનું જળવિભાજન. (2) વિષમાંગ ઉદ્દીપનમાં ઉદ્દીપક અને પ્રક્રિયકો ભિન્ન કલામાં હોય છે. દા.ત., V_2O_5ની હાજરીમાં સંપર્કવિધિથી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડનું ઉત્પાદન. સમાંગ અને વિષમાંગ ઉદ્દીપનના એકમમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે અનેક ઉપયોગો છે.

- ઉદ્દીપનની લાક્ષણિકતાઓમાં સક્રિયતા, વરણાત્મકતા એટલે કે વિશિષ્ટ પ્રક્રિયા માટે વિશિષ્ટ ઉદ્દીપકની પસંદગી વગેરે છે. દા.ત., ઝિયોલાઈટ– ZSM–5 આલ્કોહૉલમાંથી ગેસોલીન મેળવવા માટે વપરાય છે. ઉદ્દીપક પ્રક્રિયાનો વેગ વધારે છે પણ સંતુલન પર કોઈ અસર કરતો નથી કારણ કે પુરોગામી અને પ્રતિગામી બન્ને પ્રક્રિયાઓ પર એકસરખી અસર થાય છે. માટે નીપજ વધારે મળતી નથી.

- ઉત્સેચકો પ્રોટીન છે અને જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ માટે જરૂરી છે. દરેક પ્રક્રિયા માટે અલગ અને વિશિષ્ટ ઉત્સેચક જ કામ લાગે છે જેમ કે ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક ખાંડનું ગ્લુકોઝ અને ફ્રુકટોઝમાં રૂપાંતર કરે છે. યુરેઝ ઉત્સેચક યુરિયાનું અમોનિયા અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વિઘટન કરે છે.

- ઉત્સેચક ઉદ્દીપન માટે તાળાકૂંચી નમૂનો અથવા પ્રેરિત બંધબેસતો નમૂનો વિકસાવવામાં આવ્યા છે. યોગ્ય કૂંચી અથવા ચાવી વડે જ તાળુ ખૂલે તેમ કોઈ એક પ્રક્રિયા માટે યોગ્ય ઉત્સેચક જ જોઈએ. ઉત્સેચકો માટે શરીરના તાપમાન જેટલું તાપમાન એટલે કે 298 - 310 K તાપમાન શ્રેષ્ઠ ગણાય છે.

- કલિલ રસાયણ પણ પૃષ્ઠઘટના છે. કલિલમય દ્રાવણને સોલ કહે છે. તેમાં વિક્ષેપન માધ્યમ અને વિક્ષેપિત કલા એવા બે ઘટકો હોય છે. ઘન કણો અમુક કદના હોવાથી આ પ્રણાલી વિષમાંગ પ્રણાલી છે. કલિલ બે પ્રકારના હોય છે, લાયોફિલિક અને લાયોફોબિક. જે કલિલ દ્રાવક (અધિક્ષેપન માધ્યમ) પ્રત્યે આકર્ષણ ધરાવે તેને લાયોફિલિક કલિલ કહે છે. દા.ત., ગુંદર. જે કલિલોને દ્રાવક (અધિક્ષેપન માધ્યમ) પ્રત્યે ધિક્કાર હોય તેને લાયોફોબિક કલિલ કહે છે. જો પાણી માધ્યમ તરીકે હોય તો અનુક્રમે હાઇડ્રોફિલિક અને હાઇડ્રોફોબિક કહે છે. કલિલ આઠ પ્રકારના હોય છે જેનો આધાર વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમની કલા પર રહેલો છે. એકમમાં વિગતો દર્શાવી છે. બહુઆણ્વિય, વિરાટ આણ્વિય અને સમુચ્ચયિત કલિલો પણ જાણીતાં છે. સમુચ્ચયિત કલિલમાં અણુઓ નજીક આવી સમુચ્ચય બનાવે છે જેને મિસેલ કહે છે.

- અમુક તાપમાને મિસેલ રચના બને છે તેને ક્રાફ્ટ તાપમાન (T_K) કહે છે. ક્રાંતિક મિસેલ સાંદ્રતાની (CMC) નીચે કલિલ અવસ્થામાં રહે છે અને તેનાથી વધુ સાંદ્રતાએ અવક્ષેપ સ્વરૂપે ઘનમાં ફેરવાય છે. મિસેલ રચના થવી તે સાબુના સ્વચ્છીકરણમાં પ્રાપ્ત થાય છે. સાબુ જેવા અણુને RCOONa તરીકે દર્શાવીએ તો તેનું આયનીકરણ સ્વરૂપ $RCOO^-Na^+$ થાય. તેમાંથી $RCOO^-$ માંનો R મળતા કાર્બનિક અશુદ્ધિ સાથે જોડાઈ અંદર ખેંચે છે, તેને પૂંછડી કહે છે. ઉપરનો ભારિત ભાગ COO^- ધૂળ વગેરેને આકર્ષી મેલને દૂર કરે છે તેને શિર કહે છે.

- કલિલ દ્રાવણો બનાવવાની રીતો નીચે પ્રમાણે છે :

- **સંઘનન પદ્ધતિઓ :** આ પદ્ધતિઓમાં ઑક્સિડેશન, રિડક્શન, દ્વિવિઘટન વગેરે પ્રકારની રાસાયણિક પ્રક્રિયા સમાયેલી છે. ભૌતિક પદ્ધતિઓમાં અતિશય ઠારણ અને વિક્ષેપન પદ્ધતિઓમાં યાંત્રિક વિક્ષેપન, (કોલોઇડ ઘંટીનો ઉપયોગ), વિદ્યુતીય વિક્ષેપન (બ્રેડિંગ ચાપ પદ્ધતિ) અને પેપ્ટીકરણ છે.

- બનાવેલા કલિલમય દ્રાવણ-સોલનું શુદ્ધિકરણ ડાયાલિસીસ જેવી પદ્ધતિ અને વધુ સારી ઈલેક્ટ્રોડાયાલિસીસ પદ્ધતિથી કરી શકાય છે. કલિલ દ્રાવણોમાં કેટલાક વિદ્યુતવિભાજ્યો ઉમેરતાં અવક્ષેપન થાય છે, જેને સ્કંદન કહે છે. ધનભાર ધરાવતા આયર્ન હાઇડ્રોક્સાઇડ સોલના સ્કંદન માટેનો સાંદ્રતાનો ક્રમ ત્રિસંયોજક > દ્વિસંયોજક > એકસંયોજક ઋણ આયનો માટે હોય છે. તેવી જ રીતે ઋણવીજભાર ધરાવતા આર્સેનિયસ સલ્ફાઇડ કલિલ દ્રાવણ માટે સ્કંદન ક્રમ સરખો જ રહે છે પરંતુ ધન આયનો વપરાય છે. કલિલોના શુદ્ધિકરણ માટે વપરાતી અન્ય પદ્ધતિઓ અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન અને અલ્ટ્રાસેન્ટ્રિફ્યુગેશન છે.
- કલિલમય દ્રાવણ સોલના ગુણધર્મો નીચે પ્રમાણે છે :

  (1) સંખ્યાત્મક ગુણધર્મો, (2) પ્રકાશીય ગુણધર્મો, (3) યાંત્રિક ગુણધર્મો અને (4) વિદ્યુતીય ગુણધર્મો
- સંખ્યાત્મક ગુણધર્મોમાં અભિસરણ પદ્ધતિથી આણ્વિયદળ નક્કી કરવા, પ્રકાશીય ગુણધર્મોમાં ટિંડલ અસર અને યાંત્રિક ગુણધર્મમાં બ્રાઉનિયન ગતિ તથા વિદ્યુતીય ગુણધર્મમાં કલિલનો વીજભાર નક્કી કરવામાં ઈલેક્ટ્રોફોરોસીસ સાધનનો ઉપયોગ છે.
- કલિલોના સ્કંદનના અભ્યાસ અંગે હાર્ડી અને શુલ્ઝે આપેલા બે નિયમો છે. કલિલના સ્કંદન માટે તેના વીજભારથી વિરુદ્ધ ભારવાળા વિદ્યુતવિભાજ્ય જોઈએ છે. ધન કે ઋણ વીજભાર ધરાવતાં કલિલ માટે અનુક્રમે વિદ્યુતવિભાજ્ય ઋણ કે ધન આયન ઉપયોગી નીવડે છે. સાંદ્રતામાં એકસંયોજકની સૌથી વધુ દ્વિસંયોજકની તેનાથી ઓછી અને ત્રિસંયોજકની સૌથી ઓછી સાંદ્રતા સ્કંદન કરે છે.
- પાયસ અથવા ઈમલ્શન પણ કલિલ છે, જેમાં બન્ને વિક્ષેપન માધ્યમ અને વિક્ષેપિત કલા પ્રવાહી સ્વરૂપમાં હોય છે. તેના બે પ્રકાર છે, તેલ / પાણી અને પાણી / તેલ. પાણી / તેલના ઈમલ્શનના ઉદાહરણમાં કોલ્ડ ક્રીમ, માખણ વગેરે છે. જ્યારે તેલ / પાણીના ઈમલ્શનના ઉદાહરણમાં દૂધ, વૅનિશિંગ ક્રીમ વગેરે છે. ઈમલ્શનની પરખ માટે બે પદ્ધતિઓ છે : (1) રંજક કસોટી અને (2) મંદન કસોટી. વિપાયસીકરણ-ડિમલ્શીફિકેશન ઈમલ્શીફિકેશનથી વિરુદ્ધ ઘટના છે.
- કલિલના અનેક ઉપયોગો છે. તેમાં વિશિષ્ટ ઉપયોગોમાં રબર પ્લેટિંગ, સુએજ નિકાલ, કોટ્રેલ ધુમાડા અવક્ષેપકનો ઉપયોગ, નેનો પદાર્થોની બનાવટ, દવાઓમાં, જીવાણુનાશક તરીકે, ધાતુકર્મ કાર્યમાં, રસ્તાના બાંધકામ વગેરે છે જે વિગતે એકમમાં દર્શાવેલ છે.

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા બહુવિકલ્પોમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) બે જથ્થામય કલાઓને અલગ કરતી હદને શું કહે છે ?

(A) રેખા (B) બિંદુ (C) સ્લેશ (D) અંતરાપૃષ્ઠ

(2) અંતરાપૃષ્ઠ કઈ બાબત પર આધાર રાખે છે ?

(A) જથ્થામય કલામાં રહેલા અણુના કદ પર

(B) જથ્થામય કલામાં રહેલા અણુના વજન પર

(C) જથ્થામય કલામાં રહેલા અણુઓની સંખ્યા પર

(D) જથ્થામય કલામાં રહેલા અણુઓની ભૌતિક સ્થિતિ પર

(3) નીચેનામાંથી કયું પૃષ્ઠઘટનાનું ઉદાહરણ નથી ?

(A) વિલયન (B) ક્ષારણ

(C) વિદ્યુતધ્રુવ પ્રક્રિયા (D) સમાંગ ઉદ્દીપન

(4) ધાતુઓનું પૃષ્ઠ સંપૂર્ણ શુદ્ધ પ્રાપ્ત કરવા કેટલા પાસ્કલ ઉચ્ચ શૂન્યાવકાશની જરૂર પડે છે ?

(A) 10^{-8}થી 10^{-9} (B) 10^{-8}થી 10^{-10} (C) 10^{-6}થી 10^{-9} (D) 10^{-8}થી 10^{-7}

(5) સપાટી પરથી અધિશોષિત થયેલા અણુઓ કોઈ કારણસર છૂટા પડી જાય તે ઘટનાને શું કહે છે ?

(A) શોષણ (B) અવશોષણ (C) અધિશોષણ (D) અપશોષણ

(6) અધિશોષણને લીધે

(A) પૃષ્ઠ ઊર્જા ઘટે. (B) પૃષ્ઠ ઊર્જા વધે.

(C) પૃષ્ઠ ઊર્જાનું મૂલ્ય શૂન્ય થાય. (D) કોઈ ફેરફાર ન થાય.

(7) ઘન સપાટી પર થતા વાયુઓના અધિશોષણને બીજા કયા નામથી ઓળખવામાં આવે છે ?

(A) બાષ્પાયન (B) પૃષ્ઠતાણ (C) સંઘનન (D) શોષણ

(8) જે પદાર્થનું અધિશોષણ થાય તેને શું કહે છે ?

(A) અધિશોષક (B) અધિશોષિત (C) અવશોષક (D) અવશોષિત

(9) નીચેના પૈકી કયો પદાર્થ અધિશોષક નથી ?

(A) ખાંડ (B) માટી (C) સિલિકાજેલ (D) ઍલ્યુમિના

(10) ભૌતિક અધિશોષણમાં અધિશોષક અને અધિશોષિત વચ્ચે કેવા પ્રકારનું આકર્ષણબળ રહેતું હોય છે ?

(A) વાન્ ડર વાલ્સ (B) પ્રબળ રાસાયણિક (C) ગુરુત્વાકર્ષણ (D) ધાત્વિક બંધ

(11) ભૌતિક અધિશોષણ માટે કયું વિધાન સાચું છે ?

(A) ધીમો કે ઝડપી પ્રક્રમ છે.

(B) અધિશોષણ ઍન્થાલ્પીનું મૂલ્ય નીચું છે.

(C) તેમાં અધિશોષક સપાટી પર એક આણ્વિય સ્તર રચાય છે.

(D) સામાન્ય રીતે ઊંચા તાપમાને પરિણમે છે.

(12) ભેજને લીધે ઈલેક્ટ્રૉનિક સાધન બગડે નહિ માટે શેનો ઉપયોગ થાય છે ?

(A) ઍલ્યુમિના (B) સિલિકા જેલ (C) લોખંડનો ભૂકો (D) પ્રાણીજ ચારકોલ

(13) નીચેના પૈકી કયા વાયુરૂપ અણુની ભૌતિક અધિશોષણ ઍન્થાલ્પી સૌથી વધુ છે ?

(A) Ne (B) H_2O (C) H_2 (D) C_2H_6

(14) ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપીનું સમીકરણ જણાવો.

(A) $\frac{x}{m} = Kp^n$ (B) $\frac{x}{m} = Kp^{n^2}$ (C) $\frac{x}{m} = Kp^{\frac{1}{n}}$ (D) $\frac{m}{x} = pK^n$

(15) નીચા દબાણે લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપી માટે કયું સમીકરણ લાગુ પડશે ?

(A) $\frac{x}{m} = \frac{b}{a}$ (B) $\frac{x}{m} = ap$ (C) $\frac{x}{m} = \frac{1}{n}p$ (D) $\frac{x}{m} = \frac{a}{b}$

(16) લેંગ્મ્યૂરે કઈ સૈદ્ધાંતિક બાબતોને ધ્યાનમાં લઈ સમતાપી સમીકરણ ઉપજાવ્યું ?

(A) વાયુના અણુઓની અસ્તવ્યસ્ત ગતિ (B) વાયુનો ગતિમય સિદ્ધાંત

(C) વાયુના અધિશોષણની માત્રા (D) આપેલા બધા જ

(17) જે પદાર્થ રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો વેગ વધારે પરંતુ પ્રક્રિયામાં ભાગ ન લે તેને શું કહેવાય ?

(A) અધિશોષક (B) ઉદ્દીપક (C) અધિશોષિત (D) પ્રક્રિયક

(18) લેડ ચેમ્બર વિધિથી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ મેળવવાની પદ્ધતિમાં SO_3 વાયુ મેળવવાની પ્રક્રિયામાં કયા પ્રકારનો ઉદ્દીપક વપરાય છે ?

(A) સમાંગ ઉદ્દીપક (B) વિષમાંગ ઉદ્દીપક

(C) ઉદ્દીપકનો ઉપયોગ થતો નથી (D) વેનેડિયમ પેન્ટોક્સાઇડ

(19) વનસ્પતિજ તેલમાંથી વનસ્પતિ ઘી બનાવવાની પ્રક્રિયામાં કયો ઉદ્દીપક વપરાય છે ?

(A) લોખંડનો ભૂકો (B) ઝિંક પાઉડર (C) રેની નિકલ (D) વેનેડિયમ પેન્ટોક્સાઇડ

(20) આકાર-વરણાત્મક ઉદ્દીપન પ્રક્રિયાનો આધાર શેના પર રહેલો છે ?

(A) નીપજના અણુઓ (B) પ્રક્રિયકના કદ

(C) ઉદ્દીપકની છિદ્રરચના (D) આપેલા બધા જ

(21) ઉત્સેચકો શેના બનેલા છે ?

(A) કાર્બોહાઇડ્રેટ (B) લિપિડ (C) વિટામિન (D) પ્રોટીન

(22) પાણીમાં રેતી નાખી હલાવીને થોડીવાર મૂકી રાખતા રેતી નીચે બેસી જાય છે. આ ઘટનાને શું કહે છે ?

(A) કલિલ દ્રાવણ (B) સાચું દ્રાવણ (C) નિલંબન (D) વિક્ષેપન

(23) વિક્ષેપિત કલા અને વિક્ષેપન માધ્યમ બન્ને ઘન સ્વરૂપમાં હોય તેવા કલિલને શું કહે છે ?

(A) ઇમલ્શન (B) જેલ (C) એરોસોલ (D) ઘનસોલ

(24) નીચેના પૈકી કયું કલિલ પરિવર્તનીય છે ?

(A) લાયોફિલિક (B) લાયોફોબિક (C) હાઇડ્રોફિલિક (D) (A) અને (C) બન્ને

(25) સલ્ફર (S_8) વિલય એ કયા પ્રકારનું કલિલ છે ?

(A) સમુચ્ચય કલિલ (B) મિસેલ

(C) બહુઆણ્વિય કલિલ (D) વિરાટ આણ્વિય કલિલ

(26) મિસેલ માટે કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

(A) ઇમલ્શન અને જેલ બન્નેનો સમન્વય છે. (B) અધિશોષિત ઉદ્દીપક છે.

(C) આદર્શ દ્રાવણ છે. (D) કલિલનો સમુચ્ચય છે.

(27) ક્રાંતિક મિસેલ સાંદ્રતા એ સપાટી પરના અણુઓ........

(A) વિઘટન પામે. (B) સુયોજિત થાય. (C) વિયોજિત થાય. (D) સંપૂર્ણ દ્રાવ્ય થાય.

(28) ધનભારીય કલિલ $Fe(OH)_3$ માટે આયનોનો અસરકારક સ્કંદન ક્રમ કયો છે ?

(A) $PO_4^{3-} > Cl^- > SO_4^{2-}$ (B) $PO_4^{3-} > SO_4^{2-} > Cl^-$

(C) $Cl^- > SO_4^{2-} > PO_4^{3-}$ (D) $SO_4^{2-} > PO_4^{3-} > Cl^-$

(29) નીચેના પૈકી કયો કલિલમય સોલ બ્રેડિગ ચાપ પદ્ધતિથી બનાવી શકાતો નથી ?

(A) સલ્ફર (B) સિલ્વર (C) ગોલ્ડ (D) પ્લેટિનમ

(30) ટિંડલ અસર કલિલના કયા ગુણધર્મ સાથે સંકળાયેલ છે ?

(A) યાંત્રિકીય (B) સંખ્યાત્મક (C) પ્રકાશીય (D) વિદ્યુતીય

(31) વિક્ષેપન માધ્યમમાં કલિલ કણોની વાંકીચૂકી ગતિ કયા નામથી ઓળખાય છે ?

(A) બ્રાઉનિયન ગતિ (B) ટિંડલ ગતિ (C) આંદોલન ગતિ (D) યાંત્રિક ગતિ

(32) કલિલના ધન કે ઋણ વીજભારનું અસ્તિત્વ કયા સાધન વડે નક્કી કરી શકાય છે ?

(A) ઇલેક્ટ્રોફોરેસીસ (B) માઇક્રોસ્કોપ (C) અલ્ટ્રાસોનિક વિક્ષેપક (D) વૉલ્ટમીટર

(33) નીચેના પૈકી તેલ / પાણી (પાણીમાં તેલ) ઇમલ્શન કયું છે ?

(A) કોલ્ડ ક્રીમ (B) વૅનિશિંગ ક્રીમ (C) માખણ (D) કોડલિવર ઑઇલ

(34) નીચેના પૈકી પાણી / તેલ (તેલમાં પાણી) ઇમલ્શન કયું છે ?

(A) કોલ્ડ ક્રીમ (B) છાશ (C) દૂધ (D) વૅનિશિંગ ક્રીમ

(35) નીચેના પૈકી કયો પદાર્થ ઇમલ્શીફાયર છે ?

(A) મીઠું (B) યુરિયા (C) તેલ (D) સાબુ

(36) નીચેનામાંથી કયો બહુઆણ્વિય કલિલ છે ?

(A) મીણ (B) લેટેક્ષ રબર (C) સિલિકોન્સ (D) આપેલા બધા જ

(37) કલિલમય પ્રણાલી નીચેનામાંથી કઈ અસરથી મુક્ત હોય છે ?

(A) ગુરુત્વાકર્ષણની અસર (B) ઉમેરેલા વિદ્યુતવિભાજ્યની અસર

(C) ઉષ્માની અસર (D) લગાડેલ વિદ્યુતીય ક્ષેત્રની અસર

(38) સમવિભવ બિંદુએ કલિલ કણો ....

(A) સ્થાયી બને છે. (B) પેપ્ટીકરણ પામે છે.

(C) વિદ્યુતભાર ધરાવતા નથી. (D) સ્કંદન કરી શકાતું નથી.

(39) ફેરિક હાઇડ્રૉક્સાઇડ કલિલ કઈ પદ્ધતિથી બને છે ?

(A) જળવિભાજન (B) પેપ્ટીકરણ (C) દ્વિવિઘટન (D) ઑક્સિડેશન

(40) કલિલ કણોનું પરિમાણ.......

(A) સાચાં દ્રાવણો કરતાં ઓછું (B) સાચાં દ્રાવણો અને નિલંબની વચ્ચેનું

(C) નિલંબિત કણોથી વધારે (D) કોઈ પણ પરિમાણ હોઈ શકે

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર લખો :

(1) અધિશોષણની વ્યાખ્યા આપો.

(2) કલિલની વ્યાખ્યા આપી તેનું એક ઉદાહરણ આપો.

(3) કોઈ એક ઉત્સેચકનું નામ તથા તેનું કાર્ય લખો.

(4) ઇમલ્શન એટલે શું ? એક ઉદાહરણ આપો.

(5) પરિવર્તનીય કલિલના ત્રણ ઉદાહરણ આપો.

(6) લેંગ્મ્યૂર અધિશોષણ સમતાપીનું સૂત્ર લખો.

(7) મિસેલ એટલે શું ? તેની રચના સમજાવો.

(8) અધિશોષણને અસર કરતાં ત્રણ પરિબળોના નામ આપો.

(9) કલિલના શુદ્ધિકરણની પદ્ધતિનું નામ આપો.

(10) ઝેરી વાયુની અસરથી બચવા અધિશોષણ કઈ રીતે ઉપયોગી છે ?

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો :

(1) અધિશોષણ, અધિશોષક, અધિશોષિત યોગ્ય ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

(2) ભૌતિક અને રાસાયણિક અધિશોષણ વચ્ચેના ત્રણ તફાવત જણાવો.

(3) શા માટે દાણાદાર કે પાઉડર સ્વરૂપ પદાર્થ સારો અધિશોષક ગણાય છે ?

(4) ઘન અધિશોષક પર વાયુમય અધિશોષિતના અધિશોષણને અસરકર્તા પરિબળો સમજાવો.

(5) અધિશોષણ સમતાપી એટલે શું ? સમજાવો.

(6) સમાંગ અને વિષમાંગ ઉદ્દીપન ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

(7) મિસેલની સમજ આપો. ક્રાંતિક મિસેલ સાંદ્રતા સમજાવો.

(8) ફ્રુન્ડલીચ અધિશોષણ સમતાપી સમીકરણ લખી તેમાં રહેલાં પદો સમજાવો.

(9) કલિલની બનાવટની બે રાસાયણિક પદ્ધતિઓ લખો.

(10) સાચું દ્રાવણ, નિલંબન અને કલિલ વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.

(11) કલિલના પ્રકારો આપી દરેકનું એક એક ઉદાહરણ આપો.

(12) ઇમલ્શન એટલે શું ? તેના પ્રકારો ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

(13) નીચેનાં પર્યાયો સમજાવો : (i) પેપ્ટીકરણ (ii) ઇમલ્શીફિકેશન

(14) નીચેના પર્યાયો સમજાવો : (i) ટિંડલ અસર (ii) બ્રાઉનિયન ગતિ

(15) આકાર વરણાત્મક ઉદ્દીપન એટલે શું ? સમજાવો.

4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર ઉત્તર આપો :

(1) વિક્ષેપન માધ્યમ અને વિક્ષેપિત કલા પર્યાયો ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

(2) કલિલોનું વર્ગીકરણ વિક્ષેપિત કલાના આધારે કેવી રીતે કરવામાં આવ્યું છે ? સમજાવો.

(3) ઝિયોલાઇટ વડે ઉદ્દીપન કેવી રીતે થાય છે ? સમજાવો.

(4) હાર્ડી-શુલ્ઝ નિયમો સમજાવો.

(5) "કલિલ પદાર્થ નથી પરંતુ પદાર્થની અવસ્થા છે." ચર્ચા કરો.

(6) વિશિષ્ટ ઉત્સેચક વાપરી થતી જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાના પાંચ ઉદાહરણો લખો.

(7) ટૂંક નોંધ લખો : (i) સ્કંદન (ii) વૈદ્યુતકણ સંચાલન

(8) ઇમલ્શનના પ્રકાર જણાવી તેમની પરખ માટેની કસોટીઓ વર્ણવો.

(9) સલ્ફર અને ગોલ્ડના કલિલ બનાવવાની રીતોનું વર્ણન કરો.

(10) ટૂંક નોંધ લખો : (i) ટિંડલ અસર (ii) બ્રાઉનિયન ગતિ

(11) ઉત્સેચકોનું ઉદ્દીપન કાર્ય તાળા-કૂંચી નમૂનાની આધારે સમજાવો.

(12) ઇલેક્ટ્રૉડાયાલિસીસ વડે કલિલનું શુદ્ધિકરણ સમજાવો.

(13) કોટ્રેલ ધુમાડા અવક્ષેપક પર ટૂંક નોંધ લખો.

(14) કલિલના જુદા જુદા ક્ષેત્રોમાં ઉપયોગો જણાવો.

(15) ટૂંક નોંધ લખો : (1) બ્રેડિગ ચાપ પદ્ધતિ (2) કલિલ ઘંટી